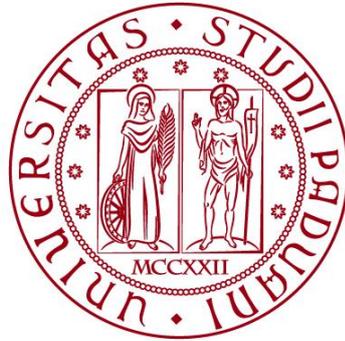


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE – DII

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, EDILE E AMBIENTALE – ICEA



Tesi di Laurea Magistrale in  
Ingegneria della Sicurezza Civile e Industriale

La sicurezza antincendio e le autorimesse condominiali esistenti. Confronto critico tra  
l'applicazione del D.M. 1° febbraio 1986 e del Codice di prevenzione incendi

Relatore: Prof. Bertolazzi Angelo

Correlatore: Ing. Levorato Sabina

Laureanda: Merighi Virginia

Matricola N 2071973

ANNO ACCADEMICO 2023-2024



# Riassunto

La presente tesi vuole affrontare, mediante un caso studio, la sicurezza antincendio di un'autorimessa interrata condominiale esistente priva di autorizzazione all'esercizio. In particolare, viene sviluppato un confronto critico nella progettazione antincendio mediante l'uso del D.M. 1° febbraio 1986 e il Codice di prevenzione incendi.

L'obiettivo consiste nell'evidenziare i limiti della precedente normativa, la quale presenta vincoli prescrittivi più orientati a criteri geometrici che alla reale prevenzione incendi, costringendo spesso al ricorso della deroga. In contrapposizione, il Codice di prevenzione incendi grazie al suo approccio prestazionale offre soluzioni flessibili, efficaci, appropriate ed economicamente sostenibili.

L'analisi si basa sui riferimenti normativi italiani, internazionali e sugli standard NFPA, che garantiscono la sicurezza dell'attività.

Un ulteriore aspetto affrontato è il tema della sicurezza antincendio dell'attività, con particolare attenzione alle innovazioni tecnologiche nel settore automobilistico: l'alimentazione elettrica. Sebbene gli incendi che coinvolgono veicoli elettrici siano attualmente rari, essi risultano difficili da gestire, soprattutto in spazi chiusi come quelli di un'autorimessa interrata, dove le conseguenze potrebbero essere particolarmente gravi.



# Indice

Introduzione.....	3
Capitolo 1 .....	5
L’autorimessa: aspetti normativi e edilizi .....	5
1.1 Aspetti normativi.....	5
1.2 Aspetti edilizi .....	11
1.2.1 Aspetti edilizi secondo il D.M. 1° febbraio 1986.....	11
1.2.2 Aspetti edilizi secondo il D.M. 15 maggio 2020.....	14
Capitolo 2 .....	17
Criticità delle autorimesse interrato.....	17
2.1 Esodo .....	17
2.2 Controllo fumi e calore.....	20
2.3 Le sfide della sicurezza antincendio nelle autorimesse .....	23
Capitolo 3 .....	25
Esempi dalla letteratura .....	25
3.1 Incendio del parcheggio interrato di Villars-sur-Glan (Friburgo).....	25
3.2 Incendio del parcheggio interrato dell’Hotel Ritz (Parigi).....	25
3.3 Incendio del parcheggio interrato del Sindika Market (Mosca).....	26
3.4 Maxi incendio in un parcheggio multipiano (Liverpool) .....	27
3.5 Incendio nel parcheggio multipiano dell’aeroporto di Stavanger (Norvegia).....	28
3.6 Aspetti significativi che hanno caratterizzato i casi da letteratura .....	29
Capitolo 4 .....	31
Il caso studio: L’autorimessa “La Pineta” .....	31
4.1 Autorimessa “La Pineta” .....	31
4.1.1 Informazioni generali .....	31
4.1.2 Progettazione antincendio in conformità al D.M. 1° febbraio 1986.....	31
4.1.3 Progettazione antincendio mediante l’applicazione del Codice di prevenzione incendi .....	46
4.1.3.1 Campo di applicazione (V.6.1).....	47

4.1.3.2 Classificazioni (V.6.3).....	47
4.1.3.3 Valutazione del rischio di incendio (V.6.4).....	48
4.1.3.4 Strategia antincendio (V.6.5).....	53
4.2 Conclusioni .....	114
Capitolo 5 .....	117
I rischi delle batterie al litio.....	117
5.1 Tipologie di batterie al litio: caratteristiche e rischi .....	117
5.3 Le vetture elettriche: cause di incendio e tecniche di estinzione .....	119
5.3 La RTV V.2: Aree a rischio per atmosfere esplosive (ATEX) .....	123
5.4 Conclusioni .....	127
Conclusioni.....	129
Riferimenti bibliografici e siti web.....	131
Allegati .....	136

# Introduzione

Gli autoveicoli in circolazione nel 1932 su territorio italiano sono quasi 300.000, pari a circa lo 0,6% del parco circolante in Inghilterra e ancor meno rispetto agli Stati Uniti il cui valore ammonta a 27 milioni. Tuttavia, nasce l'esigenza di regolamentare la materia soprattutto in relazione all'elevato rischio di incendio che le autovetture dell'epoca rappresentavano. Dal D.M. 31 luglio 1934 si devono attendere gli anni '80 per ottenere una legislazione sulla sicurezza antincendio per le autorimesse e simili. In particolare, il D.M. 1° febbraio 1986 risulta tuttora in vigore. Quest'ultima normativa nata sulle fonti precedenti contiene disposizioni poco concernenti la prevenzione incendi, dando ampio spazio alle caratteristiche geometriche che consentono una migliore fruibilità dell'autorimessa (es. larghezza delle rampe, larghezza delle aree di manovra, superfici minime di ventilazione, ecc.). Aver favorito questo tipo di aspetto ha avuto ripercussioni immediate rappresentate dalla larga richiesta di deroga. Considerato che il patrimonio edilizio italiano è per il 90% rappresentato dalla tipologia residenziale e di questa percentuale oltre il 70% (pari a 8 milioni e mezzo) risale a prima del 1980 e oltre il 50% prima del 1970 è possibile comprendere che una grande quantità di autorimesse private possa essere stata realizzata prima del D.M. 1° febbraio 1986, non soddisfacendo i rigidi requisiti imposti dalla normativa. L'introduzione del Codice di prevenzione incendi, nato allo scopo di eliminare quanto non attinente alla prevenzione incendi dalla normativa e di fornire soluzioni più prestazionali che riducessero il ricorso alla deroga, viene in soccorso alla progettazione antincendio per le autorimesse.

L'obiettivo della tesi, sviluppato mediante un confronto critico tra i due differenti approcci (prescrittivo e prestazionale), è di porre l'attenzione sulla difficoltà nell'ottenimento dell'autorizzazione all'esercizio mediante l'approvazione del progetto di prevenzione incendi per un caso di autorimessa condominiale esistente realizzata prima dell'avvento della Regola tecnica verticale V.6 e a cui è possibile applicare il D.M. 1° febbraio 1986, senza ricorrere al sistema della deroga. Il caso studio nello specifico non rispetta i requisiti minimi per le superfici di ventilazione e i percorsi fino alle uscite finali su luogo sicuro superano i 40 m, valore massimo imposto dalla normativa. Questi due aspetti costituiscono criticità irrisolvibili, tali da impedire l'ottenimento del certificato di prevenzione incendi. Il Codice di prevenzione incendi, invece, ne permette l'ottenimento attraverso l'adozione di soluzioni conformi (ad eccezione della strategia S.6, in cui si ricorre ad una soluzione alternativa) ed economicamente sostenibili per una realtà condominiale come quella

proposta. Inoltre, viene affrontata la sicurezza antincendio nelle autorimesse in relazione all'innovazione tecnologica dei veicoli elettrici. Il tema presenta oggi un vuoto normativo nonché sistemi di estinzione di incendio delle batterie al litio ancora in via di sviluppo. Questi aspetti costituiscono un rischio notevole per la tipologia di attività, non tanto per la probabilità di insorgenza di incendio che attualmente risulta limitata, quanto più per il controllo ed estinzione dello stesso, la salvaguardia della vita degli occupanti ed i danni alle strutture.

L'elaborato prevede un primo capitolo in cui vengono analizzati gli aspetti normativi e edilizi che regolamentano l'attività di autorimessa con particolare attenzione all'evoluzione della normativa dagli anni '30 fino al recente D.M. 15 maggio 2020.

Successivamente, all'interno del secondo capitolo, vengono riportate le criticità tipiche che le autorimesse presentano: esodo e controllo di fumi e calore. Entrambe rappresenteranno le principali complessità riscontrate nello studio del caso portato in esame.

Nel terzo capitolo vengono porati all'attenzione alcuni esempi di incendi che hanno coinvolto autorimesse, sia fuori terra che interrate, per evidenziare la pericolosità associata a tali eventi.

Il quarto capitolo affronta lo studio della progettazione antincendio di un'autorimessa condominiale esistente. Inizialmente la progettazione viene eseguita mediante il D.M. 1° febbraio 1986, dove i rigidi requisiti imposti imporranno una progettazione attraverso il Codice di prevenzione incendi che riuscirà a garantire gli obiettivi di sicurezza antincendio grazie l'adozione delle cosiddette "soluzioni conformi".

Nel quinto capitolo viene esplorato il tema della sicurezza antincendio in relazione all'introduzione dell'alimentazione elettrica dei veicoli. La ricerca vuole mettere in evidenza le lacune in tema di prevenzione incendi nelle autorimesse che non sono attualmente allineate con i progressi tecnologici del settore automobilistico.

Infine, viene esplicitato il confronto critico tra i due decreti adottabili per autorimesse antecedenti al D.M. 15 maggio 2020. L'impiego del Codice di prevenzione incendi permette la progettazione antincendio dell'attività in esame mediante l'adozione di soluzioni semplici ed economicamente sostenibili in grado di raggiungere i livelli di prestazione attribuiti riducendo il ricorso alla deroga.

# Capitolo 1

## L'autorimessa: aspetti normativi e edilizi

Il capitolo esamina gli aspetti normativi e edilizi relativi alle autorimesse, con particolare attenzione all'evoluzione della normativa, che ha avuto inizio negli anni '30 con il D.M. 31 luglio 1934 e si è sviluppata fino al recente D.M. 15 maggio 2020. Una regolamentazione specifica per la sicurezza antincendio nelle autorimesse è stata introdotta solo negli anni '80. Successivamente, con l'adozione del Codice di Prevenzione Incendi, le norme antincendio sono state semplificate e aggiornate, permettendo di rispondere in modo efficace alle moderne esigenze di sicurezza.

### 1.1 Aspetti normativi

Il D.M. 15 maggio 2020 rappresenta l'ultima tessera di un quadro normativo che per le autorimesse ha origine negli anni '30, quando le automobili iniziarono a circolare sul territorio italiano.

Il primo testo normativo a includere disposizioni relative ai veicoli fu il D.M. 31 luglio 1934, *Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi*. Questo decreto, tuttora vigente per quanto riguarda i liquidi combustibili e/o infiammabili, dedicava il Titolo VII – *Autorimesse Classificazioni* alla regolamentazione delle autorimesse.

Solo negli anni '80 si assisterà all'emanazione di tutta una serie di normative:

- D.M. 20 novembre 1981, *Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili*;
- Circ. 16 gennaio M.I. 1982, n. 2 *Decreto ministeriale 20 novembre 1981, Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili – Indicazioni esplicative e chiarimenti*;
- Circ. 9 M.I. febbraio 1985, n. 2444 *Decreto ministeriale 20 novembre 1981, Norme di sicurezza dipendenti dalla capacità di parcheggio per le autorimesse*;
- D.M. 1° febbraio 1986, *Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili*.

Il D.M. 1° febbraio 1986, che entra in vigore il 15 febbraio 1986 e viene abrogato il 19 novembre 2020, stabiliva requisiti in funzione dei posti auto/veicoli parchati all'interno dell'autorimessa. A seguito della sua abrogazione viene a crearsi un vuoto normativo per tutte le autorimesse con superficie inferiore ai 300 mq.

Con la Circolare VVF DCPREV prot. 17496 del 18 dicembre 2020 vengono diffusi i requisiti tecnici antincendio per autorimesse con superficie non superiore a 300 mq. Alla quale si aggiunge, a completamento del quadro normativo, la CIRC. CNI 587 del 2 luglio 2020, *Linea guida sulle caratteristiche dimensionali delle autorimesse*.

Il D.M. 3 agosto 2015, *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139*, noto come "Codice di Prevenzione Incendi", è il prodotto di un ampio progetto di riforma della normativa italiana sulla prevenzione incendi. Il decreto entra in vigore il 18 novembre 2015. Questa revisione normativa vuole rispondere a due principali esigenze:

1. Eliminare dalla normativa tutto ciò che non riguarda direttamente la prevenzione incendi, semplificando e rendendo più chiare le disposizioni normative;
2. Introdurre misure di sicurezza antincendio più aggiornate e aderenti alle caratteristiche moderne delle autovetture, considerando l'evoluzione tecnologica nel settore automobilistico.

*Tabella 1-1: Schema riepilogativo delle modalità applicative del D.M. 3 agosto 2015 e s.m.i., come modificato dal D.M. 12 aprile 2019, n. 152*

Tipologia di attività		Progettazione di nuova attività	Progettazione di modifiche/ampliamenti di attività esistenti
Attività soggette	Senza RTV	Solo Codice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codice;</li> <li>• Se il codice non è compatibile con l'esistente, allora regole tradizionali oppure applicazione del Codice all'intera attività.</li> </ul>
	Con RTV	Si può scegliere tra: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codice;</li> <li>• Regole tradizionali.</li> </ul>	
Attività soggette	non	Il Codice può essere applicato come riferimento con esonero dall'applicazione delle regole tradizionali	

Viene successivamente emanato il D.M. 21 febbraio 2017, *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa*, entrato in vigore il 2 aprile 2017, come RTV complementare al Codice di Prevenzione Incendi. Lo stesso verrà modificato e integrato dal D.M. 14 febbraio 2020, *Aggiornamento della sezione V dell'allegato 1 al decreto 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi*, entrato in vigore il 5 aprile 2020.

Negli anni il Codice di Prevenzione Incendi subisce ulteriori modifiche, integrazioni e aggiornamenti:

### **Modifiche:**

- D.M. 18 ottobre 2019, *Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139»*

### **Integrazioni:**

- D.M. 1° settembre 2021, *Criteri generali per il controllo e la manutenzione degli impianti, attrezzature ed altri sistemi di sicurezza antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3), lettera a), punto 3 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.*  
*Detto anche Decreto Controlli: entrata in vigore prorogata al 25 settembre 2024;*
- D.M. 2 settembre 2021, *Criteri per la gestione dei luoghi di lavoro in esercizio ed in emergenza e caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a) punto 4 e lettera b) del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.*  
*Detto anche Decreto G.S.A.: entrata in vigore il 29 ottobre 2022;*
- D.M. 3 settembre 2021, *Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.*  
*Detto anche Minicodice: entrata in vigore il 29 ottobre 2022.*

### **Aggiornamenti:**

- Ultimo aggiornamento all'Allegato I (R.T.O.) è del 27 dicembre 2022, entrato in vigore il 1° ottobre 2023.

Il capitolo V.6 è stato integrato e modificato, i nuovi riferimenti legislativi sono:

- D.M. 15 maggio 2020, *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa, entrato in vigore il 20 novembre 2020.*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Per le autorimesse «esistenti» al 19 novembre 2020, data di entrata in vigore del D.M. 15 maggio 2020, continuano a essere valide le disposizioni di cui al D.M. 1° febbraio 1986.

Con l'entrata in vigore del D.P.R. 1° agosto 2011, n. 151, le autorimesse (e simili) sono ricompresi al punto 75 dell'allegato I al decreto:

*Tabella 1-2: Attività n. 75 - Allegato I al D.P.R. n. 151/2011*

N.	Attività	Cat. A	Cat. B	Cat.C
75 (92)	Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati di superficie complessiva coperta superiore a 300 mq; locali adibiti al ricovero di natanti ed aeromobili di superficie superiore a 500 mq; depositi di mezzi rotabili (treni, tram ecc.) di superficie coperta superiore a 1.000 mq.	Autorimesse fino a 1.000 mq.	Autorimesse oltre 1.000 mq e fino a 3.000 mq; ricovero di natanti ed aeromobili oltre 500 mq e fino a 1000 mq.	Autorimesse oltre 3.000 mq; ricovero di natanti ed aeromobili di superficie oltre i 1.000 mq; depositi di mezzi rotabili.

La classificazione delle attività soggette in categorie identifica la specifica procedura amministrativa:

- **Categoria A:** trattasi di attività a basso rischio e standardizzate per le quali non occorre presentare il progetto di prevenzione incendi al fine di ottenere il parere di conformità. Ad opere ultimate è necessario presentare la S.C.I.A. (Segnalazione Certificata di Inizio Attività). Entro 60 giorni dalla sua presentazione possono essere effettuati dei controlli a campione per i quali è possibile richiedere il verbale di visita tecnica;
- **Categoria B:** trattasi di attività a medio rischio e non standardizzate per le quali occorre ottenere il parere di conformità entro 60 giorni dalla presentazione del progetto di prevenzione incendi. Ad opere ultimate è necessario presentare la S.C.I.A. e i controlli a campione possono essere eseguiti entro i 60 giorni successivi, al termine dei quali è possibile richiedere il verbale di visita tecnica;

- **Categoria C:** trattasi di attività ad elevato rischio per le quali occorre ottenere il parere di conformità entro 60 giorni dalla presentazione del progetto di prevenzione incendi. Ad opere ultimate è necessario presentare la S.C.I.A. e entro i 60 giorni successivi viene effettuato obbligatoriamente il sopralluogo per il rilascio del C.P.I. (Certificato di Prevenzione Incendi).

Con il D.M. 7 agosto 2012<sup>2</sup>, *Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151*, si definiscono tutti gli aspetti operativi per la presentazione dei progetti di prevenzione incendi, in particolare, al fine di rendere più chiara e univoca l'individuazione delle attività ha introdotto, attraverso l'Allegato 3, un numero crescente denominato «sottoclasse» associato a ulteriori classificazioni:

*Tabella I-3: Attività n. 75 - allegato III al D.M. 7/08/2012*

<b>N.</b>	<b>Descrizione attività</b>	<b>Attività Sottoclasse Categoria</b>	<b>Descrizione sottoclasse</b>
	Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluripiano e meccanizzati di superficie complessiva coperta superiore a 300 mq; locali adibiti al ricovero di natanti ed aeromobili di superficie superiore a 500 mq; depositi di mezzi rotabili (treni, tram ecc.) di superficie coperta superiore a 1.000 mq.	75.1.A	<b>Autorimesse fino a 1000 mq</b>
		75.2.B	<b>Autorimesse oltre 1000 mq e fino a 3000 mq</b>
		75.3.B	Ricovero di natanti ed aeromobili oltre 500 m <sup>2</sup> e fino a 1000 mq
		75.4.C	<b>Autorimesse oltre 3000 mq</b>
		75.5.C	Ricovero di natanti ed aeromobili di superficie oltre i 1000 mq
		75.6.C	Depositi di mezzi rotabili

<sup>2</sup> Il D.M. 7 agosto 2012 è stato modificato dal D.M. 3 agosto 2015 che ha definito il campo di applicazione, dal D.M. 12 aprile 2019 che ha ampliato il campo di applicazione e dal D.M. 14 febbraio 2020 che ha introdotto nuove R.T.V.

## 1.2 Aspetti edilizi

### 1.2.1 Aspetti edilizi secondo il D.M. 1° febbraio 1986

Il D.M. 1° febbraio 1986 nel paragrafo 0. – DEFINIZIONI, fornisce importanti chiarimenti circa gli aspetti edilizi caratteristici delle autorimesse. Vengono distinte le seguenti tipologie:

- **AUTORIMESSA:** area coperta destinata esclusivamente al ricovero, alla sosta e alla manovra degli autoveicoli con servizi annessi. Non sono considerate autorimesse le tettoie aperte almeno su due lati;
- **AUTOFFICINA O OFFICINA DI RIPARAZIONE AUTOVEICOLI:** area coperta destinata alle lavorazioni di riparazione e manutenzione di autoveicoli;
- **AUTOSALONE O SALONE DI ESPOSIZIONE AUTOVEICOLI:** area coperta destinata all'esposizione e alla vendita di autoveicoli;
- **AUTOSILO:** volume destinato al ricovero, alla sosta e alla manovra degli autoveicoli, eseguita a mezzo di dispositivi meccanici.

Le autorimesse vengono ulteriormente classificate in base a diversi criteri architettonici:

#### 1. Tipo

- **Isolate:** Autorimesse situate in edifici esclusivamente destinati a tale uso ed eventualmente adiacenti ad edifici destinati ad altri usi, ma strutturalmente e funzionalmente separati da questi.
- **Miste:** Tutte le altre autorimesse che non rientrano nella categoria delle isolate.

#### 2. Ubicazione dei Piani

- **Interrati:** Autorimesse con il piano di parcheggio a quota inferiore a quella di riferimento;
- **Fuori terra:** Autorimesse con il piano di parcheggio a quota non inferiore a quella di riferimento. Sono considerate fuori terra anche le autorimesse con piano di parcheggio a quota inferiore a quella 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 un'altezza non inferiore a 0,5 m.

### 3. Configurazione delle Pareti Perimetrali

- **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 autorimesse.

### 4. Organizzazione degli Spazi Interni

- **A box:** Volume delimitato da strutture di resistenza al fuoco definita e di superficie non superiore a 40 mq;
- **A spazio aperto:** Autorimesse non suddivise in box.

### 5. Caratteristiche di Esercizio e/o di Uso

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

Il D.M. 1° febbraio 1986 stabilisce inoltre requisiti edilizi che non riguardano direttamente la sicurezza antincendio, ma sono finalizzati a migliorare la fruibilità dell'autorimessa. Di seguito è presentata una tabella che riporta i requisiti edilizi per le autorimesse con una capacità di parcheggio superiore a nove autoveicoli, come nel caso di studio descritto nel capitolo 4.

**Tabella 1-4:** Requisiti edilizi che esulano dalla sicurezza antincendio

D.M. 1° febbraio 1986 ( <i>Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili – Autorimesse aventi capacità di parcheggio superiore a nove autoveicoli</i> )
ALTEZZA DEI PIANI
> 2,40 m e > 2,00 m sotto trave
SUPERFICIE DI PARCAMENTO
> 20 m <sup>2</sup> per autorimesse non sorvegliate;  > 10 m <sup>2</sup> per autorimesse sorvegliate e autosilo.
RAMPE E CORSIE DI MANOVRA
<ul style="list-style-type: none"><li>● Rampa a senso unico di marcia: L = 3,00 m;</li><li>● Rampa a doppio senso di marcia: L = 4,50 m;</li><li>● Pendenza: &lt; 20%;</li><li>● Raggio minimo di curvatura: &gt; 8,25 m (rampe a doppio senso di marcia), &gt; 7,00 m (rampe a senso unico di marcia);</li><li>● Corsie di manovra &gt; 4,50 m e &gt; 5,00 m nei tratti antistanti i box/posti auto ortogonali alla corsia.</li></ul>

La necessità di ricorrere all'istituto della deroga è principalmente dovuta ai rigidi requisiti imposti dal decreto, che non considerano l'epoca di costruzione del patrimonio edilizio italiano. In effetti, il patrimonio edilizio nazionale è composto per il 90% da edifici residenziali, e di questa percentuale oltre il 70% (circa 8,5 milioni di edifici) risale a prima del 1980, mentre più del 50% è stato costruito prima del 1970. È quindi comprensibile che molte autorimesse private siano state realizzate prima dell'entrata in vigore del D.M. 1° febbraio 1986, senza poter soddisfare i rigorosi requisiti previsti dalla normativa.

### *1.2.2 Aspetti edilizi secondo il D.M. 15 maggio 2020*

L'emanazione della Regola Tecnica Verticale (V.6) per le autorimesse si è resa necessaria a seguito del frequente ricorso alla procedura della deroga causata dalla norma prescrittiva (D.M. 1° febbraio 1986), sia per i progetti di adeguamento di autorimesse esistenti sia per quelle autorimesse di nuova realizzazione. Con l'abrogazione del D.M. 1° febbraio 1986 vengono meno tutti i riferimenti dimensionali e architettonici che con il nuovo approccio prestazionale risultano ininfluenti ai fini antincendio. Vengono quindi fornite delle Linee Guida<sup>3</sup> come strumento riportante criteri e valori di buona architettura tecnica, in particolare per autorimesse pubbliche<sup>4</sup>, destinate ad autovetture ordinarie<sup>5</sup>.

L'area di parcheggio, ovvero, la superficie destinata alla manovra e alla sosta delle autovetture, deve garantire spazi minimi delle corsie per consentire lo svolgimento delle manovre di ingresso e uscita dagli stalli<sup>6</sup> e la circolazione all'interno dell'autorimessa.

Vengono riportati di seguito i valori indicativi sui principali elementi di architettura tecnica caratterizzanti le autorimesse pubbliche:

1. Larghezza delle corsie di manovra (utilizzo a senso unico di marcia o alternato):
  - Larghezza stalli perpendicolari alla corsia: 5,00 m;
  - Larghezza stalli paralleli alla corsia: 3,50 m;

---

<sup>3</sup> Cfr. Circ. CNI n. 587/XIX Sess. /2020, *Linee guida sulle caratteristiche dimensionali delle autorimesse*.

<sup>4</sup> Autorimesse pubbliche: autorimesse la cui utilizzazione è aperta alla generalità degli utenti, sia a gestione pubblica che privata.

<sup>5</sup> Autovetture ordinarie: autovetture con almeno 4 ruote destinate al trasporto di persone, aventi al massimo 7 posti compreso il conducente, con qualsiasi tipologia di alimentazione.

<sup>6</sup> Stalli: posto autovettura singolo.

- Larghezza stalli in posizione intermedia (inclinazione compresa tra 0° e 90°): la larghezza si ottiene per interpolazione lineare tra i due valori sopra citati.

Le corsie di manovra e di transito<sup>7</sup> ammettono restringimenti, purché non inferiori a 3,00 m e segnalati (segnaletica, specchi parabolici posizionati nei cambi di direzione delle corsie).

## 2. Dimensioni minime degli stalli per autovetture:

- Lunghezza: 5,20 m;
- Larghezza per stalli inclinati/perpendicolari rispetto alla corsia di marcia: 2,80 m;
- Larghezza stalli paralleli alla corsia di marcia: 2,40 m.

Negli stalli per sosta riservata per disabili devono garantire, in aggiunta al rispetto delle disposizioni vigenti in materia di abbattimento delle barriere architettoniche, uno spazio libero laterale, in adiacenza allo stalli, di larghezza non inferiore a 1,30 m.

## 3. Dimensioni, pendenza e curvatura delle rampe:

le rampe dovrebbero avere una pendenza non superiore al 20% (calcolata con riferimento alla linea di mezzzeria della stessa).

- Rampe rettilinee: 3,00 m per rampe a senso unico di marcia (3,50 m per rampe a senso unico con ingresso in curva); 5,00 m per rampe a doppio senso di marcia;
- Rampe curvilinee: 3,65 m per rampe a senso unico di marcia; 7,00 m per rampe a doppio senso di marcia;
- Raggio di curvatura<sup>8</sup>: > 7,50 m.

Sono ammesse rampe a doppio senso di marcia aventi larghezza inferiore a quella prescritta purché venga previsto un dispositivo di regolamentazione dell'impegno della rampa quale un sistema semaforico.

---

<sup>7</sup> Corsie di transito: corsie di collegamento fra le corsie di manovra, lungo le quali non sono realizzati stalli di parcheggio.

<sup>8</sup> Raggio di curvatura: valore minimo misurato sul filo esterno della carreggiata per rampe unidirezionali oppure sul filo esterno della corsia interna della carreggiata per rampe a doppio senso di marcia.

4. Altezza interna delle autorimesse: l'altezza non dovrebbe essere inferiore a 2,00 m in tutti i punti soggetti al transito o alla sosta degli autoveicoli.

I dati geometrici di progettazione architettonica per autorimesse pubbliche possono essere impiegati come riferimento per le autorimesse private, ma possono discostarsi dagli stessi in relazione alle valutazioni del progettista.

## Capitolo 2

### Criticità delle autorimesse interrato

Le autorimesse interrato sono caratterizzate da criticità comuni per il tipo di attività. Le cause possono ricondursi a diversi aspetti, come ad esempio l'evoluzione del quadro normativo appena analizzato. In generale si può affermare che le criticità tipiche sono legate a due specifiche strategie antincendio, ovvero l'esodo e il controllo fumi e calore. Entrambe rappresentano le principali complessità del caso studio che verrà trattato nei successivi capitoli. Analogamente al capitolo precedente, nei paragrafi successivi viene presentato un confronto critico tra i due decreti. In particolare, per quanto riguarda la ventilazione, vengono richieste superfici di aerazione naturale estremamente elevate, rendendo spesso inevitabile il ricorso alla deroga.

#### 2.1 Esodo

Il D.M. 1° gennaio 1986 espone le misure antincendio concernenti all'esodo all'interno del capitolo 3.10 – *Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza*. L'esodo risulta dipendente da fattori quali:

- Densità di affollamento: calcolato sulla base della ricettività massima e mai inferiore ad una persona per ogni 10 mq di superficie lorda di pavimento (0,10 pp/mq) nel caso di autorimesse non sorvegliate e una persona per ogni 100 mq di superficie lorda di pavimento (0,01 pp/mq) per le autorimesse sorvegliate;
- Capacità di deflusso:
  1. 50 per il piano terra;
  2. 37,5 per i primi tre piani sotterranei o fuori terra;
  3. 33 per i piani oltre il terzo fuori terra o interrato.
- Dimensionamento delle vie di uscita: dimensionamento in relazione al massimo affollamento ipotizzabile;
- Larghezza delle vie di uscita: la larghezza deve essere multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (1,20 m). Quando sono presenti due o più uscite è consentito che una abbia larghezza inferiore e comunque non inferiore a 0,60 m;

- Ubicazione delle uscite: le uscite su strada pubblica o in luogo sicuro devono risultare raggiungibili mediante percorsi inferiori a 40 m o, in caso di protezione dell'attività attraverso impianto di spegnimento automatico, mediante percorsi inferiori a 50 m;
- Altezza dei piani: nel capitolo 3.10 non vi è nessun riferimento all'altezza dei percorsi che conducono alle uscite, tuttavia al capitolo 3.2 viene imposta un'altezza minima dei piani che non può essere inferiore a 2,40 m con un minimo di 2 m sotto trave. Per le autorimesse private, sino a 40 autovetture e ubicate non oltre il primo piano interrato, è consentito che l'altezza di piano sia inferiore a 2,40 m, se vengono soddisfatte le seguenti condizioni:
  1. *L'autorimessa sia dotata di un sistema di ventilazione naturale con aperture di aerazione prive di serramenti e di superficie non inferiore a 1/20 della superficie in pianta dell'autorimessa. Almeno il 50% della suddetta superficie di ventilazione deve essere ricavata su pareti contrapposte;*
  2. *L'altezza minima di 2,00 m deve essere rispettata nei confronti di qualsiasi sporgenza dall'intradosso del solaio di copertura, compresi eventuali impianti e tubazioni a soffitto;*
  3. *il percorso massimo per raggiungere le uscite deve essere non superiore a 30 m.*
- Numero delle uscite: il numero di uscite, per ogni piano, non deve essere inferiore a due e tali uscite devono essere collocate in punti ragionevolmente contrapposti. Le autorimesse ad un solo piano, il cui percorso di esodo risulta inferiore a 30 m, possono ridurre il numero di uscite a una, costituita anche solo dalla rampa di accesso purché risulti fruibile ai fini dell'esodo;
- Scale e ascensori: nel caso di edifici aventi altezza antincendio superiore a 32 m, le scale e gli ascensori devono essere inseriti in vani a prova di fumo, mentre nel caso di edifici aventi altezza antincendio inferiore a 32 m sono ammesse scale ed ascensori di tipo protetto.

All'interno del D.M. 3 agosto 2015 è possibile riscontrare alcune differenze, a partire dalla definizione dell'affollamento, che non è più definito sulla base della superficie lorda del pavimento, ma dipende dal numero di posti auto come illustrato all'interno del Codice di Prevenzione Incendi in Tabella S.4-13: *Criteri per tipologia di attività* (autorimessa pubblica: 2 persone per posto auto; autorimessa privata: 1 persona per posto auto). Questa differenza è sostanziale poiché con il Codice di Prevenzione Incendi la progettazione del sistema d'esodo dipende dai dati in ingresso per ogni compartimento, ovvero, profilo di rischio vita di riferimento ( $R_{vita}$ ) e affollamento. Viene proposta una modalità diversa anche per il calcolo della larghezza delle vie di uscita che vede impiegati valori

unitari da moltiplicare per il numero di occupanti previsti, nella condizione di maggiore affollamento, al fine di ottenere la larghezza per le vie di esodo orizzontali e verticali. Questi due valori vengono successivamente adottati per il calcolo della larghezza delle uscite finali. La massima lunghezza del percorso d'esodo viene stabilita in funzione del profilo di rischio vita di riferimento e tenendo conto della presenza di corridoi ciechi, questi ultimi mai previsti nel vecchio D.M. 01/02/1986. Il Codice di prevenzione incendi inserisce, inoltre, altri nuovi concetti fondamentali ai fini dell'esodo, quali, luoghi sicuri temporanei e spazi calmi.

*Tabella 2-0-1: Principali distinzioni tra D.M. 01/02/1986 e D.M. 15/08/2015*

MISURE PER LO SFOLLAMENTO DELLE PERSONE IN CASO DI EMERGENZA/ESODO		
	D.M. 1° gennaio 1986	D.M. 15 agosto 2015
<b>Affollamento</b>	Calcolato sulla base della ricettività massima e mai inferiore a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,10 pp/mq di (autorimesse non sorvegliate);</li> <li>• 0,01 pp/mq (autorimesse sorvegliate)</li> </ul>	Definito sulla base del numero di posti auto: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autorimesse pubbliche: 2 persone per veicolo parchato</li> <li>• Autorimesse private: 1 persona per veicolo parchato</li> </ul>
<b>Capacità di deflusso</b>	Valori fissi in relazione ai piani dell'edificio: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 per il piano terra;</li> <li>• 37,5 per i primi tre piani sotterranei o fuori terra;</li> <li>• 33 per i piani oltre il terzo fuori terra o interrato.</li> </ul>	
<b>Larghezza delle vie d'uscita</b>	Deve essere multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (1,20 m) ad eccezione dei casi in cui sono presenti due o più uscite dove è consentito che un'uscita abbia larghezza inferiore (ma comunque > 0,60 m).	<p><b>Larghezza della via d'esodo orizzontale:</b></p> $L_o = L_u \cdot n_o$ <p>Dove:  <math>L_u</math> è funzione del profilo di rischio <math>R_{vita}</math> di riferimento;  <math>n_o</math> è il numero di occupanti che impiegano la via d'esodo.</p> <p><b>Larghezza minima delle vie d'esodo verticali:</b></p> $L_v = L_u \cdot n_v$ <p>Dove:  <math>L_u</math> è funzione del profilo di rischio <math>R_{vita}</math> di riferimento e del numero totale di piani serviti dalla via d'esodo;  <math>n_v</math> è il numero totale degli occupanti che impiegano tale via d'esodo verticale, provenienti da tutti i piani serviti.  Sono comunque imposte larghezze minime per le entrambe le vie d'esodo (tabelle S.4-28 e S.4-32))</p>

		<b>Larghezza minima delle uscite finali:</b> calcolata come somma tra la sommatoria delle larghezze delle vie d'esodo orizzontali e la sommatoria delle larghezze delle vie d'esodo verticali.
<b>Lunghezza massima percorso d'esodo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>L_{es} &lt; 40\text{ m}</math>;</li> <li>• <math>L_{es} &lt; 50\text{ m}</math> (in presenza di impianto di spegnimento automatico).</li> </ul>	<b>Lunghezza massima del percorso d'esodo</b> stabilita in funzione del profilo di rischio $R_{vita}$ di riferimento. <b>Lunghezza massima del corridoio cieco</b> stabilita in funzione del profilo di rischio $R_{vita}$ di riferimento e del massimo affollamento.
<b>Altezza delle vie d'esodo</b>	Altezza minima pari a 2,40 m con un minimo di 2 m sotto trave.	Altezza minima pari a 2 m. sono ammesse altezze inferiori per brevi tratti segnalati ove vi sia la presenza esclusiva di personale specificatamente formato od occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti, oppure secondo le risultanze di specifica valutazione del rischio.
<b>Numero delle uscite e ubicazione</b>	Il numero di uscite per ogni piano non deve essere inferiore a due. Il numero delle uscite può essere ridotto ad uno nelle autorimesse ad un solo piano aventi $L_{es} < 30\text{ m}$ . Le uscite devono essere ubicate in punti ragionevolmente contrapposti.	Viene introdotto il concetto di uscite indipendenti. Il numero minimo di uscite indipendenti è funzione del profilo di rischio $R_{vita}$ di riferimento e dell'affollamento dell'ambito servito.
<b>Nuovi concetti</b>	Sono introdotti concetti quali: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luogo sicuro;</li> <li>• Luogo sicuro temporaneo;</li> <li>• Spazio calmo;</li> <li>• Corridoio cieco</li> </ul>	

## 2.2 Controllo fumi e calore

Nel Decreto Ministeriale del 1986 il controllo dei fumi e del calore era trattato all'interno del capitolo 3.9 – *Ventilazione*. La trattazione del capitolo prevede la distinzione tra ventilazione naturale e relativa superficie di ventilazione e ventilazione meccanica con le relative caratteristiche. La ventilazione naturale richiede: *“Le autorimesse devono essere munite di un sistema di aerazione naturale costituito da aperture ricavate nelle pareti e/o nei soffitti e disposte in modo da consentire un efficace ricambio dell'aria ambiente, nonché lo smaltimento del calore e dei fumi di un eventuale incendio. Al fine di assicurare una uniforme ventilazione dei locali, le aperture di aerazione devono essere distribuite il più possibile uniformemente e a distanza reciproca non superiore a 40 m”*.

Inoltre, viene indicata la superficie di aerazione naturale, che non deve essere inferiore a 1/25 della superficie in pianta del compartimento e laddove non è previsto un impianto di ventilazione meccanica, una frazione di tale superficie (non inferiore a 0,003 mq) deve essere completamente priva di serramenti. Viene richiesto che il sistema di ventilazione risulti indipendente per ogni piano (non per compartimento). Le autorimesse interrato possono realizzare la ventilazione attraverso intercapedini e/o camini. Infine, per le autorimesse suddivise in box deve essere garantita l'aerazione naturale per ciascuno di questi attraverso canalizzazioni verso l'esterno o mediante aperture, anche verso la corsia di manovra, prive di serramenti e aventi superficie non inferiore a 1/100 alla pianta del box stesso.<sup>9</sup> La ventilazione meccanica viene richiesta qualora il numero di parcheggi, in autorimesse di tipo interrato, superi una soglia prefissata:

- Primo piano: 125;
- Secondo piano: 100;
- Terzo piano: 75;
- Oltre il terzo piano: 50.

Nel caso di autorimesse fuori terra, di tipo chiuso, deve essere implementato un sistema di ventilazione meccanica qualora nei piani siano presenti un numero di autoveicoli maggiore a 250.

Nel Codice di Prevenzione Incendi le aperture di smaltimento vengono dimensionate in funzione del carico di incendio<sup>10</sup> all'interno del compartimento. Queste devono possedere una superficie pari ad una porzione della superficie lorda in pianta del compartimento stesso. In particolare, la frazione richiesta di superficie utile parte da un minimo di 1/40 fino ad un massimo di 1/25 della superficie lorda in pianta. Viene sottolineato, inoltre, che ogni apertura dovrebbe avere una superficie utile non inferiore a 0,10 mq e per un carico d'incendio specifico superiore a 1200 MJ/mq non meno del 10% delle aperture previste devono essere molto performanti ai fini dello smaltimento dei fumi e del calore, e quindi aperture di tipo SEa/SEb/SEc.

---

<sup>9</sup> Le aperture a servizio dell'autorimessa ricavate sulle pareti esterne dei box devono prevedere un'analogia superficie di aerazione sulle pareti interne o sul serramento di chiusura del box al fine di garantire la corretta ventilazione del compartimento.

<sup>10</sup> Il carico di incendio non qualifica la tipologia e la quantità dei fumi prodotti, ma è indice della quantità di calore prodotto in caso di incendio all'interno del compartimento.

Tra le soluzioni conformi riportate nel Codice di Prevenzione Incendi non viene fatto obbligo dell'installazione della ventilazione meccanica, che in questo caso viene definita *forzata*, ma viene riportata come una possibilità. I sistemi di ventilazione forzata orizzontale (SVOF) possono essere realizzati al fine di:

- a. *“fornire condizioni tenibili per le squadre di soccorso da un punto di accesso sino alla posizione dell'incendio”*;
- b. *“proteggere le vie di esodo, ad esclusione di quelle nel compartimento di primo innesco”*;
- c. *“agevolare lo smaltimento di fumo e calore dall'attività dopo l'incendio e ripristinare rapidamente le condizioni di sicurezza”*.

Un'ulteriore soluzione conforme, proposta per il controllo di fumi e calore, è quella rappresentata dai sistemi di evacuazione di fumi e calore (SEFC), che hanno come scopo quello di *“mantenere uno strato d'aria sostanzialmente indisturbato nella porzione inferiore dell'ambiente”*. I SEFC possono essere a evacuazione naturale o forzata (rispettivamente SENFC e SEFFC).

Tabella 2-2: Principali distinzioni tra D.M. 01/02/1986 e D.M. 15/08/2015

VENTILAZIONE/CONTROLLO FUMI E CALORE		
	D.M. 1° gennaio 1986	D.M. 15 agosto 2015
<b>Ventilazione naturale</b>	<p>Le aperture di aerazione naturale devono avere una superficie non inferiore ad 1/25 della superficie in pianta del compartimento. Dove non è previsto l'impianto di ventilazione meccanica una frazione di tale superficie, non inferiore a 0,003 mq per metro quadrato di pavimento, deve essere priva di serramenti.</p> <p>Le autorimesse suddivise in box devono garantire una superficie di aerazione non inferiore a 1/100 di quella in pianta del box stesso.</p>	<p>Il dimensionamento della superficie utile minima complessiva è funzione del carico d'incendio specifico superfici variabili da 1/40 a 1/25 della superficie lorda in pianta del compartimento. Per carichi d'incendio specifici superiori a 1200 MJ/mq, almeno il 10% delle aperture deve essere di tipo SEa/SEb/SEc.</p>
<b>Ventilazione meccanica/forzata</b>	<p>La ventilazione <i>meccanica</i> è obbligatoria nei casi di autorimesse sotterranee aventi un numero di autoveicoli supera i seguenti valori:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Primo piano: 125;</li> <li>● Secondo piano: 100;</li> <li>● Terzo piano: 75;</li> <li>● Oltre il terzo piano: 50.</li> </ul>	<p>Non è obbligatoria l'installazione di sistemi di ventilazione <i>forzata</i>.</p>
<b>Sistemi di evacuazione di fumi e calore</b>		<p>Sono introdotti i sistemi di evacuazione di fumi e calore (SEFC), che possono essere a evacuazione naturale (SEnFC) o forzata (SEFFC). Tali sistemi rappresentano la soluzione conforme per il livello di prestazione III</p>

### 2.3 Le sfide della sicurezza antincendio nelle autorimesse

Le autorimesse interrato presentano sfide significative per quanto riguarda la sicurezza antincendio, specialmente in relazione all'esodo e al controllo di fumi e calore. Come emerso dall'analisi normativa, l'evoluzione della stessa ha cercato di rispondere a queste criticità, introducendo misure sempre più specifiche. Tuttavia, nonostante i progressi normativi, le problematiche operative rimangono una realtà concreta, e i casi storici di incendi in autorimesse evidenziano le difficoltà incontrate.

Il capitolo successivo, "Esempi dalla Letteratura," esplorerà alcuni casi storici di incendi nelle autorimesse. Questi esempi offriranno un quadro reale delle conseguenze che possono derivare da una gestione inefficace di queste criticità, fornendo un contesto pratico all'evoluzione normativa discussa finora.

## Capitolo 3

### Esempi dalla letteratura

Nel seguente capitolo vengono presentati alcuni esempi di incendi che hanno coinvolto autorimesse, sia fuori terra che interrata, con l'obiettivo di evidenziare la pericolosità associata a tali eventi.

#### **3.1 Incendio del parcheggio interrato di Villars-sur-Glan (Friburgo)**

L'incendio scoppiato il 15 maggio 2021 ha coinvolto in questo caso un edificio di civile abitazione. A seguito dell'incendio sono state evacuate una trentina di persone senza registrazione di feriti. Diversi sono gli autoveicoli distrutti dall'incendio. A seguito dell'intervento dei Vigili del Fuoco i residenti hanno potuto rientrare nelle proprie abitazioni.



*Figura 1: Incendio del parcheggio interrato di Villars-sur-Glan (Friburgo)*

#### **3.2 Incendio del parcheggio interrato dell'Hotel Ritz (Parigi)**

L'incendio scoppiato in data 8 marzo 2012 ha interessato l'autorimessa interrata riservata all'Hotel Ritz, Parigi. Le cause sono da attribuire alla perdita di carburante da un autoveicolo parchata al secondo dei cinque livelli interrati del parcheggio sotterraneo. L'incendio ha coinvolto una sola persona che è stata portata in ospedale per una leggera intossicazione da fumo che non ne ha determinato il ricovero.

Si sono contate 30 autovetture distrutte dall'azione del fuoco. Rilevante in questo caso il carattere vincolato della struttura, risalente al XVIII secolo e degli edifici circostanti.



*Figura 2: Incendio del parcheggio interrato dell'Hotel Ritz (Parigi)*

### **3.3 Incendio del parcheggio interrato del Sindika Market (Mosca)**

L'incendio avvenuto in data 8 ottobre 2017 ha interessato il centro commerciale Sindika Market a Mosca. Le fiamme hanno interessato 55mila mq del centro commerciale causando il collasso di almeno 400 mq della struttura. Il numero di persone evacuate ammonta a 3.000 senza registrare morti ma alcuni feriti gravi ricoverati perlopiù per intossicazione da fumi.



*Figura 3: Incendio del parcheggio interrato del Sindika Market (Mosca)*

### **3.4 Maxi incendio in un parcheggio multipiano (Liverpool)**

Il 31 dicembre 2017 un incendio ha distrutto 1.400 automobili in un'autorimessa multipiano a Liverpool. L'incendio è iniziato da un'auto posteggiata al terzo piano della struttura. I danni causati sono stati tali da rendere l'edificio inagibile, con solai parzialmente crollati e gravemente danneggiati. Dalle prime osservazioni, emerse dall'analisi post-incidentale è emerso che l'evoluzione dell'incendio è stata favorita dalla mancanza di adeguate misure protettive e contenitive (Cosi, 2018, p.7). In particolare, dall'analisi fotografica sono state formulate le seguenti considerazioni:

- Ogni piano era privo di compartimenti antincendio, che avrebbero potuto contribuire al contenimento del fuoco.
- I piani erano comunicanti tra loro, o sono stati resi tali a causa del crollo parziale dei solai.
- La facciata mancava di parapetti ciechi di adeguata altezza, che avrebbero potuto ridurre la propagazione dell'incendio ai piani superiori.

- I solai non avevano requisiti sufficienti di resistenza al fuoco, né di tenuta a fiamme e fumi, per impedire la propagazione delle fiamme verso l'alto (i Vigili del Fuoco hanno stimato una temperatura compresa tra 800 e 1000 °C).
- Non era presente un impianto automatico di controllo degli incendi (es. sprinkler), che avrebbe potuto ridurre l'intensità dell'incendio e permettere ai Vigili del Fuoco di intervenire efficacemente per l'estinzione completa.



*Figura 4: Maxi incendio in un'autorimessa di Liverpool*

### **3.5 Incendio nel parcheggio multipiano dell'aeroporto di Stavanger (Norvegia)**

L'incendio, avvenuto in data 7 gennaio 2020, è partito da un'autovettura a diesel al piano terra per poi estendersi coinvolgendo 300 dei 3.000 autoveicoli parchati in quel momento. Parti della struttura sono collassate a causa dell'intenso calore generato.



*Figura 5: Incendio nel parcheggio multipiano dell'aeroporto di Stavanger (Norvegia)*

### **3.6 Aspetti significativi che hanno caratterizzato i casi da letteratura**

L'analisi critica dei casi di incendio nei parcheggi sotterranei e multipiano presentati evidenzia diversi aspetti cruciali legati alla sicurezza antincendio, alle caratteristiche strutturali degli edifici e alle misure di prevenzione e protezione adottate.

L'incendio al parcheggio dell'Hotel Ritz ha coinvolto una struttura storica, il che introduce complessità aggiuntive nella gestione dell'emergenza. L'incendio, causato dalla perdita di carburante di un veicolo, ha distrutto 30 autovetture e ha causato l'intossicazione da fumo di un solo occupante. Il contesto storico della struttura rende il caso particolarmente delicato, poiché l'intervento deve bilanciare la protezione delle persone con la salvaguardia del patrimonio architettonico. Non vengono riportati danni strutturali estesi, il che potrebbe indicare che le misure di sicurezza, sebbene non esplicitate, sono state sufficienti a prevenire un danno più ampio.

L'incendio al Sindika Market di Mosca è il più grave tra quelli analizzati in termini di estensione e danni strutturali, con 55.000 mq coinvolti e il collasso di 400 mq della struttura. Il numero elevato di persone evacuate (3.000) senza vittime ma con feriti gravi evidenzia un'efficace gestione dell'emergenza in termini di evacuazione. Tuttavia, la gravità dell'incendio e il collasso parziale della struttura indicano possibili carenze nelle misure di protezione passiva.

L'incendio nel parcheggio multipiano di Liverpool è emblematico per l'evidenza di gravi carenze nelle misure di sicurezza antincendio. La distruzione di 1.400 automobili e il collasso parziale della

struttura sono diretta conseguenza dell'assenza di compartimenti antincendio, della comunicazione tra i piani, della mancanza di parapetti adeguati e della scarsa resistenza al fuoco dei solai. L'analisi post-incidentale ha evidenziato come l'assenza di un impianto automatico di controllo degli incendi, come un sistema sprinkler, ha permesso all'incendio di propagarsi incontrollato, causando danni ingenti (Cosi, 2020, p.7).

L'analisi dei casi di incendio nei parcheggi sotterranei e multipiano mette in luce diverse criticità ricorrenti, come la mancanza di compartimenti antincendio, la scarsa resistenza al fuoco delle strutture e l'assenza di sistemi di spegnimento automatico. Ma evidenziano anche l'importanza di un'adeguata progettazione del sistema d'esodo ai fini della salvaguardia della vita umana.

Nei capitoli successivi viene portata all'attenzione un'autorimessa condominiale interrata che presenta criticità nel sistema d'esodo e nel controllo di fumi e calore

## Capitolo 4

### Il caso studio: L'autorimessa “La Pineta”

Il presente capitolo affronta lo studio della progettazione antincendio per un'autorimessa condominiale esistente. In particolare, l'epoca di costruzione della stessa è antecedente all'entrata in vigore della Regola Tecnica Verticale V.6, rendendo possibile la progettazione antincendio mediante il D.M. 1° febbraio 1986. Nel corso dell'analisi emergeranno criticità tali da imporre una scelta tra il ricorso alla deroga o alla progettazione antincendio proposta dal Codice di prevenzione incendi. La realtà condominiale con cui ci si rapporta richiede una progettazione economicamente sostenibile, aspetto che il Codice riesce a garantire mediante l'adozione delle cosiddette “soluzioni conformi”, senza la necessità di ricorrere alle onerose soluzioni numeriche della Fire Safety Engineering (FSE).

#### 4.1 Autorimessa “La Pineta”

##### 4.1.1 Informazioni generali

L'attività in esame è situata nell'area urbana di Vicenza e si sviluppa nel primo piano interrato di un edificio residenziale. Al momento della presa in carico, l'autorimessa risulta priva di autorizzazione per l'esercizio dell'attività. La pratica è ferma al parere di conformità rilasciato dal Comando dei Vigili del Fuoco nel 2002, ottenuto in base a quanto previsto dal D.M. 1° febbraio 1986. L'analisi del caso in esame prevede una prima verifica di conformità al decreto citato e successivamente, l'impiego del Codice di Prevenzione Incendi qualora si riscontrassero criticità tali da impedire il soddisfacimento dei requisiti imposti.

##### 4.1.2 Progettazione antincendio in conformità al D.M. 1° febbraio 1986

L'autorimessa è identificata con il codice di attività 75.2.B dell'allegato III al D.M. 7 agosto 2012 (autorimesse da oltre 1000 mq a 3000 mq) e può essere classificata nel modo seguente:

*Tabella 4-0-1: Classificazione autorimessa "La Pineta"*

<b>CLASSIFICAZIONE</b>	<b>IDENTIFICAZIONE</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>Tipo</b>	Mista	<u>Non</u> situata in edifici esclusivamente destinati a tale uso ed eventualmente adiacenti ad edifici destinati ad altri usi, strutturalmente e funzionalmente separati da questi.
<b>Ubicazione dei piani</b>	Interrata	Con piano di parcheggio a quota inferiore a quello di riferimento.
<b>Configurazione delle pareti perimetrali</b>	Chiuse	Le aperture perimetrali su spazio a cielo libero realizzano una percentuale di aerazione permanente inferiore al 60% della superficie delle pareti stesse.
<b>Organizzazione degli spazi interni</b>	A box	

La geometria dell'autorimessa prevede un'area di manovra che si sviluppa attorno ai box auto e al locale filtro, che permette l'accesso ai piani superiori dell'edificio. Questa conformazione consente la suddivisione in tre aree:

- Area A;
- Area B;
- Area C.

In particolare, l'area C risulta essere di proprietà di terzi e, pertanto, rimane separata dall'area A mediante una parete in muratura che chiude il corridoio pedonale, e dall'area B mediante un sezionale motorizzato privo di porta ad apertura manuale per il passaggio pedonale.

L'attività presenta un unico compartimento avente superficie complessiva di circa 1.560,00 m<sup>2</sup> e altezza dei locali di 2,54 m ed è suddivisa in n.41 box auto. È priva di elementi sporgenti, ad eccezione dei corpi illuminanti e delle canalizzazioni per l'impianto elettrico (spessore massimo di circa 10 cm).





*Figura 7: Attraversamenti impiantistici in area B*



*Figura 8: Protezione non adeguata degli attraversamenti*



*Figura 9: Attraversamento passante per box auto privato in area B*

La prima tra le più rilevanti criticità è individuata al punto 3.5 *Comunicazioni* dove viene richiesto che le comunicazioni tra autorimesse con più di 40 autovetture e locali destinati ad altre attività possono avvenire attraverso filtri a prova di fumo. Nel caso in esame il filtro che mette in comunicazione l'autorimessa con i piani superiori dell'edificio non presenta caratteristiche tali da poter essere definito *a prova di fumo*. All'interno del filtro, inoltre, è ubicato il locale macchine dell'ascensore che serve i piani superiori. È presente un secondo locale filtro ubicato in corrispondenza del box auto n.1 e che permette la comunicazione con i piani superiori, il filtro presenta le medesime caratteristiche di quello appena descritto. Le restanti comunicazioni avvengono verso l'esterno e sono quelle costituite dalla rampa, dai vani scala esterni ubicati all'interno dell'area A ed all'interno dell'area B e dai vani scala interni ai box auto n. 27-37-39-40 (area B e C). Le due scale esterne risultano parzialmente coperte.

La compartimentazione viene trattata all'interno del capitolo 3.6 *Sezionamenti*, dove si specifica che *“le autorimesse sotterranee, miste e chiuse, anche se strutturate in box, devono essere suddivise in compartimenti di superficie non superiore a quelle indicate nella tabella contenuta allo stesso punto”*. Infatti, il compartimento antincendio prescinde da qualsiasi organizzazione degli spazi interni dell'autorimessa come nel caso in esame in cui sono state realizzate barriere fisiche, mediante

sezionale motorizzato per l'accesso carraio e paramento in muratura ai confini tra area A-C e area B-C rispettivamente, per limitare gli accessi dei condomini nell'area C. La superficie complessiva del compartimento è pari a circa 1.560,00 m<sup>2</sup> rispettando il limite imposto di 2.500,00 m<sup>2</sup>. Le porte che permettono l'accesso al locale filtro sono del tipo EI 120, presentano regolare targa di omologazione ma riversano in uno stato di conservazione non ottimale a causa dell'assenza delle necessarie manutenzioni periodiche. Il requisito di resistenza al fuoco, invece, viene definito dopo l'analisi degli elementi che costituiscono la struttura portante dell'attività. In fase di sopralluogo è stata ipotizzata una struttura portante in cemento armato che viene confermata successivamente alla presa visione dei disegni architettonici e delle piante strutturali, in particolare si identificano:

- Paramenti verticali ( $s = 30 \text{ cm/s} = 80 \text{ cm}$ ; copriferro  $s = 2,50 \text{ cm}$ );
- Pilastrini ( $30 \times 30 \text{ cm}/35 \times 35 \text{ cm}/35 \times 45 \text{ cm}/30 \times 85 \text{ cm}/45 \times 45 \text{ cm}$ ;  $a = 2,50 \text{ cm}$ ).

Nella documentazione agli atti è presente la Certificazione di Resistenza al Fuoco di elementi costruttivi portanti e/o separanti per quanto concerne il muro di separazione fra zona filtro e autorimessa e il solaio in predalles del piano terra di separazione da altra attività, entrambi classificati come REI 120 secondo valutazione di tipo tabellare.

Gli elementi non strutturali, invece, sono realizzati in muratura o blocchi Leca.

All'interno dello stesso capitolo vengono anche stabiliti i requisiti di dimensione minime per le corsie di manovra, al fine di facilitare il movimento degli autoveicoli. Le stesse devono, infatti, avere ampiezza non inferiore a 4,50 m e a 5,00 m nei tratti antistanti i box ortogonali alla corsia. L'autorimessa in oggetto rispetta tali requisiti essendo caratterizzata da corsie di manovra con dimensioni che si attestano a circa 5,50 m. Non si rilevano restringimenti delle corsie ma sono presenti cambi di direzione a causa della conformazione a ferro di cavallo dell'autorimessa stessa. In relazione a quest'ultimo punto sono richiesti idonei sistemi ottici (p.e. specchi parabolici) per la regolamentazione delle manovre e facilitazione della visibilità che allo stato attuale risultano assenti.

Il punto 3.7 *Accessi* si occupa dei requisiti che gli ingressi pedonali e carrai devono prevedere. Nello specifico, gli ingressi all'attività devono essere ricavati su pareti attestate su vie, piazze pubbliche o private, o su spazi a cielo scoperto. In questo caso gli ingressi pedonali avvengono attraverso le scale esterne parzialmente a cielo libero poste all'interno del cortile condominiale e mediante il filtro che mette in comunicazione l'autorimessa con i piani superiori. L'accesso carraio è, invece, costituito da

un'unica rampa, direttamente collegata alla pubblica via, a doppio senso di marcia, non rettilinea, avente dimensioni pari a circa 4,50 m, pendenza inferiore al 20% e raggio di curvatura maggiore di 8,25 m, nel rispetto dei requisiti previsti per la tipologia.

Il punto 3.8 *Pavimenti* tratta aspetti come i materiali, la pendenza, la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, nonché lo spandimento di liquidi. La pavimentazione della corsia di manovra è realizzata attraverso piastrelle in gres-porcellanato. Sono presenti sistemi di smaltimento delle acque meteoriche mediante pozzetti di raccolta con tubazioni interrato lungo l'area di manovra e canalizzazione con griglia superiore alla base della rampa e alla base della scala esterna in area A. Si rilevano n.2 impianti pompe di sollevamento acque piovane, ubicati rispettivamente alla base della rampa all'interno dell'autorimessa (area B) e in prossimità della bocca di lupo (area C). Allo stato attuale l'autorimessa non presenta soglie nei vani di comunicazione fra i compartimenti al fine di impedire lo spargimento di liquidi diversamente da quanto richiesto al punto 3.8.2 *Spandimento di liquidi*. Non è stata rilevata la presenza di pozzetto disoleatore, un serbatoio in grado di separare olio e acqua attraverso l'impiego di filtri prima di introdurre la parte acquosa in un corpo idrico.

La ventilazione (punto 3.9 del presente decreto) rappresenta un'ulteriore criticità per l'autorimessa in esame. Al fine del soddisfacimento dei requisiti imposti, la ventilazione naturale, esplicita al punto 3.9.0, deve essere costituita da *“aperture ricavate nelle pareti e/o nei soffitti e disposte in modo da consentire un efficace ricambio dell'aria ambiente, nonché lo smaltimento del calore e dei fumi di un eventuale incendio. Al fine di assicurare una uniforme ventilazione dei locali, le aperture di aerazione devono essere distribuite il più possibile uniformemente e a distanza reciproca non superiore a 40 m”*. In particolare, al punto 3.9.1 *Superficie di ventilazione*, viene specificata la dimensione minima per le aperture di aerazione naturale che non deve risultare inferiore ad 1/25 della superficie in pianta del compartimento. La criticità deriva dal mancato soddisfacimento di questo ultimo punto.

*Tabella 4-2: Aperture di aerazione naturale*

APERTURE DI AERAZIONE NATURALE		SUPERFICIE [mq]
A.1	Bocca di lupo (area A)	4,6
A.2	Bocca di lupo garage n.31	1,71
A.3	Bocca di lupo garage n.30	1,71
A.4	Bocca di lupo garage n.29	1,71
A.5	Bocca di lupo (area C)	4,95
A.6	Apertura a soffitto (area A)	7,9
A.7	Apertura a soffitto (area A)	2,18
A.8	Rampa alla base	11,94
A.9	Apertura superiore alla rampa	5,55
	Vano scala esterno (area A)	2,52
	Vano scala esterno (area B)	2,41
TOTALE		47,18

*Tabella 4-3: Superficie minima di ventilazione*

SUPERFICIE COMPARTIMENTO [mq]	1/25 SUP. [mq]
1560	62,40

La superficie di aerazione naturale risulta quindi inferiore a 1/25 della superficie di compartimento. È presente, in aggiunta, un'ulteriore irregolarità rappresentata dalla presenza di due elementi installati in corrispondenza dell'**apertura a soffitto (A.6)** allo scopo di limitare la filtrazione dell'acqua in caso di precipitazioni e che vanno a ridurre ulteriormente la superficie di aerazione naturale. Inoltre,

è stata rilevata una difformità rispetto al progetto iniziale in corrispondenza dell'area B, dove era prevista un'ulteriore apertura nel box auto adiacente al vano scala esterno ma che allo stato attuale risulta assente. La rimozione dei due pannelli e la presenza dell'apertura nel box auto determinerebbero un incremento della superficie di ventilazione pari, rispettivamente a 6,63 m<sup>2</sup> e 1,08 m<sup>2</sup> (totale: 7,71 m<sup>2</sup>), comunque insufficiente per il soddisfacimento del requisito.



*Figura 10: Apertura a soffitto A.6 (area A)*



*Figura 11: Particolare pannello apertura a soffitto A.6 (area A)*



*Figura 12: Assenza apertura di aerazione sul vano scala esterno (area B)*

La ventilazione dei box auto privi di bocche di lupo è garantita soltanto dalle aperture ricavate nei basculanti in quanto le aperture di ventilazione tra intradosso del solaio ed il telaio del basculante in tutti i garage sono chiuse mediante lamiera non soddisfacendo quanto richiesto al punto 3.9.1: “Per

*le autorimesse suddivise in box l'aerazione naturale deve essere realizzata per ciascun box. Tale aerazione può essere ottenuta con canalizzazioni verso l'esterno o con aperture anche sulla corsia di manovra, prive di serramenti e di superficie non inferiore ad 1/100 di quella in pianta del box stesso".* Infine, non è prevista alcuna ventilazione meccanica.

Al punto 3.10 *Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza*, vengono definiti i parametri *Densità di affollamento* ( $D_a$ ) e *Capacità di deflusso* ( $C_d$ ) per il dimensionamento delle vie di uscita, le quali devono garantire il deflusso rapido e ordinato degli occupanti verso l'esterno o in luogo sicuro in caso di emergenza. Nel particolare caso:

- $D_a = 156$ , calcolata in base alla ricettività massima e comunque non inferiore a 0,1 [persone/m<sup>2</sup>];
- $C_d = 37,5$ , per i primi tre piani sotterranei;
- $\frac{D_a}{C_d} = 4,16$  [moduli].

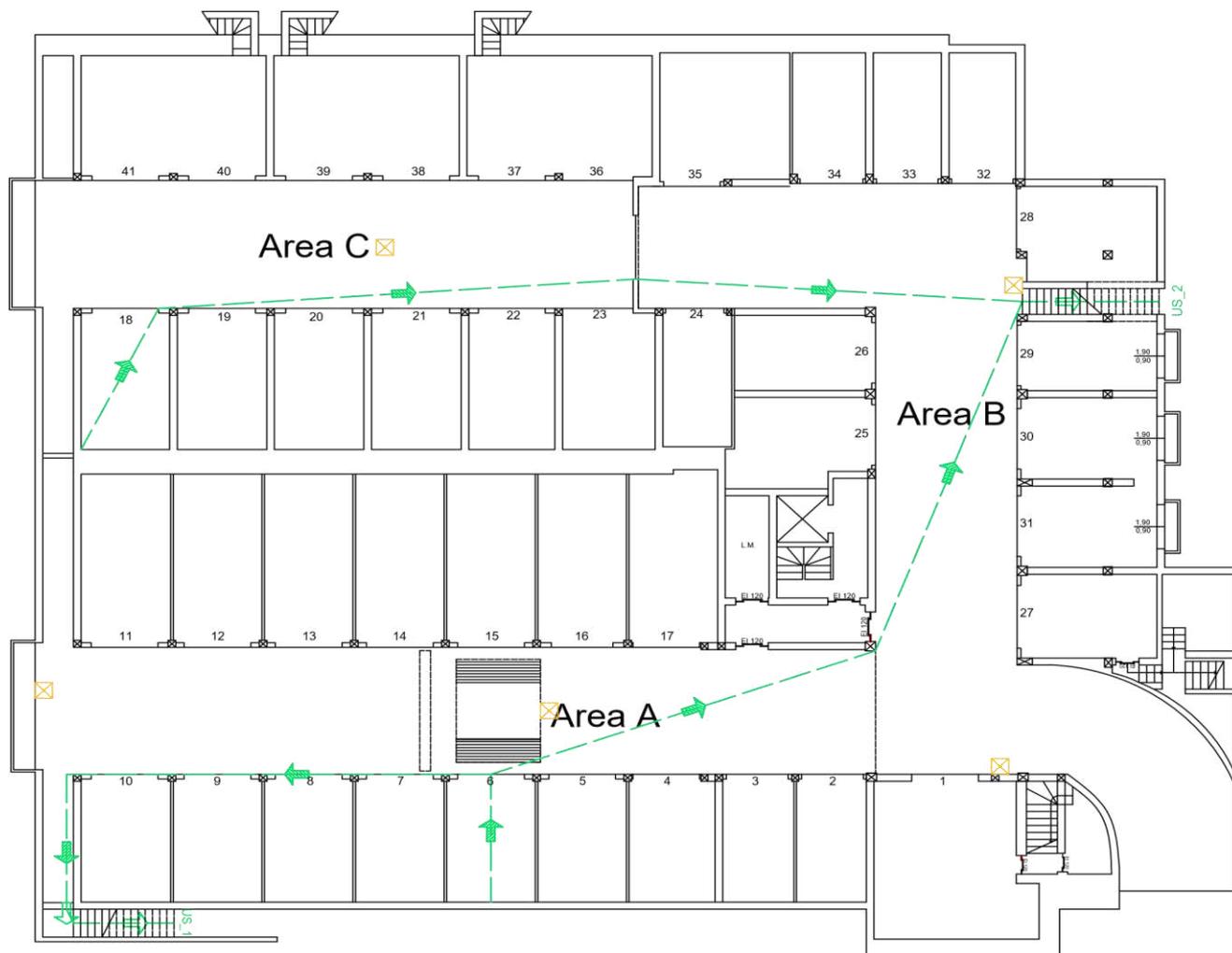
La larghezza delle vie di uscita deve rispettare tutti i seguenti requisiti:

- La larghezza delle vie di uscita deve essere multipla del modulo di uscita;
- La larghezza delle vie di uscita non deve essere inferiore a due moduli (1,20 m), ad eccezione del caso in cui siano presenti più di una via di uscita in cui è ammesso che una abbia larghezza inferiore a quella stabilita, ma comunque non inferiore a 0,60 m.

Le uscite di sicurezza approvate in fase di valutazione del progetto sono costituite da: vano scala esterno area A, che viene denominata US\_1 (l = 1,20 m), vano scala esterno area B, che viene denominata US\_2 (l = 1,11 m) e apertura in sommità della rampa di accesso carraio, che viene denominata US\_3. Tuttavia, quest'ultima uscita di sicurezza non è fruibile a causa della presenza di sezionale motorizzato privo di apertura pedonale, rappresentando un'ulteriore difformità.

Per quanto concerne l'ubicazione delle uscite, queste devono essere raggiungibili mediante percorsi inferiori a 40 m, o 50 m se l'autorimessa fosse stata protetta da un impianto di spegnimento automatico. La criticità, in questo caso risiede nei percorsi di esodo per gli occupanti dell'area C che risultano superiori ai limiti imposti al punto 3.10.5 (L = 45 m). Inoltre, seppur non trattato all'interno del D.M. 01/02/1986 vi è la presenza di un corridoio cieco che si estende per tutta l'area C e parte dell'area B con un'ulteriore problematica nell'esodo per gli occupanti dell'area C che possono

raggiungere le U.S. attraverso il superamento del sezionale motorizzato che costituisce l'accesso carraio all'area stessa.



**Figura 13:** Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza

Legenda		
US	Uscita di sicurezza	L (box n.18 - US_2) = 46,00 m
	Percorso di esodo	L (box n.6 - US_1) = 32,00 m
	Via d'esodo verso l'alto	L (box n.6 - US_2) = 43,00 m
	Via d'esodo orizzontale	Luce di emergenza

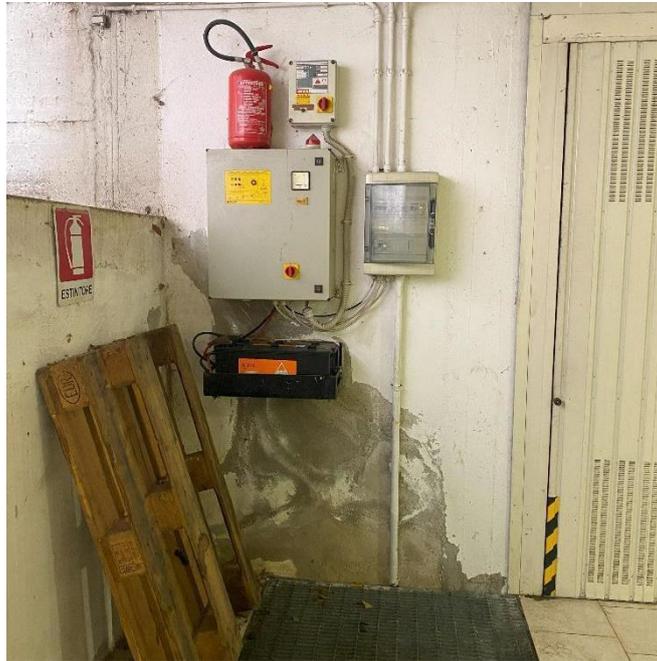


*Figura 14: Sezione motorizzato area C*

Gli impianti elettrici, trattati all'interno del punto 5, sono realizzati secondo la regola dell'arte in conformità a quanto stabilito dalla L. 1° marzo 1968 n. 186. In particolare, sono individuati n. 2 pulsanti di sgancio dell'energia elettrica collocati, rispettivamente, in sommità della rampa di ingresso/uscita, esternamente all'autorimessa, ed uno alla base della rampa stessa (internamente all'autorimessa). È presente un sistema di illuminazione di emergenza costituito da n.2 luci di emergenza ubicate in area A ed in area C ed n.3 luci di emergenza del tipo SA in area: n.1 luce di emergenza ubicata in prossimità del vano scala esterno in area A, n.1 luce di emergenza ubicata in prossimità del vano scala esterno area B e n.1 luce di emergenza ubicata alla base della rampa di accesso carraio in area B.

Il punto 6, relativo ai mezzi e agli impianti di protezione ed estinzione degli incendi, non richiede l'installazione di impianti idrici antincendio per l'autorimessa in oggetto. Questo perché la capacità dell'autorimessa è di 41 autoveicoli (< 50) e non si estende oltre il primo piano interrato. Pertanto, è richiesta unicamente l'installazione di estintori portatili di tipo approvato per fuochi delle classi "A", "B", "C" aventi capacità estinguente non inferiore a "21 A" e "89 B". In particolare, sono installati e dotati di regolari manutenzioni n.10 estintori, a polvere da 6 kg aventi capacità estinguente "34 A – 233 B – C", in conformità a quanto indicato al punto 6.2 che richiede l'installazione di un estintore ogni dieci autoveicoli per autorimesse con capacità superiore a venti autoveicoli ed inferiore a duecento. Tutti gli estintori risultano adeguatamente segnalati e numerati. È presente un undicesimo

estintore, non previsto in fase di progetto e posizionato impropriamente in corrispondenza del gruppo di continuità in area C.



*Figura 15: Estintore non previsto in fase di progetto*

Per quanto riguarda le norme di esercizio trattate al punto 10, si segnalano le seguenti criticità: l'assenza dei cartelli generali dei divieti, l'assenza del cartello "vietato fumare" nell'area C e una segnaletica insufficiente e ambigua per il percorso d'esodo.



*Figura 16: Segnaletica d'esodo ambigua*

Complessivamente l'autorimessa "La Pineta" presenta le seguenti criticità:

1. Gli attraversamenti impiantistici insieme alle porte tagliafuoco prive della necessaria manutenzione compromettono la compartimentazione;
2. Il filtro non presenta caratteristiche tali da poter essere considerato a prova di fumo;
3. Il locale filtro non prevede soglie idonee a limitare lo spandimento di liquidi;
4. La superficie di aerazione naturale è insufficiente e in parte impedita;
5. Diformità tra stato di progetto e stato di fatto dell'autorimessa in corrispondenza di:
  - Apertura a soffitto (A.6) in area A che riporta una superficie di aerazione ridotta a causa dell'installazione di due pannelli;
  - Assenza dell'apertura di ventilazione naturale in corrispondenza del vano scala esterno ubicato in area B;
  - Non fruibilità del passaggio pedonale che permette la comunicazione tra area A ed area C determinata dalla presenza di un muro di separazione;
  - Impossibilità di utilizzo della rampa come via d'esodo e U.S. determinata dalla presenza di un sezionale motorizzato privo di apertura pedonale.
6. La lunghezza del percorso d'esodo per gli occupanti dell'area C supera la lunghezza massima imposta e il sezionale di chiusura installato all'ingresso dell'area non garantisce un esodo rapido e sicuro degli occupanti stessi;
7. La segnaletica per l'esodo risulta insufficiente e laddove presente è ambigua, risultano completamente assenti i cartelli generali dei divieti e risulta assente il cartello vietato fumare in area C.

In relazione all'analisi appena svolta ed alle criticità rilevate, risulta evidente la non adottabilità del D.M. 1° febbraio 1986 al fine della progettazione antincendio per l'attività in oggetto.

### *4.1.3 Progettazione antincendio mediante l'applicazione del Codice di prevenzione incendi*

Nel presente capitolo si propone la progettazione della sicurezza antincendio dell'attività attraverso l'applicazione delle soluzioni proposte dal Codice di prevenzione incendi, D.M. 3 agosto 2015 e s.m.i.. In particolare, i riferimenti normativi a cui si fa riferimento sono:

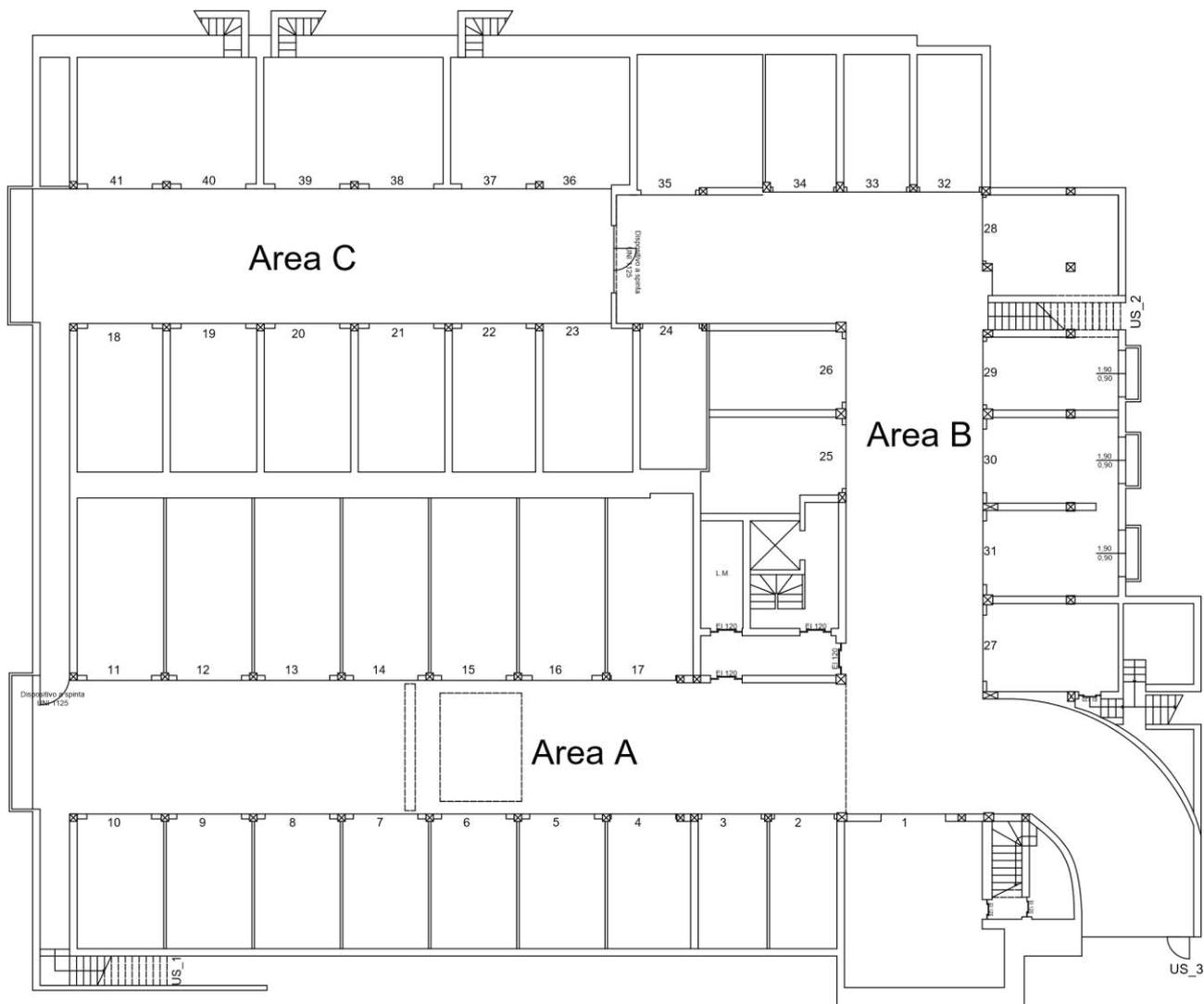
- D.M. 3 agosto 2015, *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139*;
- D.M. 15 maggio 2020, *Approvazione delle norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa, (RTV V.6)*.

L'autorimessa allo studio, come precedentemente definita è un'autorimessa privata destinata all'uso da un gruppo definito di utenti.

Sono adottati, in una prima fase, una serie di provvedimenti necessari per risolvere le criticità più urgenti:

1. Ripristino della compartimentazione in corrispondenza degli attraversamenti impiantistici e delle porte tagliafuoco;
2. Rimozione dei pannelli installati in corrispondenza dell'apertura a soffitto (A.6);
3. Ripristino del passaggio pedonale tra area A ed area C mediante l'installazione di una porta dotata di dispositivo di apertura a spinta nella direzione dell'esodo al termine del corridoio per garantire la distinzione tra aree ad uso condominiale ed area afferente a terza proprietà;
4. Installazione di aperture pedonali dotate di dispositivo di apertura a spinta nella direzione dell'esodo, nei sezionali motorizzati ubicati rispettivamente in sommità della rampa di accesso carraio (ripristinando le condizioni per considerare la stessa una U.S.) e al confine tra area B ed area C.

La planimetria dell'autorimessa "La Pineta" conforme al progetto inizialmente approvato dai Vigili del fuoco si presenta nel modo che segue:



*Figura 17: Planimetria conforme a progetto*

#### 4.1.3.1 Campo di applicazione (V.6.1)

Il campo di applicazione della seguente Regola Tecnica Verticale riguarda le attività di autorimessa aventi superficie complessiva superiore a  $300 \text{ m}^2$ . Il caso in esame, definito ai sensi dell'allegato III al D.M. 7 agosto 2012 come attività 75.2.B (autorimesse da oltre 1000 mq a 3000 mq), rientra nel campo di applicazione della V.6.

#### 4.1.3.2 Classificazioni (V.6.3)

La Regola Tecnica Verticale definisce le indicazioni complementari o sostitutive delle soluzioni conformi previste dai livelli di prestazione della Regola Tecnica Orizzontale attraverso la classificazione dell'autorimessa in relazione ai seguenti aspetti:

*Tabella 4-4: Classificazione dell'autorimessa*

<b>Caratteristiche prevalenti degli occupanti</b>	<b>Superficie lorda [A]</b>	<b>Quota di tutti i piani [h]</b>	<b>Aree dell'autorimessa</b>
<b>SA:</b> $\delta_{occ} = A$	<b>AB:</b> $1000 \text{ m}^2 < A \leq 5000 \text{ m}^2$  (S = 1560 $\text{m}^2$ )	<b>HB:</b> $-5 \text{ m} \leq h \leq 12 \text{ m}$	<b>TA:</b> aree destinate al ricovero, alla sosta ed alla manovra di veicoli

#### 4.1.3.3 Valutazione del rischio di incendio (V.6.4)

La progettazione della sicurezza antincendio secondo il Codice di prevenzione incendi prevede la valutazione del rischio effettuata secondo la metodologia descritta nel capitolo G.2. Per descrivere la tipologia di rischio di incendio dell'attività si procede con la definizione delle tre diverse 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.

In particolare, il profilo di rischio  $R_{vita}$  viene attribuito per ciascun compartimento, mentre i profili di rischio  $R_{beni}$  ed  $R_{ambiente}$  vengono attribuiti all'intera attività o ad ambiti<sup>11</sup> della stessa.

---

<sup>11</sup> Ambito: porzione delimitata dell'attività avente la caratteristica o la qualità descritta nella specifica misura

## Profilo di rischio $R_{vita}$

Il profilo di rischio vita è determinato in relazione a due fattori:

- $\delta_{occ}$ : caratteristiche prevalenti degli occupanti;
- $\delta_a$ : velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio, riferita al tempo  $t_a$  in secondi, impiegato dalla potenza termica per raggiungere il valore di 1000 KW.

Con il termine “prevalente” relativo agli occupanti, si intende la caratteristica che per numerosità e tipologia più rappresenta gli occupanti dell'attività in qualsiasi condizione di esercizio. Mentre con il termine “prevalente” relativo alla velocità caratteristica di crescita dell'incendio, si intende *la caratteristica rappresentativa del rischio di incendio in qualsiasi condizione di esercizio.*

Gli occupanti dell'autorimessa si trovano in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio. Pertanto, è possibile attribuire un fattore  $\delta_{occ}$ : A, in conformità alla tabella G.3-1:

*Tabella 4-5: G.3-1 Caratteristiche prevalenti degli occupanti*

Caratteristiche prevalenti degli occupanti $\delta_{occ}$		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, 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 pubblico
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività individuale di lunga durata</li> </ul>	Civile abitazione
Cii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività gestita di lunga durata</li> </ul>	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in attività gestita di breve durata</li> </ul>	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		

La velocità di crescita dell'incendio è valutata come  $\delta_a$ : 2.

Tabella 4-6: G.3-2 Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio

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

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

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

Il valore di  $R_{vita}$  è determinato dalla combinazione dei fattori  $\delta_{occ}$  e  $\delta_a$ . Si ottiene dunque un valore  $R_{vita} = A2$ .

Tabella 4-7: G.3-3 Determinazione di  $R_{vita}$

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

[1] Per raggiungere un valore ammesso,  $\delta_a$  può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.

[2] Quando nel presente documento si usa il valore C1 la relativa indicazione è valida per Ci1, Cii1 e Ciii1. Se si usa C2 l'indicazione è valida per Ci2, Cii2 e Ciii2. Se si usa C3 l'indicazione è valida per Ci3, Cii3 e Ciii3.

Tale valore è coerente a quello fornito dal Codice in tabella G.3-4, che riporta valori di  $R_{vita}$  relativi ad alcune tipologie di destinazione d'uso.

**Tabella 4-8:** G.3-4 Profilo di rischio  $R_{vita}$  per alcune tipologie di destinazione d'uso

Tipologie di destinazione d'uso	$R_{vita}$
Palestra scolastica	A1
<b>Autorimessa privata</b>	<b>A2</b>
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, centro sportivo privato	A2-A3
Attività commerciale non aperta al pubblico (es. all'ingrosso, ...)	A2-A4
Laboratorio scolastico, sala server	A3
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2
Autorimessa pubblica	B2
Ufficio aperto al pubblico, centro sportivo pubblico, sala conferenze aperta al pubblico, discoteca, museo, teatro, cinema, locale di trattenimento, area lettura di biblioteca, attività espositiva, autosalone	B2-B3
Attività commerciale aperta al pubblico (es. al dettaglio, ...)	B2-B4 [1]
Civile abitazione	Ci2-Ci3
Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti	Cii2-Cii3
Camera d'albergo	Ciii2-Ciii3
Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria	D2
Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana	E2
[1] Per raggiungere un valore ammesso fra quelli indicati alla tabella G.3-3, $\delta_a$ può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 3 del paragrafo G.3.2.1.	

In definitiva:

**Tabella 4-9:** Profilo di rischio  $R_{vita}$  autorimessa privata

<b>AUTORIMESSA PRIVATA</b>	$\delta_{occ}$	$\delta_a$	$R_{vita}$
	A	2	<b>A2</b>

### Profilo di rischio $R_{beni}$

Il profilo di rischio  $R_{beni}$  viene attribuito sulla base del carattere strategico dell'intera attività o di suoi ambiti e dell'eventuale carattere vincolato dell'edificio stesso. Un bene è considerato vincolato quando per arte o storia o beni contenuti in esso sono tali a norma di legge. Un bene è considerato

strategico se è tale a norma di legge o in considerazione a pianificazioni di soccorso pubblico, difesa civile o su indicazione del responsabile dell'attività stessa.

L'autorimessa in oggetto non ha né carattere strategico né carattere vincolato.

*Tabella 4-10: G.3-5 Determinazione di  $R_{beni}$*

		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 $R_{ambiente}$**

Nella valutazione del profilo di rischio  $R_{ambiente}$  si tiene conto dell'ubicazione dell'attività e di possibili recettori sensibili nelle aree esterne, della tipologia e dei quantitativi di materiali combustibili presenti e dei prodotti della combustione sviluppati in caso di incendio, nonché delle misure di prevenzione e protezione antincendio adottate.

In relazione ai parametri sopra elencati, il danno ambientale causato da un incendio che si sviluppa all'interno dell'autorimessa in esame è trascurabile. Pertanto,  $R_{ambiente}$  è ritenuto *non significativo*.

#### 4.1.3.4 Strategia antincendio (V.6.5)

All'autorimessa vengono applicate tutte le misure antincendio della Regola Tecnica Orizzontale attribuendo i livelli di prestazione secondo i criteri previsti, salvo nei casi in cui sono previste misure complementari o sostitutive di cui alla Regola Tecnica Verticale V.6. Progettando e gestendo l'autorimessa secondo la presente RTV è possibile omettere la valutazione relativa alle aree a rischio per atmosfere esplosive (V.2). Nel presente capitolo si osservano inizialmente le prescrizioni riportate all'interno della RTV V.6 che vengono integrate e completate dalle prescrizioni presenti nella *Sezione S – Strategia antincendio* del Codice.

*Tabella 4-11: Applicazione della RTV V.6*

<b>RTO</b>	<b>RTV V.6</b>
S.1 Reazione al fuoco	SI
S.2 Resistenza al fuoco	SI
S.3 Compartimentazione	SI
S.4 Esodo	SI
S.5 Gestione della sicurezza antincendio	SI
S.6 Controllo dell'incendio	SI
S.7 Rivelazione e allarme incendio	NO
S.8 Controllo fumi e calore	SI
S.9 Operatività antincendio	NO
S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio	SI

## **S.1 REAZIONE AL FUOCO**

La reazione al fuoco è la prima delle misure di protezione di tipo passivo<sup>12</sup>. Questa esplica i suoi effetti nella fase iniziale dell'incendio dove agisce con l'obiettivo di limitare l'innesco dei materiali e la propagazione dell'incendio. La reazione al fuoco tratta il comportamento al fuoco dei materiali nelle condizioni d'uso finali, interessandosi al grado di partecipazione all'incendio degli stessi in condizioni standard di prova.

Disposizioni specifiche della RTV V.6: *nelle aree TA non è ammesso il livello di prestazione I (capitolo S.1) ad eccezione delle pavimentazioni.*

Tutti gli ambiti dell'attività sono classificati come aree TA; pertanto, il livello di prestazione I, che secondo i criteri di attribuzione riportati nelle tabelle S.1-2 ed S.1-3 sarebbe stato il livello adeguato non essendo previste vie d'esodo e locali ricompresi negli altri criteri di attribuzione risulta essere non idoneo.

Per la reazione al fuoco, dunque, si prevede la soluzione conforme per il livello di prestazione II.

---

<sup>12</sup>Protezione passiva: insieme delle misure antincendio atte a ridurre le conseguenze di un incendio, non incluse nella definizione di protezione attiva e non di carattere gestionale.

**Tabella 4-12:** S.1-1 Livelli di prestazione

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

SOLUZIONE CONFORME:

La soluzione conforme prevede l'utilizzo di materiali rientranti nel gruppo GM3.

**Tabella 4-13:** S.1-6 Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Descrizione materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	A2-s1,d0	B-s2,d0	C-s2,d0
Controsoffitti, materiali di copertura [2], pannelli di copertura [2], lastre di copertura [2]			
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)	B-s1,d0	C <sub>fl</sub> -s1	C <sub>fl</sub> -s2
Rivestimenti a parete [1]			
Partizioni interne, pareti, pareti sospese	B <sub>fl</sub> -s1	C <sub>fl</sub> -s1	C <sub>fl</sub> -s2
Rivestimenti a pavimento [1]			
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)			
<p>[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi omologati ai sensi del DM 6/3/1992, questi ultimi devono essere idonei all'impiego previsto e avere la classificazione indicata di seguito (per classi differenti da A2): GM1 e GM2 in classe 1; GM3 in classe 2; per i prodotti vernicianti marcati CE, questi ultimi devono avere indicata la corrispondente classificazione.</p> <p>[2] Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.</p>			

La classificazione italiana di reazione al fuoco dei materiali è stabilita dal D.M. 26 giugno 1984, *Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi*; modificato dal D.M. 3 settembre 2001, *Modifiche ed integrazioni al decreto 26 luglio 1984 concernente classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi*. In base alle prove i materiali sono classificati, all'aumentare del grado di partecipazione all'incendio, secondo due categorie:

Materiali: classe 0 (incombustibili), 1, 2, 3, 4, 5;

Mobili imbottiti: classe 1 IM, 2 IM, 3 IM.

Il D.M. 15 marzo 2005, *Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo*, stabilisce una comparazione tra le classi italiane e quelle europee. In particolare, all'art. 2, "Prodotti incombustibili" del suddetto decreto viene specificato: *Laddove per i prodotti sono prescritte caratteristiche di incombustibilità ovvero è richiesta la classe 0 (zero) di reazione al fuoco, sono utilizzati prodotti di classe (A1) per impiego a parete e a soffitto, di classe (A1FL) per impiego a pavimento e di classe (A1L) per l'isolamento di installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare.*

Per semplificare ulteriormente, il Codice di prevenzione incendi definisce i cosiddetti "gruppi di materiali" (GM). I gruppi di materiali sono numerati da 0 a 4 in relazione all'aumentare del contributo all'incendio.

In linea generale, nell'autorimessa sono impiegati prodotti da costruzione che per le loro caratteristiche intrinseche non hanno reazione al fuoco: elementi in c.a. con parti in muratura intonacata o blocchi leca, solaio in predalles, basculanti in lamiera di acciaio.

La pavimentazione, nell'area di manovra, è rivestita da mattonelle in gres-porcellanato classificate ai fini della reazione al fuoco come appartenenti alla classe A2 - s1 - d0 secondo la EN 13823:2020, *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prodotti da costruzione esclusi i pavimenti esposti ad un attacco termico prodotto da un singolo oggetto in combustione.*

Inoltre, si rileva la presenza di n.6 attraversamenti impiantistici che presumibilmente sono realizzati in ghisa/PVC/PE. La classe di reazione al fuoco dei seguenti materiali è descritta di seguito:

- Ghisa: A1/A2-s1-d0;
- PVC (polivinilcloruro): B-s1-d0;
- PE (polietilene): B-s2-d0.

I rivestimenti in gres porcellanato sono classificati ai fini della reazione al fuoco come materiali compresi nel gruppo GM1.

**Tabella 4-14:** S.1-6 Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento

Descrizione materiali	GM1	GM2	GM3
	EU	EU	EU
Rivestimenti a soffitto [1]	A2-s1,d0	B-s2,d0	C-s2,d0
Controsoffitti, materiali di copertura [2], pannelli di copertura [2], lastre di copertura [2]			
Pavimentazioni sopraelevate (superficie nascosta)			
Rivestimenti a parete [1]	B-s1,d0		
Partizioni interne, pareti, pareti sospese			
Rivestimenti a pavimento [1]	B <sub>ri</sub> -s1	C <sub>ri</sub> -s1	C <sub>ri</sub> -s2
Pavimentazioni sopraelevate (superficie calpestabile)			

[1] Qualora trattati con prodotti vernicianti ignifughi omologati ai sensi del DM 6/3/1992, questi ultimi devono essere idonei all'impiego previsto e avere la classificazione indicata di seguito (per classi differenti da A2): GM1 e GM2 in classe 1; GM3 in classe 2; per i prodotti vernicianti marcati CE, questi ultimi devono avere indicata la corrispondente classificazione.

[2] Si intendono tutti i materiali utilizzati nell'intero pacchetto costituente la copertura, non soltanto i materiali esposti che costituiscono l'ultimo strato esterno.

Le tubazioni, invece, rientrano nei gruppi di materiali o GM1 o GM2.

**Tabella 4-15:** Classificazione in gruppi di materiali per impianti

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	[na]	A2-s1,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L < 1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [4] [5]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3] [6]	[na]	B <sub>ca</sub> -s1a,d0,a1	[na]	C <sub>ca</sub> -s1b,d0,a2	[na]	C <sub>ca</sub> -s3,d1,a3

[na] Non applicabile.

[1] La classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi i punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta. Utili riferimenti: EN 15423, EN 13403.

[2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.

[3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento *d0* può essere declassata a *d1* in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure qualora la *condizione d'uso finale* dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).

[4] La classe 0 può essere declassata a 1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III.

[5] la classe 1 non è richiesta per le canalizzazioni che soddisfano le prove di comportamento al fuoco previste dalle norme di prodotto armonizzate secondo la direttiva Bassa tensione (Direttiva 2014/35/UE).

[6] In sostituzione dei cavi C<sub>ca</sub>-s3,d1,a3 possono essere installati cavi E<sub>ca</sub> in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure in caso di posa singola.

## S.2 RESISTENZA AL FUOCO

Lo scopo di questa seconda misura di protezione passiva è quello di garantire la capacità portante delle strutture in condizioni di incendio e la capacità di compartimentazione per un intervallo di tempo sufficiente al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza.

Disposizioni specifiche della RTV V.6: *La classe di resistenza al fuoco (capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella V.6-1.*

**Tabella 4-16:** V.6-1 Classi minime di resistenza al fuoco per autorimesse non isolate

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

L'autorimessa in esame è compartimentata rispetto al resto dell'edificio, tuttavia non è da esso strutturalmente separata e un eventuale cedimento dell'attività (primo piano interrato) arrecherebbe danno al resto dell'edificio (piani soprastanti). Inoltre, l'autorimessa non è isolata e l'altezza antincendio dell'opera da costruzione di cui fa parte è inferiore a 24,00 m.

Osservando la RTO, il livello di prestazione viene attribuito all'opera da costruzione facendo riferimento alla tabella S.2-2:

*Tabella 4-17: S.2-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione*

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: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con profilo di rischio <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> <li>• non adibite ad attività che comportino presenza di occupanti, ad esclusione di quella occasionale e di breve durata di personale addetto.</li> </ul>
II	Opere da costruzione o porzioni di opere da costruzione, comprensive di eventuali manufatti di servizio adiacenti nonché dei relativi impianti tecnologici di servizio, dove sono verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione eventualmente adiacenti;</li> <li>• 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;</li> <li>• adibite ad attività afferenti ad un solo <i>responsabile dell'attività</i> e con i seguenti profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, A3, A4;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari ad 1;</li> </ul> </li> <li>• densità di affollamento <math>\leq 0,2</math> persone/m<sup>2</sup>;</li> <li>• non prevalentemente destinate ad occupanti con disabilità;</li> <li>• aventi piani situati a quota compresa tra -5 m e 12 m.</li> </ul>
III	Opere da costruzione non ricomprese negli altri criteri di attribuzione.
IV, V	Su specifica richiesta del committente, previsti da capitolati tecnici di progetto, richiesti dalla autorità competente per opere da costruzione destinate ad attività di particolare importanza.

Pertanto, viene attribuito un livello di prestazione III all'opera da costruzione.

*Tabella 4-18: S.2-1 Livelli di prestazione*

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.

SOLUZIONE CONFORME:

La classe minima di resistenza al fuoco viene ricavata per compartimento in relazione al carico di incendio specifico di progetto  $q_{f,d}$ . Tale valore è stato ricavato analiticamente mediante la procedura che di seguito viene descritta:

### Calcolo del carico di incendio specifico di progetto

$$q_{fd} = \delta_{q1} \times \delta_{q2} \times \delta_n \times q_f$$

(4. 1)

Dove:

$\delta_{q1}$ : fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione alla dimensione del compartimento e i cui valori sono definiti nella tabella S.2-6;

$$\delta_{q1} = 1,40 \text{ (} A = 1560 \text{ m}^2\text{)}$$

Tabella 4-19: S.2-6 Parametri per la definizione del fattore  $\delta_{q1}$

Superficie lorda del compartimento [m <sup>2</sup> ]	$\delta_{q1}$	Superficie lorda del compartimento [m <sup>2</sup> ]	$\delta_{q1}$
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

$\delta_{q2}$ : fattore che tiene conto del rischio di incendio in relazione al tipo di attività svolta nel compartimento e i cui valori sono definiti nella tabella S.2-7;

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

Tabella 4-20: S.2-7 Parametri per la definizione del fattore  $\delta_{q2}$

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

$\delta_{ni} = \prod \delta_{ni}$ : fattore che tiene conto delle differenti misure antincendio del compartimento ed i cui valori sono definiti nella tabella S.2-8;

$$\delta_{ni} = \prod \delta_{ni}$$

(4. 2)

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

Tabella 4-21: S.2-8 Parametri per la definizione dei fattori  $\delta_{ni}$

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

$q_f$ : valore nominale del carico d'incendio specifico da determinarsi secondo la formula:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \times H_i \times m_i \times \Psi_i}{A}$$

(4. 3)

1. Analisi della distribuzione parco veicoli per anno (2024), alimentazione e categoria (autovetture):

**Tabella 4-22:** Distribuzione parco veicoli per anno (2024), alimentazione e categoria (autovetture) [Automobile Club d'Italia]

ALIMENTAZIONE	NUMERO	[%]
Altre	663	0,002
Benzina	17717147	43,302
Benzina e gas liquido	3032796	7,412
Benzina e metano	769905	1,882
Elettricità	219540	0,537
Gasolio	16777000	41,004
Gasolio e gas	50	0,000
Ibrido benzina	1949661	4,765
Ibrido gasolio	262273	0,641
Metano	180595	0,441
Non definito	5599	0,014
Totale	40915229	

2. Stima della distribuzione dei veicoli presenti nell'autorimessa in esame:

*Tabella 4-23: Stima dei veicoli presenti nell'autorimessa "La Pineta"*

ALIMENTAZIONE	NUMERO
Benzina	18
Gasolio	17
Benzina e metano	1
Benzina e gas liquido	3
Ibrido benzina	2
Totale	41

3. Analisi degli elementi combustibili all'interno degli autoveicoli:

- Quantitativi di combustibile negli autoveicoli

*Tabella 4-24: Combustibile nei veicoli*

ALIMENTAZIONE AUTOVEICOLI				
	Benzina/Diesel	Benzina e metano	Benzina e GPL	Valore medio
Alimentazione primaria	30-70 l 22,5-52,5 kg (benzina) 25,05-58,45 kg (diesel)	30-70 l 51-61,2 kg	30-70 l 22,5-52,5 kg	50 l 37,5 kg (benzina) 41,75 kg (diesel)
Alimentazione secondaria	/	60-80 l 10-15 kg	32 l 16,64 kg	Metano: 70 l 12,5 kg GPL: 32 l 16,64 kg

- Caratteristiche dei combustibili tradizionali

*Tabella 4-25: Caratteristiche combustibili tradizionali*

	Benzina	Diesel	GPL	Metano
Punto di fusione/punto di congelamento	< - 60°C	≤ - 5°C	Da - 188 a - 138°C	- 182,5°C
Punto di ebollizione iniziale e intervallo di ebollizione	25-260°C (intervallo)	150-400°C (intervallo)	Da - 162 a - 0,5°C (intervallo)	Da - 185 a - 159°C
Punto di infiammabilità	< - 40°C	> 56°C a 101325 Pa	Da - 104 a - 60°C	n.a.
Limiti superiore/inferiore e di infiammabilità o di esplosività	LEL 1,4%; UEL 7,6%	LEL 1%; UEL 6%	LEL 1,8%; UEL 15%	LEL 3,93%; UEL 17,5%
Tensione di vapore	4-140 KPa a 37,8°C	0,4 KPa a 40°C	Max 1550 KPa a 40°C	n.a.
Densità	720-780 kg/mc a 15°C	815-875 kg/mc a 15°C	423-589 kg/mc a 25°C	n.a.
Temperatura di autoaccensione	> 280°C	> 225°C	287-537°C	635 - 670°C

- Potere calorifico dei combustibili

*Tabella 4-26: Potere calorifico dei combustibili*

Combustibile	Potere calorifico ( $H_i$ ) [kcal/kg]	Potere calorifico ( $H_i$ ) [MJ/kg]	Calore totale del combustibile [MJ]
Benzina	10.500	43,932	1.647,45
Diesel	10.200	42,677	1.781,756
GPL	11.000	46,024	765,839
Metano	9.200	38,4928	481,16
Benzina + GPL	/	89,956	2.413,289
Benzina + Metano	/	82,425	2.128,61

- Potere calorifico dei materiali

*Tabella 4-27: Potere calorifico dei materiali*

Materiale combustibile	Massa ( $g_i$ ) [kg]	Potere calorifico ( $H_i$ ) [MJ/kg]
Plastica (PP/PE)	114	45,8
Pneumatici	31	25,0

#### 4. Determinazione del valore nominale del carico d'incendio specifico $q_f$ :

*Tabella 4-28: Valore nominale del carico d'incendio specifico  $q_f$*

COMBUSTIBILE	$g_i$ [kg]	$H_i$ [MJ/kg]	$m_i$	$\psi_i$	$g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i$	A [mq]	$q_f$ [MJ/mq]
Benzina	675	43,932	1	1	29654,10	1560	
Gasolio	709,75	42,677	1	1	30290,00	1560	
Benzina e metano	50	89,956	1	1	4497,80	1560	
Benzina e gas liquido	161,7	82,425	1	1	13328,12	1560	
Plastica	4674	45,8	1	1	214069,20	1560	
Pneumatici	1271	25	1	1	31775,00	1560	
TOTALE							207,45

5. Determinazione del carico d'incendio specifico di progetto  $q_{fd}$ :

*Tabella 4-29: Carico d'incendio specifico di progetto  $q_{fd}$*

$q_f [MJ/mq]$	$\delta_{q1}$	$\delta_{q2}$	$\delta_n$	$q_{f,d} [MJ/mq]$
207,45	1,4	1	1	290,43

$q_{fd} = 290,43 \text{ MJ/m}^2$ ;

il seguente valore può essere incrementato a favore di sicurezza a  $350,00 \text{ MJ/m}^2$ .

Il valore del carico d'incendio specifico così determinato risulta coerente ai riferimenti dalla letteratura che valutano i potenziali calorifici delle autovetture pari a  $12.000 \text{ MJ}$ :

$$q_{f,d} = \frac{12.000 [MJ] \times 41 [n. autovetture]}{1.560 [m^2]} = 315,38 [MJ/m^2]$$

(4. 4)

Pertanto, la soluzione conforme prevede una classe minima di resistenza al fuoco del compartimento pari a 30, come indicato in tabella S.2-3:

*Tabella 4-30: S.2-3 Classe minima di resistenza al fuoco*

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

Tuttavia, le disposizioni della RTV V.6 prevedono una classe minima di resistenza al fuoco pari a 60 per le autorimesse classificate HB in relazione alla quota di tutti i piani.

Gli elementi costruttivi che caratterizzano l'autorimessa in esame e che risultano certificati ai fini della resistenza al fuoco attraverso la classificazione in base a confronti con tabelle: REI 120, sono:

- muro di separazione fra zona filtro vano scale e autorimessa (c.a.);
- solaio del piano terra di separazione da altra attività (lastra prefabbricata di cls continua al fine di cassero e di strato di copertura ferro d'armatura);

Gli elementi portanti, che caratterizzano l'autorimessa in esame e che non sono dotati di alcuna certificazione ai fini della resistenza al fuoco, sono: muri in c.a. ( $s = 30$  cm,  $s = 80$  cm e copriferro  $s = 2,50$  cm) e pilastri in c.a. ( $30 \times 30$  cm;  $35 \times 35$  cm;  $35 \times 45$  cm;  $30 \times 85$  cm;  $45 \times 45$  cm). I suddetti elementi vengono classificati attraverso il confronto con tabelle:

- muri ( $a = 2,50$  cm): REI 90-M;

*Tabella 4-31: S.2-49 Pareti portanti in cemento armato (requisiti R, E, I, M)*

Classe	Esposto su un lato	Esposto su due lati
REI 30	$s = 120; a = 10$	$s = 120; a = 10$
REI 60	$s = 130; a = 10$	$s = 140; a = 10$
REI 90-M	$s = 140; a = 25$	$s = 170; a = 25$
REI 120-M	$s = 160; a = 35$	$s = 220; a = 35$
REI 180-M	$s = 210; a = 50$	$s = 270; a = 55$
REI 240-M	$s = 270; a = 60$	$s = 350; a = 60$

I valori di  $a$  devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di  $a$  di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di  $a$  ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-45. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

- pilastri esposti su più lati ( $a = 2,50$  cm): R 30

**Tabella 4-32:** S.2-48 Pilastrì in cemento armato (requisito R)

Classe	Esposto su piú lati		Esposto su un lato
30	B = 200; a = 30	B = 300; a = 25	B = 160; a = 25
60	B = 250; a = 45	B = 350; a = 40	B = 160; a = 25
90	B = 350; a = 50	B = 450; a = 40	B = 160; a = 25
120	B = 350; a = 60	B = 450; a = 50	B = 180; a = 35
180	B = 450; a = 70	-	B = 230; a = 55
240	-	-	B = 300; a = 70

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella S.2-45. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilit  del ricoprimento.

I pilastri non rispettano il requisito R 60 attraverso la classificazione sulla base del confronto con le tabelle, pertanto, si procede con la modalità di classificazione in base ai risultati di calcoli mediante la normativa EN 1992-1-2 (2004), *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design*.

**Tabella 4-33:** Table 5.2a: minimum column dimensions and axis distances for columns with rectangular or circular section

Standard fire resistance	Minimum dimensions (mm) Column width $b_{min}$ /axis distance a of the main bars			
	Column exposed on more than one side			Exposed on one side
	$\mu_{fi} = 0.2$	$\mu_{fi} = 0.5$	$\mu_{fi} = 0.7$	$\mu_{fi} = 0.7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40**	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45** 450/40**	350/57** 450/51**	175/35
R 180	350/45**	350/63**	450/70**	230/55
R 240	350/61**	450/75**	-	295/70

\*\*  
Minimum 8 bars  
 $\text{AC1}$  For prestressed columns the increase of axis distance according to 5.2. (5) should be noted.  $\text{AC1}$

**R 90**

Gli elementi strutturali portanti rispettano i requisiti di resistenza al fuoco richiesto dalla RTV V.6 essendo classificati come almeno REI 90 - M, R 90.

Le planimetrie fornite al momento della presa in carico indicano che tutti gli elementi portanti costituenti il compartimento sono classificati ai fini della resistenza al fuoco come REI 120, mentre le pareti di separazione tra box auto risultano classificate REI 30

Le porte resistenti al fuoco installate in corrispondenza del filtro e nei box sono classificate EI 120.

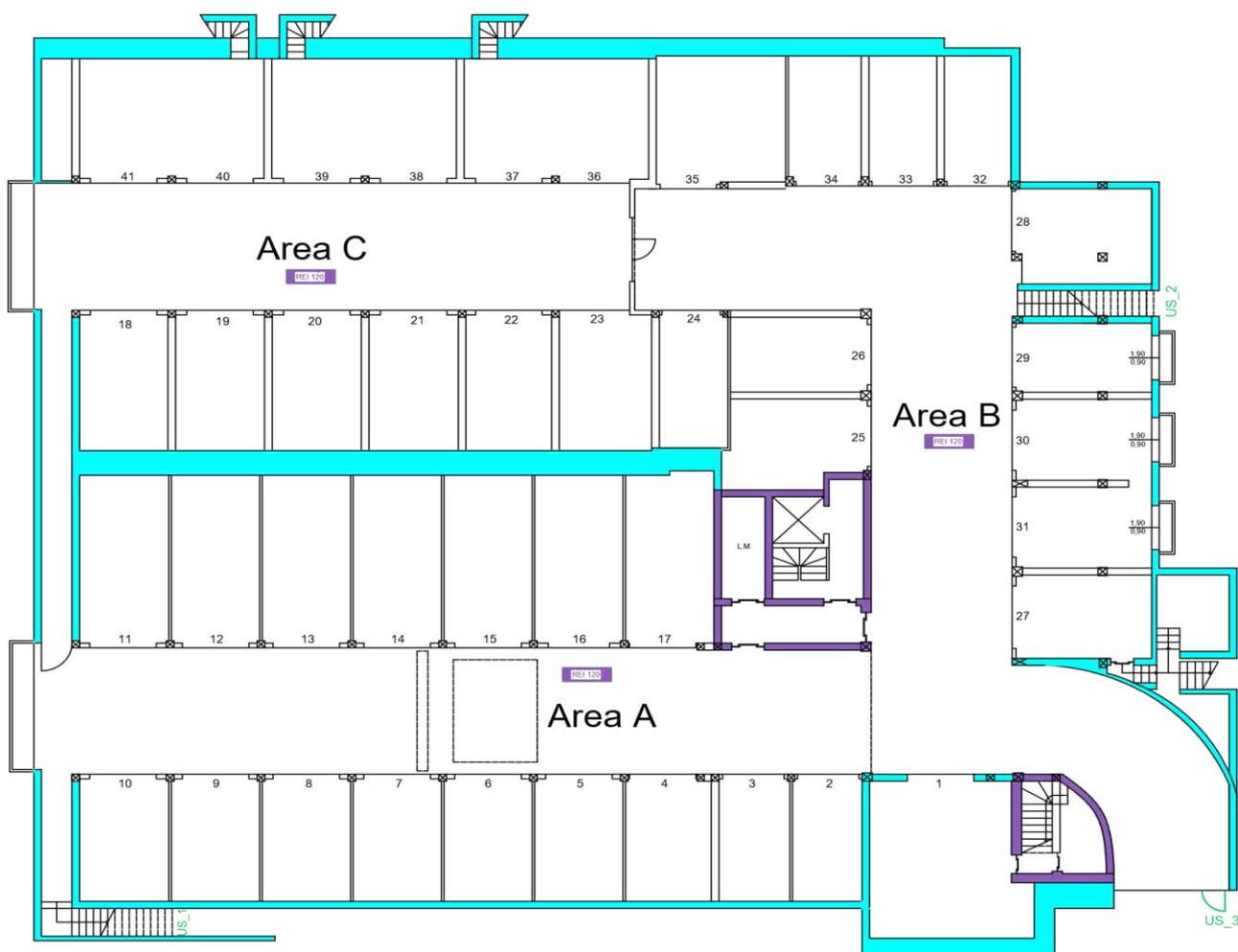


Figura 18: S.2 Resistenza al fuoco

Legenda	
	Elementi strutturali principali REI 90 - M
	Elementi strutturali principali REI 120
	Elementi strutturali principali REI 120 (solaio)

### S.3 COMPARTIMENTAZIONE

Lo scopo della compartimentazione è quello 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 si realizza attraverso compartimenti antincendio<sup>13</sup>, ubicati all'interno dell'opera da costruzione stessa e mediante l'interposizione di distanze di separazione tra le opere da costruzione o altri bersagli anche ubicati in spazio a cielo libero<sup>14</sup>.

Disposizioni specifiche della RTV V.6:

- 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.*

---

<sup>13</sup> Compartimento antincendio (o compartimento): parte dell'opera da costruzione organizzata per rispondere alle esigenze della sicurezza in caso di incendio e delimitata da prodotti o elementi costruttivi idonei a garantire, sotto l'azione del fuoco e per un dato intervallo di tempo, la resistenza al fuoco. Qualora non sia prevista alcuna compartimentazione, si intende che il compartimento coincida con l'intera opera da costruzione.

<sup>14</sup> Spazio a cielo libero: luogo esterno alle opere da costruzione non delimitato superiormente.

Tabella 4-34: V.6-2 Caratteristiche minime delle comunicazioni

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 aperte al pubblico	In prevalenza non aperte 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 S<sub>a</sub> 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.

Il livello di prestazione attribuito per il caso in esame è II.

Tabella 4-35: S.3-1 Livelli di prestazione

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

Tabella 4-36: S.3-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	Attività non ricomprese negli altri criteri di attribuzione
III	In relazione alle risultanze della valutazione del rischio nell'ambito e in ambiti limitrofi della stessa attività (es. attività con elevato affollamento, attività con geometria complessa o piani interrati, elevato carico di incendio specifico q <sub>i</sub> , 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 <sub>vita</sub> compreso in D1, D2, Cii2, Ciii2, Ciii3, per proteggere gli occupanti che dormono o che ricevono cure mediche.

## SOLUZIONE CONFORME:

Nel caso in studio non si rilevano né attività soggette adiacenti all'autorimessa né altre attività soggette contenute nello stesso fabbricato in cui è inserita l'autorimessa. Pertanto, vengono adottate le misure necessarie al fine di limitare la propagazione dell'incendio all'interno dell'attività stessa.

L'autorimessa è inserita nella volumetria dell'edificio asservito e costituisce un compartimento unico, su un solo piano (interrato), gli elementi costruttivi di separazione con le altre parti dello stesso edificio sono almeno di tipo R, RE, REI 90. Le comunicazioni con i piani superiori, ad uso residenziale, avvengono mediante l'impiego di vano scala interno e/o ascensore separati dall'autorimessa da locale filtro<sup>15</sup>. Il filtro è caratterizzato da classe di resistenza al fuoco 120, munito di tre chiusure EI 120 con congegno di autochiusura, carico d'incendio specifico  $q_f < 50 \text{ MJ/m}^2$ , non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose e non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio. Le porte tagliafuoco sono contrassegnate su entrambi i lati con segnale UNI EN ISO 7010 – F007 riportante il messaggio “*Porta tagliafuoco tenere chiusa*”. È presente un'ulteriore comunicazione con i piani superiori in corrispondenza del box auto n. 1. Tale comunicazione avviene attraverso vano scala interno separato dall'autorimessa da filtro avente le medesime caratteristiche di quello appena descritto.

Il compartimento, avente un unico profilo di rischio vita  $R_{vita} = A2$  si sviluppa su una superficie lorda di  $1560 \text{ m}^2$ , con quota del compartimento  $< 5 \text{ m}$ . La massima superficie lorda dei compartimenti risulta  $4000 \text{ m}^2 > 1560 \text{ m}^2$ .

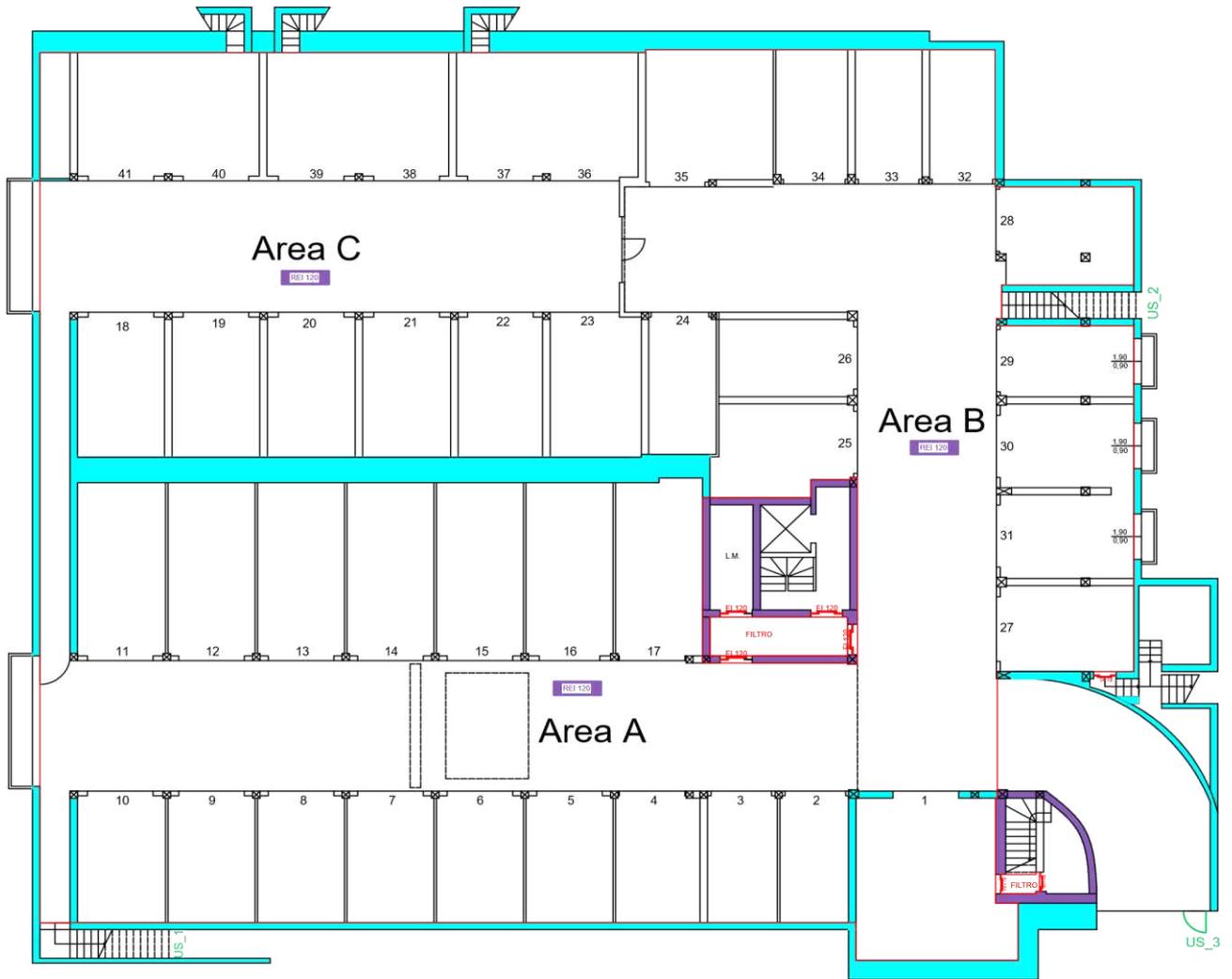
---

<sup>15</sup> Filtro: compartimento antincendio nel quale la probabilità di avvio e sviluppo dell'incendio sia resa trascurabile.

Tabella 4-37: S.3-6 Massima superficie lorda dei compartimenti in m<sup>2</sup>

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

La massima superficie lorda è ridotta del 50% per i compartimenti con R<sub>ambiente</sub> significativo.  
 [na] Non ammesso  
 [1] Senza limitazione



Legenda	
	Pareti portanti in cemento armato (requisiti R, E, I, M)
	Muro di separazione fra zona filtro vano scale e autorimessa (c.a.) (requisiti R, E, I)
	Porte tagliafuoco (requisiti E, I)

*Figura 18: S.3 Compartimentazione*

## S.4 ESODO

Attraverso la strategia dell'esodo si intende assicurare agli occupanti la possibilità di raggiungere un luogo sicuro<sup>16</sup> o permanere al sicuro, autonomamente o con assistenza, prima che l'incendio realizzi condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano. Inoltre, il sistema d'esodo deve garantire la prestazione richiesta a prescindere dall'intervento dei Vigili del fuoco.

Disposizioni specifiche della RTV V.6:

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

Per le caratteristiche che l'attività in esame riporta è prevista la modalità d'esodo simultaneo<sup>17</sup>.

Riferendosi alla RTO, viene attribuito il livello di prestazione I.

*Tabella-4-38: S.4-1 Livelli di prestazione*

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

*Tabella 4-39: S.4-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione*

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

SOLUZIONE CONFORME:

La RTO impone una serie precisa di passaggi per la realizzazione del sistema di esodo:

1. Definizione dei dati di ingresso: profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento ed affollamento;

---

<sup>16</sup> Luogo sicuro: luogo in cui è permanentemente trascurabile il rischio d'incendio per gli occupanti che vi stazionano o vi transitano; tale rischio è riferito ad un incendio nell'attività.

<sup>17</sup> Esodo simultaneo: modalità di esodo che prevede lo spostamento contemporaneo degli occupanti fino a luogo sicuro.

2. Garantire i requisiti antincendio minimi per l'esodo;
3. Definizione dello schema delle vie d'esodo fino a luogo sicuro ed il suo dimensionamento;
4. Verifica di rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche elencate al paragrafo S.4.5.

La progettazione del sistema di esodo è un processo iterativo; perciò, se il punto 4 non risulta soddisfatto, la procedura viene ripetuta.

Dati di ingresso:

Il sistema di esodo viene progettato dimensionando ciascun componente in relazione al più gravoso ai fini dell'esodo dei profili di rischio  $R_{vita}$  dei compartimenti serviti. L'autorimessa in esame presenta un unico compartimento caratterizzato da profilo di rischio  $R_{vita} = A2$ .

L'affollamento, invece, è determinato impiegando i criteri indicati in tabella S.4-13:

*Tabella 4-40: S.4-13 Criteri per tipologia di attività*

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)

L'autorimessa conta 41 box auto singoli determinando un affollamento pari a 41 persone.

Requisiti minimi antincendio per l'esodo:

Uno degli aspetti che viene trattato nel seguente paragrafo è quello del numero minimo di vie d'esodo verticali e orizzontali, che viene definito in base ai vincoli imposti al paragrafo S.4.8.1 per quanto concerne il numero minimo di vie d'esodo e al paragrafo S.4.8.2 per quanto riguarda l'ammissibilità di corridoi ciechi.

Schema delle vie d'esodo:

Il sistema d'esodo viene progettato in maniera tale da garantire agli occupanti la possibilità di abbandonare il compartimento di primo innesco dell'incendio e raggiungere il luogo sicuro prima che l'incendio determini condizioni incapacitanti negli ambiti dell'attività ove si trovano.

Il paragrafo S.4.8.1 tratta le vie d'esodo e le uscite indipendenti, definite tali in quanto la probabilità che gli effetti dell'incendio le rendano contemporaneamente indisponibili sono minime. Il numero minimo di vie d'esodo indipendenti è due. Per quanto concerne il numero minimo di uscite indipendenti, questo viene definito in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento e dell'affollamento dell'ambito servito.

**Tabella 4-41:** S.4-15 Numero minimo di uscite indipendenti da locale o spazio a cielo libero

$R_{vita}$	Affollamento dell'ambito servito	Numero minimo uscite indipendenti
Qualsiasi	> 500 occupanti	3
B1 [1], B2 [1], B3 [1]	> 200 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 <sup>2</sup>		

L'autorimessa presenta n.3 uscite finali, denominate US\_1 (area A), US\_2 (area B) e US\_3 (area B, accesso pedonale ricavato nel sezionale motorizzato di ingresso/uscita carraio) e sono tra di loro indipendenti. Anche le coppie di vie d'esodo orizzontali sono considerate indipendenti in quanto l'angolo che viene a formarsi tra i percorsi rettilinei è > 45°. Le coppie vie d'esodo verticali non protette sono considerate indipendenti in quanto le vie d'esodo ad esse collegate a valle risultano indipendenti.

I corridoi ciechi sono percorsi che offrono agli occupanti una sola via d'esodo senza alternative. Gli unici corridoi ciechi presenti all'interno dell'autorimessa sono quelli relativi alle porzioni di percorsi d'esodo all'interno dei garage. In tabella S.4-18 sono espresse le massime lunghezze dei corridoi ciechi in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento e del massimo affollamento. Nel presente caso la massima lunghezza del corridoio cieco è 30 m, condizione che risulta soddisfatta nel caso dell'autorimessa in esame.

Tabella 4-42: S.4-18 Condizioni per il corridoio cieco

R <sub>vita</sub>	Max affollamento	Max lunghezza L <sub>cc</sub>	R <sub>vita</sub>	Max affollamento	Max lunghezza L <sub>cc</sub>
A1		≤ 45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	≤ 25 m
A2	≤ 100 occupanti	≤ 30 m	B2, E2		≤ 20 m
A3		≤ 15 m	B3, E3		≤ 15 m
A4	≤ 50 occupanti	≤ 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<sub>cc</sub> possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.

## LUNGHEZZE D'ESODO

Per limitare il tempo necessario agli occupanti per abbandonare il compartimento di primo innesco sono stabiliti i valori massimi  $L_{es}$  in funzione del profilo di rischio  $R_{vita}$  di riferimento. Almeno una delle lunghezze d'esodo determinate da qualsiasi punto dell'attività deve rientrare nei limiti stabiliti. Nel caso dell'autorimessa oggetto di studio, la massima lunghezza d'esodo rilevata è pari a  $L_{es} = 50$  m, rientrando perfettamente entro i valori massimi imposti.

Tabella 4-43: S.4-25 Massime lunghezze d'esodo

R <sub>vita</sub>	Max lunghezza d'esodo L <sub>es</sub>	R <sub>vita</sub>	Max lunghezza d'esodo L <sub>es</sub>
A1	≤ 70 m	B1, E1	≤ 60 m
A2	≤ 60 m	B2, E2	≤ 50 m
A3	≤ 45 m	B3, E3	≤ 40 m
A4	≤ 30 m	Cii1, Ciii1	≤ 40 m
D1	≤ 30 m	Cii2, Ciii2	≤ 30 m
D2	≤ 20 m	Cii3, Ciii3	≤ 20 m

I valori delle massime lunghezze d'esodo di riferimento possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.

Tabella 4-44: Lunghezze percorsi d'esodo

LUNGHEZZE D'ESODO	Max L <sub>es</sub> [m]
Area A (box n.15 – U.S. 1)	40,00
Area C (box n. 21 – U.S. 2)	35,00

## ALTEZZA DELLE VIE D'ESODO

L'altezza minima delle vie d'esodo è pari a 2,54 m, valore superiore all'altezza minima delle vie d'esodo (2 m).

## LARGHEZZA DELLE VIE D'ESODO

La larghezza minima delle vie d'esodo orizzontali è determinata attraverso la formula a seguire:

$$L_o = L_U \cdot n_o \quad (4.5)$$

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 tabella 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.

Tabella 4-45: S.4-27 Larghezze unitarie per vie d'esodo orizzontali

$R_{vita}$	Larghezza unitaria	$\Delta t_{coda}$	$R_{vita}$	Larghezza unitaria	$\Delta t_{coda}$
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	B1 [1], B2 [1], B3, C3, D2, E3	6,20	180 s
A4	12,30	90 s			

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

[1] Per occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento  $> 0,7 \text{ p/m}^2$ .

$$L_o = 3,80 \cdot 41 = 155,80 \text{ [mm]} \quad (4.6)$$

Le vie d'esodo orizzontali che rientrano nei criteri riportati in tabella S.4-28 vedono imposte larghezze minime più specifiche:

Tabella 4-46: S.4-28 Larghezze minime per vie d'esodo orizzontali

Larghezza	Criterio
≥ 1200 mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti oppure > 200 occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento > 0,7 p/m <sup>2</sup>
≥ 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.	

Le vie d'esodo orizzontali presenti all'interno dell'autorimessa presentano larghezze adeguate e sono:

- Aree di manovra: L = 5,50 m;
- Corridoio pedonale di collegamento tra area A e area C: L = 1,18 m;
- Apertura pedonale ricavata all'interno del sezionale motorizzato che separa l'area C dall'area B: L = 0,90 m.

In riferimento alla modalità di esodo prevista per l'autorimessa (esodo simultaneo), è necessario procedere al calcolo delle vie di esodo verticali:

$$L_V = L_U \cdot n_V$$

(4. 7)

Dove:

$L_V$  è la larghezza minima della via d'esodo verticale [mm];

$L_U$  è la larghezza unitaria determinata dalla tabella 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.

Tabella 4-47: S.4-29 Larghezze unitarie per vie d'esodo verticali

R <sub>vita</sub>	Numero totale dei piani serviti dalla via d'esodo verticale										Δt <sub>coda</sub>
	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
B1 [1], B2 [1], 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<sub>coda</sub>.

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

[1] Per occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento > 0,7 p/m<sup>2</sup>.

$$L_V = 4,55 \cdot 41 = 186,55 [mm]$$

(4. 8)

Le vie d'esodo verticali sono rappresentate dalle due scale esterne situate nelle aree A e B, oltre alla rampa presente nell'area B. I gradini che costituiscono le due scale esterne presentano le seguenti dimensioni: p = 28,00 cm e a = 17,00 cm. Mentre la rampa ha una pendenza 12% < p ≤ 20%. Di conseguenza, è necessario incrementare la larghezza minima delle scale d'esodo e della rampa come indicato nelle tabelle S.4-30 e S.4-31:

Tabella 4-48: S.4-30 Incremento larghezza unitaria delle scale d'esodo in relazione ai gradini

Alzata gradini	Pedata gradini		
	p ≥ 30 cm	25 cm ≤ p < 30 cm	22 cm ≤ p < 25 cm
a ≤ 17 cm	0%	+10%	+25% [1]
17 cm < a ≤ 18 cm	+5%	+15%	+50% [1]
18 cm < a ≤ 19 cm	+15%	+25%	+100% [1]
19 cm < a ≤ 22 cm	+25% [1]	+100% [1]	+200% [1]

Non sono ammessi gradini con pedata < 22 cm o alzata > 22 cm, salvo da locali ove vi sia esclusiva presenza di personale specificatamente formato, oppure occasionale e di breve durata di un numero limitato di occupanti.

Sono ammessi gradini a ventaglio; pedata ed alzata sono misurate a 300 mm dal lato interno della scala.

[1] Queste combinazioni sono ammesse solo a seguito di specifica valutazione del rischio.

$$L_{V,scala} = 186,55 [mm] + 10\% = 205,20 [mm]$$

(4. 9)

**Tabella 4-49:** S.4-31 Incremento larghezza unitaria delle rampe d'esodo in relazione alla pendenza

Pendenza rampa		
$p \leq 8\%$	$8\% < p \leq 12\%$	$12\% < p \leq 20\%$
0%	+50%	+200% [1]
[1] Queste combinazioni sono ammesse solo a seguito di specifica valutazione del rischio.		

$$L_{V,rampa} = 186,55 [mm] + 200\% = 559,65 [mm]$$

(4. 10)

Tuttavia, sono previste larghezze minime per le vie d'esodo verticali come riportato in tabella S.4-32. Nello specifico caso le vie d'esodo verticali devono riportare larghezza minima pari ad almeno 900 mm.

**Tabella 4-50:** S.4-32 Larghezze minime per vie d'esodo verticali

Larghezza	Criterio
$\geq 1200$ mm	Affollamento dell'ambito servito > 1000 occupanti oppure > 200 occupanti prevalentemente in piedi e densità d'affollamento > 0,7 p/m <sup>2</sup>
$\geq 1000$ mm	Affollamento dell'ambito servito > 300 occupanti
$\geq 900$ mm	Affollamento dell'ambito servito $\leq 300$ occupanti
$\geq 600$ 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.	

Le vie d'esodo verticali riportano le seguenti dimensioni:

- Scala esterna (area A): L = 1,20 m;
- Scala esterna (area B): L = 1,11 m;
- Rampa (area B): L = 4,70 m.

## LARGHEZZA MINIMA USCITE FINALI

La larghezza minima delle uscite finali viene calcolata secondo la seguente formula:

$$L_F = \sum_i L_{O,i} + \sum_j L_{V,j} = (155,80) + (205,20 + 559,65) = 920,65 \text{ mm}$$

(4. 11)

Dove:

$L_F$  è la larghezza minima dell'uscita finale [mm];

$L_{O,i}$  è la larghezza della i-esima via d'esodo orizzontale che adduce all'uscita finale, come calcolata con l'equazione (4.4) [mm];

$L_{V,j}$  è la larghezza della j-esima via d'esodo verticale che adduce all'uscita finale, come calcolata con l'equazione (4.6) [mm].

Poiché gli unici percorsi che immettono su un'uscita finale sono le vie d'esodo verticali, verranno impiegati ai fini del calcolo della larghezza di queste ultime le sole larghezze facenti riferimento alle vie d'esodo verticali.

*Tabella 4-51: Larghezza uscite finali*

	<b>Larghezza via d'esodo verticale calcolata secondo l'equazione (4.6) incrementata del 10% (scale) e del 200% (rampa) [mm]</b>	<b>Larghezza minima per vie d'esodo verticali determinata dalla tabella 4-50 [mm]</b>	<b>Larghezza uscita finale [mm]</b>	<b>Larghezza uscita finale reale</b>
<b>US_1</b>	205,20	900	900	1200
<b>US_2</b>	205,20	900	900	1100

<b>US_3</b>	559,65	900	900	4700
-------------	--------	-----	-----	------

Rispondenza del sistema d'esodo alle caratteristiche dello stesso:

Ogni uscita finale conduce a un luogo sicuro, specificamente:

- **US\_1:** Questa uscita porta al cortile condominiale, uno spazio a cielo aperto sicuramente collegato alla pubblica via, anche in caso di incendio. Questo spazio non è esposto ai prodotti della combustione, limita l'irraggiamento massimo sugli occupanti a 2,5 kW/m<sup>2</sup>, è privo di rischi di crollo e ha la capacità di contenere in sicurezza tutte le persone che vi si rifugiano durante l'esodo.
- **US\_2:** Anche questa uscita porta al cortile condominiale, con le stesse caratteristiche di sicurezza della US\_1: spazio a cielo aperto collegato alla pubblica via, non investito dai prodotti della combustione, con irraggiamento massimo di 2,5 kW/m<sup>2</sup>, senza pericoli di crollo e capace di ospitare gli occupanti durante l'esodo.
- **US\_3:** Questa uscita si apre direttamente sulla pubblica via.



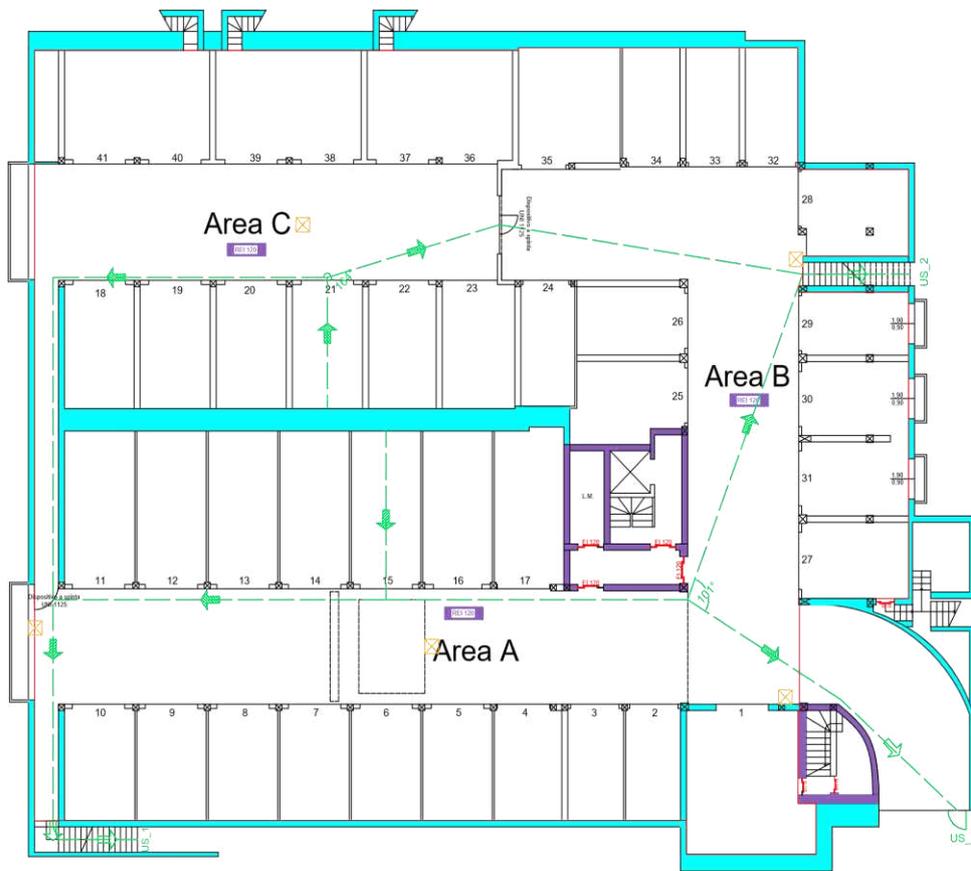
*Figura 19: Inquadratura uscite finali dall'alto*

Il luogo sicuro è segnalato con il cartello UNI EN ISO 7010 - E007. L'uscita finale US\_3, che conduce direttamente alla pubblica via, è contrassegnata esternamente dal segnale UNI EN ISO 7010 – M001, con il messaggio “Uscita di emergenza, lasciare libero”.

Tutte le porte lungo le vie d'esodo sono chiaramente identificabili e facilmente apribili da tutti gli occupanti. L'apertura delle porte è sempre nella direzione dell'esodo e conduce a superfici piane e orizzontali di profondità maggiore della larghezza del varco. Ogni porta è dotata di un dispositivo di apertura a spinta.

La segnaletica di esodo e orientamento rispetta la norma UNI EN ISO 7010 e all'interno del compartimento sono installate planimetrie semplificate e correttamente orientate, che indicano la posizione del lettore.

Infine, essendo un'autorimessa interrata, è presente un impianto di illuminazione di sicurezza che garantisce un adeguato livello di illuminamento orizzontale al suolo, consentendo l'esodo degli occupanti in conformità alla norma UNI EN 1838.



Legenda	
US	Uscita di sicurezza
	Uscita di sicurezza su <b>US_1</b> spazio a cielo libero
	Uscita di sicurezza su <b>US_2</b> spazio a cielo libero
US_3	Uscita di sicurezza su spazio a ciel libero mediante porta metallica a maglia larga
---	Percorso di esodo
→	Via d'esodo verso l'alto
→	Via d'esodo orizzontale
⊗	Luce di emergenza
	Lunghezza corridoio cieco (box n.21) = 6,10 m
	Lunghezza via d'esodo (box n. 21 - U.S. 1) = 50,00 m
	Lunghezza via d'esodo (box n. 21 - U.S. 2) = 35,00 m
	Lunghezza corridoio cieco (box n. 15) = 7,50 m
	Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 1) = 40,00 m
	Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 2) = 44,00 m
	Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 3) = 38,00 m

**Figura 20:** Planimetria dell'esodo, individuazione delle uscite e indipendenza delle vie d'esodo orizzontali



## **S.5 GESTIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENDIO**

La gestione della sicurezza antincendio (GSA) è una misura antincendio di tipo organizzativo e gestionale, il cui scopo è quello di garantire nel tempo un adeguato livello di sicurezza in caso di incendio.

Disposizioni specifiche della RTV V.6:

la regola tecnica verticale fornisce una serie di regole che gli occupanti devono seguire. All'interno dell'autorimessa è vietato:

1. Fumare;
2. Usare fiamme libere o eseguire lavorazioni a caldo e effettuare lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio;
3. Eseguire manutenzione, riparazioni dei veicoli o prove di motori, al di fuori delle aree TB;
4. Il deposito o il travaso di fluidi infiammabili o carburante;
5. Detenere sostanze o miscele pericolose in quantità significative;
6. Riempire o svuotare i serbatoi di carburante;
7. Accedere o parchare veicoli con perdite di carburante;
8. Parchare veicoli trasportanti sostanze o miscele pericolose se non in presenza di specifica valutazione del rischio;
9. Parchare un numero di veicoli superiore a quello previsto;
10. Parchare veicoli alimentati a GPL privi del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 ai piani interrati;
11. Parchare veicoli alimentati a GPL muniti del sistema di sicurezza conforme al regolamento ECE/ONU 67-01 ai piani posti a quota inferiore a -6 m;
12. Parchare veicoli con motori endotermici non in regola con gli obblighi di revisione periodica a meno che non siano provvisti di quantitativi limitati di carburante.

All'interno delle autorimesse è obbligatorio:

- 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;

All'interno delle autorimesse deve, inoltre, essere predisposta idonea segnaletica facente riferimento ai divieti ed agli obblighi da osservare.

Facendo riferimento alla RTO, invece, si attribuisce alle autorimesse il livello di prestazione I.

*Tabella 4-52: S.5-1 Livelli di prestazione*

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

*Tabella 4-53: S.5-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione*

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

SOLUZIONE CONFORME:

La soluzione conforme per il livello di prestazione I è riportata nella tabella a seguire:

**Tabella 4-54:** S.5-3 Soluzioni conformi per il livello di prestazione I

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

La soluzione conforme impone che il responsabile dell'attività, l'amministratore pro tempore in carica, organizzi la GSA in esercizio e in emergenza. Le altre prescrizioni non vengono messe in atto in quanto l'autorimessa non è un'attività lavorativa.

Al responsabile dell'attività competono i seguenti adempimenti:

- Garantire il mantenimento in efficienza di tutte le misure antincendio adottate, mediante controlli a vista e, dove necessario, affidando la manutenzione dei presidi a ditta abilitata.  
Nel caso specifico ciò significa: mantenere i luoghi puliti; mantenere integri tutti gli elementi strutturali, gli impianti, le finiture; mantenere l'area di manovra libera da qualsiasi ostacolo; verificare la disponibilità delle vie d'esodo; verificare le aperture di aerazione e garantire che esse restino sempre libere da ostacoli; verificare integrità segnaletica predisposta in fase di progettazione, con particolare riferimento ai cartelli che forniscono indicazioni in caso di emergenza; affidare la manutenzione di estintori, idranti o naspi, porte tagliafuoco, luci di emergenza, impianto elettrico a ditte specializzate con personale abilitato;
- predisporre e mantenere aggiornato un registro di tutti i controlli da eseguire; i controlli da eseguire sono indicati nel prospetto riportato a seguito.  
Nel caso specifico ciò significa: percorsi di esodo; segnaletica; uscite di sicurezza e dispositivi di apertura, aperture di aerazione; illuminazione di sicurezza; estintori; idranti o naspi; sgancio alimentazione elettrica; interruttori differenziali; impianto di messa a terra;

**Tabella 4-55: Principali cadenze temporali delle verifiche e/o controlli dei sistemi, dispositivi, attrezzature ed altre misure di sicurezza antincendio**

	M E S I			
	1	6	12	24
- PERCORSI DI ESODO (fruibilità ed assenza di ingombri):	●	○	○	○
- SEGNALETICA ORIZZONTALE PER VIE DI ESODO (presenza e visibilità della stessa):	●	○	○	○
- SEMAFORO DI REGOLAMENTAZIONE TRANSITO DELLA RAMPA:	●	○	○	○
- PORTE REI (verifica congegno di auto chiusura e delle guarnizioni di tenuta):	○	●	○	○
- FUNZIONALITA' E CORRETTA APERTURA USCITE DI SICUREZZA:	○	●	○	○
- FUNZIONAMENTO DISPOSITIVI DI APERTURA PORTE A SEMPLICE SPINTA (maniglioni):	○	●	○	○
- APERTURE DI AERAZIONE (verifica assenza ostruzioni):	○	●	○	○
- FILTRI A PROVA DI FUMO A SOVRAPRESSIONE INTERNA:	○	●	○	○
- SEGNALETICA DI SICUREZZA (presenza e visibilità della stessa):	○	●	○	○
- ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA (funzionalità dell'impianto):	○	●	○	○
- IMPIANTO DI RILEVAZIONE INCENDIO (funzionalità dell'impianto):	○	●	○	○
- ALLARME INCENDIO (funzionalità ed udibilità degli allarmi):	○	●	○	○
- ALLARME EVACUAZIONE STRUTTURA (funzionalità ed udibilità dei messaggi):	○	●	○	○
- IMPIANTI AUTOMATICI DI RILEVAZIONE ED INTERCETTAZIONE GAS:	○	●	○	○
- ESTINTORI (rif. norma UNI 9994):	○	●	○	○
- IDRANTI E NASPI (funzionalità ed efficienza dell'impianto, integrità tubazioni e custodie, rif. UNI 10779):	○	●	○	○
- IMPIANTI SPRINKLER (verifica ai sensi della UNI EN 12845 punti 20.2 e 20.3):	○	●	○	○
- SERRANDE TAGLIAFUOCO (verifica della funzionalità e della corretta chiusura):	○	●	○	○
- DISPOSITIVI DI SGANCIO DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA DI EMERGENZA:	○	●	○	○
- INTERRUTTORI DIFFERENZIALI (esecuzione dei test):	○	●	○	○
- SEPARATORE LIQUIDI INFIAMMABILI:	○	○	●	○
- DISPOSITIVI DI RILEVAMENTO PERDITE SERBATOI A DOPPIA PARETE:	○	○	●	○
- IMPIANTO DI MESSA A TERRA:	○	○	○	●

- provvedere al rispetto dei divieti, mediante controllo ove possibile e periodiche comunicazioni sulla corretta gestione dell'autorimessa.

Nel caso specifico ciò significa: almeno una volta all'anno (assemblea ordinaria), ribadire la corretta gestione dell'autorimessa, i divieti, gli obblighi, con particolare riferimento alla corretta gestione e conduzione dei garage privati (oltre ai divieti qui esplicitati, nei garage non devono essere effettuate lavorazioni che aumentino il rischio incendio e non devono essere depositati materiali, apparecchiature o qualsiasi altra potenziale sorgente di innesco);

- organizzare la GSA in esercizio.

Nel caso specifico ciò significa: mettere in atto quanto sin qui descritto ed inoltre, rispettare le disposizioni specifiche della RTV.;

- rendere disponibile una riserva di materiale assorbente (es. sepiolite) per intervenire tempestivamente sulle perdite accidentali di carburante ed istruire in tal senso i condomini;
- verificare che l'area di manovra resti libera da veicoli parchati, nonché verificare che i veicoli parchati all'interno dei garage siano in numero massimo di 164, tenendo conto dell'equivalenza di 1 auto = 4 moto;
  - organizzare la GSA in emergenza;  
Nel caso specifico ciò significa: informare periodicamente (una volta all'anno, assemblea ordinaria) sul comportamento da tenere in caso di emergenza: la rivelazione dell'incendio e l'allarme conseguente sono azioni demandate agli occupanti; la procedura da attivare in caso di incendio è quella di fuggire dall'autorimessa attraverso le vie di esodo indicate dalla apposita segnaletica, azionare, se possibile, lo sgancio dell'alimentazione elettrica presente in sommità della rampa di ingresso; una volta fuori dall'edificio, suonare tutti i campanelli per avvisare gli occupanti del piano terra e dei piani superiori, poi chiamare l'amministratore del condominio, che provvederà a chiamare ogni proprietario; portarsi nel luogo sicuro sulla strada pubblica esternamente al fabbricato (via E. De Amicis) e chiamare i soccorsi (Vigili del Fuoco: 115). I numeri da chiamare saranno posti in evidenza al piano terra su apposito cartello, in prossimità dell'uscita dal fabbricato;
  - Rendere disponibile ai soccorritori la chiave di sblocco di emergenza dei cancelli carrai.

Per progettare una corretta gestione della sicurezza antincendio è previsto lo scambio di informazioni tra il progettista incaricato e il responsabile dell'attività, i compiti sono di seguito riportati:

**Tabella 4-56:** S.5-7 Compiti del progettista e responsabile dell'attività in materia di progettazione della GSA

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.	

## S.6 CONTROLLO DELL'INCENDIO

La presente misura antincendio ha come obiettivo l'individuazione dei presidi antincendio da installare all'interno dell'attività per garantire:

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

Disposizioni specifiche della RTV V.6:

L'attività deve essere dotata di misure di controllo dell'incendio secondo i livelli di prestazione previsti in tabella V.6-3 per ogni compartimento.

**Tabella 4-57:** V.6-3 Livelli di prestazione per il controllo dell'incendio

Autorimessa	Autorimessa								SC
	SA				SB				
	AA	AB	AC	AD	AA	AB	AC	AD	
HA		II [1]	III [1]	IV	II	III	III [1]	IV	IV
HB	II	III							
HC; HD	IV				IV				

[1] Incremento di un livello di prestazione per autorimesse chiuse.

**Tabella 4-58:** V.6-4 Parametri progettuali per la rete idranti secondo UNI 10779

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	Sì [3]	Singola
	HD	2	Sì [3]	Singola superiore
AD	Qualsiasi	3	Sì [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.

Facendo riferimento alla RTO, invece, all'autorimessa in esame verrebbe attribuito un livello di prestazione pari a II.

**Tabella 4-59:** S.6-1 Livelli di prestazione

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

Tabella 4-60: S.6-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Non ammesso nelle attività soggette
II	<p>Ambiti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● profili di rischio: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <math>R_{vita}</math> compresi in A1, A2, B1, B2, Cii1, Cii2, Ciii1, Ciii2;</li> <li>○ <math>R_{beni}</math> pari a 1, 2;</li> <li>○ <math>R_{ambiente}</math> non significativo;</li> </ul> </li> <li>● tutti i piani dell'attività situati a quota compresa tra -5 m e 32 m;</li> <li>● carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2</math>;</li> <li>● per compartimenti con <math>q_f &gt; 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 4000 \text{ m}^2</math>;</li> <li>● per compartimenti con <math>q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda qualsiasi;</li> <li>● non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>● non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>
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.

Poiché la RTV ha una rilevanza superiore alla RTO viene applicato all'attività il livello di prestazione III.

SOLUZIONE CONFORME:

La soluzione conforme prevede l'installazione di:

- estintori a protezione dell'intera attività;
- rete idranti (RI) a protezione dell'intera attività o di singoli compartimenti in relazione alle risultanze della valutazione del rischio.

Gli estintori costituiscono un presidio base complementare alle altre misure di protezione. Pertanto, tali presidi trovano applicazione solo ad un principio di incendio e l'entità della capacità estinguente ad esso associata fornisce un grado comparativo della semplicità nell'operazione di estinzione. La tipologia di estintori adottata è definita sulla base della valutazione del rischio. Nel caso in esame vengono impiegati estintori per fuochi di classe A (fuochi di materiali solidi, usualmente di natura organica, che portano alla formazione di braci) e B (fuochi di materiali liquidi o solidi liquefacibili).

In particolare, sono installati a protezione dell'intera attività n. 10 estintori classe 34A – 233B – C, ubicati ad una quota pari a circa 110 cm rispetto al piano di calpestio per consentire a tutti gli occupanti il facile impiego degli stessi. I criteri per il posizionamento degli estintori di classe A sono stabiliti nella tabella che segue:

**Tabella 4-61:** S.6-5 Criteri per l'installazione degli estintori di classe A

Profilo di rischio R <sub>vita</sub>	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	

La stima dei veicoli presenti all'interno dell'autorimessa e i relativi quantitativi di combustibile sono riportati nelle **tabelle 4-23/4-24**. Per una stima complessiva di liquidi infiammabili pari a:

**Tabella 4-62:** Quantità di liquido infiammabile presente nei serbatoi

AUTORIMESSA: LA PINETA		
ALIMENTAZIONE	NUMERO	QUANTITA' MEDIA COMBUSTIBILE [L]
Benzina	18	50
Gasolio	17	50
Benzina e metano	1	50
Benzina e gas liquido	3	50
Ibrido benzina	2	50
Totale	41	2050

Il numero e la capacità minima estinguente per gli estintori di classe B sono strettamente legati alla quantità di liquido infiammabile presente all'interno dell'attività. Questi estintori vengono posizionati ad una distanza  $\leq 15$  m dalla sorgente di rischio.

*Tabella 4-63: S.6-6 Criterio per l'installazione degli estintori di classe B*

Quantità di liquido infiammabile stoccato o in lavorazione L	Minima capacità estinguente	Numero di estintori	Minima carica nominale
L ≤ 50 litri	70 B	1	4 kg o 3 litri, 5 kg se a CO2
50 < L ≤ 100 litri	89 B	2	
100 < L ≤ 200 litri	113 B	3	6 kg o 6 litri
	144 B	2	
L ≥ 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.

I presidi antincendio sono indicati dalla segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010.

Riguardo alla rete idranti, è emersa una criticità significativa. Infatti, la realizzazione di una rete idranti prevede caratteristiche per l'alimentazione idrica ai sensi della norma UNI EN 12845 di tipo singolo o promiscuo, trattandosi di un'autorimessa classificata in relazione alle caratteristiche prevalenti degli occupanti come SA. L'alimentazione promiscua di una rete idranti è permessa nel rispetto della norma UNI 10779 qualora fossero rispettate tutte le seguenti condizioni:

1. Le prestazioni di portata e pressione dell'impianto dovranno considerare il fabbisogno congiunto dell'impianto antincendio e idrico sanitario;
2. Dovrà essere richiesto il documento di affidabilità dell'acquedotto;
3. Dovrà essere inserita una valvola di non ritorno o altro dispositivo equivalente, al fine di evitare il ritorno dell'acqua dalla rete interna alla rete idrica esterna;
4. Dovrà esserci l'indipendenza completa dell'impianto antincendio a partire dal punto di alimentazione.

Le problematiche principali sono state riscontrate nell'impossibilità di ottenere il documento di affidabilità dell'acquedotto e, contestualmente l'installazione di un serbatoio di accumulo con una o più pompe o un serbatoio a gravità, a causa della mancanza di spazio.

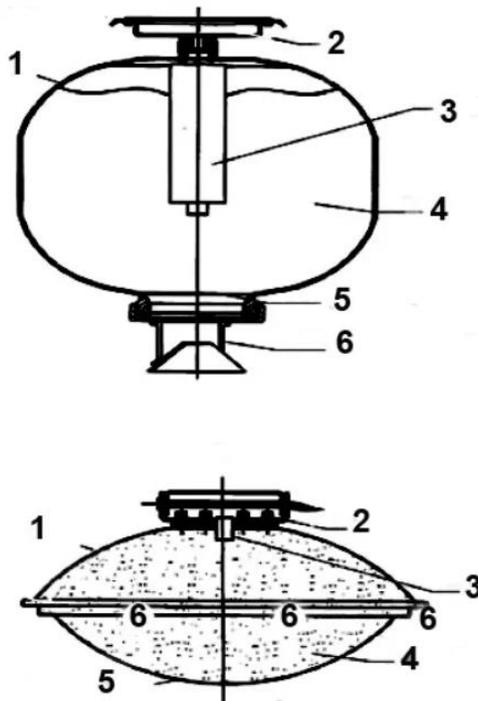
## SOLUZIONE ALTERNATIVA:

Si sceglie di adottare una soluzione alternativa per risolvere le criticità appena rilevate. La protezione dell'attività è affidata ai sistemi di soppressione del fuoco con estinguenti non pressurizzati, del tipo:

- Aerosol "freddo" a polvere secca ultrafine, idonea per fuochi di classe A, B e C.

### Polvere secca ultrafine:

L'estinzione avviene attraverso erogatori non pressurizzati che generano una scarica dell'estinguento veloce. Gli erogatori producono una nebulizzazione della polvere durante lo scarico e garantiscono una doppia azione di soppressione: volumetrica e superficiale. Il meccanismo di estinzione della polvere avviene per soffocamento, raffreddamento e catalisi negativa. Quanto sopra, giustifica la grande efficacia e l'elevata velocità di azione delle polveri, particolarmente se rapportate alla limitata quantità di sostanza necessaria per ottenere l'estinzione. Gli erogatori sono costituiti da un contenitore che viene riempito con una polvere secca in grado di estinguere fuochi di classe A, B e C. all'interno del contenitore è alloggiato un generatore di gas con un attivatore elettrico.



*Figura 21: Schema tecnico erogatore a polvere a scarica impulsiva [Green Safety]*

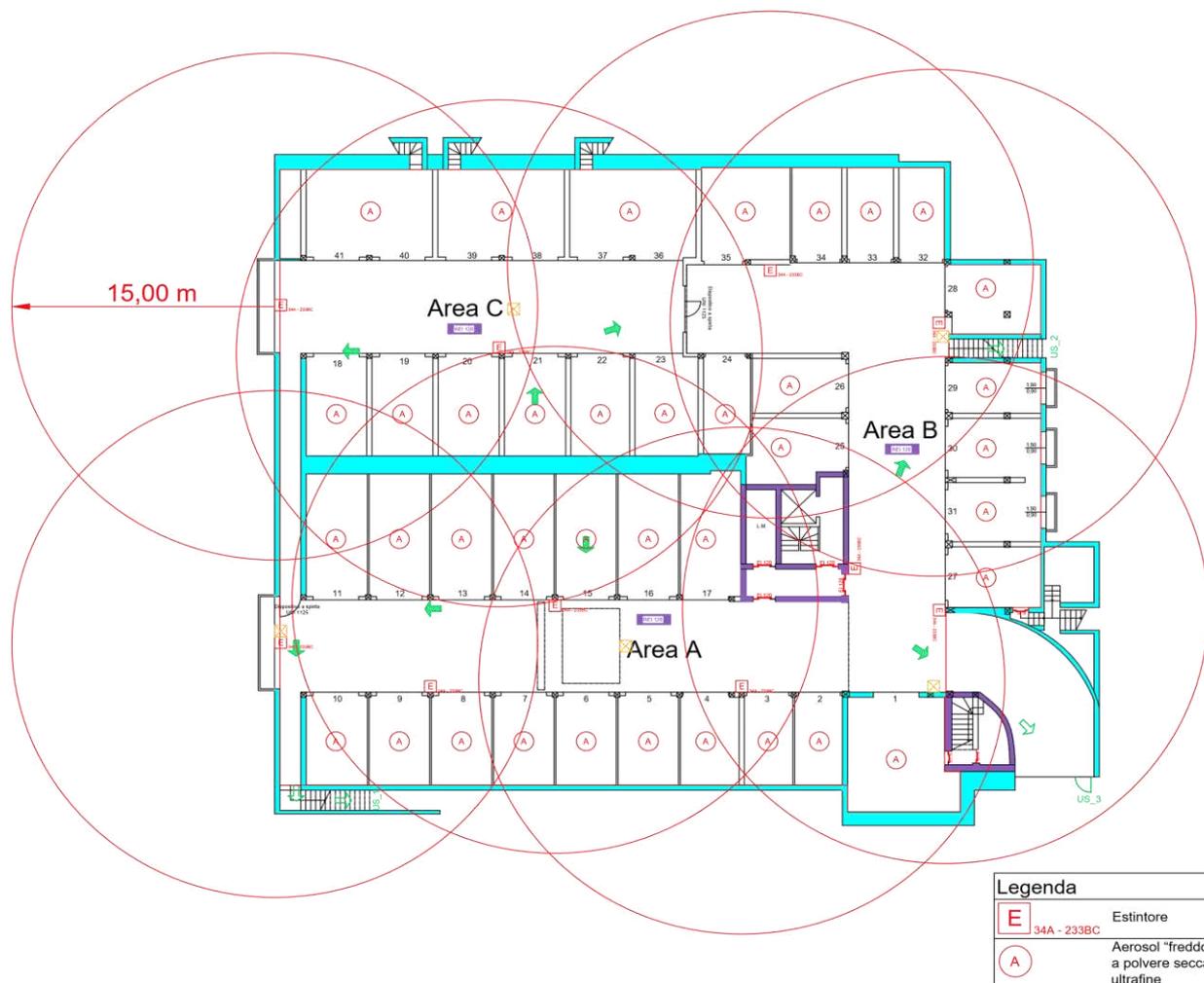
Dove:

1. Contenitore metallico;
2. Flangia;
3. Generatore di gas con un attivatore elettrico;
4. Polvere estinguente;
5. Membrana;
6. Ugello di scarico.

Gli erogatori a polvere sono conformi alle normative: ISO 15779:2011, *Condensed aerosol fire extinguishing systems - Requirements and test methods for components and system design, installation and maintenance - General requirements*; UL 2127, *Inert Gas Clean Agent Extinguishing System Units* e NFPA 2010-2006, *Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems 2006 Edition*.

Per garantire l'efficacia della soluzione, verranno installati 38 erogatori per i box auto, ciascuno asservito a IRAI, che sarà discusso nel prossimo paragrafo (S.7 Rivelazione e allarme). La ditta fornitrice è responsabile del dimensionamento e della quantità di polvere secca per ogni erogatore. Inoltre, la norma ISO 15779:2011 richiede che l'area delle aperture non chiudibili sia ridotta al minimo. Pertanto, le bocche di lupo presenti nei box auto n. 29, 30 e 31 saranno dotate di serramenti, conformemente alle condizioni imposte dalla RTV V.6 e dalla strategia S.8, che verranno esaminate più avanti.

Tutti i presidi antincendio sono indicati dalla segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010.



**Figura 22:** S.6 Controllo dell'incendio (estintori classe 34A - 233BC e sistemi automatici ad aerosol "freddo" a polvere secca ultrafine)

## S.7 RIVELAZIONE E ALLARME

Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI), hanno lo scopo di sorvegliare ambiti dell'attività e rivelare precocemente un incendio con conseguente diffusione dell'allarme, con l'obiettivo di attivare le misure di protezione e le misure gestionali.

La Regola Tecnica Verticale non fornisce indicazioni specifiche per la rivelazione e l'allarme; quindi, si fa riferimento direttamente alla Regola Tecnica Orizzontale, attribuendo il livello di prestazione appropriato. Seguendo i criteri generalmente accettati, all'autorimessa in esame sarebbe assegnato il livello di prestazione I. Tuttavia, a causa della soluzione alternativa adottata per il controllo dell'incendio (sistemi automatici di inibizione, controllo o estinzione dell'incendio aerosol "freddo" a polvere secca ultrafine), è necessaria l'installazione di un impianto IRAI per la sorveglianza dei singoli box auto, corrispondente a un livello di prestazione pari a III.

*Tabella 4-64: S.7-1 Livelli di prestazione*

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

### SOLUZIONE CONFORME:

La soluzione conforme prevede l'installazione di un IRAI che rispetti le prescrizioni del livello di prestazione II, e dunque avente funzione principale D (segnalazione manuale di incendio da parte degli occupanti) e funzione principale C (allarme incendio) implementato con la funzione principale A (rivelazione automatica dell'incendio) estesa ai singoli box auto. In relazione alla presenza di erogatori ad aerosol è prevista, inoltre, l'attivazione del sistema di protezione stesso. I pulsanti di segnalazione manuale vengono collocati ad una quota pari a circa 110 cm rispetto al piano di calpestio all'esterno dei garage, lungo la corsia di manovra.

L'impianto IRAI è progettato in conformità alla UNI 9795, "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio" e le funzioni

principali e secondarie sono conformi alla UNI EN 54-1, “*Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio - Parte 1: Introduzione*” in particolare sono previste le seguenti funzioni.

Funzioni principali dell’IRAI:

A. Rivelazione automatica dell’incendio;

B. Funzione di controllo e segnalazione;

C. Funzione di allarme incendio;

D. Funzione di segnalazione manuale;

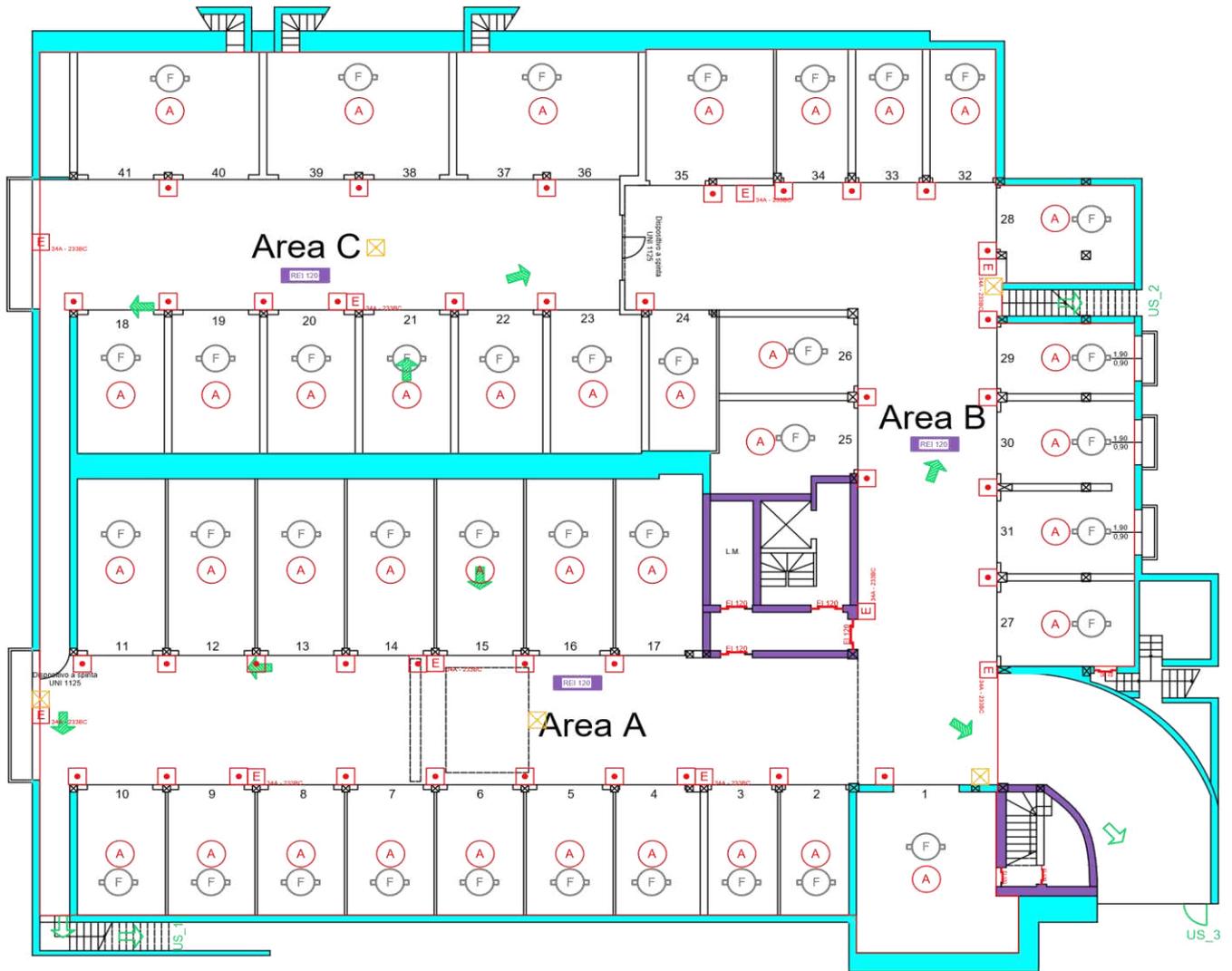
L. Funzione di alimentazione.

Funzioni secondarie dell’IRAI:

G. Funzione di comando del sistema o attrezzatura di protezione contro l’incendio;

H. Sistema o impianto automatico di protezione contro l’incendio.

I presidi antincendio sono indicati dalla segnaletica di sicurezza UNI EN ISO 7010.



Legenda	
	Rivelatore di fumo
	Pulsante di allarme

*Figura 22: Impianto di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendi (IRAI)*

## S.8 CONTROLLO DI FUMI E CALORE

Attraverso la presente misura antincendio si pone l'attenzione sui presidi da installare allo scopo di controllo, evacuazione o smaltimento dei prodotti della combustione in caso di incendio. La misura antincendio si attua generalmente attraverso la realizzazione di:

- Aperture di smaltimento di fumo e calore d'emergenza;
- Sistemi di ventilazione orizzontale forzata del fumo e del calore, i cosiddetti SVOF;
- Sistemi per l'evacuazione di fumo e calore, i cosiddetti SEFC.

Disposizioni specifiche della RTV V.6:

La Regola Tecnica Verticale individua una serie di disposizioni per l'attività di autorimessa, tra cui:

- Ciascuna apertura di smaltimento deve avere superficie utile minima commisurata alla superficie lorda del compartimento e, comunque, non inferiore a  $0,2 m^2$ ;
- 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  $R_{offset} = 30 m$ ;
- 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.

Il livello di prestazione attribuito in base alla RTO è II:

*Tabella 4-65: S.8-1 Livelli di prestazione*

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

Tabella 4-66: S.8-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Livello di prestazione	Criteri di attribuzione
I	Compartimenti dove siano verificate <i>tutte</i> le seguenti condizioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>● carico di incendio specifico <math>q_f \leq 600 \text{ MJ/m}^2</math>;</li> <li>● per compartimenti con <math>q_f &gt; 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 25 \text{ m}^2</math>;</li> <li>● per compartimenti con <math>q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2</math>: superficie lorda <math>\leq 100 \text{ m}^2</math>;</li> <li>● non si detengono o trattano sostanze o miscele pericolose in quantità significative;</li> <li>● non si effettuano lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.</li> </ul>
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, ...).

SOLUZIONE CONFORME:

La soluzione conforme prevede che per ogni compartimento debba essere prevista la possibilità di effettuare lo smaltimento di fumo e calore d'emergenza mediante aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio che non interferiscano con il sistema delle vie di esodo né favoriscano la propagazione dell'incendio verso altri locali.

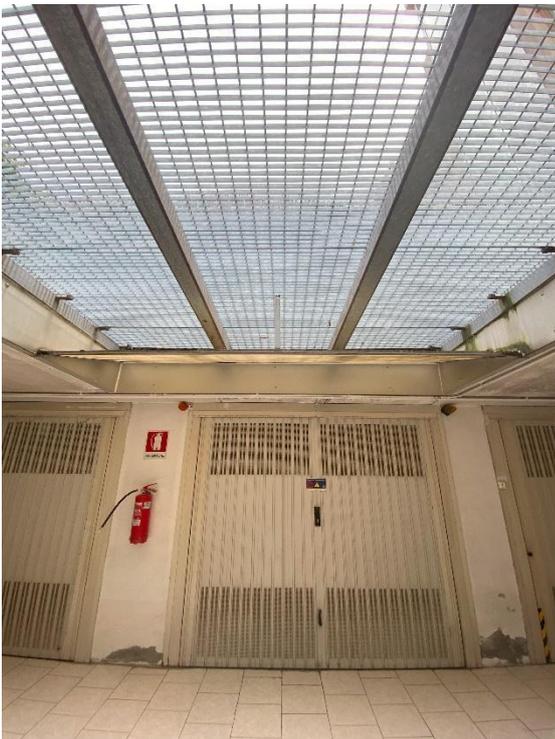
Il caso in analisi presenta le seguenti aperture di tipo SEa<sup>18</sup>:

- Bocca di lupo A.1 (area A):  $S = 4,60 \text{ m}^2$ ;
- Bocca di lupo A.2 (area C):  $S = 4,95 \text{ m}^2$ ;
- Apertura a soffitto A.6 (area A):  $S = 14,50 \text{ m}^2$ ;
- Apertura a soffitto A.7 (area A):  $S = 2,18 \text{ m}^2$ ;
- Rampa alla base A.8:  $S = 11,94 \text{ m}^2$ ;
- Apertura superiore alla rampa A.9:  $S = 5,55 \text{ m}^2$ .
- Vano scala esterno (area A):  $S = 2,52 \text{ m}^2$ ;
- Vano scala esterno (area B):  $S = 2,41 \text{ m}^2$ ;

<sup>18</sup> Aperture SEa: permanentemente aperte.



*Figura 23-24: Apertura di ventilazione vano scala area B (a sinistra) e vano scala A (a destra)*



*Figura 25-26: Apertura di ventilazione a soffitto n.1 (a sinistra) e n.2 (a destra)*



*Figura 27-28: Bocca di lupo in area A (a sinistra) e in area C (a destra)*



*Figura 29: Aperture di ventilazione in corrispondenza della rampa di accesso carraio*

Sono, inoltre, presenti aperture del tipo SE<sup>19</sup> in corrispondenza delle bocche di lupo nei box auto n. 29-30-31 di superficie pari a 1,70 m<sup>2</sup>. Le bocche di lupo sono state dotate di infissi a seguito dell'adozione dei dispositivi di controllo dell'incendio ad aerosol trattati nella S.6.

I box auto privi di aperture di smaltimento sono dotati di serramenti a basculante che garantiscono aperture in alto e in basso di superficie utile complessiva pari a 0,31 m<sup>2</sup> > 1/100 della superficie media lorda in pianta dei box (20,24 m<sup>2</sup>).

*Tabella 4-67: Superficie complessiva aperture per lo smaltimento di fumi e calore d'emergenza*

APERTURE PER LO SMALTIMENTO DI FUMI E CALORE D'EMERGENZA		SEa [mq]	SEd [mq]
A.1	Bocca di lupo (area A)	4,60	
A.2	Bocca di lupo box auto n.31		1,70
A.3	Bocca di lupo box auto n.30		1,70
A.4	Bocca di lupo box auto n.29		1,70
A.5	Bocca di lupo (area C)	4,95	
A.6	Apertura a soffitto (area A)	14,50	
A.7	Apertura a soffitto (area A)	2,18	
A.8	Rampa alla base	11,94	
A.9	Apertura superiore all'accesso carraio alla base	5,55	
	Vano scala esterno (area A)	2,52	
	Vano scala esterno (area B)	2,41	
<b>TOTALE:</b>		<b>48,65</b>	<b>5,10</b>

La superficie utile minima complessiva SE delle aperture di smaltimento di piano è calcolata sulla base del carico di incendio specifico  $q_f$  e della superficie lorda del compartimento. Il carico d'incendio specifico, calcolato attraverso l'equazione (4.2) e incrementato a favore di sicurezza è pari a 350,00 MJ/m<sup>2</sup>. Pertanto, è richiesto il seguente tipo di dimensionamento:

<sup>19</sup> Aperture SEd: provviste di elementi di chiusura apribili anche da posizione non protetta.

**Tabella 4-68:** S.8-5 Tipi di dimensionamento per le aperture di smaltimento

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 $\text{m}^2$			
[2] Con A superficie lorda di ciascun piano del compartimento in $\text{m}^2$			

La superficie totale per le aperture di smaltimento di fumi e calore d'emergenza risulta pari a  $53,75 \text{ m}^2$ , valore che superiore ad  $A/40$  dove A corrisponde alla superficie lorda del compartimento ( $A = 1560 \text{ m}^2$ )

$$\frac{A}{40} = 39 \text{ m}^2 < 53,75 \text{ m}^2$$

(4. 11)

La percentuale di aperture di tipo SEa è maggiore del 10% del totale nel rispetto di quanto prescritto dalla RTV V.6.

Infine, è verificata l'uniforme distribuzione delle aperture di smaltimento di fumi e calore d'emergenza.

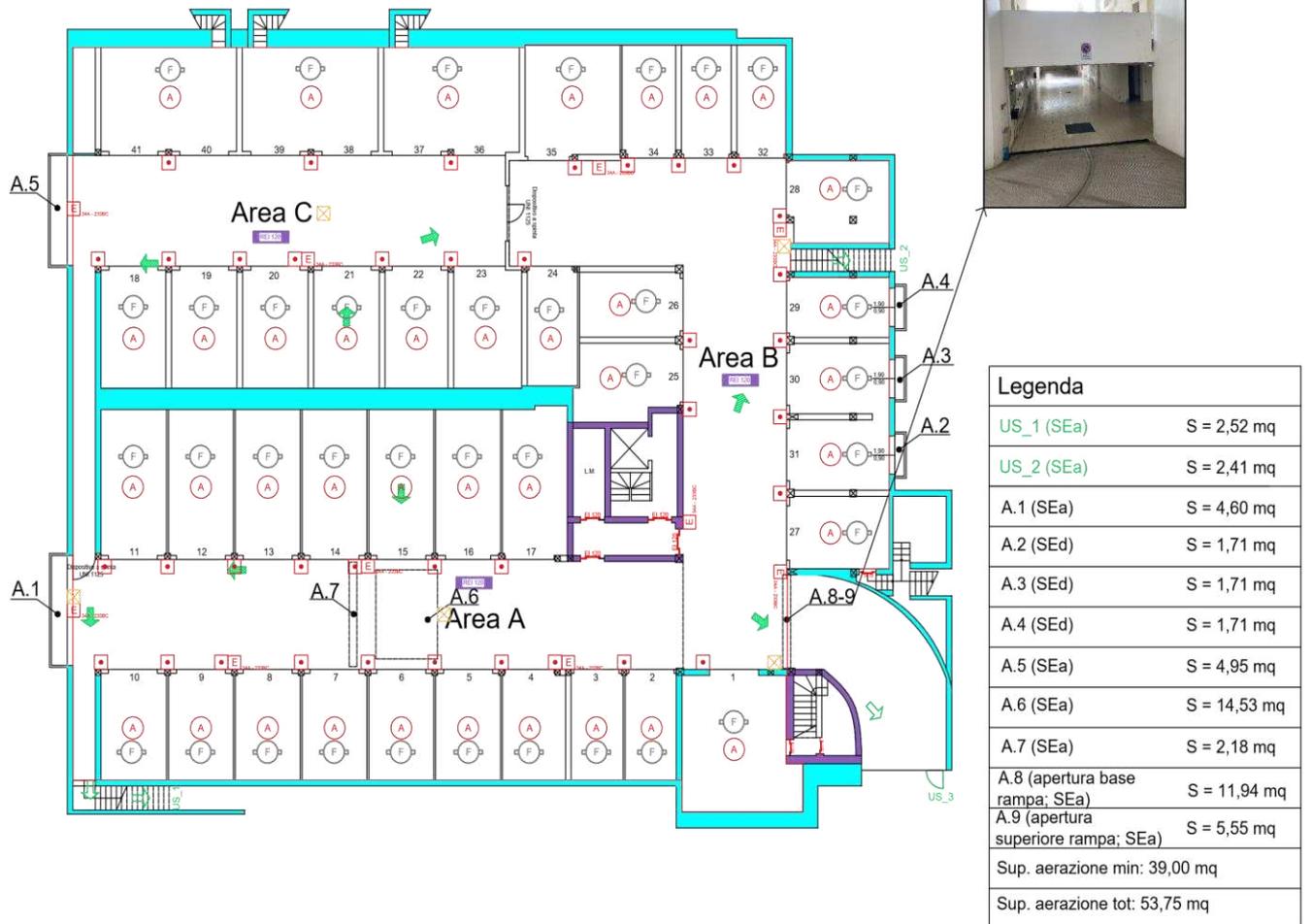


Figura 30: Aperture di aerazione

## S.9 OPERATIVITA' ANTINCENDIO

La presente strategia ha lo scopo di facilitare gli interventi di soccorso da parte dei Vigili del fuoco. Analogamente a quanto previsto per la rivelazione ed allarme (S.7), anche in questo caso la RTV V.6 non prevede disposizioni specifiche. Pertanto, si procede con l'attribuzione dei livelli di prestazione, che in questo contesto corrisponde al livello di prestazione I.

**Tabella 4-69:** S.9-1 Livelli di prestazione

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

**Tabella 4-70:** S.9-2 Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

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

## SOLUZIONE CONFORME:

I mezzi di soccorso possono accedere all'ingresso dell'attività da strada pubblica a distanza  $\leq 50$  m le cui caratteristiche geometriche si presentano adeguate all'avvicinamento dei mezzi stessi (larghezza = 11,00 m; pendenza  $\leq 10\%$ ). L'attività è progettata per un livello di prestazione di resistenza al fuoco III, pertanto, non è necessaria la segnaletica UNI EN ISO 7010 – M001 recante il messaggio “Costruzione progettata per livello di prestazione di resistenza al fuoco inferiore a III”.

### S.10 SICUREZZA DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI E DI SERVIZIO

Per garantire la sicurezza antincendio dell'attività in esame devono essere considerati, secondo la RTO, almeno i seguenti impianti tecnologici e di servizio:

- Produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica;
- Protezione contro le scariche atmosferiche;
- Deposito, trasporto, distribuzione e utilizzazione di solidi, liquidi e gas combustibili, infiammabili e comburenti.

La RTV V.6 non prevede disposizioni specifiche per la presente tipologia di autorimessa, infatti, prevede indicazioni complementari nel solo caso in cui sia presente montauto.

Per la presente strategia è previsto un unico livello di prestazione attribuibile a tutte le attività.

*Tabella 4-71: S.10-1 Livelli di prestazione*

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.

## SOLUZIONE CONFORME:

Tutti 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 sono soluzione conforme. Gli impianti tecnologici e di servizio rispettano i seguenti obiettivi di sicurezza antincendio:

- Limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
- Limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione contigui;
- Non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione;
- Consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizioni di sicurezza;
- Consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
- Essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.

La gestione e la disattivazione di impianti tecnologici e di servizio, anche quelli destinati a rimanere in servizio in emergenza, deve poter essere effettuata da posizioni protette, segnalate e facilmente raggiungibili; inoltre, deve essere prevista all'interno del piano di emergenza. In relazione a quanto appena prescritto, l'autorimessa è dotata di n. 2 pulsanti di sgancio dell'energia elettrica, posti esternamente all'attività in sommità della rampa all'ingresso/uscita e internamente all'attività alla base della rampa, rispettivamente. L'inverter per le pompe sommerse, il gruppo di continuità e le batterie sono sezionabili dal pulsante di sgancio.

Gli impianti che svolgono una funzione ai fini della gestione dell'emergenza dispongono di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche minime di seguito indicate:

*Tabella 4-72: S.10-2 Autonomia minima ed interruzione dell'alimentazione elettrica di sicurezza*

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

In relazione alla presenza di infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici, vengono utilizzati materiali, adottate soluzioni progettuali ed accorgimenti tecnici che limitano la probabilità di innesco dell'incendio e la successiva propagazione dello stesso anche all'interno dell'opera da costruzione e ad altre limitrofe. L'installazione di dette infrastrutture è eseguita garantendo la sicurezza degli operatori addetti alle operazioni di manutenzione nonché delle squadre di soccorso.

## 4.2 Conclusioni

L'autorimessa "La Pineta" è stata analizzata attraverso i decreti D.M. 1° febbraio 1986 e D.M. 3 agosto 2015, i quali rappresentano due approcci distinti alla prevenzione incendi: il primo di tipo prescrittivo, il secondo di tipo prestazionale. Dall'analisi sono emerse criticità differenti in base al decreto applicato.

Per quanto riguarda il D.M. 1° febbraio 1986, le principali criticità riscontrate sono state:

- 3.5 Comunicazioni: le comunicazioni con i piani superiori non avvengono mediante filtri a prova di fumo;
- 3.9 Ventilazione: le aperture di aerazione naturale hanno superficie inferiore a 1/25 della superficie in pianta del compartimento;
- 3.10 Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza: le lunghezze dei percorsi di esodo sono superiori ai 40 m imposti dal decreto.

Alla luce di queste problematiche, la sicurezza antincendio è stata affrontata utilizzando il Codice di prevenzione incendi e la relativa Regola Tecnica Verticale (RTV) V.6 specifica per le autorimesse. L'applicazione del Codice ha permesso di risolvere le criticità precedentemente evidenziate, grazie

ad un approccio prestazionale che ha consentito di applicare soluzioni più flessibili. Tuttavia, le caratteristiche dell'autorimessa hanno introdotto una nuova sfida: la RTV V.6, in riferimento alla strategia S.6 "Controllo dell'incendio", richiede un livello di prestazione pari a III, che comporta l'installazione di una rete idranti a protezione dell'intera attività. La soluzione conforme ha pertanto costituito una nuova criticità, in primo luogo, perché l'acquedotto non può fornire il documento di affidabilità (portata e pressione) e, inoltre, l'installazione di una rete idranti implica la presenza di un serbatoio di accumulo con una o più pompe o un serbatoio a gravità che per gli spazi a disposizione risulta di difficile realizzazione. Grazie alla natura prestazionale del Codice di prevenzione incendi, è stato possibile optare per una soluzione alternativa: l'adozione di sistemi di soppressione del fuoco con estinguenti non pressurizzati, come l'aerosol "freddo" a polvere secca ultrafine, idoneo per incendi di classe A, B e C. Questi dispositivi sono erogatori automatici per l'inibizione, il controllo o l'estinzione degli incendi, asserviti a IRAI. La soluzione proposta rispetta le normative internazionali di riferimento, tra cui ISO 15779:2011, UL 2127 e NFPA 2010-2006, garantendo un approccio conforme e alternativo alla gestione del rischio incendio.



# Capitolo 5

## I rischi delle batterie al litio

Il presente capitolo intende esplorare il tema della sicurezza antincendio in relazione all'introduzione di un'importante innovazione tecnologica nell'ingegneria del veicolo: l'alimentazione elettrica. Le autovetture elettriche possono costituire un'alternativa a quelle con motore a combustione interna, con ricadute sulla riduzione dell'emissione di particolato di  $CO_2$  e offrono un'esperienza di guida confortevole dovuta alla lineare erogazione della potenza.

La ricerca è stata affrontata a partire dal materiale fornito da Pro Fire, un ente la cui missione consiste nell'aggiornamento continuo dei tecnici professionisti, avvalendosi della collaborazione dei funzionari del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco e le Linee Guida Inail *Documento tecnico sulla prevenzione incendi per attività di autorimesse, la Regola Tecnica Verticale V.6 del Codice di prevenzione incendi*, redatta in collaborazione al Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (R. Sabatino, et. al., 2023). La sicurezza antincendio per le autorimesse ospitanti autovetture di tipo elettrico attualmente presenta un vuoto normativo. Le uniche normative attualmente in vigore sono rappresentate dal Codice di prevenzione incendi, in particolare le Regole Tecniche Verticali V.1 (Aree a rischio specifico) e V.2 (Aree a rischio per atmosfere esplosive), e dalla Circolare del 5 novembre 2018, n. 2, *Linee guida per l'installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici*. Ulteriori indicazioni vengono fornite nella pubblicazione realizzata in collaborazione tra ENEA (Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile) e il CNVVF (Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco), *Rischi connessi con lo stoccaggio di sistemi di accumulo litio-ione* (2018).

### 5.1 Tipologie di batterie al litio: caratteristiche e rischi

Il litio (Li) è il terzo elemento della tavola periodica degli elementi. È un elemento che non si trova puro in natura, si tratta del metallo solido più leggero, è altamente reattivo e permette il funzionamento delle batterie, attraverso gli ioni che la compongono.

Se messo a contatto con l'acqua, il litio reagisce formando idrogeno, idrossido di litio e calore. È anche in grado di reagire con l'anidride carbonica ( $CO_2$ ).

Le batterie al litio si distinguono in:

- Batterie al litio primarie (non ricaricabili);
- Batterie al litio secondarie (ricaricabili).

Le prime, commercialmente note come “batterie o pile al litio” sono caratterizzate da una o più celle monouso contenenti un anodo in litio metallico. Le seconde, invece, sono costituite da una o più celle contenenti un anodo di ossido metallico litiato e un catodo in grafite dove si intercala lo ione litio nei processi di carica e scarica. Queste ultime sono commercialmente note come “batterie agli ioni di litio”.

Le batterie agli ioni di litio presentano dimensioni maggiori in relazione all’aumento della richiesta di energia da parte del dispositivo. Infatti, trovano impiego in diverse tipologie di dispositivi: cellulari/tablet, bicicletta con pedalata assistita/monopattini elettrici, veicoli elettrici/accumulatori stazionari. Nel caso specifico dei veicoli elettrici è richiesta un’alta capacità delle batterie (> 100 Wh fino a  $10^7$  Wh) ed il peso delle stesse supera i 12 kg.

I principali pericoli associati alle batterie Li-ion possono ricondursi a:

- Contatto litio metallico e acqua, causato da sigillature deteriorate o da difetti di fabbricazione. Questi fenomeni possono determinare la deformazione permanente o l’esplosione delle batterie;
- Thermal runaway, causato da molteplici fattori: eccesso di carica, eccesso di calore, urti violenti, schiacciamento e cortocircuito;
- Reazioni indesiderate, innescate da deviazione del campo V,T (Voltage, Temperature) dal normale funzionamento. A seguito di eventi accidentali le batterie possono emettere sostanze chimiche corrosive o tossiche;
- Abuso termico, causato da un cortocircuito interno della cella.

Il thermal runaway è una reazione a catena non controllabile durante la quale si verificano una serie di reazioni esotermiche. Questa reazione si verifica nelle circostanze in cui il calore prodotto è maggiore di quello rilasciato e di conseguenza si assiste ad un aumento incontrollato di pressione e temperatura con rilascio istantaneo di energia. La rottura improvvisa rilascia nell’ambiente vapori tossici e infiammabili che generano un’atmosfera infiammabile (ATEX) la quale può degenerare in due fenomeni:

- Lunghe fiammate nel caso in cui l'atmosfera prenda fuoco subito;
- Vapour Cloud Explosion (VCE) in caso di innesco ritardato.

Durante un thermal runaway il calore di combustione raggiunge i 700 °C – 1000 °C.

L'acqua, soprattutto in grandissima quantità e per un lungo periodo di tempo, è il mezzo più efficace per il controllo dell'incendio di batterie agli ioni di litio poiché è in grado di raffreddare l'esterno del pacco batterie. Gli estinguenti a  $CO_2$  sono in grado di spegnere la fiamma ma risultano inefficaci nelle operazioni di raffreddamento delle celle, mentre gli estinguenti a polvere risultano completamente vani nelle operazioni di estinzione. Sono ad oggi in corso verifiche sull'efficacia di presidi manuali di soluzione acquosa di vermiculite (Aqueous Vermiculite Dispersion, AVD), le cui particelle disciolte in acqua creano uno strato che asciugandosi velocemente genera una barriera in grado di raffreddare la superficie dell'incendio.

### **5.3 Le vetture elettriche: cause di incendio e tecniche di estinzione**

Le vetture elettriche si distinguono in tre categorie:

1. Vetture totalmente elettriche: sono vetture in cui il motore termico è assente. Le batterie presenti in questo tipo di autoveicolo si ricaricano unicamente attraverso le cosiddette colonnine di ricarica. L'autovettura più significativa della categoria è la Tesla, il primo veicolo prodotto dalla Tesla Motors risale al 2003 ed è rappresentato da una roadster spartana e leggera: un'elettrica da divertimento, quindi. La produzione inizia successivamente nel 2008 e, finalmente, nel 2012 viene distribuita la berlina Model S;



*Figura 31: Model S, Tesla*

2. Vetture elettriche con ricarica automatica delle batterie: le cosiddette “ibride” sono caratterizzate dalla presenza del motore termico alimentato a combustibili fossili (benzina o in rari casi gasolio) e del motore elettrico alimentato attraverso batterie che sfruttano l’energia prodotta dal motore termico o l’energia cinetica durante le frenate. La Toyota Prius è stata la prima della categoria ad essere messa in commercio, il lancio del primo modello di Prius avvenne in Giappone nel 1997, e nel mercato mondiale nel 2000;



*Figura 32: Prius, Toyota*

3. Vetture elettriche plug-in: anche queste sono dotate di motore termico, ma a differenza delle automobili ibride hanno un secondo motore elettrico alimentato a batterie che si possono ricaricare (anche) attraverso le colonnine di ricarica. Un esempio significativo è costituito dalla Chevrolet Volt, in commercio a partire dal 2010.



*Figura 33: Volt, Chevrolet*

All'interno del capitolo 4 vengono stimate le tipologie di autovetture parchate all'interno dell'autorimessa a partire dalla distribuzione parco veicoli (2024) proposta da "Automobile Club d'Italia" (tabella 4-22). In particolare, si stima la presenza di due autovetture del tipo ibride (tabella 4-23).

Le cause che si possono attribuire all'incendio di auto elettriche spesso sono di natura elettrica, in un'autorimessa è consigliabile scollegare la batteria se occorre lasciare l'autovettura parcheggiata per diversi giorni. Le batterie agli ioni di litio hanno una grande densità di energia (100-265 Wh/kg). L'esposizione a calore eccessivo o una perforazione nella batteria possono comportare il cortocircuito interno (Christensen, Bedfordshire Fire and Rescue Authority), provocando l'effetto Joule, ovvero, il caso in cui il conduttore (la batteria) percorso da corrente elettrica dissipa una parte di energia elettrica in altre forme di energia, in particolare sotto forma di calore. Il calore generato accelera le reazioni chimiche che provocano altre reazioni portando all'instabilità termica, la quale sfocia con l'incendio o l'esplosione. Questo fenomeno in un parcheggio interrato risulta molto difficile da gestire e pericoloso per gli occupanti. In particolare, l'estinzione di un incendio per un'auto elettrica richiede tra gli 11 e i 30 mila litri di acqua (autopompa Iveco – Magirus dei Vigili del fuoco trasporta 10.500

It). Il rischio di allagamento, nonché di folgorazione nei parcheggi interrati aumenta esponenzialmente. Inoltre, la resistenza strutturale viene sottoposta a un notevole stress, poiché nel giro di pochissimo tempo è esposta a temperature comprese tra i 700 °C e i 1000 °C, mettendo seriamente alla prova la sua capacità portante. Un ulteriore aspetto da considerare è il fenomeno della combustione che si può manifestare in maniera differita nel tempo (anche dopo molti giorni).

A fronte dei pericoli connessi al potenziale parcheggio di questa tipologia di autoveicolo, si rende necessaria una nuova valutazione del rischio. I pericoli di incendio aggiuntivi si rilevano nelle auto elettriche, in relazione ai seguenti aspetti:

- Tensioni elettriche più elevate;
- Presenza di batterie agli ioni di litio.

La configurazione a box dell'autorimessa proposta al capitolo 4 aumenta la probabilità di formazione di atmosfere esplosive pericolose; pertanto, viene trattata la Regola Tecnica Verticale V.2.

### **5.3 La RTV V.2: Aree a rischio per atmosfere esplosive (ATEX)**

Le Linee Guida Inail *Documento tecnico sulla prevenzione incendi per attività di autorimesse, la Regola Tecnica Verticale V.6 del Codice di prevenzione incendi* suggeriscono, a fronte del pericolo di incendio e di esplosione connesso alle autovetture di tipo elettrico, la valutazione del rischio per atmosfere esplosive seguita dall'adozione di misure di prevenzione e organizzative atte a ridurre tale rischio ed una valutazione finale del rischio residuo.

La presente regola tecnica viene applicata negli ambiti dell'attività in cui sono presenti sostanze infiammabili allo stato di gas, vapori, nebbie o polveri combustibili in deposito, in ciclo di lavorazione o di trasformazione, in sistemi di trasporto, manipolazione o movimentazione. Gli obiettivi perseguiti consistono, in ordine di priorità decrescente:

- Prevenire la formazione di atmosfere esplosive;
- Evitare le sorgenti d'accensione di atmosfere esplosive;
- Attenuare i danni di un'esplosione in modo da garantire la salute e la sicurezza degli occupanti.

La valutazione del rischio di esplosione è condotta secondo le seguenti fasi:

1. Individuazione delle condizioni generali di pericolo esplosione: la formazione di ATEX può realizzarsi all'interno dei box auto destinati al parcheggio di autovetture elettriche (in tabella 4-22 vengono individuate n. 2 autovetture ibride) a causa di cortocircuito elettrico della batteria;
2. Identificazione delle caratteristiche delle sostanze infiammabili: le proprietà chimico-fisiche del litio e le caratteristiche del litio sono state analizzate nei paragrafi precedenti §5.1 e §5.2.1; si riportano di seguito le proprietà chimico fisiche del litio e la classificazione della benzina:

*Tabella 5-1: Proprietà chimico-fisiche del litio [Lenntech]*

Numero atomico	3
Massa atomica	6,941 $g \cdot mol^{-1}$
Densità	0,53 $g \cdot mol^{-3}$ a 20 °C
Punto di fusione	180,5 °C
Punto di ebollizione	1342 °C

*Tabella 5-2: Scheda di sicurezza Benzina: classificazione [Q8 Quaser s.r.l.]*

Flam. Liq. 1	H224	Liquido e vapori altamente infiammabili
Asp. Tox. 1	H304	Può essere letale in caso di ingestione e di penetrazione nelle vie respiratorie
Skin Irrit. 2	H315	Provoca irritazione cutanea
STOT SE 3	H336	Può provocare sonnolenza o vertigini
Muta. 1B	340	Può provocare alterazioni genetiche
Carc. 1B	H350	Può provocare il cancro
Repr. 2	H361	Sospettato di nuocere alla fertilità o al feto
Aquatic Chronic 2	H411	Tossico per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata

3. Classificazione delle zone con pericolo di esplosione tramite stima della probabilità di presenza, della durata e dell'estensione delle atmosfere esplosive:

Tabella 5-3: V.2-1 Classificazione delle zone con presenza di atmosfera esplosiva

Zona per la presenza di gas, vapori e nebbie	Zona per la presenza di polveri	Classificazione delle aree a rischio di esplosione	P [1]	D [2]
0	20	Luogo in cui un'atmosfera esplosiva è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente (il pericolo è presente sempre o frequentemente)	$P > 10^{-1}$	$D > 10^3$
1	21	Luogo in cui è probabile che un'atmosfera esplosiva si presenti occasionalmente durante il funzionamento normale (il pericolo è presente talvolta)	$10^{-3} < P \leq 10^{-1}$	$10 < D \leq 10^3$
2	22	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)	$10^{-5} < P \leq 10^{-3}$	$10^{-1} < D \leq 10$
NP		Luogo in cui è trascurabile la probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva ( <i>negligible presence</i> ). Le zone NP sono considerate non pericolose.	$P \leq 10^{-5}$	-
NE		Luogo in cui il volume dell'atmosfera esplosiva è di estensione trascurabile ( <i>negligible extent</i> ). Generalmente le zone NE sono considerate non pericolose.	-	-
[1] Probabilità P di presenza su base annua [eventi/anno] [2] Durata D di presenza ATEX su base annua [ore/anno]				

4. Identificazione dei potenziali pericoli di innesco e stima della probabilità che le sorgenti di accensione individuate possano diventare efficaci: i pericoli costituiti dalle batterie Li-ion sono descritti all'interno del paragrafo §5.2.1;
5. Valutazione dell'entità degli effetti prevedibili di un'esplosione: gli effetti prevedibili di un'esplosione sugli occupanti e le strutture sono costituiti da lunghe fiammate nel caso in cui l'atmosfera prenda fuoco subito, VCE in caso di innesco ritardato e rilascio di vapori tossici; a questi seguono conseguenze quali il danneggiamento degli elementi di compartimentazione ed il fuori servizi dell'impianto IRAI e del sistema di controllo automatico dell'incendio installato all'interno dell'autorimessa (erogatori di polvere secca ultrafine).

La valutazione del rischio è seguita dall'individuazione delle misure preventive, protettive e gestionali che vengono adottate per ridurre il rischio di formazione ATEX.

#### MISURE PREVENTIVE:

- Controllo periodico dell'autorimessa, a cura del responsabile dell'attività (amministratore pro tempore in carica), 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 DI TIPO ORGANIZZATIVO, GESTIONALE E TECNICO:

- Il responsabile dell'attività deve gestire l'attivazione dei servizi di soccorso pubblico, con particolare attenzione alle difficoltà relative all'operatività antincendio connessa all'incendio di auto ibride.

A seguito delle misure preventive e di tipo gestionale adottate viene valutato il rischio residuo rappresentato dalle autovetture di tipo ibrido presenti all'interno dell'autorimessa in esame che comunque costituisce un aggravio del rischio. Pertanto, viene attribuito un nuovo profilo di rischio  $R_{vita} = A3$  in relazione alla velocità caratteristica prevalente dell'incendio  $\delta_a = 3$  (rapida). Le linee guida suggeriscono di attribuire nuovi livelli di prestazione alle seguenti strategie:

- S.5 Gestione della sicurezza antincendio: livello di prestazione II "Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta all'emergenza con struttura di supporto". Nel caso dell'autorimessa oggetto di studio non è possibile incrementare il livello di prestazione per la GSA non trattandosi di attività lavorativa;
- S.7 Rivelazione e allarme: livello di prestazione IV "Rivelazione automatica dell'incendio e diffusione dell'allarme mediante sorveglianza dell'intera attività". Per la presente strategia era stato inizialmente attribuito il livello di prestazione III, il quale prevede un sistema di rivelazione automatico e diffusione dell'allarme esteso ai soli box auto, che può essere esteso all'intera attività;
- S.8 Controllo di fumi e calore: livello di prestazione 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". Per garantire il raggiungimento del livello di prestazione si rende necessaria l'installazione di sistemi per l'evacuazione di fumo e calore (SEFC). I SEFC sono considerati soluzione conforme se progettati secondo la norma UNI 9494, la quale stabilisce i criteri di progettazione degli stessi in ambienti aventi superficie minima di  $600 m^2$  e con altezza pari ad almeno 3,00 m. L'autorimessa presenta un'altezza pari a 2,54 impedendone l'installazione in conformità alla normativa. L'unica soluzione consiste nel ricorso alla FSE al fine di dimostrare il mantenimento dello strato libero dai fumi nel compartimento.

## **5.4 Conclusioni**

Il rischio di incendio ed esplosione nelle auto elettriche rappresenta una realtà concreta ancora priva di un quadro normativo definito. Lo scenario appena esaminato mette in evidenza le limitazioni delle attuali tecnologie antincendio nel garantire adeguati livelli di sicurezza nelle autorimesse condominiali in presenza di veicoli elettrici. I suggerimenti contenuti nelle Linee Guida, che propongono un incremento delle prestazioni per le strategie S.5, S.7 e S.8, risultano di difficile attuazione sia per la natura dell'attività che per gli elevati costi che i condomini sarebbero costretti a sostenere. Un esempio è l'applicazione della Fire Safety Engineering, necessaria per dimostrare il mantenimento di uno strato libero dai fumi all'interno del compartimento, soluzione che risulta particolarmente onerosa.



## Conclusioni

Il caso di studio riguarda un'autorimessa condominiale esistente, classificata come categoria B, che al momento della presa in carico risulta priva di autorizzazione per l'esercizio dell'attività. La pratica è ferma al parere di conformità rilasciato dal Comando dei Vigili del Fuoco nel 2002, ottenuto in base a quanto previsto dal D.M. 1° febbraio 1986. Il progettista ha la possibilità di intervenire utilizzando sia il decreto appena menzionato, ancora in vigore, sia il D.M. 3 agosto 2015. La progettazione antincendio è stata dapprima affrontata mediante D.M. 1° febbraio 1986, evidenziando criticità significative e comuni alla tipologia di attività: l'esodo e la ventilazione. Per quanto concerne le *Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza* non vengono rispettati i 40 m imposti per il raggiungimento delle uscite. Mentre per la ventilazione sono richieste superfici di aerazione naturale estremamente elevate, pari ad almeno 1/25 della superficie in pianta del compartimento. Questi aspetti, che risultano irrisolvibili, uniti a requisiti geometrici molto rigidi rendono spesso inevitabile il ricorso all'istituto della deroga. Pertanto, si sceglie di realizzare una progettazione della sicurezza antincendio mediante l'impiego del Codice di prevenzione incendi, che permette la presentazione di un progetto di prevenzione incendi, raggiungendo i livelli di prestazione per le specifiche misure antincendio attraverso l'adozione di soluzioni conformi (ad eccezione della strategia S.6, per la quale viene proposta una soluzione alternativa rappresentata da erogatori a polvere secca ultrafine), semplici, appropriate ed economicamente sostenibili alla realtà proposta. Il confronto critico tra i due decreti dimostra come il Codice di prevenzione incendi con il suo approccio prestazionale offre soluzioni efficaci al raggiungimento degli obiettivi di sicurezza riducendo il ricorso alla deroga. Infine, viene affrontato il tema della sicurezza antincendio dell'attività, con particolare attenzione alle innovazioni tecnologiche nel settore automobilistico: l'alimentazione elettrica. Il rischio di incendio ed esplosione nelle auto elettriche rappresenta un pericolo concreto, soprattutto in relazione ai sistemi di spegnimento degli incendi che coinvolgono le batterie al litio, i quali richiedono ingenti quantità d'acqua. Questo aspetto si combina con un quadro normativo ancora incompleto e Linee Guida che non si applicano al caso di studio proposto.



## Riferimenti bibliografici e siti web

Decreto Ministeriale 31 luglio 1934: *Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali, e per il trasporto degli oli stessi.*

Decreto Ministeriale 20 novembre 1981: *Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili.*

Circolare 16 gennaio M.I. 1982, n. 2: *Decreto ministeriale 20 novembre 1981, Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili – Indicazioni esplicative e chiarimenti.*

Circolare 9 M.I. febbraio 1985, n. 2444: *Decreto ministeriale 20 novembre 1981, Norme di sicurezza dipendenti dalla capacità di parcheggio per le autorimesse.*

Decreto Ministeriale 1° febbraio 1986: *Norme di sicurezza antincendio per la costruzione e l'esercizio di autorimesse e simili.*

Circolare VVF DCPREV prot. 17496 del 18 dicembre 2020: *Requisiti di sicurezza antincendio per le autorimesse con superficie non superiore a 300 mq.*

Circolare CNI 587 del 2 luglio 2020: *Linea guida sulle caratteristiche dimensionali delle autorimesse.*

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. Noto come Codice di prevenzione incendi.*

Decreto Ministeriale 21 febbraio 2017: *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa.*

Decreto Ministeriale 14 febbraio 2020: *Aggiornamento della sezione V dell'allegato 1 al decreto 3 agosto 2015, concernente l'approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi.*

Decreto Ministeriale 18 ottobre 2019: *Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante «Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139».*

Decreto Ministeriale 1° settembre 2021: *Criteri generali per il controllo e la manutenzione degli impianti, attrezzature ed altri sistemi di sicurezza antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3), lettera a), punto 3 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.* Detto anche Decreto Controlli.

Decreto Ministeriale 2 settembre 2021: *Criteri per la gestione dei luoghi di lavoro in esercizio ed in emergenza e caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a) punto 4 e lettera b) del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.*

Decreto Ministeriale 3 settembre 2021: *Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.* Detto anche Minicodice.

Decreto Ministeriale 15 maggio 2020: *Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le attività di autorimessa, entrato in vigore il 20 novembre 2020.*

Decreto del Presidente della Repubblica 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 Ministeriale 7 agosto 2012: *Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.*

Filippo Cosi (2018): *Maxi incendio a Liverpool: L'analisi del progettista antincendio.*  
[www.teknoring.com](http://www.teknoring.com)

Decreto Ministeriale 26 giugno 1984: *Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.*

Linee Guida Inail (*Documento tecnico sulla prevenzione incendi per attività di autorimesse, la Regola Tecnica Verticale V.6 del Codice di prevenzione incendi*)

Decreto Ministeriale 3 settembre 2001: *Modifiche ed integrazioni al decreto 26 luglio 1984 concernente classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi.*

Decreto Ministeriale 15 marzo 2005: *Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.*

EN 13823:2020: *Prove di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione - Prodotti da costruzione esclusi i pavimenti esposti ad un attacco termico prodotto da un singolo oggetto in combustione.*

Scheda di sicurezza benzina di Quaser s.r.l.

Scheda di sicurezza gasolio di Quaser s.r.l.

Scheda di sicurezza di petrolio liquefatto (GPL) di Quaser s.r.l.

Scheda di sicurezza di metano di Repsol S.A.

EN 1992-1-2 (2004), *Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design.*

UNI EN ISO 7010:2021: *Segni grafici - Colori e segnali di sicurezza - Segnali di sicurezza registrati.*

UNI EN 1838:2013: *Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.*

UNI EN 12845:2020: *Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione.*

UNI 10779:2021: *Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.*

ISO 15779:2011: *Condensed aerosol fire extinguishing systems - Requirements and test methods for components and system design, installation and maintenance - General requirement.*

UL 2127: *Inert Gas Clean Agent Extinguishing System Units.*

NFPA 2010-2006: *Standard for Fixed Aerosol Fire-Extinguishing Systems 2006 Edition.*

ISO 15779:2011: *Condensed aerosol fire extinguishing systems - Requirements and test methods for components and system design, installation and maintenance - General requirements.*

UNI 9795: *“Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d’incendio - Progettazione, installazione ed esercizio”*

UNI EN 54-1: *“Sistemi di rivelazione e di segnalazione d’incendio - Parte 1: Introduzione”*

Materiale didattico Pro Fire: *I rischi delle batterie al litio.*

Linee Guida Inail (R. Sabatino, et. al., 2023): *Documento tecnico sulla prevenzione incendi per attività di autorimesse, la Regola Tecnica Verticale V.6 del Codice di prevenzione incendi.*

Circolare del 5 novembre 2018, n. 2: *Linee guida per l’installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici.*

Materiale didattico ENEA in collaborazione con CNVVF (C. Di Bari, M. Mazzaro, 2018): *Rischi connessi con lo stoccaggio di sistemi di accumulo litio-ione.*

UNI 9494:2017: *Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFEC).*

Materiale didattico dai corsi di: *Scienza e tecnica per la prevenzione incendi (prof. A. Bertolazzi, ing. F. Dattilo), Laboratorio di scienza e tecnica per la prevenzione incendi (prof. A. Bertolazzi, ing. C. Cusin).*

[www.tio.ch](http://www.tio.ch) *“Parcheggio sotterraneo distrutto da un incendio (Friburgo)”*

[www.ilpost.it](http://www.ilpost.it) *“L’incendio nel parcheggio di Place Vendome, a Parigi”*

[tg24.sky.it](http://tg24.sky.it) *“Russia, incendio in un grande centro commerciale alle porte di Mosca”*

[www.teknoring.com](http://www.teknoring.com) *“Maxi incendio a Liverpool: l’analisi del progettista antincendio”*

[www.carscoops.com](http://www.carscoops.com) *“Hundreds of Cars Destroyed In Norwegian Parking Garage”*

<https://www.bedsfire.gov.uk/safety/electric-vehicles>: Electric Vehicles

<https://lithiumionsafety.co.uk/> : Paul Christensen Litium Ion safety

# Allegati

TAV. 1: Planimetria dell'autorimessa, stato d fatto.

TAV.2: Ventilazione.

TAV.3: Misure per lo sfollamento delle persone in caso di emergenza.

TAV.4: Planimetria autorimessa in conformità al progetto approvato.

TAV.5: S.2 Resistenza al fuoco.

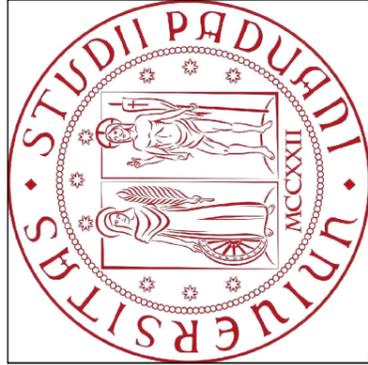
TAV.6: S.3 Compartimentazione.

TAV.7: S.4 Esodo.

TAV.8: S.6 Controllo dell'incendio.

TAV.9: S.7 Rivelazione e allarme: IRAI.

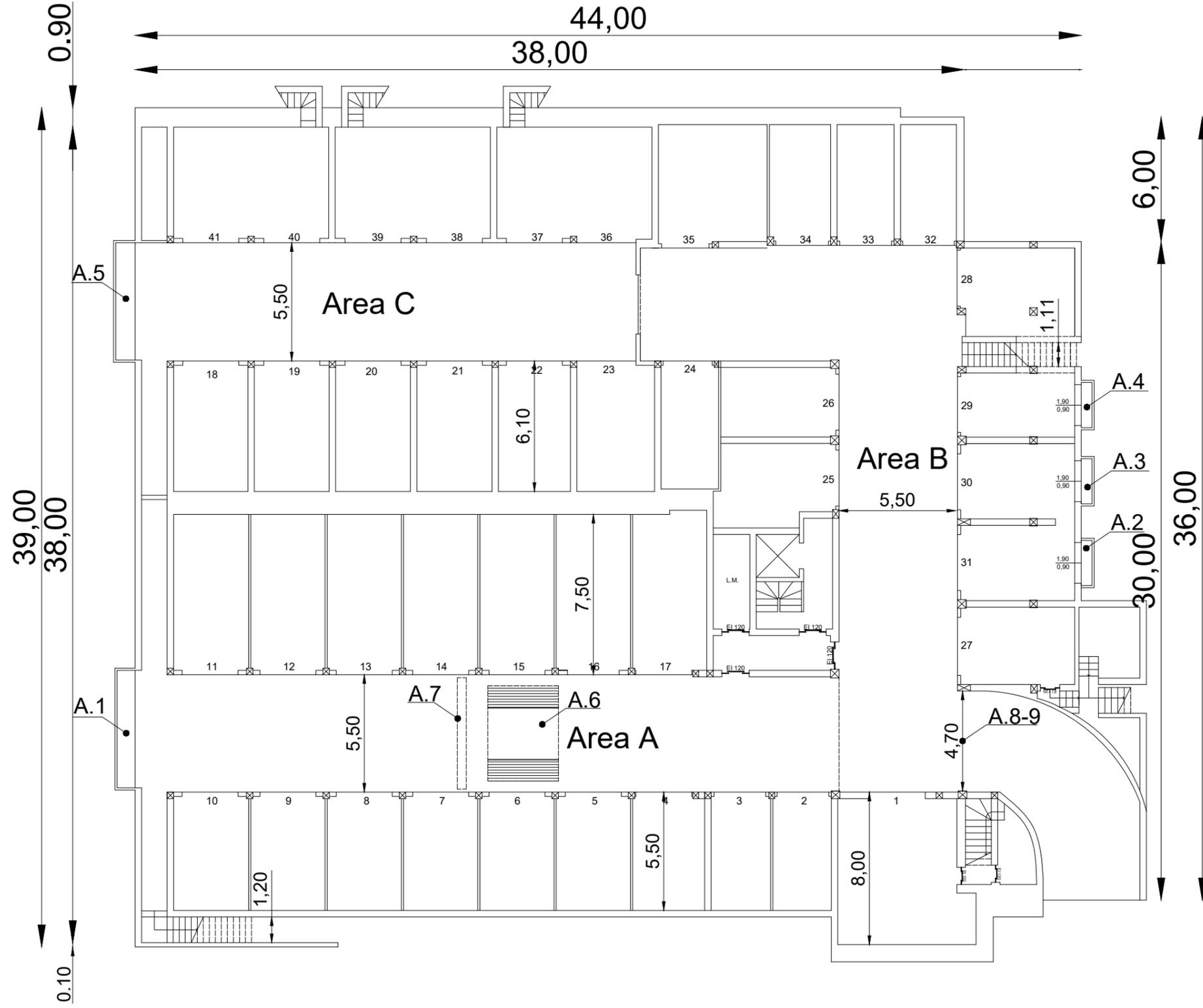
TAV.10: S.8 Controllo di fumi e calore.



Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973  
Caso studio:  
Autorimessa "La Pineta"

Planimetria dell'autorimessa  
Stato di fatto  
Scala 1:200  
Sup. lorda: 1560 mq  
Sup. media box auto: 20,24 mq

TAV. 1



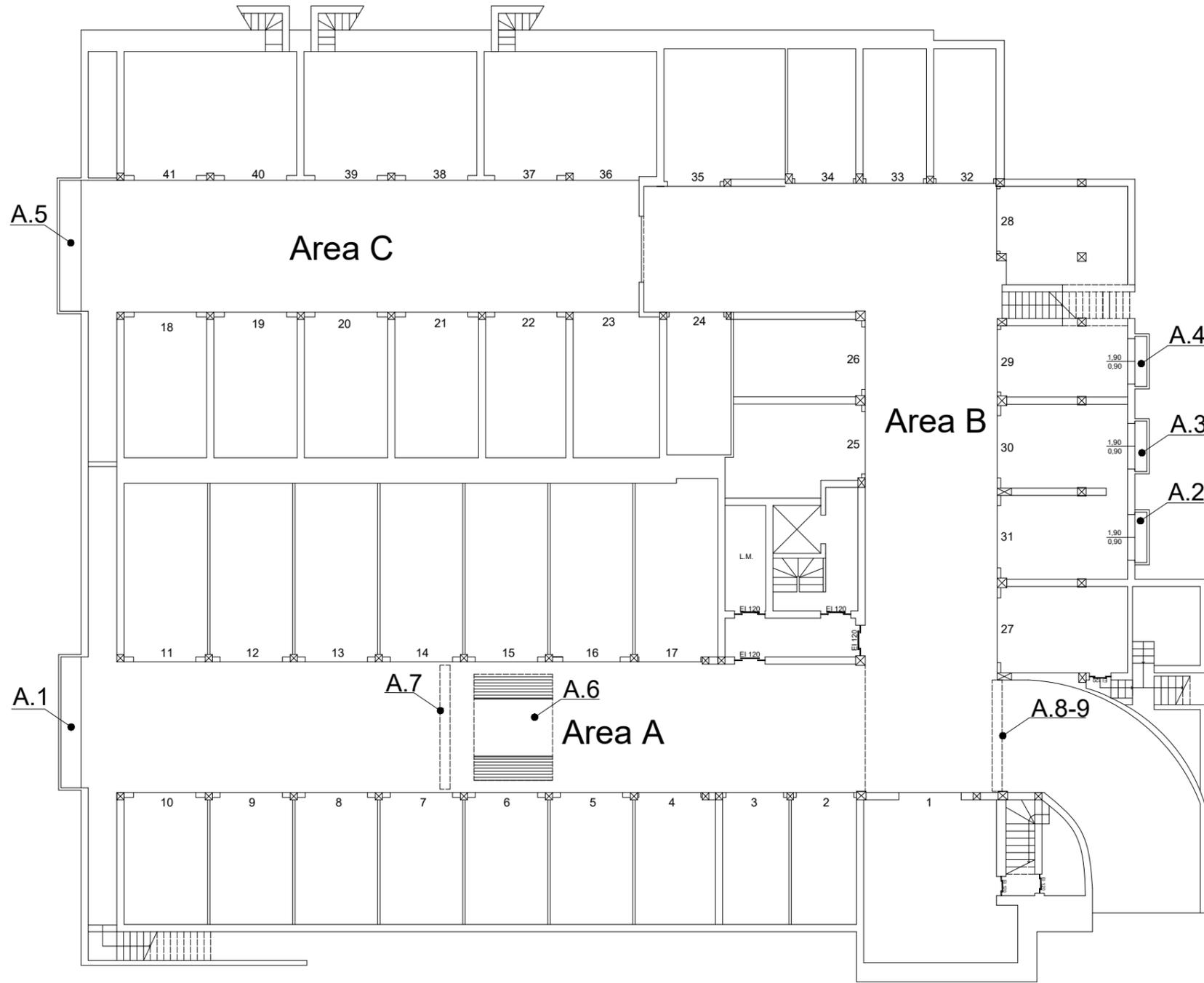
# TAV. 2

Ventilazione

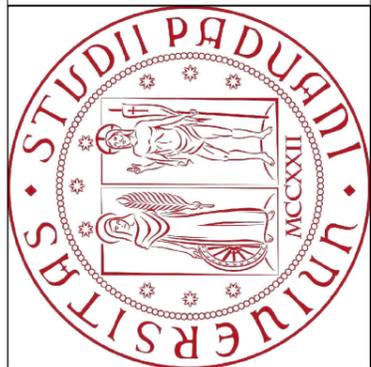
Scala 1:200

Studiante: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973

Caso studio:  
Autorimessa "La Pineta"



Legenda	
US_1	S = 2,52 mq
US_2	S = 2,41 mq
A.1	S = 4,60 mq
A.2	S = 1,71 mq
A.3	S = 1,71 mq
A.4	S = 1,71 mq
A.5	S = 4,95 mq
A.6	S = 7,90 mq
A.7	S = 2,18 mq
A.8 (apertura base rampa)	S = 11,94 mq
A.9 (apertura superiore rampa)	S = 5,55 mq
Sup. aerazione min: 62,40 mq	
Sup. aerazione tot: 47,18 mq	



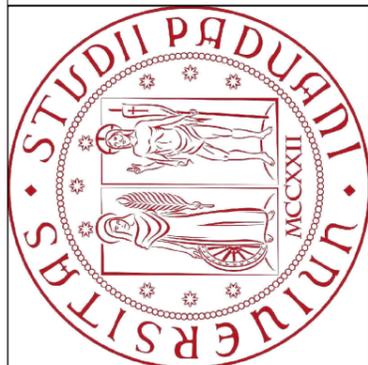
# TAV. 3

Misure per lo sfollamento  
delle persone in caso di  
emergenza  
Stato di fatto

Scala 1:200

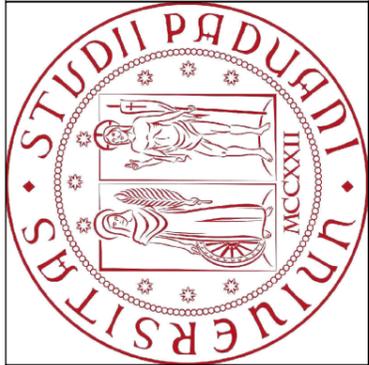
Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973

Caso studio: Autorimessa "La Pineta"



## Legenda

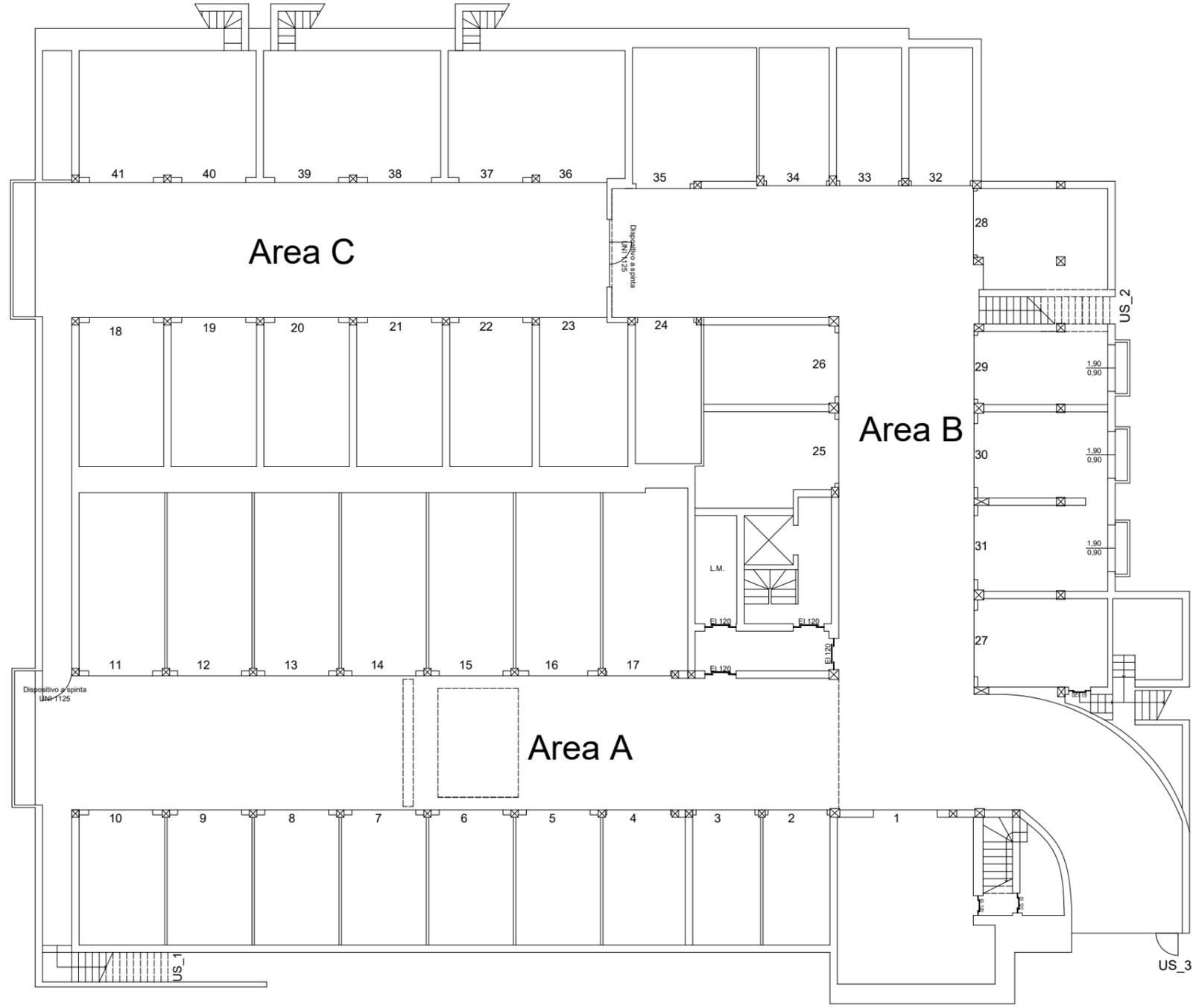
US	Uscita di sicurezza	L (box n.18 - US_2)= 46,00 m
---	Percorso di esodo	L (box n.6 - US_1)= 32,00 m
→	Via d'esodo verso l'alto	L (box n.6 - US_2)= 43,00 m
→	Via d'esodo orizzontale	☒ Luce di emergenza



Studiante: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973  
Caso studio: "La Pineta"  
Autorimessa

Planimetria autorimessa in  
conformità al progetto approvato  
Scala 1:200

TAV. 4

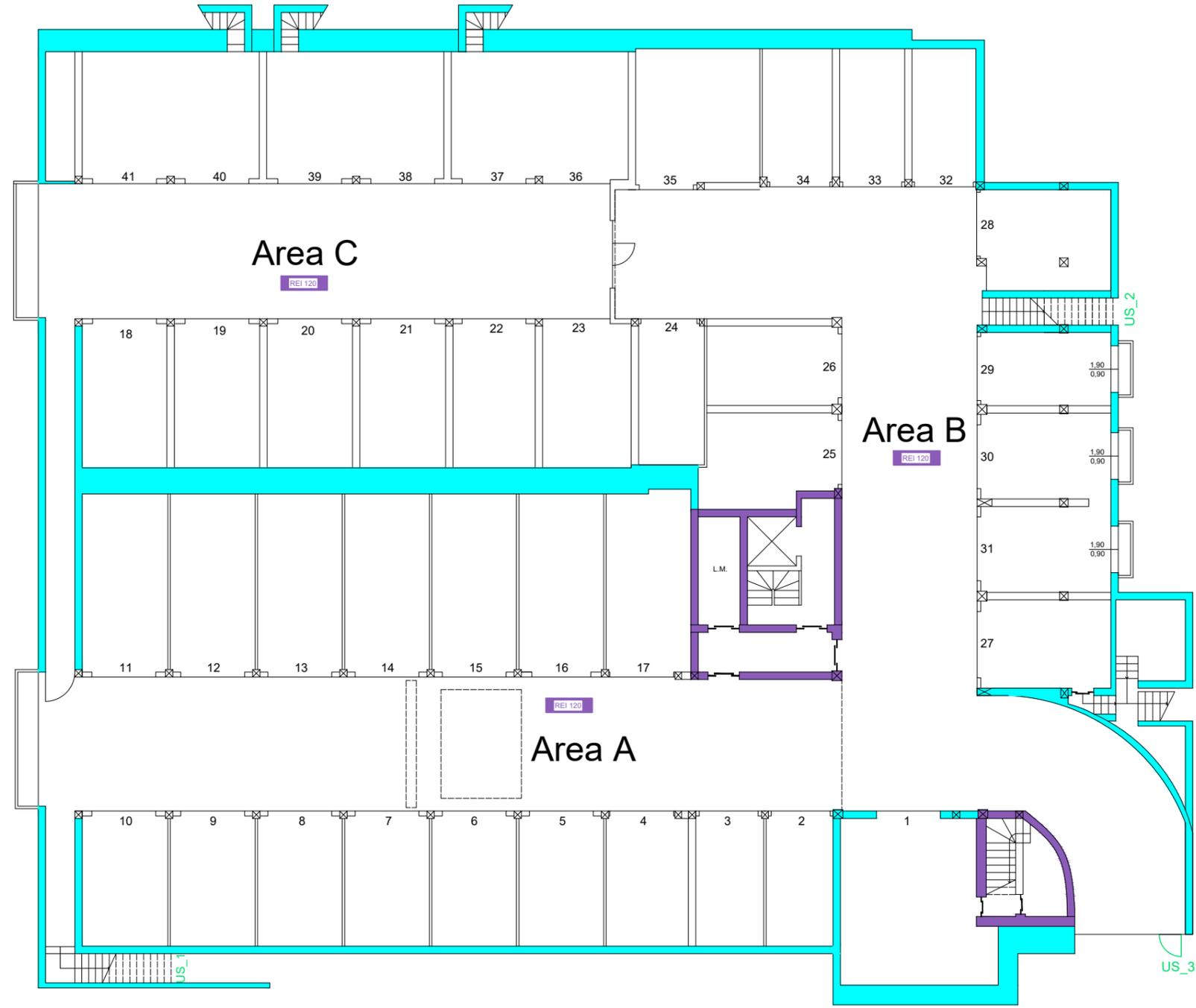
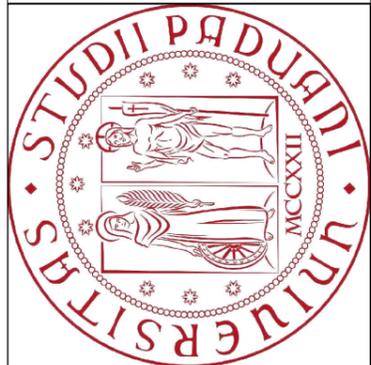


# TAV. 5

S.2 Resistenza al fuoco  
Scala 1:200

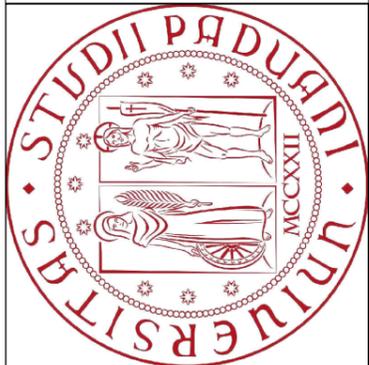
Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973

Caso studio:  
Autorimessa "La Pineta"



## Legenda

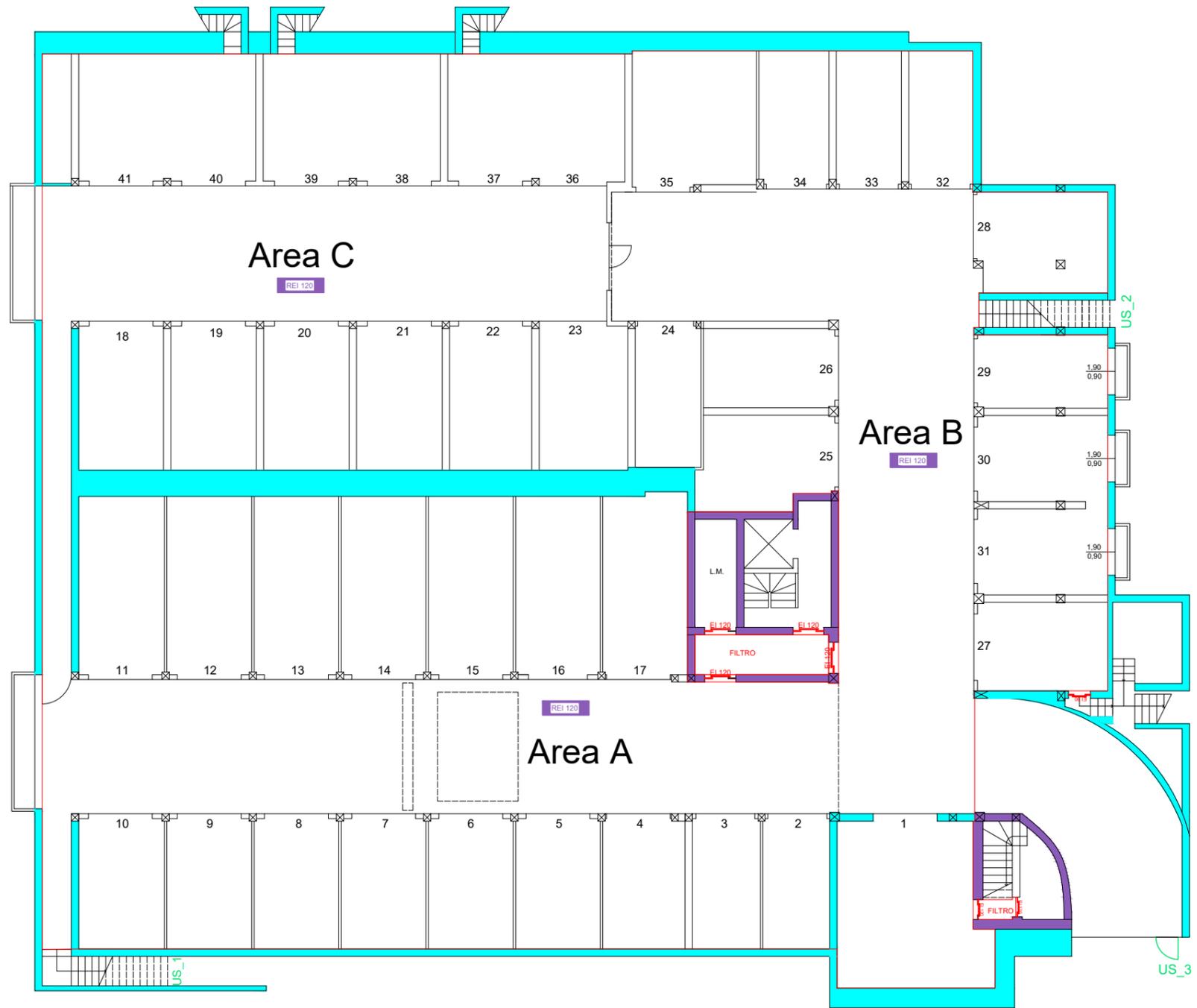
-  Elementi strutturali principali REI 90 - M
-  Elementi strutturali principali REI 120
-  Elementi strutturali principali REI 120 (soffitto)



Studiante: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973  
Caso studio: "La Pineta"  
Autorimessa

S.3 Compartimentazione  
Scala 1:200

TAV. 6



### Legenda

EI 120 Porte tagliafuoco (requisiti E, I)

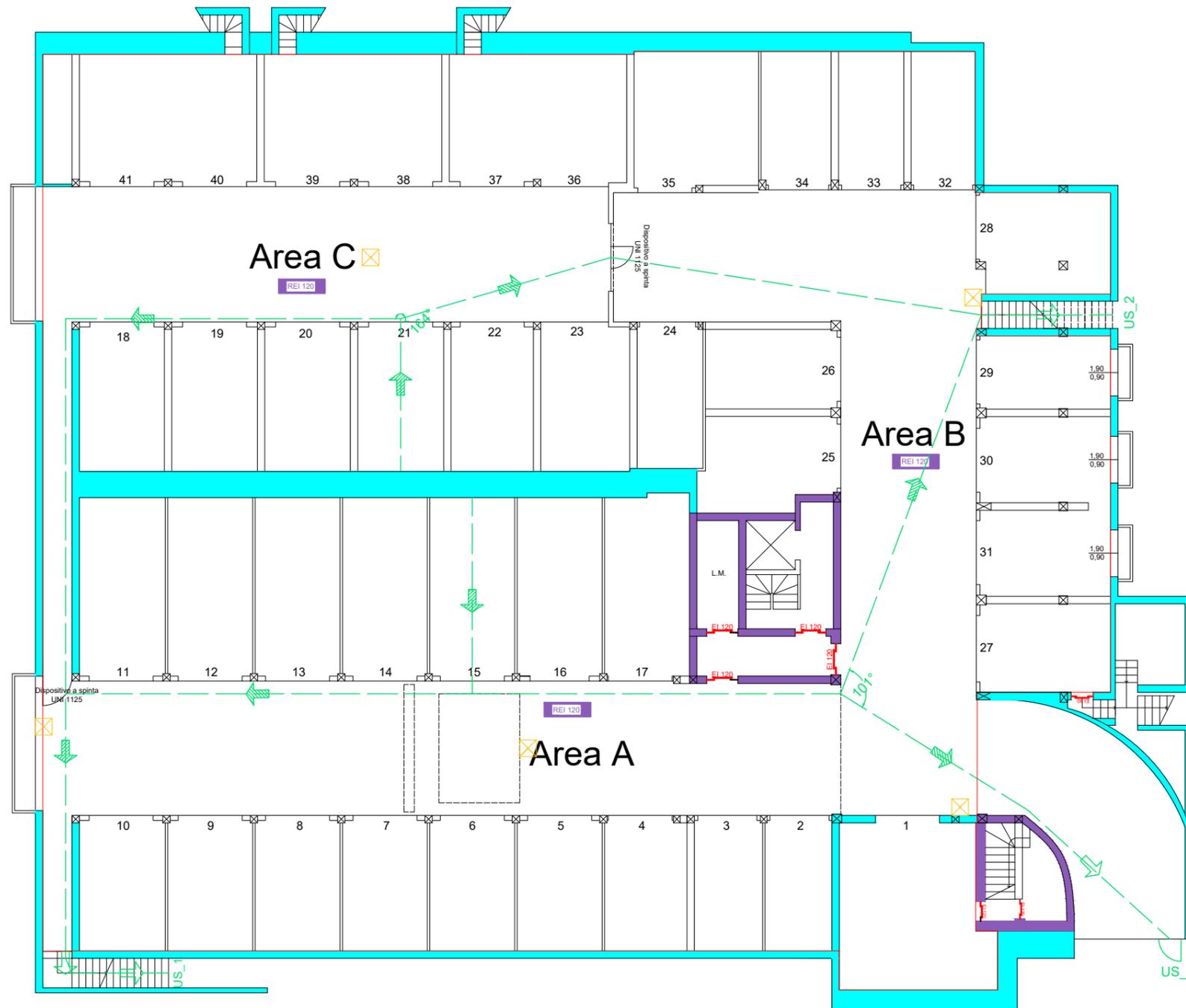
Sup. max compartimento: 4000,00 mq

Sup. compartimento: 1504,46 mq

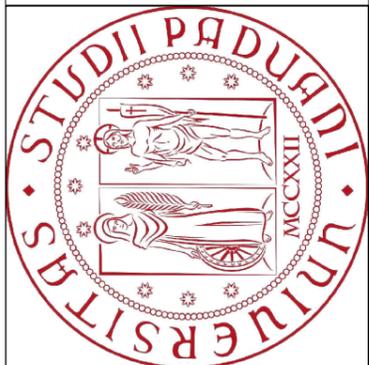
# TAV. 7

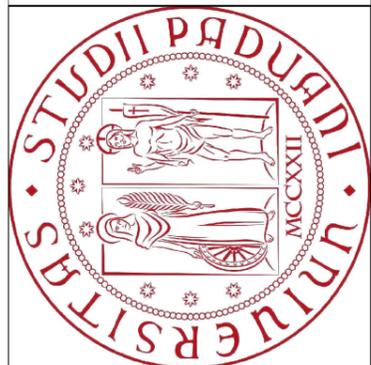
S.4 Esodo  
Scala 1:200

Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973  
Caso studio: Autorimessa "La Pineta"



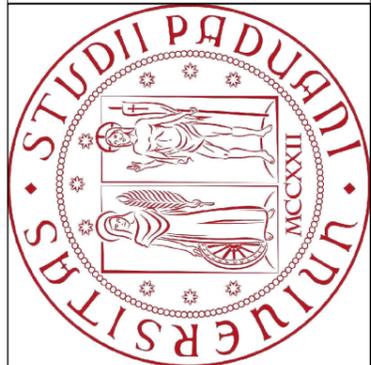
Legenda	
US	Uscita di sicurezza
US_1	Uscita di sicurezza su spazio a cielo libero
US_2	Uscita di sicurezza su spazio a cielo libero
US_3	Uscita di sicurezza su spazio a ciel libero mediante porta metallica a maglia larga
---	Percorso di esodo
→	Via d'esodo verso l'alto
→	Via d'esodo orizzontale
⊗	Luce di emergenza
Lunghezza corridoio cieco (box n.21) = 6,10 m	
Lunghezza via d'esodo (box n. 21 - U.S. 1 ) = 50,00 m	
Lunghezza via d'esodo (box n. 21 - U.S. 2 ) = 35,00 m	
Lunghezza corridoio cieco (box n. 15) = 7,50 m	
Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 1 ) = 40,00 m	
Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 2 ) = 44,00 m	
Lunghezza via d'esodo (box n. 15 - U.S. 3 ) = 38,00 m	





15,00 m

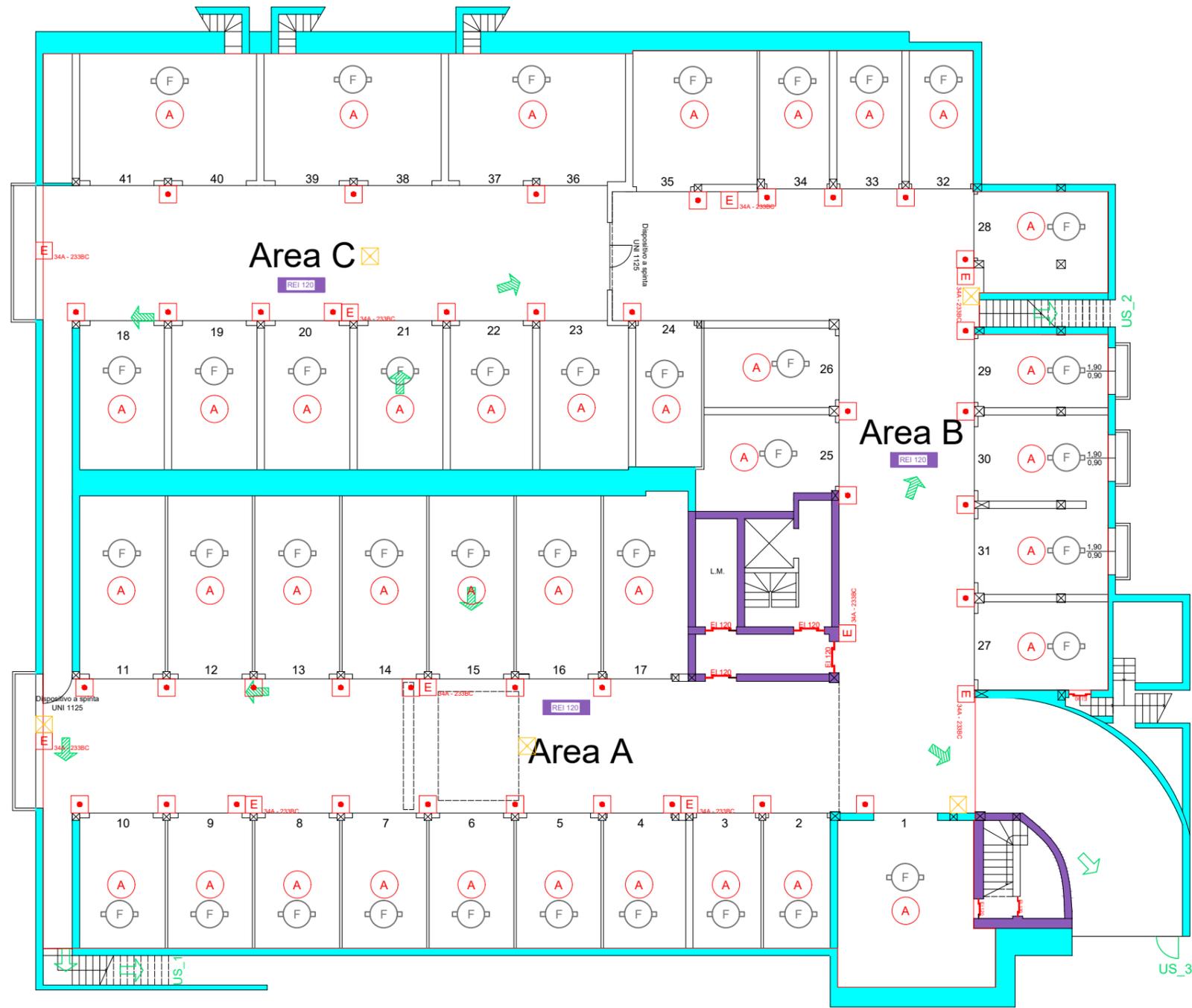
Legenda	
	Estintore 34A - 233BC
	Aerosol "freddo" a polvere secca ultrafine



Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973  
Caso studio: Autorimessa "La Pineta"

S.7 Rivelazione e allarme: IRAI  
Scala 1:200

TAV. 9



Legenda	
	Rivelatore di fumo
	Pulsante di allarme

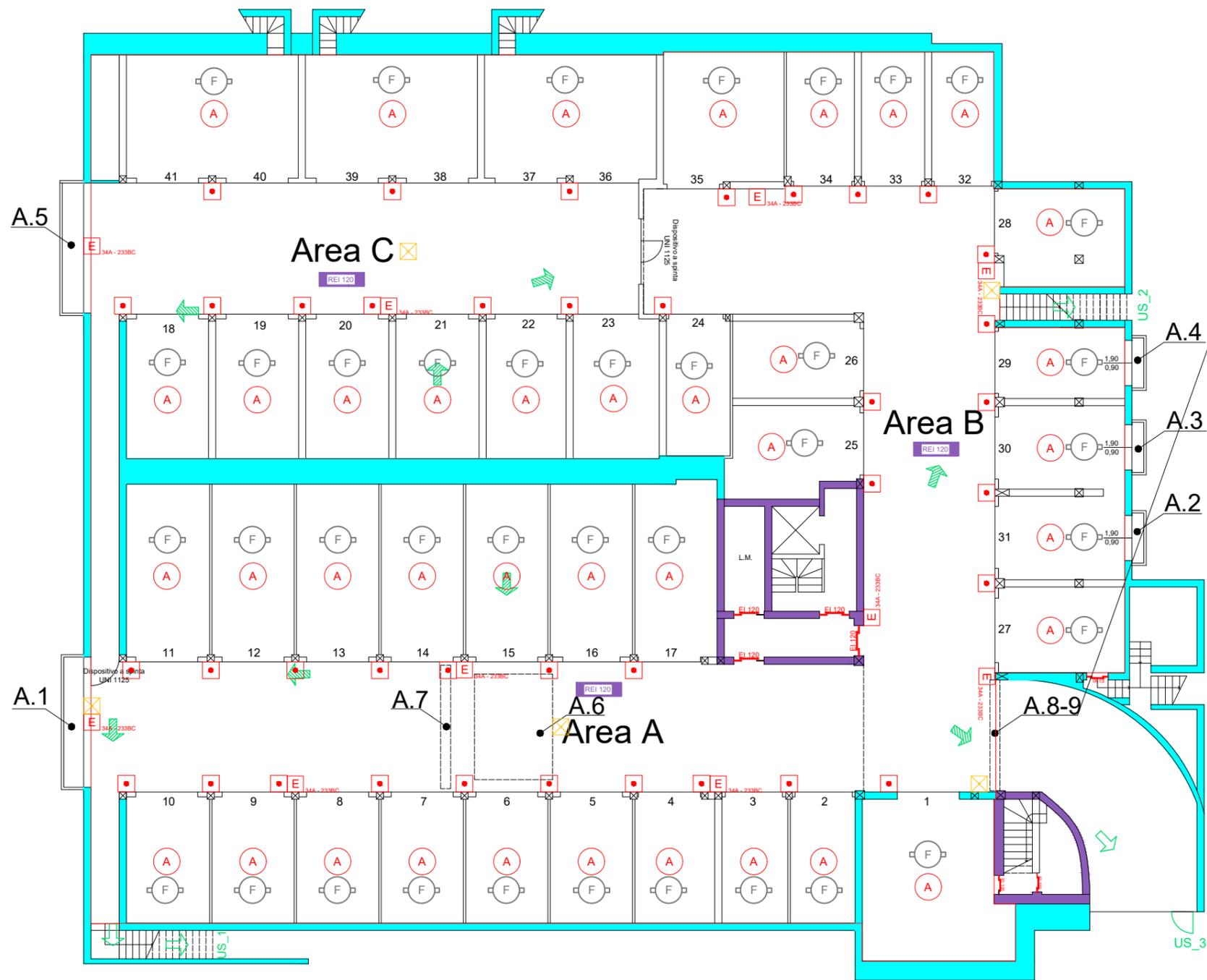
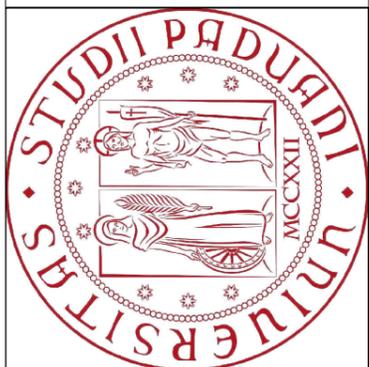
# TAV. 10

S.8 Controllo di fumi e calore

Scala 1:200

Studente: Virginia Merighi  
n. matricola: 2071973

Caso studio:  
Autorimessa "La Pineta"



Legenda	
US_1 (SEa)	S = 2,52 mq
US_2 (SEa)	S = 2,41 mq
A.1 (SEa)	S = 4,60 mq
A.2 (SEd)	S = 1,71 mq
A.3 (SEd)	S = 1,71 mq
A.4 (SEd)	S = 1,71 mq
A.5 (SEa)	S = 4,95 mq
A.6 (SEa)	S = 14,53 mq
A.7 (SEa)	S = 2,18 mq
A.8 (apertura base rampa; SEa)	S = 11,94 mq
A.9 (apertura superiore rampa; SEa)	S = 5,55 mq
Sup. aerazione min: 39,00 mq	
Sup. aerazione tot: 53,75 mq	