POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica

Tesi di Laurea Magistrale

Incendi in edifici residenziali: quantificazione dei tempi di intervento dei vigili dei fuoco ai fini della valutazione del rischio vita dei soccorritori



Relatori

Zavarise Giorgio Borchiellini Romano Candidato

Agosta Eugenio

Azienda

Gae Engineering Srl

Tutor aziendale

Malagnino Ada

INDICE:

1.	. RINGRAZIAMENTI	2	
2.	ABSTRACT		
3.	. INTRODUZIONE	4	
4.	. LA SALVAGUARDIA DELLA VITA DEI SOCCORRITORI A LIVELLO INTERNAZIONALE	· 6	
	4.1. MODELLO DI INTERVENTO FBIM - AUSTRALIA	6	
	4.1.1. Incendio di progetto	7	
	4.1.2. Analisi delle procedure di soccorso	9	
	4.2. Un approccio ingegneristico alle tattiche antincendio - Svezia	19	
	4.2.1. Il processo decisionale standard e RPD	20	
	4.2.2. Tattiche e strategie	21	
	4.2.3. Pianificazione dell'intervento	23	
	4.2.4. Valutazione delle conseguenze	24	
	4.2.5. Conclusione	26	
	4.3. ANALISI STATISTICA SUI TEMPI DI INTERVENTO DEI VVF - USA	27	
	4.3.1. Analisi dei danni in funzione dei tempi di risposta	27	
5.	. VIGILI DEL FUOCO IN ITALIA	29	
	5.1.1. Capitolo M.2 del Codice di Prevenzione Incendi	30	
	5.1.2. DPR 1/8/2011, n° 151	31	
	5.2. PROCEDURE OPERATIVE STANDARD - POS	32	
6.	. METODI	33	
	6.1. CONVERSAZIONE CON IL CAPO DELLE OPERAZIONI	33	
	6.2. CRUSCOTTO DIGITALE	42	
	6.2.1. Analisi dati	43	
	6.3. IPOTESI SU UNA PROCEDURA DI INTERVENTO IN CASO DI INCENDIO	45	
	6.4. QUESTIONARIO	46	
	6.5. SOFTWARE DI ANALISI	51	
7.	. RISULTATI	53	
	7.1. CRUSCOTTO DIGITALE	53	
	7.1.1. Posizione città	53	
	7.1.2. Numero di interventi per sinistro	54	
	7.1.3. Durata delle operazioni di intervento per sinistro	55	
	7.1.4. Uomini impiegati	57	
	7.1.5. Uomini impiegati per ogni squadra di intervento	59	
	7.1.6. Mezzi impiegati	60	
	7.1.7. Annuario statistico VVF		
	7.2. QUESTIONARIO PERSONALE OPERATIVO	63	
8.	. CONCLUSIONI	81	
9.	BIBLIOGRAFIA	84	

1. Ringraziamenti

Vorrei ringraziare i miei relatori, i professori Zavarise e Borchiellini, per avermi dato la possibilità di svolgere e approfondire questa tematica a me cara, l'azienda Gae Engineering per avermi reso partecipe in questi mesi di una grande famiglia e per la grande opportunità di collaborare con il corpo dei vigili del fuoco.

A tal proposito ringrazio il comando dei Vigili del Fuoco di Torino, il direttore antincendi Gianvito Di Stefano e tutto il personale operativo, che hanno preso a cuore queste tematiche. Ho sempre ammirato i Vigili del Fuoco per pericoli a cui quotidianamente si espongono, mettono in gioco la loro stessa vita.

Un ringraziamento particolare va da Ada, la mia tutor aziendale, per il suo aiuto, le sue indicazioni e i suoi consigli durante il lavoro di tesi. Grazie per avermi trasmesso un metodo che sarà di grande aiuto anche nella vita lavorativa e per avermi dato la forza di continuare, nonostante gli imprevisti che caratterizzano una tesi sperimentale.

Senza di voi questo lavoro non sarebbe stato possibile.

2. Abstract

La salvaguardia della vita dei vigili del fuoco è uno degli obiettivi principali nella progettazione della sicurezza antincendio. Nelle operazioni di spegnimento di incendi all'interno di edifici, essi sono chiamati ad affrontare condizioni estreme in termini di temperature, tossicità dell'aria e visibilità, di cui spesso non possono stimarne l'entità a causa di una serie di ragioni quali la mancanza di informazioni in tempo reale, la pluralità di fattori che concorrono a definire la dinamica di un incendio, la complessità dell'edificio, etc. .

Lo scopo della tesi è quello di studiare i fattori che influenzano maggiormente i tempi di intervento dei vigili del fuoco, dopo essere arrivati sul luogo dell'incendio, con particolare riferimento agli incendi in edifici residenziali. I dati statistici attualmente disponibili e pubblicati negli annuari del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco si riferiscono esclusivamente ai tempi di arrivo sul posto a partire dalla ricezione della segnalazione e ai tempi di fine intervento, indipendentemente dalla destinazione d'uso dell'edificio. Questa tesi intende approfondire invece il problema della quantificazione dei tempi necessari ai soccorritori per iniziare le operazioni di spegnimento dell'incendio, a seguito del loro arrivo sul posto. L'intervallo di tempo analizzato è infatti cruciale per meglio comprendere come valutare, in fase di progettazione con approccio prestazionale, il tema di sicurezza della vita dei vigili del fuoco.

La tesi si ispira a studi effettuati in Australia e Nuova Zelanda che sono stati integrati all'interno dei codici di prevenzione incendi, dove l'analisi preliminare del peggiore scenario possibile in caso di incendio porta all'ottimizzazione del progetto antincendio anche in funzione della tutela della vita dei vigili del fuoco. In particolare, per ogni azione che compone la procedura di intervento, esiste un modello fisico o statistico che stima il tempo necessario per effettuarla coerentemente con le condizioni al contorno a cui i vigili dovranno far fronte in caso di incendio. I dati a disposizione per le singole attività sono forniti in termini di tempi medi e deviazioni standard, mentre l'adozione del percentile appropriato è discussa con il contributo dei vigili del fuoco.

A seguito dell'analisi dei modelli internazionali, la tesi approfondisce il contesto nazionale. Tuttavia, le informazioni accessibili al pubblico non sono sufficienti per esaminare nel dettaglio le tematiche oggetto di interesse.

Per ovviare a questo problema, un contributo determinate è stato fornito dal comando dei Vigili del Fuoco di Torino, che ha concesso la possibilità di interagire con il personale operativo e di accedere al loro cruscotto digitale, una piattaforma contenente i dati relativi a tutti gli incidenti che si sono verificati in Italia che permette di ricavare informazioni e condurre analisi statistiche filtrando i dati in base allo studio che si vuole effettuare.

Ad oggi l'intervento dei vigili del fuoco si basa principalmente sulle informazioni acquisite durante la chiamata di segnalazione dell'incendio e all'arrivo sul posto e dall'esperienza acquisita in campo dalle squadre di soccorso. Sebbene esistano delle linee guida per le operazioni standard raggruppate in documenti chiamati P.O.S - Procedure Operative Standard, queste vengono applicate raramente da manuale a

seguito dello scostamento tra la situazione proposta e quella reale in campo. Inoltre, tali procedure, non riportano informazioni circa le relative tempistiche.

La collaborazione con il comando ha permesso di relazionare gli studi internazionali con le procedure italiane, di ottenere le tempistiche per alcune azioni elementari svolte durante un'operazione di intervento in caso di incendio da edifici residenziali tramite l'elaborazione dei dati acquisiti da questionari compilati personale operativo e di ricavare dal cruscotto informazioni utili come le risorse e i mezzi impiegati in incidenti realmente esistiti relativamente alla specifica tipologia di edifici in esame.

Questo studio getta le basi per un nuovo approccio alla valutazione del rischio vita dei soccorritori nel contesto italiano in fase di progettazione. Inoltre, i risultati dell'indagine potrebbero contribuire all'individuazione di particolari criticità e punti di forza nelle operazioni di intervento, fondamentali ai fini della loro ottimizzazione.

3. Introduzione

Il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (VV. F.) è la struttura dello Stato preposta a garantire, su tutto il territorio nazionale, il servizio di soccorso pubblico e di prevenzione ed estinzione degli incendi. Ogni anno i Vigili del Fuoco sono chiamati ad intervenire per affrontare situazioni di soccorso causate da incidenti domestici o sul luogo lavorativo.

"È stato un anno intenso - commenta il comandante dei Vigili del Fuoco di Torino - con interventi particolari, dove purtroppo si muore ancora andando a lavorare e dove qualcuno ha perso la vita per via degli incendi avvenuti in casa" [1].

É da tenere presente che ogni intervento rappresenta un pericolo e un rischio per il personale operativo dei vigili del fuoco, che effettua l'operazione in condizioni di vivibilità non sempre note: è interesse comune lavorare continuamente sugli aspetti riguardanti la loro tutela, migliorando sempre la qualità globale e la sicurezza del servizio portando l'incolumità dei soccorritori a livelli ancora più elevati.

Segue la necessità di analizzare in fase di progetto gli scenari di incendio in cui i vigili del fuoco sono chiamati ad intervenire.

Il Codice di prevenzione incendi, il DM 3 agosto 2015, è una rivoluzione in materia di prevenzione incendi nel mondo normativo italiano per l'integrazione di un approccio prestazionale, applicabile nella progettazione. Nel capitolo M.2 del Codice di Prevenzione Incendi "Scenari di incendio per la progettazione prestazionale" viene indicata la durata degli scenari di incendio di progetto a seconda dell'obiettivo di sicurezza antincendio che si intende raggiungere con l'applicazione del metodo prestazionale. Per garantire la salvaguardia della vita dei soccorritori, si impone come durata minima dalla simulazione CFD (Computational Fluid Dynamics) di incendio l'intervento temporale che intercorre tra l'evento iniziatore e fino a 5 minuti dopo il termine delle operazioni previste per i soccorritori o l'arrivo dei vigili del fuoco presso l'attività.

Tale indicazione normativa non considera pertanto le caratteristiche della singola attività ed eventuali fattori che potrebbero rallentare il raggiungimento da parte dei vigili del fuoco del luogo di origine dell'incendio. Pertanto, l'effettiva propagazione dell'incendio e dei fumi e, di conseguenza, le condizioni di vivibilità all'interno degli ambienti al momento dell'ingresso dei soccorritori nell'edificio potrebbe essere più gravosa rispetto a quanto stabilito in fase progettuale, soprattutto nel caso di edifici ad alto sviluppo verticale, dove il tempo che intercorre tra l'arrivo sul posto ed il raggiungimento dei piani più alti potrebbe risultare pari ad alcuni minuti. Nel caso di un incendio, alcuni minuti possono fare la differenza in termini di livelli di visibilità, temperatura e tossicità dell'aria raggiunti, e quindi di perdite di vite umane e danni alla proprietà.

Identificare i tempi medi relativi all'effettivo arrivo sul punto di intervento permetterebbe di suggerire un aumento realistico della durata minima delle simulazioni di incendio, consentendo quindi di valutare in fase di progetto le condizioni che i vigili del fuoco si troverebbero effettivamente a dover affrontare durante l'operazione. A tale scopo è necessario valutare il tempo necessario per effettuare le operazioni dei soccorritori; associare delle tempistiche alle procedure di intervento in diversi scenari consentirebbe di individuare quei fattori che le influenzano maggiormente, come la tipologia costruttiva, il numero di piani, la destinazione d'uso dell'edificio, l'accessibilità all'area, quindi quei fattori che contribuiscono maggiormente alla durata complessiva.

La valutazione di questi fattori e la durata totale effettiva dell'operazione consente di analizzare i rischi della stessa, proponendo soluzioni che possano ottimizzare tali tempistiche riducendo i rischi.

I requisiti di accesso all'area per la prevenzione incendi presenti ad esempio nel DM 22/02/2006 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici" potrebbero essere rivisti alla luce dei risultati di studi futuri, ad esempio valutando l'inserimento del "Rischio operatività" nel codice, assieme ai profili di rischio R_{vita}, R_{ambiente}, R_{beni}, e quindi vincoli normativi che garantiscano la sicurezza dei soccorritori.

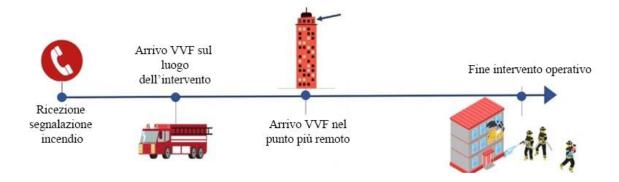


Fig. 1: Time line, fasi dell'operazione

4. La salvaguardia della vita dei soccorritori a livello internazionale

La valutazione delle procedure di intervento in fase di progettazione costituisce un tema già affrontato in diversi stati. I metodi per raggiungere l'estinzione di un incendio possono variare leggermente da stato a stato e da regione a regione, ma ogni metodologia ha uno scopo comune: proteggere la vita di tutti, la proprietà e l'ambiente.

4.1. Modello di intervento FBIM - Australia

Le informazioni riguardanti la metodologia FBIM sono estrapolate da "Fire Brigade Intervention, afec" [2]. Il "Modello di intervento dei vigili del fuoco" FBIM è una metodologia australiana che quantifica le attività dei vigili del fuoco effettuate durante un incendio, dal momento della notifica fino al controllo e all'estinzione. È usato principalmente nella progettazione antincendio in un ambiente normativo che si basa sulle **prestazioni**, in modo da integrare nel processo di progettazione dell'edificio il ruolo dei vigili del fuoco. Questo approccio consiste nella simulazione di un ipotetico scenario operativo, misurando su base temporale le attività svolte dei vigili del fuoco e interagendo allo stesso tempo con le uscite di altri sottosistemi della sicurezza antincendio che modellano eventi come la dinamica dell'incendio, la propagazione del fumo e delle fiamme, la soppressione e il rilevamento, nonché l'evacuazione degli occupanti. Questo modello nasce dalla collaborazione con i vigili del fuoco stessi, in modo da incorporare nei parametri di input la loro esperienza per determinare in anticipo il corretto uso delle risorse.

FBIM rappresenta una componente fondamentale in ambito di sicurezza antincendio e riesce a ottimizzare le strategie di sicurezza antincendio per un edificio/sito, offrendo un approccio completo e rigoroso di gestione del rischio di incendio.

Si ritiene che i requisiti prestazionali siano soddisfatti quando la pianificazione dell'intervento dei vigili del fuoco affrontata aspetti riguardanti:

- ricerca e salvataggio;
- contenimento del fuoco e protezione dall'esposizione;
- estinzione incendi;
- tutela della proprietà;
- protezione dell'ambiente.

Nonostante il modello di intervento FBIM sia sufficientemente flessibile da considerare tutti gli aspetti delle operazioni dei vigili del fuoco, spetta al progettista l'obbligo di conformarsi alla legislazione e ai codici pertinenti.

4.1.1. Incendio di progetto

Tra i sottosistemi e i modelli con cui FBIM si interfaccia, si cita la curva di incendio: è necessario studiare le caratteristiche dell'incendio, dall'innesco alla sua crescita, per implementare le tattiche da usare, le risorse aggiuntive e i relativi rischi. A tal fine si individua *l'incendio di progetto*, lo scenario che ha effetti peggiori rispetto agli scenari credibili e posto al centro dell'analisi ingegneristica antincendio. Attraverso l'albero degli eventi, la rappresentazione grafica di tutti i possibili percorsi che uno scenario di incendio potrebbe intraprendere partendo dall'evento iniziatore, è possibile ottenere una misura quantitativa del rischio. Questa operazione viene svolta associando la probabilità che ogni scenario si verifichi alle relative conseguenze, con conseguente stima del rischio complessivo.

Successivamente è necessario studiare per l'incendio di progetto il tasso di rilascio di calore, rappresentato dalla curva RHR (o Heat Release Rate – HRR), in termini di energia termica al secondo emessa da un incendio (kW); il punto di sviluppo al momento dell'arrivo delle squadre di intervento stabilisce la strategia da implementare. [2]

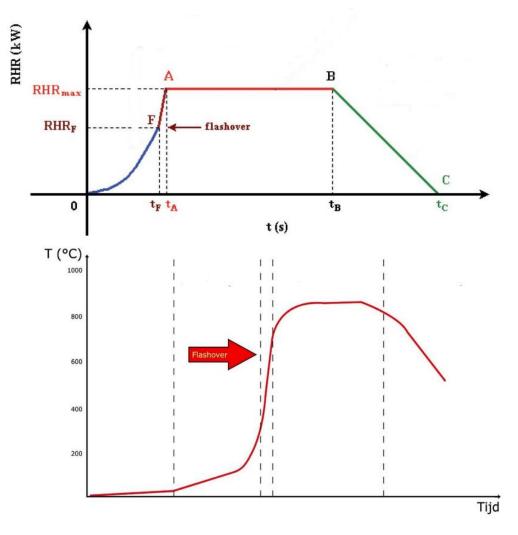


Fig. 2 Curva di incendio di progetto, KW-t [14] e T-t [18]

Le fasi di un incendio sono 4:

- 1. **Ignizione:** è la fase iniziale in cui un combustibile inizia la reazione di combustione.
- 2. **Fase di propagazione:** stabilizzata la reazione di combustione, l'incendio tende a espandersi e la temperatura ambientale ad aumentare. La propagazione iniziale dell'incendio viene descritta con una dipendenza quadratica;
 - Fase d'incendio generalizzato: quando l'ambiente raggiunge una temperatura compresa tra 500 °C e 600 °C si ha il flashover, il massimo sviluppo dell'incendio posto in corrispondenza del punto di flesso della curva. Si ha:
 - 1. L'improvvisa accensione dei gas accumulatisi nella parte superiore del locale;
 - 2. Il raggiungimento della temperatura di accensione in tutte le superfici;
 - 3. L'accensione della totalità del materiale combustibile presente nel locale.
- Fase stazionaria dell'incendio: la velocità di combustione è costante, pari al massimo valore possibile in relazione alla forma, alle dimensioni, e alla ventilazione del locale.
- 4. **Fase d'estinzione e raffreddamento:** si ha l'esaurimento progressivo del combustibile e la riduzione dell'emissione termica dell'incendio, fino ad arrivare all'estinzione. Si considera l'incendio come estinto quando la temperatura ambientale scende sotto i 300 °C, escludendo nuovi inneschi improvvisi. La fase di estinzione ha un andamento di tipo lineare. [3]

Lo stato dell'incendio in ogni istante è determinato da più sotto modelli, che determinano il comportamento dei diversi fattori che lo influenzano. L'applicazione dell'FBIM dipende in modo cruciale da questa curva in quanto controlla la natura delle attività antincendio che vengono intraprese. Dallo stato di avanzamento dell'incendio in un determinato istante si pianifica la strategia, che può essere difensiva o di attacco in base al punto della curva in cui ci troviamo.

4.1.2. Analisi delle procedure di soccorso

Per ogni azione che compone la procedura di soccorso esiste un modello fisico o statistico che stima il tempo necessario per effettuarla, nelle condizioni al contorno che si troveranno davanti i vigili nel caso in cui l'incidente accada.

I dati per le attività sono forniti in termini di medie e deviazioni standard e l'adozione del percentile appropriato è discussa con il contributo dei vigili del fuoco australiani. Ciò è necessario perché le distribuzioni temporali delle diverse attività sono determinate empiricamente e possono essere combinate in molti modi a seconda dello scenario.

Esempio:

Si decide di condurre un'analisi con un fattore di sicurezza basato su un percentile del 90%. Se stendere una lunghezza di tubo ha una media di 70 secondi e una deviazione standard di 34 secondi, allora un tempo del 90% è dato da $70 + 3,17 \times 34 = 178$ secondi per questa singola attività. Il valore 3,17 è tabellato, infatti si associa a ogni percentile una costante k.

X	k
75	2.00
80	2.23
85	2.59
90	3.17
95	4.47
99	10.00

Tabella 1: Numero di deviazioni standard per il fattore di sicurezza quando la distribuzione non è nota [2]

Lo studio verte ad analizzare le azioni e i tempi dell'operazione che vanno dall'arrivo sullo scenario fino a quando il soccorritore è pronto a gestire la situazione. A differenza dello studio questo documento ha obiettivi differenti, quantificando ogni azione dalla notifica fino all'estinzione.

Per semplificare le analisi al progettista, esistono tabelle e grafici per effettuare queste stime al fine di comprendere, in sede di progetto, se i tempi di intervento sono accettabili nelle reali condizioni di intervento. L'ottenimento di tempi di intervento elevati corrisponde a una rivisitazione della strategia di intervento. [2]

Alcuni modelli e grafici per la determinazione dei tempi del modello australiano utili per lo studio in esame riguardano:

- 1. Tempo per indossare i dispositivi di sicurezza e raccogliere gli strumenti necessari;
- 2. Tempo per valutare l'incendio: tempo per giungere nel luogo dell'estinzione in base all'altezza dell'edificio e agli strumenti da portare con sé. Nel caso di un edificio alto, viene valutato il tempo per visualizzare, raggiungere con gli strumenti necessari e allestire un'area che si trova al di sotto del vano fuoco;
- 3. Tempo per raggiungere il luogo dell'incendio: per stimare il tempo per muoversi in qualsiasi punto del luogo dell'incendio, valutando ostacoli come porte da forzare e i tempi di percorrenza orizzontali e verticali;
- 4. Tempo per preparare l'acqua;
- **5.** *Tempo per la ricerca e il salvataggio:* include la determinazione del numero di uomini per ogni squadra di intervento e la rispettiva area di competenza;
- **6.** Tempo per proteggere le zone adiacenti non coinvolte: per tutelare le zone non coinvolte direttamente dall'incendio da un eventuale propagazione;
- 7. Tempo per controllare e spegnere l'incendio: pur non essendo un obiettivo del codice edilizio, è stato incluso per fornire al progettista la possibilità di includere questo requisito nel processo di progettazione;
- 8. Tempo per proteggere l'ambiente;

Chiave di lettura:

- I grafici che seguono sono composti da caselle decisionali e temporali (ombreggiate).
- Il processo decisionale è determinato in collaborazione con i Vigili del Fuoco.
- Le caselle ombreggiate indicano i tempi necessari per le singole attività.
- La lettera nell'angolo in alto a destra delle caselle ombreggiate si riferisce alla tabella appropriata nel dataset di accompagnamento.
- Nei casi in cui non è riportata alcuna lettera, è necessario fare riferimento a un'altra tabella, oppure il tempo deve essere stabilito in collaborazione con i vigili del fuoco.
- I tempi vengono quindi accumulati.

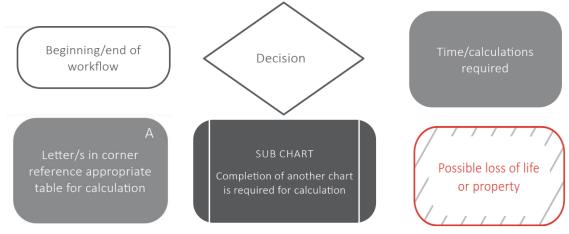


Fig. 3: Legenda simboli [2]

Grafico 1 - Tempo per indossare i dispositivi di sicurezza e raccogliere gli strumenti necessari

- BA: è un autorespiratore, a volte indicato come respiratore ad aria compressa (CABA) o semplicemente respiratore (BA); è un dispositivo indossato dai soccorritori, vigili del fuoco e altri per fornire aria respirabile in un ambiente con un'atmosfera pericolosa per la salute.
- Esistono apposite tabelle al fine di stimare il tempo per indossare un'attrezzatura o preparare la strumentazione necessaria.

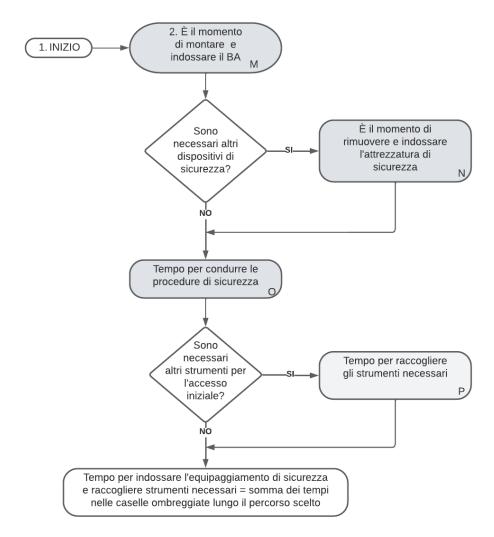


Fig. 4: Grafico 1- Tempo per indossare i dispositivi di sicurezza e raccogliere gli strumenti necessari:

Rielaborazione da [2]

Grafico 2- Tempo per valutare l'incendio

Se l'edificio ha più di tre piani, la valutazione e la strategia vengono effettuate nel tempo in cui l'ufficiale preposto si allontana dall'area allestita, situata 1 o 2 piani sotto il vano sede dell'incendio, per ispezionare i piani sotto e sopra quelli coinvolti dall'incendio, per verificarne l'andamento. Quando l'ufficiale preposto torna nell'area allestita, si procede con un'ulteriore valutazione delle risorse.

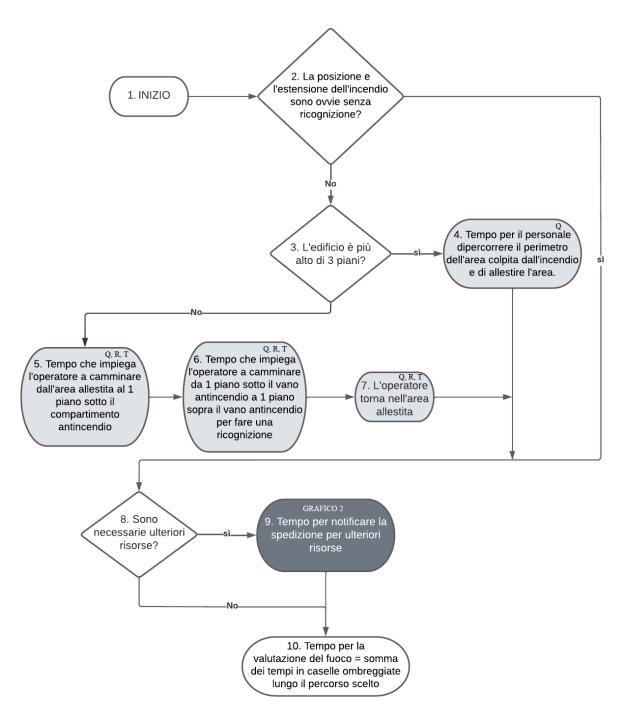


Fig. 5: Grafico 2- Tempo per valutare il fuoco: Rielaborazione da [2]

Grafico 3- Tempo per raggiungere il luogo dell'incendio

Il tempo di viaggio dell'ascensore viene calcolato moltiplicando la velocità di sollevamento per l'altezza percorsa, sommando il tempo di carico e scarico degli attrezzi dall'ascensore. Questa voce è significativa per i grattacieli, trascurabile negli altri casi.

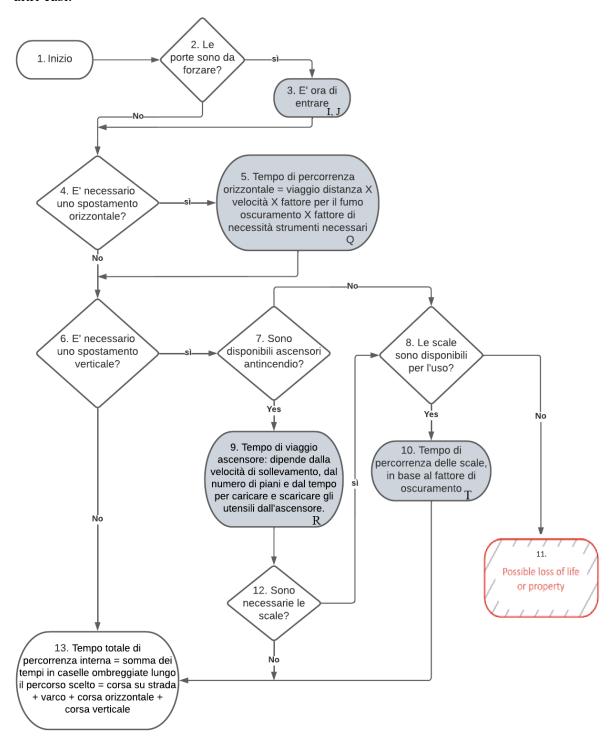


Fig. 6: Grafico 3- Tempo per il viaggio dei vigili del fuoco: Rielaborazione da [2]

Grafico 4- Tempo per preparare l'acqua

Dopo aver determinato la posizione dell'incendio, per ottimizzare l'utilizzo dell'avvolgitubo ad alta pressione potrebbe essere necessario spostare lo strumento nell'ingresso più efficace. I tempi tipici per l'entrata in campo delle apparecchiature di manovra sono riportati nella tabella U del documento. Questo tempo è nullo se l'apparecchio è già in posizione.

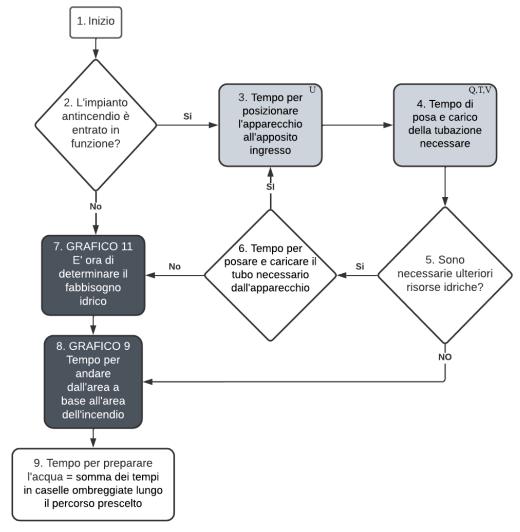


Fig. 7: Grafico 4- Tempo per preparare l'acqua: Rielaborazione da [2]

Grafico 5- Tempo per la ricerca e il salvataggio

Le funzioni di ricerca e soccorso cessano quando i limiti di sicurezza per i vigili del fuoco vengono superati. I fattori critici che interessano i vigili del fuoco e le loro attrezzature sono molteplici, si cita la temperatura dell'aria, la visibilità, la radiazione termica incidente e il tempo di esposizione. Il fattore "visibilità" è determinato in fase di progetto tramite la consultazione con l'autorità antincendio competente, che darà anche informazioni sui rischi specifici del sito e le probabili esigenze di intervento, oltre al numero di persone per ogni squadra di ricerca. Ciascuna squadra di ricerca dovrebbe essere dotata di una linea carica di manichetta.

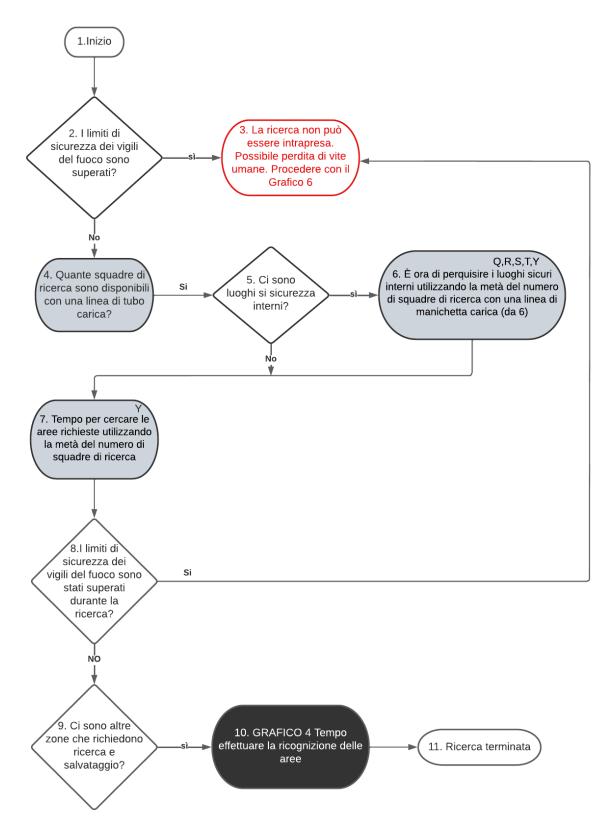


Fig. 8: Grafico 5- Tempo per la ricerca e il salvataggio: Rielaborazione da [2]

Grafico 6 - Tempo per proteggere le zone adiacenti non coinvolte

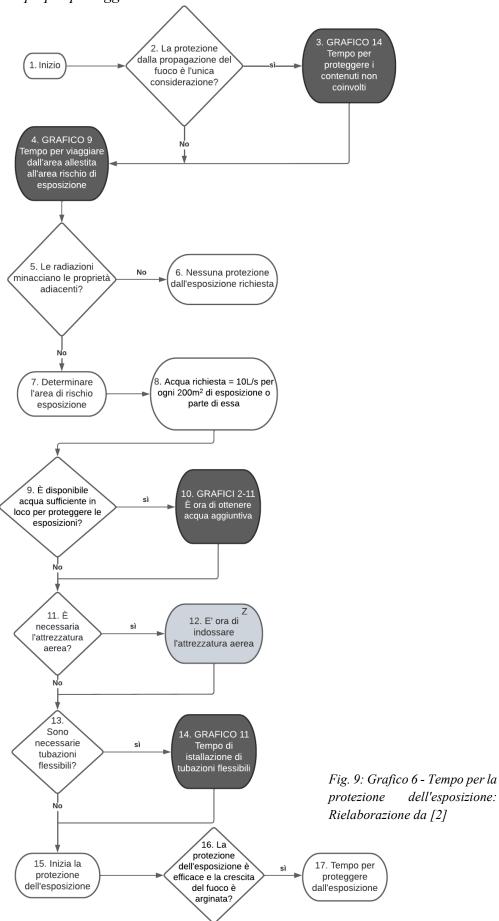


Grafico 7 - Tempo per controllare e spegnere l'incendio

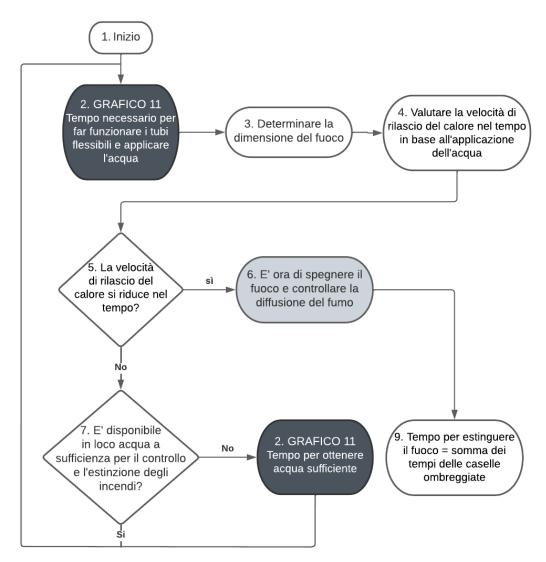


Fig. 10: Grafico 7 - Tempo per controllare e spegnere l'incendio: Rielaborazione da [2]

Grafico 8 - Tempo per proteggere l'ambiente

Se il contenuto dell'edificio ha un impatto ambientale negativo sia sull'atmosfera che sui corsi d'acqua e sulle falde acquifere, sarà necessario decidere quale sia l'impatto maggiore.

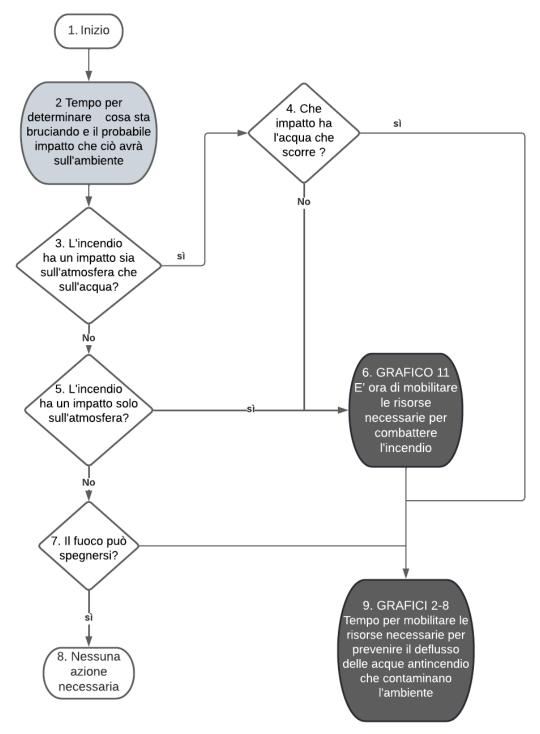


Fig. 11: Grafico 8 - Tempo per proteggere l'ambiente: Rielaborazione da [2]

Considerazioni - Australia

Questi modelli e grafici contengono tutti i possibili scenari che possiamo trovare e dipendono soprattutto dalle operazioni tipiche che i vigili del fuoco australiani svolgono; per effettuare uno studio simile in Italia è necessario creare dei modelli in base alle procedure italiane, ad esempio come vedremo in seguito, a differenza di altri paesi i Vigili del fuoco italiani indossano l'uniforme di intervento durante il viaggio, quindi è necessario relazionare questo studio ai documenti tecnici italiani.

Per una valutazione completa, questi modelli interagiscono con gli output di altri sottosistemi che modellano eventi come la crescita dell'incendio, la propagazione del fumo e delle fiamme, il rilevamento e la soppressione, l'evacuazione degli occupanti, nonché con altri sistemi di sicurezza antincendio garantendo un approccio rigoroso e completo di gestione del rischio di incendio.

4.2. Un approccio ingegneristico alle tattiche antincendio - Svezia

Quanto di seguito è stato ricavato dall'analisi del documento "An Engineering Approach to Fire-Fighting Tactics" [4], inerente alla gestione delle emergenze in Svezia, una concezione diversa da quella australiana.

Anche in questo caso viene implementato durante la progettazione un modello che accosta i modelli di ingegneria della sicurezza antincendio alle tattiche antincendio e alla gestione del rischio. In questo modo è possibile non solo identificare ed escludere già in fase progettuale le potenziali fonti di rischio, ma anche prendere le opportune precauzioni creando una guida per il comandante dei vigili del fuoco che contiene le tattiche antincendio più adatte per tutti gli scenari possibili.

Lo scopo di creare un modello guida quantificato serve quindi per determinare in anticipo le strategie antincendio che il comandante può impiegare nei diversi scenari possibili.

Tutti i possibili accadimenti si identificano partendo dall'analisi del rischio, è necessario sviluppare tutti gli scenari possibili scegliendo per ciascuno le giuste tattiche e precauzioni al fine di impiegare le risorse nel modo ottimale. Se uno scenario risulta difficile da gestire dai Vigili del fuoco, deve essere necessariamente evitato. Segue che la pianificazione pre-incendio dei vigili del fuoco deve far parte del processo di gestione del rischio e il piano antincendio deve essere collegato alla valutazione delle conseguenze.

Lo studio in [4] applica questo modello a due magazzini chimici, ma può essere ulteriormente sviluppato per gestire altri tipi di eventi come ad esempio incendi di appartamenti o di altra tipologia di materiali stoccati. Si concentra l'attenzione su come si sviluppa un incendio dopo l'accensione, analizzando i diversi esiti a cui corrispondono diverse decisioni operative. Pertanto, non si può utilizzare questo approccio per stimare i rischi di un magazzino, ma per pianificare gli interventi necessari.

4.2.1. Il processo decisionale standard e RPD

Il responsabile della gestione dello scenario durante la lotta antincendio è il comandante dei Vigili del fuoco, che deve considerare tutti gli aspetti che possano provocare disastri.

"Le decisioni più difficili da prendere sulla scena di un incendio riguardavano la definizione delle priorità quando le risorse disponibili erano inferiori alle necessità, l'evacuazione, la scelta tra un attacco interno e uno esterno, il posizionamento di linee di contenimento, ecc." [4]

Il comandante dell'incidente decide l'azione da implementare con un processo di "decisione guidata dal riconoscimento", RPD, in cui deve riconoscere la similitudine del nuovo scenario con eventi passati. Il comandante, colui che conduce la gestione dello scenario, deve implementare azioni familiari, in base alla sua esperienza, piuttosto che trovare nuove azioni ottimali; basa quindi la sua decisione sull'esperienza e su incendi ed incidenti precedenti. Se l'operazione è andata a buon fine, il comandante estende la stessa sequenza o tipologia a di azioni per il caso successivo, come mostrato in Fig.12a. Quando la situazione è di semplice gestione i decisori scelgono un'opzione familiare sufficientemente buona, ma non necessariamente la migliore.

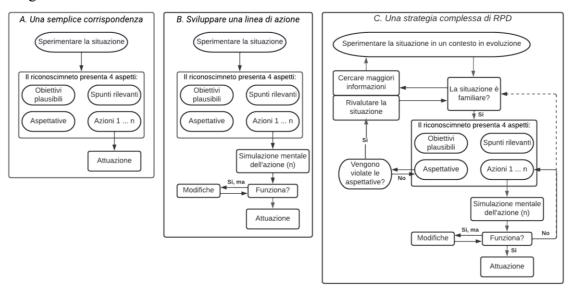


Fig. 12: Modello decisionale basato sul riconoscimento - Rielaborazione da [4]

Quando lo scenario non è attinente con quelli affrontati in passato, il comandante può o implementare una strategia nota modificandola opportunamente (Fig. 12b), o utilizzare modelli ingegneristici per riconoscere e sviluppare la migliore strategia che riesca a gestire situazioni complicate con una serie di azioni semplici. La Fig. 12c mostra quest'ultima casistica, un evento che richiede una strategia RPD in cui i modelli ingegneristici costituiscono l'unico modo per garantire la scelta di un insieme soddisfacente di scelte operative. Il ragionamento può essere guidato da uno schema, piuttosto che da un logaritmo computazionale che crea modelli casuali della situazione.

4.2.2. Tattiche e strategie

Il comandante deve *focalizzarsi sull'obiettivo della missione*, come la protezione di persone, dii beni e dell'ambiente dai danni, tenendo presente che la salvaguardia delle vite, compresa quella dei vigili del fuoco, ha la priorità.

"Se la strategia definisce ciò che deve essere salvato, la tattica dice come farlo" [4].

Segue che la valutazione di ogni situazione operativa non deve tralasciare nessun aspetto ed è implementata sulla base delle risorse disponibili, dei mezzi di estinzione, della ventilazione, ecc.

Si deve verificare se la capacità di estinzione è superiore al requisito determinato dalla crescita dell'incendio; a tal proposito, per ogni scenario accidentale sono applicabili strategie di attacco e di contenimento.

Bisogna tenere presente che l'attuazione di una strategia di attacco implica più risorse della seconda, mentre la quantificazione delle risorse necessarie può essere effettuata con modelli ingegneristici.

É necessario valutare il flashover, il tempo in cui si ha il massimo rilascio di calore; *la valutazione della strategia viene fatta in relazione allo stato di avanzamento dell'incendio* adottando una strategia difensiva per il massimo rilascio, di attacco se l'incendio è scoppiato da poco. Segue che si vuole estinguere l'incendio appena questo nasce, per le minori difficoltà che ne seguono per domarlo.

La capacità di estinzione è data dal confronto tra il tasso di rilascio di calore con le risorse disponibili. Si può determinare quindi la probabilità di successo dell'operazione. Se il tasso complessivo di assorbimento di calore è maggiore del tasso totale di rilascio di calore è possibile adottare una strategia offensiva, viceversa per un operazione di contenimento. La principale differenza tra una strategia difensiva e offensiva è l'obiettivo dell'azione: con una strategia difensiva l'obiettivo è fermare la diffusione del fuoco e dei gas di combustione fino a quando l'area in fiamme non ha esaurito il combustibile, mentre con una strategia offensiva l'obiettivo è quello di spegnere l'incendio e fermare la produzione di gas combustibili. Se l'acqua viene spruzzata sull'incendio viene lanciata un'operazione offensiva, se gli ugelli non sono diretti sul combustibile in fiamme viene lanciata una strategia difensiva.

La valutazione delle risorse da impiegare al fine di comprendere la possibile attuazione della strategia ritenuta più opportuna, necessita l'utilizzo di due variabili, le risorse *immediatamente disponibili* e quelle necessarie, a cui corrisponde un attacco offensivo o difensivo. É importante specificare che a una tipologia di evento corrisponde una determinata strategia da impiegare, ad esempio per un improvvisa tempesta di fuoco data da una fuga di gas, si cercherà di limitare i danni con una strategia difensiva, a differenza dell'incendio di un autovettura in cui si può procedere direttamente all'estinzione con un'azione offensiva. Infatti quando la missione è andata a buon fine, significa che l'obiettivo è stato raggiunto, ma non che l'incendio è stato estinto.

La Fig. 13 mostra graficamente le risorse disponibili sull'asse verticale e le modalità operative di lotta agli incendi sull'asse orizzontale. La linea inclinata è la "failure line", il confine tra il possibile successo e il fallimento di un'operazione. La distanza tra un punto sopra la linea e la linea stessa rappresenta la riserva tattica, ovvero quanto le risorse diponibili sono maggiori delle risorse necessarie. É importante precisare che il successo di un'operazione dipende da come le risorse vengono impiegate, infatti con un certo margine di risorse gli errori derivanti dal mancato rispetto dell'ideale tattico possono essere perdonati, quindi a una maggiore vicinanza alla linea di fallimento, corrisponde un impiego puntiglioso delle risorse che deve evitare sprechi.

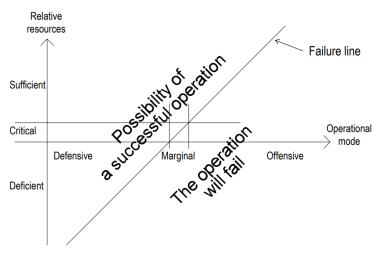


Fig. 13: La relazione tra la modalità operativa e le risorse disponibili [4]

Dalla combinazione tra le risorse immediatamente disponibili e le strategia da adottare è possibile distinguere 4 situazioni principali, rappresentate in Fig. 14, caratterizzate da esigenze di giudizio tattico differenti. Esistono quattro situazioni principali:

o Situazione 4

- o Risorse ridotte.
- Grandi esigenze di giudizio tattico, ad esempio tempesta di fuoco, fuga di gas.

Situazione 3

- Risorse ridotte.
- Meno impegnativa dal punto di vista tattico, ad esempio incendio in un fienile.

Situazione 2

- o Risorse critiche.
- o Grandi esigenze di giudizio tattico. Ad esempio, incendio in un appartamento con alta probabilità di propagazione.

Situazione 1

- Risorse considerevoli.
- Meno impegnativa dal punto di vista tattico, ad esempio incendio di un'autovettura o di un normale appartamento.

L'articolo prosegue rappresentando sul grafico in *Fig. 16* le diverse strategie:

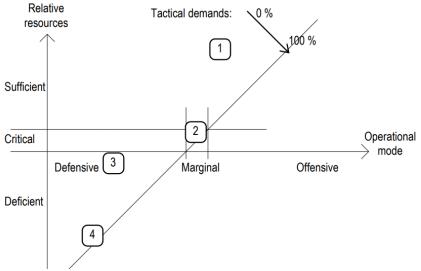


Fig. 14: Le 4 situazioni principali [4]

Le situazioni 1 e 3 sono meno impegnative dal punto di vista tattico, mentre le situazioni 2 e 4 richiedono una maggiore capacità di giudizio poiché più vicine alla linea di fallimento.

L'adozione di una strategia piuttosto che un'altra dipende dall'evoluzione dello scenario, partendo dall'evento iniziatore: segue la necessità di *valutare con un albero degli eventi le diverse strategie per ogni scenario possibile*, considerando le decisioni tattiche intraprese.

4.2.3. Pianificazione dell'intervento

La pianificazione dell'intervento in caso di incendio (pre-incendio) è parte del processo di gestione del rischio, quindi viene eseguita in parallelo ad altri aspetti della stessa disciplina. Bisogna identificare le fonti di rischio per poi valutare il danno in base all'evoluzione dello scenario costruendo un *event tree*.

Il modo più semplice per costruire l'albero è vedere come si svilupperebbe l'incendio se i vigili del fuoco non intervenissero. Dopo l'accensione a t=0, l'incendio si diffonde in primis dal luogo originario fino al flashover in quel compartimento per poi espandersi nei compartimenti adiacenti e avvolgere l'intero edificio, nel peggiore dei casi anche gli edifici vicini.

Dopo aver individuato i principali obiettivi di danno, bisogna identificare l'azione o il set di azioni che portano alla protezione dai danni per ciascun obiettivo, per tutte le situazioni disponibili. Il processo di accensione e di sviluppo dell'incendio prima dell'arrivo dei soccorsi non è di interesse.

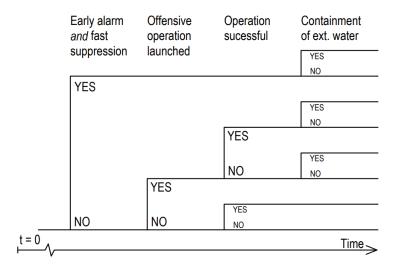


Fig. 15 Un esempio di albero degli eventi per un piccolo magazzino [4]

In un event tree tutte le risposte sono del tipo Sì/No: a una risposta negativa alla domanda "operazione offensiva lanciata" corrisponde un'operazione difensiva.

Tra l'evento iniziatore e il suo sviluppo sono presenti delle barriere, elementi di sicurezza che hanno il compito di individuare e limitare i danni. Con l'albero degli eventi studiamo tutti i possibili sviluppi di un incendio, considerando nuovi percorsi scaturiti dal corso degli eventi come l'intervento delle barriere di protezione o l'effetto di decisioni da parte del comandante, ottenendo evoluzioni e risultati che variano da un danno quasi nullo al caso peggiore possibile caratterizzato da gravi danni a persone, proprietà e ambiente.

Ogni azione o evento che porta alla nascita di un nuovo ramo è definito **evento critico**, se l'evento è il risultato di un ordine del comandante dell'incidente, la sua decisione può essere definita una **decisione critica**; gli elementi che influenzano la decisione vengono chiamati **fattori critici**.

4.2.4. Valutazione delle conseguenze

Dopo aver identificato la catena di eventi per una serie di scenari diversi, è necessario valutare le conseguenze per ogni scenario con i rischi annessi. Per il calcolo del danno si impiegano modelli che forniscono delle stime in termini di ordine di grandezza.

Il processo di calcolo è una combinazione di diversi sottomodelli per determinare le variabili in gioco come la temperatura, il flusso di massa dei fumi, la dispersione dei fumi, la tossicità a cui sono soggette le persone e l'ambiente, la possibilità di estinguere con diversi metodi e così via.

I modelli di calcolo degli incendi danno come output il tasso di rilascio di calore e la generazione di sostanze tossiche, parametri che possono essere utilizzati come input per i modelli di dispersione, ottenendo per ogni scenario mappe tossicità-distanza.

A questo punto dell'analisi siamo in grado di valutare i danni provocati dall'incendio a ciascun bersaglio, tuttavia non bisogna tralasciare gli effetti delle azioni di spegnimento dei vigili del fuoco che non influiscono sulla sola curva di rilascio del calore, ma anche sull'ambiente aumentando il danno totale, infatti l'errore maggiore sta nel calcolo degli effetti generati delle azioni di spegnimento.

I risultati di un sottomodello vengono quindi utilizzati come input per quello successivo, con conseguente aumento degli errori di calcolo: segue che i modelli di estinzione sono soggetti a errori di calcolo maggiori, e, per tal motivo, è necessario ottenere almeno il giusto ordine di grandezza.

La stima dei danni è una questione tutt'altro che semplice, soprattutto per quanto riguarda i danni alle persone e all'ambiente. Uno dei migliori parametri per valutare le operazioni di spegnimento degli incendi è quello economico, utilizzando un modello di danno quantificato, tuttavia è difficile esprimere in questo modo i danni ambientali e le vittime dell'evento, quindi si può optare per un modello qualitativo.

Per il piccolo magazzino in esame ci sono 4 obiettivi di danno a cui associare un livello di danno, "Small, Moderate, Severe":

- Persone nelle vicinanze
- Edificio del magazzino
- Atmosfera
- Corsi d'acqua adiacenti

Da un'analisi qualitativa effettuata comparando tra loro i risultati dei modelli dei diversi scenari, è possibile stabilire qualitativamente quale scenario porta a un risultato peggiore in termini di danno.

Scenario	People	Property	Air	Water*
A1	Small	Small	Small	Small / Moderate
A2	Small	Moderate	Small	Small / Severe
A3	Moderate	Severe	Moderate	Small / Severe
B1	Small	Small	Small	Small / Moderate
B2	Moderate	Moderate	Small	Small / Severe
В3	Moderate	Severe	Moderate	Small / Severe

^{*} Damage if ext. media is contained / not contained.

Tabella 2: I danni derivanti dai diversi scenari [4]

Gli scenari 1 e 2 sono i meno pericolosi, in particolare nello scenario 1 l'edificio e il suo contenuto vengono salvati, nel secondo ci sono danni alla proprietà. Nello scenario 3 si verifica la perdita totale dell'edificio e del suo contenuto, quindi è possibile affermare che lo scenario 3 è certamente peggiore del primo scenario.

Il criterio di accettazione per valutare i diversi metodi è che il tasso di assorbimento del calore sia maggiore del tasso di rilascio del calore per un'operazione offensiva, o della diffusione del calore per un'operazione difensiva.

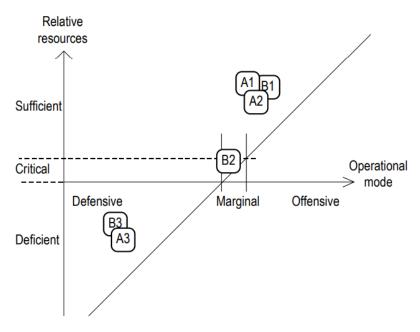


Fig. 16: Rappresentazione degli scenari operativi per un piccolo magazzino [4]

Dalla conoscenza delle risorse è possibile determinare la modalità operativa ottimale costruendo un diagramma simile a quello in Figura 16 in cui ogni scenario dovrebbe trovarsi al di sopra della linea di fallimento. É possibile scegliere in base all'evoluzione dello scenario la migliore modalità operativa, offensiva o difensiva, ma più ci si avvicina alla linea di fallimento, maggiori sono i rischi durante l'operazione.

4.2.5. Conclusione

In questo studio si esamina cosa accadrebbe se i vigili del fuoco si trovassero davanti a un incendio di una certa entità. Valutando in sede di progetto alcuni scenari possibili dipendenti sia dalle barriere che dalle decisioni prese dal comandante e dai mezzi disponibili, è possibile partendo dall'evento iniziatore creare l'event tree analizzando i diversi scenari, selezionando qualitativamente quelli a rischio maggiore. Da un'analisi degli scenari seguono modelli per quantificare le risorse da impiegare, valutando così il rischio dell'operazione dal rapporto tra le risorse disponibili e quelle da impiegare definendo il tipo di operazione e la migliore strategia per ciascuno scenario.

4.3. Analisi statistica sui tempi di intervento dei VVF - USA

Lo studio in [5] spiega come l'aumento dei tempi di risposta dei vigili del fuoco incide sulla propagazione dell'incendio, mostrando come un ritardo di pochi minuti possa aumentare la probabilità di avere un incendio calamitoso.

Da un'analisi statistica dei tempi di risposta dei vigili del fuoco statunitensi si è arrivati alla conclusione che l'evoluzione dello scenario nel tempo che intercorre tra l'accensione e l'intervento dei vigili del fuoco sul posto dipende da molti fattori come il tipo di prima accensione, la disposizione del combustibile, l'intensità della fonte di calore. Si associa quindi a un ritardo nei tempi di risposta una maggiore probabilità di trovarsi davanti a un incendio di grave entità.

4.3.1. Analisi dei danni in funzione dei tempi di risposta

Possiamo classificare gli incendi in base al luogo di propagazione in 5 categorie:

- confinato all'oggetto di origine
- o confinato alla stanza di origine
- confinato al piano di origine
- o confinato all'edificio di origine
- o diffuso oltre l'edificio di origine.

Si ipotizza che la maggior parte degli incendi che si propagano oltre la stanza di origine sono più gravi di altri poiché subiscono un flashover.

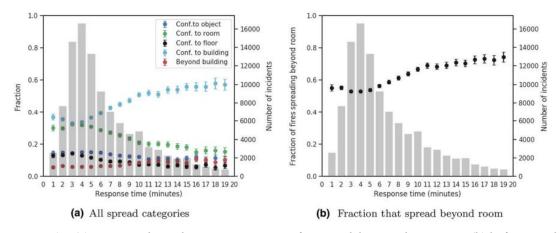


Fig. 17. (a) Frazione di incidenti per categoria in funzione del tempo di risposta e (b) la frazione di incidenti che si propagano oltre il locale in funzione del tempo di risposta. [5]

Notiamo che se il tempo di risposta varia tra i 4 e gli 11 minuti, passando dal 53 al 70% dei campioni, il numero di incendi classificati come "confinati in un locale" diminuisce mentre quelli "confinato in un edificio" aumentano. Segue che pochi

minuti fanno la differenza, e la necessità di impiegare il minor tempo possibile per non peggiorare la situazione.

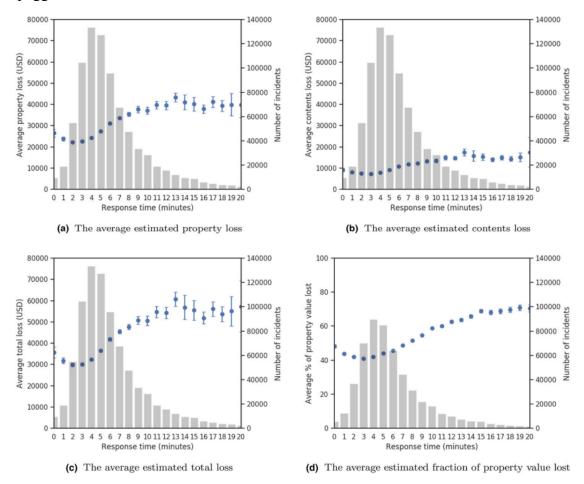


Fig. 18. (a) Il danno medio stimato alla proprietà (b) La stima media del danno al contenuto (c) La stima media del danno totale (d) La frazione media stimata del valore della proprietà persa

La figura 18 rappresenta la perdita media della proprietà, la perdita del contenuto, la perdita totale e la perdita frazionaria della proprietà all'aumentare del tempo di risposta. Si nota che nell'intervallo tra i 3 e i 13 minuti la perdita monetaria aumenta di circa 3000 USD al minuto mentre per tempi di risposta superiori a 13 minuti la perdita aumenta ancora, ma si considera in modo costante per la grande incertezza. Lo studio prosegue classificando il danno da fiamma in "minore, significativo, pesante ed estremo" in base alla percentuale di area bruciata, un parametro che dipende da molteplici fattori tra cui l'origine dell'incendio, le condizioni di ventilazione, la densità del carico di combustibile e molti altri; si classifica come:

- Danno "minore": 0-24% di area bruciata
- Danno "significativo": 25-49% di area bruciata
- Danno "pesante": 50-74% di area bruciata
- Danno "estremo": 75-100% di area bruciata

Questo studio sostiene l'importanza della prontezza di intervento, evidenziando come un ritardo di pochi minuti aumenti in modo significativo l'entità del danno: segue la necessità di limitare in fase di progetto i tempi di intervento e le conseguenze.

5. Vigili del fuoco in Italia

Durante la stesura di un progetto per la realizzazione di un'opera, il progettista ha l'obbligo di curare diversi aspetti come la gestione delle emergenze, affidandosi a linee guida per la sicurezza antincendio dettate da decreti ministeriali. L'adozione di tali accortezze è una condizione necessaria al fine di tutelare l'incolumità degli occupanti, dei soccorritori, dei vigili del fuoco, limitando così i danni a persone e cose.

I requisiti antincendio necessari per tutelare un'opera dal rischio incendio dipendono dalle caratteristiche e dalla complessità della struttura, ad esempio un edificio di 80 piani necessiterà di maggiori accorgimenti rispetto a un abitazione che si sviluppa su un unico piano: segue la necessità di classificare gli edifici determinando quali devono essere soggetti a vincoli antincendio.

Una prima classificazione è stata portata dal D.M. 16 maggio 1987, n. 246 che classifica gli edifici di "civile abitazione" di altezza uguale o superiore a 12 metri in base al parametro "altezza antincendio", definendo in modo *prescrittivo* i requisiti che ogni classe deve rispettare in termini di vani scala, ascensori antincendio e caratteristiche di resistenza al fuoco REI dei componenti.

Il D.M. 25 gennaio 2019 revisiona alcuni aspetti tecnici del decreto precedente puramente prescrittivo introducendo nuovi aspetti legati alla «Gestione della sicurezza antincendio», come l'assegnazione di un livello prestazionale L.P. alle classi di edificio e i relativi requisiti che lo stabile deve rispettare, sia in termini di impianto antincendio, che di involucro in «Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate negli edifici di civile abitazione». Si nota che all'aumentare del livello di prestazione il responsabile dell'attività, generalmente l'amministratore dello stabile, deve aumentare le misure di sicurezza da adottare passando dal fornire istruzioni da adottare in caso di incendio verso l'adozione di impianti antincendio, di sicurezza ed evacuazione degli occupanti più sofisticati, alla nomina di addetti per la sicurezza e alla manutenzione periodica dei dispositivi.

Si nota la sola presenza di un piano di evacuazione interno e non di soccorso per il personale operativo dei vigili del fuoco, che non conoscerà in caso di incendio le condizioni dello scenario e operative a cui andranno incontro.

In Italia oggi la corretta pianificazione della strategia antincendio è curata dal "Codice di prevenzione incendi", DM. 3 agosto 2015, una rivoluzione nel panorama italiano a favore di un approccio più prestazionale e meno prescrittivo. L'arrivo di un testo unico al posto di innumerevoli regole tecniche ha semplificato la normativa di prevenzione incendi, garantendo con un approccio flessibile un certo livello di sicurezza proporzionale al rischio reale.

5.1.1. Capitolo M.2 del Codice di Prevenzione Incendi

Il capitolo M.2 del Codice di Prevenzione incendi "Scenari di incendio per la progettazione prestazionale" illustra il processo di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto che fanno parte dell'analisi quantitativa del professionista antincendio. [6]

Uno scenario di incendio dipende da tre aspetti fondamentali:

- a. caratteristiche dell'incendio;
- b. caratteristiche dell'attività;
- c. caratteristiche degli occupanti.

Questo documento fornisce le indicazioni per identificare, selezionare e quantificare gli scenari di incendio di progetto.

Identificazione degli scenari

Il professionista identifica e descrive tutti gli scenari possibili partendo dall'evento iniziatore, sviluppando l'albero degli eventi. Questo processo può essere svolto con metodi qualitativi o quantitativi, se i dati statistici provengono da fonti autorevoli. É necessario identificare per ogni scenario lo stato in cui si trova l'incendio, se si trova in condizioni di pre o post flashover, e l'obiettivo antincendio da raggiungere.

Selezione degli scenari d'incendio di progetto

Il professionista seleziona gli scenari di incendio più gravosi, esplicitando nella documentazione progettuale le motivazioni della selezione ottenute dall'analisi quantitativa.

Durata degli scenari d'incendio di progetto

É necessario descrivere la sequenza di evoluzione dell'incendio, partendo dall'evento iniziatore per un intervallo di tempo dipendente dagli obiettivi di sicurezza da raggiungere, in particolare per la tutela dei soccorritori si prevede una durata minima per gli scenari di progetto l'intervallo temporale che va dall'evento iniziatore fino a 5 minuti dopo l'arrivo delle squadre di intervento dei vigili del fuoco.

La normativa prevede di identificare e descrivere lo scenario di incendio più gravoso; partendo dall'evento iniziatore è necessario studiare la sua propagazione, le azioni eseguite dagli impianti antincendio e dai componenti della squadra aziendale e il comportamento degli occupanti.

La normativa pone i tempi minimi degli scenari di progetto per la salvaguardia degli occupanti e dei soccorritori, in particolare per i vigili del fuoco è prevista una simulazione che va dall'evento iniziatore fino ad almeno 5 minuti dopo il loro arrivo presso l'attività.

Considerando l'esistenza di diverse tipologie di edifici, questo intervallo temporale può risultare non sempre adatto al fine di determinare le reali condizioni a cui saranno soggetti i vigili del fuoco nel momento dell'operazione; difatti nell'ambito degli

incendi pochi minuti possono fare la differenza in termini di visibilità, temperatura e tossicità dell'aria, e quindi di perdite di vite umane e danni alla proprietà.

Segue la necessità di individuare nuove modalità per la stima dei rischi e la salvaguardia dei soccorritori, monitorando le tempistiche associate all'intervento dei vigili del fuoco al fine di determinare per ogni edificio la durata di simulazione più adatta al fine di determinare le condizioni effettive che gli operatori dovranno affrontare.

5.1.2. DPR 1/8/2011, n° 151

In questo paragrafo cercheremo di comprendere come avviene in Italia la collaborazione con i vigili del fuoco durante la stesura di un progetto per la realizzazione di un'opera. Il DPR 1/8/2011 n° 151 "Regolamento di Previsione Incendi" identifica 80 "Attività soggette" ponendo l'obbligo di controllo e prevenzione incendi da parte dei Vigili del Fuoco [6]. Dopo aver individuato le 80 attività soggette, conferisce al Corpo nazionale dei Vigili del fuoco il compito di esaminare i progetti ed effettuare gli opportuni sopralluoghi per la verifica della corretta applicazione delle norme di sicurezza antincendio.

N	[2]	[2] ATTIVITA'	CATEGORIA		
14.	[2]		A	В	C
77	94	Edifici ad uso civile con altezza antincendio superiore a 24 m	fino a 32 m	oltre 32 m e fino a 54 m	oltre 54 m

Tabella 3: Estratto da ALLEGATO I del DPR 151/11, elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli

Il nuovo regolamento suddivide le attività soggette ai controlli in base alle dimensioni dell'attività in 3 categorie:

- <u>Categoria A:</u> comprende attività con un basso livello di complessità per le quali non è richiesto l'esame progetto e i sopralluoghi sono effettuati a campione dai Vigili del fuoco.
- <u>Categoria B:</u> comprende attività con un maggiore livello di complessità o attività sprovviste di regola tecnica, per cui è richiesto l'esame di progetto, mentre i sopralluoghi sono effettuati a campione
- <u>Categoria C:</u> per queste attività è richiesto l'esame del progetto e il sopralluogo dei Vigili del fuoco è obbligatorio.

Documentazione e modulistica a corredo delle pratiche

- Il Comando provinciale al fine di effettuare una valutazione della sicurezza antincendio, si soffermerà sui seguenti aspetti:
 - ubicazione;
 - impianti di rivelazione, segnalazione e allarme
 - illuminazione di sicurezza;
 - impianti elettrici di sicurezza;
 - caratteristiche costruttive come distanziamenti, separazioni, isolamento;
 - vie di esodo;

- resistenza al fuoco;
- reazione al fuoco;
- mezzi e impianti per l'estinzione degli incendi;
- aree e impianti a rischio specifico;
- accesso all'area
- accostamento dei mezzi di soccorso;
- compartimentazione;
- sistema di controllo dei fumi, sia naturale che meccanico;

In particolare, per una corretta valutazione è necessario fornire:

- relazione tecnica: sono presenti i criteri generali di sicurezza antincendio come le misure di prevenzione, protezione e la valutazione dei rischi in base alla destinazione d'uso dell'edificio;
- elaborati grafici: comprendono la planimetria in scala, generale e di ciascun piano evidenziando la posizione delle risorse e degli impianti di sicurezza.

Il comando valuta in via generale gli elementi strategici della pianificazione dell'emergenza, per ogni categoria di costruzione presente nell'Allegato I: dispone informazioni sulla sicurezza antincendio come l'ubicazione delle scale di emergenza, degli idranti, ecc...

Segue la necessità di capire se e come questi dati vengono utilizzate dai vigili del fuoco durante un'operazione di soccorso, nel tentativo di gestione un emergenza.

A tal fine è necessario capire com'è strutturata una tipica operazione di salvataggio dei vigili del fuoco, dal momento dell'arrivo sul posto fino a quando il soccorritore è pronto a gestire la situazione, ponendo particolare attenzione alle tempistiche di ogni attività e a come queste variano in funzione parametri come la tipologia di edificio, l'accessibilità, il numero di persone presenti all'interno.

5.2. Procedure Operative Standard - POS

Le operazioni di intervento sono standardizzate dalle P.O.S., le procedure operative standard che costituiscono il manuale dell'operatore del servizio antincendio erogato dal Comando Provinciale dei Vigili del fuoco. Le P.O.S. sono semplici linee guida per il personale di un dipartimento dei vigili del fuoco per portare a termine un' operazione e comprendono sia attività svolte dall'organizzazione interna al comando per uffici e reparti, che operazioni che il personale operativo deve svolgere durante la gestione di emergenza [7]. Tra le diverse procedure presenti in questi documenti, sono presenti le strategie operative per gli "edifici di grande altezza", tuttavia sono informazioni riservate dei vigili del fuoco..

6. Metodi

É necessario comprendere come avviene la gestione delle emergenze dai vigili del fuoco italiani interfacciandosi con chi del mestiere, cercando di comprendere come i documenti analizzati in fase di progetto dal comando vengono utilizzati durante la gestione di un emergenza e qual è l'effettivo impiego delle P.O.S. . A tal fine è necessario analizzare le azioni che i vigili del fuoco effettivamente svolgono e come queste si discostano dalle procedure standardizzate.

Per raggiungere questo obiettivo è necessario combinare metodi qualitativi e quantitativi. Data la riservatezza delle informazioni, si ha la necessità di utilizzare un approccio qualitativo interloquendo con chi di competenza per studiare la gestione delle emergenze da parte dei vigili del fuoco italiani in termini di:

- informazioni note ai soccorritori sul luogo dell'incidente;
- procedure da svolgere per affrontare l'evento;
- condizioni in cui i soccorritori operano;
- mezzi impiegati;

Inoltre dal cruscotto digitale dei vigili del fuoco, una piattaforma contenente i dati di ogni intervento in Italia, è possibile relazionare in modo quantitativo informazioni relative alla gestione delle risorse e ai tempi di intervento medi di ogni sinistro avvenuto in Italia alla tipologia di evento, come gli incendi negli edifici residenziali di civile abitazione oggetto del nostro studio.

Un approccio quantitativo verrà impiegato al fine ricavare per ogni attività o risorsa impiegata medie e deviazioni standard, in modo da estrarre delle linee guida da poter implementare per la gestione delle emergenze in fase di progetto. A tal fine la creazione di un questionario da far compilare al personale operativo, contenente tutte le azioni svolte dai soccorritori dal momento dell'arrivo fino a quando questi si trovano nelle condizioni di poter operare. In particolare verrà chiesto agli operatori di inserire le tempistiche di ogni azione, nonché di descrivere qualitativamente accorgimenti e imprevisti vissuti durante la propria carriera.

6.1. Conversazione con il Capo delle Operazioni

Alcune informazioni sulle procedure operative di soccorso svolte dai Vigili del Fuoco, riguardanti l'organizzazione interna ed esterna di un'operazione, sono state ricavate dalla conversazione con un capo reparto del comando dei Vigili del Fuoco di Torino.

Dal colloquio effettuato è emerso come l'esperienza gioca il ruolo più importante nella gestione delle emergenze, quando sono presenti nello stesso scenario più pericoli da gestire come un incendio con rischio esplosione.

Linee generali

A monte del processo c'è la chiamata del soccorritore al 112, il numero telefonico di emergenza unico europeo (NUE). In tutta l'Unione Europea, qualora si necessiti di soccorso è sufficiente chiamare il 112, il quale provvederà ad allarmare i servizi idonei

al caso. L'operatore del 112, dopo un brevissimo colloquio iniziale con l'utente, applica un prefiltro stabilendo chi deve intervenire, fornendo all'operatore successivo le informazioni ottenute sulla località.

Chiamando il 115, l'operatore smista la chiamata alla centrale operativa dei vigili del fuoco dove sono presenti un caposala, un vice caposala e gli operatori del 115. L'operatore risponde alla chiamata e con semplici domande intervista opportunamente l'utente prendendo le informazioni necessarie a pianificare l'operazione, e a scegliere opportunamente le squadre e i mezzi di intervento che lasceranno la centrale entro 1 minuto.

La sala operativa deve:

- 1. Intervistare l'utente, spesso confuso e agitato;
- 2. Valutare la situazione preparando l'intervento;
- 3. Scegliere quale squadra e mezzi fare intervenire:
 - a. **Autoscala**: se è necessario raggiungere i piani più alti per prestare soccorso a persone o arrivare il più vicino possibile al luogo dell'incendio o del pericolo.
 - b. **Sommozzatori**: oltre alle attività di Search And Rescue in ambiente acquatico, che costituiscono l'attività prevalente, i Nuclei intervengono in svariate situazioni di pericolo legate all'elemento acqua, quali le emergenze legate a fenomeni alluvionali, la presenza di fattori inquinanti e di rischi NBCR, le attività di supporto nel caso di incendi a bordo di navi e imbarcazioni. [8]
 - c. SAF (Speleo Alpino Fluviale): questo personale opera dove gli altri mezzi non possono arrivare. I soccorritori scalano pareti rocciose, scendono in pozzi e grotte, affrontano le correnti di corsi d'acqua, raggiungono campanili, tetti e i piani più alti degli edifici dove le normali autoscale non arrivano, corde tessili, bloccanti, discensori, carrucole, ecc. [8]
 - d. **NBCR** (Nucleare Biologico Chimico Radiologico): un gruppo specializzato dei Vigili del fuoco chiamato a intervenire in caso di radiazioni o incendi di sostanze pericolose, quando esiste un fondato pericolo di contagio da sostanze nucleari, biologiche, chimiche o radiologiche che potrebbero provocare gravi danni a persone, animali o cose. [8]
- 4. Dopo aver catalogato l'intervento, la sala operativa cerca la squadra che può intervenire; gli operatori conoscono le squadre impegnate, la tipologia e l'attività che stanno svolgendo.

Il territorio di competenza della centrale, che va da Viù fino a Stura, è coperto da 9 distaccamenti permanenti e da 39 volontari creati in collaborazione con il comune, posizionati in diversi punti della città per essere più celeri. L'operatore dalla sua postazione visualizza le squadre disponibili da un pannello sinottico, allarmando la squadra più vicina al luogo dell'incidente. Una squadra è composta da 5 persone, compreso un capoposto a comando.

É ora necessario distinguere tra:

- a. Vigile del fuoco permanente: sono vincolati da un rapporto di impiego, sono chiamati a svolgere la loro attività se non coinvolti in altre operazioni;
- b. Vigile del fuoco volontario: hanno gli stessi obblighi dei vigili permanenti, ma non sono vincolati da un rapporto di impiego e svolgono la loro attività ogni qualvolta se ne manifesti il bisogno. In occasione di pubbliche calamità o catastrofi, il personale volontario può essere chiamato in servizio temporaneo e destinato in qualsiasi località, se risponde alla chiamata in un certo lasso di tempo.

Quando una squadra di vigili del fuoco permanente effettua un intervento, può agire nel modo che ritiene più opportuno senza chiedere autorizzazioni; diverso è il caso dei volontari che, qualora riescano a formare una squadra da 5 con un capoposto, questo può dare ordini assumendosi le rispettive responsabilità. Qualora i volontari non riescano a formare una squadra, possono dare luogo a un supporto aggregativo da 3.

5. Trovate le squadre di intervento disponibili, i vigili si dirigono verso il luogo dell'incidente lasciando la centrale.

Un aspetto da considerare riguarda la disponibilità delle risorse, ad esempio nel caso di un evento a Novara in cui il nucleo base non ha le competenze o i mezzi per affrontare la calamità, questo può chiedere soccorso al nucleo NBCR di Torino di dominio regionale; quando una risorsa soccorre un'altra regione o provincia, fa da "supporto".

Tipologie di intervento, standardizzate e non

Le operazioni di soccorso sono procedure standardizzate in documenti chiamati P.O.S. (Procedure Operative Standard) che stabiliscono il numero di persone, il tipo e il numero di mezzi da impiegare. Sono procedure stabilite dalla commissione o dal ministero in collaborazione con i vigili del fuoco, che standardizzano sia le attività interne di gestione, sia il soccorso in sé e per se.

Nel caso di un incendio al quinto piano, è noto che dopo il terzo servono 2 squadre, un'autoscala e un carro fiamma. Le P.O.S. si limitano a mandare un numero congruo di risorse per affrontare l'intervento, ma se è presente anche una fuga gas <u>è necessario affidarsi al buon senso e all'esperienza</u> impiegando squadre complementari come i SAF, quando le vie di esodo sono ostruite: è necessario interpellare sempre i nuclei che possono fare la differenza. Un'altra procedura standardizzata riguarda l'accensione delle sirene in base alla gravità della situazione, ad esempio nel caso della forzatura di una porta le sirene saranno spente, accese nel caso di interventi urgenti come una fuoriuscita di gas.

Per la determinazione delle procedure da eseguire, le informazioni ricavate dalla sala operativa, come l'ubicazione, l'altezza, costituiscono le uniche linee guida: segue la necessità di testare la loro affidabilità. Ricordiamo che l'utente che effettua la chiamata non ha competenze, quindi è necessario valutare l'attendibilità delle informazioni riferite restando sempre cautelativi. Segue che, in base alla telefonata il caposquadra può decidere di impiegare tutto il kit delle P.O.S. o solamente una sentinella, un gruppo

di vigili volontari o permanenti dotati comunque dell'attrezzatura generale di soccorso che analizzano la situazione decidendo, in base alla gravità della stessa, di portarla a termine quando non sono necessarie ulteriori risorse, oppure di richiedere ulteriori mezzi, iniziando a gestire lo scenario e fornendo al comando ulteriori dettagli per sopperire a scenari peggiori.

Le P.O.S. variano da territorio a territorio e dai mezzi utilizzabili, ad esempio a Venezia non ci sono le autoscale gommate, e sono informazioni riservate.

Quando la struttura è dotata di un <u>piano di emergenza proprio</u>? Per siti "particolari", quando durante un'operazione servono informazioni accurate come per le centrali termiche e non per i classici appartamenti. Nel caso di un incendio in un vagone ferroviario, esistono procedure che vengono mandate al comando e comunicate agli operatori tramite radio.

Per questi siti viene creato un piano di intervento ad hoc realizzato dal datore di lavoro in collaborazione con gli enti chiamati ad intervenire (polizia, carabinieri, vigili del fuoco). Il soccorso viene prestato in gruppo in modo complementare, assegnando ad ogni partecipante un'area di competenza dove risulta il solo a poter operare, ad esempio la polizia non può entrare nello spazio di competenza dei vigili del fuoco per i diversi pericoli che non riuscirebbero a gestire. Nel caso di incendio il malcapitato, dopo essere stato salvato dalle fiamme, rischia un'intossicazione: segue la necessità di fornire la giusta assistenza sanitaria nella tenda base allestita dal 118 dove viene effettuato un primo soccorso.

Gli enti chiamati ad intervenire partecipano alla stesura della propria parte del piano di emergenza che, dopo essere stato completato, verrà inviato a tutti i soggetti partecipanti che dovranno attenersi almeno ai requisiti minimi riportati.

Segue che le P.O.S. non sono imperative, danno una serie di informazioni agli operatori fornendo linee guida di massima.

Gestioni particolari della fase operativa

Le squadre di tutti gli enti sono gestite dall'UCL – Unità di Controllo Locale, che dirige tutte le persone coinvolte sul posto via telefono, via radio, con GPS, fornendo supporto sul campo e coordinando tutti gli enti presenti.

Quando un ente termina un'attività dell'operazione, dà il via libera tramite fax all'ente successivo per proseguire.

Nel caso dei vigili del fuoco è presente un ufficio che elabora i nomi del personale creando squadre che coprono i diversi turni, anche in base ai giorni feriali. Buona parte del personale è specializzato più in un ambito piuttosto che in un altro; per sopperire a un'eventuale mancanza del personale specializzato (es. per andare in ferie), una parte del personale è in grado di svolgere più mansioni. Nonostante questo tutti gli operatori hanno effettuato un corso SAF basico per l'utilizzo di funi in ambienti come balconi, per il recupero di persone.

Quando si verifica un evento calamitoso particolare, nella sala operativa sono presenti delle figure che devono prendere delle decisioni nel minor tempo possibile; ricordiamo che le attività di intervento si basano sui secondi, quindi è sempre necessario avere un pianto B .

Una squadra è formata da 5 unità, un autista, un capoposto e 3 operatori ed è coordinata dall'UCL.. Il caposala nella sala operativa ha responsabilità non di poco conto per quanto riguarda la gestione delle attività e, in caso di eventi eccezionali, è necessario stabilire il tipo di procedura da adottare o modificare, che viene data al caposquadra.

Mezzi di intervento

I mezzi di intervento variano a seconda del tipo di incidente, alle risorse idriche disponibili, alle altezze da raggiungere, al tipo di territorio (ad esempio un fiume), a cosa succede e all'evidenza.

In via cautelativa i mezzi dei vigili del fuoco contengono sempre tutta l'attrezzatura necessaria, non a caso tutti i loro mezzi condividono buona parte di essa, tranne in casi particolari come l'autopompa. É necessario garantire sempre l'integrità delle risorse, a tale scopo i mezzi e le attrezzature al loro interno vengono controllati giornalmente alle 8 del mattino; è compito dell'autista garantire il corretto funzionamento dei mezzi ispezionando i freni, le luci ecc...

A seguire una lista dei mezzi di intervento dei vigili del fuoco:

- Moto d'acqua
- Campagnole
- APS Auto Pompa Serbatoio
- Autobotte: per avere la giusta riserva di acqua grazie a un serbatoio di 4000 litri, maggiore dell'APS normale. Si impiega quando si ha a disposizione una rete idranti, ma non si è sicuri di avere disponibilità di acqua.

È compito dell'autista garantire la presenza di acqua durante l'operazione, gestendo le macchine opportune e le riserve mentre gli operatori spengono l'incendio. L'autista del mezzo perlustra la zona individuando gli idranti e, quando ha la certezza di avere una costante fornitura di acqua, fa rientrare l'autobotte in sede o la dirotta su un altro intervento.

 Modulo 4x4 boschivo: dove non si arriva con gli altri mezzi, non hanno molta acqua ma sono dotate nella parte posteriore di 100 m di tubazione.



Fig. 19: Modulo 4x4 boschivo [17]

• Autogrù: sono costituite da un autotelaio commerciale opportunamente predisposto per l'accoglimento di una sovrastruttura a gru, capace di operare su stabilizzatore e su gomme. Ci sono solamente 3 autogrù in tutta la provincia di Torino, distribuite sul territorio. Sono caratterizzate da una certa lentezza di intervento, quindi in caso di incidente, ad esempio per il recupero di persone sotto un tram, viene inviata in via cautelativa.



Fig. 20: Autogru [8]

Autoscala: sono mezzi speciali impiegati in particolari situazioni che richiedono il raggiungimento di piani alti di edifici o di strutture non raggiungibili con 1e normali attrezzature, allo scopo di effettuare salvataggi di persone e spegnimento di incendi. In base al tipo di autoscala è possibile raggiungere altezza che vanno da 30 m per le più piccole fino a 50 m; è importante notare che queste sono le altezze massime nel caso di elevazione perfettamente verticale. Sono spesso soggette a revisioni e manutenzione, quindi vanno spesso fuori servizio.



Fig. 21: Autoscala [8]

• Furgone carro fiamma: contiene ventilatori industriali per spostare grandi volumi di aria dai locali interessati dall'incendio verso l'esterno. Contiene le bombole per gli autorespiratori in dotazione alle squadre di soccorso, maschere e filtri di ricambio.

- Polisoccorso: è un mezzo di supporto per gli incidenti stradali per avere più sistemi per portare l'intervento a buon fine; contiene 2 bombole di aria che alimentano un martinetto.
- Carroschiuma: viene impiegato quando la piccola cisterna di schiuma che si ha normalmente a disposizione non è più sufficiente; contiene 2 serbatoi da 300 litri che contengono il prodotto per fare la schiuma, la quantità di schiuma che è possibile produrre dipende dal dosaggio acqua-prodotto che ne varia la consistenza, generalmente ad ogni litro di prodotto si associano 10 litri di acqua.
- Furgone Carro teli: è un mezzo di supporto gestito da una squadra a se che, tramite l'ausilio di 2 ventilatori gonfiano una specie di materasso gonfiabile di diametro di 10 o 20 m per prevenire cadute dall'alto; viene impiegato ad esempio in tentativi reali di suicidio.

Se si ha la necessità di raggiungere altezze elevate, è possibile utilizzare gli strumenti a disposizione:

- <u>Scala italiana</u> composta da 4 pezzi con i quali è possibile arrivare fino a 10,33 metri;
- <u>Scala a ganci</u>, inizialmente chiusa su se stessa con 2 cerniere e lunga 4 metri una volta aperta. É più stretta della precedente, quindi esiste una metodologia per utilizzarla. Solamente con questo strumento e 2 operatori è possibile arrivare ad esempio al sesto piano di uno stabile utilizzando le ringhiere e i balconi.

Attrezzatura generale

In tutti i camion dei vigili del fuoco è presente la maggior parte dell'attrezzatura. Tra gli attrezzi generali presenti in tutte le macchine ricordiamo:

- Motosega;
- Flessibile;
- Tubazioni per il pescaggio di acqua da un ruscello, in modo da non disturbare l'autobotte;
- Estintori;
- Attrezzature per fare la schiuma;
- Tubazioni lunghe a scelta;
- Biforcazioni varie per le tubazioni e divisori per le tubazioni a 3 vie;
- Bombole di aria per i vetter, cuscini gonfiabili che permettono il sollevamento di grossi carichi. Sono sovrapponibili tra di loro e non cedono, ma non utilizzati in corrispondenza di spigoli vivi;
- Centralina idraulica: spinge l'olio nelle tubazioni per usare macchine oleodinamiche come il divaricatore. Le prime centraline erano costituite da un motore grande con un deviatore che consentiva l'utilizzo di un solo attrezzo (ad esempio cesoia), oggi è possibile l'utilizzo di più attrezzi in contemporanea;

- Un martelletto idraulico per sollevare oggetti pesanti;
- Generatore di corrente:
- Prolunghe elettriche per il generatore di corrente;
- Una pompa con un naspo di 40 m circa: la pompa ha un ingresso e una uscita, inizialmente si montano i tubi e si riempie un serbatoio di 1500 l con le riserve idriche presenti sul posto, in altre macchine la capacità del serbatoio arriva anche a 2000 L;
- Martello;
- Ventosa;
- Tubazioni varie;
- Lance con apertura da 45-70;
- Pre-mescolatore di linea, per creare la schiuma al fine di soffocare l'incendio togliendo l'aria;
- Autoprotettori con le rispettive maschere e bombole.

Intervento nel caso di edificio alto

L'autoscala è il tipico mezzo impiegato per gestire altezze inferiori a 38 m, per altezze superiori bisogna utilizzare mezzi alternativi. Edifici alti come il grattacielo San Paolo, palazzo Lancia o della regione, devono essere a norma e quindi dotati di tutti i dispositivi necessari per affrontare una situazione di pericolo.

Per gestire un incendio all'ultimo piano è necessario il corretto funzionamento di questi dispositivi come gli idranti nelle scale, le porte REI indispensabili per sezionare parti dell'edificio garantendo la sicurezza nell'intervallo temporale necessario a gestire l'incendio.

Nonostante i vigili del fuoco portino sempre gli attrezzi e i mezzi necessari per combattere l'evento, i dispositivi interni all'edificio devono essere sempre disponibili e revisionati ogni 6 mesi; se durante un operazione di soccorso questi dispositivi non dovessero funzionare correttamente, i vigili del fuoco sono tenuti a segnalare le anomalie incontrate durante l'operazione denunciando l'amministratore che può rispondere penalmente. Per affrontare un incendio all'ultimo piano, dato per scontato il corretto funzionamento delle porte taglia fuoco che confinano lo scenario, l'operatore dotato di manichetta e di tutti i dispositivi di sicurezza necessari giungerà tramite le scale antincendio al piano superiore agganciandosi alla rete idrica antincendio, trovandosi così nelle giuste condizioni per poter operare.

Un vigile che arriva sul luogo dell'incidente deve individuare immediatamente i mezzi che ha a disposizione sul posto come idranti, estintori ecc..; questi per il decreto 81 devono essere facilmente individuabili, quindi l'azienda ha il dovere di appendere le opportune indicazioni.

Torino dopo l'incidente del cinema nel 80 ha fatto da apripista per la protezione nazionale, effettuando corsi nelle aziende soggette a rischi alti, medi e bassi. Il datore di lavoro, in base alla fascia di rischio presente nel DVR – Documento di Valutazione del Rischio (la carta di identità del rischio delle attività svolte all'interno della propria azienda), è tenuto a far effettuare ai lavoratori il rispettivo corso. Queste valutazioni

vengono effettuate da personale o enti abilitati per l'antincendio, che comunicano il tipo di rischio e quindi il corso che gli operatori devono seguire.

Considerazioni

La valutazione del rischio viene considerata in fase di progettazione al fine di individuare lo scenario potenzialmente peggiore da gestire con piani di emergenza e dispositivi di sicurezza antincendio previsti dalla normativa per ogni categoria di edificio. Le misure adottate in fase di progetto sono oggetto di una successiva valutazione dei vigili del fuoco che provvedono ad effettuare i rispettivi collaudi.

Rimane aperta la questione inerente alle informazioni che i soccorritori realmente conoscono durante un operazione, infatti i vigili del fuoco basano principalmente il loro intervento sulle informazioni ricevute telefonicamente dall'utente, cercando di gestire l'operazione grazie alla loro esperienza e ai mezzi che hanno a disposizione sul posto. Segue la necessità di valutazione le reali condizioni che gli operatori affronteranno, una questione non molto approfondita dalle norme che, nonostante stiano incoraggiando i professionisti verso un approccio prestazionale, rimangono in pratica adottate nella maggioranza dei casi con approccio prescrittivo.

A tal proposito l'applicazione di un approccio prestazionale potrebbe prevedere una strategia di intervento nata dalla collaborazione del progettista e dei vigili del fuoco in sede di progetto, associando a ogni azione un tempo di svolgimento. La valutazione dei tempi impiegati dagli operatori per essere in condizioni di poter operare e le analisi delle reali condizioni dello scenario in quell'istante temporale, porta alla determinazione della migliore strategia per lo scenario oggetto di studio da comunicare agli operatori e all'esclusione delle modalità di intervento che comportano tempi lunghi e condizioni che non tutelano la salvaguardia dei soccorritori.

6.2. Cruscotto digitale

Il cruscotto digitale dei vigili del fuoco è una piattaforma digitale contenente i dati relativi a tutti gli incidenti che si sono verificati in Italia. Permette di ricavare informazioni e condurre analisi statistiche filtrando i dati in base allo studio che si vuole effettuare. Un punto di forza di questo strumento è la sua intuitività, infatti permette di effettuare analisi statistiche a utenti che non hanno conoscenze pregresse su database, e di scaricare i dati filtrati in fogli di calcolo Excel. Il nostro obiettivo è quello di ottenere maggiori dettagli sugli incendi avvenuti negli edifici di civile abitazione nell'anno 2021; questo lavoro andrebbe esteso a tutte le casistiche e destinazione d'uso degli edifici, ma data la mole eccessiva di lavoro e la grande variabilità di fattori e imprevisti che possono influenzare le tempistiche di intervento, ci limiteremo ai soli edifici residenziali di civile abitazione.

Segue la necessità di filtrare i dati totali per:

- o Ambienti e luoghi di civile abitazione;
- o Incendio normale (generico);
- o Anno 2021;
- o Città di Torino;



Fig. 22: Esempio filtri cruscotto

Questo strumento presenta diverse sezioni denominate nel seguente modo:

- Tempi: contiene la media dei tempi medi di arrivo, intervento e partenza per il la totalità degli elementi presenti nell'area filtrata;
- O Schede: sono presenti per ogni evento informazioni relative al Comune, Provincia, Regione, arrivo sul luogo, partenza dal luogo, numero totale di sinistri e interventi, numero di uomini impiegati e ore di intervento;
- Analisi guidata: contiene il numero di sinistri che si sono verificati per ogni giorno dell'anno, e il numero di uomini, la durata del sinistro, il numero di interventi e mezzi impiegati per ogni giornata;
- O Analisi libera: in questa scheda è possibile selezionare gli output da visualizzare, alcuni di questi visibili nelle schede precedenti. Tra le informazioni raffigurate citiamo l'indirizzo, il tempo di intervento, la data e la possibilità di classificare ogni evento in base alla durata (da 0 a 15 minuti, da 15 a 30 minuti, da 30 minuti a 1 ora, da 1 ora a 2 ore, da 2 ora a 3 ore, ...)

É necessario capire quali informazioni estrapolare da queste schede al fine di ricavare un trend che correli alla tipologia di evento la durata dello stesso e le risorse impiegate. La sezione del cruscotto da impiegare per giungere al nostro fine è rappresentata dalla scheda "Analisi guidata" dalla quale è stato possibile ricavare per ogni evento informazioni relative alla:

- o durata totale dell'intervento, definita come la differenza tra l'ora di arrivo e di partenza dell'edificio in cui si è sviluppato l'incendio;
- o numero di mezzi impiegati;
- o numeri di uomini impiegati;
- o numero di interventi;
- o posizione territoriale, in termini di indirizzo.

6.2.1. Analisi dati

Seguono le modalità con cui si intende elaborare i dati utili per analizzare l'impiego delle risorse e la conseguente durata dell'operazione.

Tra le diverse informazioni presenti nella scheda "Analisi guidata" troviamo l'indirizzo civico in cui ogni sinistro è avvenuto, ma non una distinzione sul quartiere. Questa nuova variabile potrebbe permettere l'estrazione di dati che permettono di correlare la posizione urbana (aree urbanizzate e periferiche) di un incendio alle risorse impiegate e alla conseguente durata totale dell'intervento.

Considerando che dal cruscotto è possibile conoscere la posizione in termini di indirizzo, si è classificato ogni evento in:

- Centro città C
- Quartiere periferico QP

Per ogni evento dalla scheda "Analisi guidata" del cruscotto, è stata eseguita manualmente questa classificazione per gli incidenti avvenuti solamente nel comune di Torino, per la grande quantità di sinistri appartenenti a questa categoria accaduti in Italia nel 2021.

Per definire il confine tra centro città e quartiere periferico, viene utilizzata come riferimento la mappa dalla società di trasporti GTT rappresentata in Fig 23. Inoltre l'ampliamento è coerente con i limiti dello studio in [9] che riporta il valore della superficie di questa area che verrà impiegato per analisi successive. Il limite del centro storico è quindi rappresentato dalla linea rossa, infatti si è ritenuto opportuno considerare nel centro storico luoghi come Piazza Statuto e Piazza della Repubblica.

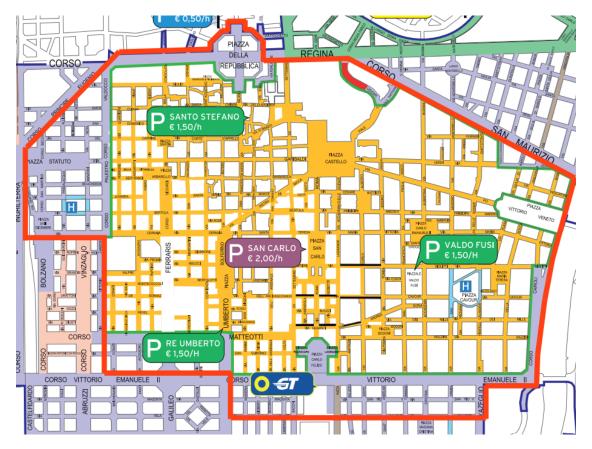


Fig. 23: Mappa quartieri GTT, limiti della zona "Centro – C" in rosso: Rielaborazione da [15]

Un'altra informazione utile da estrapolare dai dati del cruscotto riguarda il confronto con i valori medi di intervento pubblicati annualmente dai vigili del fuoco negli annuari, dove sono presenti le medie per città, provincia e regione comprensive di tutte le tipologie di incendio: risulta sicuramente interessante analizzare come i tempi di intervento medi per la categoria "incendi generici negli appartamenti di civile abitazione" si discostano dalla media aggregata di tutte le tipologie.

6.3. Ipotesi su una procedura di intervento in caso di incendio

Per identificare i tempi medi di ogni attività svolta dai vigili del fuoco dal momento dell'arrivo sul posto fino al raggiungimento del punto di intervento, è necessario conoscere le diverse procedure operative. Dalla conversazione con il capo delle operazioni è nota l'esistenza di linee guida generali in documenti chiamati P.O.S. per rispettare i requisiti minimi, ma anche la coesistenza in campo di situazioni differenti che vengono gestite dall'esperienza maturata negli anni. In conclusione non esiste un'unica procedura standardizzata applicabile ed è previsto un piano di emergenza ad hoc solamente per strutture "particolari".

Essendo le P.O.S. documenti riservati e difficilmente reperibili, è necessario ipotizzare una procedura di intervento realistica sulla base delle azioni svolte in Australia, rese pubbliche. Segue una fase di adattamento sulla base alle informazioni acquisite dal precedente colloquio che le relazioni le procedure estere ai mezzi di intervento dei vigili del fuoco italiani.

Possiamo ipotizzare che i vigili del fuoco dopo essere arrivati sul luogo dell'incidente con l'uniforme da intervento già indossata, si muniscano dei dispositivi di sicurezza e degli utensili necessari per poi entrare all'interno dello stabile e giungere sul luogo dell'incendio; nel caso in cui ci siano imprevisti, come porte da forzare o ascensori antincendio guasti, gli operatori devono essere pronti ad affrontarli.

Le azioni che compongono la seguente procedura di intervento sono raggruppate in base al momento in cui queste vengono svolte; vengono considerati anche gli eventuali imprevisti che contribuiscono all'aumentare del tempo complessivo dell'operazione e del carico d'incendio:

- Azioni prima di entrare
 - o Posizionamento dei veicoli all'arrivo
 - o Perlustrare la zona e valutare la situazione
 - o Definire la strategia e informare il personale operativo
- Attrezzature di sicurezza
 - o Preparare e indossare il respiratore BA
 - o Indossare le protezioni per gli incendi pericolosi
 - o Indossare l'attrezzatura di sicurezza
 - o Condurre le procedure di sicurezza
 - o Prendere gli strumenti necessari dall'autopompa
 - Notificare la spedizione per ulteriori risorse
- Azioni dopo l'accesso
 - o Forzare una porta, se necessario
 - Valutare la posizione e le dimensioni dell'incendio in un edificio multilivello con numerosi recinti e passaggi
 - o Individuare percorsi di fuga e scale di emergenza
 - o Percorrere 10 metri
 - o Disattivare gli impianti (es. HVAC) e bloccare gli ascensori

- Posizionamento dei seguenti mezzi in corrispondenza dei punti di accesso
- Caricare l'attrezzatura necessaria dentro l'ascensore
- Tempo di salita dell'ascensore

Oppure

- Salire dalla scala antincendio in diverse condizioni operative di visibilità
- o Fare una pausa
- Scendere 2 piani dalla scala antincendio in diverse operazioni operative di visibilità

Se necessario

Tempo per salire 1 piano con la scala a ganci

• Preparare l'acqua

- o Individuare le risorse idriche disponibili in loco (idranti, fiumi) e decidere quali utilizzare
- o Stendere 30 m di tubazione
- o Rimuovere o collegare una tubazione all'autopompa
- o Rimuovere o collegare una tubazione all'idrante
- o Rimuovere o collegare il tubo flessibile a una diramazione
- o Tempo per collegare una pompa booster

6.4. Questionario

La collaborazione con il comando dei Vigili del Fuoco di Torino ha permesso la stesura di un questionario inerente agli standard italiani, e la possibilità di sottoporlo al personale operativo al fine di ottenere una stima dei tempi di ogni azione della procedura di intervento. I risultati ricavati costituiscono la base per un'analisi successiva che permette di ricavare per ogni azione media e deviazione standard. A tal fine l'applicazione del metodo survey è fondamentale per la rilevazione di informazioni in assenza di dati statistici con una certa validità scientifica: questo prevede la creazione di un questionario su misura, per ottenere dati da un campione che rappresentino l'intera popolazione.

A seguito di un confronto con i vigili del fuoco, sono state evidenziate alcune differenze tra le procedure di intervento australiane e italiane, e si è reso il questionario più attinente e comprensibile agli operatori. In particolare sono emerse le seguenti informazioni:

- l'autogrù, non viene spesso utilizzata negli incendi di civile abitazione.
- l'uniforme e l'attrezzatura di sicurezza vengono indossate durante il viaggio e non dopo l'arrivo: per tale ragione si attende tra le risposte del questionario un tempo trascurabile;

- I vigili tendono ad utilizzare i propri mezzi idrici, quando sono necessarie ulteriori risorse idriche si chiama ad intervenire l'autobotte pompa (ABP) per rifornire l'autopompa serbatoio (APS);
- Come in Australia, tra le procedure di sicurezza si ottengono informazioni sui materiali pericolosi dal centro di comunicazione. In un edificio industriale ad esempio, prima di gettare acqua i vigili acquisiscono informazioni per comprendere il comportamento al fuoco della tipologia di materiale in questione, poiché alcuni elementi a contatto con l'acqua possono infiammarsi maggiormente rilasciando gas.
- Il nucleo SAF parte dalla centrale con la squadra base dei vigili. La squadra sale fino al tetto, anche attraverso le scale interne, creando un punto di appiglio per dare la possibilità di calarsi fino alla quota di intervento. Sono operazioni svolte da SAF specializzati che aiutano a raggiungere più velocemente il piano in oggetto, dando ai vigili del fuoco un ulteriore via d'accesso.
- La notifica e l'arrivo di ulteriori risorse possono avvenire in parallelo con le operazioni che si stanno già svolgendo. In caso di mancanza dell'autoscala, bisogna considerare il tempo del tragitto per questa tipologia di mezzo, un'informazione non presente sul cruscotto in cui sono presenti i tempi di arrivo medi generali e non distinti in base alla tipologia di mezzo. Questa situazione risulta comunque poco probabile perché nella sala operativa sono presenti operatori altamente formati che sanno quali domande fare e informazioni acquisire;
- Una possibile procedura di intervento comprende l'utilizzo di ascensori antincendio, anche se questi non sono quasi mai presenti per lo standard di edifici maggiormente diffusi; per tale ragione si utilizza principalmente la scala antincendio. Si potrebbe pensare di utilizzare l'autoscala per giungere al piano più alto possibile, per poi proseguire dalla scala interna dell'edificio, che può avere le caratteristiche di compartimentazione o essere a prova di fumo, oppure con la scala a ganci, ma solamente per pochi piani;
- La presenza dei cavi del tram costituisce un grosso limite per il corretto posizionamento del mezzo;
- La manichetta viene collegata al mezzo di soccorso e viene portata con se dall'operatore. É compito dell'autista del mezzo garantire la continuità dell'acqua controllando parametri come la pressione. In caso di edifici con altezza superiore a 24 metri, si usa la rete idrica dello stabile tramite un idrante situato nella gabbia scala.
- Per individuare le risorse idriche presenti sul posto si usa la planimetria di supporto in sala in cui sono riportati gli idranti esterni dell'impianto dell'acquedotto cittadino, un informazioni che l'autista conosce, quindi sa già dove rifornirsi
- Le tubazioni in dotazione ai vigili del fuoco italiani hanno una lunghezza di 20 m e non 30. É stato necessario adattare il quesito del questionario alle tubazioni presenti nei mezzi italiani. Le manichette sono standardizzate delle norme, in particolare si avvalgono di tubazioni UNI 45 o UNI 70 entrambe caratterizzate

da una lunghezza di 20 metri, ma da diametri differenti da 45 mm e 70 mm. Nell'APS sono presenti manichette lunghe 60 metri con un diametro da 25 mm, avvolte in un tamburo. Il vigile prende la matassa, la srotola consentendo il collegamento del raccordo maschio alla pompa e del raccordo femmina alla lancia. Dopo essere arrivato sul piano dell'incendio, dà il segnale all'operatore per avviare il gruppo pompe.

• Le uniche pompe implementate sono le pompa di marca Varisco che prelevano acqua da una vasca per immetterla nell'autobotte, dopo averla opportunamente filtrata.

Testo Questionario

L'obiettivo del questionario è quello di comprendere, grazie alla collaborazione del personale operativo dei vigili del fuoco, quali sono le operazioni che maggiormente influenzano le tempistiche di intervento, dall'arrivo in campo fino all'istante in cui l'operatore è pronto a domare l'incendio, e i rischi che ne conseguono, <u>in riferimento agli edifici di civile abitazione</u>. I risultati di questa analisi verranno analizzati al fine di migliorare la conoscenza relativa ai rischi che affrontano i vigili del fuoco e, di conseguenza, la progettazione antincendio ai fini della salvaguardia della vita dei soccorritori.

Si richiede di completare questionario, stimando delle tempistiche quando richieste. Qualora non venga specificata, l'unità di misura sarà il secondo. Si ringraziano vivamente coloro che hanno deciso partecipare.

	OPERAZIONI PRIMA DI ENTRARE			
	Azione	Tempo		
1.	Stimare il tempo per posizionare adeguatamente i seguenti mezzi in corrispondenza dei punti di accesso, dopo l'arrivo sul posto			
	APS - Auto Pompa Serbatoio			
	Autoscala (comprese le manovre di stabilizzazione del mezzo, escludendo il tempo di svolgimento della scala)			
	Autobotte			
	Modulo 4x4 boschivo			
2.	Si chiede la stima del tempo per perlustrare la zona e valutare la situ un:	azione in		
	Ambiente rurale			
	Ambiente urbano			
	Grande città			
3.	Stimare il tempo per decidere la strategia più opportuna per fronteggiare l'incendio, compreso il tempo necessario per ricevere le disposizioni/indicazioni dal capo squadra			

	ATTREZZATURE DI SICUREZZA				
	Azione	Tempo			
4.	Si chiede di stimare il tempo per indossare correttamente il respirare per intervenire	tore pronto			
	☐ Si trovano già sul mezzo, tempo trascurabile				
	☐ Indicare un tempo				
5.	Stimare il tempo per indossare correttamente i DPI (Nomex, Pasottelmo, elmo, guanti)	intanomex,			
	☐ Si trovano già sul mezzo, tempo trascurabile				
	☐ Indicare un tempo				
6.	Stimare il tempo per prendere le attrezzature necessarie dagli scompa dell'APS/ABP:	artimenti			
	Attrezzature per lo spegnimento (manichette, riduttori, amplificatori, deviatori, lance)				
	Strumenti per l'ingresso forzato (piede di porco, mototroncatrice, motosega,)				
	Kit di alta quota o simili (materiale SAF).				

	ENTRARE DENTRO L'EDIFICIO	
	Azione	Tempo
7.	Stimare il tempo per forzare una porta	
	Porta a battente	
	Porta blindata	
	Cancello	
	Altre tipologie	
8.	Stimare il tempo per entrare nell'edificio considerando diversi tipi di ostruzione delle vie di accesso	
	Accumulo di materiale dietro l'accesso, porte lungo il percorso chiuse, ecc	
	Sfondare le pareti, materiale dietro l'accesso, porte lungo il percorso chiuse, ecc.	
9.	Stimare il tempo per percorrere 10 metri orizzontali in condizioni di visibilità	buona
	In uniforme da intervento	
	In uniforme da intervento con attrezzatura	
	In uniforme da intervento con DPI completi (Nomex, Pantanomex, sotto elmo, elmo) e autorespiratore	

10.	Stimare il tempo per percorrere 10 metri orizzontali in presenza	di fum	10
	In uniforme da intervento		
	In uniforme da intervento con attrezzatura		
	In uniforme da intervento con DPI completi (Nomex, Pantanomex, sotto elmo, elmo) e autorespiratore		
11.	Stimare il tempo per disattivare gli impianti (es. di ventilazione, dell'impianto elettrico, impianto fotovoltaico, ecc) e bloccare gli ascensori		
12.	Tempo medio per raggiungere i seguenti pianti con l'autoscala, stabilizzato il mezzo	dopo	aver
	2° piano		
	5° piano		
	10° piano		
	15° piano		

TEMPO PER PREPARARE L'ACQUA				
	Azione	Tempo		
13.	Individuare le risorse idriche disponibili in loco (idranti, fiumi) e decidere quali utilizzare.			
14.	Stimare il tempo per stendere 20 m di tubazione (tubazioni UNI 45 o UNI 70 compresi i tempi di collegamento al gruppo pompe e della lancia)			
15.	Stimare il tempo per rimuovere o collegare la tubazione flessibile (UNI 45 o UNI 70) e collegarla a un deviatore (2 o 3 vie) per permettere di raggiungere i piani dell'edificio			

ALTRE AZIONI

16. Mettere in ordine i fattori che influenzano maggiormente i tempi di preparazione all'intervento:

Fattori	Ordine di importanza (da 1 a 7)
Accessibilità all'area (larghezza della strada, presenza di cancelli, ostacoli generici)	
Geometria dell'edificio	
Tipologia di attività svolta nell'edificio	
Disponibilità e chiarezza delle informazioni dalla sala operativa del comando (o dall'utente)	

	Edificio non adeguato al norma di prevenzione incendi (es.		
	presenza di scale protette, impianto idrico, percorsi di		
	esodo troppo lunghi,)		
	Altezza del piano dell'alloggio interessato		
	Coordinamento tra le squadre presenti sul posto (sia permanenti che volontari)		
D	D' 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	• , 1	

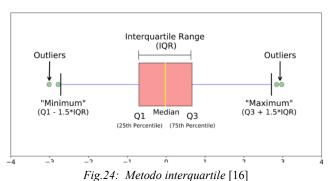
Risposta aperta - Discutere brevemente, in base ad esperienze vissute, quali 17. imprevisti non trattati nel questionario hanno avuto un impatto temporale negativo dopo l'arrivo sul posto.

Software di analisi 6.5.

Le analisi sono effettuate con R studio, un software di programmazione per il calcolo statistico. Dopo una prima fase di pre-processing in cui verrà ripulito il dataset dai valori anomali, chiamati outlier, segue il calcolo di media e deviazione standard al fine di analizzare la dispersione dei dati.

Tra le diverse tecniche per l'identificazione degli outlier si è usato "BOXPLOT" che dà una buona indicazione su come sono distribuiti i valori in modo compatto, ad esempio in base al parametro "Posizione città".

Questo algoritmo di calcolo utilizza il metodo interquartile per l'identificazione puntuale degli outlier; calcola il valore mediano della distribuzione e, a seguire, il primo interquartile Q1 posto al percentile e il 25th interquartile Q3 al 75th percentile.



Viene poi definito l'interquartile:

$$IQR = Q3 - Q1$$

Boxplot identifica come outlier tutti i valori che stanno fuori da un range:

- $Minimum = Q1 1.5 \cdot IQR$
- $Maximum = Q3 + 1,5 \cdot IQR$

É possibile variare questo range, posto di default a 1,5, cambiando la tolleranza dell'algoritmo. La Fig. 25 mostra la rappresentazione degli outlier con BOXPLOT, come punti che si discostano visibilmente dal valore medio per la particolarità della situazione che rappresentano. Nei sottoparagrafi successivi questa tipologia di diagramma non mostrerà i valori al di fuori del range per osservare meglio la distribuzione.

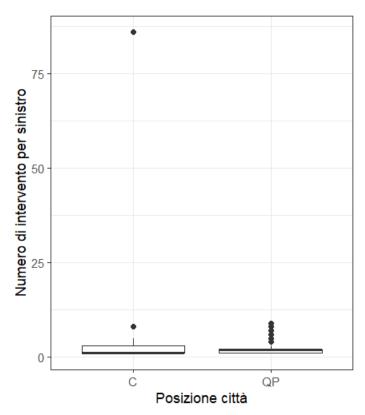


Fig. 25 : Esempio Boxplot – Squadre di intervento per sinistro, raggruppamento per "Posizione città"

Tra gli outlier sono presenti l'incendio avvenuto nel centro di Torino il 3 Settembre 2021 in Piazza Carlo Felice e in un quartiere periferico in Via Frossasco 3. Questi rappresentano situazioni particolari in cui il numero di risorse impiegate risulta di gran lunga superiore alla norma, pertanto vengono individuati dall'algoritmo come valori anomali da escludere, che non possono essere utilizzati per rappresentare una situazione ricorrente.

Posizione città	Indirizzo Intervento	Data Scheda	Interventi	Sinistri	Ore Intervento	Uomini Impiegati	Mezzi Impiegati
С	Piazza Carlo Felice 85	03/09/2021	86	1	498	272	91
QP	Via Frossasco 3	18/03/2021	9	1	19	25	9

Tabella 7: esempi di outlier per Quartieri periferici e centro città

7. Risultati

In questo paragrafo sono presenti i risultati ottenuti dall'analisi dei diversi dataset, il primo ricavato dal cruscotto digitale dei vigili del fuoco, il secondo costruito con i risultati del questionario. I risultati sono quasi sempre espressi in termini di medie e distribuzioni standard, al fine di determinare per ogni edificio di civile abitazione delle linee per l'impiego delle risorse in un operazione di soccorso, nonché per il tempo esatto in cui gli operatori si trovano nelle condizioni di poter operare.

7.1. Cruscotto digitale

Nella scheda "Analisi guidata" sono presenti 309 eventi di "Incendio generico" avvenuti nel territorio di Torino nell'anno 2021. Al fine di trovare una logica per l'utilizzo delle diverse risorse, è presente nei sottoparagrafi che seguono la rappresentazione delle distribuzioni per ogni colonna utile del dataset, oltre a media, deviazioni standard e considerazioni.

7.1.1. Posizione città

Nel 2021 a Torino sono avvenuti 309 incendi in edifici di civile abitazione, suddivisibili in:

- o Quartieri periferici QP
- Centro C

Con la classificazione mostrata in 5.2.1., il 92% degli eventi si verifica nei quartieri periferici e l'8% nel centro città.

	Numero di incendi	Percentuale [%]
QP	285	92
С	24	8
TOTALE	309	100

Tabella 5: suddivisione e percentuale eventi per "Posizione città"



Fig. 26 : Istogramma: suddivisione eventi per "Posizione città"

La percentuale del centro incendi avvenuti in centro città è molto minore rispetto agli incendi nei quartieri periferici per la netta differenza di superficie. [10] e [9] rendono noti i valori di superficie della città di Torino e del suo centro sono pari a 130,01 km² e 3,78 km²; è possibile calcolare l'area complessiva dei quartieri periferici dalla differenza tra le 2:

	Superficie [km²]	Percentuale [%]	
QP	126,23	97	
С	3,78	3	
TOTALE	130,01	100	

Tabella 6: Superficie Centro e quartieri periferici

Per stabilire quale zona è maggiormente soggetta a "rischio incendio per edifici di civile abitazione", si calcola la densità di incendio per km² dividendo il numero di incendi avvenuti per la superficie:

	Numero di incendi [-]	Superficie [km²]	Densità [1/ km²]
QP	285	126,23	2,26
С	24	3,78	6,35

Tabella 7: calcolo densità di incendio per C e OP

Nonostante la superficie del centro storico di Torino sia drasticamente minore delle restanti zone, la densità di incendio risulta più elevata a favore di un maggiore probabilità di incendio. A parità di superficie, a ogni incendio sviluppato in QP corrispondono circa 3 incendi in C.

7.1.2. Numero di interventi per sinistro

Nel cruscotto è possibile notare che in alcuni casi sono presenti più interventi per ogni sinistro perché ogni "Intervento" rappresenta una squadra di soccorso che interviene sul campo. Il comando in base alla gravità dell'evento, chiama ad intervenire sul campo un numero adeguato di squadre.

Segue l'analisi del numero medio di squadre di intervento per ogni sinistro al fine di definire una linea di tendenza. La mediana, l'interquartile e il range di accettabilità sono informazioni visibili nel boxplot in figura 27. In questo caso i valori anomali rimossi rappresentano quegli eventi eccezionali che hanno necessitato l'impiego di un numero risorse che si discosta molto da un normale utilizzo.

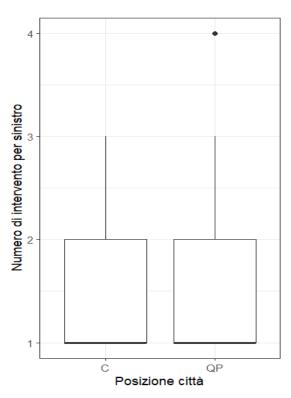


Fig. 27: Grafico Boxplot – Squadre di intervento per sinistro, raggruppamento per "Posizione città"

Segue il calcolo di media e deviazione standard per posizione; approssimando per eccesso, in media il comando ha impiegato 2 squadre di intervento per gli incendi di civile abitazione avvenuti sia in centro città, che nei quartieri periferici.

Posizione città	Numero di interventi per sinistro		
Citta	Media	σ	
С	1,62	0,86	
QP	1,75	0,90	

Tabella 8: Media e deviazione standard, numero di intervento per sinistro, in base alla posizione urbana

7.1.3. Durata delle operazioni di intervento per sinistro

In questa sezione è presente l'analisi della durata media di un incendio di civile abitazione in relazione alla posizione, dopo la ricerca outlier che seleziona come tali 22 eventi avvenuti in tutta la città di Torino nel 2021.

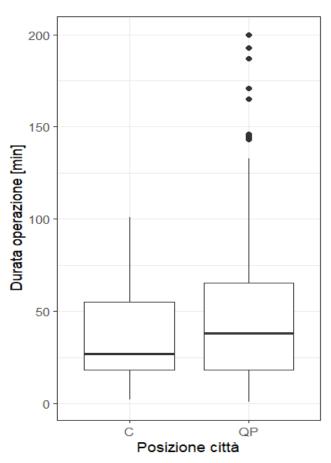


Fig. 28: Grafico Boxplot – Durata, raggruppamento per "Posizione città"

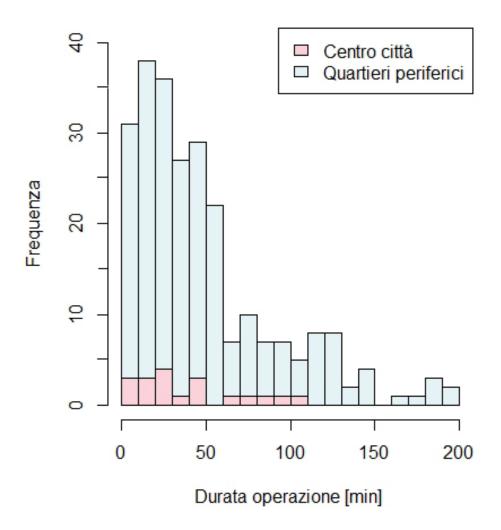


Fig. 29 : Istogramma – Durata operazione in QP e C, rispettivamente in azzurro e rosa

L'istogramma in Fig. 29 assegna a ogni incendio una durata complessiva di intervento, permettendo di osservare quale durata di intervento si ha con maggiore frequenza. Ogni rettangolo dell'istogramma corrisponde a una durata di 15 minuti, quindi si osserva che la maggior parte degli incendi avvenuti sia in centro città che nei quartieri periferici, ha una durata complessiva compresa tra 30 e 45 minuti. Inoltre dopo la rimozione degli eventi meno significativi, non sono presenti in C eventi con una durata maggiore di 115 minuti. La tabella 9 mostra la durata media di un intervento di circa 39 minuti per il centro città e 49 minuti per i quartieri periferici. La deviazione standard indica la dispersione dei dati, infatti nel dataset sono presenti sia incendi di celere estinzione, che eventi la cui gestione è risultata più difficoltosa.

Posizione città	Tempo di intervento [min]	
Citta	Media	σ
С	39,21	31,04
QP	49,24	42,04

Tabella 9: Media e deviazione standard, Tempo di intervento in minuti per posizione

7.1.4. Uomini impiegati

Un'altra informazione utile riguarda il numero di uomini impiegati in media per ogni sinistro, in base alla posizione urbana in cui l'evento accade.

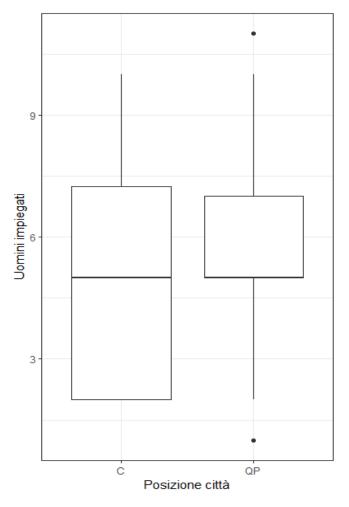


Fig. 30 : Grafico Boxplot – Uomini impiegati, raggruppamento per "Posizione città"

Dalla Fig. 31 è possibile notare che la maggior parte degli incendi avvenuti nei quartieri periferici hanno impiegato 5 e 7 uomini, mentre nel centro città da 2 a 4 persone. Segue che nonostante la frequenza di accadimento di un incendio per gli appartamenti di civile abitazione sia più alta per il centro città, questi implicano un numero minore di uomini a favore di situazioni meno drastiche.

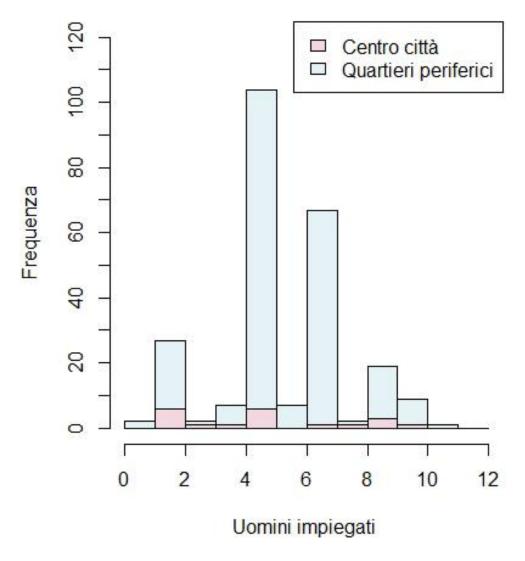


Fig. 31 : Istogramma – Uomini impiegati per QP e C, rispettivamente in azzurro e rosa

Dalla tabella 10 osserviamo che per ogni sinistro intervengono vengono impiegati, facendo le opportune approssimazioni, circa 5 uomini per gli interventi nel centro città e 6 per i quartieri periferici.

Posizione città	Uomini impiegati per sinistro	
Citta	Media	σ
С	5,05	2,76
QP	5,70	2,04

Tabella 10: Media e deviazione standard, Uomini impiegati per sinistro, per posizione

Considerando che la deviazione standard indica un intervallo di tolleranza, possiamo supporre che quando l'entità dell'incendio non è così elevata, le sentinelle che si trovano in prossimità del luogo dell'evento e che vengono chiamate ad intervenire dalla centrale operativa, sono in grado di gestire la situazione senza necessitare di ulteriori risorse. Tuttavia questa risulta un'ipotesi da accertare con chi di dovere, che comunque giustificherebbe la presenza di eventi nel dataset risolti da un numero così basso di operatori. Ricordiamo che, dalla discussione con il capo reparto, una squadra è composta da almeno 5 uomini.

7.1.5. Uomini impiegati per ogni squadra di intervento

Il numero di uomini mandati in campo è proporzionale al numero di squadre; se non normalizzassimo per il numero di squadre potremmo riconoscere come outlier eventi in cui l'entità del danno risulta tale da necessitare un numero di squadre e uomini maggiori rispetto alla media.

Il numero di outlier per "numero di uomini per sinistro" è pari a 5, nel caso del "numero di uomini per ogni squadra di intervento", l'algoritmo non rivela alcun valore anomalo a favore di una certa costanza nell'impiego di uomini per ogni squadra di intervento.

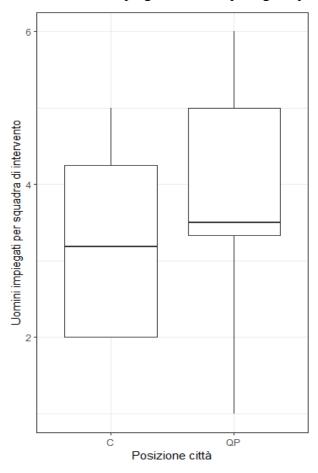


Fig. 32: Grafico Boxplot – Uomini impiegati per squadra di intervento, raggruppamento per "Posizione città"

Dopo la normalizzazione per squadra di intervento notiamo che una squadra è formata in media da 3 persone per gli interventi avvenuti nel centro città, da 4 nei quartieri periferici. Ricordiamo che sia in centro che nel quartieri periferici, gli incendi avvenuti hanno impiegato in media 2 squadre di soccorso.

Posizione città	Uomini impiegati per squadra di intervento	
	Media	σ
С	3,37	1,15
QP	3,87	1,08

Tabella 11: Media e deviazione standard, Uomini impiegati per squadra di intervento, per posizione città

Possiamo notare che il numero di uomini impiegati nei quartieri periferici città risulta maggiore rispetto al centro città, magari per la maggiore difficoltà di gestione. Infatti da 6.1.3 è emerso che la durata complessiva di un intervento per i quartieri periferici è maggiore rispetto a un incendio sviluppatosi nel centro città.

7.1.6. Mezzi impiegati

I mezzi impiegati dai vigili del fuoco costituiscono, come il numero di uomini, una risorsa da impiegare, pertanto le considerazioni effettuate per il calcolo risultano le medesime al numero di uomini.

Anche in questo caso l'impiego di mezzi è proporzionale all'entità del danno, pertanto è necessario effettuare una standardizzazione sul numero di squadre impiegate per intervento.

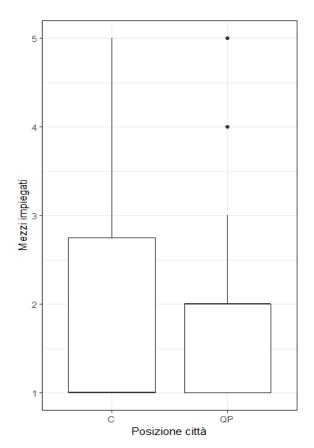


Fig. 33 : Grafico Boxplot – Mezzi impiegati per sinistro, raggruppamento per "Posizione città"

Dalla Fig. 34 osserviamo la distribuzione del numero di mezzi impiegati per la totalità degli eventi, mentre nella Tabella 12 media e deviazione standard. La tendenza è quella di utilizzare 2 mezzi per gli interventi nel centro città e nei quartieri periferici. Questo andamento è coerente al numero di interventi per sinistro in 6.1.2 e ognuna di queste giunge sul luogo dell'evento con un mezzo. Questa affermazione è dimostrata effettuando una normalizzazione sul numero di interventi per sinistro, come mostrato nella Tabella 12, ottenendo così il numero di squadre per squadra di intervento.

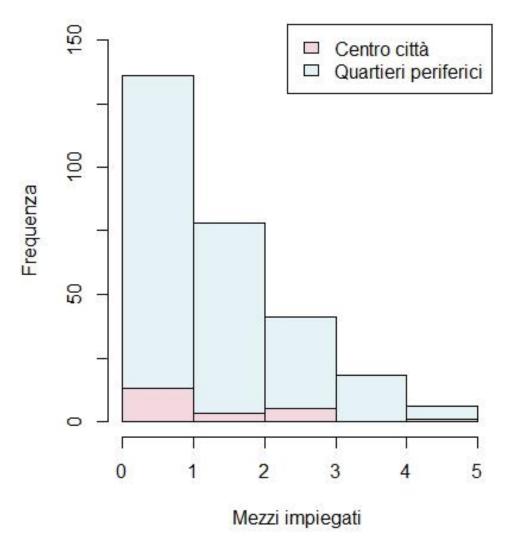


Fig. 34 : Istogramma – Mezzi impiegati per sinistro, in QP e C

Posizione	Mezzi impiegati		Mezzi impiega di inte	
città	Media	σ	Media	σ
С	1,77	1,11	1	0
QP	1,85	1,03	1	0

Tabella 12: Media e deviazione standard, Mezzi impiegati per sinistro e Mezzi impiegati per squadra di intervento, per posizione città

7.1.7. Annuario statistico VVF

Parte delle informazioni presenti in questo paragrafo sono ricavate dall'annuario statistico dei vigili del fuoco [11], un report annuale che mostra pubblicamente le performance di tutte le attività che essi svolgono. I vigili intervengono in merito ad attività di soccorso, di vigilanza antincendi, di prevenzione incendi e formazione del personale. É necessario precisare che la messa a disposizione di dati statistici che rappresentino l'andamento del loro operato è un obbligo sancito dal Decreto Legislativo n°322, infatti devono necessariamente diffondere annualmente dati compatti riassuntivi che rappresentano l'andamento prestazionale di ogni tipologia di operazione svolta, nonché i tempi di arrivo e di intervento medi. Queste informazioni vengono diffuse in forma compatta per non ricondurre al caso specifico ed essere utilizzate solamente per fini statistici. Nonostante questo monitorano tutti i comandi e distaccamenti, sia permanenti che volontari presenti su tutto il territorio nazionale, con un'accuratezza dell'ordine della provincia

É presente per ogni regione e provincia la durata dell'intervento, come l'arco di tempo tra l'arrivo della squadra di intervento e la sua ripartenza. In particolare per la regione Piemonte si è assistito a un aumento del tempo di intervento dell'1,6% rispetto al 2020 e del 6,1% dalla media degli ultimi 5 anni. É necessario precisare che i tempi medi riportati sull'annuario aggregano tutte le tipologie di intervento; in questo paragrafo metteremo a confronto i tempi di intervento ricavati dal cruscotto per "incendi generici per appartamenti e locali di civile abitazione" con le medie aggregate, per comprendere come questi influenzano la media complessiva.

	Durata intervento		Rapporto
	Minuti Compatti Caso studio		[-]
Alessandria	37,3	62,5	1,7
Asti	46,2	91,4	2,0
Biella	60,3	157,4	2,6
Cuneo	50,7	113,1	2,2
Novara	45,6	83,9	1,8
Torino	50,6	168,1	3,3
Verbano	63,4	116,3	1,8
Vercelli	47	107	2,3

Tabella 13: Confronto tra i tempi di intervento medi per le provincie del Piemonte, per tutte le categorie di intervento [11] e incendi in edifici di civile abitazione

La Tabella 13 mostra come l'incidenza dei tempi per la categoria "incendi generici per appartamenti e locali di civile abitazione" sia superiore ai dati compatti; questi ultimi si ricavano dalla media di più tipologie di intervento, alcune delle quali caratterizzati da tempi di intervento di gran lunga al di sotto della media. Appartengono a questa categoria i falsi allarmi, gli interventi non più necessari, gli ascensori bloccati e probabilmente il salvataggio animali e il soccorso a persona.

Cercheremo di capire se la durata di un intervento è maggiore per i grandi centri urbani provinciali, rappresentati in tabella 14 dalla voce "Grandi città", o per le restanti "Piccole città". É possibile notare che il tempo complessivo di intervento per una grande città è superiore rispetto alle piccole, a causa di una maggiore difficoltà di gestione dello scenario.

Categoria	Media intervento	
	Minuti	
Piccole città	115,9	
Grandi città	186,3	

Tabella 14: Confronto tra i tempi di intervento medi per piccole e grandi città nel caso di incendi in edifici di civile abitazione

7.2. Questionario personale operativo

In questo paragrafo analizzeremo i risultati del questionario svolto dal personale operativo, al fine di ottenere le tempistiche di alcune attività che questi svolgono durante un intervento per un incendio in edifici di civile abitazione per le 27 risposte ricevute. É importante precisare che la deviazione standard aumenta quando gli operatori non hanno saputo stimare con esattezza il tempo di azioni che non affrontano quotidianamente, come ad esempio il raggiungimento del 15° piano con l'autoscala, un azione che con i mezzi che hanno a disposizione non possono svolgere perché le autoscale a loro disposizione giungono solamente fino al decimo piano. A favore del lavoro svolto, un operatore da un feedback sul questionario dicendo che tratta in maniera chiara i possibili imprevisti che possono capitare nei casi di ritardo nell'attacco ad un incendio.

1. Stimare il tempo per posizionare adeguatamente i seguenti mezzi in corrispondenza dei punti di accesso, dopo l'arrivo sul posto, per:			
Media σ			
	[s]	[s]	
1.1 APS - Auto Pompa Serbatoio	40,71	15,42	
1.2 Autoscala	171,18	57,87	
1.3 Autobotte	61,17	44,92	
1.4 Modulo 4x4 boschivo	40,00	17,94	

Tabella 15: Media e deviazione standard, Risposte da 1.1 a 1.4

I tempi di posizionamento dei mezzi cambiano a seconda della tipologia del veicolo, dagli accessi sul posto, dagli spazi di manovra, dalla presenza di altre squadre o enti e dalle condizioni del luogo. Il tempo minore è attribuito all'Auto Pompa Serbatoio, il mezzo di primo soccorso per eccellenza.

I tempi per il posizionamento dell'autoscala risultano maggiori rispetto agli altri mezzi perché è necessario valutare fattori come la presenza di cavi e tralicci che ostacolano il posizionamento, la distanza finale in cui l'operatore deve giungere, nonché la presenza di locali sotterranei che potrebbero interferire con il peso del mezzo.

L'autobotte, a differenza dell'APS, è un mezzo di secondo impiego che giunge sul posto dell'incendio quando servono ulteriori risorse idriche, quindi un tempo di posizionamento leggermente maggiore può essere tollerato poiché avviene prima che le risorse idriche terminino. Il tempo per il posizionamento del modulo 4x4 boschivo è paragonabile a quello dell'APS.

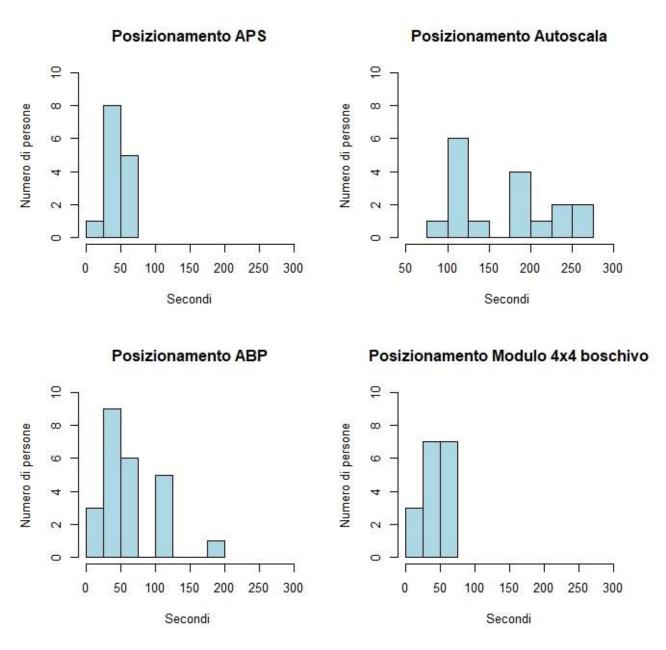
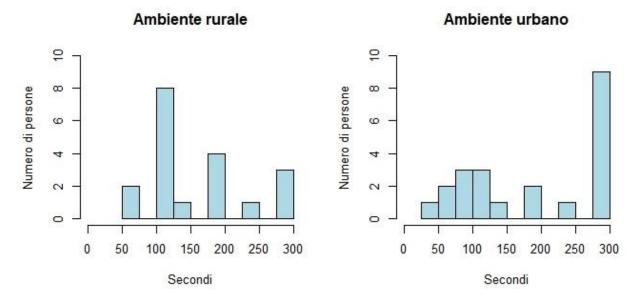


Fig. 35 : Istogrammi risposte da 1.1 a 1.4, relativi al corretto posizionamento dei veicoli

2. Si chiede la stima del tempo per perlustrare la zona e valutare la situazione in un:		
	Media [s]	σ [s]
2.1. Ambiente rurale	162,63	74,37
2.2. Ambiente urbano	193,41	100,14
2.3. Grande città	173,06	93,01

Tabella 16: Media e deviazione standard, Risposte da 2.1 a 2.3

In media questo tempo è minore per gli ambienti rurali e maggiore per i centri urbani, probabilmente per il maggiore numero di elementi da valutare che giustificherebbero un andamento così variabile delle risposte, come dimostrato da un grande aumento delle deviazioni standard. Gli operatori affermano che questa operazione dipende dall'intervento e dalla morfologia del terreno.



Grande città

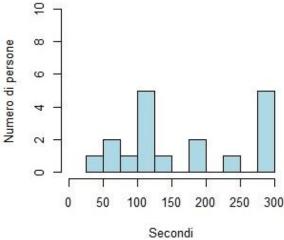


Fig. 36 : Istogrammi risposte da 2.1 a 2.3, relativi al perlustrare e valutare la zona in diversi ambienti

3. Stimare il tempo per decidere la strategia più opportuna per fronteggiare l'incendio, compreso il tempo necessario per ricevere le disposizioni/indicazioni dal capo squadra

Media	σ
[s]	[s]
95,28	49,42

Tabella 17: Media e deviazione standard, Risposta 3

Lo studio della strategia più opportuna avviene lungo il tragitto di arrivo sul posto, mediante le informazioni ricevute dalla sala operativa. Appena giunti sul luogo dell'evento, i vigili procedono nel minor tempo possibile, ma con razionalità.

Decidere la strategia di intervento

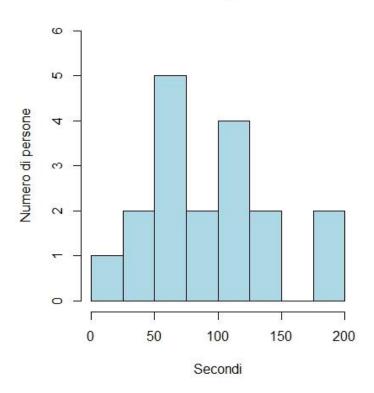


Fig. 37 : Istogramma risposta 3 inerente al tempo per decidere la strategia antincendio da adoperare

	Media	σ
	[s]	[s]
4. Si chiede di stimare il tempo per indossare correttamente il respiratore pronto per intervenire. (Inserire zero se ritenuto trascurabile)		42,57
5. Stimare il tempo per indossare correttamente i DPI (Nomex, Pantanomex, sottelmo, elmo, guanti). (Inserire zero se ritenuto trascurabile)		69,52

Tabella 18: Media e deviazione standard, Risposte 4 - 5

Le domande 4 e 5 hanno il tasso di risposta più basso per le molte risposte discorsive, infatti sia il respiratore che i dispositivi di protezione individuale – DPI vengono indossati sul mezzo mentre il veicolo è il marcia verso il luogo dell'intervento. Arrivati sul posto, l'operatore impiega circa 30 secondi per indossare solamente la maschera.

Dall'andamento delle risposte è comprensibile che queste 2 domande dovevano essere formulate in maniera differente, perché era richiesto di inserire "zero" se questo periodo temporale non interferiva con lo svolgersi dell'operazione. Alcuni operatori hanno giustamente inserito il tempo per indossare queste dotazioni sul mezzo, mostrato in tabella 18, un intervallo che non rientra negli obiettivi della nostra analisi.

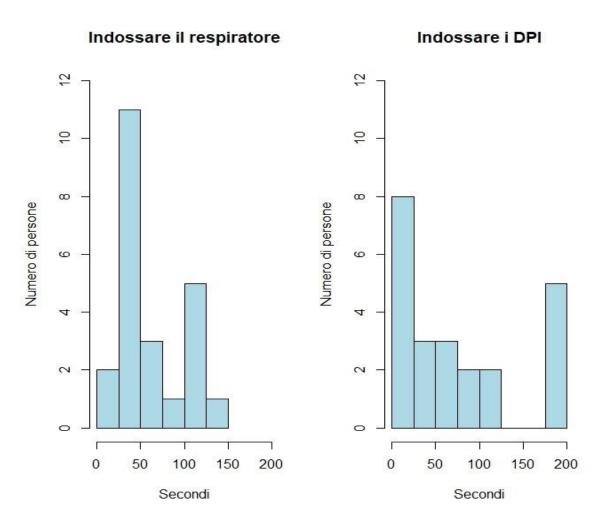


Fig. 38 : Istogramma risposte 4 e 5, inerente al tempo per indossare il respiratore e i dispositivi di protezione individuale - DPI

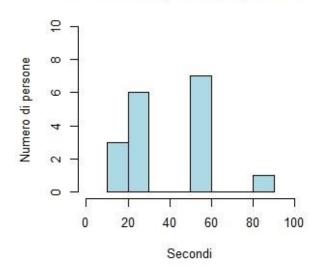
6. Stimare il tempo per prendere le attrezzature necessarie dagli scompartimenti dell'APS/ABP		
	Media	σ
	[s]	[s]
6.1. Attrezzature per lo spegnimento (manichette, riduttori, amplificatori, deviatori, lance)	43,53	21,42
6.2. Strumenti per l'ingresso forzato (piede di porco, motosega,)	45,00	16,80
6.3. Kit di alta quota o simili (materiali SAF)	36,05	28,31

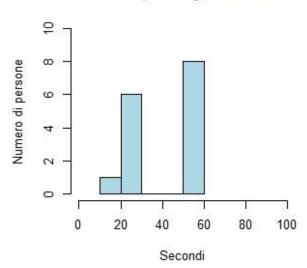
Tabella 19: Media e deviazione standard, Risposte da 6.1 a 6.3

Queste operazioni non necessitano di un tempo elevato, è necessario aprire la serranda del mezzo per poi prendere il necessario.

Attrezzature per lo spegnimento

Strumenti per l'ingresso forzato





Kit alta quota SAF

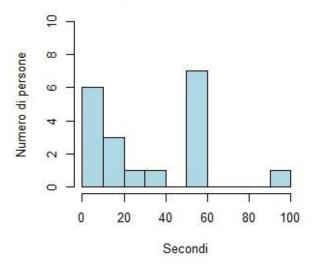


Fig. 39 : Istogrammi risposte da 6.1 a 6.3, relativi al tempo per prendere l'attrezzatura necessaria dagli scompartimenti dell'APS/ABP

7. Stimare il tempo per forzare una porta			
	Media σ		
	[s]	[s]	
7.1. Porta a battente	77,27	57,83	
7.2. Porta blindata	315,48	187,90	
7.3. Cancello	145,71	99,63	
7.4. Altre tipologie	124,41	98,90	

Tabella 20: Media e deviazione standard, Risposte da 7.1 a 7.4

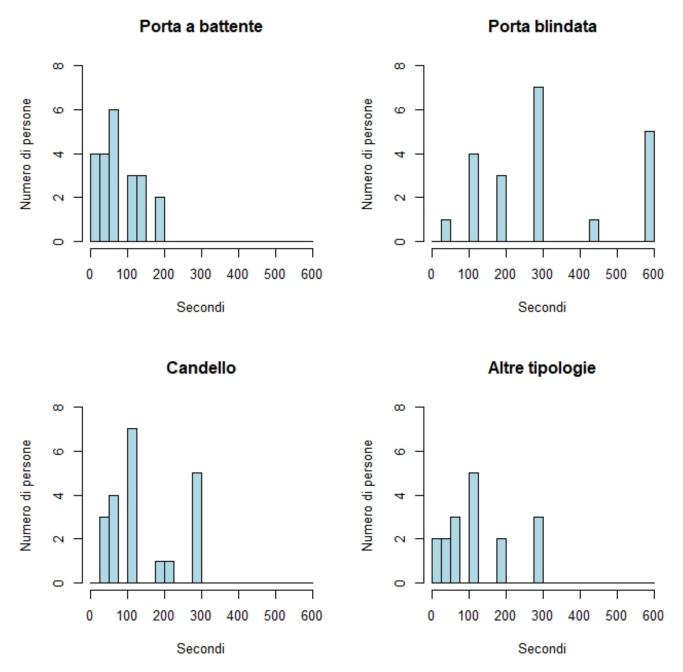


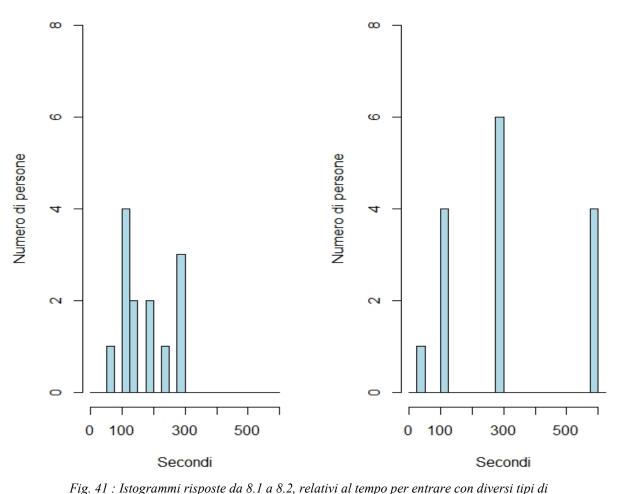
Fig. 40: Istogrammi risposte da 7.1 a 7.3, relativi al tempo forzare diverse tipologie di porta

Questa operazione non viene spesso effettuata perché si cerca di entrare sempre dall'esterno. La durata temporale per forzale una porta dipende in primis dalla tipologia; nei casi più semplici potrebbe bastare una forte spinta, mentre per quelli più complicati è necessario l'impiego attrezzatura pesante come la moto disco, il divaricatore e il pistone ad expander. I tempi medi sono riportati nella tabella 20.

8. Stimare il tempo per entrare nell'edificio considerando diversi tipi di ostruzione delle vie di accesso			
	Media	σ	
	[s]	[s]	
8.1. Accumulo di materiale dietro l'accesso, porte lungo il percorso chiuse, ecc	180,00	80,31	
8.2. Sfondare le pareti, materiale dietro l'accesso, porte lungo il percorso chiuse, ecc.	383,82	268,70	

Tabella 21: Media e deviazione standard, Risposte da 8.1 a 8.2

Materiale dietro l'accesso Sfondare le pareti



rig. 41 . Istogrammi risposte au 6.1 a 6.2, retativi ai tempo per entrare con aiversi tipi ai

Anche in questo caso tra le risposte emerge la tendenza ad entrare dall'esterno dell'edificio, da finestre e balconi. Risulta un operazione non svolta durante una normale operazione.

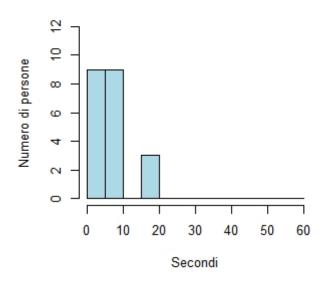
9. Stimare il tempo per percorrere 10 metri orizzontali in condizioni di buona visibilità in:			
	Media	σ	
	[s]	[s]	
9.1. Uniforme da intervento	8,48	5,70	
9.2. Uniforme da intervento con attrezzatura	9,37	2,92	
9.3. Uniforme da intervento con DPI completi (Nomex, Pantanomex, sotto elmo, elmo) e autorespiratore	10,11	4,75	

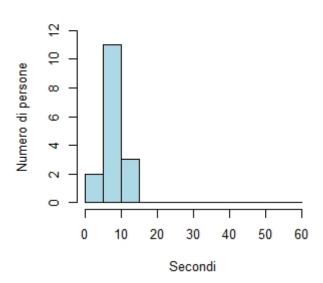
Tabella 22: Media e deviazione standard, Risposte da 9.1 a 9.2

Dalle risposte osserviamo l'andamento medio atteso, un tempo crescente con

Uniforme da intervento

Uniforme da intervento con attrezzatura





Uniforme da intervento con DPI completi

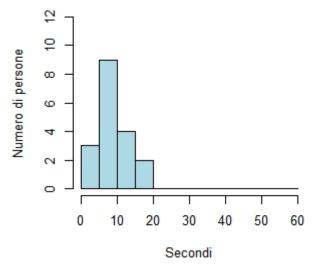


Fig. 42 : Istogrammi risposte da 9.1 a 9.2, relativi al tempo per percorrere 10 metri con buona visibilità e uniforme equipaggiata in modo differente

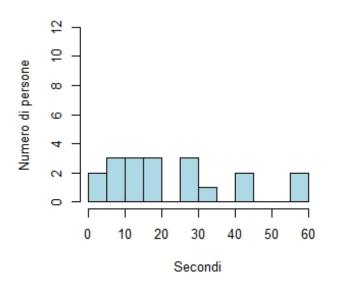
10. Stimare il tempo per percorrere 10 metri orizzontali in presenza di fumo		
	Media	σ
	[s]	[s]
10.1. Uniforme da intervento	24,68	17,82
10.2. Uniforme da intervento con attrezzatura		16,88
10.3. Uniforme da intervento con DPI completi (Nomex, Pantanomex, sotto elmo, elmo) e autorespiratore	31,79	6,68

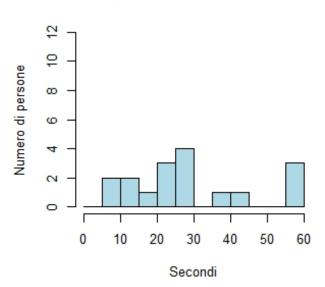
Tabella 23: Media e deviazione standard, Risposte da 10.1 a 10.2

Come dimostra l'indice di dispersione, la precisione di questa risposta è inferiore della precedente per le poche risposte alle prime 2 domande; infatti in presenza di fumo non si entra senza autorespiratori per le condizioni estreme in cui lo spostamento viene effettuato. Risulta pertanto un operazione mai eseguita e difficilmente stimabile.

Uniforme da intervento

Uniforme da intervento con attrezzatura





Uniforme da intervento con DPI completi

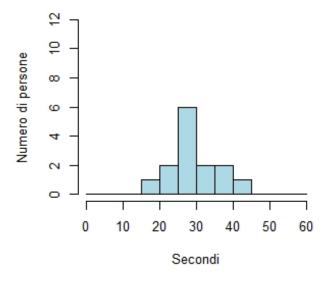


Fig. 43: Istogrammi risposte da 10.1 a 10.2, relativi al tempo per percorrere 10 metri in presenza di fumo con uniforme equipaggiata in modo differente

	Media	σ
	[s]	[s]
11. Stimare il tempo per disattivare gli impianti (es. di ventilazione, dell'impianto elettrico, impianto fotovoltaico, ecc) e bloccare gli ascensori		117,52

Tabella 24: Media e deviazione standard, Risposta 11

Le tempistiche dipendono dalla tipologia di impianto, dall'accessibilità ai locali e dalla informazioni disponibili. Spesso si ha la presenza di un referente che indica la collocazione dei locali da dove disattivare tali funzioni. Il problema maggiore è inerente alla loro accessibilità, infatti in caso di incendio bisogna renderli agibili. Nel caso di un incendio di grossa entità vengono chiamati ad intervenire i gestori dell'energia, quindi è possibile che questa operazione dipenda da terzi. Ipotizzando un accesso non ostacolato dalla presenza di fiamme, questa operazione dipende comunque dalla tipologia di impianto e il suo tempo di svolgimento è fortemente variabile; sono necessari pochi secondi per gli impianti di ventilazione e impianti elettrici, molto di più nel caso di pannelli fotovoltaici, i quali restano in tensione e vanno singolarmente coperti. Per questa ragione l'ampiezza delle risposte risulta molto ampia. Per sviluppi futuri sarà necessario specificare la tipologia di impianto da disattivare.

Disattivare gli impianti

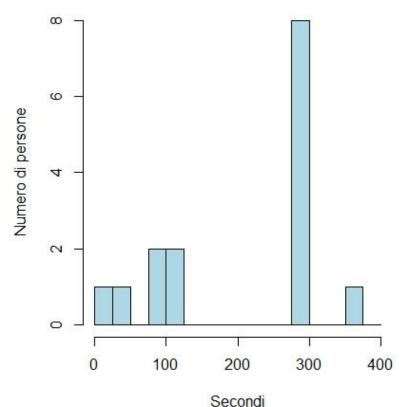


Fig. 44 : Istogramma risposta 11 inerente al tempo per disattivare gli impianti

12. Tempo medio per raggiungere i seguenti pianti con l'autoscala, dopo aver stabilizzato il mezzo		
	Media	σ
	[s]	[s]
12.1. 2° Piano	38,09	19,78
12.2. 5° Piano	69,71	30,13
12.3. 10° Piano	108,44	40,24
12.4. 15° Piano	120,91	45,71

Tabella 25 : Media e deviazione standard, Risposte da 12.1 a 12.4

Molti operatori non sono stati in grado di stimare il tempo per giungere al 15° piano perché le autoscale presenti nel territorio di Torino consentono di arrivare al massimo al decimo piano: segue un aumento maggiore della deviazione standard in 12.3 e 12.4 per la maggiore difficoltà riscontrate dagli operatori per effettuare questa stima.

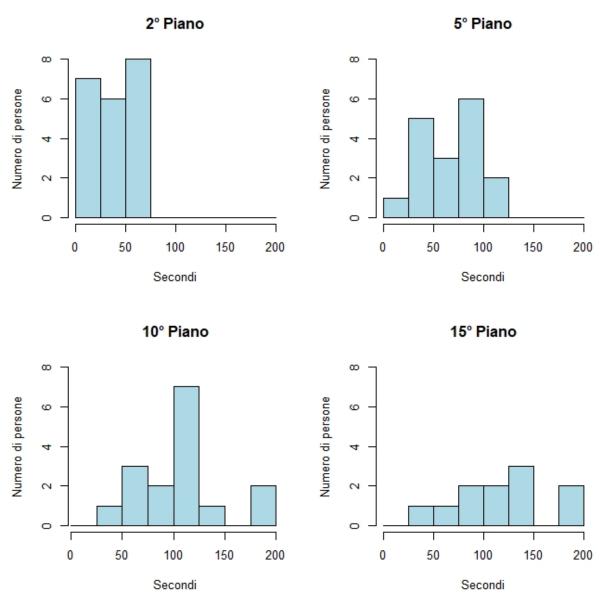


Fig. 45 : Istogrammi risposte da 12.1 a 12.4, relativi al tempo per percorrere raggiungere con l'autoscala diversi piani

	Media	σ
	[s]	[s]
13. Stimare il tempo per individuare le risorse idriche disponibili in loco (idranti, fiumi) e decidere quali utilizzare		46,76

Tabella 26: Media e deviazione standard, Risposta 13

Il tempo per individuare le risorse idriche dipende dal territorio in cui si lavora e dalle informazioni comunicate dalla sala operativa che può avere la posizione degli idranti sulle proprie mappe. Dopo 3 minuti di ricognizione, viene chiamata ad intervenire l'autobotte. Rimane l'incognita del buon funzionamento di questi dispositivi.

Identificare le risorse idriche in loco

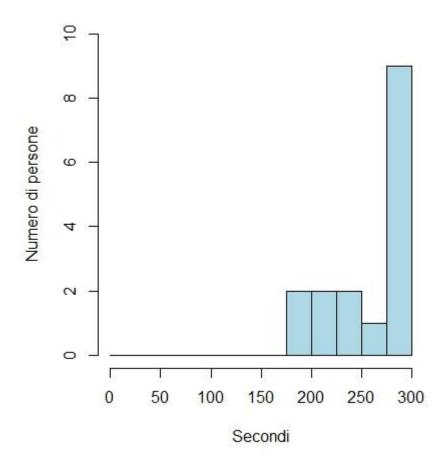


Fig. 46 : Istogramma risposta 13 sul tempo per identificare le risorse idriche in loco

	Media	σ
	[s]	[s]
14. Stimare il tempo per stendere 20 m di tubazione (tubazioni UNI 45 o UNI 70 compresi i tempi di collegamento AL gruppo pompe e della lancia)	44,11	25,15

Tabella 27: Media e deviazione standard, Risposta 14

Stendere 20 m di tubazione

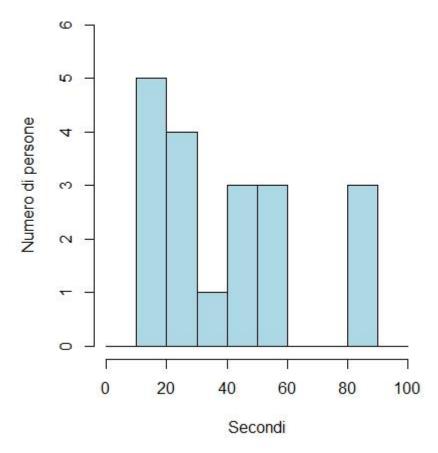


Fig. 47 : Istogramma risposta 14 sul tempo per stendere 20 m di tubazione (UNI45 e UNI70)

	Media	σ
	[s]	[s]
15. Stimare il tempo per rimuovere o collegare la tubazione flessibile (UNI 45 o UNI 70) e collegarla a un deviatore (2 o 3 vie) per permettere di raggiungere i piani dell'edificio	54,12	32,99

Tabella 28: Media e deviazione standard, Risposta 15

Il deviatore viene sempre collegato, indipendentemente dall'operazione da effettuare. Un operatore afferma che sono necessari 45 secondi per ogni valvola, a prescindere dal numero di vie.

Collegare la tubazione a un deviatore

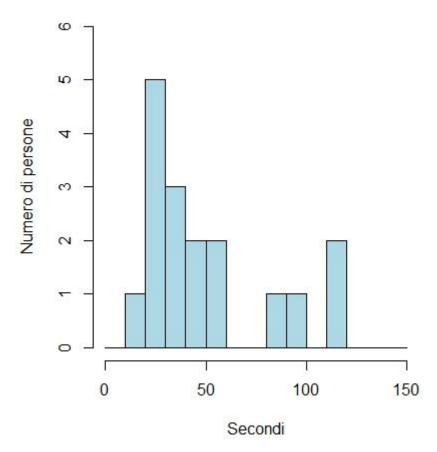
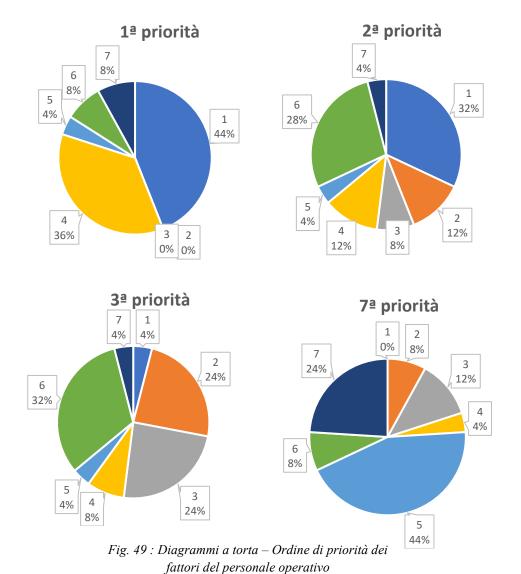


Fig. 48 : Istogramma risposta 15 sul tempo per collegare la tubazione flessibile (UNI45 e UNI70) a un deviatore 2 o 3 vie

16. Mettere in ordine i fattori che influenzano maggiormente i tempi di preparazione all'intervento (Es. risposta: 1 - 5 - 3 - 2 - 6 -4 - 7):

- 1: Accessibilità all'area (larghezza della strada, presenza di cancelli, ostacoli generici)
- 2: Geometria dell'edificio
- 3: Tipologia di attività svolta nell'edificio
- 4: Disponibilità e chiarezza delle informazioni dalla sala operativa del comando (o dall'utente)
- 5: Edificio non adeguato al norma di prevenzione incendi (es. presenza di scale protette, impianto idrico, percorsi di esodo troppo lunghi, ...)
- 6: Altezza del piano dell'alloggio interessato
- 7: Coordinamento tra le squadre presenti sul posto (sia permanenti che volontari)

Con questo quesito viene stato chiesto al personale operativo di disporre in ordine alcuni fattori ritenuti da noi importanti nello svolgimento di un operazione.



I diagrammi a torta rappresentati in Fig. 49 mostrano la disposizione dei fattori in ordine di importanza, quindi il grafico "1° Priorità" mostra i fattori ritenuti più influenti per gli operatori, mentre il settimo i meno importanti. A tal proposito gli elementi più critici durante un operazione di soccorso sono l'1 e il 4, che riguardano l'accessibilità all'area e la disponibilità di informazioni chiare dalla sala operativa del comando o dall'utente, mentre quelli che hanno un influenza minore sono il 5 e il 7, ovvero la non adeguatezza di un edificio alla norma di prevenzione incendi e il coordinamento tra le squadre presenti sul posto. Un altro fattore di grande incidenza è rappresentato dall'altezza del piano dell'alloggio interessato, seconda o terza posizione in ordine di importanza e quindi più rilevante dell'attività svolta e della geometria dell'edificio.

17. Risposta aperta - Discutere brevemente, anche in base ad esperienze vissute, quali imprevisti non trattati nel questionario hanno avuto un impatto temporale negativo durante un intervento

La difficoltà riscontrata più frequentemente dai vigili del fuoco è data dalle necessità di giungere sul posto dell'incendio il più velocemente possibile. La mancanza di indicazioni sulla compartimentazione interna dell'edificio e di planimetria generica ostruisce sicuramente questa operazione, come l'impossibilità di poter parcheggiare adeguatamente i mezzi fin da subito. Ostacolano il corretto posizionamento la presenza di macchine parcheggiate o in sosta vietata, di fili del tram o elettrici, di alberi e la non idoneità degli accessi per i mezzi pesanti, soprattutto per le autoscale. Per quest'ultima tipologia di mezzo, un ulteriore impedimento è costituito dalla presenza di box sotterranei o di pavimentazioni dissestate e/o di scarse caratteristiche meccaniche che potrebbero cedere a causa del suo peso eccessivo.

Tra gli imprevisti citati dagli operatori ricordiamo il collasso delle strutture, di contenitori che racchiudono liquidi infiammabili e la presenza di vento, elementi che contribuiscono al peggioramento dello scenario, rendendo inaccessibili zone che precedentemente lo erano, costringendo gli operatori a un cambio di strategia con un intervento già in corso. Non è da sottovalutare l'evoluzione dell'incendio durante il viaggio dalla caserma verso il luogo dell'intervento.

Un altro elemento che può ritardare i tempi di spegnimento è l'entrata in campo del nucleo NBCR o l'acquisizione di informazioni sulla natura chimico/fisica del combustibile, elementi indispensabili che potrebbero escludere l'utilizzo di acqua come mezzo di estinzione in quanto un suo utilizzo potrebbe peggiorare la situazione.

Giocano un ruolo fondamentale una non corretta comunicazione tra le squadre o enti che ostacola la collaborazione, ad esempio per l'insufficienza di dispositivi radio, ma non sono da meno la rottura di attrezzature o mezzi in generale, il non corretto funzionamento di idranti e dell'impianto antincendio, la presenza di persone sul posto e le condizioni meteo avverse.

Nonostante sia necessario intervenire il prima possibile, un operatore sottolinea l'importanza di agire con prudenza al fine di non aumentare involontariamente l'entità del danno: a tal proposito una sovralimentazione di ossigeno in un ambiente in cui il

fuoco non è propriamente sviluppato per mancanza di aria, potrebbe portare a conseguenze di gran lunga superiori.

In queste risposte sono emerse fattori che portano ad attaccare l'incendio in una fase già avanzata dello stesso. É emersa l'esigenza di avere più caserme e più uomini con mezzi idonei, sia per le aree urbane che per centri storici, e la possibilità di potersi interfacciare con i proprietari degli stabili al fine di ridurre i tempi d'intervento. In questo modo informazioni inerenti alla conoscenza dei locali, degli accessi, dei possibili pericoli e l'ubicazione dei contatori generali delle utenze di luci e gas potrebbero essere immediatamente note. Nonostante questo spesso l'informazione potrebbe non essere adeguata, quindi è necessario implementare una metodologia che possa fornire dati attendibili.

8. Conclusioni

Questo progetto di tesi ha avuto come obiettivo l'analisi dell'effettivo tempo di intervento dei vigili del fuoco, definito come l'intervallo temporale che intercorre tra l'arrivo sul posto e l'effettivo raggiungimento delle condizioni di poter operare sul luogo dell'incendio. A tal fine è stato necessario conoscere le azioni che i vigili del fuoco italiani svolgono per la casistica "incendi in edifici residenziali", approfondendo l'approccio italiano al problema.

Il capitolo M.2 del Codice di Prevenzione incendi illustra il processo di identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto per la progettazione prestazionale, un analisi quantitativa che il professionista antincendio deve eseguire. Per la salvaguardia della vita dei soccorritori è necessario descrivere la sequenza di evoluzione dello scenario di incendio per un intervallo temporale che va dall'evento iniziatore fino ad almeno 5 minuti dopo l'arrivo delle squadre di intervento dei vigili del fuoco, come riportato nella Tabella. M.2-1 del Codice di Prevenzione incendi. Considerando l'esistenza di diverse tipologie di edifici, questo intervallo temporale può risultare non sempre adatto al fine di determinare le reali condizioni a cui saranno soggetti i vigili del fuoco nel momento dell'operazione, inoltre non vengono stabilite in fase progettuale l'esatta sequenza delle azioni da svolgere nel caso in cui un'incidente accada.

Dallo studio in [5] è noto che una ritardo dei tempi di risposta dai 3 ai 13 minuti comporta una perdita monetaria di circa 3000 dollari statunitensi USD al minuto, dove 1 USD è pari a 0,97 euro, e a un peggioramento significativo delle condizioni dello scenario in termini di visibilità, temperatura e tossicità dell'aria. Nell'ambito degli incendi pochi minuti possono fare la differenza per evitare gravi perdite di vite umane e danni alla proprietà.

Dall'analisi dell'approccio estero al problema, in particolare dell'Australia, si è arrivati alla conclusione che la stesura della migliore procedura di intervento in collaborazione con i vigili del fuoco, porta all'impiego delle migliori procedure operative per tutti i sinistri possibili, consentendo di evitare imprevisti che possano portare a un cambio improvviso di strategia e di fornire un quadro completo sulle reali condizioni a cui i vigili del fuoco andranno a esporsi.

A tal fine la determinazione della procedura di intervento da eseguire nel caso in cui un incidente accada; per ogni azione che compone la procedura operativa, esiste un modello fisico o statistico che stima il tempo necessario per effettuarla, nelle condizioni al contorno che si troveranno davanti i vigili nel caso in cui l'incidente accada. Dopo la valutazione dei tempi e l'ottimizzazione del processo è possibile valutare le reali condizioni che i soccorritori si troveranno davanti al tempo totale t_{TOT}; l'ottenimento di un tempo a cui corrispondono condizioni operative non accettabili per la salute dei soccorritori, comporta una rivisitazione della procedura di intervento.

Per adattare questa metodologia al contesto italiano, è necessario innanzitutto conoscere le azioni e le risorse che il corpo nazionale dei vigili del fuoco adopera durante la gestione di uno scenario di incendio generico per gli edifici residenziali.

Da questo studio è emersa una possibile procedura di intervento per gli edifici alti, che comporta l'utilizzo dell'autoscala per giungere al piano più alto possibile per poi proseguire dalla scala protetta o a prova di fumo. Dalla compilazione di un questionario da parte del personale operativo dei vigili del fuoco del comando di Torino e dalla successiva analisi delle 27 risposte contenenti i tempi di tutte le attività che essi svolgono durante un intervento negli edifici residenziali, è stato possibile ricavare i tempi medi per ogni azione e le deviazioni standard ad essi associati.

Basti pensare che per svolgere attività generiche come posizionare adeguatamente l'autoscala, perlustrare la zona in un ambiente rurale e prendere l'attrezzatura necessaria per lo spegnimento si impiegano circa 6 minuti, senza comunque giungere in prossimità dell'incendio. Segue la necessità di rivedere i tempi minimi di simulazione in quanto non generalizzabili per tutte le situazioni.

I vigili del fuoco italiani, durante l'analisi progettuale, valutano gli elementi strategici della pianificazione dell'emergenza per ogni categoria di costruzione presente nell'Allegato I, e dispongono informazioni sulla sicurezza antincendio come l'ubicazione delle scale di emergenza, degli idranti, ecc... Dal questionario è emerso che questi dati non vengono utilizzati durante un intervento, infatti i vigili pianificano la strategia da adottare durante il viaggio utilizzando le informazioni ricevute dalla sala operativa. É fatta eccezione per gli stabilimenti classificati a Rischio di Incidente Rilevante (RIR), nei quali si stila un piano emergenza esterno condiviso con le autorità locali. Inoltre la presenza di imprevisti citati dagli operatori, come il collasso delle strutture o di contenitori che racchiudono liquidi infiammabili, la mancata conoscenza di materiali pericolosi contribuiscono al peggioramento dello scenario e all'aumento dei tempi complessivi di intervento, costringendo gli operatori a un improvviso cambio di strategia. Informazioni simili devono essere necessariamente essere note ai soccorritori prima dell'inizio del soccorso.

Un altro obiettivo è stato quello di analizzare i dati ricavati dal cruscotto digitale dei vigili del fuoco, i tempi di intervento medi e l'impiego delle risorse per gli incidi residenziali avvenuti negli appartamenti della città di Torino nel 2021, per il centro città e i quartieri periferici. Per questa categoria è emersa una maggiore frequenza di avvenimento per gli appartamenti situati in centro, ma un numero di uomini impiegati e una durata di intervento minori a favore di situazioni più semplici da gestire rispetto ai quartieri periferici.

Dal questionario è emersa l'esigenza da parte degli operatori di avere più sedi di servizio dislocate nel territorio di competenza e più uomini con mezzi idonei, sia per le aree periferiche che per centri storici, e la possibilità di potersi interfacciare con i proprietari degli stabili al fine di ridurre i tempi d'intervento. Considerando che spesso

l'informazione potrebbe essere non adeguata, è necessario l'utilizzo di informazioni attendibili dalla centrale operativa.

I risultati ottenuti da questa tesi mirano a mettere in luce le problematiche riscontrate dai vigili del fuoco italiani durante un operazione, introducendo una nuova concezione per la gestione degli interventi. Pertanto, questo studio vuole essere non un punto di arrivo ma di partenza, al fine di portare la tutela dei soccorritori a livelli sempre più alti, un obiettivo condiviso a livello internazionale.

Le analisi sono state effettuate senza consultare le P.O.S. italiane con le quali sarebbe possibile migliorare le domande da sottoporre al personale operativo. Tuttavia la migliore metodologia per ottenere tempistiche più raffinate per ogni azione svolta è sicuramente quella di svolgere delle prove cronometrate sul campo. Questo approccio è stato sviluppato per una classe di intervento, ma è necessario implementare simili sviluppi per tutte le tipologie di interventi al fine poter stimare accuratamente le tempistiche per ogni categoria di edificio .

9. Bibliografia

[1]	«TorinOggi,» https://www.torinoggi.it/202 notizia/argomenti/cronaca-1 in-casa-e-al-lavoro-i-vigili-d campagna-di-sen.html.	1/articolo/nel-2021-troppi	
[2]	afac, «Fire Brigade Intervent	tion,» 2020.	
[3]	C. DONATELLO, «Proget della Fire Safety Engineerin di un'attività commerciale co	g: caso di studio di un ar	npliamento
[4]	S. Särdqvist, «An Engine Tactics,» 1996.	eering Approach to Fi	re-Fighting
[5]	T. U. o. T. a. Austin, «Stat Response Times and Effect States,» 4 May 2019.	•	-
[6]	M. dell'Interno e d. S. p. e. fuoco, Testo coordinato dell'Codice di prevenzione incen	l'allegato I del DM 3 ago	osto 2015 -
[7]	D. I. S. S. –. C. P. d. V. d. f. il servizio di soccorso: sch manuale tipo».		_
[8]	«Corpo Nazionale dei Vigi https://www.vigilfuoco.it/.	li del Fuoco,» [Online].	Available:
[9]	«Centro storico di Torino,» I Novembre 2022. https://it.wikipedia.org/wiki/ [Consultato il giorno 10 11 2	[Online]. Centro_storico_di_Torine	Available:
[10]	« Wikipedia, l'enciclopedia libera, 8 11 2 https://it.wikipedia.org/wiki/ 2022].	2022. [Online].	Available:
[11]	D. C. p. l. R. L. e. Strumer nazionale dei vigili del fuoco		-
[12]	V. Vasco, «Sicurezza Antino	cendio,» 2020.	
[13]	I. M. Malizia, «Il regolamen	to di prevenzione incendi	,» 2011.
[14]	D. I. A. L. Malfa, «FIRE SA	AFETY ENGINEERING	- Il metodo

dell'ingegneria della sicurezza antincendio».