


# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b> Dott. Ing. I. Barilli Ordine Ingegneri V.C.O. n° 122 Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b></p> <p>Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b> Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b> Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	--

<i>Unità Funzionale</i>	COLLEGAMENTI SICILIA	SF0354_F0
<i>Tipo di sistema</i>	IMPIANTI TECNOLOGICI ELETTROFERROVIARI DI LINEA	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE NATURALE – SANTA AGATA	
<i>Titolo del documento</i>	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE	

CODICE

C G 0 7 0 0 P 3 R D S F I 0 0 G N A 6 0 0 0 0 0 1 F 0

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. RE	M. TACCA	I. BARILLI

NOME DEL FILE: SF0354\_F0

revisione interna: \_\_



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE	<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE.....		i
1 Premessa.....		1
1.1 Generalità Galleria Sant'Agata .....		1
1.1.1 Dati geometrici e prestazione richieste .....		2
1.1.2 Equazioni di calcolo.....		3
1.1.3 Scelta dei ventilatori .....		5
2 Normativa .....		5



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE</b>	<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1 Premessa

Il presente documento intende illustrare le soluzioni progettuali adottate nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti tecnologici di pressurizzazione a servizio dei by-pass ferroviari che vengono realizzati nei collegamenti ferroviari lato Sicilia, nell'ambito della costruzione dell'Opera di attraversamento sullo Stretto di Messina.

L'impianto di pressurizzazione dei by-pass è richiesto dal D.M. 28/10/2005 "Sicurezza nelle gallerie ferroviarie" e dal Manuale di progettazione gallerie, documento RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003.

Vengono riportate nel seguito le grandezze principali, i dati di base utilizzati e le prestazioni richieste per l'impianto di ventilazione per la pressurizzazione by-pass ferroviaria, adibiti a via di fuga degli utenti in caso di incendio in uno dei due forni della galleria. Vengono inoltre riportati i calcoli eseguiti per il dimensionamento dell'impianto e la scelta dei ventilatori.

### 1.1 Generalità Galleria Sant'Agata

La galleria Sant'Agata è una galleria ferroviaria a doppio fornice unidirezionale.

Le due canne hanno una lunghezza rispettivamente di :

Binario pari : Lunghezza = 4.390 m;

Binario dispari: Lunghezza = 4.342 m.

Nel caso di un incendio su un convoglio in uno dei due forni, qualora il convoglio debba fermarsi in galleria, è possibile attuare l'evacuazione dei passeggeri dal fornice incidentato al fornice indenne attraverso by-pass di comunicazione, che collegano trasversalmente i due forni.

I by-pass di comunicazione rappresentano le vie di fuga per i passeggeri e sono realizzati con passo longitudinale di  $\approx 500$  m fra i due forni. Essi vengono anche utilizzati quali locali per la sosta dei passeggeri in attesa di soccorsi.

I by-pass debbono essere esenti dai fumi dell'incendio; il loro ingresso è segnalato in modo visivamente adeguato. Essi sono pressurizzati mediante appositi ventilatori, disposti al loro interno, e costituiscono una via di fuga sicura per i passeggeri, isolando dai fumi il fornice indenne da quello incidentato.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE</b>	<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Ogni by-pass è dotato di impianto di pressurizzazione costituito principalmente da:

- una griglia in acciaio zincato di presa dell'aria dal fornice;
- un ventilatore di mandata dell'aria con comando ad inverter;
- una serranda tagliafuoco REI 120' sulla presa aria ventilatore;
- una serranda tagliafuoco REI 120' ed una serranda di regolazione in acciaio zincato, motorizzata, per l'espulsione dell'aria dal locale;
- una griglia in acciaio zincato, per l'espulsione dell'aria dal locale.

La pressurizzazione del by-pass è assicurata, durante l'incendio, dal ventilatore attestato sulla parete che mette in comunicazione il by-pass con il fornice indenne. Il ventilatore installato sulla parete del fornice incidentato rimane inattivo.

Ciascun insieme di ventilatore e serranda motorizzata è alimentato dal quadro di by-pass (QdB) ed è gestito da una proprio PLC locale (Unità di by-pass - UdB).

L'unità di by-pass invia i segnali relativi al funzionamento, dei componenti l'impianto di pressurizzazione, al posto di controllo centralizzato (PCC) che controlla e comanda i PLC.

Il QdB, il PLC ed il sistema di controllo centralizzato sono oggetto di altra parte del progetto.

### 1.1.1 Dati geometrici e prestazione richieste

- lunghezza by-pass :  $L = \approx 40 \text{ m}$
- sezione trasversale by-pass:  $\Omega = \approx 22,86 \text{ m}^2$
- perimetro della sezione trasversale:  $P = 18,26 \text{ m}$
- dimensione porte (nr. 4):  $\text{Dim.} = 1,8 \times 2,1 \text{ m}$

Prestazioni richieste al sistema di pressurizzazione

- sovrappressione richiesta a porte chiuse:  $\Delta p = 50 \text{ Pa}$
- velocità in presenza di una porta aperta:  $v \geq 2,5 \text{ m/s}$

Delle due prestazioni sopra indicate quella più restrittiva è la seconda, quindi è quella che determina la scelta del ventilatore.

Mantenendo il filtro chiuso ad una sovrappressione di 50 Pa, si deve fornire una portata pari alle perdite di aria attraverso le fughe delle porte e delle micro fessure dei muri.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE	<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Per mantenere una velocità  $\geq 2,5$  m/s il ventilatore deve elaborare una portata, che dipende dalla sezione della porta, ma che comunque è di un ordine di grandezza superiore rispetto alla portata a porte chiuse.

### 1.1.2 Equazioni di calcolo

La portata di aria necessaria a mantenere la sovrappressione a porte chiuse è data delle seguenti relazioni:

Perdita di aria attraverso le fessure delle porte:

$$Q_F = C_F \cdot S_F \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad [1]$$

dove :

$Q_F$	=	portata aria per metro lineare di porta	[m <sup>3</sup> /s/m]
$S_F$	=	superficie delle fessure per metro lineare di porta	[m <sup>2</sup> /m]
$C_F$	=	coefficiente di flusso	
$\Delta p$	=	sovrappressione	[Pa]
$\rho$	=	densità dell'aria	[kg/m <sup>3</sup> ]

Perdita di aria attraverso le fessure dei muri:

$$Q_M = C_F \cdot S_M \cdot \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} \quad [2]$$

dove :

$Q_M$	=	portata aria per metro lineare di porta	[m <sup>3</sup> /s/m]
$S_M$	=	superficie delle fessure per metro lineare di porta	[m <sup>2</sup> /m]
$C_F$	=	coefficiente di flusso	
$\Delta p$	=	sovrappressione	[Pa]
$\rho$	=	densità dell'aria	[kg/m <sup>3</sup> ]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE		<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

La portata totale a porte chiuse risulta essere

$$Q_{TOT} = P_p \cdot Q_F + S \cdot Q_M \quad [3]$$

dove :

$P_p$  = perimetro delle porte [m]

$S$  = superficie laterale del filtro [m<sup>2</sup>]

La portata di aria necessaria a mantenere una data velocità a porta aperta è data dalle seguente formula:

$$Q_A = S_p \cdot V \quad [4]$$

dove :

$V$  = velocità dell'aria attraverso la porta aperta [m/s]

$S_p$  = superficie porta aperta [m<sup>2</sup>]

\*\*\*\*\*

Le perdite di pressioni corrispondenti sono calcolate con la formula:

$$\Delta p_{tot} = \Delta p_d + \Delta p_c = \frac{\rho}{2} \left( \lambda \cdot \frac{l}{D_e} \cdot V^2 + \sum_j C_j \cdot V_j^2 \right) \quad [5]$$

dove:

$\Delta p_{tot}$  = perdita di pressione totale [Pa]

$\Delta p_d$  = perdita di pressione distribuita [Pa];

$\Delta p_c$  = perdite di pressione concentrate [Pa];

$\lambda$  = fattore di attrito adimensionale;

$l$  = lunghezza del circuito [m];

$D_e$  = diametro equivalente [m];

$V$  = velocità media del fluido [m/s].

$V_j$  = velocità media del fluido nel punto j-esimo [m/s];

$C_j$  è un coefficiente caratteristico, relativo alla perdita concentrata j-esima (curva, restringimento, diramazione).



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI VENTILAZIONE</b>		<i>Codice documento</i> SF0354_F0_NON PROGETTISTA	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I coefficienti  $C_j$  sono determinati sperimentalmente e disponibili nell'ambito della letteratura scientifica, ad esempio nelle pubblicazioni ASHRAE, Fundamentals Handbook.

### 1.1.3 Scelta dei ventilatori

Sono previsti ventilatori assiali con le seguenti caratteristiche:

- Diametro girante : 1003 mm
- Portata aria : 10,6 m<sup>3</sup>/s
- Pressione totale : 509 Pa
- Potenza motore : 7,5 kW

Ciascuno dei due ventilatori del by-pass garantisce:

alla portata nominale e una porta aperta

- velocità attraverso la porta:  $v = 2,65 \text{ m/s}$
- sovrappressione:  $\Delta p = 10 \text{ Pa}$

a portata ridotta e porte chiuse:

- sovrappressione:  $\Delta p = 50 \text{ Pa}$

Il mantenimento di una sovrappressione di 50 Pa fra il by-pass ed i forni assicura inoltre, al momento della apertura della porta, una velocità iniziale attraverso questa pari a  $\sim 6 \text{ m/s}$ , garantendo il cosiddetto "effetto bolla", effetto che impedisce l'ingresso dei fumi dalla galleria incidentata al by-pass a porta aperta di accesso al by-pass stesso.

## 2 Normativa

Per quanto di nostra conoscenza non esiste una normativa, in ambito ferroviario, che dia indicazioni in merito alle prestazioni ed ai metodi di calcolo per il dimensionamento degli impianti di pressurizzazione meccanica delle vie di esodo, benché essi siano previsti dal D.M. 28/10/2005 e dal "Manuale della progettazione gallerie RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003". Pertanto come base per la progettazione si sono prese le prescrizioni vigenti in ambito autostradale (Linee Guida Anas ottobre 2009) e per i calcoli si sono adottate le formule esposte in relazione, reperibili nella letteratura tecnica.