

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO DEFINITIVO

FUNZIONALE

AREA DI SICUREZZA VAL LEMME

Simulazioni termofluidodinamiche estrazione fumi

GENERAL CONTRACTOR	ITALFERR S.p.A.
Consorzio Cociv Project Manager (Ing. Guagnotti) Data: 14/09/2012	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
A 3 0 1	0 0	D	C V	S X	G N 9 6 0 X	0 0 1	G

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
E00	Adeguamento sicurezza in galleria	Prometeo engineering.it <i>Eh</i>	16/03/2012	Ing. I. Barilli <i>I. Barilli</i>	20/03/2012	Ing. E. Pagani <i>Eh</i>	23/03/2012	Ing. E. Ghislandi Data: 14/09/2012
F00	Istruttoria n. A30100D17ISGN960X017 A del 03/05/2012	Prometeo engineering.it <i>Eh</i>	27/07/2012	Ing. I. Barilli <i>I. Barilli</i>	27/07/2012	Ing. E. Pagani <i>Eh</i>	31/07/2012	
G00	Revisione per variazione sezione Area Sicura	Prometeo engineering.it <i>Eh</i>	11/09/2012	Ing. I. Barilli <i>I. Barilli</i>	12/09/2012	Ing. E. Pagani <i>Eh</i>	14/09/2012	

n. Elab.:

File: A301-00-D-CV-SX-GN96-0X-001_G00.DOC

CUP: F81H92000000008

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p> <p>Foglio 2 di 55</p>

INDICE

INDICE.....	2
1. INTRODUZIONE.....	3
2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI ESTRAZIONE FUMI.....	4
3. MODELLO TRIDIMENSIONALE DI SIMULAZIONE D'INCENDIO DA 800M	5
Geometria del modello	7
Risultati: propagazione dei fumi.....	11
Risultati: concentrazione di Monossido di Carbonio	22
Risultati: andamento della temperatura	29
Risultati: visibilità	35
4. MODELLO TRIDIMENSIONALE DI SIMULAZIONE D'INCENDIO DA 900M	40
Geometria del modello	41
Risultati: propagazione dei fumi.....	42
Risultati: concentrazione di Monossido di Carbonio	45
Risultati: andamento della temperatura	48
Risultati: visibilità	51
5. CONCLUSIONI	54

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc	Foglio 3 di 55

1. Introduzione

L'analisi di scenari incidentali è stata condotta mediante la simulazione, tramite il codice di calcolo tridimensionale Fire Dynamics Simulator, della propagazione dei fumi di un evento di incendio generato da un treno fermo presso l'area sicura di Val Lemme.

L'obiettivo delle simulazioni è finalizzata alla verifica della funzionalità e delle prestazioni del sistema di estrazione fumi.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p> <p>Foglio 4 di 55</p>

2. Descrizione del sistema di estrazione fumi

Nell'area di sicurezza è previsto un impianto di estrazione fumi dalla galleria in caso di incendio.

L'aspirazione dei fumi si realizza per mezzo di griglie di aspirazione posizionate sulla parte superiore della galleria di linea in corrispondenza dell'innesto della finestra ed all'interno di n.6 bypass di collegamento con la galleria di sfollamento localizzati lungo l'area di sicurezza ad interdistanza di 100m.

I fumi, una volta aspirati e canalizzati, sono convogliati in controsoffitto all'interno della finestra Val Lemme per essere espulsi attraverso il pozzo previsto in progetto. La centrale di ventilazione è realizzata in una galleria realizzata *ad hoc*, con specifiche dimensioni, prima del pozzo, essa è progettata per alloggiare quattro ventilatori assiali bistadio in grado di estrarre fino a 120 m³/s ciascuno.

La centrale di ventilazione è stata localizzata a 1000 m dall'innesto della finestra Val Lemme sulla linea, in corrispondenza del pozzo già previsto in progetto. Essa è realizzata mediante un camerone perpendicolare alla finestra di lunghezza pari a circa 65 m e termina con un pozzo di diametro 6,5 m ed altezza 230 m.

La scelta della localizzazione ad 1 km dalle gallerie è stata originata da vincoli ambientali imprescindibili che hanno condizionato tutte le successive fasi di progettazione.

I ventilatori della centrale sono regolati mediante inverter installati in locali adiacenti alla centrale separati con setti REI 120.

L'alimentazione elettrica della centrale di ventilazione che richiede circa 3600 kW di potenza meccanica avviene attraverso la cabina di trasformazione realizzata nelle immediate vicinanze della centrale, sull'altro lato della finestra.

Il sistema di ventilazione è monitorato e controllato da un idoneo sistema di supervisione SCADA che provvede alla gestione degli avviamenti, in particolare sono previste sei modalità di gestione dell'emergenza ed una modalità di manutenzione.

La dotazione impiantistica della centrale di ventilazione per l'estrazione dei fumi dall'area di sicurezza Val Lemme, in corrispondenza della progressiva pk 0+700 finestra Val Lemme, comprende 4 elettroventilatori assiali completi di sensori di pressione con le rispettive serrande motorizzate. La centrale di ventilazione è stata dimensionata in base alla potenza di incendio di un treno merci pericolose, ovvero variabile tra 100 e 170 MW.

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p> <p>Foglio 5 di 55</p>

3. Modello tridimensionale di simulazione d'incendio da 800m

Il modello di campo tridimensionale prodotto e le condizioni adottate per la simulazione del flusso del pericolo è stato risolto con codice libero di fluidodinamica numerica tridimensionale Fire Dynamics Simulator. A partire dallo stesso modello sono state effettuate n.5 simulazioni che riproducono la propagazione dei fumi di un evento di incendio generato da un convoglio con le seguenti distinzioni:

- | | |
|------------------------------|--|
| a) Potenza massima focolaio: | 20MW |
| bocchette di estrazione: | interdistanza di 50m |
| portata estrazione: | 22 m ³ /s cad., tot.200 m ³ /s |
| b) Potenza massima focolaio: | 20MW |
| bocchette di estrazione: | interdistanza di 100m |
| portata estrazione: | 33 m ³ /s cad., tot.200 m ³ /s |
| c) Potenza massima focolaio: | 50MW |
| bocchette di estrazione: | interdistanza di 100m + 1 in testa |
| portata estrazione: | 6x50 m ³ /s, 1x100 m ³ /s, tot.400 m ³ /s |
| d) Potenza massima focolaio: | 100MW |
| bocchette di estrazione: | interdistanza di 100m + 1 in testa |
| portata estrazione: | 6x50 m ³ /s, 1x100 m ³ /s, tot.400 m ³ /s |
| e) Potenza massima focolaio: | 100MW |
| bocchette di estrazione: | interdistanza di 100m + 1 in testa |
| portata estrazione: | 6x50 m ³ /s, 1x100 m ³ /s, tot.400 m ³ /s |
| condizioni al contorno: | immissione aria dal portale 2 m/s |

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche del modello adottato.

Caratteristiche del modello

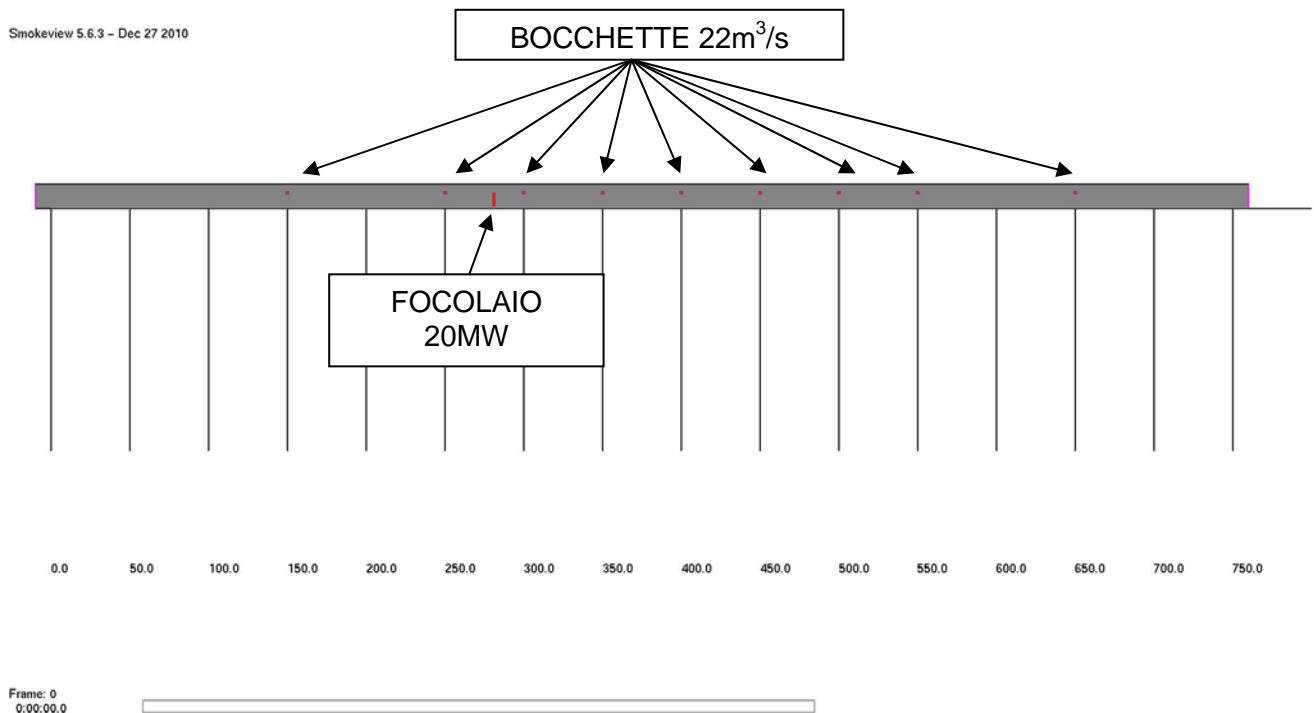
Simulazione	A	B	C	D	E
Codice	FDS (Fire Dynamics Simulator)				
Cardinalità	3D				
Dimensioni cella	0.5x0.3x0.3m				
Porzione di galleria simulata	800m galleria presso la fermata, sezione trasversale 65m ²				
Numero celle	1.728.000				
Sottomodello di turbolenza	Large Eddy Simulation				
Sottomodello di combustione	Mixture fraction				
Potenza termica generata	20 MW	20 MW	50 MW	100 MW	100 MW
Tempo di crescita	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min
Regime	Transitorio				
Durata simulazione	20 min	20 min	20 min	10 min	10 min

L'obiettivo delle simulazioni è costituito dalla verifica della funzionalità e delle prestazioni dei sistemi di sicurezza, in particolare del sistema di estrazione fumi. Le bocchette di aspirazione hanno una portata differente per le tre simulazioni eseguite come descritto sopra. L'impianto di estrazione fumi si attiva dopo 3min ed entra a pieno regime dopo 4min dall'inizio di ciascuna simulazione.

Geometria del modello

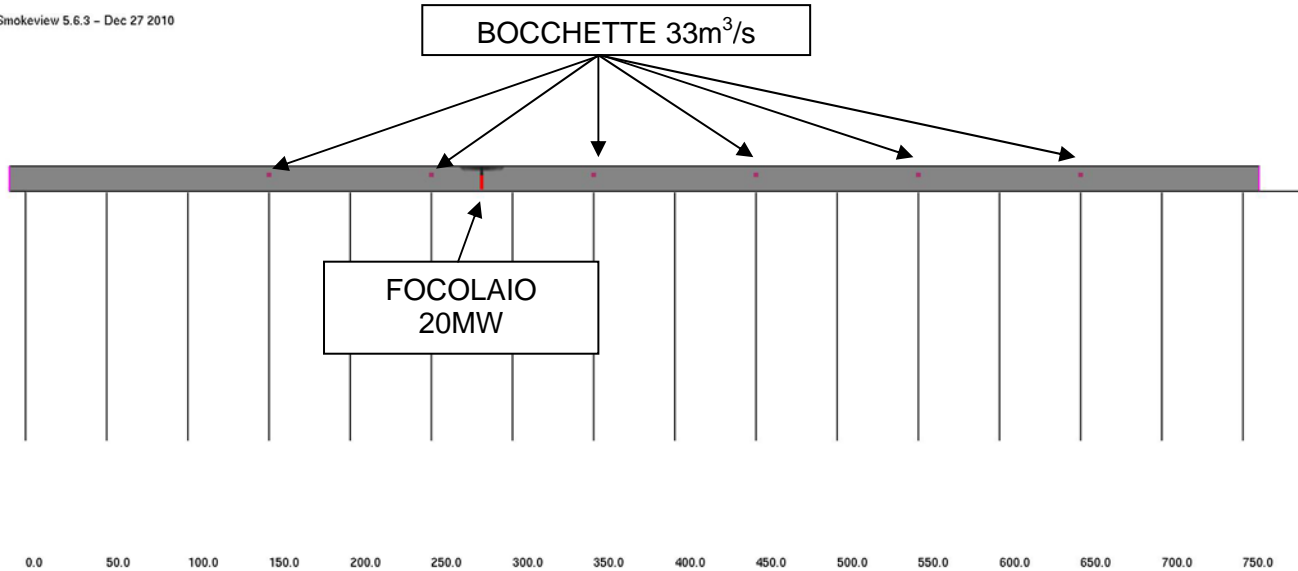
Le successive figure mostrano il posizionamento delle bocchette di estrazione nelle diverse simulazioni.

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m

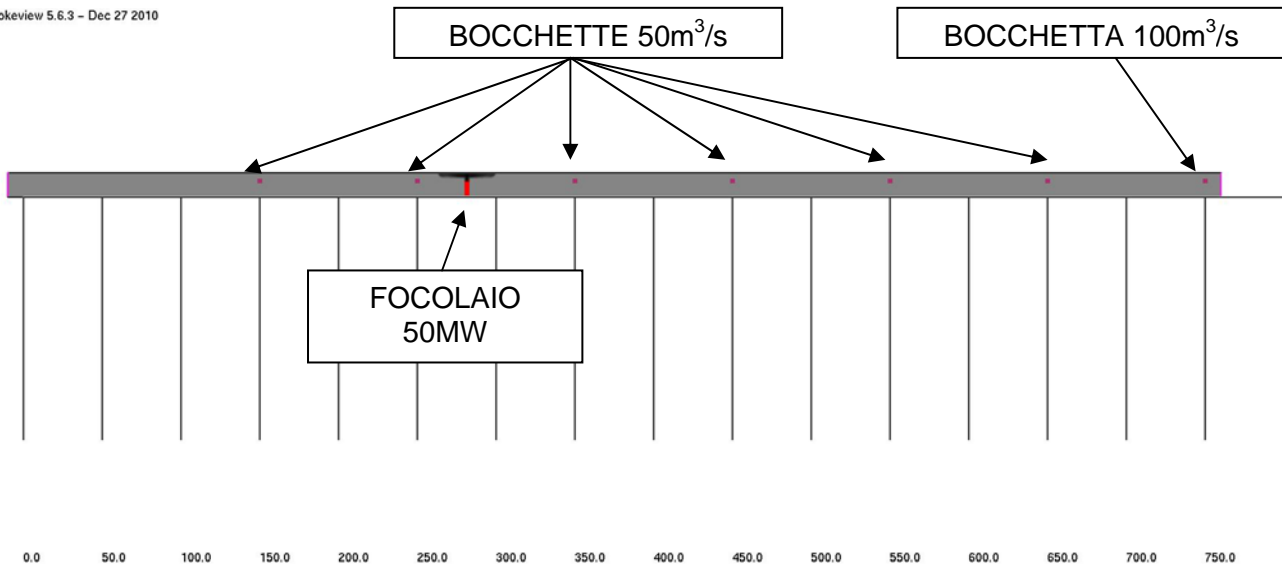


simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010

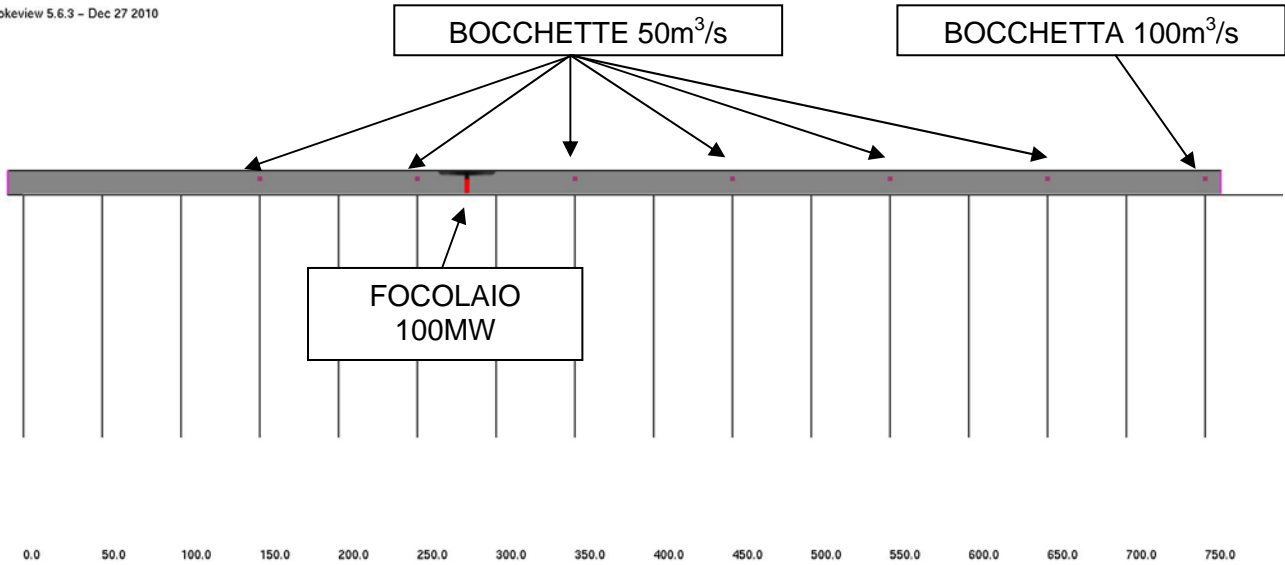
Frame: 20
0:00:20.0**simulazione C:** focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010

Frame: 20
0:00:20.0

simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

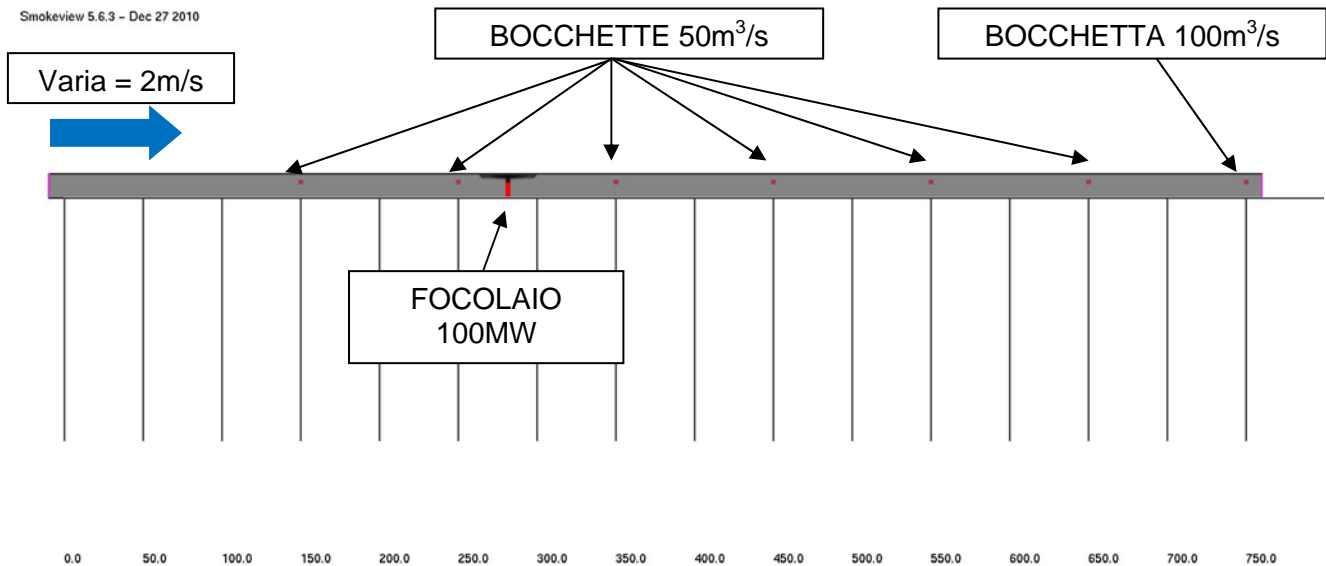
Smokeyview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 20
0:00:20.0

simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

Smokeyview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 20
0:00:20.0

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p>	<p>Foglio 10 di 55</p>

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m

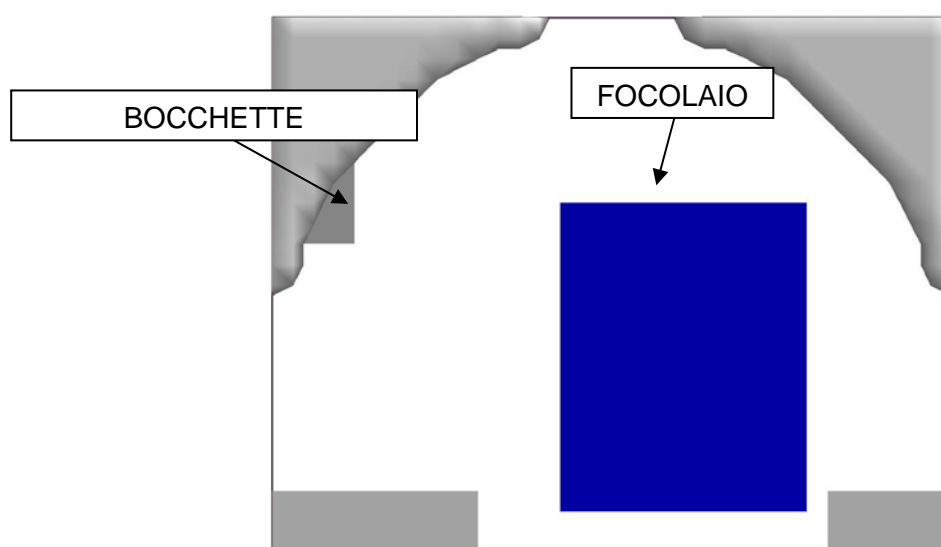
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m

simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc	Foglio 11 di 55

Risultati: propagazione dei fumi

Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 20 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 4-6-8-10-15-20 minuti.

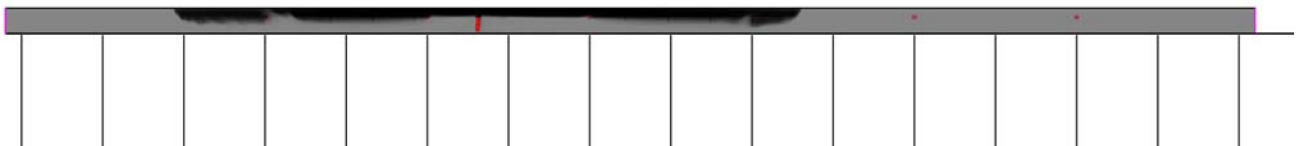
In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le diverse simulazioni al fine di agevolarne il confronto.

Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **4 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



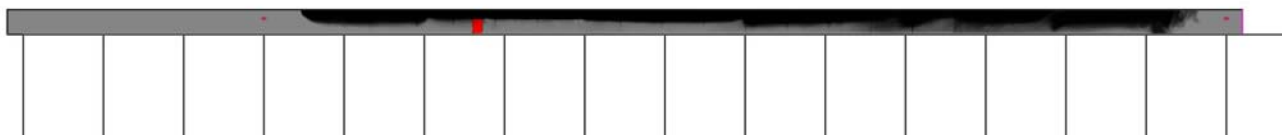
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s



Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **6 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



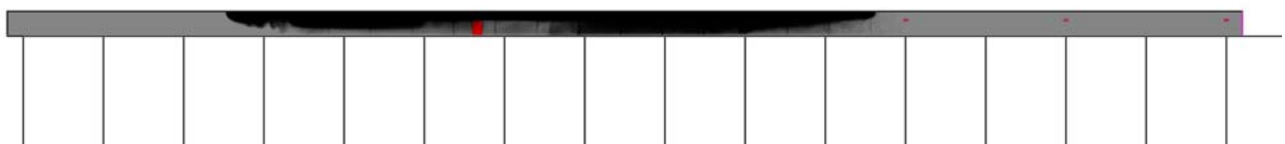
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

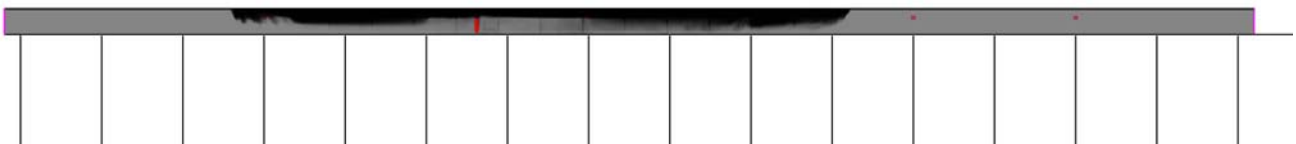


Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **8 minuti**:

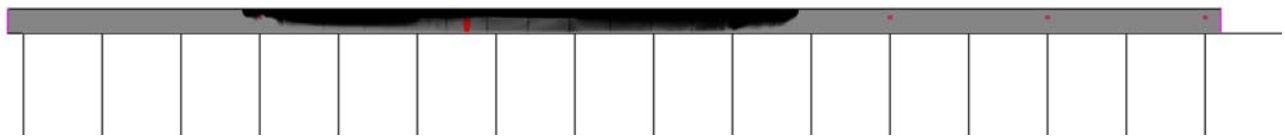
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



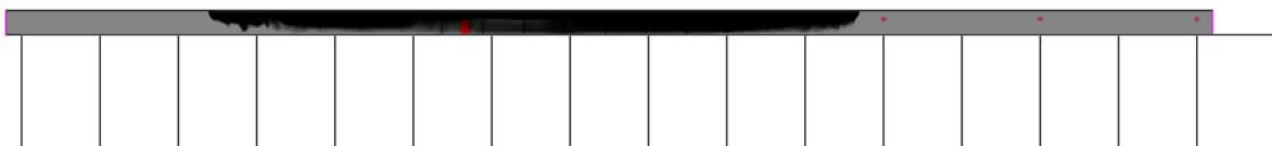
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



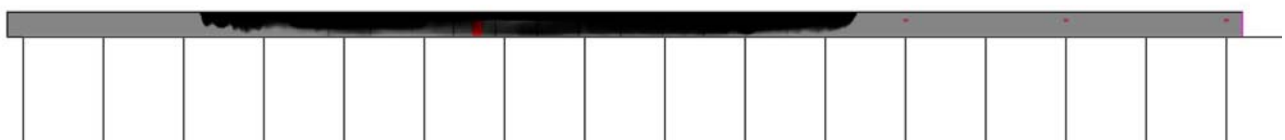
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

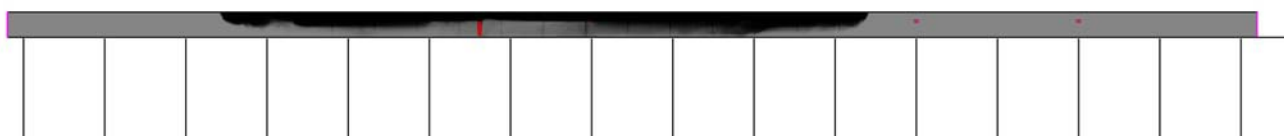


Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **10 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s



Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **15 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p>	<p>Foglio 17 di 55</p>

Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi lungo il prospetto longitudinale a **20 minuti**:

simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



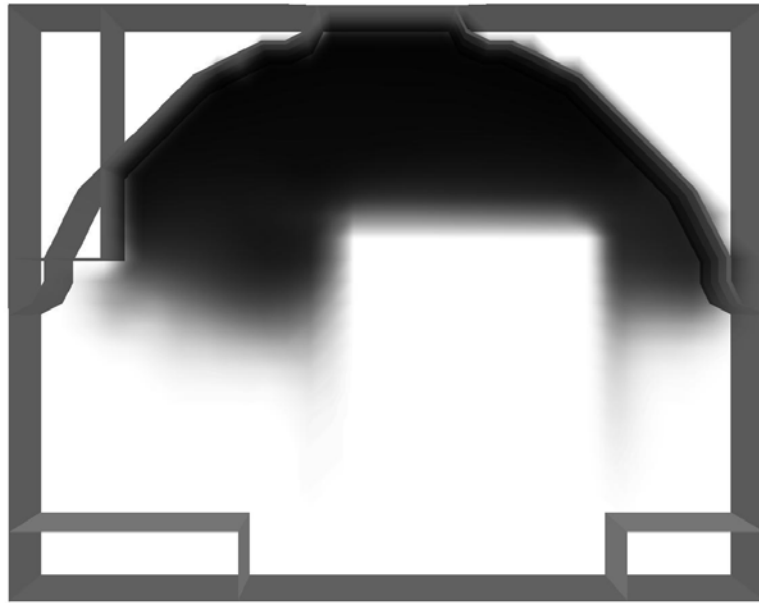
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi nella porzione di galleria con $174m < X < 176m$ al tempo **10 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $22 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 50m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010

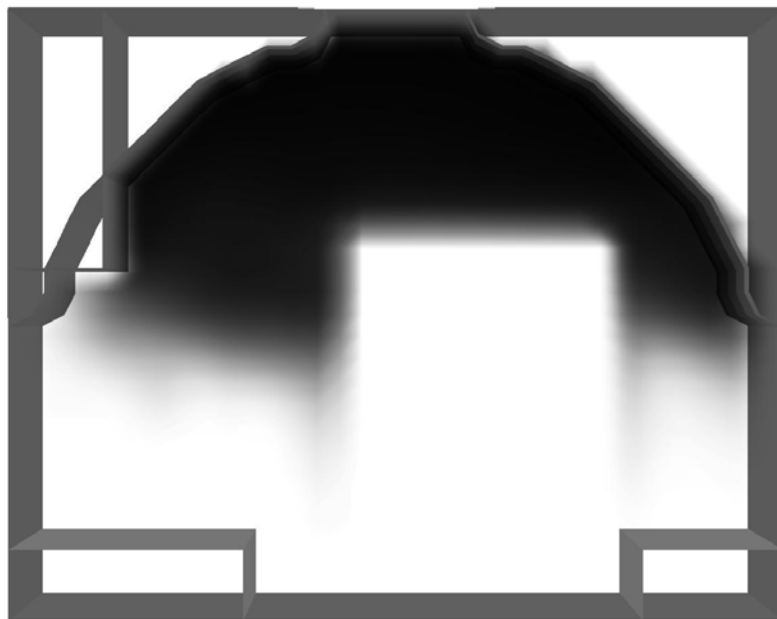


Frame: 600
0:10:00.0



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $33 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



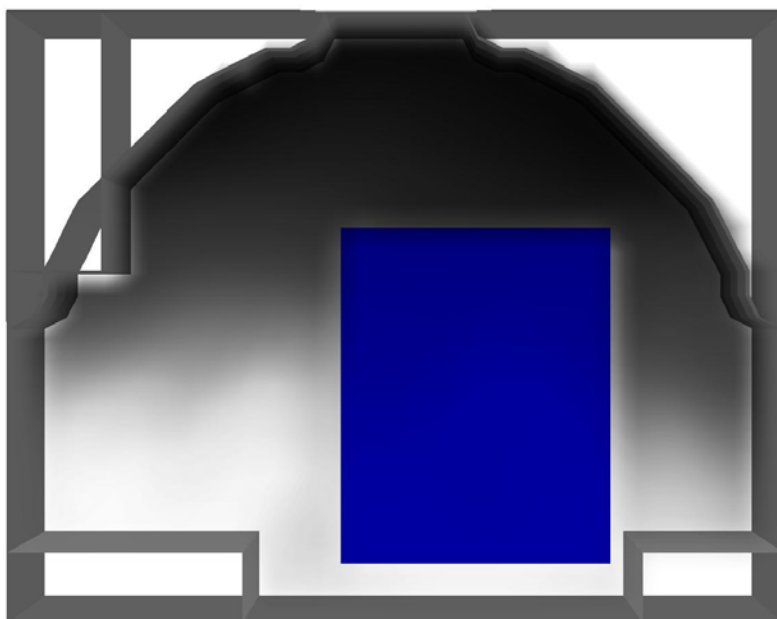
Frame: 600
0:10:00.0



Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi nella porzione di galleria con $424\text{m} < X < 426\text{m}$ al tempo **10 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $22\text{ m}^3/\text{s}$ con passo 50m

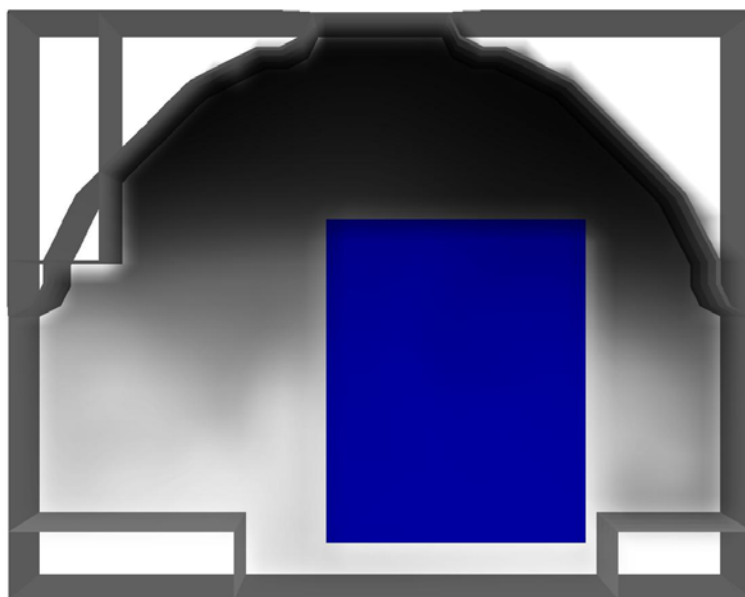
Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 600
0:10:00.0

simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $33\text{ m}^3/\text{s}$ con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010

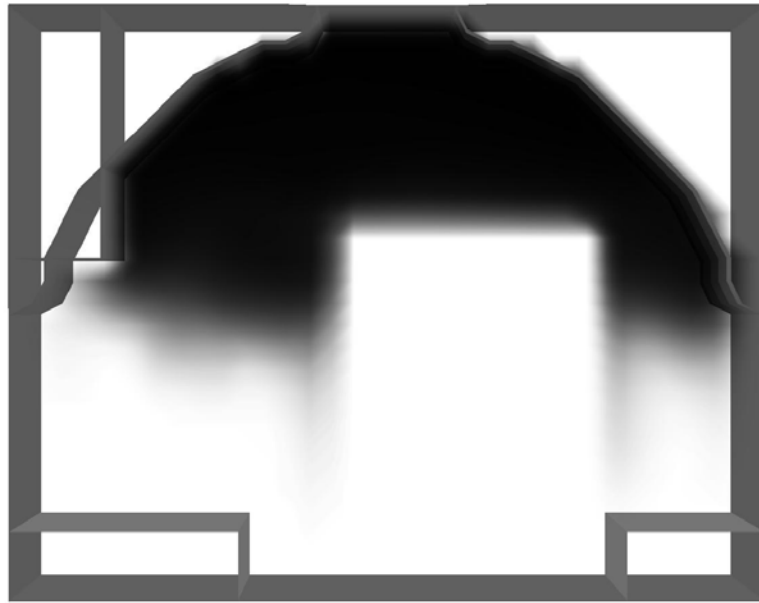


Frame: 602
0:10:02.0

Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi nella porzione di galleria con $174m < X < 176m$ al tempo **15 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $22 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 50m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 987
0:14:47.0

simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $33 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010

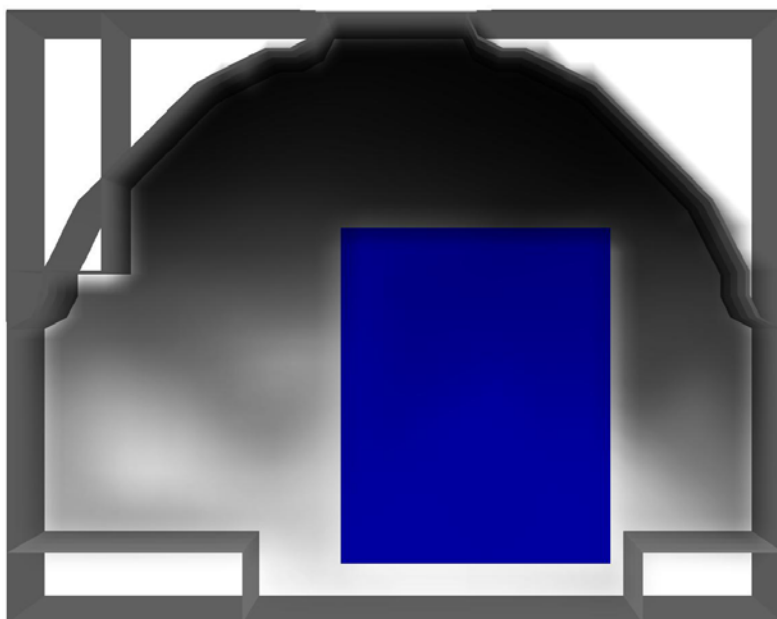


Frame: 999
0:14:59.0

Le successive figure mostrano la propagazione dei fumi nella porzione di galleria con $424m < X < 426m$ al tempo **15 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $22 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 50m

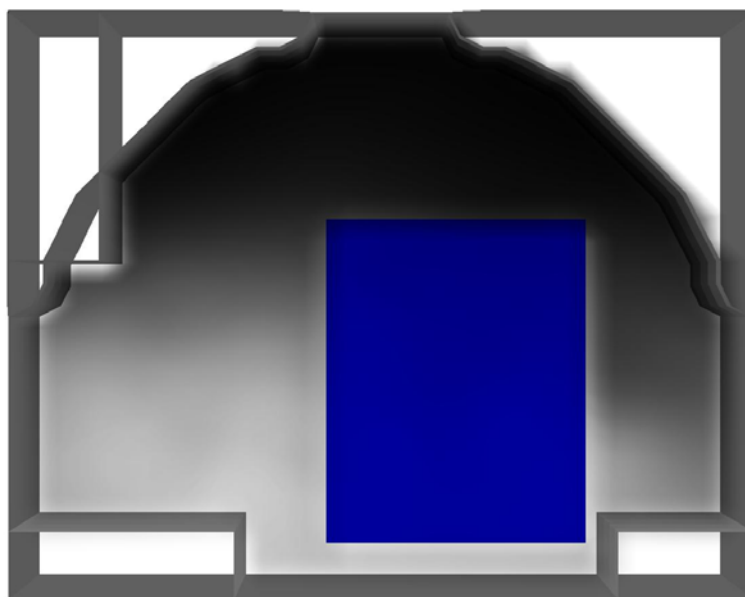
Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 887
0:14:47.0

simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da $33 \text{ m}^3/\text{s}$ con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - Dec 27 2010



Frame: 899
0:14:59.0

Risultati: concentrazione di Monossido di Carbonio

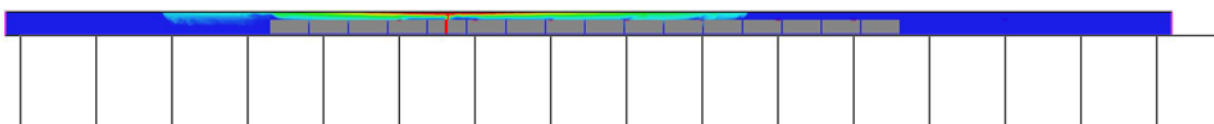
Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio la concentrazione di Monossido di carbonio. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10-15-20 minuti. In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le diverse simulazioni al fine di agevolare il confronto.

La scala utilizzata per tracciare la mappa di concentrazione di monossido di carbonio è la seguente:

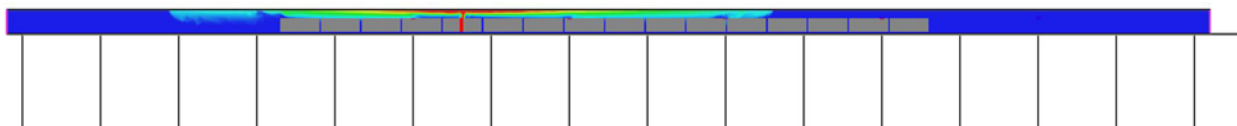


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **4 minuti**:

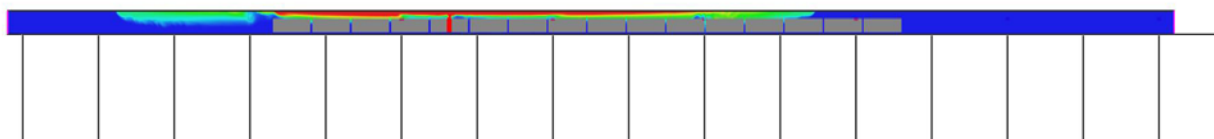
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



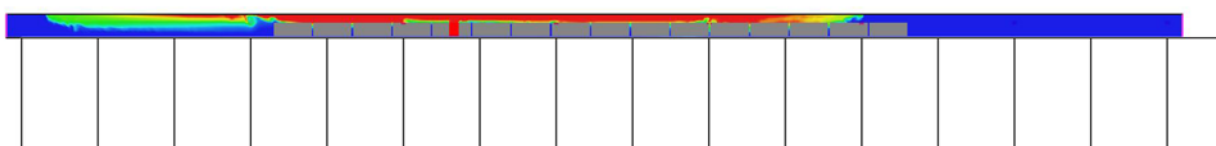
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



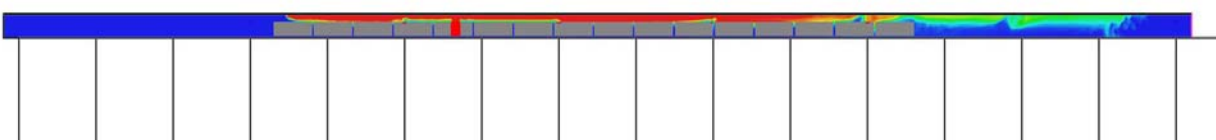
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

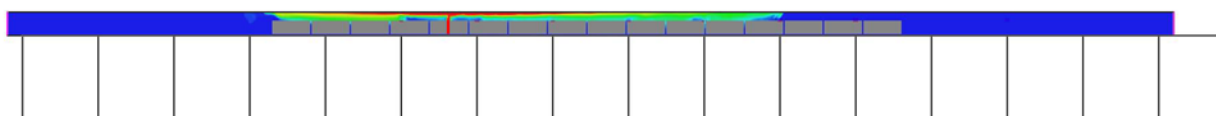


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

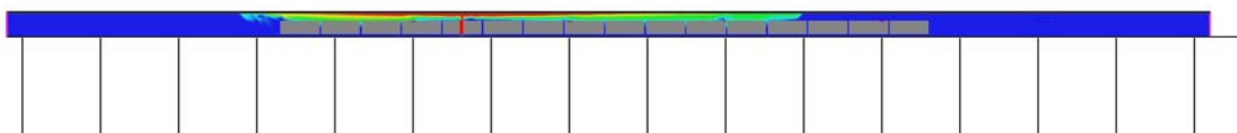


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **6 minuti**:

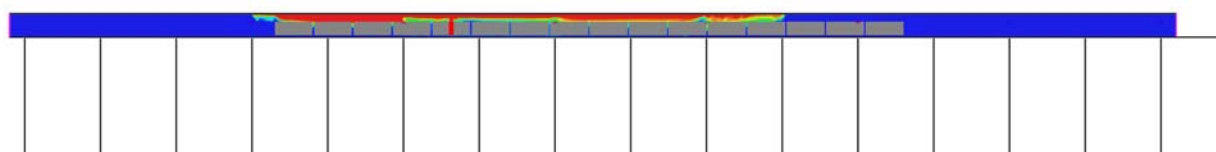
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



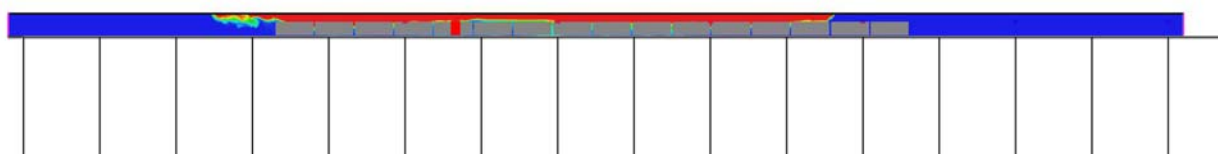
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



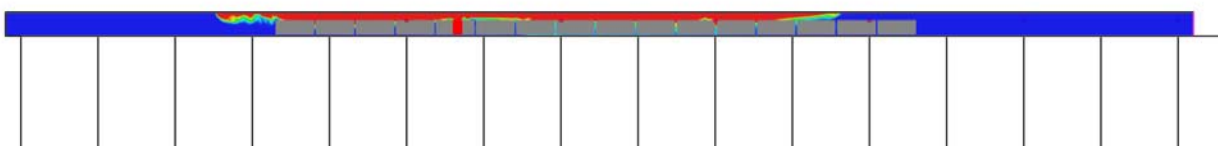
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

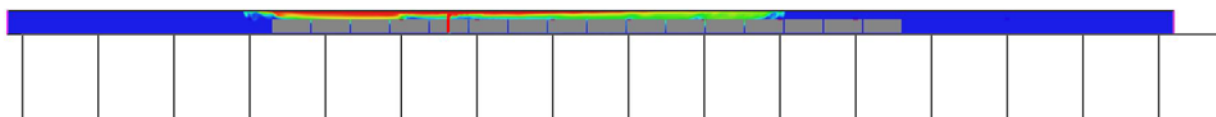


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

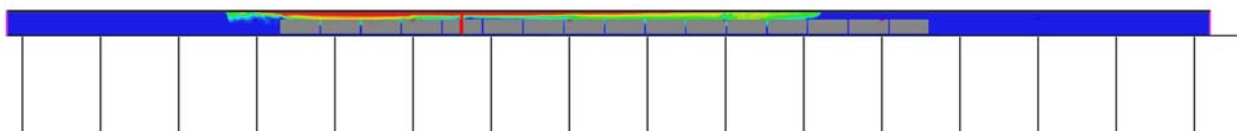


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **8 minuti**:

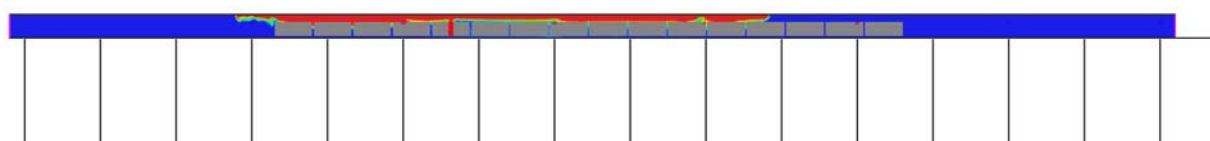
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



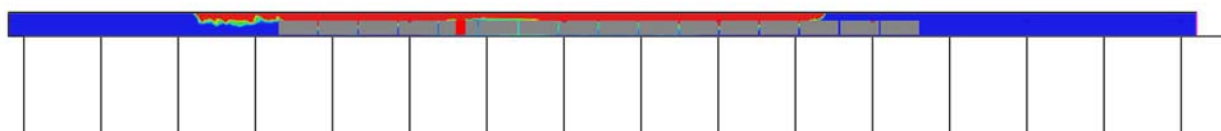
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

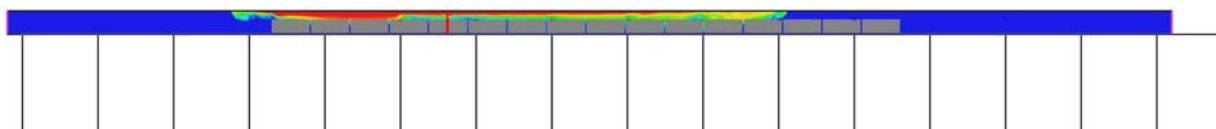


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

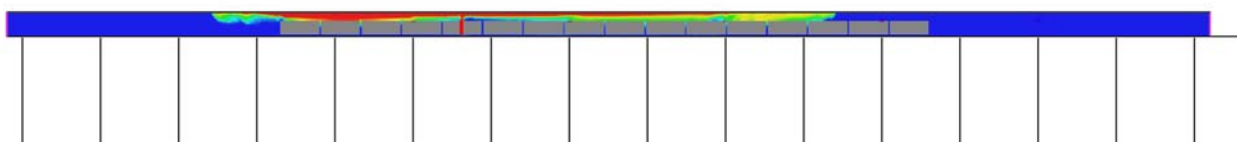


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **10 minuti**:

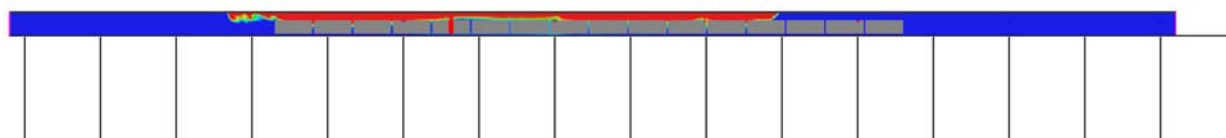
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

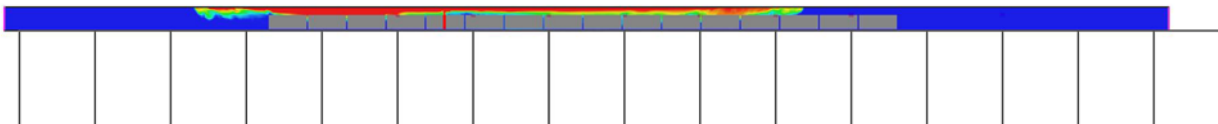


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

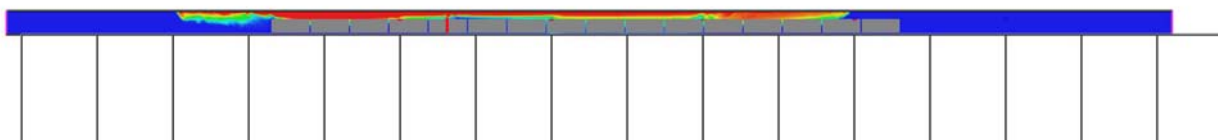


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **15 minuti**:

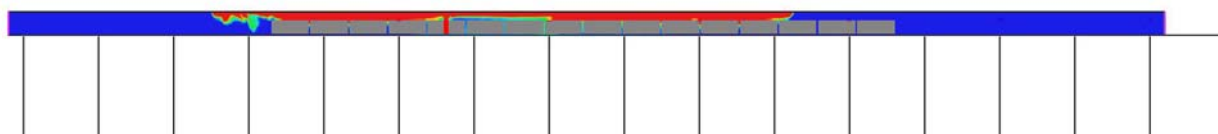
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione 6 bocchette da 33 m³/s con passo 100m

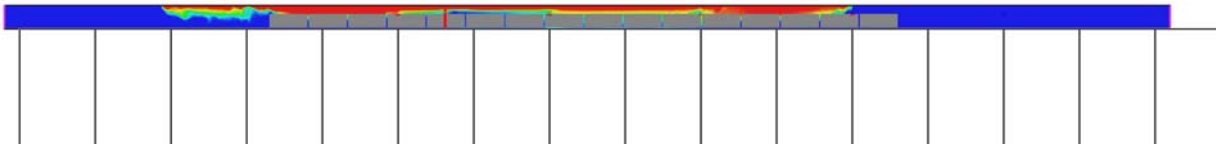


simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

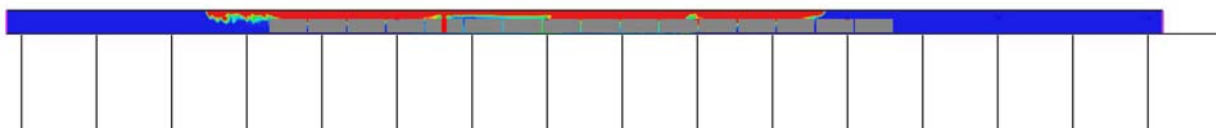


Le successive figure mostrano la concentrazione di CO sul piano in asse della galleria a **20 minuti**:

simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

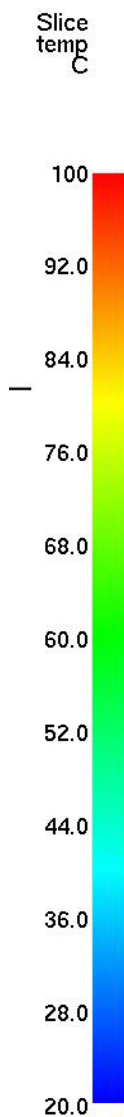


GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc	Foglio 29 di 55

Risultati: andamento della temperatura

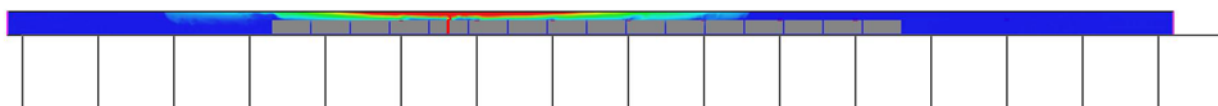
Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio l'andamento di temperatura dei fumi caldi. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10 minuti. In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le diverse simulazioni al fine di agevolarne il confronto.

La scala utilizzata per tracciare la mappa di temperatura è la seguente:

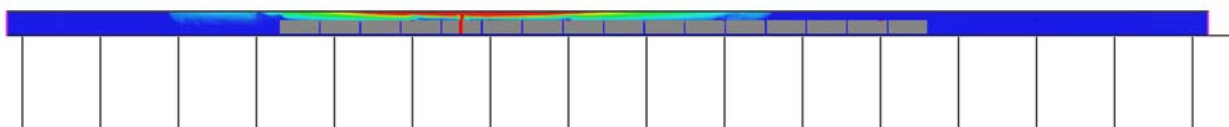


Le successive figure mostrano la mappa di temperatura sul piano in asse della galleria a **4 minuti**:

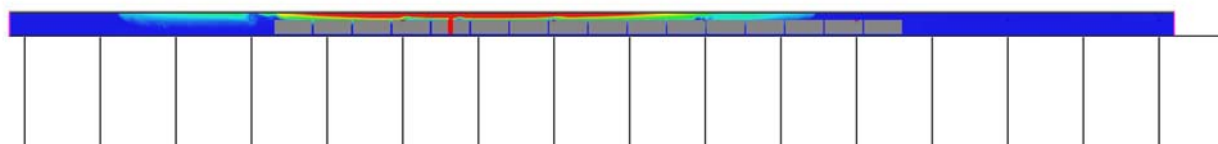
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



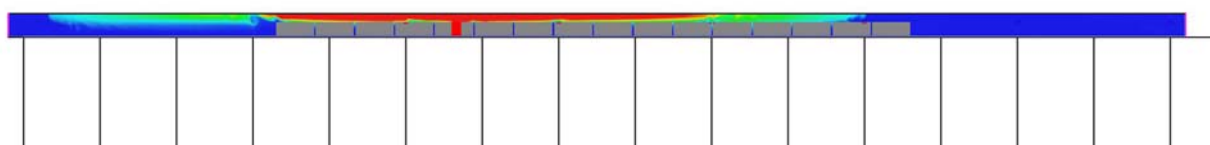
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



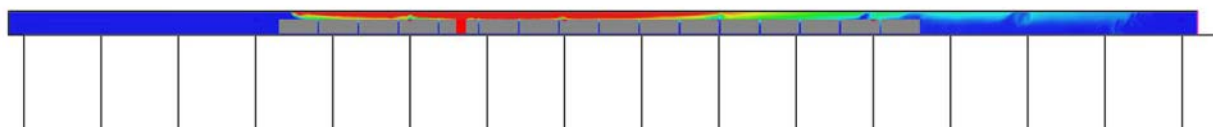
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

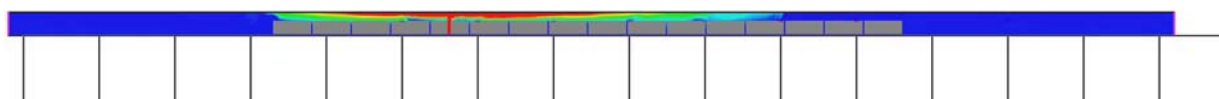


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

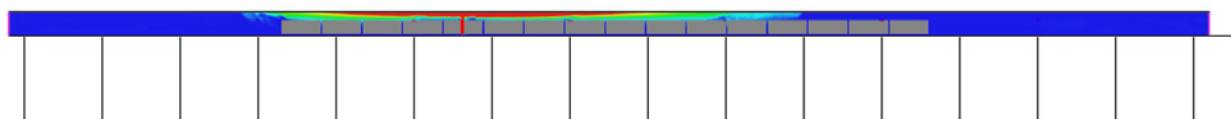


Le successive figure mostrano la mappa di temperatura sul piano in asse della galleria a **6 minuti**:

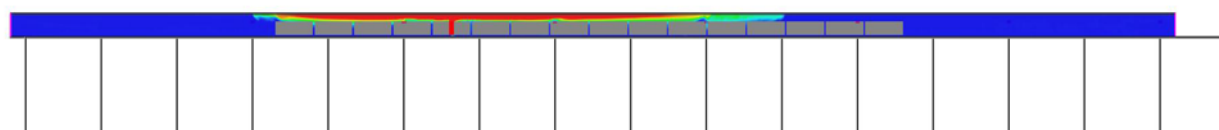
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



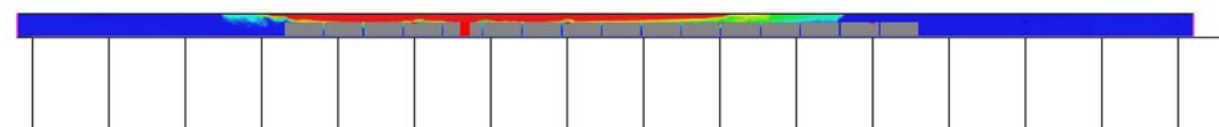
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



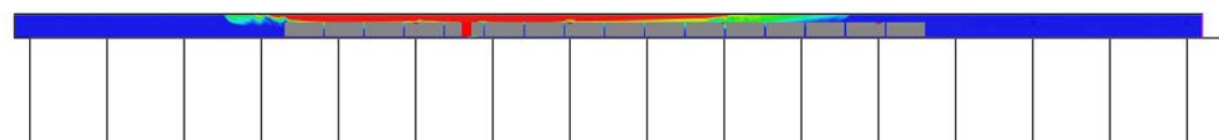
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

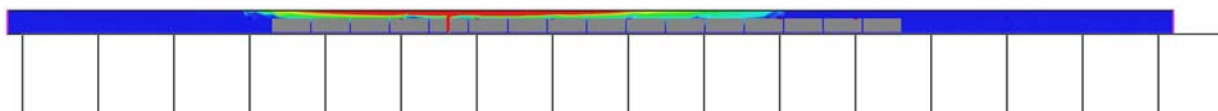


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

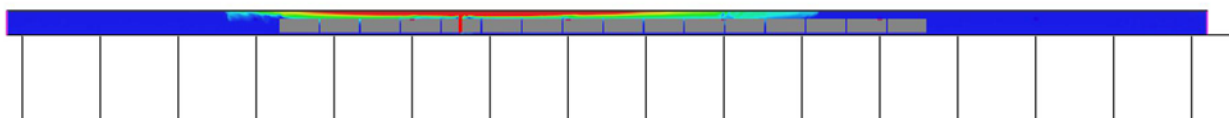


Le successive figure mostrano la mappa di temperatura sul piano in asse della galleria a **8 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



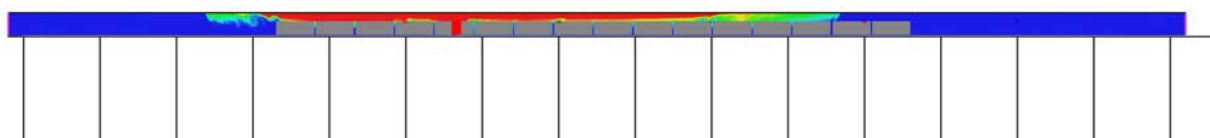
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s

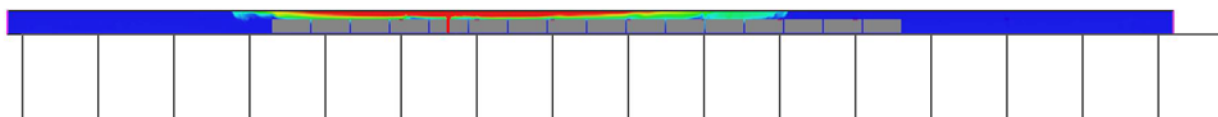


simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

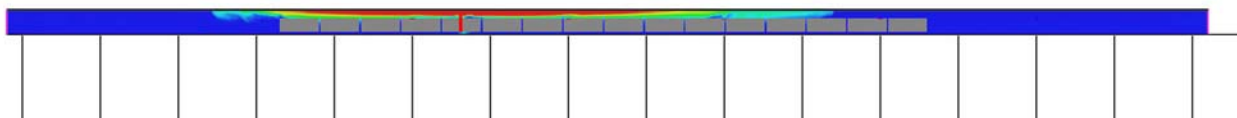


Le successive figure mostrano la mappa di temperatura sul piano in asse della galleria a **10 minuti**:

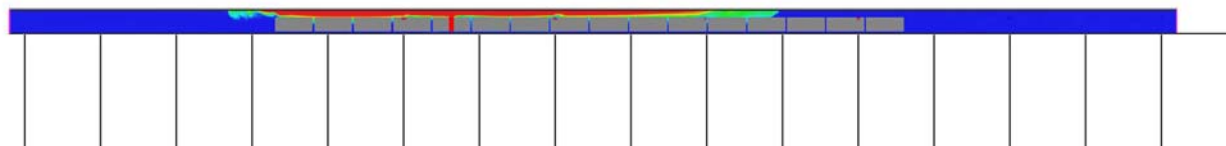
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



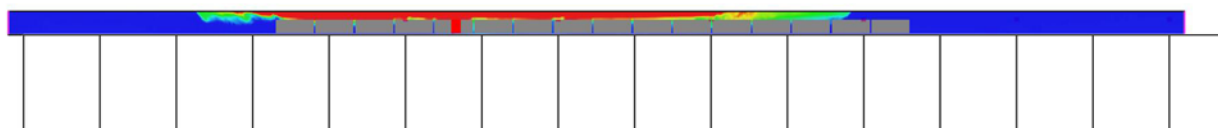
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



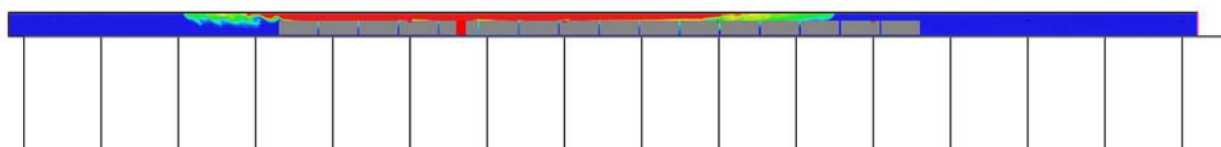
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



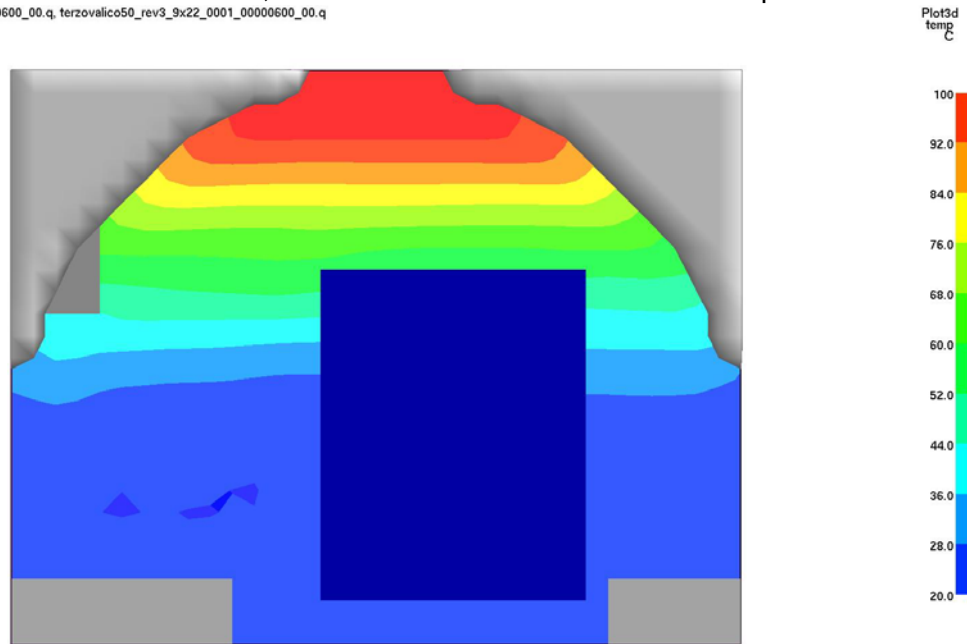
simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s



Le successive figure mostrano la mappa di temperatura sul piano trasversale x=200m ad 80 m di distanza dal focolaio a **10 minuti**:

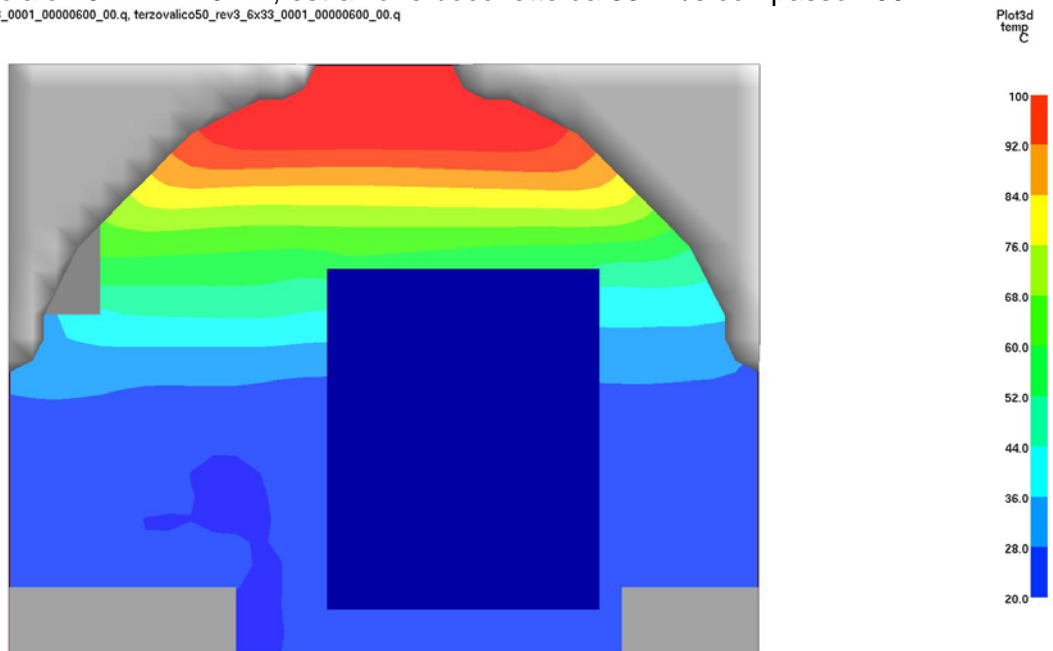
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m

5.6.3 - , terzovalico50_rev3_9x22_0001_00000600_00.q, terzovalico50_rev3_9x22_0001_00000600_00.q



simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m

Smokeview 5.6.3 - , terzovalico50_rev3_6x33_0001_00000600_00.q, terzovalico50_rev3_6x33_0001_00000600_00.q

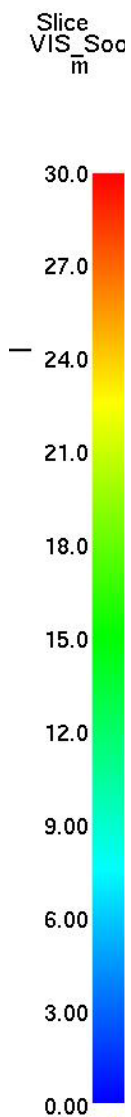


GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
	Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc	Foglio 35 di 55

Risultati: visibilità

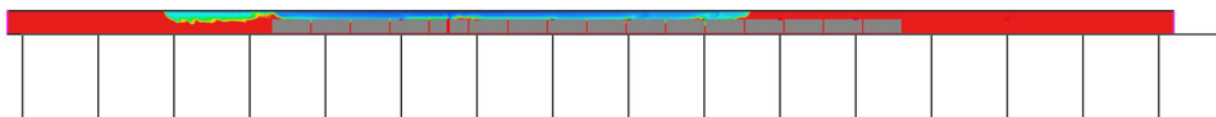
Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio la mappa della visibilità. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10 minuti. In ciascuna pagina sono messi a paragone i risultati ottenuti nel medesimo istante temporale per le diverse simulazioni al fine di agevolarne il confronto.

La scala utilizzata per tracciare la mappa della visibilità è la seguente:

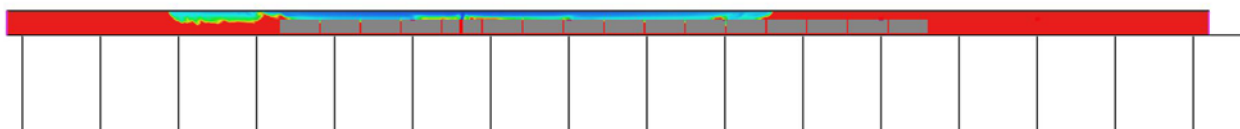


Le successive figure mostrano la visibilità sul piano in asse della galleria a **4 minuti**:

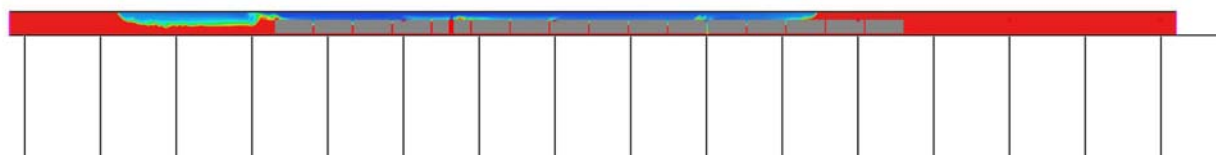
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



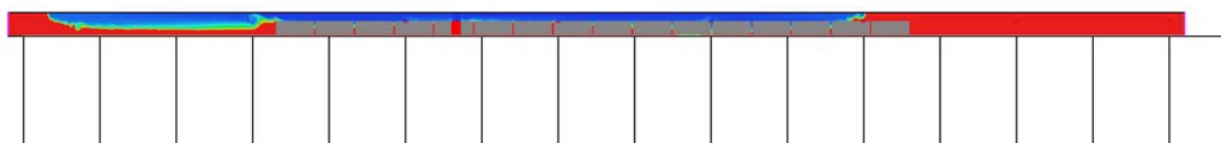
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



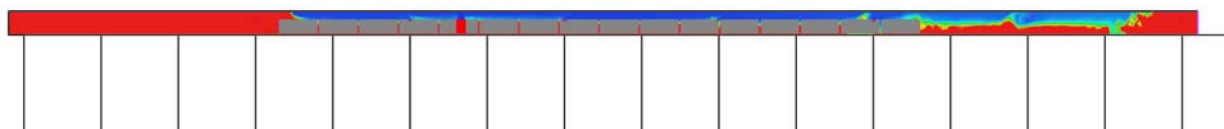
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

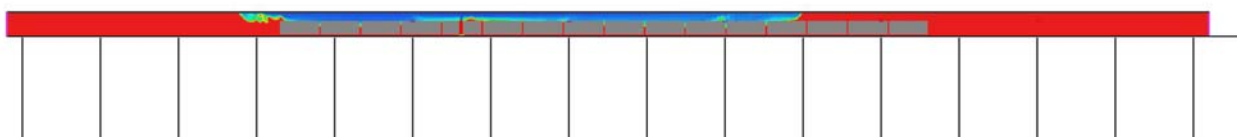


Le successive figure mostrano la visibilità sul piano in asse della galleria a **6 minuti**:

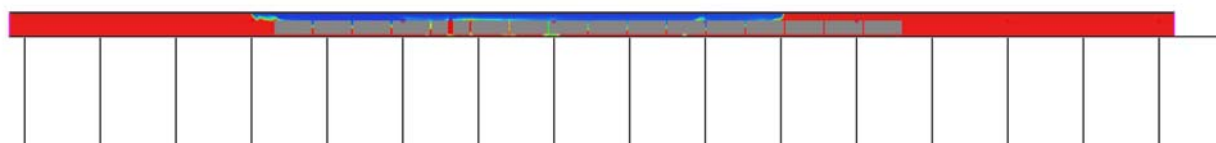
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



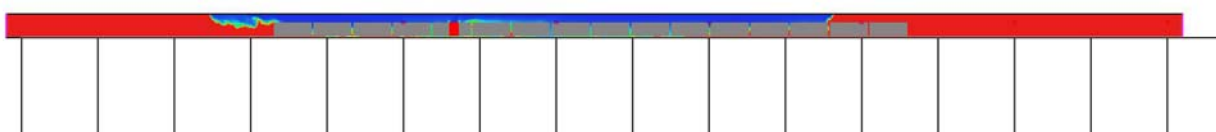
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s



Le successive figure mostrano la visibilità sul piano in asse della galleria a **8 minuti**:

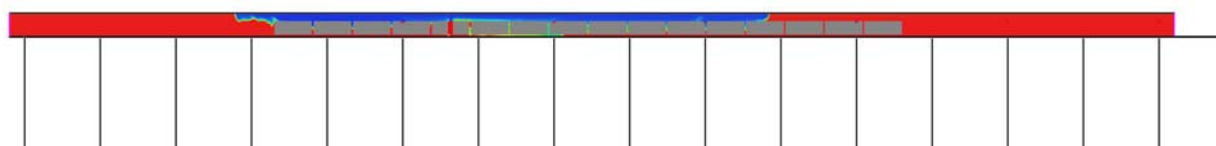
simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



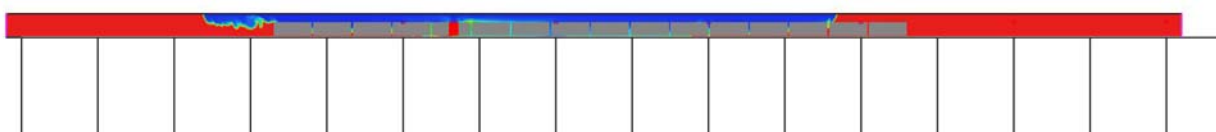
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



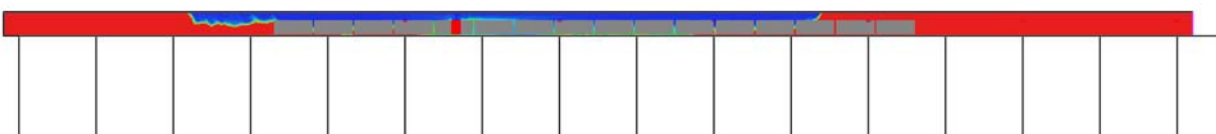
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s

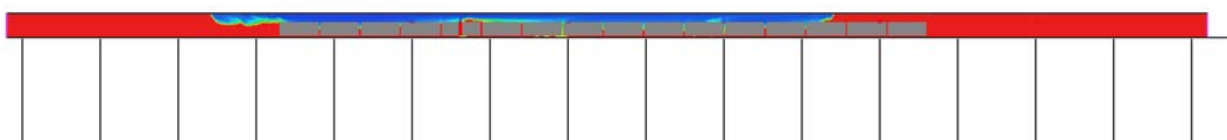


Le successive figure mostrano la visibilità sul piano in asse della galleria a **10 minuti**:

simulazione A: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 22 m³/s con passo 50m



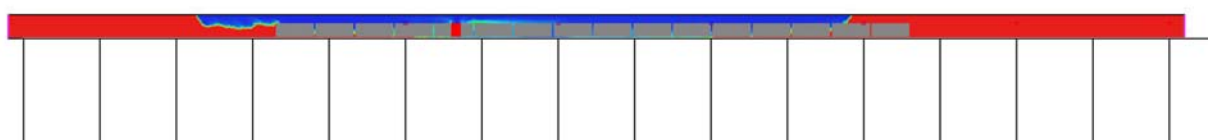
simulazione B: focolaio 20MW in 10min, estrazione bocchette da 33 m³/s con passo 100m



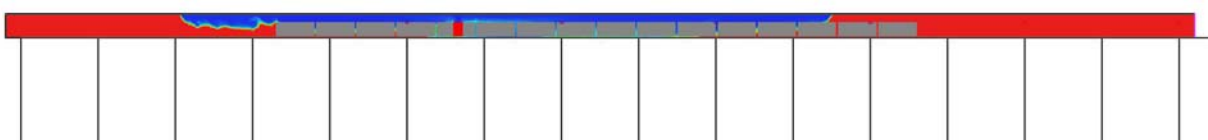
simulazione C: focolaio 50MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione D: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s



simulazione E: focolaio 100MW in 10min, estrazione bocchette da 50 m³/s con passo 100m + 1 da 100 m³/s, v=2m/s



4. Modello tridimensionale di simulazione d'incendio da 900m

Il modello di campo tridimensionale prodotto e le condizioni adottate per la simulazione del flusso del pericolo è stato risolto con codice libero di fluidodinamica numerica tridimensionale Fire Dynamics Simulator. La simulazione riproduce la propagazione dei fumi di un evento di incendio generato da un convoglio merci di 100 MW di potenza massima.

La tabella seguente riassume le principali caratteristiche del modello adottato.

Caratteristiche del modello

Simulazione	F
Codice	FDS (Fire Dynamics Simulator)
Cardinalità	3D
Dimensioni cella	0.5x0.3x0.3m
Porzione di galleria simulata	800m galleria presso la fermata, sezione trasversale 65m ² + 100m di galleria di linea
Numero celle	2.000.000 circa
Sottomodello di turbolenza	Large Eddy Simulation
Sottomodello di combustione	Mixture fraction
Potenza termica generata	100 MW
Tempo di crescita	10 min
Regime	Transitorio
Durata simulazione	20 min

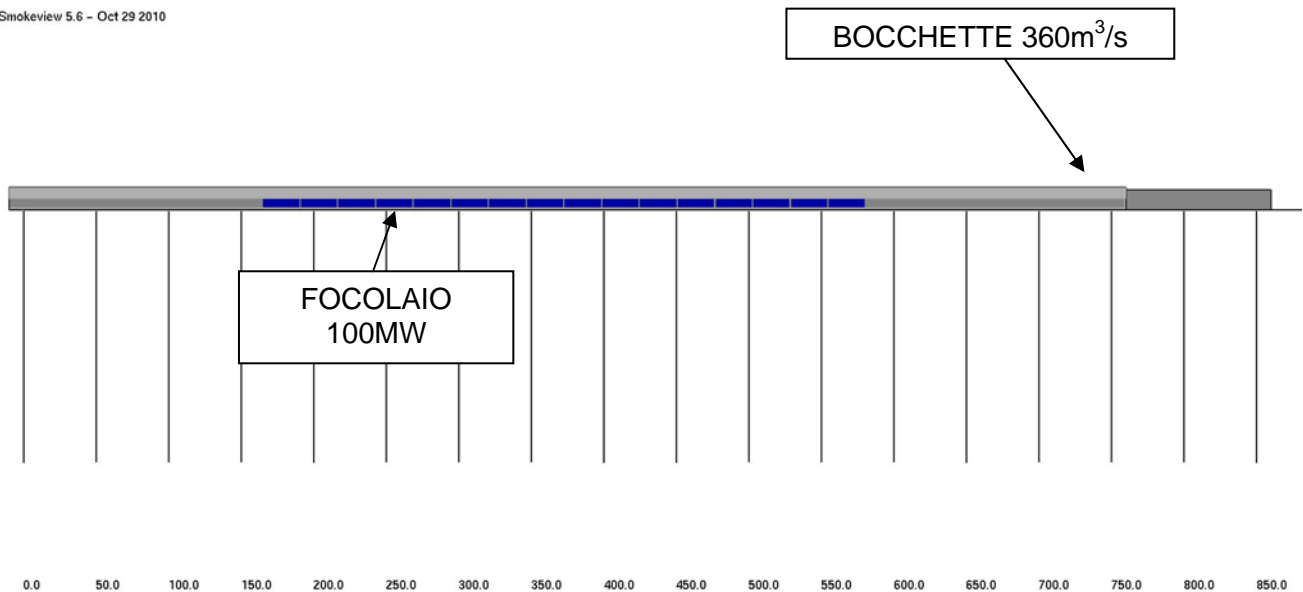
L'obiettivo delle simulazioni è costituito dalla verifica della funzionalità e delle prestazioni dei sistemi di sicurezza, in particolare del sistema di estrazione fumi. Le bocchette di aspirazione, poste in corrispondenza dell'innesto della finestra Val Lemme, hanno una portata di 360 m³/s. L'impianto di estrazione fumi si attiva dopo 3min ed entra a pieno regime dopo 4min dall'inizio della simulazione.

Geometria del modello

Le successive figure mostra il posizionamento delle bocchette di estrazione.

simulazione F: focolaio 100MW in 10min, estrazione 360 m³/s

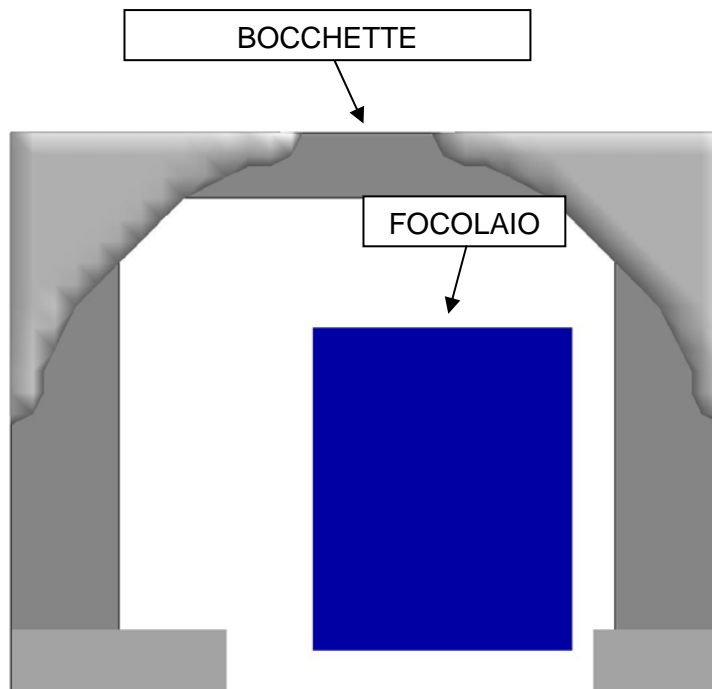
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



mesh: 1

simulazione F: focolaio 100MW in 10min, estrazione 360 m³/s

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

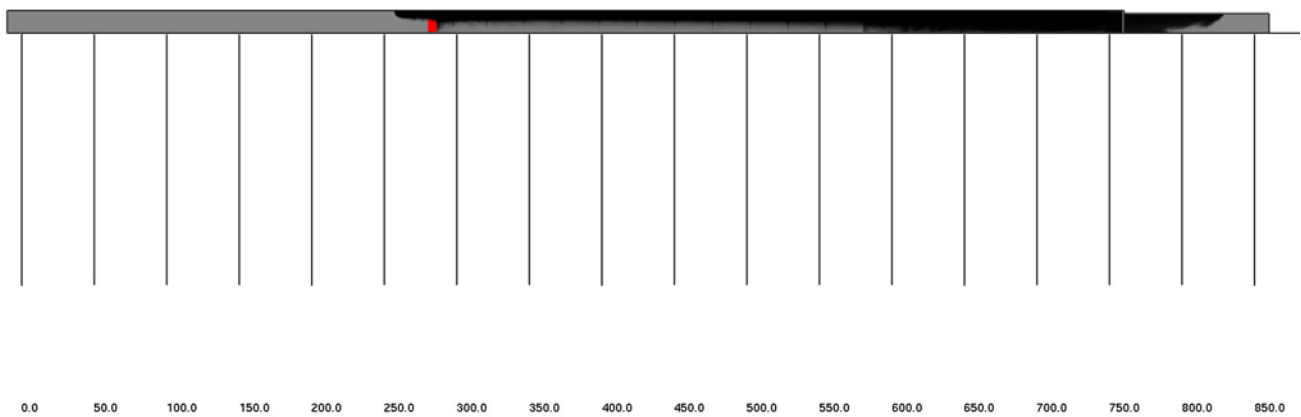


mesh: 1

Risultati: propagazione dei fumi

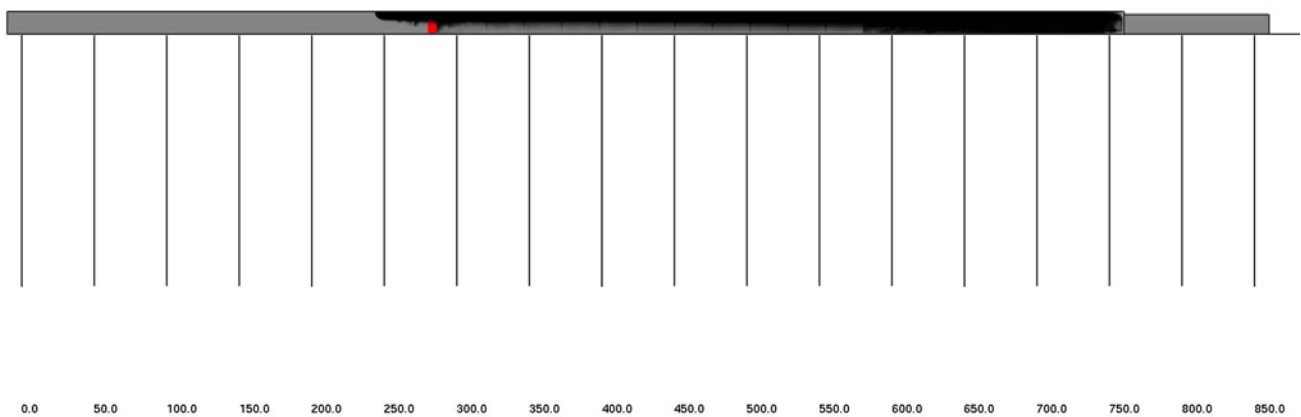
Le simulazioni effettuate mostrano il dettaglio dell'evoluzione del flusso del pericolo per i primi 20 minuti dall'inizio dell'evento, con scansione temporale pari a 4-6-8-10-15-20 minuti.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 240
0:04:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1

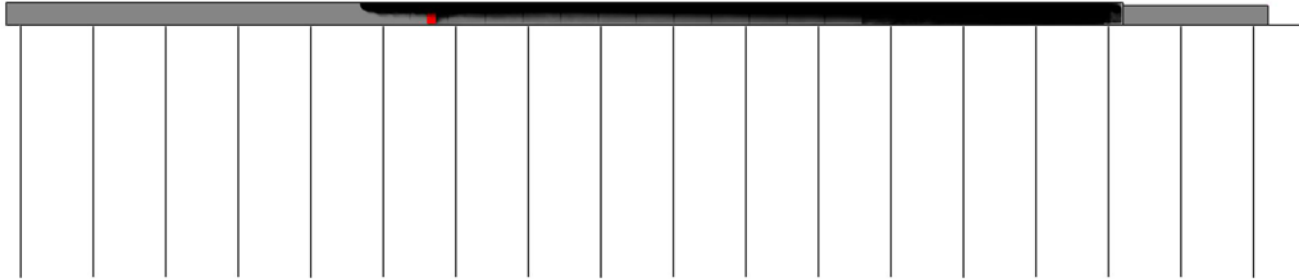


Frame: 360
0:06:00.0

mesh: 1



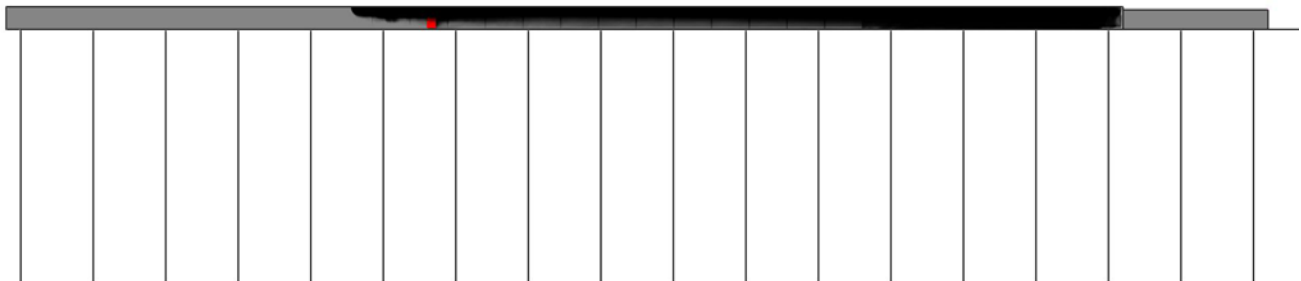
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 480
0:08:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 600
0:10:00.0

mesh: 1





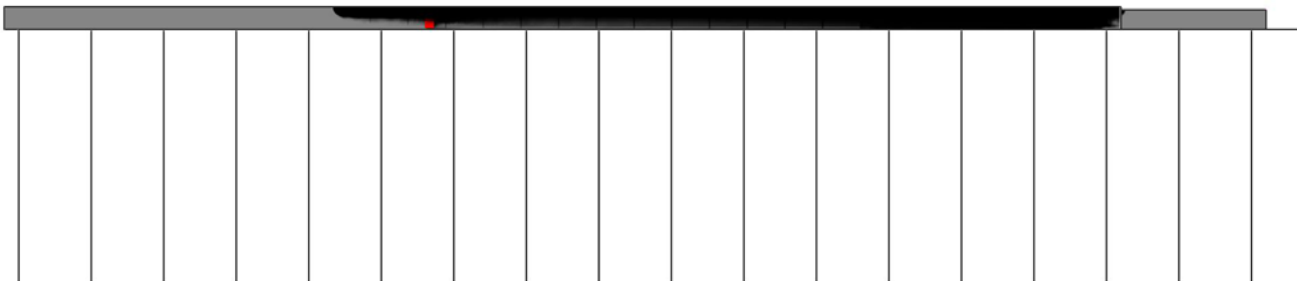
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 900
0:15:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 1200
0:20:00.0

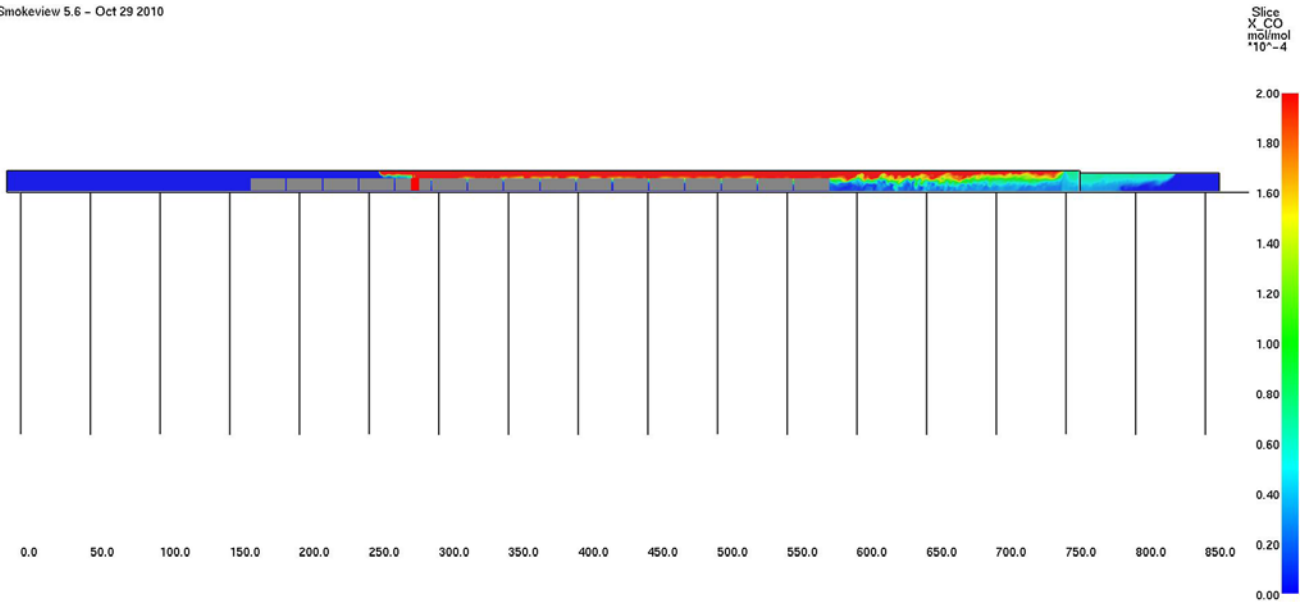
mesh: 1



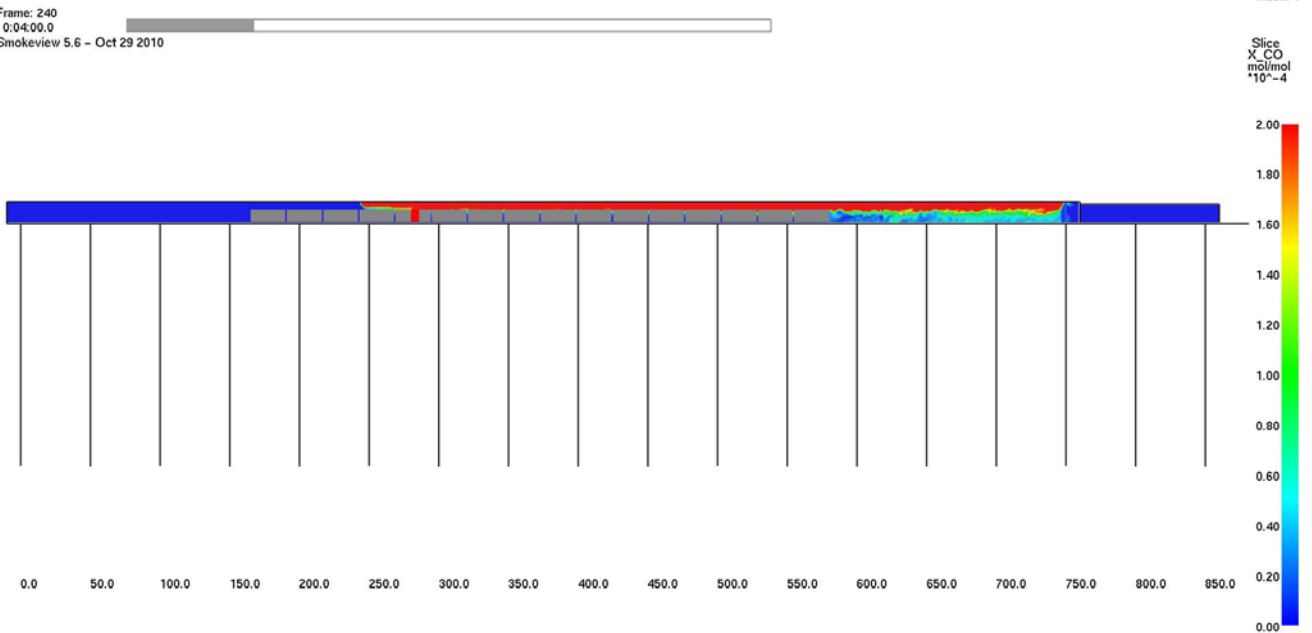
Risultati: concentrazione di Monossido di Carbonio

Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio la concentrazione di Monossido di carbonio. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10-15-20 minuti.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 240
0:04:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 360
0:06:00.0

mesh: 1

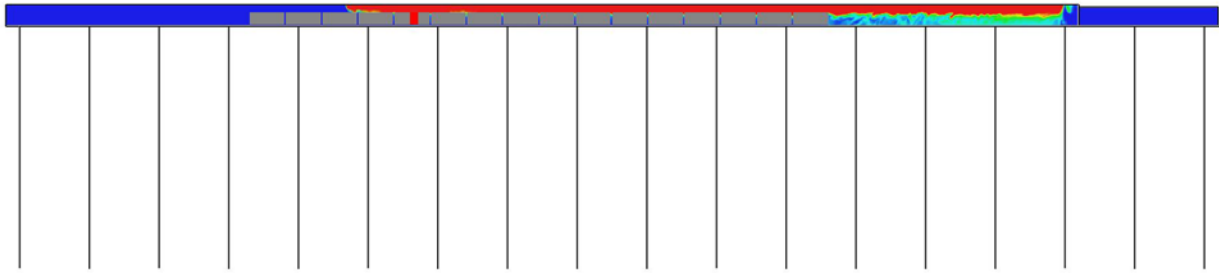


Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

Slice
X_CO
mol/mol
*10^-4



mesh: 1



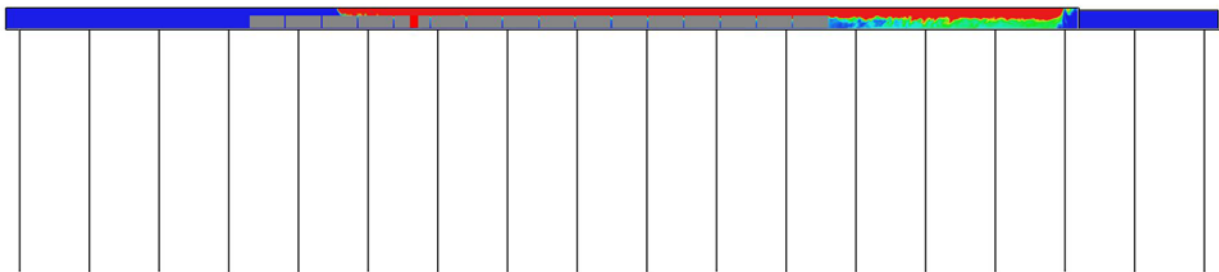
0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 480
0:08:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

Slice
X_CO
mol/mol
*10^-4



mesh: 1



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 600
0:10:00.0



Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

Slice
X_CO
mol/mol
*10^-4

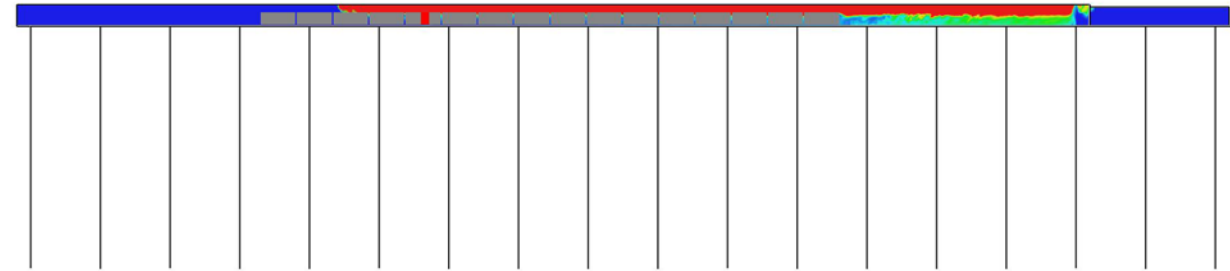


mesh: 1

Slice
X_CO
mol/mol
*10^-4

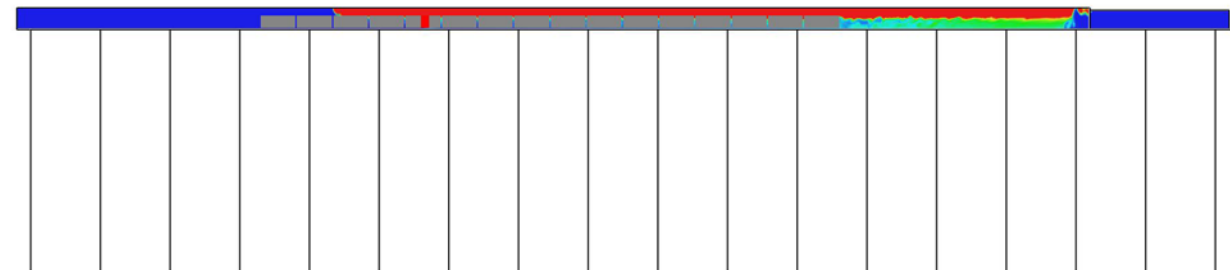


mesh: 1



0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 900
0:15:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



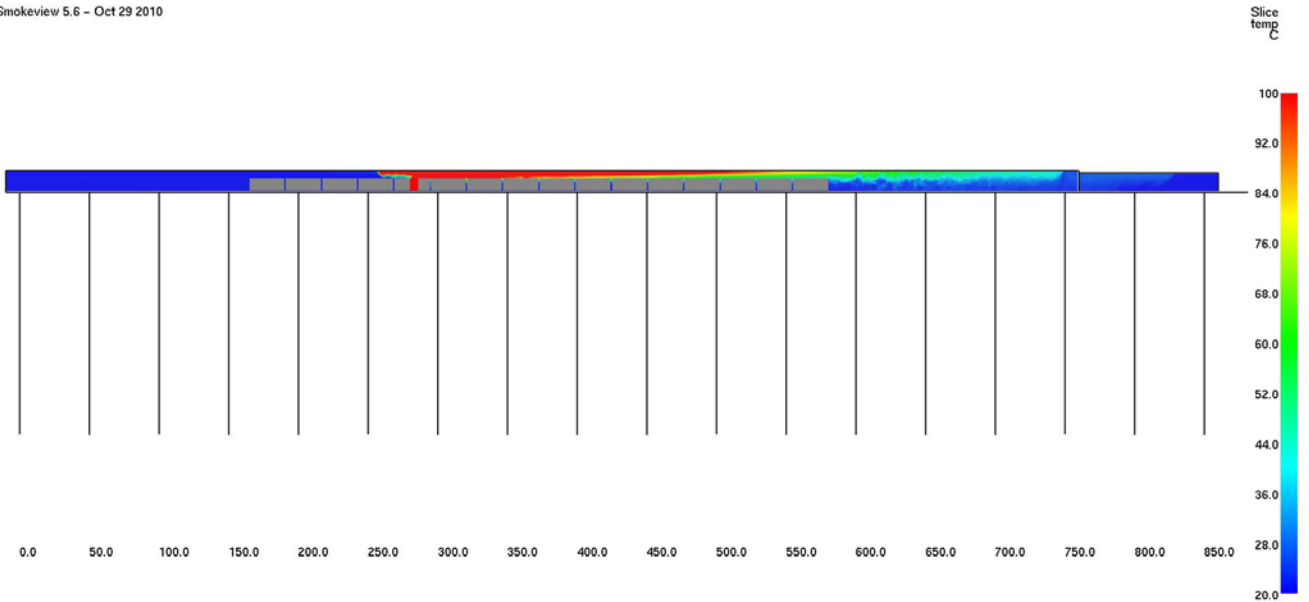
0.0 50.0 100.0 150.0 200.0 250.0 300.0 350.0 400.0 450.0 500.0 550.0 600.0 650.0 700.0 750.0 800.0 850.0

Frame: 1200
0:20:00.0

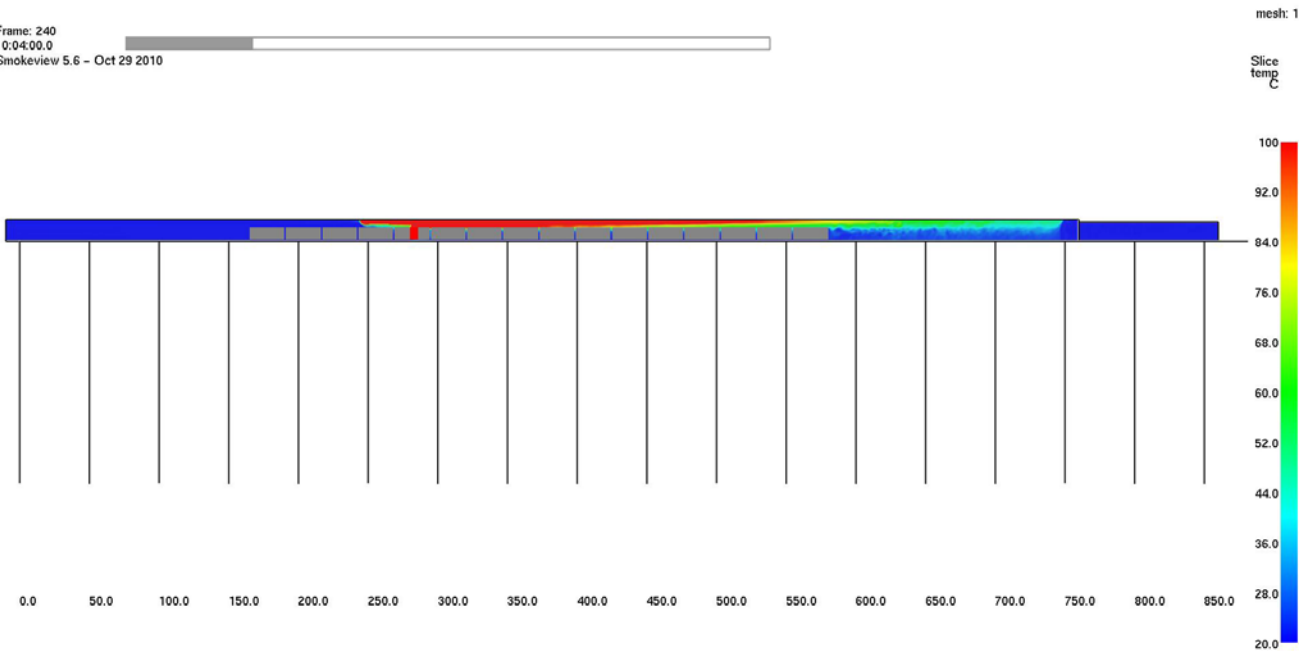
Risultati: andamento della temperatura

Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio l'andamento di temperatura dei fumi caldi. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10-15-20 minuti.

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 240
0:04:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



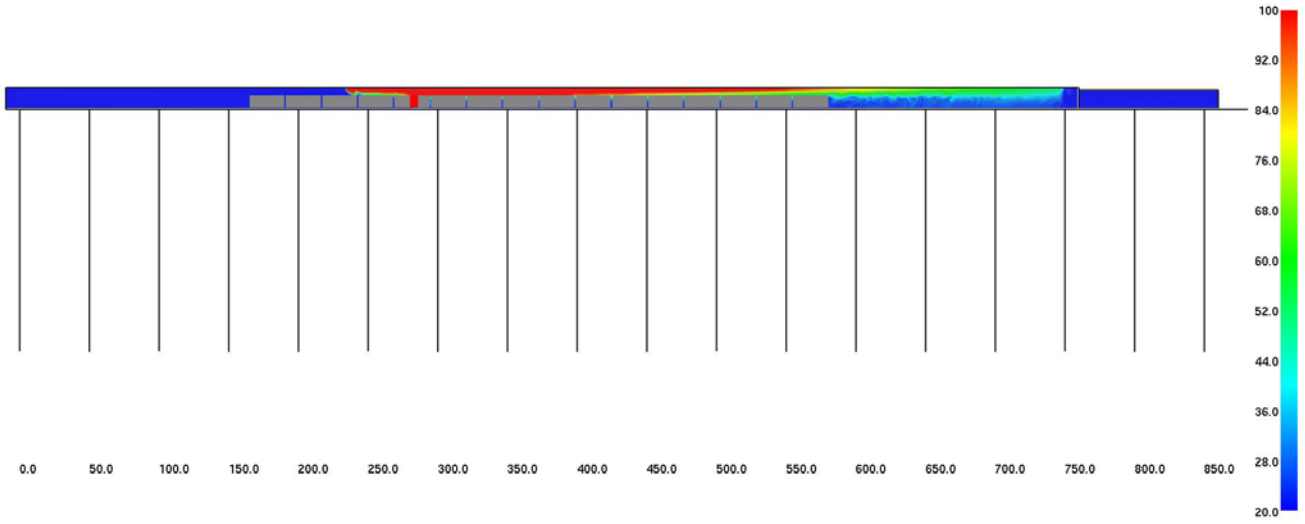
Frame: 360
0:06:00.0

mesh: 1



Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

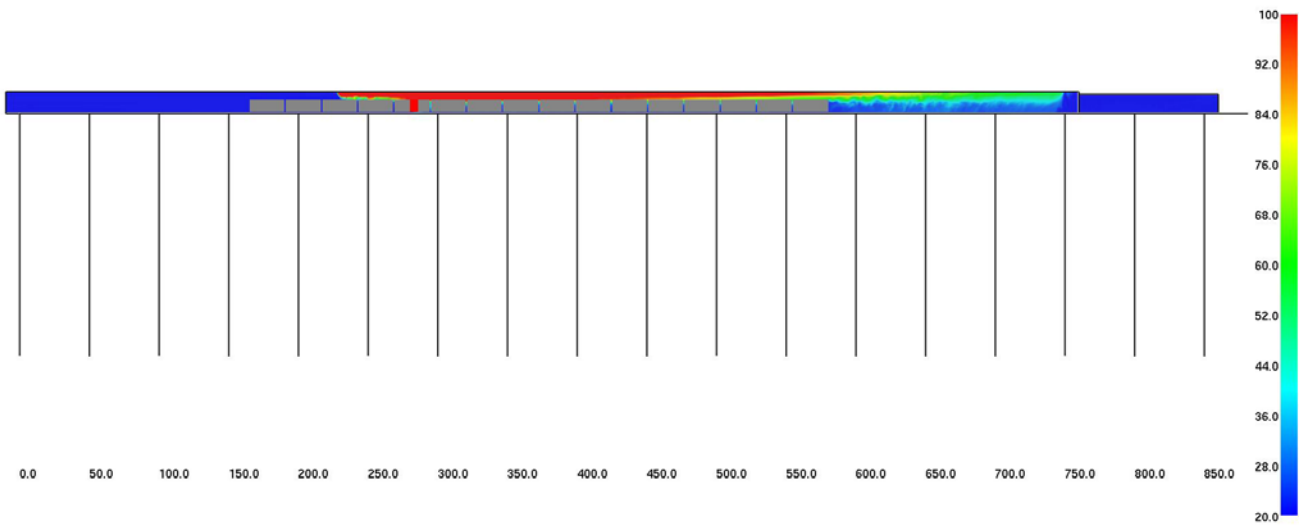
Slice
temp
C



Frame: 480
0:08:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1

Slice
temp
C



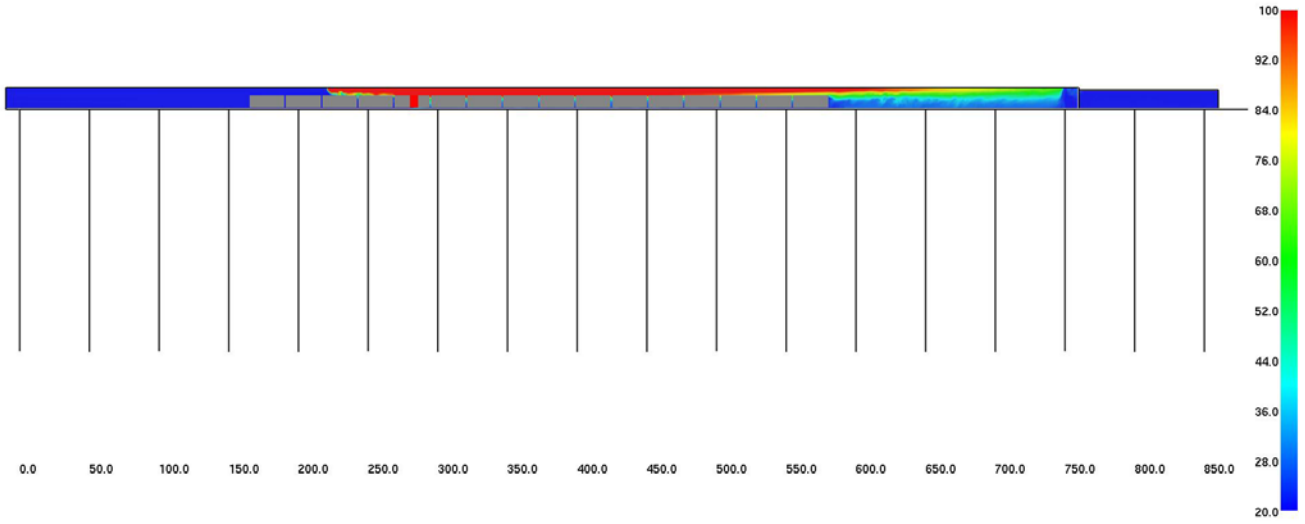
Frame: 600
0:10:00.0

mesh: 1



Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

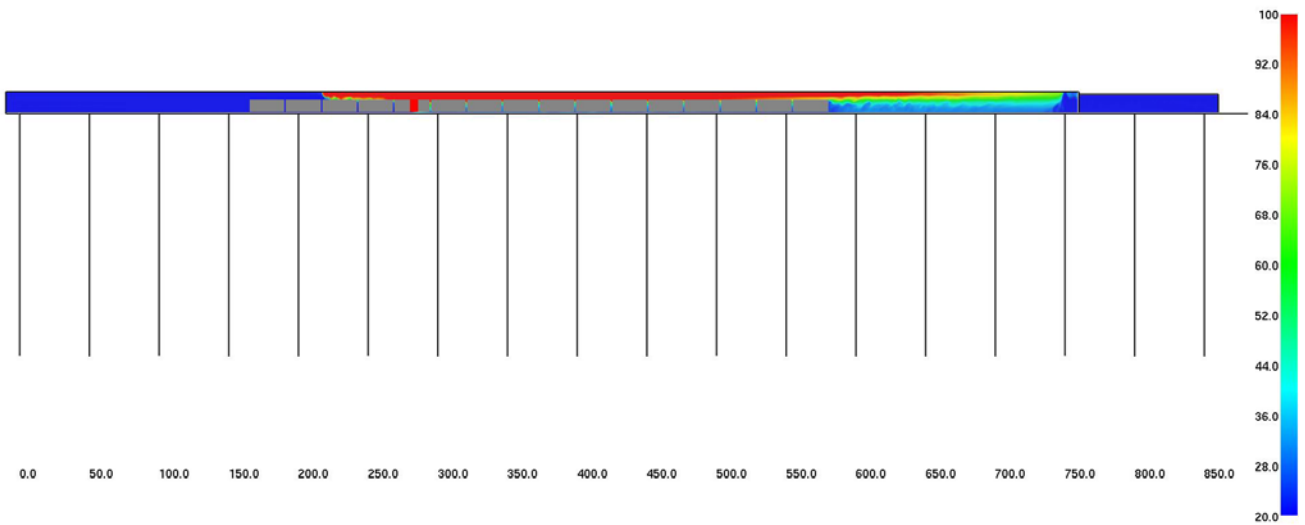
Slice
temp
C



Frame: 900
0:15:00.0
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1

Slice
temp
C



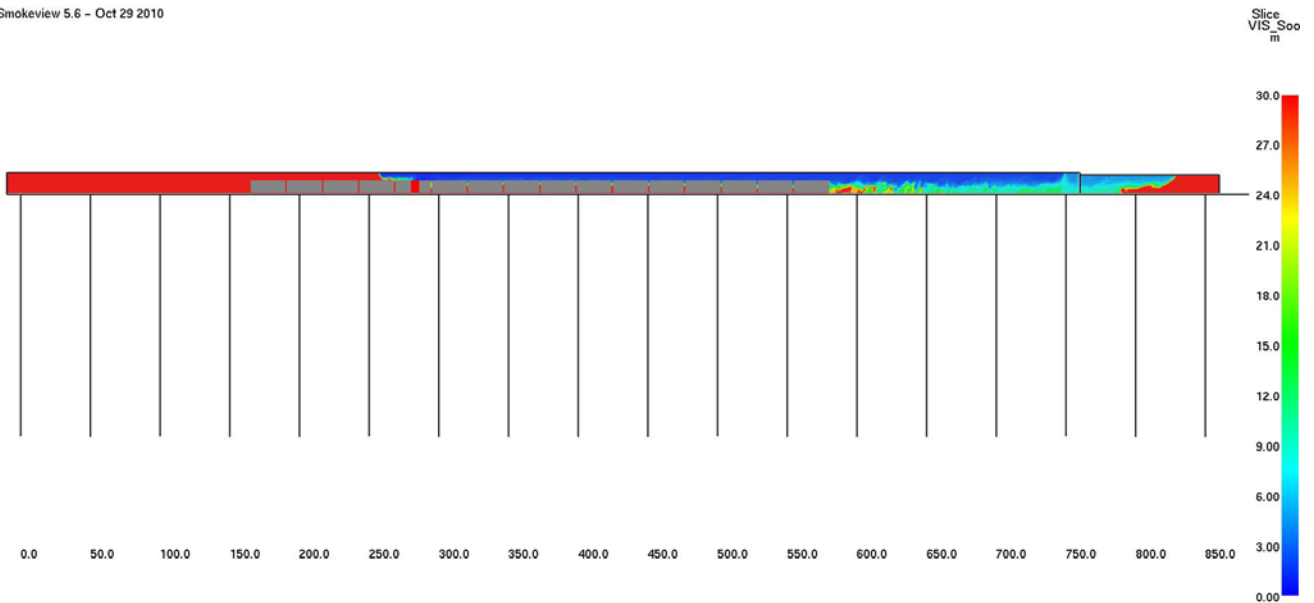
Frame: 1200
0:20:00.0

mesh: 1

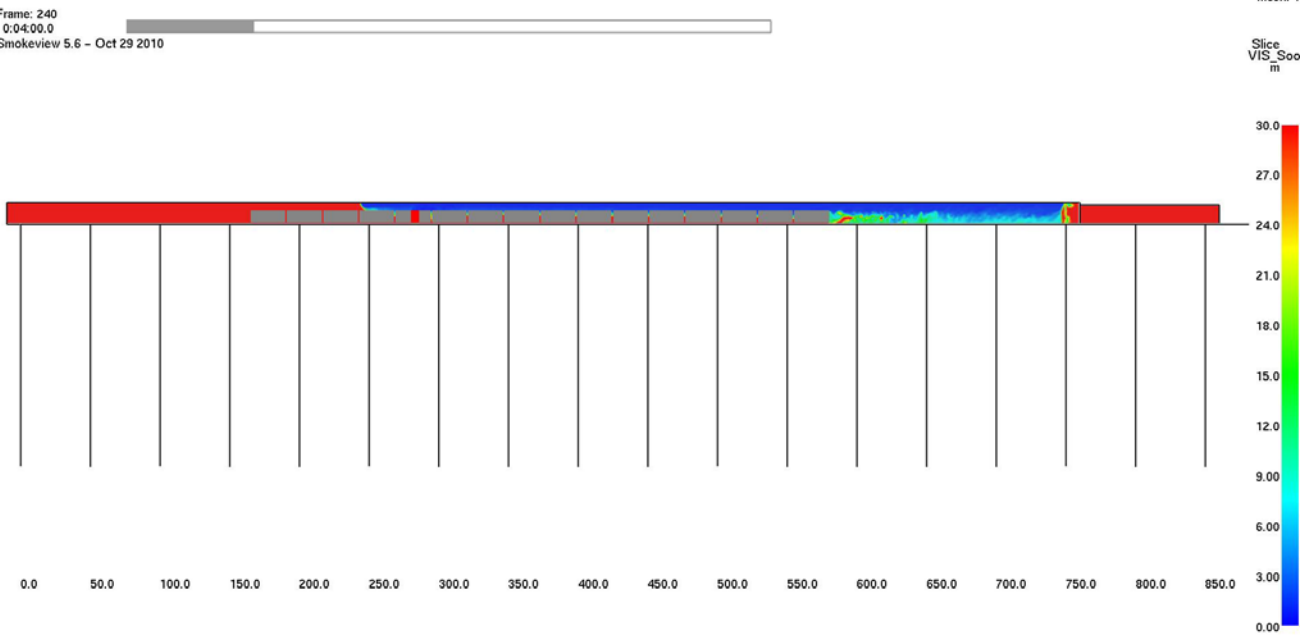
Risultati: visibilità

Le simulazioni effettuate mostrano in dettaglio la mappa della visibilità. Gli istanti di confronto temporale sono 4-6-8-10-15-20 minuti.

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 240
0:04:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 360
0:06:00.0





Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

Slice
VIS_Soo
m

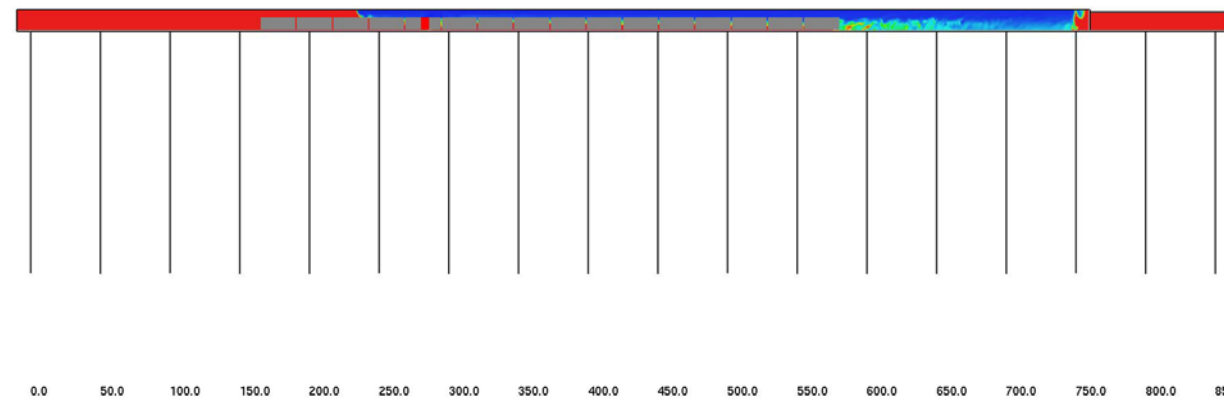


mesh: 1

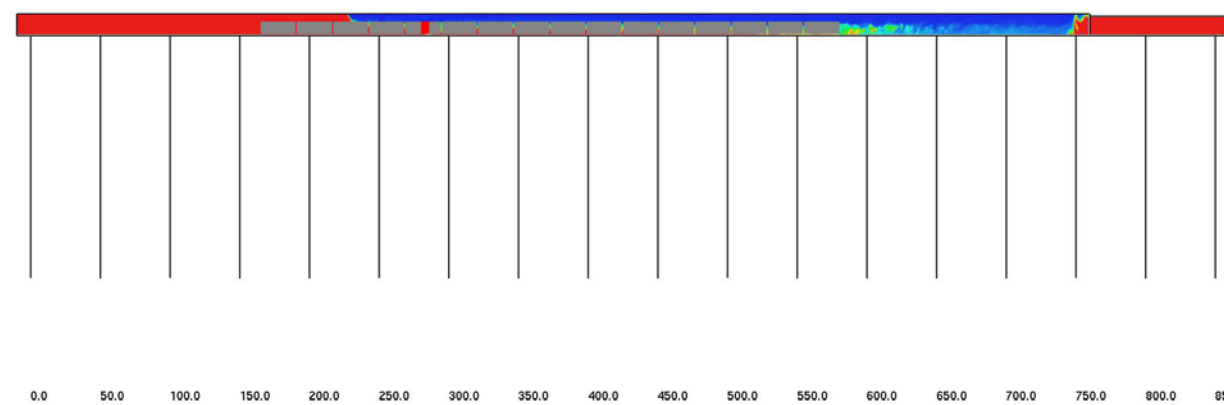
Slice
VIS_Soo
m



mesh: 1



Frame: 480
0:08:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

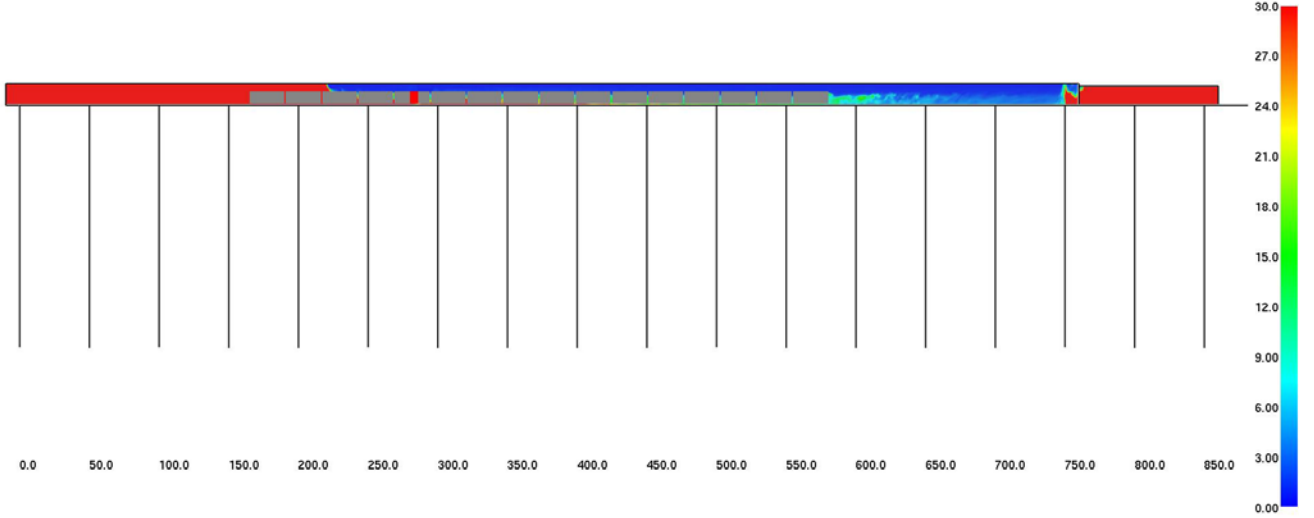


Frame: 600
0:10:00.0



Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

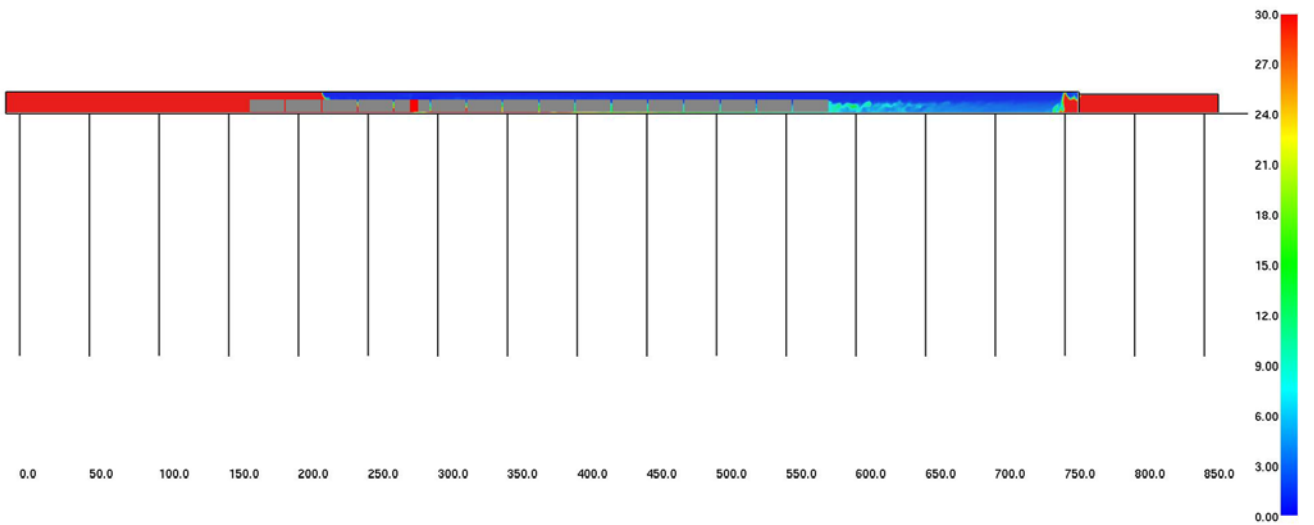
Slice
VIS_Soo
m



Frame: 900
0:15:00.0
Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

mesh: 1

Slice
VIS_Soo
m



Frame: 1200
0:20:00.0

mesh: 1

<p>GENERAL CONTRACTOR</p>  <p>CODIV Consorzio Collegamenti Integrati Veloci</p>	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p>  <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p> <p>Foglio 54 di 55</p>

5. Conclusioni

A seguito dell'incontro del 1 Agosto 2012 tra il GC, i progettisti ed Italferr sono stati individuati degli scenari di riferimento rispetto ai quali valutare le prestazioni del sistema di estrazione fumi definito secondo le richieste della Direzione Tecnica di Italferr.

Il sistema di estrazione fumi proposto prevede la realizzazione di n. 6 punti di estrazione da valutare sulla base dell'interdistanza massima tra le bocchette di estrazione.

Gli scenari individuati sono di seguito sintetizzati:

- treno passeggeri con potenza pari a 20 MW con portata di aspirazione pari a 200 m³/s (simulazione A)
- treno merci con potenza pari a 50 MW con portata di aspirazione pari a 400 m³/s (simulazione C).

La possibilità di realizzare il sistema con 6 bocchette dislocandole su una lunghezza sufficiente ad assicurare l'esodo dal treno, è connessa alla funzionalità dell'impianto con bocchette posizionate ad un'interdistanza pari a 100 m.

Al fine di poter valutare al meglio le prestazioni la fattibilità dell'impianto è stata effettuata un'ulteriore simulazione (Simulazione B) con bocchette ad interdistanza pari a 50 m per il solo caso del treno passeggeri.

I risultati delle simulazioni, espressi in termini di distribuzione dei fumi in galleria, profili di temperatura, concentrazione di monossido di carbonio e visibilità riportati nel presente documento per diversi intervalli temporali, hanno evidenziato che:

- in entrambi gli scenari analizzati con le simulazioni A,B,C l'impianto di ventilazione garantisce condizioni ambientali in corrispondenza della banchina compatibili con le tempistiche, condivise nel corso dei precedenti incontri pari a 6 minuti, prese a riferimento per l'esodo dal treno dei passeggeri e del personale di bordo;
- la configurazione che presenta un'interdistanza tra i punti di estrazione pari a 100 m, rispetto alla configurazione con estrazione ogni 50 m, determina un lieve incremento della porzione di galleria interessata dalla presenza dei fumi ed una minore altezza media dello strato dei fumi pur non compromettendo le condizioni di vivibilità nelle tempistiche individuate.

Nell'ottica dell'ottimizzazione costi-sicurezza la configurazione ottimale è stata individuata in una combinazione mista che prevede una distribuzione delle bocchette estreme ogni 100 m con le tre centrali ogni 50 m, come mostrato negli elaborati di progetto. Le bocchette addensate in posizione centrale, dove è più facile che capitino il treno incendiato, assicurano comunque una copertura di 450 m di galleria che comprende tutto un treno passeggeri. Nel caso del treno merci, anche nel caso di l'incendio in coda, le simulazioni hanno evidenziato che le bocchette a 100 m di distanza sono sufficienti a far sì che l'impianto di ventilazione garantisca la protezione dei macchinisti.

In caso di incendio di treno merci e nelle fasi di intervento dei Vigili del Fuoco è prevista anche l'apertura della bocchetta di estrazione localizzata sull'innesto della finestra al fine di consentire

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 	
	<p>Codifica Documento a301-00-d-cv-sx-gn96-0x-001_g00.doc</p>	<p>Foglio 55 di 55</p>

l'estrazione alla massima portata dell'impianto. Negli elaborati A301-00-D-CV-PX-AI93-C7-001_G00 e A301-00-D-CV-PX-AI93-C7-002_G00 sono riportati i principali schemi di funzionamento.

Sono infine state effettuate simulazioni per la verifica dell'impianto con potenze di incendio dell'ordine dei 100 MW per verificare i limiti dell'impianto stesso anche in caso di incendio di treno trasportante merci pericolose (simulazioni D, E e F).

Le simulazioni condotte evidenziano che l'impianto è in grado di confinare i fumi generati da un incendio di potenza dell'ordine di 100 MW.

In caso di incendio di convoglio merci pericolose si evidenzia che è prevista l'attivazione dell'impianto di spegnimento automatico che è in grado di contenere la potenza dell'incendio generato da una pozza di combustibile liquido a valori inferiori a 100 MW.

Le simulazioni condotte evidenziano quindi che il progetto della sicurezza nel suo complesso, grazie alla presenza dell'impianto di ventilazione ad estrazione distribuita, può risultare sufficiente per ottenere un livello minimo di sicurezza compatibile con le norme vigenti a livello nazionale e comunitario.