

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata.
Relazione Tecnica

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

IV01 00 D 17 RO AI0407 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Butticci	12/2021	G. D'Uva	12/2021	G. Fadda	12/2021	S. Miceli 06/2024
B	Emissione Esecutiva	M. Schettino <i>MS</i>	06/2024	G. Rufo <i>GR</i>	06/2024	M. Firpo <i>M. Firpo</i>	06/2024	

File: IV0100D17ROAI0407001B

n. Elab.:

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
	RELAZIONE TECNICA	PROG. IV01	LOTTO 00	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI 0407 001	REV. B

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Oggetto	4
1.2	Scopo ed obiettivi	4
1.3	Criteri generali di progettazione	4
1.4	Norme e Leggi di riferimento	5
2	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI	6
2.1	Estensione degli impianti	6
2.2	Modalità di funzionamento	6
2.2.1	Funzionamento “benessere”	6
2.2.2	Scenario di emergenza n° 1: treno passeggeri incendiato, arrestato in banchina	7
2.2.3	Scenario di emergenza n° 2: treno merci pericolose incendiato, arrestato in galleria	7
3	DIMENSIONAMENTO	10
3.1	Scenario 1 – Incendio in galleria – Disconnessione fumi	10
3.1.1	Assunzioni e dati di input.	13
3.1.2	Calcolo della portata di disconnessione – metodologia nfpa 502:2017	13
3.1.3	Scenario 1 – disconnessione fumi incendio sottocassa – versante Andora.....	15
3.2	Scenario 2 – disconnessione fumi incendio sopra cassa – versante Andora.	17
3.3	Scenario 3 – disconnessione fumi incendio al di sopra del container – versante Andora.	18
3.4	Conclusioni – metodologia in accordo alla NFPA 502-2017.....	20
3.5	Calcolo della portata di disconnessione – metodologia NFPA 502:2020.....	21
3.5.1	Scenario 1 – disconnessione fumi incendio sottocassa – versante Andora.....	21
3.6	Conclusioni – metodologia in accordo alla NFPA 502-2020.....	23
3.7	Calcolo della portata di estrazione fumi – treno incendiato fermo in stazione	24
3.7.1	Modello assialsimmetrico – portata in massa dei fumi	25

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	3 di 46

3.8	Modello “window plumes” – portata in massa dei fumi.....	27
3.9	Modello “window plumes” – calcolo della portata volumetrica.....	28
3.10	Calcolo del numero minimo di griglie di estrazione	29
4	DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO.....	31
4.1	Architettura dell’impianto	31
4.2	Centrali di ventilazione	31
4.2.1	Centrale Gastaldi - Piano Banchina	31
4.2.2	Centrale Neghelli - Piano Banchina	32
4.2.3	Centrale Neghelli	33
4.3	Modalità di funzionamento e di controllo delle centrali di ventilazione e dell’impianto	34
4.3.1	Funzionamento benessere	34
4.3.2	Funzionamento in emergenza	34
5	SPECIFICHE DELLE APPARECCHIATURE	37
5.1	Ventilatori Assiali	37
5.1.1	Caratteristiche tecniche	37
6	ALLEGATI ALLA RELAZIONE.....	40

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	4 di 46

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

Il presente documento ha per oggetto la descrizione degli impianti di ventilazione e controllo fumi a servizio della Fermata di Alassio, tratta Finale Ligure - Andora.

L'impianto è stato progettato per operare nei seguenti scenari di emergenza:

- a) Treno passeggeri incendiato, fermo in stazione: l'impianto verrà attivato per garantire una stratificazione dei fumi tale da assicurare un'altezza minima libera da fumi per l'intervallo di tempo sufficiente a consentire l'evacuazione dei passeggeri.
- b) Treno merci pericolose incendiato, fermo in galleria: l'impianto verrà attivato per garantire una disconnessione fluidodinamica tra fermata e galleria, tale da evitare che fumi generati in galleria invadano la stazione.

Infine, gli stessi impianti di ventilazione saranno progettati per operare in condizioni di benessere, al fine di assicurare un'adeguata ventilazione del piano banchine e della galleria pedonale centrale.

Le macchine, le apparecchiature ed i materiali che costituiscono gli impianti oggetto di questa relazione saranno conformi alle specifiche tecniche che costituiscono il "DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI - IMPIANTI SAFETY".

1.2 Scopo ed obiettivi

Le opere oggetto del presente intervento comprendono essenzialmente la realizzazione degli impianti di ventilazione e controllo fumi a servizio della stazione sotterranea di Alassio.

1.3 Criteri generali di progettazione

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione.

Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- ✓ semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	5 di 46

- ✓ massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- ✓ frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- ✓ adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell’ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- ✓ sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

1.4 Norme e Leggi di riferimento

- [1] NFPA 92 – Standard for Smoke Control Systems, 2021 Edition. Gli Standard NFPA 92A e 92B sono stati incorporati nella NFPA 92.
- [2] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems, 2020 Edition.
- [3] UNI, documento n° UNI EN 1355-1:2020, intitolato “Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi – Parte 1: Condotte di ventilazione” - emesso nell’ottobre 2020.
- [4] UNI, documento n° UNI EN 1366-8:2005, intitolato “Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi – Parte 8: Condotte di estrazione fumo” - emesso nel febbraio 2005.
- [5] UNI, documento n° UNI EN 1366-9:2008, intitolato “Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi – Parte 9: Condotte di estrazione del fumo per singolo comparto” - emesso nell’agosto 2008.
- [6] UNI, documento UNI EN 13501-4 :2016, intitolato “Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione – Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo” - emesso nel luglio 2016.
- [7] UNI, documento UNI EN 12101-7:2011, intitolato “Sistemi per il controllo di fumo e calore – Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi” - emesso nel giugno 2011.
- [8] Decreto Ministeriale n.37 del 22 Gennaio 2008: "Regolamento e disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";
- [9] NFPA 204 M:2021 Standard for smoke and heat venting;
- [10] NFPA 90 A:2021 Standard for the installation of air-conditioning and ventilating systems;

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV0I	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	6 di 46

2 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI

2.1 Estensione degli impianti

Gli impianti di ventilazione e controllo fumi a servizio della Fermata di Alassio sono previsti per operare sia in regime normale che di emergenza, interessando principalmente il livello banchina. Saranno assicurate le seguenti funzionalità:

- Mantenimento di condizioni accettabili di ventilazione nelle zone occupate dalle persone (funzionamento normale).
- Mantenimento delle condizioni di vivibilità (“tenability conditions”), tramite stratificazione dei fumi, per la durata temporale necessaria all’evacuazione dei passeggeri, nello scenario di treno passeggeri incendiato fermo in banchina.
- Attivazione della “disconnessione fluidodinamica” tra galleria e fermata, nello scenario di treno merci pericolose incendiato, fermo in galleria, al fine di evitare la contaminazione della fermata con i fumi generati dall’incendio in galleria.
- Nella verifica dell’esodo tutte le scale mobili, ad eccezione di una unità considerata in manutenzione, sono considerate in fermata e in mantenimento in posizione.

2.2 Modalità di funzionamento

2.2.1 Funzionamento “benessere”

Nel funzionamento “benessere” (esercizio ordinario) l’aria di rinnovo, immessa dalla sala di ventilazione al piano terra del pozzo di accesso “Neghelli”, sarà ventilata tramite i plenum di ventilazione sia al piano banchina, binario pari e dispari, sia in corrispondenza della galleria pedonale centrale. Tale immissione di aria, oltre ad assicurare il ricambio igienico sanitario richiesto dalla vigente normativa UNI 10339, assicurerà una sovrappressione dell’area pedonale, evacuata tramite i pozzi di sovrappressione e gli imbocchi delle gallerie in prossimità della fermata.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	7 di 46

2.2.2 Scenario di emergenza n° 1: treno passeggeri incendiato, arrestato in banchina

Nel funzionamento in emergenza, con treno “passeggeri” incendiato ed arrestato in banchina, l’impianto di estrazione fumi assicurerà il permanere delle condizioni di vivibilità in banchina per l’intervallo di tempo necessario all’evacuazione, in conformità con i requisiti della linea guida NFPA 130. Gli stessi ventilatori, impiegati per la ventilazione di benessere, saranno progettati per operare nelle condizioni di cimento termomeccanico associato allo scenario di incendio. Pertanto, la centrale di ventilazione sita al piano terra del pozzo Neghelli opererà in estrazione, esclusivamente in corrispondenza del binario affetto dall’evento incidentale. L’ attivazione selettiva delle griglie di estrazione poste sulla sommità dei piani banchina sarà permessa tramite le serrande motorizzate, ubicate nel plenum di ventilazione, in corrispondenza dei by-pass pedonali. L’aria di rinnovo (“aria di make-up”) sarà assicurata tramite i pozzi di equilibrio di fermata e gli adiacenti imbocchi di galleria.

2.2.3 Scenario di emergenza n° 2: treno merci pericolose incendiato, arrestato in galleria

Nello scenario di treno “merci pericolose” incendiato ed arrestato in galleria, l’impianto di estrazione fumi è stato progettato per evitare la propagazione dei fumi nell’area della fermata. Pertanto, sono state progettate due centrali di ventilazione, ubicate presso il piano banchina, operanti secondo i seguenti scenari:

- Disconnessione fumi – versante Andora – Binario Pari – Attivazione di una singola centrale. Questo scenario prevede l’attivazione in estrazione della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, con aria di make-up proveniente dal pozzo equilibratore “Neghelli” e dalla galleria pari, versante Finale Ligure. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:
 - ✓ Serranda di estrazione della centrale Gastaldi, binario pari;
 - ✓ Serranda del pozzo equilibratore Neghelli, binario pari.
- Disconnessione fumi – versante Andora – Binario Pari – Attivazione di due centrali.

Questo scenario prevede l’attivazione sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, in modalità di estrazione, sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, in modalità di immissione. Tale strategia consentirà di pressurizzare la banchina, fornendo, al contempo, l’aria di rinnovo necessaria per l’operatività in estrazione della centrale “Gastaldi”. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale “Gastaldi”, binario pari;

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	8 di 46

✓ Serranda di immissione della centrale “Neghelli”, binario pari.

- Disconnessione fumi – versante Andora – Binario Dispari – Attivazione di una singola centrale. Questo scenario prevede l’attivazione in estrazione della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, con aria di make-up proveniente dal pozzo equilibratore “Neghelli” e dalla galleria dispari, versante Finale Ligure. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale Gastaldi, binario dispari;
- ✓ Serranda del pozzo equilibratore Neghelli, binario dispari.

- Disconnessione fumi – versante Andora – Binario Dispari – Attivazione di due centrali.

Questo scenario prevede l’attivazione sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, in modalità di estrazione, sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, in modalità di immissione. Tale strategia consentirà di pressurizzare la banchina, fornendo, al contempo, l’aria di rinnovo necessaria per l’operatività in estrazione della centrale “Gastaldi”. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale “Gastaldi”, binario dispari;
- ✓ Serranda di immissione della centrale “Neghelli”, binario dispari.

- Disconnessione fumi – versante Finale Ligure – Binario Pari – Attivazione di una singola centrale. Questo scenario prevede l’attivazione in estrazione della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, con aria di make-up proveniente dal pozzo equilibratore “Gastaldi” e dalla galleria pari, versante Andora. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale Neghelli, binario pari;
- ✓ Serranda del pozzo equilibratore Gastaldi, binario pari.

- Disconnessione fumi – versante Finale Ligure – Binario Pari – Attivazione di due centrali.

Questo scenario prevede l’attivazione sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, in modalità di estrazione, sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, in modalità di immissione. Tale strategia consentirà di pressurizzare la banchina, fornendo, al contempo, l’aria di rinnovo necessaria per l’operatività in estrazione della centrale “Neghelli”. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale “Neghelli”, binario pari;

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	9 di 46

- ✓ Serranda di immissione della centrale “Gastaldi”, binario pari.
- Disconnessione fumi – versante Finale Ligure – Binario Dispari – Attivazione di una singola centrale.

Questo scenario prevede l’attivazione in estrazione della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, con aria di make-up proveniente dal pozzo equilibratore “Gastaldi” e dalla galleria dispari, versante Andora. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale Neghelli, binario dispari;
- ✓ Serranda del pozzo equilibratore Gastaldi, binario dispari.
- Disconnessione fumi – versante Finale Ligure – Binario Dispari – Attivazione di due centrali.

Questo scenario prevede l’attivazione sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Neghelli”, in modalità di estrazione, sia della centrale di ventilazione posta al piano banchina, in prossimità del pozzo di accesso “Gastaldi”, in modalità di immissione. Tale strategia consentirà di pressurizzare la banchina, fornendo, al contempo, l’aria di rinnovo necessaria per l’operatività in estrazione della centrale “Neghelli”. Tutte le serrande motorizzate al piano banchina devono risultare chiuse, ad eccezione delle seguenti:

- ✓ Serranda di estrazione della centrale “Neghelli”, binario dispari;
- ✓ Serranda di immissione della centrale “Gastaldi”, binario dispari.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	10 di 46

3 DIMENSIONAMENTO

Si riportano di seguito le procedure di dimensionamento considerate per determinare le caratteristiche prestazionali dei ventilatori previsti per le centrali della fermata di Alassio.

Nel successivo capitolo viene illustrata la descrizione di tali ventilatori, dei relativi aggregati e delle rispettive funzionalità.

3.1 Scenario 1 – Incendio in galleria – Disconnessione fumi

Il dimensionamento per lo scenario “pozzo di disconnessione” si basa sul calcolo della velocità critica. Tale velocità, nell’ambiente di galleria, deve essere intesa come la velocità longitudinale, a monte dell’incendio, alla quale il back-layering, cioè il movimento del fumo in direzione contraria al flusso dell’aria, viene annullato.

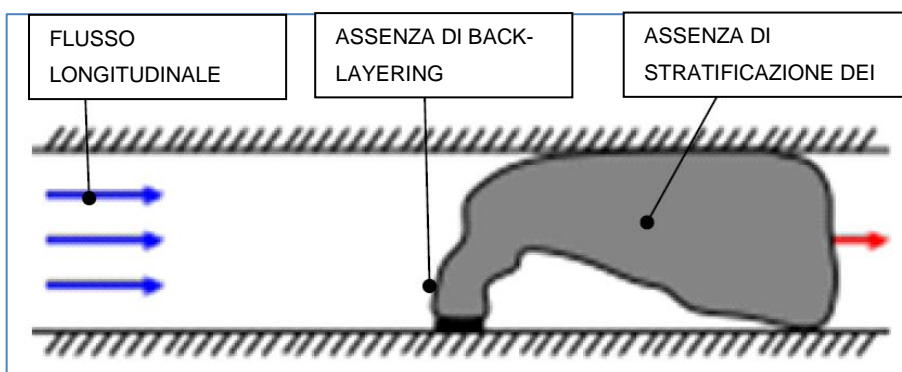


Figura 1 - Rappresentazione della velocità critica nel tunnel

I principali riferimenti per il calcolo della velocità critica sono i seguenti:

- ✓ NFPA 502;
- ✓ Pubblicazioni PIARC.
- ✓

I parametri significativi per il calcolo della velocità critica sono i seguenti:

- ✓ Altezza della galleria sopra la sorgente di incendio;
- ✓ L’area libera trasversale del tunnel dove il pennacchio di fumo raggiunge il soffitto;
- ✓ La pendenza della galleria in direzione longitudinale;
- ✓ Il calore rilasciato dall’incendio.

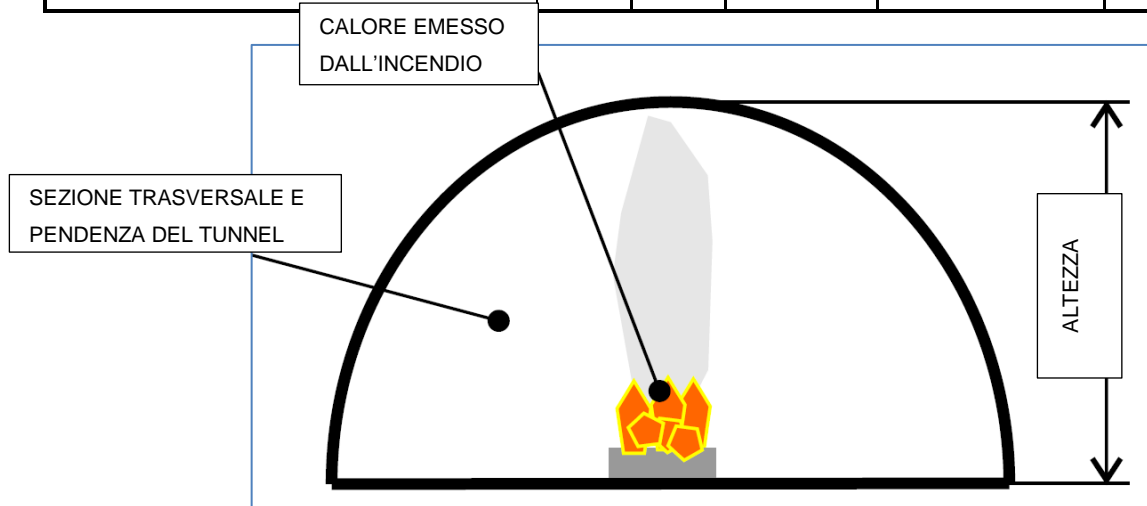


Figura 2 - Parametri significativi per il calcolo della velocità critica

Il calcolo della velocità critica in gallerie ferroviarie mediante l'applicazione diretta della metodologia proposta per gallerie stradali risulta affetta dalle seguenti criticità:

- Occlusione generata dalla superficie del treno all'interno della galleria. I seguenti dati di ingresso sono stati considerati:

- ✓ Hitachi Rock (ETR521):

Larghezza: 2800 mm;

Altezza: 4300 mm.

- ✓ Locomotore E414:

Larghezza: 3020 mm;

Altezza: 4000 mm.

Pertanto, l'adozione dell'intera sezione trasversale della galleria conduce a determinazioni conservative.

- L'incendio di un convoglio ferroviario può presentare diverse casistiche:
 - ✓ Incendio sotto cassa;
 - ✓ Incendio all'interno del treno (per esempio di bagagli dei passeggeri);
 - ✓ Incendio sopra-cassa (casistica tipica dei treni merci).

Per ciascuna tipologia di evento deve essere considerata una diversa altezza del pennacchio di fumo (h_1 , h_2 ed h_3 nella figura seguente). Anche la sezione trasversale della galleria varia in funzione dell'altezza considerata.

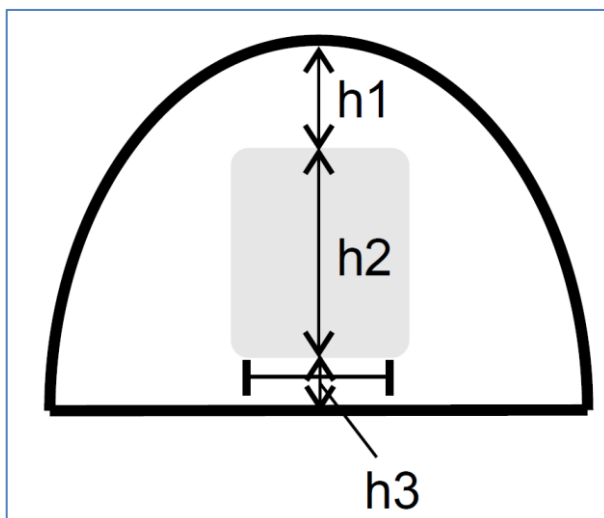


Figura 3 - Casistiche di incendio in una galleria ferroviaria

- Il carico di incendio maggiore è ovviamente associabile al trasporto merci, con probabile incendio sovra cassa, ma l'altezza h_1 è a sua volta strettamente dipendente dalla tipologia di vagoni.
- Nel caso di incendio all'interno di un treno passeggeri, l'altezza del pennacchio di fumo pari ad h_2 dovrebbe essere considerata, sebbene, in tale caso, il carico di incendio non sia direttamente esposto al flusso dell'aria longitudinale (requisito primario per la determinazione della velocità critica).

Infine, occorre sempre ricordare che il carico di incendio assunto come dato di ingresso, risulta essere sempre un valore teorico, desunto da esperimenti di incendio statici o dall'analisi dei materiali costituenti e/o trasportati nel treno. Tali approcci non considerano tipicamente l'influenza della ventilazione longitudinale in termini di trasporto di ossigeno sulla sorgente di incendio. Infatti, definito uno scenario di incendio di progetto, il valore massimo della potenza di incendio disponibile (HRR) in funzione del flusso d'aria longitudinale, è pari a:

$$HRR = Q_{max} = V \eta_{Ox} \rho_{Ox} \dot{\Delta} H_{Cox} 10^3 \text{ (kW)},$$

dove:

- V è la portata volumetrica di aria (m^3/s);
- η_{Ox} è la frazione molare di ossigeno (assunta pari a 0.21);
- ρ_{Ox} è la densità dell'ossigeno pari ad $1 \text{ kg}/m^3$ alle condizioni di temperatura e pressione standard;
- ΔH_{Cox} è il calore di combustione per ossidazione dell'ossigeno, assunto pari a 13 kJ/g .

Pertanto, il massimo valore della potenza di incendio possibile in funzione della portata d'aria disponibile è pari a:

$$\dot{Q}_{max} = 2.73 \times V \text{ (MW)}.$$

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	13 di 46

In conclusione, assumendo un carico di incendio di progetto pari a 150 MW, il valore teorico di portata volumetrica massima è pari a circa 55 m³/s.

3.1.1 Assunzioni e dati di input.

Le seguenti assunzioni sono state considerate per il dimensionamento del sistema di disconnessione fumi:

- Massima potenza di incendio: 150 MW;
- Caratteristiche geometriche Galleria Alassio, versante Albenga:
 - ✓ Progressiva imbocco piazzale Albenga: PK 87+117 con quota piano ferro pari a 26.0 m;
 - ✓ Progressiva ingresso stazione Alassio: PK 91+852 con quota piano ferro pari a -7.55 m;
 - ✓ Pendenza della galleria: -0.85 %;
 - ✓ Area della sezione trasversale: circa 53 m² misurati al di sopra del piano del ferro.
- Caratteristiche geometriche Stazione di Alassio:
 - ✓ Progressiva imbocco stazione versante Albenga: PK 91+852 con quota piano ferro pari a -7.55 m;
 - ✓ Progressiva imbocco stazione versante Andora: PK 92+252 con quota piano ferro pari a -7.55 m;
 - ✓ Area della sezione trasversale: circa 48 m² misurati al di sopra del piano del ferro.
- Caratteristiche geometriche Galleria Alassio, versante Andora:
 - ✓ Progressiva imbocco stazione versante Andora: PK 92+252 con quota piano ferro pari a -7.55 m;
 - ✓ Progressiva imbocco piazzale Andora: PK 96+861 con quota piano ferro pari a 17.3 m;
 - ✓ Pendenza della galleria: +1.02%;
 - ✓ Area della sezione trasversale: circa 53 m² misurati al di sopra del piano del ferro.
- Frazione di calore trasmessa tramite convezione: 70%.

3.1.2 Calcolo della portata di disconnessione – metodologia nfpa 502:2017

L'applicazione della metodologia di calcolo prevista nella normativa tecnica NFPA 502:2017, propone il calcolo della velocità critica tramite la risoluzione del seguente sistema di equazioni non lineari:

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	14 di 46

$$V_c = K_1 K_g \left(\frac{gHQ}{\rho C_p A T_f} \right)^{1/3},$$

$$T_f = \left(\frac{Q}{\rho C_p A V_c} \right) + T,$$

dove:

V_c = velocità critica (m/s);

K_1 = 0.606 (fattore di Froude), in accordo con la seguente tabella

Q (MW)	K_1
>100	0.606
90	0.62
70	0.64
50	0.68
30	0.74
<10	0.87

Tabella 1 – Calcolo del fattore di Froude in funzione del potere di incendio

K_g = fattore di pendenza;

g = accelerazione di gravità (m/s²);

H = altezza della galleria in corrispondenza dell'incendio;

Q = calore trasmesso all'aria (calore convettivo in kW);

ρ = densità media dell'aria a monte dell'incendio (kg/m³);

C_p = calore specifico dell'aria (kJ/kg K);

A = area perpendicolare al flusso longitudinale (m²);

T_f = temperatura media dei fumi in prossimità dell'incendio (K);

T = temperatura di approccio dell'aria a monte dell'incendio (K).

Il fattore di pendenza della galleria sarà calcolato in aderenza con il diagramma seguente.

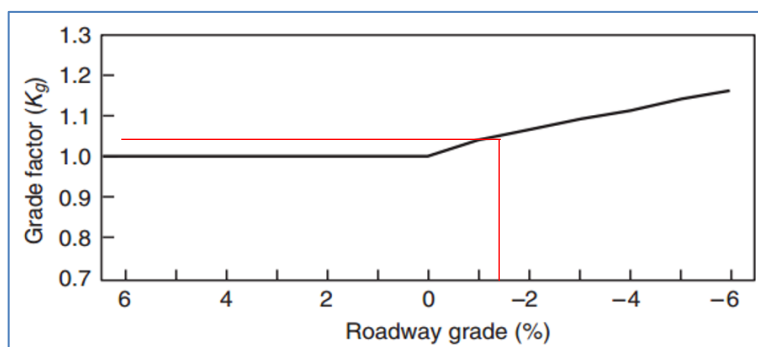


Figura 4 - Fattore di pendenza della galleria di Alassio per il calcolo della velocità critica.

3.1.3 Scenario 1 – disconnessione fumi incendio sottocassa – versante Andora.

Considerando i seguenti dati di ingresso,

Dati di Ingresso	
Altezza della Galleria (H) =	7.2 m
Potenza di incendio convettiva (Q) =	105000 kW
Area perpendicolare al flusso longitudinale (A) =	53 m ²
Inclinazione di Galleria (%) =	-1.03 %
Temperatura di approccio dell'aria (T) =	24 °C

Tabella 2 - Dati di ingresso scenario n° 1

Si ottengono i dati di uscita di seguito riportati:

Dati di uscita	
Velocità critica (V _C) =	3.2917 m/sec
Temperatura del fumo (T _i) =	528.19 °C
Fattore di inclinazione (K _g) =	1.03
Densità dell'aria =	1.19 kg/m ³
Calore specifico dell'aria (C _p) =	1.01 kJ/kg K

Tabella 3 - Dati di uscita Scenario 1

Tali dati originano una portata complessiva pari a:

$$Q = 2 * 48 * 3.3 = 317 \text{ m}^3/\text{s}.$$

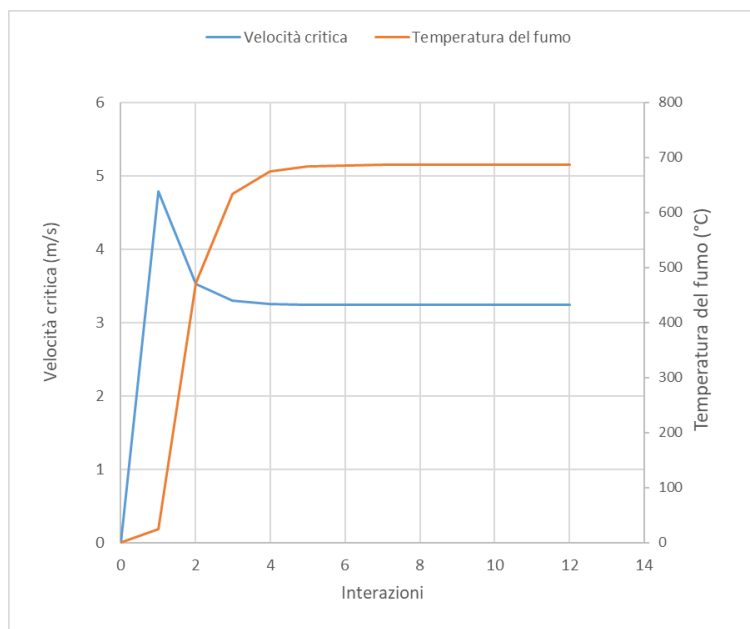
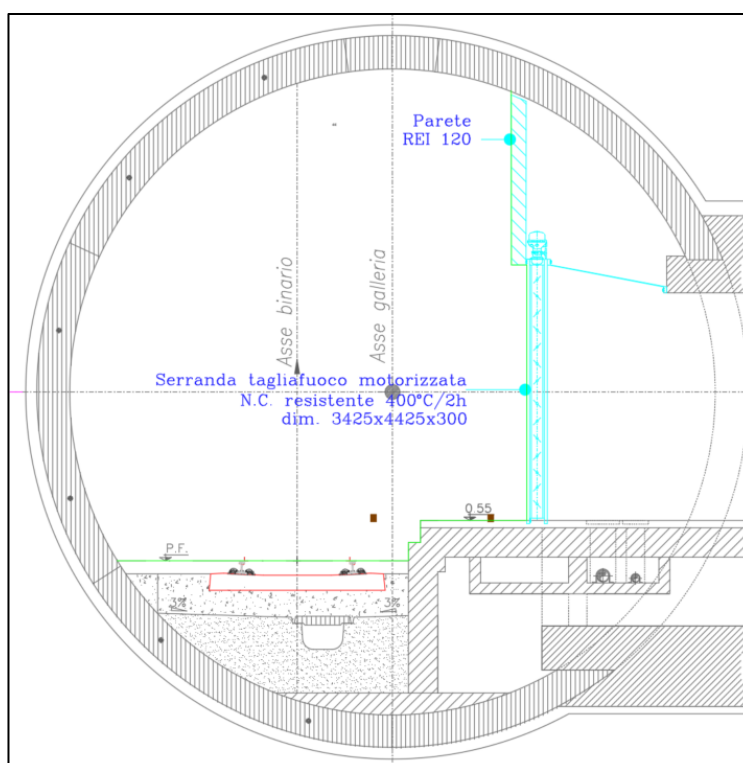


Figura 5 - Diagrammi di convergenza della soluzione

Applicando una riduzione di sezione localizzata, simile a quella proposta nella figura seguente, la portata di disconnessione fumi può essere sensibilmente ridotta:

$$Q = 2 * 35.55 * 3.3 = 235 \text{ m}^3/\text{s}.$$



	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	17 di 46

Figura 6 - Riduzione locale della sezione di aspirazione in prossimità della serranda di disconnessione fumi

3.2 Scenario 2 – disconnessione fumi incendio sopra cassa – versante Andora.

Nell'ipotesi che l'incendio non coinvolga il sotto cassa del treno ma tutte le merci caricate al di sopra del vagone di trasporto, i dati di input vengono modificati come segue:

- Altezza di incendio pari a 6.35 m;
- Area dell'anulus, considerando il gabarit statico, pari a 41 m² (53 m² – 12 m²).

Dati di Ingresso	
Altezza della Galleria (H) =	6.35 m
Potenza di incendio convettiva (Q) =	105000 kW
Area perpendicolare al flusso longitudinale (A) =	41 m ²
Inclinazione di Galleria (%) =	-1.03 %
Temperatura di approccio dell'aria (T) =	24 °C

Tabella 4 - Dati di ingresso scenario n° 2

I seguenti dati di output sono stati calcolati:

Dati di uscita	
Velocità critica (V _c) =	3.2381 m/sec
Temperatura del fumo (T _f) =	686.55 °C
Fattore di inclinazione (K _g) =	1.03
Densità dell'aria =	1.19 kg/m ³
Calore specifico dell'aria (C _p) =	1.01 kJ/kg K

Tabella 5 - Dati di output scenario n° 2

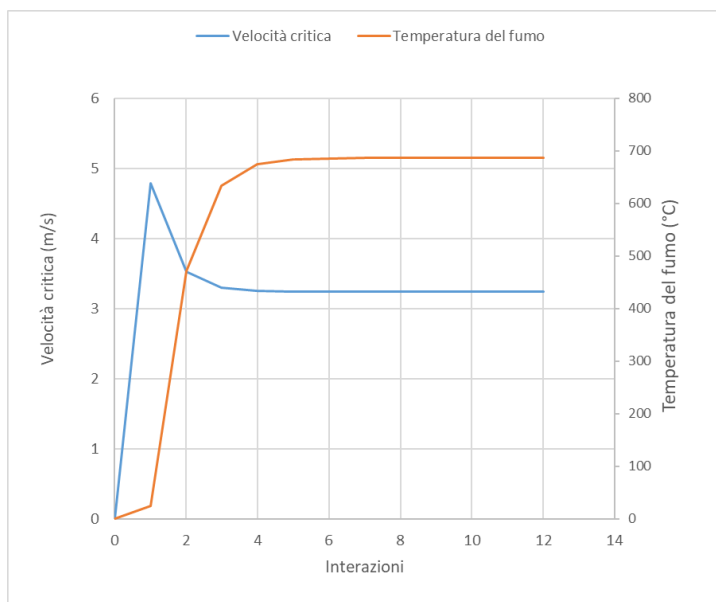


Figura 7 – Diagrammi di convergenza della soluzione scenario 2.

Tali valori originano una portata complessiva pari a:

- In assenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 48 * 3.25 = 312 \text{ m}^3/\text{s};$$

- In presenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 35.55 * 3.25 = 231 \text{ m}^3/\text{s}.$$

3.3 Scenario 3 – disconnessione fumi incendio al di sopra del container – versante Andora.

Nell'ipotesi che l'incendio coinvolga solo la parte superiore del vagone di trasporto merci (altezza h_1 della figura 3), i dati di input vengono modificati come segue:

- Altezza di incendio pari a 2.35 m;
- Area dell'anulus, considerando il gabarit statico, pari a 41 m^2 ($53 \text{ m}^2 - 12 \text{ m}^2$).

Dati di Ingresso	
Altezza della Galleria (H) =	2.35 m
Potenza di incendio convettiva (Q) =	105000 kW
Area perpendicolare al flusso longitudinale (A) =	41 m ²
Inclinazione di Galleria (%) =	-1.03 %

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	19 di 46

Temperatura di approccio dell'aria (T) = 24 °C

Tabella 6 – Dati di ingresso scenario n° 3

I seguenti dati di output sono stati calcolati:

Dati di uscita	
Velocità critica (V _c) =	2.0881 m/sec
Temperatura del fumo (T _f) =	1051.48 °C
Fattore di inclinazione (K _g) =	1.03
Densità dell'aria =	1.19 kg/m ³
Calore specifico dell'aria (C _p) =	1.01 kJ/kg K

Tabella 7 - Dati di output scenario n° 3

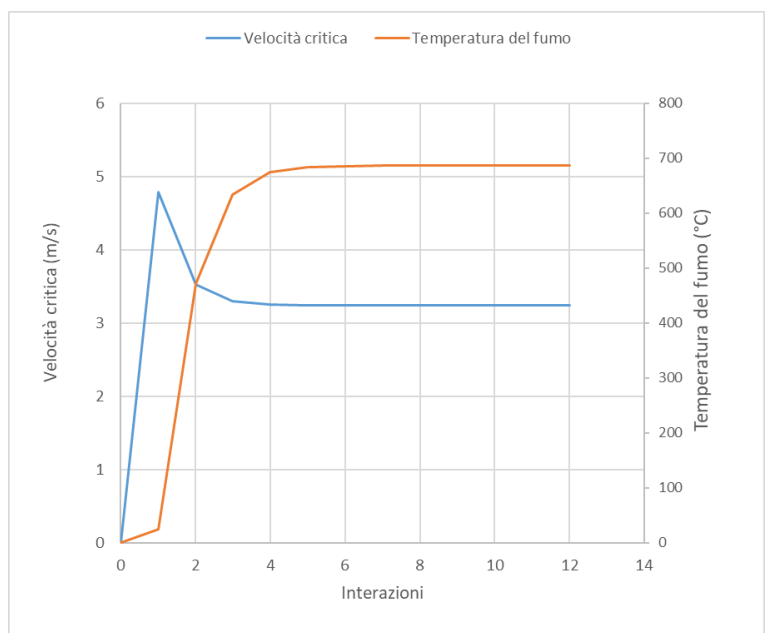


Figura 8 – Diagrammi di convergenza della soluzione scenario 3.

Tali valori originano una portata complessiva pari a:

- In assenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 48 * 2.1 = 202 \text{ m}^3/\text{s};$$

- In presenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 35.55 * 2.1 = 150 \text{ m}^3/\text{s}.$$

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	20 di 46

3.4 Conclusioni – metodologia in accordo alla NFPA 502-2017.

Dall'analisi degli scenari esaminati nei paragrafi precedenti si ritiene opportuno considerare le condizioni di incendio n° 1 e 2, poiché la condizione n° 3 risulta essere troppo specifica, strettamente legata alla tipologia di merci e relativi mezzi di trasporto e, pertanto, tale da non assicurare la copertura degli scenari più critici.

Pertanto, assumendo un coefficiente di sicurezza pari al 10%, nell'ipotesi di restringimento locale costruito in prossimità della serranda di disconnessione, la seguente portata dovrà essere considerata:

$$Q = 2 * 35.55 * 3.3 * 1.1 = 260 \text{ m}^3/\text{s}.$$

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	21 di 46

3.5 Calcolo della portata di disconnessione – metodologia NFPA 502:2020

La metodologia di calcolo proposta nella linea guida NFPA 502, edizione 2020, è stata sviluppata tramite sperimentazioni in scala di incendi in gallerie a sezione rettangolare e prevede il calcolo della velocità critica tramite le seguenti relazioni:

$$\frac{u}{\sqrt{gH}} = \begin{cases} 0.81 \left(\frac{\dot{Q}}{\rho_a c_p T_a g^{1/2} H^{5/2}} \right)^{1/3} \left(\frac{H}{W} \right)^{1/12} e^{\left(-\frac{L_b}{18.5H} \right)}, & \text{con } \frac{\dot{Q}}{\rho_a c_p T_a g^{1/2} H^{5/2}} \leq 0.15 \left(\frac{H}{W} \right)^{-1/4}, \\ 0.43 e^{\left(-\frac{L_b}{18.5H} \right)}, & \text{con } \frac{\dot{Q}}{\rho_a c_p T_a g^{1/2} H^{5/2}} > 0.15 \left(\frac{H}{W} \right)^{-1/4}, \end{cases}$$

dove:

ρ_a è la densità ambiente (kg/m³);

C_p è il calore specifico dell'aria (kJ/KgK);

g è l'accelerazione di gravità (m/s²);

H è l'altezza del tunnel (m);

L_b è la profondità del backlayering;

T_a è la temperatura dell'aria a monte dell'incendio;

u è la velocità longitudinale;

Q è la potenza totale di incendio rilasciata;

W è la larghezza del tunnel.

Il valore della velocità critica calcolato tramite la metodologia proposta nel paragrafo corrente dovrà essere moltiplicato per il fattore di pendenza proposto nella figura 4.

3.5.1 Scenario 1 – disconnessione fumi incendio sottocassa – versante Andora.

Alla luce degli scenari analizzati nella sezione precedente, la metodologia proposta nella linea guida tecnica NFPA 502, edizione 2020, sarà utilizzata per il solo scenario 1, coinvolgente l'intera sezione di galleria.

I seguenti dati di input sono stati considerati:

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	22 di 46

Carico di incendio totale	150000	kW
Altezza della galleria riferita al piano del ferro	7.2	m
Sezione trasversale di galleria	53	m ²
Larghezza della galleria misurata rispetto al piano finito del camminamento	7.1	m
Pendenza della galleria	-1.03	%
Temperatura dell'aria a monte dell'incendio	24	°C
Frazione convettiva della potenza di incendio	0.7	
Densità dell'aria a 20 °C e pressione atmosferica	1.204	kg/m ³
Calore specifico dell'aria a pressione costante	1.007	kJ/kg*K

Tabella 8 - Dati di ingresso - scenario 1 - Metodologia NFPA 502-2020

Nella tabella di seguito sono riportati i dati di uscita della metodologia di calcolo.

$0,15*(H/W)^{-1/4}$	0.149	-/-
Densità dell'aria a 24 °C e pressione atmosferica	1.188	kg/m ³
Potere di incendio adimensionale	0.969	-/-
Estensione del backlayering	0.000	m
Coefficiente di pendenza della galleria	1.026	-/-
Velocità critica (Vc) =	3.707	m/s

Tabella 9 - Dati di uscita - scenario 1 - Metodologia NFPA 502-2020

Tali valori originano una portata complessiva pari a:

- In assenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 48 * 3.71 = 356 \text{ m}^3/\text{s};$$

- In presenza di riduzione locale della sezione:

$$Q = 2 * 35.55 * 3.71 = 264 \text{ m}^3/\text{s}.$$

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	23 di 46

3.6 Conclusioni – metodologia in accordo alla NFPA 502-2020.

L'applicazione della recente metodologia proposta dall'Associazione NFPA conduce a risultati sostanzialmente in linea con l'approccio, ben più consolidato, chiarito nell'NFPA 502, edizione 2017 e precedenti:

$$Q = 2 * 35.55 * 3.71 * 1.1 = 290 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tuttavia, sebbene il modello numerico consenta di pervenire ad un risultato più conservativo, con un eccesso di portata pari a 30 m³/s rispetto al valore finale chiarito nel paragrafo 3.4, si ritiene più appropriata l'applicazione della metodologia proposta nella linea guida NFPA 502, edizione 2017.

Tale scelta è giustificabile dalle seguenti riflessioni:

- ✓ La metodologia proposta nella linea guida NFPA 502, edizione 2020, è strettamente dipendente dalla modellistica sviluppata, calata su gallerie a sezione rettangolare;
- ✓ Recenti simulazioni mono e tridimensionali, hanno dimostrato come l'incremento del valore di velocità critica non implichi necessariamente un vantaggio in termini di gestione dell'emergenza, a causa dell'inevitabile degrado della stratificazione dei fumi e della più rapida crescita della potenza di incendio (*"Critical of critical velocity – An industry practitioner's perspective"*, C. Stacey, M. Beyer, 10th International Conference *"Tunnel Safety and Ventilation"* 2020);
- ✓ L'NFPA 502, edizione 2020, è stata recentemente corretta nell'agosto del 2021, TIA 20-1, eliminando interamente l'Annex D, relativo al nuovo approccio progettuale per il calcolo della velocità critica.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	24 di 46

3.7 Calcolo della portata di estrazione fumi – treno incendiato fermo in stazione

In maniera dissimile rispetto al concetto di disconnessione fumi, il sistema di estrazione fumi a servizio delle banchine della Fermata di Alassio sarà dimensionato in conformità con i requisiti previsti dall'NFPA 92, al fine di assicurare la stratificazione dei fumi e consentire le condizioni di evacuazione in sicurezza del personale viaggiante.

Lo scenario di incendio prevede la fermata di un treno incendiato in banchina con una potenza di incendio complessiva, radiativa e convettiva, pari a 10 MW. Due modelli di incendio sono stati considerati:

- Colonna di fumo assialsimmetrica;
- Colonna di fumo evacuata dai finestrini.

Il modello “assialsimmetrico” prevede che la colonna di fumo si sviluppi al di sopra dell'incendio, non entri in contatto con muri od altri ostacoli e, pertanto, non sia perturbata da flussi di aria.

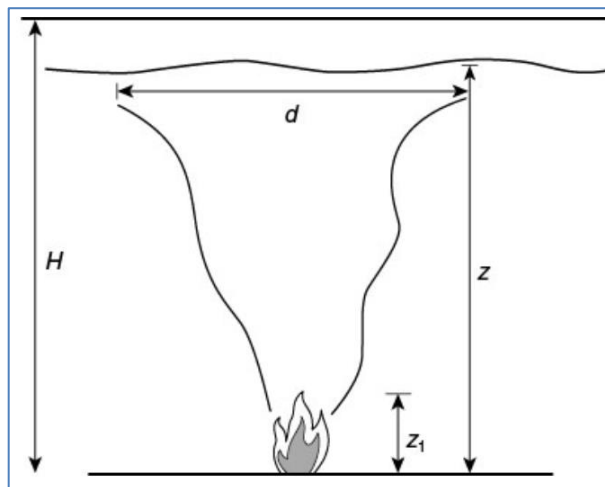


Figura 9 - Modello di fumo assialsimmetrico

Dal punto di vista applicativo, il modello “assialsimmetrico” può essere applicato esclusivamente a fuochi “circolari” ma, al contempo, è un utile idealizzazione per molte tipologie di incendio. La portata in massa dei fumi e la relativa temperatura possono essere ben rappresentati dal modello assialsimmetrico quando la dimensione maggiore di un incendio è molto minore dell'altezza del pennacchio di fumo.

Viceversa, il modello “window plume”, o a colonna di fumo evacuata dalle aperture, schematizza il pennacchio di fumo considerandone l'evacuazione dalle aperture delle pareti, come porte e finestre, verso il compartimento adiacente.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
	RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	25 di 46

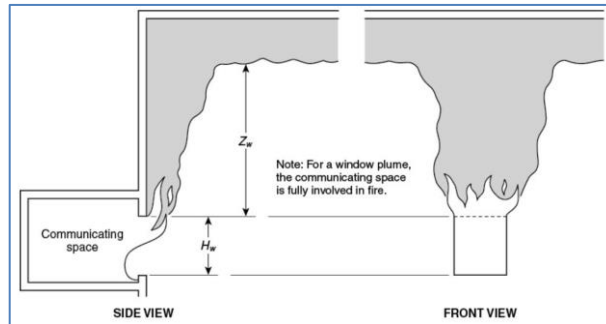


Figura 10 - Modellazione di incendio tipo "window plume"

3.7.1 Modello assialsimmetrico – portata in massa dei fumi

In conformità con la sezione 5.5.1.4 dell'NFPA 502, edizione 2021, si può considerare una frazione convettiva della potenza di incendio pari a 0.7.

Pertanto, la potenza di incendio convettiva sarà pari a:

$$Q_c = \chi Q = 0.7 * 10000 kW = 7000 kW.$$

Nota la potenza convettiva, l'altezza media di fiamma può essere immediatamente calcolata tramite la relazione:

$$z_l = 0.166 Q_c^{2/5} = 0.166 * 7000^{2/5} = 5.73 m.$$

La portata in massa dei fumi m con la modellazione assialsimmetrica può essere calcolata considerando i seguenti scenari:

$$Se z \geq z_l,$$

$$m = \left(0.071 Q_c^{1/3} z^{5/3} \right) + 0.0018 Q_c,$$

essendo z la distanza tra la base della fiamma e l'interfaccia dello strato di fumo. Applicando tale modellazione, ed assumendo un valore z pari a 4 m, con conseguente distanza di 1.5 m tra il bordo inferiore dello strato di fumo e l'estradosso del controsoffitto del by-pass di esodo (figura 13), si ottiene una portata massica di fumo pari a circa **26.5 kg/s**.

Poiché l'altezza di fiamma è pari a 5.73 m, il calcolo della portata massica deve essere eseguito considerando la seguente modellazione alternativa:

$$Se z < z_l,$$

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	26 di 46

$$m = 0.032 Q_c^{3/5} z,$$

pervenendo ad una portata complessiva pari a circa **26.0 kg/s.**

La temperatura dello strato di fumo dovrà essere calcolata mediante la seguente relazione:

$$T_s = T_0 + \frac{K_s Q_c}{m C_p},$$

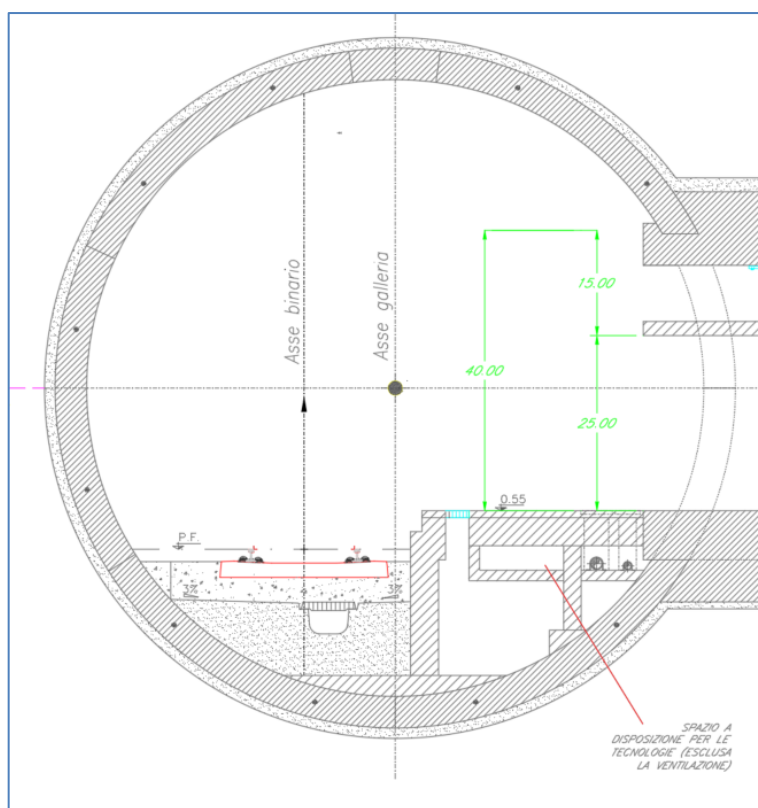


Figura 11 - Altezza minima z dell'interfaccia dello strato di fumo in banchina

Dove:

T_s è la temperatura media dello strato di fumo ($^{\circ}\text{C}$),

T_0 è la temperatura ambiente dell'aria ($^{\circ}\text{C}$),

K_s è la frazione di calore convettiva emesso dallo strato di fumo,

Q_c è la potenza di incendio convettiva,

m è la portata massica dei fumi all'altezza di interfaccia z ,

C_p è il calore specifico del pennacchio di fumo (pari in prima approssimazione a $1.0 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$).

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	27 di 46

Assumendo:

$T_0 = 24 \text{ }^\circ\text{C}$,

K_s pari rispettivamente a

- ✓ 1.0 per il calcolo della portata di evacuazione dei fumi complessiva;
- ✓ 0.5 per il calcolo della portata estraibile dalla singola bocchetta senza incorrere nel fenomeno del “plugholing”,

si ottiene un valore di T_s pari a circa **293.5 °C**.

3.8 Modello “window plumes” – portata in massa dei fumi

Nell’ipotesi che il pennacchio di fumo sia riconducibile alla modellazione “window plume”, la potenza rilasciata da un incendio, limitatamente ventilato, può essere valutata tramite la seguente equazione:

$$Q = 1260A_w H_w^{1/2},$$

dove:

Q è la potenza rilasciata dall’incendio debolmente ventilato,

A_w è l’area delle aperture di ventilazione (m^2),

H_w è l’altezza delle aperture di ventilazione (m).

I parametri A_w ed H_w sono strettamente dipendenti dalla tipologia di materiale rotabile considerato.

Assumendo per esempio un valore di A_w pari a 15 m^2 con un’altezza media delle finestre pari a 0.6 m, tipiche per esempio di un ETR500, si ottiene una potenza di incendio pari a circa 14700 kW, in linea con i 10000 kW assunti.

La portata massica dei fumi nel caso di modello “windows plume” può essere calcolata tramite la seguente equazione:

$$m = \left[0.68 \left(A_w H_w^{1/2} \right)^{1/3} (z_w + a)^{5/3} \right] + 1.59 A_w H_w^{1/2},$$

dove:

m è la portata massica dei fumi all’altezza z_w (kg/s),

A_w è l’area delle aperture di ventilazione (m^2),

H_w è l’altezza delle aperture di ventilazione (m),

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	28 di 46

z_w è l'altezza dell'interfaccia dello strato di fumo rispetto al bordo superiore dell'apertura di ventilazione,

a è il coefficiente pari a

$$a = \left[2.40 A_w^{2/5} H_w^{1/5} \right] - 2.1 H_w \text{ (m)}.$$

Assumendo:

$$A_w = 15 \text{ m}^2,$$

$$H_w = 0.6 \text{ m},$$

$$z_w = 1.9 \text{ m},$$

si ottiene:

$$a = 5.1414,$$

$$m = \underline{\underline{58.4 \text{ kg/s}}}$$

Per quanto attiene il calcolo della temperatura media dello strato di fumo, similmente a quanto proposto nella sezione 1.4.1, si avrà:

$$T_s = \underline{\underline{144 \text{ °C}}}.$$

La condizione più critica è rappresentata dall'applicazione del modello "window plume" e, pertanto, la portata massica considerata sarà pari a **58.4 kg/s**.

3.9 Modello "window plumes" – calcolo della portata volumetrica

In congruenza con quanto proposto nella sezione 5.8 dello standard NFPA 92, edizione 2021, la densità dei fumi, analogamente a quanto proposto per l'aria, può essere calcolato tramite la relazione:

$$\rho = \frac{P_{atm}}{RT},$$

dove:

ρ è la densità dei fumi (kg/m^3),

P_{atm} è la pressione atmosferica (101325 Pa),

R è la costante dei gas (287),

T è la temperatura assoluta dei fumi ($144+273.15 \text{ K} = 417.15 \text{ K}$).

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	29 di 46

La densità media dello strato di fumo sarà pertanto pari a 0.846 kg/m^3 , con conseguente portata volumetrica pari a:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{58.4}{0.846} = 70 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Considerando che non tutte le bocchette potranno aspirare dalla stratificazione dei fumi, a causa del raffreddamento della stratificazione dei fumi, si può assumere che la portata estrattiva complessiva sarà gestita tramite circa il 66% dei punti di aspirazione disponibili. Pertanto la portata complessiva sarà pari a:

$$V_{estr} = \frac{V}{0.66} = \frac{70}{0.66} \approx 110 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

3.10 Calcolo del numero minimo di griglie di estrazione

La dimensione e l'interdistanza delle griglie di estrazione è stata calcolata considerando le seguenti esigenze operative:

- Le griglie di estrazione dovrebbero essere sufficientemente vicine per evitare il raffreddamento del fumo e, conseguentemente, la perdita dell'effetto di galleggiamento all'aumentare della distanza dal vagone incendiato;
- Le griglie di estrazione dovranno essere dimensionate e distribuite per limitare (meglio "evitare") il fenomeno del plugholing, cioè il richiamo di aria al disotto dello strato di fumo, con conseguente perdita della stratificazione dei fumi ed estrazione di aria in luogo dei fumi generati dall'incendio.

Le griglie di estrazione dovranno essere in numero maggiore od uguale alla quantità calcolata con la metodologia proposta di seguito.

La massima portata volumetrica che può essere estratta da una singola griglia, senza incorrere nel fenomeno del "plugholing", può essere valutata tramite la relazione:

$$V_{max} = 4.16\gamma d^{5/2} \left(\frac{T_s - T_0}{T_0} \right)^{1/2},$$

dove:

V_{max} è la portata volumetrica estraibile dalla singola griglia senza incorrere nel plugholing alla temperatura T_s (m^3/s),

γ è il fattore adimensionale di estrazione, pari a 0.5 per griglie verticali installate a parete,

d è la profondità dello strato di fumo misurata al di sotto del bordo inferiore della griglia di estrazione (m), pari a circa 1.1 m (vedi figura seguente),

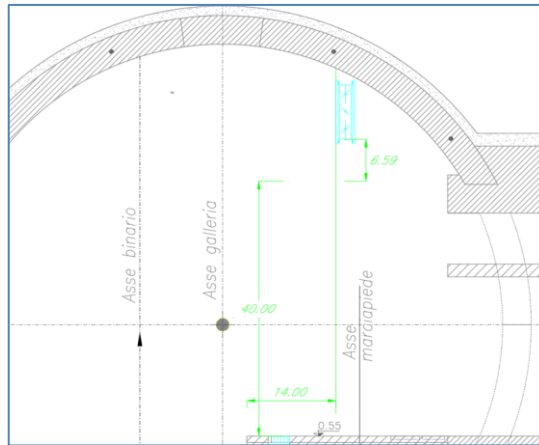


Figura 12 – Profondità dello strato di fumo

T_s è la temperatura assoluta dello strato di fumo (K),

T_0 è la temperatura assoluta dell'aria a monte dell'incendio (K).

Assumendo il coefficiente convettivo pari K_s pari a 0.5 e la portata massica pari a 58.4 kg/s, come illustrato nel paragrafo 1.4.1, tramite la relazione

$$T_s = T_0 + \frac{K_s Q_c}{m C_p},$$

si ottiene una temperatura T_s pari a circa 84 °C, con una portata massima estraibile pari a

$$V_{max} = 4.16 * 0.5 * 1.1^{5/2} \left(\frac{84}{297.15} \right)^{1/2} = 1.4 \frac{m^3}{s}.$$

Pertanto, il numero complessivo di griglie, al fine di evitare il plugholing, risulta pari a:

$$n_{griglie} = \frac{110}{1.4} \approx 80 \text{ griglie.}$$

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	31 di 46

4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

4.1 Architettura dell'impianto

L'impianto di controllo fumi è costituito essenzialmente dai seguenti elementi:

- n.3 centrali di ventilazione destinate ad ospitare 2 ventilatori ciascuna, funzionanti in parallelo con la relativa componentistica associata;
- n.2 by-pass di estrazione, ubicati in prossimità delle centrali di ventilazione al piano banchina, in corrispondenza dei tratti di banchina di servizio;
- una serie di plenum di immissione ed aspirazione dell'aria per il collegamento tra le centrali di ventilazione e le banchine della fermata;
- un sistema di serrande necessario ad indirizzare i flussi d'aria a seconda degli scenari prescelti.

In particolare, nella fermata sono previsti 3 tipi di serrande:

- tipo1: dim. 0.825 x 1.725 m, disposte nei condotti secondari superiori dei bypass che collegano la galleria centrale con le banchine pari e dispari, per un totale di 12 serrande;
- tipo2: dim. 2.20 x 2.8 m, disposte nei by-pass di estrazione, lato Genova e lato Ventimiglia, e presso le prese di aria dei pozzi di equilibrio. In totale sono previste 4 serrande motorizzate per ciascun punto di presa/immissione di aria, per un totale di 32 serrande;
- tipo3: dim. 2.00 x 2.00 m, disposte all'interno dei locali di ventilazione, piano banchina, per isolare i ventilatori dai pozzi di equilibrio, per un totale di 8 serrande.

4.2 Centrali di ventilazione

4.2.1 Centrale Gastaldi - Piano Banchina

La centrale Gastaldi, dimensionata per le esigenze di disconnessione fumi, presenta i seguenti collegamenti:

- con l'ambiente esterno mediante un pozzo di ventilazione;
- con l'ambiente della Fermata mediante il by-pass di estrazione. Nell'estremità del by-pass è prevista una biforcazione che permette il collegamento di questo ultimo con le gallerie pari e dispari.

Nella centrale è previsto il seguente equipaggiamento:

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	32 di 46

- un silenziatore a setti fonoassorbenti. Il silenziatore è interposto tra i ventilatori ed il punto di sbocco posto in banchina. La parte inferiore è movimentabile mentre la parte superiore è fissa;
- otto serrande motorizzate tipo 2 destinate a discriminare i punti di estrazione o immissione aria per le banchine pari e dispari, montate lato fermata;
- quattro serrande motorizzate tipo 3, destinate ad isolare i ventilatori VENTA-02 A/B dal pozzo equilibratore, montate prima del pozzo di ventilazione Gastaldi;
- due ventilatori assiali VENTA-01 A/B, a flusso completamente reversibile.

I due ventilatori assiali VENTA-01 A/B sono previsti per funzionamento in parallelo in caso di incendio, con certificazione 400 °C/2h.

4.2.2 Centrale Neghelli - Piano Banchina

La centrale Neghelli dimensionata per le esigenze di disconnessione fumi, presenta i seguenti collegamenti:

- con l'ambiente esterno mediante i pozzi equilibratori, versante Finale Ligure;
- con l'ambiente della Fermata mediante il by-pass di estrazione. Nell'estremità del by-pass è prevista una biforcazione che permette il collegamento di questo ultimo con le gallerie pari e dispari.

Nella centrale è previsto il seguente equipaggiamento:

- un silenziatore a setti fonoassorbenti. Il silenziatore è interposto tra i ventilatori ed il punto di sbocco posto in banchina. La parte inferiore è movimentabile mentre la parte superiore è fissa;
- otto serrande motorizzate tipo 2 destinate a discriminare i punti di estrazione o immissione aria per le banchine pari e dispari, montate lato fermata;
- quattro serrande motorizzate tipo 3, destinate ad isolare i ventilatori VENTA-03 A/B dal pozzo equilibratore, montate prima del pozzo di ventilazione Neghelli;
- due ventilatori assiali VENTA-01 A/B, a flusso completamente reversibile.

I due ventilatori assiali VENTA-01 A/B sono previsti per funzionamento in parallelo in caso di incendio, con certificazione 400 °C/2h.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	33 di 46

4.2.3 Centrale Neghelli

La centrale di ventilazione Neghelli è distribuita su due livelli. Gli apparati di ventilazione, VENTA-01 A/B, e relativi silenziatori operanti verso l'ambiente esterno, sono installati a livello strada. I silenziatori operanti a protezione delle banchine, sia in regime normale che di emergenza, sono installati nel locale tecnologico sito al primo mezzanino.

La centrale di ventilazione presenta i seguenti collegamenti:

- con l'ambiente esterno mediante apertura grigliata;
- con l'ambiente della fermata mediante un cavedio verticale realizzato in corrispondenza del nucleo di accesso (condotto di ventilazione principale). Questo cavedio è connesso con i plenum di ventilazione, realizzati in cemento armato, nel controsoffitto della galleria di servizio centrale, denominato "plenum di ventilazione primario". Tale plenum è collegato con i "plenum di ventilazione secondari", realizzati in cemento armato all'interno dei by-pass pedonali di accesso. Questi ultimi sono collegati ai plenum sopra banchina, soprastanti il piano di camminamento ed esposti direttamente sui binari delle banchine pari e dispari. I plenum in banchina saranno realizzati con lastre per condotte di ventilazione, con marcatura CE (ETA) secondo EAD 350142-00-1106 (precedentemente ETAG 018-4) per uso consentito "Tipo 9" (Technical services assemblies in building). Le prestazioni al fuoco saranno conformi con le norme EN 1366-1, 8 e 9.

Nella centrale Neghelli saranno installati:

- un silenziatore a setti fonoassorbenti. Il silenziatore è interposto tra i ventilatori ed il punto di sbocco dell'apertura grigliata con l'ambiente esterno.
- un silenziatore a setti fonoassorbenti, installato nel locale tecnico al piano mezzanino, interposto tra i ventilatori ed i plenum di ventilazione al livello banchina.
- due serrande motorizzate, destinate ad intercettare i ventilatori VENTA-01 A/B, montate lato apertura grigliata;
- due ventilatori assiali VENTA-03 A/B, a flusso completamente reversibile.

I due ventilatori assiali VENTA-03 A/B sono previsti per funzionamento in parallelo in caso di incendio.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	34 di 46

4.3 Modalità di funzionamento e di controllo delle centrali di ventilazione e dell'impianto

4.3.1 Funzionamento benessere

Nel funzionamento benessere tutte le serrande motorizzate tipo1 sono in posizione di apertura. Le serrande tipo2 e tipo3 lato Neghelli e lato Gastaldi sono chiuse.

Nella centrale Neghelli Piano Mezzanino, saranno attivi, funzionando in parallelo, i due ventilatori VENTA-03 A e B. Entrambi funzioneranno in immissione, con portata di 55 mc/s ciascuno.

I valori delle portate d'aria immesse saranno regolati dalle unità periferiche del sistema di controllo in base ai valori della temperatura dell'aria esterna ed interna in modo da mantenere, a livello banchina, le migliori condizioni termiche possibili. La temperatura viene rilevata tramite 6 sonde di temperatura ambiente STA poste a parete lungo le banchine ad altezza di circa 2 m (3 sonde per ogni banchina, disposte alle due estremità e in posizione intermedia).

4.3.2 Funzionamento in emergenza

Possono presentarsi due casi:

1) Scenario 1 - Disconnessione fumi

In caso di incendio in galleria, al fine di evitare che fumi derivanti dall'incendio in galleria si propaghino anche all'interno della fermata, è prevista una funzionalità di disconnessione tra fermata e galleria. Tale disconnessione è effettuata dai by-pass tecnologici che, quindi, avranno una funzione di veri e propri pozzi di disconnessione.

Nel funzionamento in emergenza (estrazione del fumo e del calore) in caso di incendio in galleria, pertanto, non si avrà alcuna immissione di aria di make-up ma unicamente estrazione del fumo in prossimità del cunicolo tecnico di collegamento trasversale più vicino all'incendio.

Il passaggio dalla condizione "funzionamento benessere" alla condizione "funzionamento d'emergenza" richiede modalità differenti in base alla localizzazione dell'incendio.

Nella fattispecie:

a) Incendio in galleria lato Ventimiglia:

- localizzazione della zona in cui si è sviluppato l'incendio;
- annullamento di tutti i limiti imposti per il funzionamento normale (programmi orari, portata, ecc.);
- spegnimento dei ventilatori funzionanti in regime benessere;

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
	RELAZIONE TECNICA	PROG. IV01	LOTTO 00	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI 0407 001	REV. B

- chiusura di tutte le serrande motorizzate tipo1
 - invio del segnale di avvenuta chiusura delle serrande tipo1 al sistema di controllo delle centrali di ventilazione;
 - apertura della serranda motorizzata tipo2 e tipo3 più vicina all'incendio ed esclusivamente dopo avvenuta ricezione del segnale di chiusura di tutte le serrande tipo1;
 - invio segnale di apertura della serranda tipo2 e tipo3 al sistema di controllo delle centrali di ventilazione;
 - attivazione dei ventilatori VENTA-02 A e B alla portata d'estrazione pari a $130+130=260$ mc/s;
 - il nuovo regime di funzionamento dei ventilatori può essere applicato solo in seguito dell'avvenuta ricezione dei segnali di chiusura delle serrande tipo 1 e di apertura delle serrande tipo2 e tipo3;
- b) Incendio in galleria lato Genova:
- localizzazione della zona in cui si è sviluppato l'incendio;
 - annullamento di tutti i limiti imposti per il funzionamento normale (programmi orari, portata, ecc.);
 - spegnimento dei ventilatori funzionanti in regime benessere;
 - chiusura di tutte le serrande motorizzate tipo1;
 - invio del segnale di avvenuta chiusura delle serrande tipo1 al sistema di controllo delle centrali di ventilazione;
 - apertura della serranda motorizzata tipo2 e tipo3 più vicina all'incendio ed esclusivamente dopo avvenuta ricezione del segnale di chiusura di tutte le serrande tipo1;
 - invio segnale di apertura della serranda tipo2 e tipo3 al sistema di controllo delle centrali di ventilazione;
 - attivazione dei ventilatori VENTA-01 A e B alla portata d'estrazione pari a $130+130=260$ mc/s;
 - il nuovo regime di funzionamento dei ventilatori può essere applicato solo in seguito dell'avvenuta ricezione dei segnali di chiusura delle serrande tipo 1 e di apertura delle serrande tipo2 e tipo3;

2) Scenario 2 - Treno passeggeri incendiato fermo in stazione

Nel funzionamento in emergenza (estrazione del fumo e del calore) in caso di incendio in fermata i fumi verranno estratti dalle griglie dei 6 plenum sopra banchina.

Il passaggio dalla condizione "funzionamento benessere" alla condizione "funzionamento d'emergenza" richiede quindi:



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	36 di 46

- annullamento di tutti i limiti imposti per il funzionamento normale (programmi orari, portata, ecc.);
- localizzazione della zona in cui si è sviluppato l'incendio (sistema di rivelazione incendi);
- inversione del flusso d'aria dei ventilatori VENTA-03 A e B passando dal regime comfort al regime di emergenza, ovvero dal funzionamento di immissione a quello di estrazione, con portata di ciascun ventilatore pari a 55 mc/s per una portata totale di estrazione di 110 mc/s;
- chiusura di tutte le serrande motorizzate tipo2 e tipo3 nei by-pass tecnologici;
- chiusura di tutte le serrande motorizzate tipo1 dei condotti sopra la banchina non interessata dall'incendio;

In caso di avaria di qualche serranda è prevista una chiusura/apertura manuale. Il personale di sicurezza addetto a tale operazione può raggiungere le serrande di tipo1 tramite i cunicoli commerciali di collegamento trasversale e, una volta giunto sul posto, aprire un portellone REI 120 realizzato in prossimità della serranda così da accedere ai comandi manuali di quest'ultima. Analogamente, le serrande di tipo2 e tipo3 ed i loro comandi manuali di chiusura/apertura possono essere raggiunte grazie ai corridoi REI 120 realizzati all'interno dei by-pass tecnologici.

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia					
	PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	37 di 46

5 SPECIFICHE DELLE APPARECCHIATURE

5.1 Ventilatori Assiali

5.1.1 Caratteristiche tecniche

Le caratteristiche dei ventilatori VENTA-01 A/B e VENTA-02 A/B sono:

- servizio continuo
- flusso completamente reversibile
- max temperatura ambiente 50
- fluido trasportato aria/fumi
- max temperatura fluido (funzionamento normale) 50°C
- max temperatura fluido (funzionamento in emergenza) 400°C/2 ore
- montaggio orizzontale; cassa lunga
- tipo accoppiamento diretto
- diametro nominale girante 2500 mm
- portata volumetrica 130 m³/s
- pressione totale fino a 1200 Pa
- velocità di rotazione variabile
- potenza motore max 264 kW
- classe di isolamento "H2"
- protezione meccanica IP55
- morsettiera di collegamento esterna alla cassa prot. mecc IP55
- alimentazione elettrica 400/50/3V/f/Hz

Le caratteristiche dei ventilatori VENTA-03 A/B sono:

- servizio continuo
- flusso completamente reversibile

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	38 di 46

- max temperatura ambiente 50°C
- fluido trasportato aria/fumi
- max temperatura fluido (funzionamento normale) 50°C
- max temperatura fluido (funzionamento in emergenza) 400°C/2 ore
- montaggio orizzontale; cassa lunga
- tipo accoppiamento diretto
- diametro nominale girante 1800 mm
- portata volumetrica 55 m³/s
- pressione totale fino a 1340 Pa
- velocità di rotazione variabile
- potenza motore max 112,7 kW
- classe di isolamento "H2"
- protezione meccanica IP55
- morsettiera di collegamento esterna alla cassa prot. mecc IP55
- alimentazione elettrica 400/50/3V/f/Hz

Le caratteristiche dei ventilatori VENTA-04 A/B sono:

- servizio continuo
- flusso completamente reversibile
- max temperatura ambiente 50°C
- fluido trasportato aria/fumi
- max temperatura fluido (funzionamento normale) 50°C
- max temperatura fluido (funzionamento in emergenza) 400°C/2 ore
- montaggio orizzontale; cassa lunga
- tipo accoppiamento diretto
- diametro nominale girante 1800 mm

RELAZIONE TECNICA	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	39 di 46

- portata volumetrica 16 m³/s
- pressione totale fino a 670 Pa
- velocità di rotazione variabile
- potenza motore max 15 kW
- classe di isolamento "H2"
- protezione meccanica IP55
- morsettiera di collegamento esterna alla cassa prot. mecc IP55
- alimentazione elettrica 400/50/3V/f/Hz

Le caratteristiche dei ventilatori VENTA-05 A/B sono:

- servizio continuo
- flusso completamente reversibile
- max temperatura ambiente 50°C
- fluido trasportato aria/fumi
- max temperatura fluido (funzionamento normale) 50°C
- max temperatura fluido (funzionamento in emergenza) 400°C/2 ore
- montaggio orizzontale; cassa lunga
- tipo accoppiamento diretto
- diametro nominale girante 1800 mm
- portata volumetrica 32 m³/s
- pressione totale fino a 950 Pa
- velocità di rotazione variabile
- potenza motore max 45 kW
- classe di isolamento "H2"
- protezione meccanica IP55
- morsettiera di collegamento esterna alla cassa prot. mecc IP55

	TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia PROGETTO DEFINITIVO Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata					
	RELAZIONE TECNICA	PROG. IV01	LOTTO 00	TIPO DOC. D 17 RO	OPERA/DISCIPLINA AI 0407 001	REV. B

- alimentazione elettrica

400/50/3V/f/Hz

6 ALLEGATI ALLA RELAZIONE

A1 - Calcolo prevalenza scenario disconnessione fumi.

A2 - Calcolo prevalenza scenario incendio in stazione,

A3 - Calcolo prevalenza scenario condizioni di benessere.



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
 Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	41 di 46

ALLEGATO 1 - CALCOLO PERDITE DI CARICO - SCENARIO DISCONNESSIONE FUMI

Fa	Fattore di attrito			
ε	Rugosità, mm			
ν	Viscosità cinematica, m ² /s			
G	Portata, m ³ /h			
D	Diametro interno, mm			
ρ	densità aria, kg/m ³			
ε	0.09			
ν	0.00001477	T	20.0	
G	936000			
D	4400			
ρ	1.2			

ALTSHUL - TSAL $Fa^* = 0,11 * (\varepsilon/D + 192,3 * (D*\nu)/G)^{0,25}$

Fattore di attrito Fa^* **0.008388** se $Fa^* > 0,018$ $Fa = Fa^*$ $Fa^* < 0,018$ Fa **0.009930**

DARCY $\Delta P = 6,254 * 10^7 * Fa * \rho * G^2/D^5$

Sezione Canale	Codice Materiale	Portata		Lunghezza m	Diametro equivalente D _e	Velocità [m/s]	Perdita di carico unitaria [Pa/m]	C	ΔP [Pa] tronco/concentrata	ΔP sezione Pa	Fa*	Fa* < 0,018
		m ³ /h	l/s									
Griglia		936000	260000		4400	17.12			300.00		0.008388	0.009930
Tronco A-B		936000	260000	7	4400	17.12	0.40		2.77		0.008388	0.009930
Curva		936000	260000		7000	6.76		0.4	10.98		0.008406	0.009945
Tronco B-C		936000	260000	3.3	7000	6.76	0.04		0.13		0.008406	0.009945
Serranda 1		936000	260000		7000	6.76			100.00		0.008406	0.009945
Tronco C-D		936000	260000	27.3	7000	6.76	0.04		1.06		0.008406	0.009945
Silenziatore		936000	260000		7000	6.76			25.00		0.008406	0.009945
Tronco D-E		936000	260000	6	7000	6.76	0.04		0.23		0.008406	0.009945
Diramazione		936000	260000		7000	6.76		1.4	38.44		0.008406	0.009945
Tronco E-F		936000	260000	10	7000	6.76	0.04		0.39		0.008406	0.009945
Serranda 2		936000	260000		7000	6.76			60.00		0.008406	0.009945
										539.0076		

ΔP [Pa] (1-9) 539.008
 Recupero P_{st} 111.325
 ΔP [Pa]_{reale} 427.683



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
 Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IV01	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	42 di 46

ALLEGATO 2 - CALCOLO PERDITE DI CARICO - SCENARIO TRENO INCENDIATO IN STAZIONE

Fa	Fattore di attrito			
ε	Rugosità, mm			
v	Viscosità cinematica, m ² /s			
G	Portata, m ³ /h			
D	Diametro interno, mm			
ρ	densità aria, kg/m ³			
ε	0.09			
v	0.00001477	T		20.0
G	396000			
D	3906			
ρ	1.2			

ALTSHUL - TSAL $Fa^* = 0,11 * (g/D + 192,3 * (D*v)/G)^{0,25}$

Fattore di attrito	Fa*	0.009298	se $Fa^* > 0,018$ $Fa = Fa^*$	$Fa^* < 0,018$	Fa	0.010704
--------------------	------------	-----------------	-------------------------------	----------------	-----------	-----------------

DARCY $\Delta P = 6,254 * 10^7 * Fa * \rho * G^2/D^5$

Sezione Canale	Codice Materiale	Portata		Lunghezza m	Diametro equivalente D _e	Velocità [m/s]	Perdita di carico unitaria [Pa/m]	C	ΔP [Pa] tronco/concentrata	ΔP sezione Pa	Fa*	Fa* < 0,018
		m ³ /h	l/s									
Griglia		396000	110000		3777	9.17			84.03		0.009292	0.010698
Tronco A-B		396000	110000	2.3	3047	9.17	0.480397269		1.10		0.009314	0.010717
Curva		396000	110000		3906	14.67		0.4	51.63		0.009298	0.010704
Tronco B-C		396000	110000	9.1	3906	3.93	0.138578367		1.26		0.009298	0.010704
Curva		396000	110000		3906	9.19		0.4	20.28		0.009298	0.010704
Tronco C-D		396000	110000	5.7	3906	9.19	0.138578367		0.79		0.009298	0.010704
Curva		396000	110000		3906	9.19		0.4	20.28		0.009298	0.010704
Tronco D-E		396000	110000	10.1	3906	9.19	0.138578367		1.40		0.009298	0.010704
Silenziatore		396000	110000	4	3906	9.19			14.00		0.009298	0.010704
Curva		396000	110000		3906	9.19		0.4	20.28		0.009298	0.010704
Tronco E-F		396000	110000	9.6	2341	20.37	1.816317203		17.44		0.009483	0.010860
Curva		396000	110000		2341	20.37		0.4	99.59		0.009483	0.010860
Tronco F-G		396000	110000	50	3090	14.67	0.447397965		22.37		0.009309	0.010713
Tronco G-H		396000	110000	56	3090	14.67	0.447397965		25.05		0.009309	0.010713
Diramazione		396000	110000		3090	14.67		0.2	25.81		0.009309	0.010713
Tronco H-1		66000	18333	10.3	1711	2.44	0.283141811		2.92		0.011660	0.012711



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
 Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	44 di 46

ALLEGATO 3 - CALCOLO PERDITE DI CARICO - SCENARIO COMFORT

Fa	Fattore di attrito			
ϵ	Rugosità, mm			
ν	Viscosità cinematica, m ² /s			
G	Portata, m ³ /h			
D	Diametro interno, mm			
ρ	densità aria, kg/m ³			
ϵ	0.09			
ν	0.00001477	T		20.0
G	172800			
D	3906			
ρ	1.2			

ALTSCHUL - TSAL $Fa^* = 0,11 * (\epsilon/D + 192,3 * (D*\nu)/G)^{0,25}$

Fattore di attrito	Fa*	0.010631	se $Fa^* > 0,018$	$Fa = Fa^*$	$Fa^* < 0,018$	Fa	0.011836
--------------------	------------	-----------------	-------------------	-------------	----------------	-----------	-----------------

DARCY $\Delta P = 6,254 * 10^7 * Fa * \rho * G^2/D^5$

Sezione Canale	Codice Materiale	Portata		Lunghezza m	Diametro equivalente D _e	Velocità [m/s]	Perdita di carico unitaria [Pa/m]	C	ΔP [Pa] tronco/concentrata	ΔP sezione Pa	Fa*	Fa* < 0,018
		m ³ /h	l/s									
Griglia		172800	48000		3777	4.00			16.00		0.010590	0.011802
Tronco A-B		172800	48000	2.3	3047	4.00	0.099289088		0.23		0.010391	0.011632
Curva		172800	48000		3906	6.40		0.4	9.83		0.010631	0.011836
Tronco B-C		172800	48000	9.1	3906	1.71	0.029179661		0.27		0.010631	0.011836
Curva		172800	48000		3906	4.01		0.4	3.86		0.010631	0.011836
Tronco C-D		172800	48000	5.7	3906	4.01	0.029179661		0.17		0.010631	0.011836
Curva		172800	48000		3906	4.01		0.4	3.86		0.010631	0.011836
Tronco D-E		172800	48000	10.1	3906	4.01	0.029179661		0.29		0.010631	0.011836
Silenziatore		172800	48000	4	3906	4.01			14.00		0.010631	0.011836
Curva		172800	48000		3906	4.01		0.4	3.86		0.010631	0.011836
Tronco E-F		172800	48000	9.6	2341	8.89	0.368013957		3.53		0.010302	0.011556
Curva		172800	48000		2341	8.89		0.4	18.96		0.010302	0.011556
Tronco F-G		172800	48000	50	3090	6.40	0.092569049		4.63		0.010400	0.011640
Tronco G-H		172800	48000	56	3090	6.40	0.092569049		5.18		0.010400	0.011640
Diramazione		172800	48000		3090	6.40		0.2	4.92		0.010400	0.011640
Tronco H-1		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
 Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	45 di 46

Sezione Canale	Codice Materiale	Portata		Lunghezza m	Diametro equivalente D _e	Velocità [m/s]	Perdita di carico unitaria [Pa/m]	C	ΔP [Pa] tronco/concentrata	ΔP sezione Pa	Fa*	Fa* < 0,018
		m³/h	l/s									
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco H-1'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco H-I		144000	40000	56	3090	5.33	0.065766608		3.68		0.010716	0.011909
Diramazione		144000	40000		3090	5.33		0.2	3.41		0.010716	0.011909
Tronco I-2		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco I-2'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco I-J		115200	32000	56	3090	4.27	0.043373452		2.43		0.011143	0.012272
Diramazione		115200	32000		3090	4.27		0.2	2.18		0.011143	0.012272
Tronco J-3		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco J-3'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco J-K		86400	24000	56	3090	3.20	0.025442582		1.42		0.011762	0.012797
Diramazione		86400	24000		3090	3.20		0.2	1.23		0.011762	0.012797
Tronco K-4		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco K-4'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco K-L		57600	16000	56	3090	2.13	0.012063403		0.68		0.012768	0.013653
Diramazione		57600	16000		3090	2.13		0.2	0.55		0.012768	0.013653
Tronco L-5		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco L-5'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00			
Tronco L-M		28800	8000	70	3090	1.07	0.003410454		0.24		0.014869	0.015439
Diramazione		28800	8000		1711	3.48		1.3	9.44		0.013417	0.014205
Tronco M-6		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00		0.015459	0.015941
Tronco M-6'		14400	4000	10.3	1711	1.74	0.016903312		0.17		0.015459	0.015941
Serranda		14400	4000		1711	1.74			30.00		0.015459	0.015941



TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
Raddoppio della linea Genova - Ventimiglia

PROGETTO DEFINITIVO
 Fermata di Alassio – Impianti di ventilazione e controllo fumi di fermata

RELAZIONE TECNICA

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
IV0I	00	D 17 RO	AI 0407 001	B	46 di 46

Sezione Canale	Codice Materiale	Portata		Lunghezza m	Diametro equivalente D _e	Velocità [m/s]	Perdita di carico unitaria [Pa/m]	C	ΔP [Pa] tronco/concentrata	ΔP sezione Pa	Fa*	Fa* < 0,018
		m ³ /h	l/s							446.7699		

ΔP [Pa] 446.770