



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

Trattasi di autorimessa privata su due piani interrati contestualizzata all'interno degli spazi verdi del comprensorio di pertinenza del Centro Ricerche, esternamente all'impronta dell'edificazione esistente.

Il progetto prevede, pertanto, che le aree interrate di parcheggio risulteranno indipendenti da quelle degli edifici e, in conclusione, l'autorimessa sarà classificata di tipo isolato.

IL CODICE DI PREVENZIONE
INCENDI

INCUI

La progettazione antincendio
Applicazioni pratiche nell'ambito del
d.m. 3 agosto 2015 e s.m.i.

2018





Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

Contestualizzazione nel DPR 151/2011

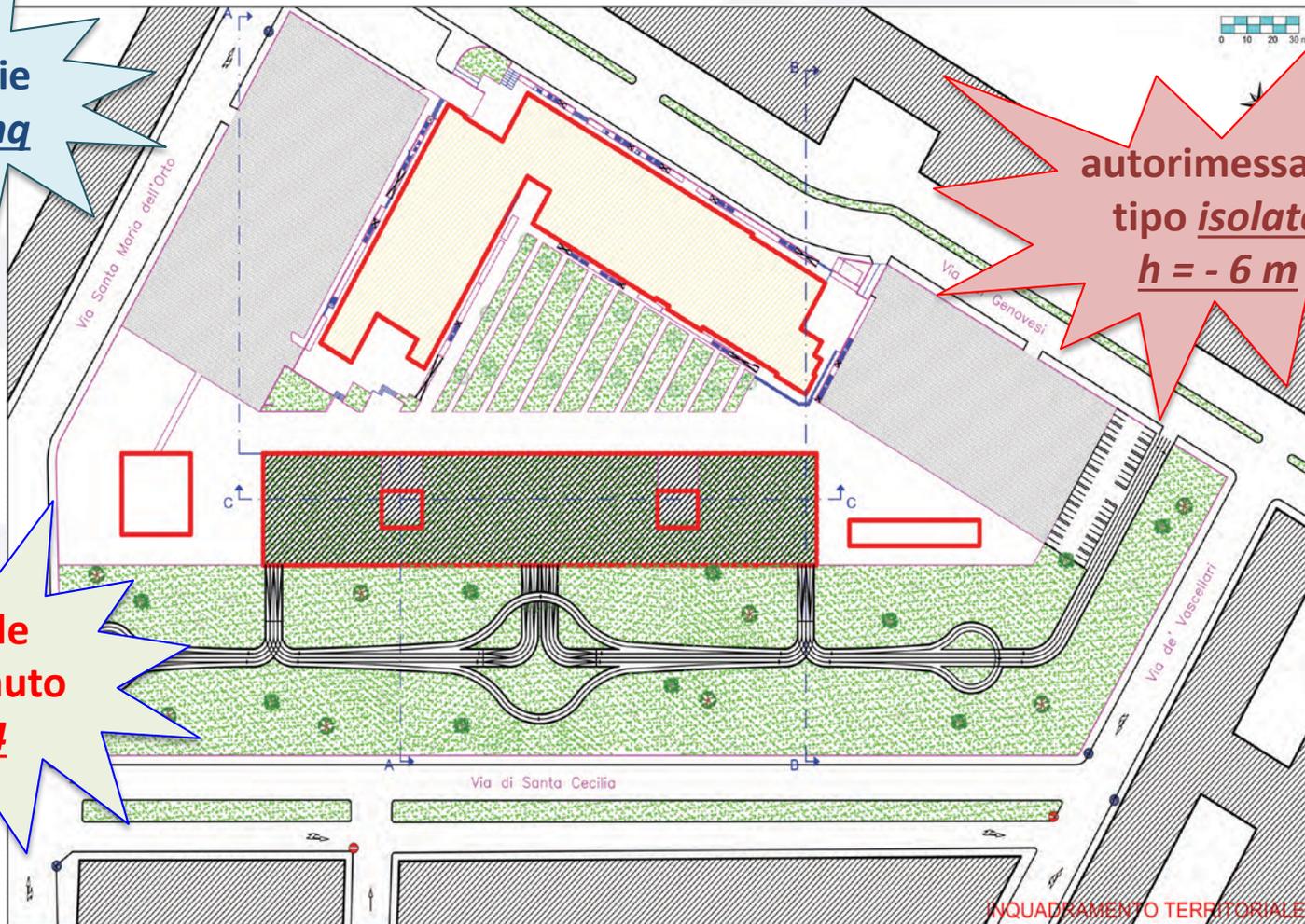
Attività classificata al punto 75.4.C dell'Allegato I del d.p.r. 1 agosto 2011 n. 151: "Autorimesse pubbliche e private, parcheggi pluriplano e meccanizzati, con superficie superiore a 3000 mq".



Superficie
15940 mq

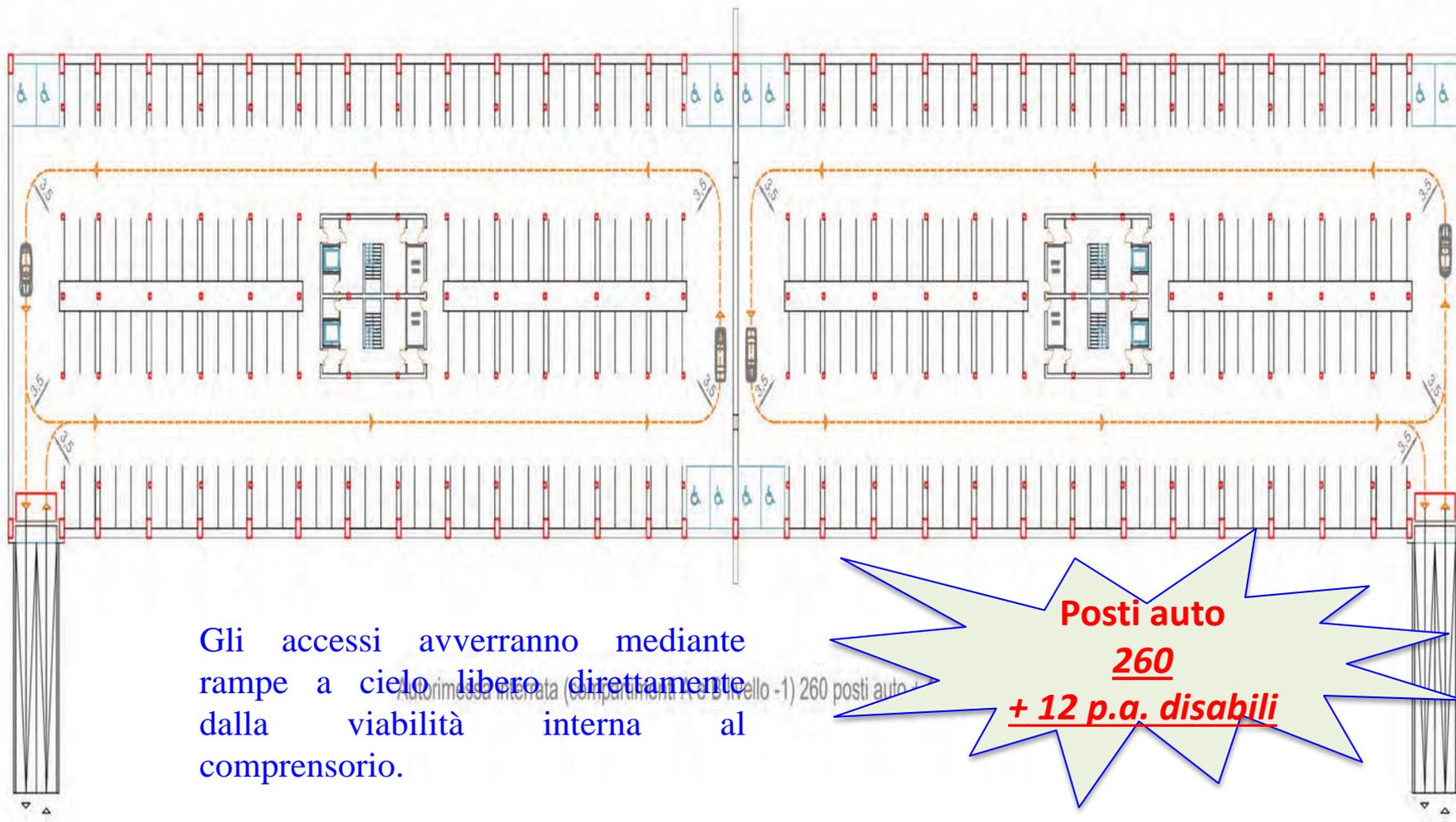
autorimessa di
tipo isolato
 $h = -6 m$

Totale
posti auto
544





PLANIMETRIA LIVELLO -1



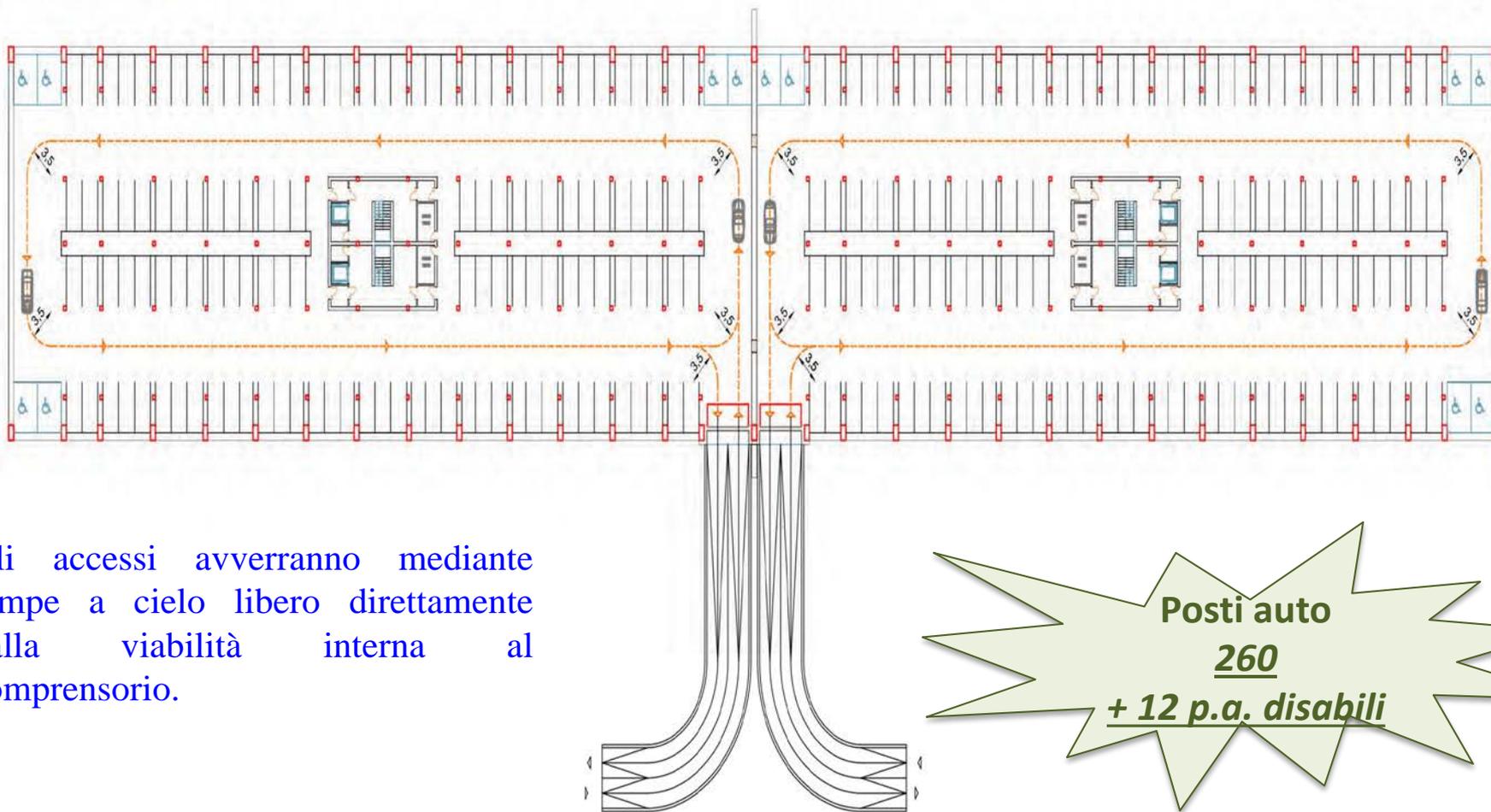
Gli accessi avverranno mediante rampe a cielo libero direttamente dalla viabilità interna al comprensorio.

Autorimessa interrata (compartimenti n. 1 e 2 livello -1) 260 posti auto +

Posti auto
260
+ 12 p.a. disabili



PLANIMETRIA LIVELLO -2



Gli accessi avverranno mediante rampe a cielo libero direttamente dalla viabilità interna al comprensorio.

Posti auto
260
+ 12 p.a. disabili

Autorimessa interrata (compartimenti C e D livello -2) 260 posti auto + 12 posti auto disabili

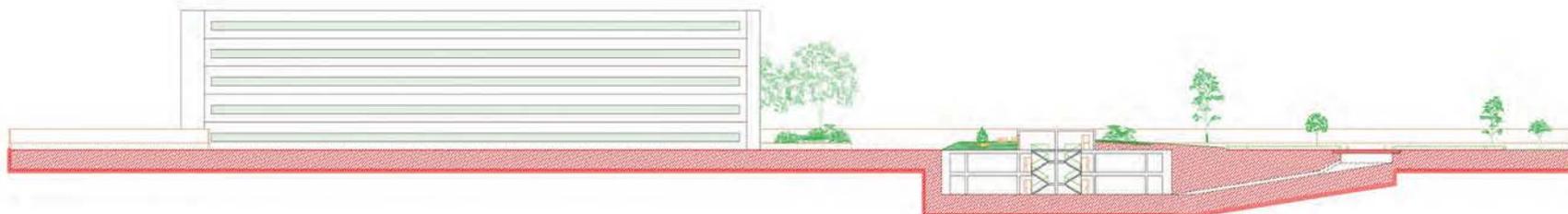


Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

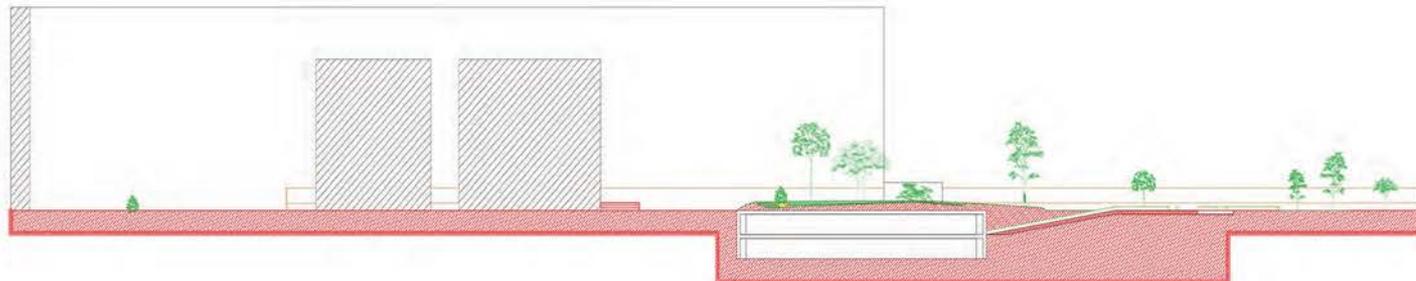
SEZIONI TRASVERSALI E LONGITUDINALE



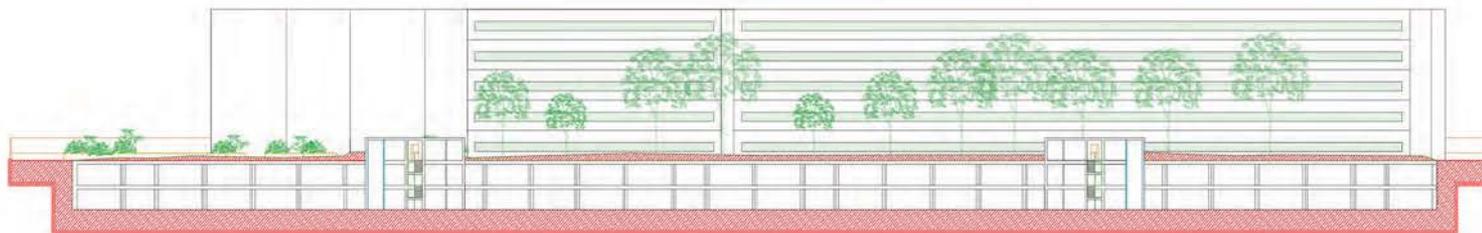
SEZIONE AA



SEZIONE BB



SEZIONE CC





Distribuzione su due piani interrati con ciascun piano suddiviso in due compartimenti

	Compartimento	Superficie (m ²)	Posti auto (n)	di cui posti auto disabili (n)
Livello -2	C	3985	136	6
	D	3985	136	6
Livello -1	A	3985	136	6
	B	3985	136	6
	Totali	15940	544	24



L'autorimessa secondo la RTV è classificata:

a. in relazione alla tipologia di **servizio**:

SA: autorimesse private

SB: autorimesse pubbliche

SC: autosilo

b. in relazione alla **superficie** dell'autorimessa o del compartimento:

AA: $300 \text{ m}^2 < A \leq 1000 \text{ m}^2$

AB: $1000 \text{ m}^2 < A \leq 5000 \text{ m}^2$

AC: $5000 \text{ m}^2 < A \leq 10000 \text{ m}^2$

AD: $A > 10000 \text{ m}^2$

c. in relazione alle **quote** massima e minima dei piani h dell'autorimessa; nel caso di autorimesse miste, la quota massima coincide con l'altezza antincendi del fabbricato:

HA: $-6 \text{ m} \leq h \leq 12 \text{ m}$

HB: $-6 \text{ m} \leq h \leq 24 \text{ m}$,
non ricomprese in HA

HC: $-10 \text{ m} \leq h \leq 32 \text{ m}$,
non ricomprese in HA e HB

HD: qualsiasi h,
non ricomprese in HA, HB e HC.



Le aree dell'attività sono solo di tipo TA:

TA

- aree dedicate a ricovero, sosta e manovra dei veicoli

TZ

- aree destinate ai servizi annessi all'autorimessa (es. stazioni di lavaggio, stazioni di lubrificazione e minuta manutenzione, guardiana ed uffici di pertinenza). I locali adibiti a manutenzione e riparazioni autoveicoli non possono avere una superficie superiore al 20% della superficie dell'autorimessa e devono essere collocati a quota superiore a -6 m.

TM1

- aree o locali destinati a depositi di materiali combustibili, con esclusione di sostanze o miscele pericolose, di superficie lorda che complessivamente non sia superiore a 25 m² e con carico di incendio specifico $q_f \leq 300$ MJ/m², non classificati come aree a rischio specifico (es.: *area destinata a cantine di civile abitazione, ...*)

TM2

- aree destinate anche a depositi di materiali combustibili, con esclusione di sostanze o miscele pericolose in quantità significative, con carico di incendio specifico non superiore a 1200MJ/m² non classificate come aree a rischio specifico (es: *area destinata a deposito di attività di vendita...*)

TT

- locali tecnici rilevanti ai fini della sicurezza antincendio (es.: *cabine elettriche, centrali termiche, gruppi elettrogeni, ...*)



I *profili di rischio* sono determinati secondo la metodologia di cui al capitolo G.3.

Tipologie di destinazione d'uso	R _{vita}
Deposito scolastico	A1
Autorimessa privata	A2
Ufficio non aperto al pubblico, sala mensa, aula scolastica, sala riunioni aziendale, archivio, deposito librario, centro sportivo privato	A2-A3
Attività commerciale non aperto al pubblico (es. all'ingrosso, ...)	A2-A4
Laboratorio scolastico, sala server	A3
Attività produttive, attività artigianali, impianti di processo, laboratorio di ricerca, magazzino, officina meccanica	A1-A4
Depositi sostanze o miscele pericolose	A4
Galleria d'arte, sala d'attesa, ristorante, studio medico, ambulatorio medico	B1-B2
Autorimessa pubblica	B2
Ufficio aperto al pubblico, centro sportivo pubblico, sala conferenze aperta al pubblico, discoteca, museo, teatro, cinema, locale di trattenimento, area lettura di biblioteca, attività espositiva, autosalone	B2-B3
Attività commerciale aperta al pubblico (es. al dettaglio, ...)	B2-B4 [1]
Civile abitazione	Ci2-Ci3
Dormitorio, residence, studentato, residenza per persone autosufficienti	Cii2-Cii3
Camera d'albergo	Ciii2-Ciii3
Degenza ospedaliera, terapia intensiva, sala operatoria, residenza per persone non autosufficienti e con assistenza sanitaria	D2
Stazione ferroviaria, aeroporto, stazione metropolitana	E2

[1] Per raggiungere un valore ammesso, δ_s può essere ridotto di un livello come specificato nel comma 4 del paragrafo G.3.2.1.

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

R_{vita} attribuito
ai singoli
compartimenti

	Compartimento	Attività	R _{vita}
Livello -2	C	Autorimessa privata	A2
	D		A2
Livello -1	A		A2
	B		A2



Determinazione del profilo di rischio R_{vita}

Con riferimento ai diversi compartimenti di cui è costituita l'autorimessa, si possono attribuire i seguenti profili di rischio R_{vita} :

	Compartimento	Attività	R_{vita}
Livello -2	C	Autorimessa privata	A2
	D		A2
Livello -1	A		A2
	B		A2

Determinazione del profilo di rischio R_{beni} e $R_{ambiente}$

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

$R_{ambiente}$ NON SIGNIFICATIVO



Capitolo S.4 ESODO

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	Compartimenti per i quali non sia possibile garantire il livello di prestazione I (es. a causa della dimensione del compartimento, ubicazione, tipologia degli occupanti o dell'attività, per caratteristiche geometriche particolari, per vincoli architettonici, ...)

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



Affollamento

LIVELLO	COMPARTIMENTO	DENITA' DI AFFOLLAMENTO	POSTI AUTO	AFFOLLAMENTO
-2	C	1 PERS/POSTO AUTO	136	136
	D		136	136
-1	A		136	136
	B		136	136

Numero minimo di 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/m²

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



Presenza di Corridoio cieco di lunghezza $L_{occ}=40$ m circa per ambito servito con affollamento <100 occupanti

Ambito servito		Corridoio cieco	Ambito servito		Corridoio cieco
R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}	R_{vita}	Max affollamento	Max lunghezza L_{cc}
A1		45 m	B1, E1	≤ 50 occupanti	25 m
A2	≤ 100 occupanti	30 m	B2, E2		20 m
A3		15 m	B3, E3		15 m
A4		10 m	Cii1, Ciii1		20 m
D1	≤ 50 occupanti	20 m	Cii2, Ciii2		15 m
D2		15 m	Cii3, Ciii3		10 m

I valori delle massime lunghezze di corridoio cieco di riferimento L_{cc} possono essere incrementati in relazione a requisiti antincendio aggiuntivi, secondo la metodologia del paragrafo S.4.10.

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



Difformità da S.4.8.2. comma 2 lettera b) per il livello a quota - 2m si riscontra la presenza di corridoio cieco per ambito con profilo di rischio A2 , affollamento < di 100 persone e max lunghezza del percorso cieco >30m



Ambito servito dal corridoio cieco



Soluzione progettuale alternativa

1. adozione di impianto IRAI con livello di prestazione IV;
2. incrementare a II il livello di prestazione per la GSA, affinché siano mantenute nel tempo le condizioni descritte nella presente progettazione, in termini di misure protettive e d'esercizio.



STUDIO DELLA SOLUZIONE ALTERNATIVA

Analisi preliminare

Definizione del progetto

**Identificazione degli
obiettivi di sicurezza
antincendio**

**Definizione delle soglie di
prestazione**

**Individuazione degli
scenari di incendio di
progetto**

Definizione del progetto

Lo scopo della soluzione progettuale consiste nel dimostrare che l'esodo dall'autorimessa, in caso di incendio, avvenga in sicurezza pur non essendo soddisfatto il requisito richiesto dalla soluzione conforme dell'esodo relativo all'ammissibilità del corridoio cieco e della relativa lunghezza del corridoio cieco.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

**Obiettivo di Life Safety (si dimostri che sia
improbabile che l'esodo degli occupanti
possa essere impedito dall'incendio lungo il
corridoio cieco)**

Definizione delle soglie di prestazione



Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscureamento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 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% gli occupanti incapacitati al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	--
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
		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. dell' Allegato M3 di soglie di prestazione adottate



Individuazione degli scenari di incendio di progetto



Lo scenario ipotizzato è caratterizzato dall'incendio di quattro veicoli posti intorno ad una colonna.

L'incendio si avvia da uno di essi, dopo dodici minuti dall'innesco si propaga a due veicoli, dopo ulteriori dodici minuti si propaga all'ultimo veicolo; uno dei veicoli deve essere un autoveicolo commerciale.

I quattro veicoli sono stati posizionati in prossimità del percorso di esodo identificato come corridoio cieco che non verifica la soluzione conforme.

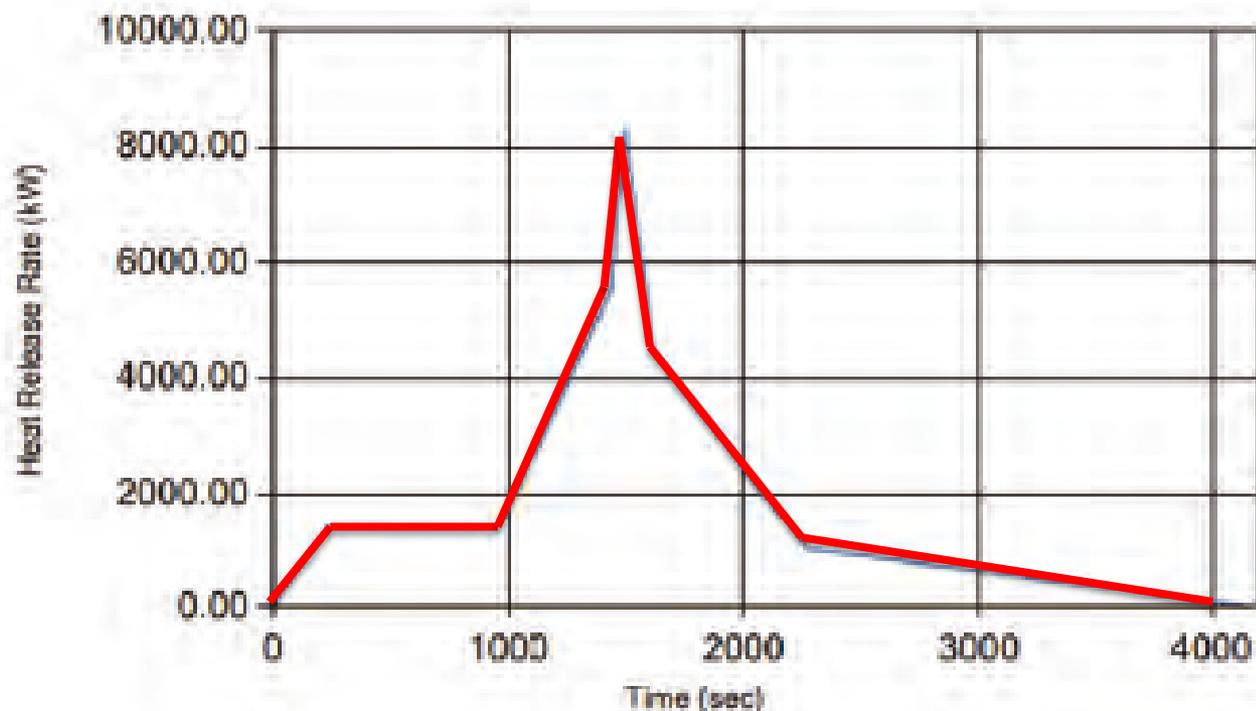
Tale scelta è solo una tra quelle possibili, restando responsabilità del progettista l'individuazione di ulteriori possibili posizionamenti del focolare d'innesco che, potenzialmente, potrebbero indurre condizioni di esodo più gravose.

Per gli scopi dello studio, l'intervallo temporale considerato (*pre-flashover*) terminerà ben prima della propagazione dell'incendio agli altri veicoli.



Tempo dopo l'innescò (s)	0	240	960	1440	1500	1620	2280	4200
RHR (t) (kW)	0	1400	1400	5500	8300	4500	1000	0

TABELLA V6- 5: CURVA RHR (T) PER AUTOVEICOLO (PRIMO INNESCO, RHR_{MAX} = 8300 kW)



CURVA RHR(T) - (VEDI TABELLA V6- 5 DELLA RTV AUTORIMESSE)



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

RESA IN PARTICOLATO	0,227 g_{soot} / g_{fuel}
RESA IN MONOSSIDO DI CARBONIO	0,031 g_{co} / g_{fuel}
CALORE DI COMBUSTIONE EFFETTIVO	27,2 MJ / kg
FORMULA CHIMICA DEL COMBUSTIBILE IPOTIZZATO	C H_{1.8} O_{0.35} N_{0.05}

La frazione di RHR in irraggiamento è stata posta pari a 35%, in riferimento alla tab. M.2-2 (focolari predefiniti).



VALUTAZIONE DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

Si impiega la metodologia descritta nel capitolo M3 per l'obiettivo di life safety sopra definito e adottando il criterio $ASET > RSET$.

ASET (available safe escape time): intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui le condizioni ambientali nell'attività diventano tali da rendere gli occupanti incapaci di porsi in salvo raggiungendo o permanendo in un luogo sicuro.

RSET (required safe escape time): intervallo di tempo calcolato tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'attività raggiungono un luogo sicuro.



ASET

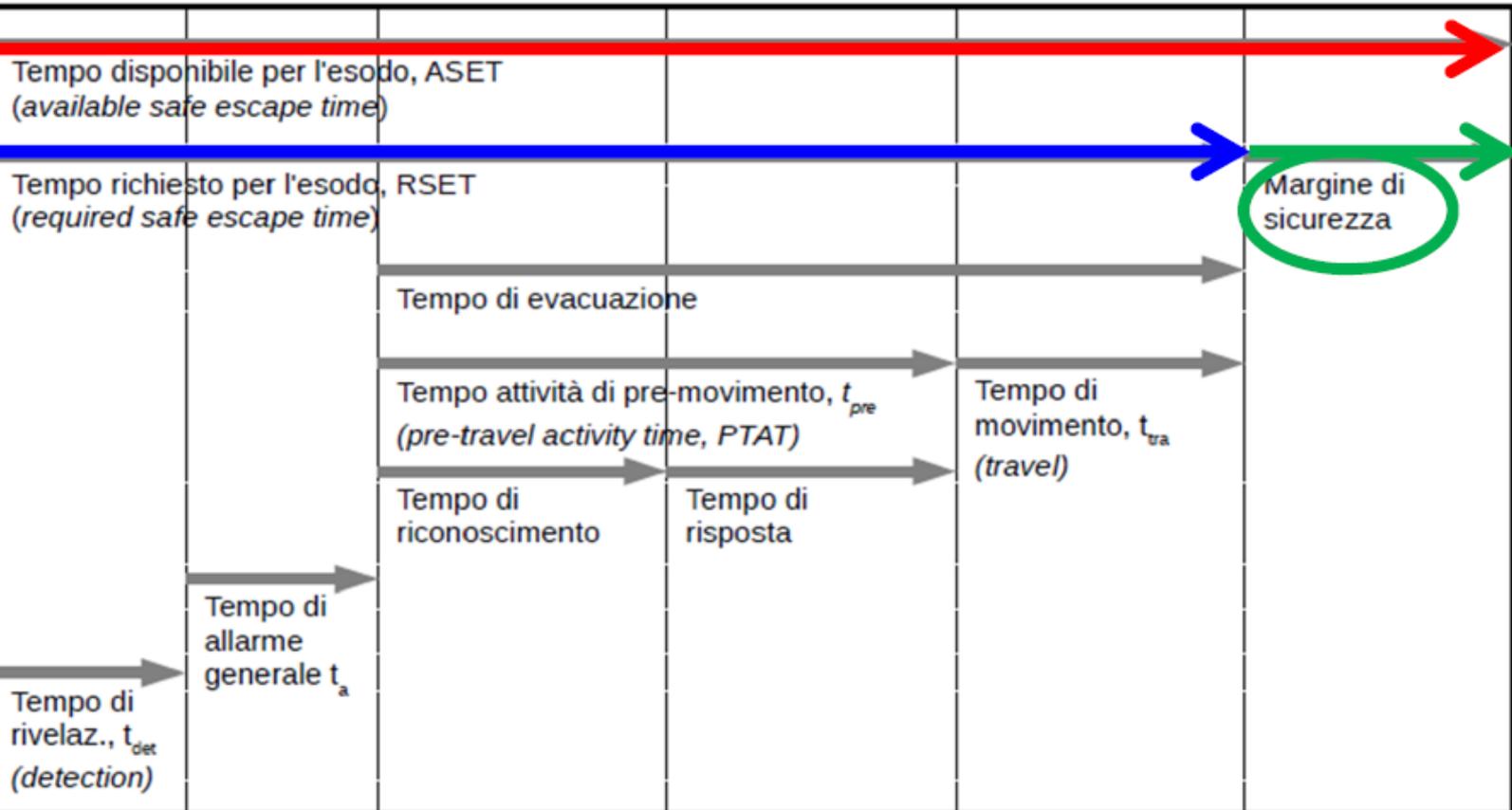


Illustrazione M.3-1: Confronto tra ASET ed RSET da ISO/TR 13387-8

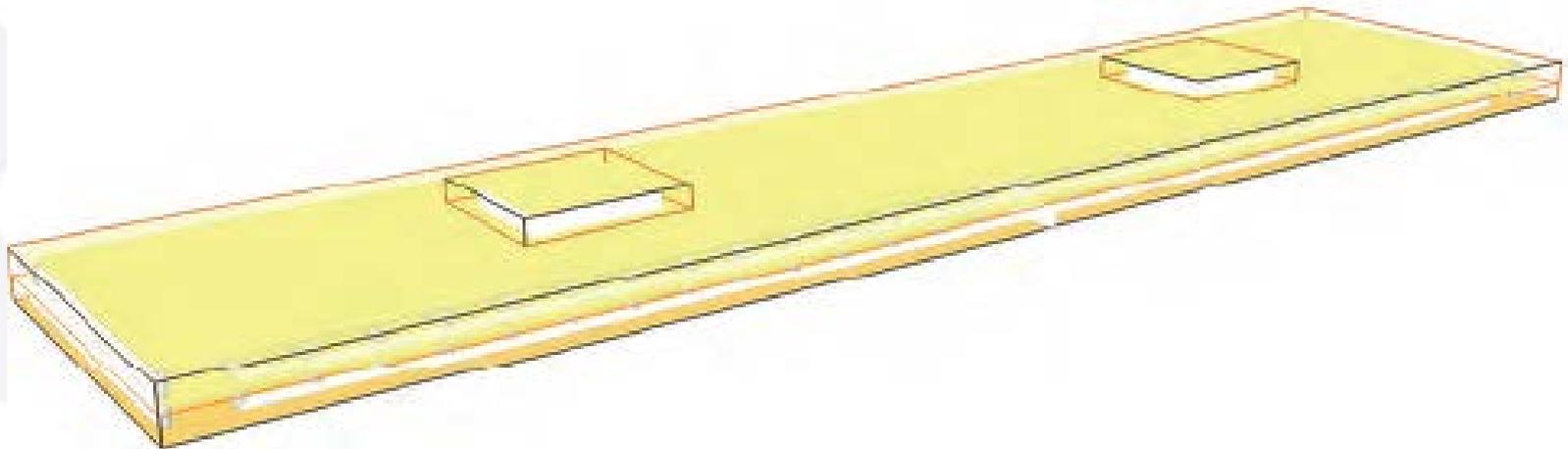


Ai fini del calcolo dell'ASET si è adottato il **metodo avanzato** utilizzando il software Fire Dynamics Simulator (FDS) vers. 6.6.0, un modello di fluidodinamica computazionale (CFD) specifico per lo studio della dinamica dell'incendio, che implementa modelli di calcolo termici, chimici e fluidodinamici.



Analisi quantitativa

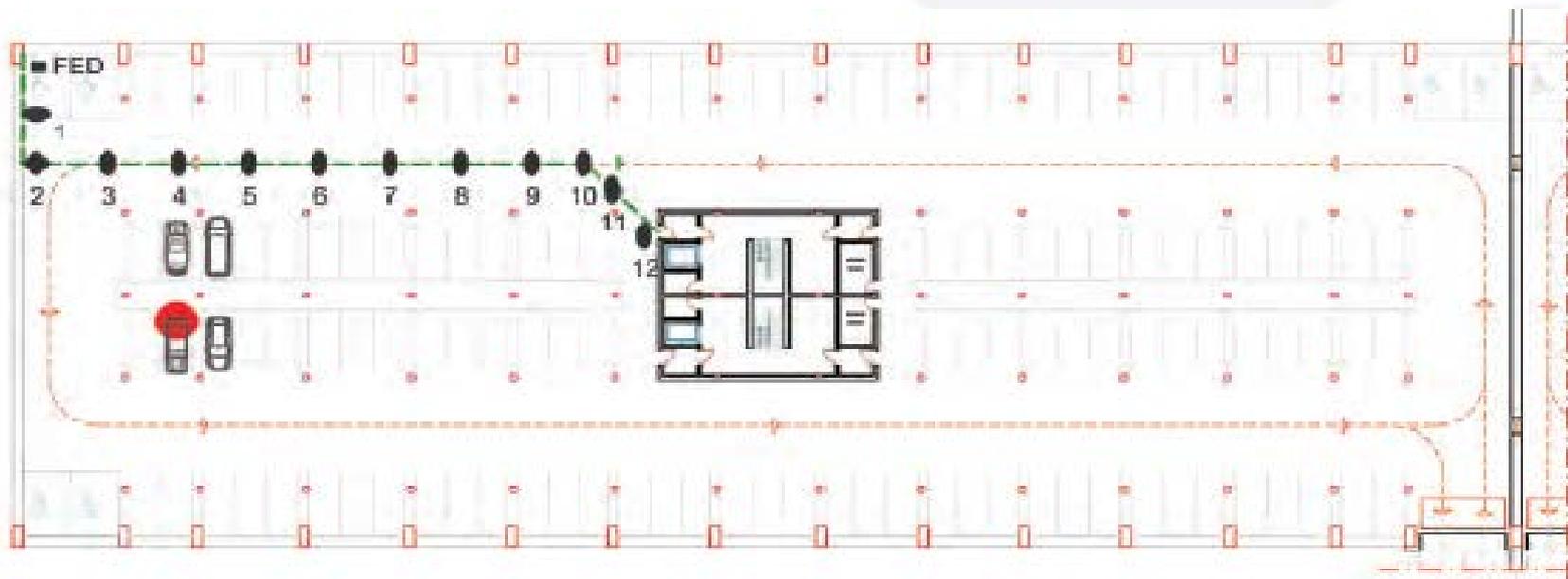
Applicazione di un modello di campo



MODELLAZIONE DELL'AUTORIMESSA CON FDS



Monitoraggio del percorso di esodo mediante devices

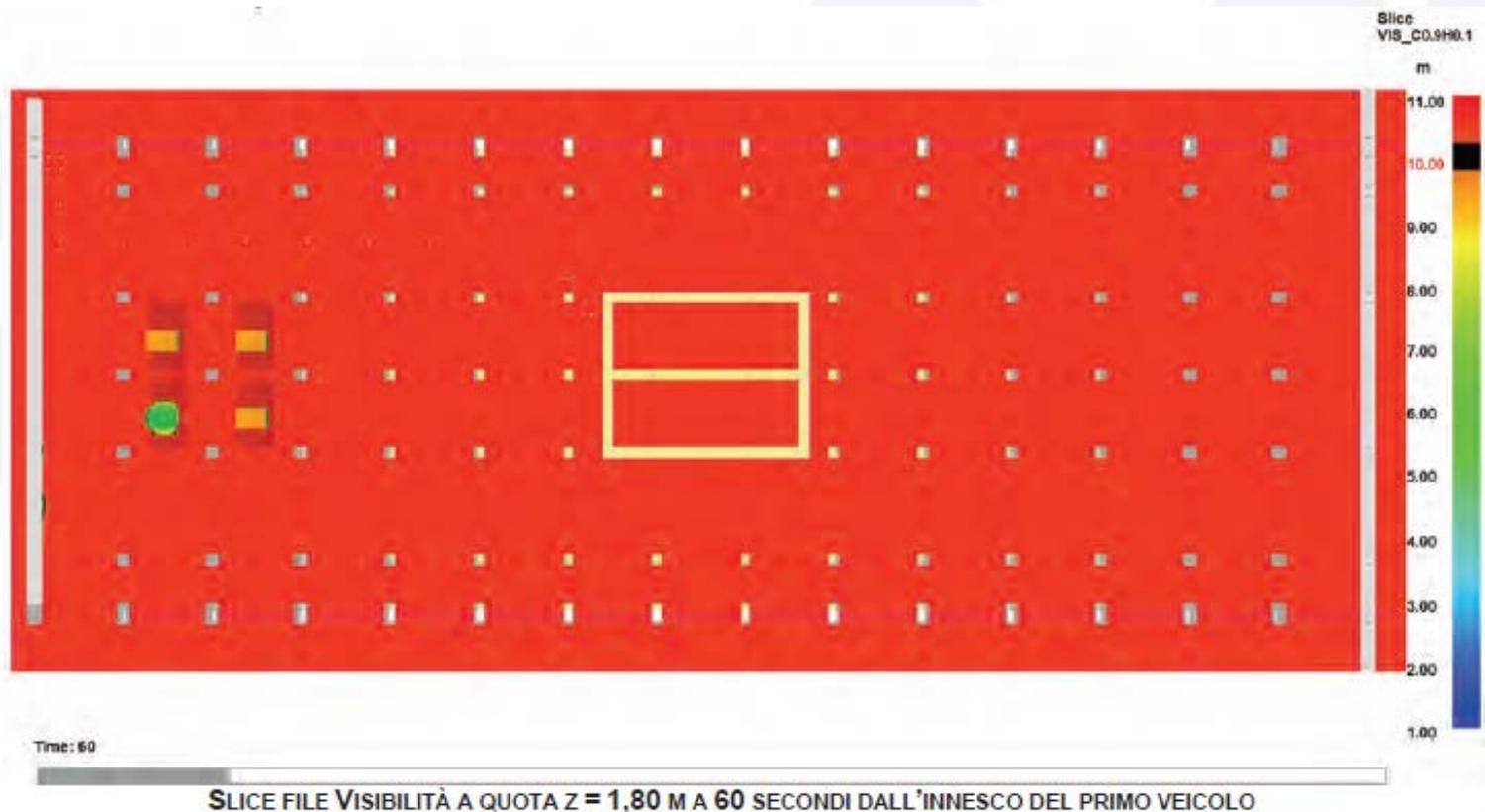


APPLICAZIONE DELLO SCENARIO S3 DELLA RTV AUTORIMESSE CON INDICAZIONE DEL POSIZIONAMENTO DEI DEVICES

I devices sono stati distribuiti sul percorso della via di esodo passante per l'asse mediano del tratto di corsia di manovra, considerato corridoio cieco, dove si è reso necessario verificare le condizioni di “tenability”. La modellazione è stata condotta in maniera che il sensore virtuale rilevasse il valore massimo della quantità di interesse

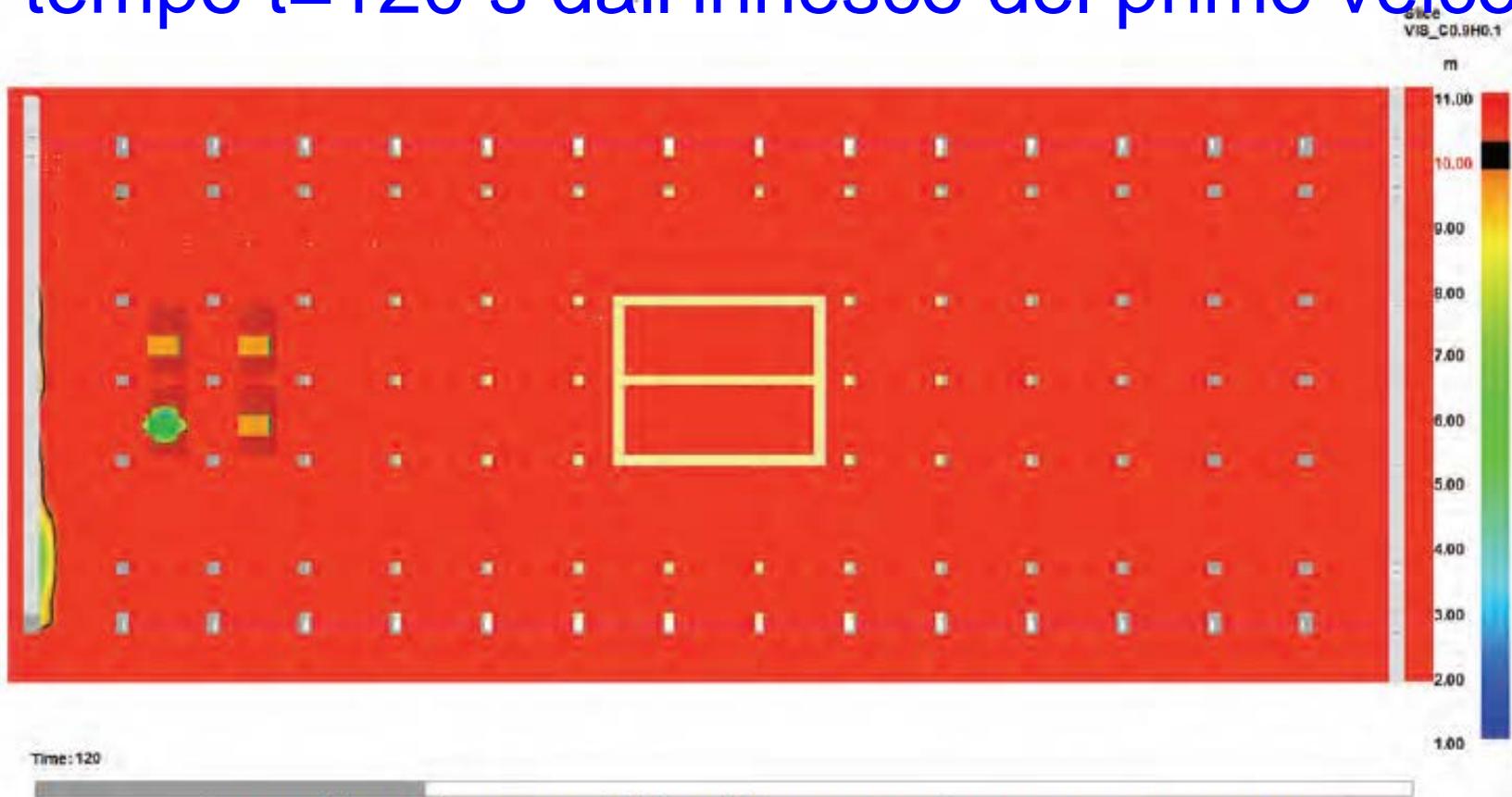


Slice parametro di visibilità al tempo $t=60$ s dall'innescò del primo veicolo





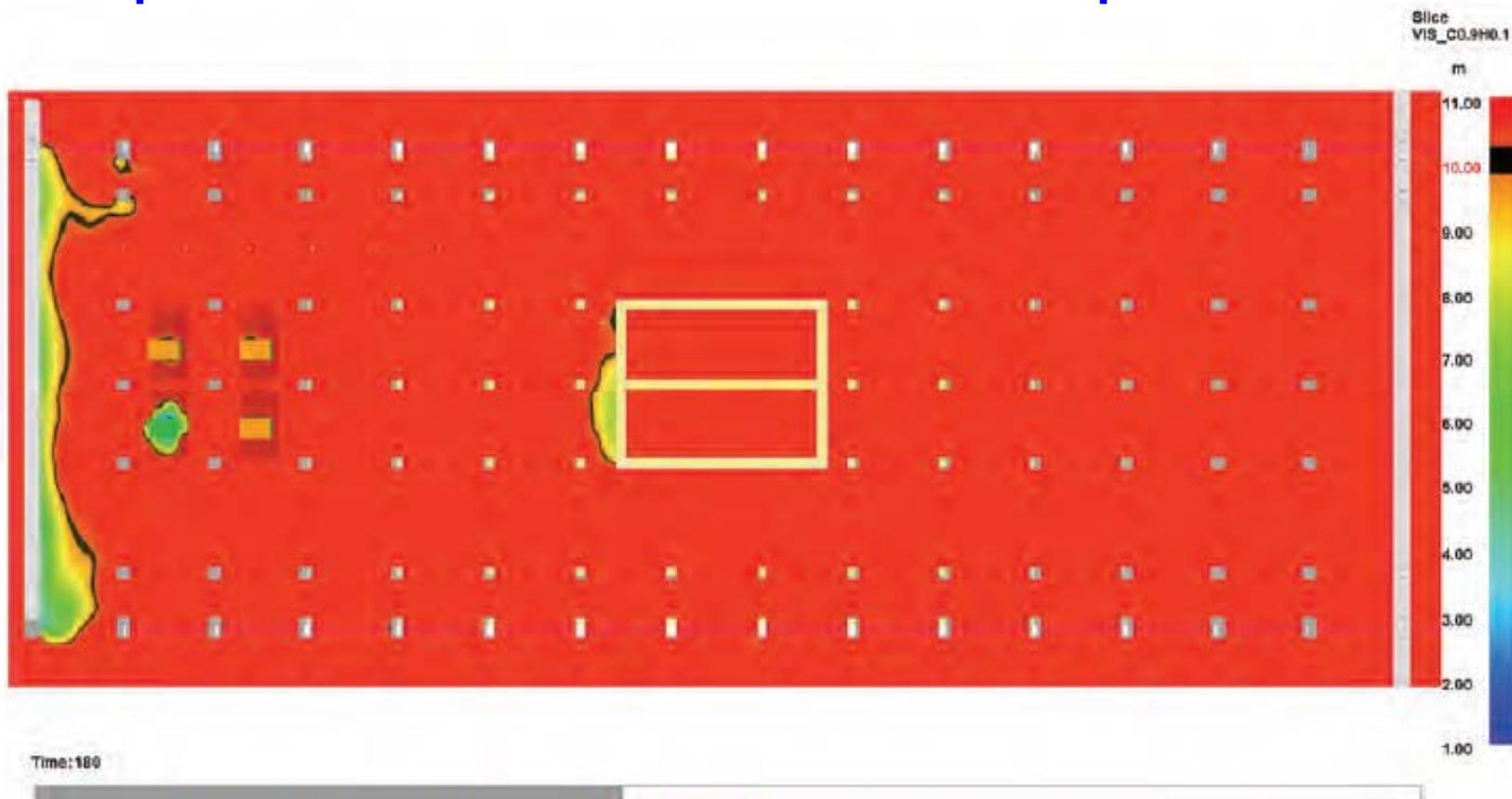
Slice parametro di visibilità al tempo $t=120$ s dall'innescò del primo veicolo



SLICE FILE VISIBILITÀ A QUOTA $z = 1,80$ m A 120 SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



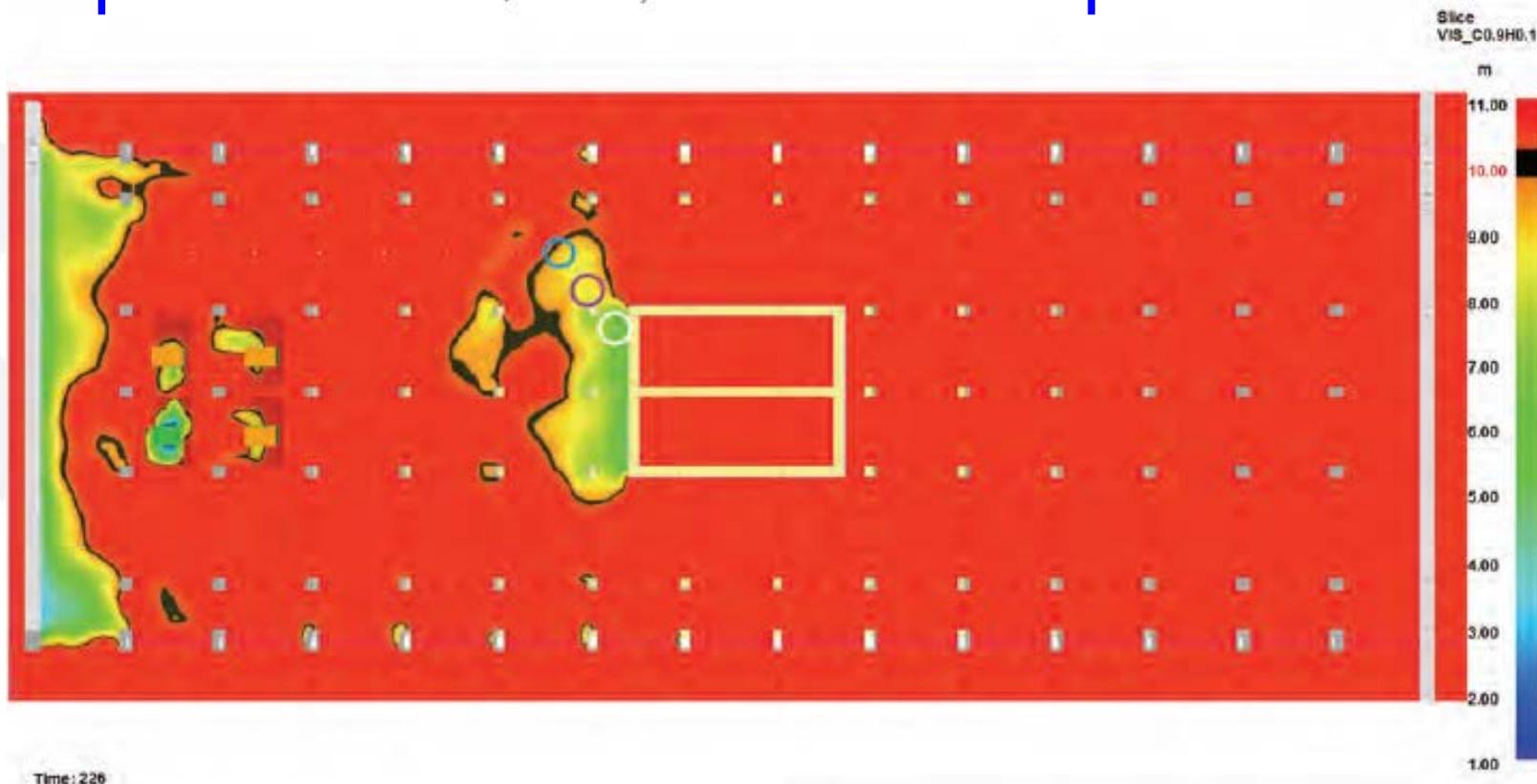
Slice parametro di visibilità al tempo $t=180$ s dall'innescò del primo veicolo



SLICE FILE VISIBILITÀ A QUOTA $z = 1,80$ M A 180 SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



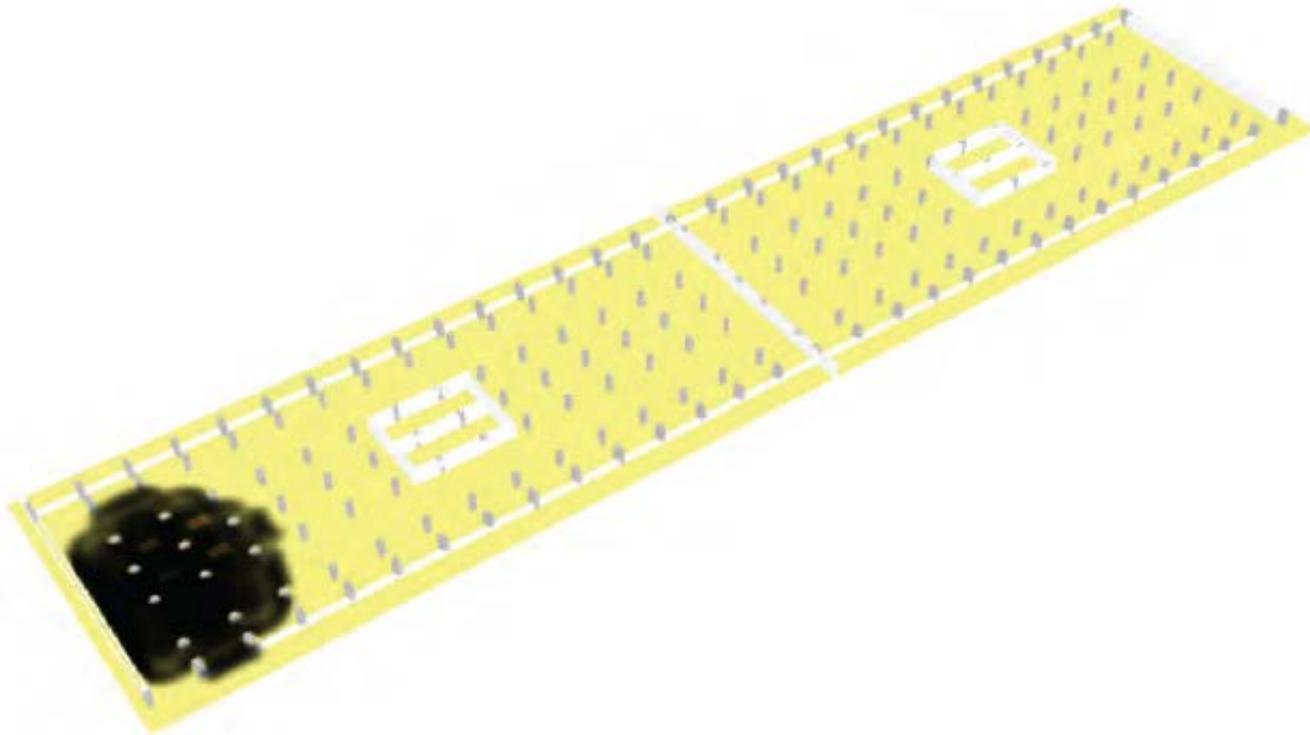
Slice parametro di visibilità al tempo $t=226$ s dall'innescò del primo veicolo



SLICE FILE VISIBILITÀ A QUOTA $Z = 1,80$ M A 226 SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



Deistribuzione dei fumi al tempo $t=60$ s dall'innesco del primo veicolo



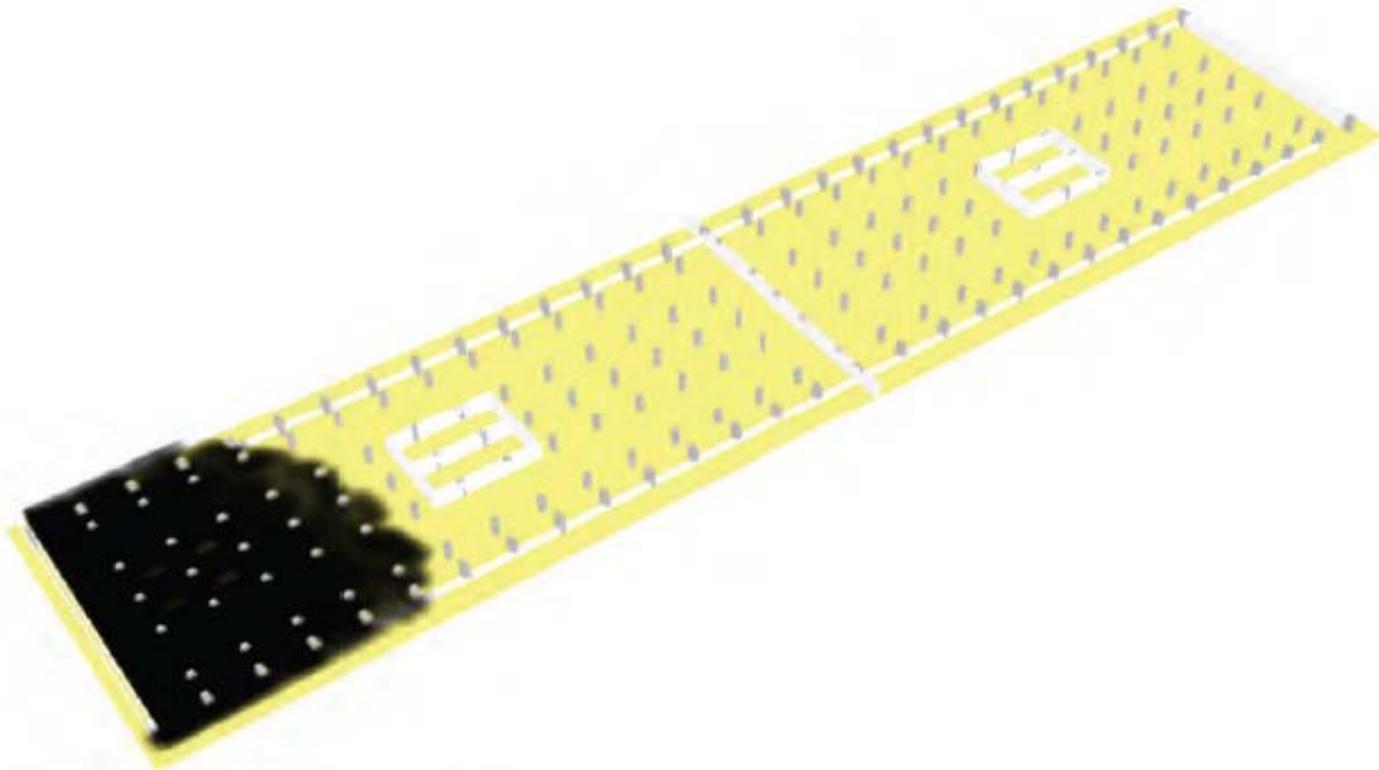
Time: 60

VISTA ASSONOMETRICA DELLA DISTRIBUZIONE DEI FUMI A 60 A SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

Deistribuzione dei fumi al tempo $t=120s$ dall'innescò del primo veicolo

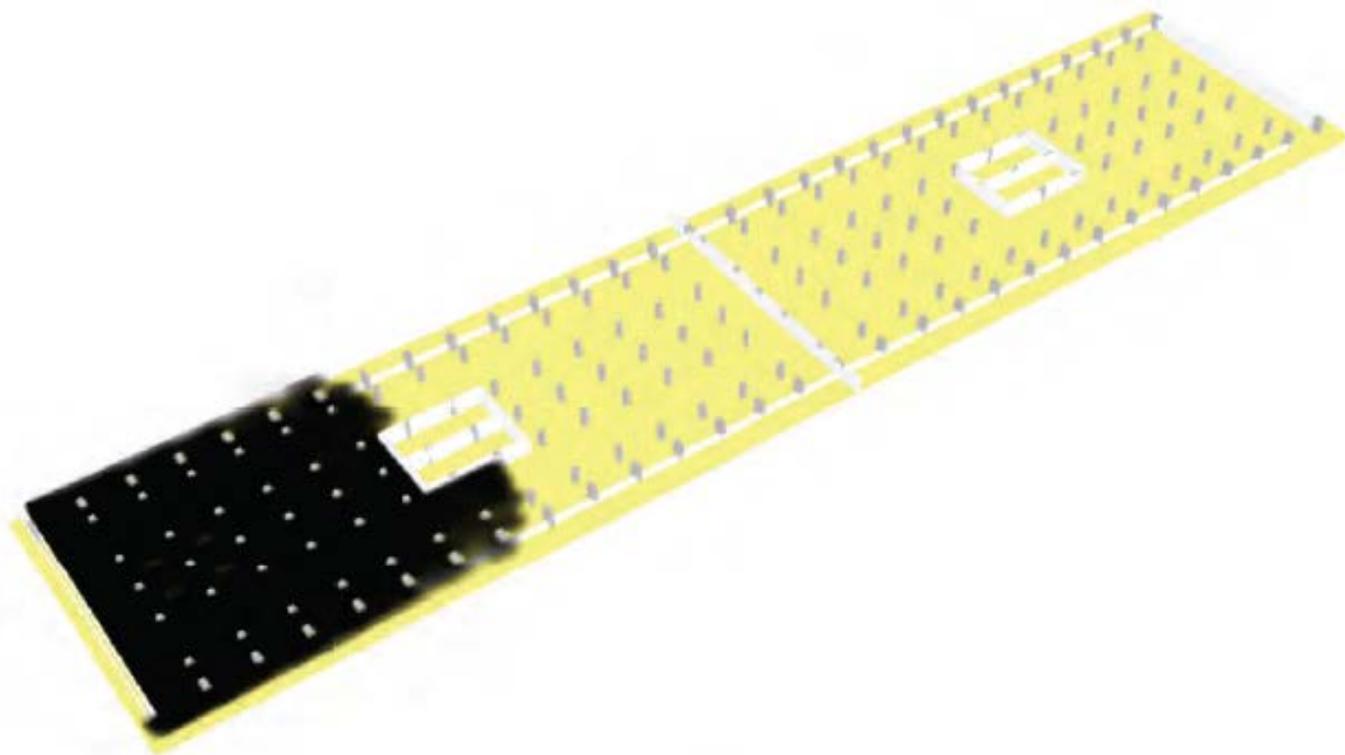


Time: 120

VISTA ASSONOMETRICA DELLA DISTRIBUZIONE DEI FUMI A 120 A SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



Deistribuzione dei fumi al tempo $t=180s$ dall'innescò del primo veicolo

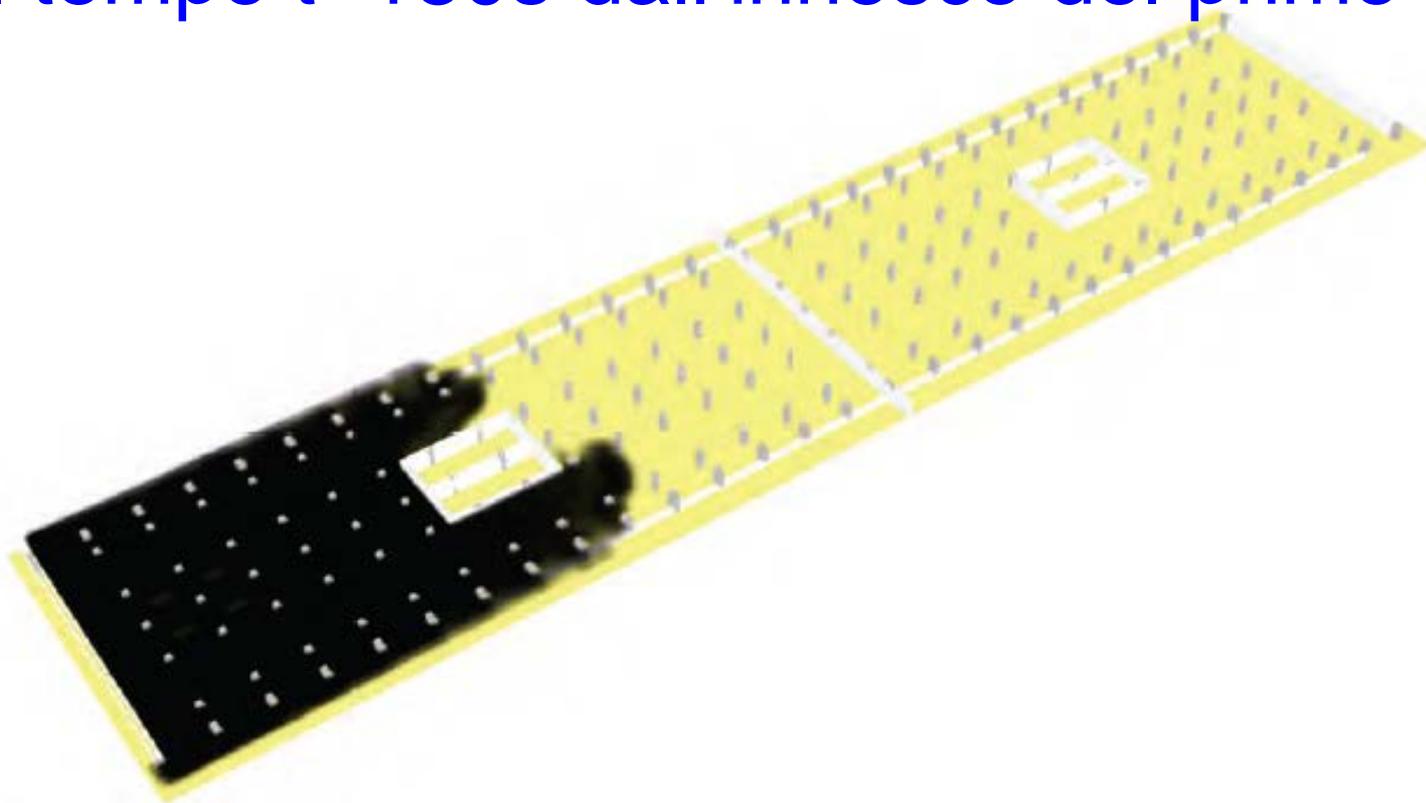


Time: 180

VISTA ASSONOMETRICA DELLA DISTRIBUZIONE DEI FUMI A 180 A SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



Distribuzione dei fumi al tempo $t=180s$ dall'innescò del primo veicolo

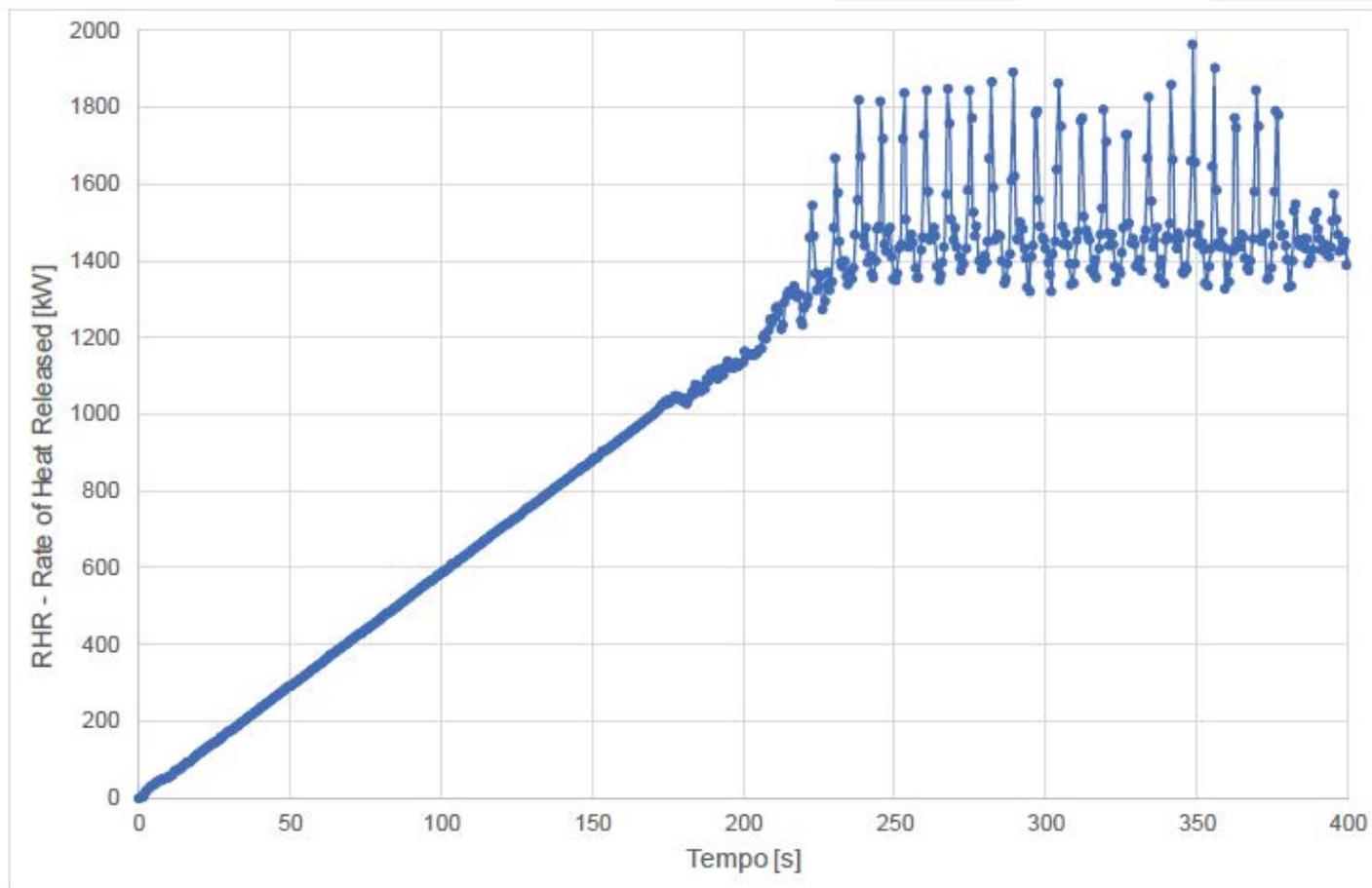


Time: 226



HRR output

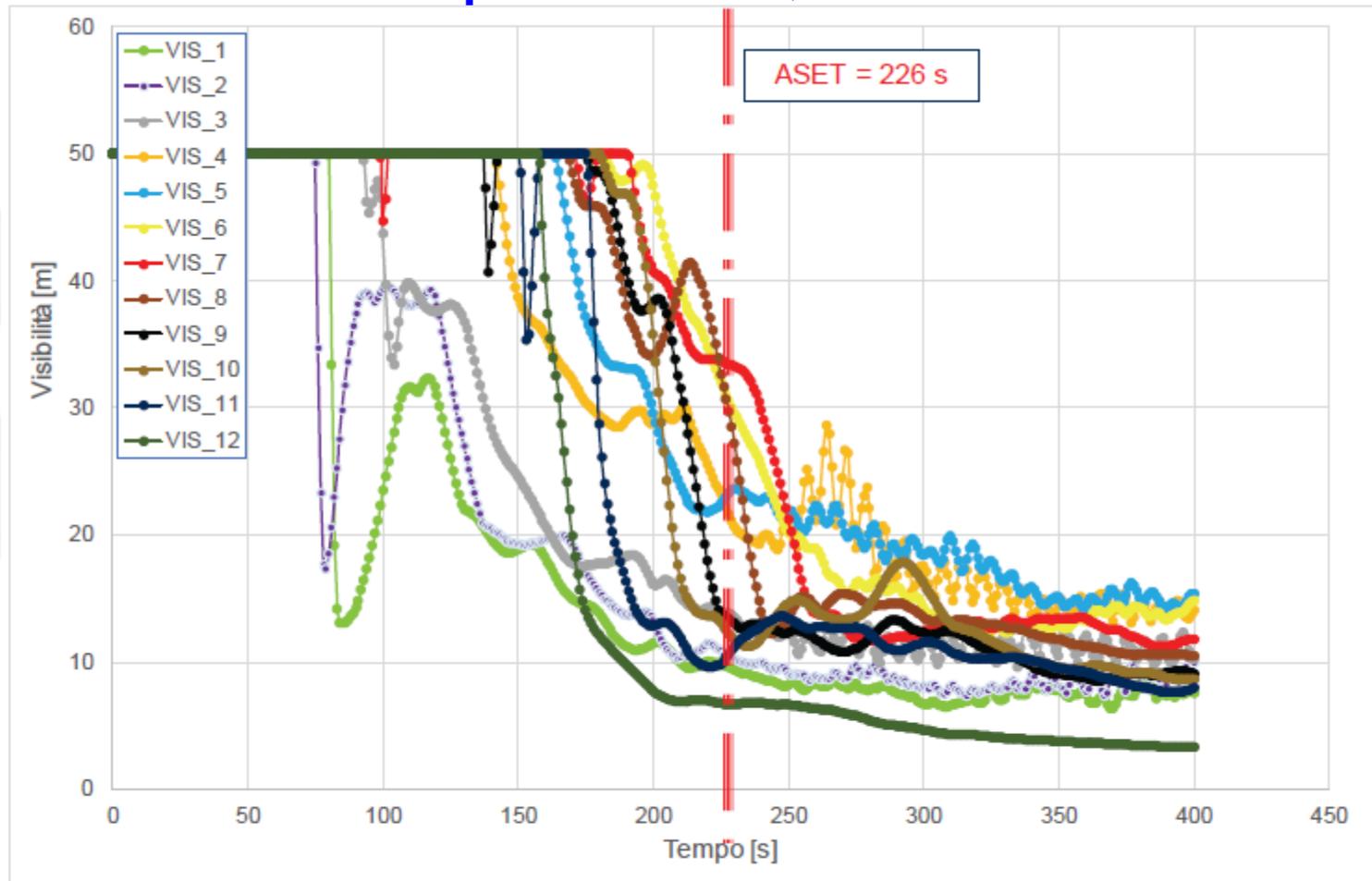
al tempo $t=180s$ dall'innescò del primo veicolo



CURVA RHR (T) IN OUTPUT PER AUTOVEICOLO FINO A 400 SECONDI (RHR (240 s) = 1400 kW)

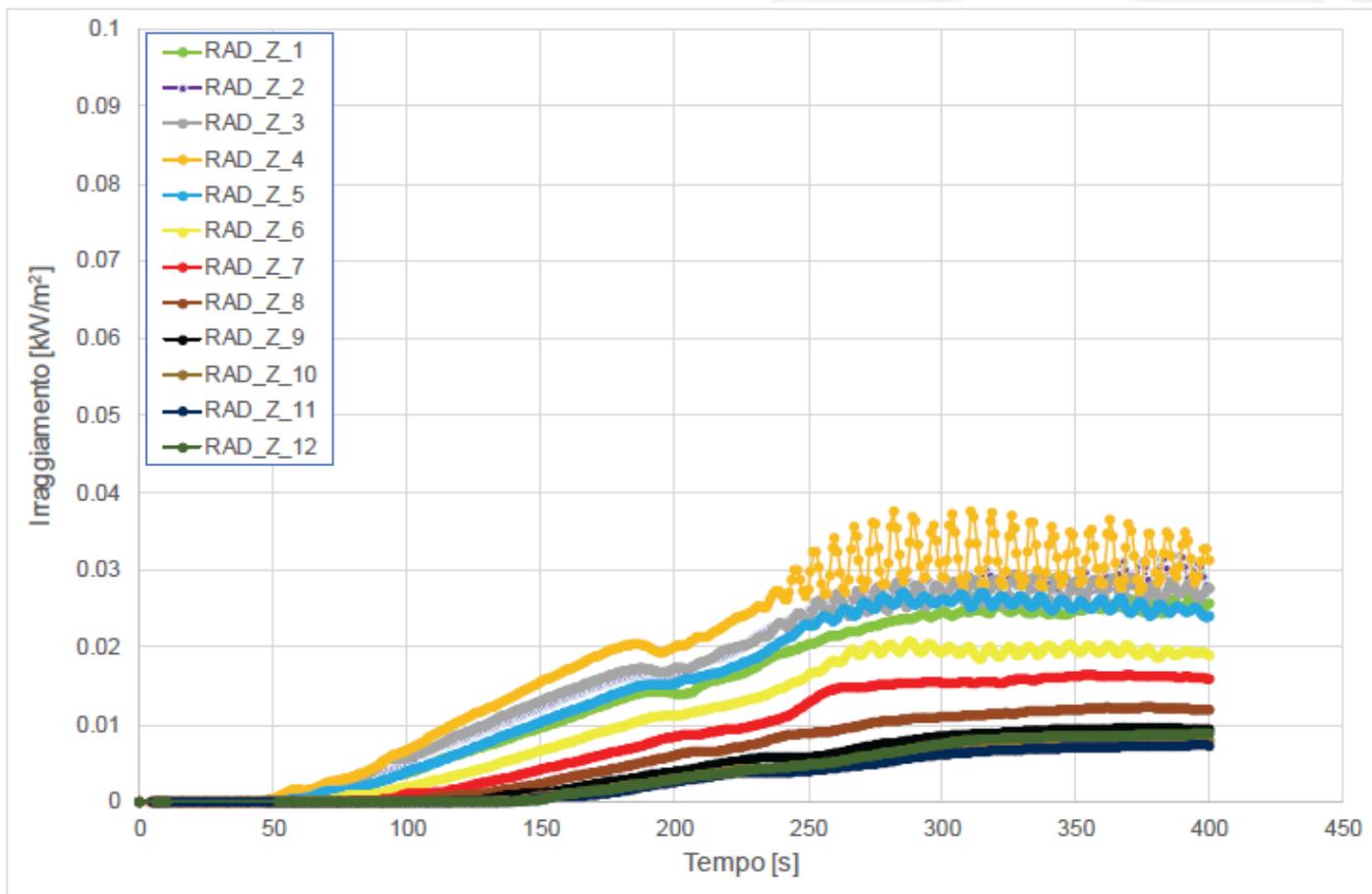


Visibilità in metri lungo il percorso di esodo a quota $z=1,80\text{m}$





Irraggiamento [kW/m^2] lungo il percorso di esodo a quota $z=1,80\text{m}$ rivolti verso il solaio

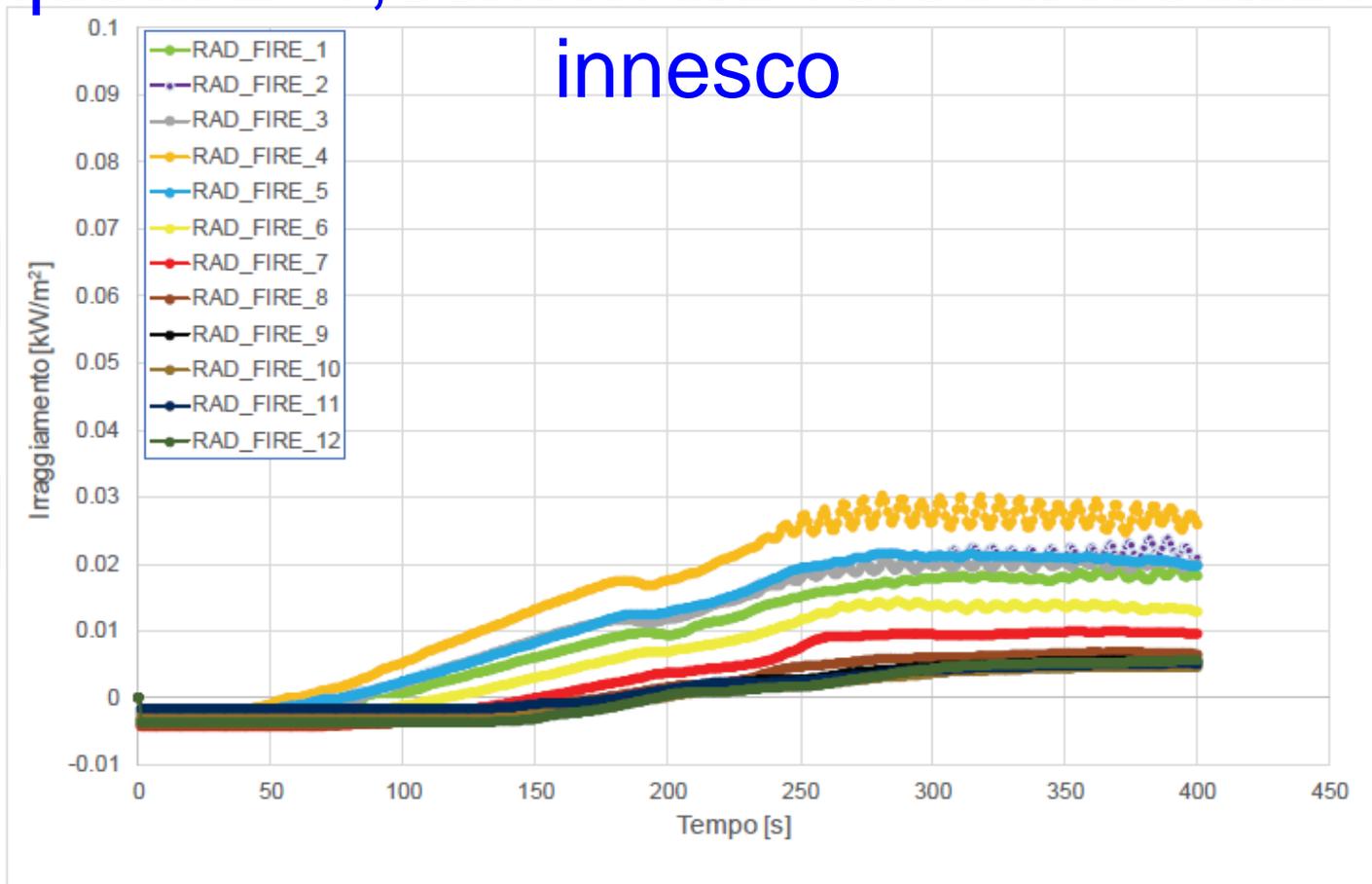


CURVE DI IRRAGGIAMENTO [kW/m^2] PER I SENSORI DISPOSTI LUNGO IL PERCORSO DI ESODO A QUOTA $Z = 1.80\text{ M}$
RIVOLTI VERSO IL SOLAIO



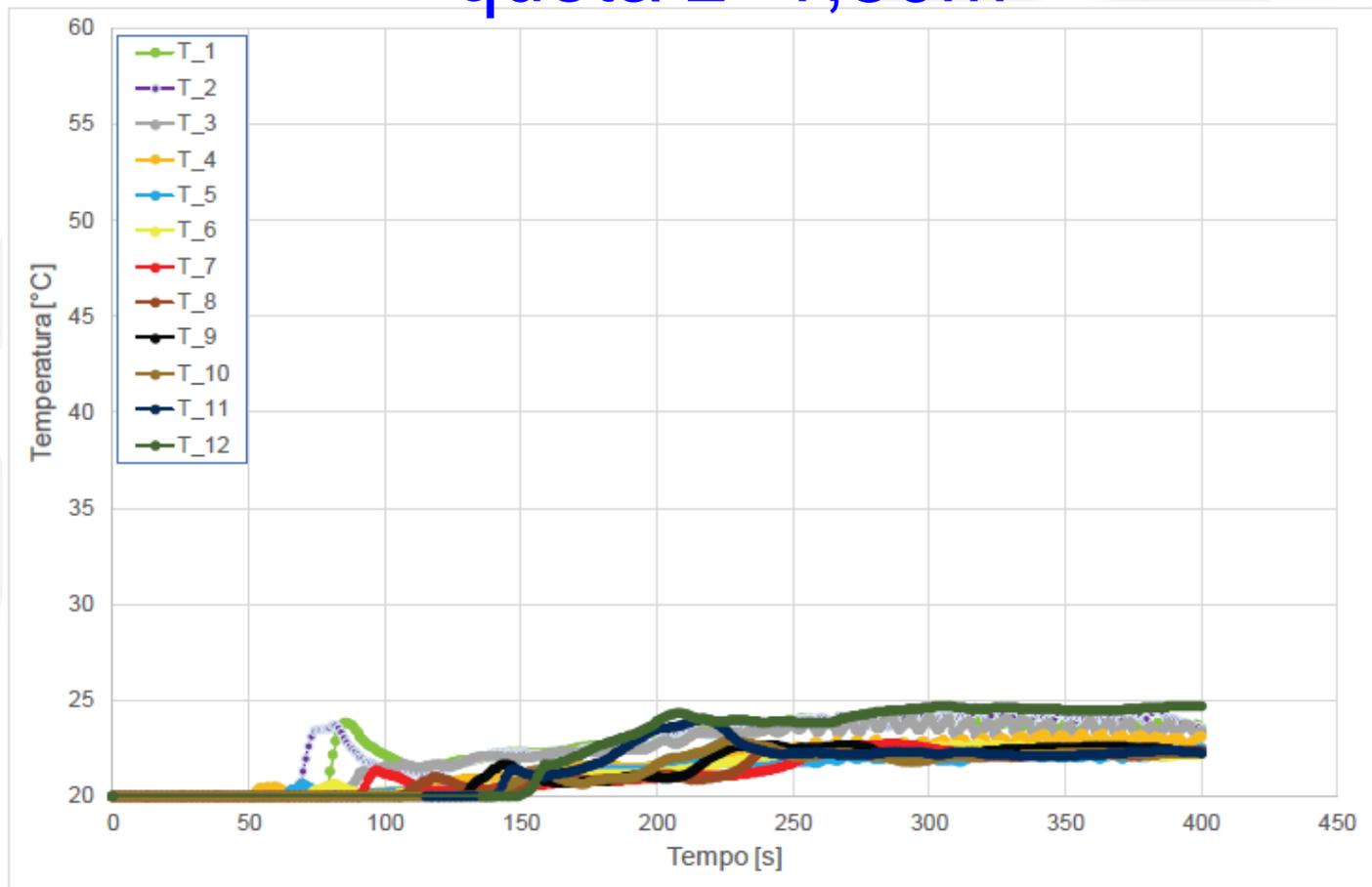
Irraggiamento [kW/m^2] lungo il percorso di esodo a quota $z=1,80\text{m}$ rivolti verso il focolare di

innesco





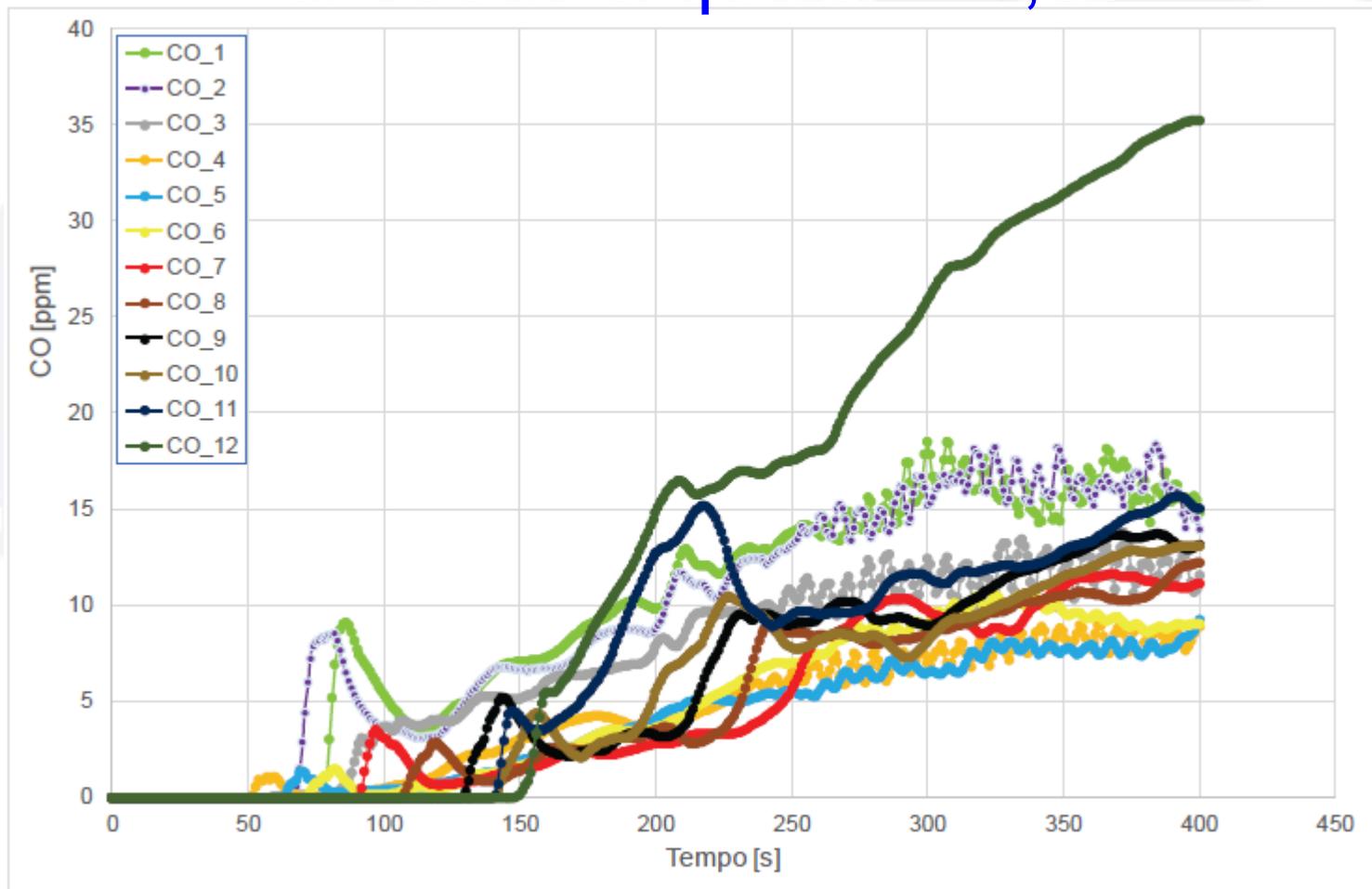
Temperatura [°C] lungo il percorso di esodo a quota $z=1,80\text{m}$



CURVE DELLA TEMPERATURA [°C] PER I SENSORI DISPOSTI LUNGO IL PERCORSO DI ESODO A QUOTA $Z = 1.80\text{ M}$

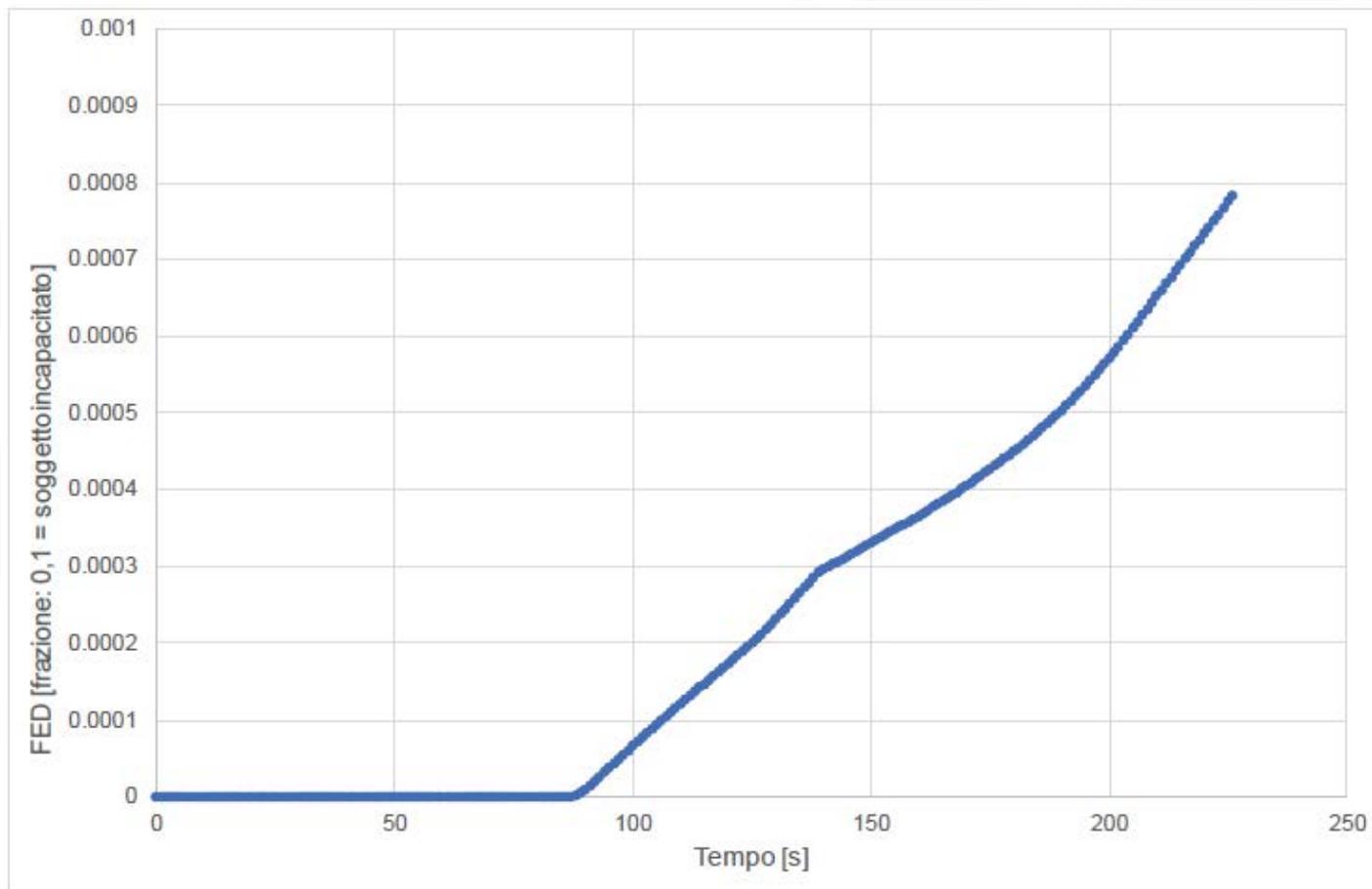


Frazione in volume di CO [ppm] lungo il percorso di esodo a quota $z=1,80\text{m}$





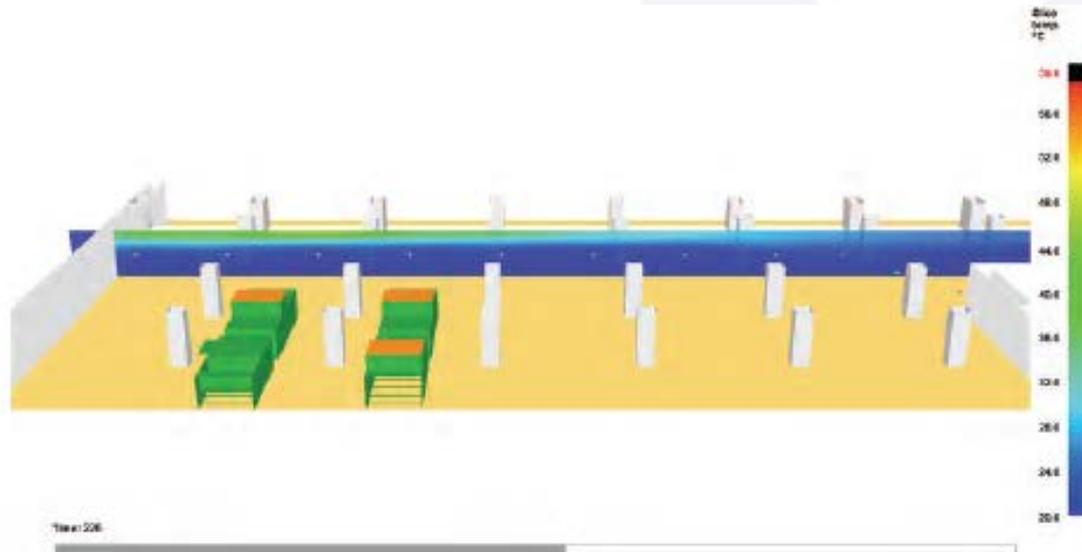
Curva FED lungo il percorso di esodo



CURVA FED LUNGO IL PERCORSO DI ESODO FINO AL TEMPO ASET



Distribuzione delle temperature a 226 s dall'innescò del primo veicolo lungo il percorso cieco



SEZIONE TRASVERSALE CORRIDOIO CIECO - DISTRIBUZIONE TEMPERATURE A 226 SECONDI DALL'INNESCO DEL PRIMO VEICOLO



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

ASET = 226 s



Calcolo RSET

$$RSET_1 = t_{det} + t_a + t_{pre(99^\circ \text{ percentile})} + t_{tra(pres)}$$

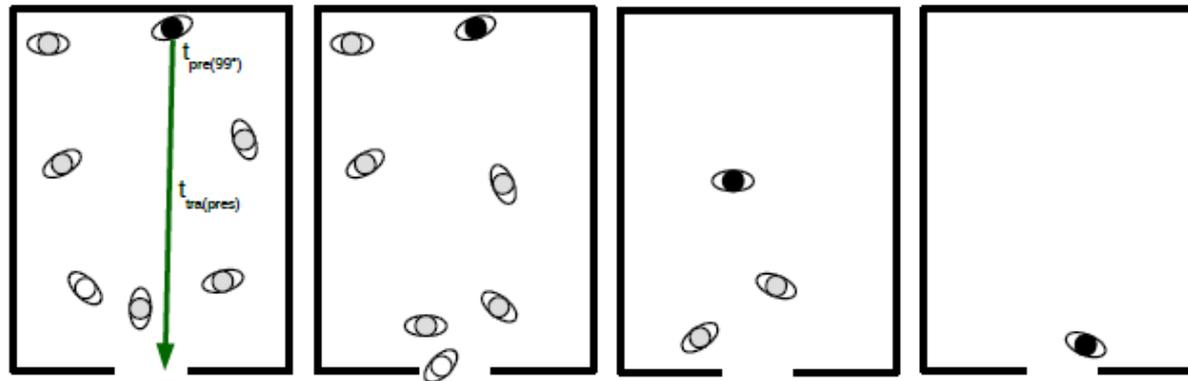
$t_{pre(99^\circ \text{ percentile})}$ tempo di pre-evacuazione per gli *ultimi occupanti a muoversi*, secondo la distribuzione statistica di t_{pre} [s]

$t_{tra(pres)}$ tempo necessario all'occupante più lontano per presentarsi all'uscita verso luogo sicuro temporaneo [s]

Ambiente con densità di affollamento bassa



Ambiente con densità di affollamento bassa



Calcolo di $RSET_1$, per bassa densità di affollamento (vista in pianta)



Attesa la semplicità geometrica del compartimento, e avendo previsto per la soluzione progettuale l'adozione di un impianto IRAI con livello di prestazione III si assume

$$t_{det} + t_a = 120 \text{ s}$$



In accordo con il documento ISO /TR 16738

ISO/TR 16738:2009 Fire-safety engineering -- Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people.

tenuto conto anche dell'incrementato livello di prestazione per la GSA assumiamo per il tempo di pre-movimento per gli ultimi occupanti

$$T_{\text{pre}(99^{\circ} \text{ percentile})} = 180\text{s}$$



Il tempo di presentazione è calcolato con riferimento alla velocità di traslazione orizzontale assunta per gli occupanti e la massima lunghezza del percorso fino all'uscita di piano come segue

$$T_{\text{tra(pres)}} = 39,69\text{m} / 0.71 \text{ m/s} = 56\text{s}$$



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

$$RSET=120+180+56=356s$$

Verifica non soddisfatta



Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile
CORPO NAZIONALE DEI VIGILI DEL FUOCO
Direzione Centrale per la Prevenzione e Sicurezza Tecnica
Direzione Centrale per la Formazione

Grazie per l'attenzione

