

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

### Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni

Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne

Impianto Controllo Fumi

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS2S 01 D 17 CL AI1509 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli	29.09.2017	S. Miceli	29.09.2017	P. Carlesimo	29.09.2017	A. Falaschi Gennaio 2018
B	Emissione Esecutiva	V. Iannuccilli <i>V. Iannuccilli</i>	Gennaio 2018	S. Miceli <i>S. Miceli</i>	Gennaio 2018	P. Carlesimo <i>P. Carlesimo</i>	Gennaio 2018	ITALFERR S.p.A. U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI Dott. Ing. ALFREDO FALASCHI Ordine Ingegneri di Viterbo N. 363

RS2S 01 D 17 CL AI1509 001 B

n. Elab.: 2511



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne  
Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	2 di 8

## INDICE

1) GENERALITÀ .....	3
1.1) PREMESSA .....	3
1.2) NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	3
2) CALCOLO PORTATA .....	5
<i>Modelli di incendio ed equazioni utilizzate .....</i>	<i>5</i>
3) CALCOLO PREVALENZA.....	6
4) RIEPILOGO RISULTATI .....	8

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.
	RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	3 di 8

## 1) GENERALITÀ

### 1.1) Premessa

La presente relazione riporta i calcoli di dimensionamento dell'impianto di disconnessione fumi tra le gallerie Taormina (dopo la stazione, lato Messina) ed interconnessione Letojanni della tratta Giampilieri-Fiumefreddo, lotto 01, necessari a determinare le caratteristiche dell'impianto.

### 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 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.
- 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.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne  
 Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	4 di 8

- 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.
- Environments 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) gaitersburg - 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 safety journal 12; 9-35;
- 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. – studien-gesellschaft für unterirdische verkehrsanlagen (research association for underground transportation facilities), germany



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne  
 Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	5 di 8

## 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 :

Vc velocità critica dell'aria (m/s)

K1 Costante di Froude= $Fr^{-1/3}=0,53$ (per $Fr=6,7$ ,num Froude)

K2 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] = 6,62 m (considerata a partire dalla base del carrello)

Ec Calore rilasciato dal fuoco per convezione [kW] = 50000 kW, in conformità con quanto indicato nella relazione di sicurezza

$\rho$  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 [ $m^2$ ] = 61  $m^2$

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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni</b> PROGETTO DEFINITIVO Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne Impianto Controllo Fumi					
	RELAZIONE DI CALCOLO	PROG. RS2S	LOTTO 01	TIPO DOC. D 17 CL	OPERA/DISCIPLINA AI1509 001	REV. B

Alla luce delle relazioni soprariportate, la velocità critica dell'aria  $V_c$  risulta pari a 2.2 m/s con temperatura gas  $T_f$  pari a 624°C. Al fine di ridurre le prestazioni dell'impianto in prossimità del punto di presa sono stati realizzati dei restringimenti di sezione tale da far sì che la sezione AT raggiunga un valore pari a circa 39 mq. In questa zona verrà realizzata l'aspirazione della miscela aria/fumi che, in funzione della velocità critica di cui prima e considerando che l'aspirazione richiamerà aria da entrambe le direzioni si ha una portata totale di aspirazione pari a circa 170 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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**  
PROGETTO DEFINITIVO  
Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne  
Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO	PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
	RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	7 di 8

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

$g = 9,81 \frac{m}{s} =$  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).

Nel seguito si riportano i principali risultati ottenuti.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO**

**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**Lotto 01: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni**

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato tecnologico Energia tipo E2 e centrali di ventilazione esterne

Impianto Controllo Fumi

RELAZIONE DI CALCOLO

PROG.	LOTTO	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	REV.	FOGLIO
RS2S	01	D 17 CL	AI1509 001	B	8 di 8

### Disconnessione fumi

Tipologia	Settore	Portata (mc/s)	A (mq)	v (m/s)	Lunghezza (m)	Tipo perdite concentrate	Perdite distribuite (Pa)	Perdite concentrate (Pa)	Prevalenza totale (Pa)
Centrale		170	91,0	1,9	22	Variazioni sezione – Silenziatori – Serrande – Griglie espulsione - Curve	5	523	528
Uscita centrale		170	9,7	17,4	200	Variazioni sezione	245	70	315
Galleria		170	43,8	3,9	6500	Curve – Imbocco	140	37	177
<b>Totale parziale</b>							390	630	1.020
<b>Coefficiente sicurezza</b>									10%
<b>Toatale</b>									<b>1.130</b>

#### 4) Riepilogo risultati

Nel seguito si riporta un riepilogo dei risultati di dimensionamento :

Centrale Ventilazione					
Punto	Scenario	Portata totale (mc/s)	n° ventilatori in parallelo	Portata per ventilatore (mc/s)	Prevalenza (Pa)
A	Disconnessione	170	1	170	1.130