

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara

Impianto di Controllo Fumi

Relazione di Calcolo centrale di disconnessione

SCALA:

-

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

IF1W 00 D 17 CL AI0507 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	C. Mancone	Agosto 2018	V. Iannuccilli	Agosto 2018	D. Aprea	Agosto 2018	A. Falaschi Dicembre 2018
B	Emissione Esecutiva	C. Mancone	Dicembre 2018	V. Iannuccilli	Dicembre 2018	D. Aprea	Dicembre 2018	 ITALFERR S.p.A. U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI Ordine Ingegneri di Viterbo N. 363

IF1W 00 D 17 CL AI 0507 001 B

n. Elab.:550



**ITINERARIO NAPOLI – BARI  
RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	2 di 9

## INDICE

INDICE.....	2
1) GENERALITÀ .....	3
1.1) PREMessa.....	3
1.2) NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	3
2) CALCOLO PORTATA.....	6
<i>Modelli di incendio ed equazioni utilizzate.....</i>	6
3) CALCOLO PREVALENZA.....	7
4) RIEPILOGO RISULTATI CENTRALE VENTILAZIONE GALLERIA ORSARA.....	9



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	3 di 9

## 1) Generalità

### 1.1) Premessa

La presente relazione riporta i calcoli di dimensionamento dell'impianto di disconnessione fumi nella galleria Orsara sulla tratta Bovino-Orsara.

Il dimensionamento dell'impianto è stato eseguito considerando un carico d'incendio pari a 50 MW e la contemporanea estrazione dell'aria da entrambe le canne della galleria, come indicato nella relazione di sicurezza e comunicato da RFI-Direzione Tecnica.

### 1.2) Normative di riferimento

Si elencano i principali riferimenti normativi per i vari impianti.

#### *Normative, leggi e bibliografia di riferimento*

- NFPA 92A - Recommended practice for smoke control system;
- NFPA 502 - Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways
- NFPA 204 M - Standard for smoke and heat venting;
- NFPA 90 A - Standard for the installation of air-conditioning and ventilating systems;
- NFPA 101 - Life safety code;
- NFPA1 - Fire Code and Handbook;
- NPFA 130 - Standard for fixed guideway transit and passenger rail systems;
- UL 555 S - Leakage rated dampers for use in smoke control system.
- UNI 9494 - Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC);
- Design of smoke management system – J.H. Klote –J.A. Milke –Ashrae & Society of fire protection engineers;
- Kennedy, W.D. (1996) "Critical Velocity: Past, Present and Future", Phil. Trans. R. Soc. London A, 356, pp. 2873-2906.



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
 Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	4 di 9

- Lee, C.K., Hwang, C.C., Chaiken, R.F. and Singer, J.M., 1979a, "Interaction Between Duct Fires and Ventilation Flow: An Experimental Study," Combustion Science and Technology v. 20, pp. 59-72.
- Lee, C.K., Hwang, C.C., Singer, J.M. and Chaiken, R.F., 1979b, "Influence of Passageway Fires on Ventilation Flows," International Mine Ventilation Congress, Reno, NV, Nov. 4-8, pp. 448-454.
- Large scale test to evaluate mass flow of smoke in line plumes – a. Porter – flow of smoke trough openings seminar, june 13, brehamwod – london: society of fire safety engineers.
- A simplified approach to smoke venting calculation – h. P. Morgan building research establishment information paper 19/95.
- Smoke control methods in enclosed shopping complexes of one or more stories: a design summary – h.p. morgan – building research establishment report.
- Smoke control in atrium building – hansell, g.o. 1988 – building standards – july/august pp. 14-23,35-37.
- Smoke control in atrium buildings using depressurization - g.o. hansell. And h.p. morgan 1988 – pd 66/88 barehamwood, herfordshire, uk: fire research station.
- Engineering relations for fire plumes – heskestad g. 1982 – sfpe tr 82-8 – boston: society of fire protection engineers.
- Note on maximum rise of fire plumes in temperature stratified ambients - heskestad g. 1989a – fire safety journal 15:271-276.
- Environmentes of fire detectors – phase i:effect of fire size, ceiling height and materials volume ii – heskestad g. And m.a. delichatsios 1977 – analysis (nbs-gcr-77-95) gaitthersburg - md: national bureau of standards.
- Smoke control by stairwell pressurization – klote j.h. 1980 – engineering applications of fire technology workshop pp 137-158 – boston ma: society of fire protection engineers;
- Smoke control methods in enclosed shopping complexes of one or more storeyes: a design summary – morgan h.p. 1979 – borehamwood hertfordshire uk: fire research station;
- Comments on a note on smoke plumes from fires in multi-level shopping malls. – morgan h.p. 1987 – fire satefy journal 12; 9-35;



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	5 di 9

- Atrium buildings: calculating smoke flows in atria for smoke-control design – morgan h.p. and g.o. hansell 1987 – fire safety journal 12: 9-35;
- Smoke control measure in a covered two-story shopping mall having balconies and pedestrian walkways – morgan h.p. and n.r. marshall 1979 – building research establishmet cp11/79 – borehamwood hertfordshire uk: fire research station;
- Present-day design fire scenarios and comparison with test - results and real fires: structures & equipment - dr. Ir. Kees both, tno building and construction research, centre for fire research, the netherlands - prof. Dr.-ing. Alfred haack, past president of ita - international tunnelling association, switzerland, executive board member of stuva e. V. – studiengesellschaft für unterirdische verkehrsanlagen (research association for underground transportation facilities), Germany.



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
 Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	6 di 9

## 2) Calcolo portata

### Modelli di incendio ed equazioni utilizzate

La funzionalità in oggetto è realizzata garantendo la propagazione dei fumi in modo unidirezionale verso un unico punto di aspirazione ed evitando fenomeni di back-layering dei fumi, ossia l'effetto che fa risalire i fumi caldi nella direzione opposta al flusso di aspirazione; per realizzare ciò è necessario generare una velocità di movimentazione della miscela aria/fumi maggiore di una determinata velocità critica, per la cui determinazione sono state utilizzate le equazioni:

$$V_c = K_1 \cdot K_2 \cdot \left( \frac{g \cdot H \cdot E_c}{\rho \cdot c_p \cdot A_T \cdot T_f} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (9)$$

$$T_f = \frac{\dot{Q}_c}{\rho_0 \cdot c_p \cdot A_T \cdot v_c} + T_a \quad (10)$$

dove :

$V_c$  velocità critica dell'aria (m/s)

$K_1$  Costante di Froude= $Fr^{-1/3}=0,68$  (da tabella D.1 della NFPA 502)

$K_2$  Fattore di pendenza=1 per  $i=0$

$g$  accelerazione gravità [ $m/s^2$ ] = 9,81

$i$  pendenza galleria

$H$  Altezza da base fiamma a punto più alto soffitto [m] = 6,10 m (considerata a partire dalla base del carrello)

$E_c$  Calore rilasciato dal fuoco per convezione [kW] = 50000 kW

$\rho$  densità media aria [ $kg/m^3$ ] = 1,20  $kg/m^3$

$c_p$  calore specifico dell'aria [ $kJ/kg K$ ] = 1,01  $kJ/kgK$

$A_T$  Sezione netta tunnel ortogonale al flusso [ $m^2$ ] = 46,10  $m^2$

$T_f$  Temperatura media gas in zona incendio [K]



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	7 di 9

Alla luce delle relazioni soprariportate, la velocità critica dell'aria  $V_c$  risulta pari a 2,8 m/s con temperatura gas  $T_f$  pari a 507°C.

Dato che bisogna garantire l'aspirazione della miscela aria/fumi contemporanea da entrambe le canne e da entrambe le direzioni, con riferimento alla velocità critica sopra calcolata, si avrà una portata totale di aspirazione di circa 516 mc/s.

### 3) Calcolo prevalenza

Le prevalenze necessarie sono state determinate sulla base delle perdite di carico distribuite delle canalizzazioni e di quelle concentrate di serrande, griglie, bocchette e raccordi.

Le perdite di carico distribuite sono state calcolate a partire dall'equazione di Darcy-Weisbach :

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove:

$h_f$  [Pa] = Perdite di carico dovute all'attrito = Perdite di carico distribuite

$f$  = Coefficiente adimensionale, chiamato coefficiente d'attrito di Darcy, il quale può essere ricavato dall'equazione di Colebrook o, più semplicemente, dall'abaco di Moody, a partire però dal numero di Reynolds ( $Re$ ) e dalla scabrezza relativa ( $\frac{\varepsilon}{D_{equiv}}$ ), tipici del trinomio fluido, condotta, portata

volumetrica in questione

$L$  [m] = lunghezza della condotta

$D$  [m] = diametro idraulico della condotta, dato genericamente da  $4S/P$ , dove a sua volta  $S$  è la sezione della condotta e  $P$  il perimetro

$v$  [ $\frac{m}{s}$ ] = velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \frac{m}{s}$  = accelerazione di gravità



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	8 di 9

Per calcolare le perdite di carico concentrate, invece, si è applicato, direttamente derivato dall'equazione di Bernoulli, il concetto di proporzionalità all'energia cinetica nel punto, il che si traduce nella seguente formula:

$$h_c = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove:

$h_c$  [Pa] = perdita di carico concentrata dell'elemento considerato

$\rho$   $\left[ \frac{kg}{m^3} \right]$  = densità del fluido alla temperatura in considerazione

$\xi$  = Coefficiente adimensionale tipico dell'elemento in questione e/o della sua interconnessione con le parti adiacenti dell'impianto

$v$   $\left[ \frac{m}{s} \right]$  = Velocità media del fluido, data dal rapporto tra portata volumetrica del fluido e sezione della condotta

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$  = accelerazione di gravità

Premesso quanto sopra, sono state determinate le perdite di carico, denominate statiche in quanto rappresentano tutte le perdite statiche e dinamiche dell'impianto, ad eccezione delle perdite dinamiche dello stesso ventilatore (considerato di diametro pari a 2600 mm).



**ITINERARIO NAPOLI – BARI**  
**RADDOPPIO TRATTA BOVINO - ORSARA**

PROGETTO DEFINITIVO  
 Centrale di disconnessione fumi con consegna energia galleria Orsara  
 Impianto di Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	IF1W	00	D 17 CL	AI0507 001	B	9 di 9

Nel seguito si riportano i principali risultati ottenuti.

Estrazione fumi dal soprabanchina										
Tipologia	Settore	Portata (mc/s)	A (mq)	v (m/s)	Ø (mm)	L (m)	Tipologia perdite concentrate	Perdite distribuite (Pa)	Perdite concentrate (Pa)	Prevalenza totale (Pa)
Galleria (n°2 rami)		258	46,1	5,6		600	Imbocco	35	20	55
Condotto di galleria		516	27,7	18,6		620	Imbocco - Variazioni sezione - Curve	400	380	780
Centrale		516	103,7	5,0		22	Variazioni sezione – Serrande – Ventilatori – Griglie - Sbocco	5	550	555
<b>Totale parziale</b>								440	950	1.390
<b>Coefficiente sicurezza</b>										10%
<b>Toatale</b>										<b>1.550</b>

#### 4) Riepilogo risultati centrale ventilazione galleria Orsara

Nel seguito si riporta un riepilogo dei risultati di dimensionamento:

Scenario	Portata totale (m³/s)	n° ventilatori in parallelo	Portata per ventilatore (mc/s)	Prevalenza (Pa)
Disconnessione	516	3 + 1 riserva	172	1.550