

PREVENZIONE INCENDI PER ATTIVITÀ DI AUTORIMESSE

INAIL

La Regola Tecnica Verticale V.6
del Codice di prevenzione incendi

2023

COLLANA **RICERCHE**



PREVENZIONE INCENDI PER ATTIVITÀ DI AUTORIMESSE

INAIL

La Regola Tecnica Verticale V.6
del Codice di prevenzione incendi

2023

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Responsabili scientifici

Raffaele Sabatino¹, Stefano Marsella², Gaetano Fede³

Autori

Raffaele Sabatino¹, Michele Mazzaro², Luca Nassi², Gianni Biggi², Piergiacomo Cancelliere², Andrea Marino²,
Elisabetta Scaglia³, Vincenzo Cascioli⁴

¹ Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

² Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco

³ Consiglio Nazionale degli Ingegneri

⁴ Libero professionista

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© 2023 Inail

ISBN 978-88-7484-782-2

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nella pubblicazione, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Le pubblicazioni vengono distribuite gratuitamente e ne è quindi vietata la vendita nonché la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

La presente pubblicazione è il risultato della collaborazione tra Inail, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e Consiglio Nazionale degli Ingegneri nell'ambito dei progetti previsti nel Piano delle attività di ricerca dell'Inail per il triennio 2022/2024

INAIL



**CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI**

Indice

Introduzione	7
Obiettivi	9
Le differenze tra l'approccio prescrittivo e quello prestazionale	10
Il Codice di prevenzione incendi	11
Attività autorimessa - la normativa applicabile	15
Il d.m. 1 febbraio 1986	17
La Regola Tecnica Verticale V.6	18
Caso studio: Autorimessa condominiale esistente	27
Descrizione	27
Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi	28
Progettazione antincendio con il d.m. 1 febbraio 1986	35
Riferimenti normativi	35
Progetto antincendio dell'autorimessa	35
Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale	41
Difficoltà riscontrate in sede di sopralluogo con il progetto approvato	41
Ipotesi di istanza di deroga alla RTV tradizionale	43
Progettazione antincendio con il Codice di prevenzione incendi	46
Riferimenti normativi	46
Classificazione dell'autorimessa	46
La metodologia generale	47
Scopo della progettazione	49
Obiettivi di sicurezza	49
Valutazione del rischio d'incendio per l'attività	50
Valutazione del rischio residuo	56
Attribuzione dei profili di rischio	57
Strategia antincendio per la mitigazione del rischio	60
Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio	61
Individuazione delle soluzioni progettuali	63
Reazione al fuoco	64
Soluzione alternativa	67
Resistenza al fuoco	96
Compartimentazione	101
Progettazione dei compartimenti antincendio	104
Realizzazione dei compartimenti antincendio	104
Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio	107
Ubicazione	107
Comunicazioni tra attività	107
Esodo	108
Dati di ingresso per la progettazione del sistema d'esodo	110
Requisiti antincendio minimi per l'esodo	110
La progettazione del sistema d'esodo	111
Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo	119
Verifica di rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5	120
Gestione della sicurezza antincendio (GSA)	123
Controllo dell'incendio	130

Rivelazione ed allarme	136
Controllo fumi e calore	141
Operatività antincendio	147
Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	149
Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (par. S.10.6.1)	151
Protezione contro le scariche atmosferiche (par. S.10.6.4)	152
Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone (par. S.10.6.5)	153
Sezione V - Regole tecniche verticali	153
Cap. V.1 Aree a rischio specifico	153
Cap. V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive	153
Cap. V.3 Vani degli ascensori	153
Confronto tra gli esiti delle due progettazioni	154
Appendice - Ipotesi di presenza di veicoli alimentati con combustibili alternativi	156
Nuova valutazione del rischio d'incendio per l'attività	158
Premessa	158
Ricadute sulla VR	159
Valutazione del rischio residuo	159
Attribuzione del nuovo profilo di Rvita	160
Nuova attribuzione dei livelli di prestazione per le misure antincendio	160
Considerazioni a commento	161
Bibliografia	163
Fonti immagini	164

Introduzione

La progettazione della sicurezza antincendio nelle attività soggette alle visite ed ai controlli dei Vigili del Fuoco, finalizzata alla riduzione della probabilità di insorgenza di un incendio e alla limitazione delle relative conseguenze, è sancita dal d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151 e, se luoghi di lavoro, è assoggettata alle previsioni del d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. (Testo Unico sulla salute e sicurezza).

Tale progettazione si basa sulla preliminare valutazione del rischio d'incendio e può seguire un approccio progettuale di tipo prescrittivo o di tipo prestazionale.

La progettazione antincendio, nel rispetto della normativa vigente, può quindi essere effettuata elaborando soluzioni tecniche flessibili e aderenti alle specifiche caratteristiche ed esigenze delle attività esaminate (metodologia prestazionale).

In questo contesto si inserisce il “*Codice di prevenzione incendi*” (d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.) che si propone, privilegiando l'approccio flessibile, come promotore del cambiamento e in grado di garantire standard di sicurezza antincendio elevati mediante un insieme di soluzioni progettuali, sia conformi che alternative.

In sostanza, il Codice rappresenta uno strumento finalizzato al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio, caratterizzato da un linguaggio allineato con gli standard internazionali.

La strategia antincendio in esso descritta, in funzione dei livelli di prestazione scelti, garantisce i prefissati obiettivi di sicurezza, mediante l'adozione di diverse soluzioni progettuali, grazie all'apporto ed alla compresenza delle varie misure antincendio (approccio di tipo olistico).

A seguito dell'emanazione del Codice, il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco ha iniziato ad implementare la Sezione V (Regole tecniche verticali), che originariamente prevedeva solamente tre RTV (V.1 Aree a rischio specifico, V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive e V.3 Vani degli ascensori), emanando nel tempo una serie di ulteriori specifiche RTV mirando, nel lungo termine, a sostituire gradualmente l'attuale corpo normativo sugellando, a regime, il passaggio dall'approccio prescrittivo tradizionale a quello basato sulla ormai nota metodologia prestazionale del Codice, per tutte le attività normate.

Sono state pertanto emanate, ad oggi, le seguenti RTV:

- V.4 Uffici
- V.5 Attività ricettive turistico-alberghiere
- V.6 Autorimesse
- V.7 Attività scolastiche
- V.8 Attività commerciali
- V.9 Asili nido
- V.10 Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati
- V.11 Strutture sanitarie
- V.12 Altre attività in edifici tutelati
- V.13 Chiusure d'ambito degli edifici civili
- V.14 Edifici di civile abitazione
- V.15 Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico

Con il d.m. 26 luglio 2022, sono state emanate le norme tecniche di prevenzione incendi per gli stabilimenti ed impianti di stoccaggio e trattamento rifiuti.

La norma, seppur connotata dalla consueta struttura delle RTV, al momento, non è inserita nel Codice ma, come stabilito all'art. 3 del decreto, si applicano in combinazione con le sezioni G, S, V, limitatamente ai Capp. V.1, V.2 e V.3, e M.

Peraltro, nel 2019 sono stati emanati due fondamentali decreti che hanno apportato sensibili modifiche al Codice, sia negli aspetti inerenti il campo di applicazione che in relazione agli aspetti tecnici contenuti nell'allegato 1.

Infatti, con il d.m. 12 aprile 2019 viene esteso il campo di applicazione delle attività progettabili con il “*Codice*” ed eliminato per molte attività il cosiddetto “*doppio binario*”, ovvero la possibilità di scelta, da parte del progettista, tra l'applicazione delle normative tradizionali preesistenti rispetto al Codice e l'approccio prestazionale costituito da quest'ultimo.

Con il d.m. 18 ottobre 2019, invece, è stato interamente sostituito l'allegato 1 del Codice, modificando e/o integrando alcune previsioni relative alle misure tecniche di prevenzione incendi di cui alle Sezioni G, S, V, limitatamente ai Capp. V.1, V.2 e V.3, e M, sulla base delle esperienze maturate nel primo triennio di applicazione del Codice.

Conseguentemente a tali aggiornamenti, taluni particolarmente radicali, come ad esempio per la misura antincendio S.4 *Esodo*, si è reso necessario apportare alcuni aggiustamenti, mediante il d.m. 14 febbraio 2020 e il d.m. 6 aprile 2020, anche alla Sezione V ed alle nuove RTV di recente emanazione (V.4 + V.8).

Il d.m. 24 novembre 2021 ha quindi introdotte ulteriori modifiche all'allegato 1 del Codice, in particolare per locali molto affollati.

In definitiva, risultano, ad oggi, 49¹ le attività soggette comprese nel citato allegato I di cui al d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151, per le quali la Regola Tecnica Orizzontale (RTO) del Codice rappresenta l'unico riferimento progettuale possibile.

Ad oggi, le varie RTV emanate e ricomprese nel testo coordinato del Codice sono le seguenti:

- d.m. 8 giugno 2016: V.4 "Uffici"
- d.m. 9 agosto 2016: V.5 "Attività ricettive turistico - alberghiere"
- d.m. 21 febbraio 2017: V.6 "Attività di autorimessa"
- d.m. 7 agosto 2017: V.7 "Attività scolastiche"
- d.m. 23 novembre 2018: V.8 "Attività commerciali"
- d.m. 14 febbraio 2020: aggiornamento dei Capp. V.4, V.5, V.6, V.7, V.8
- d.m. 6 aprile 2020: V.9 "Asili nido", correzione refusi nei parr. V.4.2, V.7.2 e tab. V.5-2
- d.m. 15 maggio 2020: aggiornamento del Cap. V.6 "Attività di autorimessa"
- d.m. 10 luglio 2020: V.10 "Musei, gallerie, esposizioni, mostre, biblioteche e archivi in edifici tutelati"
- d.m. 29 marzo 2021: V.11 "Strutture sanitarie"
- d.m. 14 ottobre 2021: V.12 "Altre attività in edifici tutelati"
- d.m. 30 marzo 2022: V.13 "Chiusure d'ambito degli edifici civili"
- d.m. 19 maggio 2022: V.14 "Edifici di civile abitazione"
- d.m. 22 novembre 2022: V.15 "Attività di intrattenimento e di spettacolo a carattere pubblico"

Come detto, avendo il d.m. 12 aprile 2019 determinato la fine del cosiddetto "*doppio binario*", per le attività soggette e non normate non esiste più la possibilità di scegliere il criterio progettuale da utilizzare tra il Codice e i preesistenti criteri tecnici.

L'utilizzo del Codice è pertanto ormai obbligatorio; tuttavia, tale "*doppio binario*" permane esclusivamente per le attività per le quali è presente una regola tecnica verticale di tipo tradizionale ancora vigente, ad eccezione delle autorimesse.

Ad esempio, ad oggi, è possibile progettare un'attività uffici secondo la V.4 oppure utilizzando il d.m. 22 febbraio 2006; viceversa, essendo stato abrogato il d.m. 1 febbraio 1986², un'autorimessa può essere progettata unicamente mediante l'applicazione della V.6.

Ulteriori RTV sono in fase di pubblicazione, notificati alla Commissione europea, o allo studio dei quadri dirigenti del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco.

Tanto premesso, al fine di fornire un seguito alla precedente collana di Quaderni tecnici, inerenti le Sezioni S ed M del Codice, (vedi <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubbl-codice-prevenzione-incendi-presentazione-2020.html>) incentrata sull'illustrazione delle potenzialità del Codice, sulla base di esempi pratici di progettazione, si intende ora, mediante una nuova collana, focalizzare l'attenzione sulla Sezione V e, con il medesimo approccio pratico, fondato sullo sviluppo di casi studio, saranno prese in rassegna le diverse RTV emanate, con l'ottica di illustrare l'applicazione dei nuovi strumenti normativi e di evidenziare gli esiti delle progettazioni del medesimo caso studio, affrontato con le due metodologie applicabili, costituite dalla vecchia normativa prescrittiva e dalla nuova RTO come integrata dalla rispettiva RTV.

¹ Comprese quelle con RTV per le quali vale il doppio binario (tranne V.6).

² L'art. 3, comma 2, del d.m. 15 maggio 2020 abroga il d.m. 1 febbraio 1986 esclusivamente per le autorimesse di nuova costruzione; infatti, per le autorimesse esistenti alla data di entrata in vigore del d.m. 15 maggio 2020, il successivo comma 3, rinviando all'art. 2 del d.m. 12 aprile 2019, consente ancora il cosiddetto "*doppio binario*" ai fini della scelta della normativa applicabile.

Si rammenta che il d.m. 1 febbraio 1986 ha regolato, per oltre 30 anni, la progettazione e l'esercizio sia delle autorimesse soggette ai controlli di prevenzione incendi sia di quelle sottosoglia.

Obiettivi

Come per la precedente collana di Quaderni tecnici, inerenti le Sezioni S ed M del Codice, citata nell'introduzione, anche stavolta s'intende utilizzare la metodologia del caso studio, usualmente adottata nel campo della ricerca empirica come strumento che ha la funzione di approfondimento di una questione.

Nello specifico, si ritiene possa favorire l'apprendimento dei metodi e degli strumenti offerti dal Codice, nell'ambito dell'utilizzo della Sezione V, illustrandone l'applicazione pratica in contesti reali.

Il caso studio consiste nella descrizione di una situazione realistica, a partire dalla quale si intenderebbe sviluppare nel lettore le capacità analitiche necessarie per affrontare, in maniera sistematica, una situazione reale, nella sua effettiva complessità.

L'obiettivo specifico del ricorso al caso studio, quindi, non è quello di risolvere un problema, bensì di fornire al lettore strumenti pratici volti ad affrontare le varie problematiche reali e ad inquadrare le stesse nel contesto del protocollo fornito dal Codice.



Nella presente pubblicazione sarà affrontata la progettazione di un'autorimessa esistente, confrontandone gli esiti risultanti, sia mediante il d.m. 1 febbraio 1986 (regola tecnica verticale tradizionale pre Codice) che secondo la V.6, "nuova" regola tecnica verticale, che integra, in base alle proprie specificità, le imprescindibili e ineludibili indicazioni fornite dalla regola tecnica orizzontale costituita dal Codice.

Infatti, come detto, con l'emanazione del d.m. 15 maggio 2020, che ha sostituito il precedente Cap. V.6 (d.m. 21 febbraio 2017 e s.m.i.), il d.m. 1 febbraio 1986 (regola tecnica verticale tradizionale pre Codice) è stato abrogato eliminando il cosiddetto "doppio binario" per le autorimesse, fatti salvi i casi per i quali è applicabile l'art. 2 commi 3 o 4 del d.m. 12 aprile 2019.

Si rappresenta che la presente pubblicazione ha scopo divulgativo e non costituisce in alcun modo una linea guida né un canone interpretativo vincolante.

Il caso studio trattato si riferisce a situazioni ipotizzate dagli autori a soli fini esplicativi.

I giudizi di valore rappresentano l'opinione degli autori ed in nessun caso costituiscono istruzioni in merito a soluzioni tecniche vincolanti.

Formule, valutazioni, grafici e tabelle e modelli di calcolo impiegati sono riportati al solo fine divulgativo e pertanto viene declinata qualsiasi responsabilità in merito all'effettivo utilizzo degli stessi.

Pur garantendo la massima cura nell'allestimento della pubblicazione, si declina ogni responsabilità per eventuali errori od omissioni e, in merito all'eventuale concreta applicazione delle soluzioni tecniche illustrate, per eventuali danni risultanti dall'uso delle informazioni contenute nella medesima.

Le differenze tra l'approccio prescrittivo e quello prestazionale

La prevenzione incendi può essere approcciata utilizzando due diverse metodologie.

L'approccio prescrittivo, di natura deterministica, storicamente utilizzato nella normativa italiana, è caratterizzato da un insieme di norme, per l'appunto, prescrittive che richiedono al progettista l'applicazione pedissequa del disposto normativo senza particolari spazi di manovra e senza poter incidere nella progettazione dell'attività esaminata.

I vantaggi dell'approccio prescrittivo consistono nella sua agevole e omogenea applicazione da parte del progettista e, lato "controllori", nella ragionevole aspettativa di uniformità di giudizio.

D'altro canto, gli svantaggi maggiori di tale metodologia risiedono nell'estrema rigidità che si manifesta nelle prescrizioni previste dal normatore che, sovente, obbliga il progettista a dover ricorrere all'istituto della deroga.

L'approccio prestazionale, di tipo ingegneristico (*Fire Safety Engineering*), di origine anglosassone, è fondato, invece, sullo studio dell'evoluzione dinamica dell'incendio e sulla previsione scientifica della prestazione dell'attività progettata, mediante l'utilizzo di opportuni modelli di calcolo.

Il pregio principale di questo secondo approccio risiede nell'estrema flessibilità della metodologia, che permette, con tutte le limitazioni del caso, di simulare incendi anche molto complessi.

D'altro canto, anche per tale approccio si rilevano alcuni limiti consistenti nella validazione dei modelli di calcolo, nella forte richiesta di preparazione al progettista (ed ai "controllori") e, laddove vengano utilizzati modelli di campo³, discreti oneri computazionali che richiedono idonei supporti hardware e software.

Nel nostro Paese, prima dell'avvento del Codice, l'utilizzo della *Fire Safety Engineering* ha riguardato, essenzialmente, la progettazione di attività non normate e, laddove si istruiva una richiesta di deroga a norme prescrittive di attività normate, al fine di dimostrare il raggiungimento di condizioni di sicurezza equivalente.

La *Fire Safety Engineering* costituisce uno strumento dalle enormi potenzialità; tuttavia, come accennato, richiede al progettista un elevato livello di competenza, considerevoli tempi per la progettazione, elevata etica professionale e, in definitiva, costi di progettazione più elevati per la committenza.

Del resto, però essa, ed è questo uno degli aspetti peculiari dell'approccio prestazionale, consente al progettista di adottare le soluzioni progettuali più adatte allo specifico contesto nel quale va ad operare e al committente potenziali risparmi economici, ben inteso, a parità di sicurezza antincendio.

Il Codice, in quanto *Regola Tecnica Orizzontale*, ovvero regola tecnica applicabile a tutte le attività, predilige l'approccio prestazionale alla sicurezza antincendio, volto all'individuazione del livello di prestazione richiesto da una specifica misura antincendio ed alla verifica del suo raggiungimento.

La *soluzione alternativa* prevista dal Codice applicando, in via prioritaria ma non esclusiva, i *Metodi* suggeriti nella Sezione M, pertanto, si può considerare come eseguita "su misura" dal progettista per ciascuno specifico contesto analizzato.

In tal modo, il progettista è assoluto artefice della progettazione e la flessibilità, caratteristica peculiare del Codice, assicura la massima applicabilità della norma a qualsiasi situazione.

Sinteticamente si rammenta che la Sezione M del Codice descrive la metodologia di progettazione dell'ingegneria della sicurezza antincendio.

Tale approccio viene adottato anche in soluzione conforme, essendo richiesto al progettista di individuare il livello di prestazione adeguato per ogni misura antincendio e verificandone indirettamente il relativo raggiungimento.

L'applicazione dei principi dell'ingegneria della sicurezza antincendio consente, analogamente alle altre discipline ingegneristiche, di definire soluzioni idonee al raggiungimento di obiettivi progettuali mediante analisi di tipo quantitativo.

Nel Cap. M.1 si descrive in dettaglio la metodologia di progettazione dell'ingegneria della sicurezza antincendio (o *progettazione antincendio prestazionale*).

Per altri aspetti tecnici della progettazione antincendio prestazionale debbono essere impiegate le indicazioni riportate nei seguenti capitoli:

- Cap. M.2 Scenari d'incendio per la progettazione prestazionale;
- Cap. M.3 Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

Per gli aspetti della progettazione antincendio prestazionale non esplicitamente definiti nel Codice si può fare riferimento alla regola dell'arte internazionale.

³ I modelli di campo forniscono la stima dell'evoluzione dell'incendio in un unico volume, risolvendo per via numerica le equazioni fondamentali del flusso dei fluidi risultante da un incendio (equazioni di Navier-Stokes).

Tale approccio è sviluppato attraverso i metodi alle differenze finite, agli elementi finiti o degli elementi di confine.

Si veda, ad esempio, <https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubbl-metodi-per-ingegneria-sicurezza-antincendio.html>.

Il Codice di prevenzione incendi

Rinviando, ad esempio, alla prima delle nove pubblicazioni della precedente collana di Quaderni tecnici (<https://www.inail.it/cs/internet/comunicazione/pubblicazioni/catalogo-generale/pubbl-il-codice-di-prevenzione-incendi.html>) in merito all'illustrazione del Codice e della propria strutturazione, nonché al link ufficiale del C.N.VV.F. <https://www.vigilfuoco.it/asp/px/page.aspx?IdPage=10259> per la sua consultazione nella versione aggiornata, in questa sede si richiamano, brevemente, alcuni concetti peculiari di questo fondamentale strumento normativo nel campo della prevenzione incendi.

Il Codice ha introdotto norme che potremmo definire “semi-prescrittive” che consentono il ricorso a soluzioni conformi o alternative (*sezione M - Metodi*) e segna il passaggio da una metodologia prescrittiva, dove la valutazione del rischio d'incendio così come la definizione di soluzioni progettuali era fatta dal normatore, sulla base di criteri di sicurezza applicati dal normatore e non noti, ad una metodologia prestazionale che attinge a piene mani alle nuove tecniche dell'ingegneria antincendio (*Fire Safety Engineering*).

A garantire un ottimale rapporto tra il livello di sicurezza e i costi della soluzione adottata contribuiscono, da una parte, le misure tecniche (compartimentazione, sistemi di allarme, ecc.) e, dall'altra, le misure gestionali (sorveglianza, controlli, ecc.) che acquistano pari dignità nella nuova concezione della progettazione antincendio.

Progettare la sicurezza antincendio significa individuare le soluzioni tecniche finalizzate al raggiungimento degli obiettivi primari (sicurezza della vita umana, incolumità delle persone e tutela dei beni e dell'ambiente in caso di incendio); il raggiungimento degli stessi si considera soddisfatto se le attività sono progettate, realizzate e gestite in maniera da:

- minimizzare cause incendio o di esplosione;
- garantire stabilità strutture portanti per un tempo determinato;
- limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dell'attività;
- limitare la propagazione di un incendio alle attività contigue;
- limitare gli effetti di un'esplosione;
- garantire la possibilità che gli occupanti lascino l'attività autonomamente o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
- tutelare gli edifici pregevoli per arte e storia;
- garantire la continuità di esercizio per le opere strategiche;
- prevenire il danno ambientale e limitare la compromissione dell'ambiente in caso di incendio.

La metodologia di valutazione del rischio d'incendio è il processo di analisi che, partendo dalla conoscenza scientifica della combustione, consente di stimare gli effetti dell'incendio e del comportamento umano, in termini di probabilità di accadimento e di danno.

Il progettista, pertanto, individua i pericoli di incendio presenti nell'attività (sostanze pericolose e modalità di stoccaggio, carico di incendio, impianti, macchine ecc.) e, in funzione delle condizioni strutturali dell'edificio (geometria, distanziamenti, isolamento, viabilità layout aziendali, ecc.), dell'organizzazione (affollamento, turni di lavoro, formazione ecc.) e delle caratteristiche della specifica attività (lavorazioni, processi, ecc.), sviluppa un'attenta valutazione del rischio di incendio dell'attività, finalizzata all'individuazione delle più severe e credibili ipotesi di incendio e le conseguenze che da esso ne derivano, anche quando si progetta in maniera semi-prescrittiva e si ricorre alle soluzioni conformi.

Tale valutazione è centrale nell'ambito della progettazione, consentendo al progettista di adottare correttamente le soluzioni progettuali previste dal Codice, eventualmente, perfezionandole in base alle risultanze dell'analisi eseguita.

Espletata la valutazione del rischio incendio ed esplosione per l'attività, il progettista attribuisce un valore per ciascuno dei tre profili di rischio e per ciascuno dei compartimenti/ambiti cui sono riferiti, secondo le indicazioni contenute nel Codice:

- R_{vita} *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia umana;
- R_{beni} *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia dei beni economici;
- $R_{ambiente}$ *profilo di rischio* relativo alla tutela dell'ambiente dagli effetti dell'incendio.

I profili di rischio R_{vita} , R_{beni} e $R_{ambiente}$ sono definibili come degli indicatori speditivi della tipologia di rischio presente negli ambiti dell'attività ma in nessun caso sostituiscono la valutazione del rischio di incendio!

Attraverso la loro determinazione il progettista è guidato (non costretto!) all'attribuzione dei livelli di prestazione, ricorrendo ai criteri di attribuzione generalmente accettati o ad uno dei metodi di cui al par. G.2.7, ovvero alla individuazione delle misure antincendio.

La valutazione del rischio (probabilità di accadimento e danno eventuale) è funzione della misura assegnata a R_{vita} , R_{beni} e $R_{ambiente}$ ed agli altri indicatori di pericolosità (geometria complessa, affollamento, lavorazioni pericolose, ecc.) scaturiti dalla valutazione del rischio d'incendio.

Se non diversamente indicato, o determinato in esito a specifica valutazione del rischio, il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è ritenuto non significativo negli ambiti protetti da impianti o sistemi automatici di completa estinzione dell'incendio (Cap. S.6) a disponibilità superiore e nelle attività civili.

Le operazioni di soccorso dei VV.F. sono escluse dalla valutazione del rischio ambientale.



Una volta effettuata la valutazione del rischio incendio ed esplosione, individuati i suddetti profili di rischio ed in funzione di altri parametri caratterizzanti la specifica attività, il progettista è chiamato a definire tutte le misure antincendio del Codice attribuendo, per ciascuna, i pertinenti livelli di prestazione in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e degli esiti delle suddette valutazioni, che sono parte di un processo iterativo di progettazione.

Per ogni livello di prestazione di ciascuna misura antincendio sono previste diverse soluzioni progettuali. La soluzione progettuale scelta deve garantire il raggiungimento del livello di prestazione.

Le soluzioni progettuali che sono previste dal Codice sono:



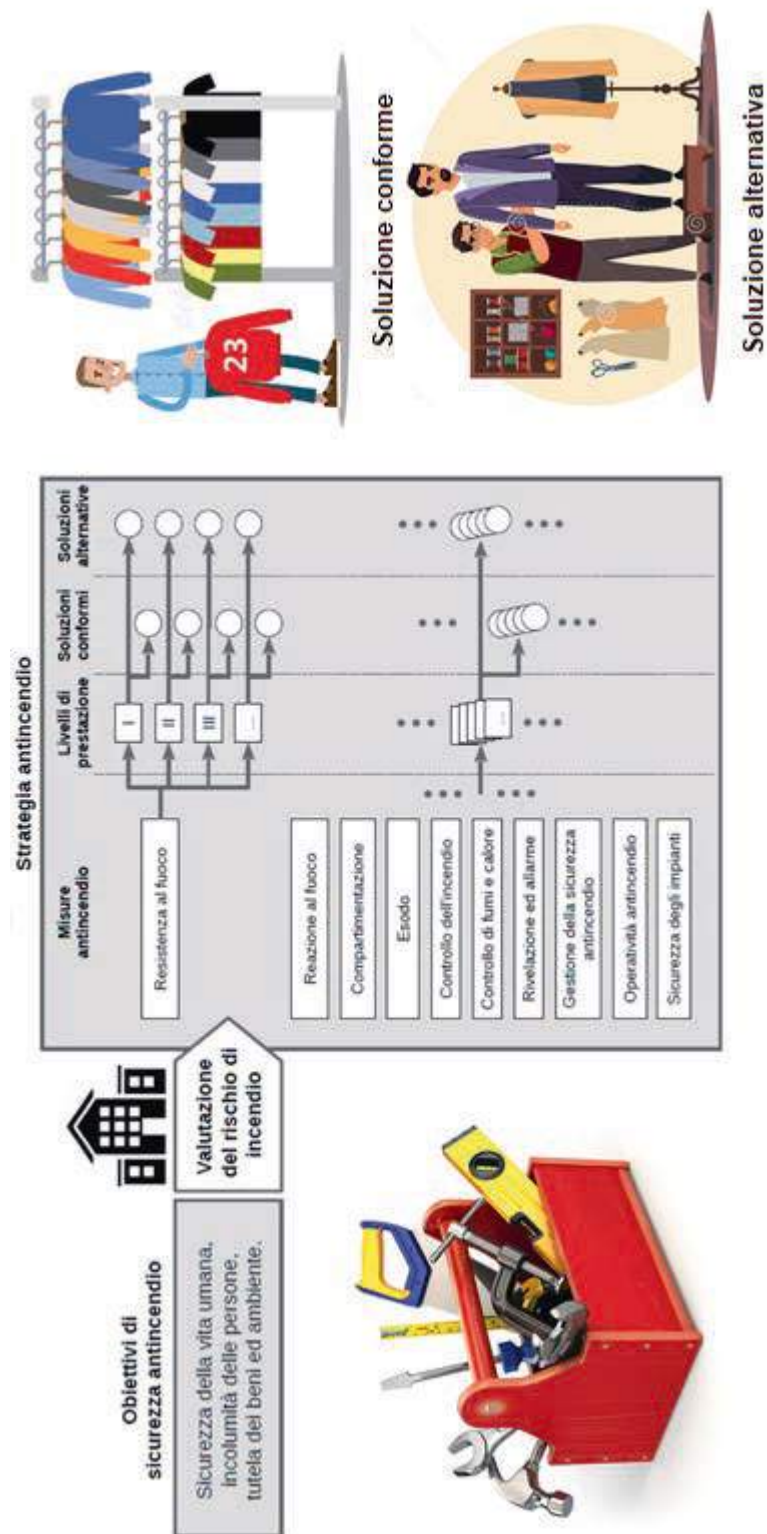
SOLUZIONI PROGETTUALI

La novità del Codice consiste nell'ammettere soluzioni *alternative*: il progettista può sviluppare soluzioni progettuali diverse da quelle *conformi*, trovarne una *alternativa*, ovvero, in via residuale, una *in deroga* (G.2.8), fatto salvo doverne dimostrare il medesimo livello di sicurezza antincendio di quello conforme.

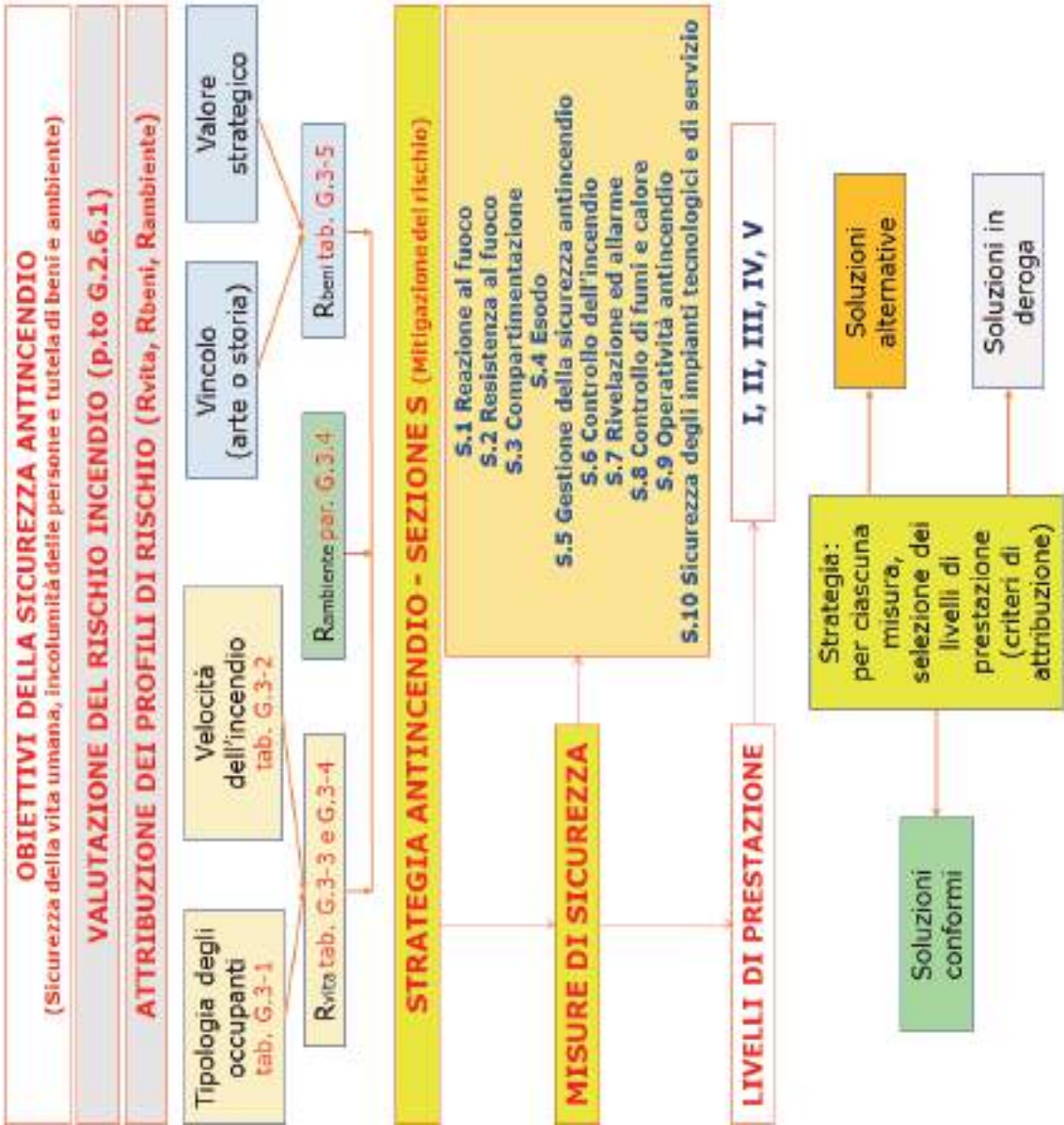
Il Codice, come detto, rappresenta la regola generale (RTO) per tutte le attività non dotate di RTV.

Per le attività dotate di RTV occorre prioritariamente effettuare la valutazione del rischio, tenendo conto delle specificità previste dalla RTV, quindi attribuire i livelli di prestazione previsti dalla RTO per le misure antincendio che compongono la strategia antincendio e infine modificare o integrare le *soluzioni conformi* della RTO con quelle di cui alla RTV.

Laddove la RTV non fornisca indicazioni specifiche per una misura (es.: la V.6 per la S.9), in tal caso, si dovrà far riferimento esclusivamente alle pertinenti indicazioni contenute nella sezione S della RTO quindi, per l'esempio in argomento, al Cap. S.9 *Operatività antincendio*.



CAP. G.2 - PROGETTAZIONE PER LA SICUREZZA ANTINCENDIO



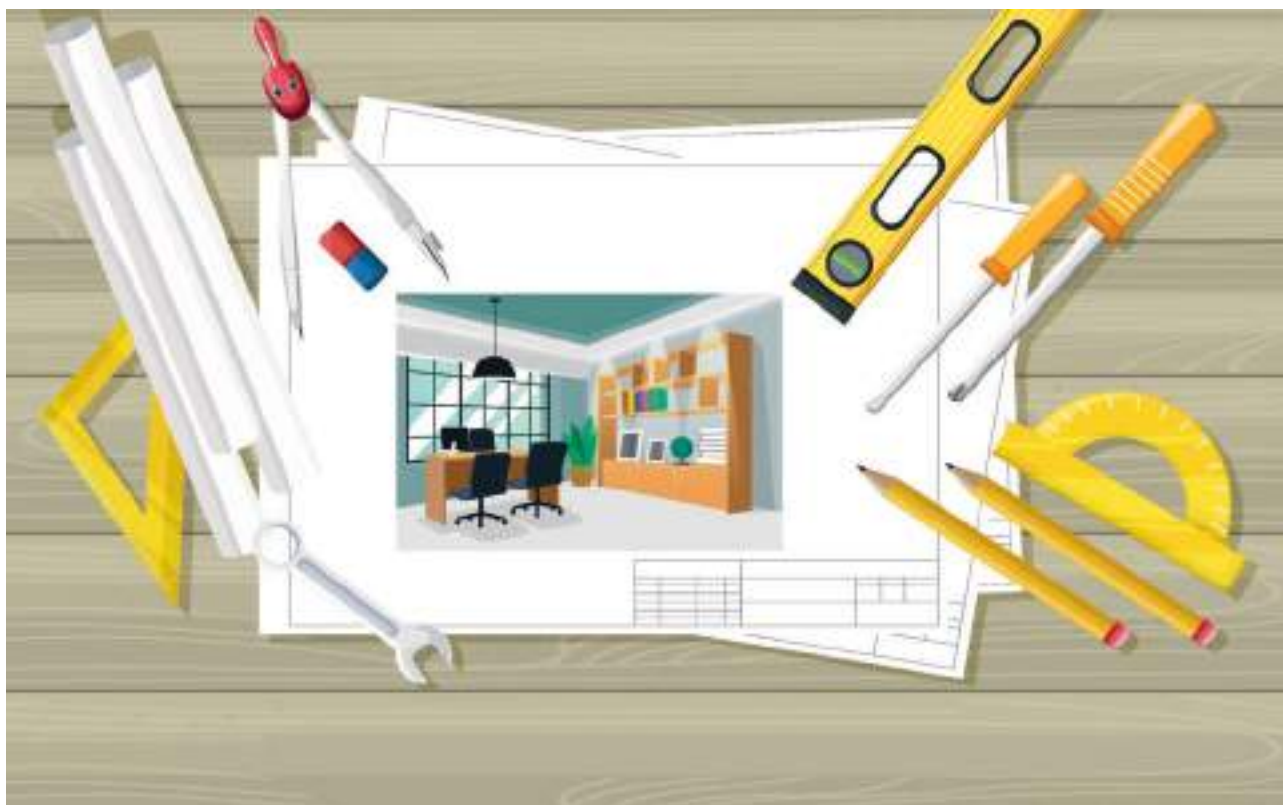
ITER PER L'ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONI ALLE MISURE DELLA STRATEGIA E DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Attività autorimesse - la normativa applicabile

Per la progettazione di un'autorimessa *esistente* al 19 novembre 2020, con superficie complessiva⁴ superiore a 300 m² è (in alcuni casi) possibile seguire due strade, *alternative* fra loro:

- ✓ applicare la RTV tradizionale di cui al d.m. 1 febbraio 1986 nei soli casi⁵ di cui all'art. 2 commi 3 o 4 del d.m. 12 aprile 2019;
- ✓ applicare il Codice, come integrato dalla nuova RTV di cui al d.m. 15 maggio 2020 (autorimesse di superficie complessiva superiore a 300 m²).

Si segnala che, una volta individuata la norma applicabile, occorre percorrere per intero l'iter della stessa, essendole due RTV alternative e non complementari.



In riferimento alle cosiddette autorimesse sottosoglia, ovvero di superficie inferiore ai 300 m², la nuova RTV V.6, riguardando le autorimesse con superficie superiore a 300 m², non è applicabile.

Per tali autorimesse si può far riferimento alla Circolare emanata dal Corpo dei VV.F., DCPREV 17496 del 18 dicembre 2020, che costituisce una linea guida di riferimento, non cogente, per prevenzione incendi e la sicurezza antincendio inerenti tali autorimesse.

La Circolare rinvia per le "Definizioni" ai Capp. G.1 e V.6 del Codice, indicando i requisiti minimi per le autorimesse sottosoglia, distinguendole in:

- A1 autorimesse di superficie fino a 100 m²;
- A2 autorimesse di superficie superiore a 100 m² e fino a 300 m².

Si specifica, inoltre, che ove siano installati particolari attrezzature o impianti che possano comportare il deposito o il rilascio di quantitativi non trascurabili di sostanze infiammabili o pericolose, deve essere effettuata

⁴ La superficie complessiva dell'autorimessa è la superficie lorda al netto delle pertinenze compartimentate (aree TM1); è data dalla somma, al netto delle pareti perimetrali, delle superfici delle aree TA, TB e delle aree TM1 non compartimentate (ad es.: cantine).

⁵ È ancora consentito applicare il d.m. 1 febbraio 1986, in riferimento ad interventi di modifica o di ampliamento su una porzione di un'autorimessa esistente, laddove l'applicazione del Codice alla suddetta porzione determinasse incompatibilità con le restanti porzioni dell'attività non interessate dall'intervento.

Ove, ad esempio, a seguito di un ipotetico ampliamento dell'autorimessa, l'applicazione del Codice dovesse comportare l'adeguamento degli impianti di protezione ed estinzione degli incendi nella porzione di autorimessa già in possesso di SCIA o di progetto approvato, per la nuova porzione di autorimessa si potrebbe continuare ad applicare il d.m. 1 febbraio 1986, in alternativa all'adeguamento dell'intera autorimessa al Codice.

una specifica valutazione del rischio conseguente per l'adozione delle misure di prevenzione, protezione e gestionali.

Si richiama, a tal proposito, la Circolare DCPREV 2 del 5 novembre 2018, relativa all'installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici.

Da ultimo, sono fornite alcune indicazioni relative ad alcune tabelle del d.m. 15 maggio 2020:

- tab. V 6-3: Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio;
- tab. V 6-2: Caratteristiche minime delle comunicazioni tra compartimenti.

A valle di quanto illustrato finora, appare evidente quanto la scelta, ove consentita, di una o dell'altra norma di riferimento possa poi condurre, agli esiti dell'iter progettuale, a conseguenze potenzialmente assai diverse in termini di:

- costi di progettazione;
- costi per l'adeguamento antincendio dell'attività (impianti e strutture);
- possibilità di ricorrere a soluzioni alternative in luogo di eventuali istanze di deroga;
- vincoli e oneri per la gestione futura dell'attività a carico del responsabile dell'attività.

Nei soli casi di cui all'art. 2 commi 3 e 4 del d.m. 12 aprile 2019, l'attento progettista, pertanto, eseguirà prioritariamente una sommaria valutazione di fattibilità finalizzata a valutare, nello specifico contesto, quale RTV convenga utilizzare in funzione degli obiettivi prestabiliti, al budget a disposizione del committente e ai costi presumibili per gli interventi di adeguamento antincendio e di gestione dell'attività.



Il d.m. 1 febbraio 1986

Il d.m. 1 febbraio 1986 *“Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili”*, entrato in vigore il 2 marzo 1986, tratta la prevenzione incendi nelle autorimesse.

Più in dettaglio, rinviando alla lettura del disposto normativo, il decreto riguarda:

- autorimesse aventi capacità di parcheggio non superiore a nove autoveicoli;
- autorimesse aventi capacità di parcheggio superiore a nove autoveicoli.

Le autorimesse rientranti nel decreto in questione possono essere di tipo:

- isolato: situate in edifici esclusivamente destinati a tale uso ed eventualmente adiacenti a edifici destinati ad altri usi, strutturalmente e funzionalmente separati da questi;
- misto: tutte le altre.

In base all'ubicazione, i piani delle autorimesse si classificano in:

- interrati: con il piano di parcheggio a quota inferiore a quello di riferimento;
- fuori terra: con il piano di parcheggio a quota non inferiore a quello di riferimento. Sono parimenti considerate fuori terra, ai fini delle presenti norme, le autorimesse aventi piano di parcheggio a quota inferiore a quello di riferimento, purché l'intradosso del solaio o il piano che determina l'altezza del locale sia a quota superiore a quella del piano di riferimento di almeno 0,6 m e purché le aperture di aerazione abbiano altezza non inferiore a 0,5 m.

In relazione alla configurazione delle pareti perimetrali, le autorimesse possono essere:

- aperte: autorimesse munite di aperture perimetrali su spazio a cielo libero che realizzano una percentuale di aerazione permanente non inferiore al 60% della superficie delle pareti stesse e comunque superiore al 15% della superficie in pianta;
- chiuse: tutte le altre.

In base alle caratteristiche di esercizio e/o di uso le autorimesse si distinguono in:

- sorvegliate: quelle che sono provviste di sistemi automatici di controllo ai fini antincendi ovvero provvisti di sistema di vigilanza continua almeno durante l'orario di apertura;
- non sorvegliate: tutte le altre.

In base alla organizzazione degli spazi interni le autorimesse si suddividono in:

- a box;
- a spazio aperto.



La Regola Tecnica Verticale V.6

Il d.m. 15 maggio 2020 “Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa”, costituisce RTV di prevenzione incendi per le attività di autorimessa di superficie complessiva superiore a 300 m²⁶ (par. V.6.1).

La nuova V.6 costituisce aggiornamento e integrazione del Codice.

La V.6 prevede, al par. V.6.3, le seguenti classificazioni:

➤ in relazione alle caratteristiche prevalenti degli *occupanti*:

- SA: $\delta_{occ} = A$;
- SB: $\delta_{occ} = B$;
- SC: autosilo.

➤ in relazione alla *superficie lorda A*:

- AA: $300 \text{ m}^2 < A \leq 1000 \text{ m}^2$;
- AB: $1000 \text{ m}^2 < A \leq 5000 \text{ m}^2$;
- AC: $5000 \text{ m}^2 < A \leq 10000 \text{ m}^2$;
- AD: $A > 10000 \text{ m}^2$.

➤ in relazione alla *quota di tutti i piani h*⁷:

- HA: $-1 \text{ m} \leq h \leq 6 \text{ m}$;
- HB: $-5 \text{ m} \leq h \leq 12 \text{ m}$;
- HC: $-10 \text{ m} \leq h \leq 24 \text{ m}$;
- HD: tutti i casi non rientranti nelle classificazioni precedenti.

La classificazione HB può avere limite inferiore pari a -6 m qualora i piani di parcheggio siano limitati a due.

Le classificazioni sono di tipo estensivo, ovvero le classificazioni superiori comprendono quelle inferiori.

Ad esempio, un'autorimessa con *quota di tutti i piani h* compresa tra +5 m e +10 m è classificata HB, così come un'autorimessa con *quota di tutti i piani h* compresa tra -3 m e +3 m.

Le aree dell'autorimessa sono classificate come segue:

- TA: aree destinate al ricovero, alla sosta ed alla manovra di veicoli;
- TB: aree destinate ai servizi annessi all'autorimessa.
Ad esempio: stazioni di lavaggio, stazioni di lubrificazione, stazioni di minuta manutenzione dei veicoli, guardiania ed uffici, ecc.

Le aree destinate a stazioni di minuta manutenzione dei veicoli devono avere una superficie lorda non superiore al 30% del compartimento in cui sono inserite e devono essere collocate a quota superiore a -6 m.

Le pertinenze delle autorimesse sono classificate come segue:

- TM1: depositi di materiale combustibile, con esclusione di sostanze o miscele pericolose, con carico di incendio specifico $q_f \leq 300 \text{ MJ/m}^2$ e superficie lorda $\leq 25 \text{ m}^2$;
Ad esempio, aree o locali destinati a cantine di civili abitazioni, deposito cicli, ecc.
- TM2: depositi di materiale combustibile con carico di incendio specifico $q_f \leq 1200 \text{ MJ/m}^2$ e superficie lorda $\leq 300 \text{ m}^2$;
Ad esempio, aree o locali destinati a deposito di attività di vendita, ecc.
- TT: locali tecnici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
Ad esempio, cabine elettriche, centrali termiche, gruppi elettrogeni.
- TZ: altre aree.

Al par. V.6.4 il decreto specifica, in merito alla valutazione del rischio di incendio, che la progettazione della sicurezza antincendio deve essere effettuata attuando la metodologia di cui al Cap. G.2 e che i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3.

Inoltre, è stabilito che tutti i riferimenti della RTO alla quota -5 m devono intendersi sostituiti dal riferimento alla quota -6 m qualora i piani di parcheggio siano limitati a due e che le aree TZ sono trattate in base a specifica valutazione del rischio.

⁶ Come detto, la superficie complessiva dell'autorimessa è la superficie lorda al netto delle pertinenze compartimentate, somma delle superfici delle aree TA, TB e delle aree TM1 non compartimentate.

⁷ La classificazione in relazione alla quota di tutti i piani h è riferita all'attività autorimessa ed è indipendente dall'altezza antincendi del fabbricato, influenzando, tuttavia, la scelta dei livelli di prestazione previsti per le misure della strategia antincendio.

Al par. V.6.5 il decreto specifica, in merito alla strategia antincendio, che debbono essere applicate tutte le misure antincendio della RTO attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando le indicazioni (di seguito riportate) complementari o sostitutive delle *soluzioni conformi* previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.

Sono inoltre riportati gli scenari di progetto da impiegare per le *soluzioni alternative* di resistenza al fuoco nei casi specifici indicati.

Inoltre, debbono essere applicate le prescrizioni del Cap. V.1 in merito alle aree a rischio specifico e le prescrizioni delle altre RTV, ove pertinenti.

Nelle autorimesse progettate e gestite secondo la presente RTV è ammesso omettere le valutazioni relative alle aree a rischio per atmosfere esplosive (Cap. V.2).

Le eventuali perdite non prevedibili di combustibile da veicoli parchati in un'autorimessa possono comportare la formazione di zone in cui si ritiene trascurabile che un'atmosfera esplosiva si presenti (zone NP). Le zone NP, in accordo al Cap. V.2, sono considerate non pericolose.

Più in dettaglio, per le misure antincendio esaminate nella V.6, al par. V.6.5 è previsto quanto segue:

V.6.5.1 Reazione al fuoco

1. Nelle aree TA non è ammesso il livello di prestazione I (capitolo S.1) ad eccezione delle pavimentazioni.

Nota I rivestimenti a pavimento non sono da intendersi pavimentazioni. Sono esempi di rivestimenti a pavimento: parquet, laminati, mattonelle, moquette, ...

V.6.5.2 Resistenza al fuoco⁸

1. La classe di resistenza al fuoco (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.6-1.
2. Per autorimesse isolate possono non essere rispettati i valori minimi previsti in V.6-1.

Autorimessa	Autorimessa SA; SB	
	Aperta	Chiusa
HA	30 [1]	60 [2]
HB	60	60 [2]
HC	60	90
HD	60	90
[1] Classe 60 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m		
[2] Classe 90 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m		

TABELLA V.6-1: CLASSI MINIME DI RESISTENZA AL FUOCO PER AUTORIMESSE NON ISOLATE

⁸ Per l'attribuzione dei livelli di prestazione è necessario seguire i criteri riportati nel Cap. S.2: le valutazioni devono essere condotte in relazione alla classificazione della autorimessa e in particolare alla tipologia dell'opera da costruzione e alla sua gestione.

Il Codice ammette l'attribuzione del livello di prestazione I, per il quale è richiesta l'assenza di conseguenze esterne a seguito di collasso strutturale e la condizione che nei locali non siano previste occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto (è plausibile che tali condizioni possano verificarsi esclusivamente per alcune tipologie di autosilo isolato, alle quali, pertanto, potrà essere attribuito il livello I di prestazione).

In ogni caso la RTV, escludendo le autorimesse isolate e gli autosilo, per i quali sono richiesti i valori di resistenza al fuoco derivanti dai criteri generali del Cap. S.2, si richiede un valore minimo della classe di resistenza al fuoco riportato in tab. V.6.1.

Per questa misura antincendio sono previsti casi in cui il valore della minima resistenza al fuoco tenga anche conto dell'altezza antincendio dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa, con relativo incremento del requisito richiesto ove tale altezza risulti superiore a 24 m.

V.6.5.3 Compartimentazione

1. I locali TM1, TM2, TT e SC costituiscono compartimento distinto ad eccezione delle aree TM1 inserite in compartimenti SA, AB, HB.
2. Le comunicazioni con l'autorimessa sono disciplinate come indicato nella tabella V.6-2⁹.

Tipologia autorimessa	Verso le pertinenze dell'autorimessa	Verso compartimenti di altre attività		Vie d'esodo comuni con altre attività	
	TM1 [1]; TM2; TT; TZ	In prevalenza non aperti al pubblico	In prevalenza aperti al pubblico	In prevalenza aperti al pubblico	In prevalenza non aperti al pubblico
SA, AB, HB [2]	Protetta come da paragrafo V.6.5.2	Filtro [3] [5]	Filtro	[4]	Filtro [5]
Altre	Come da paragrafo V.6.5.2	Filtro [3]	Filtro	[4]	
SC	Protetta come da capitolo S.2	Filtro [3]	A prova di fumo	Non ammessa alcuna comunicazione	

[1] Solo se l'area TM1 è inserita in compartimento distinto.

[2] In caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa ≤ 24 m.

[3] Il requisito Sa per le porte non è richiesto.

[4] Via d'esodo a prova di fumo proveniente dall'autorimessa.

[5] Per autorimesse AA la comunicazione può avvenire mediante porta E 30.

TABELLA V.6-2: CARATTERISTICHE MINIME DELLE COMUNICAZIONI TRA COMPARTIMENTI

V.6.5.4 Esodo¹⁰

1. Nei compartimenti SC non è ammessa presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.

⁹ La tabella è stata introdotta dal d.m. 15 maggio 2020.

Le soluzioni conformi prevedono che le comunicazioni con le varie tipologie di attività avvengano tramite filtro o, a maggior ragione, se l'autorimessa comunicasse tramite un sistema d'esodo comune con altre attività aperte al pubblico, i compartimenti di tali attività debbano essere a prova di fumo proveniente dall'autorimessa.

Per la tipologia SC non è ammessa alcuna comunicazione con vie d'esodo comuni con altre attività.

Per l'attribuzione dei livelli di prestazione occorre rispettare i criteri riportati al Cap. S.3 (le valutazioni devono riguardare l'organizzazione interna dell'opera da costruzione, finalizzata alla limitazione della progressione dell'incendio nel compartimento e verso altre vicine opere da costruzione).

Per le autorimesse è generalmente richiesto il livello di prestazione II, che prevede quale soluzione conforme la limitata propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività, con la necessità di suddividere l'autorimessa in compartimenti, aventi superfici non superiori ai valori riportati in tab. S.3-6.

Si segnala che la superficie massima di compartimentazione, anche multipiano con la previsione di misure aggiuntive riportate in tab. S.3-7, decresce al crescere della velocità caratteristica dell'incendio e con il modulo della quota; prevedendo misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V, le superfici possono aumentare notevolmente.

Con la soluzione conforme per il livello II, per limitare la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività, è necessario suddividere l'opera da costruzione in compartimenti.

¹⁰ Occorre seguire i criteri di attribuzione dei livelli di prestazione e le soluzioni progettuali riportati al Cap. S.4.

In particolare, si segnala:

- il par. S.4.5.3.c. vieta di considerare, ai fini del calcolo delle vie d'esodo, le rampe con pendenza $> 20\%$;
- la necessità di prevedere le misure di cui al par. S.4.9 per la presenza non occasionale di occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere autonomamente un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali.

Il calcolo dell'affollamento si può valutare considerando la destinazione d'uso dell'autorimessa (numero posti macchina, contemporaneità d'uso, ecc.) o più semplicemente, tenuto conto che i valori richiesti per l'esodo sono molto ridotti rispetto a quelli previsti dal d.m. 1 febbraio 1986, si può far riferimento al valore della tab. S.4-13.

V.6.5.5 Gestione della sicurezza antincendio¹¹

1. Nelle autorimesse è vietato:

- a. fumare;
- b. l'uso di fiamme libere o l'esecuzione di lavorazioni a caldo (es. saldatura, taglio smerigliatura,) e l'effettuazione di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio;
- c. eseguire manutenzione, riparazioni dei veicoli o prove di motori, al di fuori delle aree TB;
- d. il deposito o il travaso di fluidi infiammabili o carburante;
- e. la presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative;
- f. il riempimento o lo svuotamento di serbatoi di carburante;
- g. l'accesso o il parchemento di veicoli con perdite di carburante;

Nota Il parchemento di veicoli con emissioni strutturali di carburante prevedibili può essere ammesso a seguito di specifica valutazione del rischio (es. veicoli alimentati a GNL, ...).

- h. il parchemento di veicoli trasportanti sostanze o miscele pericolose se non in presenza di specifica valutazione del rischio;

Nota Ad esempio i veicoli che trasportano sostanze o miscele pericolose potrebbero essere parchati in compartimenti distinti costituenti area a rischio specifico (capitolo V.1).

- i. il parchemento di un numero di veicoli superiore a quello previsto;
- j. il parchemento di veicoli alimentati a GPL privi del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 ai piani interrati;
- k. il parchemento di veicoli alimentati a GPL muniti del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 ai piani a quota inferiore a -6 m;
- l. il parchemento di veicoli con motori endotermici non in regola con gli obblighi di revisione periodica a meno che non siano provvisti di quantitativi limitati di carburante.

2. Nelle autorimesse è obbligatorio:

- a. individuare i posti auto distinti per tipologia (es. auto, moto, ...) indicando l'eventuale presenza di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici o impianti similari;
- b. in presenza di montauto, esporre all'esterno dell'autorimessa, in prossimità del vano di caricamento, il regolamento per l'utilizzazione dell'impianto con le limitazioni e le prescrizioni di esercizio.

3. Nelle autorimesse deve essere predisposta idonea segnaletica riferita agli specifici divieti ed obblighi da osservare.

¹¹ Il livello di prestazione si attribuisce secondo i criteri riportati in tab. S.5-2 e aumenta da autorimessa privata a pubblica, passando dal livello base (livello di prestazione I) a quello più elevato (livello di prestazione II); per autorimesse con elevato affollamento potrebbe essere richiesto il livello di prestazione III.

Nelle autorimesse deve essere installata la prevista segnaletica inerente i divieti e le limitazioni di esercizio.

Viene considerata anche la possibilità del parchemento di auto con emissioni strutturali di carburante, previa specifica valutazione del rischio (es.: GNL).

Il parchemento degli autoveicoli alimentati a GPL, con impianto dotato di sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01, è consentito esclusivamente nei piani fuori terra e nei piani interrati, non oltre la quota -6 m (in relazione alla tipologia dell'autorimessa, un'auto alimentata a GPL potrebbe parcheggiare, quindi, anche al 2° piano interrato); come avveniva anche con la RTV tradizionale, il parchemento di autoveicoli alimentati a gas GPL, privi del dispositivo conforme al regolamento ECE/ONU 67-01, è consentito soltanto nei piani fuori terra.

Come già accennato, la RTV non riporta gli aspetti tipicamente di architettura tecnica, e non prettamente antincendio, ma in ogni caso occorre individuare i posti auto distinti per tipologia (es.: auto, moto, ecc.) indicando l'eventuale presenza di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici.

V.6.5.6 Controllo dell'incendio¹²

1. L'attività deve essere dotata di misure di controllo dell'incendio (capitolo S.6) secondo i livelli di prestazione previsti in tabella V.6-3 per ciascun compartimento.
2. Ai fini della eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i parametri di progettazione minimi riportati in tabella V.6-4.
3. Per la progettazione dell'eventuale impianto automatico di controllo o estinzione dell'incendio di tipo sprinkler secondo norma UNI EN 12845, l'alimentazione idrica deve essere almeno di tipo singolo superiore.

Autorimessa	Autorimessa								SC					
	SA				SB									
	AA	AB	AC	AD	AA	AB	AC	AD						
HA	II	II [1]	III [1]	IV	II	III	III [1]	IV	IV					
HB		III												
HC; HD	IV				IV									
[1] Incremento di un livello di prestazione per autorimesse chiuse.														

TABELLA V.6-3: LIVELLI DI PRESTAZIONE PER IL CONTROLLO DELL'INCENDIO¹³

Classificazione attività		Livello di pericolosità	Protezione esterna	Caratteristiche alimentazione idrica (UNI EN 12845)
Superficie lorda	Quota dei piani			
AA	HA, HB	---	---	---
	HC, HD	1	Non richiesta	Singola [1]
AB	HA, HB, HC	1	Non richiesta	Singola [1]
	HD	2	Non richiesta	Singola superiore [2]
AC	HA, HB, HC	2	Si [3]	Singola
	HD	2	Si [3]	Singola superiore
AD	Qualsiasi	3	Si [4]	Singola superiore

[1] Per le autorimesse SA è ammessa l'alimentazione promiscua.
 [2] Per le autorimesse SA è ammessa l'alimentazione singola.
 [3] Protezione esterna non richiesta se si adotta livello di pericolosità 3.
 [4] Protezione esterna non richiesta per autorimesse isolate e completamente interrato se si adotta livello di pericolosità 3.

TABELLA V.6-4: PARAMETRI PROGETTUALI PER LA RETE IDRANTI SECONDO UNI 10779

¹² L'autorimessa deve essere dotata di misure di controllo dell'incendio (Cap. S.6) secondo i livelli di prestazione previsti in tab. V.6-3; il livello di prestazione, ovviamente, aumenta con la complessità dell'autorimessa (superficie dei compartimenti e quota di parcheggio).

Ai fini dell'eventuale applicazione della norma UNI 10779, devono essere adottati i parametri di progettazione minimi riportati in tab. V.6-4.

Rispetto alla precedente versione della RTV (d.m. 21 febbraio 2017 e s.m.i.), il livello di prestazione della misura S.6 non è più influenzato dall'altezza antincendi dell'edificio in cui è inserita l'autorimessa, come era invece previsto per le autorimesse miste.

¹³ La tabella risulta modificata rispetto alla precedente versione della RTV (d.m. 21 febbraio 2017 e s.m.i.), rammentando altresì che la classificazione in relazione alle quote massima e minima dei piani non è più influenzata dall'altezza antincendi del fabbricato, come invece previsto in precedenza versione nel caso delle autorimesse miste.

V.6.5.7 Controllo di fumi e calore¹⁴

1. Ciascuna apertura di smaltimento deve avere superficie utile minima commisurata alla superficie lorda del compartimento e, comunque, non inferiore a 0,2 m².
2. Almeno il 10% di SE deve essere di tipo SEa, SEb o SEc. L'uniforme distribuzione di tali aperture di smaltimento può essere verificata con $R_{offset} = 30$ m.
3. Nel caso di autorimesse con aperture esclusivamente di tipo SEa ed aventi altezza media h_m dei locali non inferiore a 3,50 m, R_{offset} può essere calcolato con la formula $R_{offset} = 30 + 10 \cdot (h_m - 3,50)$ [m], con $h_m \leq 5$ m.
4. Se previsto, si considera soluzione conforme uno SVOF¹⁵ progettato ed installato in conformità al *Technical Specification* prCEN/TS 12101-11 o equivalente.
5. In presenza di box auto privi di aperture di smaltimento, gli eventuali serramenti devono essere provvisti di aperture in alto e in basso di superficie utile complessiva non inferiore a 1/100 della superficie lorda in pianta del box.

V.6.5.8 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

1. Se l'accesso avviene tramite montauto, l'autorimessa deve essere dotata di rivelazione ed allarme di livello di prestazione III. La funzione secondaria G dell'IRAI deve essere tale da comandare il riallineamento in sicurezza del montauto al piano.

Nota I possibili piani di riallineamento in emergenza devono essere previsti in fase di progettazione in funzione degli scenari di incendio ipotizzabili.

2. Se la movimentazione di veicoli con montauto avviene con occupanti a bordo, devono essere garantiti i seguenti requisiti minimi:
 - a. la dimensione della cabina consenta l'apertura delle porte per l'abbandono del veicolo in caso necessità ed il movimento degli occupanti, anche in relazione alle specifiche necessità degli stessi;
 - b. presenza di sistemi di apertura automatica delle porte di cabina e di piano, in caso di emergenza;
 - c. rispondenza ai requisiti di sicurezza previsti per gli ascensori per il trasporto di persone (norme della serie EN 81 o equivalenti);
 - d. installazione di sistema di comunicazione bidirezionale per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza;
 - e. il montauto costituisca compartimento distinto oppure sia inserito in aree TA provviste di misure di controllo dell'incendio con livello di prestazione IV;
 - f. il montauto sia dotato di alimentazione di sicurezza ad interruzione breve ($\leq 0,5$ s) ed autonomia ≥ 30 .
3. La progettazione del sistema d'esodo in presenza di montauto con occupanti a bordo deve essere effettuata impiegando i metodi quantitativi di cui al capitolo M.3 della RTO.

¹⁴ Tale misura antincendio, probabilmente la più insidiosa da progettare per un'autorimessa, anche in considerazione delle limitate altezze dei locali in genere previste per tali attività, ha come scopo quello di consentire il controllo, l'evacuazione o lo smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio (Cap. S.8).

Rispetto alla precedente versione della RTV (d.m. 21 febbraio 2017 e s.m.i.), il d.m. 15/05/2020 ha allineato le possibili soluzioni conformi alle previsioni generali della RTO, misura S.8; i livelli previsti sono quelli riportati nella tab. S.8-1.

Il livello di prestazione II prevede di smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso, mentre il livello di prestazione III prevede il mantenimento nel compartimento di uno strato libero dai fumi che permetta la salvaguardia degli occupanti e, se richiesta, anche quella dei beni.

Pertanto, a differenza dei SEFC, 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 solamente quello di facilitare l'opera di estinzione dei soccorritori: si attua per mezzo di aperture di smaltimento (par. S.8.5.1) dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio, che coincidono generalmente con quelle già ordinariamente disponibili per la funzionalità dell'attività (es.: finestre, lucernari, porte, ecc.).

A seguito della valutazione del rischio, una porzione della superficie utile delle aperture di smaltimento dovrebbe essere realizzata con una modalità SEa, SEb, SEc (vedi tab. S.8-4).

¹⁵ La novità introdotta dal Codice e dalla RTV V.6 è rappresentata dal sistema SVOF (Sistema di Ventilazione Orizzontale Forzata) previsto per il livello di prestazione II, considerando soluzione conforme l'adozione della *Technical Specification* prCEN/TS 12101-11 o equivalente.

Tali sistemi, essendo ricompresi nel livello di prestazione II, hanno l'unica funzione di smaltire fumi e calore dell'incendio al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso e, quindi, non possono essere considerati come EFC previsti, invece, per il livello di prestazione III.

Nota Ad esempio il progettista tiene conto dei tempi aggiuntivi di allarme, pre-movimento e movimento degli occupanti in relazione almeno agli scenari di incendio interno o esterno al montauto.

Al par. V.6.6, in merito ai Metodi (Cap. M della RTO), è previsto quanto segue:

V.6.6.1 Scenari per la verifica della capacità portante in caso di incendio¹⁶

1. Ai fini dell'applicazione dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio, possono essere adottate le indicazioni di seguito riportate.
2. Possono essere impiegati gli *scenari d'incendio di progetto* (capitolo M.2) descritti nel presente paragrafo per le autorimesse aventi le seguenti caratteristiche:
 - a. autorimesse aperte le cui aperture di smaltimento costituiscano almeno il 50% della superficie complessiva della facciata su cui sono attestate;
 - b. autorimesse con compartimenti fuori terra organizzate senza box auto.
3. Per la definizione degli incendi naturali di progetto, si considerano le curve RHR(t) di cui alle tabelle V.6-5, V.6-6, V.6-7 in cui il tempo è riferito all'istante d'innescio del veicolo.
4. Con riferimento alla disposizione tipica di parcheggio all'interno di un'autorimessa, il tempo di propagazione dell'incendio da un veicolo al veicolo adiacente può essere assunto pari a 12 min.
5. Gli scenari di incendio di progetto da impiegare (illustrazione V.6-1) sono i seguenti:
 - a. scenario S1: caratterizzato dall'incendio di un *autoveicolo commerciale* in corrispondenza della mezzeria della trave o del solaio;
 - b. scenario S2: caratterizzato dalla propagazione simmetrica dell'incendio a partire dall'autoveicolo centrale con un tempo di ritardo dell'innescio pari a 12 min, coinvolgendo complessivamente 7 veicoli. Tra questi deve essere prevista la presenza di un *autoveicolo commerciale* posto al centro, quindi incendiato per primo, o di fianco al primo *autoveicolo* innescato;
 - c. scenario S3: caratterizzato dall'incendio di 4 veicoli posti intorno ad una colonna. L'incendio si avvia da uno di essi, dopo 12 min si propaga a 2 veicoli, dopo ulteriori 12 min si propaga all'ultimo veicolo; uno dei veicoli deve essere un *autoveicolo commerciale*.
6. Gli scenari descritti sono adattati caso per caso in relazione ad eventuali conformazioni particolari del piano di parcheggio.
7. Nell'illustrazione V.6-2 si riportano a titolo esemplificativo le curve RHR(t) nel caso dello scenario di incendio di progetto S3, supponendo che il secondo veicolo ad incendiarsi sia un *autoveicolo commerciale*.
8. Nel caso di adozione di modelli di incendio numerici semplificati dell'Eurocodice UNI EN 1991-1-2 rappresentativi di incendi localizzati, gli stessi vanno applicati con le seguenti prescrizioni, in assenza di indicazioni più precise:

Nota Ad esempio, un utile riferimento di dettaglio è costituito dal metodo LOCAFI.

- a. per la determinazione della temperatura di una colonna ci si riferisce cautelativamente al riscaldamento della trave posta sulla sua sommità;
- b. per gli scenari S2 ed S3, nel caso di modello di incendio localizzato con fiamma non impattante il soffitto, la definizione del flusso termico necessaria per il modello di riscaldamento degli elementi strutturali è condotta cautelativamente con riferimento all'incendio con fiamma impattante il soffitto.
9. In caso di presenza di sistemi di controllo dell'incendio di tipo automatico, all'istante t_x di entrata in funzione dell'impianto automatico (capitolo M.2):
 - a. le curve di progetto¹⁷ di cui alle tabelle V.6-5, V.6-7 possono essere ridotte fino al 50% della potenza termica indicata, mantenendo l'analogo andamento temporale;
 - b. può essere escluso l'effetto di propagazione dell'incendio ad altri autoveicoli.

¹⁶ Ai fini dell'applicazione dei metodi dell'Ingegneria della sicurezza antincendio, possono essere impiegati, in alcune tipologie di autorimesse, gli scenari d'incendio di progetto riportati nella RTV, derivanti da ricerche e valutazioni, che hanno consentito di valutare gli effetti termici per alcune tipologie di aree chiuse destinate al parcheggio di veicoli.

¹⁷ Rispetto alla precedente versione della RTV (d.m. 21 febbraio 2017 e s.m.i.), le tabelle delle curve RHR(t) sono distinte anche in base al carico di incendio laddove, precedentemente, si faceva riferimento al valore di RHR_{max} .

Nota A differenza degli incendi di materiali in deposito, la carrozzeria degli autoveicoli influenza l'efficacia dei sistemi automatici di controllo dell'incendio; pertanto, la curva di rilascio della potenza termica non può essere limitata al valore raggiunto dall'incendio all'istante t_x di attivazione degli stessi sistemi ma si possono comunque ridurre percentualmente i valori della potenza termica rilasciata, conservandone lo stesso andamento nel tempo. Utili riferimenti sono acquisibili dalla norma prEN 12101-11.

Tempo dopo l'innesco [s]	0	240	960	1400	1500	1620	2280	4200
RHR(t) [kW]	0	1400	1400	5500	8300	4500	1000	0

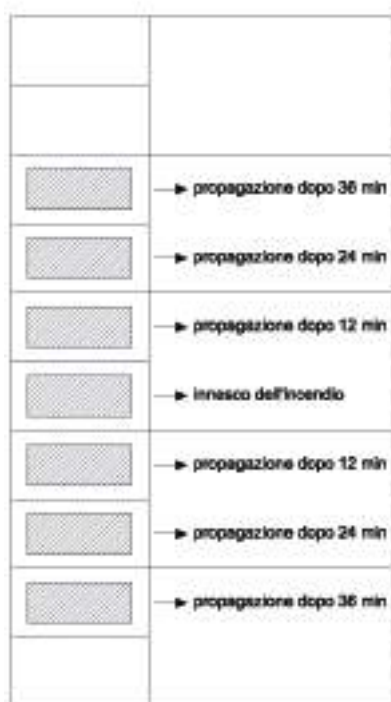
TABELLA V.6-5: CURVA RHR(t) PER AUTOVEICOLO (PRIMO INNESCO; CARICO DI INCENDIO PARI A 6789 MJ)

Tempo dopo l'innesco [s]	0	60	600	960	1020	1140	1800	3720
RHR(t) [kW]	0	2400	2400	5500	8300	4500	1000	0

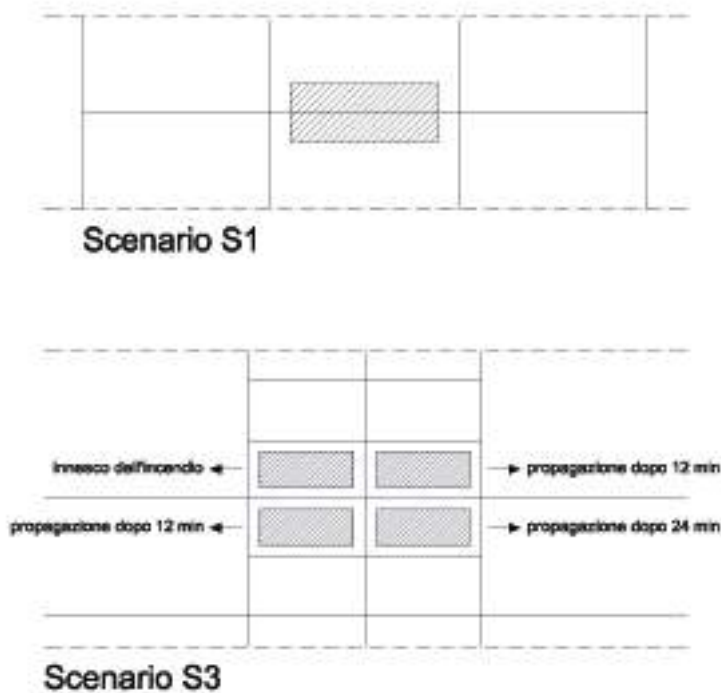
TABELLA V.6-6: CURVA RHR(t) PER AUTOVEICOLO (PROPAGAZIONE AL SUCCESSIVO VEICOLO; CARICO DI INCENDIO PARI A 6747 MJ)

Tempo dopo l'innesco [s]	0	300	900	1500
RHR(t) [kW]	0	18000	18000	0

TABELLA V.6-7: CURVA RHR(t) PER AUTOVEICOLO COMMERCIALE (PRIMO INNESCO E PROPAGAZIONE AL SUCCESSIVO VEICOLO; CARICO DI INCENDIO PARI A 18900 MJ)



Scenario S1



Scenario S3

ILLUSTRAZIONE V.6-1: SCHEMATIZZAZIONE DEGLI SCENARI DI INCENDIO DI PROGETTO

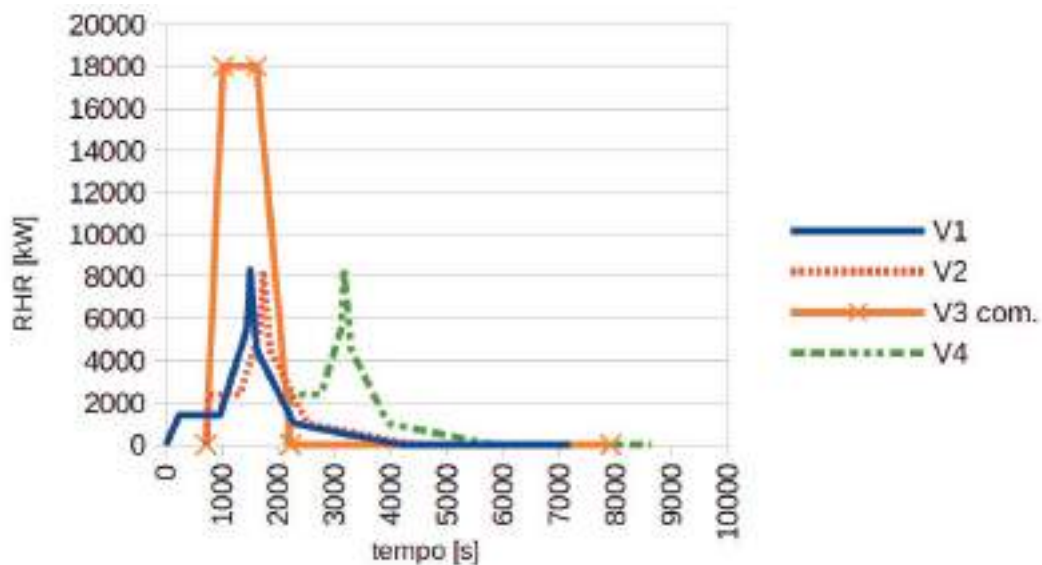


ILLUSTRAZIONE V.6-2: CURVE RHR(T) PER LO SCENARIO S3

V.6.7 Riferimenti

1. Si indicano i seguenti riferimenti bibliografici in merito al controllo di fumi e calore nelle autorimesse:
 - a. prCEN/TR 12101-11 “Smoke and heat control systems. Part 11: Indoor vehicle parks”;
 - b. BS 7346-7:2013 “Components for smoke and heat control systems. Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks”;
 - c. CEN TC 191 SCI WG9 prEN TS 12101-11 nineteenth draft SHVC car parks 10-6-2015;
 - d. UNI 9494-2 “Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC)” Appendice H (informativa) “Requisiti dei sistemi meccanici per lo smaltimento del fumo e del calore di emergenza”.
 - e. Arrêté du 9 mai 2006 “Approbation de dispositions complétant et modifiant le règlement de sécurité contre les risques d’incendie et de panique dans les établissements recevant du public (parcs de stationnement couverts) (ERP)”, Francia;
 - f. prCEN/TS 12101-11 “Smoke and heat control systems Part 11: Horizontal flow powered ventilation systems for enclosed car parks”;
 - g. Directorate-General for Research and Innovation (European Commission) “Temperature assessment of a vertical steel member subjected to localised fire (LOCAFI)” 2018;

Caso studio: Autorimessa condominiale esistente

Descrizione

Il presente caso studio riguarda un'autorimessa condominiale esistente, del tipo interrato, costituita da 2 piani e avente le seguenti caratteristiche:

Dimensioni geometriche dei compartimenti dell'autorimessa	Piano -1: 745 mq Piano -2: 745 mq con 48 posti auto totali, ovvero 48 box privati, 24 per ogni piano
Rampe carrabili di accesso	Entrambe le rampe hanno una pendenza < 20%
Quote dei piani di calpestio	Piano -1: - 2,90 m Piano -2: - 5,80 m

L'autorimessa è ricompresa nell'ambito di un edificio per civile abitazione ed è realizzata con struttura in CLS armato, con solai misti latero-cemento.

I tamponamenti e gli elementi di separazione sono realizzati con murature in laterizi forati con intonaco tradizionale su entrambe le facce.

L'autorimessa ha un'altezza interna pari a 3,50 m al piano primo interrato e 3,40 m al piano secondo interrato. Il condominio sovrastante è costituito da 6 piani con una altezza antincendio di circa 16 m (punto 4 del par. G.1.7).

Ciascuno dei due piani costituenti l'autorimessa è provvisto di un ingresso carrabile indipendente, ovvero:

- Piano -1: accesso diretto dal cortile condominiale con pendenza inferiore del 20%;
- Piano -2: accesso da viabilità pubblica attraverso rampa carrabile con pendenza inferiore del 20%.

Tra l'edificio residenziale e i piani dell'autorimessa sono presenti, inoltre, quattro collegamenti verticali costituiti da altrettanti vani scala a prova di fumo (larghezza pari a 1,20 m) con accesso al cortile condominiale.

In realtà, seppur l'autorimessa risulti corredata di "parere di conformità sul progetto" (d.p.r. 12 gennaio 1998, n. 37) del competente Comando provinciale dei VV.F., la realizzazione della stessa non appare conforme al progetto.

Successivamente, nel 2001, il condominio incaricò un tecnico allo scopo di sanare, nell'ambito di un procedimento di deroga, le difformità presenti; tale istanza non ebbe seguito e l'autorimessa non è mai stata esercita.

All'attualità, il condominio ha deliberato il riutilizzo dell'autorimessa e, non essendo possibile ricorrere ai progetti già approvati, è necessario riprogettare l'autorimessa alla luce della normativa vigente.



FOTO AEREA DEL SITO

Contestualizzazione dell'attività in relazione alla prevenzione incendi

Ai sensi dell'allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011, n. 151 l'attività rientra nella classificazione di cui al punto 75.2.B: *"Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluriplano e meccanizzati, con superficie compresa tra 1000 mq e 3000 mq"*.

Pertanto, l'attività risulta compresa nel campo di applicazione del Codice.

Nel complesso edilizio è anche presente un'attività secondaria (non oggetto del presente caso studio), di cui al punto 74: *"Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW"*.





PROSPETTI DALL'ESTERNO DEL CONDOMINIO



PROSPETTO DALL'INTERNO DEL CONDOMINIO



GRIGLIE DI AERAZIONE DELL'AUTORIMESSA



PLANIMETRIA GENERALE DELL'INSEDIAMENTO

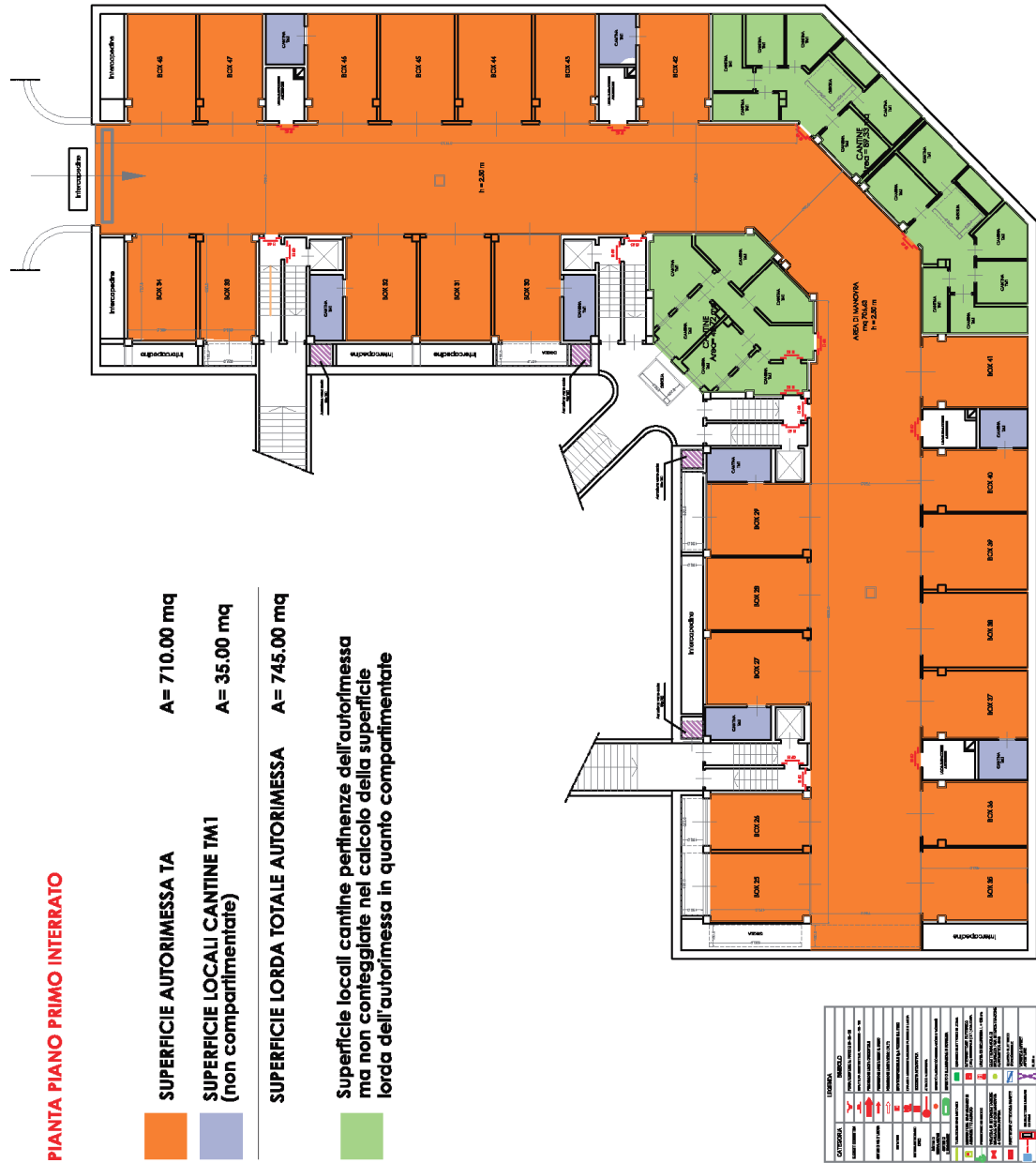
PIANTA PIANO PRIMO INTERRATO

- SUPERFICIE AUTORIMESSA TA

A = 710.00 mq
- SUPERFICIE LOCALI CANTINE TM1 (non compartimentate)

A = 35.00 mq
- SUPERFICIE LORDA TOTALE AUTORIMESSA

A = 745.00 mq
- Superficie locali cantine pertinenze dell'autorimessa ma non conteggiate nel calcolo della superficie lorda dell'autorimessa in quanto compartimentate

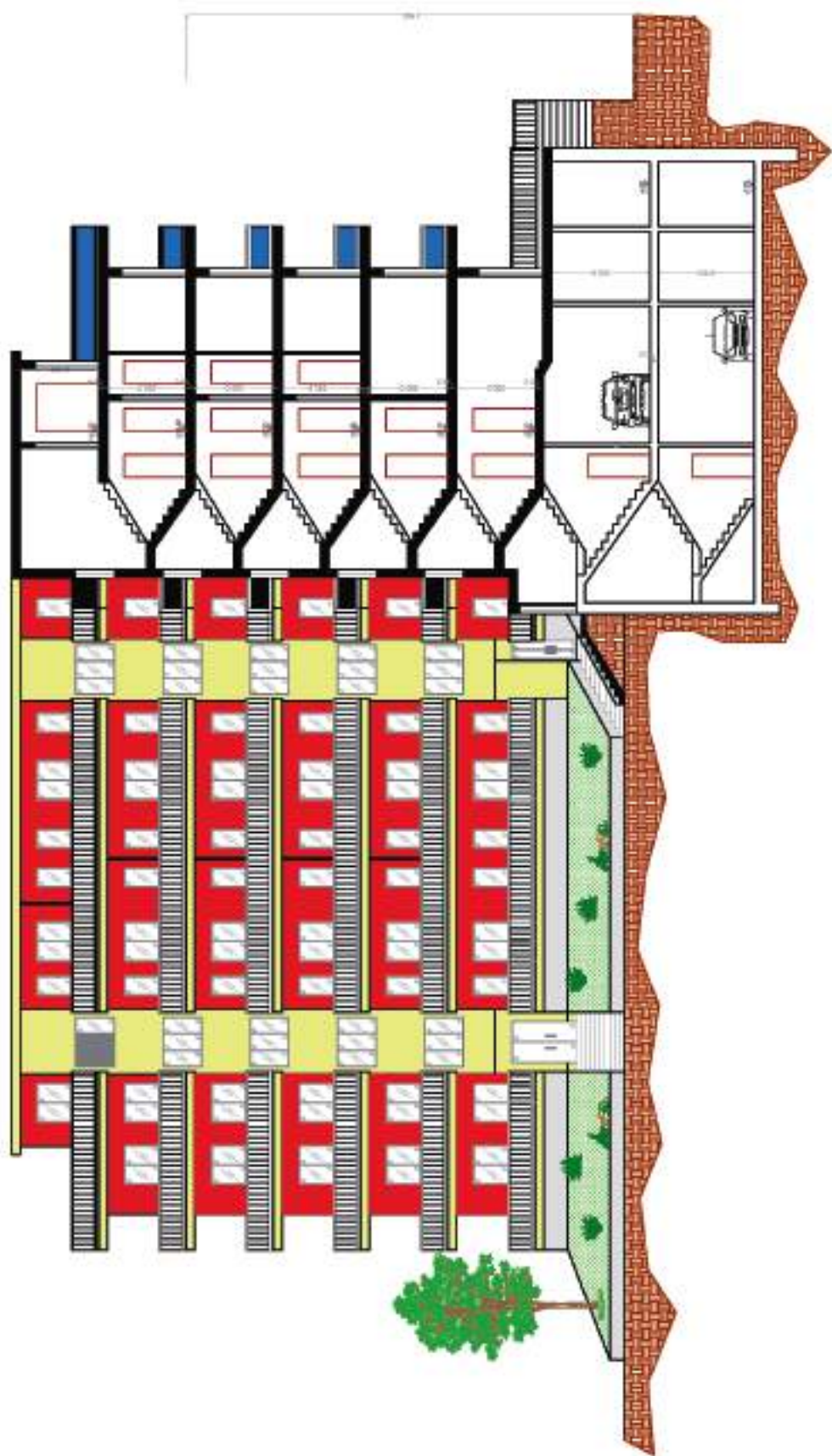


PLANIMETRIA DEL PIANO PRIMO INTERRATO DELL'AUTORIMESSA

PIANTA PIANO SECONDO INTERRATO



PLANIMETRIA DEL PIANO SECONDO INTERRATO DELL'AUTORIMESSA



SEZIONE - PROSPETTO AA

Progettazione antincendio con il d.m. 1 febbraio 1986

Riferimenti normativi

- d.m. 1 febbraio 1986 - "Norme di sicurezza antincendi per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili".

Tale progettazione sarà eseguita ai fini didattici, e per gli scopi della presente pubblicazione, ipotizzando di illustrare il progetto originario, del 1997, in relazione al quale, il competente Comando provinciale dei VV.F., rilasciò il "parere di conformità sul progetto".

Progetto antincendio dell'autorimessa

Classificazione dell'autorimessa

L'autorimessa in esame sarà di tipo interrata a box, ricompresa nell'ambito di un edificio per civile abitazione. All'interno dell'autorimessa saranno presenti n. 24 box per piano, senza la presenza di servizi annessi.

Sarà presente, ad ogni piano, un blocco cantine compartimentato rispetto all'autorimessa.

L'accesso carrabile ai piani avverrà in maniera indipendente per ciascuno di essi: per il primo piano interrato, da via Bellini e per il secondo piano interrato, tramite rampa aperta, areata superiormente e lateralmente, da via Rossini.

In definitiva, l'autorimessa, ai sensi del punto 1.1 del d.m. 1 febbraio 1986, è classificabile come:

	punto 1.0	punto 1.1	punto 1.2	punto 1.3	punto 1.4
Tipo	mista ¹⁸				
Ubicazione piani		interrata ¹⁹			
Configurazione pareti			chiusa ²⁰		
Caratteristiche di esercizio				non sorvegliata ²¹	
Organizzazione spazi interni					a box ²²

Le norme da applicare nel presente caso studio sono quelle contenute al punto 3 del d.m. 1 febbraio 1986 (*autorimesse aventi capacità di parcheggio superiore a nove autoveicoli*).

Isolamento

Si fa riferimento al punto 3.1; l'autorimessa è classificabile come mista, quindi non sarà necessario prevedere misure ai fini dell'isolamento rispetto ad altri edifici adiacenti.

Si precisa che il punto 3.1 sancisce le caratteristiche strutturali da assegnare nel caso in cui si necessiti classificare l'autorimessa come isolata, pur essendo adiacente ad altri edifici; si veda il punto 1.1.0:

Le autorimesse e simili possono essere di tipo:

a) *isolate: situate in edifici esclusivamente destinati a tale uso ed eventualmente adiacenti a edifici destinati ad altri usi, strutturalmente e funzionalmente separati da questi;*

b) *miste: tutte le altre.*

Altezza dei piani

Si fa riferimento al punto 3.2; l'altezza netta interna dei piani dell'autorimessa sarà pari a 3,50 m per il Piano -1 e 3,40 m per il Piano -2; i passaggi sotto le travature non scenderanno mai sotto i 2,00 m.

¹⁸ L'autorimessa è sita in edificio non esclusivamente destinato a tale uso e strutturalmente e funzionalmente comunicante con esso.

¹⁹ Il piano di parcheggio è a quota inferiore a quella del piano di riferimento.

²⁰ L'autorimessa non è munita di aperture perimetrali su spazio a cielo libero che realizzano una percentuale di aerazione permanente non inferiore al 60% della superficie delle pareti stesse e comunque superiore al 15% della superficie in pianta.

²¹ L'autorimessa non è provvista di sistemi automatici di controllo ai fini antincendi e non è provvista di sistema di vigilanza continua durante l'esercizio dell'attività.

²² L'organizzazione degli spazi interni dell'autorimessa è di tipo a box.

Superficie specifica di parcheggio

Si fa riferimento al punto 3.3; la superficie complessiva dei locali dell'autorimessa sarà pari a 1490 mq, di cui 745 al P-1 e 745 al P-2; essa comprenderà un numero complessivo di n. 48 box, corrispondente ad una superficie di parcheggio media pari a circa 27 mq per ciascun autoveicolo.

Tale valore risulta essere maggiore di quello richiesto, ovvero 20 mq per le autorimesse non sorvegliate.

Strutture dei locali

Si fa riferimento al punto 3.4; alla luce del punto 3.4.1; entrambi i piani dell'autorimessa saranno contornati, in tutto il loro sviluppo, da murature parte contro terra e parte no, realizzate in C.A.

La struttura portante dell'autorimessa sarà realizzata con struttura in CLS armato, con solai misti latero-cemento e muri di tamponamento a cassa vuota.

Le murature di divisione dei box e le murature di divisione tra gli stessi e i locali cantina, saranno realizzati in muratura di mattoni.

Le suddette murature saranno realizzate con strutture non separanti e non combustibili di tipo R 90.

Tutte le strutture di separazione con le altre parti dello stesso edificio saranno del tipo non inferiore a REI 90.

Il solaio di separazione tra l'autorimessa e il condominio sovrastante dovrà presentare caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 90.

Comunicazioni

Si fa riferimento al punto 3.5.3; occorrerà realizzare idonei filtri, rispetto alle 8 cantine inserite in ciascun piano all'interno di altrettanti box, al fine di consentire la comunicazione con l'autorimessa.

Sezionamenti e compartimentazioni

Si fa riferimento al punto 3.6; l'autorimessa sarà suddivisa, per ciascuno dei due piani, in compartimenti aventi superfici non superiori a quelle previste nella seguente tabella di cui al punto 3.6.2:

Piano	Fuori terra				Sotterranee			
	Miste		Isolate		Miste		Isolate	
	Aperte	Chiuse	Aperte	Chiuse	Aperte	Chiuse	Aperte	Chiuse
P - 1	5500	3500	7500	5500	5000	2500	7000	3000
P - 2	5500	3500	7500	5500	3500	2000	5500	2500

SUPERFICIE MASSIMA DEI COMPARTIMENTI ANTINCENDIO

L'autorimessa prevede due compartimenti aventi superficie pari a 745 mq ad entrambi i livelli; pertanto, i limiti della citata tabella sono rispettati.

Le separazioni fra i piani dell'autorimessa saranno di tipo REI 90, i vani scala/ascensore, di tipo REI 120 e dotati di porte di tipo REI/EI 120, munite di dispositivo di autochiusura (vedi punto 3.6.2).

Le pareti di divisione con altri compartimenti, ovvero con i locali cantina e i locali macchine ascensore, saranno realizzate con strutture non separanti e non combustibili di tipo R 90.

Le corsie di transito dell'autorimessa avranno larghezza pari a 4,50 m (e pari a 5,00 m nei tratti antistanti i box, perpendicolari alla corsia), onde consentire un agevole fruizione del parcheggio nelle fasi di manovra.

Accessi

Si fa riferimento al punto 3.7; gli accessi dell'autorimessa saranno ricavati su pareti attestate su spazi a cielo libero.

L'autorimessa sarà accessibile, per il primo piano interrato, da via Bellini e per il secondo piano interrato, tramite rampa aperta a doppio senso di marcia con larghezza pari a 4,50, da via Rossini.

Tale rampa presenterà pendenza massima in asse inferiore al 20% con un raggio minimo di curvatura misurato sul filo esterno della curva non inferiore a 8,25 m (ammesso per rampe a doppio senso di marcia).

Pavimenti

Si fa riferimento al punto 3.8; la pavimentazione dell'autorimessa sarà realizzata con materiali antisdruciolevoli ed impermeabili; avrà la pendenza necessaria per il convogliamento in collettori delle acque e la loro raccolta in un dispositivo per la separazione di liquidi infiammabili dalle acque residue.

Non essendo presenti stazioni di lavaggio o dedicate a riparazioni meccaniche, tra le rampe ed i compartimenti dell'autorimessa non saranno installate apposite canaline di raccolta per evitare lo spargimento di liquidi, collegate all'impianto fognario²³.

Ventilazione

Si fa riferimento al punto 3.9.0; l'autorimessa sarà munita di un sistema di aerazione naturale le cui aperture saranno distribuite in modo uniforme ed a una distanza reciproca non superiore a 40 m.

Entrambi i piani saranno attestati su intercapedini grigliate, di larghezza pari a 1,00 m.

I locali saranno areati attraverso griglie che si aprono sulle intercapedini sopra descritte in maniera autonoma per ogni piano interrato.

Si specifica che i box (tipo a) contenenti le griglie di aerazione (25, 26, 29, 30 e 33 al Piano -1 e 3, 4, 7, 8, 10 e 24 al Piano -2) saranno dotati di basculanti²⁴ aventi griglie di sezione almeno pari a quella della griglia affacciante all'interno del box²⁵.

Nei box (tipo b) l'aerazione naturale sarà realizzata singolarmente per ciascuno, con almeno 1/100 di quella in pianta del box stesso (apertura sovrastante la porta metallica di dimensioni pari a 0,20 x 2,80 m).

Sono anche presenti, per il Piano -1, il cancello di accesso, le intercapedini posizionate nel corsello, in posizione simmetrica a quest'ultimo e l'apertura finale a parete ivi presente.

Mentre per il Piano -2, sono anche presenti il cancello di accesso, l'intercapedine posizionata in corrispondenza del cancello di accesso al Piano -1, in posizione simmetrica a quest'ultimo.

La superficie di ventilazione richiesta è pari a 29,8 mq per ogni piano interrato (1/25 della superficie in pianta del compartimento).

La reale superficie di aerazione presente, considerata l'effettiva percentuale di superficie occupata dalle griglie (da detrarre in misura stimata pari al 25%) soddisfa tale condizione:

Piano -1	Cancello di accesso	Superficie utile: 75% di 11,50 mq = 8,67 mq
	Griglie di aerazione (box tipo a)	Superficie utile: 75% di 21,30 mq = 19,98 mq
	Aperture di aerazione box (box tipo b)	Superficie utile: 75% di 10,64 mq = 7,98 mq
	Intercapedini	Superficie utile: 75% di 13,80 mq = 10,35 mq
	Apertura finale a parete	Superficie utile: 75% di 14,50 mq = 10,88 mq
Piano -2	Cancello di accesso	Superficie utile: 75% di 11,50 mq = 8,67 mq
	Griglie di aerazione (box tipo a)	Superficie utile: 75% di 37,40 mq = 28,05 mq
	Aperture di aerazione box (box tipo b)	Superficie utile: 75% di 10,08 mq = 7,56 mq
	Intercapedini	Superficie utile: 75% di 4,20 mq = 3,15 mq

Da ultimo, non essendo previsto l'impianto di ventilazione meccanica, una frazione di tale superficie, non inferiore a 0,003 m² per metro quadrato di pavimento, dovrà essere priva di serramenti (aperture di ventilazione permanenti).

²³ Per completezza, si rammenta il chiarimento prot. n° P523/4108 sott. 22/32 del 29 maggio 2002 attesta che: "la prescrizione di cui al punto 3.8.0. del d.m. 1° febbraio 1986 è pertanto da intendersi limitata a quelle particolari aree dell'autorimessa ove, in conseguenza delle operazioni che vi si svolgono - come, ad esempio, riparazioni meccaniche e/o interventi di lavaggio -, si determinano sui pavimenti consistenti e concentrati depositi residuali e spandimenti di sostanze derivate dagli idrocarburi".

²⁴ Al di sopra dei basculanti sono presenti dei sopraluce in lamiera d'acciaio forata che tuttavia, nel prosieguo della trattazione, non saranno considerati ai fini dell'aerazione a causa dell'oscuramento di molti di essi, indebitamente effettuato da parte dei condomini, mediante l'applicazione di fogli di polietilene e similari che, di fatto, ne impedisce, la funzione originaria.

²⁵ Come peraltro sancito nella nota prot. n° P1540/4108 sott. 22/19 del 21 dicembre 1998: "qualora le aperture di aerazione al servizio dell'autorimessa siano ricavate sulle pareti esterne dei box, deve essere ricavata un'analoga superficie di aerazione sulle pareti interne o sul serramento di chiusura dei box al fine di assicurare la corretta ventilazione di tutto il compartimento)".

Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza

Si fa riferimento al punto 3.10; in relazione alla densità di affollamento, che occorre calcolare in base alla ricettività massima, per le autorimesse non sorvegliate il parametro da utilizzare è di una persona per ogni 10 mq di superficie lorda di pavimento (0,1 persone/mq), si avrà pertanto:

	Superficie (m ²)	n persone
Piano -1	745	75
Piano -2	745	75

AFFOLLAMENTI DEI COMPARTIMENTI

In relazione alla capacità di deflusso, per ciascun modulo di uscita, si considera, sia al livello -1 che al livello -2, il valore di 37,5 persone, come da prescritto al punto 3.10.1.

Si ottiene quindi, per ciascun piano, un numero di moduli di uscita pari a:

$$75 / 37,5 = 2 \text{ moduli}$$

di conseguenza risulterebbero sufficienti, per ciascun piano, l'uscita su 2 dei vani scala.

Pertanto, in ciascun piano saranno previste 4 uscite poste in punti ragionevolmente contrapposti, corrispondenti alle 4 scale.

La massima distanza di raggiungimento sarà pari a 23 m.

In relazione alle vie di uscita, l'autorimessa sarà dotata di un sistema organizzato di vie d'uscita che consentirà il rapido deflusso verso l'esterno degli occupanti (vedi punto 3.10.2).

A tale scopo, ognuno dei due compartimenti sarà dotato di un sistema di vie d'uscita che consente l'esodo indipendentemente, dal punto di vista del soddisfacimento del requisito di larghezza minima.

Tutte le vie di uscita dovranno presentare larghezza pari o superiore a due moduli (1,20 m); la misurazione della larghezza di tali uscite va eseguita nel punto più stretto dell'uscita (vedi punto 3.10.4).

Le uscite saranno raggiungibili percorrendo una distanza non superiore a 40 m (vedi punto 3.10.5).

Scala	Moduli scala	Capacità di deflusso della scala	Capacità di deflusso delle persone	Affollamento del piano
1	2	37,5	75	75 < 300
2	2	37,5	75	
3	2	37,5	75	
4	2	37,5	75	
Totali			300	

VERIFICA DEGLI AFFOLLAMENTI DI CIASCUN PIANO DELL'AUTORIMESSA

I compartimenti saranno dotati, ciascuno, di due uscite di sicurezza (vedi punto 3.10.6) verso le scale interne, aventi larghezza netta pari a 1,20 m.

Tutti i vani scala saranno dotati di porte di tipo REI/EI 120, munite di dispositivo di autochiusura, larghezza 1,20 m, provviste di congegno di autochiusura.

All'interno di ogni scala sarà prevista l'installazione di un impianto ascensore a funzionamento oleodinamico, il cui vano corsa sarà costituito da pareti in C.A. dello spessore di 20 cm.

I vani scala e i vani ascensore saranno realizzati con strutture incombustibili e della resistenza al fuoco pari a 120 min.

I rispettivi locali macchina ascensore, posti ad entrambi i piani, saranno realizzati con strutture incombustibili e della resistenza al fuoco pari a 120 min.

Impianti tecnologici

Si fa riferimento al punto 4; nell'autorimessa non sarà prevista l'installazione di un impianto di riscaldamento.

Impianti elettrici

Si fa riferimento al punto 5; nell'autorimessa, gli impianti e le apparecchiature elettriche saranno realizzate in conformità di quanto stabilito dalla legge 186 del 1 marzo 1968 e s.m.i. ed in conformità alle norme CEI-EN (CEI 648/7).

Pur se l'autorimessa non presenti capacità superiore a trecento autoveicoli (vedi punto 5.2), saranno comunque previsti appositi impianti di illuminazione di sicurezza, alimentati da sorgente di energia indipendente da quella della rete di illuminazione normale.

In particolare, detti impianti di sicurezza, necessari per il corretto svolgimento delle operazioni di sfollamento, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- inserimento automatico ed immediato non appena venga a mancare l'illuminazione normale;
- intensità di illuminazione necessaria allo svolgimento delle operazioni di sfollamento e comunque non inferiore a 5 lux.

Mezzi ed impianti di protezione ed estinzione degli incendi

Reti idranti

Si fa riferimento al punto 6 e, più specificatamente, al punto 6.1: *Impianti idrici antincendio*; nel caso in esame la rete idranti non risulta obbligatoria (capacità dei piani < 30 autoveicoli).

Estintori

Si fa riferimento al punto 6 e, più specificatamente, al punto 6.2: *Mezzi di estinzione portatili*; si dovrà considerare che dovrà essere prevista l'installazione di estintori portatili di tipo approvato per fuochi delle classi "A" e "B" e "C" con capacità estinguente non inferiore a "21 A" e "89 B".

Gli estintori saranno disposti in posizione ben visibile e di facile accesso.

Il numero minimo di estintori deve essere il seguente:

- ✓ 1 ogni 5 autoveicoli per i primi 20 autoveicoli;
- ✓ 1 ogni 10 autoveicoli per i rimanenti 180, fino a 200 autoveicoli;
- ✓ 1 ogni 20 autoveicoli, oltre 200.

Pertanto, il numero minimo di estintori che occorrerà installare nell'autorimessa, risulta:

Riepilogo degli estintori da installare nell'autorimessa		
Prescrizioni punto 6.2	Autoveicoli protetti	Estintori da installare
da 1 a 20	20	(1 ogni 5 autoveicoli) = 4
da 20 a 48	28	(1 ogni 10 autoveicoli) = 3
		Totale 7

ESTINTORI DA INSTALLARE NELL'AUTORIMESSA

Sarà prevista l'installazione di estintori portatili di tipo approvato con capacità estinguente non inferiore a 21A e 89B.

In base alle indicazioni contenute al paragrafo 6.2 occorrerà installare almeno n. 4 estintori per ogni piano.

Gli estintori saranno disposti presso gli ingressi dei 4 vani scala e nella parte confinante con i locali cantina in posizione ben visibile e di facile accesso.

Norme di esercizio

Si riferimento al punto 10; nell'autorimessa sarà fatto divieto di fumare e di usare fiamme libere; sarà vietato anche depositare sostanze infiammabili o combustibili, eseguire riparazioni o prove di motori e parcheggiare autoveicoli con perdite anomali di carburanti o lubrificanti²⁶.

All'ingresso dell'autorimessa sarà installata cartellonistica idonea a segnalare gli eventuali divieti derivanti dalle limitazioni al parcheggio di autoveicoli alimentati a gas di petrolio liquefatto.

I pavimenti dell'autorimessa debbono essere periodicamente lavati e i sistemi di raccolta delle acque di lavaggio debbono essere ispezionati e puliti.

Al fine del mantenimento dell'affidabilità dei presidi antincendio e degli impianti a servizio dell'autorimessa, essi dovranno essere mantenuti nel rispetto delle vigenti norme di buona tecnica.

Sarà intimato, da ultimo, ai condomini di rimuovere i fogli di plastica in corrispondenza dei sopraluce dei basculanti.



²⁶ Si segnala che il d.m. 22 novembre 2002 introdusse la possibilità di parcheggiare gli autoveicoli alimentati a GPL, purché dotati di sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67.01, fino al primo piano interrato; pertanto, dovrà essere interdetta la possibilità ai veicoli alimentati a GPL di accedere al secondo livello interrato.

Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale

Difficoltà riscontrate in sede di sopralluogo con il progetto approvato

Seppur l'autorimessa risulti corredata di "parere di conformità sul progetto" dei VV.F., la realizzazione della stessa non appare conforme al progetto.

La conseguente istanza di deroga fu presentata per l'impossibilità di realizzare dei filtri rispetto alle 8 cantine inserite in ciascun piano all'interno di altrettanti box, per l'impossibilità di realizzare i vani scala/ascensore con caratteristiche REI 120 e porte di tipo REI/EI 120 e per l'impossibilità di ampliare la larghezza delle vie di uscita.

Per il primo punto, tale situazione non era modificabile, in quanto le cantine di che trattasi sono locali molto piccoli, di superficie pari a quella normalmente in uso per i filtri a prova di fumo.

Per il secondo e terzo punto, in quanto trattasi di scale e gabbie ascensori in C.A. interne all'edificio, già edificate, non era agevole variarne le caratteristiche di resistenza al fuoco e non era possibile ampliare la larghezza delle vie di uscita.

Date le circostanze sopra menzionate, non risultò possibile effettuare lavori di adeguamento onde modificare lo stato di fatto, al fine di rispettare quei punti della regola tecnica verticale oggetto di deroga.

Le difficoltà, si ipotizzò, potessero essere sanate tramite procedimento di deroga, qualora il competente C.T.R. (Comitato Tecnico Regionale²⁷) esprimesse giudizio favorevole sulle misure compensative proposte²⁸.

La deroga, quindi, fu presentata per le seguenti difficoltà:

- presenza di 8 singole cantine, per ciascun piano, non compartimentate;
- vani scala/ascensore (richiesti: REI 120, reali REI 90);
- larghezze esodo sulle scale (richieste: 1,20 m, reali 0,90 m).



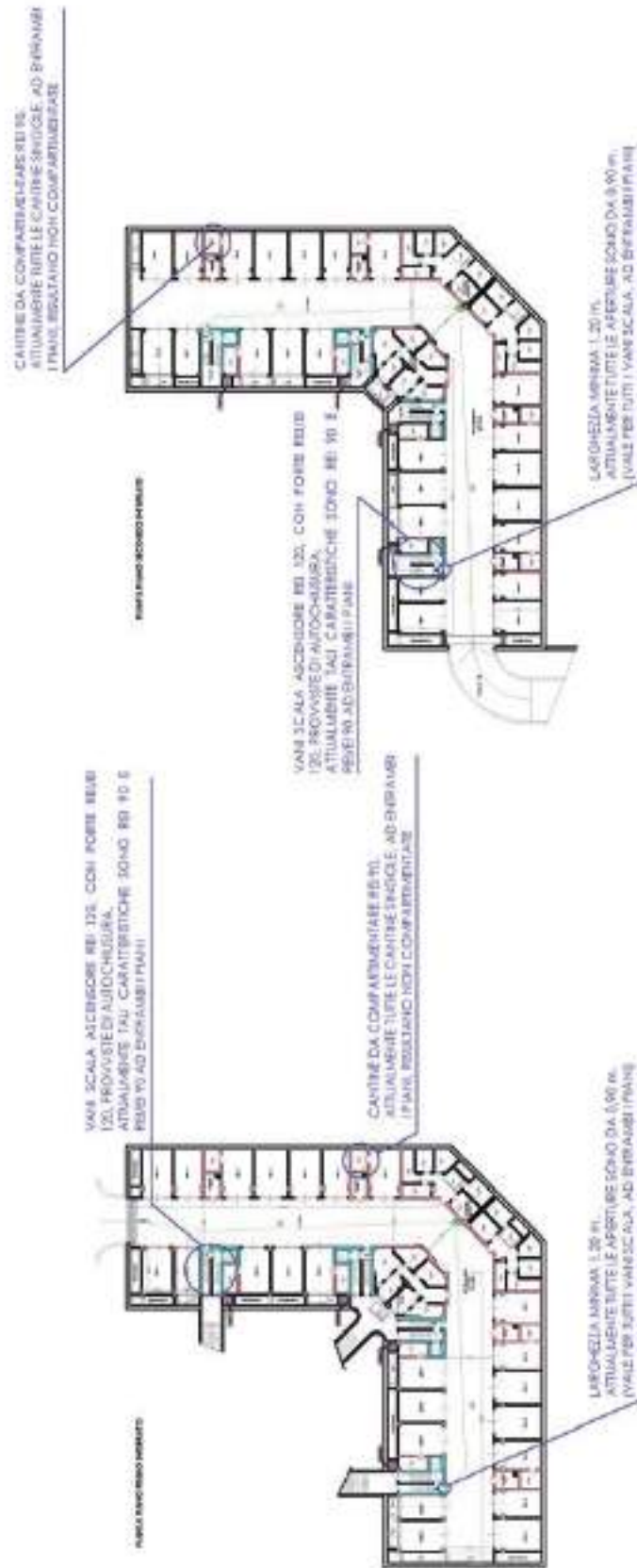
²⁷ L'istituto della deroga consente di sanare situazioni in cui non si possono rispettare integralmente le regole tecniche antincendio. La deroga viene trasmessa al Comando, che entro 30 giorni, dopo aver rilasciato un motivato parere, la trasmette alla Direzione Regionale dei VV.F. Il Direttore, sentito il Comitato Tecnico Regionale (C.T.R.) per la prevenzione incendi, si pronuncia entro 60 giorni comunicandolo al Comando e al Richiedente. (vedi art. 7 d.p.r. 151/2011 e art. 6 d.m. 7 agosto 2012); all'epoca il riferimento era costituito dal d.m. 4 maggio 1998.

²⁸ Si segnala, che a causa di interpretazioni discordanti degli operatori del settore in merito alle deroghe, i VV.F. (con la circolare 16 marzo 2016, n. 3277) hanno fornito alcuni chiarimenti in merito.

In linea generale, la deroga è proponibile solo in presenza di entrambi i presupposti:

- esistenza di una norma (o criterio generale) alla quale si intende derogare
- individuazione di misure, di provvedimenti, di accorgimenti e modi di azione che garantiscano condizioni di sicurezza equivalente

Pertanto, condizione necessaria per presentare istanza di deroga è l'esistenza di una regola tecnica di prevenzione incendi ufficiale, emanata dal Ministro dell'Interno; non è possibile richiedere la deroga in caso di linee guida, linee di indirizzo e guide tecniche.



PROBLEMATICHE RILEVATE RISPETTO AL PROGETTO REDATTO SECONDO LA RTV TRADIZIONALE

Ipotesi di istanza di deroga alla RTV tradizionale

La presentazione dell'istanza di deroga (art. 5 del d.m. 4 maggio 1998) fu effettuata tramite una relazione tecnica di prevenzione incendi integrata da una valutazione sul rischio aggiuntivo conseguente alla mancata osservanza dei punti della norma che si intendeva derogare e dall'indicazione delle misure che si ritennero idonee a compensare il rischio aggiuntivo; di seguito se ne riporta un estratto.

Valutazione sul rischio aggiuntivo

Attività oggetto di deroga

Scopo della presente relazione è quello di fornire gli elementi necessari ai fini della valutazione del rischio aggiuntivo conseguente alla mancata osservanza della norma di prevenzione incendi che si intende derogare e dall'indicazione delle misure che si ritengono idonee a compensare il rischio aggiuntivo, per la presentazione dell'istanza di deroga ai fini antincendio.

L'attività oggetto di deroga è individuata al n. 92 del d.m. 16 febbraio 1982²⁹.

Disposizioni normative oggetto dell'istanza di deroga

La deroga viene richiesta in relazione ai seguenti punti del d.m. 1 febbraio 1986:

- 3.5.3 “Comunicazioni”:
“Le autorimesse possono comunicare attraverso filtri come definito dal decreto ministeriale 30 novembre 1983 con locali destinati ad attività di cui al decreto ministeriale 16 febbraio 1982 con l'esclusione delle attività di cui ai punti 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 41, 45, 75, 76, 78, 79, 80 e 83”.*
- 3.6.2 “Sezionamenti”
“I passaggi tra i piani dell'autorimessa, le rampe pedonali, le scale, gli ascensori, gli elevatori, devono essere esterni o racchiusi in gabbie realizzate con strutture non combustibili di tipo almeno REI 120 e muniti di porte di tipo almeno REI 120 provviste di autochiusura”.
- 3.10.4 “Larghezza delle vie di uscita”:
“La larghezza delle vie di uscita deve essere multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (1,20 m)”.

Oggetto dell'istanza di deroga

L'istanza di deroga è presentata a causa delle 8 cantine inserite in ciascun piano all'interno di altrettanti box, non compartimentati, per l'impossibilità di realizzare i vani scala/ascensore con caratteristiche REI 120 e porte di tipo REI/EI 120 e per l'impossibilità di ampliare la larghezza delle vie di uscita.



²⁹ All'epoca vigente, corrispondente all'attuale attività 75.2.B del d.p.r. 151 del 1 agosto 2011: Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluriplano e meccanizzati, con superficie compresa tra 1000 mq e 3000 mq.

Valutazione del rischio aggiuntivo

Per effettuare la valutazione del rischio aggiuntivo, si analizzano le prescrizioni di cui ai punti 3.5.3, 3.6.2 e 3.10.4 del d.m. 1 febbraio 1986.

Per quanto riguarda il punto 3.5.3, la necessità di comunicazione tramite filtri a prova di fumo rispetto ad un'autorimessa avente più di quaranta autovetture rappresenta una prescrizione importante per proteggere i locali ad essa adiacenti per impedire la propagazione del fumo al verificarsi di un incendio.

Tale misura è sicuramente necessaria, soprattutto per ambiti adiacenti alle autorimesse nelle quali vi siano altri occupanti da proteggere, oppure sono presenti consistenti carichi di incendio.

Nel caso in esame, le cantine inserite nei box sono di dimensioni molto ridotte e, di fatto, saranno presenti carichi di incendio contingentati in termini di quantitativo di materiale, considerate le dimensioni delle stesse.

Pertanto, di fatto, le cantine introducono un rischio aggiuntivo di limitata entità dovuto al moderato carico di incendio supplementare rispetto a quello già presente nel box (autovettura) con il quale comunicano.

Per il punto 3.6.2 del decreto, i passaggi tra i piani dell'autorimessa, le scale e le gabbie ascensori devono essere esterni oppure essere racchiusi in gabbie realizzate con strutture non combustibili di tipo almeno REI 120 e muniti di porte di tipo almeno REI 120 provviste di autochiusura.

Tale prescrizione sarebbe fondamentale nei casi in cui vi fosse un numero elevato di piani interrati (nella tabella al punto 3.6.1 si arriva a citare anche il sesto piano interrato, oppure il settimo piano fuori terra), per permettere alla squadra dei VV.F. di effettuare l'intervento in sicurezza (da un punto di vista di resistenza strutturale al fuoco), nell'arco di due ore di tempo.

Nel caso in oggetto, le scale ed i vani ascensore sono racchiusi in gabbie REI 90, dotate di filtri a prova di fumo ed inoltre l'autorimessa è costituita da due soli piani interrati.

Il rischio aggiuntivo costituito dalle caratteristiche di resistenza al fuoco inferiori (REI 90 al posto di REI 120) può ritenersi compensato dalla presenza di un filtro a prova di fumo per ogni vano scala/ascensore, che di fatto costituisce un doppio ostacolo alla propagazione dell'incendio (ovvero la presenza di due porte EI 90), rispetto ad una comunicazione di tipo protetto, seppure dotata di porta EI 120.

Questa valutazione risulta ancor più avvalorata dalla presenza di due soli piani interrati, che riducono la pericolosità per l'intervento dei VV.F. nell'autorimessa, rispetto ad una avente un numero maggiore di piani.

La minore larghezza delle vie d'esodo (0,90 m anziché dei 1,20 m previsti dal punto 3.10.4 del d.m. 1 febbraio 1986) introduce un rischio aggiuntivo causato dalla limitata larghezza della via d'esodo.

Tuttavia, si segnala che il legislatore già prevede la possibilità di presenza di una uscita di larghezza limitata (punto 3.10.4 comma 2: *nel caso di due o più uscite, è consentito che una uscita abbia larghezza inferiore a quella innanzi stabilita e comunque non inferiore a 0,60 m*).

Tale rischio aggiuntivo si prevede sarà comunque compensato dalle misure descritte di seguito.

Misure compensative del rischio aggiuntivo

Il rischio aggiuntivo valutato (mancanza di filtri a prova di fumo verso le cantine, mancanza del requisito REI 120 dei vani scala/ascensore e vie d'esodo di larghezza inferiore a 1,20 m) sarà mitigato utilizzando contemporaneamente sia misure di prevenzione (al fine di limitare la frequenza di insorgenza dell'incendio), che di protezione (per limitare la magnitudo dell'eventuale incendio) e di tipo organizzativo, gestionale e tecnico (per contenere il rischio in generale, anche quando dovuto ad altri fattori).

Utilizzando tali misure sarà possibile ridurre la probabilità di occorrenza di un eventuale incendio, limitarne l'estensione e, infine, facilitare e velocizzare l'esodo degli occupanti, al fine di ridurre il rischio ad un livello accettabile.

Livello di rischio iniziale: **medio**

Misura dei dati derivanti: **modesti**

Misure applicate (le misure di seguito sottolineate sono da intendersi come misure compensative dei rischi aggiuntivi introdotti):

Misure di prevenzione:

- Intensificazione del programma di controlli periodici e della manutenzione delle apparecchiature elettriche presenti;
- Implementazione della segnaletica di sicurezza;
- Divieto di stoccaggio di materiali infiammabili o pericolosi all'interno delle cantine inserite nei box;
- Limitazione del carico di incendio all'interno delle cantine inserite nei box, avvisando i condomini di non detenere in loco oltre 60 kg di materiale combustibile.

Misure di protezione:

- Installazione impianto idrico antincendio con idranti UNI 45:
Pur se non richiesto dal d.m. 1 febbraio 1986, risulta realizzato un impianto con 4 cassette idranti UNI 45 per ciascuno dei due piani, in prossimità dei vani scala, con tubazione collegata direttamente dall'acquedotto e a pettine per i due piani.
Da ciascun montante è derivata con tubazione di diametro DN 40 un idrante DN 45 presso ogni uscita. La custodia degli idranti è installata in punti visibili, munita di sportello trasparente di larghezza maggiore di 0,35 m e altezza maggiore di 0,55 m; la profondità consente di tenere, a sportello chiuso, manichetta e lancia permanentemente collegate.
La tubazione flessibile è costituita da un tratto di tubo di lunghezza pari a 20 m, ovvero che consenta di raggiungere con il getto ogni punto dell'area protetta.
- Realizzazione filtri a prova di fumo REI 90 per comunicazione verso vani scala/ascensore
- Installazione impianto automatico di rivelazione fumi;
- Installazione impianto di illuminazione di sicurezza;
- Intensificazione del programma di controlli periodici e manutenzione dei dispositivi e degli impianti antincendio.

Misure di tipo organizzativo, gestionale e tecnico:

- Informazione e formazione dei condomini sulle procedure da osservare in caso di emergenza;
- Definizione di un piano di emergenza;
- Apertura dei cancelli di accesso all'autorimessa anche in caso di interruzione dell'energia elettrica;
- Disattivazione dell'impianto elettrico tramite comando di sgancio di emergenza posto all'esterno, in posizione segnalata all'esterno dell'attività, accessibile anche agli operatori di soccorso, che determini il sezionamento dell'impianto elettrico nei confronti delle sorgenti di alimentazione;
- Intensificazione della pulizia dei locali.

Livello di rischio residuo: **accettabile**

In aggiunta, tramite procedure gestionali sarà possibile garantire che le vie d'esodo presenti saranno scale libere da ostacoli.

Infatti, sarà installata apposita segnaletica indicante il divieto di posizionare qualsiasi oggetto all'interno delle scale (anche temporaneamente), al fine di mantenere inalterate le caratteristiche di larghezza minima delle vie d'esodo.

Conclusione

Le misure compensative proposte tendono a rendere accettabile il livello di rischio residuo dovuto alla presenza delle 8 cantine non compartimentate, inserite in ciascun piano nella volumetria di altrettanti box, tramite la limitazione del carico di incendio e l'installazione di un impianto idrico antincendio.

Infatti, un eventuale incendio all'interno di un box con cantina sarebbe prontamente controllato dai soccorritori, per la presenza dell'impianto idrico antincendio (riduzione della magnitudo dell'incendio) e coinvolgerebbe quantità limitate di materiale.

Tramite la realizzazione di filtri a prova di fumo, le misure compensative in oggetto rendono accettabile anche il livello di rischio residuo dovuto alle minori caratteristiche di resistenza al fuoco disponibili per i vani scala/ascensore (REI 90) rispetto a quella richiesta dal decreto (REI 120).

Infatti, la propagazione di un eventuale incendio all'interno dell'autorimessa sarebbe ostacolata dalla presenza di due porte EI 90, in luogo di una porta EI120.

In caso di incendio, il limitato numero di piani interrati dell'autorimessa (due piani interrati) faciliterebbe, inoltre, le operazioni di soccorso da parte dei VV.F., riducendo i tempi necessari per l'intervento.

Tali misure compensative tendono a rendere accettabile anche il livello di rischio residuo dovuto alla minore larghezza delle vie d'esodo, tramite l'installazione di un impianto rivelazione fumi associato ad un impianto di allarme, con possibilità di segnalazione manuale, e di un impianto di illuminazione di sicurezza.

Infatti, un eventuale incendio sarebbe prontamente rilevato dall'impianto di rivelazione ed allarme (riduzione della magnitudo dell'incendio), permettendo agli occupanti un esodo in tempi più brevi e in condizioni ottimali, per la presenza dell'impianto di illuminazione di sicurezza.

Come detto, tale istanza di deroga non ebbe seguito e l'autorimessa non è mai stata esercitata.

Progettazione antincendio con il Codice di prevenzione incendi

Riferimenti normativi

- d.m. 3 agosto 2015 - “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del d.lgs. 8 marzo 2006, n. 139” - Aggiornamento d.m. 18 ottobre 2019 e d.m. 24 novembre 2021, come aggiornate dai decreti 14 febbraio 2020 e 6 aprile 2020 per la sezione V;
- d.m. 15 maggio 2020 “Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa” (RTV V.6).

La RTV V.6 riguarda attività di autorimessa con superficie complessiva superiore a 300 mq e si riferisce alle attività specificate al numero 75 dell'allegato I del d.p.r. 151 del 1 agosto 2011³⁰.



Classificazione dell'autorimessa

L'autorimessa in esame è classificabile come segue (punto 1 del par. V.6.3):

- a) in relazione alle *caratteristiche prevalenti degli occupanti*, in SA ($\delta_{occ} = A$ occupanti in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio);
- b) in relazione alla *superficie lorda A*, in AB (essendo $1000 \text{ mq} < A \leq 5000 \text{ mq}$);
- c) in relazione alla *quota di tutti i piani h*, in HC (essendo $-10 \text{ m} \leq h \leq 24 \text{ m}$).

³⁰ Come per le altre RTV, il campo di applicazione (autorimesse con superficie superiore a 300 m²) riprende le dimensioni di cui alla declaratoria del numero 75 dell'allegato I del d.p.r. 151 del 1 agosto 2011. Conformemente alla logica del Codice, la strategia antincendio è la stessa per autorimesse nuove ed esistenti.

Nell'autorimessa sono presenti le seguenti tipologie di aree (punto 3 del par. V.6.3):

- TA: aree destinate al ricovero, alla sosta ed alla manovra di veicoli;
- TM1: depositi di materiale combustibile, con carico di incendio specifico $q_f \leq 300$ MJ/mq e superficie lorda ≤ 25 mq;
- TT: locali tecnici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio costituiti dai i locali macchina ascensore.

Circa le pertinenze dell'autorimessa sono infatti presenti, rispettivamente per ciascun piano, n. 8 cantine, con accesso diretto da altrettanti box privati, ciascuna di superficie lorda pari a circa 4,30 mq.

Ad entrambi i piani sono presenti due blocchi cantine, il primo è situato tra i due vani scala centrali ed il secondo è frontale al primo, rispettivamente di superficie lorda pari a circa 50 e 90 mq, per un totale di 135,05 mq al Piano -1 e 139,76 mq al Piano -2, suddivisi in locali cantine aventi ciascuna superficie lorda < 25 mq.

Trattandosi di due blocchi *compartimentati* rispetto all'autorimessa, non sarà necessario sommare tali superfici nel calcolo della superficie lorda dell'autorimessa (punto 2 del par. V.6.2).

Si segnala che, secondo il punto G.1.7.9, per superficie lorda di un ambito si intende la superficie in pianta compresa entro il perimetro interno che delimita l'ambito, in questo caso la singola cantina.

Ad entrambi i piani sono inoltre presenti delle pertinenze TT, ovvero, i locali macchina ascensore.

Tali locali macchina ascensori sono classificati in base alla RTV V.3 come SB, ovvero vani protetti³¹.

In definitiva, per il calcolo delle superfici lorde dell'autorimessa sono state sommate, per ciascun piano, le superfici lorde delle aree TA e delle aree TM1 (n. 8 singole cantine).

Come detto, i due blocchi cantine, in quanto compartimentati, non sono stati conteggiati:

Piano	Aree TA (mq)	Aree TM1 (mq)	Superfici lorde (mq)
Piano -1	710	35	745
Piano -2	710	35	745

Si rappresenta che pur non risultando necessario compartimentare le singole cantine TM1, sarà necessario imporre un limite di carico di incendio (minore di 300 MJ/mq, limite imposto al punto 3 del par. V.6.3, che sarà stimato in base al contenuto di una cantina standard).

Pertanto ai condomini sarà comunicato di non detenere oltre 60 kg di materiale combustibile.

Risulta infatti, $300 \text{ MJ/mq} \times 4,30 \text{ mq} = 1290 \text{ MJ}$, da cui, dividendo per un potere calorifico medio di 20 MJ/kg, un valore pari a 64,5 kg di combustibile.

La metodologia generale

L'approccio prestazionale, tipico del Codice, si concentra su tutto ciò che l'attività (strutture, impianti, gestione, ecc.) dovrà garantire, piuttosto che su come questa dovrà essere realizzata definendo, quindi, obiettivi prestazionali sulla base di valutazioni relative alle performance finali.

La valutazione del rischio non è quindi fatta *ex ante*, ma sul caso reale e concreto; pertanto, il progettista effettuerà la scelta delle misure adeguate al conseguimento degli obiettivi di sicurezza da raggiungere, valutando l'adeguatezza del contesto e delle tecniche di analisi, assumendosene direttamente la responsabilità, al fine di garantire le prestazioni attese.

Progettare con approccio prestazionale la sicurezza antincendio, conseguentemente, consente massima flessibilità nell'individuazione di soluzioni tecniche e gestionali finalizzate al raggiungimento del livello di sicurezza accettabile, adottandone di più specifiche e altrettanto efficaci in termini di sicurezza.

In questo modo si favorisce l'utilizzo di nuove tecnologie (che nel complesso potrebbero addirittura risultare meno onerose) e l'adeguamento alle situazioni peculiari dell'attività, ottenendo anche un'ottimizzazione dei costi senza compromissione della sicurezza antincendio.

Sinteticamente, secondo i Capp. G.2 e G.3, le fasi della metodologia indicate dal Codice sono:

Definizione dello scopo della progettazione

Si fa riferimento al par. G.2.6 punto 1 a.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza

Si fa riferimento al par. G.2.6 punto 1 b.

³¹ Si rimanda alla RTV V.3 "Vani degli ascensori", esulando l'argomento dalla presente trattazione.

G.2.6 METODOLOGIA GENERALE

Nota Questa metodologia generale è applicata a tutte le attività, anche nel caso siano disponibili pertinenti regole tecniche verticali (Sezione V).

1. La progettazione della sicurezza antincendio delle attività è un processo iterativo, costituito dai seguenti passi:
 - a. *scopo della progettazione*: si descrive qualitativamente e quantitativamente l'attività ed il suo funzionamento, al fine di chiarire lo scopo della progettazione;

Nota Ad esempio, la descrizione dell'attività può comprendere: localizzazione e contesto, finalità, vincoli, struttura organizzativa e responsabilità, tipologia e quantità di occupanti, processi produttivi, opere da costruzione, impianti, tipologia e quantità di materiali stoccati o impiegati, ...

- b. *obiettivi di sicurezza*: sono esplicitati gli obiettivi di sicurezza della progettazione previsti al paragrafo G.2.5, applicabili all'attività;

Nota Ad esempio, non è necessario tutelare edifici che non risultino pregevoli per arte o storia, o garantire la continuità d'esercizio per opere che non siano considerate strategiche.

Valutazione del rischio d'incendio per l'attività

Si fa riferimento al par.G.2.6.1; nello specifico, il par. V.6.4 prevede che la progettazione della sicurezza antincendio deve essere effettuata attuando la metodologia di cui al Cap. G.2.

Attribuzione dei profili di rischio

Si fa riferimento al par. G.2.6.2; nello specifico, il par. V.6.4 prevede che i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3.

Strategia antincendio per la mitigazione del rischio

Si fa riferimento al par. G.2.6.3; nello specifico e al par. V.6.5.

Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio

Si fa riferimento al par. G.2.6.4.

Individuazione delle soluzioni progettuali

Si fa riferimento al par. G.2.6.5.

Scopo della progettazione

Lo scopo della presente progettazione è quello di tutelare l'incolumità degli occupanti previsti, a qualsiasi titolo presenti nell'attività autorimessa, e nell'edificio cui è asservita, e di salvaguardare i beni presenti e l'ambiente circostante nei confronti del rischio d'incendio.

Il progetto di prevenzione incendi riguarda un'autorimessa a servizio di edificio per civile abitazione sito nel di Comune di Atena Lucana (SA), posto all'angolo tra Via Rossini e Via Bellini.

Come detto, l'autorimessa prevede una serie di difformità tra il "parere di conformità sul progetto" rilasciato dai VV.F., e lo stato dell'arte e, pertanto, è necessario riprogettare l'autorimessa alla luce della normativa vigente.

Obiettivi di sicurezza

In relazione all'attività autorimessa, gli obiettivi primari di sicurezza della progettazione applicabili, previsti al par. G.2.5, riguardano:

- **Sicurezza della vita umana e incolumità delle persone:**
 - l'attività sarà progettata, realizzata e gestita in modo da:
 - ✓ minimizzare le cause d'incendio o d'esplosione;
 - ✓ garantire la stabilità delle strutture portanti per un periodo di tempo determinato;
 - ✓ limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dell'attività;
 - ✓ limitare la propagazione di un incendio ad attività contigue;
 - ✓ limitare gli effetti di un'esplosione;
 - ✓ garantire la possibilità che gli occupanti lascino l'attività autonomamente o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
 - ✓ garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.
- **Tutela dei beni e dell'ambiente:**
 - l'attività sarà progettata, realizzate e gestite in modo da:
 - ✓ tutelare gli edifici pregevoli per arte o storia;
 - ✓ garantire la continuità d'esercizio per le opere strategiche;
 - ✓ prevenire il danno ambientale e limitare la compromissione dell'ambiente in caso d'incendio.



Valutazione del rischio d'incendio per l'attività

G.2.6.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO D'INCENDIO PER L'ATTIVITÀ

1. Il progettista impiega uno dei metodi di regola dell'arte per la valutazione del rischio d'incendio, in relazione alla complessità dell'attività trattata.

Nota La valutazione del rischio d'incendio rappresenta un'analisi della specifica attività finalizzata all'individuazione delle *più severe ma credibili* ipotesi d'incendio e delle corrispondenti conseguenze per gli occupanti, i beni e l'ambiente. Tale analisi consente al progettista di implementare e, se necessario, integrare le soluzioni progettuali previste nel presente documento.

2. In ogni caso la valutazione del rischio d'incendio deve ricomprendere almeno i seguenti argomenti:

- a. individuazione dei pericoli d'incendio;

Nota Ad esempio, si valutano: sorgenti d'innesco, materiali combustibili o infiammabili, carico incendio, interazione inneschi-combustibili, eventuali quantitativi rilevanti di miscele o sostanze pericolose, lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione, possibile formazione di atmosfere esplosive, ...

- b. descrizione del contesto e dell'ambiente nei quali i pericoli sono inseriti;

Nota Si indicano ad esempio: condizioni di accessibilità e viabilità, layout aziendale, distanziamenti, separazioni, isolamento, caratteristiche degli edifici, tipologia edilizia, complessità geometrica, volumetria, superfici, altezza, piani interrati, articolazione piano-volumetrica, compartimentazione, aerazione, ventilazione e superfici utili allo smaltimento di fumi e di calore, ...

- c. determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio;
 - d. individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio;
 - e. valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente;
 - f. individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi.
3. Qualora siano disponibili pertinenti *regole tecniche verticali*, la valutazione del rischio d'incendio da parte del progettista è limitata agli aspetti peculiari della specifica attività trattata.
 4. Negli ambiti delle attività in cui sono presenti *sostanze infiammabili* allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili, la valutazione del rischio d'incendio deve includere anche la valutazione del rischio per *atmosfere esplosive* (capitolo V.2).

La valutazione del rischio d'incendio, in relazione alla complessità dell'attività, può seguire due approcci metodologici:

- metodi quantitativi;
- metodi qualitativi o semiquantitativi.

Appare utile sottolineare l'importanza della fase iniziale della valutazione del rischio d'incendio, relativa all'individuazione dei pericoli, in considerazione del fatto che se un pericolo non viene correttamente individuato, il conseguente rischio non potrà essere valutato e, pertanto, gestito in seguito.

a. Individuazione dei pericoli d'incendio

Nell'autorimessa, tra i pericoli di incendio che risultano prevedibili, si rilevano possibili anomali surriscaldamenti del motore dei veicoli parcheggiati e guasti degli impianti elettrici presenti.

Nell'autorimessa non sono previste sostanze pericolose; in riferimento ai materiali combustibili o infiammabili presenti, si fa riferimento, essenzialmente, alla presenza dei veicoli parcheggiati e al carburante in essi contenuti. Non è previsto lo stoccaggio di materiali combustibili in quantità significative e nemmeno di locali destinati a deposito quali aree di tipo TM2 o TZ.

Ad entrambi i piani sono presenti delle pertinenze TT, costituite dai locali macchina ascensore, che risulteranno separati rispetto all'autorimessa mediante filtri.

In relazione alla probabilità di formazione di atmosfere esplosive pericolose all'interno dell'autorimessa, in osservanza del comma 3 del par. V.6.5, si omette la relativa valutazione in quanto l'attività sarà progettata e gestita nel rispetto dei punti di cui alla suddetta RTV V.6.

Le eventuali perdite non prevedibili di combustibile da veicoli parchati in un'autorimessa possono comportare la formazione di zone in cui si ritiene trascurabile che un'atmosfera esplosiva si presenti (zone NP).

Le zone NP, in accordo al Cap. V.2, sono considerate non pericolose (vedi tab. V.2-1).

Da tale tabella si ricava che la probabilità P, di presenza su base annua (eventi/anno) di atmosfere esplosive in autorimessa, è inferiore a 10^{-5} .

Lo sviluppo e la propagazione di un possibile incendio nei piani dell'autorimessa saranno fronteggiati tramite idonea compartimentazione antincendio (vedi seguito della trattazione) e utilizzo di rete idrica antincendio progettata secondo la norma UNI 10779.

Come descritto nel seguito della trattazione, i carichi d'incendio specifici all'interno dell'autorimessa saranno caratterizzati dalla presenza di materiali combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio (velocità di crescita di tipo medio).

In riferimento alle sorgenti di innesco correlate al rischio incendio si fa riferimento alla presenza dei veicoli parchati ad al carburante in essi contenuti ed al malfunzionamento delle apparecchiature elettriche e di illuminazione dei locali; non saranno presenti attività pericolose, né si farà uso di fiamme libere o di altre fonti di calore critiche agli effetti del rischio d'incendio.

Nell'autorimessa a servizio del condominio sovrastante non sono previste lavorazioni, né macchinari, apparecchiature ed attrezzi.

Non è altresì previsto l'impiego di macchinari per la movimentazione interna.

Nell'attività non saranno presenti apparecchiature alimentate a gas metano.

Altre possibili fonti di innesco sono individuabili nei mozziconi di sigarette, nell'eventuale presenza di apparecchiature elettriche non installate correttamente o non sottoposte a corretta manutenzione o, in definitiva, nella carente o scorretta esecuzione delle procedure di GSA.

Nel complesso condominiale saranno installati i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- impianti elettrici, luce e FM, e di messa a terra;
- impianti di illuminazione di sicurezza e di emergenza;
- impianto di protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianti ascensori;
- impianto di riscaldamento degli appartamenti condominiali;
- centrale termica (non oggetto del presente caso studio).

b. Descrizione del contesto e dell'ambiente

Come illustrato nella descrizione e nella planimetria d'insieme, il condominio in questione è posizionato in un lotto all'angolo tra via Rossini e via Bellini.

L'accessibilità ai mezzi di soccorso è sempre garantita grazie alla presenza della viabilità sul perimetro del lotto; le superfici condominiali esterne, adibite a parcheggio o ad area verde consentono, in caso di emergenza, l'eventuale esodo rapido, dall'autorimessa, verso tutte le direzioni.

Il complesso, pertanto, offre un'adeguata capacità di deflusso degli occupanti garantendo la possibilità di sfollamento verso aree scoperte e sicure all'esterno dell'edificio condominiale.

L'edificio e l'area antistante al complesso saranno facilmente avvicinabili dai mezzi di soccorso senza limitazioni di peso e dimensioni per i veicoli, con possibilità di raggi di sterzata adeguati ai mezzi di soccorso.

L'autorimessa condominiale esistente, oggetto del presente caso studio, è di tipo interrato e costituita da 2 piani.

L'autorimessa ha un'altezza interna pari a 3,50 m (quota - 4,08 m) al piano primo interrato e 3,40 m (quota - 7,78 m) al piano secondo interrato.

Il condominio sovrastante è costituito da 6 piani con una altezza antincendio di circa 16 m (punto 4 del par. G.1.7).

Ciascuno dei due piani costituenti l'autorimessa è provvisto di un ingresso carrabile indipendente.

L'autorimessa è ricompresa nell'ambito di un edificio per civile abitazione ed è realizzata con struttura in CLS armato, con solai misti latero-cemento.

I tamponamenti e gli elementi di separazione sono realizzati con murature in laterizi forati con intonaco tradizionale su entrambe le facce.

In totale, si prevede, a regime, il parcheggio di 48 auto ed un conseguente numero massimo di 48 persone presenti contemporaneamente.

Per ciascuna delle dieci misure costituenti la strategia antincendio si stabilirà, in relazione all'attribuzione dei pertinenti livelli di prestazione, cosa si va a progettare, misura per misura (ambiti, opere da costruzione, attività e compartimenti); nel caso in esame, in esito alle risultanze della valutazione del rischio, si forniscono i seguenti riferimenti:

Misura antincendio	Riferimento	Rif. par.
S.1	Ambiti	S.1.2
S.2	Opera da costruzione	S.2.2
S.3	Opera da costruzione	S.3.2
S.4	Ambiti	S.4.2
S.5	Attività	S.5.2
S.6	Compartimento	S.6.2 e V.6.5.6
S.7	Ambiti	S.7.2
S.8	Compartimento	S.8.2
S.9	Opera da costruzione	S.9.2
S.10	Attività	S.10.2

La definizione degli ambiti dipende, pertanto, dalla specifica misura considerata e, ovviamente, dalla valutazione del rischio.

A titolo esemplificativo, per la misura S.1 gli ambiti rientranti in vie d'esodo verticali, percorsi d'esodo e spazi calmi sono gli spazi connettivi tra le aree TA e TM1 e i vani scala presenti, nonché gli spazi calmi.

Gli ambiti non catalogabili in queste categorie rientrano nell'accezione di "altri locali", ai quali sarà attribuito un livello di prestazione più basso.

Per le misure S.4, S.6, e S.7, nel caso in esame, in esito alle risultanze della valutazione del rischio, l'ambito coincide con il singolo compartimento.

In definitiva, i criteri di attribuzione dei pertinenti livelli di prestazione dipendono essenzialmente dal profilo di rischio R_{vita} dell'ambito considerato (es.: S.1) e da altri parametri ed elementi e, soprattutto, dalle risultanze della valutazione del rischio.

Si rammenta che:

- per *opera da costruzione* si fa riferimento all'edificio condominiale nel suo complesso;
- per *attività* si fa riferimento alla definizione di cui al punto 1 del par. G.1.5 (*complesso delle azioni organizzate svolte in un luogo delimitato, che può presentare pericolo d'incendio o esplosione*);
- per *ambito* si fa riferimento alla definizione di cui al punto 8 del par. G.1.7 (*porzione delimitata dell'attività avente la caratteristica o la qualità descritta nella specifica misura*);
- l'autorimessa sarà costituita da due compartimenti antincendio, ciascuno coincidente con un piano della stessa.

c. Determinazione di quantità e tipologia degli occupanti esposti al rischio d'incendio

L'affollamento complessivo dell'autorimessa, a servizio del condominio sovrastante, è stimato pari in 48 occupanti che hanno familiarità con i luoghi e con le relative vie d'esodo.

Nell'autorimessa non può escludersi la presenza di persone con diverse disabilità (es.: fisiche, mentali o sensoriali).

A tal fine sono stati previsti spazi calmi come descritto nel seguito della presente trattazione.

d. Individuazione dei beni esposti al rischio d'incendio

I beni esposti al rischio d'incendio sono costituiti dai veicoli parchati³², oltre che dalla consistenza edilizia del complesso condominiale.

³² Vedi successivo paragrafo (relativo alla misura S.2) in relazione al calcolo del q_f .

Valutazione qualitativa o quantitativa delle conseguenze dell'incendio su occupanti, beni ed ambiente

In caso di incendio, i maggiori pericoli per gli occupanti derivano dalla mancanza di ossigeno, dalla concentrazione di composti tossici, dal fumo (la scarsa visibilità, come noto, può seriamente pregiudicare l'individuazione e l'utilizzo delle vie d'esodo) e dal calore.

In relazione ai beni ed all'ambiente, in relazione agli *obiettivi di sicurezza* prefissati, non si individuano particolari conseguenze rispetto ad un potenziale incendio.

e. Individuazione delle misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi

Individuati i maggiori pericoli d'incendio, attraverso un'accurata disamina dei luoghi, delle attività svolte e delle caratteristiche degli occupanti presenti, è possibile fornire un quadro delle misure di sicurezza, che possano rimuovere o ridurre tali pericoli, da adottare al fine di compensare i rischi ipotizzati.

È necessario, pertanto, valutare se i pericoli individuati possano essere eliminati o ridotti adottando soluzioni più sicure (riduzione delle sorgenti di innesco, corretto impiego di attrezzature elettriche, utilizzo di materiali meno pericolosi, processi produttivi più sicuri, implementazione di specifiche procedure, ecc.).

Le misure di prevenzione e protezione da adottare sono:

- assicurare il controllo periodico dell'autorimessa, a cura del responsabile dell'attività, al fine di ridurre ulteriormente il verificarsi di eventi incidentali;
- divieto di parcheggio per le auto alimentate a GPL prive di dispositivo conforme al regolamento ECE/ONU 67-01;
- disposizione del divieto di fumo nell'autorimessa;
- disposizione del divieto di uso di fiamme libere nell'autorimessa;
- divieto di accesso di veicoli con perdite di carburante;
- divieto di effettuazione di riparazioni e manutenzioni delle auto;
- divieto di effettuazione di travasi di liquidi infiammabili, compresi il riempimento e lo svuotamento dei serbatoi di carburante delle auto;
- assicurare la corretta manutenzione degli impianti tecnologici;
- assicurare la corretta dotazione di mezzi di estinzione, al fine di garantire le operazioni di primo intervento;
- assicurare i controlli periodici e gli interventi di manutenzione sugli impianti e sulle attrezzature antincendio presenti, annotandoli nell'apposito *registro dei controlli*;
- assicurare la corretta installazione della segnaletica riferita agli specifici divieti ed obblighi da osservare;
- assicurare, a cura del responsabile dell'attività, la corretta gestione della sicurezza *in emergenza*, ovvero secondo il punto b del par. S.5.8.

Misure di tipo organizzativo, gestionale e tecnico

Al fine di eliminare, o almeno ridurre, le possibili cause di incendio sono state predisposte, inoltre, le seguenti misure compensative:

Rispetto dell'ordine e della pulizia dei luoghi

All'interno dell'autorimessa, e nelle cantine, è fatto divieto di introdurre materiali combustibili, oltre i veicoli da parchare, scongiurando condizioni di carico di incendio elevato.

Come detto, sarà necessario imporre ai condomini un limite di carico di incendio (minore di 300 MJ/mq, limite imposto al punto 3 del par. V.6.3, che sarà stimato in base al contenuto di una cantina standard).

Tutti i locali debbono essere mantenuti puliti evitando depositi di materiale combustibile e/o infiammabile che potrebbero concorrere all'insorgenza di un incendio.

Divieto di fumo

Sono vigenti, per tutti i locali, idonee disposizioni attinenti il divieto di fumo.

Controlli periodici dei mezzi antincendio, di primo soccorso e della segnaletica di sicurezza

Gli impianti, le attrezzature e tutti i sistemi di sicurezza antincendio saranno controllati secondo le cadenze temporali indicate da disposizioni, norme e specifiche tecniche pertinenti, nazionali o internazionali, nonché dal manuale d'uso e manutenzione, e la loro verifica dovrà essere verbalizzata nel *registro dei controlli*.

Le attrezzature utilizzate per il primo soccorso debbono essere controllate semestralmente, attenzionando le date di scadenza dei prodotti e, nel caso si renda necessario, occorrerà procedere immediatamente alla relativa sostituzione o integrazione.

Impianti elettrici

Al fine di ridurre i rischi derivanti da guasti di origine elettrica, gli impianti elettrici, realizzati a regola d'arte e provvisti di dichiarazione di conformità, dovranno essere controllati periodicamente da manutentori qualificati e secondo le modalità previste dalla normativa tecnica pertinente.

È fatto divieto assoluto di effettuare qualsiasi intervento sugli impianti elettrici e sulle attrezzature elettriche, nonché di modificare prolunghe, prese e/o spine da parte di personale non autorizzato.

Nel caso si rilevino danneggiamenti di componenti elettrici, con il conseguente rischio di contatti con parti in tensione, ne dovrà essere data immediata comunicazione al responsabile dell'attività.

Attrezzature mobili di estinzione

Al fine di garantire le operazioni di primo intervento, nell'autorimessa saranno stati installati estintori portatili idonei per essere utilizzati su apparecchiature elettriche in tensione alla distanza di 1 metro sino a 1000 volt, in numero tale da garantire una distanza massima di raggiungimento pari a 40 m, con potere estinguente pari a 13 A - 233 B; in prossimità del quadro elettrico di piano sarà installato un estintore a CO₂, con potere estinguente pari a 89 B.

Gli estintori portatili saranno opportunamente segnalati da idonea segnaletica di sicurezza.

Idranti

Nell'autorimessa è presente una rete idranti dotata di n. 4 idranti UNI 45 con lancia e manichetta, con attacco di mandata per autopompa posto all'accesso dell'autorimessa ed alimentazione da acquedotto pubblico.

Segnaletica di sicurezza

Nell'attività è stata installata la segnaletica di sicurezza riferita agli specifici divieti ed obblighi da osservare, secondo le prescrizioni del punto 3 del par. V.6.5.5.

Inoltre, sono indicate le norme di sicurezza e comportamento per l'accesso all'autorimessa, all'interno delle quali sono indicati le limitazioni ed i divieti del caso.

Particolare cura dovrà essere posta, dal responsabile dell'attività, al mantenimento in efficienza della segnaletica di sicurezza.

GSA

Il responsabile dell'attività dovrà:

- organizzare la sicurezza *in esercizio*:
 - o predisporre un registro dei controlli da mantenere costantemente aggiornato ed a disposizione degli organi preposti ai controlli;
 - o garantire il controllo degli impianti e delle attrezzature antincendio;
 - o preparazione all'emergenza in base alla tab. S.5-9.
- gestire la sicurezza *in emergenza* ovvero, non trattandosi di attività lavorativa, secondo il punto b del par. S.5.8:
 - o attivazione dei servizi di soccorso pubblico;
 - o esodo degli occupanti;
 - o messa in sicurezza di attrezzature ed impianti.

Inoltre la GSA dovrà essere progettata in maniera integrata con quella del condominio sovrastante, prevista dal d.m. 25 gennaio 2019.



Valutazione del rischio residuo

Si premette che, sulla base del par. G.2.3 lett. b., le misure antincendio di prevenzione, di protezione e gestionali previste nel Codice sono selezionate al fine di minimizzare il rischio d'incendio, in termini di probabilità e di conseguenze, entro limiti considerati accettabili.

Si ritiene, pertanto, che nell'attività progettata, realizzata e gestita secondo le indicazioni di sicurezza antincendio ed i metodi del Codice, il residuo rischio d'incendio sia considerato accettabile.

A valle del processo eseguito secondo le indicazioni del par. G.2.6.1, e valutate, allo stato, le misure preventive che possano rimuovere o ridurre i pericoli individuati che determinano rischi significativi, è possibile stimare i rischi residui d'incendio, in rapporto alla frequenza di accadimento e alla magnitudo delle conseguenze, in termini di danni agli occupanti e di salvaguardia di beni e ambiente.

La maggiore probabilità di rischio d'incendio appare collegata a possibili guasti di origine elettrica, capaci di originare un principio d'incendio, con conseguente propagazione nei vari ambienti dell'attività.

Non può essere sottovalutato, in nessun caso, il possibile innesco riconducibile alle azioni di ricarica di eventuali autovetture elettriche parchate nell'autorimessa.

Di tale questione, in maniera più dettagliata, ci si occuperà nell'Appendice della presente pubblicazione, nella quale si prevederà anche la presenza di veicoli elettrici oltre che alimentati con GPL e GNC.

Lo scopo di tale Appendice è quello di evidenziare come cambiano la valutazione del rischio e l'attribuzione dei livelli di prestazione delle misure della strategia antincendio.

Da ultimo, pur essendo esplicitamente vietate l'uso di fiamme libere e l'esecuzione di lavorazioni a caldo, non potendole escludere a priori, queste costituiscono un importante fattore di pericolo, così come lo stoccaggio di quantitativi di materiale combustibile in aggiunta ai veicoli parchati.

Per entrambi tali fattori di pericolo l'amministratore dovrà informare chiaramente tutti i condomini, al fine di portarli a conoscenza dei pericoli e delle potenziali conseguenze.

La misura antincendio relativa alla reazione al fuoco presenta delle criticità, in merito al solaio separante il Piano -1 e il condominio sovrastante, che occorrerà risolvere nel progetto antincendio dell'attività.

Nell'autorimessa sono comunque presenti degli impianti antincendio di protezione attiva, correntemente mantenuti secondo la regola dell'arte, e sono state approntate adeguate procedure di emergenza.



Attribuzione dei profili di rischio

G.2.6.2 ATTRIBUZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO

1. Dopo aver valutato il rischio d'incendio per l'attività, il progettista attribuisce le seguenti tre tipologie di *profili di rischio*:

R_{vita} , *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia della vita umana;

R_{beni} , *profilo di rischio* relativo alla salvaguardia dei *beni economici*;

$R_{ambiente}$, *profilo di rischio* relativo alla tutela dell'*ambiente* dagli effetti dell'incendio.

Nota I profili di rischio sono *indicatori speditivi e sintetici* della tipologia di rischio presente negli ambiti dell'attività e non sono sostitutivi della dettagliata valutazione del rischio d'incendio condotta dal progettista secondo le indicazioni del paragrafo G.2.6.1.

2. Il capitolo G.3 fornisce al progettista:
 - a. la metodologia per determinare quantitativamente i profili di rischio R_{vita} ed R_{beni} ,
 - b. i criteri per valutare il profilo di rischio $R_{ambiente}$.

DETERMINAZIONE PROFILI DI RISCHIO DELLE ATTIVITÀ: CAP. G.3



Ai sensi del punto 3 del par. V.6.4 i profili di rischio sono determinati secondo la metodologia di cui al Cap. G.3.

- Il profilo di rischio R_{vita} è attribuito per *ciascun compartimento* e, ove necessario, per ciascuno *spazio a cielo libero* dell'attività (par. G.3.2).
- Il profilo di rischio R_{beni} è attribuito all'*intera attività* o ad *ambiti* di essa (par. G.3.3).
- Il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è attribuito all'*intera attività* o ad *ambiti* di essa (par. G.3.4).



Profilo di rischio R_{vita} (tabb. da G.3-1 a G.3-4)

In relazione ai piani dell'autorimessa, ciascuno di essi costituisce un compartimento cui si attribuirà un profilo di rischio R_{vita} secondo le indicazioni seguenti.

Il profilo di rischio R_{vita} è attribuito in relazione ai seguenti fattori:

- δ_{occ} : caratteristiche prevalenti degli occupanti;
- δ_{α} : velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio riferita al tempo t_{α} , in sec, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 kW.

Le tabb. G.3-1 e G.3-2 guidano il progettista nella selezione dei fattori δ_{occ} e δ_a .

Il progettista può selezionare il valore di δ_a anche ricorrendo ad una delle seguenti opzioni:

- dati pubblicati da fonti autorevoli e condivise;
- determinazione diretta della curva RHR (*Rate of Heat Release*) relativa ai combustibili effettivamente presenti e nella configurazione in cui si trovano, secondo le indicazioni del Cap. M.2 o tramite misure presso laboratorio di prova, secondo protocolli sperimentali consolidati.

Il valore di δ_a , valutato in assenza di sistemi di controllo dell'incendio, può essere ridotto di un livello se l'attività è servita da misure di controllo dell'incendio di livello di prestazione V (Cap. S.6).

Il valore di R_{vita} è determinato come combinazione di δ_{occ} e δ_a , come da tab. G.3-3.

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al 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, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1] • in attività individuale di lunga durata • in attività gestita di lunga durata • in attività gestita di breve durata	
Ci		Civile abitazione
Cii		Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii		Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

TAB. G.3-1 - 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 ed 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.		

TAB. G.3-2 - VELOCITÀ CARATTERISTICA PREVALENTE DI CRESCITA DELL'INCENDIO

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_{α}			
		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 Ci Cii Ciii	Gli occupanti possono essere addormentati: [2]	C1	C2	C3	Non ammesso [1]
	• in attività individuale di lunga durata	Ci1	Ci2	Ci3	Non ammesso [1]
	• in attività gestita di lunga durata	Cii1	Cii2	Cii3	Non ammesso [1]
	• 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_{α} 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.

TAB. G.3-3 - DETERMINAZIONE DI R_{vita}

Per l'attività in oggetto, pertanto, considerate le caratteristiche prevalenti degli occupanti che si trovano all'interno della stessa e la tipologia dei materiali combustibili presenti, si definisce il profilo di rischio R_{vita} come combinazione dei fattori δ_{occ} e δ_{α} :

	δ_{occ}	δ_{α}	R_{vita}
Autorimessa privata	A	2	A2

Tutte le misure antincendio componenti la strategia adottata saranno verificate rispetto al profilo di rischio A2. Tale classificazione è, inoltre, coerente con quella indicata per un'autorimessa privata nella tab. G.3-4.

Si segnala come le note al punto 1 del par. G.3.2.1 sottolineino il carattere "prevalente" dei fattori δ_{occ} e δ_{α} considerare per la definizione del profilo di rischio R_{vita} ; pertanto, la presenza occasionale nell'autorimessa di occupanti non residenti nel condominio, di per sé, non implica l'assegnazione di un profilo B2.

Peraltro, comparando la tab. G.3-4, relativa ai profili di rischio R_{vita} per alcune tipologie di destinazione d'uso, si rileva la corrispondenza del valore individuato con quello appena definito.

Profilo di rischio R_{beni} (tab. G.3-5) $R_{beni} = 1$ (per l'intera attività)

		Attività o ambito vincolato	
		No	Sì
Attività o ambito strategico	No	$R_{beni} = 1$	$R_{beni} = 2$
	Sì	$R_{beni} = 3$	$R_{beni} = 4$

Profilo di rischio $R_{ambiente}$ (par. G.3.4, punto 3 lett. b) $R_{ambiente} = \text{non significativo}$ (per l'intera attività).

Espletata la valutazione del rischio d'incendio per l'attività e determinati i profili di rischio, si attribuiscono alle misure componenti la strategia antincendio i relativi livelli di prestazione.

Strategia antincendio per la mitigazione del rischio

La strategia antincendio sarà adottata in ossequio a quanto previsto nel par. V.6.5 applicando tutte le misure antincendio della RTO ed attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando le *indicazioni complementari o sostitutive*, riportate nella RTV V.6, delle *soluzioni conformi* previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO.

G.2.6.3 STRATEGIA ANTINCENDIO PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO

1. Il progettista mitiga il rischio d'incendio valutato applicando un'adeguata *strategia antincendio* composta da *misure antincendio* di prevenzione, di protezione e gestionali.
2. Nel presente documento le *misure antincendio* di prevenzione, di protezione e gestionali, di cui al comma 1, sono raggruppate in modo omogeneo nei capitoli compresi nella sezione Strategia antincendio.
3. Per ciascuna misura antincendio sono previsti diversi livelli di prestazione, graduati in funzione della complessità crescente delle prestazioni previste e identificati da numero romano (es. I, II, III, ...).
4. Il progettista applica all'attività tutte le misure antincendio, stabilendo per ciascuna i relativi livelli di prestazione in funzione degli obiettivi di sicurezza da raggiungere e della valutazione del rischio dell'attività.



V.6.5 STRATEGIA ANTINCENDIO

1. Devono essere applicate tutte le misure antincendio della regola tecnica orizzontale attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando quanto indicato al successivo punto 4.
2. Devono essere applicate le prescrizioni del capitolo V.1 in merito alle aree a rischio specifico e le prescrizioni delle altre regole tecniche verticali, ove pertinenti.
3. Nelle autorimesse progettate e gestite secondo la presente RTV è ammesso omettere le valutazioni relative alle aree a rischio per atmosfere esplosive (Capitolo V.2).

Nota Le eventuali perdite non prevedibili di combustibile da veicoli parchati in un'autorimessa possono comportare la formazione di zone in cui si ritiene trascurabile che un'atmosfera esplosiva si presenti (zone NP). Le zone NP, in accordo al Capitolo V.2, sono considerate non pericolose.

4. Nei paragrafi che seguono sono riportate le indicazioni complementari o sostitutive delle soluzioni conformi previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO. Sono inoltre riportati gli scenari di progetto da impiegare per le soluzioni alternative di resistenza al fuoco nei casi specifici indicati.

Attribuzione dei livelli di prestazione alle misure antincendio

G.2.6.4 ATTRIBUZIONE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE ALLE MISURE ANTINCENDIO

1. Effettuata la *valutazione del rischio* d'incendio per l'attività e stabiliti i profili di rischio R_{vita} , R_{beni} ed $R_{ambiente}$ nei pertinenti ambiti (capitolo G.3), il progettista attribuisce alle misure antincendio i relativi *livelli di prestazione*.
2. Ciascun capitolo della sezione *Strategia antincendio* fornisce al progettista i criteri di attribuzione dei *livelli di prestazione* alle *misure antincendio*.
3. Qualora disponibili, nelle pertinenti *regole tecniche verticali* possono essere definiti alcuni dei *livelli di prestazione* che il progettista è tenuto ad attribuire all'attività in funzione delle sue caratteristiche (es. numero degli occupanti, quota dei piani, quantità di sostanze e miscele pericolose, ...).
4. Per ogni *misura antincendio*, il progettista può attribuire *livelli di prestazione* differenti da quelli proposti nel presente documento.
Se i livelli attribuiti sono inferiori a quelli proposti, il progettista è tenuto a dimostrare il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio impiegando uno dei *metodi di progettazione della sicurezza antincendio* previsti al paragrafo G.2.7.
Al fine di consentire la valutazione di tale dimostrazione da parte del Corpo nazionale dei Vigili del fuoco, è ammessa l'attribuzione di livelli di prestazione differenti da quelli proposti solo nelle *attività con valutazione del progetto*.

Nota La definizione di *attività con valutazione del progetto* si trova nel capitolo G.1 ed include, oltre alle attività con valutazione ordinaria, anche quelle con possibilità della valutazione *in deroga*.

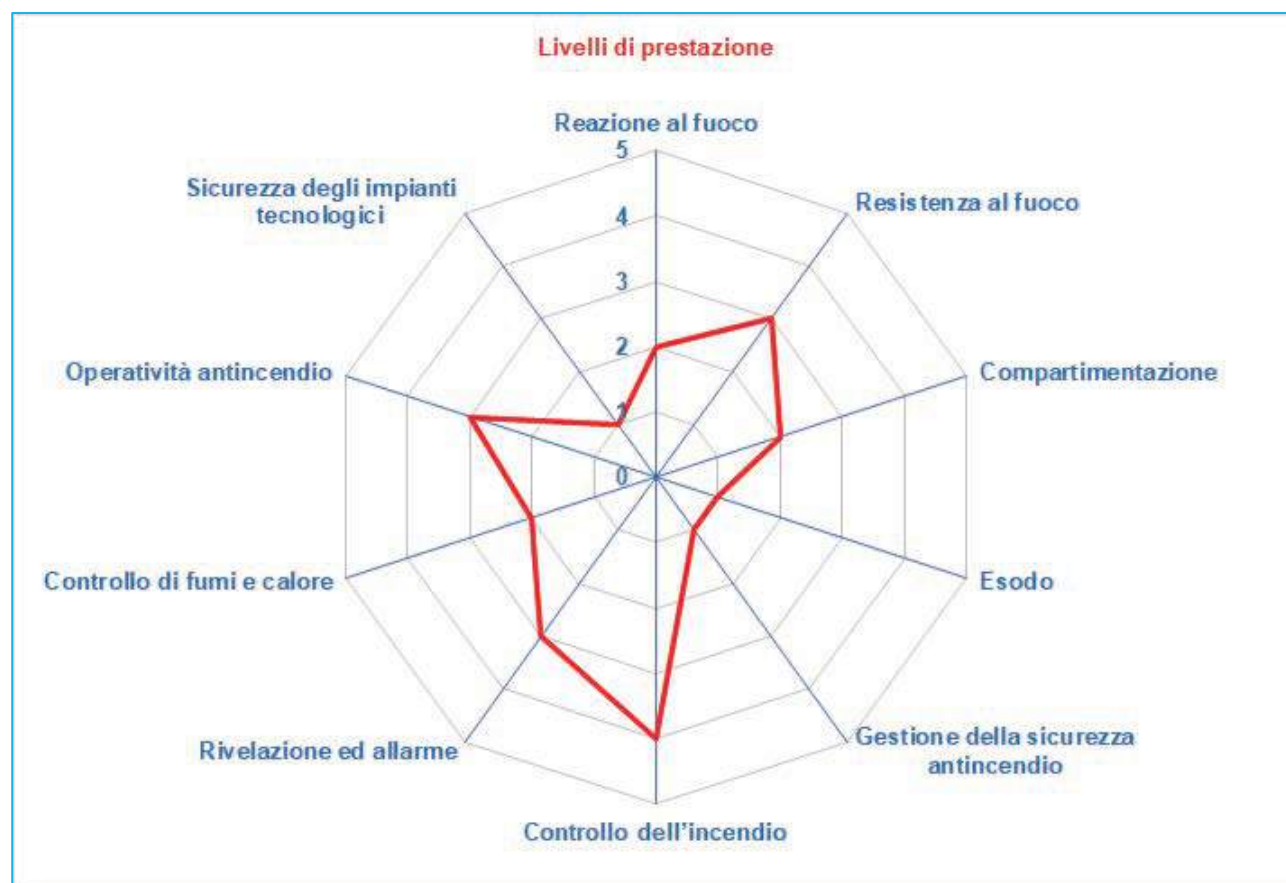


Pertanto, laddove disponibili, occorrerà applicare le prescrizioni della pertinente RTV, nel caso delle autorimesse, la RTV V.6 di cui al d.m. 15 maggio 2020.

Laddove, nella RTV (nello specifico la V.6), non sia indicato il livello di prestazione, ci si dovrà riferire alla RTO al fine di individuare le corrispondenti soluzioni progettuali.

Con riferimento alla tabella di pag. 52, in cui sono riportate le entità cui attribuire i livelli di prestazione per ogni misura antincendio, nella seguente tabella, e nel grafico successivo, sono riportate le risultanze dell'attribuzione dei livelli di prestazione per le varie misure antincendio costituenti la strategia antincendio, di seguito esaminate.

Reazione al fuoco	Livello II di prestazione (parr. S.1.3, S.1.4.1, S.1.4.4 e V.6.5.1)
Resistenza al fuoco	Livello III di prestazione (parr. S.2.3, S.2.4.3 e V.6.5.2)
Compartimentazione	Livello II di prestazione (parr. S.3.3, S.3.4.1 e V.6.5.3)
Esodo	Livello I di prestazione (parr. S.4.3 e S.4.4.1)
Gestione della sicurezza antincendio	Livello I di prestazione (parr. S.5.3, S.5.4.1 e V.6.5.5)
Controllo dell'incendio	Livello IV di prestazione (parr. S.6.3, S.6.4.3 e V.6.5.6)
Rivelazione ed allarme	Livello III di prestazione (parr. S.7.3 e S.7.4.3)
Controllo di fumi e calore	Livello II di prestazione (parr. S.8.3, S.8.4.1 e V.6.5.7)
Operatività antincendio	Livello III di prestazione (parr. S.9.3 e S.9.4.2)
Sicurezza degli impianti tecnologici	Livello I di prestazione (parr. S.10.3 e S.10.4.1)



RAPPRESENTAZIONE POLARE DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE RELATIVI ALLE MISURE COSTITUENTI LA STRATEGIA ANTINCENDIO

Individuazione delle soluzioni progettuali

G.2.6.5 INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

1. Per ogni *livello di prestazione* di ciascuna misura antincendio sono previste diverse *soluzioni progettuali*. L'applicazione di una delle *soluzioni progettuali* garantisce il raggiungimento del *livello di prestazione* richiesto.
2. Sono definite tre tipologie di soluzioni progettuali:
 - a. *soluzioni conformi*; (vedi punto G.2.6.5.1)
 - b. *soluzioni alternative*; (vedi punto G.2.6.5.2)
 - c. *soluzioni in deroga*. (vedi punto G.2.6.5.3)

Nota Le definizioni di soluzioni conformi, soluzione alternativa e soluzione in deroga si trovano nel capitolo G.1.

3. Qualora disponibili, nelle pertinenti *regole tecniche verticali* possono essere descritte eventuali *soluzioni progettuali* complementari o sostitutive di quelle dettagliate nella sezione *Strategia antincendio*, oppure semplici prescrizioni aggiuntive per la specifica tipologia d'attività.
4. Il progettista può sempre scegliere la soluzione progettuale più adatta alla tipologia d'attività.
5. Effettuata la *valutazione del rischio* d'incendio per l'attività e stabiliti i profili di rischio R_{vita} , R_{beni} ed $R_{ambiente}$ nei pertinenti ambiti (capitolo G.3), il progettista attribuisce alle misure antincendio i relativi *livelli di prestazione*.



Il Codice offre i criteri necessari per consentire al progettista di eseguire una corretta valutazione del rischio incendio e attuare le misure strategiche necessarie.

Ogni *soluzione progettuale* deve garantire il livello di prestazione necessario a soddisfare le misure antincendio in funzione degli obiettivi prefissati.

Le *soluzioni progettuali* previste dal Codice sono:

- *Soluzioni conformi*: di immediata applicazione; non è richiesta ulteriore valutazione tecnica per dimostrare il raggiungimento del collegato livello prestazionale;
- *Soluzioni alternative*: opzioni alternative alle soluzioni conformi, per le quali il progettista è tenuto a dimostrare il raggiungimento del collegato livello prestazionale;
- *Soluzioni in deroga*: per le quali è richiesta l'attivazione del procedimento di deroga secondo la normativa vigente; è una soluzione praticabile laddove non sia possibile applicare né soluzioni conformi né alternative.



MISURA ANTINCENDIO: S.1 REAZIONE AL FUOCO

Reazione al fuoco

S.1.1 PREMESSA

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.

Tali requisiti sono applicati agli ambiti dell'attività ove si intenda limitare la partecipazione dei materiali alla combustione e ridurre la propagazione dell'incendio.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

Per entrambi i piani dell'autorimessa, dal par. S.1.3 ed in particolare dalle tabb. S.1-2 e S.1-3, risulterebbe possibile l'attribuzione di un livello di prestazione pari a I sia per le vie d'esodo che per gli altri locali dell'attività e, pertanto, non sarebbe prevista la valutazione del contributo all'incendio dei materiali.

Tuttavia, ai sensi del par. V.6.5.1, per le aree TA non è ammesso il livello di prestazione I, ad eccezione delle pavimentazioni.

Infatti per tale misura i criteri di attribuzione dipendono essenzialmente dal profilo di rischio R_{vita} dell'ambito considerato; per quelle successive, invece, i criteri di attribuzione dipendono anche da altri parametri ed elementi e, soprattutto, dalle risultanze della valutazione del rischio.

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito.
II	I materiali contribuiscono in modo non trascurabile all'incendio.
III	I materiali contribuiscono moderatamente all'incendio.
IV	I materiali contribuiscono limitatamente all'incendio.

Per *contributo all'incendio* 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

Livello di prestazione II vie d'esodo (vedi tab. S.1-2):

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

Livello di prestazione II altri locali (vedi tab. S.1-3):

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.

Infatti, a seguito dell'emanazione della RTV V.6, che recita al punto V.6.5:

V.6.5 STRATEGIA ANTINCENDIO

1. Devono essere applicate tutte le misure antincendio della regola tecnica orizzontale attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri in esse definiti, fermo restando quanto indicato al successivo punto 4.
2. Devono essere applicate le prescrizioni del capitolo V.1 in merito alle aree a rischio specifico e le prescrizioni delle altre regole tecniche verticali, ove pertinenti.
3. Nelle autorimesse progettate e gestite secondo la presente RTV è ammesso omettere le valutazioni relative alle aree a rischio per atmosfere esplosive (Capitolo V.2).

Nota Le eventuali perdite non prevedibili di combustibile da veicoli parchati in un'autorimessa possono comportare la formazione di zone in cui si ritiene trascurabile che un'atmosfera esplosiva si presenti (zone NP). Le zone NP, in accordo al Capitolo V.2, sono considerate non pericolose.

4. Nei paragrafi che seguono sono riportate le indicazioni complementari o sostitutive delle soluzioni conformi previste dai corrispondenti livelli di prestazione della RTO. Sono inoltre riportati gli scenari di progetto da impiegare per le soluzioni alternative di resistenza al fuoco nei casi specifici indicati.

per l'attribuzione dei livelli di prestazione di reazione al fuoco, per le attività presenti, si deve anche tener conto delle specifiche indicazioni contenute nella pertinente RTV (par. V.6.5.1):

1. Nelle aree TA non è ammesso il livello di prestazione I (capitolo S.1) ad eccezione delle pavimentazioni.

Nota I rivestimenti a pavimento non sono da intendersi pavimentazioni. Sono esempi di rivestimenti a pavimento: parquet, laminati, mattonelle, moquette, ...

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.1.4.4).

Soluzione conforme

Per quanto sopra detto, risulta necessario prendere a riferimento la *soluzione conforme* per il livello di prestazione II con l'impiego di materiali compresi nel gruppo GM3.

La struttura e le partizioni dell'autorimessa sono realizzate con materiali appartenenti al gruppo GM0, costituito da tutti i materiali aventi classe 0 di reazione al fuoco italiana o classe A1 di reazione al fuoco europea (tali materiali sono anche denominati materiali incombustibili), fatta eccezione per il solaio del Piano -1, separante l'attività dal condominio sovrastante.

Infatti, per il perdurare del mancato utilizzo dell'autorimessa, determinando una sorta di abbandono dei locali e un conseguente utilizzo improprio, senza alcuna verifica in termini di compatibilità dei materiali utilizzati, alcuni condomini hanno deciso di effettuare, nei box di proprietà utilizzati come cantine, una coibentazione dell'intradosso del solaio al Piano -1 con un materiale isolante di tipo non protetto (a vista) di classe E.

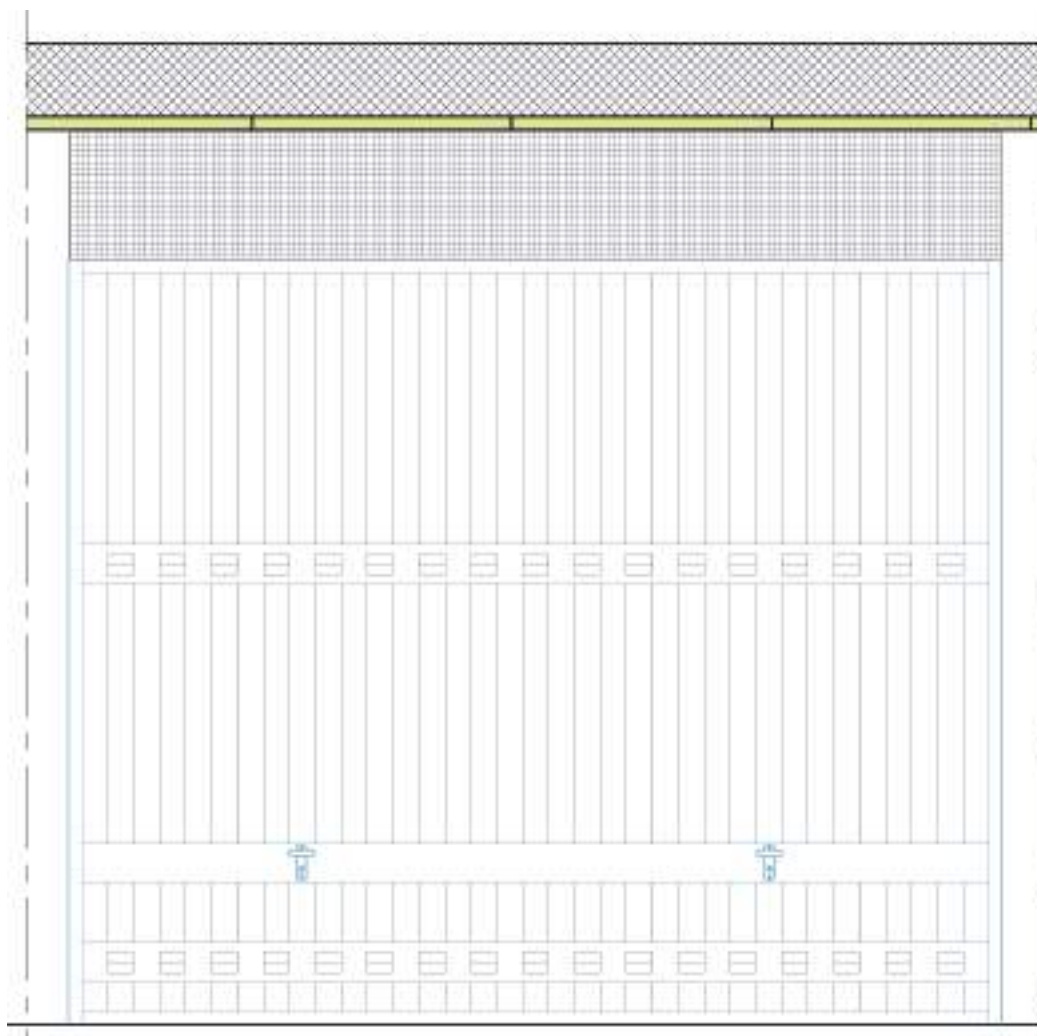
Per ragioni che si ignorano, tale coibentazione è stata estesa anche a larghe parti dell'intradosso del solaio in corrispondenza del corsello di manovra, rendendo l'estensione della stessa assolutamente significativa rispetto alla superficie del piano.

Tale materiale, ad oggi, non presenta una certificazione ammissibile ai fini della classificazione di reazione al fuoco vigente.

Tanto premesso, al Piano -1, non appare possibile configurarsi il rispetto delle caratteristiche previste per la categoria GM3, cui far riferimento per il soddisfacimento della *soluzione conforme*, non essendo ammissibili gli isolanti in vista con una classificazione inferiore a B-s3,d0 (vedi tab. S.1-7).



PANNELLI DI MATERIALE ISOLANTE DI TIPO NON PROTETTO, DI CLASSE E, INSTALLATI SUL SOFFITTO DEL PIANO -1



PROSPETTO-SEZIONE BASCULANTE BOX CON INDICAZIONE DEI PANNELLI POSTI A SOFFITTO

Soluzione alternativa

Considerando che i condòmini non hanno intenzione né di rimuovere né di intervenire per la protezione dell'isolante, si dovrà seguire, per il Piano -1, l'ipotesi della *soluzione alternativa* per la misura in questione, per il livello di prestazione II.

L'oggetto di tale *soluzione alternativa*, come indicato in tab. S.1-4, è quello relativo alla partecipazione dei materiali all'incendio.

Al fine di dimostrare il livello di prestazione II della misura S.1 si adotterà una *soluzione alternativa*, di cui al par. S.1.4.4, che stabilisce l'ammissibilità di tali soluzioni, per ogni livello di prestazione, secondo le modalità progettuali di cui alla tab. S.1-4 seguente, impiegando uno dei metodi del par. G.2.7.

Oggetto della soluzione	Modalità progettuale
Partecipazione dei materiali all'incendio (§ S.1.1)	Si dimostri che è comunque garantita la salvaguardia della vita degli occupanti (capitolo M.3) e, se applicabile, la protezione dei beni, prevedendo scenari d'incendio di progetto ad hoc negli ambiti ove non siano installati i materiali con i requisiti minimi di reazione al fuoco richiesti.

TAB. S.1-4: MODALITÀ PROGETTUALI PER SOLUZIONI ALTERNATIVE

Più precisamente, con l'ausilio della ingegneria della sicurezza antincendio, si proverà a dimostrare il raggiungimento degli obiettivi di sicurezza per gli occupanti impiegando i metodi del Cap. M.3, prevedendo scenari di incendio di progetto ad hoc negli ambiti in cui non siano installati materiali aventi i minimi requisiti di reazione al fuoco richiesti.



L'ipotesi di *soluzione alternativa* viene considerata, secondo le premesse di cui ai paragrafi precedenti, solo al Piano -1 sottostante i locali abitativi.

Le considerazioni che seguono sono quindi riferite specificatamente ad esso.

Si segnala per completezza, che per il Piano -2, le condizioni rilevabili in loco, consentono di affermare che le risultanze ottenibili, in un'analoga simulazione mirata allo studio dell'esodo degli occupanti dal piano, sarebbero del tutto sovrapponibili a quelle ottenute per il Piano -1.

L'impostazione progettuale di tale *soluzione alternativa*, sostanzialmente, mira a verificare se sia effettivamente necessario rimuovere il materiale isolante, che potrebbe essere innescato nell'ambito dell'incendio di un autoveicolo presente nel Piano -1.

Le modellazioni eseguite, pertanto, non tengono conto dei pannelli isolanti posti a soffitto, limitandosi ad osservarne il comportamento nell'ambito dell'evoluzione dell'incendio durante le fasi iniziali dello stesso.

Definizione del progetto - dati riassuntivi dell'autorimessa

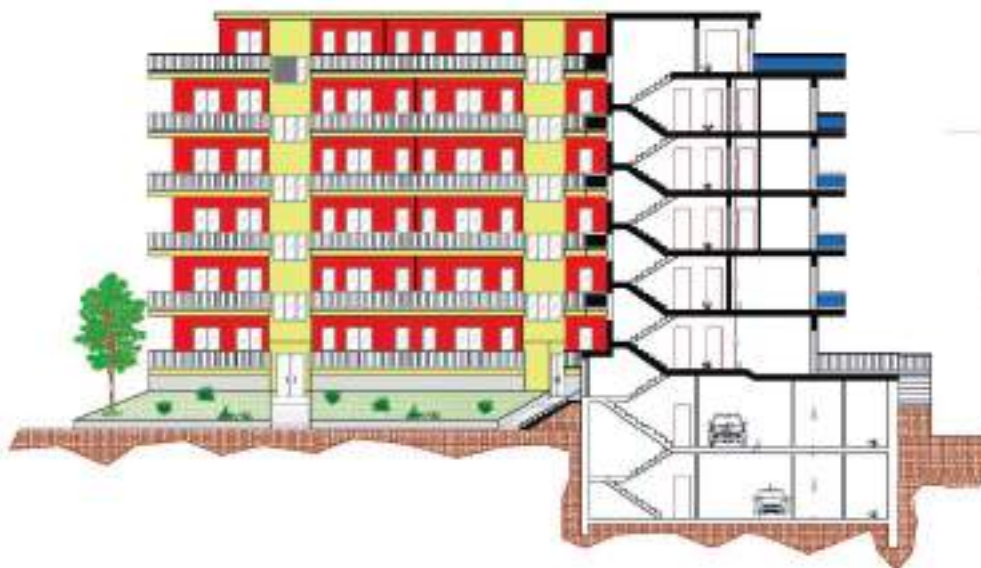


PLANIMETRIA DEL PIANO PRIMO INTERRATO DELL'AUTORIMESSA

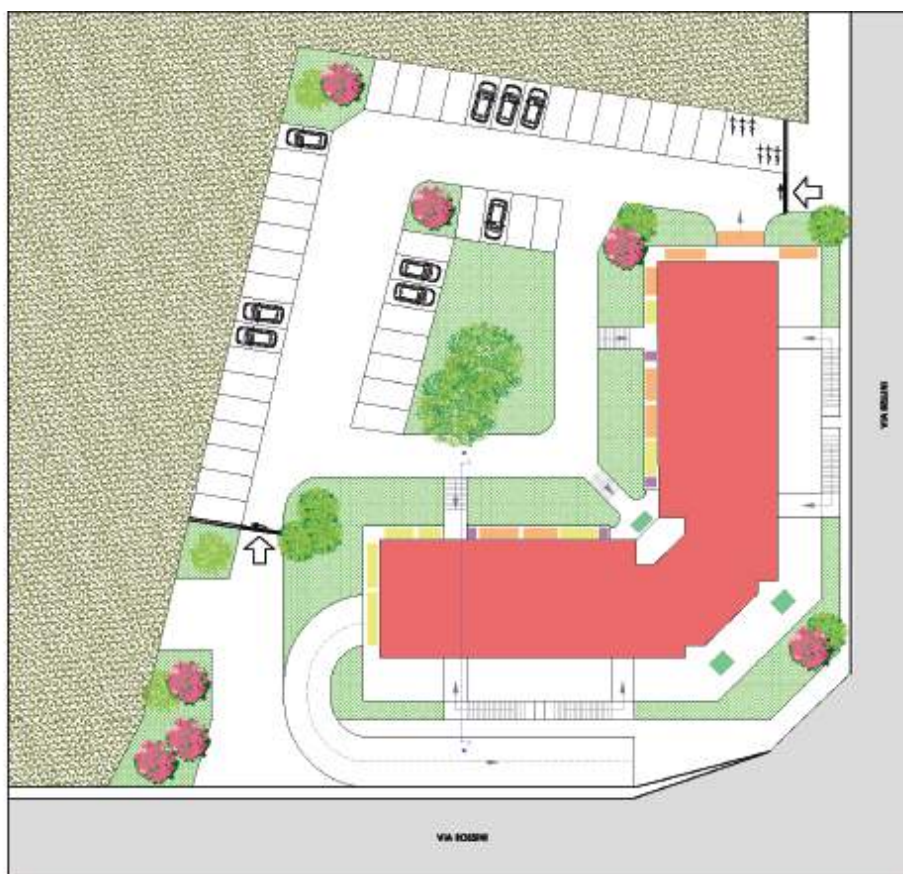


PLANIMETRIA DEL PIANO SECONDO INTERRATO DELL'AUTORIMESSA

L'autorimessa si sviluppa su due piani interrati.



Al piano terra si erge l'edificio condominiale multipiano cui l'autorimessa è funzionalmente connessa.



PLANIMETRIA GENERALE DELL'INSEDIAMENTO

Il complesso residenziale presenta, al livello cortile, una sistemazione esterna che lungo due lati affaccia su viabilità pubblica e nella parte retrostante accoglie spazi privati, delimitati da recinzione e con ingressi dotati di cancello metallico.

A tale piano sono attestate tutte le griglie di aerazione dei due piani interrati sottostanti.

Da tale livello avviene l'accesso ai piani primo e secondo interrati dell'autorimessa (per quest'ultimo tramite rampa carrabile).

Ai fini del calcolo dell'affollamento nella tab. S.4-13 è prevista per le autorimesse private la presenza di una persona per ogni veicolo parchato; ne consegue un affollamento di 24 persone per il piano considerato.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Il Cap. M.3 del Codice, come noto, tratta gli aspetti legati alla salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale.

L'obiettivo principale che si propone la presente analisi è quello di verificare la percorribilità delle vie di esodo nell'autorimessa, al verificarsi dello scenario che individui le più severe ma credibili ipotesi d'incendio.

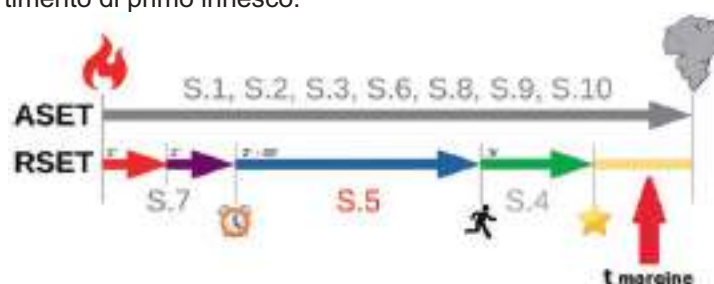
A tale scopo, sono stati considerati differenti scenari di incendio, per poter valutare le condizioni peggiori; per gli scopi della presente pubblicazione si illustra solamente quello ritenuto più significativo.

Come noto, onde garantire la salvaguardia della vita degli occupanti presenti nell'autorimessa, è necessario individuare le soglie di prestazione massime dei principali indicatori delle condizioni ambientali (soglie di prestazione di cui al par. M.3.3.1).

I parametri di inabilità in fase d'esodo, in particolare la visibilità, sono stati monitorati, nell'ambito della simulazione e con l'ausilio di sonde virtuali posizionate in più punti, all'altezza da terra prescritta nei metodi di cui al par. M.3.3, lungo i percorsi d'esodo.

La modalità utilizzata è stata introdotta per risolvere la problematica relativa alla incompatibilità del materiale installato a soffitto del Piano -1 dell'autorimessa.

Essa consisterà nell'adozione, per il modello esaminato, del criterio $ASET > RSET$, con il quale si dimostrerà che, nello scenario d'incendio considerato, il tempo disponibile per gli occupanti, prima che si creino condizioni incapacitanti, è superiore, con un certo margine di sicurezza, al tempo richiesto agli occupanti stessi per uscire in sicurezza dal compartimento di primo innesco.



Definizione delle soglie di prestazione - Metodo di calcolo avanzato per ASET

È stata quindi effettuata la valutazione del tempo ASET (Available Safe Escape Time) ovvero dell'intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui le condizioni ambientali nell'attività diventano tali da rendere gli occupanti incapaci di porsi in salvo raggiungendo o permanendo in un luogo sicuro.

I valori ottenuti come output della simulazione sono stati confrontati con le soglie di prestazione riferite al metodo di calcolo avanzato (vedi tab. M.3-2 seguente), per gli occupanti, ovvero a:

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscureamento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100 m ² : 5 m	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100 m ² : 2,5 m	[1]
Gas tossici	FED, <i>fractional effective dose</i> e FEC, <i>fractional effective concentration</i> per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571-2012, limitando a 1,1% la porzione di occupanti incapacitati al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	--
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni inferiori a 30 min
		Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per *soccorritori* si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori Indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

TAB. M.3-2: ESEMPIO DI SOGLIE DI PRESTAZIONE IMPIEGABILI CON IL METODO DI CALCOLO AVANZATO

Ovvero (vedi par. M.3.3.1) ASET è definito come il minore di quelli calcolati secondo i quattro modelli:

Modello dei gas <i>tossici</i>	FED < 0,1
Modello dei gas <i>irritanti</i>	FEC < 0,1
Modello del <i>calore</i>	Irraggiamento sugli occupanti ≤ 2,5 kW/mq
	Temperatura ambiente sugli occupanti ≤ 60 °C
Modello dell'oscuramento della <i>visibilità da fumo</i>	Visibilità > 10 m

Come più avanti descritto, nel caso in esame, il parametro che maggiormente necessita particolare attenzione è quello relativo alla visibilità.

A tale scopo, nell'autorimessa saranno previsti per la segnaletica d'esodo pannelli riflettenti retroilluminati (come riportato nell'esame delle misure S.4, S.5 ed S.10).

Si segnala che la previsione di tali pannelli, consente in FDS di beneficiare di un vantaggio nella modellazione riferita all'oscuramento della visibilità da fumo, potendosi settare, il parametro C (costante adimensionale VISIBILITY_FACTOR) al valore pari a 8, in luogo del valore 3 previsto, di default, in presenza di segnaletica d'esodo riflettente non illuminata.

Si veda, a tale scopo, il par. M.3.3.1.4 e la FDS User Guide.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto (par. M.1.3.4, parr. M.2.2 e M.2.3)

La *soluzione alternativa* in oggetto, come detto, si è resa necessaria a fronte dell'impossibilità di soddisfare le prescrizioni della *soluzione conforme*

Al Piano -1, oggetto della presente trattazione, sono presenti aperture di smaltimento dotate di griglie di aerazione permanentemente aperte, con affaccio sul cortile condominiale.

Dovendosi individuare gli scenari d'incendio di progetto realisticamente più onerosi che potrebbero verificarsi e valutata la combinazione più gravosa degli aspetti sopra riportati, è stato individuato, tra i tanti, quale scenario d'incendio di progetto più gravoso l'incendio all'interno del box n. 31, considerando il basculante dello stesso aperto.

La posizione centrale del focolare, infatti, è risultata tale da determinare una configurazione sfavorevole per l'esodo conseguente allo svilupparsi dell'incendio.



La simulazione è stata condotta per un tempo pari a 400 s, superiore al valore di RSET di seguito calcolato, e adeguato a verificare che le condizioni ambientali durante la fase di esodo degli occupanti dell'autorimessa siano coerenti con le soglie prestazionali di cui alla tab. M.3-2.

Elaborazione delle soluzioni progettuali

Al fine di monitorare la dinamica dei parametri di cui alla tab. M.3-2, che potrebbero pregiudicare l'esodo dall'autorimessa, sono state considerate le aperture effettivamente presenti nel piano e collegate al corsello di manovra; in particolare sono stati considerati i basculanti grigliati dei box 25, 26, 29, 30 e 33, i quali definiscono dei vani ventilati con aperture a bocca di lupo, l'apertura del cancello principale di accesso, le intercapedini posizionate nel corsello, in posizione simmetrica a quest'ultimo e l'apertura finale a parete ivi presente.

Si è anche tenuto conto, per quanto riguarda i restanti box, della possibilità di parziale rientro dei fumi negli stessi tramite i basculanti di ciascuno.

Relativamente al dominio di calcolo, è stata riprodotta la geometria dell'autorimessa utilizzando mesh di dimensioni pari a 20 cm.

L'incendio è simulato dall'innesco di un veicolo nel box n. 31, attribuendo al bruciatore teorico la proprietà di rilasciare calore in maniera controllata, in funzione di una curva di rilascio termico nel tempo (HRR Heat Release Rate).

La curva HRR, quale dato di input della modellazione, condiziona profondamente i risultati provenienti dall'output della simulazione; per tale ragione, è necessaria una comprovata conoscenza della materia per poter attribuire, correttamente, la curva di rilascio termico.

A tal proposito, si rammenta che il par. M.2.7.2 esclude l'impiego dei focolari predefiniti (di cui alla tab. M.2-2) nei casi in cui si valuti che i focolari attesi risultino più gravosi di quelli previsti nella medesima tabella.

Tanto premesso, la curva costituente l'input al codice di calcolo, sarà la V1 di cui all'illustrazione V.6-2; infatti, la prima parte dell'incendio, quella interessante per l'esodo, è controllata da combustibile anche se al chiuso, in coerenza con la curva HRR.

Inoltre, al fine di stressare le condizioni di tenibilità nell'autorimessa, saranno inseriti gli opportuni valori di resa in particolato e in CO₂ (parametri di rilevanza inferiore per il cimento termico delle strutture).

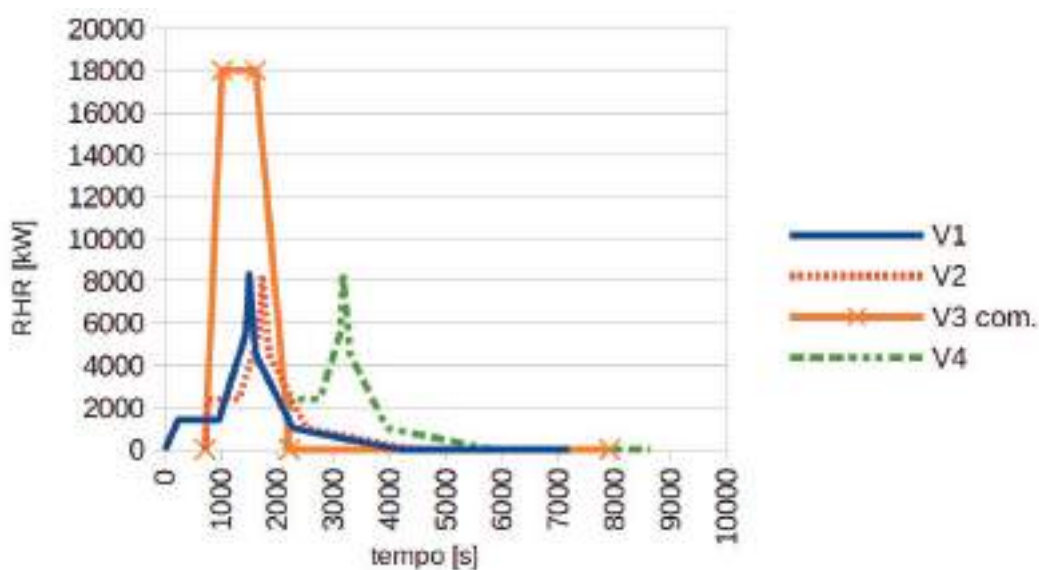


ILLUSTRAZIONE V.6-2: CURVE RHR(T) PER LO SCENARIO S3

Il modello che si intende utilizzare, per gli scopi del presente studio, considera solamente l'intervallo temporale 0 - 400 s (*pre-flashover*), nel quale si prevede che dovranno concludersi le fasi dell'esodo degli occupanti dall'autorimessa.

L'origine di tale curva rimanda ad una sperimentazione su scala reale, condotta dal CTICM - Departement Incendie et Essais France, nella quale è possibile reperire la seguente curva RHR (t):

Tempo dopo l'innesco (min)	0	4	16	24	25	27	38	70
RHR (t) (MW)	0	1,4	1,4	5,5	8,3	4,5	1	0

CURVA RHR (T) RICAVATA SPERIMENTALMENTE IN TEST REALI DI INCENDIO DI AUTOVEICOLI

Si può osservare che la curva ricavata dalla sperimentazione è identica alla V1 del Codice che si prevede di utilizzare nel caso in esame.

Più in generale, si osserva che i dati della letteratura tecnica di settore mostrano che l'HRR, per un autoveicolo con motore a combustione interna, varia da 1500 a circa 12000 kW in funzione delle proprie dimensioni.

Definita la curva di rilascio termico RHR (t), sarà quindi necessario, al fine di descrivere quantitativamente il focolare (vedi par. M.2.7), definire i parametri caratteristici del medesimo, costituiti dalla resa in particolato, dalla resa in monossido di carbonio, dal calore di combustione effettivo, dalla formula chimica del combustibile ipotizzato e dalla frazione di HRR in irraggiamento.

Considerata la molteplicità dei possibili materiali combustibili presenti nell'autoveicolo, è necessario scegliere i parametri di cui sopra, riferendosi a quelli presenti in quantità maggiore.

Peraltro, ogni materiale presenta parametri più o meno critici rispetto ai vari fattori da inserire nel modello; ad esempio, il poliuretano presenta una elevata quantità in termini di resa in particolato, pur non presentando produzione significativa di gas irritanti.

Il PVC, invece, manifesta maggiore produzione in termini di gas irritanti mentre la resa in particolato è inferiore. Nello scenario oggetto del presente studio si è scelto di analizzare, in prima approssimazione, un caso nel quale emergesse maggiormente la criticità dovuta alla perdita di visibilità.

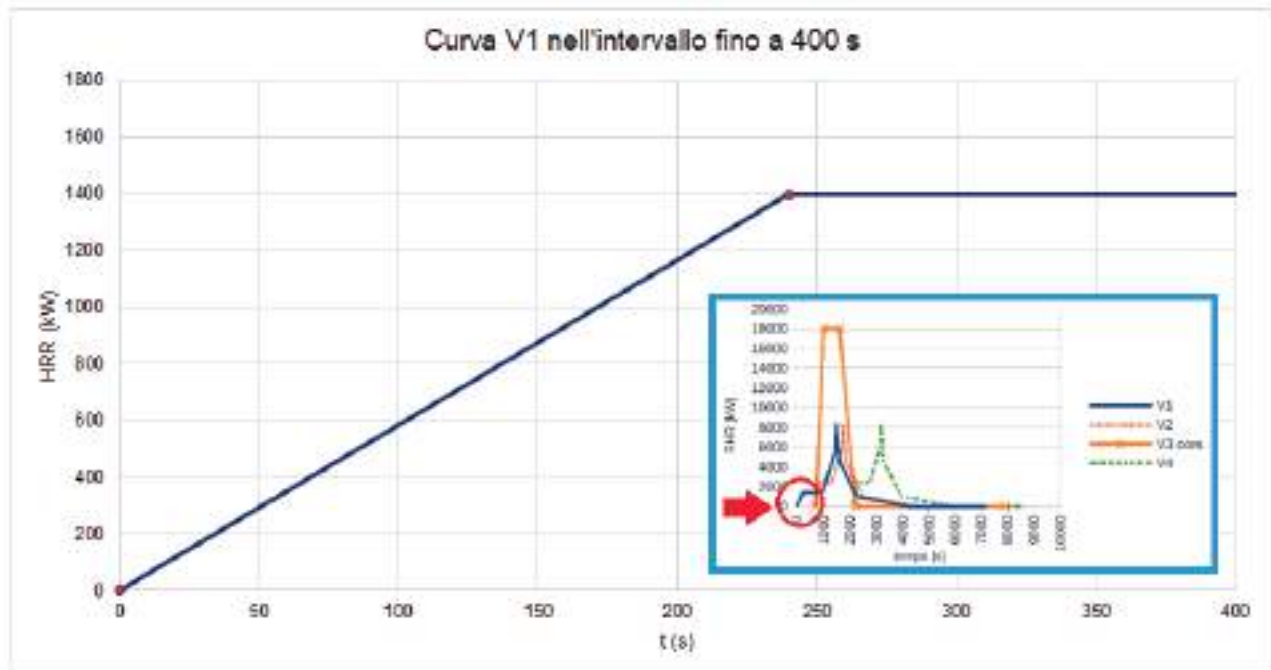
In riferimento alla schiuma di poliuretano flessibile, sono stati utilizzati i seguenti valori (fonte: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering - 5th edition - Springer ed. 2016 - Table A.39, pag. 3468).

Parametro	Definizione del focolare
Resa in particolato Y_{soot}	0,227 $\text{g}_{\text{soot}}/\text{g}_{\text{fuel}}$
Resa in monossido di carbonio Y_{CO}	0,031 $\text{g}_{\text{CO}}/\text{g}_{\text{fuel}}$
Resa in biossido di carbonio Y_{CO_2}	1,51 $\text{g}_{\text{CO}}/\text{g}_{\text{fuel}}$
Calore di combustione effettivo ΔHC	27,2 MJ/kg
Frazione di HRR(t) in irraggiamento (Radiative fraction)	35%
Combustibile di riferimento: schiuma di poliuretano flessibile (GM23)	$\text{C H}_{1,8} \text{O}_{0,35} \text{N}_{0,06}$

PARAMETRI REAC - SOFTWARE PRE-PROCESSORE PYROSIM³³

³³ Software edito dalla Thunderhead Engineering; è un'interfaccia grafica sviluppata per la gestione delle modellazioni CFD con FDS.

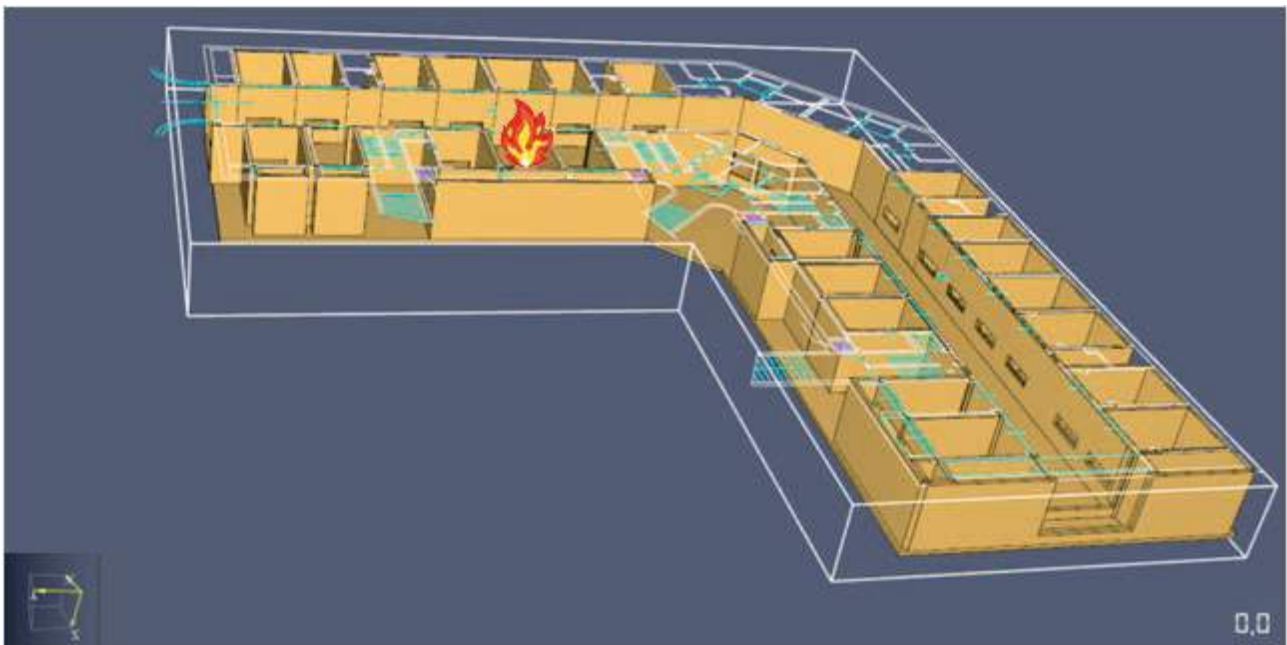
Nel diagramma seguente si raffigura la curva di rilascio termico utilizzata nella simulazione:



CURVA DI RILASCIO TERMICO HRR (T) DI INPUT

Nell'immagine seguente viene riportato il modello FSE del Piano -1 con l'individuazione del box (n. 31) nel quale viene posizionato il focolare.

A favore di sicurezza per l'esodo è stato simulato il dominio ristretto al corsello con il box di primo innesco aperto, con tutti gli occupanti che si trovano nel corsello stesso.



MODELLO PER FDS (FIRE DYNAMICS SIMULATOR) GENERATO CON IL SOFTWARE PRE-PROCESSORE PYROSIM

Si rappresentano di seguito i risultati ottenuti per lo scenario ipotizzato, in termini di propagazione dei fumi e del calore.

Calcolo di RSET

Ai fini del calcolo dell'ASET, per la verifica dei citati parametri considerati dal Codice al par. M.3.3.1, sono state posizionate delle *slice orizzontali*.³⁴

Per verificare le condizioni di visibilità sono stati quindi posizionati, in modo distribuito lungo le vie d'esodo, ad altezza di 1,80 m dal piano di calpestio, dei rivelatori di visibilità che misurano l'oscuramento e quindi segnalano l'eventuale esposizione al fumo degli occupanti durante l'esodo.

Analoga procedura è stata effettuata per le sonde di temperatura (posizionate ad altezza di 1,80 m dal piano calpestio) e per i devices puntuali relativi all'irraggiamento e ai parametri FED/FEC (posizionati anch'essi ad altezza di 1,80 m dal piano calpestio).

È stata effettuata la valutazione del tempo RSET (Required Safe Escape Time), ovvero dell'intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'attività raggiungono un *luogo sicuro*, tramite l'analisi delle sue componenti.

La valutazione del tempo RSET (Required Safe Escape Time), ovvero dell'intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'attività raggiungono un *luogo sicuro*, prevede l'analisi delle sue componenti.

Si assume l'ipotesi che RSET termini quando tutti gli occupanti raggiungono il primo *luogo sicuro temporaneo* lungo la via d'esodo costituito da uno dei quattro vani scala a prova di fumo³⁵, ovvero il *luogo sicuro* lungo la via d'esodo costituito dal cortile condominiale.



COMPOSIZIONE DEL TEMPO RSET

Tempo di rivelazione (t_{det})

La rivelazione incendi, all'interno dell'attività, è automatica; nelle modellazioni fluidodinamiche eseguite, il tempo di rivelazione t_{det} è stato verificato tramite l'uso di rivelatori virtuali.

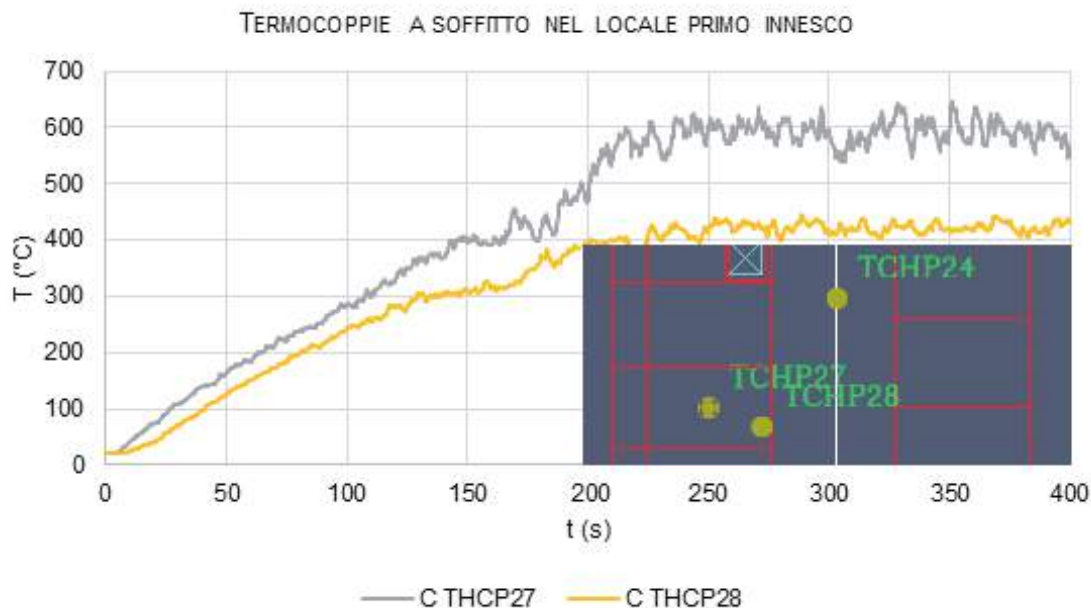
Riguardo ai rivelatori installati nell'autorimessa (di tipo termovelocimetrico), si ipotizza che il sensore termico attivi l'allarme al raggiungimento della temperatura di 74 °C.

Nelle modellazioni effettuate si è posta l'attenzione sui due rivelatori virtuali posti all'interno del box n. 31, uno sopra il focolare e l'altro in prossimità del basculante aperto sul corsello; nello scenario considerato si è osservato che i tempi di attivazione relativi ai sensori termici restituiscono i seguenti risultati:

³⁴ Come noto, FDS permette di visualizzare le grandezze di interesse (temperatura, visibilità, ecc.), tramite la rappresentazione su di un piano che seziona il dominio di calcolo; tale modalità, definita *slice file*, permette la quantificazione di queste, con l'ausilio di una scala cromatica graduata.

³⁵ Si suppone, infatti, che non esista più pericolo imminente per gli occupanti che raggiungono i compartimenti adiacenti, in quanto questi sono considerati non significativamente interessati dagli effetti dell'incendio durante la fase di esodo.

- la sonda virtuale di temperatura THCP27 posta sul focolare si attiva trascorsi 20 s (raggiungimento della soglia di temperatura pari a $T = 74\text{ °C}$);
- la sonda virtuale di temperatura THCP28 posta in prossimità del basculante si attiva trascorsi 31 s (raggiungimento della soglia di temperatura pari a $T = 74\text{ °C}$).



Le risultanze fornite dalla modellazione e l'attribuzione del livello III per la misura S.7 (vedi prosieguo della trattazione) consentirebbero di ipotizzare un tempo t_{det} relativamente breve; tuttavia, cautelativamente, tenendo conto anche delle diverse caratteristiche tecnologiche dei rivelatori presenti sul mercato, si assumerà tale tempo pari a 60 s.

Osservazione

Si può notare che la temperatura all'interno del box n. 31 raggiunge i 600 °C trascorsi circa 225 s dall'innescio. Dal punto di vista strutturale tale circostanza non determina un rischio aggiuntivo, in quanto le strutture portanti dell'edificio e le partizioni tra i box presentano una classe di resistenza al fuoco REI 90 (vedi prosieguo della trattazione).

Tale curva di temperatura rappresenta la misura in un punto ben preciso, quello della sonda THCP27, posta al centro del box; già in prossimità della THCP28, posta vicino alla basculante, le temperature assumono valori molto più bassi.

L'incendio naturale simulato differisce da quello nominale per il fatto di essere variabile nello spazio, generando un campo di temperature via via meno intenso rispetto a quello posto in prossimità del focolare.

Con le curve nominali, invece, l'incendio è convenzionale ed è costante nello spazio, fatto di per sé conservativo nella maggior parte dei casi: è come avere un unico scenario d'incendio generalizzato rappresentato da un'unica temperatura in tutto il compartimento, variabile solo nel tempo.

Rispetto a tale cimento termico convenzionale si verificano le prestazioni di resistenza al fuoco in termini di classe.

Dall'esame delle temperature dell'incendio di cui alla ISO 834, si osservano valori variabili da circa 533 °C a circa 620 °C nell'intervallo temporale che va dai 225 s ai 400 s, per poi arrivare a valori di temperatura di circa 1006 °C in corrispondenza della classe 90 min.

Pertanto, dai ragionamenti qualitativi sopra riportati, si intuisce che la sollecitazione termica riscontrata in un singolo punto del solaio del box n. 31 non sia significativamente superiore a quella al medesimo tempo della curva ISO 834 e, soprattutto, nettamente inferiore a quella che viene comunque sopportata dall'elemento strutturale al minuto 90 dell'incendio convenzionale.

Si evidenzia, infine, che lo scenario d'incendio di progetto non è stato selezionato avendo come obiettivo la resistenza al fuoco delle strutture, bensì la salvaguardia della vita umana.

In generale l'individuazione e la selezione degli scenari d'incendio di progetto dipende dagli obiettivi di sicurezza antincendio e quindi, a parità di attività, gli scenari d'incendio di progetto differiranno in funzione di tali obiettivi.

Tempo di allarme (t_a)

Il tempo di allarme t_a è nullo, in quanto in seguito all'attivazione della rivelazione, l'allarme viene diramato immediatamente sia a livello locale, che tramite segnalazione remota.

Peraltro, gli occupanti sono in grado di trasmettere velocemente l'allarme, essendo il corsello di manovra caratterizzato da affollamento limitato e tutti gli occupanti hanno familiarità con ambiente.

Tempo di pre-movimento (t_{pre})

In seguito al rilancio dell'allarme, è necessario tenere conto del fatto che ogni occupante necessita di un tempo di riconoscimento dell'allarme e di risposta ad esso, in cui si rende conto del pericolo e quindi si organizza prima di mettersi in movimento.

La somma di questi due tempi (riconoscimento e risposta) fornisce il tempo di pre-movimento t_{pre} .

Per stimare tale tempo si è fatto uso della norma ISO/TR 16738, che fornisce una guida per valutare il tempo di pre-movimento t_{pre} su base statistica, in base al tipo di allarme (livelli A1, A2, A3), al livello di management della sicurezza (M1, M2, M3) e alla complessità dell'edificio (B1, B2, B3).

In un sito ove ci sia un allarme diretto, si assegna il livello A1 per il tipo di allarme.

Questo livello prevede infatti: rivelazione automatica in tutta l'attività, che attiva un allarme generale immediato agli occupanti.

L'impianto automatico di rivelazione fumi presente all'interno dell'attività genera un allarme immediato per gli occupanti, che attiva anche delle procedure di emergenza.

Il livello di management della sicurezza è medio, in quanto nell'attività non è presente un sistema di videosorveglianza, né un sistema di GSA di tipo avanzato, che preveda audit indipendenti.

Pertanto, dal punto di vista di management della sicurezza, è possibile assegnare il livello M2³⁶.

Dal punto di vista della complessità dell'edificio, ci troviamo di fronte a una situazione che presenta una certa linearità e, pertanto, è possibile assegnare il livello B1.

Date le valutazioni precedentemente esposte, per una situazione in cui gli occupanti sono svegli, che hanno familiarità con l'edificio, con livelli M2 B1 A1, la norma ISO/TR 16738 (vedi estratto nella tabella seguente) suggerisce un tempo di pre-movimento con una distribuzione in cui il valore minimo è pari a 60 s (1° percentile) e il massimo è pari a 180 s (99° percentile).

Scenario category and modifier levels ^a	First occupants t_{pre} (1st percentile)	Occupant distribution t_{pre} (99th percentile)
A: Awake and familiar		
M1 B1 – B2 A1 – A2 ^a	0,5	1,5
M2 B1 – B2 A1 – A2	1	3
M3 B1 – B2 A1 – A3	> 15 ^b	> 30 ^b
For B3, add 0,5 for way-finding.	—	—
M1 normally requires a voice alarm/PA if unfamiliar visitors likely to be present.	—	—

ESTRATTO DALLA NORMA ISO/TR 16738/2009 - TABLE E.2

Il tempo di pre-movimento è stato scelto al 99° percentile³⁷, vedi anche nota seguente, pari a $t_{pre} = 180$ s.

³⁶ Seguendo la filosofia del Codice per t_{pre} è possibile attribuire al management della sicurezza un livello pari a M2 se riferito ad un livello di GSA con livello di prestazione I e pari a M1 in caso di livello di prestazione superiore.

³⁷ E. Gissi, Calcolo dei parametri per il dimensionamento dei sistemi d'esodo secondo soluzione conforme al Codice di prevenzione incendi, in Codice di prevenzione incendi commentato III ed. (2019), EPC Editore.

Tempo di movimento (t_{tra})

L'attività si ritiene a *bassa densità di affollamento*.³⁸

Il tempo di movimento t_{tra} , che l'i-esimo occupante impiega per percorrere la via d'esodo dal luogo in cui si trova nel box di primo innesco fino al *luogo sicuro* (o *sicuro temporaneo*), è calcolato come il rapporto tra la massima lunghezza del percorso fino all'uscita dal compartimento di primo innesco (pari a circa 23 m³⁹) e la velocità di traslazione orizzontale v_{oriz} assunta per gli occupanti.

Nel caso in questione si è scelto di considerare per quest'ultima il valore di 0,57 m/s⁴⁰.

$$t_{tra} = L_{es} / v_{oriz}$$

$$t_{tra} = 23 / 0,57 = 40 \text{ s}$$

In definitiva, si ottiene:

$$RSET = t_{det} + t_a + t_{pre} \text{ (99° percentile)} + t_{tra} = 60 + 0 + 180 + 40 = 280 \text{ s}$$

Margine di sicurezza (t_{marg})

Come richiesto dal par. M.3.2.2, a meno di specifiche valutazioni, si assume $t_{marg} \geq 100\%$ RSET.

In caso di specifiche valutazioni sull'affidabilità dei dati di input impiegati nella progettazione prestazionale, supportate da dati di letteratura o di normazione tecnica consolidata, è consentito assumere $t_{marg} \geq 10\%$ di RSET e comunque non inferiore a 30 s.

Nel caso in esame, le ipotesi assunte, fortemente cautelative, con l'utilizzo dei valori bibliografici più critici e l'impiego di una curva HRR sufficientemente severa, aderente al possibile scenario di incendio, consentono di assumere per il t_{marg} un valore pari al 10% di RSET.

Pertanto, il tempo RSET, comprensivo del t_{marg} , risulta come nella tabella seguente:

$t_{det} + t_a$	t_{pre}	t_{tra}	RSET	t_{marg}	RSET + t_{marg}
60 s	180 s	40 s	280 s	30 s	310 s

³⁸ Si veda anche "R. Sabatino, M. Lombardi, P. Cancelliere e altri, La progettazione dell'esodo, INAIL 2020", appartenente alla collana di quaderni di cui fa parte la presente pubblicazione.

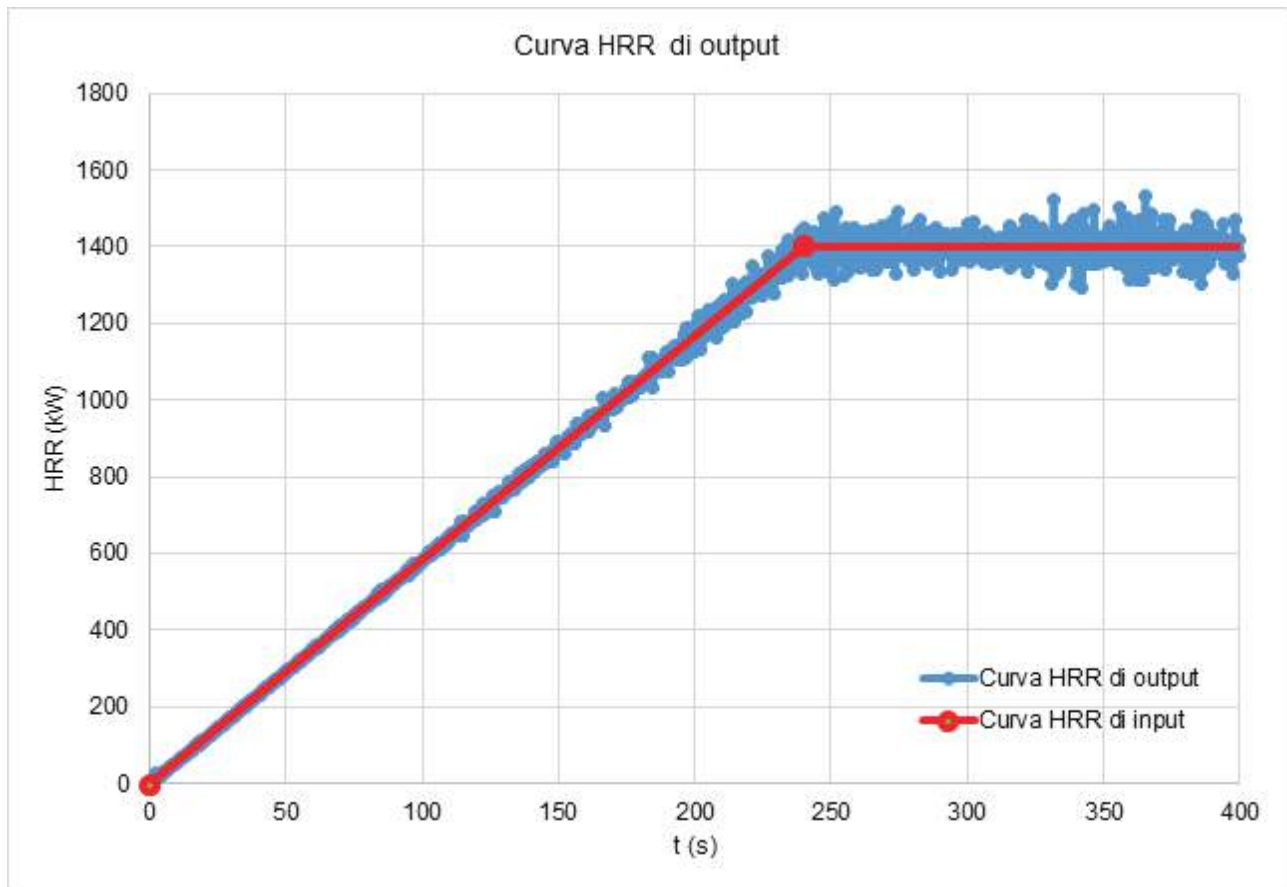
³⁹ Si è considerato un occupante che arrivi sull'asse del corsello, alla massima distanza dalle vie d'esodo rappresentate dai corpi scala, proveniente dal punto più lontano del generico box.

⁴⁰ Velocità di spostamento indisturbato degli occupanti sulle superfici orizzontali, valore tratto da: ISO/TR 16738:2009, table G.4, Travel speeds on horizontal surfaces: all disabled subjects, 1st quartile.

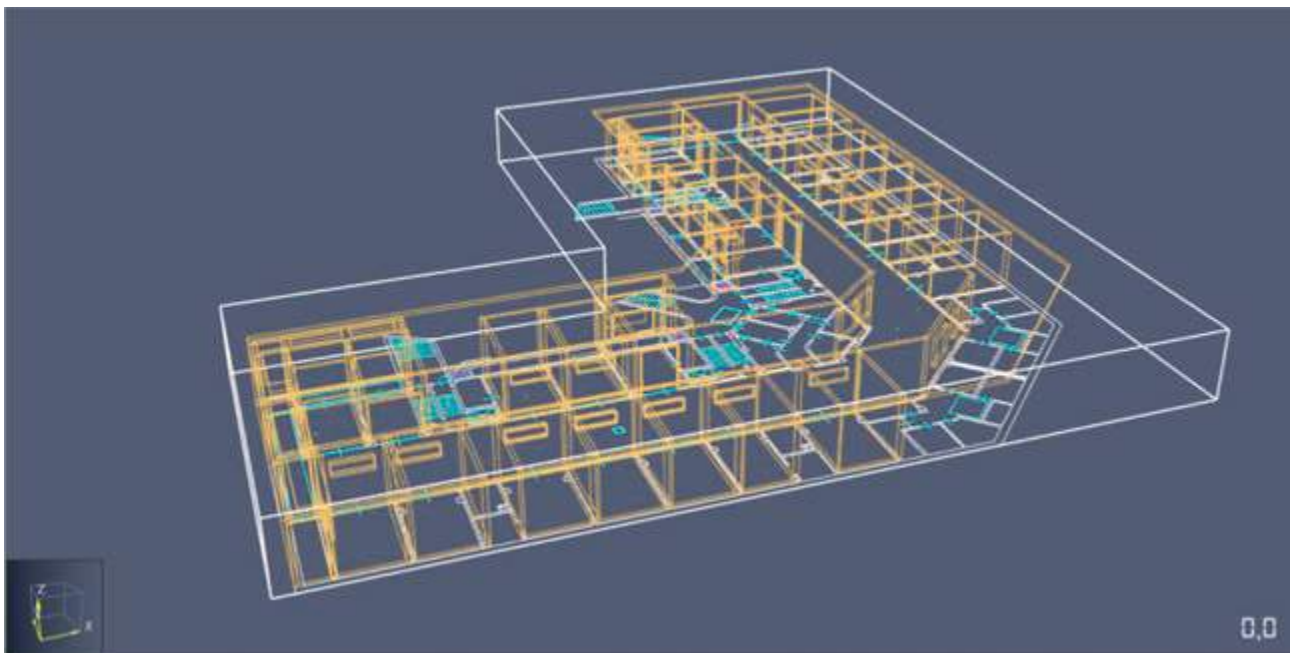
Pertanto, come si vedrà esaminando la misura S.4 Esodo, è previsto, in ciascun piano dell'autorimessa, uno spazio calmo, progettato secondo le indicazioni del par. S.4.9.1, al fine di consentire agli occupanti con ridotte o impedito capacità motorie di attendere e ricevere assistenza.

Valutazione delle soluzioni progettuali

In riferimento al modello esaminato, come detto, la simulazione della dinamica dell'incendio è stata condotta per un tempo di circa 400 s manifestando i seguenti esiti, ritenuti più significativi.



CURVA DI RILASCIO TERMICO HRR (t) RESTITUITA IN OUTPUT



MODELLO PER FDS (FIRE DYNAMICS SIMULATOR) GENERATO CON IL SOFTWARE PRE-PROCESSORE PYROSIM

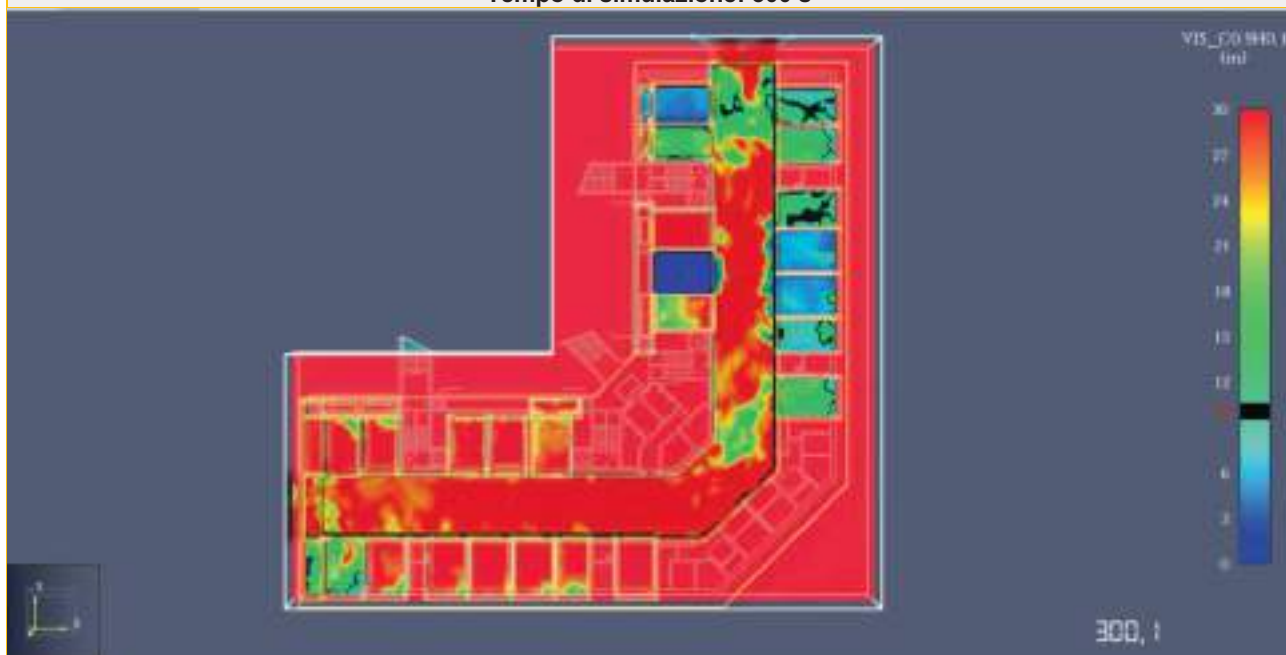
PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 120 s



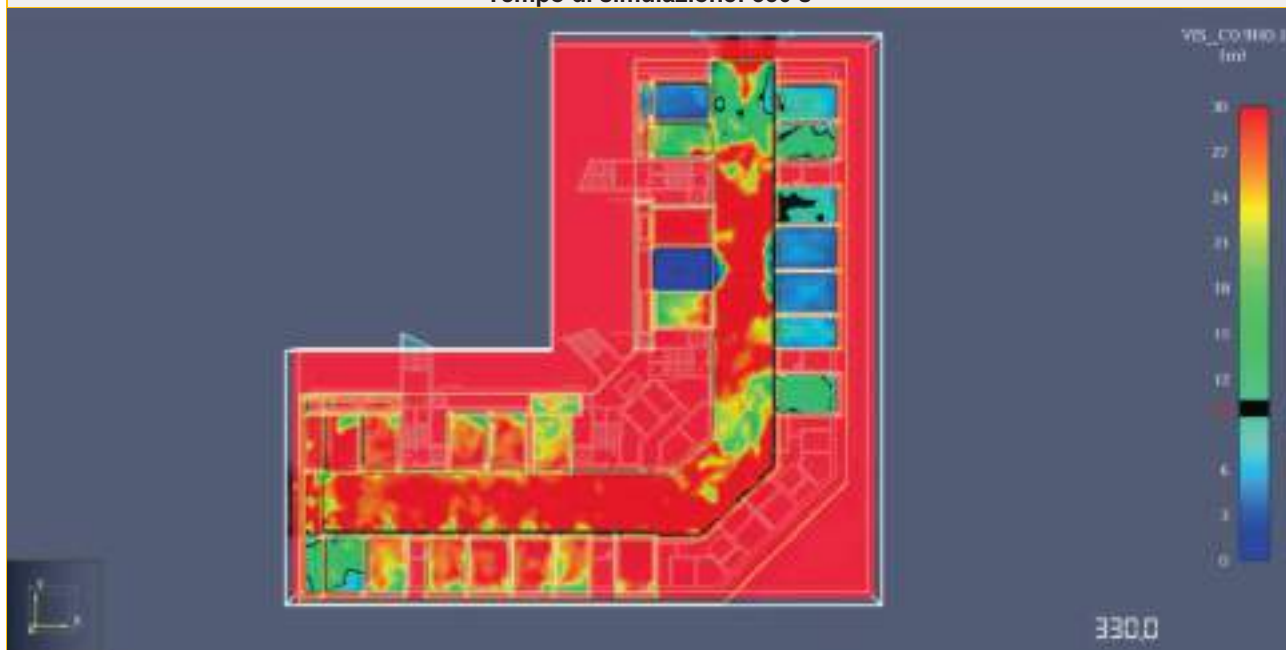
PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 200 s



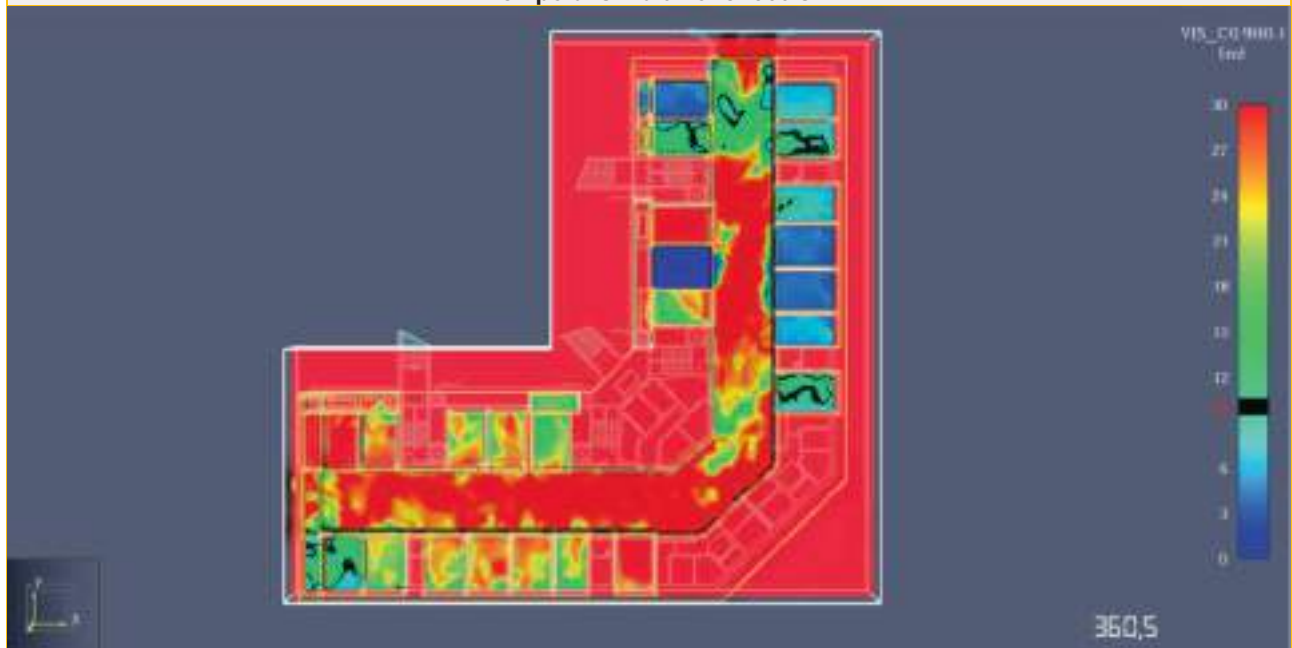
PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
($z = 1,80$ m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 300 s



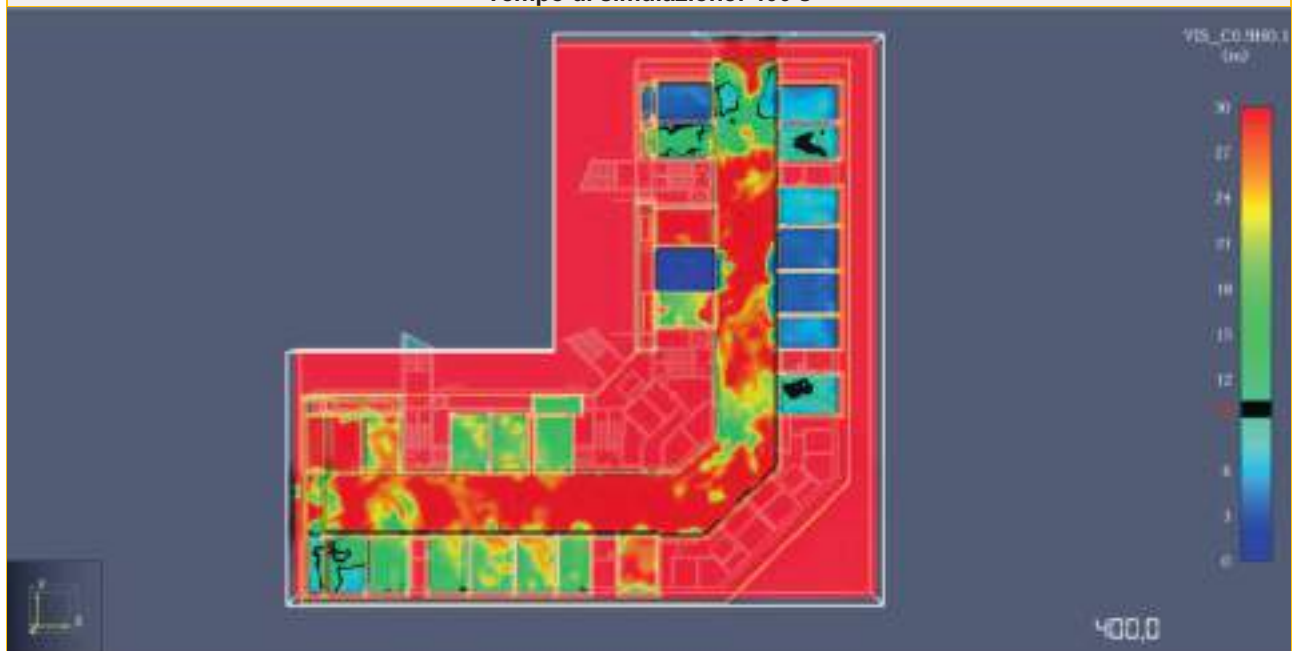
PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
($z = 1,80$ m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 330 s



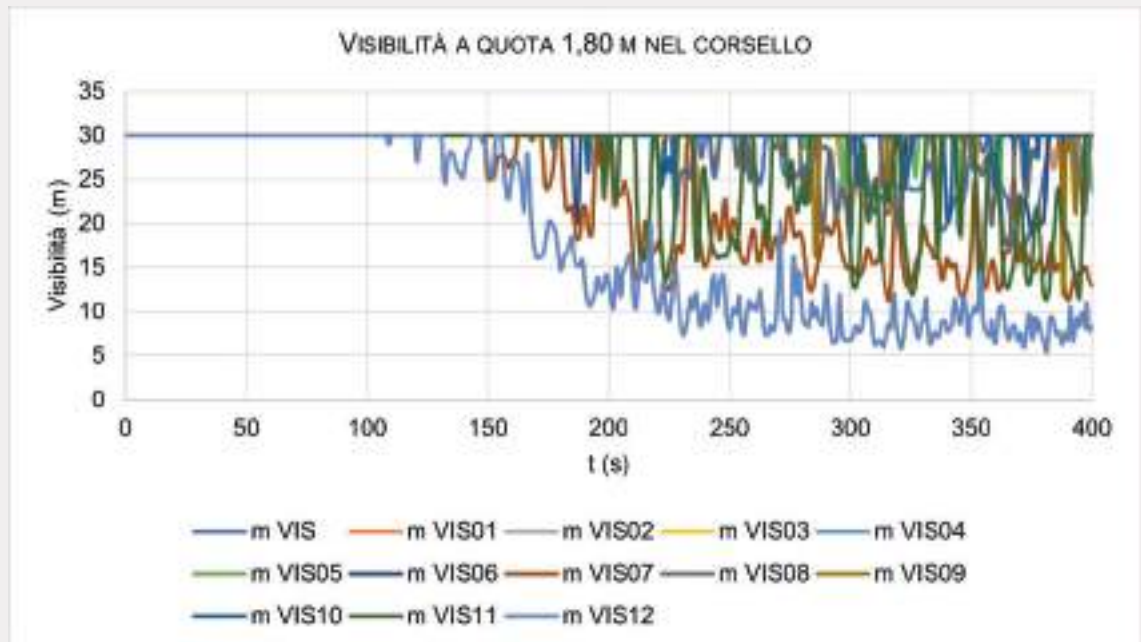
PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
($z = 1,80$ m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 360 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
($z = 1,80$ m rispetto al piano calpestio)
SCENARIO CONSIDERATO
Tempo di simulazione: 400 s



PROPAGAZIONE DEI FUMI NEL CORSELLO AUTORIMESSA - VISIBILITÀ
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)



POSIZIONAMENTO DEI RIVELATORI VIRTUALI DI FUMO A QUOTA 1,80 M

TEMPERATURE NEL CORSELLO AUTORIMESSA

(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO CONSIDERATO

Tempo di simulazione: 300 s



TEMPERATURE NEL CORSELLO AUTORIMESSA

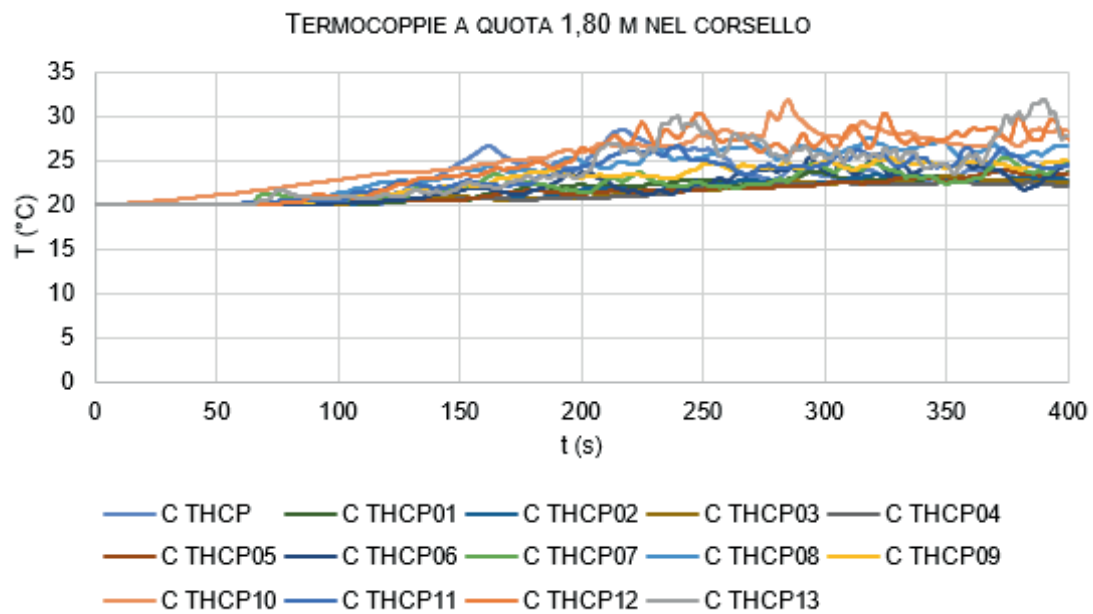
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)

SCENARIO CONSIDERATO

Tempo di simulazione: 400 s

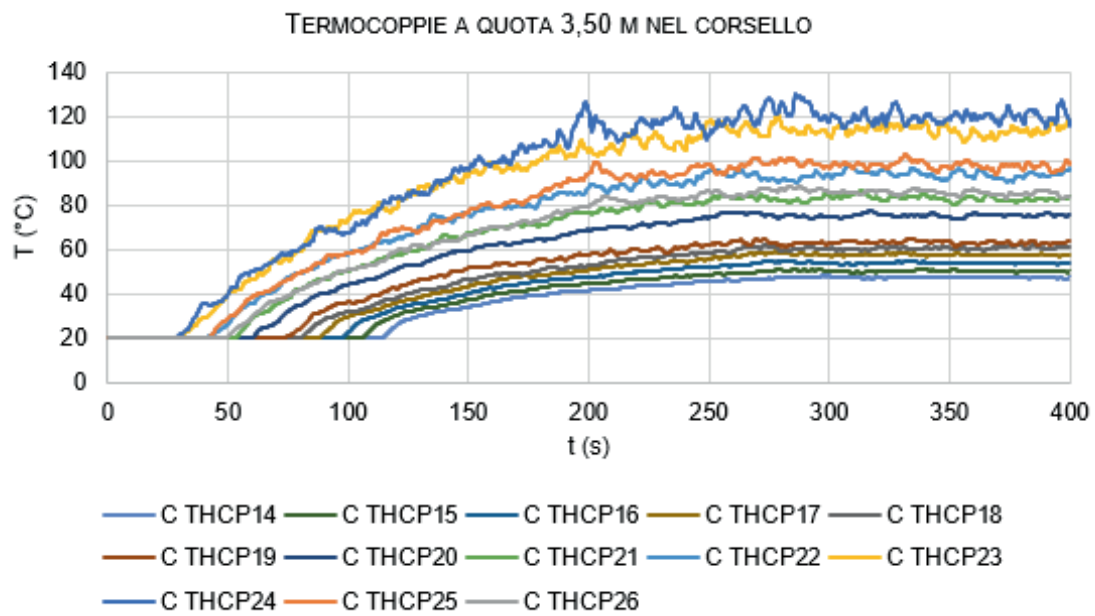


TEMPERATURE NEL CORSELLO AUTORIMESSA
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)



POSIZIONAMENTO DELLE SONDE VIRTUALI DI TEMPERATURA A QUOTA 1,80 M

TEMPERATURE A SOFFITTO NEL CORSELLO AUTORIMESSA
(z = 3,50 m rispetto al piano calpestio)

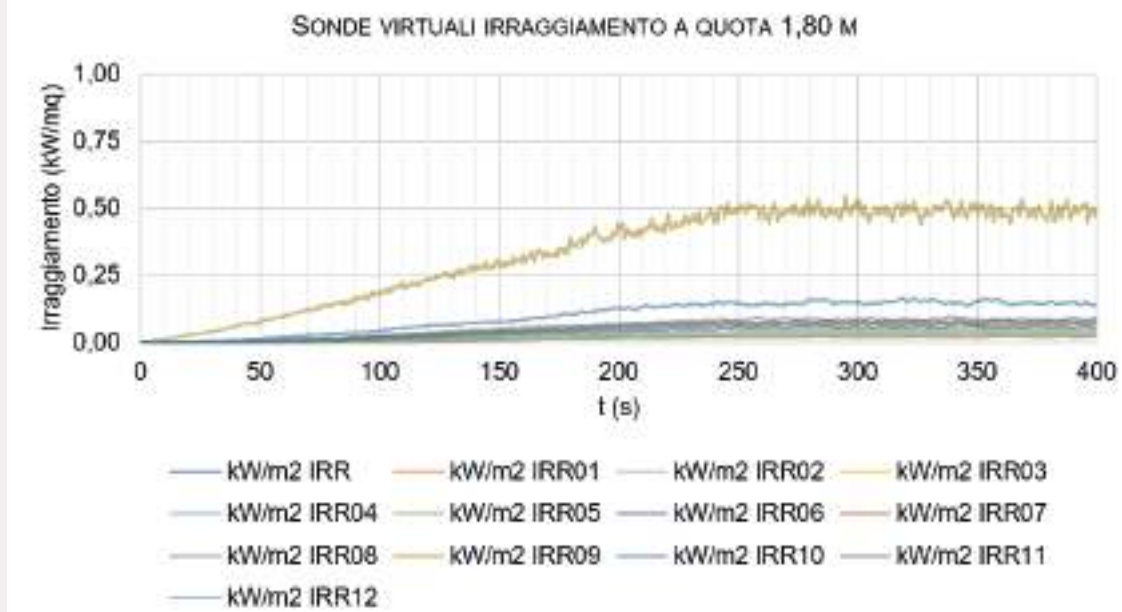


POSIZIONAMENTO DELLE SONDE VIRTUALI DI TEMPERATURA A SOFFITTO

Si osserva che, nell'arco temporale indagato, le temperature raggiunte a soffitto, all'esterno del box di primo innesco, non destano particolari preoccupazioni dal punto di vista della sicurezza strutturale dell'autorimessa.

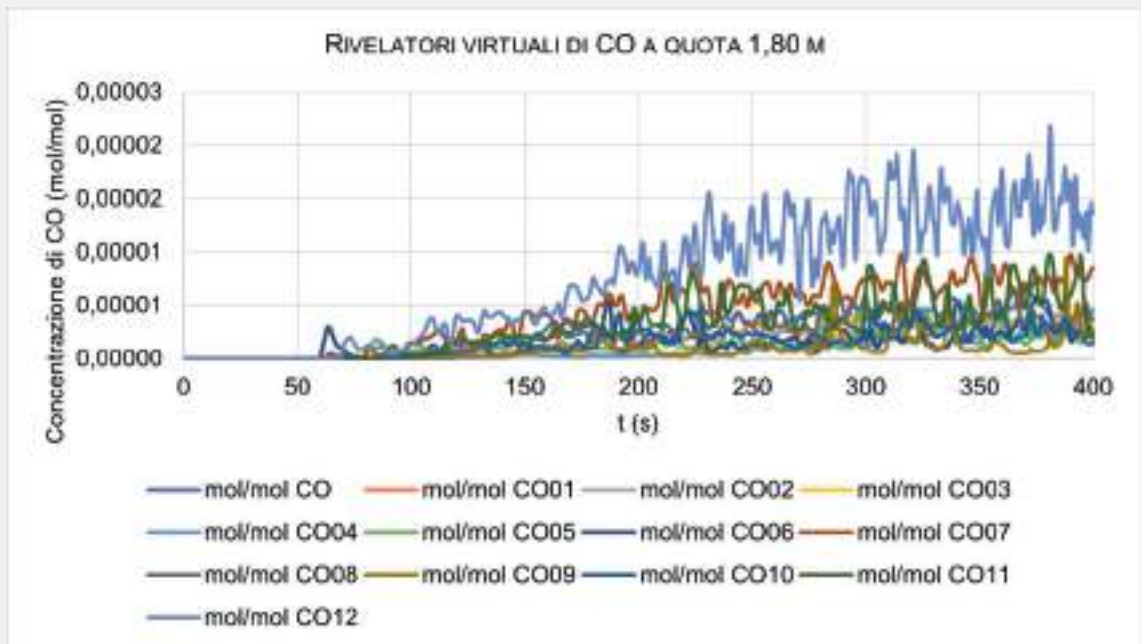
IRRAGGIAMENTO NEL CORSELLO AUTORIMESSA**(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)****SCENARIO CONSIDERATO****Tempo di simulazione: 300 s****IRRAGGIAMENTO NEL CORSELLO AUTORIMESSA****(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)****SCENARIO CONSIDERATO****Tempo di simulazione: 400 s**

IRRAGGIAMENTO NEL CORSELLO AUTORIMESSA (z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)



POSIZIONAMENTO DELLE SONDE VIRTUALI IRRAGGIAMENTO A QUOTA 1,80 M

FED – CONCENTRAZIONE DI CO NEL CORSELLO AUTORIMESSA
(z = 1,80 m rispetto al piano calpestio)



POSIZIONAMENTO DEI RIVELATORI VIRTUALI DI CO A QUOTA 1,80 M

L'analisi fluidodinamica al tempo $RSET + t_{\text{marg}}$ (310 s) non raffigura il raggiungimento del valore di ASET.

Come era naturale attendersi, la visibilità a 10 m, nel contesto esaminato, è la soglia prestazionale a mostrare alcune condizioni di criticità.

Tuttavia, locali situazioni di visibilità prossime alla soglia di cui alla tab. M.3-2 (10 m), sono rilevabili solamente in prossimità del cancello di accesso all'autorimessa, ma a distanza inferiore dallo stesso (la sonda di visibilità VIS12, posta a 6,00 m circa dal cancello, raggiunge la soglia dei 10 m trascorsi 220 s).

Pertanto, il reale ASET, che determina condizioni incapacitanti per gli occupanti presenti nel piano, non viene raggiunto nell'intervallo dei 400 s della simulazione.

Riguardo alle restanti soglie prestazionali:

- la temperatura nel corsello raggiunge i 32 °C, trascorsi 284 s, in corrispondenza del box n. 31 (termocoppia THCP10);
- l'irraggiamento nel corsello raggiunge i 0,55 Kw/mq, trascorsi 294 s, in corrispondenza del box n. 31 (sonda IRR09);
- i riscontri relativi ai parametri FED e FEC, facenti riferimento ai modelli dei gas tossici e irritanti, non hanno fornito valori significativi per l'intera durata della simulazione.

Osservazione sugli scenari per la verifica della capacità portante in caso di incendio

Si segnala che, a norma del par. V.6.6.1.9, essendo installato nell'autorimessa un sistema di controllo dell'incendio di tipo automatico di tipo sprinkler (vedi prosieguo della trattazione e par. S.6.9.1), all'istante t_x di entrata in funzione dell'impianto automatico (par. M.2.6 e III. M.2-1), la curva di progetto può essere ridotta fino al 50% della potenza termica indicata, mantenendo l'analogo andamento temporale, e può essere escluso l'effetto di propagazione dell'incendio ad altri autoveicoli.

Nelle simulazioni effettuate non si è proceduto in tal senso; quanto segue viene reso solamente a scopo didattico.

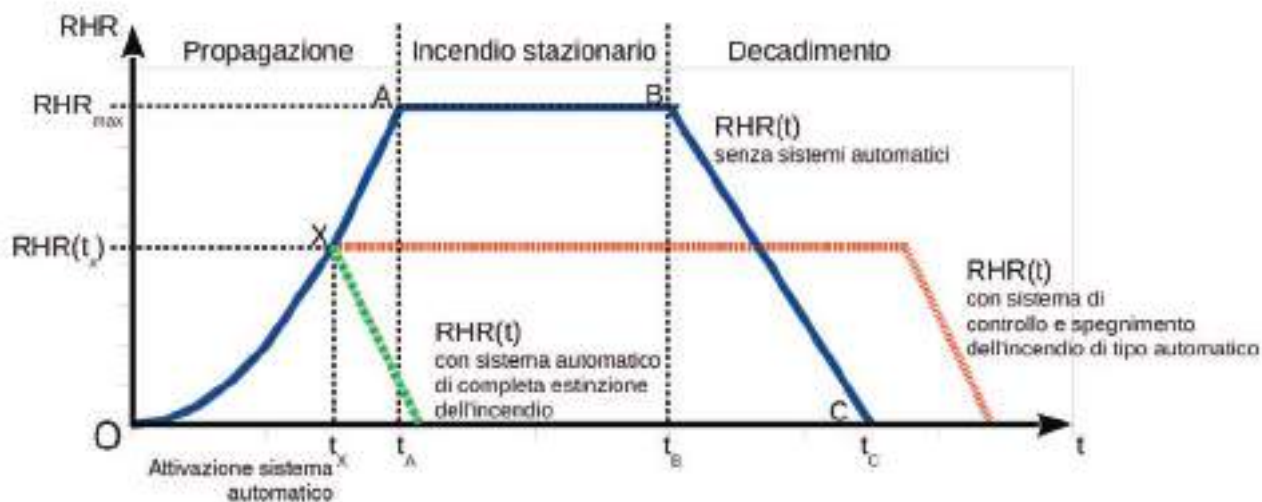


ILLUSTRAZIONE M.2-1: FASI DELL'INCENDIO

Il Codice rammenta inoltre che, differenza degli incendi di materiali in deposito, la carrozzeria degli autoveicoli influenza l'efficacia dei sistemi automatici di controllo dell'incendio; pertanto, la curva di rilascio della potenza termica non può essere limitata al valore raggiunto dall'incendio all'istante t_x di attivazione degli stessi sistemi, ma si possono comunque ridurre percentualmente i valori della potenza termica rilasciata, conservandone lo stesso andamento nel tempo.

Il Codice rinvia, per ulteriori riferimenti, alla Technical specification prCEN/TS 12101-11.

Ovviamente, a norma del par. M.1.8.5, qualora i sistemi di protezione attiva siano considerati ai fini della riduzione della potenza termica rilasciata dall'incendio $RHR(t)$ o comunque contribuiscano a mitigare gli effetti dell'incendio, devono essere installati sistemi a *disponibilità superiore*, ovvero (punto 9 del par. G.1.14) dotati di un livello di disponibilità più elevato rispetto a quello minimo previsto dalle norme di riferimento del sistema o dell'impianto.

Ipotesi di riduzione della curva di progetto, in presenza di sistema sprinkler, al caso in esame

Come detto, in relazione all'applicazione dei metodi dell'ingegneria della sicurezza antincendio, in caso di presenza di sistemi di controllo dell'incendio di tipo automatico, all'istante di entrata in funzione dell'impianto, la curva di progetto HRR può essere ridotta fino al 50% della potenza termica indicata.

Inoltre, all'istante t_x di entrata in funzione dell'impianto automatico, può essere escluso l'effetto di propagazione dell'incendio ad altri autoveicoli.

Tale ultima circostanza non interessa il caso in esame, essendo l'autorimessa suddivisa in box.

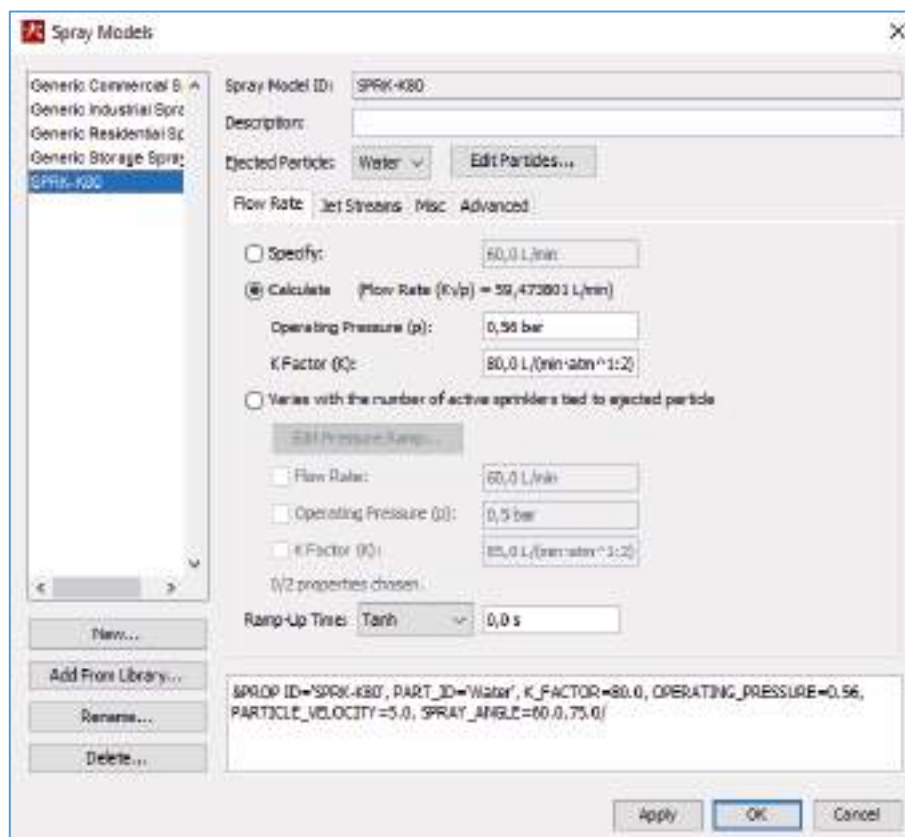
Si illustra di seguito la possibile riduzione della curva di progetto secondo le ipotesi esposte.

Ipotizzando l'installazione di sprinkler automatici, dalla simulazione effettuata con FDS, si rileva che dopo 208 s dall'inizio dell'incendio si attiva la prima delle testine sprinkler posizionate nel box n. 31 di primo innesco, in corrispondenza, quindi, del raggiungimento della potenza di 1368 kW.

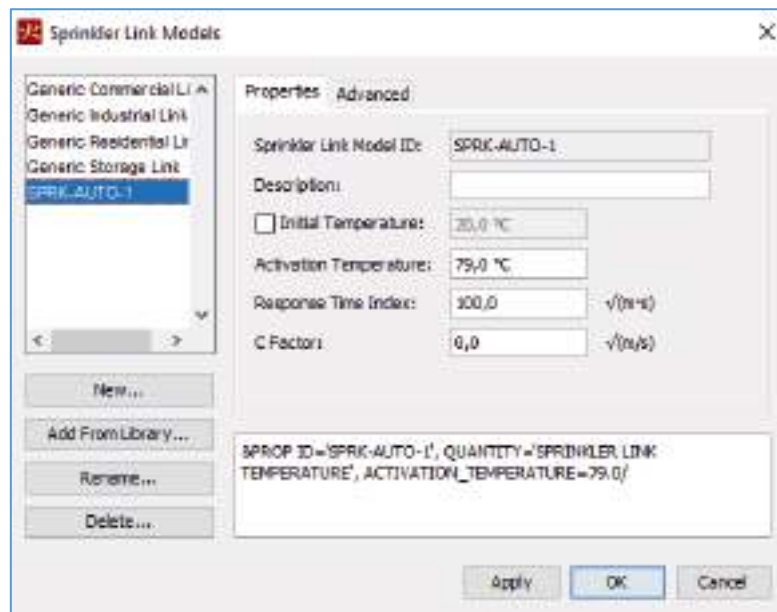
Di conseguenza, il valore di 208 s, maggiorato cautelativamente di ulteriori 20 s, potrebbe identificarsi come il $t_x = 228$ s necessario per l'attivazione del sistema sprinkler di cui al par. V.6.6.1.9 e III. M.2-1.

Sinteticamente, utilizzando il pre-processore PyroSim, si è ipotizzato un sistema sprinkler *standard* avente, per gli erogatori, le seguenti caratteristiche:

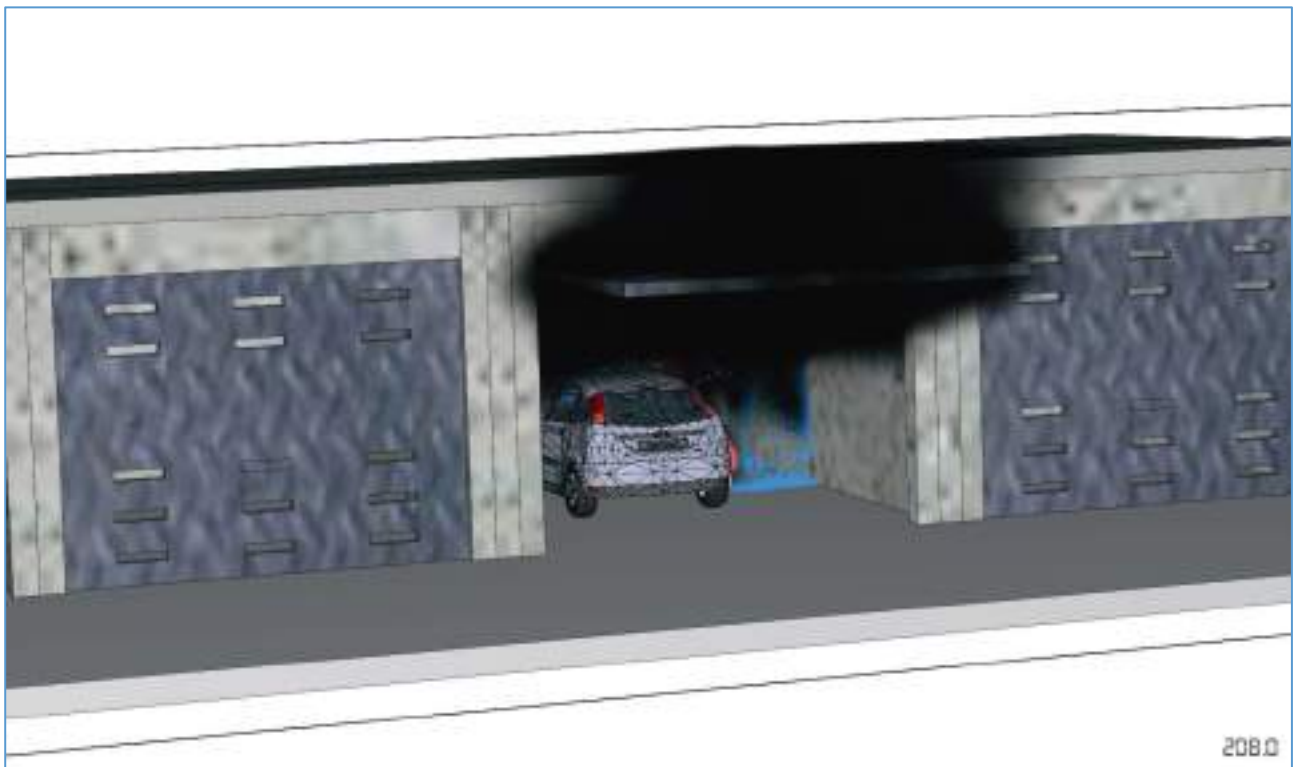
- pressione di esercizio: 0,56 bar;
- K factor: 80 l/(min · atm^{1/2});
- densità di scarica di progetto: 5 mm/min;
- portata: circa 60 l/min;
- temperatura di attivazione: 79 °C;
- RTI: 100 (min · s)^{1/2}.



SPRAY MODEL IPOTIZZATO - PRE-PROCESSORE PYROSIM

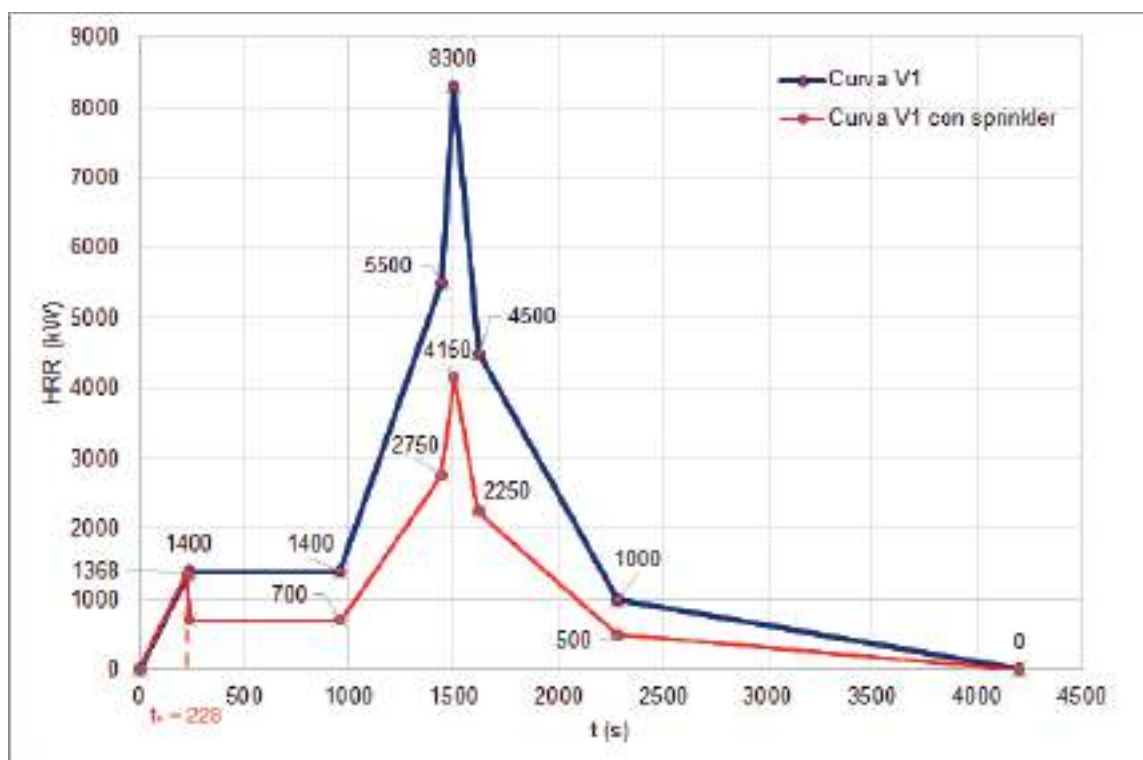


SPRINKLER MODEL IPOTIZZATO - PRE-PROCESSORE PYROSIM

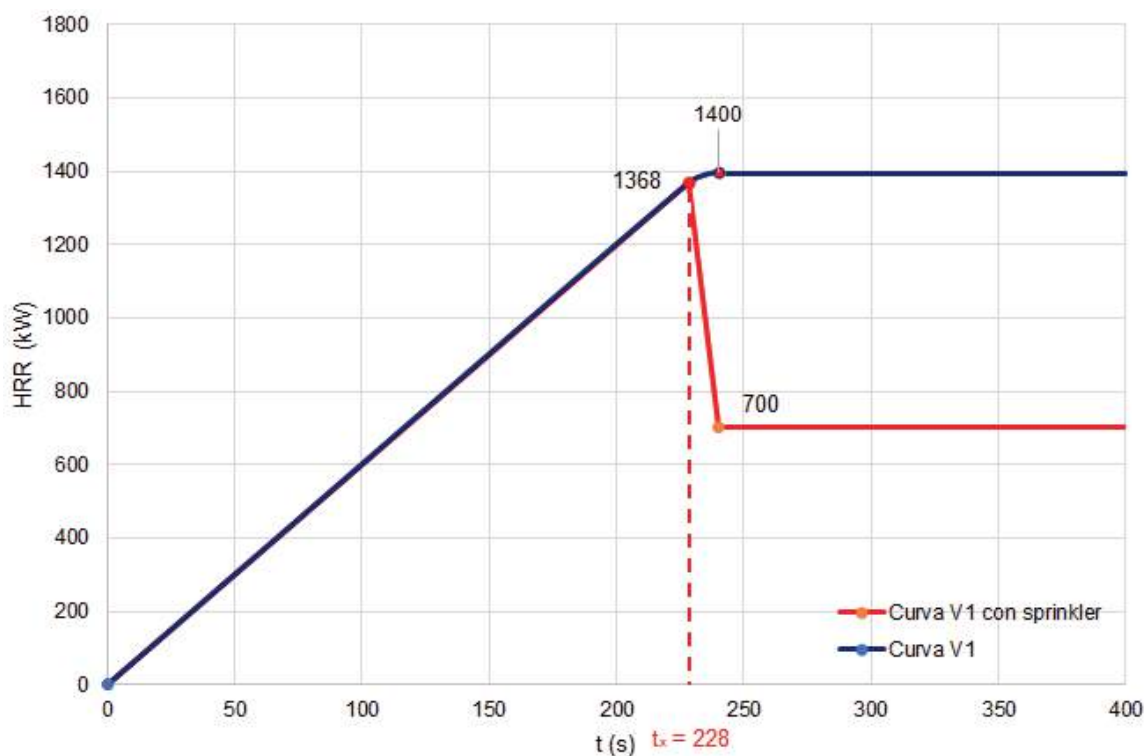


ATTIVAZIONE DELLA PRIMA TESTINA SPRINKLER NEL BOX DI PRIMO INNESCO - T = 208 s
GENERATA CON IL PRE-PROCESSORE PYROSIM

Conseguentemente, la curva di progetto HRR utilizzata (V1 della RTV V.6) potrebbe, pertanto, raggiunto l'istante di attivazione dello sprinkler ($t_x = 228$ s), essere ridotta fino al 50% della potenza termica, come indicato nel diagramma seguente:



Per gli scopi del caso in esame, la curva di progetto HRR ridotta interesserà solamente per l'intervallo temporale fino a 400 s:



Come si può notare, anche ai fini dell'indagine sull'esodo, la curva di ridotta, causata dall'attivazione del sistema sprinkler, produce significativi mutamenti rispetto alla curva di progetto originale. Diversamente, in relazione al coinvolgimento dei pannelli isolanti posti a soffitto, l'intervento del sistema sprinkler non incide sull'eventuale permanenza in sede degli stessi, di cui al seguente paragrafo.

Selezione della soluzione progettuale idonea

A seguito dell'analisi fluidodinamica sviluppata si può quindi concludere che la condizione $RSET + t_{\text{marg}} < ASET$ viene verificata e la modellazione permette di stabilire che l'esodo può avvenire in sicurezza nello scenario di incendio considerato.

Pertanto, tale soluzione si dimostra idonea al raggiungimento dell'obiettivo di sicurezza prefissato di cui alla tab. S.-4.

Conclusioni inerenti i pannelli isolanti posti a soffitto

La presente *soluzione alternativa* intendeva mirare a verificare se sia effettivamente necessario rimuovere il materiale isolante, che potrebbe essere innescato nell'ambito dell'incendio di un autoveicolo presente nel Piano -1.

Si rimarca che modellazioni eseguite non hanno tenuto in nessun conto dei pannelli isolanti posti a soffitto.

Considerata la presenza dei pannelli isolanti non protetti, non solo nelle aree di alcuni box, ma anche in spazi comuni che individuano peraltro percorsi di fuga, la verifica condotta, soprattutto nei confronti della evoluzione dei valori di temperatura a soffitto, conduce alla formulazione delle seguenti considerazioni metodologiche che giustificano l'approccio seguito.

Il posizionamento delle sonde di temperatura aveva in obiettivo di valutare se l'incendio dell'autoveicolo potesse produrre temperature a soffitto tali da indurre processi chimici di decomposizione dei pannelli in questione e, in seguito, ingenerare anche una partecipazione del pannello all'incendio, con un aumento di propagazione nelle aree vicine, soprattutto nel corsello utilizzato come via di fuga per gli occupanti dell'autorimessa.

Dai risultati ottenuti appare evidente che, in un tempo decisamente inferiore a quello stimato per l'esodo, le temperature raggiungono valori tali da compromettere la stabilità chimica del pannello e le temperature negli intervalli seguenti, ricompresi nell'intervallo temporale di analisi, definiscono anche il chiaro raggiungimento di temperature di innesco.

Infatti, l'andamento delle temperature a soffitto, sia nel box di primo l'innescò, sia nel corsello, evidenzia come la curva di crescita della temperatura superficiale all'intradosso del soffitto raggiunga temperature di 300°C e oltre in tempi inferiori ai 100 s.

Non volendo riferirsi ad una categoria commerciale specifica, non essendo nemmeno note le specifiche caratteristiche dei pannelli installati, ma approcciando la tematica in senso generale, si elencano alcune caratteristiche molto comuni per gli isolanti in commercio.

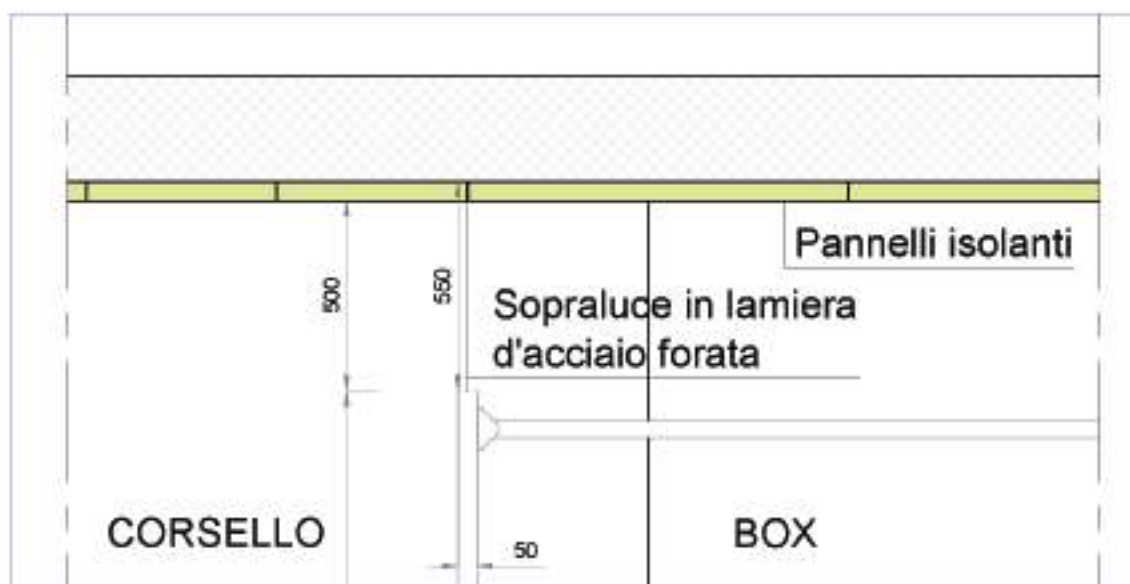
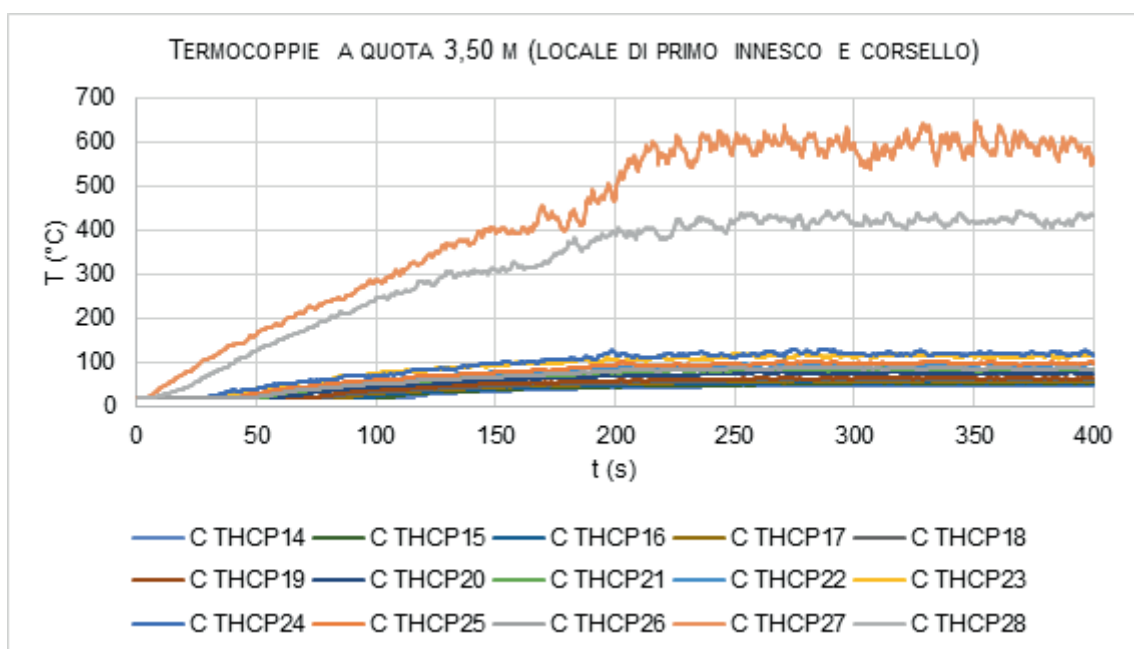
Comportamento dell'EPS - polistirene - polistirolo espanso (idrocarburo composto da idrogeno e carbonio):

- temperatura di decomposizione 300 - 400° C, per cui si evidenziano i primi segni di cedimento;
- temperatura di innesco della fiamma 360 - 370° C (DIN 54836) 345 - 360° C (ASTM D1929);
- temperatura di auto accensione 450 - 500° C 490° C (ASTM D1929);
- temperatura di autoaccensione dello stirene 490° C.

Con una fiamma a temperatura crescente il polistirolo inizia a collassare ed in seguito a sciogliersi, quindi a bruciare.

In caso di incendio i prodotti della combustione dipenderanno, ovviamente, dal livello di temperatura presente. La temperatura di autoaccensione delle schiume poliuretaniche è di circa 400 °C, mentre la fase di degrado e carbonizzazione inizia intorno ai 370 - 400 °C.

Dalla modellazione si rileva che nel box di primo innesco la temperatura di autoaccensione dei pannelli viene raggiunta trascorsi circa 148 s e, in prossimità del basculante (ipotizzato aperto), trascorsi circa 210 s, si verificano le condizioni per l'innescò, attraverso il sopraluce in lamiera d'acciaio forata posto in sommità, dei pannelli presenti sul soffitto del corsello e la conseguente propagazione dell'incendio.



Si conclude quindi che nel tempo di esodo avviene il coinvolgimento diretto dei pannelli a soffitto, sia all'interno dei box di primo innesco che nelle vie di fuga nel corsello, compromettendo, con la propagazione dell'incendio, le condizioni di conservazione e stabilità del materiale e, a causa di possibili fenomeni di gocciolamento dei pannelli, generanti gocce e particelle ardenti sugli occupanti che dovessero esodare dal piano, la sicurezza di questi ultimi.

I risultati ottenuti, pertanto, non permettono la conservazione in loco della coibentazione presente ed evidenziano la necessità della relativa rimozione, a causa dell'incompatibilità con le condizioni al contorno.

MISURA ANTINCENDIO: S.2 RESISTENZA AL FUOCO



Resistenza al fuoco

S.2.1 PREMESSA

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*.

Il capitolo S.3 sulle misure di compartimentazione costituisce complemento al presente capitolo.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'opera da costruzione il livello di prestazione III.

(tab. S.2-1) = livello 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.

Livello di prestazione III (vedi tab. S.2-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
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: - 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 responsabile dell'attività 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: • 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 responsabile dell'attività e con i seguenti profili di rischio: - o R_{vita} compresi in A1, A2, A3, A4; - o 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 costruzioni destinate ad attività di particolare importanza.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.2.4.3, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione III, devono essere verificate le prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni in base agli incendi convenzionali di progetto come previsto al par. S.2.5.

Per ogni compartimento occorre determinare il carico di incendio specifico di progetto, $q_{f,d}$, (massimo ipotizzabile, vedi di seguito) in funzione del quale si determina la classe minima di resistenza al fuoco (tab. S.2-3).

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

Il par. V.6.5.2 indica che la classe di resistenza al fuoco del compartimento non può essere inferiore a quanto previsto nella tab. V.6-1 seguente:

Autorimessa	Autorimessa SA; SB	
	Aperta	Chiusa
HA	30 [1]	60 [2]
HB	60	60 [2]
HC	60	90
HD	60	90

[1] Classe 60 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m
[2] Classe 90 in caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa > 24 m

TAB. V.6-1: CLASSI MINIME DI RESISTENZA AL FUOCO PER AUTORIMESSE NON ISOLATE

Per il caso in esame, trattandosi di autorimessa chiusa e classificata HC, occorre prevedere una classe minima di resistenza al fuoco pari a 90 min.

Nel par. S.2.3, in base alla tab. S.2-2, si evince l'attribuzione del livello di prestazione III in corrispondenza del quale, nel par. S.2.4.3 è prevista l'individuazione della *soluzione conforme* con classe minima di resistenza al fuoco, ricavata per il compartimento in questione in relazione al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ secondo la citata tab. S.2-3.

Si sottolinea che occorre, in ogni caso, calcolare il $q_{f,d}$ al fine di confrontarlo con la classe minima richiesta!

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione; nello specifico il progettista potrà, ove lo ritenga opportuno, valutare soluzioni *alternative* per la resistenza al fuoco delle strutture portanti, facendo ricorso alle curve naturali di incendio in luogo di quelle standard come cemento termico e dimostrando, attraverso calcoli termo-strutturali avanzati nel dominio del tempo, che la struttura dell'intera opera da costruzione mantenga la sua capacità portante in relazione ai peggiori scenari d'incendio di progetto credibili.

Pertanto, non basta determinare le curve naturali o i flussi termici naturali agenti nel compartimento o opera da costruzione, ma è necessario anche procedere alle analisi termiche ed ai calcoli termo-strutturali per dimostrare l'adeguatezza delle soluzioni alternative per la resistenza al fuoco.

In riferimento al par. S.2.8, *Criteri di progettazione strutturale in caso di incendio*, la capacità strutturale in caso d'incendio sarà vagliata, in sede di verifiche di sicurezza, tenendo conto della combinazione dei carichi per azioni eccezionali prevista dalle vigenti NTC.

Le verifiche potranno essere condotte su ciascun singolo elemento separatamente, trattandosi di soluzione conforme ed ai sensi del par. S.2.8.1; è evidente, però, che è necessario condurre indagini strumentali per conoscere le caratteristiche geometriche e meccaniche della struttura e di ciascun elemento costituente, i cui esiti sono di norma proposti nella valutazione della sicurezza ex punto 8.3 delle NTC 2018, essendo in tal caso non note a priori le prestazioni di resistenza al fuoco della costruzione.

In relazione agli elementi strutturali secondari, una volta individuati, è necessario verificare che un loro eventuale cedimento non risulti compromettente per la capacità portante dei restanti elementi strutturali e assicuri l'efficacia delle compartimentazioni e dei sistemi di protezione attiva installati.

Deve, inoltre, essere garantito l'esodo in sicurezza degli occupanti e dei soccorritori.

L'autorimessa sarà compartimentata con muratura REI 90 lungo tutto il confine con i locali cantina, posti il primo tra i due vani scala e il secondo di fronte ad esso, e saranno installate porte EI 90 di comunicazione tra le cantine e l'autorimessa.

Le murature di divisione dei box e quelle di divisione tra gli stessi e i locali cantina, saranno realizzati in muratura di mattoni di classe EI 90.

Saranno, inoltre, installate porte EI 90 di comunicazione con i locali macchine ascensori (aree TT) e sarà compartimentato tutto il confine degli stessi con l'autorimessa o i locali cantina.

Per le cantine⁴¹ (aree TM1) poste in entrambi i piani, non essendo inserite in compartimento distinto, non è richiesta alcuna caratteristica di resistenza al fuoco.

In ciascun vano scala di comunicazione con il condominio sovrastante sarà prevista una compartimentazione con muratura EI 90 e porte EI 90 e sarà creato un filtro di caratteristiche REI/EI 90, ovvero con porte EI 90 e muratura EI 90.

Calcolo del carico di incendio specifico di progetto (par. S. 2.9)

Il carico d'incendio specifico di progetto $q_{f,d}$, cioè il carico d'incendio specifico q_f corretto in base ai parametri indicatori del rischio di incendio e dei fattori relativi alle misure di protezione presenti, sarà pari a:

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

Considerata l'organizzazione dell'autorimessa, che prevede box individuali, si assume per **A** la superficie in pianta di uno dei due piani interrati (745 mq) per il coefficiente δ_{q1} (*fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento, vedi tab. S.2-6*) si ha:

Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}	Superficie in pianta lorda del compartimento (m ²)	δ_{q1}
A < 500	1,00	2500 ≤ A < 5000	1,60
500 ≤ A < 1000	1,20	5000 ≤ A < 10000	1,80
1000 ≤ A < 2500	1,40	A ≥ 10000	2,00

$$\delta_{q1} = 1,20$$

Le aree adibite ad attività di autorimessa 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; pertanto, come da previsione del punto S.2.9.1, per il coefficiente δ_{q2} (*fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento, vedi tab. S.2.7*) si ha:

⁴¹ Si rammenta la necessità di imporre ai condomini un limite di carico di incendio (minore di 300 MJ/mq, limite imposto al punto 3 del par. V.6.3, che sarà stimato in base al contenuto di una cantina standard).

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

$$\delta_{q2} = 1,00$$

Tenuto conto delle misure di protezione e gestione antincendio che si prevede di adottare, per il coefficiente δ_n (fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento⁴², vedi tab. S.2-8) si ha:

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.			

$$\delta_n = \delta_3 \times \delta_9 = 0,54 \times 0,85 = 0,46$$

Il valore del carico d'incendio specifico q_f , riferito al box tipo, è stato determinato facendo riferimento ai valori di cui alle tabb. V.6-5 e V.6-7; più precisamente, per autovetture ordinarie (carico di incendio pari a 6789 MJ/cad⁴³):

$$q_f = 6789 / 27 = 251,4 \text{ MJ/mq}$$

tale valore, in esito alle risultanze della specifica valutazione del rischio effettuata, può essere considerato per l'analisi della strategia del Codice.

Tuttavia, essendo il carico d'incendio di progetto funzione della tipologia di autoveicoli che possono essere parchati all'interno dell'autorimessa, è possibile formulare ulteriori considerazioni ipotizzando anche la presenza di autoveicoli di grossa cilindrata o commerciali.

Per gli scopi della presente pubblicazione, è immaginabile effettuare un'utile classificazione degli autoveicoli in base all'energia termica che possono rilasciare durante l'incendio, ovvero del potere calorifico; tale parametro risulta sensibilmente condizionato dalla capacità del serbatoio dell'autoveicolo.

Secondo lo studio di cui al progetto di ricerca "Demonstration of Real Fire Tests in Car Parks and High Buildings", sviluppato tra il 1998 e il 2000 da CITCM, PROFIL-ARBED Recherches e TNO, una classificazione in tale ottica distingue le auto in cinque classi, in funzione del relativo potere calorifico:

⁴² Vedi prosieguo della trattazione.

⁴³ Valore di cui alla tab. V.6-5.

Tipo	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Peugeot	106	306	406	605	806
Renault	Twingo-Clio	Megane	Laguna	Safrane	Espace
Citroen	Saxo	ZX	Xantia	XM	Evasion
Ford	Fiesta	Escort	Mondeo	Scorpio	Galaxy
Opel	Corsa	Astra	Vectra	Omega	Frontera
Fiat	Punto	Bravo	Tempra	Croma	Ulysse
Volkswagen	Polo	Golf	Passat	-	Sharan
Potere calorifico	6000 MJ	7500 MJ	9500 MJ	12000 MJ	

Con riferimento al parco automobili in commercio è possibile classificare, approssimativamente, gli autoveicoli di categoria fino alla classe 3, ovvero con potere calorifico non superiore a 9500 MJ, quelli aventi cilindrata non superiore ai 2000 cc; pertanto, quelli con cilindrata superiore potranno classificarsi come appartenenti alle classi 4 e 5.

In definitiva, nel caso in esame, presentando ciascun piano dell'autorimessa una capienza massima di 24 autoveicoli, si ipotizza, a favore di sicurezza, nel piano considerato, la contemporanea presenza di 12 autoveicoli di classe 3, di 8 di classe superiore e inoltre, cautelativamente, si immagina la presenza di 4 autoveicoli commerciali, il cui potere calorifico, indicato in tab. V.6-7, è pari a 18900 MJ.

Fissata la distribuzione tipologica degli autoveicoli nell'autorimessa, è possibile calcolare il carico di incendio specifico q_f :

$$q_f = (12 \times 9500 + 8 \times 12000 + 4 \times 18900) / 24 \times 27 = 441 \text{ MJ/mq}$$

da cui si ricava il valore del carico di incendio di progetto $q_{f,d}$:

$$q_{f,d} = 1,20 \times 1,00 \times 0,46 \times 441 = 243 \text{ MJ/mq}$$

Risulta evidente che il valore di q_f dipende dalla tipologia di veicoli presenti in un'autorimessa, nonché dalla dimensione dei box; nel caso di box di superficie media pari a 20 mq e di prevalenza di autovetture di classe 4 e 5, il valore di q_f sarebbe significativamente superiore a quello adottato.

Pertanto, visto che il valore di q_f è un vincolo all'esercizio dell'attività ed una sua non corretta valutazione può invalidare la progettazione della sicurezza antincendio, è opportuno condurre adeguate valutazioni per la sua determinazione e predisporre idonee misure gestionali per il suo mantenimento a valori non superiori a quelli di progetto.

Secondo la precedente tab. S.2-3, per un carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d} \leq 300 \text{ MJ/mq}$ la classe minima di resistenza al fuoco delle strutture richiesta risulta pari a 15.

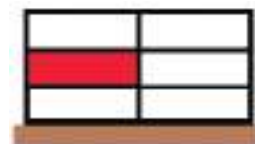
Tuttavia, come detto, in accordo a quanto prescritto nella tab. V.6-1, la classe minima di resistenza al fuoco delle strutture costituenti l'attività autorimessa dovrà essere pari a 90.

In riferimento al par. 2.10, *Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione*, i requisiti di resistenza al fuoco degli elementi strutturali e di compartimentazione, nonché delle porte e degli altri elementi di chiusura, sono stati valutati in base alle prescrizioni dei parr. S.2.10, S.2.11 e S.2.12 e secondo i metodi di cui ai parr. S.2.13, S.2.14 e S.2.15.

In riferimento alle 8 cantine non compartimentate, presenti in entrambi i piani dell'autorimessa, il carico di incendio nominale è stato imposto, come da classificazione di cui al par. V.6.3 e sulla base di misure gestionali da imporre agli utilizzatori, pari a $q_f = 300 \text{ MJ/m}^2$.

Ai fini del calcolo del valore del carico di incendio specifico di progetto ($q_{f,d}$), a favore di sicurezza, si considera il valore del carico di incendio nominale dell'autorimessa, anche per tali locali cantina.

MISURA ANTINCENDIO: S.3 COMPARTIMENTAZIONE



Compartimentazione

S.3.1 PREMESSA

La finalità della *compartimentazione* è di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti:

- verso altre attività, afferenti ad altro *responsabile dell'attività* o di diversa *tipologia*;
- all'interno della stessa attività.

La compartimentazione è realizzata mediante:

- compartimenti antincendio, ubicati all'interno della stessa opera da costruzione;
- interposizione di distanze di separazione, tra opere da costruzione o altri bersagli combustibili, anche ubicati in spazio a cielo libero.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'opera da costruzione il livello di prestazione II.

(tab. S.3-1) = livello II

Livello di prestazione	Descrizione
I	Nessun requisito
II	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio all'interno della stessa attività.
III	È contrastata per un periodo congruo con la durata dell'incendio: • la propagazione dell'incendio verso altre attività; • la propagazione dell'incendio e dei fumi <i>freddi</i> all'interno della stessa attività.

La differenza tra i Livelli di prestazione II e III risiede nella capacità di contrastare la propagazione dei fumi freddi fra i compartimenti della stessa attività.

Livello di prestazione II (vedi tab. S.3-2)

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, Cii3, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

A seguito dell'emanazione della RTV V.6, che recita al punto V.6.5.3:

V.6.5.3 COMPARTIMENTAZIONE

1. I locali TM1, TM2, TT e SC costituiscono compartimento distinto ad eccezione delle aree TM1 inserite in compartimenti SA, AB, HB.
2. Le comunicazioni con l'autorimessa sono disciplinate come indicato nella tabella V.6-2.

Tipologia autorimessa	Verso le pertinenze dell'autorimessa	Verso compartimenti di altre attività		Vie d'esodo comuni con altre attività	
	TM1 [1]; TM2; TT; TZ	In prevalenza non aperti al pubblico	In prevalenza aperti al pubblico	In prevalenza aperti al pubblico	In prevalenza non aperti al pubblico
SA, AB, HB [2]	Protetta come da paragrafo V.6.5.2	Filtro [3] [5]	Filtro	[4]	Filtro [5]
Altre	Come da paragrafo V.6.5.2	Filtro [3]	Filtro	[4]	
SC	Protetta come da capitolo S.2	Filtro [3]	A prova di fumo	Non ammessa alcuna comunicazione	

[1] Solo se l'area TM1 è inserita in compartimento distinto.

[2] In caso di altezza antincendi dell'opera da costruzione di cui fa parte l'autorimessa ≤ 24 m.

[3] Il requisito Sa per le porte non è richiesto.

[4] Via d'esodo a prova di fumo proveniente dall'autorimessa.

[5] Per autorimesse AA la comunicazione può avvenire mediante porta E 30.

TABELLA V.6-2: CARATTERISTICHE MINIME DELLE COMUNICAZIONI TRA COMPARTIMENTI

risulta che le comunicazioni con l'autorimessa sono disciplinate come indicato nella tabella precedente.

Soluzione conforme

Si applicano le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione II.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.3.4.3).

In base alle tabb. S.3-1 e S.3-2 entrambi i piani dell'autorimessa sono classificati con un livello di prestazione II, ovvero è necessario contrastare per 90 min la propagazione verso le altre attività e verso l'interno della stessa attività.

In relazioni alle soluzioni conformi per il livello di prestazione II, occorre operare secondo il par. S.3.4.1.

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio *verso altre attività* deve essere impiegata almeno una delle seguenti soluzioni conformi:

- inserire le diverse attività in compartimenti antincendio distinti, come descritto nei parr. S.3.5 e S.3.6, con le caratteristiche di cui al par. S.3.7;
- interporre distanze di separazione su spazio a cielo libero tra le diverse attività, come descritto nel par. S.3.8.

Nel caso in esame, per entrambi i piani, in ogni vano scala di comunicazione con il condominio sarà prevista una compartimentazione con muratura EI 90 e porte EI 90 e sarà creato un filtro di caratteristiche di resistenza al fuoco 90, ovvero con porte EI 90 e muratura EI 90.

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio *all'interno della stessa attività* deve essere impiegata almeno una delle seguenti soluzioni conformi:

- suddividere la volumetria dell'opera da costruzione contenente l'attività, in compartimenti antincendio, come descritto nei paragrafi S.3.5 e S.3.6, con le caratteristiche di cui al par. S.3.7 (*soluzione adottata, compartimentando ciascuna unità immobiliare presente*);
- interporre distanze di separazione su spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività, come descritto nel par. S.3.8.

Nel caso in esame, per entrambi i piani, l'autorimessa sarà compartimentata con muratura EI 90 lungo tutto il confine con i blocchi cantina, posti il primo tra i due vani scala centrali e il secondo di fronte ad esso, e saranno installate porte EI 90 di comunicazione tra le cantine e l'autorimessa.

Saranno, inoltre, installate porte EI 90 di comunicazione con i locali macchine ascensori e sarà compartimentato tutto il confine dei locali macchina ascensore con l'autorimessa o i locali cantina.

Per le cantine TM1 poste in entrambi i piani, non essendo inserite in compartimento distinto, non è richiesta alcuna caratteristica di resistenza al fuoco.

Le comunicazioni con i vani scala avverranno con filtro a prova di fumo proveniente dall'autorimessa, come previsto nella tab. V.6-2, di classe 90, dal momento che le vie di esodo dell'autorimessa sono in comune con quelle dell'edificio di civile abitazione.



COMPARTIMENTAZIONE DEL PIANO PRIMO INTERRATO



COMPARTIMENTAZIONE DEL SECONDO PRIMO INTERRATO

Progettazione dei compartimenti antincendio

S.3.6 Progettazione dei compartimenti antincendio

S.3.6.1 Regole generali

1. Devono essere inseriti in compartimenti distinti:
 - a. *ciascun piano* interrato e fuori terra di attività multipiano;
 - b. aree dell'attività con *diverso* profilo di rischio;
 - c. *altre attività* ospitate nella medesima opera da costruzione.
2. È ammessa la presenza di *compartimenti multipiano* alle condizioni indicate al paragrafo S.3.6.2.
3. La superficie lorda dei compartimenti non deve superare i valori massimi previsti in tabella S.3-6.

Al fine di limitare la propagazione dell'incendio *all'interno delle attività* in esame, la volumetria dell'opera da costruzione sarà suddivisa in compartimenti antincendio secondo le prescrizioni contenute nel par. S.3.6:

All'interno dell'attività, in base alla tab. S.3-6 si individua la massima superficie lorda dei compartimenti in m²; essendo R_{vita} A2 risulta:

- o Piano -1: quota del compartimento pari a -2,90 m risulta una superficie lorda max di 4000 m².
- o Piano -2: quota del compartimento pari a -5,80 m risulta una superficie lorda max di 4000 m².

Entrambi i piani hanno una superficie inferiore a tali valori e, pertanto, non risulta necessario suddividere l'opera in diversi compartimenti.

Realizzazione dei compartimenti antincendio

S.3.7.1 Determinazione della classe di resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco minima di ogni compartimento è determinata secondo quanto previsto nel capitolo S.2.
Nel caso in cui il carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ non imponga una classe minima di resistenza al fuoco, non è richiesto il compartimento, a meno che non sia altrimenti espressamente prescritta una classe minima di resistenza al fuoco.

Nota Ad esempio, per il filtro o per la *scala d'esodo protetta* è prescritta la classe minima di resistenza al fuoco pari a 30.

2. In caso di compartimenti adiacenti afferenti a diversi *responsabili di attività*, gli elementi di separazione tra tali compartimenti devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a EI 60.

Nota L'obiettivo è di proteggere l'attività dai *terzi confinanti* mediante elementi di separazione dotati di un livello minimo di resistenza al fuoco.

In accordo con le soluzioni adottate per la misura S.2 - Resistenza al fuoco, la classe di resistenza al fuoco minima dei compartimenti adibiti ad attività ad autorimessa sarà almeno pari a 90.

S.3.7.2 Selezione delle prestazioni degli elementi

1. Le prestazioni degli elementi di compartimentazione sono selezionate secondo i criteri di impiego riportati alla tabella S.3-9.
2. Tutte le chiusure dei varchi di comunicazione tra compartimenti devono possedere analoga classe di resistenza al fuoco ed essere munite di *dispositivo di autochiusura* (es. porte) o essere mantenute permanentemente chiuse (es. sportelli di cavedi impiantistici).
3. Tutte le chiusure dei varchi tra compartimenti e vie d'esodo di una stessa attività dovrebbero essere almeno a tenuta (E) ed a tenuta di fumi freddi (Sa). Non è normalmente richiesto il requisito di isolamento (I) e di irraggiamento (W).
4. Le porte tagliafuoco installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti dovrebbero essere preferibilmente munite di *fermo elettromagnetico in apertura*, asservito ad IRAI.

Simbolo	Prestazione	Criterio di impiego
R	Capacità portante	Per prodotti ed elementi costruttivi portanti.
E	Tenuta	Contenimento di fumi caldi, gas caldi e fiamme.
I	Isolamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per contatto tra materiale combustibile e faccia dell'elemento di compartimentazione non esposta all'incendio.
W	Irraggiamento	Limitare la possibilità di propagazione dell'incendio per irraggiamento dalla faccia, dell'elemento di compartimentazione, non esposta all'incendio verso materiale combustibile.
M	Azione meccanica	Limitare la possibilità di perdita di compartimentazione per effetto di azioni meccaniche accidentali.
S	Tenuta di fumo	Contenimento di fumi e gas freddi.

Tutte le porte tagliafuoco saranno installate in configurazione “normalmente chiuse” ed avranno le seguenti dotazioni e caratteristiche:

- certificato di omologazione, dichiarazione di conformità, libretto di installazione ed uso, marchio di conformità apposto dal produttore sulla porta (targhetta);
- dichiarazione di corretta posa in opera;
- dispositivo di autochiusura;
- sulle porte a due battenti, il sequenziatore di chiusura delle ante;
- cartelli e/o targhe retroilluminate di segnalazione della presenza dell'uscita di sicurezza;
- maniglione antipánico (o push bar), se la porta è inserita in un percorso d'esodo.

Nel caso in cui, per ragioni gestionali, sia necessario mantenere aperte alcune porte tagliafuoco durante l'esercizio ordinario delle attività, le ante delle porte saranno dotate di dispositivi di ritegno (blocco elettromagnetico a parete od a pavimento, con pulsantino di prova e sgancio) con comando di sgancio della porta in caso di allarme e/o intervento di un rivelatore d'incendio.

Il sistema di gestione della sicurezza antincendio potrà altresì prevedere le seguenti logiche di chiusura automatica delle porte tagliafuoco, in funzione della loro posizione e funzione:

- in sito, tramite pulsante manuale, installato a fianco del serramento, su entrambi i lati della parete: consente lo sgancio dell'elettromagnete e la chiusura del serramento a gravità;
- a seguito di azionamento di un pulsante di allarme antincendio in uno dei due compartimenti separati dalla porta: si chiudono tutte le porte del compartimento allarmato;
- a seguito di intervento di un rivelatore di incendio: si chiudono tutte le porte del compartimento allarmato.

Si sottolinea, in relazione alle chiusure dei varchi di comunicazione (porte, serrande, ecc.) fra i compartimenti, che non potendosi in alcun modo “accettare” punti di debolezza del sistema di compartimentazione, tutte le chiusure dovranno avere la stessa classe di resistenza al fuoco dei compartimenti ed essere dotate di dispositivo di autochiusura (o mantenute in posizione di chiusura).

In relazione alle porte tagliafuoco, installate lungo le principali vie di passaggio degli occupanti, queste dovrebbero essere preferibilmente munite di fermo elettromagnetico in apertura, asservito ad IRAI, implementando la funzione N nella tab. S.7.3.

S.3.7.3 Continuità dei compartimenti

1. Le chiusure d'ambito orizzontali e verticali dei compartimenti devono formare una barriera continua ed uniforme contro la propagazione degli effetti dell'incendio, ad esempio nel caso di:
 - a. giunzioni tra gli elementi di compartimentazione,
 - b. attraversamento degli impianti tecnologici o di processo con l'adozione di sistemi sigillanti resistenti al fuoco quando gli effetti dell'incendio possono attaccare l'integrità e la forma dell'impianto (es. tubazioni di PVC con collare, sacchetti penetranti nelle canaline portacavi, ...) oppure con l'adozione di isolanti non combustibili su un tratto di tubazione oltre l'elemento di separazione quando gli effetti dell'incendio possono causare solo il riscaldamento dell'impianto (es. tubazioni metalliche rivestite, sul lato non esposto all'incendio dell'elemento di compartimentazione, con idonei materiali isolanti);
 - c. canalizzazioni aerauliche, per mezzo dell'installazione di serrande tagliafuoco o impiegando canalizzazioni resistenti al fuoco per l'attraversamento dei compartimenti;
 - d. camini di esaustione o di estrazione fumi impiegando canalizzazioni resistenti al fuoco per l'attraversamento dei compartimenti;
 - e. facciate continue;
 - f. ascensori o altri condotti verticali (es. cavedi per impianti, ...).

In riferimento alle compartimentazioni orizzontali e verticali, esse debbono formare una barriera *continua ed uniforme* contro la propagazione degli effetti dell'incendio.

Per il mantenimento delle caratteristiche di resistenza al fuoco delle pareti EI e dei relativi compartimenti antincendio, tutti gli attraversamenti di cavidotti, passerelle, tubazioni e altri sistemi saranno protetti con l'installazione di idonei dispositivi di ripristino (collari intumescenti, sacchetti, schiume, intonaci, ecc.).

Gli attraversamenti di pareti EI con cavidotti, passerelle, tubazioni e altro saranno documentati e caratterizzati come segue:

- rilievo dei punti di attraversamento;
- caratterizzazione e numerazione del tipo di attraversamento e della tecnologia di protezione EI adottata,
- certificazione del prodotto protettivo utilizzato;
- redazione del modello DICH.PROD.;
- redazione del modello DICH.POSA.OPERA.

Suddetta documentazione sarà necessaria e funzionale alla redazione del CERT.REI del compartimento antincendio.

Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

S.3.8 Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

1. L'interposizione della *distanza di separazione* d in spazio a cielo libero tra ambiti della stessa attività o verso altre attività consente di limitare la propagazione dell'incendio.

Nota Ad esempio, ove non sia interposta idonea distanza di separazione su spazio a cielo libero o compartimentazione, edifici distinti sono assimilabili a porzioni dello stesso compartimento.

2. Ai fini della definizione di una *soluzione conforme* per la presente misura antincendio, il progettista impiega la *procedura tabellare* indicata al paragrafo S.3.11.2 oppure la *procedura analitica* del paragrafo S.3.11.3, imponendo ad un valore pari a $12,6 \text{ kW/m}^2$ la soglia E_{soglia} di irraggiamento termico incidente sul *bersaglio* prodotto dall'incendio della *sorgente* considerata.
Tale soglia è considerata adeguatamente conservativa per limitare l'innesco di qualsiasi tipologia di materiale, in quanto rappresenta il valore limite convenzionale entro il quale non avviene innesco del *legno* in aria stazionaria.
3. Il progettista è tenuto a verificare almeno le seguenti tipologie di *sorgenti* e *bersagli*:
 - a. opere da costruzione,
 - b. depositi di materiali combustibili, anche ubicati in *spazio a cielo libero*.
4. Qualora il carico d'incendio q_f nei compartimenti o dei depositi di materiali combustibili dell'attività sia $< 600 \text{ MJ/m}^2$, si considera *soluzione conforme* anche l'interposizione di *spazio scoperto* tra sorgente e bersaglio.

Essendo $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$, al fine di rispettare la prescrizione del par. S.3.8, basta verificare che sia interposto uno spazio scoperto tra ciascun compartimento e i bersagli esterni.

Ubicazione

L'ubicazione delle diverse attività nella stessa opera da costruzione deve essere stabilita secondo i criteri di cui al par. S.3.9; nello specifico, è prevista la coesistenza di più attività nella stessa opera da costruzione, afferenti a diversi responsabili o di tipologia diversa.

Comunicazioni tra attività

Sono ammesse comunicazioni tra le diverse attività presenti nella stessa opera da costruzione, realizzate con le limitazioni e le modalità descritte al par. S.3.10.

All'interno dell'opera da costruzione in oggetto saranno presenti il condominio e l'attività autorimessa; gli elementi di separazione tra tali attività avranno caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a EI 90.

Per quanto riguarda le comunicazioni verso i vani scala a servizio del condominio sovrastante, esse avranno caratteristiche di filtro a prova di fumo.

Tali filtri avranno tutte le caratteristiche minime di resistenza al fuoco pari a EI 90.



MISURA ANTINCENDIO: S.4 ESODO

Esodo

Per quanto concerne l'esodo, non occorre effettuare ulteriori considerazioni *conformi* dal momento che tale misura antincendio è stata analizzata e soddisfatta utilizzando una *soluzione alternativa* per la misura S.1. Tuttavia, ai soli fini didattici, si analizza tale misura anche in *soluzione conforme*.

S.4.1 PREMESSA

1. 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.

Nota Gli occupanti raggiungono l'incapacitazione quando diventano inabili a mettersi al sicuro a causa degli effetti dell'incendio (capitolo M.3).

2. Il sistema d'esodo deve assicurare la prestazione richiesta a prescindere dall'intervento dei Vigili del fuoco.

Nota Ad esempio, la funzione richiesta agli spazi calmi è quella di consentire agli occupanti di attendere l'assistenza dei soccorritori per completare l'esodo verso luogo sicuro.

3. Le modalità previste per l'esodo sono le seguenti:

- a. esodo simultaneo;
- b. esodo per fasi;

Nota L'esodo per fasi si attua ad esempio in: edifici di grande altezza, ospedali, multisale, centri commerciali, grandi uffici, attività distribuite, attività con profilo di rischio $R_{ambiente}$ significativo, ...

- c. esodo orizzontale progressivo;

Nota L'esodo orizzontale progressivo si attua ad esempio nei reparti di degenza degli ospedali.

- d. protezione sul posto.

Nota La protezione sul posto si attua ad esempio in: centri commerciali, mall, aerostazioni, ...

4. Il presente capitolo non tratta le tematiche riguardanti la gestione della folla.

Nota Le definizioni di esodo simultaneo, esodo per fasi, esodo orizzontale progressivo, protezione sul posto, gestione della folla sono reperibili nel capitolo G.1.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce agli ambiti dell'attività il livello di prestazione I.

(tab. S.4-1) = livello 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.

Livello di prestazione I (vedi tab. S.4-2):

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, ...)

A tal riguardo, la RTV V.6, per il caso in esame, non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.4.4.1, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione I, il sistema d'esodo deve essere progettato iterativamente come segue:

- si definiscono i dati di ingresso di cui al par. S.4.6: profilo di rischio R_{vita} di riferimento ed affollamento per ciascuno degli ambiti individuati;
- si assicurano i requisiti antincendio minimi del par. S.4.7;
- si definisce lo schema delle vie d'esodo fino a luogo sicuro e lo si dimensiona secondo le indicazioni dei par. S.4.8 ed S.4.9: numero di vie d'esodo ed uscite⁴⁴, corridoi ciechi, luoghi sicuri temporanei e lunghezze d'esodo, larghezza di vie d'esodo ed uscite finali, superficie dei luoghi sicuri e degli spazi calmi, ...
- si verifica la rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5.
Qualora la verifica non sia soddisfatta, si reitera la procedura.

Possono essere eventualmente previsti i requisiti antincendio aggiuntivi del par. S.4.10.



Ciascun ambito considerato è caratterizzato da un sistema d'esodo concepito per la modalità *esodo simultaneo* (vedi par. S.4.7.1).



Anche per tale misura antincendio, sono ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.4.4.3).

⁴⁴ **Via d'esodo** (o via d'emergenza): **percorso** senza ostacoli al deflusso, appartenente al sistema d'esodo, che consente agli occupanti di raggiungere un luogo sicuro dal luogo in cui si trovano.

Percorso d'esodo: parte di **via d'esodo** che conduce dall'uscita dei locali dedicati all'attività fino all'**uscita finale**.

Uscita di piano: **varco** del sistema di esodo che immette in via d'esodo verticale da una via d'esodo orizzontale.

Uscita finale (o uscita d'emergenza): **varco** del sistema di esodo al piano di riferimento, che immette all'esterno su luogo sicuro temporaneo o luogo sicuro.

Dati di ingresso per la progettazione del sistema d'esodo

La progettazione del sistema d'esodo dipende da dati di ingresso per ciascun compartimento specificati nei parr. S.4.6.1 e S.4.6.2.

Pertanto, ciascun componente del sistema d'esodo è dimensionato in funzione del *più gravoso ai fini dell'esodo* dei profili di rischio R_{vita} dei compartimenti serviti, nel caso in esame identico e pari ad A2.

Per quanto concerne l'*affollamento*, esso sarà pari a 24 persone (vedi tab. S.4-13 seguente) per ciascuno dei due piani⁴⁵.

Tipologia di attività	Criteri
Autorimesse pubbliche	2 persone per veicolo parchato
Autorimesse private	1 persona per veicolo parchato
Degenza	1 degente e 2 accompagnatori per posto letto + addetti
Ambiti con posti a sedere o posti letto (es. sale riunioni, aule scolastiche, dormitori, ...)	Numero posti + addetti
Altri ambiti	Numero massimo presenti (addetti + pubblico)

TAB. S.4-13: CRITERI PER TIPOLOGIA DI ATTIVITÀ

La valutazione del rischio per la determinazione dell'affollamento massimo ipotizzabile si baserà, pertanto, sul valore di 48 persone complessivamente presenti all'interno dell'autorimessa.

Si segnala come il valore ottenuto risulti sensibilmente inferiore, quasi del 65%, a quello determinato secondo la metodologia della RTV tradizionale, pari a 75.

Requisiti antincendio minimi per l'esodo

Il numero minimo di vie d'esodo verticali e orizzontali per ciascun ambito dell'attività sarà determinato in relazione ai vincoli imposti dal par. S.4.8.1 per il numero minimo di vie d'esodo e dal par. S.4.8.2 per l'ammissibilità dei corridoi ciechi.

Al fine di evitare la diffusione degli effluenti dell'incendio alle vie d'esodo verticali, le chiusure dei varchi di comunicazione dei filtri a prova di fumo delle scale avranno caratteristiche di resistenza al fuoco almeno EI 90-S_a (in accordo con il Cap S.2 *Resistenza al fuoco*) (vedi par. S.4.7.2).

Al fine di evitare la diffusione degli effluenti dell'incendio alle vie d'esodo fuori terra, esistendo piani a quota < -5 m, le vie d'esodo interrato, non essendo a prova di fumo, devono essere inserite in compartimento distinto dalle vie d'esodo fuori terra (vedi par. S.4.7.3).

Per assicurare l'esodo degli occupanti dai piani più remoti dell'opera da costruzione, in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento (A2) e della densità d'affollamento degli ambiti (stimata < 0,4 p/m²), in considerazione della presenza di piani a *quota inferiore* a quella prevista nella seguente tab. S.4-14 (5 m), tutti i piani fuori terra devono essere serviti da almeno due *vie d'esodo indipendenti* (vedi par. S.4.7.4).

R_{vita}	Piani a quota inferiore	Piani a quota superiore
B1, B2, B3	< -5 m	> 32 m
B1 [1], B2 [1], B3 [1], D1, D2	< -1 m	> 12 m
Cii1, Cii2, Cii3, Ciii1, Ciii2, Ciii3	< -1 m	> 32 m
Altri casi	< -5 m	> 54 m
[1] Ambiti con densità d'affollamento > 0,4 p/m ²		

TAB. S.4-14: QUOTE DEI PIANI SOGLIA PER DUE VIE D'ESODO INDIPENDENTI

La convergenza dei flussi di occupanti provenienti da distinte vie d'esodo non sarà ostacolata e le vie d'esodo saranno mantenute sgombre da arredi fissi o mobili (vedi par. S.4.7.7).

⁴⁵ Tale dato risulterà da apposita dichiarazione rilasciata dal responsabile dell'attività.

La progettazione del sistema d'esodo

Vie d'esodo ed uscite indipendenti

Numero minimo di vie d'esodo indipendenti

Per quanto concerne le *vie d'esodo indipendenti* (par. S.4.8.1), l'autorimessa è dotata di vie d'esodo indipendenti tali da limitare la probabilità che l'esodo degli occupanti sia impedito dall'incendio. Inoltre, il singolo compartimento dell'autorimessa è dotato di uscite indipendenti in conformità al par. S.4.8.1.2. La necessità di prevedere 2 vie d'esodo alternative deriva dai limiti imposti dal par. S.4.8.2 (corridoi ciechi) e dalla relativa tab. S.4-15.

Numero minimo di uscite indipendenti

Al fine di limitare la probabilità che si sviluppi sovraffollamento localizzato alle uscite, deve essere previsto almeno il numero di uscite indipendenti previsto nella seguente tab. S.4-15 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento e dell'affollamento dell'ambito servito.

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		

TAB. S.4-15: NUMERO MINIMO DI USCITE INDIPENDENTI DA LOCALE O SPAZIO LIBERO APERTO

Pertanto, il *numero minimo di uscite indipendenti* da ciascun ambito dell'attività deve essere pari a due.

Nel caso in esame, l'autorimessa è dotata di 4 vie d'esodo indipendenti per ciascun piano, ovvero i vani scala presenti lungo il corsello, con accesso al cortile condominiale.

Determinazione dell'indipendenza tra vie d'esodo orizzontali e tra uscite

Le prescrizioni di cui al par. S.4.8.1.3 risultano soddisfatte (vedi planimetrie seguenti) e, pertanto, le 4 vie d'esodo risultano indipendenti.

Determinazione dell'indipendenza tra vie d'esodo verticali

Le prescrizioni di cui al par. S.4.8.1.4 risultano soddisfatte (vedi planimetrie seguenti).

Corridoi ciechi

In base alla seguente tab. S.4-18, la massima lunghezza dei corridoi ciechi ammessa per R_{vita} A2, con un affollamento massimo minore di 100 occupanti, risulta pari a $L_{cc} \leq 30$ m.

R _{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L _{cc}	R _{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L _{cc}
A1	≤ 100 occupanti	≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2		≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 10 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.					

TAB. S.4-18: CONDIZIONI PER IL CORRIDOIO CIECO

Lunghezze d'esodo

Secondo il comma 1 del par. S.4.8.3, al fine di limitare il tempo necessario agli occupanti per abbandonare il compartimento di primo innesco dell'incendio, almeno una delle *lunghezze d'esodo* determinate da qualsiasi punto dell'attività non deve superare i valori massimi L_{es} della seguente tab. S.4-25 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento, come mostrato nella seguente tab. S.4-26.

R_{vita}	Max lunghezza L_{es}	R_{vita}	Max lunghezza 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

TAB. S.4-25: MASSIME LUNGHEZZE D'ESODO

In funzione del profilo di rischio R_{vita} A2, è prescritta una lunghezza d'esodo massima pari a 60 m; come illustrato nei seguenti elaborati grafici, all'interno dell'attività, la lunghezza massima d'esodo sarà sempre inferiore alle prescrizioni qui riportate.

È ammesso omettere la verifica della *lunghezza d'esodo* di cui al citato comma 1 nelle vie d'esodo verticali con caratteristiche di filtro e nelle vie d'esodo esterne (par. S.4.8.3.3).



VIE D'ESODO DEL PIANO PRIMO INTERRATO



VIE D'ESODO DEL PIANO SECONDO INTERRATO

Si segnala la presenza di 2 corridoi ciechi per ogni piano di lunghezza, rispettivamente pari a 9,00 m, che risulta minore rispetto a quella ammessa.

Altezza delle vie d'esodo

Risulta soddisfatta la prescrizione di cui al par. S.4.8.4.1; l'altezza delle vie d'esodo, infatti, sarà sempre superiore a 2 m (3,50 m per il primo piano interrato e 3,40 m per il secondo piano interrato).

Larghezza delle vie d'esodo

Secondo il comma 2 del par. S.4.8.5, la *larghezza delle vie d'esodo* deve essere valutata lungo tutta la via d'esodo.

Essa è la minima misurata, dal piano di calpestio fino all'altezza di 2 m, deducendo l'ingombro di eventuali elementi sporgenti con esclusione degli estintori.

Tra gli elementi sporgenti non vanno considerati i corrimano e i dispositivi di apertura delle porte con sporgenza ≤ 80 mm.

Saranno individuate, secondo il comma 3 del par. S.4.8.5, le condizioni più gravose per i componenti del sistema d'esodo tramite la *verifica di ridondanza* prevista al par. S.4.8.6 e successivamente sarà determinata la larghezza minima delle vie d'esodo come previsto ai parr. S.4.8.7, S.4.8.8, S.4.8.9 e S.4.8.10.

Si vedano anche, nel seguito della trattazione, le tabb. S.4-33 e S.4-34.

Individuazione delle condizioni più gravose per i componenti del sistema d'esodo

Verifica di ridondanza prevista al par. S.4.8.6

Determinazione della larghezza minima delle vie d'esodo parr. S.4.8.7, S.4.8.8, S.4.8.9 e S.4.8.10

Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali

Si fa riferimento al par. S.4.8.7.

La larghezza minima L_O della via d'esodo orizzontale (es.: corridoio, porta, uscita, ecc.), che consente il regolare esodo degli occupanti che la impiegano, è calcolata come segue:

$$L_O = L_U \cdot n_O$$

dove:

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

La larghezza L_O può essere suddivisa tra più percorsi.

R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	Δt_{coda}	R_{vita}	Larghezza unitaria [mm/persona]	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	-	-	-

TAB. S.4-27: LARGHEZZE UNITARIE PER VIE D'ESODO ORIZZONTALI

Per ciascun piano dell'autorimessa risulta:

Livello	Occupanti	R_{vita}	L_U [mm/persona]	L_O [mm]	Verifica
Piano -1	24	A2	3,80	91,2	91,2 < 3600
Piano -2	24	A2	3,80	91,2	91,2 < 3600

Nella seguente tab. S.4-28 sono presenti i valori di larghezza minima per le vie d'esodo orizzontali.

Per l'autorimessa in esame tale larghezza risulta essere pari a 900 mm in corrispondenza delle porte situate nelle vie di fuga.

Tale larghezza è accettata in quanto, in base alla tab. S.4-28 è ammissibile per un affollamento ≤ 50 occupanti, corrispondente a 800 mm.

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.	

TAB. S.4-28: LARGHEZZE MINIME PER VIE D'ESODO ORIZZONTALI

Verifica di ridondanza delle vie d'esodo orizzontali

Si fa riferimento al par. S.4.8.6.

Se un ambito (ad esempio, nel caso in esame, il compartimento dell'autorimessa) è servito da più di una via d'esodo, si ipotizza che l'incendio ne possa rendere indisponibile una.

Ai fini della verifica di ridondanza, si deve rendere indisponibile una via d'esodo alla volta e verificare che le restanti vie d'esodo indipendenti da questa abbiano larghezza complessiva sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti.

Nella verifica di ridondanza non è necessario procedere ad ulteriore verifica dei *corridoi ciechi* e delle *lunghezze d'esodo*.

La verifica della ridondanza delle vie d'esodo è ampiamente soddisfatta:

Livello	Occupanti	L_U [mm/persona]	L_O Larghezza minima [mm]	Larghezza totale uscite dal piano [mm]	Verifica
Piano -1	24	3,80	91,2	3600 - 900	$91,2 < 2700$
Piano -2	24	3,80	91,2	3600 - 900	$91,2 < 2700$



Calcolo della larghezza minima delle vie d'esodo verticali

Si fa riferimento al par. S.4.8.8.

In funzione della modalità d'esodo adottata (par. S.4.1, nel caso in esame *esodo simultaneo*), la larghezza minima L_V della via d'esodo verticale che consente il regolare esodo degli occupanti che la impiegano è calcolata come specificato nei par. S.4.8.8.1.

Nella modalità d'*esodo simultaneo*, le vie d'esodo verticali devono essere in grado di consentire l'evacuazione contemporanea di tutti gli occupanti in evacuazione da tutti i piani serviti.

$$L_V = L_U \cdot n_v$$

dove:

- L_V è la larghezza minima della via d'esodo verticale [mm];
- L_U è la larghezza unitaria determinata dalla seguente tab. S.4-29 in funzione del profilo di rischio R_{vita} di riferimento e del numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale [mm/persona];
- n_v è il numero degli occupanti che impiegano tale via d'esodo verticale, provenienti da tutti i piani serviti, nelle condizioni d'esodo più gravose (par. S.4.8.6).

La larghezza L_V può essere suddivisa tra più percorsi.

R_{vita}	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale										Δt_{coda}
	1	2 [F]	3	4	5	6	7	8	9	> 9	
A1	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	2,00	330 s
B1, C1, E1	4,25	3,80	3,40	3,10	2,85	2,65	2,45	2,30	2,15	2,05	310 s
A2	4,55	4,00	3,60	3,25	3,00	2,75	2,55	2,40	2,25	2,10	290 s
B2, C2, D1, E2	4,90	4,30	3,80	3,45	3,15	2,90	2,65	2,50	2,30	2,15	270 s
A3	5,50	4,75	4,20	3,75	3,35	3,10	2,85	2,60	2,45	2,30	240 s
B3, C3, D2, E3	7,30	6,40	5,70	5,15	4,70	4,30	4,00	3,70	3,45	3,25	180 s
A4	14,60	11,40	9,35	7,95	6,90	6,10	5,45	4,95	4,50	4,15	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} .
 I valori delle larghezze unitarie devono essere incrementati per le scale secondo le indicazioni della tabella S.4-30, oppure per le rampe secondo le indicazioni della tabella S.4-31.
 [F] Impiegato anche nell'esodo *per fasi*

TABELLA S.4-29: LARGHEZZA UNITARIA PER VIE D'ESODO VERTICALI

Le scale d'esodo, presentando l'alzata dei gradini < 17 cm e la pedata pari a 30 cm, non consente alcun incremento della larghezza unitaria della scala, in relazione alle prescrizioni di cui alla tab. S.4-30.

Si verifica la larghezza minima del vano scala tipo, considerato l'affollamento massimo ivi ipotizzabile (48 occupanti); il valore della larghezza minima della via d'esodo verticale sarà, pertanto, pari a:

Livello	Occupanti	R_{vita}	L_u [mm/persona]	L_v [mm]	Verifica
Piano -1	24	A2	4,00	96	192 < 3600
Piano -2	24	A2	4,00	96	
Totale	48		4,00	192	

Al fine di limitare la probabilità che si sviluppi sovraffollamento localizzato, in particolare in caso di affollamenti o densità di affollamento significativi oppure laddove gli occupanti si distribuiscano in modo imprevisto, la larghezza di ciascun percorso deve rispettare i criteri della seguente tab. S.4-32, oppure essere oggetto di specifica valutazione del rischio.

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti oppure > 200 occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento > 0,7 p/m ²
≥ 1000 mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
≥ 900 mm	Affollamento dell'ambito servito ≤ 300 occupanti
≥ 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.

TAB. S.4-32: LARGHEZZE MINIME PER VIE D'ESODO VERTICALI

Verifica di ridondanza delle vie d'esodo verticali

Si fa riferimento al par. S.4.8.6.

Anche la verifica della ridondanza delle vie d'esodo verticali è ampiamente soddisfatta:

Livello	Occupanti	L_u [mm/persona]	L_v Larghezza minima [mm]	Verifica
Piano -1	24	4,00	96	192 < 2700
Piano -2	24	4,00	96	
Totale	48	4,00	192	

Calcolo della larghezza minima delle uscite finali

Si fa riferimento al par. S.4.8.9.

La larghezza minima dell'uscita finale L_F , che consente il regolare esodo degli occupanti provenienti da vie d'esodo orizzontali o verticali, è calcolata come segue:

$$L_F = \sum_i L_{O,i} + \sum_j L_{V,j}$$

dove:

- L_F larghezza minima dell'uscita finale [mm];
- $L_{O,i}$ larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale, come calcolata con l'equazione S.4-1 [mm];
- $L_{V,j}$ larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale, come calcolata con le equazioni S.4-2 o S.4-3, rispettivamente in caso di esodo simultaneo o per fasi [mm].

La larghezza L_F può essere suddivisa tra più percorsi.

La larghezza di ciascun percorso deve rispettare i criteri della tab. S.4-28.

La convergenza dei flussi di occupanti dalle vie d'esodo orizzontali e verticali verso l'uscita finale non deve essere ostacolata (es.: da arredi fissi o mobili).

La larghezza minima dell'uscita finale L_F sarà così determinata.

Per L_O , considerate la geometria e le destinazioni d'uso presenti nell'opera da costruzione, non ci sono contributi.

Al piano terra della scala tipo convergeranno la via d'esodo verticale proveniente dai piani del condominio sovrastante e quella proveniente dall'autorimessa dai due piani interrati.

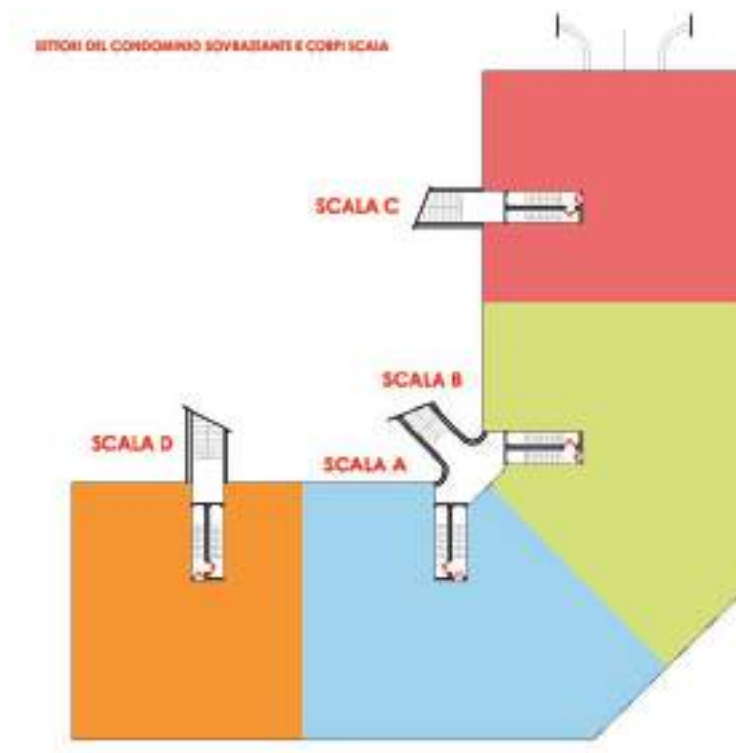
Per L_V , considerando i contributi del condominio e dell'autorimessa, si ha:

$$L_V = L_{U1} \cdot n_{V1} + L_{U2} \cdot n_{V2} = 2,75 \times 400/4^{46} + 4,00 \times 48 = 467 \text{ mm}$$

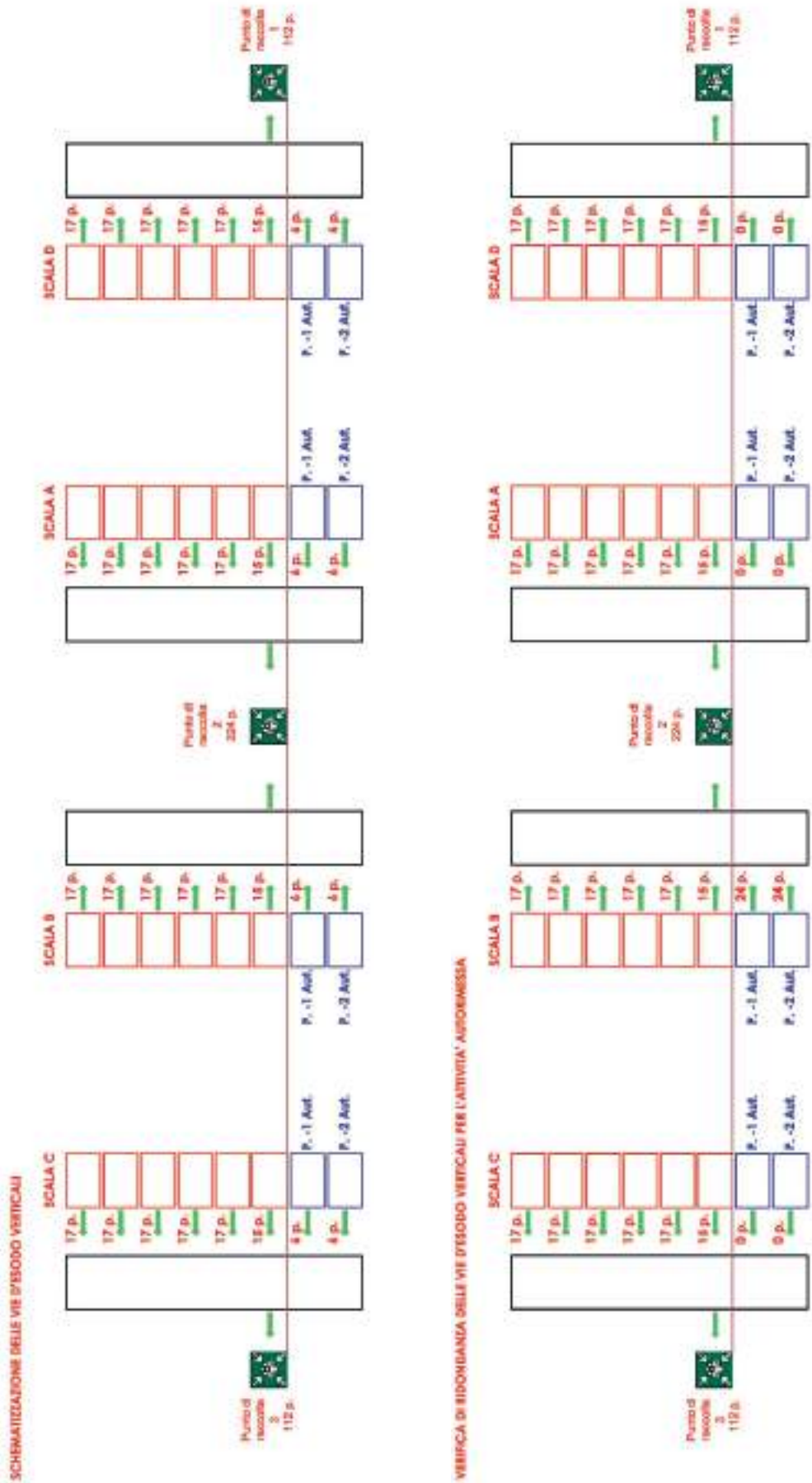
In definitiva, per L_F si ottiene:

$$L_F = \sum L_O + \sum L_V = 0 + 467 = 467 \text{ mm}$$

L'uscita finale della scala tipo, posta al piano terra, avrà larghezza pari a 1200 mm, dimensione che soddisfa la verifica.



⁴⁶ Si ipotizza un affollamento per il condominio, composto da 4 scale, pari a 400 occupanti; ciascuna scala, pertanto, serve 100 persone.



Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo

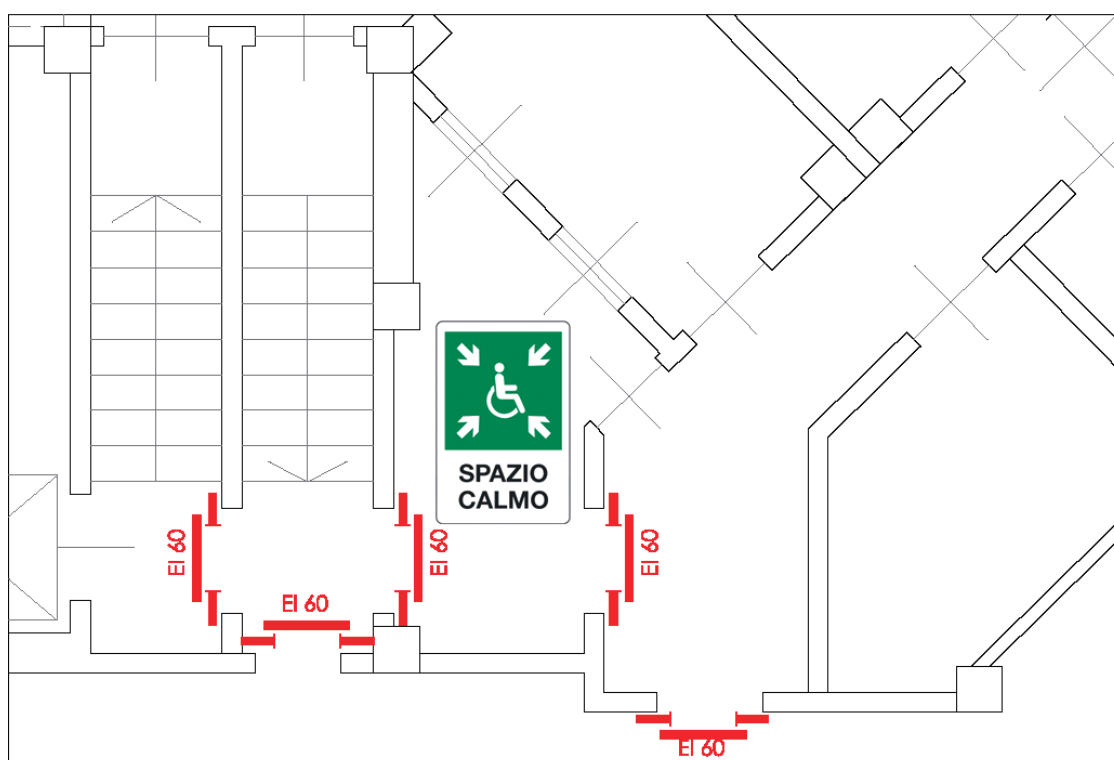
Il Codice è uno strumento di progettazione *inclusivo* e richiede che la sicurezza antincendio debba essere garantita anche in presenza di occupanti con disabilità permanenti o temporanee.

Nei due piani dell'attività in esame ci può essere presenza non occasionale di occupanti che non abbiano sufficienti abilità per raggiungere *autonomamente* un luogo sicuro tramite vie d'esodo verticali; saranno pertanto previsti (nelle cantine a servizio del condominio, vani contigui e comunicanti con una via d'esodo, opportunamente adibiti allo scopo) due spazi calmi secondo le indicazioni del par. S.4.9.1, al fine di consentire agli occupanti con ridotte o impedito capacità motorie di attendere e ricevere assistenza.

Come rilevabile dagli elaborati grafici, gli spazi calmi saranno posizionati in modo da non costituire intralcio all'esodo; si prevede che in condizioni di esercizio sarà presente al massimo un occupante su sedia a ruota per ogni u.i.; quindi, ciascuno spazio calmo di piano avrà dimensione in pianta pari, almeno, a 1,77 m², in accordo alla seguente tab. S.4-36.

Tipologia	Superficie minima per occupante
Occupante deambulante	0,70 m ² /persona
Occupante su sedia a ruote	1,77 m²/persona
Occupante allettato	2,25 m ² /persona
Alla superficie minima destinata agli occupanti devono essere aggiunti gli spazi di manovra necessari per l'utilizzo di eventuali ausili per il movimento (es. letto, sedia a ruote, ...).	

TAB. S.4-36: SUPERFICI MINIME PER OCCUPANTE



SPAZIO CALMO AL PIANO PRIMO INTERRATO

In ciascuno spazio calmo saranno essere presenti:

- un sistema di comunicazione bidirezionale (impianto di sicurezza (Capp. G.2 ed S.10) per permettere agli occupanti di segnalare la loro presenza e richiedere assistenza ai soccorritori;
- una sedia di evacuazione;
- indicazioni sui comportamenti da tenere in attesa dell'arrivo dell'assistenza dei soccorritori.

Lo spazio calmo deve essere contrassegnato con segnale UNI EN ISO 7010-E024, esemplificato in tab. S.4-8.

Verifica di rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5

Giunti a questo punto dell'analisi della misura antincendio S.4, occorre verificare la rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche di cui al par. S.4.5.

Nel citato paragrafo sono riportate le prescrizioni inerenti gli elementi costituenti il sistema d'esodo (*Luogo sicuro*, *Luogo sicuro temporaneo*, *Vie d'esodo (protetta, a prova di fumo, esterna, senza protezione)*, *Scale d'esodo*, *Scale e marciapiedi mobili d'esodo*, *Rampe d'esodo*, *Porte lungo le vie d'esodo*, *Uscite finali*, *Segnaletica d'esodo ed orientamento*, *Illuminazione di sicurezza*, *Disposizione dei posti a sedere fissi e mobili*, *Installazioni per gli spettatori*, *Sistemi d'esodo comuni*).

Per quanto attinente al caso in esame si osserva che:

- a) In relazione al par. S.4.5.1, i *luoghi sicuri* saranno individuati nell'area condominiale, in corrispondenza delle uscite finali.

Tali *luoghi sicuri* rispetteranno le prescrizioni di cui al par. S.4.5.1 punto 2, lett. a).

Ciascun luogo sicuro sarà contrassegnato mediante il cartello UNI EN ISO 7010-E007.



La superficie lorda del luogo sicuro si calcola tenendo conto delle superfici minime per occupante (vedi precedente tab. S.4-36), tenendo conto anche dei contributi provenienti dal condominio sovrastante:

Punto di raccolta	Occupanti Scala A (n)	Occupanti Scala B (n)	Occupanti Scala C (n)	Occupanti Scala D (n)	Occupanti Autorimessa (n)	Minima superficie lorda luogo sicuro [m ²]
1				100	12	78
2	100	100			24	157
3			100		12	78

- b) In relazione al par. S.4.5.2, relativamente ad un compartimento, si considera *luogo sicuro temporaneo* qualsiasi altro compartimento o spazio scoperto, che può essere attraversato dagli occupanti per raggiungere il *luogo sicuro* tramite il sistema d'esodo senza rientrare nel compartimento in esame.

Per il sistema di esodo adottato, i vani scala presenti costituiranno *luoghi sicuri temporanei* per tutti i locali serviti (vedi tab. S.4-26).

- c) In relazione al par. S.4.5.3, si rileva che le vie d'esodo presenti avranno altezza minima di 2 m e non comprenderanno scale portatili e alla marinara, ascensori, rampe, scale e marciapiedi mobili.

Inoltre, le relative superfici di calpestio non saranno sdrucciolevoli, mentre il fumo ed il calore dell'incendio smaltiti o evacuati dall'attività non avranno modo di interferire con il sistema delle vie d'esodo. Le scale a prova di fumo rispettano le prescrizioni di cui ai parr. S.4.5.3.2.

- d) In relazione al par. S.4.5.4, si rileva che le scale d'esodo presenti saranno conformi alle prescrizioni ivi previste.
- e) In relazione al par. S.4.5.7, si rileva che le porte installate lungo le vie d'esodo presenti saranno conformi alle prescrizioni ivi previste; in particolare, le porte dovranno possedere i requisiti di cui alla seguente tab. S.4-6 in relazione delle caratteristiche del locale e del numero di occupanti che impiegano ciascuna porta.

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 senso 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 necessita, 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, e preferibile che il verso di apertura sia comunque nel senso dell'esodo, anche qualora si mantenga il dispositivo di apertura ordinario.

TAB. S.4-6: CARATTERISTICHE DELLE PORTE AD APERTURA MANUALE LUNGO LE VIE D'ESODO

- f) In relazione al par. S.4.5.8, si rileva che le uscite finali, situate al piano terra:
- saranno posizionate in modo da garantire l'evacuazione rapida degli occupanti verso luogo sicuro;
 - saranno contrassegnate, sul lato verso luogo sicuro, con cartello UNI EN ISO 7010:2012 - M001 riportante il messaggio "Uscita di emergenza, lasciare libero il passaggio".



- g) In relazione al par. S.4.5.9, si rileva che il sistema d'esodo dovrà essere progettato al fine di essere facilmente riconosciuto ed impiegato dagli occupanti, grazie ad apposita *segnaletica di sicurezza* (pannelli retroilluminati) (vedi tab. S.4-8).
- A titolo indicativo si riportano i cartelli ritenuti necessari con la loro ubicazione:

		
ESTINTORE	IDRANTE A MURO IN CASSETTA ANTINCENDIO	NASPO
Nei corridoi, nei compartimenti, nei locali ad uso del pubblico, nei ripostigli e depositi	All'esterno e/o all'interno	All'esterno e/o all'interno
		
PULSANTE DI SGANCIO ENERGIA ELETTRICA	INTERRUTTORE ELETTRICO GENERALE	ASCENSORE
All'esterno a fianco della porta di accesso alla centrale termica	A fianco dei pannelli elettrici di settore	A lato della porta di accesso
		
ASCENSORE	DIVIETO	DIVIETO
A lato del pannello elettrico	In tutti i locali dove non è consentito	In tutti i locali dove non è consentito e a fianco dei pannelli e/o apparecchiature elettriche e/o elettroniche
		
EVACUAZIONE - USCITE (Porta a destra)	EVACUAZIONE - USCITE (Porta a sinistra)	EVACUAZIONE - USCITE (Porta sottostante)
In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta sopra la porta
		
EVACUAZIONE - SCALE (Scala giù)	EVACUAZIONE - SCALE (Scala su)	GENERICI
In tutti i locali in posizione alta	In tutti i locali in posizione alta	Su tutte le porte di un compartimento antincendio (ove necessario)

CARTELLONISTICA UTILIZZABILE ALL'INTERNO DELL'ATTIVITÀ

Ad ogni piano è installata una planimetria semplificata correttamente orientata, in cui è indicata la posizione del lettore (es.: "Voi siete qui") ed il layout del sistema d'esodo, con l'applicazione delle indicazioni contenute nella norma ISO 23601 "Identificazione di sicurezza - Planimetrie per l'emergenza".

- h) Lungo le vie d'esodo sarà installato un impianto di illuminazione di sicurezza, per consentire l'esodo degli occupanti qualora l'illuminazione possa risultare anche occasionalmente insufficiente. Durante l'esodo, l'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà assicurare un illuminamento orizzontale al suolo sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, in conformità alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e comunque 1 lx lungo la linea centrale della via d'esodo. All'interno dell'autorimessa è già presente, in ciascun piano, un sistema di illuminazione di sicurezza lungo tutto il corsello. L'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà soddisfare anche i requisiti previsti nel Cap. S.10.



MISURA ANTINCENDIO: S.5 GESTIONE SICUREZZA ANTINCENDIO

Gestione della sicurezza antincendio (GSA)

S.5.1 PREMESSA

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

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'intera attività il livello di prestazione I.

(tab. S.5-1) = livello I

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

Livello di prestazione I (vedi tab. S.5-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Attività ove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: • profili di rischio: ○ Rvita compresi in A1, A2; ○ Rbeni pari a 1; ○ Rambiente 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	Attività ove sia verificato <i>almeno una</i> delle seguenti condizioni: • profilo di rischio Rbeni compreso in 3, 4; • elevato affollamento complessivo: ○ se aperta al pubblico: affollamento complessivo > 300 occupanti; ○ se non aperta al pubblico: affollamento complessivo > 1000 occupanti; • numero complessivo di posti letto superiore a 100 e profili di rischio Rvita compresi in D1, D2, Ciii1, Ciii2, Ciii3; ○ si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative e affollamento complessivo > 25 occupanti; ○ si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio o dell'esplosione e affollamento complessivo > 25 occupanti..

Soluzione conforme

Trattasi di attività di autorimessa non aperta al pubblico con affollamento complessivo pari a 48 occupanti. Si applicano, pertanto, le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione I, secondo le quali occorre operare come specificato al par. S.5.4.1, specificatamente, nella seguente tab. S.5-3:

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	- 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 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	

In particolare, risulta che la struttura organizzativa minima, in questo caso priva di dipendenti e quindi non configurabile come attività lavorativa, prevede il "Responsabile dell'attività" che organizza la GSA in esercizio ed in emergenza.

Il condomino dovrà quindi procedere con la nomina del *responsabile dell'attività* il quale dovrà:

Organizzare la GSA *in esercizio*:

- predisporre un registro dei controlli da mantenere costantemente aggiornato ed a disposizione degli organi preposti ai controlli (par. S.5.7.1);
- garantire il controllo degli impianti e delle attrezzature antincendio (par. S.5.7.3);
- preparazione all'emergenza in base alla tab. S.5-9 (parr. S.5.7.4, S.5.7.5 e S.5.7.8);.

Organizzare la GSA *in emergenza* ovvero, non trattandosi di attività lavorativa, secondo il punto b del par. S.5.8:

- attivazione dei servizi di soccorso pubblico;
- esodo degli occupanti;
- messa in sicurezza di attrezzature ed impianti.

Dovranno, inoltre, essere adottate tutte le misure di prevenzione degli incendi, avendo cura di utilizzare idonee istruzioni e segnaletica contenenti i divieti e le precauzioni da osservare all'interno dell'autorimessa.

In riferimento al par. V.6.5.5, all'interno dell'autorimessa deve essere installata la cartellonistica riferita ai divieti ed alle limitazioni di esercizio.

Nel dettaglio, nell'autorimessa sarà vietato:

- fumare;
- l'uso di fiamme libere o l'esecuzione di lavorazioni a caldo (es.: saldatura, taglio smerigliatura, ecc.) e l'effettuazione di lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio;
- eseguire manutenzione, riparazioni dei veicoli o prove di motori, al di fuori delle aree TB;
- il deposito o il travaso di fluidi infiammabili o carburante;
- la presenza di sostanze o miscele pericolose in quantità significative;
- il riempimento o lo svuotamento di serbatoi di carburante;
- l'accesso o il parcheggio di veicoli con perdite di carburante⁴⁷;
- il parcheggio di veicoli trasportanti sostanze o miscele pericolose se non in presenza di specifica valutazione del rischio⁴⁸;
- il parcheggio di un numero di veicoli superiore a quello previsto;

⁴⁷ Il parcheggio di veicoli con emissioni strutturali di carburante prevedibili può essere ammesso a seguito di specifica valutazione del rischio (es.: veicoli alimentati a GNL, ecc.).

⁴⁸ Ad esempio, i veicoli che trasportano sostanze o miscele pericolose potrebbero essere parchati in compartimenti distinti costituenti area a rischio specifico (Cap. V.1).

- j) il parcheggio di veicoli alimentati a GPL privi del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01;
- k) il parcheggio di veicoli alimentati a GPL muniti del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 ai piani a quota inferiore a -6 m;
- l) il parcheggio di veicoli con motori endotermici non in regola con gli obblighi di revisione periodica a meno che non siano provvisti di quantitativi limitati di carburante.

Nell'autorimessa sarà obbligatorio individuare i posti auto distinti per tipologia (es.: auto, moto, ecc.).

Nell'autorimessa sarà inoltre obbligatorio intervenire rapidamente sulle perdite di carburante liquido versando sulla pozza materiale assorbente (sabbia).

Nell'autorimessa dovrà essere predisposta idonea segnaletica riferita agli specifici divieti ed obblighi da osservare.



Sarà fatto divieto ai condomini di oscurare, con fogli di plastica e similari, i sopraluce dei basculanti e di rimuovere tali anomali rivestimenti laddove esistenti.

Si rammenta che, secondo le definizioni di cui al par. G.1.6, il *responsabile dell'attività* è il soggetto tenuto agli obblighi di prevenzione incendi per l'attività; mentre il *progettista* è il tecnico abilitato, o professionista antincendio, incaricato dal responsabile dell'attività della progettazione, ai fini antincendio, dell'attività stessa o di specifici ambiti di essa, nel rispetto delle competenze attribuite dalle disposizioni regolamentari.

Il *progettista* quindi, nello specifico, deve definire un idoneo modello di GSA, che consideri i rischi interferenziali delle varie attività presenti nel complesso edilizio, da sottoporre al *responsabile dell'attività*.

I rispettivi compiti, nell'ambito della misura S.5, sono riassunti nella seguente tab. S.5-7:

Responsabile dell'attività	Progettista
Fornisce al progettista le informazioni relative ai pericoli di incendio e tutti gli altri dati di input sull'attività necessari ai fini della valutazione del rischio di incendio (capitolo G.2). [1]	Riceve le informazioni dal responsabile dell'attività
Valutano congiuntamente le misure di prevenzione incendi come da paragrafo S.5.5 [1]	
Valutano il rischio di incendio dell'attività e ne definiscono la strategia antincendio [1]	
Contribuisce all'attività di progettazione della GSA. [1]	Definisce e documenta il modello della GSA.
Attua le limitazioni e le modalità d'esercizio ammesse per l'appropriata gestione della sicurezza antincendio dell'attività, al fine di limitare la probabilità d'incendio, garantire il corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza e la gestione dell'emergenza qualora si sviluppi un incendio.	Fornisce al responsabile dell'attività le indicazioni, le limitazioni e le modalità d'esercizio ammesse per l'appropriata gestione della sicurezza antincendio dell'attività, al fine di limitare la probabilità d'incendio, garantire il corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza e la gestione dell'emergenza qualora si sviluppi un incendio.
[1] Il committente si relaziona direttamente con il progettista nel caso in cui il responsabile dell'attività non sia noto in fase di progettazione.	

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.5.4.2), quali l'applicazione volontaria nell'attività di un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL). Le *soluzioni conformi*, costituenti soluzioni standardizzate, possono quindi essere sostituite da un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL) secondo linee guida UNI INAIL, norma UNI ISO 45001, ecc., nel rispetto dei livelli di prestazione.

Per poter dimostrare il raggiungimento del livello di prestazione il progettista dovrà impiegare, in tal caso, uno dei metodi di cui al par. G.2.7.

Prioritaria alla definizione della GSA è l'individuazione dei rischi interferenziali inerenti le diverse attività presenti nel complesso edilizio (condominio e autorimessa) e delle conseguenti misure di prevenzione degli incendi (par. S.5.5).

S.5.5 MISURE DI PREVENZIONE DEGLI INCENDI

1. Le misure di prevenzione degli incendi devono essere individuate nella prima fase della valutazione del rischio (capitolo G.2). Per ciascun elemento identificato come pericoloso ai fini antincendio, è necessario valutare se esso possa essere eliminato, ridotto, sostituito, separato o protetto da altre parti dell'attività.
2. Si riportano, a titolo esemplificativo, alcune azioni elementari per la prevenzione degli incendi:

a. *pulizia* dei luoghi ed *ordine* ai fini della riduzione sostanziale:

- i. della probabilità di innesco di incendi (es. riduzione delle polveri, dei materiali stoccati scorrettamente o al di fuori dei locali deputati, ...),
- ii. della velocità di crescita dei focolari (es. la stessa quantità di carta correttamente archiviata in armadi metallici riduce la velocità di propagazione dell'incendio);

b. riduzione degli *inneschi*;

Nota Siano identificate e controllate le potenziali sorgenti di innesco (es. uso di fiamme libere non autorizzato, fumo in aree ove sia vietato, apparecchiature elettriche malfunzionanti o impropriamente impiegate, ...); a tal fine si può far riferimento anche agli inneschi definiti al capitolo V.2;

- c. riduzione del *carico di incendio*;
- d. sostituzione di materiali combustibili con velocità di propagazione dell'incendio rapida, con altri con velocità d'incendio più lenta;
- e. controllo e manutenzione regolare dei sistemi, dispositivi, attrezzature e degli impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio;
- f. controllo degli accessi e sorveglianza, senza che ciò possa limitare la disponibilità del sistema d'esodo;
- g. gestione dei lavori di manutenzione o di modifica dell'attività; il rischio d'incendio aumenta notevolmente quando si effettuano lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria e di modifica, in quanto possono essere:
 - iii. condotte operazioni pericolose (es. lavori a caldo, ...);
 - iv. temporaneamente disattivati impianti di sicurezza;
 - v. temporaneamente sospesa la continuità di compartimentazione;
 - vi. impiegate sostanze o miscele pericolose (es. solventi, colle, ...).

Tali sorgenti di rischio aggiuntive, generalmente non considerate nella progettazione antincendio iniziale, devono essere specificamente affrontate (es. se previsto nel DVR, ...).

- h. in attività lavorative, formazione ed informazione del personale ai rischi specifici dell'attività, secondo la normativa vigente;
- i. istruzioni e segnaletica contenenti i divieti e le precauzioni da osservare.

3. Le misure di prevenzione degli incendi identificate nella fase di valutazione del rischio sono vincolanti per l'esercizio dell'attività.

I parr. S.5.6, S.5.7 e S.5.8 forniscono un quadro di dettaglio inerente la progettazione della GSA in generale e della GSA in esercizio e in condizioni di emergenza; la definizione dettagliata della GSA per il presente esempio esula dagli scopi della presente pubblicazione.

Obblighi inerenti il d.m. 25 gennaio 2019

In considerazione delle reciproche interazioni fra l'autorimessa ed il condominio sovrastante, si rammentano le disposizioni fornite dal d.m. 25 gennaio 2019, utili anche per la progettazione e la gestione della sicurezza antincendio nell'autorimessa in questione.

Le considerazioni che seguono appaiono opportune in considerazione del fatto che l'autorimessa oggetto del presente caso studio, non riferendosi ad un "luogo di lavoro" ai sensi del d.lgs. 81/08 e, pertanto, non ricadendo nella casistica relativa al d.m. 2 settembre 2021, non prevede la figura degli "addetti alla lotta antincendi o gestione delle emergenze".

Si fa riferimento al d.m. 25 gennaio 2019 - *Modifiche ed integrazioni all'allegato del decreto 16 maggio 1987, n. 246 concernente norme di sicurezza antincendi per gli edifici di civile abitazione.*

Ai fini del presente decreto, il responsabile dell'attività (amministratore del condominio) deve adottare quanto previsto dal corrispondente livello di prestazione che, per l'edificio condominiale, è individuato come L.P. = 0 (edificio di tipo a), avente altezza antincendi da 12 m a 24 m).

In dettaglio, vedi tab. 9-bis.3.1 seguente, egli deve adottare le seguenti misure gestionali:

Compiti e funzioni	
Responsabile dell'attività	- identifica le misure standard da attuare in caso d'incendio; (come sotto dettagliata) - fornisce informazione agli occupanti sulle misure da attuare in caso d'incendio; - espone un foglio informativo riportante divieti e precauzioni da osservare, numeri telefonici per l'attivazione dei servizi di emergenza, nonché le istruzioni per garantire l'esodo in caso d'incendio, come previsto nelle misure da attuare in caso d'incendio; - mantiene in efficienza i sistemi, dispositivi, attrezzature e le altre misure antincendio adottate, effettuando verifiche di controllo ed interventi di manutenzione.
Occupanti	In condizioni ordinarie: - osservano le indicazioni sui divieti e precauzioni riportati nel foglio informativo; - non alterano la fruibilità delle vie d'esodo e l'efficacia delle misure di protezione attiva e passiva; In condizioni d'emergenza, attuano quanto previsto nel foglio informativo.
Misure da attuare in caso d'incendio (Nota 0)	Le misure standard da attuare in caso d'incendio consistono nell'informazione agli occupanti sui comportamenti da tenere: - istruzioni per la chiamata di soccorso e le informazioni da fornire per consentire un efficace soccorso; - azioni da effettuare per la messa in sicurezza di apparecchiature e impianti; - istruzioni per l'esodo degli occupanti, anche in relazione alla presenza di persone con limitate capacità motorie, ove presenti; - divieto di utilizzo degli ascensori per l'evacuazione in caso di incendio, ad eccezione degli eventuali ascensori antincendio da utilizzare con le modalità di cui al D.M. 15 settembre 2005.
Nota 0: In attività caratterizzate da promiscuità strutturale, impiantistica, dei sistemi di vie d'esodo ed esercite da responsabili dell'attività diversi, le pianificazioni d'emergenza delle singole attività devono tenere conto di eventuali interferenze o relazioni con le attività limitrofe. In tali attività, devono essere previste planimetrie per gli occupanti indicanti le vie d'esodo, installate in punti opportuni ed essere chiaramente visibili.	

TABELLA 0: MISURE GESTIONALI PER IL LIVELLO DI PRESTAZIONE 0

Si segnala, da ultimo, che il condominio sovrastante l'autorimessa, presentando un'altezza antincendio inferiore ai 24 m) non ricade nel campo di applicazione del d.m. 19 maggio 2022 - *RTV V. 14 Edifici di civile abitazione.*

Nulla vieta che, tuttavia, possano essere presi a riferimento le indicazioni contenute al par. V.14.4.5 inerenti la misura GSA.

In ogni caso, la GSA dovrà tener conto delle specificità del condominio, al quale è difficile chiedere complicati sforzi di carattere gestionale, sforzandosi di semplificare al massimo le indicazioni (idonea cartellonistica e istruzioni fornite ai condòmini, ecc.) per mantenere in sicurezza l'attività di autorimessa e il condominio stesso.

PROCEDURE DI ESODO

PIANTA PIANO
PRIMO INTERRATO

PROCCOUME DA ADOTTARE
IN CASO DI ALLERGIE

- Gli impianti sono stati progettati dal consorzio di 28 idrocostruttori e sono stati realizzati con tecnologia più avanzata per quanto a sicurezza e durata rispetto a quelli tradizionali.
- I materiali e i speciali supporti di ancoraggio (cappotti) non sono perenni.
- Per essere più sicuri, questi supporti sono stati collocati in luoghi di ancoraggio più vicini alla riva, quindi, rispetto agli impianti tradizionali, si risultano avere maggiore sicurezza.
- Per essere più sicuri, si deve essere più attenti alla pulizia dei cappotti, che non si riempiano di alghe.

- [illegible]



INTELLIGENZA DI SICUREZZA
con la consulenza degli Analisti del Centro di Studi e Ricerche

- | | |
|---|---|
|  | Potenza massima al fuoco |
|  | Partenza dalla via di uscita al normale |
|  | Partenza dalla via di uscita verso l'uscita |
|  | Conti (per legge) |
|  | Uscita di sicurezza |
|  | Spazio libero |
|  | Illuminazione di sicurezza |
|  | Estintore portatile a base d'acqua |
|  | Estintore portatile ad anidride carbonica |
|  | Interruttore a muro |
|  | Strappare aggraffa |
|  | Pulsante di allarme |
|  | Pannello di segnalazione ottico e acustico |
|  | Rivelatore di fumo |
|  | Quadro elettrico di piano |



Studio Ingegneria
Fiamma



MISURA ANTINCENDIO: S.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO

Controllo dell'incendio

S.6.1 PREMessa

1. 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.
2. I presidi antincendio considerati sono gli estintori d'incendio ed i seguenti sistemi di protezione attiva contro l'incendio, di seguito denominati *impianti*: la rete di idranti, gli impianti manuali o automatici di inibizione controllo o di estinzione, ad acqua e ad altri agenti estinguenti.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce ai compartimenti dell'attività il livello di prestazione IV.

(tab. S.6-1) = livello IV (vedi di seguito)

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

Livello di prestazione IV (vedi tab. S.6-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette.
II	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: • profili di rischio: ○ 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 , 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.

Nel caso delle autorimesse, a seguito dell'avvento della RTV V.6, la misura *controllo dell'incendio* è disciplinata al par. V.6.5.6, più specificatamente, essa deve riferirsi alla seguente tab. V.6-3 che fornisce i livelli di prestazione richiesti, in funzione della classificazione dell'attività:

Autorimessa	Autorimessa								
	SA				SB				SC
	AA	AB	AC	AD	AA	AB	AC	AD	
HA	II	II [1]	III [1]	IV	II	III	III [1]	IV	IV
HB		III							
HC; HD	IV				IV				

[1] Incremento di un livello di prestazione per autorimesse chiuse.

Avendo classificato l'autorimessa come SA/AB/HC occorre quindi prevedere un livello di prestazione IV.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.6.4.3, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione IV:

- devono essere installati *estintori* d'incendio a protezione dell'intera attività, secondo le indicazioni del par. S.6.6;
- in esito alle risultanze della valutazione del rischio effettuata, deve essere installata una rete idranti a protezione dell'intera attività, secondo le indicazioni del par. S.6.8 e della tab. V.6-4;
- in esito alle risultanze della valutazione del rischio effettuata, deve essere previsto un impianto antincendio automatico (*sistema sprinkler*) a protezione dei compartimenti costituenti l'autorimessa, secondo le indicazioni del par. S.6.9.

Estintori

L'estintore è un presidio di base complementare alle altre misure di protezione attiva e di sicurezza in caso d'incendio.

La capacità estinguente di un estintore, determinata sperimentalmente, ne indica la prestazione antincendio convenzionale.

L'impiego di un estintore è riferibile solo ad un principio d'incendio e l'entità della capacità estinguente ad esso associata fornisce un grado comparativo della semplicità nelle operazioni di estinzione.

Per la protezione dell'intera attività, si prevede l'installazione di estintori, di tipo portatile, posizionati in posizione ben visibile e di agevole fruizione, lungo i percorsi d'esodo e in prossimità delle uscite.

In base alle indicazioni del par. S.6.6.2:

- Nei luoghi chiusi, nei confronti dei principi di incendio di classe A o classe B, è opportuno l'utilizzo di estintori a base d'acqua (estintori idrici), in quanto l'impiego di estintori a polvere in luoghi chiusi causa, generalmente, un'improvvisa riduzione della visibilità che potrebbe compromettere l'orientamento degli occupanti durante l'esodo in emergenza o altre operazioni di messa in sicurezza.
- Gli estintori devono essere sempre disponibili per l'uso immediato e devono essere collocati in una posizione facilmente visibile e raggiungibile, lungo i percorsi di esodo in prossimità delle uscite dei locali, di piano o finali.
- Le impugnature dei presidi manuali dovrebbero essere collocate ad una quota pari a circa 110 cm dal piano di calpestio.
- Laddove sia necessario installare estintori efficaci per più classi di fuoco, è preferibile utilizzare estintori polivalenti.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.6.4.5).

In dettaglio:

Estintori di classe A

Dalla tab. S.6-5, in riferimento alle caratteristiche dell'autorimessa in esame con profilo R_{vita} A2, si ha:

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	

TAB. S.6-5 - CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DEGLI ESTINTORI DI CLASSE A

- Massima distanza di raggiungimento: 40 m
- Minima capacità estinguente: 13A
- Minima carica nominale 6 litri o 6 kg

Estintori di classe B

Per la scelta del numero di estintori da installare si fa riferimento alla quantità di carburante presente all'interno dei veicoli parchati.

Devono, inoltre, essere posizionati ad una distanza ≤ 15 m dalle sorgenti di rischio.

All'interno dell'autorimessa sono presenti, per ogni piano, 24 veicoli con una presumibile quantità di carburante pari a circa 40 l ciascuno, per un totale di 960 l.

In base alla tab. S.6-6 risulta:

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.

TAB. S.6-6 - CRITERI PER L'INSTALLAZIONE DEGLI ESTINTORI DI CLASSE B

- Minima capacità estinguente: 233 B
- Numero di estintori: > 3
- Minima carica nominale: 6 kg o 6 litri

Nell'autorimessa, pertanto, saranno quindi installati n. 5 estintori polivalenti 13A 233B (ovvero 21A 233B) da 6 litri per ogni piano.

Saranno inoltre installati n. 4 estintori polivalenti 13A 233B (ovvero 21A 233B) da 6 litri nei locali cantina.

Gli estintori saranno segnalati grazie ad appositi segnali UNI EN ISO 7010.

Rete di idranti

Attualmente, nell'autorimessa, è presente una rete idranti dotata di n. 4 attacchi UNI 45 con lancia e manichetta da 20 m (alimentazione da acquedotto pubblico).

La rete idranti progettata, installata ed esercita secondo la norma UNI 10779 è considerata soluzione conforme (vedi par. S.6.8.2) e, pertanto, occorre procedere a tale verifica.

Classificazione attività		Livello di pericolosità	Protezione esterna	Caratteristiche alimentazione idrica (UNI EN 12845)
Superficie lorda	Quota dei piani			
AA	HA, HB	---	---	---
	HC, HD	1	Non richiesta	Singola [1]
AB	HA, HB, HC	1	Non richiesta	Singola [1]
	HD	2	Non richiesta	Singola superiore [2]
AC	HA, HB, HC	2	Si [3]	Singola
	HD	2	Si [3]	Singola superiore
AD	Qualsiasi	3	Si [4]	Singola superiore

[1] Per le autorimesse SA è ammessa l'alimentazione promiscua.

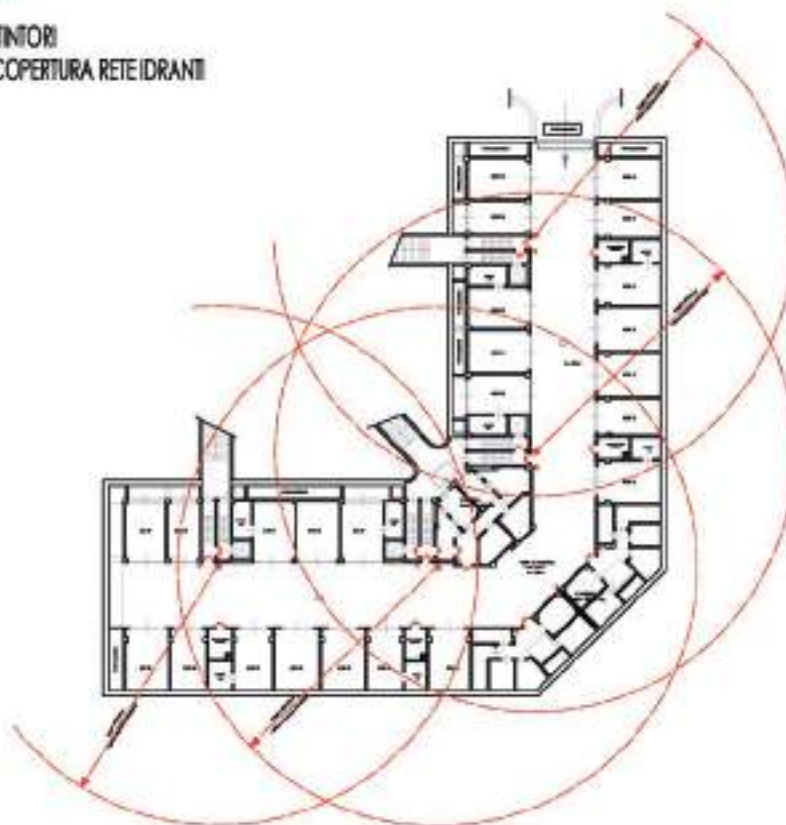
[2] Per le autorimesse SA è ammessa l'alimentazione singola.

[3] Protezione esterna non richiesta se si adotta livello di pericolosità 3.

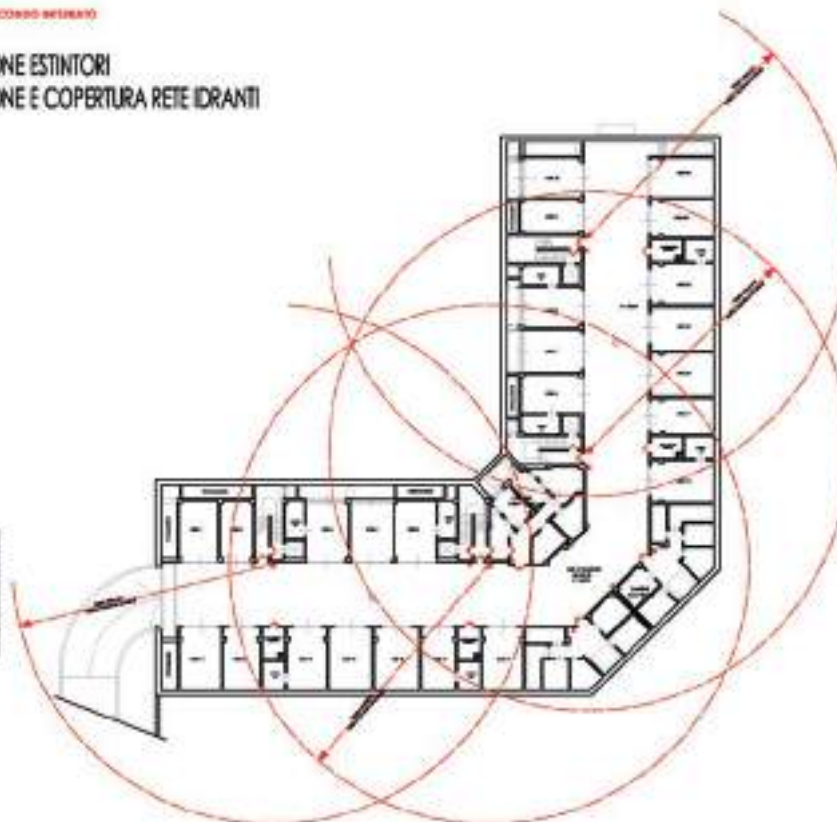
[4] Protezione esterna non richiesta per autorimesse isolate e completamente interrato se si adotta livello di pericolosità 3.

TABELLA V.6-4: PARAMETRI PROGETTUALI PER LA RETE IDRANTI SECONDO UNI 10779

PIANTA PIANO PRIMO INTERNO

DISTRIBUZIONE ESTINTORI
DISTRIBUZIONE E COPERTURA RETE IDRANTI

PIANTA PIANO SECONDO INTERNO

DISTRIBUZIONE ESTINTORI
DISTRIBUZIONE E COPERTURA RETE IDRANTI

Sistema sprinkler

A norma del par. S.6.9.1, i sistemi sprinkler sono impianti antincendio automatici in grado di erogare acqua secondo appropriate configurazioni.

Essi sono progettati per rilevare la presenza di un incendio ed estinguerlo nello stadio iniziale, oppure per tenere sotto controllo l'incendio così che l'estinzione possa essere completata con altri mezzi.

Tali sistemi comprendono i seguenti componenti principali: alimentazione idrica⁴⁹; rete di tubazioni fisse, principali e terminali; stazione di controllo e allarme; valvole; erogatori sprinkler.

Gli erogatori sprinkler funzionano a temperature predeterminate per scaricare l'acqua sopra le parti interessate dell'area sottostante.

La loro temperatura di intervento è in genere selezionata perché si adatti alle ordinarie condizioni di temperatura dell'ambiente di installazione, garantendone quindi l'attivazione solo in prossimità dell'incendio.

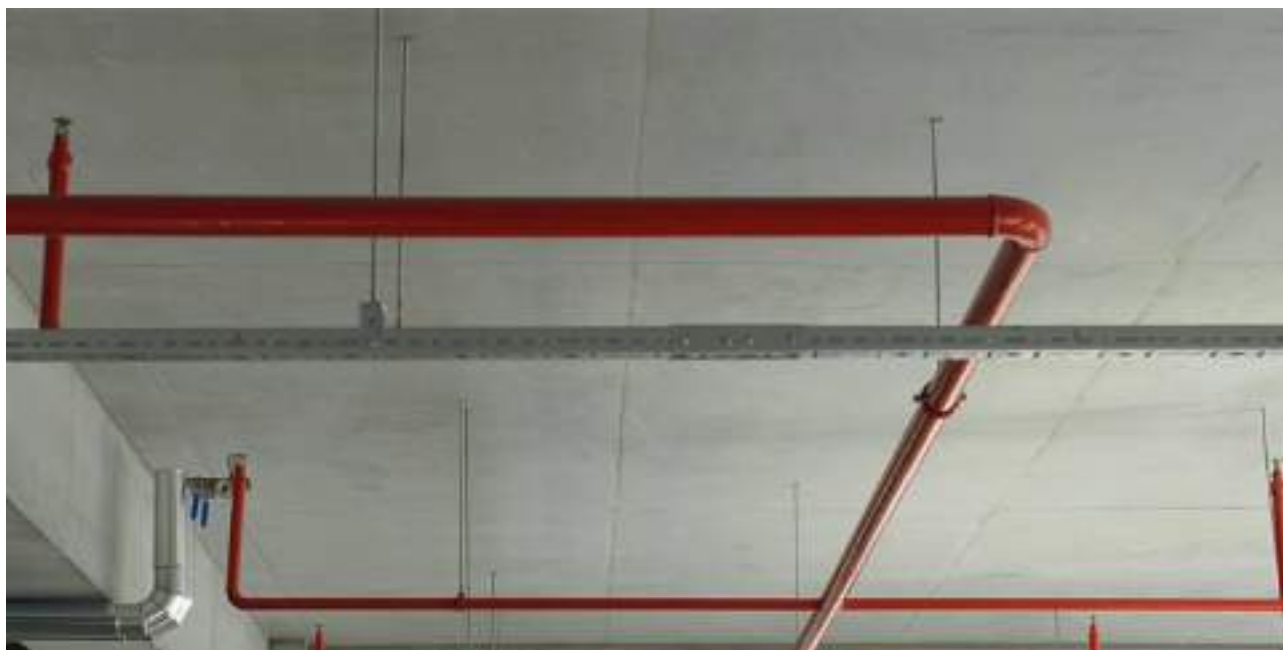
I sistemi sprinkler non devono essere installati nelle aree in cui il contatto con acqua possa costituire pericolo o presentare controindicazioni.

La presenza di un sistema sprinkler non esclude l'eventuale necessità di altri mezzi o sistemi di controllo o estinzione degli incendi.

In caso di contemporanea presenza di un sistema sprinkler e sistemi di protezione diversi (es.: rete di idranti, sistemi per il controllo di fumo e calore, ecc.) deve essere garantito il corretto funzionamento di tutti i sistemi di protezione presenti, evitando interferenze sia nell'attivazione dell'impianto che in quella di controllo o estinzione dell'incendio.

Ai fini della definizione di *soluzioni conformi* per la progettazione dei sistemi sprinkler si applica la norma UNI EN 12845.

Tali sistemi devono comunicare all'IRAI lo stato di eventuali anomalie, l'eventuale attivazione in caso di incendio e tutte le informazioni necessarie alla conoscenza dello stato dell'impianto.



I presidi antincendio devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010 (pannelli retroilluminati), vedi par. S.6.11.

⁴⁹ Ad esempio, il Codice suggerisce che per impianti sprinkler a servizio di ambiti di attività classificati OH3, HHS o HHP secondo la norma UNI EN 12845 è opportuno adottare l'alimentazione idrica di tipo singolo superiore.

PIANTA PIANO PRIMO INTERRATO

IMPIANTI PER IL CONTROLLO DELL'INCENDIO
IMPIANTO RILEVAZIONE ED ALLARME

PIANTA PIANO PRIMO INTERRATO

IMPIANTI PER IL CONTROLLO DELL'INCENDIO
IMPIANTO RILEVAZIONE ED ALLARME



MISURA ANTINCENDIO: S.7 RIVELAZIONE ED ALLARME

Rivelazione ed allarme

S.7.1 PREMESSA

1. 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.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce agli ambiti dell'attività il livello di prestazione III.

(tab. S.7-1) = livello III

Livello di prestazione	Descrizione
I	Rivelazione e diffusione dell'allarme di incendio mediante sorveglianza degli ambiti da parte degli occupanti dell'attività.
II	Rivelazione dell'allarme di 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.

Livello di prestazione III (vedi tab. S.7-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: • profili di rischio: ○ R_{vita} compresi in A1, A2; ○ R_{beni} pari a 1, 2; ○ $R_{ambiente}$ 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	Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: • profili di rischio: ○ R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; ○ R_{beni} pari a 1, 2; ○ $R_{ambiente}$ 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,...).

A tal riguardo, la RTV V.6 non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Nonostante sia possibile attribuire il livello di prestazione II, le risultanze della valutazione del rischio, considerata anche la presenza dell'impianto sprinkler, suggeriscono di incrementare volontariamente il livello di prestazione richiesto.

La dotazione del conseguente IRAI consente di gestire in tempi rapidi qualunque condizione di allarme, permettendo la rivelazione precoce e la diffusione istantanea della comunicazione di esodo agli occupanti, riducendo il t_{det} (time detection).

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.7.4.3, inerente le soluzioni conformi per il livello di prestazione III, deve essere installato un IRAI progettato secondo le indicazioni del par. S.7.5, implementando la funzione principale D (segnalazione manuale di incendio da parte degli occupanti), la funzione principale C (allarme incendio) estesa a tutta l'attività e la funzione principale A (rivelazione automatica dell'incendio) deve essere estesa a porzioni dell'attività.

Devono inoltre essere soddisfatte le prescrizioni aggiuntive indicate nella seguente tab. S.7-3, ove pertinenti, secondo valutazione del rischio d'incendio:

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], 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 richiesta 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.

Funzioni principali degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795 (tab. S.7-5)

- 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

Funzioni secondarie degli IRAI secondo EN 54-1 e UNI 9795 (tab. S.7-6)

- 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 (*building management*)

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.7.4.5).

L'IRAI implementerà le funzioni principali A (rivelazione automatica di incendio), la funzione principale D (segnalazione manuale di incendio da parte degli occupanti) e la funzione principale C (allarme incendio), oltre alle prescrizioni aggiuntive secondo la tab. S.7-3 per il livello di prestazione III, di seguito riassunte:

Aree sorvegliate

Tutte le aree destinate ad autorimessa saranno protette da IRAI.

Funzioni principali

- A: Rivelazione automatica dell'incendio; l'impianto sarà di tipo automatico con l'installazione di dispositivi di rivelazione di tipo velocimetro-differenziale con sensori posizionati a soffitto all'interno dei box..
- B: Funzione di controllo e segnalazione estesa a tutti gli ambienti delle attività di autorimessa, di tipo automatico.
- C: Funzione di allarme incendio estesa a tutti gli ambienti delle attività di autorimessa, con dispositivi ottici-acustici.
- D: Funzione di segnalazione manuale estesa a tutti gli ambienti delle attività di autorimessa, di tipo manuale demandata agli occupanti.
- L: Funzione di alimentazione estesa a tutti gli ambienti delle attività di autorimessa.

In riferimento al par. S.7.5, si riportano le indicazioni da seguire per la corretta progettazione degli IRAI.

Osservazione:

In un'autorimessa chiusa i falsi allarmi, causati dalle emissioni dei gas di scarico degli autoveicoli presenti, possono influire sull'affidabilità del sistema IRAI.

I rivelatori di incendio, infatti, influenzati dagli aerosol generati dai motori, dal particolato e dai residui di gomma degli pneumatici presenti in ambiente, potrebbero attivarsi in maniera indebita.

Inoltre, le particolari condizioni ambientali, tipiche dell'autorimessa, possono pregiudicare la vita media dei rivelatori di incendio.

Pertanto, nelle autorimesse è opportuno installare rivelatori di incendio in grado di far fronte ai predetti fenomeni e, allo stesso tempo, siano stati progettati per l'utilizzo in condizioni difficili (es.: rivelatori di incendio neurali con tecnologia ASA (Advanced Signal Analysis) in grado di eseguire un'analisi "intelligente" del segnale, distinguendo e discriminando le caratteristiche di un incendio reale dalle emissioni di gas di scarico e adattando, di conseguenza, il proprio comportamento alle reali condizioni ambientali.

S.7.5 IMPIANTI DI RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDIO

1. Gli *impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI)* progettati ed installati secondo la norma UNI 9795 sono considerati soluzione conforme. Le soluzioni conformi sono descritte in relazione alle funzioni principali e secondarie descritte nella norma UNI EN 54-1 e riportate nelle tabelle S.7-5 e S.7-6.
2. Per la corretta progettazione, installazione ed esercizio di un IRAI deve essere prevista, in conformità alla vigente regolamentazione e alle norme adottate dall'ente di normazione nazionale, la *verifica della compatibilità e della corretta interconnessione dei componenti*, compresa la specifica sequenza operativa delle funzioni da svolgere. I componenti degli IRAI verificati secondo la norma UNI EN 54-13 sono considerati soluzione conforme.
3. Per consentire a tutti gli occupanti, anche a quelli che impiegano ausili di movimento, di inviare l'allarme d'incendio, i pulsanti manuali della funzione D dovrebbero essere collocati ad una quota pari a circa 110 cm dal piano di calpestio.

Nota Qualora i pulsanti manuali d'allarme incendio non siano adeguati alle specifiche necessità degli occupanti, si può ricorrere anche a sistemi prensili (es. interruttori a corda pendenti da soffitto o pareti, ...).

4. La comunicazione dell'allarme con la funzione principale C deve essere veicolata attraverso modalità *multisensoriali* cioè percepibili dai vari sensi (almeno due), a seconda della condizione degli occupanti cui è diretta, per ottenerne una partecipazione collaborativa adeguata alla situazione di emergenza.

Nota Per adattarsi alle esigenze degli occupanti, possono essere utilizzati differenti dispositivi quali pannelli visivi, cercapersone di nuova generazione (es. wi-fi paging systems, ...), apparecchi vibranti (es. sveglie interconnesse sulle postazioni di lavoro, vibrazioni su smartphone individuali o segnali sonori entro bande di frequenza specificatamente selezionate, ...).

5. I segnali acustici di *pre-allarme*, ove previsto dalla GSA, e di allarme incendio della funzione principale C dovrebbero avere caratteristiche rispondenti alla norma UNI 11744.

Segue una descrizione schematica delle specifiche tecniche degli IRAI.

Gli impianti di rivelazione ed allarme incendio (IRAI) saranno progettati ed installati secondo la norma UNI 9795 e i componenti verificati secondo la norma UNI EN 54-13.

Tutte le aree dell'attività adibite ad autorimessa saranno protette da impianto di segnalazione ed allarme incendio di tipo automatico (dispositivi di rivelazione di tipo puntiforme).

L'impianto IRAI sarà dotato di:

- pulsanti manuali di allarme lungo le vie d'esodo principali;
- dispositivi di allarme ottici ed acustici (pannelli ottico acustici);
- rivelatori puntiformi indirizzati;
- centralina di controllo e allarme, con invio e ricezione dei segnali di allarme.

L'intervento di ogni dispositivo (automatico o manuale) installato in uno dei piani dell'autorimessa sarà avvertibile anche nell'altro.

Pulsanti di segnalazione manuale d'incendio

I pulsanti di segnalazione manuale dovranno essere installati in conformità al progetto esecutivo e collegati al bus comprendente i rilevatori d'incendio.

L'installazione dovrà essere eseguita in modo tale che l'altezza del pulsante sia a circa 1,20 m dal pavimento, in posizione protetta da eventuali urti e danneggiamenti.

La posizione d'installazione dovrà essere inoltre vicina alle uscite di sicurezza e ogni zona dovrà essere coperta dalla presenza di almeno un pulsante, comunque in conformità alla norma UNI 9795.

Pannelli ottico acustici

Ogni impianto di rivelazione e/o pulsante di allarme manuale attiverà (al primo allarme) almeno un pannello ottico acustico posto nell'ambiente protetto/sorvegliato, oltre alla trasmissione del segnale di allarme all'eventuale combinatore telefonico per la segnalazione remota.

I pannelli ottico acustici saranno autoalimentati; in alternativa, i pannelli non autoalimentati saranno alimentati con cavo CEI EN 50200 2 x 1,5 mm² resistente al fuoco 30 min.

Il comando di ogni singolo pannello dovrà essere eseguito da un modulo dedicato; questo sarà collegato al loop tramite il cavo bus, con collegamento tale da garantire il costante controllo della linea, come richiesto dalle norme EN 54-2.

Rivelatori puntiformi

I rivelatori puntiformi saranno di tipo termovelocimetrico, idonei alle caratteristiche degli ambienti da sorvegliare, indirizzabili, a norma UNI EN 54-5.

I rivelatori puntiformi saranno installati nei singoli box e nel corsello di manovra, ai sensi della norma UNI 9795. Tutti i cavi di cablaggio dell'impianto, installati in posizione di possibile esposizione al fuoco, saranno a norma CEI EN 50200 (PH 30 resistenti al fuoco 30 min), installati entro canale o tubo metallico.

Centrali di controllo

La centrale di controllo sarà installata al piano terra, nell'androne condominiale, sempre accessibile ed in caso d'incendio attiverà un sistema di segnalazione ottico acustica nei due compartimenti per avviare la procedura di evacuazione.

È prevista la disattivazione dell'impianto elettrico (con conseguente attivazione dell'illuminazione di sicurezza) al fine di velocizzare i tempi di pre movimento relativamente all'esodo.

La centrale sarà completa di batterie per un'alimentazione di riserva di 24 ore dei rivelatori e di 30 min delle segnalazioni di allarme incendio (pannelli ottico acustici, sirene, ecc.).

La centrale di controllo sarà interfacciata con un combinatore telefonico per la segnalazione dell'incendio e di eventuali guasti dell'impianto di rilevazione incendi, ad una o più stazioni ricevitrici.

Segnali e allarmi

I segnali e gli allarmi dell'impianto di rivelazione ed allarme incendio dovranno essere trasmessi dalla centralina, tramite combinatore telefonico, al personale individuato nella GSA.

Batterie

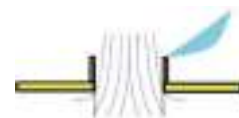
Il tempo di autonomia in stand-by dell'impianto sarà di 24 ore.

L'alimentazione di riserva assicura in ogni caso anche il contemporaneo funzionamento di tutti i segnalatori di allarme per almeno 30 min a partire dalla emissione degli allarmi.

I presidi antincendio devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010 (pannelli retroilluminati).



MISURA ANTINCENDIO: S.8 CONTROLLO FUMI E CALORE



Controllo fumi e calore

S.8.1 PREMessa

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

Nota I sistemi a pressione differenziale per rendere a prova di fumo le compartimentazioni, sono trattati nel capitolo S.3.

- In generale, la misura antincendio di cui al presente capitolo si attua attraverso la realizzazione di:
 - aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza del paragrafo S.8.5;
 - sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore (SVOF) di cui al paragrafo S.8.6;
 - sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC) descritti al paragrafo S.8.7.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce ai compartimenti dell'attività il livello di prestazione II.

(tab. S.8-1) = livello II

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: - 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.

Livello di prestazione II (vedi tab. S.8-2)

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: - 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, ...).

Si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione II.

Nel caso delle autorimesse, a seguito dell'avvento della RTV V.6, la misura *controllo fumi e calore* è disciplinata al par. V.6.5.7; nello specifico essa prevede che:

1. Ciascuna apertura di smaltimento deve avere superficie utile minima commisurata alla superficie lorda del compartimento e, comunque, non inferiore a 0,2 m².
2. Almeno il 10% di SE deve essere di tipo SEa, SEb o SEc.
L'uniforme distribuzione di tali aperture di smaltimento può essere verificata con $R_{offset} = 30$ m.
3. Nel caso di autorimesse con aperture esclusivamente di tipo SEa ed aventi altezza media h_m dei locali non inferiore a 3,50 m, R_{offset} può essere calcolato con la formula:

$$R_{offset} = 30 + 10 \cdot (h_m - 3,50) [m], \text{ con } h_m \leq 5 \text{ m}$$

4. Se previsto, si considera soluzione conforme uno SVOF progettato ed installato in conformità al Technical Specification prCEN/TS 12101-11 o equivalente.
5. In presenza di box auto privi di aperture di smaltimento, gli eventuali serramenti devono essere provvisti di aperture in alto e in basso di superficie utile complessiva non inferiore a 1/100 della superficie lorda in pianta del box.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.8.4.1, inerente le soluzioni conformi per il livello di prestazione II, deve essere prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza secondo quanto indicato al par. S.8.5.

A differenza dei SEFC, 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.

Lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza può essere realizzato per mezzo di aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'autorimessa.

Secondo le prescrizioni del par. S.8.5.1 le aperture di smaltimento devono essere realizzate in modo che:

- a. sia possibile smaltire fumo e calore da tutti gli ambiti del compartimento;
- b. fumo e calore smaltiti non interferiscano con il sistema delle vie d'esodo, non propaghino l'incendio verso altri locali, piani o compartimenti.

Le aperture di smaltimento devono essere protette dall'ostruzione accidentale durante l'esercizio dell'attività. Devono essere previste indicazioni specifiche per la gestione in emergenza delle aperture di smaltimento (Cap. S.5).

Nell'autorimessa sono presenti aperture di smaltimento, in entrambi i piani, dotate di griglie di aerazione del tipo SEa (vedi tab. tab. S.8-4 seguente), ovvero permanentemente aperte, indipendenti per ciascun piano e poste al piano terra con affaccio sul cortile condominiale.

Le griglie superiormente presenti al piano terra nel cortile condominiale hanno dimensioni pari a circa 1,00 x 3,50 m.

Tipo di impiego	Descrizione
SEa	Permanentemente aperte
SEb	Dotate di sistema automatico di apertura con attivazione asservita ad IRAI
SEc	Provviste di elementi di chiusura (es. infissi, ...) ad apertura comandata da posizione protetta e segnalata
SEd	Provviste di elementi di chiusura non permanenti (es. infissi, ...) apribili anche da posizione non protetta
SEe	Provviste di elementi di chiusura permanenti (es. lastre in polimero PMMA, policarbonato, ...) per cui sia possibile l'apertura nelle effettive condizioni d'incendio (es. condizioni termiche generate da incendio naturale sufficienti a fondere efficacemente l'elemento di chiusura, ...) o la possibilità di immediata demolizione da parte delle squadre di soccorso.

Si precisa che i box (tipo a) contenenti le griglie di aerazione (25, 26, 29, 30 e 33 al Piano -1 e 3, 4, 7, 8, 10 e 24 al Piano -2) saranno dotati di basculanti aventi griglie di sezione almeno pari a quella della griglia affacciante all'interno del box.

Nei restanti box (tipo b) l'aerazione naturale sarà realizzata singolarmente per ciascuno, con almeno 1/100 di quella in pianta del box stesso (apertura sovrastante la porta metallica di dimensioni pari a 0,20 x 2,80 m).

La reale superficie di smaltimento di fumi e calore di aerazione presente, considerata l'effettiva percentuale di superficie occupata dalle griglie (da detrarre in misura stimata pari al 25%) è stata così determinata:

Piano -1	Cancello di accesso	Superficie utile: 75% di 11,50 mq = 8,67 mq
	Griglie di aerazione (box tipo a)	Superficie utile: 75% di 21,30 mq = 19,98 mq
	Aperture di aerazione box (box tipo b)	Superficie utile: 75% di 10,64 mq = 7,98 mq
	Intercapedini	Superficie utile: 75% di 13,80 mq = 10,35 mq
	Apertura finale a parete	Superficie utile: 75% di 14,50 mq = 10,88 mq
Piano -2	Cancello di accesso	Superficie utile: 75% di 11,50 mq = 8,67 mq
	Griglie di aerazione (box tipo a)	Superficie utile: 75% di 37,40 mq = 28,05 mq
	Aperture di aerazione box (box tipo b)	Superficie utile: 75% di 10,08 mq = 7,56 mq
	Intercapedini	Superficie utile: 75% di 4,20 mq = 3,15 mq

In linea con quanto previsto nel par. S.8.5.2, la superficie utile minima complessiva SE delle aperture di smaltimento di piano è calcolata come indicato in tab. S.8-5 in funzione del carico di incendio specifico q_f (441 MJ/m²) e della superficie lorda del compartimento A (745 m²).

La superficie SE sarà suddivisa in più aperture di forma regolare e superficie utile $\geq 0,20$ m².

Sarà inoltre necessario prevedere nella GSA una procedura che, ad intervalli regolari, preveda la verifica che le aperture SEa non vengano, in nessun caso, ostruite.

La tab. S.8-5 seguente prevede, per i due compartimenti costituenti l'autorimessa, il tipo di dimensionamento SE1:

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600$ MJ/m ²	A / 40	-
SE2	$600 < q_f \leq 1200$ MJ/m ²	$A \cdot q_f / 40000 + A / 100$	-
SE3	$q_f > 1200$ 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			

$$SE1 \geq A / 40$$

$$SE1 \geq 745 / 40 = 18,7 \text{ m}^2$$

Le dimensioni delle aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza presenti all'interno di entrambi i compartimenti (griglie di smaltimento fumi di tipo SEa) presentano superficie superiori alle dimensioni minime prescritte, di conseguenza lo smaltimento di fumi e calore risulta assicurato.

Le aperture di smaltimento dovrebbero, secondo le prescrizioni del par. S.8.5.3, essere distribuite uniformemente nella porzione superiore di tutti i locali, al fine di facilitare lo smaltimento dei fumi caldi dagli ambiti del compartimento.

L'uniforme distribuzione in pianta delle aperture di smaltimento può essere verificata imponendo che il compartimento sia completamente coperto in pianta dalle aree di influenza delle aperture di smaltimento ad esso pertinenti (vedi la seguente illustrazione S.8-1), imponendo nel calcolo un raggio di influenza R_{offset} pari a 30 m (vedi punto 2 del par. V.6.5.7)⁵⁰.

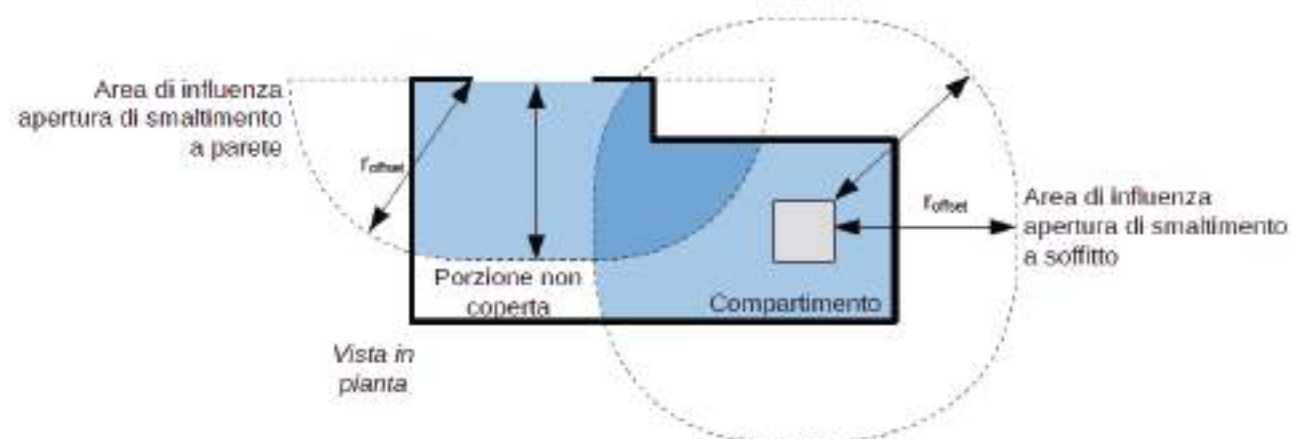


ILLUSTRAZIONE S.8-1: VERIFICA DELL'UNIFORME DISTRIBUZIONE IN PIANTA DELLE APERTURE DI SMALTIMENTO

Come rilevabile dagli elaborati grafici, la distribuzione delle aperture di smaltimento nei compartimenti è regolare lungo le pareti perimetrali dell'autorimessa, soddisfacendo implicitamente la verifica sopra menzionata.

Si segnala la necessità di rispettare la prescrizione di cui al punto 5 del par. V.6.5.7, riguardante i serramenti dei box auto che dovranno essere provvisti di aperture in alto e in basso di superficie utile complessiva non inferiore a 1/100 della superficie lorda in pianta del box.

Anche per tale misura antincendio sono ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.8.4.3).

⁵⁰ Come rilevabile dagli elaborati grafici, si è tuttavia scelta la soluzione più restrittiva riportata nel par. S.8.5.3, con R_{offset} pari a 20 m.



Pianta Piano Primo Sottosopra

VERIFICA DISTRIBUZIONE UNIFORME
APERTURE DI SMALTIMENTO

- GRIGLIE BOX 1° PIANO
- GRIGLIE CANTINE
- AZIANDONE VANO SCALA



Pianta Piano Secondo Sottosopra

VERIFICA DISTRIBUZIONE UNIFORME
APERTURE DI SMALTIMENTO

- GRIGLIE BOX 2° PIANO
- GRIGLIE CANTINE
- AZIANDONE VANO SCALA



MISURA ANTINCENDIO: S.9 OPERATIVITÀ ANTINCENDIO**Operatività antincendio****S.9.1 PREMESSA**

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

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'opera da costruzione il livello di prestazione III.

(tab. S.9-1) = livello III

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.

Livello di prestazione III (tab. S.9-2)

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: - profili di rischio: R_{vita} compresi in A1, A2, B1, B2; R_{beni} pari a 1; $R_{ambiente}$ non significativo; - 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	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV	Opere da costruzione dove sia verificata almeno una delle seguenti condizioni: - 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.

Considerate che le civili abitazioni sovrastanti (che fanno parte dell'opera da costruzione) presentano $q_f > 200$ MJ/mq (vedi tab. S.2-10) e profilo di rischio R_{vita} Ci2-Ci3 (vedi tab. G.3-3), si applica, per la misura in questione, il livello di prestazione III.

A tal riguardo, la RTV V.6 non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.9.4.2, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione III, deve permanentemente assicurata la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio, adeguati al rischio d'incendio, a distanza ≤ 50 m dagli accessi per soccorritori dell'attività.

Il progettista può impiegare i criteri di cui alla tab. S.9-5, quali parametri di riferimento per l'accesso dei mezzi dei Vigili del fuoco.

Nel caso in esame sono stati verificati tutti i criteri richiesti nella tab. S.9-5, ovvero i requisiti minimi di accesso all'attività da pubblica via per i mezzi di soccorso:

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

Inoltre, deve essere disponibile almeno un idrante, derivato dalla rete interna oppure collegato alla rete pubblica, raggiungibile con un percorso massimo di 500 m dai confini dell'attività; tale idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 litri/min per una durata ≥ 60 min.

I sistemi di controllo e comando dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio (es.: degli impianti di spegnimento, degli IRAI, ecc.) 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 (Cap. 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) 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 (Cap. S.5), anche ai fini di agevolare l'operato delle squadre dei Vigili del fuoco.

Sono, in ogni caso, sempre ammesse *soluzioni alternative* per tutti i livelli di prestazione (par. S.9.4.4).





MISURA ANTINCENDIO: S.10 SICUREZZA IMPIANTI TECNOLOGICI

Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio

S.10.1 PREMESSA

1. 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;

Nota esempio: ascensori, montacarichi, montalettighe, scale mobili, marciapiedi mobili, ...

- 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;
2. Per gli impianti tecnologici e di servizio inseriti nei processi produttivi dell'attività il progettista effettua la valutazione del rischio di incendio e prevede adeguate misure antincendio di tipo preventivo, protettivo e gestionale. Tali misure devono essere in accordo con gli obiettivi di sicurezza riportati al paragrafo S.10.5.

Livelli di prestazione e relativi criteri di attribuzione

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio, si attribuisce all'intera attività il livello di prestazione I.

(tab. S.10-1) = livello I

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.

A norma del par. S.10.3, I livello di prestazione I deve essere attribuito a tutte le attività.

A tal riguardo, la RTV V.6, per il caso in esame, non fornisce alcuna ulteriore specifica prescrizione.

Soluzione conforme

In virtù delle prescrizioni di cui al par. S.10.4.1, inerente le *soluzioni conformi* per il livello di prestazione I, 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.

Tali impianti devono garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio riportati al par. S.10.5 ed essere altresì conformi alle prescrizioni tecniche riportate al par. S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

Sono ammesse *soluzioni alternative* alle sole prescrizioni riportate al par. S.10.6 (par. S.10.4.2).

Nell'autorimessa in esame sono presenti i seguenti impianti tecnologici e di servizio, contemplati al comma 1 del par. S.10.1:

- impianti elettrici;
- impianti di protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianti ascensori.

Come prescritto al comma 2 del citato paragrafo, per gli impianti in questione occorre un'apposita *valutazione del rischio di incendio*.

Come detto, le *soluzioni conformi*, vedi par. S.10.4.1, prevedono che gli impianti tecnologici e di servizio siano progettati, installati, verificati, eserciti e mantenuti a regola d'arte, in conformità alla regolamentazione vigente, secondo le norme di buona tecnica applicabili.

Tali impianti, inoltre, debbono garantire gli *obiettivi di sicurezza antincendio* riportati al par. S.10.5 (*rispetto ai quali non sono ammesse soluzioni alternative*) ed essere conformi alle *prescrizioni tecniche* riportate al par. S.10.6 per la specifica tipologia dell'impianto.

S.10.5 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.

Nota Per l'operatività (capitolo S.9) sono previste specifiche prescrizioni in merito alle modalità di disattivazione degli impianti, compresi quelli destinati a funzionare durante l'emergenza.

Considerati gli impianti presenti nell'autorimessa, gli elementi del par. S.10.6 da valutare sono quelli riferiti a:

Impianti per la produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (par. S.10.6.1)

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alle norme CEI vigenti ed applicabili e risponderanno alle prescrizioni di cui al par. S.10.6.1.

Tutti gli impianti saranno dotati di regolare dichiarazione di conformità (d.m. 22 gennaio 2008, n. 37).

Quadri elettrici e interruttori generali

L'attività sarà munita di una serie di interruttori generali, posti in posizione segnalata, che permetteranno di togliere tensione all'impianto elettrico dell'intera attività.

L'ubicazione dei quadri elettrici non dovrà, in alcun caso, ostacolare il deflusso degli occupanti lungo le vie d'esodo.

Gli impianti in questione debbono possedere caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento, individuate nel piano di emergenza, tali da non costituire pericolo durante le operazioni di estinzione dell'incendio.

Ogni impianto di alimentazione sarà dotato di quadri elettrici dedicati, con relativo interruttore generale di sgancio; ogni quadro sarà dotato degli interruttori di protezione (magnetotermico e differenziale) e dell'interruttore generale, azionabile sotto carico.

Tutti i quadri elettrici saranno segnalati con idonei cartelli, posti in posizione accessibile e tali da non compromettere l'esodo in sicurezza degli occupanti.

Gli impianti che abbiano una funzione ai fini della gestione dell'emergenza devono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime indicate nella tab. S.10-2:

Tutti i sistemi di protezione attiva e l'illuminazione di sicurezza debbono disporre di alimentazione elettrica di sicurezza.

Utenza	Interruzione	Autonomia
Illuminazione di sicurezza, IRAI	Interruzione breve ($\leq 0,5$ s)	> 30' [1]
Scale mobili 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		

TAB. S.10-2: AUTONOMIA MINIMA ED INTERRUZIONE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA DI SICUREZZA

I circuiti di sicurezza debbono essere chiaramente identificati e su ciascun dispositivo generale a protezione della linea/impianto elettrico di sicurezza deve essere apposto un segnale riportante la dicitura "Non manovrare in caso d'incendio".



Tutti gli impianti saranno dotati di regolare sistema di messa a terra.

Tutti gli impianti saranno corredati di progetto esecutivo, schemi unifilari e dichiarazioni di conformità alla regola dell'arte (d.m. 22 gennaio 2008, n. 37).

Gli impianti elettrici debbono essere realizzati tenendo conto della classificazione del rischio elettrico dei luoghi in cui sono installati (luoghi ordinari, a maggior rischio in caso di incendio, a rischio di esplosione, ecc.).

Dovranno, inoltre, essere rispettate le prescrizioni di cui alla tab. S.1-8.

Gli impianti debbono essere suddivisi in più circuiti terminali in modo che un guasto non possa generare situazioni di panico o pericolo all'interno dell'attività.

Qualora necessario, i dispositivi di protezione debbono essere scelti in modo da garantire una corretta selettività.

Illuminazione di sicurezza

L'attività sarà dotata di impianto di illuminazione di sicurezza con apparecchi aventi autonomia minima di 30 min, in grado di mantenere un adeguato livello di illuminamento lungo tutti i percorsi d'esodo.

Si rammentano, ad ogni buon fine, le differenze tra le alimentazioni elettriche riportate al par. G.1.19:

- o Alimentazione di emergenza: alimentazione di sicurezza o di riserva.
- o Alimentazione di sicurezza: sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o parti dell'impianto elettrico necessari per la sicurezza delle persone.

Nota L'alimentazione di sicurezza risulta essere necessaria per alimentare gli impianti significativi ai fini della gestione della sicurezza antincendio e dell'emergenza, quali ad esempio illuminazione di sicurezza, gruppi di pompaggio antincendio, sistemi estrazione fumo, sistemi elettrici di ripristino delle compartimentazioni, impianti di rivelazione di sostanze o miscele pericolose, ascensori antincendio, ...

Nota I sistemi di sicurezza e gli impianti dotati di alimentazione elettrica di sicurezza sono normalmente alimentati da una sorgente di alimentazione ordinaria che, in caso di indisponibilità o in situazioni di emergenza, viene sostituita automaticamente dalla sorgente di alimentazione di sicurezza.

- o Alimentazione di riserva: sistema elettrico inteso a garantire l'alimentazione di apparecchi utilizzatori o di parti di impianto per motivi diversi dalla sicurezza delle persone.

Si rammenta la disposizione inerente i presidi antincendio che devono essere indicati da segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010 (pannelli retroilluminati).

Protezione contro le scariche atmosferiche (par. S.10.6.4)

Per l'autorimessa deve essere eseguita una valutazione del rischio dovuto ai fulmini.

Sulla base dei risultati di tale valutazione, gli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche dovranno essere realizzati nel rispetto delle relative norme tecniche; nello specifico si dovrà far riferimento alla norma CEI EN 62305-2 per verificare che la struttura sia protetta contro le fulminazioni.

Impianti di sollevamento e trasporto di cose e persone (par. S.10.6.5)

All'interno dell'autorimessa sono presenti, ad ogni piano, i locali macchina e i vani corsa (situati all'interno dei vani scala).

L'analisi degli ascensori secondo la RTV V.3 sarà condotta di seguito.

Tali impianti di sollevamento, non specificatamente progettati per funzionare in caso di incendio, dovranno essere dotati di accorgimenti gestionali, organizzativi e tecnici che ne impediscano l'utilizzo in caso di emergenza.

Sezione V - Regole tecniche verticali**Cap. V.1 Aree a rischio specifico**

All'interno dell'autorimessa non saranno presenti aree a rischio specifico per le quali valutare misure antincendio specifiche in riferimento al Cap. V.1.

In riferimento alle cantine, si rimanda alle specifiche descritte in precedenza riferite al carico d'incendio stimato, alla classe del compartimento, alle misure di protezione attiva e a quelle gestionali.

Cap. V.2 Aree a rischio per atmosfere esplosive

Nelle autorimesse progettate e gestite secondo la RTV V.6, in virtù del par. V.6.5.3, è ammesso omettere le valutazioni relative alle aree a rischio per atmosfere esplosive.

Cap. V.3 Vani degli ascensori

All'interno dell'autorimessa sono presenti i locali macchina e i vani corsa (situati all'interno dei vani scala).

Ai fini dell'applicazione della RTV V.3, i vani degli ascensori in esame sono classificati di tipo SC: vano a prova di fumo.

Tutti gli ascensori installati risponderanno alle prescrizioni di cui al par. V.3.3.3; in particolare pareti, porte di accesso, setti di separazione e intelaiatura di sostegno della cabina saranno costituiti da materiali appartenenti al gruppo GM0 di reazione al fuoco.

La classe minima di resistenza al fuoco dei vani ascensore sarà pari a REI 90, in accordo alle classi dei compartimenti serviti.

Le pareti, il pavimento e il tetto della cabina devono essere costituiti da materiali appartenenti al gruppo GM2 di reazione al fuoco.

Il vano degli ascensori di tipo SC sarà inserito in un vano scale a prova di fumo proveniente dall'attività.

Per i vani degli ascensori deve essere soddisfatto il livello di prestazione II della misura *controllo di fumi e calore* (Cap. S.8).

A tal fine, sulla sommità dei vani ascensore sarà prevista una apertura di smaltimento di fumo e calore in emergenza che soddisfi il livello di prestazione II della misura controllo di fumi e calore.

I locali macchina sono dotati di apertura di smaltimento fumi e calore, ovvero di camini di tiraggio naturale.

Ciascun locale macchina presenta una superficie di 4,32 m², mentre l'area di smaltimento fumi e calore è pari a 0,20 m².

La seguente tab. S.8-5 prevede il tipo di dimensionamento SE1:

Tipo di dimensionamento	Carico di incendio specifico q_f	SE [1] [2]	Requisiti aggiuntivi
SE1	$q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2$	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			

$$\begin{aligned} SE1 &\geq A / 40 \\ SE1 &\geq 4,32 / 40 = 0,11 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

risultando, pertanto, un'apertura sufficiente per lo smaltimento dei fumi e del calore.

In caso di incendio, gli ascensori, essendo a servizio dei compartimenti protetti da IRAI, saranno programmati in modo da essere portati al piano di riferimento principale (piano terra) e successivamente arrestati.
In caso di incendio, l'utilizzo degli ascensori è vietato; appositi segnali di divieto saranno installati in corrispondenza dello sbarco ai piani, in posizione facilmente visibile (cartelli UNI EN ISO 7010:2012 - P020 riportante il messaggio "Vietato usare l'ascensore in caso di incendio").



In prossimità dell'accesso degli spazi di installazione dei macchinari sarà posizionato un estintore.

Confronto tra gli esiti delle due progettazioni

Il caso studio ha riguardato la progettazione antincendio di un'attività autorimessa mediante due diverse impostazioni progettuali, tra loro alternative:

- 🚧 la RTV tradizionale, d.m. 1 febbraio 1986 (progetto del 1997);
- 🚧 Il Codice, comprensivo della RTV V.6 di cui al d.m. 15 maggio 2020.

In merito, si rinvia alle considerazioni già esposte al capitolo "Attività autorimesse - la normativa applicabile".

Segue un quadro riassuntivo riportante le differenze e le similitudini rilevate nell'applicazione della normativa previgente al Codice (d.m. 1 febbraio 1986), il Codice stesso e le prescrizioni contenute nella RTV V.6 di cui al d.m. 15 maggio 2020, in relazione alla progettazione antincendio dell'autorimessa esaminata.

In rosso sono evidenziate le criticità riscontrate, in sede di sopralluogo, per il rispetto delle prescrizioni di cui alla RTV tradizionale (vedi capitolo "Problematiche inerenti l'applicazione della RTV tradizionale").



Codice e RTV V.6

par. V.6.3 Tipo SA - AA - HC 48 occupanti	par. S.1.4.1 par. V.6.5 Impiego materiali GM3 Strutture portanti e partizioni GM0	par. S.2.4.3 par. V.6.5.2 R/REI 90	par. S.3.4.1 par. V.6.5.3 S < 4000 m ² REI 90 Cantine in box classificate TM1 e non compartmentate	par. S.4.4.1 Uscite indipendenti ≥ 2 Corridoi ciechi ≤ 30 m Lunghezza percorsi ≤ 60 m	par. S.5.4.1 par. S.5-3 tab. S.5-3 par. V.6.5.5 GSA	par. V.6.5.6 par. S.6.4.3 Estintori 13A 233B Rete idranti (esistente) Impianto spegnimento automatico sprinkler	par. S.7.4.3 IRAI	par. S.8.4.1 par. V.6.5.7 Ventilazione naturale, griglie del tipo SEa calcolo tipo SE2	par. S.9.4.2 par. S.10.4.1	
CLASSIFICAZIONE DELL' AUTORMESSA	S1 REAZIONE AL FUOCO	S2 RESISTENZA AL FUOCO	S3 COMPARTIMENTAZIO NE	S4 ESODO	S5 GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO	S6 CONTROLLO DELL' INCENDIO	S7 RIVELAZIONE ED ALLARME	S8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE	S9 OPERATIVITÀ ANTINCENDIO	S10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO
punto 1.1 Mista Interrata Chiusa Non sorvegliata A box	---	punto 3.4 Locali attività e cantine R/REI 90	punto 3.1 Separazione dal condominio REI 90 punto 3.5 Cantine non compartmentate <i>Ricorso a deroga</i> punto 3.6 Sezionamenti vani scala R/REI 90 <i>Ricorso a deroga</i>	punto 3.10 75 persone compartimento 4 scale a prova di fumo Capacità di deflusso 300 persone compartimento Lunghezza percorsi ≤ 40 m Larghezza delle vie di uscita 0,90 m <i>Ricorso a deroga</i>	punto 10	punto 6.2 Estintori 21A 89B punto 6.1 No rete idranti (esistente) No impianto spegnimento automatico	---	punto 3.9.0 punto 3.9.1 Superficie ventilazione ≥ 1/25 Superficie pianta compartimento Aerazione box ≥ 1/100 Superficie pianta box	---	punto 4 punto 5

d.m. 1 febbraio 1986

Appendice - Ipotesi di presenza di veicoli alimentati con combustibili alternativi

Nella presente appendice si prevede, nell'autorimessa, anche la presenza di veicoli elettrici oltre che alimentati con GPL, GNC e idrogeno.

Lo scopo dell'Appendice è quello di evidenziare come cambiano la valutazione del rischio e l'attribuzione dei livelli di prestazione delle misure della strategia antincendio.

Autovetture elettriche

Le autovetture elettriche EV (Electric Vehicle, *full* BEV o *ibridi* PHEV) rappresentano, probabilmente, il futuro della mobilità, in quanto raffigurano la un'efficace soluzione per ridurre l'inquinamento atmosferico.

Un'autovettura *full electric* (BEV) funziona sfruttando l'energia originata da una batteria; l'energia chimica di quest'ultima, una volta convertita in energia meccanica dal motore elettrico, consente al veicolo di muoversi. Il motore elettrico, generalmente, è accoppiato direttamente al differenziale e, pertanto, non sono presenti cambio e frizione.

Di conseguenza, l'autovettura elettrica offre un'esperienza di guida particolarmente confortevole, presentando una lineare erogazione della potenza, in assenza di emissioni acustiche.

Va in ogni caso però sottolineato che, allo stato, esistono considerevoli svantaggi nell'utilizzo di tali autovetture, consistenti nella relativa autonomia fra le ricariche, nell'elevato tempo necessario per la ricarica, dall'esigua durata delle batterie e dall'elevato relativo costo.



Autovetture alimentate con GPL

Il GPL (Gas di Petrolio Liquefatto) è una miscela di gas composta principalmente da propano e butano, allo stato liquido, con pressione fino a 10 bar.

Il GPL si caratterizza per il suo elevato potere calorifico; la sua potenza energetica, infatti, supera il carbone, la legna e il gasolio.

Il GPL allo stato gassoso presenta una densità superiore a quella dell'aria e, pertanto, tende a ristagnare non diffondendosi nell'ambiente.

Pertanto, laddove si verificassero delle fuoriuscite accidentali, il GPL si concentrerebbe verso il pavimento e nelle eventuali cavità presenti, determinando situazioni di rischio di incendio ed esplosione.

Per questo motivo, la RTV V.6 vieta di parcheggiare veicoli con bombole a GPL in autorimesse con piani inferiori al primo interrato (vedasi per il dettaglio il d.m. 15 maggio 2020, par V.6.6.5, comma 1, lett. j e k).

Le autovetture alimentate con GPL fanno parte della categoria delle *bifuel*, ossia, funzionanti con due alimentazioni; rispetto alle autovetture diesel, alimentate a gasolio, quelle con GPL presentano alcuni vantaggi, quali minor costo del carburante, consumi più ridotti e maggior rispetto per l'ambiente.

Di contro, le autovetture diesel si avvantaggiano di una capillare rete per il rifornimento e di prestazioni migliori del motore.

Inoltre, le autovetture alimentate con GPL sono equipaggiate dalla bombola del serbatoio, occupante il vano della ruota di scorta, che costituisce un fattore di rischio non trascurabile.

Inoltre, il rilevante risparmio sul carburante, rispetto ad un'autovettura alimentata diesel, si scontra con i maggiori costi necessari per la manutenzione che presentano le autovetture alimentate con GPL.

Autovetture alimentate con GNC

Il GNC (Gas Naturale Compresso) è metano CH_4 .

Nato come carburante per auto, il GNC è adatto ai veicoli che necessitano di bassa autonomia (circa 300 km).

Il metano inquina ancora meno del GPL ma, nel confronto, risulta meno performante.

Nell'ottica dei costi, il GPL risulta meno caro del metano, ma consuma di più; infatti, essendo un derivato del petrolio, risulta meno efficiente della benzina e, conseguentemente, viene consumato più rapidamente del metano.

Autovetture alimentate con idrogeno

La tecnologia che consente la conversione dell'idrogeno in energia è la cella a combustibile (*fuel cell*).

In sostanza, una *fuel cell* è un reattore elettrochimico nel quale i reagenti sono rappresentati dall'idrogeno e dall'ossigeno e i prodotti sono rappresentati dall'acqua e dall'energia (flusso di corrente elettrica).

In ambito automobilistico vengono adoperate le fuel cell con membrana a scambio protonico (PEMFC) grazie alla loro particolare caratteristica di funzionare a basse temperature (circa 60°C).

Una autovettura a idrogeno, che utilizzi questa tecnologia, è nota come Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV), ovvero un veicolo dotato di motore elettrico che viene alimentato dall'energia chimica ottenuta mediante la fuel cell.

In definitiva, è possibile affermare che i veicoli ad idrogeno sono, in pratica, dei veicoli elettrici.

Infatti, un FCEV è un EV che produce autonomamente l'energia da immagazzinare nella batteria utilizzando l' H_2 .

Di contro, la presenza della fuel cell accresce la complessità costruttiva del veicolo e, conseguentemente, i costi della FCEV, che risulta superiore rispetto quello di un'autovettura elettrica, nella quale, la fuel cell non è presente.

Se in termini di prestazioni le due tipologie sono praticamente analoghe, relativamente ai bilanci energetici, invece, le FCEV non reggono il paragone con le EV.

Le autovetture elettriche, mediamente, sono circa tre volte più efficienti di un'autovettura a idrogeno.

Grosso svantaggio per tale tipologia di autovetture FCEV consiste nella diffusione praticamente assente delle stazioni di rifornimento.



Nuova valutazione del rischio d'incendio per l'attività

Premessa

Le auto provocano degli incendi per varie motivazioni, la maggioranza dei quali può ricondursi a perdite di carburante e, a causa di cortocircuiti, all'incendio di cavi.

Le perdite di carburante possono essere causate dalle conseguenze di un incidente ovvero a causa di una riparazione dell'auto, eseguita in maniera errata.

In tale dinamica gioca un ruolo importante anche l'obsolescenza del veicolo, in quanto le guarnizioni usurate rischiano di produrre, o facilitare, il fenomeno.

Ogni autovettura, a prescindere dal tipo di alimentazione, costituisce un fattore di incendio.

Per le auto elettriche, come dibattuto in precedenza, esistono problematiche ulteriori: al loro interno vi sono delle tensioni elettriche più elevate rispetto alle altre auto e le batterie sono più grandi e più complesse.

Inoltre, nelle auto elettriche, il fenomeno della combustione si può manifestare anche in maniera differita nel tempo (anche dopo molti giorni dal verificarsi del problema).

Fatti salvi gli eventi dolosi, la causa di un incendio di un'autovettura parcheggiata è quasi sempre riconducibile a quella elettrica.

Una corretta manutenzione, specialmente riguardo al parco auto più obsoleto, aiuta senz'altro a scongiurare questa problematica.

Se la batteria presenta un calo di tensione, classico sintomo all'accensione, il motore gira più piano, è chiaro che sono presenti degli anomali assorbimenti.

Se esiste un fondato sospetto di un potenziale danno alla batteria, è necessario isolare immediatamente le autovetture elettriche.

In un'autorimessa, se ad esempio occorre lasciare parcheggiata per diversi giorni l'autovettura elettrica, è consigliabile scollegare la batteria che, così facendo, peraltro, non potrà scaricarsi a causa degli assorbimenti dei dispositivi comunque alimentati.

Si può affermare che, allo stato, sebbene i casi di incendio di auto elettriche siano relativamente rari, il problema risiede nel fatto che le batterie, specialmente quelle agli ioni di litio (LIB), che contengono materiali attivi altamente energetici ed elettroliti organici infiammabili, richiedono procedure d'intervento ben più complesse rispetto a quanto richiesto, in circostanze analoghe, dalle auto alimentate con combustibili tradizionali.

D'altro canto, il GPL, in caso di fuoriuscita dal serbatoio, costituisce un elevato fattore di pericolo, essendo un gas che tende a stratificarsi a pavimento; in caso di innesco, infatti, il GPL è in grado di provocare un incendio, o un'esplosione, con conseguenze drammatiche, in un'autorimessa interrata.

Discorso diverso riguarda le auto alimentate a metano; tale gas, infatti, tende a salire verso l'alto e, in caso di dispersione, non si accumula in basso.

Conseguentemente, le auto con tale alimentazione non sono soggette a limitazioni nelle autorimesse in regola anche in termini di ventilazione.

Le auto ad idrogeno presentano pericoli diversi dalle autovetture con motori endotermici e dalle auto elettriche. Le autovetture FCEV presentano i medesimi pericoli di incendio delle batterie delle auto EV, ai quali si sommano i pericoli derivanti dalla presenza delle bombole di idrogeno.

Ad oggi, non esistono sufficienti dati statistici per una valutazione del rischio di incendio o di esplosione⁵¹ basata su dati stabili; sicuramente tra i pericoli che vanno considerati emergono:

- presenza di bombole ad alta pressione (700 bar, molto superiore a quella delle bombole di metano per autotrazione (circa 200 bar) o GPL (circa 8 bar);
- l'idrogeno è estremamente volatile ed infiammabile e facilmente esplosivo anche se fortunatamente, essendo molto leggero, in caso di perdite, normalmente, si disperde velocemente nell'aria verso l'alto; naturalmente ciò vale all'aperto, in caso di spazi confinati il pericolo ovviamente esiste;
- la combustione dell'idrogeno è particolare: rispetto alla combustione di un normale idrocarburo emette molto meno calore per irraggiamento; nella maggior parte dei casi, una minore probabilità di propagazione dell'incendio, almeno per la parte dovuta al calore da irraggiamento.

⁵¹ Zaccarelli G., *Un aggiornamento sulla sicurezza antincendio dei veicoli ad idrogeno - 2018*.

Ricadute sulla VR

A fronte delle ipotesi effettuate nell'ambito del presente caso studio, si ipotizza ora la presenza nell'autorimessa di veicoli elettrici oltre che alimentati con GPL, GNC e idrogeno.

Più precisamente, si considera l'installazione, in ciascun box, di *wallbox* (stazione di ricarica a parete).

Se un'auto elettrica parchata in un'autorimessa interrata s'incendiasse, l'evoluzione dello stesso sarebbe molto rapida e l'incendio assumerebbe, ben presto, le caratteristiche di un evento diffuso e non più specifico del veicolo elettrico.

A fronte dei pericoli connessi al potenziale parcheggio di altre tipologie di autoveicoli alimentate con combustibili "alternativi" come quelli passati in rassegna nel precedente paragrafo, la valutazione del rischio dell'attività dovrà, necessariamente, essere soggetta ad alcune significative riflessioni.

Individuazione dei pericoli d'incendio aggiuntivi

Quali pericoli di incendio aggiuntivi che risultano prevedibili si rilevano:

- Auto elettriche:
 - tensioni elettriche più elevate rispetto alle altre auto;
 - presenza di batterie agli ioni di litio (LIB);
 - presenza delle wallbox.
- Auto a GPL:
 - possibile fuoriuscita del GPL dal serbatoio, che tende a stratificarsi a pavimento.
- Auto a GNC:
 - possibile fuoriuscita del GNC dal serbatoio, che tende a stratificarsi verso l'alto.
- Auto a idrogeno:
 - presenza di bombole ad alta pressione;
 - combustibile estremamente volatile ed infiammabile e facilmente esplosivo.

In relazione alla probabilità di formazione di atmosfere esplosive pericolose all'interno dell'autorimessa è necessaria un'apposita valutazione, che per brevità di trattazione si omette.

Si potrebbe, in questo caso, ipotizzare in prima battuta l'autorimessa come luogo in cui è improbabile che un'atmosfera esplosiva si presenti durante il normale funzionamento, ma che, se si presenta, persiste solo per un breve periodo (il pericolo è presente raramente o quasi mai) - zone 2-22, vedi tab. V.2-1.

Da tale tabella si ricava che la probabilità P , di presenza su base annua (eventi/anno) di atmosfere esplosive in autorimessa, è $10^{-5} < P \leq 10^{-3}$.

Ovviamente la valutazione del rischio esplosione da condurre è molto più articolata rispetto alle brevi considerazioni di massima già indicate.

Individuazione delle misure preventive aggiuntive che possano rimuovere o ridurre i pericoli che determinano rischi significativi

Le misure di prevenzione e protezione aggiuntive da adottare sono:

- assicurare il controllo periodico dell'autorimessa, a cura del responsabile dell'attività, al fine di verificare il corretto accesso, in termini di manutenzione corrente, delle auto da parchare;
- obbligo di scollegare la batteria degli EV in previsione di lunghe soste.

Misure aggiuntive di tipo organizzativo, gestionale e tecnico

Si rilevano le seguenti misure compensative di GSA aggiuntive:

Il responsabile dell'attività, in merito all'organizzare della sicurezza *in emergenza* (punto b del par. S.5.8), dovrà gestire, *inoltre*, l'attivazione dei servizi di soccorso pubblico, con particolare attenzione alle difficoltà relative all'operatività antincendio connessa all'incendio di auto elettriche e a idrogeno.

Valutazione del rischio residuo

In aggiunta a quanto esplicitato nell'analogo paragrafo inerente la VR del presente caso studio, si osserva che il rischio residuo d'incendio, alla luce delle ipotesi più gravose introdotte nella presente Appendice, configurano una situazione che, ovviamente, rileva un aggravio di rischio.

La presenza sistematica di autoveicoli elettrici, e delle relative wallbox, la presenza di autoveicoli alimentate da combustibili diversi che, sicuramente, presentano una velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio non lenta debbono costituire, per il progettista antincendio, importanti elementi di riflessione.

Inoltre, come si evince dai dati reperibili nella letteratura tecnica di settore, mentre il confronto fra i rilasci termici HRR comprova che le potenze non siano dissimili da quelle delle auto alimentate con combustibili tradizionali, la produzione di HF acido fluoridrico, dovuta alla combustione del pacco batteria agli ioni di litio degli EV e, conseguentemente, la tossicità dei fumi, risulta essere significativamente superiore per questi ultimi.

Attribuzione del nuovo profilo di R_{vita}

Per l'attività in oggetto, alla luce della nuova VR, considerate le caratteristiche prevalenti degli occupanti che si trovano all'interno della stessa e la tipologia dei materiali combustibili presenti, si definisce il profilo di rischio R_{vita} come combinazione dei fattori δ_{occ} e δ_{α} :

	δ_{occ}	δ_{α}	R_{vita}
Autorimessa privata	A	3	A3

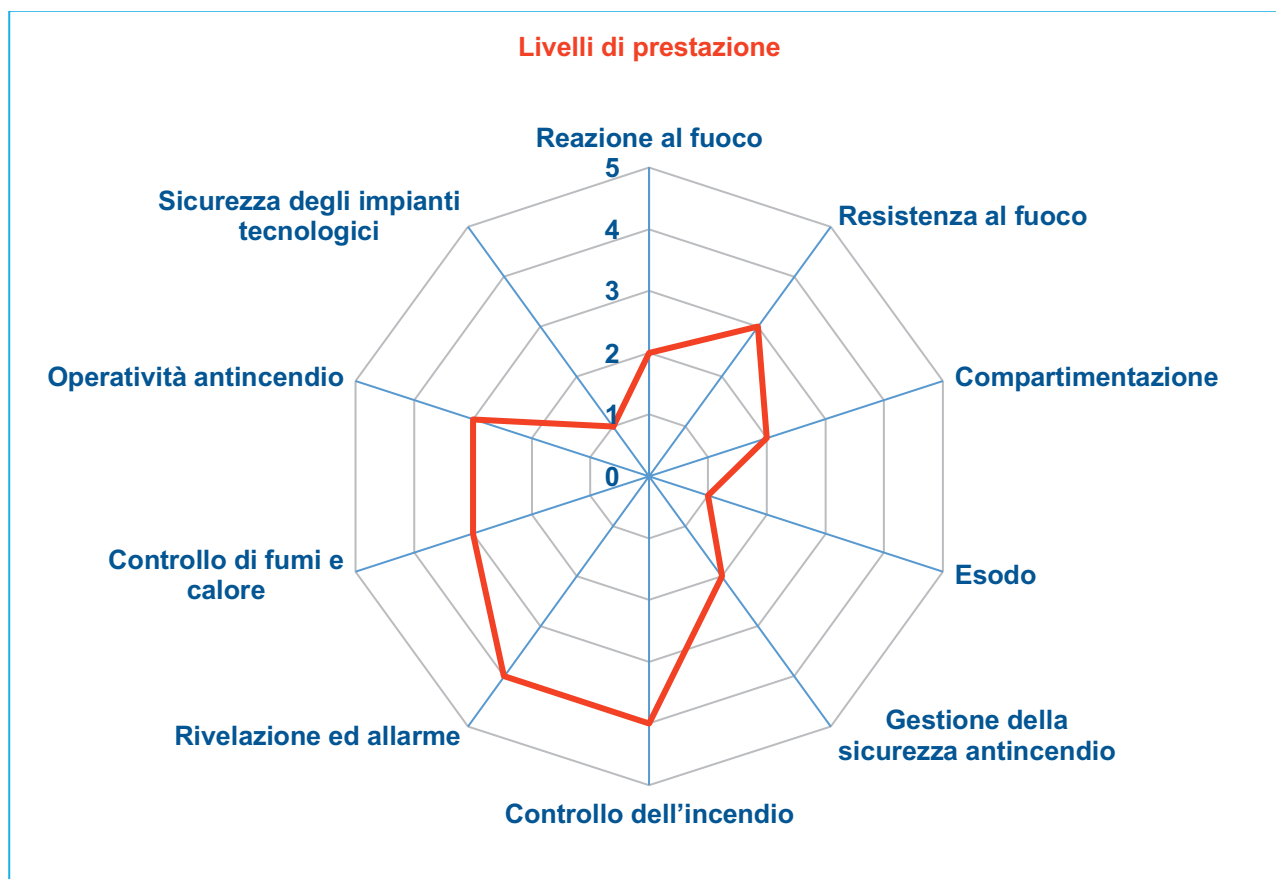
avendo considerato una velocità caratteristica prevalente dell'incendio δ_{α} di tipo *rapida*.

Tutte le misure antincendio componenti la strategia adottata saranno verificate rispetto al profilo di rischio A3.

Nuova attribuzione dei livelli di prestazione per le misure antincendio

Una conseguente nuova valutazione del rischio potrebbe suggerire di assegnare nuovi livelli di prestazione, almeno, per le seguenti misure costituenti la strategia antincendio:

Gestione della sicurezza antincendio	Livello II di prestazione (parr. S.5.3, S.5.4.1 e V.6.5.5)
Rivelazione ed allarme	Livello IV di prestazione (parr. S.7.3 e S.7.4.4)
Controllo di fumi e calore	Livello III di prestazione (parr. S.8.3, S.8.4.2 e V.6.5.7)



RAPPRESENTAZIONE POLARE DEI NUOVI LIVELLI DI PRESTAZIONE RELATIVI ALLE MISURE COSTITUENTI LA STRATEGIA ANTINCENDIO

Pertanto, in relazione agli esiti della nuova valutazione del rischio nei compartimenti dell'autorimessa, e in considerazione degli ambiti limitrofi della stessa attività (condominio sovrastante), per le misure antincendio considerate si dovranno attribuire livelli di prestazione superiori rispetto alla valutazione del rischio precedentemente effettuata.

Considerazioni a commento

❖ *Riepilogo sintetico del caso studio*

Il caso studio riguarda un'autorimessa privata, costituita da due piani interrati, a servizio di un condominio sovrastante.

Il progetto dell'autorimessa, risalente al 1997, risulta corredato di "parere di conformità sul progetto", tuttavia alcune difformità esistenti tra le previsioni progettuali, secondo la RTV tradizionale, e le risultanze reali dello stato di fatto, impedirono l'esercizio dell'attività.

Successivamente, nel 2001, il condominio incaricò un tecnico allo scopo di sanare, nell'ambito di un procedimento di deroga, le difformità presenti; tale istanza non ebbe seguito e l'autorimessa non è mai stata esercitata.

Il condominio, recentemente, ha deliberato il riutilizzo dell'autorimessa e, di conseguenza, è necessario riprogettare l'autorimessa alla luce della normativa vigente.

Dall'esame comparato delle due progettazioni, una eseguita con la RTV tradizionale d.m. 1 febbraio 1986 e l'altra con l'ausilio del Codice e della RTV V.6 d.m. 15 maggio 2020, com'era da attendersi, si osserva un approccio più restrittivo della prima rispetto alla seconda.

Infatti, anche ipotizzando possibile, in linea puramente teorica, di dar seguito oggi all'istanza di deroga del 2001, il soddisfacimento delle misure compensative proposte, necessarie per ovviare alle difformità dello stato di fatto rispetto al progetto originario, risulterebbe significativamente oneroso sia in termini economici che di impatto sulla consistenza edilizia interessata dalle opere di adeguamento.

Viceversa, l'utilizzo del Codice e della RTV V.6 consente di raggiungere, agevolmente, gli obiettivi di sicurezza antincendio previsti.

Infatti, fatta eccezione per il Piano -1, dove per la misura S.1 è stato necessario ricorrere ad una *soluzione alternativa*, le restanti misure della strategia antincendio sono state risolte in *soluzione conforme*.

Nell'Appendice si è considerata, aggravando volutamente gli scenari di rischio per l'attività, la presenza nell'autorimessa di veicoli elettrici e di altri alimentati con GPL, GNC e idrogeno.

La conseguente valutazione dei rischi ha condotto a rivedere il profilo R_{vita} , che da A2 è passato ad A3, e, conseguentemente, l'attribuzione dei livelli di prestazione per le misure antincendio inerenti S.5, S.7 ed S.8.

❖ *Commento dei risultati*

La progettazione dell'autorimessa con il Codice presenta, come illustrato nel caso studio, diversi elementi di novità rispetto alla normativa tradizionale.

Innanzitutto, non sono presenti i vincoli geometrici su corsia di manovra, rampa, ecc., consentendo al progettista di calibrare meglio le misure da adottare per la sicurezza antincendio.

Si tiene inoltre conto in maniera più congrua dell'interferenza con il condominio sovrastante, sia in termini di esodo, sia di resistenza al fuoco, sia di compartimentazione, sia di GSA.

Riguardo alla reazione al fuoco, la presenza di un isolamento termico senza prestazioni note di reazione al fuoco al Piano -1 può essere valutata direttamente in fase di progetto, senza ricorrere ad un'istanza di deroga, ricorrendo ad una *soluzione alternativa*.

Nel caso studio in esame, una corretta valutazione del rischio mediante l'approccio prestazionale ha avuto un esito negativo: sulla base delle ipotesi assunte, l'isolante di ignote prestazioni di reazione al fuoco contribuirebbe allo sviluppo ed alla propagazione dell'incendio nello scenario di progetto più gravoso.

Pertanto, la *soluzione alternativa* condotta in tal modo non consente di mantenere l'isolante termico nell'autorimessa.

Ciò non deve sorprendere, in quanto non è detto che, ricorrendo ad una *soluzione alternativa*, si riesca sempre a risolvere il problema.

In questo caso, infatti, il ricorso alla FSE è servito a dimostrare la necessità di dover eliminare gli elementi di isolamento termico perché, in caso di incendio, avrebbero compromesso l'esodo non soddisfacendo l'obiettivo di sicurezza della vita umana.

L'approccio olistico e "ricorsivo" del Codice, quando applicato con etica e competenza, serve anche a dimostrare soluzioni che non soddisfano gli obbiettivi di sicurezza e che, pertanto, non devono essere attuate. Di fronte ad una *soluzione alternativa* non applicabile il progettista, infatti, può ricorrere ad altre soluzioni alternative: la più fattibile potrebbe consistere nel ricorso alla certificazione di cui all'art. 10 del d.m. 26 giugno 1084 e s.m.i. per conoscere le effettive prestazioni di reazione al fuoco dell'isolante termico.

Altre soluzioni tecniche potrebbero invece essere trovate nell'ambito conforme: rimozione dell'isolante termico presente e sostituzione con uno classificato.

Con riferimento alle altre misure antincendio, non si sono presentate particolari difficoltà tecniche.

Si evidenzia comunque come la progettazione della compartimentazione, in particolare delle comunicazioni con le cantine (aree a rischio specifico) e con il condominio (attività non soggetta, ma in ogni caso con un suo rischio d'incendio), e del sistema di esodo tenga conto del rischio incendio specifico non solo dell'autorimessa, ma anche delle attività con cui la stessa interagisce.

Infine, non può sfuggire che una corretta progettazione della sicurezza antincendio di un'autorimessa non può prescindere da una attenta valutazione del rischio incendio ed esplosione, a sua volta strettamente dipendente dalla tipologia di autoveicoli che la interessano, in termini di dimensioni e di alimentazione.

Ciò è fondamentale, in quanto, è bene ribadirlo e ricordarlo, ciò che si prevede in progetto deve essere ragionevolmente corrispondente a ciò che si trova in realtà: in tal senso riveste un ruolo fondamentale la GSA, che, nello specifico, deve tener conto delle peculiarità di un condominio, al quale è difficile chiedere complicati sforzi di carattere gestionale e per cui bisogna semplificare al massimo le indicazioni per mantenere in sicurezza l'attività di autorimessa ed il condominio in generale.

Bibliografia

- Decreto Ministeriale 13 ottobre 2019, Codice di Prevenzione Incendi, 2019 (sostituisce la versione del Codice di Prevenzione Incendi del 2015);
- Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139;
- Decreto del Presidente della Repubblica del 1 agosto 2011, n. 151 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122;
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- Schleich, J. B., Cajot, L. G., Pierre, M., Brasseur, M. Development of Design Rules for Steel Structures Subjected to Natural Fires in Closed Car Parks, European Commission, Luxembourg 1999;
- Draft Final Report "Demonstration of real fire tests in car parks and high building", CEC Agreement 7215 - PP/025, 2002;
- Linee guida A.N.A.S. per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali, A.N.A.S. 2009;
- Nigro E., Cefarelli G., Ferraro A., Cosenza E., Manfredi G., Applicazione della Fire Safety Engineering alle autorimesse degli edifici del progetto C.A.S.E. per L'Aquila: aspetti generali, Università degli Studi di Napoli Federico II - Dipartimento di Ingegneria Strutturale di Napoli 2011;
- Sabatino R., Formazione antincendio - Gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro, INAIL 2012;
- Sabatino R., Sicurezza antincendio - Valutazione del rischio incendio, INAIL 2014;
- Spearpoint M.J. e altri, Fire load energy densities for risk-based design of car parking buildings, www.elsevier.com/locate/csfs, 2015;
- Dattilo F., Pulito C. e altri, Codice di Prevenzione Incendi commentato, EPC 2016;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Il Codice di prevenzione incendi - Applicazioni pratiche, INAIL 2018;
- Zaccarelli G., Un aggiornamento sulla sicurezza antincendio dei veicoli ad idrogeno - 2018;
- Così F., Maxi incendio a Liverpool: l'analisi del progettista antincendio, Teknoring - Il portale delle professioni tecniche, 2018;
- Sabatino R., Lombardi M., Ponticelli L. e altri, La resistenza al fuoco degli elementi strutturali, INAIL 2019;
- C.N.VV.F., Linee guida in caso di intervento su veicoli elettrici, <https://www.vigilfuoco.it/asp/notizia.aspx?codnews=58768> 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, La protezione attiva antincendio, INAIL 2019;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Metodi per l'ingegneria della sicurezza antincendio, INAIL 2019;
- Contini L., Corbo A., Lanzarini A., La sicurezza antincendio negli edifici terziari multi-tenant ad uso uffici, Rivista Ingenio 20 aprile 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Gestione della sicurezza e operatività antincendio, INAIL 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, La progettazione dell'esodo, INAIL 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Compartimentazione antincendio, INAIL 2020;
- Dattilo F., Cavriani M. e altri, Addenda alla III edizione del Codice di Prevenzione Incendi commentato, EPC 2020;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Reazione al fuoco, INAIL 2021;
- Così F., Di Bari C., Le autorimesse ed i rischi di incendio dei veicoli moderni, Rivista Antincendio n. 7 - luglio 2021;
- Sabatino R., Lombardi M., Cancelliere P. e altri, Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio, INAIL 2021;
- Borsano F., La progettazione di un'autorimessa tipo con il Codice di Prevenzione Incendi, Rivista Antincendio n. 12 - dicembre 2021;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Progettazione della sicurezza antincendio nei luoghi di lavoro, INAIL 2022;
- Sabatino R., Cancelliere P., Marino A. e altri, Prevenzione incendi per attività di ufficio, INAIL 2022.

Fonti immagini

Immagine	Fonte
Copertina	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 9	Autori
pag. 12a e 12b	Autori
pag. 13	Autori
pag. 14	Autori
pag. 15	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 16	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 17	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 25	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 26	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 27	Autori
pag. 28	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 29a e 29b	Autori
pag. 30a e 30b	Autori
pag. 31	Autori
pag. 32	Autori
pag. 33	Autori
pag. 34	Autori
pag. 40	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 42	Autori
pag. 45	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 46	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 49	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 55	Autori
pag. 56	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 57	Autori
pag. 60	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 61	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 62	Autori
pag. 63	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 66a	www. buildex.techinfus.comit
pag. 66b	Autori
pag. 67	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 68a e 68b	Autori
pag. 69a e 69b	Autori
pag. 70	Autori
pag. 71	Autori
pag. 72	Autori
pag. 73	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 74a	Autori
pag. 74b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 75	Autori
pag. 76	Autori
pag. 77	Norma ISO/TR 16738/2009
pag. 79a	Autori
pag. 79b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 80a e 80b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering

pag. 81a e 81b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 82a e 82b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 83a	Autori
pag. 83b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 84a e 84b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 85a	Autori
pag. 85b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 86a	Autori
pag. 86b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 87a e 87b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 88a	Autori
pag. 88b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 89a	Autori
pag. 89b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 90	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 91	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 92a e 92b	Programma di calcolo PyroSim - Thunderhead Engineering
pag. 93a e 93b	Autori
pag. 95a e 95b	Autori
pag. 103a e 103b	Autori
pag. 109a e 109b	Autori
pag. 112	Autori
pag. 113	Autori
pag. 115	Autori
pag. 117	Autori
pag. 118a e 118b	Autori
pag. 119	Autori
pag. 120	Autori
pag. 121	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 122	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 125	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 128	Autori
pag. 129	Autori
pag. 133a e 133b	Autori
pag. 134	www.ul.com/services/pipes-and-fittings-use-fire-sprinkler-systems
pag. 135a e 135b	Autori
pag. 140	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 144	d.m. 18 ottobre 2019 - G.U. n. 256 del 31 ottobre 2019 - S.O. n. 41
pag. 145a e 145b	Autori
pag. 146a e 146b	Autori
pag. 148	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 151	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 154 a	Segnaletica UNI EN ISO 7010:2012
pag. 154 b	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 156	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 157	Progettata utilizzando le risorse di Freepik.com
pag. 160	Autori

