

Regione Lombardia
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE
COMMESSA

LIVELLO
PROGETTAZIONE

D.P.R.
36/23

PROGRESSIVO
ELABORATO

CATEGORIA
OPERA

NUMERO
OPERA

REVISIONE

SCALA

Q 0 3

P

b

0 0 4

I M

- -

R 0

===

AMMODERNAMENTO E POTENZIAMENTO DEL
NODO DI BOVISA - COMUNE DI MILANO
Progetto di fattibilità tecnica ed economica

RELAZIONE TECNICA ANTINCENDIO

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	SET. 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD_ING

NORD_ING Srl
IL DIRETTORE TECNICO
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

FERROVIENORD S.p.A.
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA
IL DIRETTORE
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione



di Per. Ind. Francesco Luglio
Tel. 0332 21 28 65 web: www.studioluglio.it
e-mail: franco@studioluglio.it

REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
L. GRASSI	F. LUGLIO	F. LUGLIO	15.09.2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

INDICE

INDICE	2
--------------	---

SEZIONE I - INTRODUZIONE GENERALE

PREMESSA.....	5
ATTIVITÀ SECONDO IL D.P.R. n°151/11	9
CONCEPT ANTINCENDIO ED ITER DI ADEGUAMENTO VVF.....	10

SEZIONE II - PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ANTINCENDIO

DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO (rif. P.to G.3)	13
STRATEGIA ANTINCENDIO: Quadro generale	20
STRATEGIA ANTINCENDIO: Reazione al fuoco (rif. P.to S.1).....	21
STRATEGIA ANTINCENDIO: Resistenza al fuoco (rif. P.to S.2)	29
STRATEGIA ANTINCENDIO: Compartimentazione (rif. P.to S.3)	40
STRATEGIA ANTINCENDIO: Esodo (rif. P.to S.4).....	44
STRATEGIA ANTINCENDIO: Gestione della sicurezza antincendio (rif. P.to S.5).....	55
STRATEGIA ANTINCENDIO: Controllo dell'incendio (rif. P.to S.6)	58
STRATEGIA ANTINCENDIO: Rivelazione ed allarme (rif. P.to S.7).....	60
STRATEGIA ANTINCENDIO: Controllo di fumi e calore (rif. P.to S.8).....	63
STRATEGIA ANTINCENDIO: Operatività antincendio (rif. P.to S.9).....	70
STRATEGIA ANTINCENDIO: Sicurezza degli impianti (rif. P.to S.10)	73

SEZIONE III - VERIFICHE PRELIMINARI FSE

IPOTESI PROGETTUALI E SCENARI D'INCENDIO	77
ANALISI QUANTITATIVA – MODELLI ED IPOTESI DI BASE	85
ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI D'INCENDIO AL PIANO BANCHINE	88
ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI DI ESODO AL PIANO BANCHINE.....	122

ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI D’INCENDIO AL PIANO INGRESSI.....	131
ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI DI ESODO AL PIANO INGRESSI.....	149
CONCLUSIONI	155
BIBLIOGRAFIA	156

SEZIONE IV – ALLEGATI GRAFICI

SEZIONE I

INTRODUZIONE GENERALE

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto l'analisi di fattibilità tecnica ai fini antincendio riferita al progetto di **ammodernamento e potenziamento della stazione ferroviaria di Milano Bovisa-Politecnico**.

La stazione di Bovisa riveste ad oggi un ruolo fondamentale dal punto di vista del servizio ferroviario, rappresentando un importante punto di collegamento e di snodo per la città di Milano. Il progetto di riqualificazione della Stazione nasce quindi da un lato con l'obiettivo di potenziare ed efficientare il servizio ferroviario e, allo stesso tempo, migliorare strutturalmente ed architettonicamente l'intera stazione e l'area circostante, nell'ambito di un più ampio progetto di rigenerazione urbana che dia ancor di più alla stazione di Bovisa il ruolo di connessione ed integrazione con la città di Milano che essa riveste.



Figura 1 – Fotografia aerea stato di fatto del fabbricato stazione e delle aree circostanti

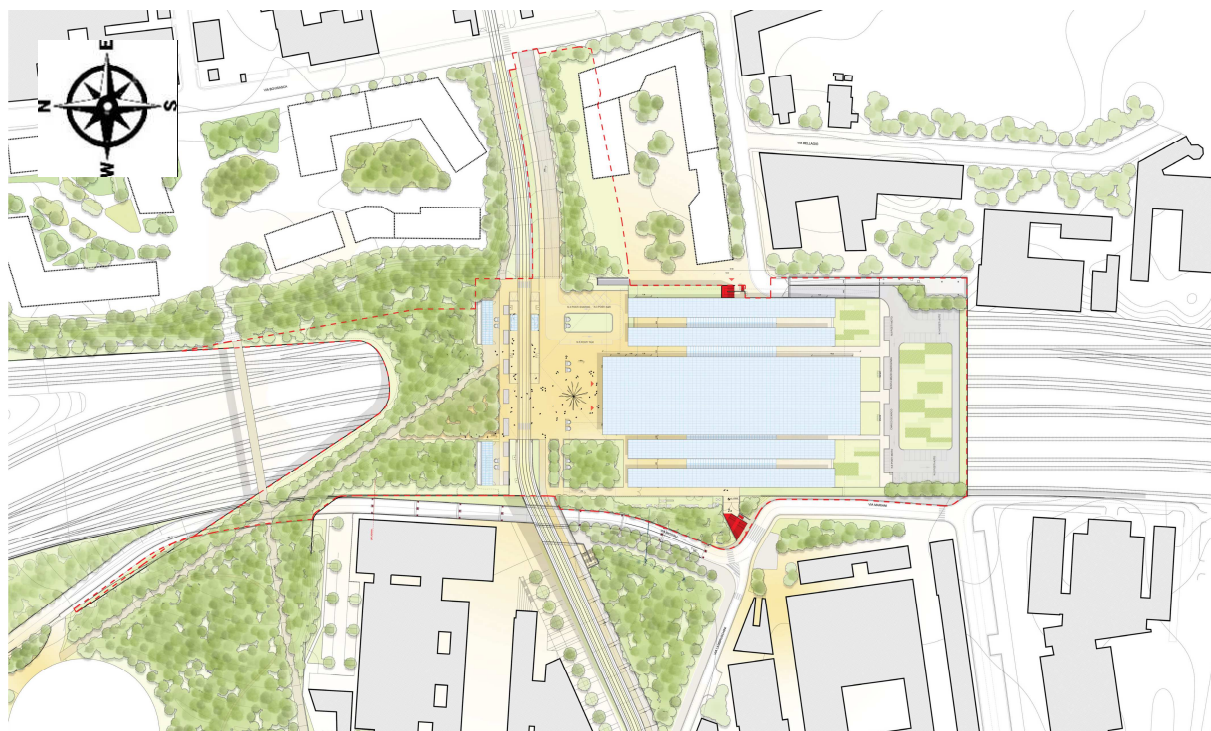


Figura 2 – Planimetria generale 2D dello stato di progetto – stazione ed aree circostanti

Il progetto prevede, in definitiva, l'ampliamento del piano banchine con la realizzazione di quattro nuovi binari sul lato ovest ed il rifacimento integrale dell'atrio viaggiatori con demolizione del fabbricato fuori terra esistente, al fine di realizzare una nuova stazione "aperta": un ambiente unico interconnesso tra piano interrato e piano terra.

Più nel dettaglio (rif. **Figura 1**), il nuovo piano terra (piano di ingresso viaggiatori) sarà realizzato con tettoie vetrate fotovoltaiche, con struttura portante in acciaio. Al piano terra saranno collocati i servizi principali per i viaggiatori quali biglietteria e spazi commerciali nonché gli uffici del personale Polfer, tutti collocati in volumi chiusi vetrati ("cubotti"). Le tettoie di copertura copriranno un'area in pianta complessiva pari a circa 8.400 m².

Al piano terra saranno anche presenti tutti i collegamenti verticali verso il piano binari (scale mobili, scale fisse ed ascensori) nonché tutti i connettivi con le aree circostanti la stazione, che comprendono sia gli accessi diretti verso i due piazzali a cielo libero ai lati nord e sud della stazione, sia le scale di collegamento con Piazza Alfieri e con Via Siccoli, rispettivamente sui lati est ed ovest. Nell'ambito del progetto di riqualificazione ed integrazione urbana della stazione, sul lato nord verrà prevista la realizzazione di una nuova piastra dalla forma caratteristica a "goccia", destinata in parte a servizi di tramvia e pista ciclopedonale ed in parte destinata a verde urbano.



Figura 3 – Rendering nuovo atrio viaggiatori



Figura 4 – Rendering piano banchine

Il piano interrato della stazione (piano banchine) sarà ampliato verso ovest realizzando due nuovi binari e due conseguenti nuove banchine ad isola, così che il nuovo numero totale di banchine sarà portato a 7. Ciascuna delle banchine sarà accessibile ai viaggiatori tramite tre scale fisse ed una scala mobile che avranno la prerogativa di essere scale "aperte" (a vista). L'ampliamento del piano interrato coinvolgerà anche il fronte nord, a seguito della realizzazione della nuova piastra fuori terra cui si è accennato poc'anzi. Ciò determinerà un aumento della superficie coperta delle sedi ferroviarie (senza tuttavia determinare, in ragione delle lunghezze in gioco, una "galleria" soggetta al D.M. 28/10/2005 e ss.mm.ii.).

Inoltre, anche il lato est della stazione sarà interessato da un ampliamento, andando a realizzare:

- una nuova stecca di locali del personale (uffici e locali tecnici propri dell'esercizio ferroviario) nonché locali tecnici per impianti elettrici a servizio della stazione (locali per quadri, trasformatori e batterie). Questi locali saranno posti ad un livello intermedio denominato "molecola";
- un piazzale per accesso dei mezzi di soccorso VV.F. posto alla stessa quota del piano banchine insieme con un gruppo di locali tecnici elettrici/meccanici per impianti di servizio della stazione, tra cui un locale per gruppo elettrogeno ed il locale pompe VV.F..

Le strutture portanti delle porzioni in ampliamento saranno realizzate in cemento armato. La restante porzione del piano interrato esistente sarà mantenuta nella sua struttura originaria, eccetto per alcuni interventi di rinforzo/adequamento al fine di soddisfare i requisiti strutturali di progetto (tra cui quello antincendio). Il piazzale sud della stazione, dal punto di vista geometrico, resterà invariato come allo stato di fatto.

Le banchine e la sede ferroviaria di stazione occuperanno un'area complessiva coperta di circa 20.700 m².

Dal punto di vista della prevenzione incendi, la presente trattazione avrà come primario obiettivo quello di delineare i requisiti di fattibilità tecnica preliminare antincendio della stazione nel suo nuovo layout, cercando di coniugare le nuove esigenze architettoniche e funzionali della stazione con il pieno rispetto delle normative antincendio vigenti. Ciò sarà effettuato mediante uno studio specifico ad un grado di approfondimento sufficiente affinché possano essere determinate alcune scelte architettoniche, strutturali ed impiantistiche in via preliminare. Nelle fasi successive della progettazione, tali valutazioni dovranno essere

opportunamente approfondite e successivamente formalizzate con la presentazione al locale Comando VV.F. di un progetto di prevenzione incendi secondo D.P.R. 151/2011 e D.M. 07/08/2012.

ATTIVITÀ SECONDO IL D.P.R. n°151/11

L'attività di stazione ferroviaria di cui alla presente trattazione costituisce attività soggetta al controllo del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco per il seguente punto dell'allegato I al D.P.R. 151/11:

- **ATTIVITÀ n. 78/1/C (attività principale):** stazione ferroviaria con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 m².

A questo proposito si ricorda che, allo stato attuale, la stazione risulta priva di barriere di controllo per i viaggiatori.

Oltre all'attività principale risulterà presente la seguente attività secondaria:

- **ATTIVITÀ n. 49/2/B (attività secondaria):** gruppo per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici di potenza complessiva superiore a 350 kW e inferiore a 700 kW.

Il gruppo elettrogeno (con potenza pari a 504 kW) sarà collocato in apposito locale ricavato nella nuova zona tecnica sotto rampa sul lato sud della stazione.

Ad oggi non si individuano ulteriori attività soggette a controllo VV.F. – nelle successive fasi di progettazione, per eventuali attività secondarie aggiuntive dovranno essere opportunamente definiti i requisiti di adeguamento antincendio secondo le regole tecniche vigenti, percorrendo gli iter procedurali ad esse applicabili secondo artt. 3-4 del D.P.R. n°151/2011.

CONCEPT ANTINCENDIO ED ITER DI ADEGUAMENTO VV.F

L'attività principale di "Stazione ferroviaria" è un'attività di categoria C secondo Allegato I del D.P.R. n°151/2011. Come tale, essa è sottoposta all'iter di adeguamento VV.F. di cui agli artt. 3-4 del suddetto decreto e pertanto, ai fini dell'esercizio della stessa, è necessario prevedere la presentazione di un progetto antincendio da redigere secondo le modalità di cui al D.M. 07/08/2012, seguito da una SCIA VV.F. corredata da Asseverazione a firma di tecnico abilitato. La SCIA VV.F., come naturale séguito alla realizzazione dei lavori secondo il progetto antincendio approvato, costituisce il titolo abilitativo antincendio indispensabile per l'esercizio dell'attività (l'attività, nella disciplina del D.P.R. n°151/2011, si considera di fatto "conforme" ai fini antincendio in pendenza del sopralluogo di verifica VV.F. che avrà necessariamente luogo, in quanto attività di categoria C, e potrà svolgersi entro 60 gg dalla SCIA VV.F.).

Per l'adeguamento dell'attività in esame verrà assunta come regola tecnica antincendio di riferimento il *Nuovo Codice di Prevenzione Incendi* di cui al D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii.. Ciò è disceso da un esame del quadro normativo antincendio vigente e da un successivo confronto con il locale Comando VV.F.. Si premette che l'attività 78/1/C non rientrerebbe prioritariamente tra quelle elencate all'art. 2 del D.M. in parola, ma è certamente un luogo di lavoro ai sensi del D. Lgs. 81/08 per coloro che vi svolgono incarichi come addetti a vario titolo nei rispettivi spazi di operatività. Si specifica, a proposito, che il D.M. 03/09/2021 ha esteso il campo di applicazione del Nuovo Codice VV.F. per tutti quei i luoghi di lavoro non "a rischio basso" e non dotati di specifica regola tecnica verticale, rimandando a tale decreto le modalità ed i criteri per la valutazione del rischio e la progettazione della sicurezza antincendio. Di fatto, con l'entrata in vigore del D.M. 03/09/2021 e la contestuale abrogazione integrale del D.M. 10/03/1998, il Nuovo Codice VV.F. ha assunto il ruolo di regola tecnica antincendio di riferimento, internazionalmente riconosciuta.

In accordo con il Comando VV.F., l'assunzione del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii.. come regola tecnica di riferimento progettuale è stata opportunamente coniugata con indirizzi tecnici ("linee guida") derivanti da altre normative riconosciute nel settore della prevenzione incendi quali la Bozza di RTV per Stazioni Ferroviarie ed il D.M. 28/10/2005 (quest'ultimo al solo scopo di stimare la potenza termica dell'incendio per le verifiche FSE, non come normativa per "gallerie" in quanto non applicabile al caso in esame). Nei capitoli che seguiranno

risulteranno più chiari quali aspetti di tali normative “complementari” saranno assunti come utile riferimento nella progettazione antincendio.

In questa progettazione di fattibilità, verranno quindi definite prime indicazioni di adeguamento antincendio ripercorrendo comunque tutta la strategia prevista dal Nuovo Codice VV.F. (con le suddette normative di riferimento “di supporto”) in modo da verificare, dal punto di vista della prevenzione incendi, la fattibilità delle scelte architettoniche, strutturali ed impiantistiche che costituiscono il cuore del progetto della stazione.

Le valutazioni antincendio di cui alla presente trattazione sono state oggetto di confronti tecnici preliminari ed orientativi con il locale Comando VV.F.. Tali valutazioni, che derivano dall’applicazione della normativa VV.F. e dalla perizia del progettista antincendio, sono basate sulle informazioni messe a disposizione dalla committenza circa le caratteristiche dei treni che circolano sulla rete ferroviaria e circa le esigenze in termini di destinazioni d’uso dei vari ambiti e di fruibilità degli spazi dei viaggiatori. Sono state inoltre opportunamente considerate tutte le condizioni al contorno derivanti dai vari progetti architettonici, strutturali ed impiantistici facenti parte della progettazione di fattibilità.

In ragione delle peculiarità architettoniche della stazione, per alcuni aspetti chiave di sicurezza antincendio quali l’esodo e lo smaltimento dei fumi e del calore, si è reso necessario procedere ad uno studio specifico con metodi della Fire Safety Engineering (FSE).

Naturalmente, tutte le valutazioni tecniche antincendio di questa progettazione di fattibilità dovranno essere opportunamente sviluppate ad un livello di approfondimento superiore e poi successivamente formalizzate con la presentazione di un progetto antincendio al locale Comando VV.F. per l’ottenimento del parere di conformità ai fini delle successive fasi esecutiva e realizzativa. In tale fase di progettazione, potranno rientrare ulteriori incontri per approfondimenti tecnici più specifici con i VV.F..

Nei capitoli che seguiranno saranno analizzate pertanto tutte le misure della strategia di adeguamento antincendio, trattando più dettagliatamente alcuni aspetti tecnici sin qui accennati.

SEZIONE II

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICA ANTINCENDIO

DETERMINAZIONE DEI PROFILI DI RISCHIO (rif. P.to G.3)

L'attribuzione dei profili di rischio viene effettuata per i vari ambiti dell'attività e risulta necessaria e propedeutica alla definizione della strategia di adeguamento antincendio. In questa fase di fattibilità non verrà interamente affrontata, per brevità di trattazione, la Valutazione del rischio secondo il p.to G.2.6.1, che rimane un elemento da sviluppare in sede di redazione del progetto antincendio.

Profilo di rischio R_{vita}

Sulla base dei criteri illustrati nelle Tabelle G.3-1 e G.3-2 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii., viene attribuito il profilo di rischio R_{vita} ai vari ambiti dell'attività.

TUTTE LE AREE ACCESSIBILI AL PUBBLICO

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo pubblico
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	<ul style="list-style-type: none"> in attività individuale di lunga durata 	Civile abitazione
Cii	<ul style="list-style-type: none"> in attività gestita di lunga durata 	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	<ul style="list-style-type: none"> in attività gestita di breve durata 	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s Rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.
<p>A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono non significative ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.</p> <p>[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.</p> <p>[2] Con h altezza d'impilamento.</p>		

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

AREE DEL PERSONALE

Caratteristiche prevalenti degli occupanti δ_{occ}		Esempi
A	Gli occupanti sono in stato di veglia ed hanno familiarità con l'edificio	Ufficio non aperto al pubblico, scuola, autorimessa privata, centro sportivo privato, attività produttive in genere, depositi, capannoni industriali
B	Gli occupanti sono in stato di veglia e non hanno familiarità con l'edificio	Attività commerciale, autorimessa pubblica, attività espositiva e di pubblico spettacolo, centro congressi, ufficio aperto al pubblico, ristorante, studio medico, ambulatorio medico, centro sportivo pubblico
C	Gli occupanti possono essere addormentati: [1]	
Ci	<ul style="list-style-type: none"> • in attività individuale di lunga durata 	Civile abitazione
Cii	<ul style="list-style-type: none"> • in attività gestita di lunga durata 	Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti
Ciii	<ul style="list-style-type: none"> • in attività gestita di breve durata 	Albergo, rifugio alpino
D	Gli occupanti ricevono cure mediche	Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria
E	Occupanti in transito	Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana
[1] Quando nel presente documento si usa C la relativa indicazione è valida per Ci, Cii, Ciii		

Tabella G.3-1: Caratteristiche prevalenti degli occupanti

δ_a	t_a [1]	Criteri
1	600 s lenta	Ambiti di attività con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$, oppure ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo trascurabile all'incendio.
2	300 s media	Ambiti di attività ove siano presenti prevalentemente materiali o altri combustibili che contribuiscono in modo moderato all'incendio.
3	150 s Rapida	Ambiti con presenza di significative quantità di materiali plastici impilati, prodotti tessili sintetici, apparecchiature elettriche e elettroniche, materiali combustibili non classificati per reazione al fuoco (capitolo S.1). Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $3,0 \text{ m} < h \leq 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS3 oppure attività classificate HHP1, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti con impianti tecnologici o di processo che impiegano significative quantità di materiali combustibili. Ambiti con contemporanea presenza di materiali combustibili e lavorazioni pericolose ai fini dell'incendio.
4	75 s ultra rapida	Ambiti ove avvenga impilamento verticale di significative quantità di materiali combustibili con $h > 5,0 \text{ m}$ [2]. Stoccaggi classificati HHS4 oppure attività classificate HHP2, HHP3 o HHP4, secondo la norma UNI EN 12845. Ambiti ove siano presenti o in lavorazione significative quantità di sostanze o miscele pericolose ai fini dell'incendio, oppure materiali plastici cellulari/espansi o schiume combustibili non classificati per la reazione al fuoco.
<p>A meno di valutazioni più approfondite da parte del progettista (es. dati di letteratura, misure dirette, ...), si ritengono non significative ai fini della presente classificazione almeno le quantità di materiali nei compartimenti con carico di incendio specifico $q_f \leq 200 \text{ MJ/m}^2$.</p> <p>[1] Velocità caratteristica prevalente di crescita dell'incendio.</p> <p>[2] Con h altezza d'impilamento.</p>		

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

Per tutte le aree accessibili al pubblico (i.e. atrio di stazione e banchine), il profilo di rischio R_{vita} preselezionato è compatibile con le caratteristiche prevalenti degli occupanti (occupanti in transito) e con la velocità di crescita dell'incendio attesa (velocità media). Facendo in particolare riferimento al coefficiente δ_a assunto pari 2, si ritiene che esso sia ragionevolmente compatibile con un incendio che possa avere luogo a bordo di un treno, considerando la tipologia di materiale che è atteso prendere parte alla combustione: materiali componenti gli arredi e le finiture delle carrozze ferroviarie (principalmente materiali plastici-polimerici), materiali per impianti elettrici e meccanici delle carrozze nonché i bagagli dei passeggeri tra cui vestiari, documenti cartacei, pc e cellulari etc..

Nell'ambito della valutazione del rischio d'incendio, si considererà che la quasi totalità dei treni che circolano sulla rete ferroviaria soddisfano alti requisiti prestazionali in termini di reazione al fuoco e che, a bordo di una gran parte di tali treni, sono integrati un sistema automatico di rilevazione dei fumi ed allarme incendi ed un impianto di spegnimento automatico (oltre alla formazione da parte del personale ferroviario ed alla presenza di

dispositivi manuali quali estintori opportunamente distribuiti in punti strategici lungo le carrozze). Inoltre, si considererà che le caratteristiche strutturali delle casse ferroviarie sono tali da fornire un buon contrasto alla propagazione d'incendio da una carrozza ad un'altra, mentre è del tutto probabile che si possa avere il raggiungimento di una condizione di flash-over per la carrozza ove si verifichi un principio d'incendio. Si osserva che, nell'ambito della valutazione delle soluzioni alternative per l'esodo, per la compartimentazione e per il controllo dei fumi e del calore sarà comunque assunta a favore di sicurezza una curva HRR di tipo ultra-fast per la rappresentazione degli scenari d'incendio che coinvolgono i convogli ferroviari.

Il medesimo profilo di rischio **R_{vita} = E2** viene attribuito in questa fase, con ampio margine di sicurezza, anche per tutte le aree accessibili al pubblico del piano ingressi, mediando così tra il comportamento al fuoco degli ampi spazi connettivi (praticamente sgomberi da qualsiasi materiale e quindi con rischio di incendio pressoché nullo) e degli spazi prettamente adibiti a servizi come biglietteria, sale di attesa, servizi bar, etc. che sono inseriti in "cubotti" vetrati, i quali vengono usufruiti dai medesimi viaggiatori della stazione e per i quali viene ammessa la presenza di materiali che contribuiscono alla velocità di crescita dell'incendio in modo moderato.

D'altro canto, per tutte le aree con accesso riservato al personale (uffici Polfer, Uffici del personale ferroviario al piano molecola, locali tecnici ecc.), il profilo di rischio viene invece attribuito pari a **R_{vita} = A2** in ragione delle differenti caratteristiche degli occupanti. Si osserva, sin da subito, che gli spazi posti a livello molecola saranno compartimentati: ciò nasce per motivi di sicurezza legata a quei locali ad uso del personale che dovranno continuare a svolgere una funzione durante l'emergenza (siano essi locali tecnici per impianti tecnologici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio, o locali presidiati che fungono da centro di gestione dell'emergenza). Gli spazi del personale in atrio viaggiatori saranno invece formalmente inseriti nel medesimo compartimento dell'atrio di stazione, direttamente comunicanti con esso: ciò è avvalorato dal fatto che trattasi di uffici con superficie contenuta e con locali tecnici e depositi interni compartimentati; inoltre, l'atrio di stazione costituisce un ambiente prevalentemente aperto verso l'esterno (insieme di tettoie). Tutti i "cubotti" presenti in atrio di stazione e di cui sopra si è descritto saranno inoltre protetti da un impianto di spegnimento automatico sprinkler. Vi è peraltro da considerare che nei vari cubotti sarà

presente personale addetto in orario di apertura della stazione con formazione antincendio specifica, cosa che renderà possibile il tempestivo intervento su un eventuale principio d'incendio

Si osserva che, secondo la soluzione conforme di cui al Codice VVF, tutti gli ambiti con profilo di rischio R_{vita} differente (i.e. spazi aperti al pubblico e uffici del personale) dovrebbero essere a priori tra loro compartimentati. **In sede di redazione del progetto antincendio, sarà previsto lo sviluppo di una soluzione alternativa per la misura S.3 (compartimentazione) che comprenderà pertanto una verifica specifica per il piano ingressi.**

Nell'ambito di questa fase di progettazione, così come meglio descritto nel capitolo *S.3 Compartimentazione*, è stata effettuata una verifica in "soluzione alternativa preliminare" atta a dimostrare che uno scenario d'incendio interno ai cubotti non arrecherebbe conseguenze incapacitanti per la trasmissione dei fumi e del calore all'esterno degli stessi ai fini dell'esodo degli occupanti dall'atrio, facendo sì che si possa considerare fattibile che il piano ingressi costituisca un unico compartimento (inteso come insieme di connettivi e cubotti).

Profilo di rischio R_{beni}

Il profilo di rischio R_{beni} per l'intera attività in oggetto risulta essere pari a 3, essendo l'opera identificata come strategica per il ruolo nevralgico che riveste all'interno del servizio ferroviario. Essa non è tuttavia sottoposta a vincoli di carattere culturale, artistico o di altra natura.

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

Tabella G.3-5: Determinazione di R_{beni}

Profilo di rischio $R_{ambiente}$

Il profilo di rischio $R_{ambiente}$ è classificabile come NON SIGNIFICATIVO.

Ciò è implicitamente definito dal Codice VVF, ma è peraltro ammissibile in relazione al quantitativo dei materiali presenti che dovessero prendere parte all'incendio, unitamente ai

tempi di intervento sull'incendio garantiti dagli impianti di rivelazione ed allarme incendio e dai soccorritori.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Quadro generale

In questo paragrafo sono riportati i criteri per la definizione delle misure di prevenzione antincendio da adottare al fine di ridurre la probabilità di insorgenza di un incendio, in base all'esito delle valutazioni di fattibilità antincendio.

Nella tabella seguente sono riportati tutti i livelli di prestazione delle misure antincendio attribuiti all'attività, con indicazioni circa le soluzioni progettuali perseguite (conformi oppure alternative).

DENOMINAZIONE COMPARTIMENTI	R _{vita}	S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10
STAZIONE FERROVIARIA (BANCHINE ED ATRIO VIAGGIATORI*)	E2	IV	V	II	I	III	IV	IV	III	IV	I
		C	C	A	A	C	C	C	A	C	C
ALTRE AREE DEL PERSONALE (SPAZI A LIVELLO MOLECOLA E LOCALI TECNICI)	A2	I/III	V	II	I	III	II	IV	II	IV	I
		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tabella 1 – Riepilogo Strategia ANTINCENDIO (**C** = soluzione conforme, **A** = soluzione alternativa)

NOTA (*) = i "cubotti" al piano ingressi saranno valutati come facenti parte del compartimento stazione.

Di seguito verranno analizzate più in dettaglio tutte le misure antincendio che compongono la strategia.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Reazione al fuoco (rif. P.to S.1)

La reazione al fuoco è una misura antincendio di protezione passiva che esplica i suoi principali effetti nella fase di prima propagazione dell'incendio, con l'obiettivo di limitare l'innesco dei materiali e la propagazione stessa dell'incendio.

L'analisi della reazione al fuoco è stata eseguita per ogni lavorazione prevista all'interno dell'attività, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.1 del D.M. 03.08.2015 e s.m.i., con le modalità descritte di seguito.

TUTTE LE AREE APERTE AL PUBBLICO E LOCALI A LIVELLO INGRESSI ("CUBOTTI")

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

Tabella S.1-1: Livelli di prestazione

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

Tabella S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

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

Tabella S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

Soluzione progettuale

Per tutte le aree aperte al pubblico (banchine, atrio ingressi, “cubotti” commerciali, biglietterie etc.) e per gli altri locali ad uso del personale inseriti in atrio (“cubotto” uffici Polfer) sarà adottato un **livello di prestazione per la reazione al fuoco pari a IV**. Tale livello di prestazione, superiore al minimo richiesto, viene adottato allo scopo di aumentare il livello di sicurezza complessivo delle aree della stazione riducendo il più possibile il contributo alla produzione di fumi e di calore durante un potenziale principio d’incendio.

Ciò si tradurrà in requisiti minimi per i vari materiali (sia finiture che arredi) così come esemplificato nelle tabelle che seguono, a cui vanno integrati i seguenti requisiti specifici per le banchine, per le vie di esodo (scale, percorsi orizzontali) e per l’atrio di stazione:

- **soffitti, pareti e pavimenti saranno realizzati con materiali al più in classe **A1/A2/A1_{fl}/A2_{fl}**.**

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini, sedie imbottite)	1 IM	[na]	1 IM	[na]	2 IM	[na]
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)						
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)						
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili	1		1		2	
Sipari, drappeggi, tendaggi						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per coperture

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

Tabella S.1-6: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento⁴⁷

Descrizione materiali	GM1 EU	GM2 EU	GM3 EU
Isolanti protetti [1]	C-s2,d0	D-s2,d2	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]	C _L -s2,d0	D _L -s2,d2	E _L
Isolanti in vista [2]	A2-s1,d0	B-s2,d0	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3]	A2 _L -s1,d0	B _L -s3,d0	B _L -s3,d0

[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
 [2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella.
 [3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm.

 Tabella S.1-7: Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento⁴⁸

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	[na]	A2-s1,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L < 1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [4] [5]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3] [6]	[na]	B2 _{ca} -s1a,d0,a1	[na]	C _{ca} -s1b,d0,a2	[na]	C _{ca} -s3,d1,a3

[na] Non applicabile
 [1] La classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta. Utili riferimenti: EN 15423, EN 13403.
 [2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.
 [3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento d0 può essere declassata a d1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure qualora la condizione d'uso finale dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).
 [4] La classe 0 può essere declassata a 1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III.
 [5] La classe 1 non è richiesta per le canalizzazioni che soddisfano le prove di comportamento al fuoco previste dalle norme di prodotto armonizzate secondo la direttiva Bassa tensione (Direttiva 2014/35/UE).
 [6] In sostituzione dei cavi C_{ca}-s3,d1,a3 possono essere installati cavi E_{ca} in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure in caso di posa singola.

 Tabella S.1-8: Classificazione in gruppi di materiali per impianti⁴⁹

ALTRE AREE DEL PERSONALE (SPAZI DEL PERSONALE A LIVELLO MOLECOLA)

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

Tabella S.1-1: Livelli di prestazione

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

Tabella S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

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

Tabella S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

Soluzione progettuale

In queste aree sarà adottato un **livello di prestazione per la reazione al fuoco pari a III limitatamente alle vie di fuga (scale, percorsi orizzontali, atri comuni ecc.)**. Ciò si tradurrà in requisiti minimi per i vari materiali (sia finiture che arredi) come esemplificato nelle tabelle che seguono.

Per le altre aree (es. singoli uffici) non si prevede il rispetto di particolari requisiti di reazione al fuoco.

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Mobili imbottiti (poltrone, divani, divani letto, materassi, <i>sommier</i> , guanciali, <i>topper</i> , cuscini, sedie imbottite)	1 IM	[na]	1 IM	[na]	2 IM	[na]
<i>Bedding</i> (coperte, copriletti, coprimaterassi)	1		1		2	
Mobili fissati e non agli elementi strutturali (sedie e sedili non imbottiti)						
Tendoni per tensostrutture, strutture pressostatiche e tunnel mobili						
Sipari, drappeggi, tendaggi						
Materiale scenico, scenari fissi e mobili (quinte, velari, tendaggi e simili)						
[na] Non applicabile						

Tabella S.1-5: Classificazione in gruppi per arredamento, scenografie, tendoni per coperture

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

Tabella S.1-6: Classificazione in gruppi di materiali per rivestimento e completamento⁴⁷

Descrizione materiali	GM1 EU	GM2 EU	GM3 EU
Isolanti protetti [1]	C-s2,d0	D-s2,d2	E
Isolanti lineari protetti [1], [3]	CL-s2,d0	DL-s2,d2	EL
Isolanti in vista [2]	A2-s1,d0	B-s2,d0	B-s3,d0
Isolanti lineari in vista [2], [3]	A2L-s1,d0	BL-s3,d0	BL-s3,d0

[1] Protetti con materiali non metallici del gruppo GM0 oppure prodotti di classe di resistenza al fuoco K 10 e classe minima di reazione al fuoco B-s1,d0.
 [2] Non protetti come indicato nella nota [1] della presente tabella.
 [3] Classificazione riferita a prodotti di forma lineare destinati all'isolamento termico di condutture di diametro massimo comprensivo dell'isolamento di 300 mm.

 Tabella S.1-7: Classificazione in gruppi di materiali per l'isolamento⁴⁸

Descrizione materiali	GM1		GM2		GM3	
	Ita	EU	Ita	EU	Ita	EU
Condotte di ventilazione e riscaldamento	[na]	A2-s1,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Condotte di ventilazione e riscaldamento preisolate [1]	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s2,d0	[na]	B-s3,d0
Raccordi e giunti per condotte di ventilazione e riscaldamento (L < 1,5 m)	1	B-s1,d0	1	B-s2,d0	2	C-s3,d0
Canalizzazioni per cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [4] [5]	0	[na]	1	[na]	1	[na]
Cavi per energia, controllo e comunicazioni [2] [3] [6]	[na]	B2ca-s1a,d0,a1	[na]	Cca-s1b,d0,a2	[na]	Cca-s3,d1,a3

[na] Non applicabile
 [1] La classe europea B-s2,d0 è ammessa solo se il componente isolante non è esposto direttamente alle fiamme per la presenza di uno strato di materiale incombustibile o di classe A1 che lo ricopre su tutte le facce, ivi inclusi punti di interruzione longitudinali e trasversali della condotta. Utili riferimenti: EN 15423, EN 13403.
 [2] Prestazione di reazione al fuoco richiesta solo quando le canalizzazioni, i cavi elettrici o i cavi di segnale non sono incassati in materiali incombustibili.
 [3] La classificazione aggiuntiva relativa al gocciolamento d0 può essere declassata a d1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure qualora la condizione d'uso finale dei cavi sia tale da impedire fisicamente il gocciolamento (es. posa a pavimento, posa in canalizzazioni non forate, posa su controsoffitti non forati, ...).
 [4] La classe 0 può essere declassata a 1 in presenza di IRAI di livello di prestazione III.
 [5] La classe 1 non è richiesta per le canalizzazioni che soddisfano le prove di comportamento al fuoco previste dalle norme di prodotto armonizzate secondo la direttiva Bassa tensione (Direttiva 2014/35/UE).
 [6] In sostituzione dei cavi Cca-s3,d1,a3 possono essere installati cavi Eca in presenza di IRAI di livello di prestazione III oppure in caso di posa singola.

 Tabella S.1-8: Classificazione in gruppi di materiali per impianti⁴⁹

LOCALI TECNICI AD ESCLUSIVO ACCESSO DEL PERSONALE (LOCALI PER IMPIANTI TECNOLOGICI, DEPOSITI DEL PERSONALE, ETC.)

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

Tabella S.1-1: Livelli di prestazione

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

Tabella S.1-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione alle vie d'esodo dell'attività

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

Tabella S.1-3: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione ad altri locali dell'attività

Soluzione progettuale

In queste aree non si prevede alcun particolare requisito di reazione al fuoco.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Resistenza al fuoco (rif. P.to S.2)

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

Il calcolo della resistenza al fuoco è stato eseguito per vari i compartimenti, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.2 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii..

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

Tabella S.2-1: Livelli di prestazione

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

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

Considerate le caratteristiche dei fabbricati e dei compartimenti dell'attività, **il livello di prestazione individuato per l'opera da costruzione è pari a V** (mantenimento della totale funzionalità della struttura post-incendio).

Si precisa come tale requisito prestazionale derivi da una specifica richiesta della committenza, in ragione del carattere strategico della stazione ferroviaria. Tale richiesta ha carattere volontario e non deriva da un obbligo normativo VV.F. (il livello minimo di prestazione richiesto secondo il D.M. in parola sarebbe pari a III). Come tale, il requisito prestazionale di cui poc'anzi assume valenza laddove ci si attende che l'incendio rappresenti un rischio reale per la funzionalità della struttura in caso d'incendio, ovvero nel caso di un incendio al piano banchine (per il piano ingressi, per locali tecnici o per i locali del personale a livello molecola non ci si attendono simili conseguenze, in ragione del carico d'incendio atteso e delle misure di prevenzione e protezione antincendio presenti). In questo senso, il

livello di prestazione V deve intendersi attribuito solamente per motivi formali all'intera "opera da costruzione".

In questa fase di fattibilità, sarà pertanto disposta la verifica delle strutture portanti e separanti al piano banchine affinché siano soddisfatti tutti i requisiti per il livello di prestazione V (si rimanda a quanto riportato al successivo paragrafo "*Verifiche aggiuntive ai fini della resistenza al fuoco per opera strategica*").

Soluzione progettuale

Le caratteristiche di resistenza al fuoco minime delle strutture portanti e separanti dei fabbricati sono riportate di seguito per ciascun ambito.

La verifica delle prestazioni di resistenza al fuoco va eseguita in base agli incendi convenzionali di progetto secondo la metodologia di cui al paragrafo S.2.5 del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii. al quale si rimanda.

La classe minima di resistenza al fuoco delle strutture è stabilita per ciascun compartimento secondo specifica valutazione del rischio, così come meglio argomentato di seguito. Essa risulta comunque rispondente ai valori minimi richiesti dal D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii. correlati al carico di incendio specifico di progetto $q_{f,d}$ come qui indicato in tabella S.2-3.

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

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

Banchine – soluzione conforme

- strutture portanti (pilastri, travi, tegoli copertura): **R 120**
- strutture separanti (pareti di compartimentazione, tegoli copertura): **REI/EI 120**

Le caratteristiche di resistenza al fuoco della banchina vengono attribuite considerando certamente il carico d'incendio atteso, ma derivano soprattutto dalla domanda prestazionale

in termini di esodo degli occupanti e dalla volontà di garantire le migliori condizioni possibili di operatività antincendio e di sicurezza dei soccorritori (la resistenza al fuoco di progetto delle strutture soddisfa infatti con buon margine di sicurezza la classe d'incendio del compartimento che discenderebbe dal solo calcolo del carico d'incendio). Si osserva, peraltro, che tale classe di resistenza al fuoco di progetto risulterebbe rispondente con quanto previsto come requisito minimo strutturale nella Bozza di RTV per Stazioni ferroviarie al p.to A.1.5.1 (si veda estratto qui di seguito).

A.1.5.1 Resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco delle costruzioni (Capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella A.1-1.

Aree	Classificazione attività			
	HA	HB	HC	HD
Compartimenti fuori terra	30 [1]		60	90
Compartimenti interrati	-	60	90	
Compartimenti delle aree TB1 [2]	120 [3] [4]			
TB2	15			

[1] Per le attività classificate AA, che occupino un unico piano a quota compresa fra -1 m e +1 m, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tali attività e compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione, senza comunicazioni, è ammessa la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 15 .

[2] La delimitazione del compartimento ai fini della *classe di resistenza al fuoco* è ammessa a mezzo di *compartimenti a soffitto*, progettati secondo *norma tecnica*;

[3] E' ammessa la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 60 se fuori terra ed in assenza di *traffico RID*

[4] In presenza di traffico ferroviario con sostanze appartenenti alle *classi di pericolo 3 e 4* della *normativa RID* la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 120 deve essere verificata con la *curva nominale degli idrocarburi*

Tabella A.1-1: Classe di resistenza al fuoco

Per una stima del carico d'incendio di progetto è stata considerata, in via preliminare, una media dei carichi d'incendio di alcuni treni rappresentativi dei convogli circolanti sulla rete Trenord. Il metodo di calcolo del carico d'incendio specifico di progetto (espresso in MJ/m²) è quello di cui alle relazioni seguenti:

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

dove:

δ_{q1} , δ_{q2} e δ_{qn} sono i fattori definiti come da tabella S.2-8 riportata di seguito;

q_f è il carico d'incendio nominale (espresso in MJ/m²), determinato con la formula seguente*:

$$q_f = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i \cdot H_i \cdot m_i \cdot \psi_i)}{A}$$

dove:

g è la massa del materiale combustibile, espressa in kg

H è il potere calorifico inferiore del materiale combustibile, espresso in MJ/kg

m e ψ sono fattori definiti dal D.M. 03/08/2015 e s.m.i.

A è la superficie espressa in m^2 del compartimento o, nel caso degli incendi localizzati, dell'area di effettiva distribuzione del carico d'incendio.

Superficie lorda del compartimento [m^2]	δ_{q1}	Superficie lorda del compartimento [m^2]	δ_{q1}
$A < 500$	1,00	$2500 \leq A < 5000$	1,60
$500 \leq A < 1000$	1,20	$5000 \leq A < 10000$	1,80
$1000 \leq A < 2500$	1,40	$A \geq 10000$	2,00

Tabella S.2-6: Parametri per la definizione del fattore δ_{q1}

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

Tabella S.2-7: Parametri per la definizione del fattore δ_{q2}

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

Tabella S.2-8: Parametri per la definizione dei fattori δ_{ni}

Data la configurazione del compartimento e dell'incendio atteso, si ritiene più rappresentativo n calcolo del carico d'incendio localizzato all'area della sede ferroviaria occupata da un treno "tipo":

Modello Treno	Carico d'incendio totale (MJ)
Hitachi ETR 521	404.681
Hitachi ETR 421	334.084
Coradia STREAM TMC – ETR 103	312.710
Coradia STREAM TMC – ETR 104	384.210
Treno "tipo" (media di progetto)	358.921 MJ

$$q_f = 358.921 \text{ MJ} / A \approx 997 \text{ MJ/m}^2$$

avendo posto conservativamente A = area di effettiva distribuzione del carico d'incendio = 120 m x 3 m (lunghezza e larghezza indicative dell'area in pianta su cui insiste un treno di progetto).

Si osserva che il valore di q_f così calcolato è ampiamente inferiore al valore limite di 1.800 MJ/m² per una classe d'incendio di progetto pari a 120. La differenza in MJ/m² tra q_f e tale valore limite soddisfa inoltre ampiamente anche il carico d'incendio aggiuntivo dato dalla presenza dei bagagli e del corredo dei viaggiatori a bordo treno (considerando che 1 kg di legna equivale a circa 18 MJ/m²). Inoltre, considerando le misure di protezione presenti che ridurrebbero ulteriormente il valore di q_f , si otterrebbe un valore di $q_{f,d}$ certamente rispondente alla classe 120.

Si fa notare che la classe di resistenza al fuoco di progetto del piano banchine è determinata separatamente rispetto all'atrio di stazione, pur trattandosi a priori di una stazione di tipo "aperto" costituente compartimento unico. Infatti, come previsto dal codice al p.to S.2.5 par. 6, gli elementi di compartimentazione orizzontali (tegoli di copertura delle banchine) che occupano la quasi totalità del soffitto del piano interrato, consentono di ritenere che complessivamente vi sia un ottimo contrasto alla propagazione d'incendio dal piano interrato al piano atrio rapportato ai tempi di intervento sull'incendio, comportando di fatto la possibilità di disaccoppiare il carico d'incendio sui due livelli della stazione. Ciò è ulteriormente avvalorato dalla presenza di compartimenti a soffitto delimitati da barriere al fumo (i.e. setti EI e tende tagliafumo per la protezione di banchine e scale).

In tale ottica, anche la Bozza di RTV per Stazioni ferroviarie ammetterebbe, nell'ambito di una compartimentazione unica tra piano banchine ed atrio ingressi - rif. p.to A.1.5.2 -, la possibilità di considerare la presenza dei "compartimenti a soffitto" al piano interrato realizzati secondo normativa tecnica - rif. Tab. A.1-1 Nota 2 - (setti EI e tende tagliafumo) per la determinazione della classe di resistenza al fuoco di progetto dei due ambiti.

Non è esclusa, per le successive fasi progettuali, la possibilità di ricorrere ad una soluzione alternativa con metodi della FSE per la verifica dei requisiti di resistenza al fuoco delle strutture portanti e separanti al piano banchine con applicazione di una curva naturale d'incendio derivata da un modello oppure sperimentale, nell'ottica di un potenziale efficientamento dei costi di riqualificazione strutturale dell'opera. Ciò, tuttavia, potrà essere oggetto di approfondimento solamente a valle di un rilievo compiuto delle proprietà delle strutture portanti e separanti esistenti.

A.1.5.1 Resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco delle costruzioni (Capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella A.1-1.

Aree	Classificazione attività			
	HA	HB	HC	HD
Compartimenti fuori terra	30 [1]		60	90
Compartimenti interrati	-	60	90	
Compartimenti delle aree TB1 [2]	120 [3] [4]			
TB2	15			

[1] Per le attività classificate AA, che occupino un unico piano a quota compresa fra -1 m e +1 m, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tali attività e compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione, senza comunicazioni, è ammessa la classe di resistenza al fuoco ≥ 15 .

[2] La delimitazione del compartimento ai fini della classe di resistenza al fuoco è ammessa a mezzo di compartimenti a soffitto, progettati secondo norma tecnica;

[3] E' ammessa la classe di resistenza al fuoco ≥ 60 se fuori terra ed in assenza di traffico RID

[4] In presenza di traffico ferroviario con sostanze appartenenti alle classi di pericolo 3 e 4 della normativa RID la classe di resistenza al fuoco ≥ 120 deve essere verificata con la curva nominale degli idrocarburi

Tabella A.1-1: Classe di resistenza al fuoco

Atrio viaggiatori – soluzione conforme

- strutture portanti tettoie (pilastri, travi): **R 30**

In questa fase di fattibilità preliminare, per tutto l'atrio di stazione (considerato come unico compartimento che include i "cubotti"), il requisito di resistenza al fuoco delle strutture viene stabilito a favore di sicurezza pari a R 30. Ciò coincide peraltro con quanto indicato dalla Bozza di RTV per Stazioni ferroviarie.

A.1.5.1 Resistenza al fuoco

1. La classe di resistenza al fuoco delle costruzioni (Capitolo S.2) non può essere inferiore a quanto previsto in tabella A.1-1.

Aree	Classificazione attività			
	HA	HB	HC	HD
Compartimenti fuori terra	30 [1]		60	90
Compartimenti interrati	-	60	90	
Compartimenti delle aree TB1 [2]	120 [3] [4]			
TB2	15			

[1] Per le attività classificate AA, che occupino un unico piano a quota compresa fra -1 m e +1 m, in opere da costruzione destinate esclusivamente a tali attività e compartimentate rispetto ad altre opere da costruzione, senza comunicazioni, è ammessa la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 15 .

[2] La delimitazione del compartimento ai fini della *classe di resistenza al fuoco* è ammessa a mezzo di *compartimenti a soffitto*, progettati secondo *norma tecnica*;

[3] E' ammessa la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 60 se fuori terra ed in assenza di *traffico RID*

[4] In presenza di traffico ferroviario con sostanze appartenenti alle *classi di pericolo 3 e 4* della *normativa RID* la *classe di resistenza al fuoco* ≥ 120 deve essere verificata con la *curva nominale degli idrocarburi*

Tabella A.1-1: Classe di resistenza al fuoco

Così come motivato precedentemente per il calcolo del carico d'incendio al piano banchine, la classe di resistenza al fuoco di progetto al piano ingressi è stata verificata sulla base di un calcolo di carico d'incendio specifico effettuato escludendo il contributo delle banchine (data la presenza di compartimenti a soffitto al piano interrato). Il layout dell'atrio, pressoché totalmente aerato per la presenza delle tettoie, contribuisce ad avvalorare maggiormente tale valutazione.

Anche per l'atrio di stazione, considerando la sua configurazione (area costituita quasi interamente da connettivi di transito e con uniche fonti notevoli di concentrazione di carico d'incendio rappresentate dai "cubotti" per spazi commerciali, biglietterie ed uffici), si ritiene più rappresentativo un calcolo del carico d'incendio localizzato. Nell'ambito delle presenti valutazioni di fattibilità, tale calcolo concentrato all'area del "cubotto" di superficie maggiore fornirebbe come risultato una classe minima pari a 15 in relazione alla presenza dell'impianto di rivelazione ed allarme incendi e dell'impianto di spegnimento automatico, avendo assunto i valori statistici di carico d'incendio di cui alla UNI EN 1991-1-2 per valori di frattile del 80% (si considera come attività di riferimento: uffici).

Attività	Valore medio [MJ/m ²]	Frattile 80% [MJ/m ²]
Civili abitazioni	780	948
Ospedali (stanza)	230	280
Alberghi (stanza)	310	377
Biblioteche	1500	1824
Uffici	420	511
Scuole	285	347
Centri commerciali	600	730
Teatri (cinema)	300	365
Trasporti (spazio pubblico)	100	122

Tabella S.2-10: Densità di carico di incendio da UNI EN 1991-1-2

Alla luce di quanto sopra esposto, si osserva che la resistenza al fuoco di progetto delle strutture dell'atrio ingressi (attualmente 30) potrebbe presentare margini di riduzione, considerando:

- l'eventuale adozione di materiali ed elementi di arredo nei cubotti prevalentemente incombustibili
- che, anche sulla base dei risultati preliminari sviluppati con FSE per gli scenari d'incendio in atrio (si rimanda ai capitoli successivi), risulterebbero garantite ottime condizioni di accesso ai soccorritori al piano ingressi ai fini dell'operatività antincendio
- la presenza di una squadra di addetti antincendio con presidio continuativo durante l'esercizio della stazione, o comunque la garanzia di un intervento tempestivo sul posto in caso d'incendio da parte di personale incaricato ed opportunamente formato.

In relazione a tutto quanto sopra evidenziato, nell'ambito delle successive fasi progettuali antincendio, potrà essere ulteriormente approfondita la stima della resistenza al fuoco di progetto delle strutture del piano ingressi, anche mediante sviluppo di una soluzione alternativa specifica con metodi FSE.

Altri locali – uffici molecola e locali tecnici – soluzione conforme

- strutture portanti: **R 30 (uffici del personale) – 60/120*** (locali tecnici)
- strutture separanti: **REI/EI 30 (uffici del personale) – 60/120*** (locali tecnici)

NOTA (*) = la resistenza al fuoco dei vari locali è individuata negli allegati grafici.

N.B. *Nell'ambito delle successive fasi di progettazione antincendio, dovranno essere compiutamente stimati tutti i carichi d'incendio nei vari ambienti della stazione.*

Verifiche aggiuntive ai fini della resistenza al fuoco per opera strategica

Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi di compartimentazione sia orizzontali che verticali ad esclusione degli elementi di chiusura dei varchi (es. porte, serrande, barriere passive, etc.), saranno verificati i seguenti limiti di deformabilità nelle condizioni di carico termico e meccanico previste per le soluzioni conformi di cui sopra:

- $\delta_{v,max}/L = 1/100$ rapporto tra massima inflessione $\delta_{v,max}$ e la luce L degli elementi caricati verticalmente come travi e solai ortotropi;
- $\delta_{v,max}/L = 1/100$ rapporto tra massima inflessione $\delta_{v,max}$ e la luce minima L degli elementi a piastra;
- $\delta_{h,max}/h = 1/100$ rapporto tra il massimo spostamento di interpiano $\delta_{h,max}$ e l'altezza di interpiano h .

I giunti tra gli elementi di compartimentazione, laddove presenti, saranno in grado di assecondare i movimenti previsti in condizioni di incendio. A tale fine sarà possibile impiegare giunti lineari testati in base alla norma EN 1366-4, caratterizzati dalla percentuale di movimento (M%) idonea.

Ai fini del controllo del danneggiamento di tutti gli elementi strutturali, saranno verificati i limiti di deformabilità imposti dalle NTC per le verifiche agli stati limite di esercizio. Dette verifiche sono condotte nelle condizioni di carico termico e meccanico previste secondo le curve d'incendio adottate per la verifica al fuoco e tenendo conto della combinazione dei carichi per azioni eccezionali prevista dalle vigenti NTC.

Si richiama al rispetto del capitolo S.2 del Nuovo Codice VVF (Livello di Prestazione V) per tutti gli aspetti legati alle verifiche strutturali al fuoco di cui alla presente trattazione.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Compartimentazione (rif. P.to S.3)

La finalità della compartimentazione è quella di limitare la propagazione dell'incendio e dei suoi effetti verso altre attività o all'interno della stessa attività.

La definizione della compartimentazione è stata eseguita, secondo indicazioni del capitolo S.3 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii., con le modalità descritte in questo paragrafo.

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

Tabella S.3-1: Livelli di prestazione

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

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

Con riferimento alla Tabella S.3-2, in base alla tipologia di attività (stazione ferroviaria con occupanti in transito) **si conviene di attribuire un livello di prestazione II per le opere di compartimentazione di tutta l'attività, di cui alla Tabella S.3-1.**

Banchine e piano ingressi - Soluzione progettuale alternativa

La soluzione progettuale antincendio di cui alla presente trattazione mira alla messa in sicurezza della stazione nel suo layout architettonico nel rispetto delle soglie prefissate di prestazione per la salvaguardia degli occupanti.

La stazione si configurerà come unico ambiente in continuità tra piano banchine e piano atrio, data la presenza di scale di collegamento “aperte” (a vista). Sarà quindi, di fatto, presente un unico compartimento per banchine e piano ingressi.

Con riferimento alle modalità di compartimentazione ammesse dal D.M. 03/08/2015 (rif. paragrafi S.3.6.1 e S.3.6.2) in soluzione conforme, nel nostro caso sarebbe ammessa la sola possibilità di adottare un compartimento unico tra piano interrato e piano terra per quote dei piani comprese tra -1 m e 6 m (senza nessuna particolare delimitazione di superficie complessiva del compartimento). La quota di riferimento ($\pm 0,00$) del compartimento unico è posta alla quota del piazzale di sbarco dei mezzi VV.F. al piano banchine, in quanto piano con le migliori condizioni di operatività antincendio. Il piano ingressi, rispetto a tale quota di riferimento, è posto a circa 6,5 m e perciò il dislivello tra i due piani del compartimento unico risulta superiore, seppur di poco, a quello massimo ammesso dal D.M.. **La soluzione progettuale ad unico compartimento tra piano banchine ed atrio di stazione dovrà essere pertanto formalmente oggetto, in sede di redazione del progetto antincendio, di una soluzione progettuale alternativa.**

Analogamente, una soluzione alternativa dovrà essere formalmente sviluppata, in sede di redazione del progetto definitivo antincendio, con riferimento ai “cubotti” uffici ad uso del personale in atrio, poiché essi risulteranno inseriti nel medesimo compartimento della stazione pur avendo un profilo di rischio R_{vita} differente dagli altri ambiti ($R_{vita} = A2$ per uffici, $R_{vita} = E2$ per la stazione). Essi saranno protetti con impianto di rivelazione ed allarme incendi e con impianto di spegnimento automatico (le stesse misure saranno imposte per tutti gli altri cubotti commerciali e simili presenti in atrio).

A seguito di tutto quanto sopra affermato, in questa fase di fattibilità tecnica saranno definite “soluzioni alternative preliminari” con metodi FSE verificando il soddisfacimento dei parametri minimi ai fini dell’esodo degli occupanti verso l’esterno in caso d’incendio sia al piano banchine che al piano atrio, secondo alcuni scenari d’incendio rappresentativi. Lo studio del piano ingressi permetterà di valutare il mantenimento di sufficienti condizioni di sicurezza sia in caso di incendio all’interno dei cubotti, sia in caso d’incendio al piano banchine (in quest’ultimo caso, si studierà in particolare lo smaltimento verso l’esterno dei fumi che, inevitabilmente, per la presenza di scale aperte al piano interrato, risalgono in atrio).

Spazi del personale e locali tecnici livello molecola - Soluzione progettuale conforme

Gli uffici del personale ed i locali tecnici della stazione (quelli che ospitano impianti tecnologici ed impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio) saranno tra loro compartimentati come descritto nel precedente capitolo *S.2 Resistenza al fuoco* e così come rappresentato negli allegati grafici. Il piano banchine sarà compartimentato REI 120 su tutto il lato est, determinando una protezione rispetto ai percorsi di esodo su tale fronte, rispetto alla porzione molecola e rispetto alla porzione tecnica e di accesso mezzi VVF a quota + 129,35 m.

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

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

Tabella S.3-6: Massima superficie lorda dei compartimenti in m²

DENOMINAZIONE AMBITI / COMPARTIMENTI	Superficie [m²]	Quota [m]	R_{vita}	Resistenza al fuoco
PIANO BANCHINE + PIANO INGRESSI	Piano banchine: 20.700 (serbatoio di fumo circa 3.000) Piano ingressi: 8.400	Piano banchine: +0,00 Piano ingressi: +6,50 (sbarco VVF a quota banchine)	E2	Piano ingressi: R 30 Piano banchine: R/REI 120
UFFICI / LOCALI TECNICI MOLECOLA	Totale uffici e locali tecnici: 600 Totale locali tecnici sotto rampa: 300	Uffici molecola: +2,90 Locali tecnici sotto rampa: +0,00	A2	Uffici: R/REI 30 Singoli locali tecnici e di sicurezza antincendio: R/REI 60-120

Tabella 2 – Riepilogo compartimentazione di progetto

Distanza di separazione per limitare la propagazione dell'incendio

Nel rispetto della soluzione conforme con $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$, verso altri fabbricati ed edifici limitrofi alla stazione ferroviaria saranno interposti spazi scoperti.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Esodo (rif. P.to S.4)

La finalità del sistema d'esodo è quella di assicurare che gli occupanti dell'attività possano raggiungere o permanere in un luogo sicuro, a prescindere dall'intervento dei Vigili del Fuoco.

La determinazione delle caratteristiche necessarie alla gestione delle vie di esodo è stata eseguita, seguendo delle indicazioni del capitolo S.4 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii..

La modalità di esodo prescelta è di tipo simultaneo.

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

Tabella S.4-1: Livelli di prestazione

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

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

Soluzione progettuale **alternativa**

La soluzione progettuale per l'esodo dalla stazione costituisce il cuore della progettazione antincendio ed è stata particolarmente attenzionata in questa fase di fattibilità preliminare.

Va da subito considerato che la configurazione della stazione "aperta" costituente unico ambiente tra piano interrato e piano ingressi non rende a priori possibile il rispetto della soluzione conforme in termini di lunghezze massime di esodo, non essendo presenti per definizione dei "luoghi sicuri temporanei" internamente alla stazione né scale di esodo protette nell'accezione canonica della RTO. **Ciò ha condotto ad un approfondimento progettuale sviluppando una "soluzione alternativa preliminare" per l'esodo degli occupanti, che ha comportato in particolare la necessità di un Sistema di Evacuazione Forzata dei Fumi e del Calore per il piano banchine.** Le caratteristiche

antincendio di tale impianto saranno ampiamente descritte nel successivo capitolo *Controllo fumi e calore*.

Nell'ambito della soluzione progettuale preliminare, sono state definite anche opportune misure per la salvaguardia degli occupanti con disabilità motorie.

Caratteristiche del sistema di esodo

Per ciascuna banchina saranno complessivamente previste 3 vie di esodo, rappresentate da:

- corpo scale centrali (fisse e mobili)
- n°2 attraversamenti a raso tipo *strail* (vedi figura tipologica sottostante) aventi larghezza di circa 5 m, che si sviluppano trasversalmente alle banchine sui due lati terminali e risultano ad esse raccordati con opportune rampe. Tali camminamenti, dei quali quello sul lato sud è posto interamente su spazio scoperto, permetteranno agli occupanti di raggiungere le vie di esodo protette sul fronte est (che conducono all'esterno – luogo sicuro) ed avranno anche la funzione di collegare tra loro le banchine, in modo che gli occupanti possano raggiungere altre scale di altre banchine che risultino praticabili in caso d'incendio.



Tipologico attraversamento strail

Tre nuovi percorsi protetti saranno ricavati sulla parete est del piano banchine:

- 1) una rampa protetta con accesso sul lato nord della banchina n°7, al termine del camminamento strail

- 2) una scala protetta con accesso da posizione pressoché centrale alla banchina n°7
- 3) un percorso protetto con accesso da porta REI sulla parte terminale sud della banchina n°7, che dà accesso al piazzale di accesso mezzi VVF

Tramite questi percorsi è possibile raggiungere la pubblica via sul lato di Piazza Alfieri. Tramite le scale delle banchine è invece possibile risalire al piano ingressi e, da qui, proseguire nell'esodo fino ai piazzali scoperti sui lati sud e nord.

Nell'atrio ingressi saranno previsti su tutti e 4 i lati delle vie di esodo verso l'esterno. Sui lati nord e sud, l'esodo potrà avvenire in orizzontale verso i piazzali a cielo libero. Sui lati est ed ovest, saranno presenti due scale che permetteranno di raggiungere rispettivamente le zone di Piazza Alfieri e di Via Siccoli. Sul lato nord e per gran parte del perimetro restante del piano ingressi sarà presente una cancellata che interdirà accessi incontrollati. Su tale cancellata saranno presenti alcune aperture per l'accesso dei viaggiatori alla stazione – tali varchi di passaggio resteranno usufruibili come passaggi liberi per tutto l'orario di apertura della stazione.

Scale d'esodo

Le scale di esodo saranno realizzate nel rispetto del p.to S.4.5.4 del D.M. in parola.

In particolare, le scale saranno dotate di corrimano laterale con sporgenza ≤ 8 cm ed avranno gradini con alzata e pedata regolari, costanti, e saranno interrotte da pianerottoli di sosta.

Scale mobili d'esodo

Le scale mobili saranno considerate ai fini dell'esodo come previsto dal p.to S.4.5.5 del D.M. in parola, dal momento che:

- l'attività sarà sorvegliata da IRAI con livello di prestazione IV
- l'attività avrà livello di prestazione III per la GSA

Nell'ambito di una valutazione del rischio preliminare, non si prevedono particolari ostacoli all'esodo degli occupanti lungo le scale mobili.

Le scale saranno utilizzate alla stregua di scale fisse, prevedendo la loro fermata automatica in emergenza ed il loro mantenimento in posizione di fermo. **Le scale mobili dovranno a**

tale scopo essere opportunamente dimensionate secondo normativa tecnica di settore, in modo da resistere al carico degli occupanti in transito in posizione di fermo.

Rampe d'esodo

Le rampe di esodo saranno realizzate nel rispetto del p.to S.4.5.6 del D.M. in parola. In particolare, in presenza di varchi di accesso ed uscite dovranno essere previsti pianerottoli con estensione pari ad almeno la larghezza complessiva del varco di passaggio.

La pendenza delle rampe d'esodo non dovrà superare il valore di 8%.

Eliminazione o superamento delle barriere architettoniche per l'esodo – Spazi calmi

Al fine di salvaguardare anche gli occupanti che non hanno abilità autonome per il raggiungimento del luogo sicuro, per ciascuna banchina saranno realizzati n°2 spazi calmi:

- n°1 spazio calmo (dimensioni indicative 1,5 m x 2,5 m) posto in adiacenza al camminamento *strail* sul lato sud, attestato su spazio scoperto, dotato di totem con citofoni per comunicazione bidirezionale verso il centro gestione emergenze in loco e da remoto (i.e. PCM Saronno);
- n°1 spazio calmo con dimensioni di circa 8 m² realizzato sul lato della banchina verso nord, in apposito locale compartimentato REI/EI 120 e dotato di sistema di sovrappressione realizzato secondo UNI EN 12101-13 a 30 Pa e che garantisca un adeguato contrasto all'ingresso dei fumi d'incendio nel locale per tutto il tempo necessario all'arrivo dei soccorritori. Anche in questo spazio calmo sarà presente analogo sistema di comunicazione bidirezionale di cui sopra, che permetterà di dialogare con i soccorritori o con il personale incaricato ai fini della gestione dell'emergenza. Saranno previste 2 porte di accesso allo spazio calmo con dimensioni di almeno 90 cm.

L'impianto di comunicazione bidirezionale per spazi calmi sarà realizzato assumendo come norme tecniche di riferimento la CEI-EN 62820 Parte 3-2 o altre norme tecniche equivalenti di settore.

Porte lungo le vie d'esodo

Tutte le porte poste lungo le vie di fuga saranno certificate come tali a norma di prodotto e saranno dotate di apertura nel verso dell'esodo con presenza di maniglione antipanico.

Illuminazione di sicurezza

Tutta l'attività sarà coperta da impianto di illuminazione di emergenza. L'impianto assicurerà un illuminamento orizzontale al suolo sufficiente a consentire l'esodo degli occupanti, in conformità alle indicazioni della norma UNI EN 1838 e comunque ≥ 5 lux ad 1 m dal piano di calpestio.

Progettazione del sistema di esodo

Affollamento – Piano ingressi

L'affollamento per il piano ingressi è determinato assumendo a riferimento quanto indicato per le zone di accesso al pubblico nella Bozza di RTV per Stazioni ferroviarie al p.to A.1.5.3 commi 1-3.

A.1.5.3

Esodo

1. La progettazione dell'esodo (Capitolo S.4) deve prevedere densità di affollamento $\geq 0,2$ pp/m² per le aree TA2.
2. La densità di affollamento del precedente comma 1 è ammessa, complessivamente, anche per le aree TA2 della *stazione* condivise con altre attività, con sistemi d'esodo indipendenti.

Nota Ad esempio per gli atri ed i connettivi della *stazione* da cui si accede ad attività commerciali, strutture ricettive, attività di pubblico spettacolo, ...

3. L'affollamento delle aree TA2 con *sistemi d'esodo comuni* deve prevedere il computo del precedente comma 1 e gli eventuali ulteriori affollamenti provenienti dalle altre attività presenti.

Nota Ad esempio si considerano gli affollamenti delle attività commerciali, delle aerostazioni, degli alberghi, ..., che eventualmente interessano gli atri ed i connettivi della *stazione*.

Lo stesso valore si ritrova tra quelli di Tabella S.4-12 del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii. per attività commerciali di settore non alimentare – l'assunzione fatta per la densità di affollamento dell'atrio ingressi si considera quindi, alla luce di ciò, conservativa.

Tipologia di attività	Densità di affollamento
Ambiti all'aperto destinati ad attività di spettacolo o intrattenimento, delimitati e privi di posti a sedere	2,0 persone/m ²
Locali al chiuso di spettacolo o intrattenimento (es. sale concerti, trattenimenti danzanti, ...) privi di posti a sedere e di arredi, con carico di incendio specifico $q_f \leq 50 \text{ MJ/m}^2$	
Ambiti per mostre, esposizioni	1,2 persone/m ²
Ambiti destinati ad attività di spettacolo o intrattenimento (es. sale concerti, trattenimenti danzanti, ...) con presenza di arredi o con carico di incendio specifico $q_f > 50 \text{ MJ/m}^2$	
Ambiti adibiti a ristorazione	0,7 persone/m ²
Ambiti adibiti ad attività scolastica e laboratori (senza posti a sedere)	0,4 persone/m ²
Sale d'attesa	
Uffici	
Ambiti di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	
Ambiti di vendita di <i>medie</i> e <i>grandi</i> attività commerciali al dettaglio con settore alimentare o misto	0,2 persone/m ²
Ambiti di vendita di attività commerciali al dettaglio senza settore alimentare	
Sale di lettura di biblioteche, archivi	
Ambulatori	0,1 persone/m ²
Ambiti di vendita di attività commerciali all'ingrosso	
Ambiti di vendita di <i>piccole</i> attività commerciali al dettaglio con specifica gamma merceologica non alimentare	
Civile abitazione	0,05 persone/m ²

Tabella S.4-12: Densità di affollamento per tipologia di attività

Il calcolo dell'affollamento totale del piano ingressi è effettuato su tutta la superficie coperta dello stesso (che comprende i cubotti uffici, commerciali, biglietteria e servizi) e conduce a **quantificare complessivamente circa 1.680 persone al piano ingressi.**

Affollamento – Piano banchine

Per quanto concerne il piano banchine, ambito che ha una peculiare destinazione d'uso non direttamente trattata dal D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii., in via preliminare viene assunto a riferimento un affollamento determinato seguendo il procedimento di cui alla Bozza di RTV per Stazioni ferroviarie e qui di seguito riportato:

L'affollamento delle aree TB è calcolato come segue:

$$(n_{b,s})_i = n_t \cdot (k_t + k_a) \quad A.1-1$$

$$(n_{b,m})_j = \sum (n_{b,s})_i \cdot k_m \quad A.1-2$$

$$n_b = [(n_{b,s})_i, (n_{b,m})_j]_{\max} \cdot [1 + k_b \cdot (y-1)] \quad A.1-3$$

con:

$(n_{b,s})_i$ affollamento della *banchina di stazione* i-esima dedicata ad una singola *sede ferroviaria*

$(n_{b,m})_j$ affollamento della *banchina di stazione* j-esima dedicata a più *sedi ferroviarie*

n_b affollamento degli ambiti a cui afferiscono più *banchine di stazione*

n_t massima capacità di trasporto passeggeri del treno che circola sulla *sede ferroviaria*

k_t coefficiente per la contemporaneità della presenza dei passeggeri sul treno, generalmente assunto di valore 0,75

k_a coefficiente per la contemporaneità della presenza dei passeggeri in attesa sulla banchina di stazione, generalmente assunto di valore 0,30

k_m coefficiente per la contemporaneità dell'affollamento della *banchina di stazione* j-esima dedicata a più *sedi ferroviarie*, generalmente assunto di valore 0,75

y numero delle banchine di stazione che afferiscono in un ambito

k_b coefficiente per la contemporaneità dell'affollamento degli ambiti a cui afferiscono più *banchine di stazione*, generalmente assunto con i valori della tabella A.1-3:

k_b	Numero di <i>banchine di stazione (y)</i> afferenti gli ambiti
0,2	$y > 10$
0,3	$5 \leq y \leq 10$
0,5	$y < 5$

Tabella A.1-3: valori dei coefficienti di contemporaneità dell'affollamento degli ambiti a cui afferiscono più banchine di stazione

Quale valore di riferimento per la capacità di trasporto passeggeri di un treno viene assunto il valore di 800 persone.

Il metodo fornisce come risultato il seguente (nel caso peggiorativo di un treno incendiato su un lato di una banchina ad isola con contemporaneità di un treno in arrivo sull'altro lato):

AMBITO	R_{vita}	Affollamento Massimo [persone]
BANCHINA AD ISOLA CON PRINCIPIO INCENDIO	E2	1.260
ALTRE BANCHINE*	E2	328

Nel caso invece di banchina singola, il metodo fornirebbe come risultato il seguente:

AMBITO	R_{vita}	Affollamento Massimo [persone]
BANCHINA SINGOLA CON PRINCIPIO INCENDIO	E2	840
ALTRE BANCHINE*	E2	448

NOTA (*) = a partire dal calcolo di affollamento della banchina interessata dall'incendio, viene assunto in via preliminare che il restante affollamento del piano banchine sia equamente distribuito sulle banchine non interessate dall'incendio.

Luogo sicuro

Il luogo sicuro sarà individuato a priori nella pubblica via, raggiungibile dall'atrio di stazione attraverso le numerose uscite laterali oppure percorrendo gli strail verso i percorsi protetti al piano banchine.

L'eventuale dimostrazione che l'atrio ingressi rappresenti esso stesso un "luogo sicuro" viene rimandata a successivi approfondimenti in sede di redazione del progetto antincendio.

Numero minimo di vie esodo e uscite indipendenti

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

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

Dal momento che un incendio in posizione centrale ad una banchina è potenzialmente in grado di compromettere molte scale del piano interrato (anche quelle della banchina

immediatamente adiacente a quella interessata dall'incendio), come già accennato, sarà sviluppata nell'ambito del presente studio di fattibilità una soluzione alternativa preliminare per l'esodo valutando il soddisfacimento dei parametri minimi per la salvaguardia della vita umana degli occupanti, ricorrendo a modelli FSE di simulazione per l'esodo nell'ambito degli scenari d'incendio preselezionati. Nell'ambito di tale soluzione preliminare, sarà considerata l'indisponibilità di tutte quelle scale ove la visibilità è inferiore alle soglie di praticabilità da parte degli occupanti. Avrà un ruolo fondamentale ai fini dell'esodo la presenza dell'impianto di estrazione meccanica dei fumi e del calore che garantirà le condizioni minime di raggiungibilità delle vie di fuga da parte degli occupanti.

Lunghezze di esodo – Piano atrio

Al piano atrio, la verifica delle lunghezze di esodo può essere effettuata in soluzione conforme secondo le indicazioni del punto S.4.8.3 e del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii..

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

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

Requisiti antincendio aggiuntivi		$\delta_{m,i}$
Rivelazione ed allarme di livello di prestazione IV (capitolo S.7)		15%
Controllo di fumi e calore di livello di prestazione III (capitolo S.8)		20%
Altezza media del locale servito dalla via d'esodo, h_m in metri [1]	≤ 3 m	0%
	> 3 m, ≤ 4 m	5%
	> 4 m, ≤ 5 m	10%
	> 5 m, ≤ 6 m	15%
	> 6 m, ≤ 7 m	18%
	> 7 m, ≤ 8 m	21%
	> 8 m, ≤ 9 m	24%
	> 9 m, ≤ 10 m	27%
	> 10 m	30%
[1] Qualora la via d'esodo serva più locali, si assume la minore tra le altezze medie.		

Tabella S.4-38: Parametri per la definizione dei fattori $\delta_{m,i}$

Considerando la metodologia di cui sopra, la massima lunghezza di esodo ammessa al piano ingressi è pari a 57,5 m. Da ogni punto del piano ingressi, almeno una via di esodo conduce in luogo sicuro temporaneo (spazi scoperti attorno alle tettoie).

Lunghezze di esodo – Piano banchine

Al piano banchine, la massima lunghezza di esodo ammessa in soluzione conforme sarebbe la medesima del piano atrio. Tuttavia, per tutto quanto prima affermato in merito ai luoghi sicuri e luoghi sicuri temporanei per il piano banchine, una verifica in soluzione conforme perde di senso e sarà effettuata una soluzione alternativa FSE sviluppata nel capitolo specifico della presente relazione al quale si rimanda.

Lunghezze di esodo e corridoi ciechi – Livello molecola

A livello molecola, sarà soddisfatta la soluzione conforme per la verifica delle lunghezze di esodo considerando le lunghezze di riferimento di cui alle Tabelle S.4-18 e S.4-25 del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii..

Altezza delle vie di esodo

L'altezza minima delle vie di esodo sarà pari a 2 m.

Larghezze delle vie di esodo

La verifica di larghezza delle vie di esodo, dal momento che la modalità di esodo in soluzione conforme prevedrebbe l'esodo simultaneo di tutti gli occupanti della stazione, viene anch'essa analizzata nell'ambito del presente studio di fattibilità con una soluzione alternativa preliminare.

Tale soluzione, concentrata al caso peggiorativo di un incendio al piano banchine, permetterà di evidenziare che le tempistiche di evacuazione dell'atrio di stazione, da parte degli occupanti ivi presenti, risultano compatibili con le tempistiche di esodo degli occupanti dal piano banchine verso l'atrio di stazione, non determinando sovrapposizione/sovraffollamento degli spazi che comporti l'incapacità di raggiungimento del luogo sicuro.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Gestione della sicurezza antincendio (rif. P.to S.5)

La gestione della sicurezza antincendio rappresenta la misura antincendio organizzativa e gestionale atta a garantire, nel tempo, un adeguato livello di sicurezza dell'attività in caso d'incendio.

La determinazione delle caratteristiche necessarie alla gestione della sicurezza è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.5 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii., con le modalità descritte in questo paragrafo.

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

Tabella S.5-1: Livelli di prestazione

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

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

In base alle caratteristiche dell'attività, **il livello di prestazione individuato è III** (Gestione della sicurezza antincendio per il mantenimento delle condizioni di esercizio e di risposta dell'emergenza con struttura di supporto).

Soluzione progettuale - conforme

Nell'attività verrà previsto un Centro di Gestione Emergenze (CGE) in loco (posto DCO a livello molecola) ed un rimando ad un centro di supporto da remoto (i.e. PCM Saronno). Il supporto in remoto sarà gestito mediante procedure definite da FN.

Il centro di gestione emergenze sarà un locale compartimentato ed avrà accesso diretto dall'esterno. A tale locale sarà possibile il rimando, mediante opportune centrali di controllo, dello stato di tutti gli impianti di protezione attiva (rivelazione ed allarme incendi, EVAC, controllo fumi e calore, impianti di sovrappressione spazi calmi, impianti di comunicazione bidirezionale per spazi calmi, impianto idrico antincendio). Inoltre, saranno presenti idonei strumenti di comunicazione con le squadre di soccorso, con il personale e con gli occupanti (i.e. microfono EVAC) insieme con tutta la documentazione necessaria ai fini della gestione dell'emergenza (planimetrie, numeri telefonici ecc.).

Aspetto fondamentale ai fini della gestione dell'emergenza dovrà essere il coordinamento e l'attivazione del sistema di **Messa A Terra di Sicurezza (M.A.T.S.)** dal CGE e/o dal PCM di Saronno per la disattivazione delle linee elettriche di contatto delle sedi ferroviarie, al fine di permettere l'utilizzo in sicurezza degli idranti in banchina da parte dei soccorritori.

Sulla base della valutazione del rischio da parte della committenza (sia per la sicurezza degli operatori che, eventualmente, per il pubblico), nelle successive fasi progettuali sarà determinata la modalità per l'interdizione all'utilizzo dell'acqua in banchina quando è presente la TE (linea in esercizio). Tale modalità potrà essere demandata a misure gestionali oppure asservita ad un sistema elettrico/meccanico (i.e. elettrovalvola a diluvio posta nel locale pompe antincendio).

Nelle successive fasi progettuali antincendio e per la fase di esercizio, saranno delineate più in dettaglio le modalità di gestione della sicurezza antincendio in emergenza, prevedendo l'istituzione di una squadra di addetti antincendio formati per attività di Livello 3 secondo D.M. 02/09/2021 presenti sul luogo in orario di apertura della stazione o, comunque, con garanzia di tempestivo intervento sul posto in caso di emergenza. Si precisa che, nel caso delle "attività lavorative", deve essere assicurata la presenza continuativa di addetti del

servizio antincendio in modo da poter attuare in ogni momento le azioni previste in emergenza.

Allo stesso modo dovranno essere definite tutte le modalità per la gestione della sicurezza antincendio in esercizio (sorveglianza e manutenzione antincendio).

Si richiama alla possibilità di applicare all'attività un sistema di gestione di sicurezza e salute sui luoghi di lavoro (SGSSL) che soddisfi anche gli obiettivi di sicurezza antincendio.

Gli indirizzi progettuali per la definizione della GSA sono quelli riportati di seguito – per ulteriori specifiche si rimanda al corpo del D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii. ed alla redazione del progetto di prevenzione incendi.

Struttura organizzativa minima	Compiti e funzioni
Responsabile dell'attività	<ul style="list-style-type: none"> • organizza la GSA in esercizio; • organizza la GSA in emergenza; • [1] predispone, attua e verifica periodicamente il piano d'emergenza; • [1] provvede alla formazione ed informazione del personale su procedure ed attrezzature; • [1] nomina le figure della struttura organizzativa; • istituisce l'<i>unità gestionale GSA</i> (paragrafo S.5.7.7).
[1] Coordinatore unità gestionale GSA	Coordina le attività di cui al paragrafo S.5.7.7.
[1] Coordinatore degli addetti del servizio antincendio	Addetto al servizio antincendio, individuato dal responsabile dell'attività, che: <ul style="list-style-type: none"> • sovrintende ai servizi relativi all'attuazione delle misure antincendio previste; • programma la turnazione degli addetti del servizio antincendio; • coordina operativamente gli interventi degli addetti al servizio antincendio e la messa in sicurezza degli impianti; • si interfaccia con i responsabili delle squadre dei soccorritori; • segnala al <i>coordinatore dell'unità gestionale GSA</i> eventuali necessità di modifica delle procedure di emergenza.
[1] Addetti al servizio antincendio	Attuano la GSA in esercizio ed in emergenza.
GSA in esercizio	Come prevista al paragrafo S.5.7
GSA in emergenza	Come prevista al paragrafo S.5.8
[1] Solo se attività lavorativa	

Tabella S.5-5: Soluzioni conformi per il livello di prestazione III

STRATEGIA ANTINCENDIO: Controllo dell'incendio (rif. P.to S.6)

La misura di controllo dell'incendio ha come scopo l'individuazione dei presidi antincendio da installare nell'attività per la sua protezione di base (attuata solo con estintori) e per la sua protezione manuale o protezione automatica finalizzata al controllo dell'incendio o anche, grazie a specifici impianti, alla sua completa estinzione.

La determinazione delle caratteristiche necessarie al controllo dell'incendio è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.6 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii., con le modalità descritte in questo paragrafo.

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

Tabella S.6-1: Livelli di prestazione

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

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

In base alle caratteristiche dell'attività e dei suoi ambiti, il **Livello di prestazione per il controllo d'incendio dell'attività è imposto pari a IV.**

Soluzione progettuale - conforme

In relazione alle risultanze della valutazione del rischio ed agli obiettivi generali di sicurezza antincendio, la soluzione progettuale prevedrà:

- la protezione di tutti gli ambiti con estintori portatili a polvere da 6 kg (potere minimo estinguente 55A 113BC) distribuiti con copertura tale che la massima distanza di raggiungimento di un estintore sia 30 m. Ad integrazione degli estintori a polvere, saranno previsti estintori a CO₂ per casi specifici (i.e. locali tecnici elettrici, uffici ecc.);
- la protezione delle banchine della stazione con idranti a muro UNI 45
- la protezione dell'atrio di stazione con naspi DN 25 (deve essere permessa la completa copertura anche dei cubotti)
- la protezione esterna del sito con idranti soprassuolo UNI 70
- la protezione di tutti i cubotti dell'atrio di stazione (commerciali, uffici, servizi, ecc.) con impianto di spegnimento automatico progettato secondo UNI EN 12845.

La rete idrica antincendio della stazione sarà dimensionata per garantire il soddisfacimento di prestazioni corrispondenti ad un livello di pericolosità 3 secondo UNI 10779, con alimentazione di tipo singolo superiore secondo UNI EN 12845. Il locale pompe VV.F. sarà realizzato nel rispetto della norma UNI 11292. La capacità della riserva idrica antincendio soddisferà le condizioni di domanda idrica peggiorative, considerando opportunamente l'eventuale funzionamento dell'impianto sprinkler in atrio.

Nel piazzale di sbarco VV.F. sarà posto un idrante soprassuolo UNI 70 atto al rifornimento dei mezzi VV.F. ed il gruppo attacchi di mandata per autopompa VV.F. secondo UNI 10779.

Come già descritto nel precedente capitolo, nelle successive fasi progettuali antincendio dovrà essere definita la modalità di gestione della mandata d'acqua agli idranti in banchina, sia essa semplicemente gestita con misure procedurali in esercizio oppure (soluzione caldeggiata) regolata con opportuno sistema di elettrovalvola a diluvio ad attivazione manuale con asservimento al sistema di Messa A Terra di Sicurezza delle linee di contatto (sistema di sgancio gestito tramite consenso operatore da CGE o da PCM).

STRATEGIA ANTINCENDIO: Rivelazione ed allarme (rif. P.to S.7)

Gli impianti di rivelazione incendio e segnalazione allarme incendio hanno come obiettivo il rivelare prima possibile la presenza di un incendio e lanciare l'allarme al fine di attivare le misure protettive e gestionali programmate.

La determinazione delle caratteristiche necessarie al controllo dell'incendio è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.7 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii..

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

Tabella S.7-1: Livelli di prestazione

Per tutti i compartimenti verrà previsto un **Livello di prestazione pari a IV.**

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

Tabella S.7-2: Criteri di attribuzione dei livelli di prestazione

Soluzione progettuale **conforme**

A copertura di tutte le aree della stazione (compresi locali del personale e locali tecnici) sarà installato:

- un **impianto automatico di rivelazione e segnalazione manuale di allarme incendi a norma UNI 9795**
- un **impianto di segnalazione sonora di allarme ad altoparlanti tipo EVAC** progettato secondo UNI ISO 7240-19 o UNI CEN/TS 54-32 o equivalente norma tecnica di settore. La categoria del sistema EVAC sarà correlata al livello di prestazione della GSA (Categoria 4).

Il sistema dovrà essere in grado di segnalare in modo udibile in tutte le aree della stazione lo stato di allarme incendio ed avvertire tutti gli utenti, tramite opportuni messaggi vocali sia pre-registrati sia personalizzabili mediante postazione operatore dal CGE, delle informazioni necessarie ad una corretta gestione dell'evacuazione in caso di allarme generale, anche e soprattutto per le persone con disabilità motorie.

Lo stato di allarme sarà opportunamente remotizzato, con procedure FN, alla postazione di monitoraggio esterna (i.e. PCM di Saronno).

In relazione all'esito di verifiche progettuali più approfondite in sede di redazione del progetto di prevenzione incendi, potrà essere valutata la possibile omissione dell'impianto di rivelazione automatica d'incendio nell'atrio (trattandosi di atrio aperto) – la protezione dovrà invece essere certamente prevista per tutti i cubotti uffici, commerciali ecc. dove è presente carico d'incendio.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Controllo di fumi e calore (rif. P.to S.8)

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

La determinazione delle caratteristiche minime del sistema di controllo ed evacuazione di fumi e calore è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.8 del D.M. 14.10.

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

Tabella S.8-1: Livelli di prestazione

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

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

La soluzione progettuale per lo smaltimento di fumi e calore nell'attività verrà approcciata in modo disaccoppiato per il piano banchine e per il piano atrio, pur costituendo essi formalmente un unico compartimento. Questo principalmente per due motivi:

- 1) gli elementi di compartimentazione orizzontali (tegoli di copertura delle banchine) che occupano la quasi totalità del soffitto del piano interrato insieme con la presenza di

compartimenti a soffitto delimitati da barriere al fumo (i.e. setti EI e tende tagliafumo per la protezione di banchine e scale), consentono complessivamente un sufficiente contrasto alla propagazione d'incendio dal piano interrato al piano atrio;

- 2) di fatto, il piano ingressi è collocato superiormente rispetto al piano banchine e, per ovvi motivi legati alla fisica dell'incendio ed al layout dell'atrio (pressoché totalmente aerato sui lati), i fumi prodotti in caso di principio d'incendio nei cubotti del piano ingressi si svilupperanno certamente a tale piano senza propagare al piano sottostante.

Pertanto, per il piano banchine, per ovvi motivi di sicurezza legati agli scenari d'incendio attesi ed al potenziale elevato affollamento previsto, sarà garantito il soddisfacimento di un **Livello di prestazione III**. Non potendo di fatto percorrere una soluzione di tipo conforme (i.e. applicazione dalla norma UNI 9494) a causa della geometria del fabbricato e della particolarità della sua funzione, ciò richiederà il ricorso ad una soluzione **alternativa** in sede di presentazione del progetto VV.F., soluzione che sarà sviluppata a carattere preliminare in questa trattazione ai fini della fattibilità tecnica ed economica della stazione. Tale verifica si concentrerà sicuramente sul piano interrato, ma riguarderà anche una pre-verifica di diffusione verso l'esterno di eventuali fumi risaliti in atrio in caso d'incendio ad un treno (evento sempre possibile per la presenza di scale aperte, seppur delimitate da compartimenti a soffitto).

Per l'atrio ingressi invece, ove il rischio d'incendio è concentrato praticamente solo ai cubotti, considerando la superficie limitata di questi ultimi, il limitato affollamento interno, il loro posizionamento laterale rispetto all'atrio ed in maggior vicinanza alle vie di fuga verso spazio scoperto nonché considerando la presenza di numerose aperture di aerazione dell'atrio stesso (composto da tettoie), si conviene di prevedere per tutti i cubotti la presenza di aperture di aerazione ai fini dello smaltimento di fumi e calore che soddisfino le condizioni minime di operatività dei soccorritori (**Livello di prestazione equivalente a II**). Ciò sarà comunque supportato da una verifica in soluzione **alternativa** preliminare mirata a valutare l'effettivo smaltimento dei fumi provenienti dai cubotti (ed emessi nell'atrio circostante) verso l'esterno, simulando scenari d'incendio all'uopo predefiniti.

Per tutti gli altri ambiti della stazione (i.e. livello molecola) si imporrà il **Livello di prestazione II** con soluzione di tipo **conforme**.

Soluzione progettuale

Spazi del personale (molecola) – soluzione conforme

Sarà prevista la realizzazione di aperture di aerazione naturale (ottenibile mediante porte e finestre verso l'esterno) ai fini di facilitare le opere di intervento dei soccorritori. Sarà in particolare ricavata una superficie di aerazione complessiva di almeno 1/40 della superficie in pianta complessiva dei locali del personale.

Per aree singolarmente compartimentate e con superficie inferiore a 25 m² e carico d'incendio $q_f < 600 \text{ MJ/m}^2$ oppure per aree compartimentate ma aventi superficie inferiore a 100 m² e carico d'incendio $q_f < 200 \text{ MJ/m}^2$ potrà non essere prevista alcuna aerazione. Per i locali tecnici (aree "a rischio specifico") sarà valutata successivamente la necessità di aerazione naturale. Si rammenta la necessità di effettuare una valutazione ATEX per i locali tecnici ove prevista la potenziale formazione di atmosfere esplosive, dalla quale potrebbero nascere specifiche esigenze di ventilazione.

Banchine – soluzione alternativa

Al piano banchine sarà realizzato un **Sistema di Evacuazione Forzata dei Fumi e del Calore** dimensionato sulla base di una verifica preliminare con metodi **FSE**.

Il sistema avrà l'obiettivo di mantenere condizioni sufficienti per la salvaguardia della vita umana verificando le soglie di prestazione di cui al capitolo M.3 del Codice VVF per tutta la durata dell'esodo.

La progettazione di fattibilità del sistema prevedrà in particolare:

- realizzazione di n°7 compartimenti a soffitto del piano banchine ("bacini di fumo") allo scopo di contenere i fumi nella zona ove si origina l'incendio, mediante:
 - elementi fissi (setti con resistenza al fuoco minima EI 30) installati a soffitto con discesa fino a quota di circa 3,5 m dal piano di calpestio delle banchine, installati lungo tutto lo sviluppo longitudinale delle banchine tra le pilastrate ed ai lati del gruppo scale (si vedano elaborati grafici rappresentativi)
 - tende tagliafumo installate a chiusura dei corpi scala con discesa fino a 2,5 m di altezza dal piano di calpestio delle banchine (sistema comandato automaticamente dall'impianto di rivelazione ed allarme incendio)

- installazione di un impianto meccanico di estrazione dei fumi d'incendio che garantirà una portata di aspirazione complessiva in estrazione di circa 120.000 m³/h. Il sistema sarà coadiuvato dall'installazione di n°7 jet fan (uno per ciascun serbatoio di fumo) da circa 10.000 m³/h cad., posti a soffitto sul lato terminale sud della stazione.

L'impianto sarà costituito da un insieme di condotte di aspirazione installate a soffitto per ciascun serbatoio di fumo, con sviluppo in senso longitudinale alle banchine a partire dalla piastra nord fino al termine del corpo scale verso sud. Ciascuna delle condotte presenterà bocchette di aspirazione distribuite lungo lo sviluppo delle condotte stesse al fine di soddisfare la portata complessiva di estrazione. Il numero di bocchette di estrazione dovrà essere correttamente dimensionato, in fase esecutiva, bilanciando correttamente le portate di aspirazione localizzate al fine di non generare fenomeni di turbolenza o di "rottura" dello strato libero da fumi che possano compromettere l'estrazione dei fumi stessa. Il sistema di condotte, opportunamente collettate, farà capo ad un gruppo di ventilatori posti in superficie (fuori terra) in grado di garantire le portate richieste ed opportunamente canalizzati verso maniche a vento che permettano l'espulsione dei fumi in atmosfera a quota compatibile con l'ambiente circostante.

La logica di funzionamento del sistema SEFFC prevedrà:

- in caso di incendio in un serbatoio di fumo centrale (es. da n°2 e n°6), l'attivazione automatica del sistema di ventilazione al fine di garantire una portata in estrazione di 50.000 m³/h per il serbatoio di fumo interessato dall'incendio e 35.000 m³/h cadauno sui due bacini adiacenti, più il funzionamento contemporaneo di n°3 jet-fan dei quali uno afferente al serbatoio di fumo interessato dall'incendio e gli altri 2 afferenti ai bacini di fumo immediatamente adiacenti;
- in caso di incendio in un serbatoio di fumo laterale (es. n°1 e n°7), l'attivazione automatica del sistema di ventilazione al fine di garantire una portata in estrazione di 80.000 m³/h per il serbatoio di fumo interessato dall'incendio e 40.000 m³/h nel serbatoio di fumo adiacente, unitamente al funzionamento contemporaneo di n°2 jet-fan dei quali uno afferente al serbatoio di fumo interessato dall'incendio e il restante nel serbatoio di fumo immediatamente adiacente.

Al sistema SEFFC saranno associate aperture di aerazione naturale permanente a soffitto che permetteranno un migliore gestione dei fumi per la porzione di piastra nord. Si avranno in particolare:

- n°2 forometrie con superficie utile complessiva di circa 70 m²
- n°7 aperture grigliate (ciascuna posizionata nella porzione terminale di ciascuna banchina verso nord) con superficie utile complessiva di circa 60 m²

Per ulteriori caratteristiche della soluzione progettuale SEFFC, si rimanda alla sezione delle verifiche FSE della presente relazione nonché al corrispondente progetto di fattibilità meccanico.

Il sistema, in quanto impianto di protezione attiva cruciale per la sicurezza della stazione, dovrà possedere caratteristiche di ***disponibilità superiore***. Come tale, esso presenterà caratteristiche intrinseche finalizzate a migliorarne efficienza ed affidabilità; inoltre saranno adottate nella gestione della sicurezza antincendio dell'attività specifiche misure atte a garantire una maggiore manutenibilità ed un migliore supporto logistico per lo stesso.

La “disponibilità superiore” si potrà esplicitare in particolare in:

a) migliore “affidabilità”, ottenuta tramite:

- utilizzo di componentistica certificata di idonea qualità (es. componenti con minor rateo di guasto), compatibilmente con quanto disponibile sul mercato;
- adozione di elementi di impianto ridondanti (es. ventilatore/i di aspirazione di riserva a quelli principali)
- adozione di accorgimenti per la riduzione degli errori umani nelle fasi di manutenzione e gestione dell'impianto in esercizio quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo: adozione di check-list di controllo, adozione di squadre di manutenzione e controllo con numero di addetti ridondante etc.;
- collocazione della centrale di pompaggio in luogo esterno, protetto rispetto al magazzino;

b) maggiore “manutenibilità” e “supporto logistico della manutenzione”, ottenuti tramite:

- riduzione dei tempi di intervento/ripristino in caso di manutenzione, mediante procedura di rifornimento in brevissimo tempo di opportuni ricambi di scorta per i componenti chiave dell'impianto (ad esempio prevedendo stoccaggio dei ricambi direttamente in sito o presso magazzino logistico di supporto);
- operazioni di manutenzione, eseguite per settori di impianto, con cadenza più significativa al fine di garantire una maggiore efficienza del sistema antincendio - in particolare, saranno raddoppiate le frequenze di manutenzione previste dalle norme tecniche per le diverse parti dell'impianto, se necessario potenziando le squadre manutentive;
- adozione di una procedura per la gestione di eventuali stati di disservizio dell'impianto che ne compromettano la funzionalità (es. ventilatori fuori servizio, alimentazione elettrica di riserva fuori servizio).

Le misure previste nella gestione della sicurezza antincendio dovranno permettere il monitoraggio e la continua valutazione del rischio d'incendio.

- **Atrio ingressi – soluzione alternativa**

Per tutti i cubotti sarà garantita una superficie di aerazione naturale (ottenibile mediante porte e/o finestrature verso l'atrio) ai fini di facilitare l'opera di intervento dei soccorritori. Dovrà essere così ricavata, per ciascun cubotto, una superficie di aerazione di almeno 1/40 della superficie in pianta degli stessi.

Una soluzione alternativa sviluppata in via preliminare permetterà poi di dimostrare che la trasmissione dei fumi dai cubotti all'atrio in caso d'incendio non è attesa compromettere l'esodo dall'atrio stesso (è atteso un comportamento paragonabile ad un incendio in campo aperto, in grazia delle numerose aperture date dalle tettoie).

Per ulteriori dettagli si rimanda alla sezione di verifica FSE.

Banchine – sistema di sovrappressione per spazi calmi

Per gli spazi calmi realizzati al piano banchine in appositi locali compartimentati REI/EI 120 sarà realizzato un sistema di sovrappressione secondo UNI EN 12101-13 a 30 Pa e che garantisca un adeguato contrasto all'ingresso dei fumi d'incendio nel locale per tutto il tempo necessario all'operatività dei soccorritori.

La presa d'aria "pulita" di immissione all'interno dei locali da pressurizzare sarà effettuata in superficie (piano terra - esterno). La stessa sarà canalizzata in ciascun locale mediante apposite condotte compartimentate EI 120. Per ciascun locale sarà installato un apposito ventilatore che garantirà i requisiti minimi di sovrappressione richiesti. Il funzionamento del sistema di pressurizzazione dovrà essere contemporaneo per tutti i locali spazi calmi (per tutte le banchine) in caso d'incendio.

Per ulteriori dettagli circa il sistema si rimanda al corrispondente progetto di fattibilità impiantistico.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Operatività antincendio (rif. P.to S.9)

La misura antincendio di operatività antincendio ha lo scopo di agevolare l'effettuazione di interventi di soccorso dei Vigili del fuoco in tutte le attività.

La determinazione delle caratteristiche minime dell'operatività antincendio è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.9 del D.M. 03.08.2015 e ss.mm.ii..

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

Tabella S.9-1: Livelli di prestazione

In base alle caratteristiche dell'attività e dell'opera da costruzione, sarà attribuito il **livello di prestazione IV**.

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

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

Soluzione progettuale.

La soluzione adottata per garantire il raggiungimento del livello di prestazione è di tipo **conforme**.

La soluzione progettuale si tradurrà innanzitutto nell'assicurare permanentemente la possibilità di avvicinare i mezzi di soccorso antincendio a distanza ≤ 50 m dagli accessi per i soccorritori all'attività, assumendo come riferimento i parametri di Tabella S.9-5 seguente.

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

Tabella S.9-5: Requisiti minimi accessi all'attività da pubblica via per mezzi di soccorso

Inoltre, al fine di minimizzare i tempi di intervento dei soccorritori VV.F. e migliorarne le condizioni di operatività, sarà realizzato un piazzale per lo sbarco dei mezzi i VV.F. al piano banchine, attestato prevalentemente su spazio

scoperto. Da tale piazzale sarà possibile avere accesso diretto alla prima banchina adiacente e, da qui, mediante i percorsi a raso *strail*, raggiungere tutte le banchine.

Al piano ingressi, i soccorritori VV.F. potranno sempre accedere mediante le scale presenti sul perimetro della stazione e che collegano Via Mariani e Piazza Alfieri alla quota piastra.

STRATEGIA ANTINCENDIO: Sicurezza degli impianti (rif. P.to S.10)

La determinazione delle caratteristiche minime di sicurezza degli impianti è stata eseguita, nel rispetto delle indicazioni del capitolo S.10 del D.M. 03.08.2015 e successivo D.M. 18.10.2019, con le modalità descritte in questo paragrafo.

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

Tabella S.10-1: Livelli di prestazione

Il livello di prestazione per la sicurezza degli impianti a servizio dell'attività sarà pari a I con soluzione **conforme**.

Soluzione progettuale conforme

Tutti gli impianti tecnologici della stazione saranno progettati a regola d'arte secondo la normativa tecnica di settore applicabile.

Gli impianti che avranno una funzione ai fini della gestione dell'emergenza, disporranno di alimentazione elettrica di sicurezza con le caratteristiche seguenti:

- illuminazione di emergenza: autonomia 120 minuti, interruzione breve ($\leq 0,5$ s)
- IRAI: autonomia 30 minuti, interruzione breve ($\leq 0,5$ s)
- impianto idrico antincendio: autonomia 120 minuti, interruzione media (≤ 15 s)
- impianto comunicazione bidirezionale per spazi calmi: autonomia 90 minuti, interruzione breve ($\leq 0,5$ s)
- impianto di controllo fumi e calore in banchina: autonomia 120 minuti, interruzione media (≤ 15 s)
- impianto di sovrappressione per spazi calmi in banchina: autonomia 120 minuti, interruzione media (≤ 15 s)

Tali caratteristiche risultano in linea con quanto richiesto secondo tabella S.10-2 seguente:

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

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

Specifiche per impianti elettrici – pulsanti di sgancio e sistema M.A.T.S.

In posizione segnalata e facilmente accessibile dovranno essere ricavati opportuni pulsanti di sgancio per tutti gli impianti elettrici della stazione, differenziando opportunamente i circuiti elettrici principali prevedendo più pulsanti di sgancio per ciascuno di essi (ad esempio: pulsanti di sgancio differenziati per impianto elettrico generale, impianto fotovoltaico, eventuali UPS, gruppo elettrogeno, ecc.).

Lo sgancio dell'impianto fotovoltaico dovrà anche essere tale da far sì che non rimangano cavi elettrici alimentati in corrente continua direttamente esposti in ambiente stazione o comunque non idoneamente protetti/compartimentati.

Così come specificato nei precedenti capitoli, dovrà essere opportunamente previsto un sistema disattivazione delle linee elettriche di contatto delle sedi ferroviarie (**M.A.T.S.**) coordinato con l'utilizzo in sicurezza degli idranti in banchina da parte dei soccorritori.

Specifiche per impianto fotovoltaico in copertura – piano ingressi

La copertura del piano ingressi sarà costituita da un insieme di tettoie in vetro con integrato un impianto fotovoltaico. Per quest'ultimo dovrà essere rispettato quanto disposto nella Guida Tecnica di cui alla Circolare ministeriale prot. 1324 del 07/02/2012 e ss.mm.ii. e quanto previsto dalla RTV per chiusure d'ambito allegata al D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii..

In tale ottica, la tipologia di impianto previsto non costituisce un sensibile rischio di propagazione di incendio in relazione all'assenza di elementi combustibili che possano far propagare l'incendio alla copertura o agli ambienti sottostanti: trattasi infatti di copertura

incombustibile realizzata con pannelli in vetro temperato con integrate celle fotovoltaiche in silicio, e con cablaggi con reazione al fuoco certificata ai fini antincendio.

Per l'impianto fotovoltaico saranno presenti più inverter, questi saranno collocati in locali compartimentati REI/EI 120 al piano banchine.

Alla luce del layout dell'impianto fotovoltaico, il suo adeguamento antincendio nell'ambito della redazione del progetto VV.F. potrà avvenire mediante una valutazione del rischio basata su specifiche tecniche fornite dal produttore, dal quale risulti evidente il rispetto degli obiettivi di sicurezza antincendio stabiliti dalla RTV 13. Ciò potrà avvenire mediante formale sviluppo di una "soluzione alternativa".

Gruppo elettrogeno

In area tecnica distaccata rispetto al corpo principale della stazione, a livello del piazzale di sbarco VVF ed in vicinanza al locale pompe VVF, sarà ricavato un locale compartimentato REI 120 per la collocazione di un gruppo elettrogeno.

Il gruppo elettrogeno dovrà rispettare integralmente i requisiti antincendio di cui al D.M. 13/07/2011 e ss.mm.ii.. Il gruppo costituisce attività soggetta a controllo VV.F. per il punto 49/B di cui all'Allegato I del D.P.R. n°151/2011.

Di seguito se ne riportano le principali caratteristiche ai fini antincendio:

- alimentazione a gasolio
- parete frontale affacciante su spazio scoperto ed avente lunghezza di almeno il 15% del perimetro del locale GE
- accesso diretto al locale da spazio scoperto (porta collocata su parete frontale)
- serbatoio incorporato all'unità con capacità massima di 500 dm³
- aerazione naturale permanente ricavata sulla parete di cui poc'anzi pari a 12,5 cm² per ogni kW di potenza nominale.

Qualora la ventilazione del locale sia di tipo forzato, le superfici suddette possono essere diminuite fino al 50%.

SEZIONE III

VERIFICHE PRELIMINARI CON FIRE SAFETY ENGINEERING

IPOTESI PROGETTUALI E SCENARI D'INCENDIO

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Gli obiettivi di sicurezza della progettazione FSE consistono nel:

- garantire l'esodo in sicurezza degli occupanti nelle prime fasi di sviluppo dell'incendio.
- garantire la possibilità di smaltire fumi e calore dell'incendio dai compartimenti al fine di facilitare le operazioni delle squadre di soccorso nelle successive fasi d'incendio

Definizione delle soglie di prestazione

Gli obiettivi di sicurezza si traducono in soglia di prestazione quantitativa da verificare.

Per quanto riguarda l'esodo e il controllo di fumo e calore l'obiettivo risulta verificato se non si superano i valori delle soglie di prestazione per occupanti e per le squadre di soccorso suggeriti dal D.M. 18/10/2019 e riportati nella tabella seguente:

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

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

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

Resa in particolato (Soot Yield) – scenari d'incendio di progetto per convogli ferroviari

Per la valutazione della produzione dei fumi nel caso di incendio di un convoglio ferroviario è stato effettuato un approfondimento basandosi sulla tipologia e sulla quantità di materiali combustibili coinvolti nell'incendio stesso.

A tale fine sono stati acquisiti dalla Committenza i dati di carico di incendio per diverse tipologie di treno transitanti sulla rete Trenord e, per ciascuno, è stata valutata la media pesata dei valori di resa in particolato attribuendo, per ogni tipologia materiale presente, i valori di resa in particolato assunti dal manuale SFPE "*Handbook of Fire Protection Engineering*" – terza edizione. Tale procedimento ha condotto ad un valore mediato di resa in particolato per il "treno di progetto" pari a 0,1 kg/kg.

Considerando un fattore di sicurezza aggiuntivo del 10%, le verifiche di Fire Engineering di cui alla presente trattazione sono state svolte utilizzando un valore $Y_{\text{soot}} = 0,11$ kg/kg.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto – piano banchine

Determinazione della curva HRR di progetto

Per la valutazione del rischio di incendio nella progettazione della sicurezza della stazione ferroviaria deve essere stabilita la curva HRR dei treni.

Il DM 28 ottobre 2005 - Sicurezza nelle gallerie ferroviarie - propone alcuni scenari incidentali di riferimento tra cui l'incendio della carrozza di un treno passeggeri. La curva HRR proposta dal Decreto prevede uno sviluppo graduale della potenza del focolaio (tempo complessivo di sviluppo non inferiore ai 10 min.) sino al valore di 10 MW e si assume che essa rimanga costante per tutta la durata della simulazione.

A favore di sicurezza, si è scelto di assumere per le presenti verifiche FSE una curva con velocità di crescita ultra-fast fino al picco di 10 MW. Il grafico seguente illustra la curva HRR che verrà utilizzata nelle simulazioni.

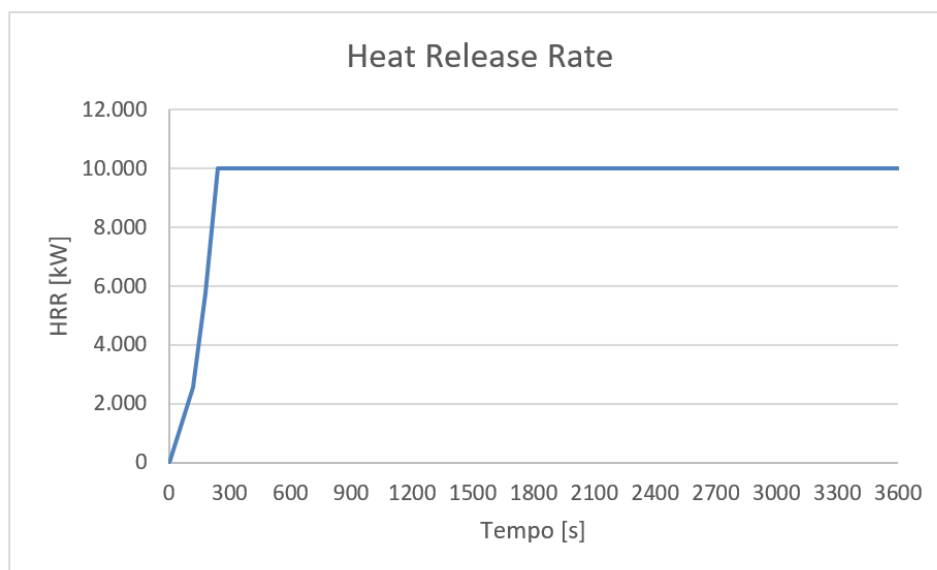


Grafico 1 – Curva HRR utilizzata nelle simulazioni FSE

Identificazione delle possibili fonti di innesco

L'innesco su un convoglio può avvenire a causa di malfunzionamenti tecnici, quali un corto circuito a bordo, o della linea di alimentazione, un surriscaldamento agli organi di rotolamento, un difetto all'impianto frenante rotabile, oppure ad un non rispetto delle norme comportamentali di sicurezza a bordo (ad es. non rispetto del divieto di fumo da parte dei passeggeri).

In base alle possibili fonti di innesco, si può ritenere che la probabilità di innesco sia piuttosto omogenea in tutto il piano interrato: un guasto tecnico ha ragionevolmente la stessa probabilità di avvenire su qualsiasi banchina.

Identificazione dei possibili scenari d'incendio

Considerato che la probabilità di innesco e la potenza termica sviluppata sarebbero le medesime in tutto il piano interrato, nell'ambito della presente progettazione di fattibilità antincendio verranno studiati alcuni scenari preliminari "rappresentativi" che determinano le condizioni peggiori per l'esodo.

Si analizzeranno quindi i seguenti scenari:

Scenario 1:

- **Ubicazione focolare:** il focolaio è stato collocato nella zona centrale del piano banchine.

La scelta di collocare l'incendio in tale posizione è dettata dal fatto di porsi nella condizione peggiore per quanto riguarda la propagazione dei fumi lungo i percorsi di esodo. Infatti, nella zona centrale un maggior numero di scale di esodo potrebbe essere più rapidamente invasa dal fumo, rendendole indisponibili.

Il focolare è rappresentato da una sorgente di innesco che sviluppa la curva d'incendio predefinita.

Saranno inoltre rappresentate una carrozza anteriore e una posteriore al vagone di primo innesco al fine di valutare l'eventuale propagazione dell'innesco. La temperatura di innesco della carrozza adiacente è considerata a 400°C in quanto la superficie direttamente esposta all'irraggiamento sarà presumibilmente metallica.

- **Edificio:** l'edificio presenta le caratteristiche descritte nella precedente sezione della presente relazione.
- **Occupanti:** sono in stato di veglia ma non hanno familiarità con l'edificio. Si considera la possibile presenza di occupanti con disabilità motorie o sensoriali.

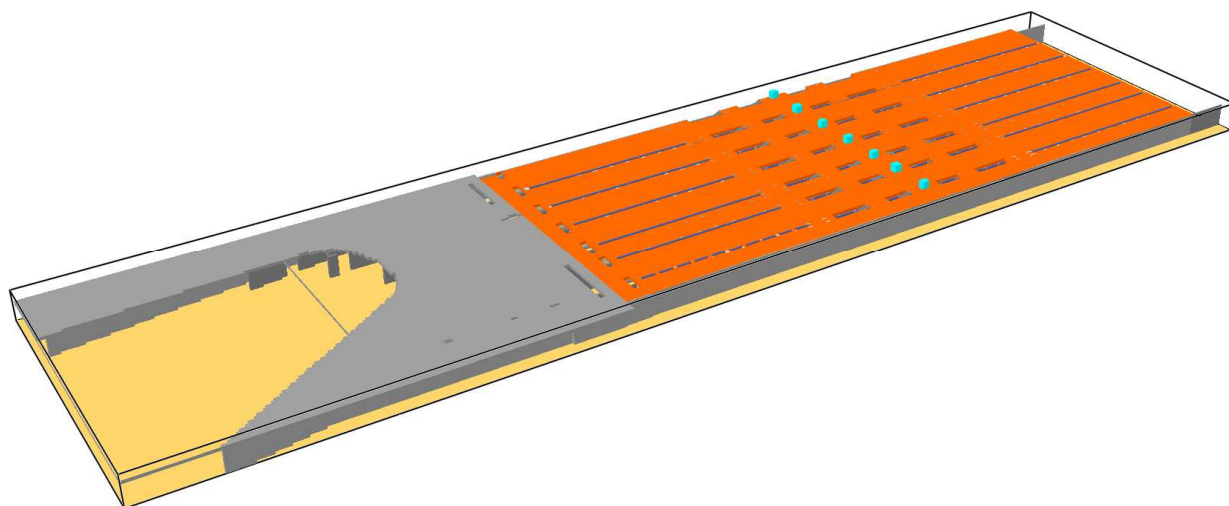


Figura 5 – Dominio di calcolo FSE

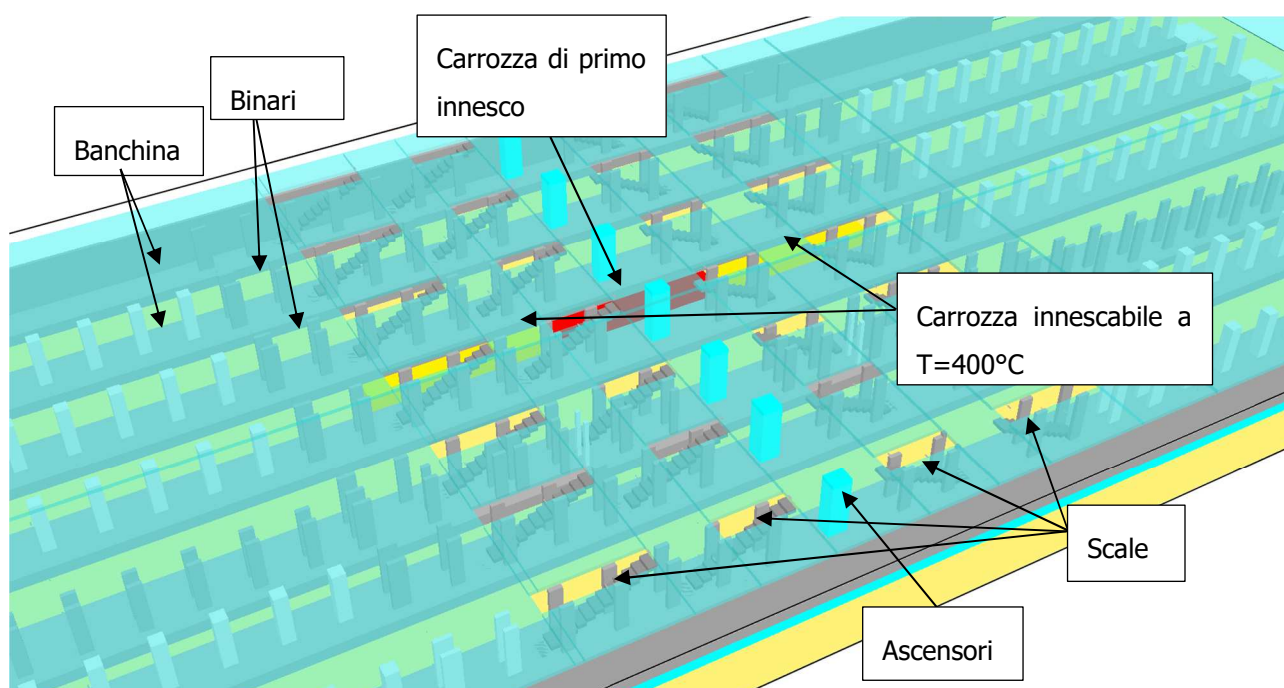


Figura 6 – Scenario 1: dettaglio zona banchine dominio di calcolo

Scenario 2:

Dalle analisi preliminari effettuate è emerso che gran parte del fumo viene evacuato dal lato sud della galleria (lato di lunghezza inferiore, inteso come distanza dalle scale di esodo). D'altro canto, si determina un ristagno nella zona centrale del piano banchine, a causa del massiccio richiamo di aria dal lato nord della galleria. Si è pertanto deciso di proporre un ulteriore scenario spostando l'innescò verso il lato nord, al fine di verificare se aumentando la distanza dal lato sud (da dove viene evacuato molto fumo) si determinano condizioni più gravose per l'esodo.

- **Ubicazione focolare:** il focolaio è stato collocato nell'angolo della zona adibita a banchine, verso il lato nord.

La scelta di collocare l'incendio in tale posizione è dettata dal fatto di porsi nella condizione peggiore per quanto riguarda la propagazione dei fumi lungo i percorsi di esodo. Infatti, in prossimità del muro perimetrale i fumi tendono a ristagnare e ad abbassarsi per effetto del ceiling jet e del raffreddamento che gli stessi subiscono incontrando le pareti fredde della galleria.

Il focolare è rappresentato da una sorgente di innesco che sviluppa la curva d'incendio predefinita.

Saranno inoltre rappresentate una carrozza anteriore e una posteriore al vagone di primo innesco al fine di valutare l'eventuale propagazione dell'innescò. La temperatura di innesco della carrozza adiacente è considerata a 400°C in quanto la superficie direttamente esposta all'irraggiamento sarà presumibilmente metallica.

- **Edificio:** l'edificio presenta le caratteristiche descritte nella precedente sezione della presente relazione.
- **Occupanti:** sono in stato di veglia, ma non hanno familiarità con l'edificio. Si considera la possibile presenza di occupanti con disabilità motorie o sensoriali.

Individuazione degli scenari di incendio di progetto – piano ingressi

Determinazione della curva HRR di progetto

All'ingresso è prevista la presenza di locali commerciali ed uffici che potrebbero essere di natura molto variabile. Si è quindi scelto di utilizzare, per le verifiche FSE al piano ingressi, il focolare predefinito per le attività civili proposto dal D.M. 18/10/2019 in Tabella M.2-2, riportata a seguire, considerando una crescita "fast", con un RHR di picco pari a 5 MW.

A favore di sicurezza, in questa fase di fattibilità non verrà considerato l'intervento dell'impianto di spegnimento automatico installato a protezione dei cubotti vetrati.

Parametro	Focolare predefinito	
	per attività civile	per altre attività
Velocità caratt. di crescita dell'incendio t_a	150 s (fast)	75 s (ultra-fast)
RHR _{max} totale RHR _{max} per m ² di superficie del focolare	5 MW 250-500 kW/m ² [1]	50 MW 500 -1000 kW/m ² [1]
Resa in particolato Y _{soot}	Pre flashover: 0,07 kg/kg [2,3] Post flashover: 0,14 kg/kg [2,3]	Pre flashover: 0,18 kg/kg [4] Post flashover: 0,36 kg/kg [4]
Resa in monossido di carbonio Y _{CO}	Pre flashover: 0,10 kg/kg [5] Post flashover: 0,40 kg/kg [5]	
Calore di combustione effettivo ΔH _c	20 MJ/kg [3]	
Resa in biossido di carbonio Y _{CO2}	1,5 kg/kg [3,6]	
Resa in acqua Y _{H2O}	0,82 kg/kg [3,6]	
Frazione di RHR in irraggiamento (Radiative fraction)	35% [3]	

[1] Da impiegare in alternativa all'RHR_{max} totale, considerando la massima superficie del focolare, pari al comparto antincendio nel caso di carico di incendio uniformemente distribuito, ma che può essere un valore inferiore nel caso d'incendio localizzato.

[2] Robbins A P, Wade C A, Study Report no 185 "Soot Yield Values for Modelling Purposes - Residential Occupancies", BRANZ, 2008

[3] "C/VM2 Verification method: Framework for fire safety design", New Zealand Building Code

[4] "SFPE handbook of fire protection engineering", NFPA, 4th ed., 2008. Tabella 3-4.16, pag. 3-142, da polyurethane flexible foams.

[5] Stec A A, Hull T R, "Fire Toxicity", Woodhead Pub., 2010. § 2.4 con Φ = 1,25 (underventilated fire)

[6] In alternativa alle rese Y_{CO2} e Y_{H2O}, si può imporre nel codice di calcolo il combustibile generico CH₂O_{0,5}.

Tabella M.2-2: Focolari predefiniti

Identificazione delle possibili fonti di innesco

Le fonti di innesco sono ridotte e per lo più legate a possibili guasti dei sistemi elettrici, o cause di natura umana, come ad esempio un non rispetto delle norme comportamentali di sicurezza (ad es. non rispetto del divieto di fumo).

Identificazione dei possibili scenari d'incendio

Considerato che la probabilità di innesco e la potenza termica sviluppata sono grossomodo le medesime nelle varie zone a rischio d'incendio del piano ingressi, verranno studiati gli scenari che determinano le condizioni peggiori per l'esodo.

Si analizzeranno quindi i seguenti scenari:

Scenario A:

- **Ubicazione focolare:** il focolaio è stato collocato in un locale commerciale sul lato nord.

La scelta di collocare l'incendio in tale posizione è dettata dal fatto di porsi nella condizione peggiore per quanto riguarda la propagazione dei fumi lungo i percorsi di esodo. Infatti, in prossimità del locale, sono presenti n° 2 uscite di sicurezza che potrebbero presto risultare indisponibili.

Il focolare è rappresentato da una sorgente di innesco che sviluppa la curva d'incendio predefinita.

- **Edificio:** l'edificio presenta le caratteristiche descritte nella precedente sezione della presente relazione.
- **Occupanti:** sono in stato di veglia ma non hanno familiarità con l'edificio. Si considera la possibile presenza di occupanti con disabilità motorie o sensoriali.

Scenario B:

- **Ubicazione focolare:** il focolaio è stato collocato nella zona centrale dell'atrio.

La scelta di collocare l'incendio in tale posizione è dettata dal fatto di porsi nella condizione peggiore per quanto riguarda l'evacuazione dei fumi, in quanto in questa zona si ha la maggior superficie coperta.

Il focolare è rappresentato da una sorgente di innesco che sviluppa la curva d'incendio predefinita.

Questo scenario permette di valutare sia l'effetto della risalita dei fumi d'incendio in atrio dal piano banchine attraverso le scale aperte sia, eventualmente, le conseguenze di un potenziale incendio di un allestimento temporaneo in atrio.

- **Edificio:** l'edificio presenta le caratteristiche descritte nella precedente sezione della presente relazione.
- **Occupanti:** sono in stato di veglia ma non hanno familiarità con l'edificio. Si considera la possibile presenza di occupanti con disabilità motorie o sensoriali.

ANALISI QUANTITATIVA – MODELLI ED IPOTESI DI BASE

Modello di calcolo utilizzato

Le analisi computazionali sono state effettuate utilizzando il software di calcolo FDS (v. 6.4.0). Fire Dynamics Simulator (FDS) è un modello CFD che utilizza il sistema di turbolenza LES (Large Eddy Simulation). FDS è stato sviluppato dal National Institute of Standard and Technology (NIST, USA) per flussi fluidi guidati termicamente.

Il software risolve numericamente una forma semplificata delle equazioni di Navier-Stokes appropriata a fluidi con bassa velocità, guidati termicamente e con un'enfasi nel fumo e la trasmissione di calore ricevuta dal fuoco. Attraverso il suo sviluppo, FDS è stato impiegato per la risoluzione di problemi pratici relazionati con il fuoco nel campo della Fire Safety Engineering e allo stesso tempo fornire uno strumento per studiare meccanismi fondamentali di Fire Dynamics e combustione.

Fa parte integrante del modello FDS il programma EVAC sviluppato dal VTT (Technical Research Centre of Finland), che permette di effettuare simulazioni di evacuazione delle persone da un edificio – tale modello è stato in particolare utilizzato per valutare gli scenari di esodo.

L'uscita simultanea di grandi folle può facilmente provocare situazioni minacciose per la vita. Quando la folla genera un collo di bottiglia che riduce il movimento dei primi pedoni, con il resto della folla che continua a spingere in avanti, la situazione può condurre ad un congestionamento nel punto del collo di bottiglia. La pressione della parte posteriore della folla, che spinge o si insinua tra gli spazi, può creare problemi sulle prime linee di evacuanti che possono essere spinti complicando l'evacuazione dell'intera popolazione. Per simulare realisticamente il fenomeno dell'intoppo, il modello di simulazione deve considerare le vere forze fisiche che si generano tra la folle in queste situazioni. Queste forze includono le forze di contatto tra i corpi, le forze d'attrito tra i vari pedoni e le forze che si esercitano tra questi ed i muri. La modellazione di queste forze richiede che il dominio matematico dell'evacuazione sia continuo nello spazio. In FDS+EVAC, ogni evacuante è seguito da un'equazione di moto. Questo approccio permette ad ogni individuo di avere proprietà personali e proprie strategie di fuga, in altre parole ogni individuo è trattato come un "agente" autonomo.

Nel modello di calcolo EVAC, ogni evacuante osserva la posizione degli altri individui e seleziona il proprio percorso d'uscita valutando quello apparentemente più veloce. La selezione dell'uscita è modellata come un problema di ottimizzazione, per il quale ogni evacuante tenta di selezionare l'uscita che minimizza il proprio tempo di evacuazione.

Risoluzione della mesh

Le dimensioni delle celle della mesh δx possono essere correlate al diametro caratteristico dell'incendio D^* , al fine di risolvere adeguatamente le equazioni di flusso e la dinamica dell'incendio.

Il diametro caratteristico dell'incendio è definito come segue:

$$D^* = \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g}} \right)^{\frac{2}{5}}$$

Dove:

- D^* : Diametro caratteristico dell'incendio, m;
- \dot{Q} : HRR totale, kW;
- ρ : Densità a temperature ambiente, kg/m³;
- c_p : Calore specifico del gas, kJ/kg·K;
- T : Temperatura, K;
- g : Accelerazione di gravità, m/s².

La guida di FDS suggerisce un rapporto $D^*/\delta x$ compreso tra 4 e 16.

Per tutte le simulazioni è stato calcolato il diametro caratteristico. Si è quindi scelto di utilizzare una mesh da 50 cm, la quale garantisce il rispetto del range del rapporto $D^*/\delta x$ suggerito dalla guida di FDS e richiede un onere computazionale ragionevole.

Modellazione degli scenari di incendio

Il modello è stato sviluppato sulla base di quanto definito nelle tavole di progetto.

L'analisi realizzata è soggetta alle seguenti limitazioni e ipotesi:

Edificio

Lo studio è limitato agli scenari d'incendio analizzati precedentemente.

Modifiche

L'analisi si basa sul fatto che non vi siano cambiamenti significativi che influenzino gli scenari d'incendio analizzati. Se l'edificio dovesse subire alterazioni significative i risultati di questo studio potrebbero non essere validi.

Sistemi automatici antincendio

L'edificio è protetto da un sistema di rilevazione e allarme incendio e da un sistema di smaltimento di fumo e calore descritti ai paragrafi precedenti. Deve essere garantito il mantenimento in efficienza di tali sistemi.

Validità dell'analisi

Lo studio è stato effettuato sulla configurazione di progetto per la distribuzione del carico d'incendio, e viene considerato che oltre a quanto indicato non vi siano materiali combustibili in quantità significative, tali da poter modificare radicalmente i risultati dell'analisi.

ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI D'INCENDIO AL PIANO BANCHINE

Da prime simulazioni effettuate in assenza di sistemi di gestione del fumo e calore è emerso che, in brevissimo tempo, le scale di esodo vengono invase dal fumo, divenendo praticamente indisponibili.

Si osserva, peraltro, che le scale sono tutte concentrate nella zona centrale delle banchine, il che determina una situazione particolarmente sfavorevole ai fini dell'esodo (tutti gli occupanti di ogni banchina devono poter raggiungere la posizione centrale dove sono poste le scale).

Si rende quindi necessario cercare di controllare la diffusione dei fumi, creando un compartimento a soffitto per ogni binario (o coppia di binari) da cui poter evacuare il fumo mediante un sistema di estrazione forzata, il cui dimensionamento verrà verificato con le prossime simulazioni. Attorno alle vie di esodo (scale), si considera l'installazione di tende tagliafumo mobili, che scendono automaticamente fino a 2,5 m dal piano banchine in caso di incendio.

Ipotesi progettuali individuate

Al fine di verificare la bontà delle soluzioni progettuali ipotizzate, sono state effettuate simulazioni inserendo i seguenti presidi:

- **velette tagliafuoco fisse** a delimitazione dei serbatoi al fumo su ogni banchina con altezza da terra pari a 3,5 m.
- **tende Tagliafumo** attorno alle scale di esodo con altezza da terra pari a 2,5 m
- **impianto di estrazione di fumo e calore:** sono state inserite n°16 bocchette di aspirazione per ciascun serbatoio ai fumi, per una portata totale di estrazione pari a circa 120.000 m³/h. Le logiche di funzionamento sono quelle previste al Capitolo S.8.
- **aperture di aerazione naturale permanente di area libera complessiva pari a circa 130 m²** per favorire l'evacuazione dei fumi ed evitare che questi ritornino nella zona delle banchine, trascinati dall'aria in ingresso dalla galleria richiamata dall'incendio stesso. Il layout di tali aperture è quello descritto al Capitolo S.8 e riportato nelle tavole progettuali. Gli estrattori sono attivati automaticamente dall'impianto di rilevazione, in caso di allarme di n° 2 rilevatori di fumo. Dalla simulazione, emerge che l'estrazione si attiva entro 1 minuto dal principio d'incendio.

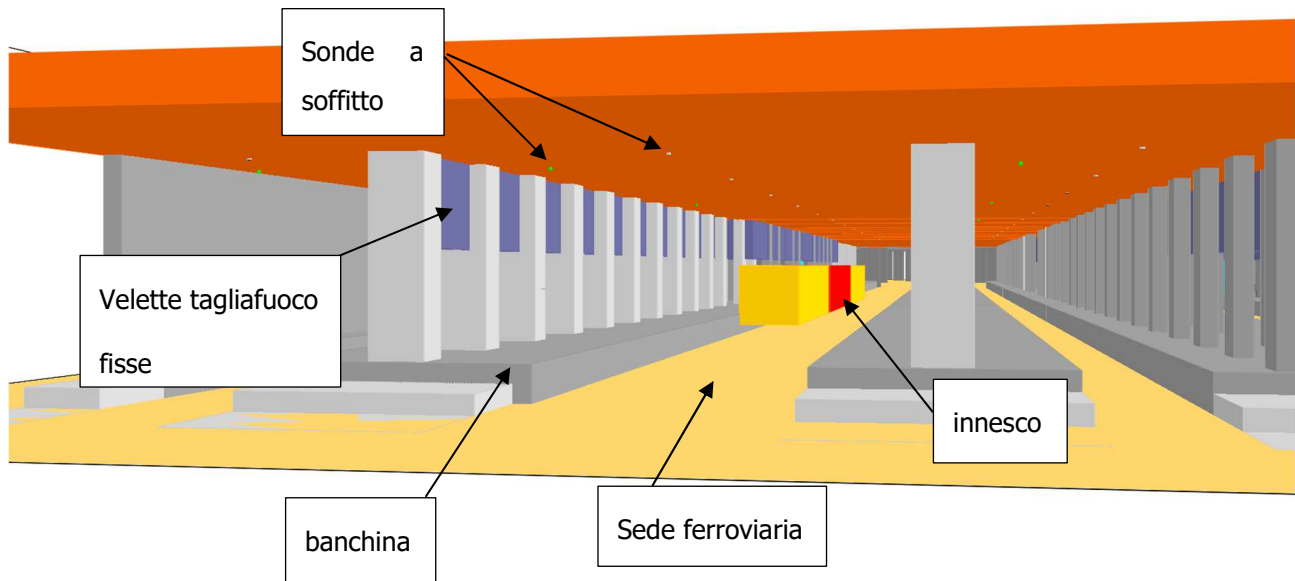


Figura 7 – Vista dominio di calcolo piano banchine

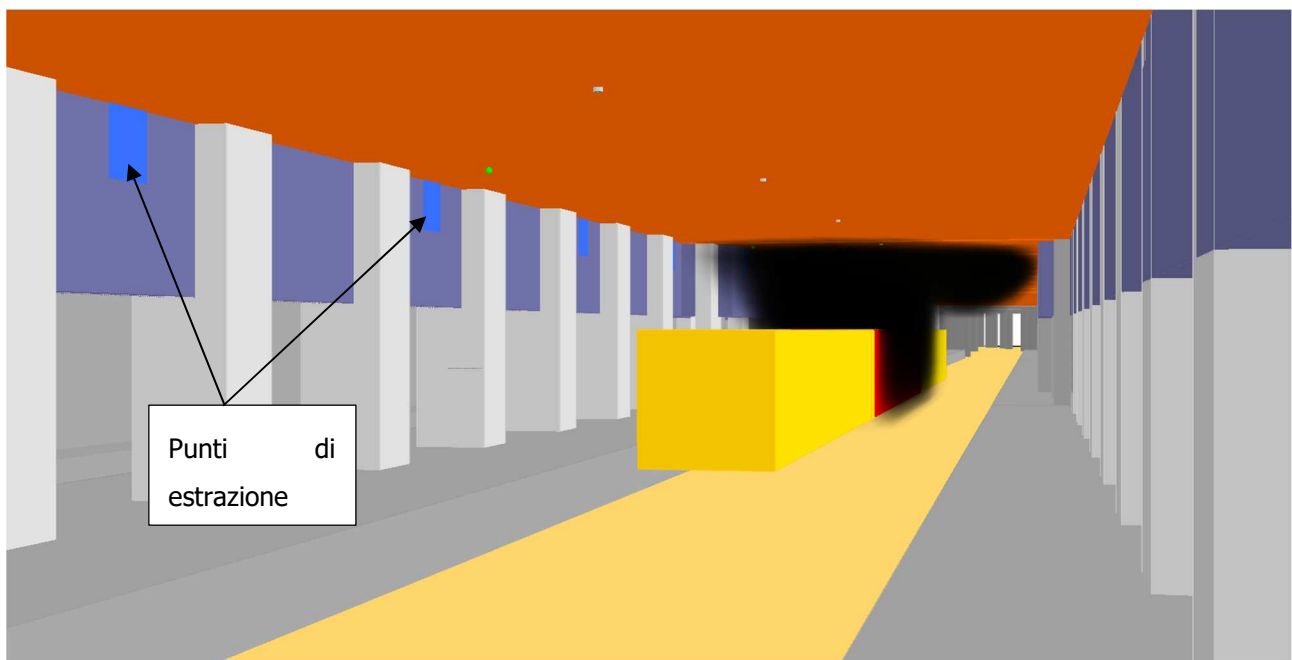


Figura 8 – Vista dominio di calcolo piano banchine: attivazione estrattori

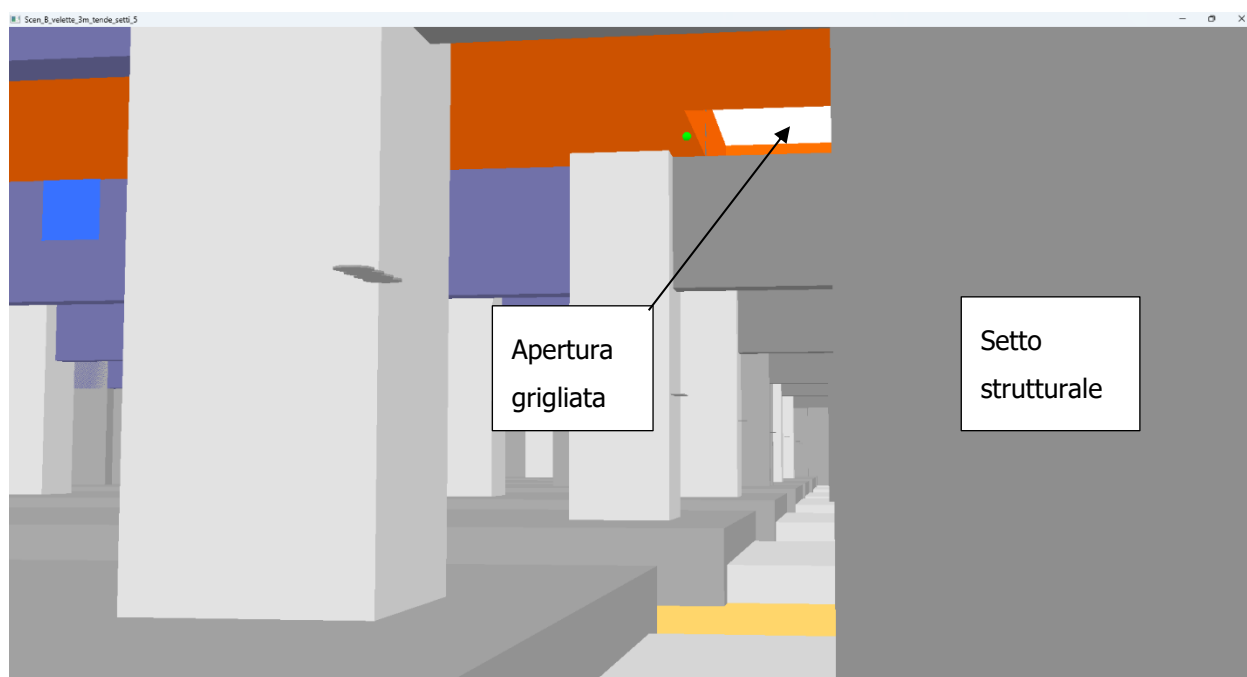


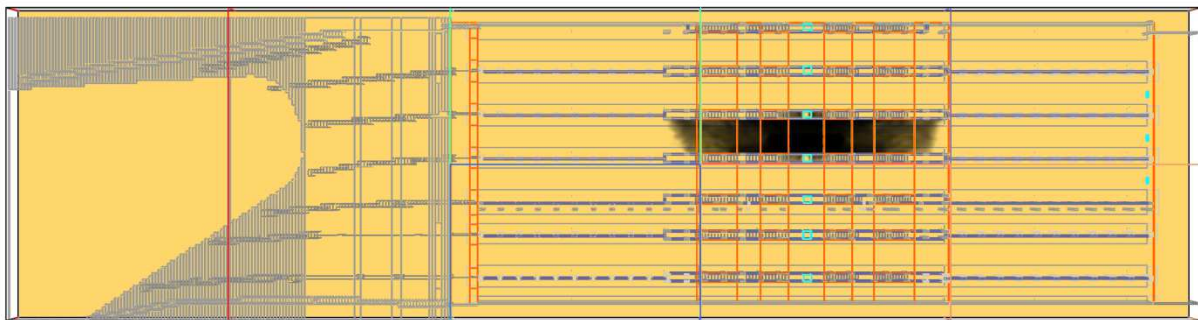
Figura 9 – Vista dominio di calcolo piano banchine: grigliati lato nord

Risultati simulazioni con soluzioni progettuali individuate

Scenario 1

Le seguenti immagini riportano l'andamento dei fumi sviluppatosi nella simulazione (vista dall'alto).

Smokeview - Jun 27 2022

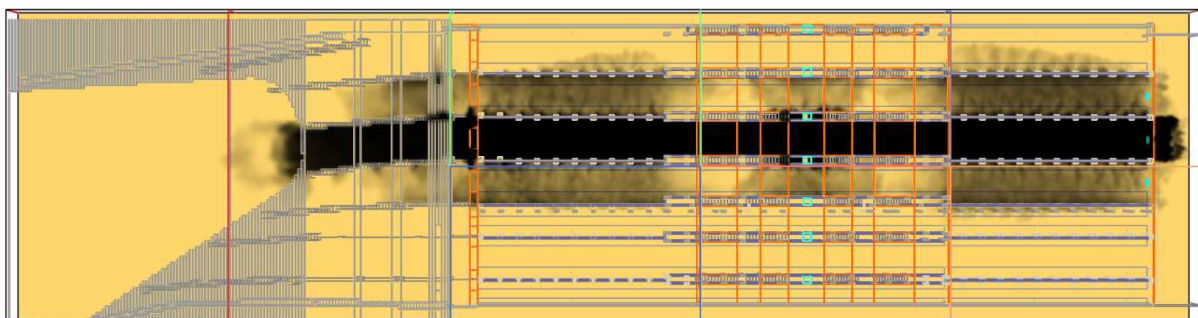


Frame: 20
Time: 72.1

mesh: 1

Figura 10 – Scenario 1: andamento fumi a 60 secondi dall'innesco

Smokeview - Jun 27 2022

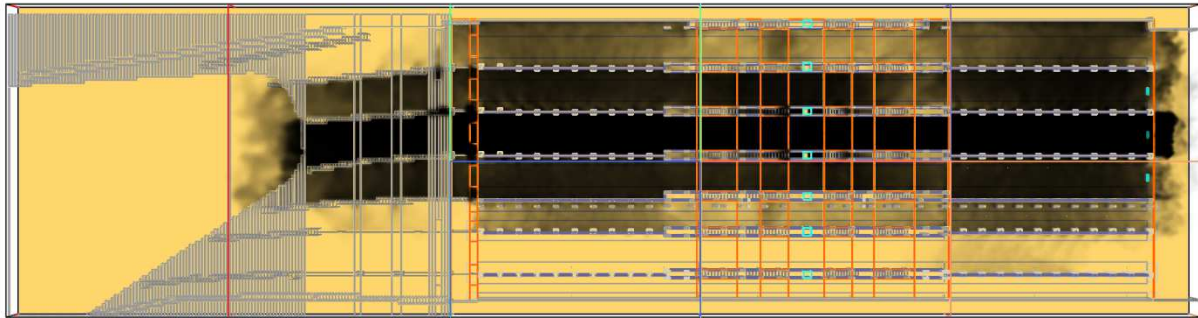


Frame: 80
Time: 288.1

mesh: 1

Figura 11 – Scenario 1: andamento fumi a 300 secondi dall'innesco

Smokeview – Jun 27 2022

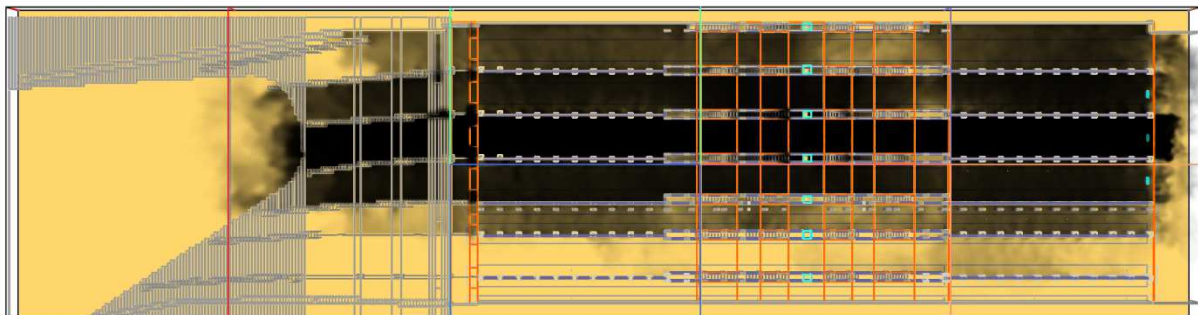


Frame: 170
Time: 612.1

mesh: 1

Figura 12 – Scenario 1: andamento fumi a 600 secondi dall'innescò

Smokeview – Jun 27 2022



Frame: 250
Time: 900.0

mesh: 1

Figura 13 – Scenario 1: andamento fumi a 900 secondi dall'innescò

Smokeview – Jun 27 2022

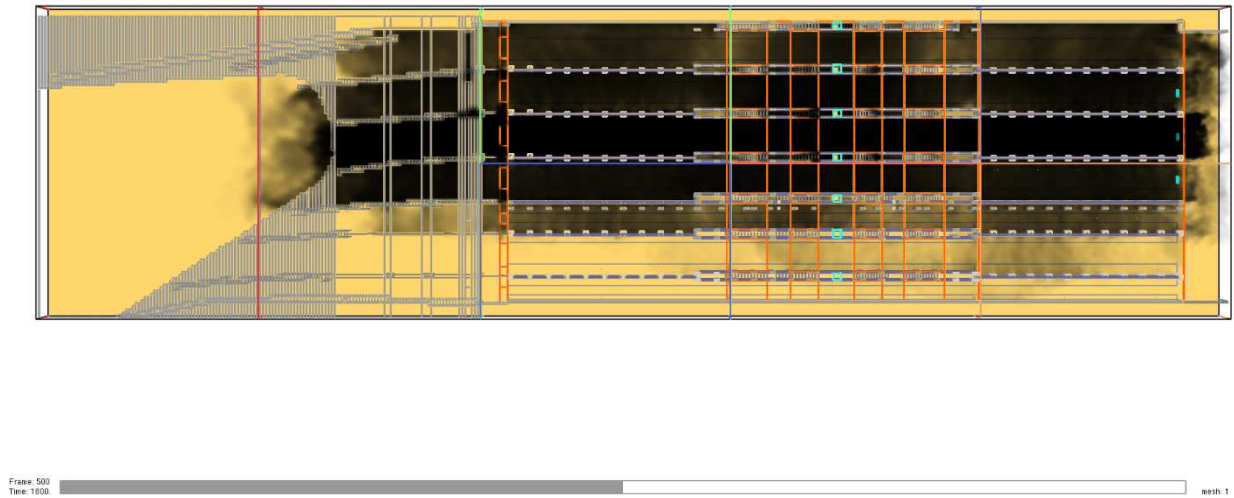


Figura 14 – Scenario 1: andamento fumi a 1.800 secondi dall'innescio

Smokeview – Jun 27 2022

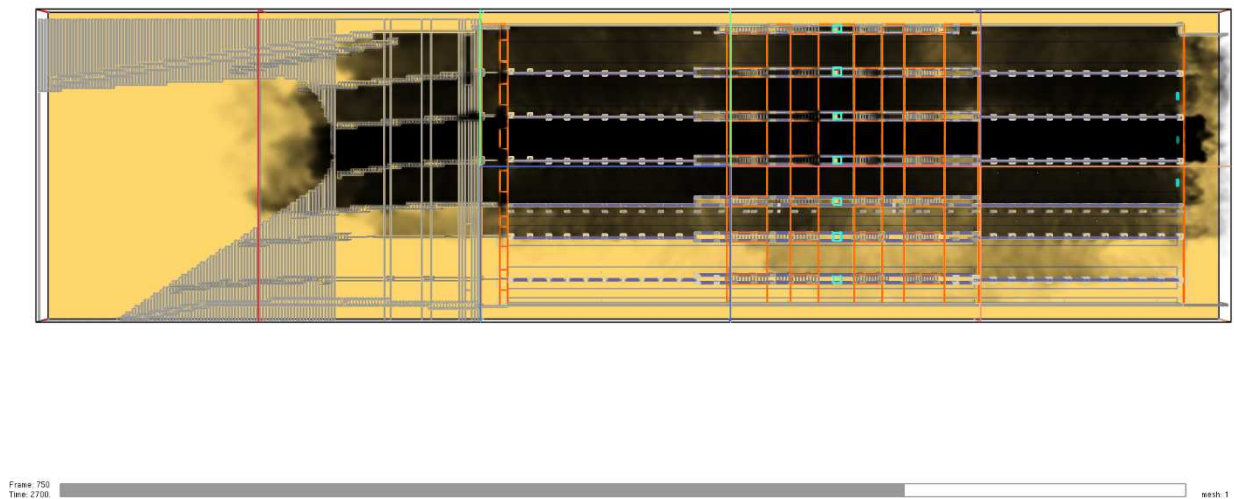


Figura 15 – Scenario 1: andamento fumi a 2.700 secondi dall'innescio

Smokeview – Jun 27 2022

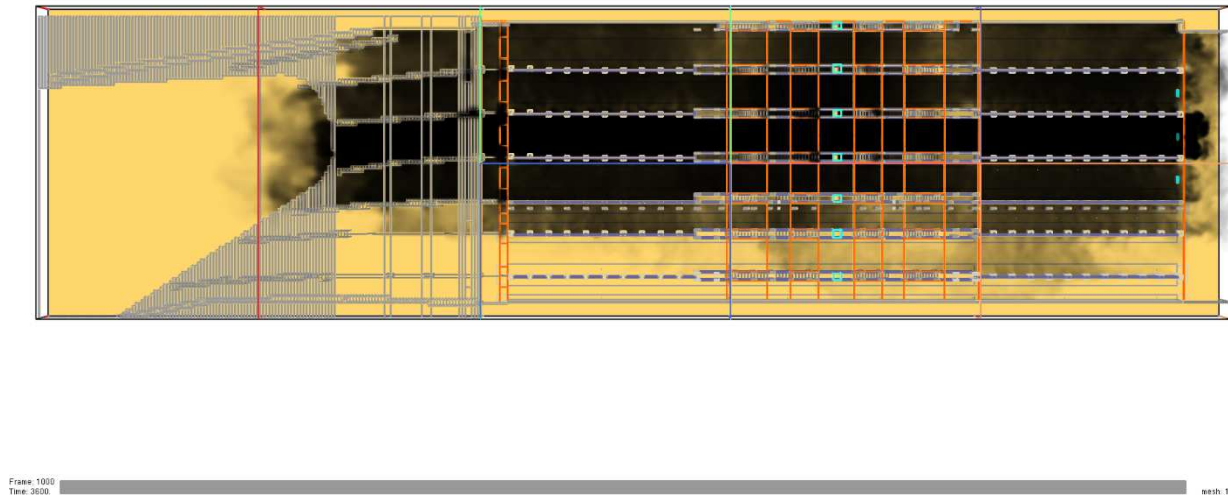


Figura 16 – Scenario 1: andamento fumi a 3.600 secondi dall’innescio

La curva HRR ottenuta dalla simulazione, dopo aver raggiunto il valore massimo di 10 MW, si mantiene costante per tutta la durata dell’incendio. Il grafico seguente mostra la curva ottenuta nella simulazione:

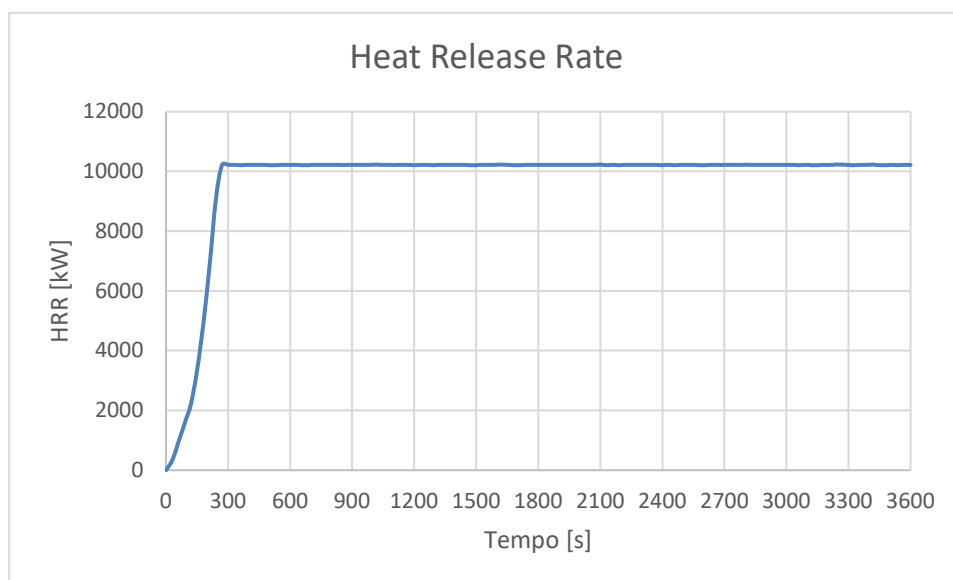


Grafico 2 – Scenario 1: curva HRR da modello

Si riporta di seguito il grafico delle temperature raggiunte a soffitto. L'andamento delle temperature segue quello della curva HRR, con una fase di crescita di circa 300 secondi seguita da una fase a temperatura costante.

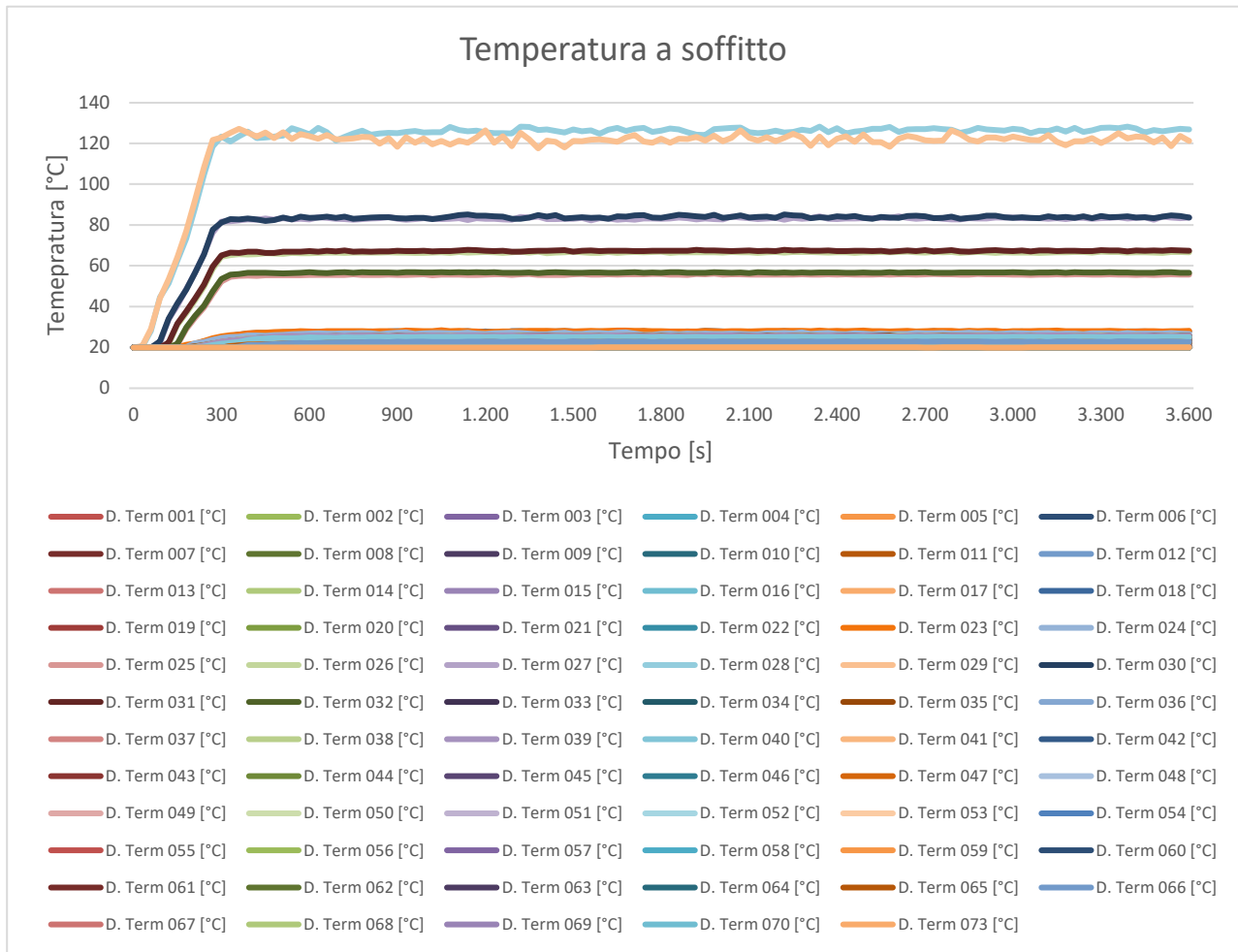


Grafico 3 – Scenario 1: temperature a soffitto

Metodo di calcolo avanzato per ASET

Il calcolo di ASET richiede la stima delle concentrazioni di prodotti tossici, delle temperature e delle densità del fumo negli ambienti a seguito dell'incendio e la loro variazione nel tempo, in quanto gli occupanti possono muoversi nel fumo, che nei casi complessi può essere ragionevolmente elaborata solo con modelli di calcolo fluidodinamici. Sono infatti la tipologia dell'incendio e dell'attività che determinano complessivamente l'andamento di tali variabili con il tempo.

In accordo con quanto indicato dal Codice (par. M.3.3.1.) ASET globale è definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- modello del calore;
- modello dell'oscuramento della visibilità da fumo
- modello dei gas tossici;
- modello dei gas irritanti;

Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita viene verificato con l'inserimento di sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento in grado di registrare i valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e frazione di dose efficace (FED).

Modello del calore

Si riporta di seguito il grafico dei valori di temperatura registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento e sulle scale.

Come si può osservare dal grafico, la temperatura ad altezza uomo non subisce variazioni rilevanti per tutto il tempo della simulazione. Le temperature registrate ad altezza uomo sono inferiori al valore di soglia per gli occupanti di 60°C.

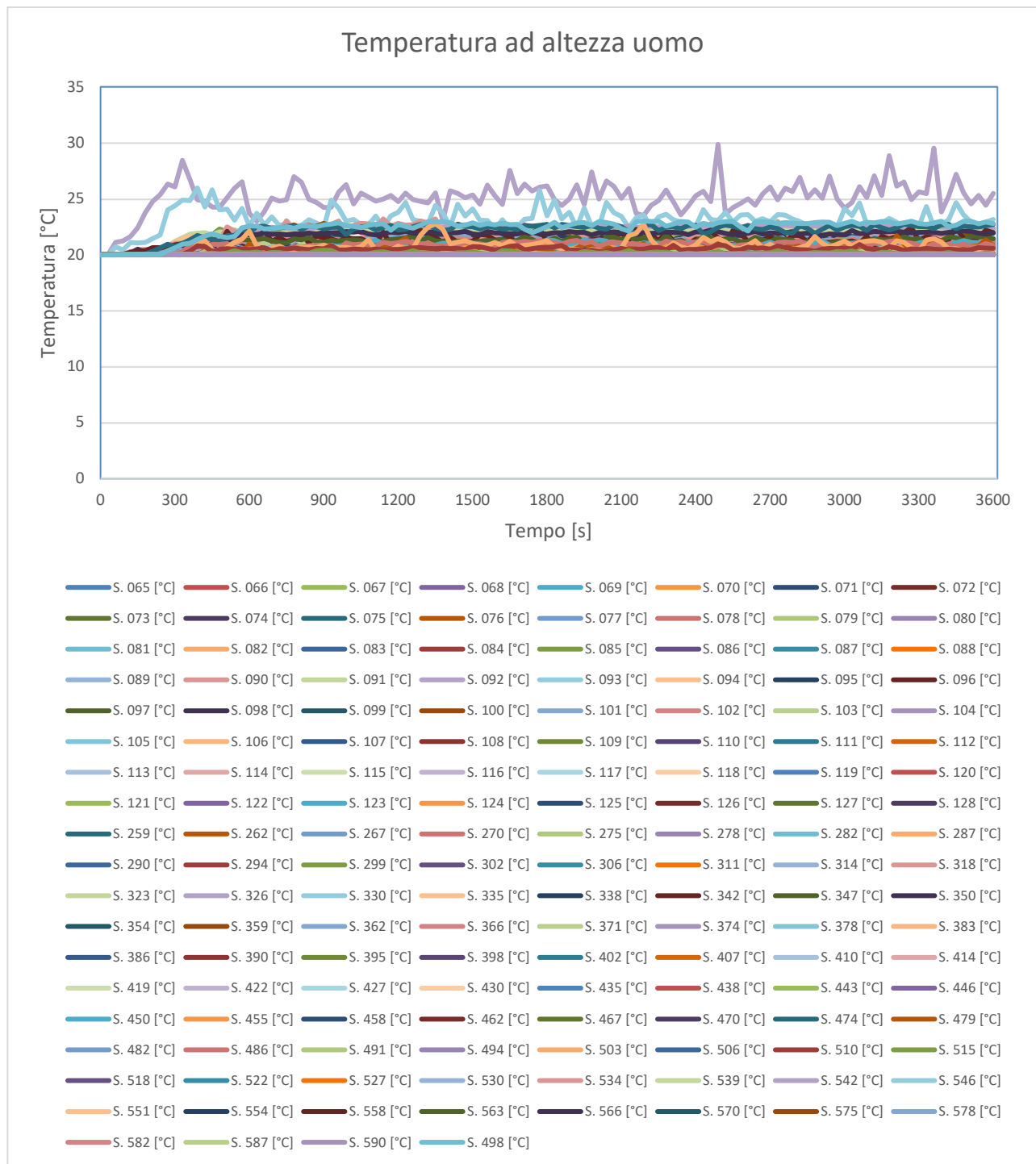


Grafico 4 – Scenario 1: temperature ad altezza uomo

L'irraggiamento è stato misurato mediante sonde posizionate ad un'altezza di 1,8 m dal pavimento. Il grafico seguente illustra il valore dell'irraggiamento misurato dalle varie sonde disposte lungo le vie di esodo. Il valore di soglia per l'irraggiamento di 2,5 kW/m² non viene raggiunto nella simulazione.

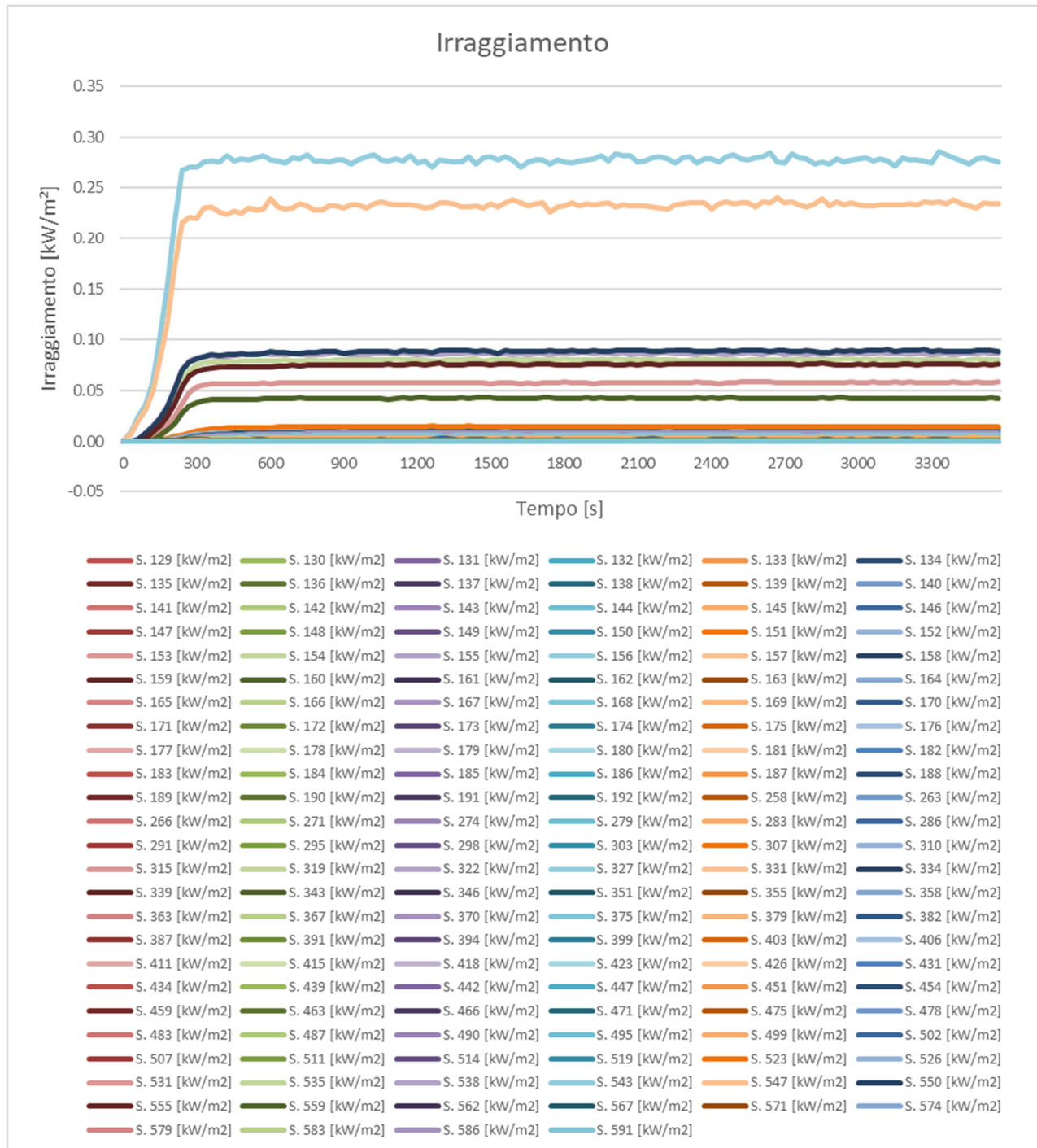


Grafico 5 – Scenario 1: irraggiamento ad altezza uomo

Modello dell'oscuramento della visibilità da fumo

Il grafico seguente riporta i valori di visibilità registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento.

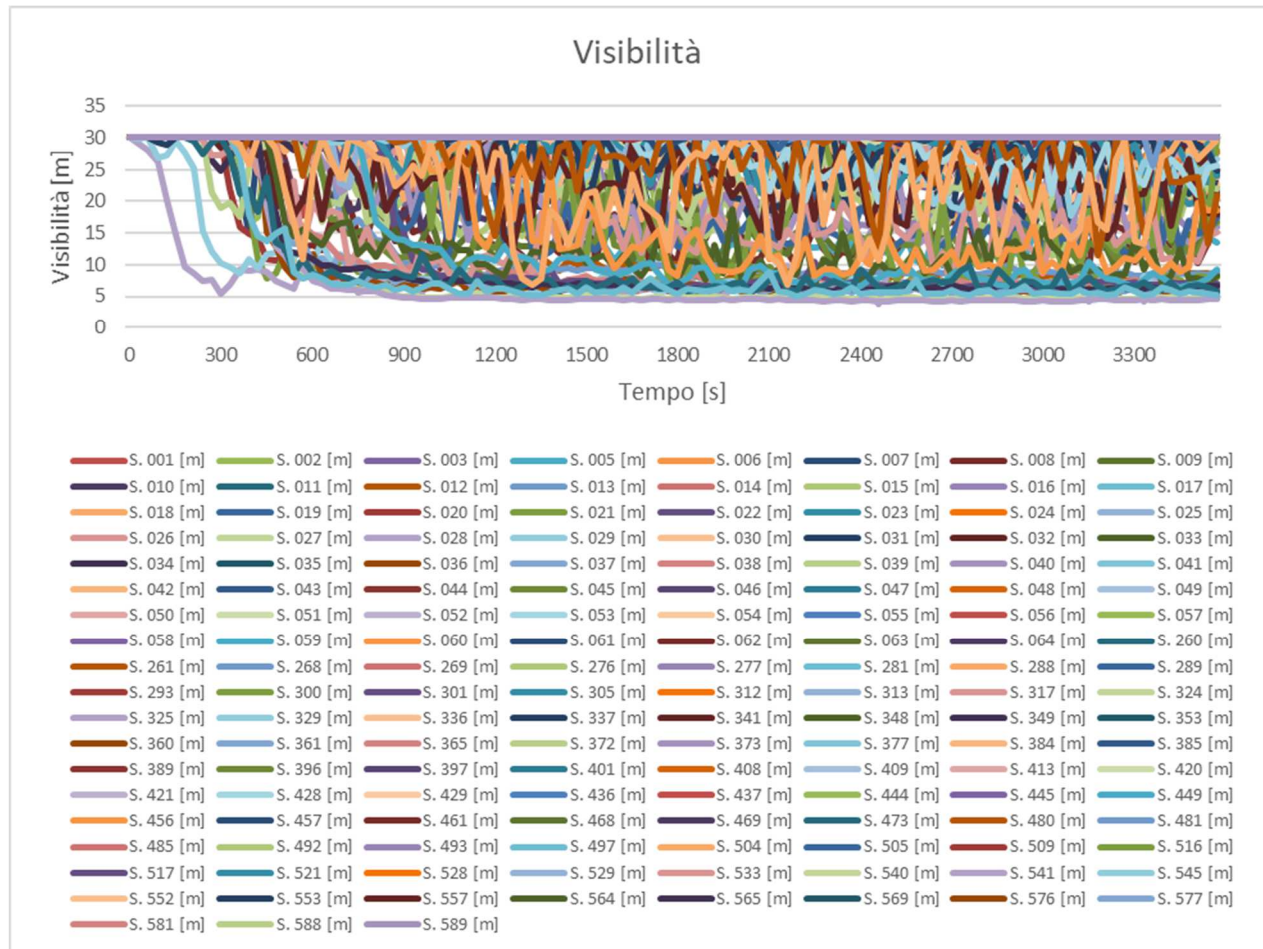


Grafico 6 – Scenario 1: visibilità ad altezza uomo

Si riportano qui di seguito i grafici delle sonde di visibilità relativi alla banchina incendiata e quelli delle banchine laterali. Si nota che i valori di visibilità inferiori a 10m sono limitati alle immediate vicinanze all'incendio, sia sulla banchina incendiata che sulle banchine affiancate.

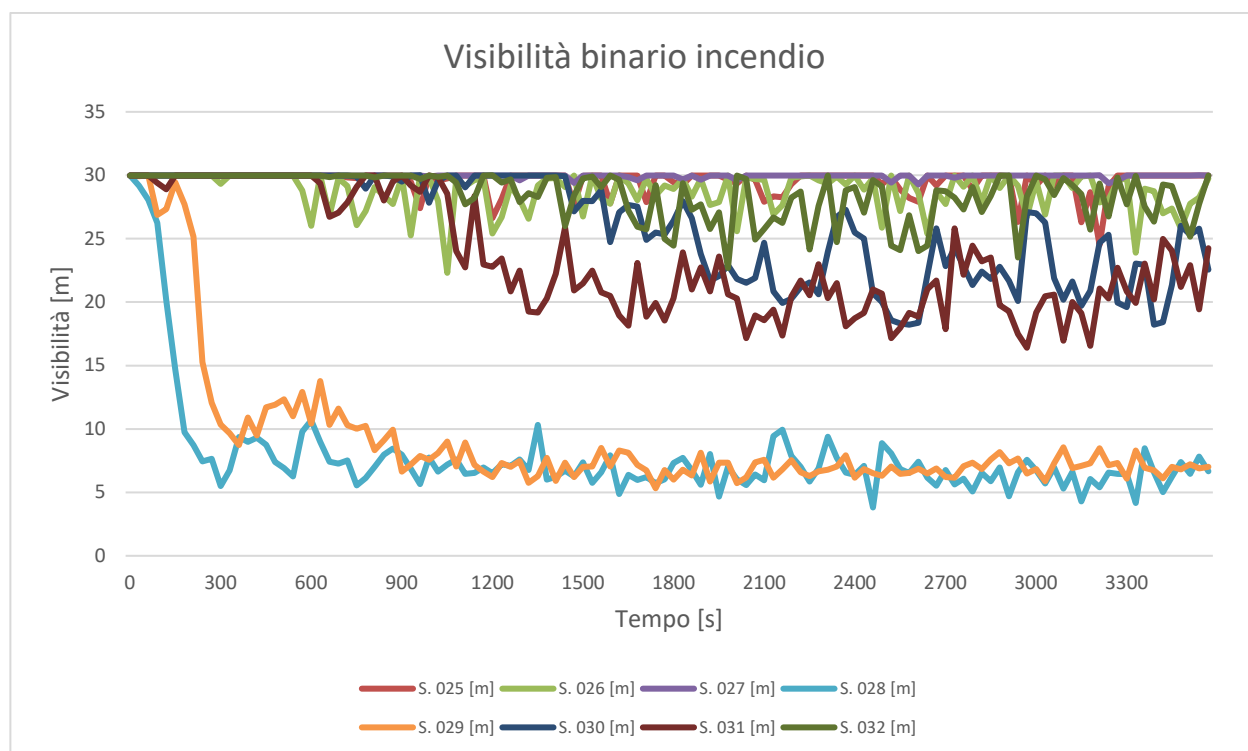


Grafico 7 – Scenario 1: visibilità binario interessato dall'incendio

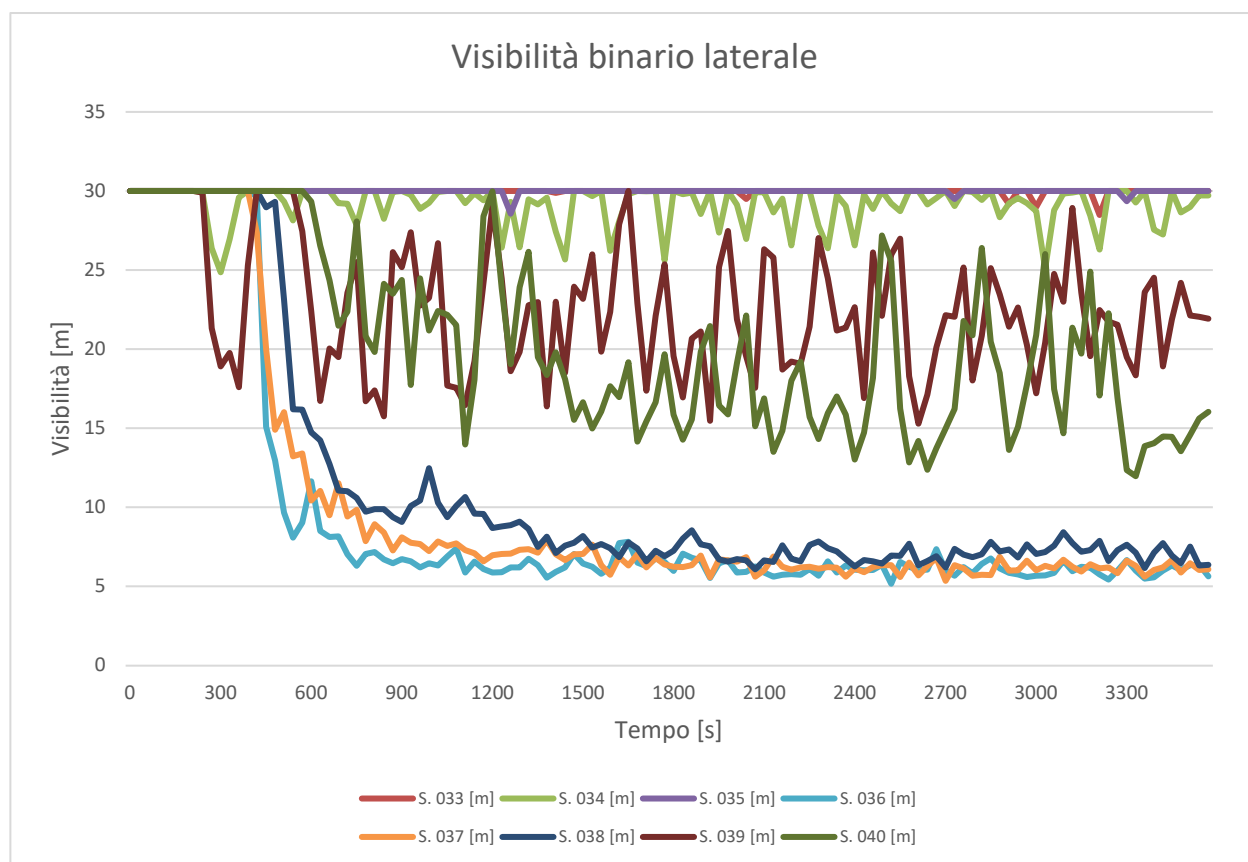


Grafico 8 – Scenario 1: visibilità binario appartenente a bacino di fumo laterale ad ove presente l'incendio

Si riportano qui di seguito alcune immagini della visibilità misurata a 2 m dal piano di camminamento. È evidente che la zona con minore visibilità è limitata alla zona immediatamente circostante l'incendio. Le zone con colore che va dal giallo al rosso sono quelle dove la visibilità scende al di sotto dei 10 m. Si nota chiaramente che il sistema di evacuazione di fumo e calore è in grado di contenere la zona con bassa visibilità confinata ai dintorni della zona di incendio. Si nota, inoltre, che le scale più esterne alla zona incendiata hanno condizioni di visibilità sufficienti che ne preservano l'utilizzo.

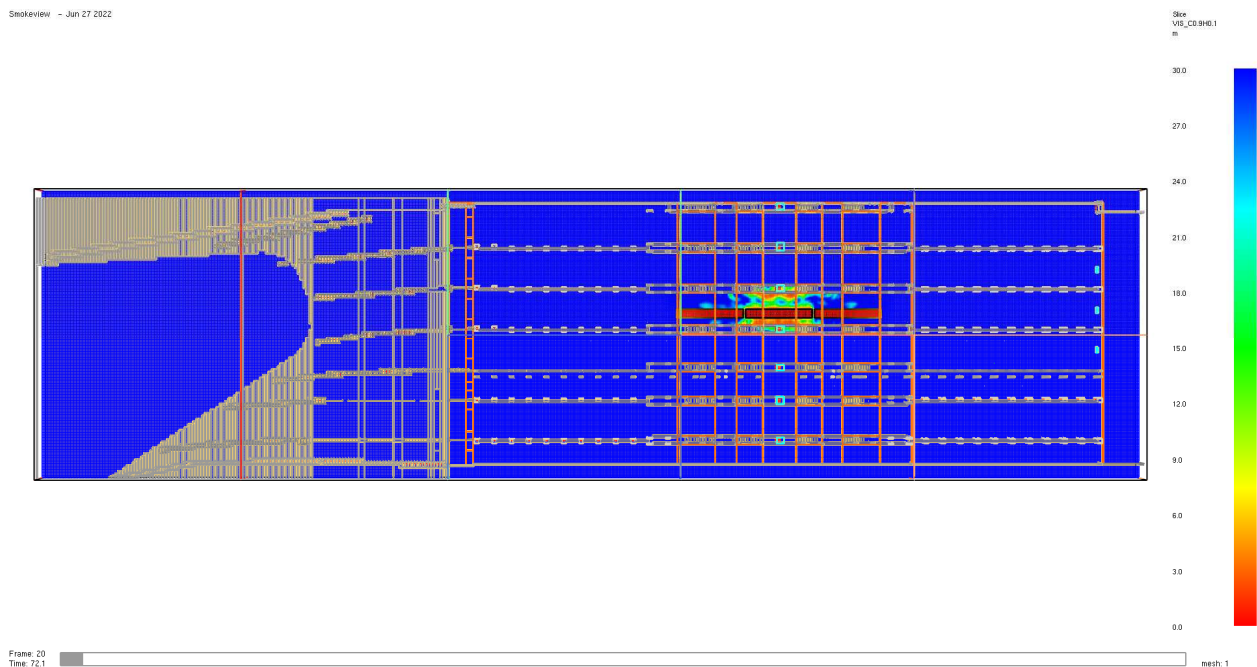


Figura 17 – Scenario 1: andamento fumi a 60 secondi dall'innesco

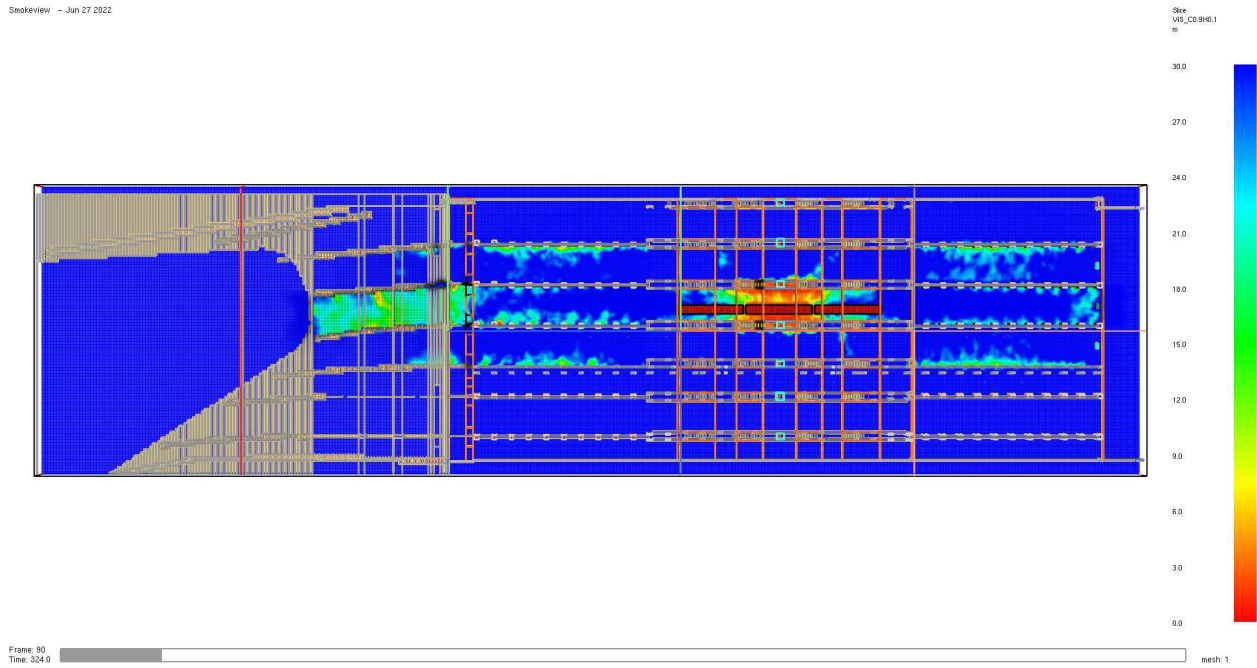


Figura 18 – Scenario 1: andamento fumi a 300 secondi dall'innescò

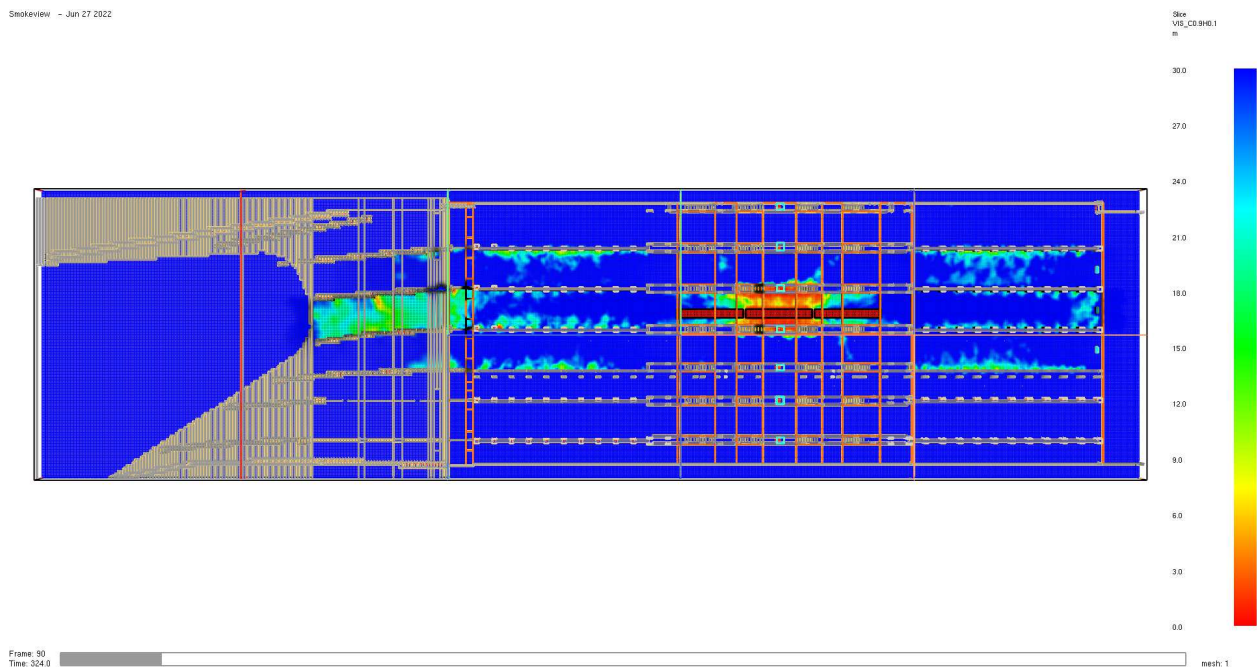


Figura 19 – Scenario 1: andamento fumi a 600 secondi dall'innescò

Smokeview - Jun 27 2022

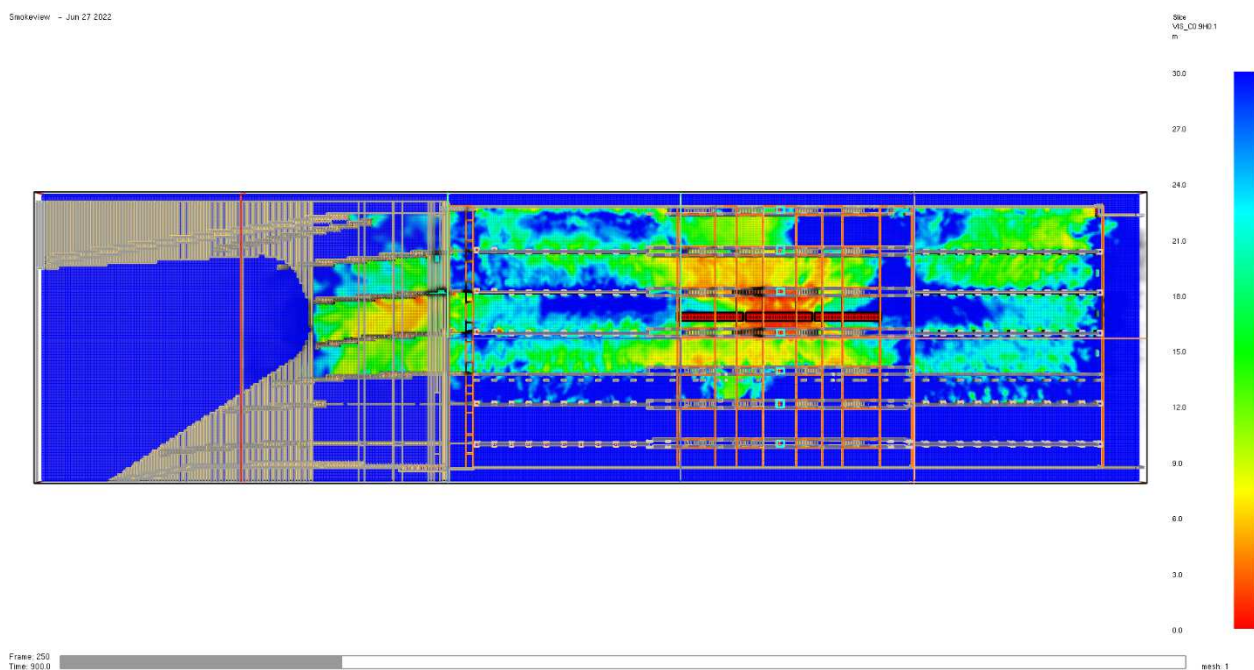


Figura 20 – Scenario 1: andamento fumi a 900 secondi dall'innescio

Smokeview - Jun 27 2022

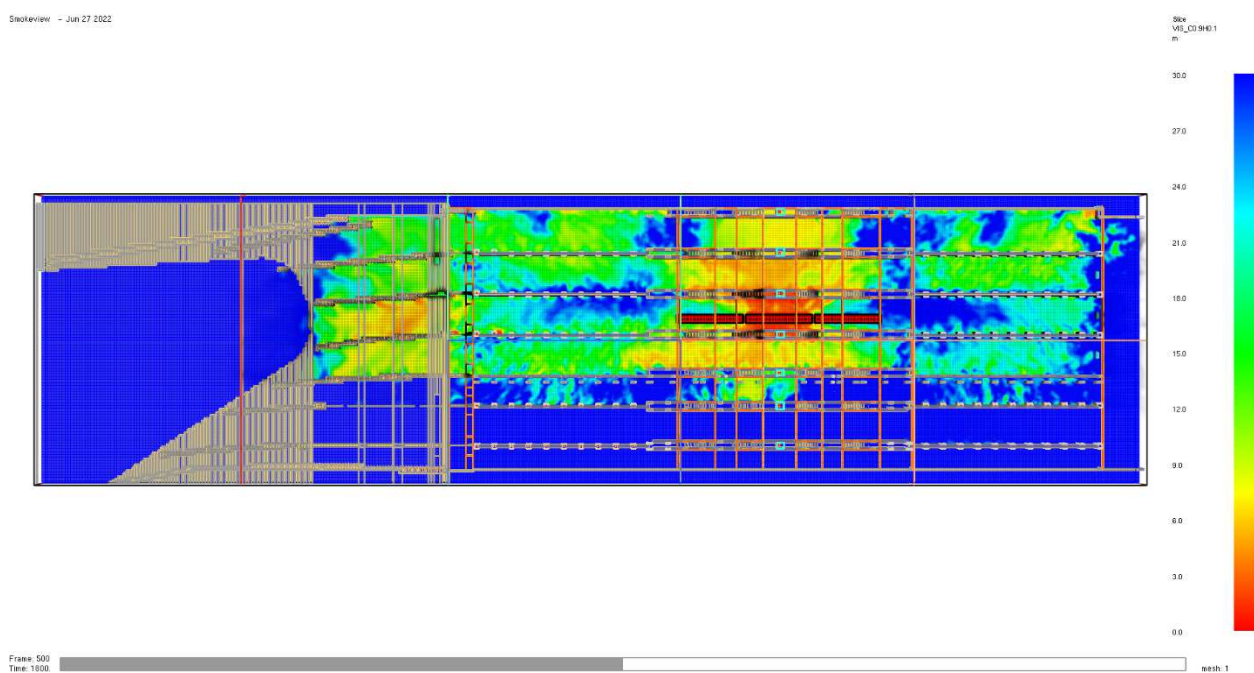


Figura 21 – Scenario 1: andamento fumi a 1.800 secondi dall'innescio

Smokeview - Jun 27 2022

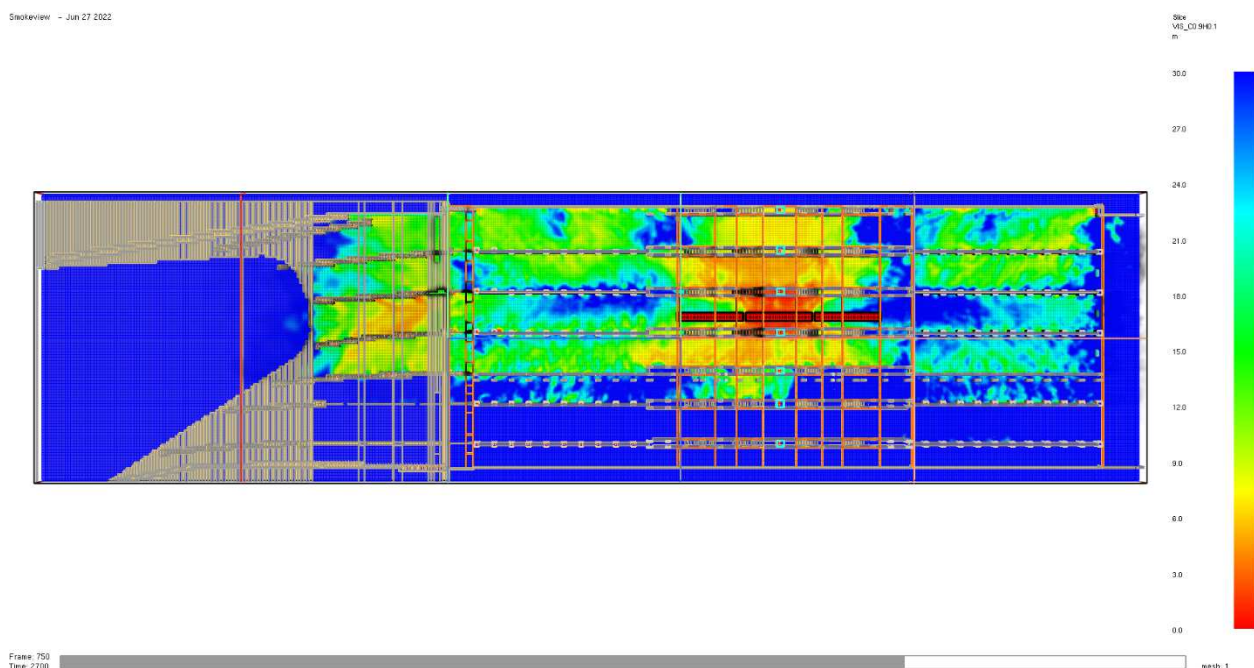


Figura 22 – Scenario 1: andamento fumi a 2.700 secondi dall'innescio

Smokeview - Jun 27 2022

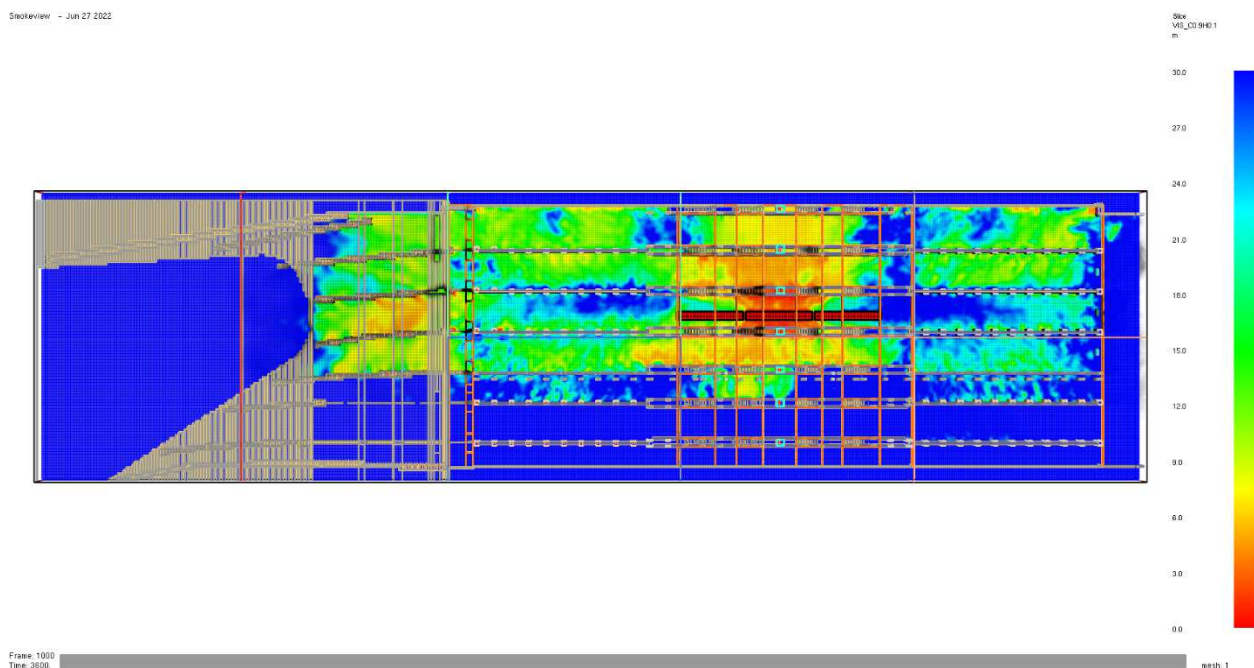


Figura 23 – Scenario 1: andamento fumi a 3.600 secondi dall'innescio

Modello dei gas tossici

Il grafico seguente mostra i valori registrati per la Frazione di dose efficace (FED). Anche in questo caso la sonda è stata collocata a 1,8 m di altezza dal pavimento.

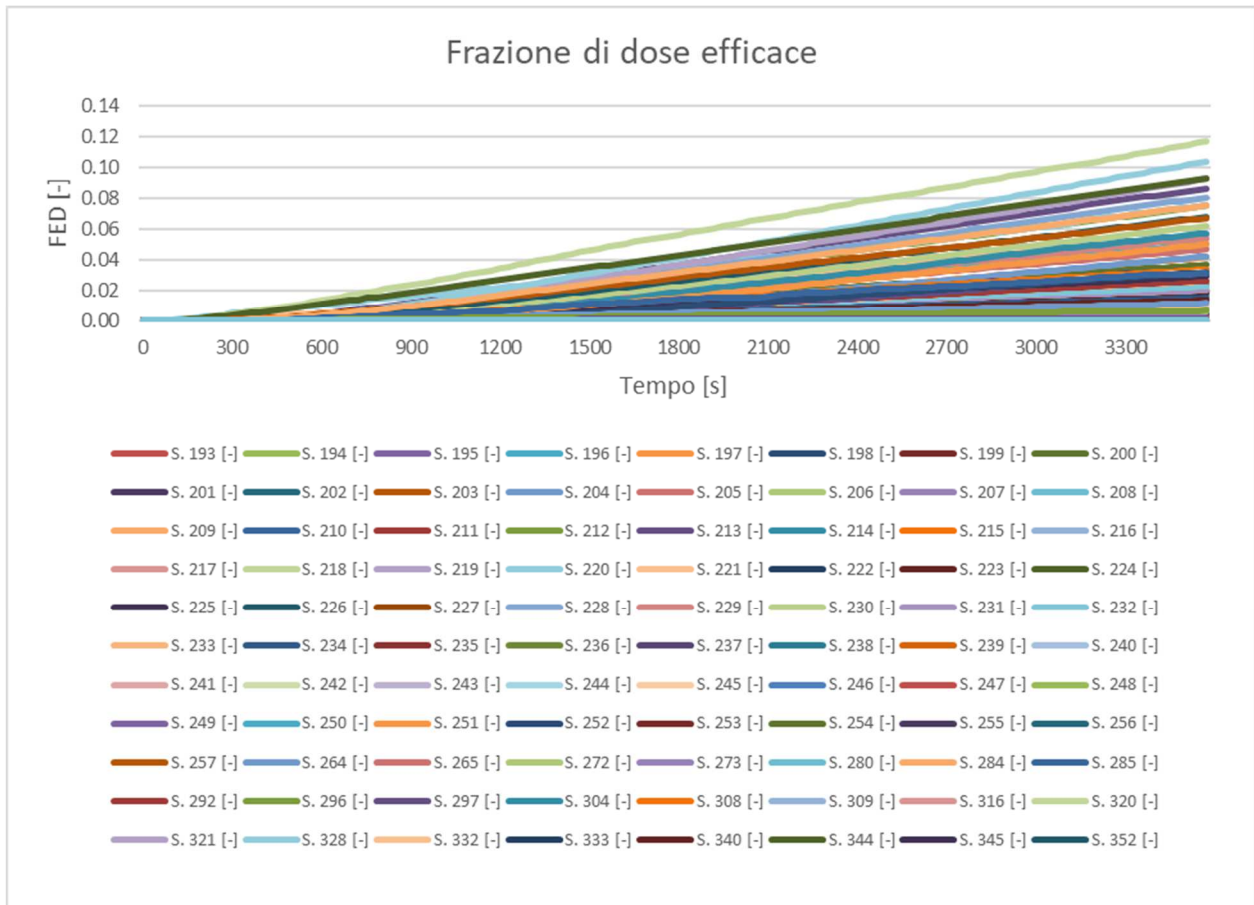


Grafico 9 – Scenario 1: Frazione di dose efficace altezza uomo

Modello dei gas irritanti

Come ammesso dal Codice al fine di semplificare l'analisi, la verifica del modello dei gas irritanti è stata omessa in questa prima fase di fattibilità tecnica.

Scenario 2

Si illustrano i risultati dello scenario 2 considerando la presenza delle tende tagliafumo, del sistema di evacuazione forzata e delle aperture di aerazione permanente sul lato nord. Le seguenti immagini riportano l'andamento dei fumi sviluppatosi nella simulazione (vista dall'alto).



Figura 24 – Scenario 2: andamento fumi a 60 secondi dall'innescio

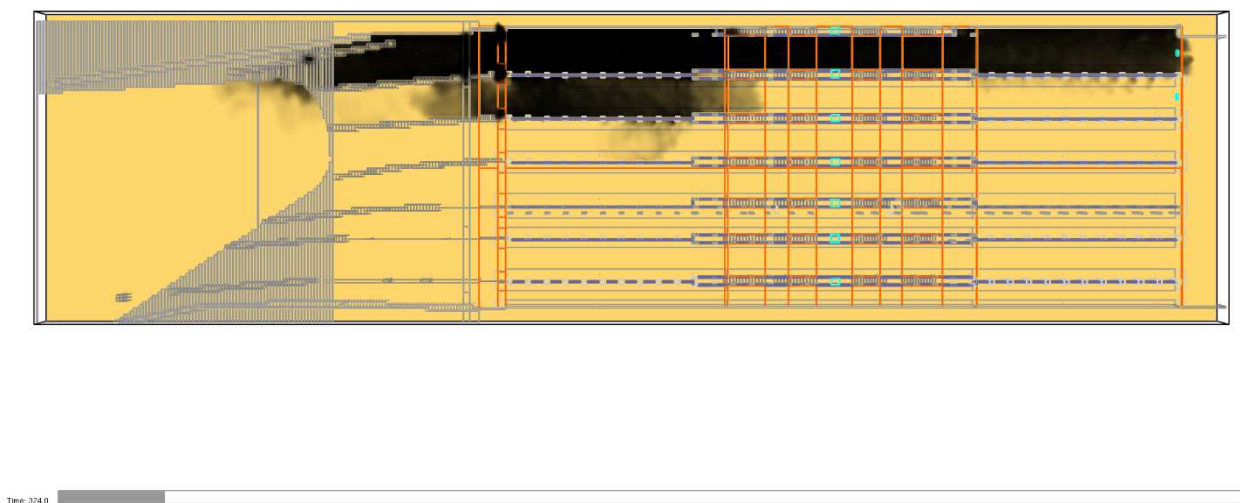


Figura 25 – Scenario 2: andamento fumi a 300 secondi dall'innescio

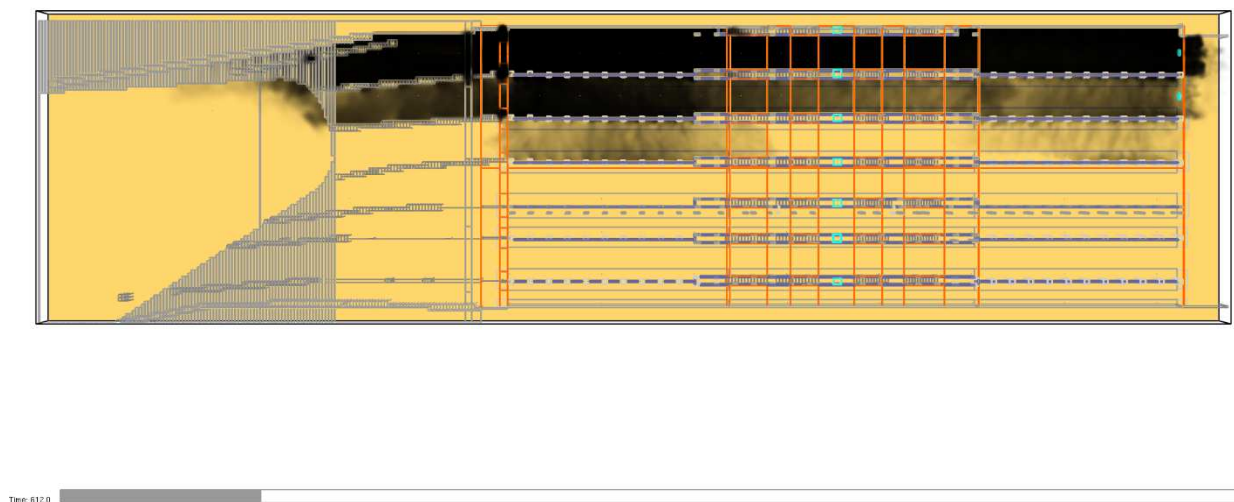


Figura 26 – Scenario 2: andamento fumi a 600 secondi dall'innescio

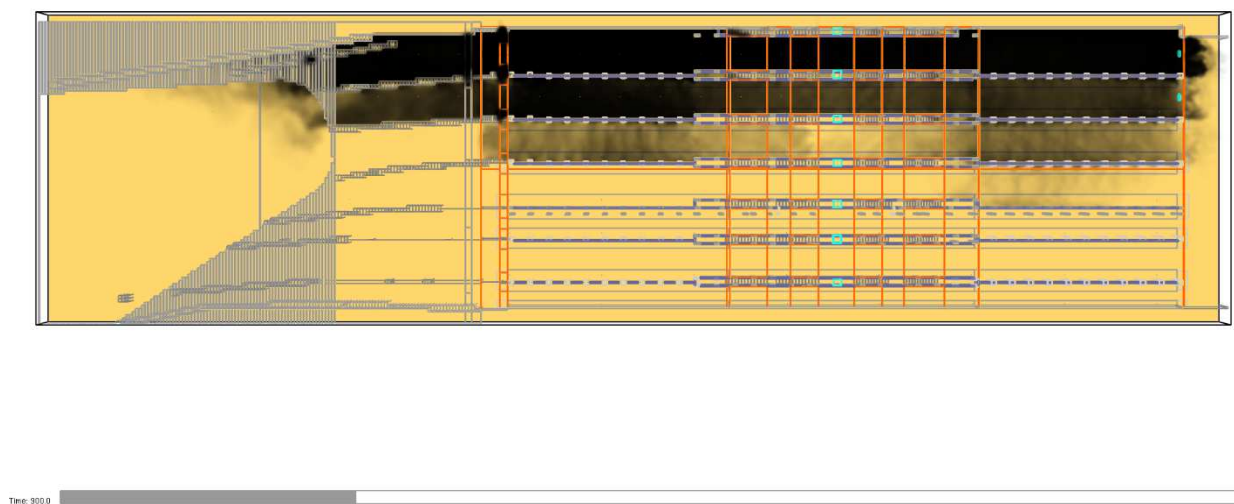


Figura 27 – Scenario 2: andamento fumi a 900 secondi dall'innescio

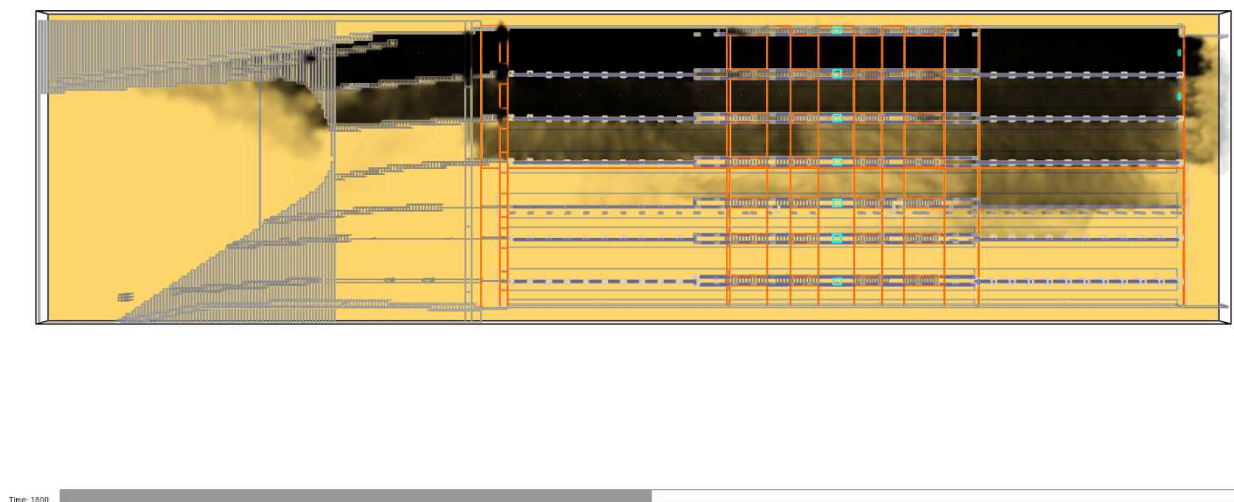


Figura 28 – Scenario 2: andamento fumi a 1.800 secondi dall'innescio

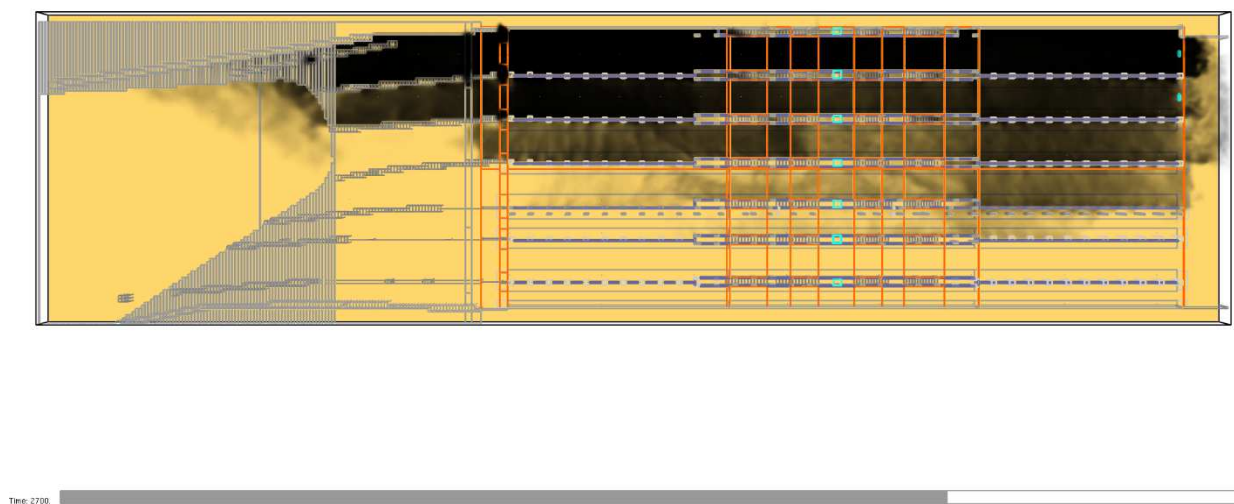


Figura 29 – Scenario 2: andamento fumi a 2.700 secondi dall'innescio

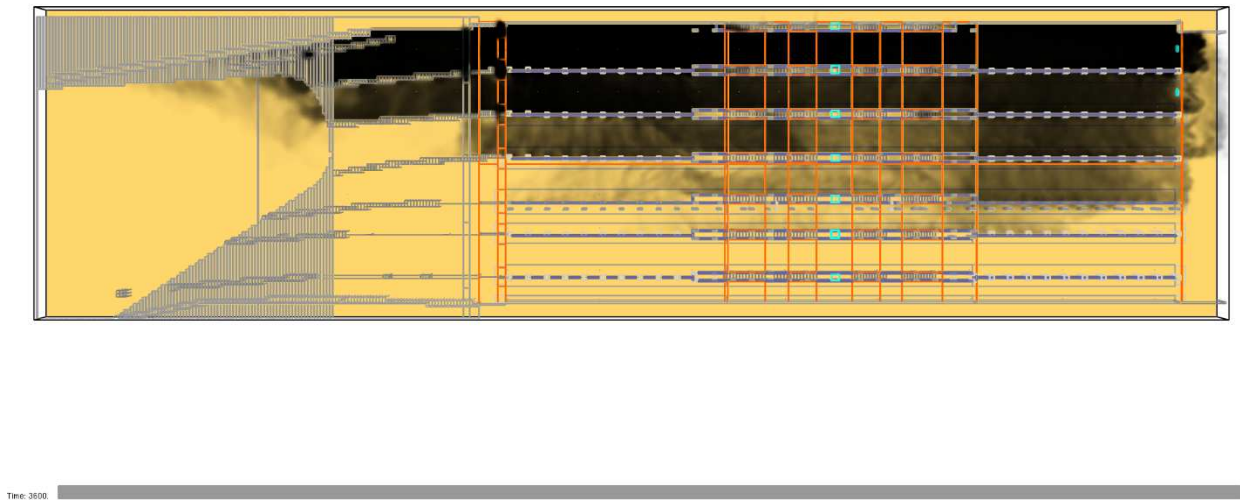


Figura 30 – Scenario 2: andamento fumi a 3.600 secondi dall’innescio

La curva HRR ottenuta dalla simulazione, dopo aver raggiunto il valore massimo di 10 MW, si mantiene costante per tutta la durata dell’incendio. Il grafico seguente mostra la curva ottenuta nella simulazione:

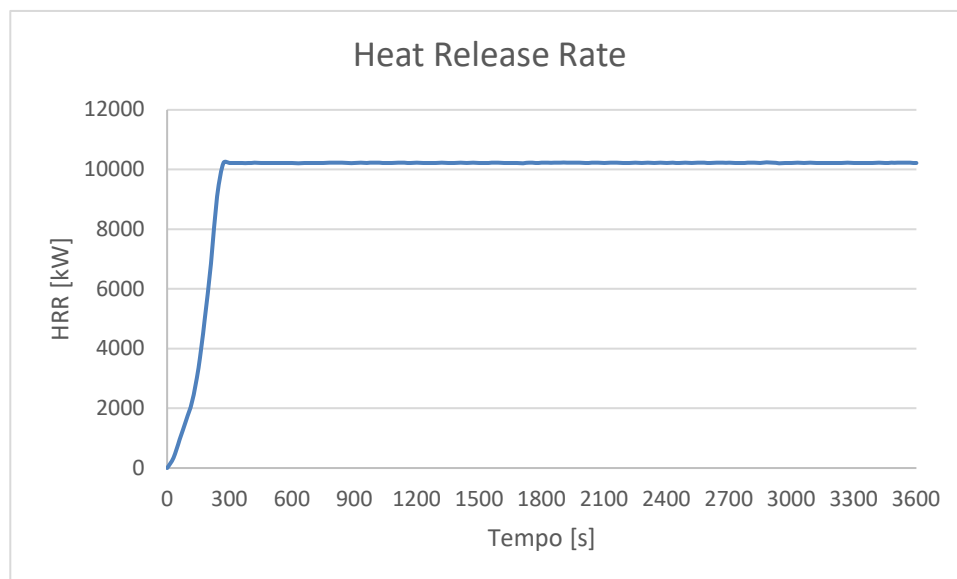


Grafico 10 – Scenario 2: Curva HRR da modello

Si riporta di seguito il grafico delle temperature raggiunte a soffitto. L'andamento delle temperature segue quello della curva HRR, con una fase di crescita di circa 300 secondi seguita da una fase a temperatura costante.

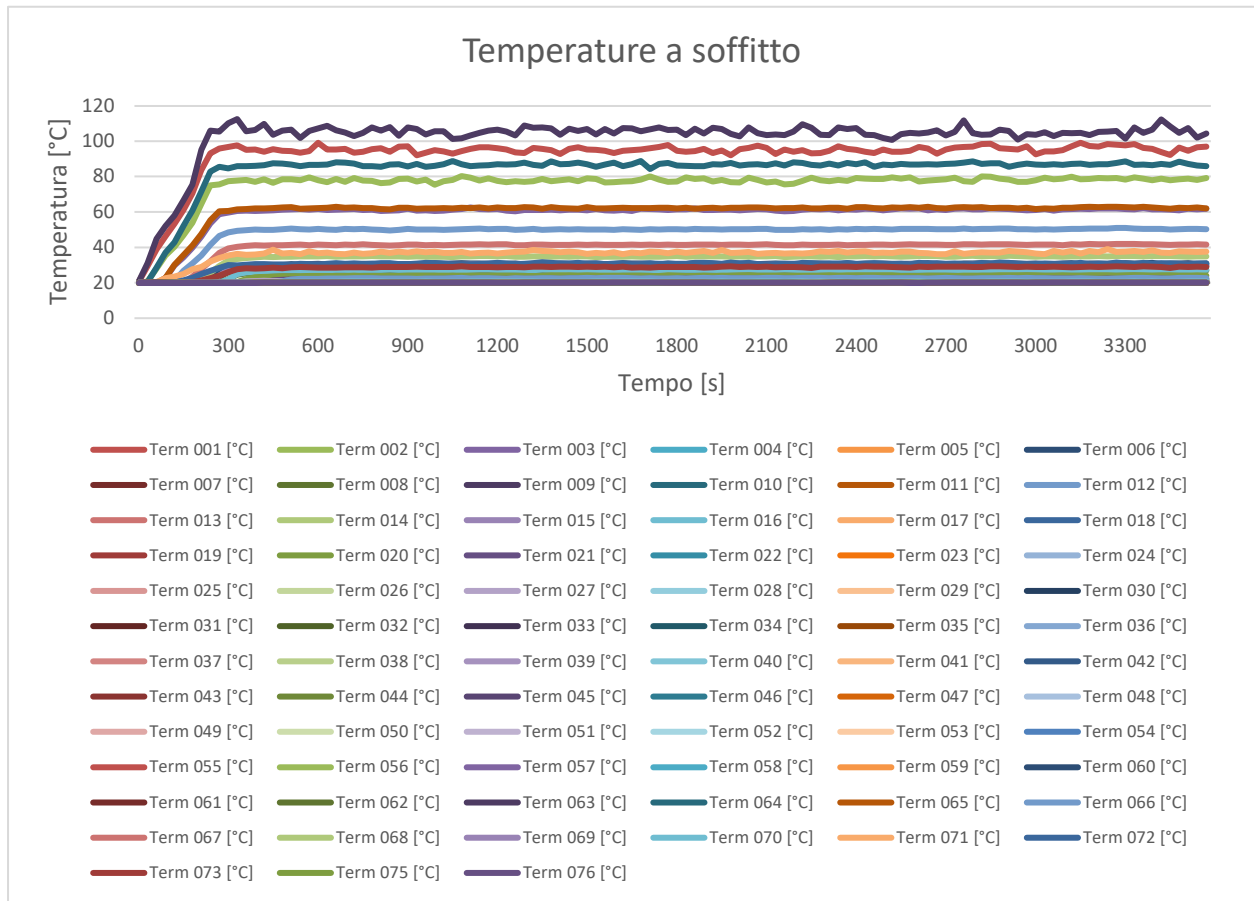


Grafico 11 – Scenario 2: temperature a soffitto

Metodo di calcolo avanzato per ASET

Il calcolo di ASET richiede la stima delle concentrazioni di prodotti tossici, delle temperature e delle densità del fumo negli ambienti a seguito dell'incendio e la loro variazione nel tempo, in quanto gli occupanti possono muoversi nel fumo, che nei casi complessi può essere ragionevolmente elaborata solo con modelli di calcolo fluidodinamici. Sono infatti la tipologia dell'incendio e dell'attività che determinano complessivamente l'andamento di tali variabili con il tempo.

In accordo con quanto indicato dal Codice (par. M.3.3.1.) ASET globale è definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- modello del calore;

- modello dell'oscuramento della visibilità da fumo
- modello dei gas tossici;
- modello dei gas irritanti;

Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita viene verificato con l'inserimento di sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento in grado di registrare i valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e frazione di dose efficace (FED).

Modello del calore

Si riporta di seguito il grafico dei valori di temperatura registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento.

Come si può osservare dal grafico la temperatura ad altezza uomo non subisce variazioni rilevanti per tutto il tempo della simulazione. Le temperature registrate ad altezza uomo sono inferiori al valore di soglia per gli occupanti di 60°C.

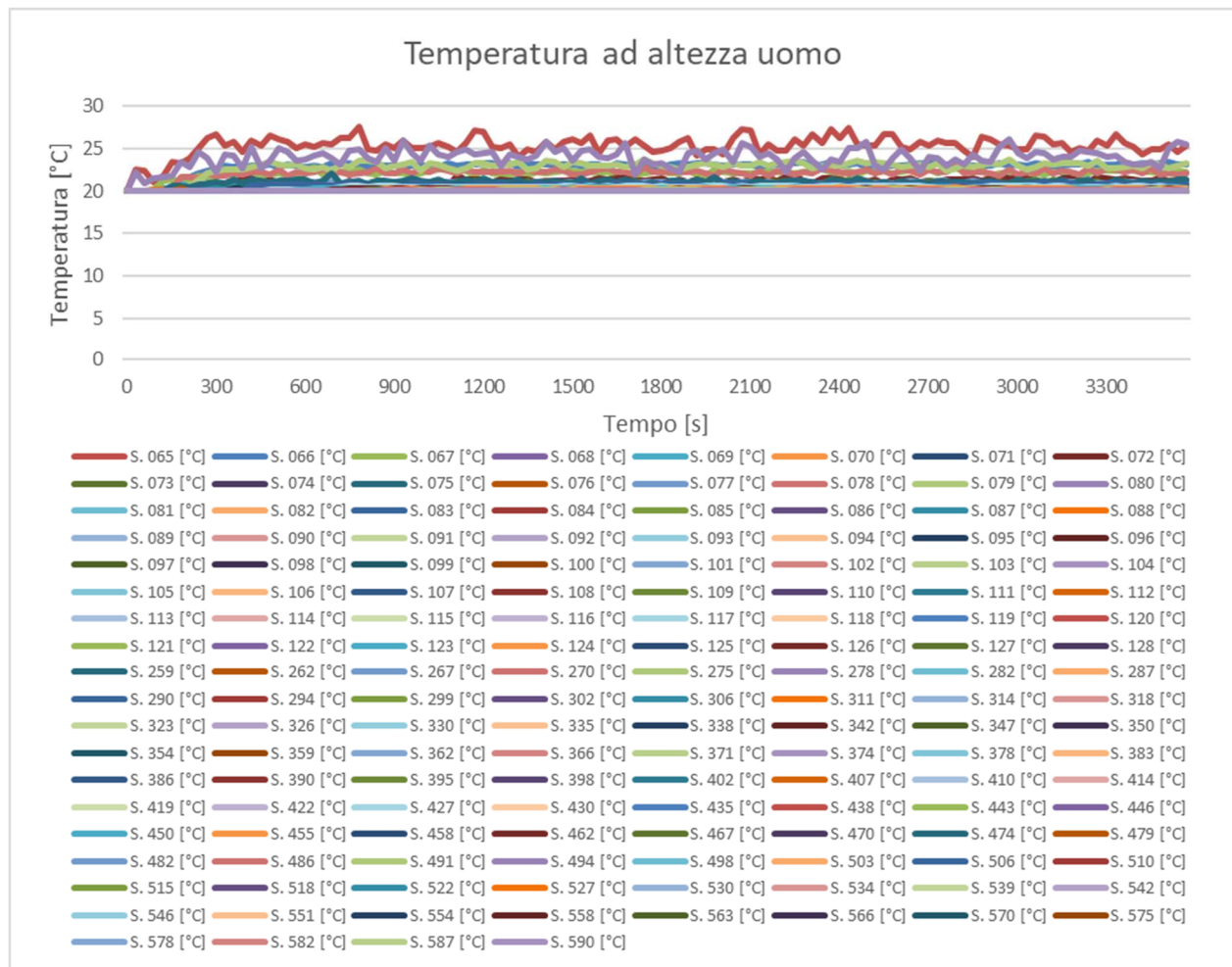


Grafico 12 – Scenario 2: temperature ad altezza uomo

L'irraggiamento è stato misurato mediante sonde posizionate ad un'altezza di 1,8 m dal pavimento. Il grafico seguente illustra il valore dell'irraggiamento misurato dalle varie sonde disposte lungo le vie di esodo. Il valore di soglia per l'irraggiamento di 2,5 kW/m² non viene raggiunto nella simulazione.

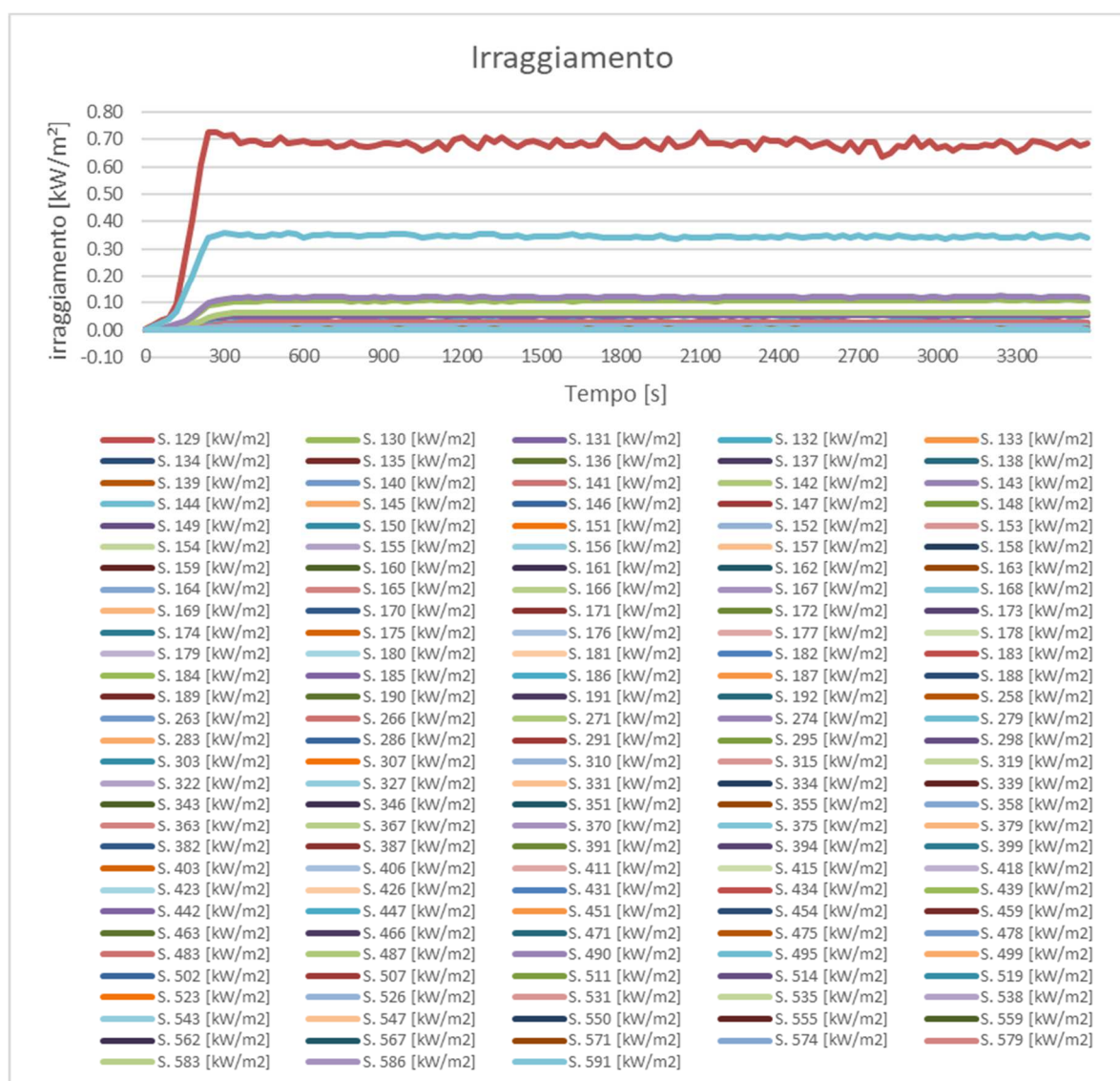


Grafico 13 – Scenario 2: irraggiamento ad altezza uomo

Modello dell'oscuramento della visibilità da fumo

Il grafico seguente riporta i valori di visibilità registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento.

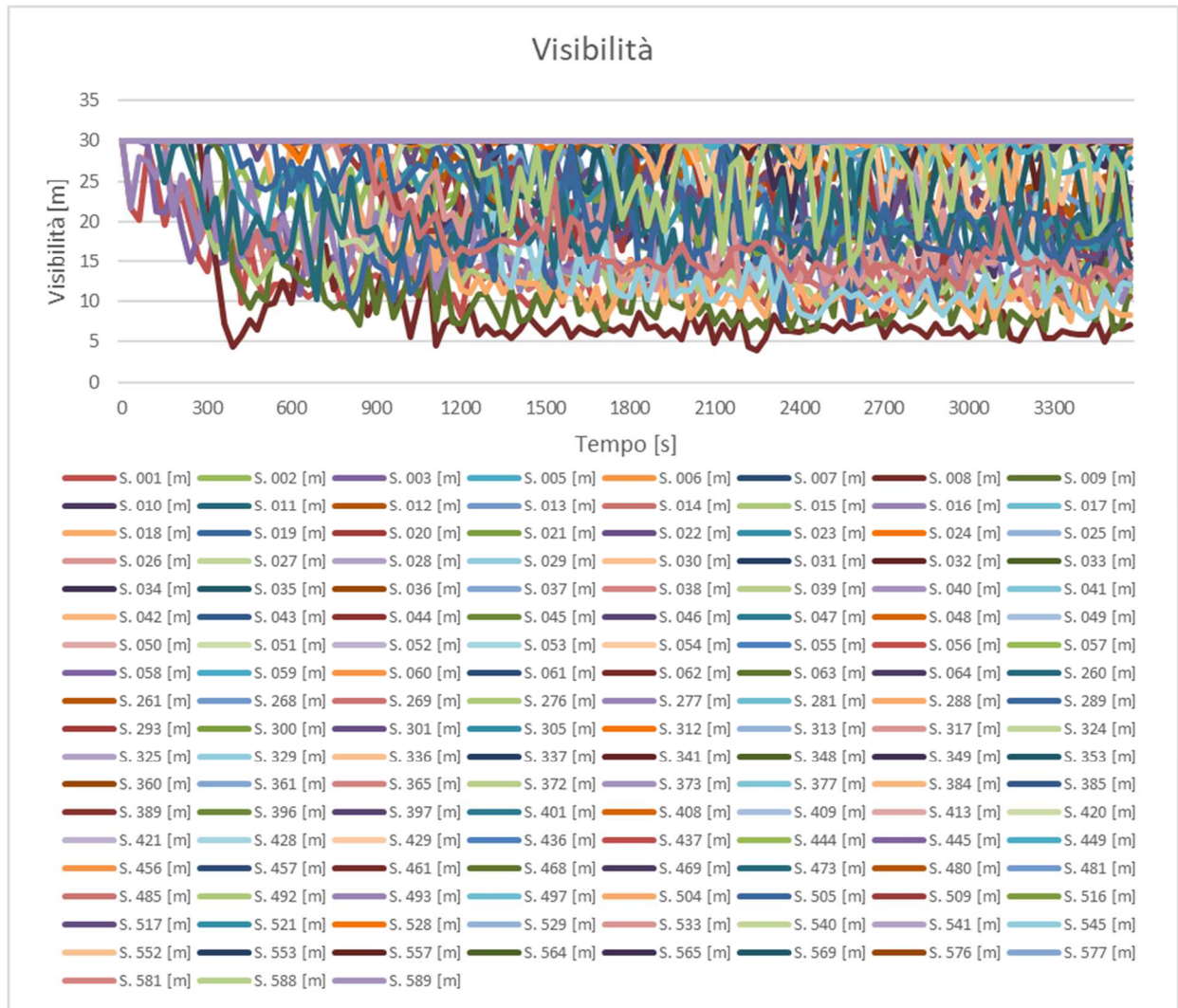


Grafico 14 – Scenario 2: visibilità ad altezza uomo

Si riportano qui di seguito i grafici delle sonde di visibilità relativi alla banchina incendiata e quelli delle banchine laterali. Si nota che i valori di visibilità inferiori a 10 m sono limitati alle immediate vicinanze all'incendio.

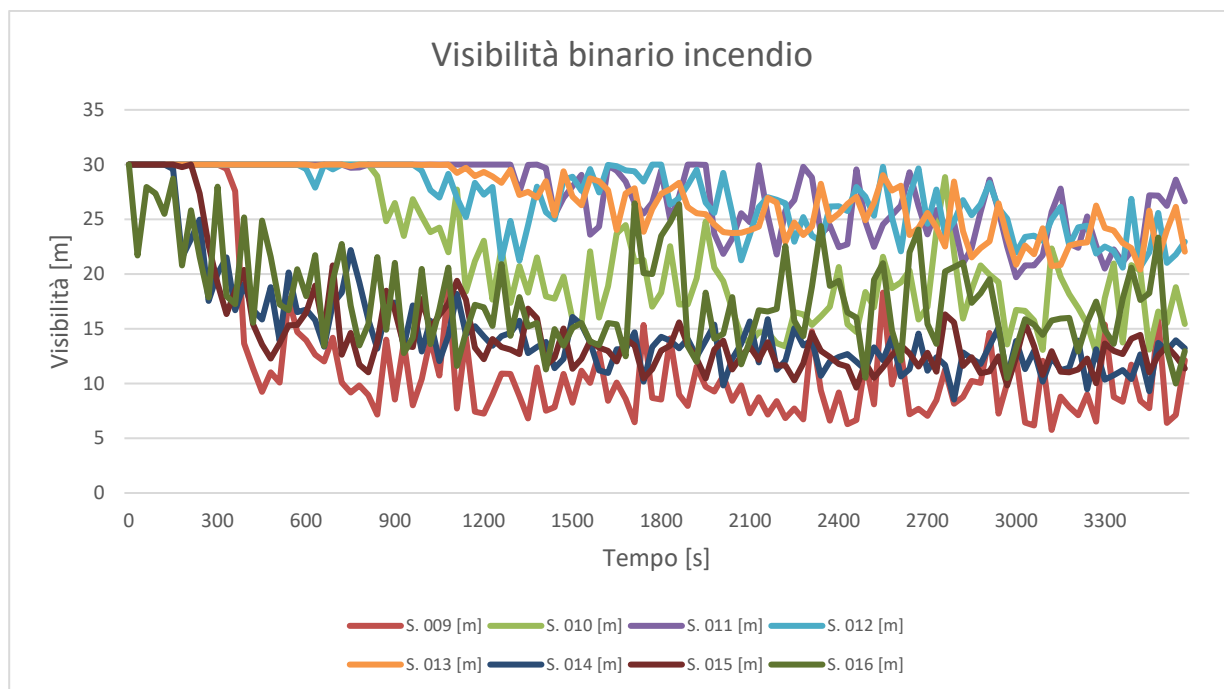


Grafico 15 – Scenario 2: visibilità binario interessato dall'incendio

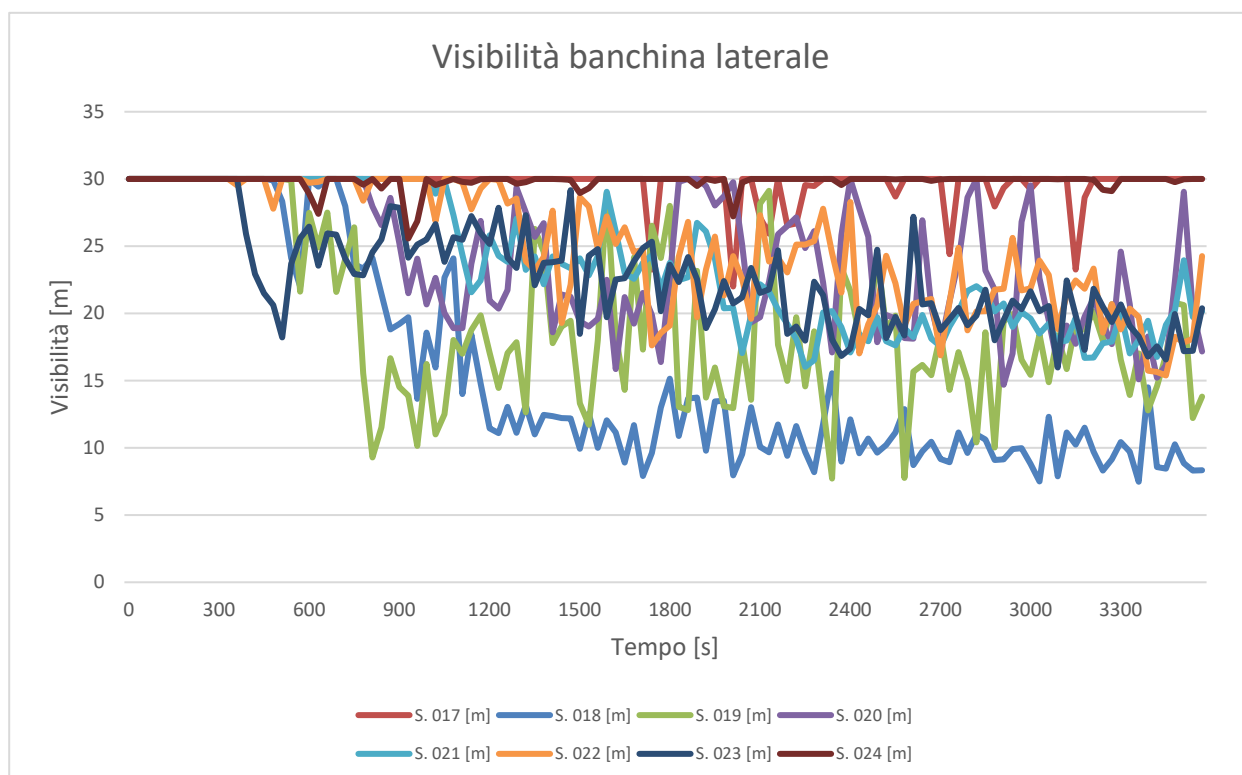


Grafico 16 – Scenario 2: visibilità banchina del bacino di fumo adiacente all'incendio

Si riportano qui di seguito alcune immagini della visibilità misurata a 2 m dal piano di camminamento. È evidente che la zona con minore visibilità è limitata alla zona immediatamente circostante l'incendio. Le zone con colore che va dal giallo al rosso sono quelle dove la visibilità scende al di sotto dei 10 m. Si nota, chiaramente, che il sistema di evacuazione di fumo e calore è in grado di contenere la zona con bassa visibilità confinata ai dintorni della zona di incendio.

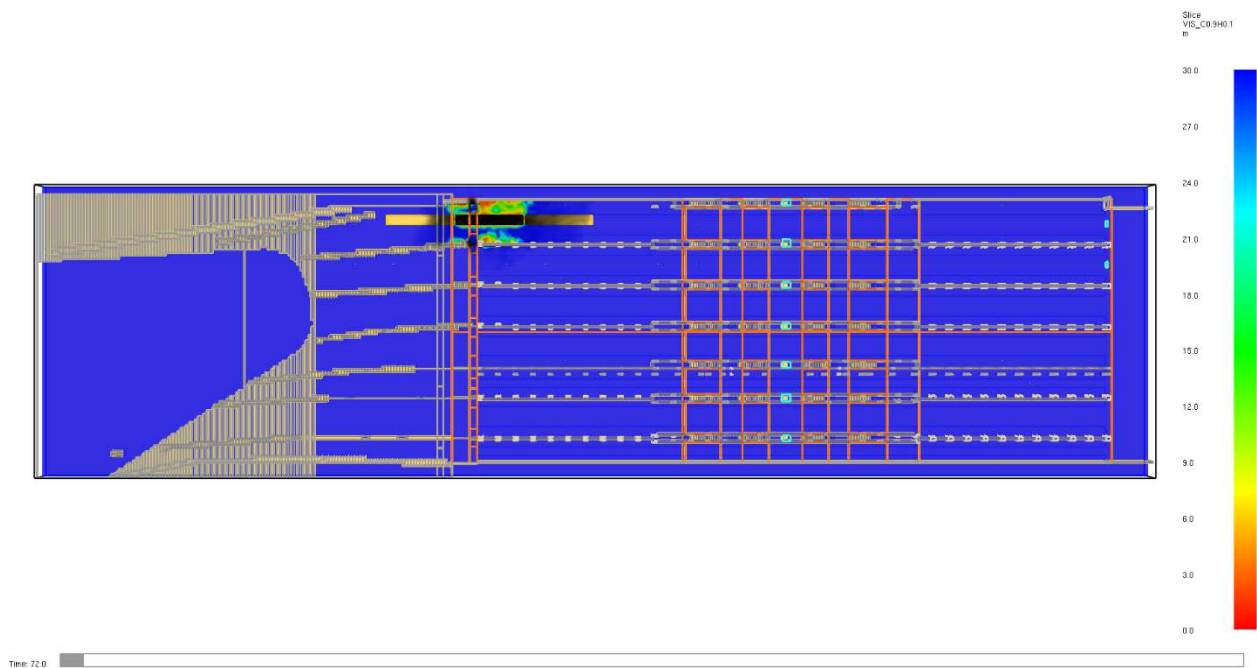


Figura 31 – Scenario 2: visibilità a 60 secondi dall'innescio

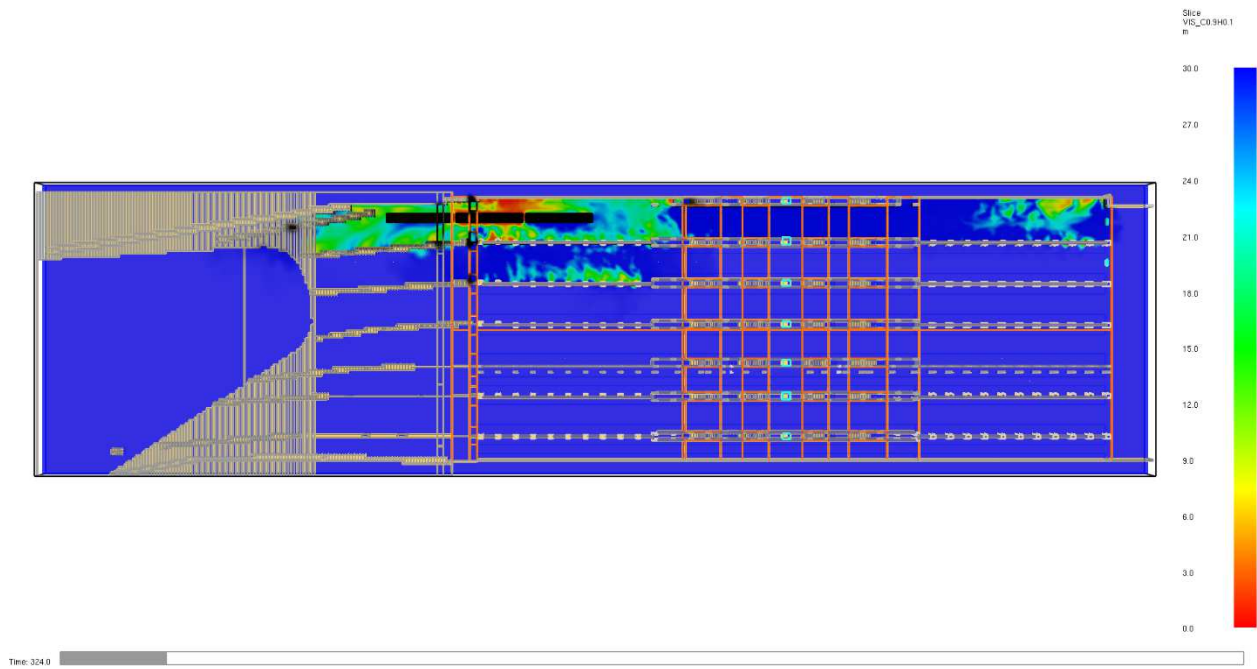


Figura 32 – Scenario 2: visibilità a 300 secondi dall'innescio

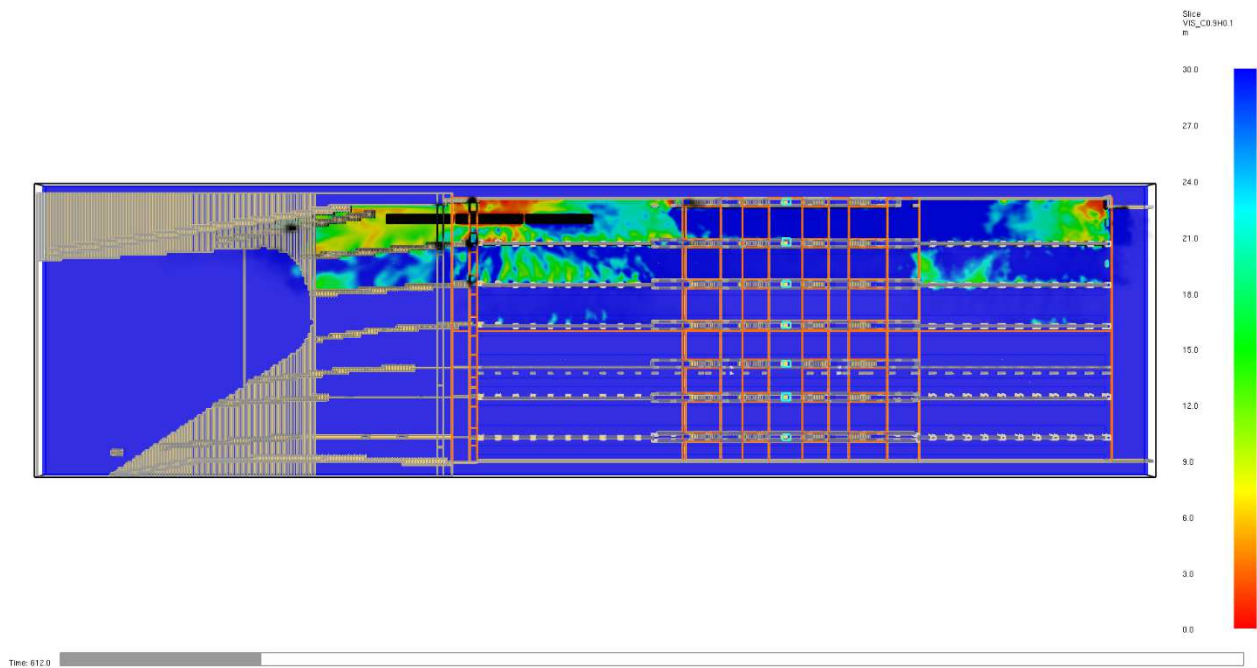


Figura 33 – Scenario 2: visibilità a 600 secondi dall'innescio

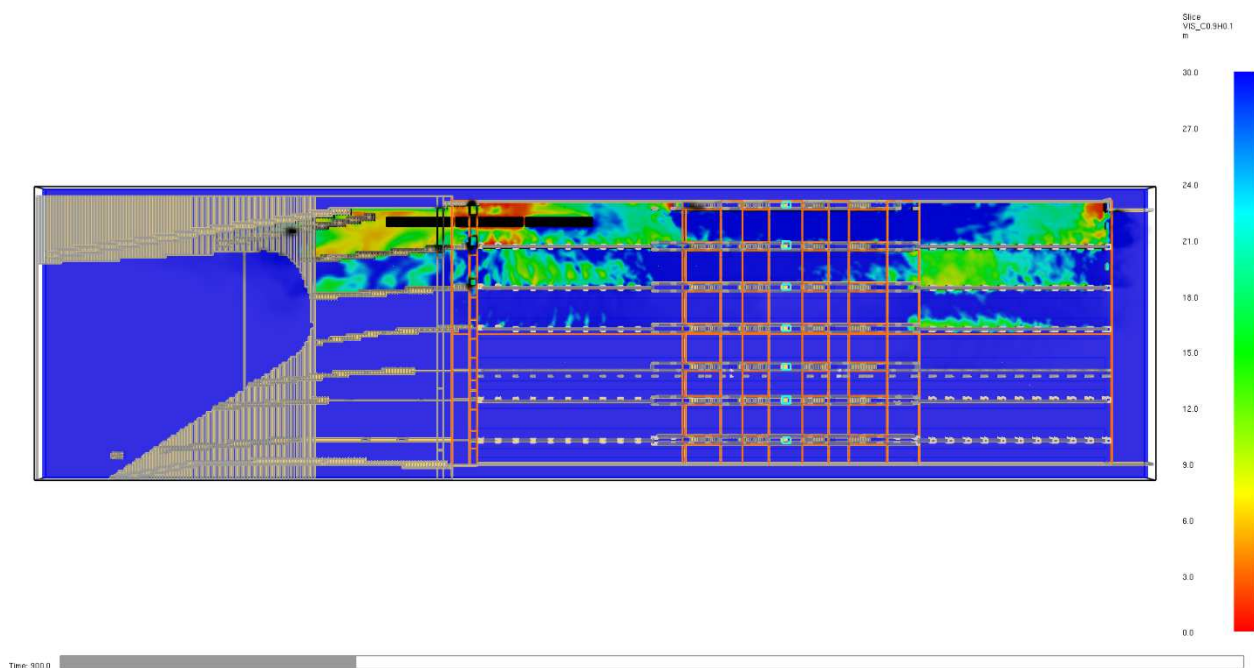


Figura 34 – Scenario 2: visibilità a 900 secondi dall'innescio

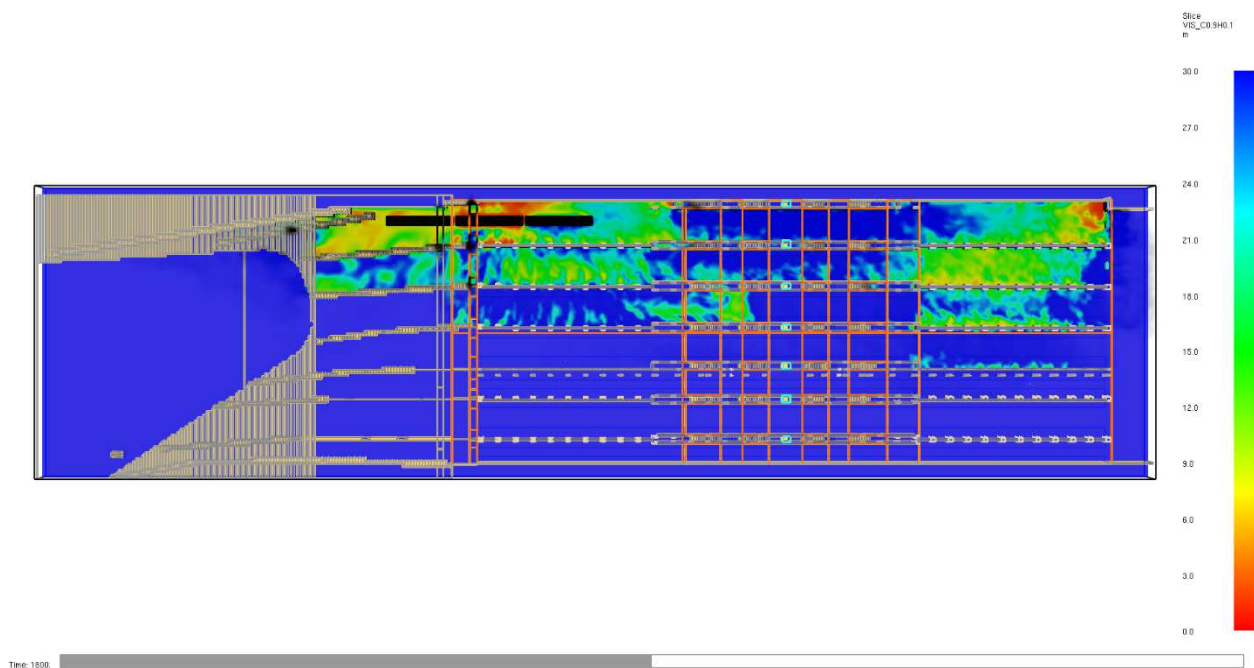


Figura 35 – Scenario 2: visibilità a 1.800 secondi dall'innescio

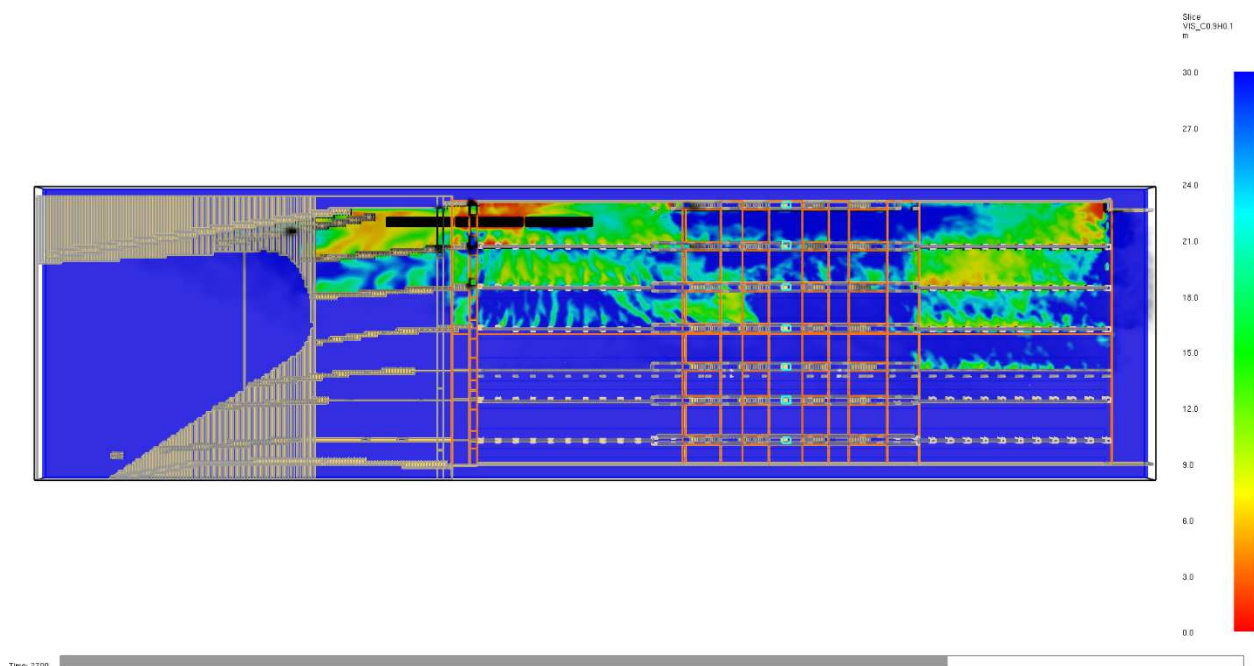


Figura 36 – Scenario 2: visibilità a 2.700 secondi dall'innescio

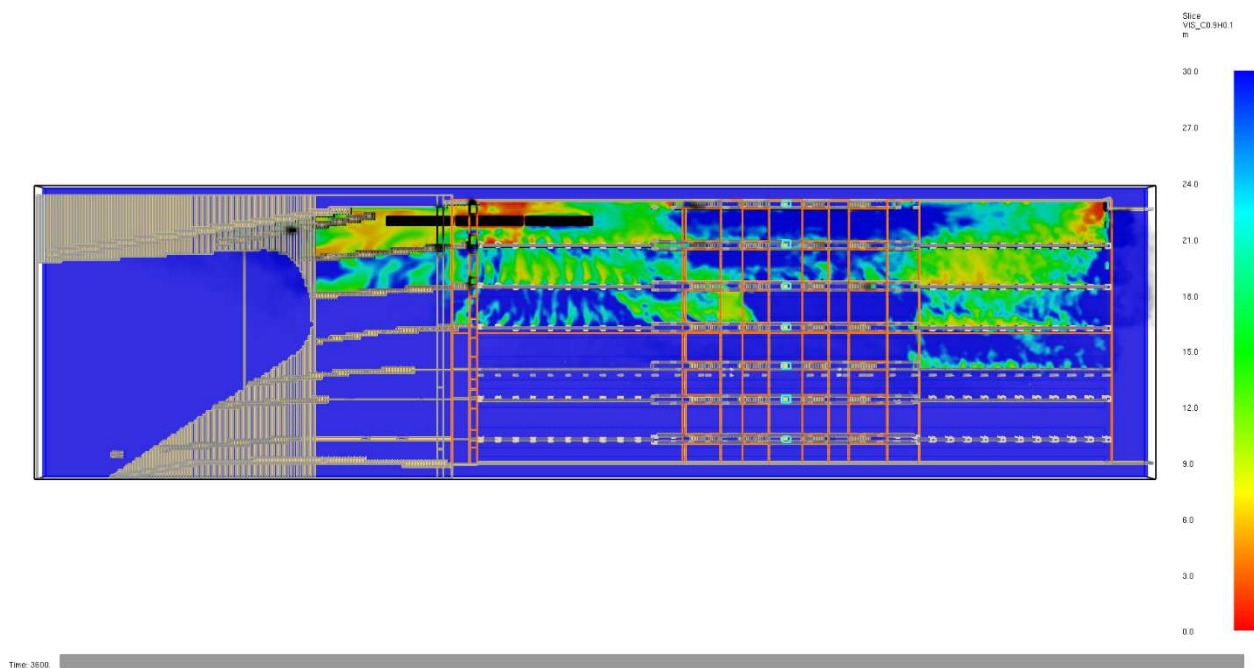


Figura 37 – Scenario 2: visibilità a 3.600 secondi dall'innescio

Modello dei gas tossici

Il grafico seguente mostra i valori registrati per la Frazione di dose efficace (FED). Anche in questo caso la sonda è stata collocata a 1,8 m di altezza dal pavimento.

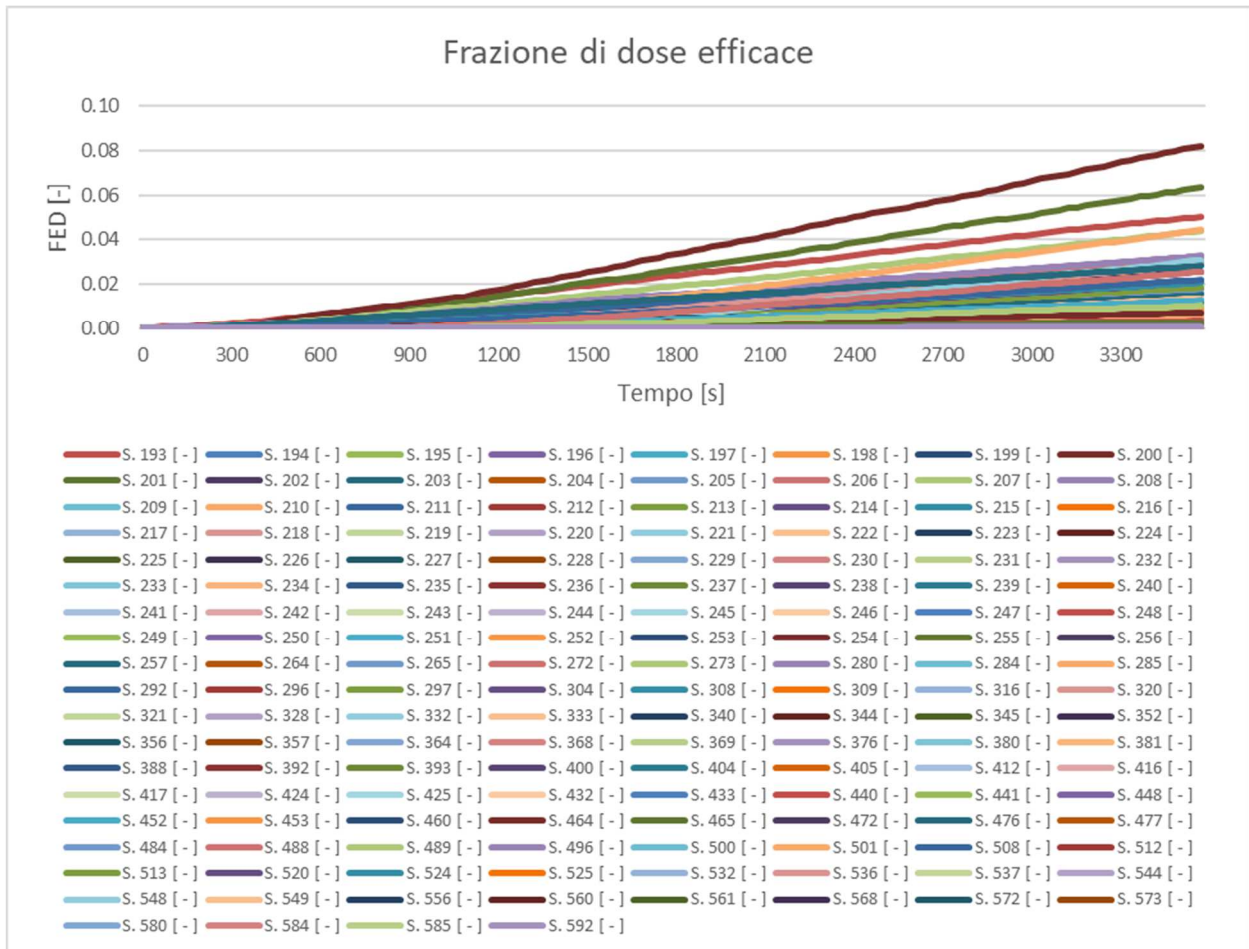


Grafico 17 – Scenario 2: Frazione di dose efficace altezza uomo

Modello dei gas irritanti

Come ammesso dal Codice, al fine di semplificare l'analisi, la verifica del modello dei gas irritanti è stata omessa in questa prima fase di fattibilità tecnica.

Analisi risultati scenari di incendio – livello banchine

Come si osserva dai grafici e dalle immagini precedenti la presenza delle soluzioni tecnologiche proposte ha migliorato nettamente le condizioni al livello banchine in caso di incendio negli scenari analizzati.

Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita è sempre verificato per la temperatura e per l'irraggiamento.

Le sonde di visibilità registrano invece dei valori inferiori alla soglia dei 10 m per gli occupanti e, similmente, alcune sonde per la frazione di dose efficace (FED) registrano dei valori inferiori alla soglia dei 0,1 per gli occupanti. Questo si verifica per le sonde in prossimità della zona di incendio e di alcune scale che vengono invase dai fumi e rese inutilizzabili durante l'esodo.

La tabella seguente riporta il tempo a cui alcune scale vengono rese indisponibili.

	SCENARIO B	SCENARIO C
SCALE	Tempo di indisponibilità	Tempo di indisponibilità
1A	>3600	>3600
1B	>3600	>3600
1C	>3600	>3600
1D	>3600	>3600
2A	>3600	>3600
2B	>3600	>3600
2C	>3600	>3600
2D	>3600	>3600
3A	>3600	>3600
3B	>3600	>3600
3C	>3600	>3600
3D	>3600	>3600
4A	>3600	>3600
4B	IMMEDIATA	>3600
4C	IMMEDIATA	>3600
4D	>3600	>3600
5A	>3600	>3600
5B	IMMEDIATA	>3600

5C	IMMEDIATA	>3600
5D	>3600	>3600
6A	>3600	>3600
6b	330	>3600
6C	900	>3600
6D	>3600	>3600
7A	>3600	>3600
7B	>3600	>3600
7C	>3600	>3600
7D	>3600	>3600

Tali dati saranno utilizzati nelle simulazioni di esodo per escludere alcune vie di uscita che non potranno essere utilizzate dagli utenti.

ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI DI ESODO AL PIANO BANCHINE

Nel presente capitolo vengono esposte le simulazioni di esodo effettuate con modello EVAC, che permettono di stimare il tempo di movimento degli occupanti in esodo e quindi permetteranno di quantificare RSET.

Scenario 1

Nel dominio sono stati inseriti 3.528 agenti, distribuiti sulle varie banchine.

Si sono considerate n°378 persone sulle banchine non interessate dall'incendio e n°1.260 persone sulla banchina dove è collocato il treno, oggetto di innesco.

Gli agenti hanno un comportamento definito di tipo "conservativo".

Sulla base dei risultati dello scenario di incendio le scale 4B, 4C, 5B, e 5C sono state considerate indisponibili dall'inizio dell'evacuazione, mentre le scale 6B e 6C sono considerate indisponibili rispettivamente a partire da 330 s e 900 s.

Le immagini seguenti mostrano l'andamento dell'evacuazione.



Figura 38 – Scenario 1: distribuzione agenti inizio evacuazione

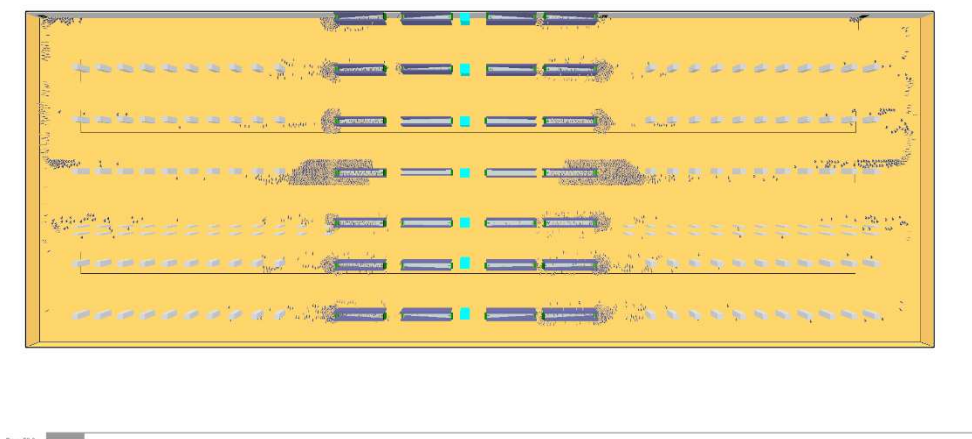


Figura 39 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 60 s di evacuazione

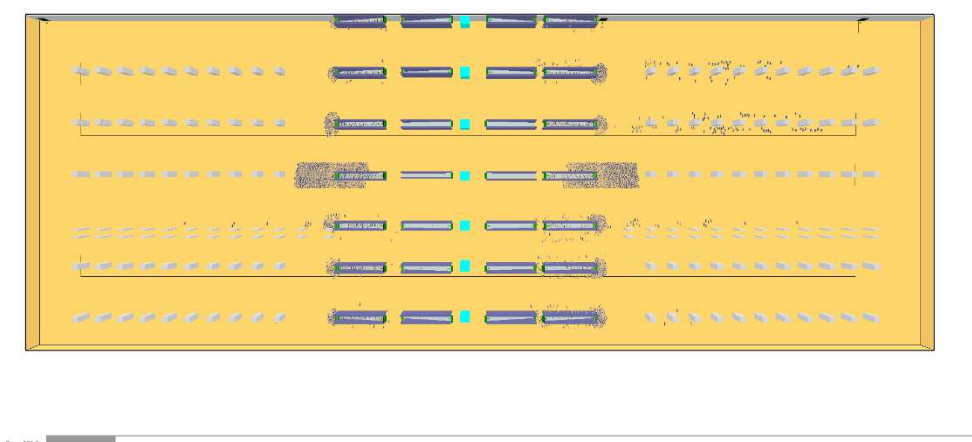


Figura 40 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 120 s di evacuazione

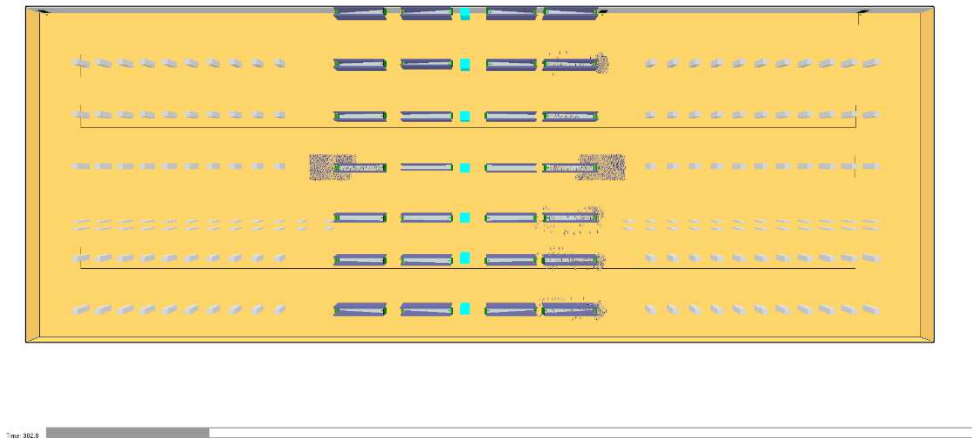


Figura 41 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 300 s di evacuazione

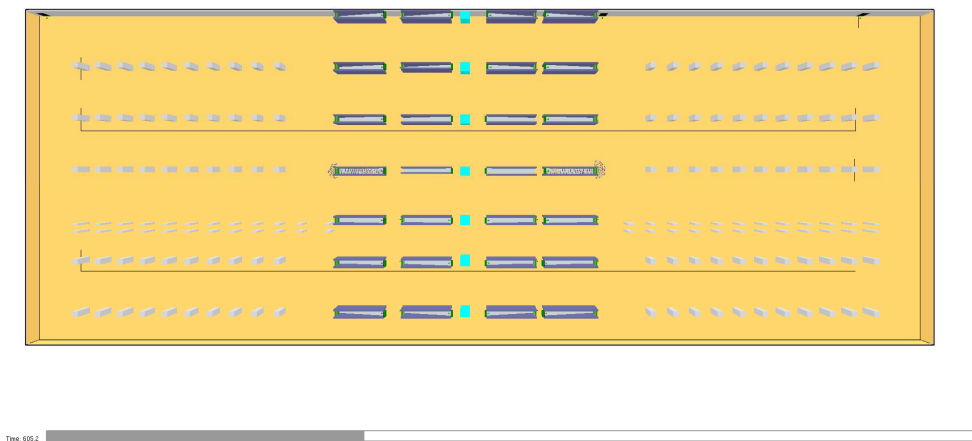


Figura 42 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 600 s di evacuazione

Scenario 2

Nel dominio sono stati inseriti 3.528 agenti, distribuiti sulle varie banchine.

Si sono considerate n°378 persone sulle banchine non interessate dall'incendio e n°1.260 persone sulla banchina dove è collocato il treno, oggetto di innesco.

Gli agenti hanno un comportamento definito di tipo "conservativo".

Sulla base dei risultati dello scenario di incendio, tutte le scale risultano disponibili.

È stata considerata indisponibile l'uscita sul lato nord (sulla banchina n°7), che sarebbe normalmente raggiungibile tramite l'attraversamento a raso.

Le immagini seguenti mostrano l'andamento dell'evacuazione.

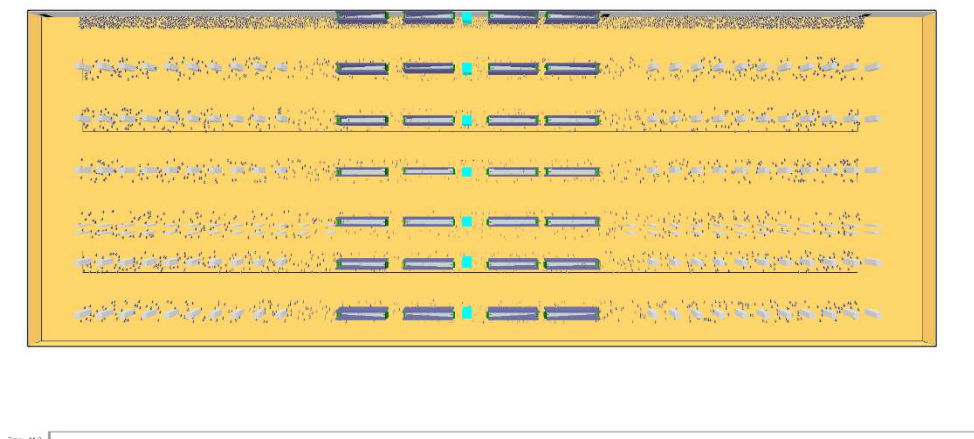


Figura 43 – Scenario 1: distribuzione agenti ad inizio evacuazione

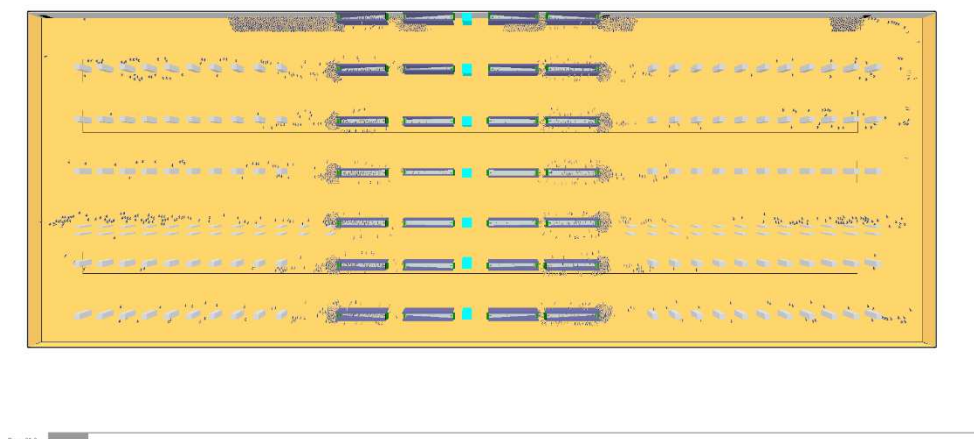


Figura 44 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 60 s di evacuazione

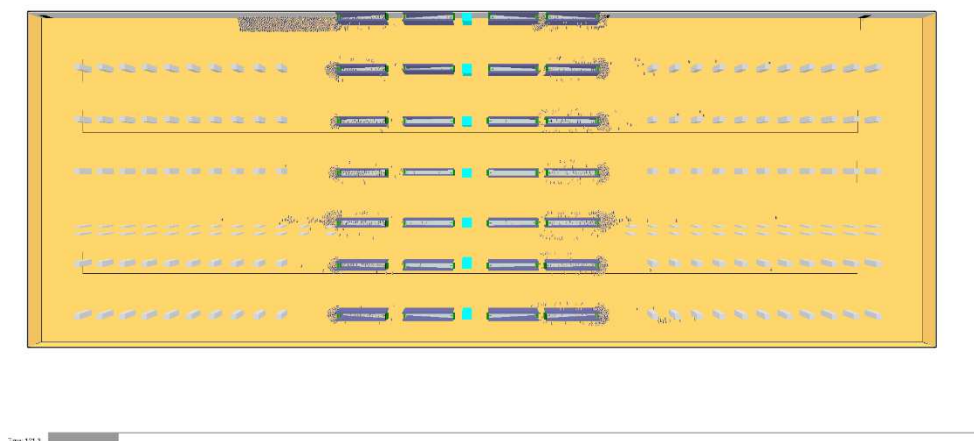


Figura 45 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 120 s di evacuazione

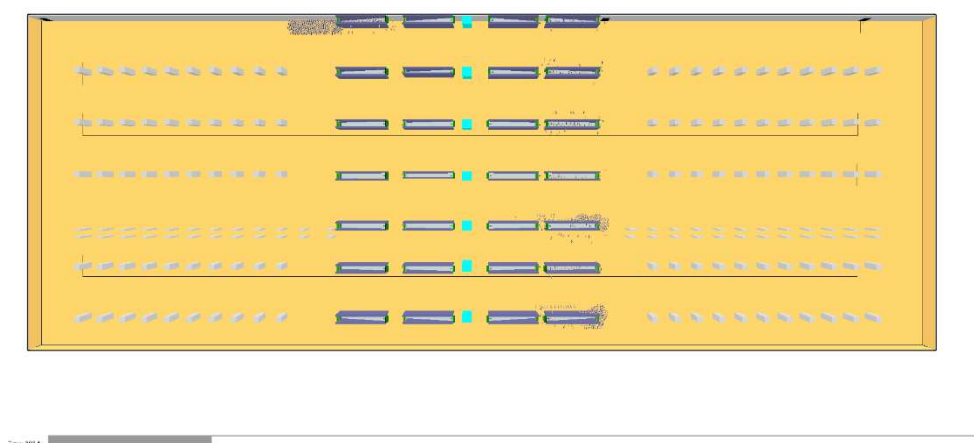


Figura 46 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 300 s di evacuazione

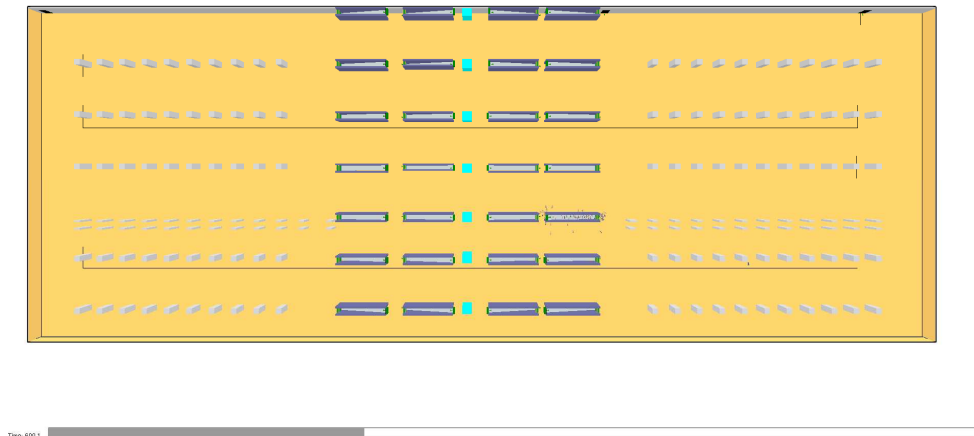


Figura 47 – Scenario 1: distribuzione agenti dopo 600 s di evacuazione

Calcolo RSET – livello banchine

Il calcolo del RSET viene eseguito, seguendo il metodo e le tabelle fornite dal D.M. 18/10/2019, Sezione M. Secondo la citata norma, il tempo di RSET è composto da 4 tempi:

$$R_{set} = \Delta T_{det} + \Delta T_a + \Delta T_{pre} + \Delta T_{trav}$$

ΔT_{det} : tempo di rilevazione: tempo che intercorre tra l'inizio del processo di combustione e la sua rilevazione tramite un sistema automatico. Il suo valore varia in funzione delle caratteristiche degli impianti e dello scenario di incendio. Questo valore è determinato mediante la modellazione numerica.

ΔT_a : tempo di allarme generale: tempo che intercorre tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione agli occupanti, dell'allarme generale.

ΔT_{pre} : tempo di attività pre-movimento: tempo che intercorre dal momento in cui viene percepito l'allarme fino a quando la prima persona comincia a muoversi verso l'uscita.

ΔT_{trav} : tempo di movimento: tempo necessario alle persone per spostarsi dal posto in cui si trovano fino a luogo sicuro.

Tempo di rilevazione

L'ingresso è protetto da un sistema di rilevazione incendi. Si considera il tempo massimo individuato nelle norme per l'attivazione di due rilevatori. Pertanto, si ha:

ΔT_{det} : 60 sec

Tempo di allarme

La rivelazione allerta una centrale di gestione dell'emergenza che verifica l'evento ed attiva poi l'allarme manuale. Il tempo di allarme che ne deriva è quindi fissato pari a:

ΔT_a : 300 sec

Tempo di attività pre-movimento

Il tempo di pre-movimento dipende principalmente da:

- scenari di comportamento
- caratteristiche del sistema di allarme
- complessità dell'edificio
- gestione dell'emergenza

Il suo valore viene determinato attraverso l'uso della tabella C.1 dell'Annex C della BS 7974-6:2004.

Quest'ultima è strutturata in modo da entrarvi una volta definite le 4 caratteristiche sopra elencate.

- **Scenari di comportamento:**

In riferimento alla tabella riportata nel seguito, si è scelto per la situazione in esame di considerare la Categoria E.

Category	Occupant alertness	Occupant familiarity	Occupant density	Enclosures/complexity	Examples
A	Awake	Familiar	Low	One or many	Office or industrial
B1	Awake	Unfamiliar	High	One or few	Shop,restaurant,circulation space
B2	Awake	Unfamiliar	High	One with focal point	Cinema,theatre
Ci	Asleep	Familiar	Low	Few	Dwelling
Cii	Managed occupancy				Serviced flats,halls of residence,etc.
Ciii	Asleep	Unfamiliar	Low	Many	Hotel,hostel
D	Medical care	Unfamiliar	Low	Many	Residential
E	Transportation	Unfamiliar	High	Many	Railway station/Airport

- **Caratteristiche del sistema di allarme:**

In base a quanto riportato dalla norma di riferimento - par. 5.2 punto 5.2.1 il sistema di allarme è classificato come Livello A2. Tale livello corrisponde ad un sistema di rilevazione automatico il quale fornisce un preallarme al centro di gestione dell'emergenza, con un sistema di allarme generale attivato manualmente che suona in tutte le aree occupate e un allarme generale dopo un ritardo fisso se il preallarme non viene annullato.

- **Complessità dell'edificio:**

Sulla base del punto 5.2.2 della norma BR 7974-6:2004 il livello banchine è stato classificato con livello B2. Corrisponde ad edifici multipiano con layout semplici.

- **Gestione dell'emergenza:**

Sulla base del punto 5.2.3 il management è stato classificato con Livello M2.

Caratterizzati i parametri descritti in precedenza, utilizzando la tabella C.1 "Suggested pre-times for different behavioural scenario categories" dell'Annex C, sono stati presi i seguenti valori.

ΔT_{pre} (1st percentile) = 2 min

ΔT_{pre} (99th percentile) = 5 min

Avendo fatto riferimento ad una condizione di ambiente affollato, i tempi di pre-movimento del primo percentile vengono considerati nella somma per definire il tempo di RSET.

ΔT_{pre} : 120 sec

Tempo di spostamento

Il tempo di spostamento è stato calcolato mediante la simulazione EVAC.

Scenario 1: ΔT_{trav} : 690 sec

Scenario 2: ΔT_{trav} : 720 sec

Determinazione RSET

In riferimento allo scenario 2, il tempo impiegato per l'esodo in sicurezza delle persone presenti all'interno del locale è pari a

RSET = 60+300+120+720=1200 secondi.

Si considera inoltre un fattore di sicurezza pari a 2

2 x RSET ~ 2400 secondi

La verifica di eventuali condizioni incapacitanti per gli occupanti deve quindi essere condotta per un periodo di tempo almeno pari a 2.400 secondi (le verifiche sono state svolte su un tempo di 3.600 secondi).

ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI D'INCENDIO AL PIANO INGRESSI

Nei paragrafi seguenti si riportano in sintesi i risultati di simulazione.

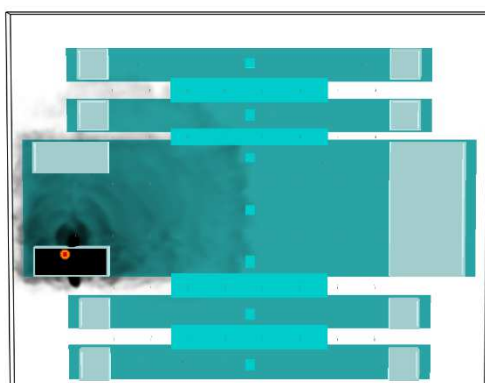
Scenario A

Si illustrano i risultati dello scenario A. Le seguenti immagini riportano l'andamento dei fumi sviluppatosi nella simulazione (vista dal basso).



Time: 64.0

Figura 48 – Scenario A: sviluppo fumi a 60 s dall'innesco



Time: 302.0

Figura 49 – Scenario A: sviluppo fumi a 300 s dall'innesco

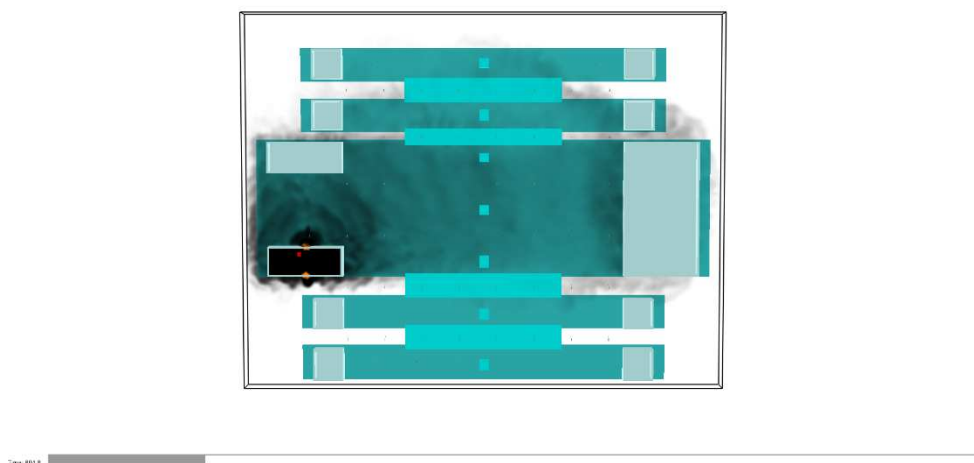


Figura 50 – Scenario A: sviluppo fumi a 600 s dall'innesco

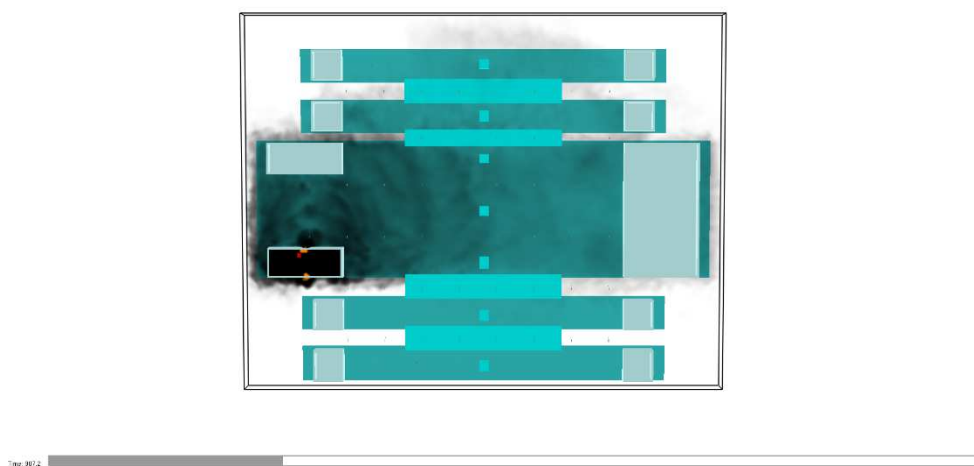


Figura 51 – Scenario A: sviluppo fumi a 900 s dall'innesco

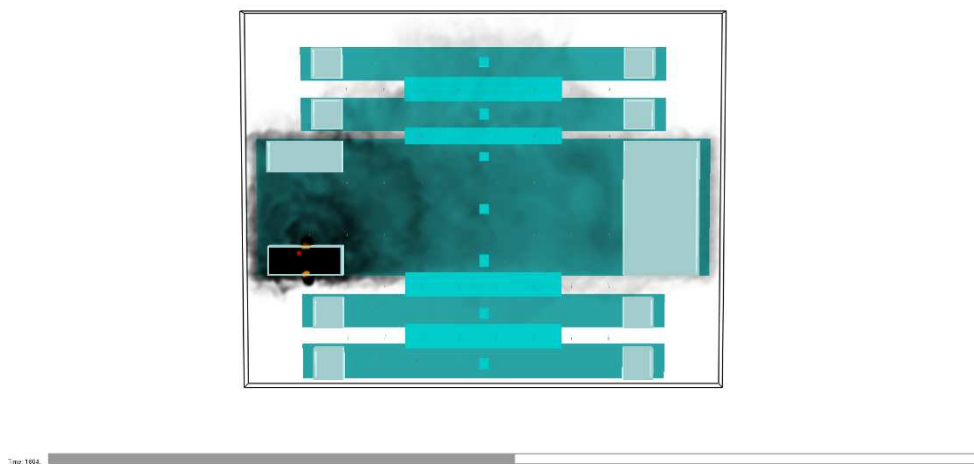


Figura 52 – Scenario A: sviluppo fumi a 1.800 s dall'innesco

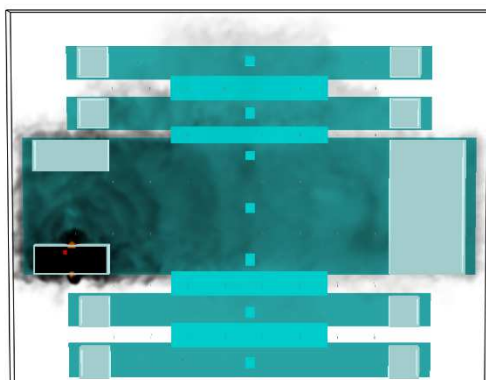


Figura 53 – Scenario A: sviluppo fumi a 2.700 s dall’innescio

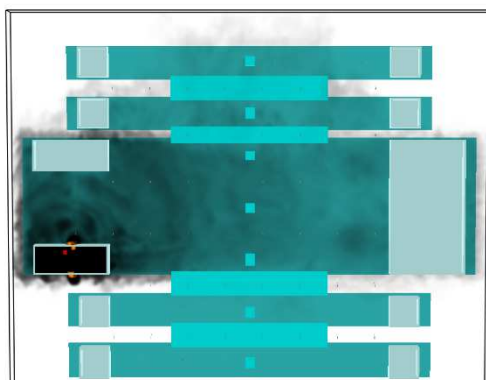


Figura 54 – Scenario A: sviluppo fumi a 3.600 s dall’innescio

La curva HRR ottenuta dalla simulazione, dopo aver raggiunto il valore massimo di 5 MW, oscilla attorno a questo valore. Il grafico seguente mostra la curva ottenuta nella simulazione:

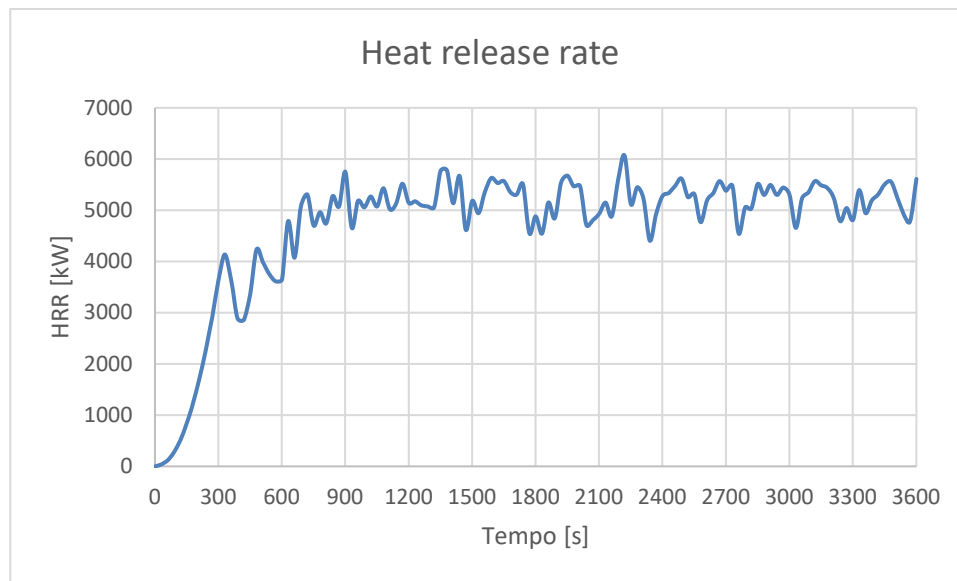


Grafico 18 – Scenario A: Curva HRR da modello

Si riporta di seguito il grafico delle temperature raggiunte a soffitto. L'andamento delle temperature segue quello della curva HRR, con una fase di crescita seguita da una fase a temperatura costante.

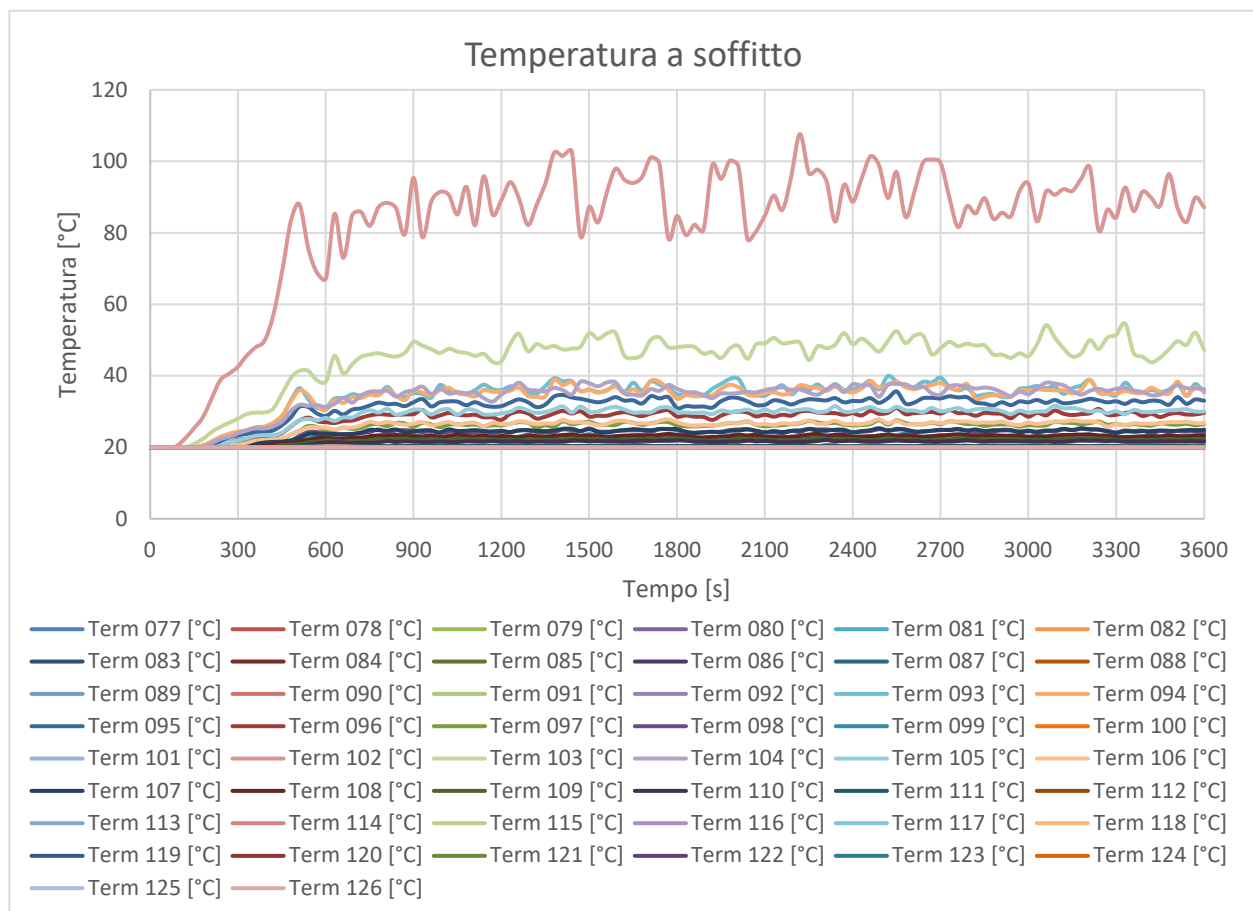


Grafico 19 – Scenario A: temperature a soffitto

Metodo di calcolo avanzato per ASET

Il calcolo di ASET richiede la stima delle concentrazioni di prodotti tossici, delle temperature e delle densità del fumo negli ambienti a seguito dell'incendio e la loro variazione nel tempo, in quanto gli occupanti possono muoversi nel fumo, che nei casi complessi può essere ragionevolmente elaborata solo con modelli di calcolo fluidodinamici. Sono infatti la tipologia dell'incendio e dell'attività che determinano complessivamente l'andamento di tali variabili con il tempo.

In accordo con quanto indicato dal Codice (par. M.3.3.1.) ASET globale è definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- modello del calore;
- modello dell'oscuramento della visibilità da fumo
- modello dei gas tossici;
- modello dei gas irritanti.

Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita viene verificato con l'inserimento di sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento in grado di registrare i valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e frazione di dose efficace (FED).

Modello del calore

Si riporta di seguito il grafico dei valori di temperatura registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento e sulle scale di esodo.

Come si può osservare dal grafico la temperatura ad altezza uomo non subisce variazioni rilevanti per tutto il tempo della simulazione. Le temperature registrate ad altezza uomo sono inferiori al valore di soglia per gli occupanti pari a 60°C.

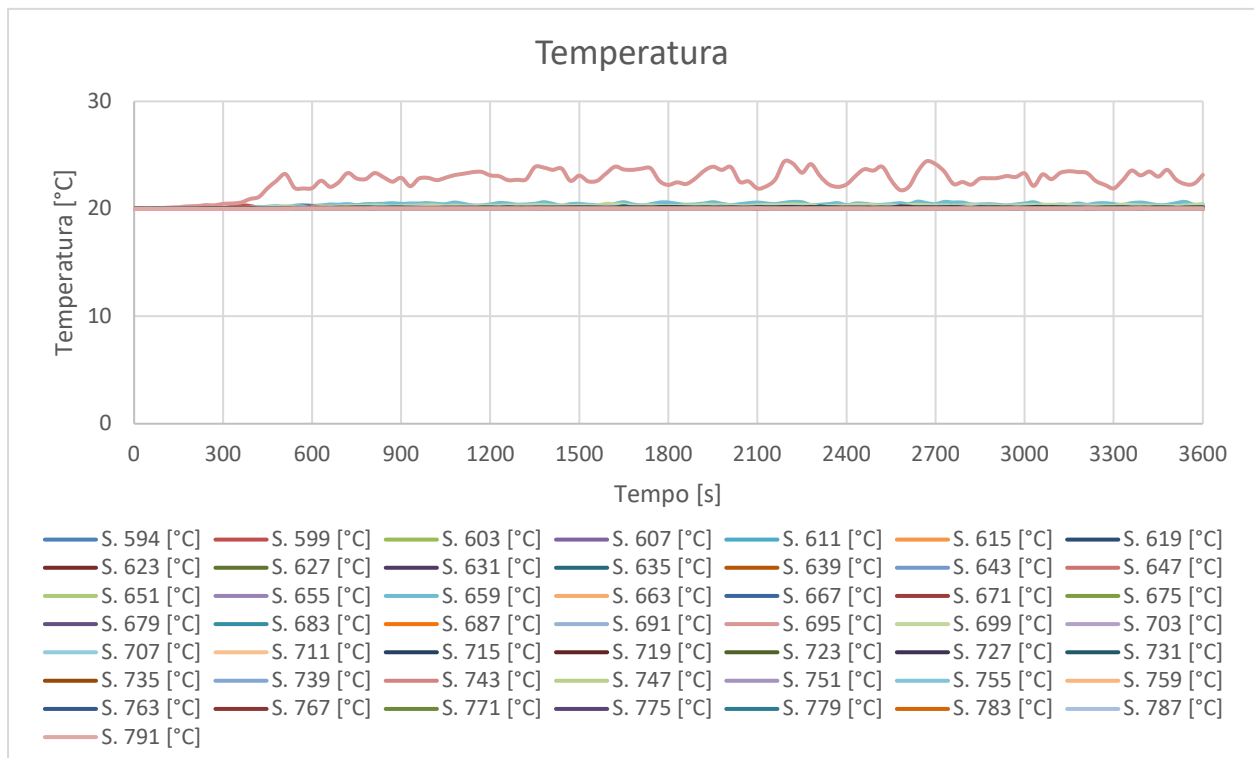


Grafico 20 – Scenario A: temperature ad altezza uomo

L'irraggiamento è stato misurato mediante sonde posizionate ad un'altezza di 1,8 m dal pavimento. Il grafico seguente illustra il valore dell'irraggiamento misurato dalle varie sonde disposte lungo le vie di esodo. Il valore di soglia per l'irraggiamento di 2,5 kW/m² non viene raggiunto nella simulazione.

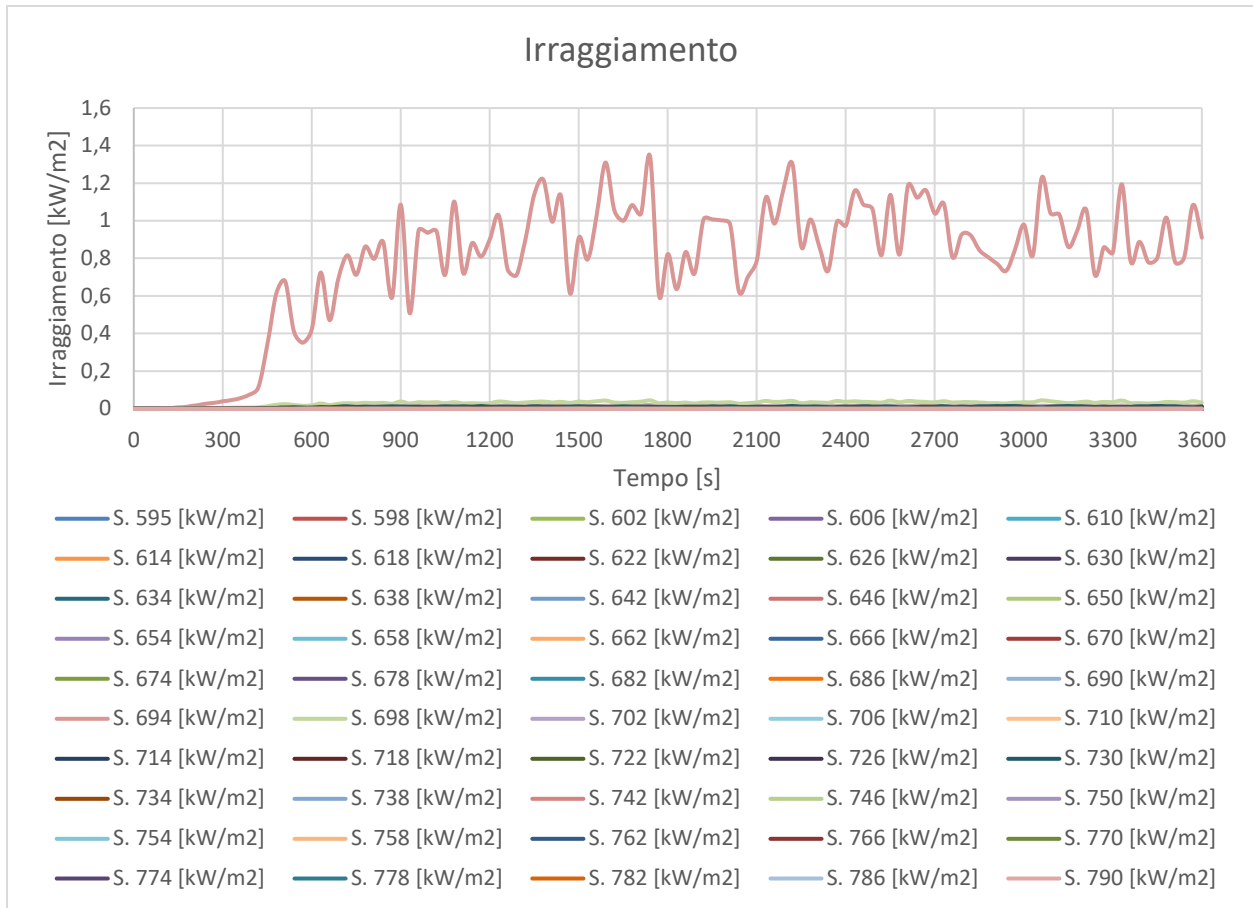


Grafico 21 – Scenario A: irraggiamento ad altezza uomo

Modello dell'oscuramento della visibilità da fumo

Il grafico seguente riporta i valori di visibilità registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento e sulle scale.

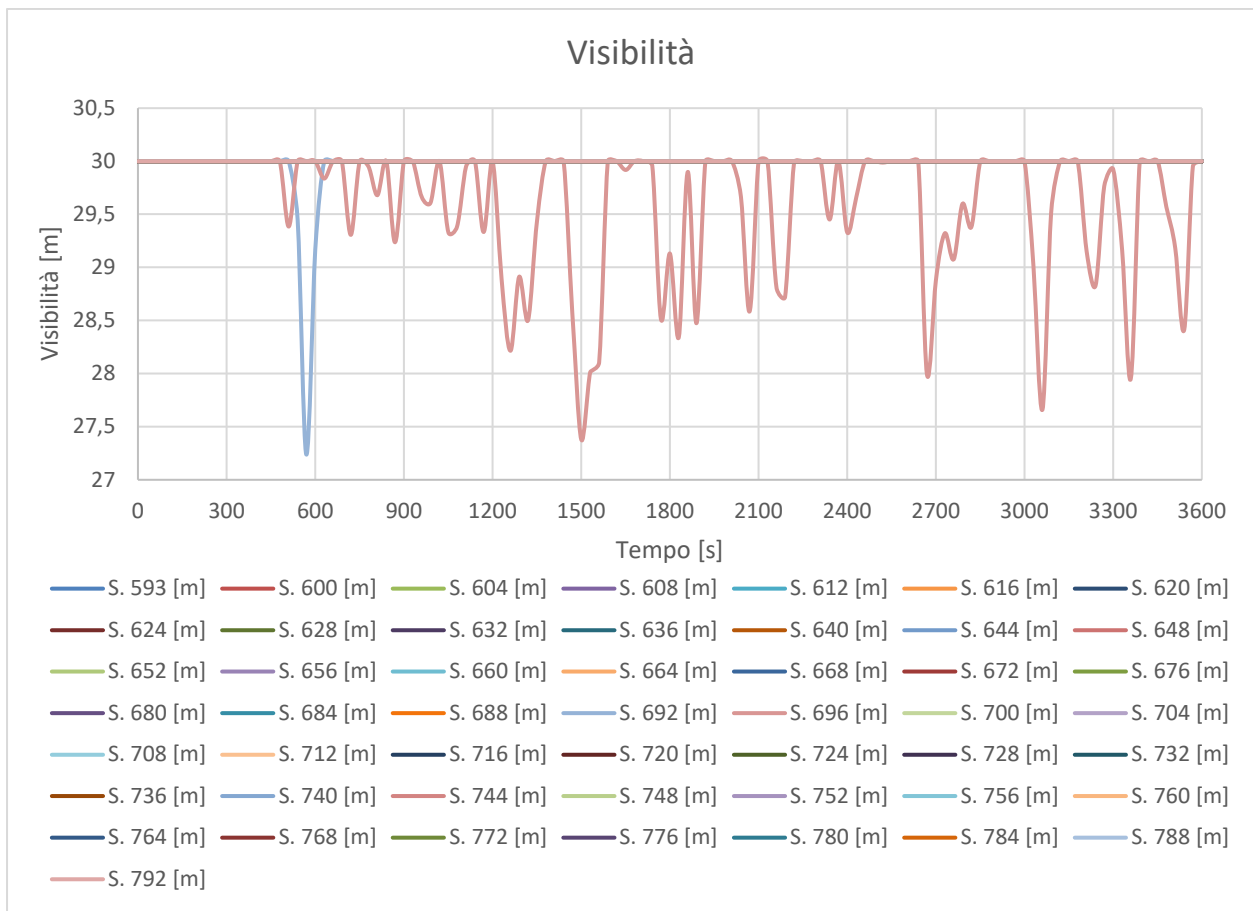


Grafico 22 – Scenario A: visibilità ad altezza uomo

Modello dei gas tossici

Il grafico seguente mostra i valori registrati per la Frazione di dose efficace (FED). Si osserva che il valore di soglia di 0,1 viene raggiunto dopo 25 minuti dall'innescio. Anche in questo caso la sonda è stata collocata a 1,8 m di altezza dal pavimento.

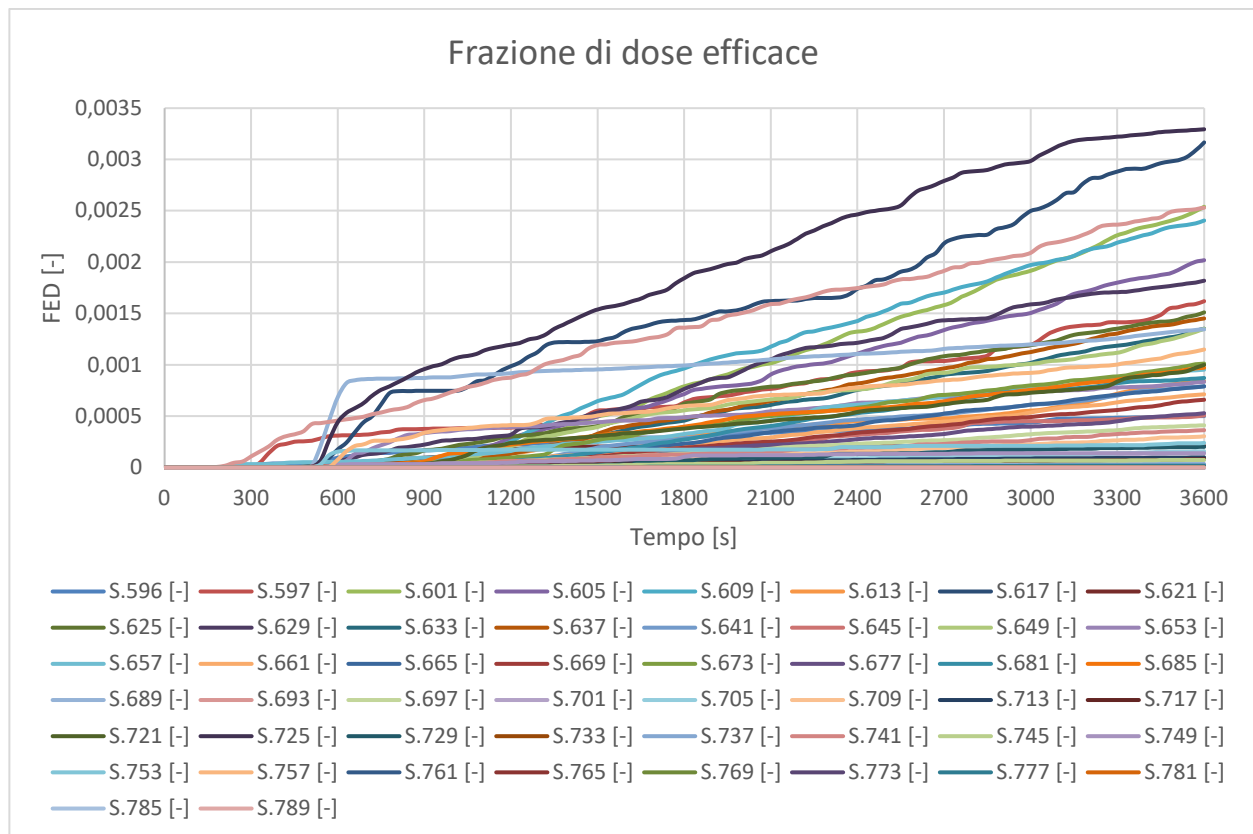


Grafico 23 – Scenario A: frazione di dose efficace altezza uomo

Modello dei gas irritanti

Come ammesso dal Codice al fine di semplificare l'analisi, la verifica del modello dei gas irritanti è stata omessa in questa prima fase di fattibilità tecnica.

Scenario B

Si illustrano i risultati dello scenario B relativo all'ingresso. Le seguenti immagini riportano l'andamento dei fumi sviluppatosi nella simulazione (vista dal basso).

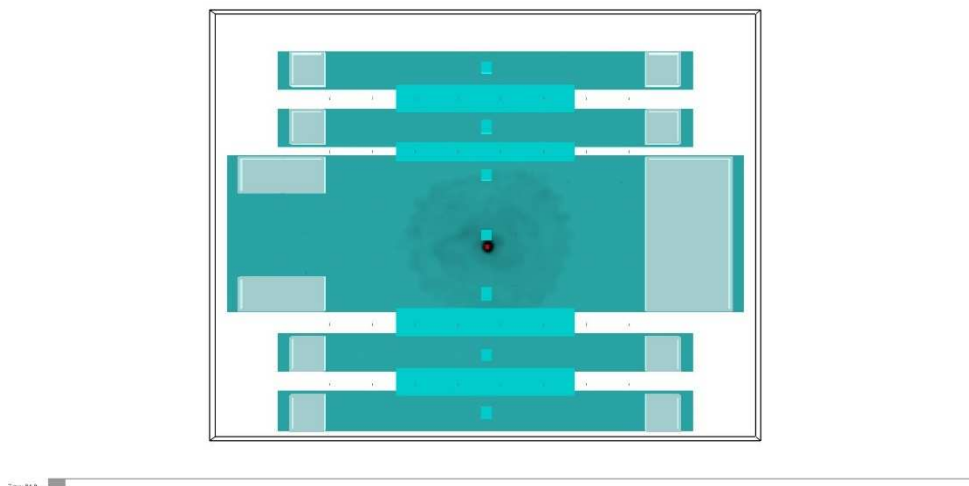


Figura 55 – Scenario B: sviluppo fumi a 60 s dall'innescò

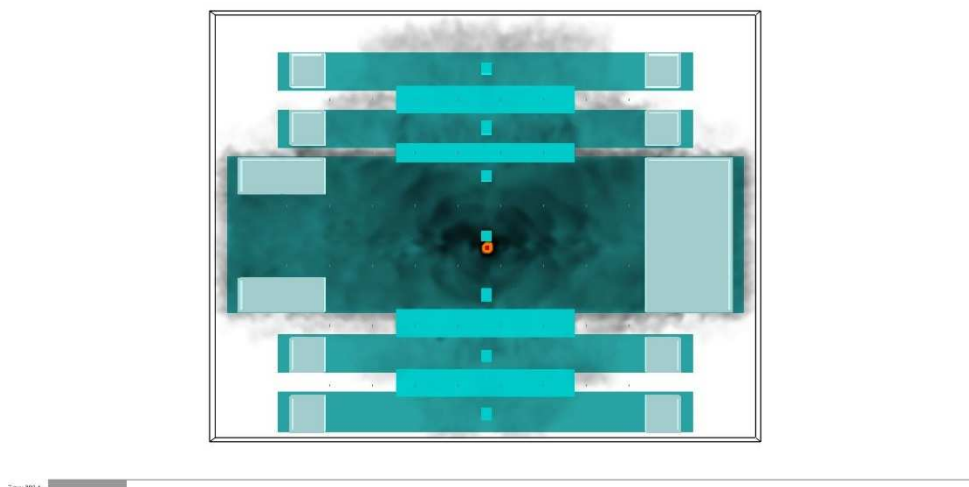


Figura 56 – Scenario B: sviluppo fumi a 300 s dall'innescò

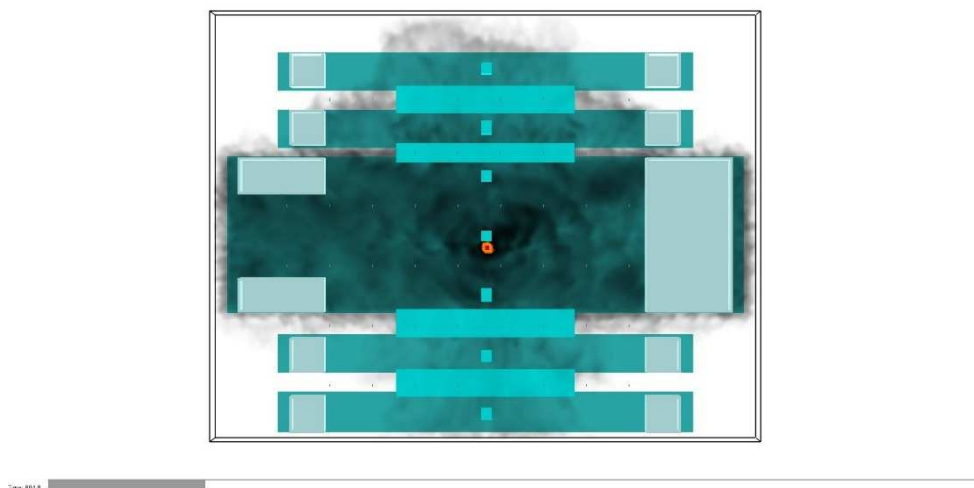


Figura 57 – Scenario B: sviluppo fumi a 600 s dall’innescò

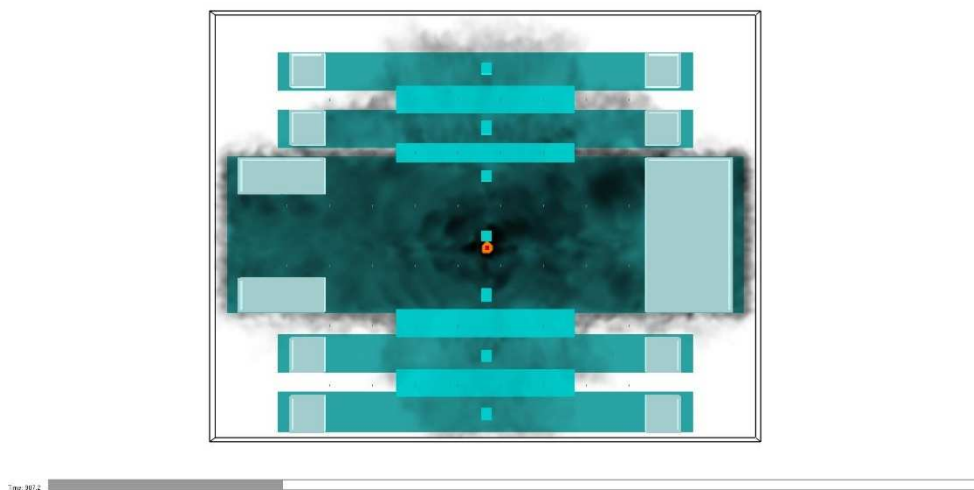


Figura 58 – Scenario B: sviluppo fumi a 900 s dall’innescò

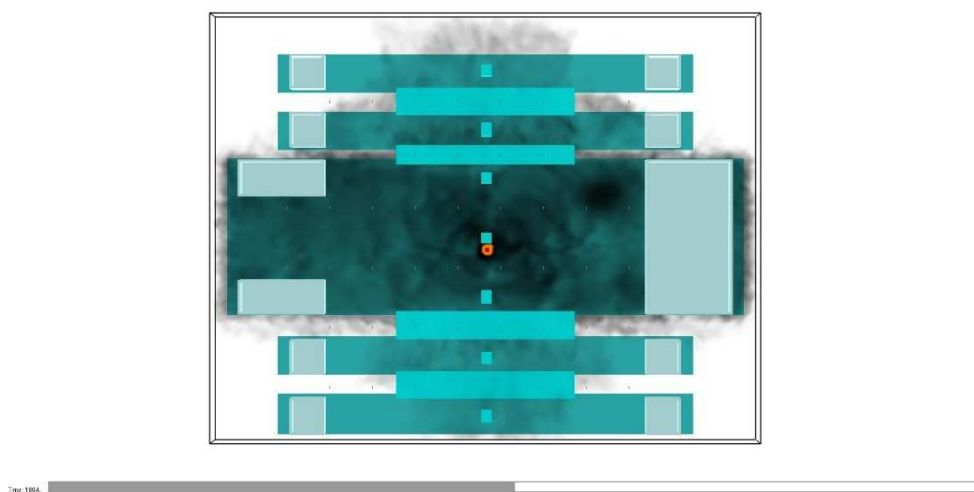


Figura 59 – Scenario B: sviluppo fumi a 1.800 s dall’innescò

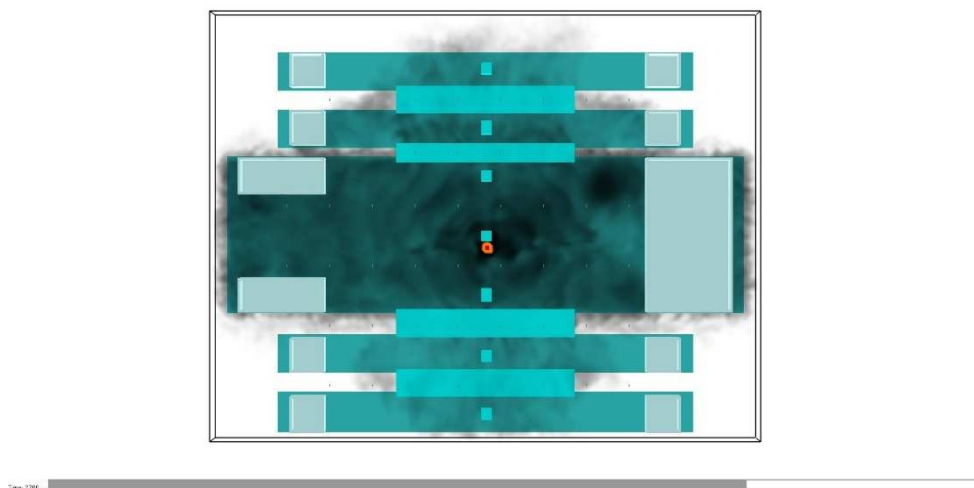


Figura 60 – Scenario B: sviluppo fumi a 2.700 s dall'innescò

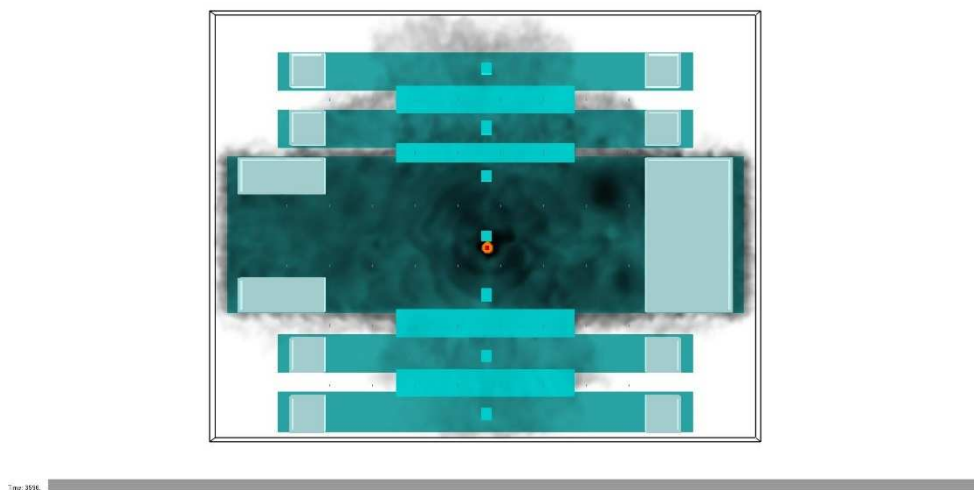


Figura 61 – Scenario B: sviluppo fumi a 3.600 s dall'innescò

La curva HRR ottenuta dalla simulazione, dopo aver raggiunto il valore massimo di 5 MW, si mantiene costante. Il grafico seguente mostra la curva ottenuta nella simulazione:

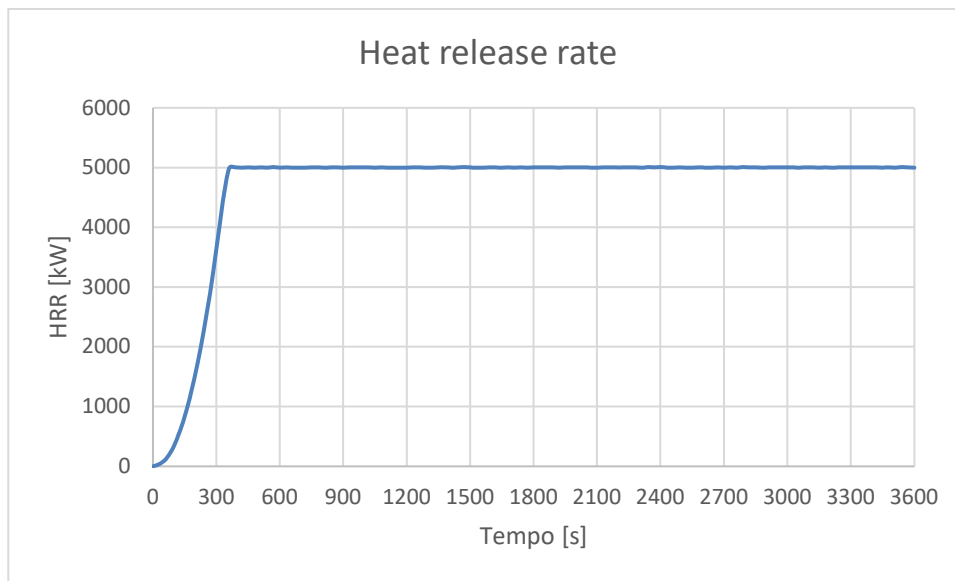


Grafico 24 – Scenario B: curva HRR da modello

Si riporta di seguito il grafico delle temperature raggiunte a soffitto. L'andamento delle temperature segue quello della curva HRR, con una fase di crescita seguita da una fase a temperatura costante.

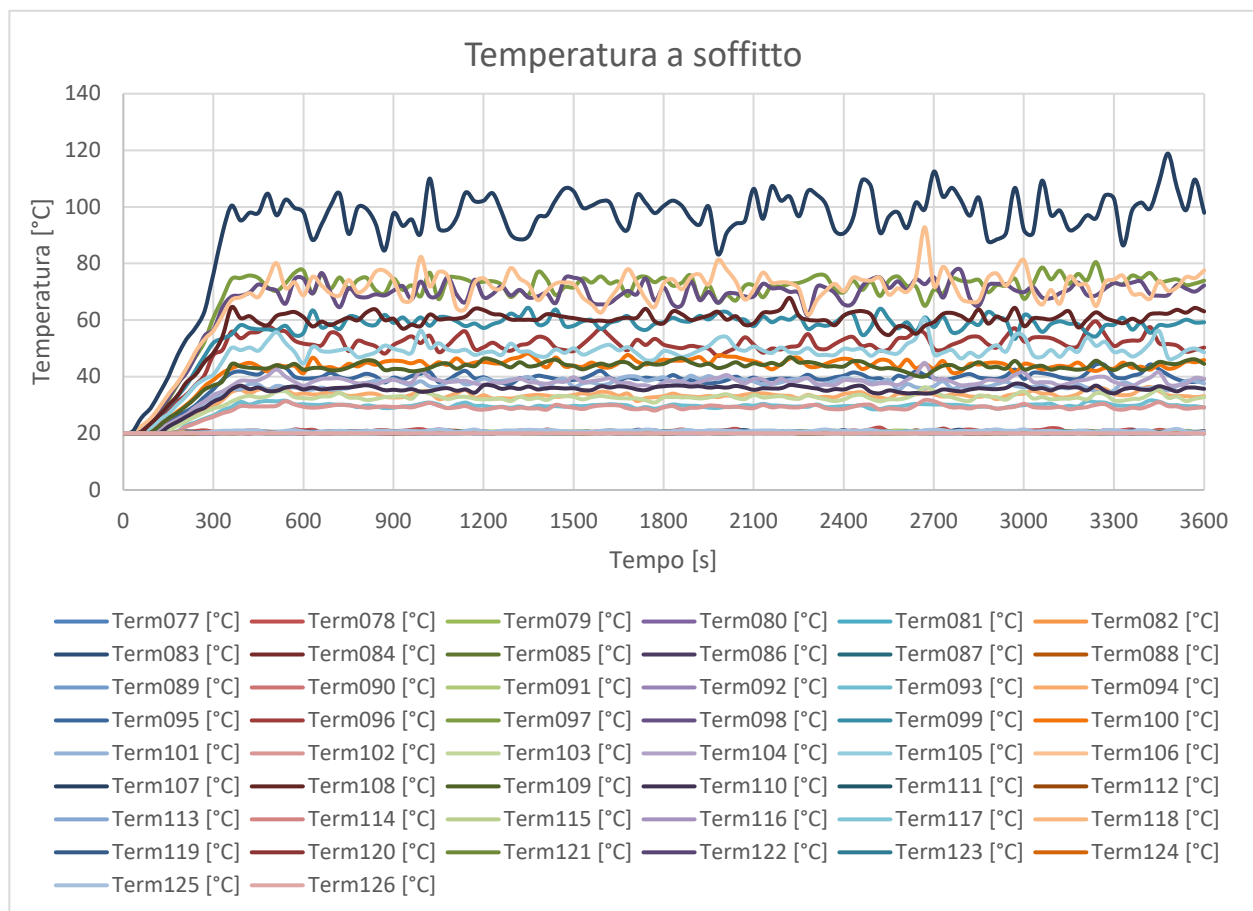


Grafico 25 – Scenario B: temperature a soffitto

Metodo di calcolo avanzato per ASET

Il calcolo di ASET richiede la stima delle concentrazioni di prodotti tossici, delle temperature e delle densità del fumo negli ambienti a seguito dell'incendio e la loro variazione nel tempo, in quanto gli occupanti possono muoversi nel fumo, che nei casi complessi può essere ragionevolmente elaborata solo con modelli di calcolo fluidodinamici. Sono infatti la tipologia dell'incendio e dell'attività che determinano complessivamente l'andamento di tali variabili con il tempo.

In accordo con quanto indicato dal Codice (par. M.3.3.1.) ASET globale è definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- modello del calore;
- modello dell'oscuramento della visibilità da fumo
- modello dei gas tossici;
- modello dei gas irritanti.

Il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita viene verificato con l'inserimento di sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento in grado di registrare i valori di visibilità, temperatura, irraggiamento e frazione di dose efficace (FED).

Modello del calore

Si riporta di seguito il grafico dei valori di temperatura registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento e sulle scale di esodo.

Come si può osservare dal grafico la temperatura ad altezza uomo non subisce variazioni rilevanti per tutto il tempo della simulazione. Le temperature registrate ad altezza uomo sono inferiori al valore di soglia per gli occupanti pari a 60°C.

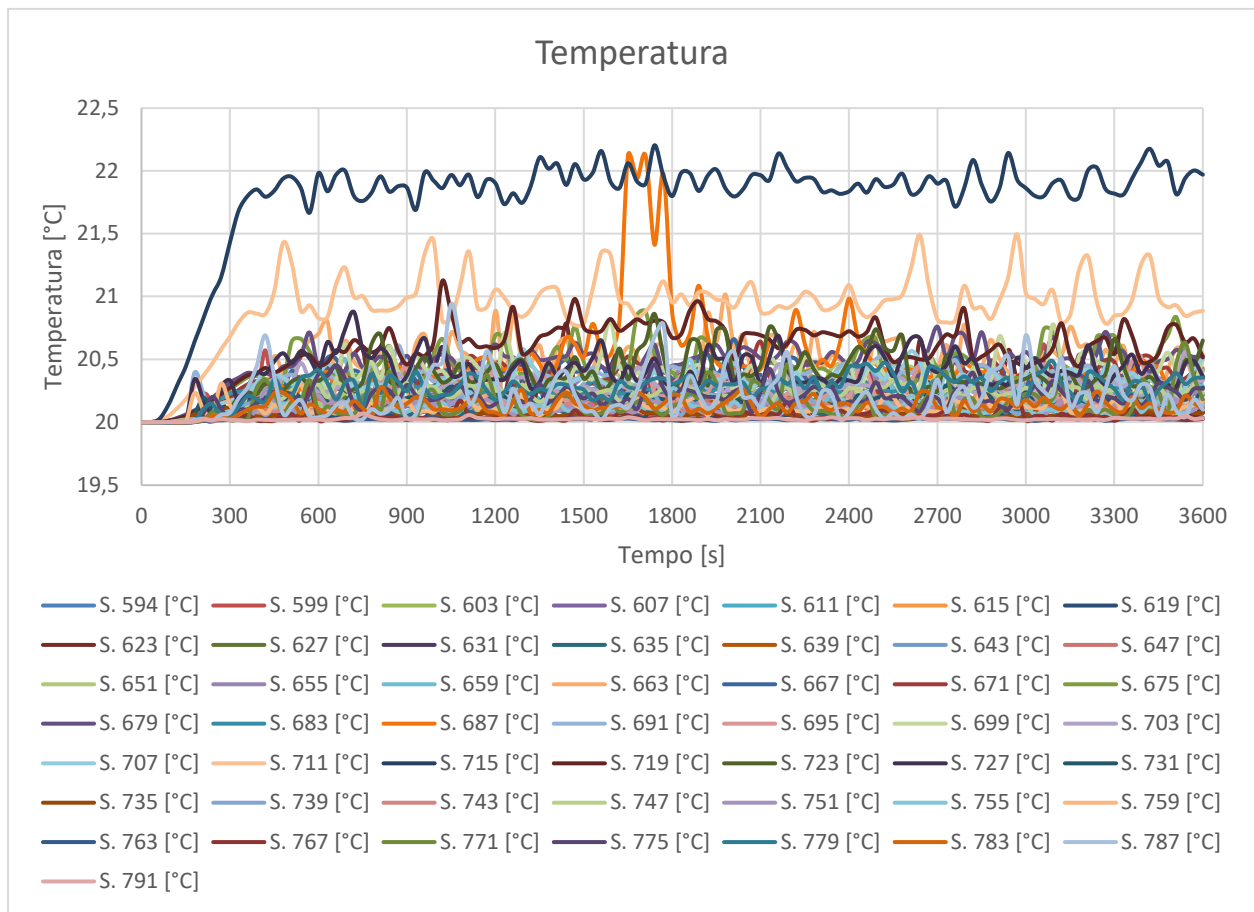


Grafico 26 – Scenario B: temperature ad altezza uomo

L'irraggiamento è stato misurato mediante sonde posizionate ad un'altezza di 1,8 m dal pavimento. Il grafico seguente illustra il valore dell'irraggiamento misurato dalle varie sonde disposte lungo le vie di esodo. Il valore di soglia per l'irraggiamento di 2,5 kW/m² non viene raggiunto nella simulazione.

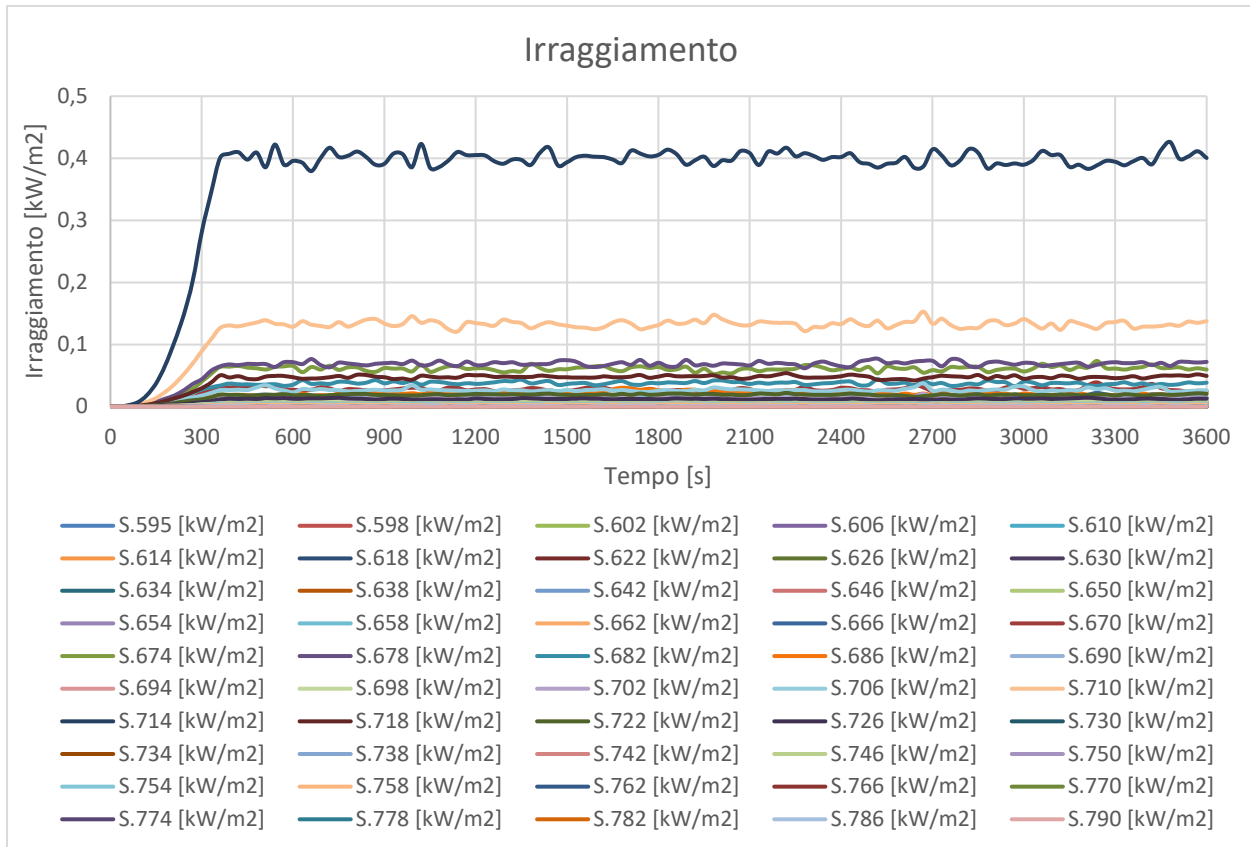


Grafico 27 – Scenario B: irraggiamento ad altezza uomo

Modello dell'oscuramento della visibilità da fumo

Il grafico seguente riporta i valori di visibilità registrati dalle sonde, collocate a 1,8 m di altezza dal pavimento e sulle scale.

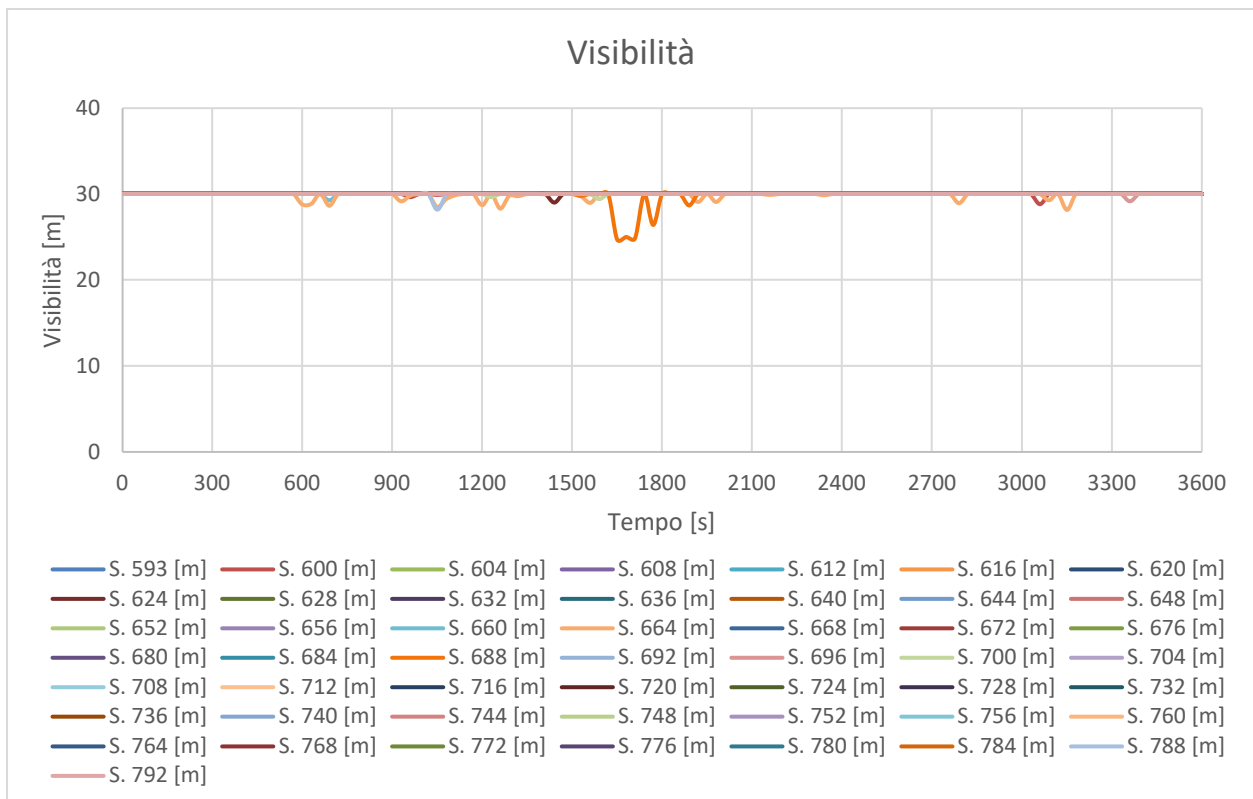


Grafico 28 – Scenario B: visibilità ad altezza uomo

Modello dei gas tossici

Il grafico seguente mostra i valori registrati per la Frazione di dose efficace (FED). Anche in questo caso la sonda è stata collocata a 1,8 m di altezza dal pavimento.

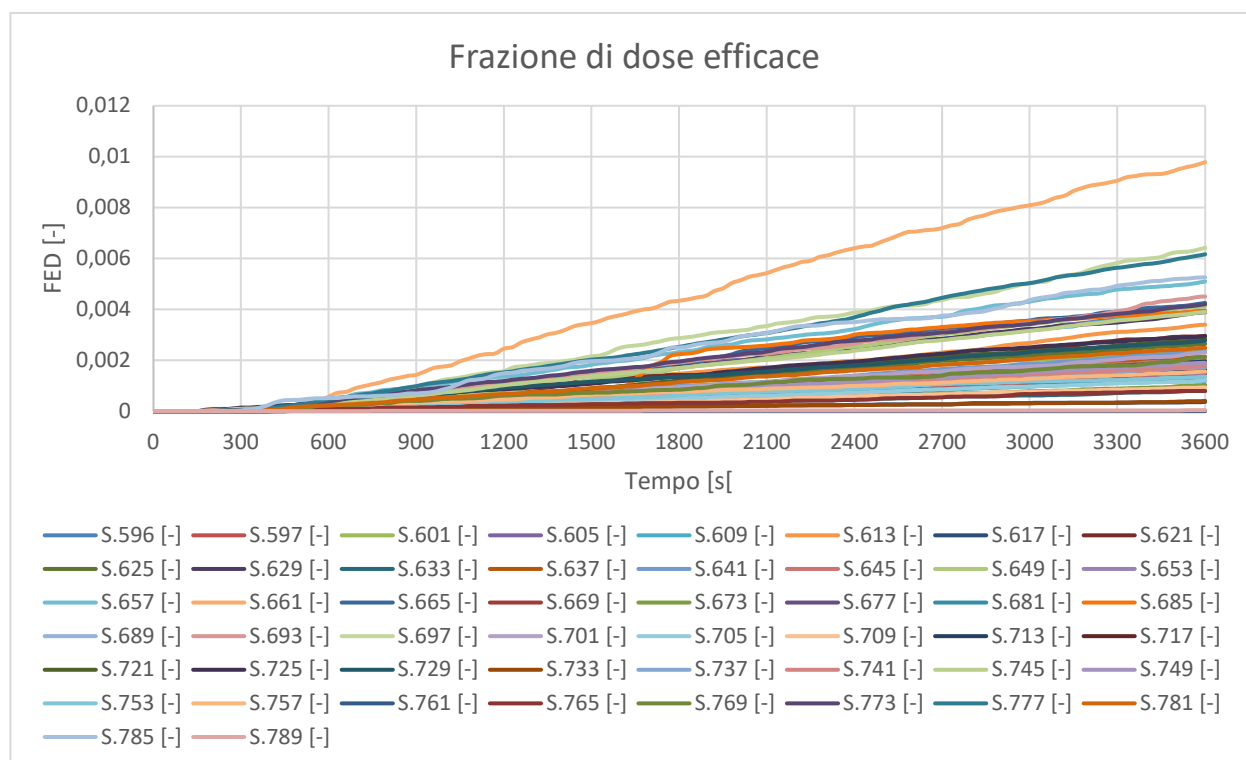


Grafico 29 – Scenario B: frazione di dose efficace altezza uomo

Modello dei gas irritanti

Come ammesso dal Codice al fine di semplificare l'analisi, la verifica del modello dei gas irritanti è stata omessa in questa prima fase di fattibilità tecnica.

ANALISI QUANTITATIVA – SIMULAZIONI DI ESODO AL PIANO INGRESSI

Scenario A-B

Poiché non si registrano differenze sostanziali tra lo scenario A e lo scenario B, ovvero in entrambi il rispetto delle soglie di prestazione per la salvaguardia della vita viene verificato per tutto il tempo della simulazione, viene qui realizzata una unica simulazione di evacuazione per il piano ingressi.

Nel dominio sono stati inseriti 1.680 agenti.

Gli agenti hanno un comportamento definito di tipo “conservativo”. Tutte le uscite sono considerate disponibili.

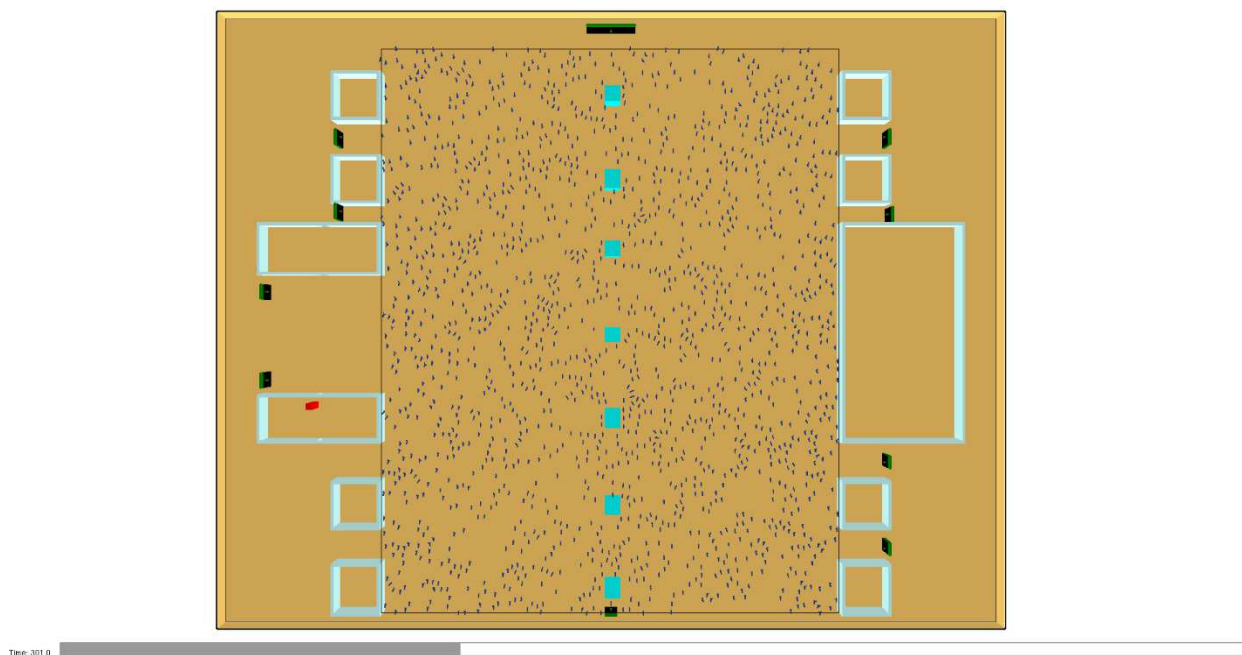


Figura 62 – distribuzione agenti inizio evacuazione

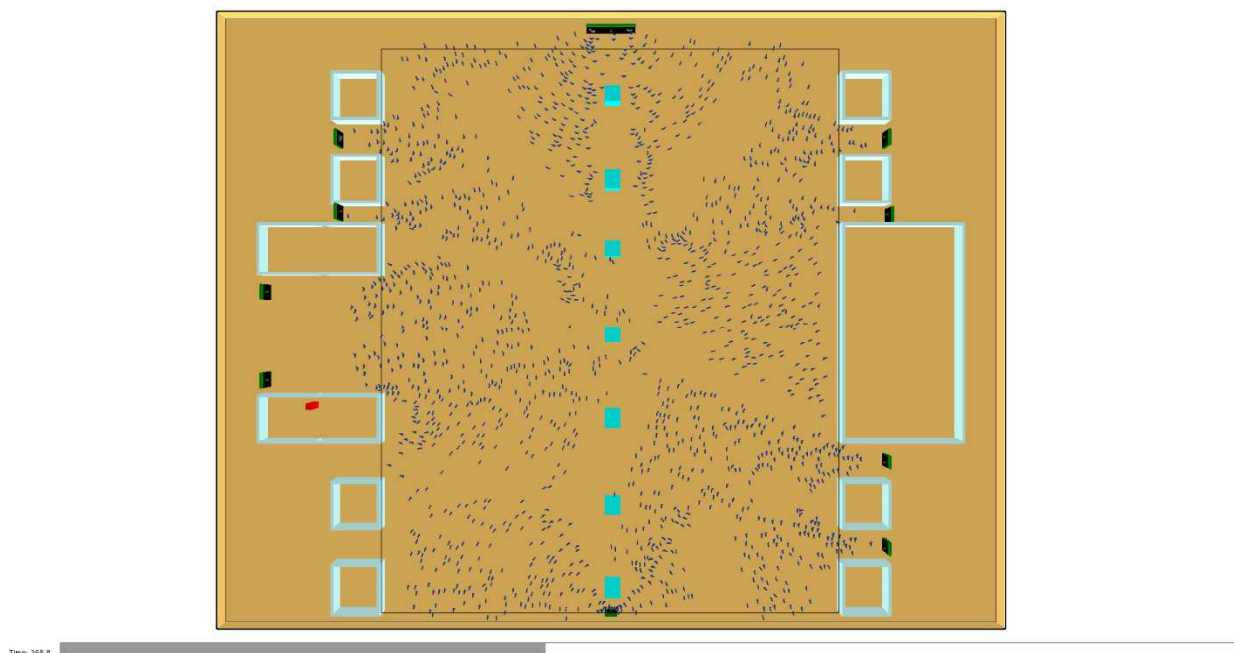


Figura 63 – distribuzione agenti dopo 60 s di evacuazione

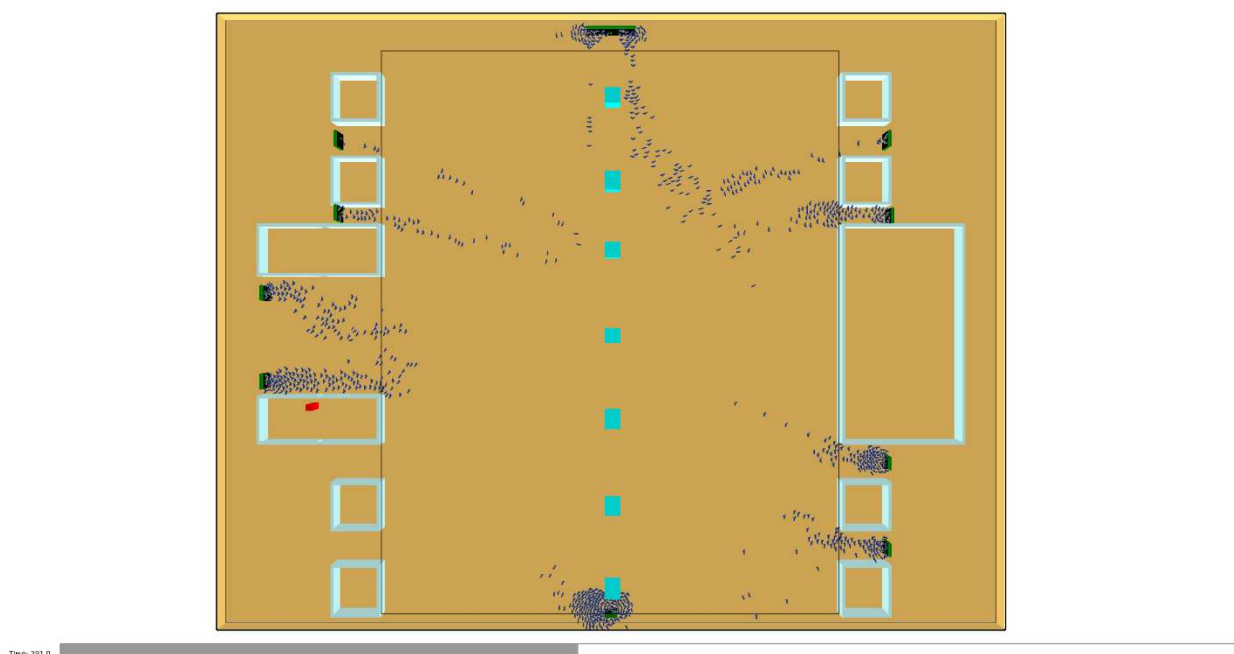


Figura 64 – distribuzione agenti dopo 90 s di evacuazione

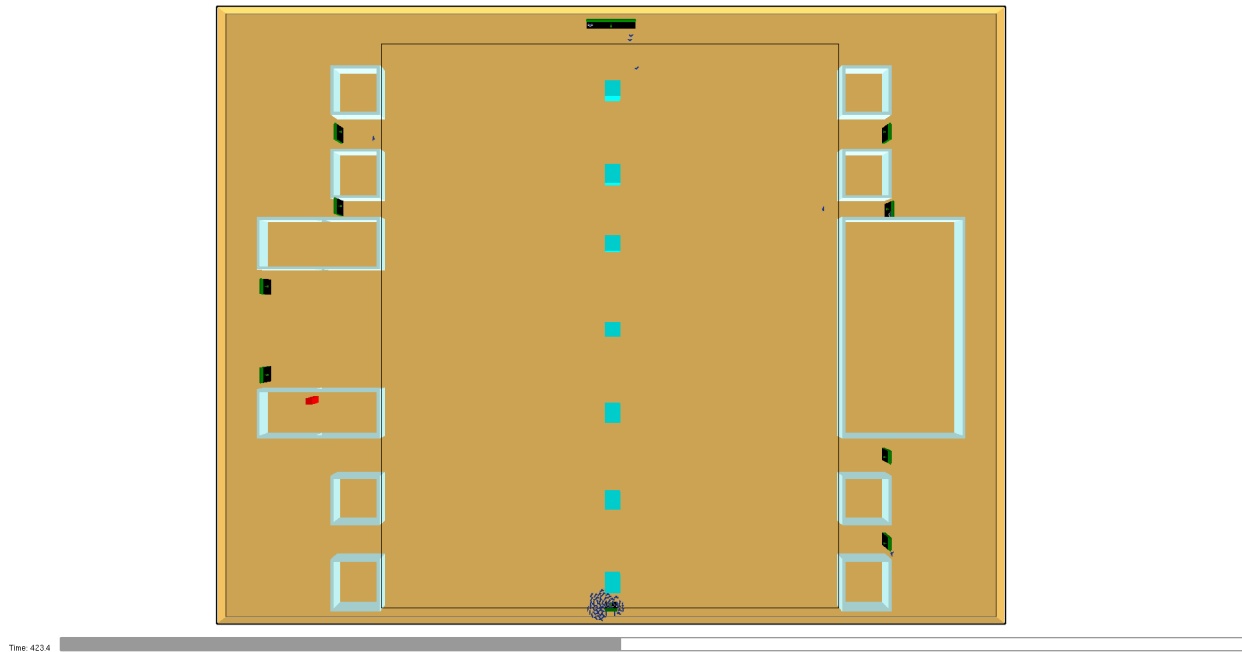


Figura 65 – distribuzione agenti dopo 120 s di evacuazione

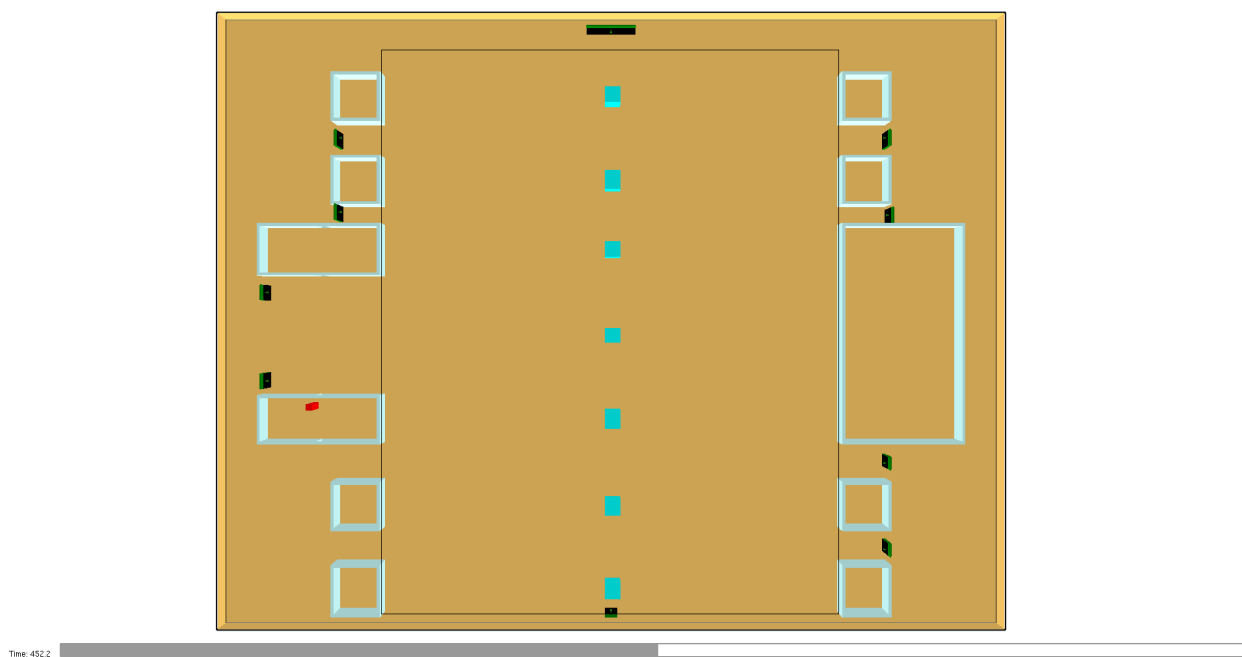


Figura 66 – distribuzione agenti dopo 150 s di evacuazione

Dalla simulazione emerge che in circa 150 s tutti gli agenti escono dal dominio. Questo è il tempo necessario al solo movimento e allo smaltimento delle code che si creano in prossimità delle uscite di sicurezza con maggior affollamento.

Calcolo RSET

Il calcolo del RSET viene eseguito, seguendo il metodo e le tabelle fornite dal D.M. 18/10/2019, Sezione M. Secondo la citata norma, il tempo di RSET è composto da 4 tempi:

$$R_{set} = \Delta T_{det} + \Delta T_a + \Delta T_{pre} + \Delta T_{trav}$$

ΔT_{det} : tempo di rilevazione: tempo che intercorre tra l'inizio del processo di combustione e la sua rilevazione tramite un sistema automatico. Il suo valore varia in funzione delle caratteristiche degli impianti e dello scenario di incendio. Questo valore è determinato mediante la modellazione numerica.

ΔT_a : tempo di allarme generale: tempo che intercorre tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione agli occupanti, dell'allarme generale.

ΔT_{pre} : tempo di attività pre-movimento: tempo che intercorre dal momento in cui viene percepito l'allarme fino a quando la prima persona comincia a muoversi verso l'uscita.

ΔT_{trav} : tempo di movimento: tempo necessario alle persone per spostarsi dal posto in cui si trovano fino a luogo sicuro.

Tempo di rilevazione

L'ingresso è protetto da un sistema di rilevazione incendi. Si considera il tempo massimo individuato nelle norme per l'attivazione di due rilevatori. Pertanto si ha:

ΔT_{det} : 60 sec

Tempo di allarme

la rivelazione allerta una centrale di gestione dell'emergenza che verifica l'evento ed attiva poi l'allarme manuale. Il tempo di allarme che ne deriva è quindi fissato pari a:

ΔT_a : 300 sec

Tempo di attività pre-movimento

Il tempo di pre-movimento dipende principalmente da:

- scenari di comportamento
- caratteristiche del sistema di allarme
- complessità dell'edificio
- gestione dell'emergenza

Il suo valore viene determinato attraverso l'uso della tabella C.1 dell'Annex C della BS 7974-6:2004.

Quest'ultima è strutturata in modo da entrarvi una volta definite le 4 caratteristiche sopra elencate.

- **Scenari di comportamento:**

In riferimento alla tabella riportata nel seguito, si è scelto per la situazione in esame di considerare la Categoria E.

Category	Occupant alertness	Occupant familiarity	Occupant density	Enclosures/complexity	Examples
A	Awake	Familiar	Low	One or many	Office or industrial
B1	Awake	Unfamiliar	High	One or few	Shop,restaurant,circulation space
B2	Awake	Unfamiliar	High	One with focal point	Cinema,theatre
Ci	Asleep	Familiar	Low	Few	Dwelling
Cii	Managed occupancy				Serviced flats,halls of residence,etc.
Ciii	Asleep	Unfamiliar	Low	Many	Hotel,hostel
D	Medical care	Unfamiliar	Low	Many	Residential
E	Transportation	Unfamiliar	High	Many	Railway station/Airport

- **Caratteristiche del sistema di allarme:**

In base a quanto riportato dalla norma di riferimento, par. 5.2 punto 5.2.1 il sistema di allarme è classificato come Livello A2. Tale livello corrisponde ad un sistema di rilevazione automatico il quale fornisce un preallarme alla centrale di gestione dell'emergenza, con un sistema di allarme generale attivato manualmente che suona in tutte le aree occupate e un allarme generale dopo un ritardo fisso se il preallarme non viene annullato.

- **Complessità dell'edificio:**

Sulla base del punto 5.2.2 della norma BR 7974-6:2004 l'ingresso è stato classificato con livello B1. Corrisponde ad edifici semplici con geometria regolare e buona visibilità delle uscite.

- **Gestione dell'emergenza:**

Sulla base del punto 5.2.3 il management è stato classificato con Livello M2.

Caratterizzati i parametri descritti in precedenza, utilizzando la tabella C.1 "Suggested pre-times for different behavioural scenario categories" dell'Annex C, sono stati presi i seguenti valori.

ΔT_{pre} (1st percentile) = 2 min

ΔT_{pre} (99th percentile) = 5 min

Avendo fatto riferimento ad una condizione di ambiente affollato, i tempi di pre-movimento del primo percentile vengono considerati nella somma per definire il tempo di RSET.

ΔT_{pre} : 120 sec

Tempo di spostamento

Il tempo di spostamento è stato calcolato mediante la simulazione EVAC.

ΔT_{trav} : 150 sec

Determinazione RSET

Il tempo impiegato per l'esodo in sicurezza delle persone presenti all'interno del locale è pari a

$RSET = 60 + 300 + 120 + 150 = 630$ secondi.

Si considera inoltre un fattore di sicurezza pari a 2

$2 \times RSET \sim 1260$ secondi

Per entrambi gli scenari la verifica di eventuali condizioni incapacitanti per gli occupanti è stata quindi condotta per un periodo di tempo superiore a 1.260 secondi.

CONCLUSIONI

La presente sezione ha avuto lo scopo di analizzare mediante approccio prestazionale di cui al D.M. 03/08/2015 così come modificato dal 18/10/2019 (Sezione M) l'incendio che si potrebbe sviluppare in un compartimento, e verificare il raggiungimento del livello di prestazione per le seguenti strategie antincendio:

- S.3: Compartimentazione (Livello II di Prestazione)
- S.4.: Esodo (Livello I di Prestazione).
- S.8: Controllo di fumi e calore (Livello III di Prestazione)

Le analisi hanno avuto lo scopo di verificare la fattibilità tecnica antincendio del progetto della stazione ferroviaria in esame, definendo alcuni presidi ed impianti antincendio necessari al fine di soddisfare le soglie minime di salvaguardia della vita degli occupanti.

Sono stati quindi preselezionati ed analizzati n°2 scenari di incendio, considerati i più gravosi ai fini dell'esodo, sia per il piano banchine che per il piano atrio (nelle fasi preliminari del lavoro sono state effettuate numerose simulazioni su altre configurazioni, scegliendo di approfondire le analisi sui due scenari qui riportati).

Per quanto riguarda le banchine, le simulazioni restituiscono risultati soddisfacenti, poiché la maggior parte delle vie di esodo rimane percorribile per almeno 1 ora. Ad eccezione delle sonde in prossimità dell'innesco, le altre non registrano valori superiori alle soglie per la salvaguardia della vita umana. Le simulazioni mostrano che le vie di uscita sono in grado di evacuare efficacemente gli occupanti fino al piano superiore (piano ingressi).

Proprio con riferimento al piano ingressi, da entrambi gli scenari analizzati emerge che grazie alla configurazione geometrica (insieme di tettoie) l'incendio che potrebbe svilupparsi è simile ad un incendio in campo aperto. Pertanto, sono ampiamente rispettate le soglie per la salvaguardia della vita umana.

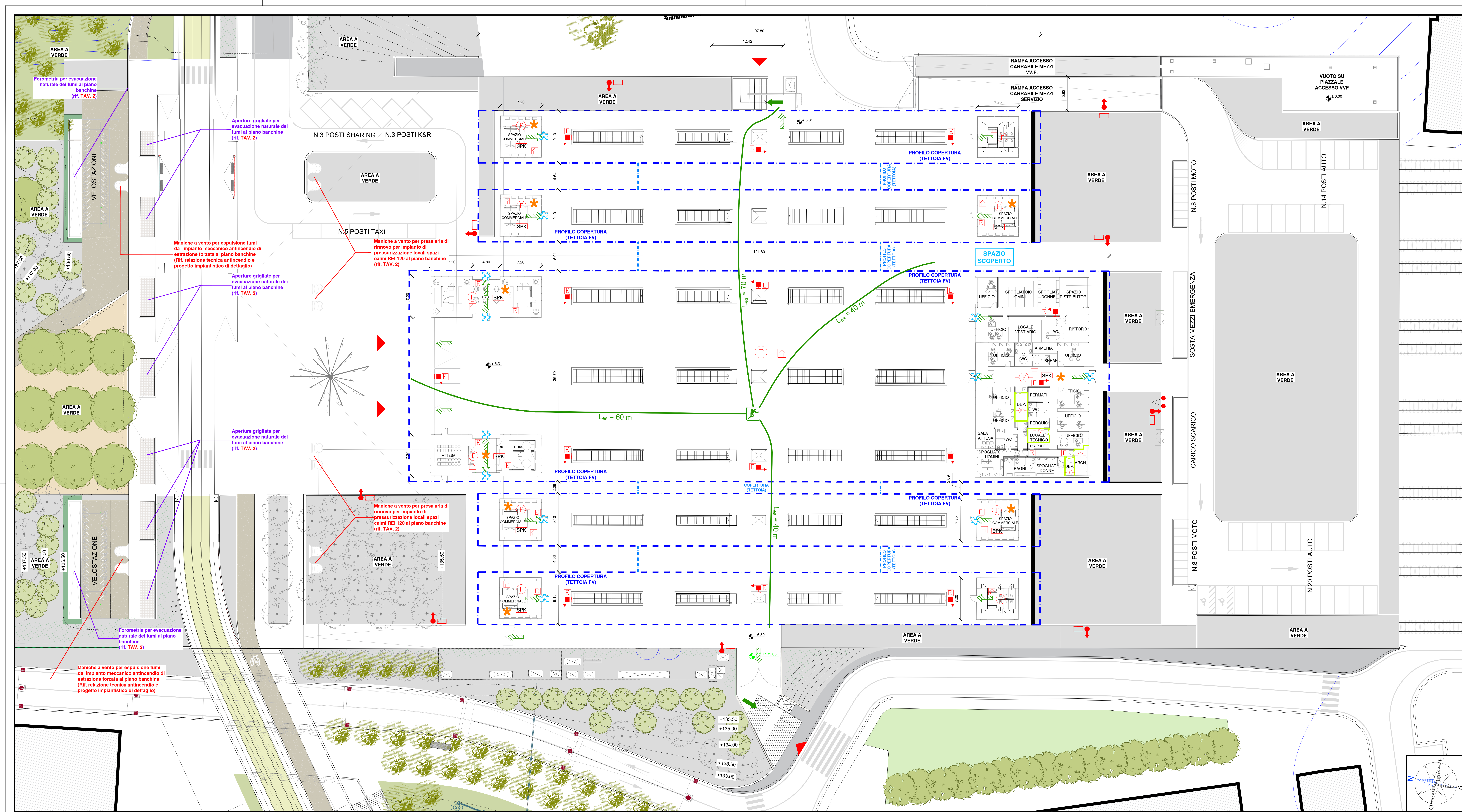
L'esodo dall'atrio, nonostante il numero elevato di persone, avviene piuttosto rapidamente, grazie alle numerose uscite di sicurezza distribuite uniformemente nel locale e fa sì che l'atrio venga evacuato senza dare luogo a sovraffollamenti incapacitanti con gli occupanti provenienti dal piano sottostante.

BIBLIOGRAFIA

- [1] *D.M. 18/10/2019*
- [2] *BS 7974-6: 2004 – The application of fire safety engineering principles to the design of building. Part 6: Human factors: Life safety strategies — Occupant evacuation, behaviour and condition*
- [3] *ISO 13571 "Life-threatening components of fire - Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires";*
- [4] *NIST Special Publication 1019, Sixth Edition, Fire Dynamics Simulator User's Guide - Kevin McGrattan, Simo Hostikka, Randall McDermott, Jason Floyd, Marcos Vanella, Eric Mueller*
- [5] *NIST Special Publication 1019, Sixth Edition, Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 3: Validation- Kevin McGrattan, Simo Hostikka, Randall McDermott, Jason Floyd, Marcos Vanella, Eric Mueller*
- [6] *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition*

SEZIONE IV

ALLEGATI GRAFICI



LEGENDA GENERALE	
	IDRANTE SOPRASSILLO UNI 70 CON CASSETTA CONTENENTE N°2 MANICHETTE DA 30 m E LANCE FRAZIONATRICI CON BOCCHELLO DA 16 mm
	GRUPPO ATTACCHI DI MANDATA PER AUTOPOMPA V.V.F.
	NASPO A MURO DN 25 CON MANICHETTA DA 30 m E LANCIA FRAZIONATRICE CON BOCCHELLO DA 8 mm
	ESTINTORE PORTATILE A POLVERE DA 6 kg (potere minimo estinguento 34A 144BC)
	AREA PROTETTA DA IMPIANTO DI SPEGNIMENTO AUTOMATICO SPRINKLER A NORMA UNI 12845
	VIA DI ESODO VERSO ORIZZONTALE
	VIA DI ESODO VERSO IL BASSO
	PERCORSI DI ESODO
	COMPARTIMENTO PROTETTO DA IMPIANTO AUTOMATICO DI RIVELAZIONE FUMI E DI SEGNALEZIONE MANUALE DI ALLARME INCENDI CON PULSANTI A NORMA UNI 9795
	COMPARTIMENTO PROTETTO DA IMPIANTO DI ALLARME SONORO AD ALTOPARLANTI TIPO EVAC
	PARETI DI COMPARTIMENTAZIONE REI/EI 60
	PORTE EI 60

PIANO INGRESSI

Superficie totale = 8.400 m²

CARATTERISTICHE ANTINCENDIO DEL COMPARTIMENTO

R_{int} = E2
R_{ext} = S3
R_{substrato} = non significativo

Resistenza al fuoco: R = 30 REI/EI = 120 (soletta copertura banchine), 60 (porz. soletta copertura livello molecola)

LIVELLI ATTRIBUZIONE STRATEGIA ANTINCENDIO DEL COMPARTIMENTO

S.1 Reazione al fuoco - Livello IV
S.2 Resistenza al fuoco - Livello IV
S.3 Compartimentazione - Livello II **soluzione alternativa**
S.4 Escodo - Livello I **soluzione alternativa**
S.5 Gestione della sicurezza antincendio - Livello III
S.6 Controllo dell'incendio - Livello IV
S.7 Rivelazione ed allarme - Livello IV
S.8 Controllo di fumi e calore - Livello II (cubotti), Livello III (connettivi atrio) **soluzione alternativa**
S.9 Operatività antincendio - Livello IV
S.10 Sicurezza degli impianti tecnologici e di servizio - Livello I

(*) Tutti i cubotti dovranno presentare aperture di aerazione naturale per almeno 1/4 della superficie in pianta del cubotto. Le aperture di aerazione saranno collocate in modo da garantire la copertura del locale con un raggio di influenza di 20 m

A norma di legge ci riserviamo la proprietà di questo disegno con riserva di riproduzione o di ristampa senza nostra autorizzazione. Secondo la linea delle nostre opere, se non diversamente indicato, il nostro disegno è di proprietà di noi, e non delle nostre opere.

Progetto: **T&A**

Termodinamica ANTINCENDIO

Per. Ind. Francesco Lugli

Viale Agugliari, n. 162/bis - 21100 VARESE

Ing. Luca Grassi

Collaboratori:

Clienti:

NORD_ING S.R.L.

Piazzale Cadorna 14, 20123 Milano (MI)

Topologia progetto:

Descrizione disegno:

PIANTA PIANO INGRESSI ED AREE ESTERNE

Normativa di riferimento:

D.M. 03/08/2015 e ss.mm.ii.

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	APPROVATO	NOTE
0	1	Settembre 2024	Prima emissione	LG	FL
1					
2					

Tel. 0332 21 28 65
Fax 0332 21 28 74
e-mail: franco@studiolugli.it
web: www.studiolugli.it
P. IVA 02216250122

Pratica V.V.F. n°:

313471

Obiettivo:

STAZIONE DI MILANO BOVISA

20157 Milano (MI)

File: 01/19

Ediz. graf.:

ANTINCENDIO

Scala: 1:200

N° Tavola: 1

IL TECNICO

