

# 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)



**IL PROGETTISTA**  
Dott. Ing. I. Barilli  
Ordine Ingegneri  
V.C.O.  
n° 122  
Dott. Ing. E. Pagani  
Ordine Ingegneri Milano  
n° 15408



**IL CONTRAENTE GENERALE**  
Project Manager  
(Ing. P.P. Marcheselli)

**STRETTO DI MESSINA**  
Direttore Generale e  
RUP Validazione  
(Ing. G. Fiammenghi)

**STRETTO DI MESSINA**  
Amministratore Delegato  
(Dott. P. Ciucci)

*Unità Funzionale* COLLEGAMENTI SICILIA SF0468\_F0  
*Tipo di sistema* IMPIANTI TECNOLOGICI ELETTROFERROVIARI DI LINEA  
*Raggruppamento di opere/attività* IMPIANTI DI EMERGENZA E ANTINCENDIO  
*Opera - tratto d'opera - parte d'opera* GALLERIA NATURALE – SANTA AGATA  
*Titolo del documento* RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO

CODICE

C G 0 7 0 0 P 3 R D S F I E A 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



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE.....		i
1 Premessa.....		1
1.1 Generalità – Galleria Sant’Agata.....		1
1.2 Dati di progetto ed equazioni utilizzate per il dimensionamento.....		2
1.2.1 Calcolo perdite di carico.....		2
1.2.1.1 Dimensionamento riempimento tubazione.....		2
1.2.1.2 Dimensionamento rete di distribuzione.....		4
1.2.2 Calcolo dilatazioni termiche.....		11
1.2.3 Dimensionamento vasche di accumulo.....		11
1.3 Dimensionamento delle centrali antincendio.....		12
1.3.1 Centrale antincendio C1 – Galleria Sant’Agata.....		12
1.3.2 Centrale antincendio C2 – Galleria Sant’Agata.....		13
2 Inquadramento normativo.....		15



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO		<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 Premessa

Vengono riportate nel seguito le grandezze principali, i dati di base utilizzati e le prestazioni richieste per l'impianto idrico antincendio ad idranti, la descrizione dei calcoli eseguiti per il dimensionamento dell'impianto e la scelta dei gruppi di pressurizzazione.

### 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.

Gli impianti idrici antincendio a servizio della galleria ferroviaria sono del tipo a secco, quindi riempiti soltanto in caso di utilizzo. Sono costituiti da: una rete idrica, i terminali antincendio, i gruppi di pressurizzazione alle estremità della rete, le riserve idriche, dalle quali si alimentano i suddetti gruppi.

Gli impianti vengono derivati dai piazzali posti alle zone di imbocco della galleria stessa, dove sono già presenti i fabbricati di servizio e le piazzole di emergenza e di accesso per i mezzi di soccorso.

La galleria presenta quindi la possibilità di alimentazione delle reti degli idranti da due lati.

Per ciascuno dei due fornici della galleria viene disposta una tubazione antincendio, corrente sotto il marciapiede.

L'alimentazione della rete antincendio per la galleria è derivata da apposite riserve idriche costituite da vasche di accumulo in c.a. Al fine di ottimizzare gli spazi occupati, le vasche sono previste interrato, sottostanti le rispettivi centrali di pompaggio. Sono utilizzate pompe di tipo verticale a giranti sommerse; ciascun gruppo di pressurizzazione è composto da una elettropompa ed una motopompa.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1.2 Dati di progetto ed equazioni utilizzate per il dimensionamento

Il dimensionamento degli impianti è effettuato sulla base dei seguenti dati di progetto:

- Tempo massimo di riempimento della condotta primaria  
(con alimentazione bilaterale) 30 minuti primi
- Velocità max dell'acqua nelle tubazioni 2,5 m/s
- Portata per ciascun idrante 200 l/1'
- Portata massima in esercizio (4 idranti) 800 l/1'
- Pressione minima al bocchello (con 60 m di manichetta) 2 bar
- Durata minima di erogazione 120 minuti primi
- Escursione termica 15 °C

Il calcolo dell'impianto idrico antincendio è stato eseguito mediante il programma "MC4 – Suite 2008", prodotto dalla MC4 Software; tale programma è specifico per il dimensionamento delle reti idriche antincendio (modulo Fire-cad).

### 1.2.1 Calcolo perdite di carico

#### 1.2.1.1 Dimensionamento riempimento tubazione

Il calcolo del riempimento della tubazione dell'impianto antincendio viene fatto verificando quale sia la lunghezza massima servibile, tale per cui la tubazione possa essere riempita nel tempo massimo previsto dalle specifiche RFI (30').

Definita tale lunghezza, viene stabilito il diametro della tubazione, che è funzione sia del tempo di riempimento dell'impianto, che del dimensionamento della rete di distribuzione, come spiegato nel paragrafo successivo. Tale diametro viene definito, in prima approssimazione, dall'esperienza, poiché il calcolo viene effettuato per approssimazioni successive, finché non vengano individuati valori di caduta di pressione e di potenza adeguati e venga verificato che tali valori rientrino nei valori correntemente riscontrabili nelle applicazioni.

Le relazioni di calcolo applicate sono le seguenti:

- equazione della caduta di pressione del circuito Hazen-Williams, riportata in [1]; essa permette di definire la prevalenza del circuito  $\Delta p$  necessaria per vincere le resistenze passive;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO		<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- equazione della caduta di pressione dovuta alla variazione altimetrica fra la centrale antincendio e la galleria, riportata in [2].

$$\Delta p_{circuito} = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85} \quad [1]$$

$$\Delta p_{altimetrico} = \rho \cdot g \cdot \Delta H \quad [2]$$

$$\Delta p_{totale} = \Delta p_{circuito} \cdot 10^5 \pm \Delta p_{altimetrico} \quad [3]$$

dove

$\Delta p_{circuito}$	=	$\Sigma$ perdite di pressione continue ed accidentali del circuito [bar]
$\Delta p_{altimetrico}$	=	sovrapressione per differenza di quota [Pa]
$\Delta p_{totale}$	=	prevalenza della pompa per resistenze fluidodinamiche [Pa] continue ed accidentali e per differenza di quota [Pa]
Q	=	portata attraverso la tubazione [l/1']
L	=	lunghezza equivalente della tubazione e delle perdite accidentali [m]
d	=	diametro medio interno della tubazione [mm]
C	=	è una costante per il tipo e condizione della tubazione (vedere Prospetto 1 per esempi di valori legati al materiale)
$\rho$	=	massa volumica del fluido [kg/m <sup>3</sup> ]
g	=	accelerazione di gravità [m/s <sup>2</sup> ]
$\Delta H$	=	altezza della colonna d'acqua se la centrale è collocata ad una quota diversa da quella riferita al profilo longitudinale della galleria [m]

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Tipo di tubazione	Valore di C
Ghisa	100
Ghisa duttile	110
Acciaio	120
Acciaio zincato	120
Cemento	130
Ghisa rivestita di cemento	130
Acciaio inossidabile	140
Rame	140
Fibra di vetro rinforzata	140
Tubazione in PEAD	150
Nota: Quest'elenco non è esaustivo	

Prospetto 1

Si precisa che il calcolo delle perdite concentrate è stato effettuato con il metodo della lunghezza equivalente, vale a dire aggiungendo alla lunghezza reale della tubazione lunghezze fittizie, alle quali corrispondono perdite di carico equivalenti a quelle concentrate.

#### 1.2.1.2 Dimensionamento rete di distribuzione

Il calcolo del circuito di distribuzione dell'impianto antincendio, viene fatto stabilendo le portate degli idranti. Nella fattispecie si è fatto riferimento al funzionamento contemporaneo di quattro idranti UNI45.

Tenendo conto della lunghezza e della pendenza della galleria e della ubicazione della centrale antincendio, è stata fissata una velocità massima dell'acqua nella tubazione, di 2,5 m/s e quindi è stato verificato il diametro della tubazione principale di distribuzione dell'acqua in galleria, anche in funzione di quanto detto al paragrafo precedente, relativamente al tempo di riempimento della tubazione antincendio.

Le relazioni di calcolo applicate sono quelle riportate nel paragrafo precedente.

Il calcolo è stato condotto per approssimazioni successive, mantenendo il diametro risultante dal calcolo detto al paragrafo precedente e la velocità entro il campo stabilito e calcolando un primo valore di prevalenza  $\Delta p_{totale}$  e di potenza (P) della pompa di pressurizzazione.

In ogni caso il valore massimo di portata e di potenza richiesta sono stati sempre riscontrati con la

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

fase di riempimento della tubazione e conseguentemente l'impianto è stato dimensionato per tale evenienza, prevedendo apposito convertitore di frequenza (inverter) per il funzionamento sia in fase di riempimento che in fase di erogazione.

### CARATTERISTICHE DEL FLUIDO TERMOVETTORE

**FLUIDO:** ACQUA  
 Temperatura media [°C]: 10.0  
 Pressione [kPa]: 100.00  
 Densità [kg/m<sup>3</sup>]: 999.49  
 Viscosità [Pa s]: 0.001319

**TIPO DI CIRCUITO:** Mandata

#### Tubazioni in progetto

Descrizione del tubo	UNI EN 10255 seria media SS
C Coefficiente di Hazen-Williams	120

Tabella 1

Portata richiesta in riempimento	1072.2	[l/min]
Portata totale da simulazione	1072.5	[l/min]
Pressione richiesta in riempimento	783.5	[kPa]
Pressione da simulazione	784.02	[kPa]
Pressione residua	0.52	[kPa]

Tabella 2 – Centrale C1 e C2

**CALCOLO IDRAULICO INTEGRALE AREA: Centrale C1e C2 in fase di riempimento**

N° Tratto	N1 N2	Portata [l/min] Velocità [m/s]	K <sub>e</sub> Tipo Pz DN Diam int. [m]	L [m] L.Eq. [m] L.Tot [m]	C DPM [mm H20/m]	Pressioni \TuboPres	
1	0 1	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=0.5 LE=0 LT=0.5	C=120 DP=1017.6	Pt <sub>N1</sub> =784.02 Pz=4.9 Pf=4.99 Pt <sub>N2</sub> =767.53	Pt <sub>N1</sub> =784.02 Pv=0.91 Pn=783.1
2	1 2	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=0.1 LE=0 LT=0.1	C=120 DP=5016.68	Pt <sub>N1</sub> =767.53 Pz=4.9 Pf=4.92 Pt <sub>N2</sub> =751.11	Pt <sub>N1</sub> =767.53 Pv=0.91 Pn=766.61
3	2 3	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=0.68 LE=0 LT=0.68	C=120 DP=1498.97	Pt <sub>N1</sub> =751.11 Pz=9.79 Pf=9.92 Pt <sub>N2</sub> =741.2	Pt <sub>N1</sub> =751.11 Pv=0.91 Pn=750.2
4	3 4	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=20.57 LE=3.6 LT=24.17	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =741.2 Pz=0 Pf=4.22 Pt <sub>N2</sub> =725.47	Pt <sub>N1</sub> =741.2 Pv=0.91 Pn=740.28
5	4 5	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=271.87 LE=0 LT=271.87	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =725.47 Pz=0 Pf=47.52 Pt <sub>N2</sub> =666.45	Pt <sub>N1</sub> =725.47 Pv=0.91 Pn=724.56
6	5 6	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=299.65 LE=0 LT=299.65	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =666.45 Pz=0 Pf=52.37 Pt <sub>N2</sub> =602.58	Pt <sub>N1</sub> =666.45 Pv=0.91 Pn=665.54
7	6 7	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=299.67 LE=0 LT=299.67	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =602.58 Pz=0 Pf=52.38 Pt <sub>N2</sub> =538.7	Pt <sub>N1</sub> =602.58 Pv=0.91 Pn=601.67
8	7 8	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=299.67 LE=0 LT=299.67	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =538.7 Pz=0 Pf=52.38 Pt <sub>N2</sub> =474.82	Pt <sub>N1</sub> =538.7 Pv=0.91 Pn=537.79
9	8 9	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=37.18 LE=0 LT=37.18	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =474.82 Pz=0 Pf=6.5 Pt <sub>N2</sub> =468.33	Pt <sub>N1</sub> =474.82 Pv=0.91 Pn=473.91
10	9 10	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=140 LE=0 LT=140	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =468.33 Pz=0 Pf=24.47 Pt <sub>N2</sub> =443.86	Pt <sub>N1</sub> =468.33 Pv=0.91 Pn=467.41

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO

*Codice documento*  
SF0468\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

11	10 11	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=122.49 LE=0 LT=122.49	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =443.86 Pz=0 Pf=21.41 Pt <sub>N2</sub> =410.95	Pt <sub>N1</sub> =443.86 Pv=0.91 Pn=442.94
12	11 12	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=299.67 LE=0 LT=299.67	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =410.95 Pz=0 Pf=52.38 Pt <sub>N2</sub> =347.07	Pt <sub>N1</sub> =410.95 Pv=0.91 Pn=410.03
13	12 13	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=25.18 LE=0 LT=25.18	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =347.07 Pz=0 Pf=4.4 Pt <sub>N2</sub> =342.67	Pt <sub>N1</sub> =347.07 Pv=0.91 Pn=346.16
14	13 14	Q=1072.7 V=0.9	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 150 Dint=0.16	L=2 LE=0 LT=2	C=120 DP=7.46	Pt <sub>N1</sub> =342.67 Pz=0 Pf=0.15 Pt <sub>N2</sub> =342.52	Pt <sub>N1</sub> =342.67 Pv=0.45 Pn=342.22
15	14 15	Q=1072.7 V=0.9	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 150 Dint=0.16	L=10 LE=0 LT=10	C=120 DP=7.46	Pt <sub>N1</sub> =342.52 Pz=0 Pf=0.73 Pt <sub>N2</sub> =341.79	Pt <sub>N1</sub> =342.52 Pv=0.45 Pn=342.07
16	15 16	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=138 LE=0 LT=138	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =341.79 Pz=0 Pf=24.12 Pt <sub>N2</sub> =317.67	Pt <sub>N1</sub> =341.79 Pv=0.91 Pn=340.88
17	16 17	Q=1072.7 V=0.9	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 150 Dint=0.16	L=2 LE=0 LT=2	C=120 DP=7.46	Pt <sub>N1</sub> =317.67 Pz=0 Pf=0.15 Pt <sub>N2</sub> =317.53	Pt <sub>N1</sub> =317.67 Pv=0.45 Pn=317.22
18	17 18	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=85 LE=0 LT=85	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =317.53 Pz=0 Pf=14.86 Pt <sub>N2</sub> =302.67	Pt <sub>N1</sub> =317.53 Pv=0.91 Pn=316.61
19	18 19	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=37.49 LE=0 LT=37.49	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =302.67 Pz=0 Pf=6.55 Pt <sub>N2</sub> =284.61	Pt <sub>N1</sub> =302.67 Pv=0.91 Pn=301.75
20	19 20	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=25.18 LE=0 LT=25.18	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =284.61 Pz=0 Pf=4.4 Pt <sub>N2</sub> =280.21	Pt <sub>N1</sub> =284.61 Pv=0.91 Pn=283.7
21	20 21	Q=1072.7 V=0.9	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 150 Dint=0.16	L=2 LE=0 LT=2	C=120 DP=7.46	Pt <sub>N1</sub> =280.21 Pz=0 Pf=0.15 Pt <sub>N2</sub> =280.07	Pt <sub>N1</sub> =280.21 Pv=0.45 Pn=279.77

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO

*Codice documento*  
SF0468\_F0

<i>Rev</i>	<i>Data</i>
F0	20/06/2011

22	21 22	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=60 LE=0 LT=60	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =280.07 Pz=0 Pf=10.49 Pt <sub>N2</sub> =269.58	Pt <sub>N1</sub> =280.07 Pv=0.91 Pn=279.15
23	22 23	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=88 LE=0 LT=88	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =269.58 Pz=0 Pf=15.38 Pt <sub>N2</sub> =254.2	Pt <sub>N1</sub> =269.58 Pv=0.91 Pn=268.67
24	23 24	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=37 LE=0 LT=37	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =254.2 Pz=0 Pf=6.47 Pt <sub>N2</sub> =247.73	Pt <sub>N1</sub> =254.2 Pv=0.91 Pn=253.29
25	24 25	Q=1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 125 Dint=0.13	L=87.49 LE=0 LT=87.49	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =247.73 Pz=0 Pf=15.29 Pt <sub>N2</sub> =220.94	Pt <sub>N1</sub> =247.73 Pv=0.91 Pn=246.82
26	25 26	Q=-1072.7 V=1.4	K <sub>e</sub> =0 F=A DN=DN 125 Dint=0.13	L=37.18 LE=0 LT=37.18	C=120 DP=17.83	Pt <sub>N1</sub> =220.94 Pz=0 Pf=6.5 Pt <sub>N2</sub> =214.44	Pt <sub>N1</sub> =220.94 Pv=0.91 Pn=220.03
27	26 27	Q=356.5 V=2.7	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 50 Dint=0.05	L=0.92 LE=3 LT=3.92	C=120 DP=179.51	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pz=0 Pf=6.9 Pt <sub>N2</sub> =206.27	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pv=3.6 Pn=210.85
Terminale							
28		Q=-356.5	K=0			Pt1=206.27	
Terminale							
29		Q=356.5	K=0			Pt1=206.27	
Terminale							
30		Q=356.5	K=252			Pt1=206.27	
31	26 31	Q=359.6 V=0.5	K <sub>e</sub> =0 F=G DN=DN 125 Dint=0.13	L=1.06 LE=0 LT=1.06	C=120 DP=2.36	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pz=0 Pf=0.02 Pt <sub>N2</sub> =214.42	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pv=0.1 Pn=214.34
32	31 32	Q=359.6 V=2.7	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 50 Dint=0.05	L=0.46 LE=1.5 LT=1.96	C=120 DP=182.38	Pt <sub>N1</sub> =214.42 Pz=0 Pf=3.51 Pt <sub>N2</sub> =209.62	Pt <sub>N1</sub> =214.42 Pv=3.66 Pn=210.76

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> PROGETTO DEFINITIVO		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO		Codice documento SF0468_F0	Rev F0	Data 20/06/2011

Terminale							
33		Q=-359.6	K=0			Pt1=209.62	
Terminale							
34		Q=359.6	K=0			Pt1=209.62	
Terminale							
35		Q=359.6	K=252			Pt1=209.62	
36	26 36	Q=356.5 V=2.7	K <sub>e</sub> =0 F=V DN=DN 50 Dint=0.05	L=0.92 LE=3 LT=3.92	C=120 DP=179.51	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pz=0 Pf=6.9 Pt <sub>N2</sub> =206.27	Pt <sub>N1</sub> =214.44 Pv=3.6 Pn=210.85
Terminale							
37		Q=-356.5	K=0			Pt1=206.27	
Terminale							
38		Q=356.5	K=0			Pt1=206.27	
Terminale							
39		Q=356.5	K=252			Pt1=206.27	

Tabella 3 – Centrale C1 e C2

Il calcolo sopra esposto è stato effettuato simulando la richiesta contemporanea di tre erogatori, la cui portata complessiva corrisponde a quella richiesta per garantire il riempimento entro 30 minuti primi.

Si è sopra riportato un solo calcolo delle perdite per attrito del circuito, in quanto si è ipotizzato ciascuna centrale riempia metà della rete antincendio.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

#### LEGENDA

N1	Nodo iniziale
N2	Nodo finale
C	Coefficiente di Hazen-Williams per le tubazioni
Pt <sub>N1</sub>	Pressione totale nel Nodo 1
Pt <sub>N2</sub>	Pressione totale nel Nodo 2
Pz	Pressione piezometrica
Pf	Perdita di pressione totale lungo il tronco
Pv	Pressione dinamica
Pn	Pressione nominale del tronco
Tipo Pz	Tipo di pezzo
A	Curva
B	T divergente asimmetrica
C	T divergente simmetrica
D	T convergente simmetrica
E	T convergente asimmetrica
F	Croce mista
G	Croce divergente
H	Croce convergente
V	Valvola
Ke	Coefficiente di efflusso

#### **PREVALENZA RICHIESTA IN RIEMPIMENTO PER LA CENTRALE C1 e C2**

$$\text{Prevalenza} = \Delta P_{\text{circuito}} \pm \Delta P_{\text{altimetrico}}$$

dove:

$\Delta P_{\text{circuito}}$  = caduta di pressione del circuito

$\Delta P_{\text{altimetrico}}$  = caduta di pressione per variazione altimetrica della centrale di pompaggio rispetto alla quota della galleria

$$\text{Prevalenza} = 783 - 0 = 783 \text{ kPa}$$

Le cadute di pressione per variazione altimetrica, relative alle due centrali, si sono in questo caso assunte pari a zero, poiché negative e quindi “utili” nella erogazione della portata. Questo a vantaggio di un dimensionamento più conservativo e della installazione di gruppi con le stesse caratteristiche.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO		<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Prevalenza gruppo pompaggio:

835 kPa > 783 kPa

### 1.2.2 Calcolo dilatazioni termiche

Per il calcolo delle dilatazioni termiche delle tubazioni viene utilizzata la formula:

$$\Delta L = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T \quad [\text{mm}]$$

dove:

- $\Delta L$  dilatazione della tubazione [mm]
- L lunghezza del tratto di tubazione [mm]
- $\Delta T$  escursione termica [°C]
- $1,2 \cdot 10^{-5}$  coefficiente lineare di dilatazione della tubazione in acciaio [1/°C]

Dalla relazione sopra si deduce che, per un  $\Delta T = 15^\circ\text{C}$ , si possono disporre compensatori di dilatazione, di corsa utile minima di 45 mm, mantenendo un passo non superiore a 250 m, intervallati con punti fissi.

### 1.2.3 Dimensionamento vasche di accumulo

Il dimensionamento delle vasche di accumulo è effettuato utilizzando la relazione:

$$V_u = V_{\text{tubazioni}} + Q_{\text{max}} \cdot t \quad [\text{litri}]$$

dove:

- $V_u$  è il volume utile minimo della vasca di accumulo [litri];
- $V_{\text{tubazioni}}$  è il volume d'acqua contenuto nella tratta di tubazione [litri];
- $Q_{\text{max}}$  è la massima portata contemporanea erogata (800 litri/1');
- t è la durata minima richiesta per l'alimentazione dell'impianto (120').

La lunghezza totale della rete antincendio è circa 4.860 m, per fornice; il volume di acqua contenuto in una tubazione DN 125 è di circa 0,13 litri/m.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO		<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Si ricava:

Vasca centrale C1 :  $V_u = 160.000$  litri

Vasca centrale C2 :  $V_u = 160.000$  litri

### 1.3 Dimensionamento delle centrali antincendio

Per il dimensionamento delle centrali antincendio sono state considerate, per ogni singola centrale, le portate dell'acqua di riempimento e le portate dell'acqua di erogazione, nonché le prevalenze totali dei circuiti, calcolate come detto in precedenza. Sulla base dei dati portate-prevalenze sono state dedotte le potenze delle pompe di ciascuna centrale e definite le pompe con i relativi motori ed inverter, secondo il macchinario disponibile sul mercato.

Le pompe hanno caratteristiche tali da soddisfare il più oneroso dei seguenti servizi:

- riempimento della semitratta della rete di idranti, relativa alla corrispondente centrale, nel tempo massimo di 30' con velocità dell'acqua nelle tubazioni non superiore a 2,5 m/s. Stante la lunghezza dei tronchi da alimentare, il riempimento dell'intera sezione è normalmente previsto con le elettropompe delle due alimentazioni in funzione. In caso di mancanza di una alimentazione la sezione sarà riempita dall'altra alimentazione funzionante nel tempo necessario.
- erogazione di una portata d'acqua totale di 800 l/minuto dai quattro idranti più sfavoriti, con una pressione residua al bocchello di 2 bar (con 60 m di manichetta), considerando in questo caso non la semitratta, ma l'intera rete.

#### 1.3.1 Centrale antincendio C1 – Galleria Sant'Agata

La centrale antincendio C1 è disposta in corrispondenza dell'imbocco lato Ponte, presso il piazzale "di emergenza".

L'impianto, in fase di erogazione, considera le seguenti contemporaneità :

- 4 idranti UNI 45;
- portata di un idrante 200 litri/1';
- pressione min al bocchello 2 bar;
- portata totale 800 litri/1'

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Portata complessiva richiesta :  $G_{Totale} = 800 \text{ litri/1' } = 48 \text{ m}^3/\text{h}$ .

L'impianto, in fase di erogazione, ha pertanto le seguenti caratteristiche :

- Portata massima contemporanea :  $48 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Prevalenza richiesta : 885 kPa;

L'impianto, in fase di riempimento, ha le seguenti caratteristiche :

- Portata :  $64 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Prevalenza richiesta : 835 kPa;

Il gruppo di pressurizzazione (GPA) è costituito da :

- elettropompa principale, portata  $64 \text{ m}^3/\text{h}$ , prevalenza effettiva 835 kPa; potenza installata 30 kW ;
- motopompa portata  $64 \text{ m}^3/\text{h}$ , prevalenza effettiva 835 kPa; potenza installata 26,5 kW.

### 1.3.2 Centrale antincendio C2 – Galleria Sant'Agata

La centrale antincendio C2 è disposta in corrispondenza dell'imbocco lato Messina, presso il piazzale "posto di manutenzione".

L'impianto, in fase di erogazione, considera le seguenti contemporaneità :

- 4 idranti UNI 45;
- portata di un idrante 200 litri/1';
- pressione min al bocchello 2 bar;
- portata totale 800 litri/1'

Portata complessiva richiesta :  $G_{Totale} = 800 \text{ litri/1' } = 48 \text{ m}^3/\text{h}$ .

L'impianto, in fase di erogazione, ha pertanto le seguenti caratteristiche :

- Portata massima contemporanea :  $48 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Prevalenza richiesta : 885 kPa;

L'impianto, in fase di riempimento, ha le seguenti caratteristiche :

- Portata:  $64 \text{ m}^3/\text{h}$ ;
- Prevalenza richiesta : 835 kPa;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Il gruppo di pressurizzazione (GPA) è costituito da :

- elettropompa principale, portata 64 m<sup>3</sup>/h, prevalenza effettiva 835 kPa; potenza installata 30 kW ;
- motopompa portata 64 m<sup>3</sup>/h, prevalenza effettiva 835 kPa; potenza installata 26,5 kW.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2 Inquadramento normativo

Gli impianti, oggetto dell'appalto, nel loro complesso e nei singoli componenti, sono stati progettati nel rispetto della legislazione e della normativa tecnica prevista nel documento GCG.F.03.15.

Va però precisato che le specifiche tecniche sopra menzionate ed il Progetto Di Gara (PDG) (Maggio 2005) non contemplavano ovviamente ulteriori disposizioni Legislative e Norme tecniche emanate successivamente alla data di redazione di dette specifiche.

In ottemperanza alla specifica GCG.F.01.02, tali nuovi riferimenti normativi sono stati assunti a riferimento durante la fase progettuale definitiva, con riferimento particolare a:

- Decreto Ministero dei Trasporti e delle Infrastrutture del 28 ottobre 2005 “Sicurezza nelle gallerie ferroviarie”, pubblicato sul G.U.R.I. del 08.04.06 in conformità agli indirizzi elaborati dalla Commissione Europea.
- Decisione Commissione Europea del 20/12/2007 - 2008/163/CE “STI relativa alla Sicurezza nelle gallerie ferroviarie nel sistema ferroviario trans europeo ad alta velocità e convenzionale”.

Infine, la progettazione definitiva è stata sviluppata con riferimento alle seguenti Leggi e Normative:

- D. Lgs. n. 81 del 9/04/2008 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007 n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” – noto come “Testo unico della sicurezza” e s.m.i.
- Legge n° 186 del 1/3/68 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche
- Legge n° 791 del 18/10/77 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici
- D.M. 37/08 del 22/01/08 “Disposizioni in materia di impianti negli edifici”
- RFI – Direzione Investimenti – Ingegneria Civile – Manuale Progettazione Gallerie RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003
- RFI – Direzione Investimenti – Ingegneria Civile – Criteri progettuali per la realizzazione degli impianti idrico, **antincendio**, elettrico e illuminazione, telecomunicazione, supervisione – aprile 2000 (allegato 2.4 al documento RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003 )
- RFI – Direzione Investimenti – Ingegneria Civile – Linee guida per le gallerie ferroviarie (per migliorarne la sicurezza) del 1997 (allegato 2.8 al documento RFI.DINIC.MA.GA.GN.00.001.B edizione 2003)
- RFI – Direzione Manutenzione – Ingegneria di Manutenzione - Specifiche Tecniche di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO	<i>Codice documento</i> SF0468_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

costruzione per il miglioramento della sicurezza nelle gallerie ferroviarie – Sottosistema LMF  
 - RFI.DMA/IMA.LA/LF 610

- Prescrizioni dei Vigili del Fuoco, degli Enti preposti a vigilare sulla sicurezza e delle Autorità locali
- Norme CEI e norme UNI
- Norma UNI 10779 "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio"
- Norma UNI 11292 – Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali
- Norma UNI EN 12845 – Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione
- Norma UNI 804 "Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi e tubazioni flessibili"
- Norma UNI 810 "Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite"
- Norma UNI EN 10224:2006 “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”
- UNI 10191 “Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per fusione”.
- UNI 9099 “Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione”
- Norma UNI EN 1074 -1 “Valvole per la fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Requisiti generali”
- Norma UNI EN 1074 - 2 “Valvole per la fornitura di acqua - Requisiti di attitudine all'impiego e prove idonee di verifica - Parte 2: Valvole di intercettazione”
- Norma UNI 7421 "Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili"
- Norma UNI 7422 "Apparecchiature per estinzione incendi – Requisiti delle legature per tubazioni flessibili"
- Norma UNI 9487 "Apparecchiature per estinzione incendi – Tubazioni flessibili antincendio di DN70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa"
- Norma UNI EN 671-2 "Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili"
- Norma UNI EN 14384 “Idranti antincendio a colonna soprasuolo”
- N.F.P.A. "Standard for Fixed Guideway Transit System"