



# 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. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355 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 CALABRIA	CF0067_F0
<i>Tipo di sistema</i>	INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI	
<i>Raggruppamento di opere/attività</i>	ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE	
<i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i>	GENERALE	
<i>Titolo del documento</i>	MURI DI CONTENIMENTO - RELAZIONE DESCRITTIVA	

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	R	G	D	C	F	C	0	0	G	0	0	0	0	0	0	0	2	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	DAM S.p.A.	G. SCIUTO	F. COLLA



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## INDICE

INDICE.....	3
PREMESSA.....	4
1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO.....	4
1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	4
1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	8
1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	8
1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ.....	13
2 FASI COSTRUTTIVE.....	19
3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO.....	19
3.1 MISURE TOPOGRAFICHE.....	19
3.1.1 Modalità d'installazione.....	20
3.1.2 Sistema di acquisizione dati.....	20
3.1.3 Frequenza dei rilevamenti.....	20
4 ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	21

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## PREMESSA

Il presente documento riporta la relazione tecnico descrittiva dell'opera di contenimento della piattaforma ferroviaria in corrispondenza del tratto tra il viadotto di accesso e l'inizio della galleria "Bolano" (tra le progressive 0+282,41 e 0+402,46).

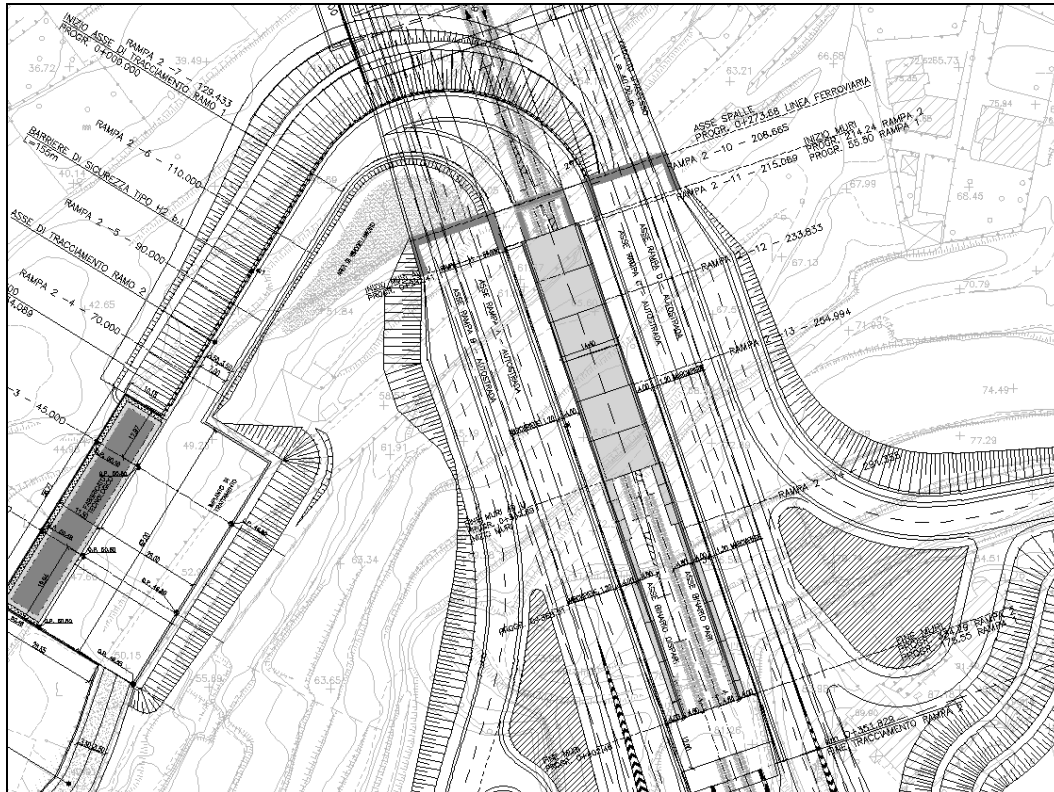
### 1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

#### 1.1 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture oggetto della presente relazione sono muri ad "U" ed i muri di linea che contengono il rilevato ferroviario dalla progressiva 0+282,41 alla 0+402,46.

Il tratto in questione è caratterizzato dal parallelismo tra il rilevato ferroviario e due rampe di emergenza che collegano il piazzale di triage previsto nei pressi della galleria "Bolano" alla galleria stessa.

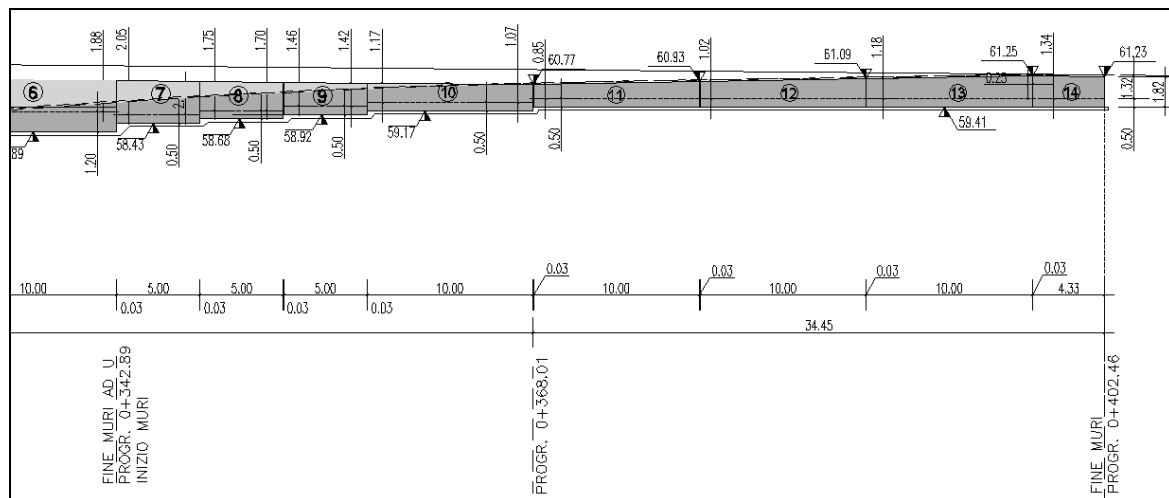
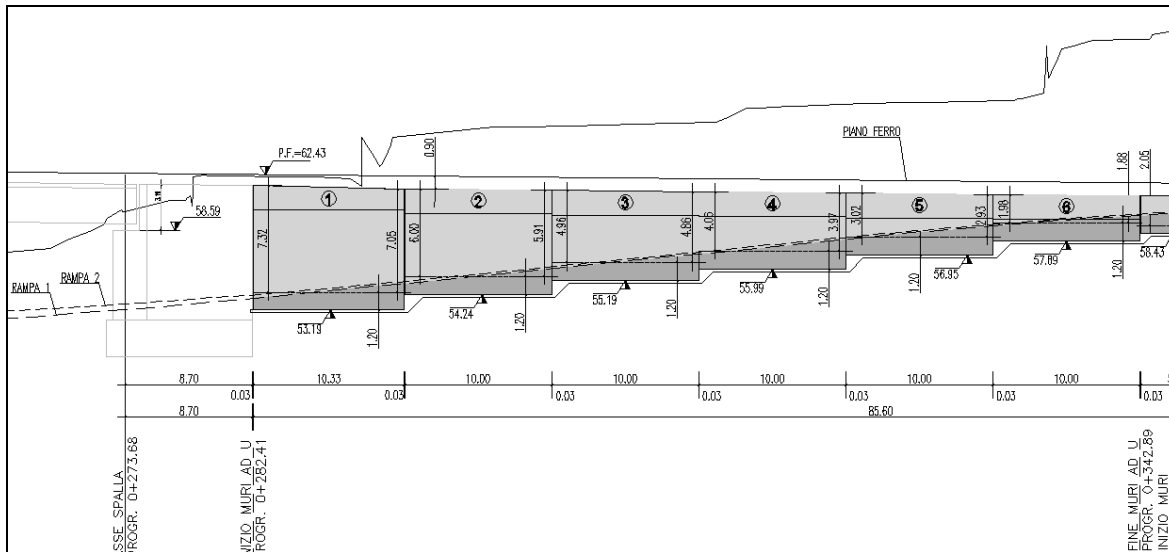
Nell'immagine seguente è riportato uno stralcio planimetrico della zona di intervento.

**Figura 1 – stralcio planimetrico intervento**

In questo tratto il tracciato della ferrovia è compreso all'interno di quello autostradale, inoltre tra le rampe autostradali e la ferrovia, si sviluppano le due rampe che collegano il piazzale di triage alla linea ferroviaria.

Dal punto di vista altimetrico le rampe si avvicinano al piano del ferro procedendo dal piazzale verso la galleria; questo andamento ha determinato la scelta di optare per dei muri ad "U" di contenimento del rilevato ferroviario nel primo tratto, sostituiti da muri di linea quando l'altezza da contenere si riduce.

Nell'immagine seguente è raffigurato il prospetto con la rappresentazione delle opere previste in funzione delle quote relative delle rampe stradali ed il piano del ferro.



La soluzione adottata prevede quindi la realizzazione di 6 conci tipo muro ad U (dalla 0+282,41 alla 0+342,89) e di 8 conci realizzati come muri di linea fino al termine dell'intervento (km 0+402,46).

Si riportano di seguito due sezioni tipologiche con gli elementi strutturali appena citati.

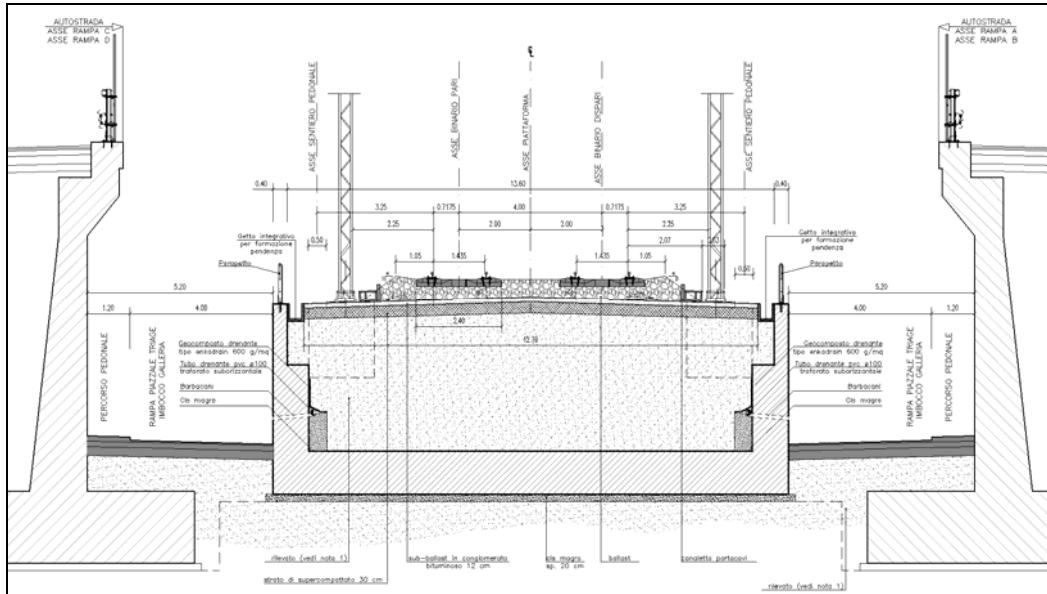


Figura 2 - sezione tipo muri ad "U"

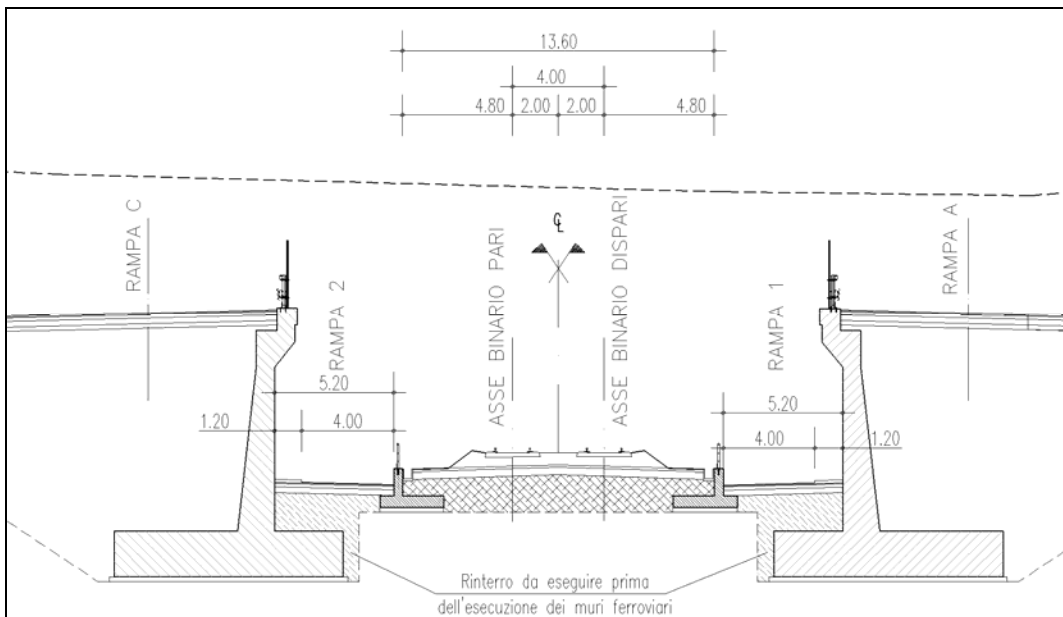


Figura 3 – sezione tipo muri di linea

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 1.2 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

Per le informazioni riguardanti gli studi geologici-geomorfologici, dai quali è stata definita la caratterizzazione geotecnica e geologica, si rimanda agli elaborati relativi alla geologia ed alla geotecnica presenti negli studi di base (Componente di progetto 8 per la Calabria).

## 1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei terreni sui quali insistono queste opere, ci si è basati sui dati desunti dalle numerose campagne di indagine che si sono susseguite negli anni, nonché sulle prove di laboratorio che hanno consentito la stima dei parametri geotecnici che caratterizzano le varie litologie.

In primo luogo si riporta uno stralcio del profilo geologico della zona di interesse.

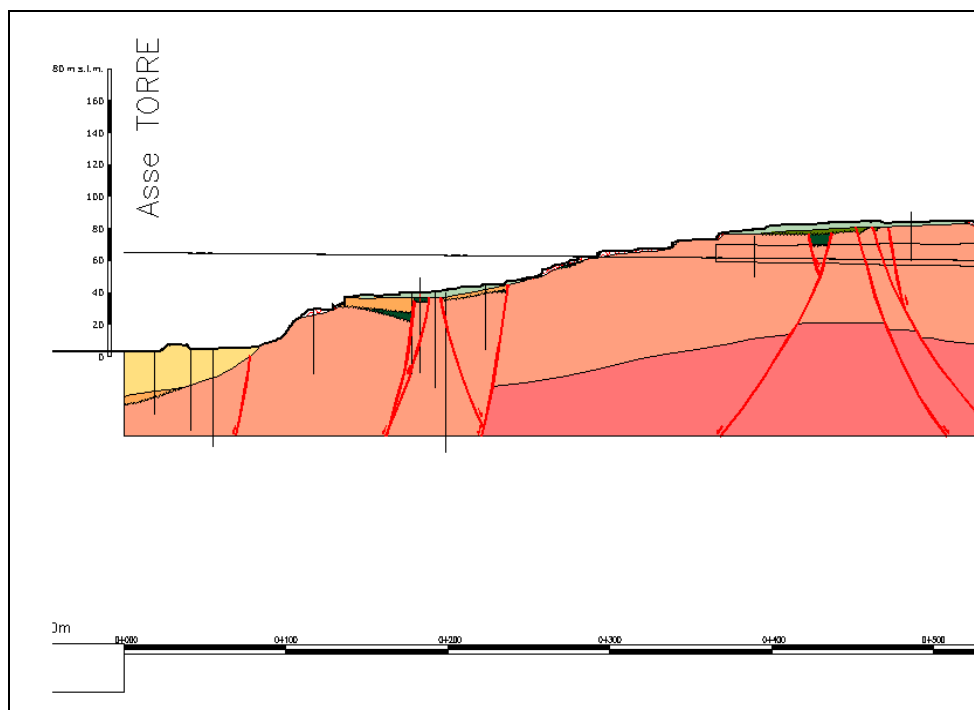


Figura 4 - profilo geologico

Dal profilo sopra riportato emerge come la zona di interesse è quasi completamente caratterizzata da materiali identificati come *conglomerati di Pezzo*. Oltre a questa litologia è emerso uno strato



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

superficiale di natura detritica e di spessore variabile.

Oltre al profilo geologico sono state considerate anche le colonne di sondaggio eseguite nell'intorno di questo tratto (C403 bis, C404 e C423 bis), che confermano sia la presenza dello strato sopra citato, sia il fatto che la coltre detritica superficiale possa considerarsi trascurabile ai fini delle verifiche oggetto di questa relazione. Quest'ultima affermazione deriva dal fatto che la quota di imposta delle fondazioni delle opere di sostegno è tale, rispetto al piano campagna attuale, da escludere la presenza di detto materiale detritico.



Bozza Stratigrafica



Scale (m)	Litologie	Descrizioni	Quote	%Carotaggio	S.P.T.	Packet Test (kg/cm²)	Carotini	Falla	R.Q.D. %	Prova Permeabilità	Prova Dilat./Press.	Tubo Open Hole
Committente: Eurolink S.p.a.    Profondità raggiunta: 30,0 m    Quota Ass. R.C.:    Certificato n°:    Pagina: 1/1 Coordinatore: Dott. Geol. Filippo Carmeni    Ubicazione: Rampe E e D zona imbocco; prossimi IS Alicante    Inizio/Fine Esecuzione: 12/05/2010-18/05/2010 Responsabile: Dott. Geol. Pasquale Musumeci    Sondaggio: C403 bis    Tipo Carotaggio: Carotaggio Continuo    Tipo Sonda: CMV 600    Coordinate X Y: 38°13'44"N-15°38'46"E												
1		Terrano di riposto costituito da sabbia media debolmente ghiaiosa di colore marrone chiaro 5YR 5/4	4,40		n°1 2,00 m 9/10/11 n°2 3,00 m 2/2/3							
2		Sabbia medio-fine di colore giallastro 10 YR 7/8 moderatamente addensata con tracce di ossidazione	8,50		n°3 4,50 m 5/9/15 n°4 6,00 m 12/20/22 n°5 7,50 m 12/19/20							
3		Sabbia medio fine di colore grigio chiaro 10 YR 7/1 molto addensata con livelli granitici ad elevata alterazione; si riconoscono cristalli di mica chiara e mica scura m.	15,00		n°6 9,00 m 7/11/15 n°7 12,40 m 11/6/16					10,50		
4		Sabbia medio grossolana debolmente limosa di colore bruno giallastro 10YR6/8, con tracce di ossidazione e livelli granitici decimetrici intensamente alterati	17,30		n°8 17,20 m R aff. 12 cm						1 MPT 16,50	
5		Granito ad intensa alterazione ridotto in sabbia medio fine di colore marrone-grigiastro 10YR6/3, con blocchi granitici massivi di circa 20 cm a 19,00, 25,00 e 29,80	20,50		n°9 20,00 m 21/0/45 n°10 23,70 m 42/R aff. 8 cm n°11 26,50 m R aff. 13 cm n°12 29,00 m 14 / R aff. 13 cm					20,50	2 MPT 25,40	
6		RNE SONDAGGIO	30,00									

Campioni: C(R) Campione Rimangiato C (I) Campione Indisturbato S: Spezione Lapidario  
 Piezometro: AII-Tubo Aperto, C/S: Carotaggio  
 Prova Piezometrica / Dilatometrica: MPT Piezometrica DRT Dilatometrica  
 Carotaggio: Carotaggio Continuo

Responsabile \_\_\_\_\_ Coordinatore \_\_\_\_\_

Figura 5 – C403 bis

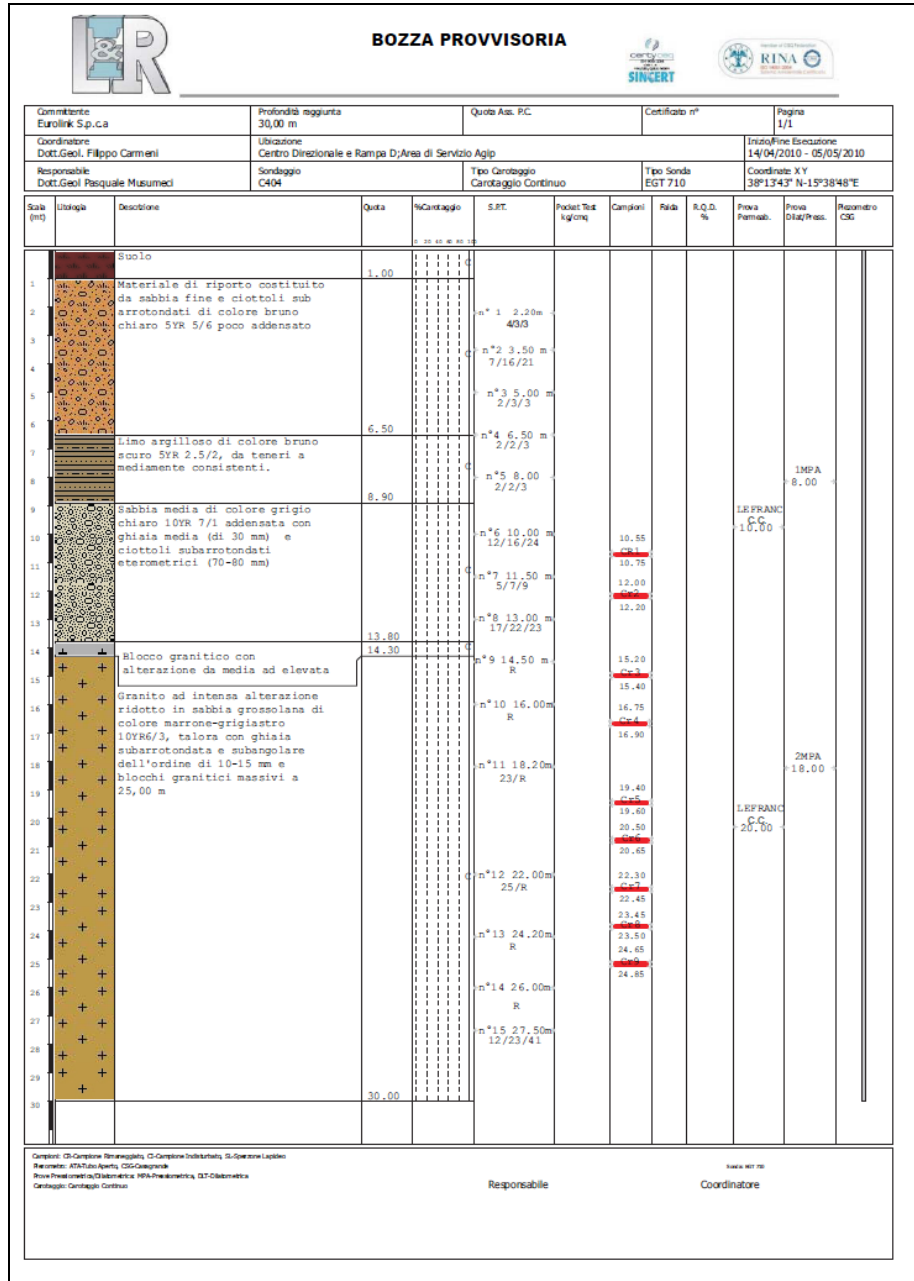


Figura 6 – C404

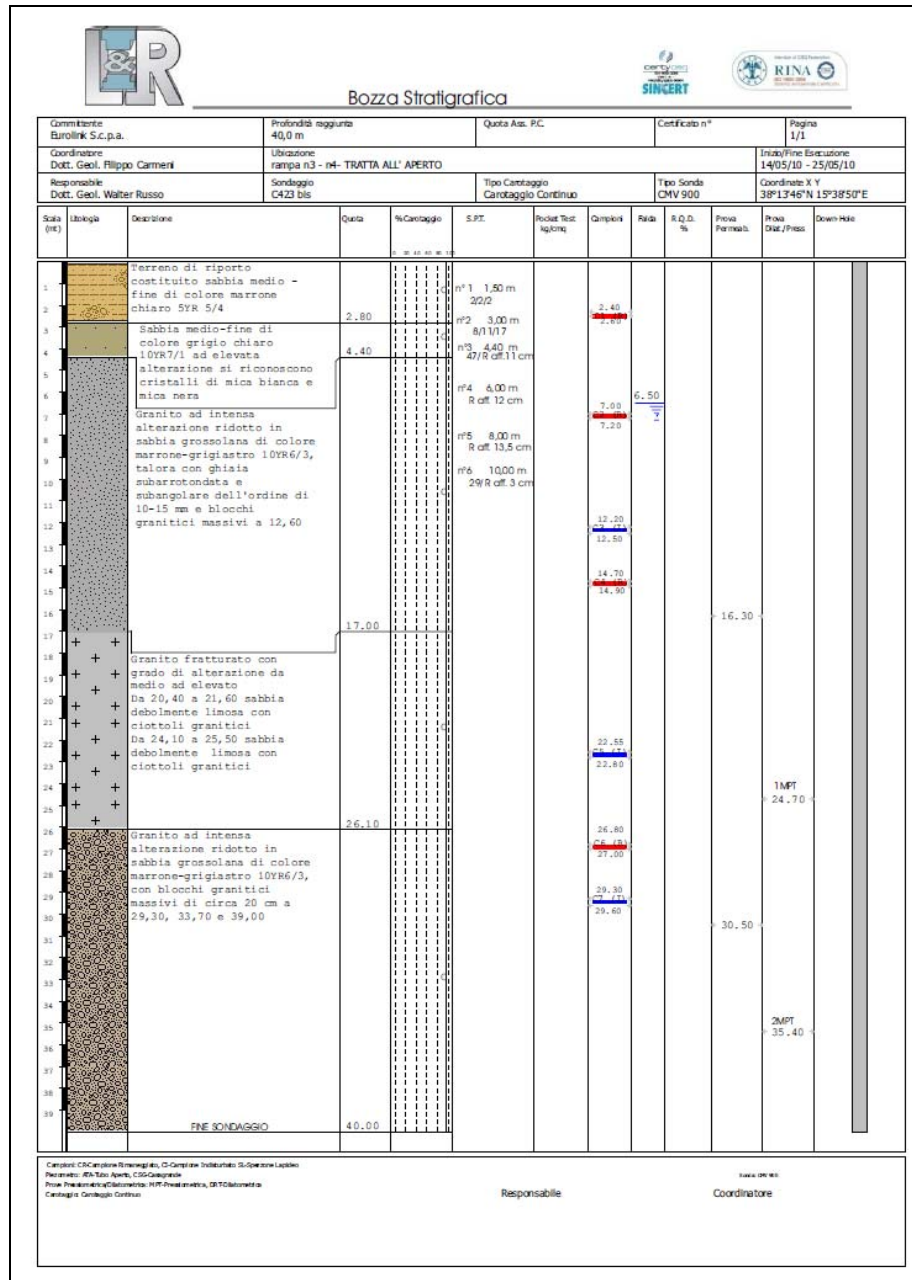


Figura 7 – C423 bis

Si riassumono nel seguito i parametri geotecnici presi a riferimento per il conglomerato di Pezzo:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA		<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

	$\gamma$	$c'$	$\phi'$	$E'$	$\nu'$	$k$
	kN/m <sup>3</sup>	MPa	°	MPa	--	m/s
<b>Conglomerato di Pezzo</b>	20-22	0.00 - 0.06 (z: 0-15 m)	38 - 42 (z: 0-15 m)	150 - 300 (z: 0-15 m)	0.2 - 0.3	$10^{-4} - 10^{-6}$

## 1.4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ

### Coefficiente di spinta sismica del terreno

Le verifiche di sicurezza in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento a quanto indicato nella Normativa Italiana riportata nel DM 14 gennaio 2008 (Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) e successive modificazioni.

Nel seguito si fa riferimento al documento “Allegato A alle Norme Tecniche per le Costruzioni: Pericolosità Sismica”. In base a tale documento, l’azione sismica sulle strutture è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base” in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La “pericolosità sismica di base”, costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2 delle “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , come definite nel § 3.2.1 (della precedente Normativa), nel periodo di riferimento  $V_R$  (definito al § 2.4 del NTC).

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;

$T_c$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici, che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA</b>	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

- i termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi del “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 Km);
- per diverse probabilità di superamento e/o diversi periodi di ritorno  $T_R$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tenere conto delle modifiche prodotte da condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Nel seguito si riportano i valori e gli spettri di risposta considerati per il sito in oggetto che viene identificato con il comune di Villa San Giovanni in provincia di Reggio Calabria.

### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE  
15.6394

LATITUDINE  
38.2286

Ricerca per comune

REGIONE  
Calabria

PROVINCIA  
Reggio Calabria

COMUNE  
Villa San Giovanni

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni numeriche**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

**Controllo sul reticolo**

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata



La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

## FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info  
Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

### Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

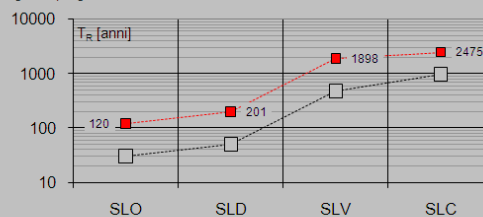
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO -  $P_{VR} = 81\%$    
SLD -  $P_{VR} = 63\%$    
Stati limite ultimi - SLU { SLV -  $P_{VR} = 10\%$    
SLC -  $P_{VR} = 5\%$

### Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

### Strategia di progettazione



### LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

**FASE 2**

FASE 3

## FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

### Stato Limite

Stato Limite considerato  info

### Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo  info

$S_S = 1.000$   $C_c = 1.307$  info

Categoria topografica  info

$h/H = 0.000$   $S_T = 1.000$  info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

### Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento  $\xi$  (%)   $\eta = 1.000$  info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore  $q_s$   Regol. in altezza  info

### Compon. verticale

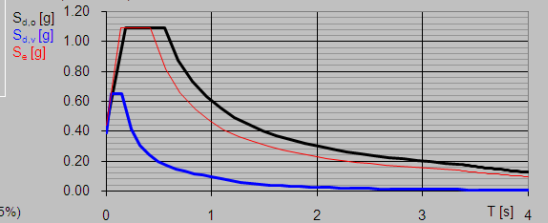
Spettro di progetto

Fattore  $q_v$    $\eta = 0.667$  info

### Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

### Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO

FASE 1

FASE 2

**FASE 3**

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

Trattandosi di opere di linea, in accordo con i criteri di progettazione approvati, sono stati assunti come valori di riferimento per la stima dell'accelerazione sismica di progetto:

- Vita nominale ( $V_N$ )= 100 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione ( $C_u$ )= 2 (Classe d'uso: IV)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 200 anni.

Sempre in analogia alle linee guida emanate nel caso sismico sono state analizzate le condizioni di Stato Limite di Vita (SLV) e di Stato Limite di Danno (SLD), da cui risultano le accelerazioni al suolo di seguito riportate:



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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.437 g
$F_a$	2.490
$T_C$	0.422 s
$S_s$	1.000
$C_C$	1.307
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.000
$\eta$	1.000
$T_B$	0.184 s
$T_C$	0.552 s
$T_D$	3.349 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

$$\eta = \sqrt{1.0 / (S + \xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_k(T)$  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	0.437
$T_B \leftarrow$	0.184	1.089
$T_C \leftarrow$	0.552	1.089
	0.685	0.877
	0.818	0.734
	0.951	0.631
	1.085	0.554
	1.218	0.493
	1.351	0.445
	1.484	0.405
	1.617	0.371
	1.751	0.343
	1.884	0.319
	2.017	0.298
	2.150	0.279
	2.284	0.263
	2.417	0.249
	2.550	0.236
	2.683	0.224
	2.816	0.213
	2.950	0.204
	3.083	0.195
	3.216	0.187
$T_C \leftarrow$	3.349	0.179
	3.380	0.176
	3.411	0.173
	3.442	0.170
	3.473	0.167
	3.504	0.164
	3.535	0.161
	3.566	0.158
	3.597	0.155
	3.628	0.153
	3.659	0.150
	3.690	0.148
	3.721	0.145
	3.752	0.143
	3.783	0.141
	3.814	0.138
	3.845	0.136
	3.876	0.134
	3.907	0.132
	3.938	0.130
	3.969	0.128
	4.000	0.126

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

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_g$	0.170 g
$F_0$	2.357
$T_C^*$	0.337 s
$S_s$	1.200
$C_C$	1.368
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.200
$\eta$	1.000
$T_B$	0.153 s
$T_C$	0.460 s
$T_D$	2.280 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto  $S_g(T)$  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	0.204
$T_B \leftarrow$	0.153	0.481
$T_C \leftarrow$	0.460	0.481
	0.547	0.405
	0.634	0.349
	0.720	0.307
	0.807	0.274
	0.894	0.248
	0.980	0.226
	1.067	0.207
	1.154	0.192
	1.240	0.178
	1.327	0.167
	1.413	0.157
	1.500	0.148
	1.587	0.139
	1.673	0.132
	1.760	0.126
	1.847	0.120
	1.933	0.114
	2.020	0.110
	2.107	0.105
	2.193	0.101
$T_D \leftarrow$	2.280	0.097
	2.362	0.090
	2.444	0.084
	2.526	0.079
	2.608	0.074
	2.690	0.070
	2.771	0.066
	2.853	0.062
	2.935	0.059
	3.017	0.055
	3.099	0.053
	3.181	0.050
	3.263	0.047
	3.345	0.045
	3.427	0.043
	3.509	0.041
	3.590	0.039
	3.672	0.037
	3.754	0.036
	3.836	0.034
	3.918	0.033
	4.000	0.032

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA	<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011	

## 2 FASI COSTRUTTIVE

Per quanto riguarda i muri di linea le fasi esecutive possono essere elencate come di seguito riportato:

- sbancamento per raggiungere la quota di imposta della fondazione;
- getto in c.a. della fondazione con adeguati ferri di ripresa per la successiva solidarizzazione con l'elevazione;
- getto in c.a. dell'elevazione;
- riempimento con materiale da rilevato ferroviario fino alla quota di progetto.

## 3 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO

Il presente documento fornisce indicazioni relative al piano di monitoraggio da applicare per l'esecuzione dei muri.

Tale programma viene predisposto al fine di acquisire in corso d'opera il maggior numero possibile di informazioni qualitativamente significative, di verificare l'idoneità degli interventi e delle modalità esecutive previste in progetto e di controllare che i valori di spostamento delle strutture siano compatibili con la funzionalità statica delle opere e congruenti con quelli stimati in progetto.

E' stato pertanto definito un sistema di monitoraggio costituito da:

- controlli topografici di **mire ottiche** installate sulle opere di sostegno e sulle berme degli sbancamenti, mediante chiodi in acciaio oppure supporti tassellati per mire removibili, ubicati in testa al muro. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del muro, in testa e sulle sezioni ad altezze intermedie, nelle tre direzioni dello spazio.

Nei paragrafi che seguono vengono indicate le caratteristiche e le modalità esecutive del programma di monitoraggio predisposto.

### 3.1 MISURE TOPOGRAFICHE

L'opera di sostegno e gli sbancamenti dovranno essere strumentati attraverso la messa in opera di misuratori di spostamento.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 3.1.1 Modalità d'installazione

L'installazione dei chiodi di misura topografica dovrà essere realizzata secondo la seguente procedura:

1. Tracciamento topografico delle posizioni di installazione;
2. Realizzazione del foro di alloggiamento del chiodo di diametro adeguato;
3. Infissione e sigillatura del chiodo nel foro precedentemente realizzato.

Alternativamente, il chiodo potrà essere annegato direttamente nel getto della struttura da monitorare.

Al termine delle operazioni di posa potrà essere realizzata la prima livellazione topografica di riferimento per i successivi rilievi (lettura di zero). Il caposaldo di riferimento dovrà essere in posizione tale per cui eventuali cedimenti siano minimi e controllabili topograficamente con altri riferimenti certi.

### 3.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti del muro, in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali del muro, o in alternativa, abbassamenti, spostamenti in coordinate assolute.

Il sistema di acquisizione dati è costituito da una stazione composta da un teodolite accoppiato a un distanziometro elettronico di precisione. È richiesta la precisione seguente:

- teodolite: lettura angolare non superiore a 2 secondi centesimali;
- distanziometro elettronico:  $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ .

### 3.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti:

**Muro:**

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

**Berme:**

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Completati gli scavi, il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per la prima settimana dal completamento dello scavo;

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>MURI DI CONTENIMENTO – RELAZIONE DESCRITTIVA</b>		<i>Codice documento</i> CF0067_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- 1 lettura settimanale per il successivo mese;
- 1 lettura ogni due settimane per i successivi mesi fino al ritombamento dell'opera.

Eventuali ulteriori letture potranno essere previste, in funzione degli spostamenti registrati durante le letture precedenti. Al termine dell'opera potranno essere previste ulteriori letture a cadenza trimestrale finché possano essere ritenuti nulli gli spostamenti registrati.

Le cadenze sopra elencate dovranno essere il più possibile coincidenti con l'inizio o la fine delle principali lavorazioni previste.

## 4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

COLLEGAMENTI CALABRIA														
17 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI														
17 Elementi di carattere generale														
17 Generale														
17	relazione tecnico-descrittiva		CG0000	P	RG	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	relazione tecnica		CG0700	P	RG	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	relazione idraulica		CG0700	P	RI	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Planimetria di progetto - tavola 1	1:2000	CG0700	P	P6	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Planimetria di progetto - tavola 2	1:2000	CG0700	P	P6	D	C	FC	00	G0	00	00	00	02
17	Planimetria idraulica	1:2000	CG0700	P	P6	D	C	FC	00	G0	00	00	00	03
17	Profilo longitudinale - Ramo 2 - Messina-Villa S. Giovanni - binario pari - tavola 1	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Profilo longitudinale - Ramo 2 - Messina-Villa S. Giovanni - binario pari - tavola 2	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	02
17	Profilo longitudinale - Ramo 1 - Villa S. Giovanni-Messina - binario dispari - tavola 1	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	03
17	Profilo longitudinale - Ramo 1 - Villa S. Giovanni-Messina - binario dispari - tavola 2	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	04
17	Profilo longitudinale - Ramo 6 - Innesto lato Messina-AC Nord Battipaglia - binario pari	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	05
17	Profilo longitudinale - Ramo 5 - AC Nord Battipaglia-Innesto lato Messina - binario dispari	1:2000/200	CG0700	P	FZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	06
17	Sezioni trasversali	1:200	CG0700	P	W9	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Tabulati movimenti materia		CG0700	P	TT	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	particolari costruttivi	1:50	CG0700	P	BB	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Muri di contenimento - Relazione descrittiva		CG0700	P	RG	D	C	FC	00	G0	00	00	00	02
15	Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera		CG0700	P	SH	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Muri di contenimento - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche		CG0700	P	CL	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01
17	Muri di contenimento - Planimetria, piante, prospetti, sezioni e particolari	Varie	CG0700	P	PZ	D	C	FC	00	G0	00	00	00	01