



# 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>IL PROGETTISTA                  Dott. Ing. F. Colla                  Ordine Ingegneri                  Milano n° 20355                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE</p> <p>Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA                  Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
---	---	--	---

<p><i>Unità Funzionale</i> OPERA D'ATTRAVERSAMENTO</p> <p><i>Tipo di sistema</i> ATTIVITA' DI CARATTERE GENERALE</p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i> SISTEMAZIONI ESTERNE ED OPERE ACCESSORIE</p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> CALABRIA - OPERE D'ARTE</p> <p><i>Titolo del documento</i> PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">PG0094_F0</div>
--	--

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	G	T	C	O	P	S	E	0	0	0	0	0	9	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	R.CAFFARENA	G.SCIUTO	F.COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	3
PREMESSA.....	4
1 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	4
2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI .....	6
3 CARATTERISTICHE MATERIALI.....	9
3.1 Conglomerato cementizio .....	9
3.1.1 Conglomerato cementizio per sottofondazioni .....	9
3.1.2 Conglomerato cementizio per fondazioni .....	9
3.1.3 Conglomerato cementizio per elevazioni .....	9
3.2 Acciaio per cemento armato .....	10
3.3 Acciaio per carpenteria metallica .....	10
3.4 Collegamenti bullonati .....	11
3.5 Saldature.....	11
4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA.....	12
4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA.....	12
4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO.....	14
4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO .....	18
4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	24
4.4.1 Durabilità delle opere.....	24
5 FASI COSTRUTTIVE.....	25
6 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	26

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## PREMESSA

La presente relazione riguarda il dimensionamento statico delle strutture costituenti la "Piazza Cannitello", nell'ambito del progetto Definitivo per la realizzazione del "Ponte sullo Stretto di Messina".

### 1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- [NT\_1]. D.M. 14.01.2008 "Norme tecniche per le costruzioni (Gazzetta ufficiale 04/02/2008 n. 29)"
- [NT\_2]. C.M. 02.02.2009 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni (Gazzetta ufficiale 04/02/2008 n. 29)"
- [NT\_3]. UNI EN 1990: 2006 "Eurocodice 0 – Criteri generali di progettazione strutturale"
- [NT\_4]. UNI EN 1991-1-1: 2004 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici"
- [NT\_5]. UNI EN 1991-1-4: 2005 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento"
- [NT\_6]. UNI EN 1991-1-5: 2004 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 1-5: Azioni in generale – Azioni termiche"
- [NT\_7]. UNI EN 1991-2: 2005 "Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti"
- [NT\_8]. UNI EN 1992-1-1: 2005 "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [NT\_9]. UNI EN 1992-2: 2006 "Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti di calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi"
- [NT\_10]. UNI EN 1993-1-5: 2007 "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra"
- [NT\_11]. UNI EN 1993-1-9: 2005 "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 1-9: Fatica"
- [NT\_12]. UNI EN 1993-2: 2007 "Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio – Parte 2: Ponti in acciaio"
- [NT\_13]. UNI EN 1994-2: 2006 "Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo – Parte 2: Regole generali e regole per i ponti"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- [NT\_14]. UNI EN 1997-1: 2005 “Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”
- [NT\_15]. UNI EN 1998-1: 2005 “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”
- [NT\_16]. UNI EN 1998-5: 2005 “Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”
- [NT\_17]. UNI 11104-2004 “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”
- [NT\_18]. UNI EN 197-1-2007 “Cemento: Parte 1 - Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni
- [NT\_19]. UNI EN 206-1-2006 “Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità”
- [NT\_20]. CNR DT 207: 2008 “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		Codice documento PG0094_F0.doc	Rev F0	Data 20/06/2011

## 2 RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

### RIFERIMENTI PER CALCOLO STRUTTURALE

- [B1]. A.I.C.A.P. [2006] - "Guida all'uso dell'Eurocodice 2"
- [B2]. ANTONIO MIGLIACCI, FRANCO MOLA [2003] - "Progetto agli stati limite delle strutture in c.a."
- [B3]. CSI COMPUTER & STRUCTURE [2009] - "SAP 2000 user's manual"
- [B4]. C. CESTELLI GUIDI [1987] - "Cemento armato precompresso"
- [B5]. ERASMO VIOLA [1992] - "Scienza delle costruzioni"
- [B6]. LUIGI SABBARELLA [1998] - "Il cemento armato: la tecnica e la statica"
- [B7]. O. BELLUZZI [1996] - "Scienza delle costruzioni"
- [B8]. PAOLO RUGALI [2008] - "Calcolo di strutture in acciaio; guida all'Eurocodice 3"
- [B9]. P. POZZATI, C. CECCOLI [2000] - "Teoria e tecnica delle strutture"

### RIFERIMENTI PER CALCOLO SISMICO

- [B10]. ANDRE' PREUMONT, KAZUTO SETO [2008] - "Active control of structures"
- [B11]. AMR S. ELNASHI, LUIGI DI SARNO [2008] - "Fundamental of earthquake engineering"
- [B12]. C. CASAROTTI, R. PINHO, G.M. CALVI [2006] - "Adaptive pushover-based methods for seismic assessment and design of bridge structure"
- [B13]. C.G. LAI, S. FOTI, M. ROTA [2009] - "Input sismico e stabilità geotecnica dei siti in costruzione"
- [B14]. D. PIETRA, G.M. CALVI, R. PINHO [2008] - "Displacement-based seismic design of isolated bridge"
- [B15]. ERASMO VIOLA [2001] - "Fondamenti di dinamica e vibrazione delle strutture"
- [B16]. IUSS PRESS, rivista quadrimestrale - "Progettazione sismica"
- [B17]. M.J.N. PRIESTLEY, G.M. CALVI, M.J. KOWLASKY [2007] - "Displacement-based seismic design of structures"
- [B18]. P.E. PINTO, R. GIANNINI, P. FRANCHIN [2004] - "seismic reliability analysis of structures"

### RIFERIMENTI PER CALCOLO GEOTECNICO

- [B19]. ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA [1984] - "Raccomandazioni sui pali di fondazione"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA</b>		<b>Codice documento</b> PG0094_F0.doc	<b>Rev</b> F0	<b>Data</b> 20/06/2011

- [B20]. BRINCH-HANSEN, J. [1961] - "A General Formula for Bearing Capacity" - The Danish Geotechnical Institute, Bull. n.11, Copenhagen.
- [B21]. BRINCH-HANSEN, J. [1970] - "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity" - The Danish Geotechnical Institute, Bull. n.28, Copenhagen.
- [B22]. BUSTAMANTE M. & DOIX B. (1985) - "Une méthode pour le calcul des tirants et des micropieux injectés" Bulletin Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, n°140, nov.-déc., ref. 3047
- [B23]. BUSTAMANTE M., GIANESELLI L.. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.
- [B24]. BOWLES J.E. [1991] - "Fondazioni – Progetto e Analisi" - Editore McGraw-Hill
- [B25]. CARLO CESTELLI GUIDI [1987] - "Geotecnica e tecnica delle fondazioni"
- [B26]. DE BEER, E.E., LADANYI, B. [1961] - "Etude experimentale de la capacite portante du sable sous des fondations circulaires etablies en surface". 5th ICSMFE, Paris, 1, 577-581.
- [B27]. GROUP 7.0 for Windows [2000] - Technical & User's manual – Ensoft Inc.
- [B28]. H.G. POULOS, E.H. DAVIS [2002] - "Analisi e progettazione di fondazioni su pali"
- [B29]. JAMIOLKOWSKI M. et al. [1983] - "Scale effects of ultimate pile capacity" - Discussion, JGED, ASCE.
- [B30]. LANCELLOTTA R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.
- [B31]. MEYERHOF, G.G. [1951] - "The Ultimate Bearing Capacity of Foundations" - Geotechnique, 2, 301-332.
- [B32]. MEYERHOF, G.G. [1951] - "Some recent research on the bearing capacity of foundations" - Canadian Geotechnical Journal, 1, 16-26
- [B33]. MEYERHOF G.G., SASTRY V.V.R.N. [1978] - "Bearing capacity of piles in layered soils. Part 1. Clay overlying sand" - Canadian Geotechnical Journal, 15, 171-182, 183-189.
- [B34]. REESE L.C., WRIGHT S.J. [1977] - "Drilled shaft manual" - U.S. Dept. Transportation, Offices of Research and Development, Implementation Div., HDV 2, Washington D.C., vol.1
- [B35]. REESE L.C., W.R.COX, F.D. KOOP [1974] - "Analysis of lateralli loaded piles in sand" – Paper N° OCT 2080, Proceedings, Fifth Annual Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1975.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- [B36]. REESE L.C., W.R.COX, F.D. KOOP [1975] - "Field testing and analysis of laterally loaded piles in stiff clay" – Paper N° OCT 2313, Proceedings, Seventh Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1975.
- [B37]. REESE L.C., WELCH R.C. [1975] - "Lateral loading of deep foundations in stiff clay" – Journal of the geotechnical Division, ASCE, Vol. 101, No GT7, Proceedings Paper 11456, 1975, pp. 633 – 649.
- [B38]. SKEMPTON, A. W. [1951] - "The bearing capacity of clays" - Building Research Congress, London, 1, 180-189.
- [B39]. VESIC, A.S. [1970] - "Tests on instrumented Piles, Ogeechee River Site" - JSMFD, ASCE, V. 96, N. SM2, Proc. Paper 7170, March.
- [B40]. VESIC, A.S. [1973] - "Analysis of Ultimate Loads of Shallow Foundations". - JSMFD, ASCE, Jan., 45-73.
- [B41]. WELCH, R.C., REESE L.C. [1972] - "Laterally loaded Behavior of drilled shafts" – Research Report N° 3-5-65-89, conducted for Texas Highway Department and U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Bureau of Public Roads, by Center for Highway Research, The University of Austin.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><i>Rev</i></th> <th style="text-align: left;"><i>Data</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">F0</td> <td style="text-align: center;">20/06/2011</td> </tr> </tbody> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

### 3 CARATTERISTICHE MATERIALI

#### 3.1 Conglomerato cementizio

I conglomerati cementizi dovranno essere realizzati in accordo con le normative UNI 11104 e UNI EN 206-1; più in dettaglio ogni parte strutturale dovrà possedere le seguenti caratteristiche resistenti:

##### 3.1.1 Conglomerato cementizio per sottofondazioni

Classe	C12/15
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 15 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 12 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	X0
Classe di consistenza	S4 / S5

##### 3.1.2 Conglomerato cementizio per fondazioni

Classe	C25/30
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 30 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 14,167 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3} = 2,565 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm} = 1,795 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk 0,05} / \gamma_c = 1,197 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XC2
Classe di consistenza	S4

##### 3.1.3 Conglomerato cementizio per elevazioni

Classe	C32/40
Resistenza caratteristica cubica	$f_{ck,cube} = 40 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck,cyl} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0,85 * f_{ck} / 1,5 = 18,133 \text{ N/mm}^2$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Resistenza a trazione media	$f_{ctm} = 0,30 * f_{ck}^{2/3}$	= 3,024 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione (frattile 5%)	$f_{ctk 0,05} = 0,7 * f_{ctm}$	= 2,117 N/mm <sup>2</sup>
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk0,05} / \gamma_c$	= 1,411 N/mm <sup>2</sup>
Classe di esposizione	XC4 – XS1– XF2	
Classe di consistenza	S4	

### 3.2 Acciaio per cemento armato

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento che presentano le seguenti caratteristiche:

Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica a rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 450/1,15 = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Deformazione caratteristica al carico massimo	$\epsilon_{uk} = 7,5 \%$
Deformazione di progetto	$\epsilon_{ud} = 6,75 \%$

### 3.3 Acciaio per carpenteria metallica

In conformità con la norma UNI EN 10025:

- Elementi composti per saldatura:

spessori  $t \leq 40 \text{ mm}$ :

Tipo	S355J2G3
Soglia di snervamento	$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 470\text{-}630 \text{ N/mm}^2$

spessori  $t > 40 \text{ mm}$ :

Tipo	S355K2G3
Soglia di snervamento	$f_{yk} \geq 315 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 470\text{-}630 \text{ N/mm}^2$

- Elementi non saldati:

spessori  $t \leq 16 \text{ mm}$ :

Tipo	S355J0
Soglia di snervamento	$f_{yk} \geq 355 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 470\text{-}630 \text{ N/mm}^2$

spessori  $16 < t \leq 40 \text{ mm}$ :

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Tipo	S355J0
Soglia di snervamento	$f_{yk} \geq 315 \text{ N/mm}^2$
Tensione di rottura	$f_{tk} \geq 470\text{-}630 \text{ N/mm}^2$

### 3.4 Collegamenti bullonati

Giunzioni ad attrito da realizzarsi con bulloneria ad alta resistenza a serraggio controllato secondo UNI 3740 e UNI 20898 parte I e II:

- Viti classe 10.9 (UNI EN ISO 898-1:2001)
- Dadi classe 10 (UNI EN ISO 20898-2:1994)
- Rosette acciaio C50 EN10083 (HRC 32-40) (UNI EN ISO 10083-2:2006)

Le giunzioni bullonate ad attrito dovranno prevedere un coefficiente di attrito pari a 0,3 e coppie di serraggio secondo D.M. 14.01.2008.

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite verso l'alto ed il dado verso il basso ed avranno una rosetta sotto la vite ed una sotto il dado.

Fori per bulloni secondo D.M. 14/01/2008.

### 3.5 Saldature

In conformità con il D.M. 14/01/2008.

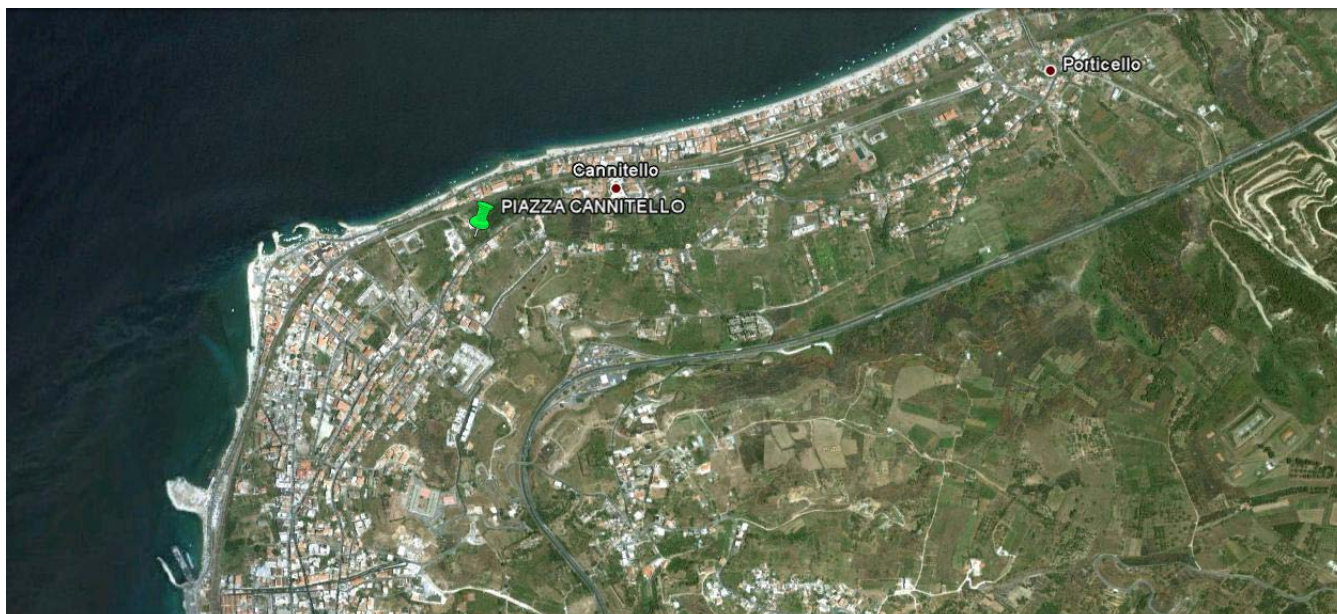
Dove non diversamente specificato si prevedono saldature a cordone d'angolo di lato pari a 0.7 per lo spessore minimo da collegare se su entrambi i lati, e di lato pari allo spessore minimo da collegare se su un solo lato. Tutti i cordoni devono essere sigillati sul contorno. Per i giunti a piena penetrazione le lamiere dovranno essere preventivamente preparate con opportuno cianfrino.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

### 4.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLA STRUTTURA

La zona in cui è individuata l'opera esaminata nel presente documento, ricade all'incirca alla Latitudine di 38,23184 e Longitudine di 15,64333.



F1. Individuazione della zona in cui ricade l'opera

L'opera si sviluppa con un andamento pressoché circolare in pianta, con un raggio prossimo ai 45 m. La struttura si divide su due livelli altimetrici:

- la piazza a quota +10 m s.l.m.
- l'anfiteatro a quota +17,5 m s.l.m.

Al di sopra della piazza che “collega” i due livelli altimetrici è posto un “ring” circolare metallico dello sviluppo di 227 m con solo fine estetico.

Analizzando con più dettaglio gli elementi componenti la piazza, si individuano 5 elementi strutturali principali:

- la piazza a quota 10 m sl.m., separata dall'anfiteatro da un giunto strutturale, costituita interamente da c.a. E' composta da un muro di sostegno dello spessore di 100 cm, fondato

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

su una trave di fondazione anche in c.a. (altezza 100 cm – profondità 450 cm), che funge da sostegno principale per la piazza sovrastante realizzata con una soletta gettata in opera dello spessore di 150 cm

- lo sbalzo della piazza a quota 10 m s.l.m., di spessore 100 cm realizzato in c.a. “alleggerito” (mediante blocchi di polistirolo 40x40x40), collegato rigidamente (senza giunti strutturali) alla piazza e al muro di sostegno sottostante, poggiante su pilastri obliqui rettangolari in c.a. delle dimensioni minime 80x36 cmq; la fondazione dei pilastri è realizzata mediante una trave in c.a. su fondazione diretta (altezza 100 cm – profondità 300 cm) collegata rigidamente alla fondazione del muro di sostegno. I pilastri sono connessi alla piazza sovrastante mediante uno schema di cerniera, per ridurre le azioni flettenti trasmesse dalla sovrastruttura
- l'anfiteatro, realizzato in c.a. mediante setti verticali dello spessore di 50-100 cm, vincolati sulla fondazione dello spessore di 150 cm in c.a. (per maggior dettaglio vedi elaborati grafici); l'anfiteatro è scollegato dalle restanti parti mediante giunti strutturali
- i muri e la piazza a quota 17,50 m sl.m., realizzati in c.a. con le stesse caratteristiche dei muri di sostegno della piazza sottostante, mentre la piazza a quota 17,5 m è realizzata con una platea gettata in opera dello spessore massimo di 80 cm
- il ring, è una struttura metallica realizzata mediante profilati tubolari cavi, costituita da:
  - pilastri  $\phi 500$  – sp 30
  - corrente inferiore  $\phi 300$  – sp 20
  - correnti superiori  $\phi 200$  – sp 15
  - montanti  $\phi 200$  – sp 15

la connessione tra pilastri e reticolare spaziale è realizzata mediante bullonatura (connessione capace di trasferire esclusivamente le azioni tagliati e assiali), mentre tutti gli altri elementi sono saldati. I montanti hanno un interasse di 2 m, consentendo quindi l'eventuale realizzazione in officina di parti della reticolare spaziale, trasportando poi i conci in cantiere senza oneri specifici.

Le azioni considerate nel calcolo sono quelle tipiche di una struttura interrata con le aggiunte delle azioni di tipo accidentale, con applicazione della Normativa D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL LUOGO

Essendo l'intervento in prossimità delle opere d'accesso, la caratterizzazione geotecnica del luogo è individuata dalla seguente descrizione.

### Descrizione delle litologie prevalenti

La litologia prevalente è costituita dalla formazione del Conglomerato di Pezzo.

Il Conglomerato di Pezzo, di età tortoniana, è la litologia stratigraficamente più bassa della successione sedimentaria. La sua potenza è superiore ai 200 m.

Il conglomerato è composto prevalentemente da clasti di graniti e gneiss cementati in matrice prevalentemente composta da frazioni arenacee fini e limose.

Le dimensioni dei clasti sono eterogenee e variabili da pochi mm fino a blocchi superiori al metro, interpretati come grossi trovanti inglobati nel conglomerato.

Negli affioramenti la formazione presenta un aspetto litoide con scarpate stabili.

Il Conglomerato di Pezzo ha quindi generalmente caratteristiche assimilabili a quelle di rocce tenere.

Localmente non ci sono indagini che indagano nei primi 30m di profondità per la caratterizzazione sismica del suolo. La prova sismica nel vicino sondaggio CS103 fornisce una Vs30 di cat. B.

### Indagini previste

Si considerano i sondaggi e le prove localmente disponibili.

- prove di carico su piastra (campagna di indagine 1988 – pozzo P2500)
- 3 prove sismiche (CS103,C423BIS,OTCCH1501)
- Prove pressiometriche e dilatometriche (C403BIS, C404, C423, C423BIS,OTCSPT504)
- Prove di laboratorio per la determinazione dei parametri fisici e meccanici (CS103, FCBH1512, OTCLPT1505, FCCH2509, OTCSPT504, FCBH1501, OTCLPT2503)

### Caratterizzazione geotecnica

Per i criteri e per gli aspetti generali di caratterizzazione si rimanda a quanto riportato nella relazione Elab. CG0800PRBDCSBC8G000000001A. Per la definizione delle categorie di suolo si rimanda al medesimo elaborato ed alla relazione sismica di riferimento.

### Conglomerato di Pezzo

Per quanto riguarda gli spezzoni di roccia o di conglomerato prelevati nei sondaggi il peso di



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

volume totale  $\gamma$  è risultato mediamente pari a  $23 \text{ kN/m}^3$  con i valori più bassi di  $20 -21 \text{ kN/m}^3$  rappresentativi degli spezzoni conglomeratici:

Per lo stato iniziale poiché la litologia in esame è quella, della successione sedimentaria, più vecchia, è difficile tenere in conto in modo sintetico della storia tensionale del deposito che è stato caratterizzato da fenomeni di preconsolidazione e cementazione. La stima può in prima approssimazione essere effettuata: considerando un età di almeno 10 milioni di anni, che  $K_{o_{nc}}=0.35 \div 0.5$  ( $\phi'=30^\circ \div 40^\circ$ ) e che  $K_{o_{oc}}=0.5 \div 0.6$ , tenendo dell'erosione (si stima un fattore minimo pari a 1.4 corrispondente ad  $OCR=2$ ) ed infine considerando gli effetti di "aging" con la correlazione di (Mesri (1989)), si ottiene un valore compreso approssimativamente fra 0.7 e 0.9.

Per i parametri di resistenza al taglio nell'ambito dello strato superficiale più alterato ( $z < 25 \div 30 \text{ m}$ ), si fa riferimento alla caratterizzazione geotecnica generale che si basa sull'esito delle prove di carico su piastra, ritenute maggiormente rappresentative del comportamento d'insieme dell'ammasso: si considerano quelle ubicate in prossimità del blocco di ancoraggio lato Calabria (campagna di indagine 1988 – pozzo P2500) ed al proposito si è ripreso lo studio effettuato nel Progetto preliminare ("Le basi del progetto – Geotecnica" – Elab. PP2RA24) (Vd.Elabor. CG0800PRBDCSBC8G000000001A).

In corrispondenza di un valore medio di  $\phi'=40^\circ$  (ottenuto anche da prove pressiometriche) i valori di  $c'$  ottenuti variano linearmente, tra 0 e circa 25m di profondità, da 0 a 100 KPa circa.

La resistenza a compressione monoassiale ottenuta invece da prove di laboratorio LPT ha fornito valori molto variabili da qualche MPa ad un max di 30-40MPa.

Per i parametri di deformabilità nel contesto in esame le simiche di riferimento sono CS103, C423bis, OTCCH1501che evidenziano una certa variabilità, si può porre:  $G_0=400-800 \text{ MPa}$  e quindi  $E_0=960-1920 \text{ MPa}$ .

Le pressiometriche nei fori C403bis (carico), C404 (carico e scarico-ricarico), C423 (carico e scarico-ricarico), C423bis (carico), OTCSPT504 (scarico-ricarico) forniscono un range di valori variabilissimo fra 15m e 35m di profondità compreso fra 75 e 220 MPa, mediamente pari a 150 MPa.

Facendo riferimento all'esito delle prove sismiche ed al valore medio dei valori scaturiti dalle prove dilatometriche e pressiometriche si ritiene che il range  $E'=150 \div 300 \text{ MPa}$ , nei primi 20m di spessore del Conglomerato di Pezzo, possa considerarsi adeguato per la tratta in esame.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td>F0</td> <td>20/06/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	F0	20/06/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
F0	20/06/2011						

In particolare il valore minimo di  $E'=150$  MPa si ritiene mediamente rappresentativo del contesto geotecnico in esame in cui sono previste opere che mobilitano medie e grandi deformazioni.

### Caratteristiche geotecnica assunte nelle analisi

Le fondazione dell'opera in oggetto, si attestano a una quota di -2 m da p.c. (+ 1,5 m s.l.m.).

La zona in cui ricade l'opera in oggetto presenta quindi una stratigrafia uniforme caratterizzata dai "conglomerati di pezzo".

Più in dettaglio tale litologia presenta le seguenti caratteristiche:

$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	20÷22
$c'_{\text{picco}}$ (kPa)	0÷100 (0-25m) per profondità maggiori vedi tabella par. 2.7.4.
$\phi'_{\text{picco}}$ (°)	38-42 (0-25m) per profondità maggiori vedi tabella par. 2.7.4
$C_{\text{residuo}}$ (kPa)	vedi tabella par. 2.7.4
$\Phi_{\text{residuo}}$ (°)	vedi tabella par. 2.7.4
$k_o$ (-)	0.7-0.9
$V_s$ (m/sec)	$V_s = 280 \cdot (z)^{0.2}$
$G'_o$ (MPa)	$G_o = 3000 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.50}$
$E'$ (MPa) *	$E'=150-300$ (0 -20m) $E'=300-500$ (20 - 35m) $E'=500-900$ (35 - 65m) $E'=900 -1500^*$ (>65m)
$v'$ (-)	0.2-0.3
$K$ (m/s)	$10^{-7}$

Simbologia:

$\gamma_t$  = peso di volume naturale;



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

$N_{SPT}$  = resistenza penetrometrica dinamica in prova SPT;

$\phi'$  = angolo di attrito operativo;

$c'$  = intercetta di coesione operativa;

$\phi_r'$  = angolo di attrito residuo;

$c_r'$  = intercetta di coesione residua;

OCR = grado di sovraconsolidazione;

$\sigma_{vo}'$  = pressione verticale efficace geostatica;

$\sigma_{vmax}'$  = pressione verticale efficace massima subita dal deposito;

$c_u$  = resistenza al taglio non drenata riferita a tensioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a condizioni di carico tipo quelle delle prove triassiali di compressione e carico;

$k_o$  = coefficiente di spinta del terreno a riposo;

$k_v$  = coefficiente di permeabilità verticale riferito a pressioni di consolidazione pari a quelle geostatiche e a problemi di flusso diretto principalmente nella direzione verticale;

$V_s$  = velocità di propagazione delle onde di taglio;

$G_o$  = modulo di taglio iniziale riferito alle pressioni efficaci geostatiche;

$E'$  = modulo di Young "operativo"; \* = si considerano valori nel range per gallerie, fronti di scavo sostenuti, opere di sostegno tirantate o puntonate; valori al minimo del range per fondazioni dirette, fondazioni su pali e rilevati.

$\nu'$  (-) = coefficiente di Poisson

$p_a$  = pressione atmosferica di riferimento, espressa in MPa

$p'_o$  = pressione efficace alla profondità  $z$ , espressa in MPa

La posizione della falda, nella condizione più critica (muri antistante la piazza) è individuata a -1,5 m da intradosso fondazione.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 4.3 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA' DEL LUOGO

L'effetto dell'azione sismica di progetto sull'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo di terreno, la struttura di fondazione, gli elementi strutturali e non, nonché gli impianti, deve rispettare gli stati limite ultimi e di esercizio definiti al § 3.2.1, i cui requisiti di sicurezza sono indicati nel § 7.1 della norma. Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative al solo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Per Stato Limite di Danno (SLD) s'intende che l'opera, nel suo complesso, a seguito del terremoto, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non provocare rischi agli utenti e non compromette significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali e orizzontali. Lo stato limite di esercizio comporta la verifica delle tensioni di lavoro, in conformità al § 4.1.2.2.5 [NT\_1].

Per Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV) si intende che l'opera a seguito del terremoto subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali e impiantistici e significativi danni di componenti strutturali, cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali (creazione di cerniere plastiche secondo il criterio della gerarchia delle resistenze), mantenendo ancora un margine di sicurezza (resistenza e rigidezza) nei confronti delle azioni verticali.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato.

La vita nominale ( $V_N$ ) dell'opera è stata assunta pari a  $V_N = 100$  anni.

La classe d'uso assunta è la IV, da cui  $C_u = 2$ .

Il periodo di riferimento ( $V_R$ ) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u = 200 \text{ anni}$$

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente è:

$$P_{VR}(\text{SLD}) = 63\%$$

$$P_{VR}(\text{SLV}) = 10\%$$

Il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$  espresso in anni, vale:

$$T_R(\text{SLD}) = \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 201 \text{ anni}$$

$$T_R(\text{SLV}) = \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1898 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma o tramite la mappatura messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), è possibile definire i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ :

$a_g$  → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0$  → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T^*_c$  → periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$S$  → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_t$ ).

I valori delle caratteristiche sismiche ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T^*_c$ ) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono:

Per SLD → ( $a_g=0,168g$  ;  $F_0=2,359$  ;  $T^*_c=0,337s$ )

Per SLV → ( $a_g=0,433g$  ;  $F_0=2,488$  ;  $T^*_c=0,421s$ )

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "B".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_s(\text{SLD}) = 1,4 - 0,4 \cdot F_0 \cdot a_g/g = 1,241 \text{ essendo il valore } > 1,2 \text{ si assume } S_s(\text{SLD}) = 1,2$$

$$S_s(\text{SLV}) = 1,4 - 0,4 \cdot F_0 \cdot a_g/g = 0,969 \text{ essendo il valore } < 1 \text{ si assume } S_s(\text{SLV}) = 1,0$$

Vista la collocazione dell'opera può essere assunta come categoria topografica T1 per la classificazione sismica. Il valore di amplificazione topografica risulta  $S_t = 1,0$ .

L'accelerazione massima è valutata con la relazione:

$$a_{\max}(\text{SLD}) = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1,2 \cdot 1,0 \cdot 0,168g = 0,168g$$

$$a_{\max}(\text{SLV}) = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,433g = 0,433g$$

Per completezza si riportano gli spettri elastici di progetto (in forma tabellare) sia per gli SLD sia per gli SLV in direzione orizzontale e verticale:

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0,168 g
$F_0$	2,359
$T_C$	0,337 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,367
$S_T$	1,000
$q$	1,000

#### Parametri dipendenti

$S$	1,200
$\eta$	1,000
$T_B$	0,154 s
$T_C$	0,461 s
$T_D$	2,271 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,201
$T_B$ ←	0,154	0,475
$T_C$ ←	0,461	0,475
	0,547	0,400
	0,633	0,346
	0,719	0,304
	0,806	0,272
	0,892	0,245
	0,978	0,224
	1,064	0,206
	1,150	0,190
	1,237	0,177
	1,323	0,165
	1,409	0,155
	1,495	0,146
	1,581	0,138
	1,668	0,131
	1,754	0,125
	1,840	0,119
	1,926	0,114
	2,012	0,109
	2,099	0,104
	2,185	0,100
$T_D$ ←	2,271	0,096
	2,353	0,090
	2,436	0,084
	2,518	0,078
	2,600	0,074
	2,683	0,069
	2,765	0,065
	2,847	0,061
	2,930	0,058
	3,012	0,055
	3,094	0,052
	3,177	0,049
	3,259	0,047
	3,341	0,045
	3,424	0,042
	3,506	0,040
	3,588	0,039
	3,671	0,037
	3,753	0,035
	3,835	0,034
	3,918	0,032
	4,000	0,031

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_{qv}$	0,093 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	1,305
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$


$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,093
$T_B$ ←	0,050	0,219
$T_C$ ←	0,150	0,219
	0,235	0,140
	0,320	0,103
	0,405	0,081
	0,490	0,067
	0,575	0,057
	0,660	0,050
	0,745	0,044
	0,830	0,040
	0,915	0,036
$T_D$ ←	1,000	0,033
	1,094	0,027
	1,188	0,023
	1,281	0,020
	1,375	0,017
	1,469	0,015
	1,563	0,013
	1,656	0,012
	1,750	0,011
	1,844	0,010
	1,938	0,009
	2,031	0,008
	2,125	0,007
	2,219	0,007
	2,313	0,006
	2,406	0,006
	2,500	0,005
	2,594	0,005
	2,688	0,005
	2,781	0,004
	2,875	0,004
	2,969	0,004
	3,063	0,004
	3,156	0,003
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
		PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA	Codice documento PG0094_F0.doc	Rev F0

### Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,433 g
$F_0$	2,488
$T_C$	0,421 s
$S_S$	1,000
$C_C$	1,308
$S_T$	1,000
$q$	1,000

#### Parametri dipendenti

$S$	1,000
$\eta$	1,000
$T_B$	0,184 s
$T_C$	0,551 s
$T_D$	3,331 s

#### Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

#### Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

#### Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,433
$T_B \leftarrow$	0,184	1,076
$T_C \leftarrow$	0,551	1,076
	0,683	0,868
	0,816	0,727
	0,948	0,625
	1,080	0,549
	1,213	0,489
	1,345	0,441
	1,477	0,401
	1,610	0,368
	1,742	0,340
	1,874	0,316
	2,007	0,295
	2,139	0,277
	2,272	0,261
	2,404	0,247
	2,536	0,234
	2,669	0,222
	2,801	0,212
	2,933	0,202
	3,066	0,193
	3,198	0,185
$T_D \leftarrow$	3,331	0,178
	3,362	0,175
	3,394	0,171
	3,426	0,168
	3,458	0,165
	3,490	0,162
	3,522	0,159
	3,554	0,156
	3,586	0,154
	3,617	0,151
	3,649	0,148
	3,681	0,146
	3,713	0,143
	3,745	0,141
	3,777	0,138
	3,809	0,136
	3,841	0,134
	3,872	0,132
	3,904	0,130
	3,936	0,127
	3,968	0,125
	4,000	0,123

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		Codice documento PG0094_F0.doc	Rev Data F0 20/06/2011

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0,384 g
$S_S$	1,000
$S_T$	1,000
$q$	1,000
$T_B$	0,050 s
$T_C$	0,150 s
$T_D$	1,000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	2,209
$S$	1,000
$\eta$	1,000

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,384
$T_B \leftarrow$	0,050	0,956
$T_C \leftarrow$	0,150	0,956
	0,235	0,610
	0,320	0,448
	0,405	0,354
	0,490	0,293
	0,575	0,249
	0,660	0,217
	0,745	0,192
	0,830	0,173
	0,915	0,157
$T_D \leftarrow$	1,000	0,143
	1,094	0,120
	1,188	0,102
	1,281	0,087
	1,375	0,076
	1,469	0,066
	1,563	0,059
	1,656	0,052
	1,750	0,047
	1,844	0,042
	1,938	0,038
	2,031	0,035
	2,125	0,032
	2,219	0,029
	2,313	0,027
	2,406	0,025
	2,500	0,023
	2,594	0,021
	2,688	0,020
	2,781	0,019
	2,875	0,017
	2,969	0,016
	3,063	0,015
	3,156	0,014
	3,250	0,014
	3,344	0,013
	3,438	0,012
	3,531	0,011
	3,625	0,011
	3,719	0,010
	3,813	0,010
	3,906	0,009
	4,000	0,009



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 4.4 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), i calcoli sono condotti con il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

### 4.4.1 Durabilità delle opere

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

Per le opere della presente relazione si adottano le classi di esposizione indicate al §3.1 ricordando che per ciascuna classe di esposizione le condizioni ambientali da considerare sono le seguenti (in accordo con [NT\_1]):

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
<i>Ordinarie</i>	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
<i>Aggressive</i>	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
<i>Molto aggressive</i>	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nella tabella seguente si riportano per completezza anche i limiti di apertura delle fessure in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature secondo [NT\_1]:

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	$w_d$	Stato limite	$w_d$
a	<i>Ordinarie</i>	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	<i>Aggressive</i>	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	<i>Molto aggressive</i>	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Per tutte le parti strutturali componenti l'opera in progetto si utilizzano armature **poco sensibili**.



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 5 FASI COSTRUTTIVE

La realizzazione delle strutture della piazza si pone, temporalmente, a valle del cantiere di realizzazione delle torri dell'opera principale.

La realizzazione dell'opera prevede le seguenti fasi principali di costruzione:

### *ESECUZIONI DI PRIMA FASE:*

- la strada Litoranea è deviata per la realizzazione delle torri del ponte;
- sbancamento e preparazione del piano di posa del cls magro di sottofondazione;
- getto del cls magro e realizzazione della soletta di fondazione dei pilastri e del muro di sostegno della piazza a quota +10 m, successivamente al disarmo dei casseri;
- cassetatura delle elevazioni e getto delle parti in c.a. dei pilastri e muro di sostegno, successivamente al disarmo dei casseri;
- getto della soletta in c.a. alleggerita dello sbalzo della piazza.

### *ESECUZIONI DI SECONDA FASE*

- eseguire il riempimento del materiale a tergo del muro (come da specifica tecnica), fino a quota intradosso piazza;
- getto del cls magro e realizzazione della soletta della piazza a quota +10 m.

### *ESECUZIONI DI TERZA FASE*

- cassetatura e getto delle parti in c.a. dell'anfiteatro e dei muri di sostegno della piazza a quota 17,5 m, successivamente al disarmo dei casseri;
- eseguire il riempimento del materiale a tergo del muro (come da specifica tecnica), fino a quota intradosso piazza;
- getto del cls magro e realizzazione della soletta della piazza a quota +17,5 m;
- realizzazione del "ring" metallico;
- realizzazione delle finiture e completamento della piazza come da progetto strutturale e architettonico.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>PIAZZA - RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA DELL'OPERA</b>		<i>Codice documento</i> PG0094_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 6 ELABORATI DI RIFERIMENTO

Gli elaborati di riferimento per l'opera in esame sono i seguenti:

Piazza - Relazione tecnico descrittiva dell'opera	-	CG0000	P	RG	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	09	A
Piazza - Relazione di calcolo	-	CG0000	P	CL	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	13	A
Piazza - Rappresentazione 3D dell'opera	VARIE	CG0000	P	PZ	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	17	A
Piazza - Sezione trasversali - vista 3D dell'opera	VARIE	CG0000	P	WZ	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	11	A
Piazza - Prospetti	VARIE	CG0000	P	PZ	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	18	A
Piazza - Carpenteria piante - tavola 1/4	1:200	CG0000	P	B9	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	01	A
Piazza - Carpenteria piante - tavola 2/4	1:200	CG0000	P	B9	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	02	A
Piazza - Carpenteria piante - tavola 3/4	1:200	CG0000	P	B9	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	03	A
Piazza - Carpenteria piante - tavola 4/4	1:200	CG0000	P	B9	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	04	A
Piazza - Carpenteria sezioni - tavola 1/2	1:100	CG0000	P	BA	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	01	A
Piazza - Carpenteria sezioni - tavola 2/2	1:100	CG0000	P	BA	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	02	A
Piazza - Carpenteria metallica del "Ring"	VARIE	CG0000	P	BZ	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	07	A
Piazza - Fasi costruttive	VARIE	CG0000	P	SZ	D	G	TC	OP	SE	00	00	00	06	A