

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. F. Colla
Ordine Ingegneri
Milano
n° 20355
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)

| | | |
|---|--|------------------|
| <i>Unità Funzionale</i> | COLLEGAMENTI SICILIA | SF0327 F0 |
| <i>Tipo di sistema</i> | INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI | |
| <i>Raggruppamento di opere/attività</i> | LINEA FERROVIARIA DA OPERA DI ATTRAVERSAMENTO A STAZIONE DI ME | |
| <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> | OPERE COMPLEMENTARI – POZZI DI VENTILAZIONE | |
| <i>Titolo del documento</i> | OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA | |

CODICE

C G 0 7 0 0 P R G D S F C L 2 O C 0 0 0 0 0 0 0 6 1

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

INDICE

| | |
|--|----|
| INDICE..... | 3 |
| PREMESSA..... | 5 |
| 1 POZZO N. 1 – MURO DI CONTENIMENTO | 5 |
| 1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO..... | 5 |
| 1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO | 7 |
| 1.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA..... | 7 |
| 1.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 7 |
| 1.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO | 12 |
| 2 POZZO N. 2 – PARATIE | 18 |
| 2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO..... | 18 |
| 2.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO | 20 |
| 2.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA..... | 20 |
| 2.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 21 |
| 2.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO | 25 |
| 3 POZZO N. 4 – PARATIE | 28 |
| 3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO..... | 28 |
| 3.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO | 30 |
| 3.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA..... | 31 |
| 3.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 31 |
| 3.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO | 35 |
| 4 POZZO N. 6 – MURI DI SOSTEGNO E PARATIE..... | 41 |
| 4.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO..... | 41 |
| 4.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO | 42 |
| 4.2.1 Paratia tirantata | 42 |
| 4.2.2 Soletta di contenimento della strada | 42 |
| 4.3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA..... | 43 |
| 4.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA..... | 43 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.5 | CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO | 48 |
| 5 | FASI COSTRUTTIVE | 51 |
| 6 | PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO – PARATIE | 52 |
| 6.1 | MISURE TOPOGRAFICHE | 53 |
| 6.1.1 | Modalità d'installazione | 54 |
| 6.1.2 | Sistema di acquisizione dati | 54 |
| 6.1.3 | Frequenza dei rilevamenti | 54 |
| 6.2 | TUBO INCLINOMETRICO | 55 |
| 6.2.1 | Modalità d'installazione | 55 |
| 6.2.2 | Sistema di lettura..... | 56 |
| 6.2.3 | Frequenza dei rilevamenti | 57 |
| 6.3 | ESTENSIMETRO MULTIBASE | 57 |
| 6.3.1 | Modalità d'installazione | 58 |
| 6.3.2 | Sistema di lettura..... | 59 |
| 6.3.3 | Frequenza dei rilevamenti | 59 |
| 6.4 | BARRETTE ESTENSIMETRICHE | 59 |
| 6.4.1 | Modalità d'installazione | 60 |
| 6.4.2 | Frequenza rilevamenti..... | 60 |
| 6.4.3 | Restituzione dati..... | 61 |
| 6.5 | CELLE DI CARICO..... | 61 |
| 6.5.1 | Modalità d'installazione | 62 |
| 6.5.2 | Frequenza rilevamenti..... | 62 |
| 6.5.3 | Restituzione dati..... | 63 |
| 7 | PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO – MURO DI SOSTEGNO..... | 63 |
| 7.1 | MISURE TOPOGRAFICHE | 63 |
| 7.1.1 | Modalità d'installazione | 64 |
| 7.1.2 | Sistema di acquisizione dati | 64 |
| 7.1.3 | Frequenza dei rilevamenti | 64 |
| 8 | ELABORATI DI RIFERIMENTO | 65 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

PREMESSA

Il presente documento riporta la relazione tecnico descrittiva delle opere:

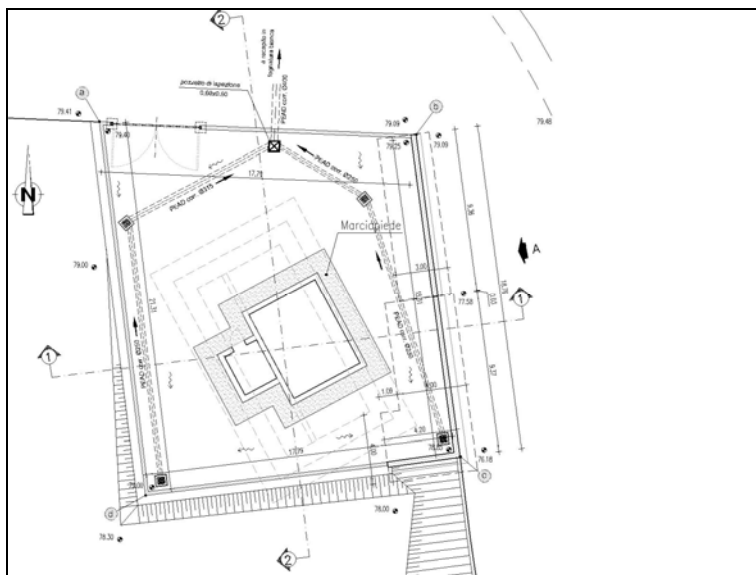
- “Pozzo n.1 – Muro di contenimento”
- “Pozzo n.2 – Paratie”
- “Pozzo n.4 – Paratie”
- “Pozzo n.6 – Paratie e Muri di contenimento”.

opere inquadrare all’interno del Progetto Definitivo delle infrastrutture ferroviarie lato Sicilia del Ponte sullo Stretto di Messina.

1 POZZO N. 1 – MURO DI CONTENIMENTO

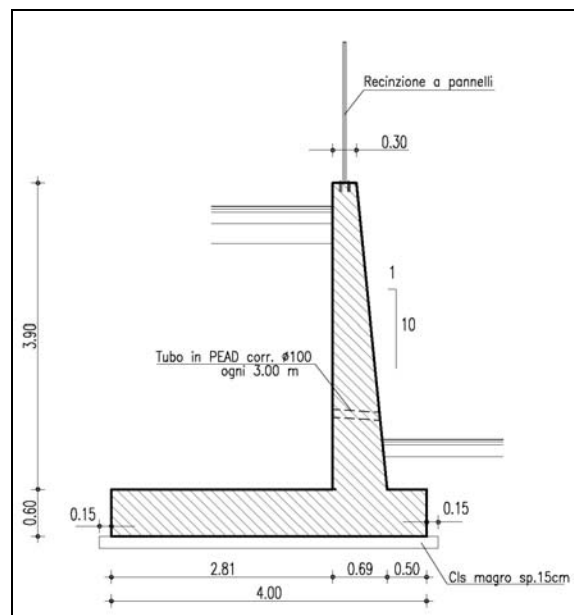
1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

Nell’ambito del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione alla Pk 3+030 binario dispari (3+056 binario pari) di un pozzo di ventilazione a servizio delle gallerie sottostanti. Per la costruzione dell’opera si prevede di realizzare un piazzale carrabile avente superficie pari a circa 350 mq delimitato da opere di sostegno, quali muri in c.a.o. realizzati in opera.



Planimetria di progetto Pozzo N.1

Le opere di sostegno presentano due altezze principali a seconda della loro collocazione plano-altimetrica. Al fine di smaltire le eventuali acque di filtrazione nel terreno a monte delle opere è prevista la realizzazione di tubazioni $\Phi 100$ aventi passo 3.00 m.



Sezione tipo con drenaggio $\Phi 100$

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da materiali identificati come ghiaie e sabbie di Messina, presenti per l'intero spessore dell'opera.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

1.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le opere di sostegno si trovano collocate lungo il perimetro del piazzale necessario per la realizzazione del pozzo di ventilazione posizionato alla Pk 3+030 binario dispari (3+056 binario pari).

I muri oggetto delle verifiche eseguite hanno le seguenti geometrie di calcolo:

| Tipologia muro | Lunghezza fondazione | Spessore fondazione | Altezza elevazione | Pendenza paramento | Spessore testa elevazione | Peso elevazione | Lunghezza concio |
|-----------------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------------|------------------|
| | [m] | [m] | [m] | - | [m] | [kN] | [m] |
| Muro di sostegno – Concio 1 | 3.00 | 0.50 | 2.50 | 1/10 | 0.30 | 250 | 9.36 |
| Muro di sostegno – Concio 2 | 4.00 | 0.60 | 3.90 | 1/10 | 0.30 | 655 | 13.56 |

1.3 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 (rel. geologica generale CG0800PRGDSSBC6G000000001 e rel. geomorfologica CG0800PRGDSSBC6G000000002) ed alla geotecnica (rel. geotecnica generale CG0800PRBDSSBC8G000000001) presenti negli studi di base (Componente di progetto 36 per la Sicilia).

1.4 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 (tratto dall'elaborato CG0800PF6DSSBC6TF000000003).

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

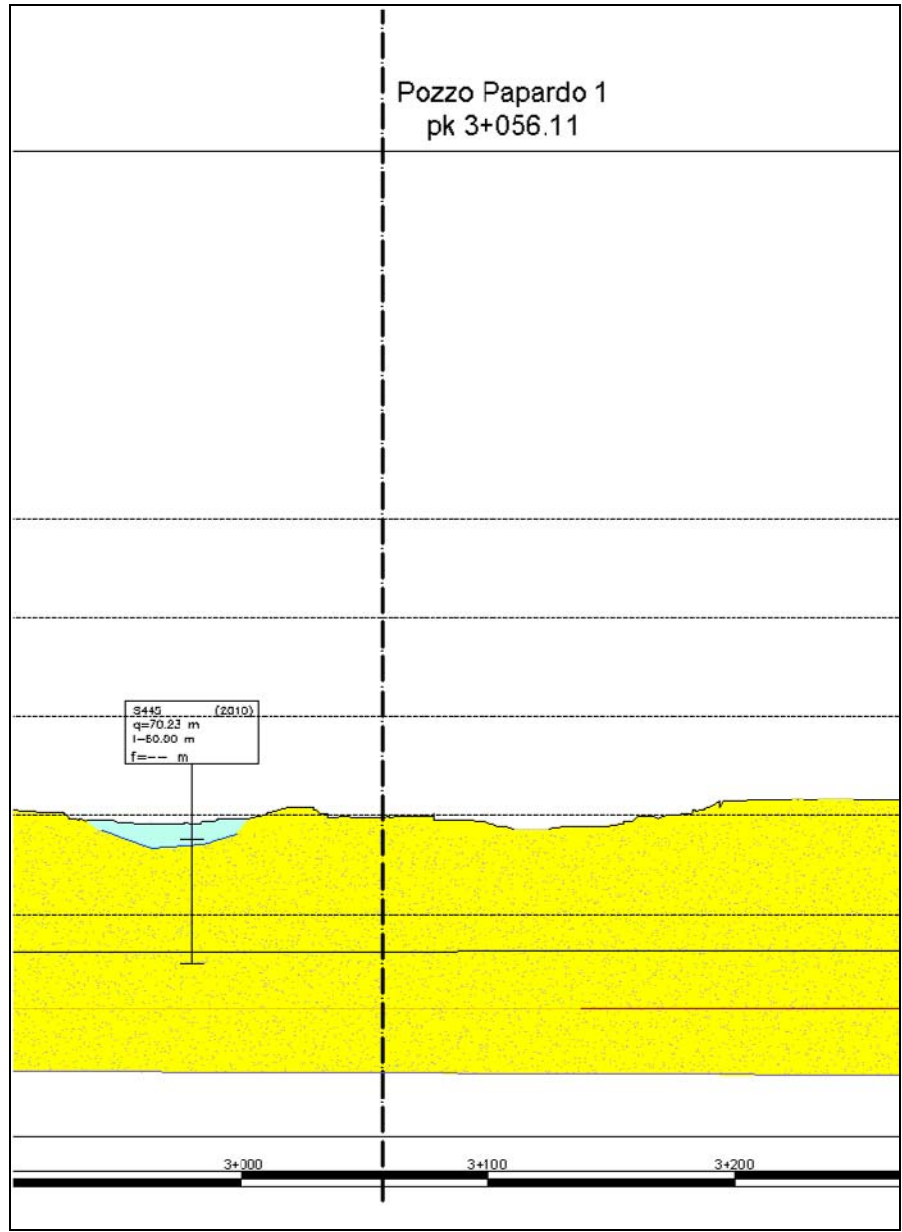


Figura 1 - profilo geologico



Figura 2 – legenda tratta dal profilo geologico-geotecnico

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

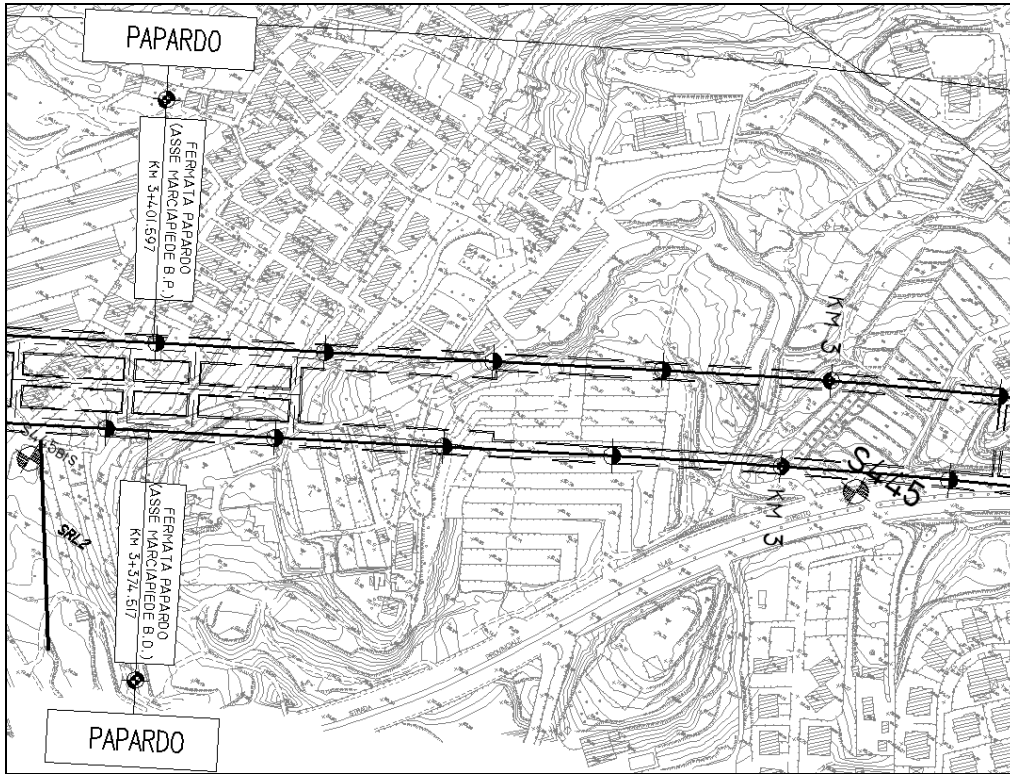


Figura 3 – Stralcio planimetrico con posizionamento dei sondaggi

Dal profilo sopra riportato emerge come gli strati superficiali della zona di interesse è caratterizzata da materiali identificati come *ghiaie e sabbie di Messina*.

La descrizione della litologia riportata nel seguito è tratta dalla relazione geotecnica generale (CG0800PRBDSSBC8G00000001).

“I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane. Frequentemente si rilevano strati di ghiaie cementate come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco delle gallerie ferroviarie S.Agata, S.Cecilia, e stradali Faro, Balena e Le Fosse. In questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.”

Sempre nel medesimo elaborato vengono infine tabulati i valori caratteristici identificativi della litologia:

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 |

| | |
|-----------------------------------|---|
| γ (kN/m ³) | 18+20 |
| N _{SPT} (colpi/30 cm) | 63±30 |
| c' piccolo (kPa) | 0+10 |
| Φ' piccolo (°) | 38+40 (p'ff=0-272KPa) / 35+38 (p'ff=272-350KPa) |
| C _{cv} ' (kPa) | 0 |
| Φ_{cv}' (°) | 33+35 |
| OCR | - |
| c _u (kPa) | - |
| k _o (-) | 0.4-0.5 |
| K _v (m/sec) | - |
| V _s (m/sec) | V _s =200+4·z (m/s) |
| G' _o | $G_o = 1420 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.60}$ |
| E' * | $E = (14 + 30) \cdot (z)^{0.60}$ |
| v' (-) | 0.2 |
| G ₀ , G/G ₀ | curve teoriche |
| D ₀ , D/D ₀ | curve teoriche |
| K(m/s) | 10 ⁻⁴ +10 ⁻⁶ |

Figura 4 – caratteristiche geotecniche medie

E quelli per tratta:

| Opera/parametri | Generale | Ferrovia Da 0+0 a 1+0 km Ancoraggio | Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN S.Agata | Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km | Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN S.Cecilia |
|---------------------|--|---|---|---|---|
| c' piccolo (kPa) | 0+10 | 0+10 | 0+10 | 0+10 | 0+10 |
| Φ' piccolo (°) | 38+40 | z=0-20m 38+42 z>20m 37+39 | z=0-30m 37+43 z>30m 40 | z=0-10m 38+42 z>10m 38+40 | z=0-15m 38+44 z>15m 39+42 |
| G' _o | $G_o = 1420 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.60}$ G ₀ =40 z ^{0.6} | z=0-20m 200-400 z=20-50m G ₀ = 25 z ^{0.64} z=50-80m 350-500 z=>80m 500-800 | $G_o = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.62}$ G ₀ =43 z ^{0.62} | $G_o = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.62}$ G ₀ =43 z ^{0.62} | $G_o = 1690 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.62}$ G ₀ =50 z ^{0.62} |
| K(m/s) | 10 ⁻⁴ +10 ⁻⁶ | 5 10 ⁻³ +10 ⁻⁶ | 10 ⁻⁶ +10 ⁻⁶ | 5 10 ⁻³ +10 ⁻⁶ | 5 10 ⁻³ +5 10 ⁻⁶ |

Figura 5– caratteristiche geotecniche suddivise per tratta

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 |

Valori congruenti con quelli assunti nelle presenti verifiche e di seguito riportati:

| | γ | c' | ϕ' | E' | ν' | k |
|-----------------------------------|-------------------|------|---------|-------------------------------------|--------|---------------------|
| | kN/m ³ | MPa | ° | MPa | -- | m/s |
| Sabbie e ghiaie di Messina | 18 | 0 | 38 | $20z^{0.67} E_{min}$ per $z=5$ m | 0.2 | $10^{-4} - 10^{-6}$ |

Per le caratteristiche dei terreni sopra riportati, secondo il DM 14/01/2008 essi possono essere classificati secondo la categoria di sottosuolo C, come confermato dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G000000001) della quale si riporta di seguito un estratto:

| | | | |
|--|---------|----|---|
| <i>Ferrovia / Strada Da 0+0 a 1+0 km</i> | S105Pz | 61 | B |
| | S106Pz | 40 | C |
| | S107Pz | 33 | C |
| | S108Pz | 60 | B |
| | SPPS00 | 48 | C |
| <i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i> | SPPS02 | 55 | B |
| | SPPS09 | 49 | C |
| | S410 | 48 | C |
| | S445 | 25 | C |
| | S445bis | 42 | C |

Figura 6 – estratto dalla relazione sismica generale

La falda alle profondità di imposta dei muri è assente (per definire l'eventuale presenza di falda si è fatto riferimento al sondaggio S445).

| n° | Lato | Sondaggio | Esecutore | Data ultimazione | Profondità |
|----|------|-----------|------------------|------------------|------------|
| 41 | Sic | S445 | ATI Sorige - L&R | 19/08/2010 | m dal p.c. |

| Piezometro installato | | Quota terreno | Altezza testa pozzetto | AGOSTO 2010 Letture da testa pozzetto | AGOSTO 2010 Livello idrico profondità | SETTEMBRE 2010 Letture da testa pozzetto | SETTEMBRE 2010 Livello idrico profondità |
|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|--|--|---|---|
| Tipo | Profondità m | m sl.m. | m da p.c. | ml. | m da p.c. | ml. | m da p.c. |
| Casagranda | 50,0 | 70,230 | 0,00 | Nessun segnale | Assente | Nessun segnale | Assente |

1.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

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:

- 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 secondo le seguenti coordinate ISTAT:

LONGITUDINE: 15.6039

LATITUDINE: 38.2644

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | Codice documento SF0327_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 |

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
LONGITUDINE:
LATTITUDINE:

Ricerca per comune
REGIONE:
PROVINCIA:
COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione:

Nodi del reticolo intorno al sito



...a "Ricerca per comune" utilizza e 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, a "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 - $P_{VR} = 81\%$ | 45 |
| | SLD - $P_{VR} = 63\%$ | 75 |
| Stati limite ultimi - SLU | SLV - $P_{VR} = 10\%$ | 712 |
| | SLC - $P_{VR} = 5\%$ | 1462 |

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



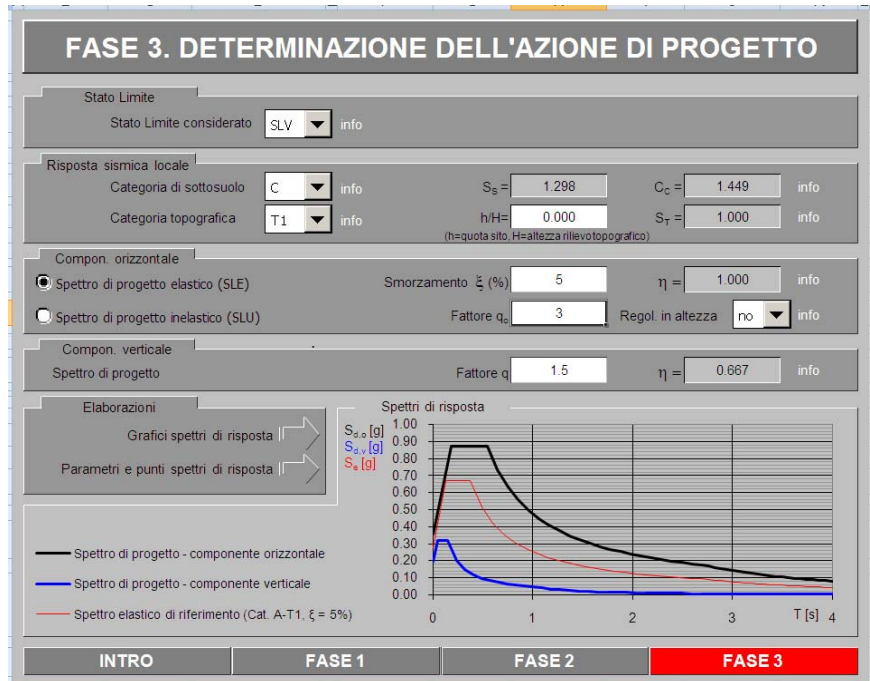
LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



Per quanto riguarda i muri di contenimento e di controripa, trattandosi di opere di sostegno, aventi altezze inferiori a 5 m, si è fatto riferimento alle Istruzioni RFI n. 44 G, da cui, essendo le opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove (non AV), ma non strategiche si ha:

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_U)= 1 (Classe d'uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.3

La categoria topografica che verrà assunta nei calcoli è la categoria T1 in quanto si è in presenza di pendii con inclinazione media inferiore ai 15°, congruentemente con quanto previsto dalle NTC08 alla tabella 3.2.VI.

Nel seguito si riportano i tabulati relativi ai parametri fondamentali allo SLV e SLD.

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0.276 g |
| F_o | 2.431 |
| T_c^* | 0.377 s |
| S_s | 1.298 |
| C_c | 1.449 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|----------|---------|
| S | 1.298 |
| γ | 1.000 |
| T_B | 0.182 s |
| T_C | 0.546 s |
| T_D | 2.703 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 η 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 | 0.358 |
| $T_B \leftarrow$ | 0.182 | 0.870 |
| $T_C \leftarrow$ | 0.546 | 0.870 |
| | 0.649 | 0.732 |
| | 0.751 | 0.632 |
| | 0.854 | 0.556 |
| | 0.957 | 0.496 |
| | 1.060 | 0.448 |
| | 1.162 | 0.409 |
| | 1.265 | 0.376 |
| | 1.368 | 0.347 |
| | 1.471 | 0.323 |
| | 1.573 | 0.302 |
| | 1.676 | 0.283 |
| | 1.779 | 0.267 |
| | 1.882 | 0.252 |
| | 1.984 | 0.239 |
| | 2.087 | 0.228 |
| | 2.190 | 0.217 |
| | 2.293 | 0.207 |
| | 2.395 | 0.198 |
| | 2.498 | 0.190 |
| | 2.601 | 0.183 |
| $T_D \leftarrow$ | 2.703 | 0.176 |
| | 2.765 | 0.168 |
| | 2.827 | 0.161 |
| | 2.889 | 0.154 |
| | 2.950 | 0.148 |
| | 3.012 | 0.142 |
| | 3.074 | 0.136 |
| | 3.136 | 0.131 |
| | 3.197 | 0.126 |
| | 3.259 | 0.121 |
| | 3.321 | 0.116 |
| | 3.383 | 0.112 |
| | 3.444 | 0.108 |
| | 3.506 | 0.104 |
| | 3.568 | 0.101 |
| | 3.630 | 0.097 |
| | 3.691 | 0.094 |
| | 3.753 | 0.091 |
| | 3.815 | 0.088 |
| | 3.877 | 0.085 |
| | 3.938 | 0.083 |
| | 4.000 | 0.080 |

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD |
|--------------|---------|
| a_g | 0.096 g |
| F_o | 2.324 |
| T_c^* | 0.317 s |
| S_s | 1.500 |
| C_c | 1.533 |
| S_T | 1.000 |
| q | 1.000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1.500 |
| η | 1.000 |
| T_B | 0.162 s |
| T_C | 0.487 s |
| T_D | 1.984 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{1.0 / (5 + \xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

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 η 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 | 0.144 |
| $T_B \leftarrow$ | 0.162 | 0.335 |
| $T_C \leftarrow$ | 0.487 | 0.335 |
| | 0.558 | 0.292 |
| | 0.629 | 0.259 |
| | 0.701 | 0.233 |
| | 0.772 | 0.211 |
| | 0.843 | 0.193 |
| | 0.915 | 0.178 |
| | 0.986 | 0.165 |
| | 1.057 | 0.154 |
| | 1.129 | 0.144 |
| | 1.200 | 0.136 |
| | 1.271 | 0.128 |
| | 1.342 | 0.121 |
| | 1.414 | 0.115 |
| | 1.485 | 0.110 |
| | 1.556 | 0.105 |
| | 1.628 | 0.100 |
| | 1.699 | 0.096 |
| | 1.770 | 0.092 |
| | 1.842 | 0.089 |
| | 1.913 | 0.085 |
| $T_D \leftarrow$ | 1.984 | 0.082 |
| | 2.080 | 0.075 |
| | 2.176 | 0.068 |
| | 2.272 | 0.063 |
| | 2.368 | 0.058 |
| | 2.464 | 0.053 |
| | 2.560 | 0.049 |
| | 2.656 | 0.046 |
| | 2.752 | 0.043 |
| | 2.848 | 0.040 |
| | 2.944 | 0.037 |
| | 3.040 | 0.035 |
| | 3.136 | 0.033 |
| | 3.232 | 0.031 |
| | 3.328 | 0.029 |
| | 3.424 | 0.028 |
| | 3.520 | 0.026 |
| | 3.616 | 0.025 |
| | 3.712 | 0.023 |
| | 3.808 | 0.022 |
| | 3.904 | 0.021 |
| | 4.000 | 0.020 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

2 POZZO N. 2 – PARATIE

2.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

Nell'ambito del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione alla Pk 3+717 binario dispari (3+744 binario pari) di un pozzo di ventilazione a servizio delle gallerie sottostanti. Per la costruzione dell'opera si prevede di realizzare un piazzale carrabile avente superficie pari a circa 255 mq delimitato da opere di sostegno, quali paratie tirantate in c.a.o. realizzate in opera.

Tutte le paratie risultano rivestite in pietrame naturale per mantenere il medesimo effetto visivo dell'opera.

Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da materiali identificati come ghiaie e sabbie di Messina, presenti per l'intero spessore dell'opera.



Planimetria di inserimento - Pozzo N.2

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

2.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Per la paratia in questione si prevede l'utilizzo di diaframmi di larghezza pari a 2.5 m e spessore 1.00 m e tirante di tipo permanente posto a 1.60 m dalla testa del diaframma ed avente interasse orizzontale di 2.5 m. La struttura prevede inoltre una controparete finita con lastre in pietra naturale e coppelle di protezione per la testa dei tiranti.

L'altezza massima del manufatto fuori terra è pari a circa 7.00 m. La lunghezza complessiva della paratia, nel tratto di altezza maggiore è pari a 14.00 m. La lunghezza complessiva dei tiranti è pari a 16.00 m di cui 8.00 m liberi e 8.00 m di ancoraggio. I tiranti sono composti da 4 trefoli da 0.6" ed è previsto un precarico pari a 50 kN.

Privilegiando la fattibilità dell'opera si è optato per il mantenimento della stessa tipologia strutturale individuata per il pozzo di ventilazione, che prevede appunto diaframmi dello spessore di 1 m. Questa scelta se da un lato può portare ad un leggero sovradimensionamento delle opere di contenimento (comunque a favore di sicurezza ed eventualmente ottimizzabile nelle fasi successive di progettazione), dall'altro consente maggiore economicità e semplicità in termini di mezzi e lavorazioni per la realizzazione dell'area.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche della paratia di diaframmi.

| | H _{libera fuori terra} [m] | L _{totale} [m] | Lunghezza tirante [m] | Tiranti L _{libera} [m] | Tiranti L _{attiva} [m] | N tiranti per pannello | Posizione tirante da TP. |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Paratia centrale | 6.89 | 14.00 | 16.00 | 8.00 | 8.00 | 1 | 1.60 |
| Paratia laterale | 5.25÷1.34 | 15.65÷4.00 | - | - | - | - | - |

2.3 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 (rel. geologica generale CG0800PRGDSSBC6G000000001 e rel. geomorfologica CG0800PRGDSSBC6G000000002) ed alla geotecnica (rel. geotecnica generale CG0800PRBDSSBC8G000000001) presenti negli studi di base (Componente di progetto 36 per la

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Sicilia).

2.4 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 (tratto dall'elaborato CG0800PF6DSSBC6TF00000003).

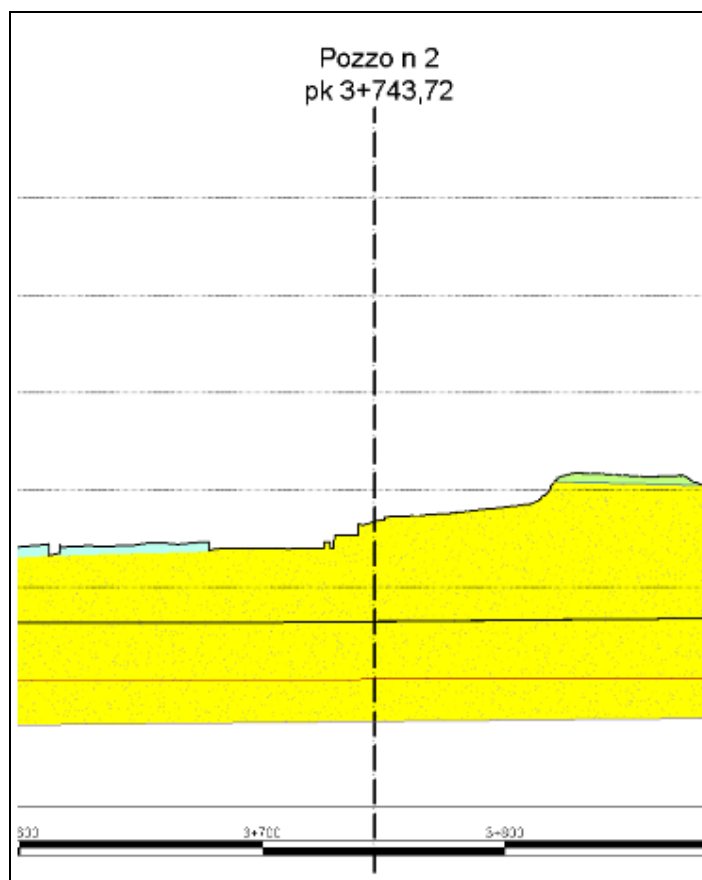


Figura 7 - profilo geologico



Figura 8 – legenda tratta dal profilo geologico-geotecnico

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Dal profilo sopra riportato emerge come gli strati superficiali della zona di interesse siano caratterizzati da materiali identificati come *ghiaie e sabbie di Messina*.

La descrizione della litologia riportata nel seguito è tratta dalla relazione geotecnica generale (CG0800PRBDSSBC8G000000001).

“I materiali in oggetto sono granulometricamente descritti come ghiaie e ciottoli da sub arrotondati ad appiattiti con matrice di sabbie grossolane. Frequentemente si rilevano strati di ghiaie cementate come si evidenzia nei rilievi effettuati nelle aree di imbocco delle gallerie ferroviarie S.Agata, S.Cecilia, e stradali Faro, Balena e Le Fosse. In questi rilievi la ghiaia si presenta più o meno debolmente cementata e molto addensata. Lo scheletro si presenta costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici arrotondati ed appiattiti.”

Sempre nel medesimo elaborato vengono infine tabulati i valori caratteristici identificativi della litologia:

| | |
|-----------------------------------|--|
| γ (kN/m ³) | 18+20 |
| N _{SPT} (colpi/30 cm) | 63±30 |
| c' piccolo (kPa) | 0+10 |
| Φ' piccolo (°) | 38+40 (p'ff=0-272KPa) / 35+38 (p'ff=272-350KPa) |
| C _{cv} ' (kPa) | 0 |
| Φ_{cv} ' (°) | 33+35 |
| OCR | - |
| c _u (kPa) | - |
| k _o (-) | 0.4-0.5 |
| K _v (m/sec) | - |
| V _s (m/sec) | V _s =200+4·z (m/s) |
| G' _o | $G'_o = 1420 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.60}$ |
| E' * | $E = (14 + 30) \cdot (z)^{0.60}$ |
| v' (-) | 0.2 |
| G ₀ , G/G ₀ | curve teoriche |
| D ₀ , D/D ₀ | curve teoriche |
| K(m/s) | 10 ⁻⁴ +10 ⁻⁶ |

Figura 9 – caratteristiche geotecniche medie

| | | | | |
|---|---|--|-----------|--------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | Codice documento SF0327_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 |

E quelli per tratta:

| Opera/parametri | Generale | Ferrovia Da 0+0 a 1+0 km Ancoraggio | Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN S.Agata | Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km | Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN S.Cecilia |
|---------------------------|---|--|--|--|--|
| c'_{picco} (kPa) | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-10 | 0-10 |
| ψ_{picco} (°) | 38-40 | z=0-20m 38-42 z>20m 37-39 | z=0-30m 37-43 z>30m 40 | z=0-10m 38-42 z>10m 38-40 | z=0-15m 38-44 z>15m 39-42 |
| G'_o | $G_o = 1420 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_v}{p_a}\right)^{0.60}$ $G_0=40 z^{0.6}$ | z=0-20m 200-400 z=20-50m $G_0=25 z^{0.64}$ z=50-80m 350-500 z>80m 500-800 | $G_o = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_v}{p_a}\right)^{0.62}$ $G_0=43 z^{0.62}$ | $G_o = 1500 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_v}{p_a}\right)^{0.62}$ $G_0=43 z^{0.62}$ | $G_o = 1690 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_v}{p_a}\right)^{0.62}$ $G_0=50 z^{0.62}$ |
| K(m/s) | $10^{-5} \div 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-5} \div 10^{-6}$ | $10^{-5} \div 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-5} \div 10^{-6}$ | $5 \cdot 10^{-5} \div 10^{-6}$ |

Figura 10- caratteristiche geotecniche suddivise per tratta

Valori congruenti con quelli assunti nelle presenti verifiche e di seguito riportati:

| | γ kN/m ³ | c' MPa | ϕ' ° | E' MPa | ν' -- | k m/s |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|--|--------------|---------------------|
| Sabbie e ghiaie di Messina | 18 | 0 | 38 | $20z^{0.67} E_{\text{min}}$ per z=5 m | 0.2 | $10^{-4} - 10^{-6}$ |

Per le caratteristiche dei terreni sopra riportati, secondo il DM 14/01/2008 essi possono essere classificati secondo la categoria di sottosuolo C, come confermato dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G000000001) della quale si riporta di seguito un estratto:

| | | | |
|--|---------|----|---|
| <i>Ferrovia / Strada Da 0+0 a 1+0 km</i> | S105Pz | 61 | B |
| | S106Pz | 40 | C |
| | S107Pz | 33 | C |
| | S108Pz | 60 | B |
| | SPPS00 | 48 | C |
| <i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i> | SPPS02 | 55 | B |
| | SPPS09 | 49 | C |
| | S410 | 48 | C |
| | S445 | 25 | C |
| | S445bis | 42 | C |

Figura 11 - estratto dalla relazione sismica generale

| | | | | |
|---|---|--|-----------|--------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | Codice documento SF0327_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 |

Nelle vicinanze dell'opera non è disponibile nessun sondaggio da prendere a riferimento per definire in maniera più dettagliata la situazione geologico-geotecnica dell'intorno; la prova più vicina risulta essere la 445bis.

Per quanto riguarda la definizione del regime sotterraneo delle acque, allo stato di fatto non si hanno informazioni localizzate per l'opera, tuttavia la natura dei terreni ed il monitoraggio del piezometro installato sul 445bis, portano ad ipotizzare che la falda non interessi le opere in oggetto.

Di seguito si riporta un'immagine con il monitoraggio al piezometro citato.

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|---------|------------------|------------|------|-------------|------|--------|------|----------------|---------|----------------|---------|
| 41 | Sic | S445 | ATI Sorige - L&R | 19/08/2010 | 50,0 | Casagrande | 50,0 | 70,230 | 0,00 | Nessun segnale | Assente | Nessun segnale | Assente |
| 42 | Sic | S445bis | ATI Sorige - L&R | 18/05/2010 | 50,0 | Tubo aperto | 50,0 | 49,087 | 0,29 | 48,07 | 47,78 | 49,60 | 49,31 |
| 43 | Sic | S446 | ATI Sorige - L&R | | 55,0 | Casagrande | 0,0 | | | | | | |

2.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO

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_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

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:

- 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 le coordinate ISTAT:

Latitudine : 38.26095

Longitudine: 15.5971

In accordo con i criteri di progettazione contenuti nelle Istruzioni RFI n. 44G, sono stati assunti come valori di riferimento per la stima dell’accelerazione sismica di progetto (essendo opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove – non AV – e non strategiche):

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d’uso della costruzione (C_u)= 1 (Classe d’uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.

L’opera si inserisce all’interno di un pendio che si estende a tergo del manufatto, per questo motivo si è assunta la categoria topografica T2 in modo da considerare un effetto di amplificazione topografica dovuto alla massa del terreno a monte della paratia.

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:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Siti di riferimento.

| | ID | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Sito 1 | 44544 | 38,264820 | 15,587210 | 985,8 |
| Sito 2 | 44545 | 38,263570 | 15,650740 | 4615,7 |
| Sito 3 | 44767 | 38,213600 | 15,649120 | 6996,9 |
| Sito 4 | 44766 | 38,214840 | 15,585660 | 5351,0 |

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente cu: 1

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|-------------------|-----------------------|-----------|--------|--------|---------|
| Operatività (SLO) | 81 | 45 | 0,075 | 2,330 | 0,298 |
| | | | | | |

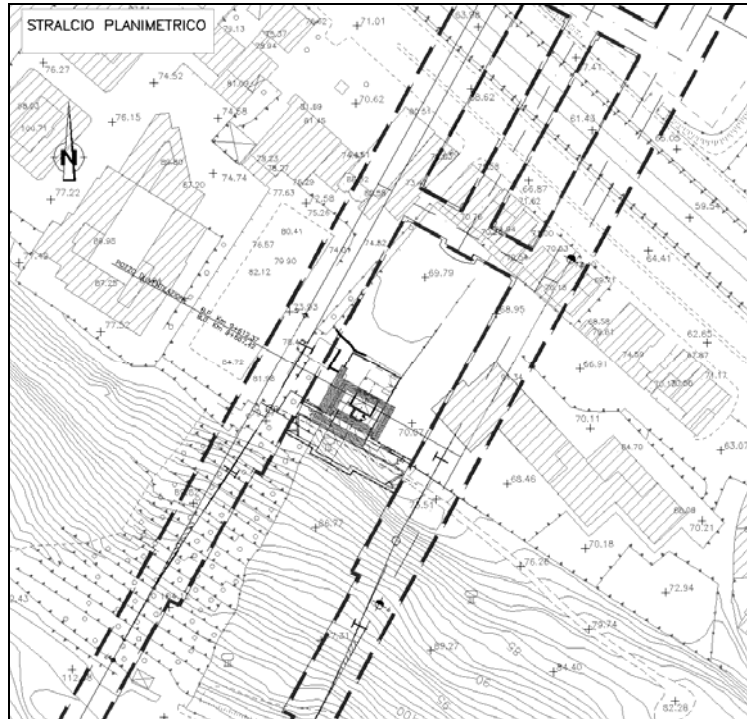
| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | | | | | |
|----------------------------------|----|------|-------|-------|-------|
| Danno (SLD) | 63 | 75 | 0,099 | 2,319 | 0,316 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 712 | 0,286 | 2,431 | 0,376 |
| Prevenzioni e dal collasso (SLC) | 5 | 1462 | 0,382 | 2,468 | 0,406 |

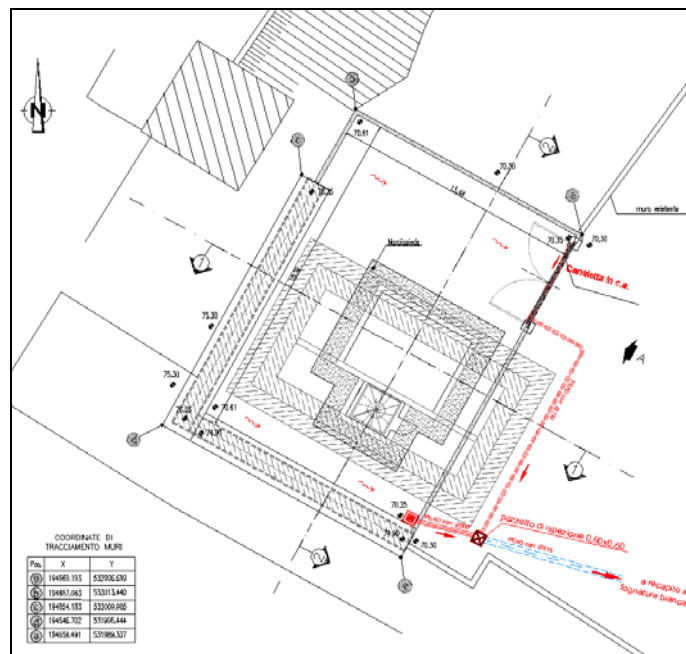
3 POZZO N. 4 – PARATIE

3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA E DEL LUOGO

Nell'ambito del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina, lato Sicilia, è prevista la realizzazione alla Pk 9+557.42 binario dispari (9+612.37 binario pari) di un pozzo di ventilazione a servizio delle gallerie sottostanti. Per la costruzione dell'opera si prevede di realizzare un piazzale carrabile avente superficie pari a circa 250 mq delimitato da opere di sostegno, quali paratie a sbalzo in c.a.o. realizzate in opera.



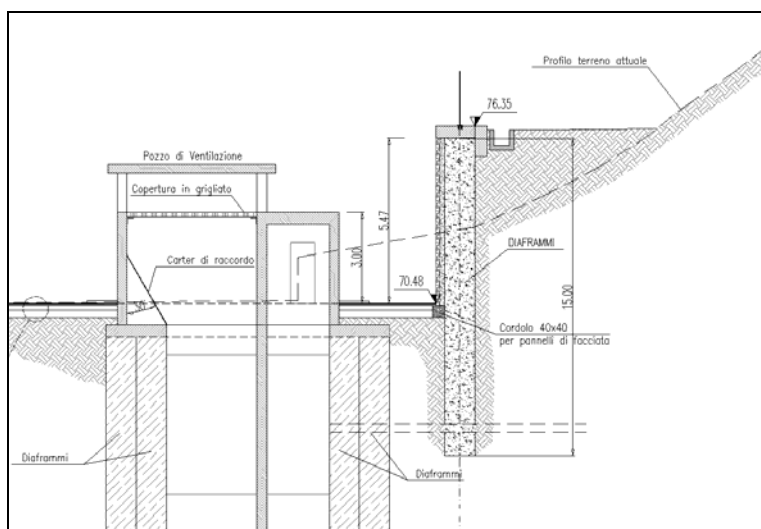
Planimetria di inserimento Pozzo N.4



Planimetria di progetto Pozzo N.4

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Le paratie risultano rivestite in pietrame per mantenere il medesimo effetto visivo dell'opera. Nell'area in esame i terreni di fondazione sono costituiti principalmente da materiali identificati come sedimenti fluviali e costieri al di sotto dei quali si trovano calcari brecciati.



Sezione trasversale della paratia Pozzo N.4

3.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

Per la paratia in questione si prevede l'utilizzo di diaframmi di larghezza pari a 2.5 m e spessore 1.00 m.

L'altezza massima del manufatto fuori terra è pari a circa 5.47 m. La lunghezza complessiva della paratia, nel tratto di altezza maggiore è pari a 15.00 m. Nelle verifiche cautelativamente è stata assunta una altezza pari a 5.70 m fuori terra.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche della paratia in oggetto.

| | H_{libera} fuori terra [m] | L_{totale} [m] | Lunghezza L_{tot} | Tiranti L_{libera} | Tiranti L_{attiva} | N tiranti per pannello | Posizione tirante da TP. |
|----------------|------------------------------|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Paratia libera | 5.47 | 15.00 | - | - | - | - | - |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

3.3 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 (rel. geologica generale CG0800PRGDSSBC6G000000001 e rel. geomorfologica CG0800PRGDSSBC6G000000002) ed alla geotecnica (rel. geotecnica generale CG0800PRBDSSBC8G000000001) presenti negli studi di base (Componente di progetto 36 per la Sicilia).

3.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Per la caratterizzazione dei terreni sui quali insiste l'opera, ci si è basati sia 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.

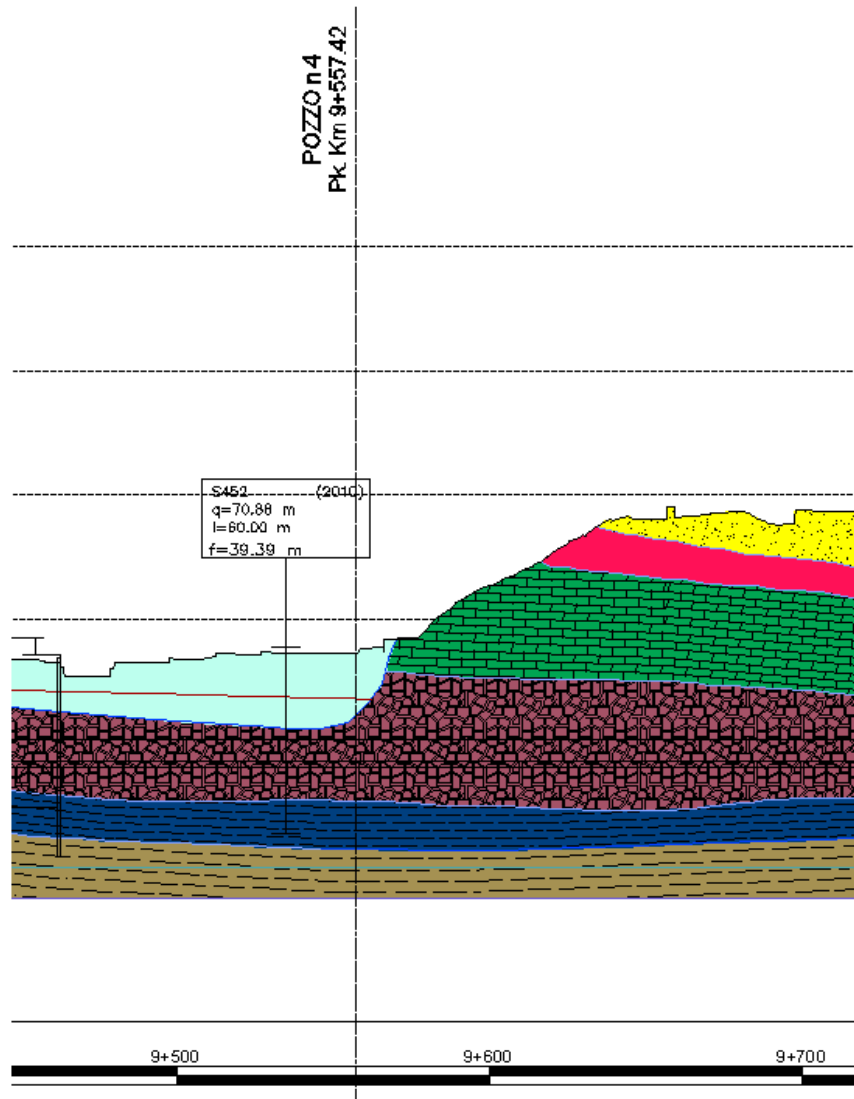














Figura 12 - profilo geologico

| LEGENDA GEOLOGICA | |
|---|---|
|  | DEPOSITO ANTROPICO: Discariche per rifiuti solidi urbani, inertii, materiali di riparo; cave di pietra. |
|  | DEPOSITO DI VERSANTE E COLTRE ELUVIO-COLLUVALE: Depositi incoerenti, massivi, costituiti da materiale spigoloso poligenico ed eterometrico in matrice argillosa o melassica, coltri detritiche e terre rosse (a), localmente a grossi blocchi (b). |
|  | DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI, DEPOSITI DI PIANA LITORALE: Limi, sabbie e ghiaie con iuelli glieluti aluviali. Limi, ghiaie e sabbie a supporto di matrice terroso-argillosa, a clasti me lamorici prevalenti, da spigolosi a subarrotolati di diametro tra 1 e 10 cm, e con localiti limi torbosi, talora le massi, distribuiti lungo i corsi d'acqua, nelle ampie valli e nelle pianure costiere. |
|  | DEPOSITI MARINI TERRAZZATI: Sabbie gialle ora talora ghiaiose, ghiaie eterometriche per lo piú cristalline a doloti arrotolati ed appalliti, in matrice sabbiosa, a stratificazione poco evidente. Spessore fino a circa 10 m. PLEISTOCENEM EDIO-SUPERIORE |
|  | GHIAIE E SABBIE DI MESSINA: Sabbie e ghiaie grigio-ghiasse o rossastre, a prevalenti clasti cristallini di 2-30 cm di diametro, da subarrotolati ad appalliti, spesso embridati, matrice sabbiosa, con iuelli e limi di sabbie fini e sili quarzosi; localmente conglomerati calcidestrid ricchi in macrofossili, a cemento calcidico, in strati da 30 cm a 1 m (a). A luoghi limi discontinue di conglomerati grigiasli cementati (b). PLEISTOCENEM EDIO |
|  | CALCARENITI DI S. CORRADO: Calcareni organogene giallo-bruno a stratificazione incrociata o parallela con sottili iuelli sabbioso-siliosi. Alla base é presente un livello di breccie a grossi blocchi di Trubi, spesso fino a 20 m. PLEISTOCENEM EDIO |
|  | TRUBI: Marmi e calcari marmosi colore bianco crema con limi sabbiosi. Alla base localiti conglomerati a clasti me lamorici in matrice sabbiosa. PLIOCENEFERIO |
|  | ARENAZZOLO: Conglomerato poligenico ed eterogranulare, cui si associano limi sabbiosi e sabbie grossolane. MESSINIANO SUPERIORE-PLIOCENEFERIO |
|  | CALCARE EVAPORITICO BRIGGIATO: Calcare microcristallino bianco-ino, brecciato e vascolare a struttura massiva, talora con intercalazioni di lamini carbonatiche. MESSINIANO SUPERIORE |
|  | GESSI E ARGILLE GESSOSE: Gessi meso- e macrocristallini in limi discontinue, solitamente sovrapposti ad argille bruno-ghiasse cui si intercalano limi decimetriche di gesso geminato in grossi cristalli. Alla base localmente é presente un livello di calcare bianco stabile, spesso 1,5 m. MESSINIANO SUPERIORE |
|  | FORMAZIONE DI S. PIERNICETO: Marme argilloso-silice grigie con sottili intercalazioni di arenarie fini arcose, argille sabbioso-silice e peli grigio-brune con iuelli di sabbie o microconglomerati ghiasli; alternanze di arenarie medio-grossolane, in banchi spessi fino a 3m, di sili argillosi e argille marmose (a). In sottosuolo, localmente, sono presenti alternanze di spessore fino a 2 m di argille torbose nerastre e iuelli carboniosi di ligniti (b). Conglomerati eterometrici a prevalenti clasti metamorici di medioalto grado, e micro calcari o quarzareniti in matrice sabbioso-limosabrunastra (c). MIDCENEM EDIO-SUPERIORE |
|  | METAMORFITI DELL'UNITÀ DELL'ASPRONTE Paragneiss passanti a mica talchi a grana medio-grossa, tessitura scissosa e struttura porfiroblastica, cui si associano corpi di gneiss occhialini, limi melliche di anfiboliti, banchi di marmi, e rari filoni plutonici addi, discordanti. One l'occhialini a grana medio-grossa, tessitura orientata, con porfiroblasti calcidici e ricidi di K-feldspato in una matrice sabbiosa, quarzo e feldspati, cui si associano corpi di megacristallidi a due miche a grana media e medio-fine, e filoni pegmatitici concordanti. PRE-CARBONIFERO - PERMIANO |

Dal profilo sopra riportato (CG0800PF6DSSBC6TF00000024) emerge che la zona di interesse é

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

completamente caratterizzata da materiali identificati come *sedimenti fluviali e costieri*, nel primo strato avente spessore di circa 17.00 m, e *calcari brecciati* nella parte sottostante.

La descrizione della litologia riportata nel seguito è tratta dalla relazione geotecnica generale (CG0800PRBDSSBC8G000000001).

“Sono costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, giallastre o brune a clasti prevalentemente arrotondati di diametro da 2 a 30 cm, clasti sostenuti o a supporto di matrice argilloso-sabbiosa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre; sabbie ciottolose a supporto di matrice argilloso-terrosa. L’età dei depositi alluvionali terrazzati è Pleistocene medio-superiore.

I depositi alluvionali recenti sono costituiti da limi e sabbie con livelli di ghiaie a supporto di matrice terroso-argillosa, talora terrazzati, localizzati in aree più elevate rispetto agli alvei fluviali attuali. La componente ruditica è rappresentata da ciottoli poligenici, prevalentemente cristallini, da spigolosi a subarrotondati di diametro tra 1 e 10 cm, mediamente di 4-5 cm. L’età dei depositi alluvionali recenti è l’Olocene.”

Sempre nel medesimo elaborato vengono infine tabulati i valori caratteristici identificativi della litologia:

| | |
|--|---|
| γ (kN/m ³) | 19+21 |
| N _{sPT} (colpi/30 cm) | 49±32 |
| c ['] _{pliss} (kPa) | 0 |
| ϕ ['] _{pliss} (°) | 37+39 (p'ff=0-272KPa) / 35+37 (p'ff=272-350KPa) |
| C _{qv} ['] (kPa) | 0 |
| ϕ _{qv} ['] (°) | 33+35 |
| OCR | - |
| c _u (kPa) | - |
| k _o (-) | 1-sen ϕ ' |
| K _v (m/sec) | - |
| V _g (m/sec) | V _s =200+8·z (m/s) |
| G _o | $G_o = 1400 \cdot p_a \cdot \left(\frac{p'_o}{p_a}\right)^{0.64}$ |
| E ['] * | $E = (10 + 25) \cdot (z)^{0.65}$ |
| v ['] (-) | 0.2 |
| G ₀ , G/G ₀ | curve teoriche |
| D ₀ , D/D ₀ | curve teoriche |
| K(m/s) | 10 ⁻⁴ |

Figura 13 – caratteristiche geotecniche medie

| | | | | |
|---|---|--|-----------|--------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | Codice documento SF0327_F0 | Rev F0 | Data 20/06/2011 |

Valori congrui con quelli assunti nelle presenti verifiche e di seguito riportati:

| | γ kN/m ³ | c' MPa | ϕ' ° | E' MPa | ν' -- | k m/s |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------|--|--------------|------------|
| Sedimenti fluviali e costieri | 18 | 0.00 | 37 | $9 \cdot z^{0.80} E_{\min}$ per $z=3.00$ m | 0.2-0.3 | - |

Data l'assenza di colonne di sondaggio, utili alla definizione della categoria di sottosuolo, nell'intorno del pozzo, e data la variabilità che emerge consultando la tabella sottostante, è stata cautelativamente assunta la categoria di sottosuolo C.

| | | | |
|---|-----------|-----------|----------|
| <i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i> | SPPS09 | 49 | C |
| | S410 | 48 | C |
| | S445 | 25 | C |
| | S445bis | 42 | C |
| <i>Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km</i> | | | |
| <i>Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN "S.Cecilia"</i> | S448 | 39 | C |
| | S425 | 33 | C |
| | S449 | 39 | C |
| | S450 | 76 | B |
| | S451bis | 71 | B |
| | S462 | 37 | C |
| S464bis | 61 | B | |
| S458 | 23 | C | |

Figura 14 – estratto dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G00000001B)

Per quanto riguarda la presenza della falda, essa risulta assente alla quota di realizzazione delle opere in oggetto, sono inoltre stati previsti sistemi di drenaggio per l'opera in progetto. Il regime sotterraneo delle acque, pertanto non è definibile in modo certo; il sondaggio più vicino a cui fare riferimento è il 452 bis, dove è stato installato un piezometro che tuttavia non rivela la presenza di acqua.

| | | | | | |
|----|-----|----------------|-----------------|------------|------|
| 49 | Sic | S451 | ATI Songe - L&R | 20/07/2010 | 97,5 |
| 52 | Sic | S452bis | Vicenzetto | 05/06/2010 | 55,0 |
| 53 | Sic | S453 | Vicenzetto | 11/06/2010 | 45,0 |

| | | | | | | | |
|------------|------|---------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Casagrande | 97,0 | 90,123 | 0,27 | 51,81 | 51,54 | 51,60 | 51,33 |
| Casagrande | 22,0 | 71,258 | 0,12 | Nessun segnale | Assente | Nessun segnale | Assente |
| Casagrande | 17,0 | 52,968 | 0,48 | 12,33 | 11,85 | 12,25 | 11,77 |

3.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO

Coefficiente di spinta sismica del terreno

Le verifiche di sicurezza in condizioni sismiche sono state condotte con riferimento a quanto

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

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:

- 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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

locale.

Nel seguito si riportano i valori e gli spettri di risposta considerati per il sito in oggetto che viene identificato le coordinate ISTAT:

Latitudine : 38.22011

Longitudine: 15.5556

In accordo con i criteri di progettazione contenuti nelle Istruzioni RFI n. 44G, sono stati assunti come valori di riferimento per la stima dell'accelerazione sismica di progetto (essendo opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove – non AV – e non strategiche):

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_U)= 1 (Classe d'uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.

E' stata assunta la categoria topografica T1 conformemente a quanto previsto alla tabella 3.2.IV delle NTC08, in quanto a tergo delle opere si hanno superfici aventi inclinazione media inferiore di 15°.

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:

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

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:



...a "Ricerca per comune" utilizza e 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, a "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 - $P_{VR} = 81\%$ info
- SLD - $P_{VR} = 63\%$ info

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$ info
- SLC - $P_{VR} = 5\%$ info

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 $S_g = 1,282$ $C_c = 1,453$ 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 ξ (%) $\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_o Regol. in altezza info

Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q $\eta = 0,667$ 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**

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLV |
|--------------|---------|
| a_g | 0,287 g |
| F_0 | 2,429 |
| T_c | 0,373 s |
| S_S | 1,282 |
| C_c | 1,453 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,282 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,181 s |
| T_C | 0,543 s |
| T_D | 2,746 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 η 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 | 0,367 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,181 | 0,892 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,543 | 0,892 |
| | 0,648 | 0,748 |
| | 0,752 | 0,644 |
| | 0,857 | 0,565 |
| | 0,962 | 0,503 |
| | 1,067 | 0,454 |
| | 1,172 | 0,413 |
| | 1,277 | 0,379 |
| | 1,382 | 0,350 |
| | 1,487 | 0,326 |
| | 1,592 | 0,304 |
| | 1,697 | 0,285 |
| | 1,802 | 0,269 |
| | 1,907 | 0,254 |
| | 2,012 | 0,241 |
| | 2,116 | 0,229 |
| | 2,221 | 0,218 |
| | 2,326 | 0,208 |
| | 2,431 | 0,199 |
| | 2,536 | 0,191 |
| | 2,641 | 0,183 |
| $T_D \leftarrow$ | 2,746 | 0,176 |
| | 2,806 | 0,169 |
| | 2,865 | 0,162 |
| | 2,925 | 0,155 |
| | 2,985 | 0,149 |
| | 3,045 | 0,143 |
| | 3,104 | 0,138 |
| | 3,164 | 0,133 |
| | 3,224 | 0,128 |
| | 3,283 | 0,123 |
| | 3,343 | 0,119 |
| | 3,403 | 0,115 |
| | 3,463 | 0,111 |
| | 3,522 | 0,107 |
| | 3,582 | 0,104 |
| | 3,642 | 0,100 |
| | 3,701 | 0,097 |
| | 3,761 | 0,094 |
| | 3,821 | 0,091 |
| | 3,881 | 0,088 |
| | 3,940 | 0,086 |
| | 4,000 | 0,083 |

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

Parametri indipendenti

| STATO LIMITE | SLD |
|--------------|---------|
| a_g | 0,099 g |
| F_o | 2,314 |
| T_c | 0,314 s |
| S_B | 1,500 |
| C_c | 1,538 |
| S_T | 1,000 |
| q | 1,000 |

Parametri dipendenti

| | |
|--------|---------|
| S | 1,500 |
| η | 1,000 |
| T_B | 0,161 s |
| T_C | 0,484 s |
| T_D | 1,996 s |

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c' \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

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 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

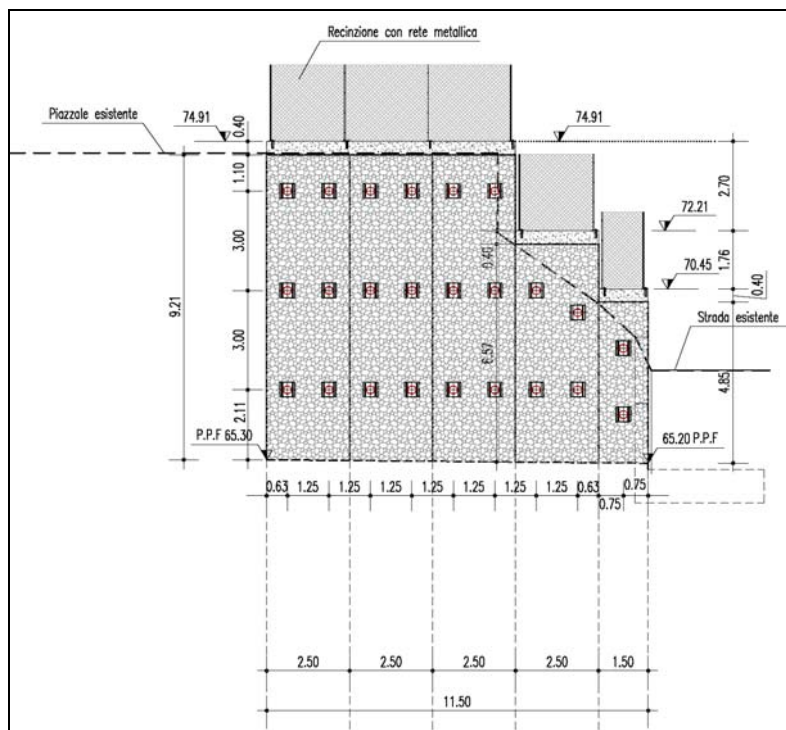
| | T [s] | Se [g] |
|------------------|-------|--------|
| | 0,000 | 0,148 |
| $T_B \leftarrow$ | 0,161 | 0,343 |
| $T_C \leftarrow$ | 0,484 | 0,343 |
| | 0,556 | 0,299 |
| | 0,628 | 0,265 |
| | 0,700 | 0,237 |
| | 0,772 | 0,215 |
| | 0,844 | 0,197 |
| | 0,916 | 0,181 |
| | 0,988 | 0,168 |
| | 1,060 | 0,157 |
| | 1,132 | 0,147 |
| | 1,204 | 0,138 |
| | 1,276 | 0,130 |
| | 1,348 | 0,123 |
| | 1,420 | 0,117 |
| | 1,492 | 0,111 |
| | 1,564 | 0,106 |
| | 1,636 | 0,102 |
| | 1,708 | 0,097 |
| | 1,780 | 0,093 |
| | 1,852 | 0,090 |
| | 1,924 | 0,086 |
| $T_D \leftarrow$ | 1,996 | 0,083 |
| | 2,091 | 0,076 |
| | 2,187 | 0,069 |
| | 2,282 | 0,064 |
| | 2,377 | 0,059 |
| | 2,473 | 0,054 |
| | 2,568 | 0,050 |
| | 2,664 | 0,047 |
| | 2,759 | 0,044 |
| | 2,855 | 0,041 |
| | 2,950 | 0,038 |
| | 3,046 | 0,036 |
| | 3,141 | 0,034 |
| | 3,236 | 0,032 |
| | 3,332 | 0,030 |
| | 3,427 | 0,028 |
| | 3,523 | 0,027 |
| | 3,618 | 0,025 |
| | 3,714 | 0,024 |
| | 3,809 | 0,023 |
| | 3,905 | 0,022 |
| | 4,000 | 0,021 |

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

4.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E UBICAZIONE DELLE STRUTTURE DI SOSTEGNO

4.2.1 Paratia tirantata

La paratia in questione è costituita di diaframmi di larghezza pari a 2.5 m e spessore 1.00 m. L'altezza massima del manufatto fuori terra è pari a circa 12.00 m. La paratia si presenterà tirantata con ordini e lunghezze variabili in funzione dell'altezza fuori terra dei conci; infatti lungo le pareti laterali del pozzo la paratia presenta un'altezza di scavo inferiore e pertanto risulta essere gradonata al fine di seguire l'andamento altimetrico del terreno. Nella seguente figura si riporta la sezione frontale del piazzale in cui si può apprezzare tale andamento con le quote di imposta del cordolo di testa paratia.



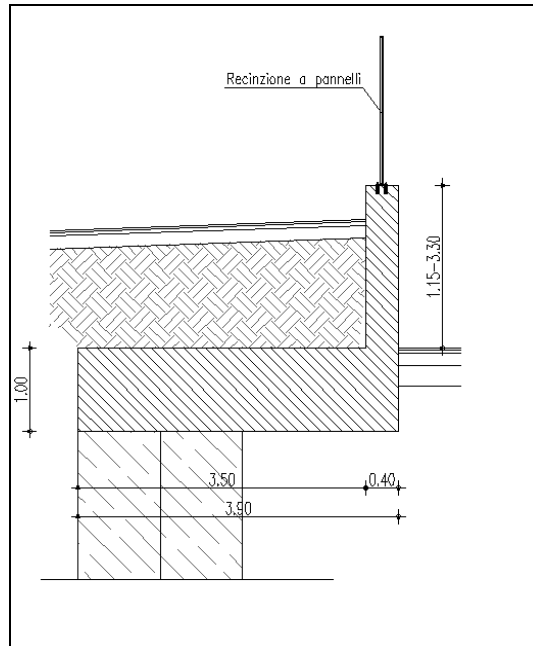
Sezione frontale paratia Pozzo N.6

4.2.2 Soletta di contenimento della strada

Tale manufatto è rappresentato da un muro con altezza variabile da 1,15 m a 3,3 m e risulta inoltre

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

essere vincolato ai diaframmi sottostanti.



Particolare soletta di contenimento della strada Pozzo N.6

4.3 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 (rel. geologica generale CG0800PRGDSSBC6G000000001 e rel. geomorfologica CG0800PRGDSSBC6G000000002) ed alla geotecnica (rel. geotecnica generale CG0800PRBDSSBC8G000000001) presenti negli studi di base (Componente di progetto 36 per la Sicilia).

4.4 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.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

In primo luogo si riporta uno stralcio del profilo geologico della zona di interesse (tratto dall'elaborato CG0800PF6DSSBC6TF00000043).

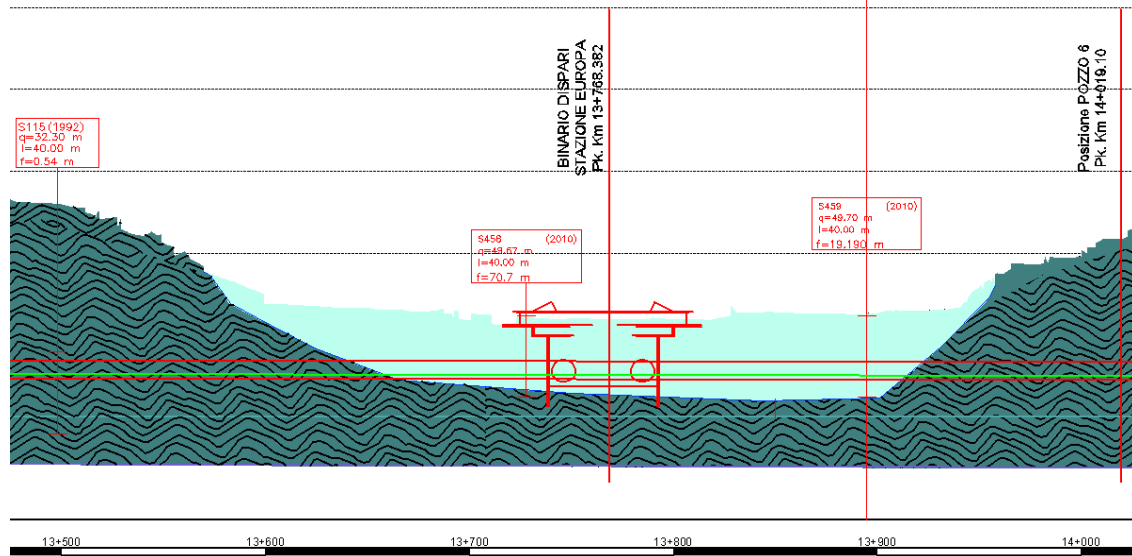


Figura 15 - profilo geologico



Figura 16 – legenda tratta dal profilo geologico-geotecnico

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |



Figura 17 – Stralcio planimetrico con posizionamento dei sondaggi

Dal profilo sopra riportato emerge come gli strati superficiali della zona di interesse è caratterizzata da materiali identificati come *Metamorfiti dell'unità dell'aspromonte*.

La descrizione della litologia riportata nel seguito è tratta dalla relazione geotecnica generale (CG0800PRBDSSBC8G000000001).

“Nell’area in oggetto l’unità dell’aspromonte è caratterizzata da un complesso metamorfico intruso da un Complesso plutonico. Metamorfiti e plutoniti sono interessate da una tettonica responsabile di effetti da cataclastici e milonitici. La porzione geometricamente inferiore dell’unità è costituita da paragneiss biotitici passanti a micascisti, localmente associati a corpi di gneiss occhadini e metagraniti, con intercalazioni di anfiboliti, quarziti e marmi.”

Sempre nel medesimo elaborato vengono infine tabulati i valori caratteristici identificativi della litologia, parametri suscettibili di un certo grado di variabilità in funzione del ricoprimento, delle caratteristiche dell’ammasso roccioso, ecc. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione geotecnica generale.

| | |
|-----------------------------------|---|
| γ (kN/m ³) | 21-23 |
| N _{SPT} (colpi/30 cm) | - |
| c' _{picco} (kPa) | vedi tabella par. 2.11.4 |
| ϕ' _{picco} (°) | vedi tabella par. 2.11.4 |
| C _{cv'} (kPa) | vedi tabella par. 2.11.4 |
| ϕ_{cv}' (°) | vedi tabella par. 2.11.4 |
| OCR | - |
| c _u (kPa) | - |
| k _o (-) | - |
| K _v (m/sec) | - |
| V _s (m/sec) | - |
| G' _o | - |
| E' * | E'=400 + 650 MPa in ammassi di classe IV-V RMR (faglie) E'=1800 + 2800 MPa in ammassi di classe III-IV RMR |
| v' (-) | 0.2 |
| G ₀ , G/G ₀ | - |
| D ₀ , D/D ₀ | - |
| K(m/s) | 10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁸ |

Figura 18 – caratteristiche geotecniche medie

| copertura (m) | σ_n (Mpa) | Picco | | Residuo | |
|---------------|------------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | | c' (MPa) | ϕ' (°) | c' (MPa) | ϕ' (°) |
| 10.00 | 0.22 | 0.16 | 61 | 0.11 | 51 |
| 20.00 | 0.44 | 0.26 | 56 | 0.19 | 44 |
| 30.00 | 0.66 | 0.34 | 52 | 0.25 | 41 |
| 40.00 | 0.88 | 0.43 | 50 | 0.31 | 38 |
| 50.00 | 1.10 | 0.50 | 48 | 0.37 | 36 |
| 60.00 | 1.32 | 0.58 | 46 | 0.43 | 34 |
| 70.00 | 1.54 | 0.65 | 45 | 0.48 | 33 |
| 80.00 | 1.76 | 0.72 | 44 | 0.53 | 31 |
| 90.00 | 1.98 | 0.78 | 43 | 0.58 | 30 |
| 100.00 | 2.20 | 0.85 | 42 | 0.63 | 29 |

Figura 19 – Tabella relativa al §2.11.4 richiamata dalla precedente figura

| | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| | | POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 |

Per le caratteristiche dei terreni sopra riportati, secondo il DM 14/01/2008 essi possono essere classificati secondo la categoria di sottosuolo C, come confermato dalla relazione sismica generale (CG0800PRGDSSBC8G000000001) della quale si riporta di seguito un estratto:

| | | | |
|---|---------|-----------|----------|
| <i>Ferrovia Da 1+0 a 5+1 km - GN "S.Agata"</i> | SPPS09 | 49 | C |
| | S410 | 48 | C |
| | S445 | 25 | C |
| | S445bis | 42 | C |
| <i>Ferrovia Da 5+1 a 5+6 km</i> | | | |
| <i>Ferrovia Da 5+6 a 17+3 km - GN "S.Cecilia"</i> | S448 | 39 | C |
| | S425 | 33 | C |
| | S449 | 39 | C |
| | S450 | 76 | B |
| | S451bis | 71 | B |
| | S462 | 37 | C |
| | S464bis | 61 | B |
| | S458 | 23 | C |

Figura 20 – estratto dalla relazione sismica generale

Si è fatto chiaramente riferimento al sondaggio S458 che risulta essere il più prossimo all'opera in oggetto.

Per quanto riguarda il regime delle acque sotterranee, i calcoli successivi verranno eseguiti considerando l'assenza della falda in quanto essa viene rilevata dal monitoraggio dei piezometri nella zona (riportato di seguito) ad una quota di 39.18m dal piano campagna.

| n° | Lato | Sondaggio | Esecutore | Data ultimazione | Profondità | Piezometro installato | | Quota terreno | Altezza testa pozzetto | AGOSTO 2010 Letture da testa pozzetto | AGOSTO 2010 Livello idrico profondità | SETTEMBRE 2010 Letture da testa pozzetto | SETTEMBRE 2010 Livello idrico profondità |
|----|------|-----------|------------|------------------|------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------|--|--|---|---|
| | | | | | | Tipo | Profondità m | | | | | | |
| 59 | Sic | S457 | Vicenzetto | 16/09/2010 | 45,0 | | | | | | | | |
| 61 | Sic | S459 | Vicenzetto | 04/08/2010 | 40,0 | | | | | | | | |
| | | | | | | Casagrande | 44,0 | | | | | | |
| | | | | | | Casagrande | 40,0 | | 0,00 | 39,25 | 39,25 | 39,18 | 39,18 |

4.5 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITÀ DEL LUOGO

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.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

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:

- 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 secondo le seguenti coordinate ISTAT:

LONGITUDINE: 15.5414

LATITUDINE: 38.1832

Per quanto riguarda i muri di contenimento e di controripa, trattandosi di opere di sostegno, aventi

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

altezze inferiori a 5 m, si è fatto riferimento alle Istruzioni RFI n. 44 G, da cui, essendo le opere insistenti su infrastrutture ferroviarie nuove (non AV), ma non strategiche si ha:

- Vita nominale (V_N)= 75 anni
- Coefficiente d'uso della costruzione (C_u)= 1 (Classe d'uso: II)

Da cui risulta un periodo di riferimento per la costruzione di 75 anni.

La categoria topografica che verrà assunta nei calcoli è la categoria T1 in quanto si è in presenza di pendii con inclinazione media inferiore ai 15°, congruamente con quanto previsto dalle NTC08 alla tabella 3.2.VI.

Nel seguito si riportano i tabulati relativi ai parametri fondamentali.

| | ID | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|--------|-------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Sito 1 | 44987 | 38,166050 | 15,520710 | 2756,3 |
| Sito 2 | 44988 | 38,164850 | 15,584100 | 4249,6 |
| Sito 3 | 44766 | 38,214840 | 15,585660 | 5103,0 |
| Sito 4 | 44765 | 38,216040 | 15,522260 | 3944,8 |

Tabella 1 - Punti di riferimento su cui si interpolano i valori

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 75 anni

Coefficiente c_u : 1

| | Prob. superamento [%] | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|--------|--------|---------|
| Operatività (SLO) | 81 | 45 | 0,078 | 2,327 | 0,290 |
| Danno (SLD) | 63 | 75 | 0,104 | 2,305 | 0,312 |
| Salvaguardia della vita (SLV) | 10 | 712 | 0,301 | 2,431 | 0,373 |
| Prevenzioni e dal collasso (SLC) | 5 | 1462 | 0,403 | 2,466 | 0,404 |

Tabella 2 – Parametri sismici di riferimento

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] |
|-----|-----------|-----------|-----------|
| SLO | 1,500 | 1,580 | 1,000 |
| SLD | 1,500 | 1,540 | 1,000 |
| SLV | 1,260 | 1,450 | 1,000 |
| SLC | 1,100 | 1,420 | 1,000 |

Tabella 3 – Coefficienti sismici

5 FASI COSTRUTTIVE

Nel seguito vengono brevemente descritte le fasi esecutive per la realizzazione dell'opera in oggetto:

PARATIE TIRANTATE (n ordini):

- realizzazione delle corree guida;
- realizzazione del diaframma in c.a.o.;
- scavo fino alla quota di imposta del 1° ordine di tiranti;
- realizzazione e tesatura del tirante;
- scavo fino alla quota di imposta del 2° ordine di tiranti;
- realizzazione e tesatura del tirante;
-
- scavo fino alla quota di imposta dell'n° ordine di tiranti;
- realizzazione e tesatura tirante;
- scavo fino alla quota di imposta del piazzale.

Nota: contestualmente alle fasi di scavo saranno realizzati i drenaggi

PARATIE LIBERE:

- realizzazione delle corree guida;
- realizzazione del diaframma in c.a.o.;
- scavo fino alla quota di imposta del piazzale.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Nota: contestualmente alle fasi di scavo saranno realizzati i drenaggi

MURI DI SOSTEGNO GETTATI IN OPERA

- 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;
- posizionamento dei drenaggi;
- riempimento orizzontale a tergo del muro.

Nota: contestualmente alle fasi di scavo saranno realizzati i drenaggi (laddove previsti)

6 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO – PARATIE

Il presente documento fornisce indicazioni relative al piano di monitoraggio da applicare per l'esecuzione delle paratie tirantate in diaframmi in c.a.

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 corrispondenza delle berme di scavo, sulla trave di testata in calcestruzzo armato e su due/tre/quattro ordini dell'opera di sostegno, in funzione dell'altezza dello scavo. I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti della paratia, in testa e sulle sezioni ad altezze intermedie, nelle tre direzioni dello spazio.
- **Inclinometri** ed **estensimetri multibase**: nella sezione di maggior altezza di scavo della paratia verranno posizionati:
 - in corrispondenza della paratia:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

- un tubo inclinometrico all'interno del diaframma in c.a., per confermare i risultati delle misure topografiche e fornire l'andamento della deformazione della paratia con la profondità in continuo;
- un estensimetro multibase orizzontale a 4 basi (5m, 10m, 20m, 30m), ubicato tra il 1° e il 2° ordine di tiranti, per confermare le dimensioni del cuneo di spinta a tergo della paratia.
- in corrispondenza del limite dello sbancamento a monte della paratia:
 - un tubo inclinometrico della profondità di circa 40m, per verificare gli eventuali spostamenti del versante in un'area esterna agli scavi.

I risultati delle letture verranno confrontati con le ipotesi progettuali derivanti dai calcoli.

- Strumentazione di controllo del comportamento tensionale delle strutture: sulle gabbie di armatura del diaframma, nella sezione di paratia con massima altezza di scavo, verranno applicate delle coppie di **estensimetri elettrici**, a diverse quote corrispondenti alle massime sollecitazioni tensionali. I terminali degli estensimetri dovranno essere alloggiati in un apposito pannello di centralizzazione.
- Celle di pressione per la misura della forza agente sui tiranti, mediante l'adozione di **celle di carico toroidali** per la misura del carico agente sui tiranti. Le celle di carico saranno disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e nel proseguire delle lavorazioni. Le celle dovranno essere dotate di target ottici al fine di misurare eventuali spostamenti ai quali potrebbero essere soggette. I terminali delle celle di carico dovranno essere alloggiati in un apposito pannello di centralizzazione.

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

6.1 MISURE TOPOGRAFICHE

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

misuratori di spostamento.

6.1.1 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.

Per quanto riguarda i riferimenti sulla trave, questi dovranno essere installati prima dell'esecuzione dello scavo di sbancamento della paratia; i riferimenti sulle travi di correa andranno posti in opera non appena raggiunta la relativa quota di scavo.

6.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti sia del pendio riprofilato (berma), sia della paratia, in testa e sulle sezioni ad altezza intermedia, nelle tre componenti: abbassamenti, spostamenti radiali e tangenziali della paratia, 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: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

6.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Trave di testata:

- Prima dell'esecuzione dello scavo;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

Paratia:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;
- Appena raggiunta la successiva quota di scavo.

Berme:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

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

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

6.2 TUBO INCLINOMETRICO

Il tubo dovrà essere in materiale plastico (ABS) e dotato di guide di riferimento e scorrimento per sonda inclinometrica disposte su due diametri tra loro ortogonali (spiratura <math><0.5^\circ/m</math>).

Il diametro interno della tubazione dovrà essere non inferiore a 76mm.

6.2.1 Modalità d'installazione

L'installazione dei tubi verrà eseguita in verticale in terreno o all'interno dei diaframmi in c.a. In quest'ultimo caso potrà essere annegato all'interno del getto, opportunamente ancorato alla gabbia di armatura.

Nel caso invece di installazione in terreni, la perforazione per la posa in opera dei tubi sarà eseguita a distruzione e dovrà avere diametro minimo 101mm (max 140mm). Dovrà essere garantita la regolarità dimensionale del foro, evitando franamenti e conseguenti scavamenti nello stesso; la lunghezza di perforazione dovrà essere maggiore di 0.5m rispetto alla lunghezza di

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

tubo prevista.

Nel caso in cui le pareti del foro non si autosostengano si dovrà provvedere alla posa in opera di una tubazione di rivestimento provvisoria di diametro interno non inferiore a 100mm.

Lo scostamento della verticalità dell'asse di perforazione o di posizionamento non dovrà mai superare il 2% e dovrà essere garantito il passaggio di una sonda di misura di lunghezza pari a 2.0m.

L'installazione della tubazione sarà eseguita assemblando la tubazione man mano che la stessa sarà calata in foro.

Tutte le giunzioni del tubo dovranno essere rivettate (in posizione intermedia tra le guide di misura) ed accuratamente sigillate.

Il tubo di misura dovrà essere messo in opera mantenendo una delle coppie di guide di misura perpendicolari all'asse dell'opera ed evitando torsioni.

I punti di misura per i sensori inclinometrici dovranno essere installati secondo le modalità indicate dal fornitore, avendo cura di garantire (anche durante le fasi di movimentazione e calaggio della tubazione in foro) il corretto funzionamento degli stessi.

La cementazione verrà eseguita mediante iniezione di boiaccia idonea alle caratteristiche del terreno attraversato (miscela acqua, cemento, bentonite costituita rispettivamente da 100-30-6 parti in peso) attraverso almeno due tubi di iniezione disposti uno a fondo foro ed uno a metà dello stesso.

Durante l'esecuzione della cementazione il tubetto di iniezione verrà eventualmente recuperato ad intervalli regolari. Contemporaneamente si provvederà al riempimento del tubo con acqua pulita per ridurre la spinta idrostatica sul tubo prodotta dalla boiaccia.

Nel caso le pareti non si autosostengano, il rivestimento dovrà essere estratto in fasi successive in concomitanza con la cementazione.

Durante la presa della boiaccia si dovrà provvedere ad eventuali rabbocchi da bocca foro. Successivamente verrà installato a testa tubo un pozzetto di protezione, con chiusino di tipo carrabile.

Al termine dell'installazione dovrà essere verificata la funzionalità della tubazione e si dovrà procedere al lavaggio del tubo con acqua pulita immessa in pressione dal fondo con apposita cannetta.

6.2.2 Sistema di lettura

Ad ogni lettura si dovrà provvedere al rilievo della temperatura esterna e garantire adeguata

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

stabilizzazione termica della strumentazione in foro.

La prima lettura di zero verrà eseguita ad avvenuta presa della boiaccia di cementazione (comunque non prima di 4 giorni dalla stessa).

Per misure inclinometriche la lettura di zero dovrà essere eseguita procedendo dal basso verso l'alto sulle 4 guide e con passo di misura pari a quella dei carrelli della sonda (passo della sonda di misura).

Le letture di esercizio potranno essere eseguite sulle due guide che hanno fornito minore e medio valore di semi scarto fra letture opposte.

In caso di anomalie di misura o presenza di fenomeni deformativi significativi, potrà essere richiesta, sul singolo tubo, l'esecuzione di letture di esercizio su 4 guide.

In caso di anomalie di misura o presenza di fenomeni deformativi significativi potrà essere richiesta, sul singolo tubo, l'esecuzione di due rilievi su guide differenti (come per la lettura di zero).

I dati di misura dovranno essere restituiti sia sotto forma di letture strumentali che elaborati (in forma tabellare e di grafici profondità-spostamento incrementale ed assoluto).

6.2.3 Frequenza dei rilevamenti

La lettura sarà effettuata in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

- Prima dell'esecuzione dello scavo; in particolare per l'inclinometro posto sul versante, sarà necessario effettuare n° 3 letture mensili prima dell'inizio dello scavo della paratia;
- Ogni successiva fase parziale di scavo;

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

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

6.3 ESTENSIMETRO MULTIBASE

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

Gli estensimetri orizzontali ad asta multibase (n° 4 basi ubicate a 5m, 10, 20, e 30m) dovranno essere costituiti dai seguenti elementi:

- testa di misura in ferro zincato a n° 4 basi con alloggiamenti in acciaio inox per i comparatori e/o trasduttori lineari di spostamento protetti da tappo in plastica, dotata di coperchio di protezione a tenuta stagna;
- riscontri di lettura con astine filettate di lunghezza non inferiore a 150 mm riposizionabili;
- n° 4 aste di misura in acciaio, di lunghezza 5m, 10m, 20m e 30m, con idoneo sistema di accoppiamento e dotate di tubazione rigida di protezione in PVC o acciaio;
- ancoraggi profondi in acciaio ad aderenza migliorata di lunghezza non inferiore a 500 mm da cementare alle pareti del foro;
- sistema di collegamento tra gli ancoraggi e le aste di misura;
- tubo di iniezione della malta cementizia.

6.3.1 Modalità d'installazione

L'installazione dello strumento verrà eseguita in orizzontale in terreno.

Il foro per l'installazione di 4 basi estensimetriche ad asta dovrà avere diametro non inferiore a 127mm e dovrà avere una lunghezza superiore di almeno 50cm della lunghezza relativa alla base di ancoraggio più profonda.

Al termine dell'esecuzione del foro si provvederà ad installare nel foro gli estensimetri ad asta, avendo cura di posizionare gli ancoraggi esattamente alle profondità indicate di 5m, 10m, 20m e 30m.

Particolare cura dovrà essere posta nell'accoppiamento tra le aste e la testa di misura in superficie; una volta che tutte le parti della strumentazione saranno correttamente posizionate si provvederà a cementare gli ancoraggi in profondità impiegando l'apposito tubo di iniezione pompando la miscela cementizia dal fondo del foro a bassa pressione, avendo cura di non causare movimenti alle aste estensimetriche installate. La cementazione degli ancoraggi profondi avverrà successivamente alla cementazione della testa di misura in superficie, da eseguirsi con cemento a presa rapida.

A presa avvenuta si procederà alla regolazione dello zero iniziale impiegando un comparatore centesimale o un trasduttore lineare di spostamento ed agendo sulla vite di regolazione della testa di misura, con esecuzione di almeno tre misure di riscontro.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

6.3.2 Sistema di lettura

Le misure di deformazione dovranno sempre essere accompagnate da misure di temperatura dell'aria, della superficie del terreno e del sistema di estensimetri eseguite all'interno della testa dell'estensimetro.

La prima lettura di zero verrà eseguita ad avvenuta presa della boiaccia di cementazione (comunque non prima di 4 giorni dalla stessa).

La documentazione finale dovrà comprendere tutte le informazioni relative allo strumento quali la quota assoluta o relativa della testa di misura, il tipo di strumentazione installata, le caratteristiche della miscela utilizzata per la cementazione, lo schema di installazione nel foro degli estensimetri con indicazione della profondità degli ancoraggi, i risultati della calibrazione iniziale con indicazione dello zero iniziale espresso in centesimi di millimetro, della temperatura dell'aria, della roccia e del sistema estensimetrico.

I dati di misura dovranno essere restituiti sia sotto forma di letture strumentali che elaborati (in forma tabellare e di grafici profondità-spostamento incrementale ed assoluto).

6.3.3 Frequenza dei rilevamenti

La lettura sarà effettuata in corrispondenza delle diverse fasi di scavo e più precisamente:

- Prima dell'esecuzione dello scavo successivo all'installazione dello strumento;
- Ogni successiva fase parziale di scavo, con cadenza settimanale;

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

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

6.4 BARRETTE ESTENSIMETRICHE

I deformometri a corda vibrante, denominati "barrette estensimetriche", hanno lo scopo di misurare le deformazioni delle superfici su cui sono applicati. Sono costituiti da barrette metalliche sigillate,

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

generalmente lunghe 15-16cm, contenenti un filo in acciaio teso, ancorato saldamente agli estremi e libero di vibrare all'interno della barretta.

Le deformazioni sono misurate, in direzione concorde alla direzione di installazione dello strumento. Il cambiamento di tensione viene misurato come una variazione della frequenza di vibrazione del cavetto. La lettura della frequenza di vibrazione è possibile attraverso una coppia di magneti localizzati vicino al filo d'acciaio.

Tali strumenti dovranno essere disposti all'interno del diaframma in c.a, saldati alle gabbie di armatura, alle seguenti quote da testa palo: -10m, -15m, -25m, con lo scopo di misurare le deformazioni all'interno dell'elemento strutturale e l'evoluzione delle stesse nel tempo col proseguire delle lavorazioni.

6.4.1 Modalità d'installazione

Le barrette estensimetriche dovranno essere fissate direttamente ai ferri di armatura della gabbia del diaframma in c.a.. Le fascette di ancoraggio non dovranno essere troppo serrate onde evitare che durante il getto nascano stati di tensionamento anomali che possono interferire con il corretto funzionamento della corda vibrante all'interno dell'astina.

E' consigliabile eseguire una verifica preliminare del funzionamento prima dell'installazione collegando lo strumento all'unità di lettura ed osservando i valori restituiti.

Sarà anche opportuno accertarsi che il trasduttore mantenga l'orientamento desiderato dopo la fase di getto.

Lo strumento dovrà avere un campo di misura di +/- 1500microeps, risoluzione di 1 microeps e dovrà avere un termistore elettrico incorporato.

6.4.2 Frequenza rilevamenti

Le barrette estensimetriche sono lette in automatico e quindi permettono l'acquisizione con cadenza costante e frequente.

In particolare si dovrà predisporre il sistema di acquisizione dati con letture almeno giornaliera fino al completamento degli scavi. Completati gli scavi il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per il primo mese dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale fino al termine dei lavori.

Al termine dell'opera potranno essere previste ulteriori letture a cadenza trimestrale finché

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

possano essere ritenuti nulli gli spostamenti registrati.

6.4.3 Restituzione dati

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni delle deformazioni nel tempo;
- Variazioni dello stato tensionale nel tempo.

6.5 CELLE DI CARICO

Si tratta di strumenti adatti al controllo e alla misura del carico agente su strutture e/o trasmesso in determinati punti delle stesse.

Le celle di carico saranno disposte in testa ad alcuni tiranti con lo scopo di misurare i carichi trasmessi e l'evoluzione degli stessi nel tempo e col proseguire delle lavorazioni.

Le celle dovranno essere dotate di target ottici per la misura degli spostamenti che eventualmente potranno subire.

Le celle di carico per tiranti strumentati sono costituite da:

- un corpo in acciaio di forma toroidale sensibilizzato con strain-gauge di tipo resistivo in numero variabile ma dimensionati in modo tale da garantire una minore sensibilità ai carichi eccentrici, collegati in modo da permettere l'acquisizione dati su un unico canale;
- una piastra in acciaio che permette una più omogenea ripartizione del carico sull'intero corpo della cella;
- un cavo elettrico di opportune caratteristiche che realizzi il collegamento dello strumento all'unità di lettura.

Sotto carico la cella toroidale subisce una deformazione che viene rilevata dagli estensimetri, i quali variando il loro valore di resistenza generano in uscita un segnale elettrico proporzionale al carico applicato.

Le celle di carico verranno poste in opera sugli elementi di ancoraggio delle opere di sostegno degli scavi e dovranno avere con campo di misura 0-800kN. Il sensore di misura dovrà consentire un'accuratezza di misura migliore del 0.5% del fondo scala.

Il corpo cella dovrà essere in acciaio inox o adeguatamente protetto contro fenomeni di ossidazione e corrosivi.

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

6.5.1 Modalità d'installazione

Le celle vanno inserite nel punto di rilevamento del carico ponendo particolare cura affinché le due superfici d'appoggio della cella risultino piane e non deformabili, così che il carico sia trasferito correttamente alla cella.

La superficie di contatto cella – piastra di ripartizione deve essere perfettamente piana e per garantire una sufficiente rigidità è necessario che la cella di carico appoggi su una piastra d'acciaio di spessore opportuno e di diametro superiore a quello della cella.

Analogamente, sull'altra superficie della cella, per le stesse ragioni, viene installata una piastra di acciaio che garantisca una migliore ripartizione del carico.

Lo strumento sarà installato con la seguente procedura:

spianare e lisciare la superficie di contatto all'interno del foro predisposto per il tirante da strumentare;

- appoggiare la cella di carico alla superficie predisposta, collegare il cavo strumentale al pannello di centralizzazione e installare la piastra di distribuzione;
- iniziare le operazioni di tesatura del tirante, valutando subito l'opportunità di regolarne la posizione onde garantire la perfetta planarità della cella e conseguentemente la perfetta distribuzione del carico; tale operazione sarà eseguita controllando i valori elettrici restituiti dalla cella;
- procedere con la messa in carico fino al valore di progetto.

In aggiunta alle suddette celle di carico, andrà installata una cella termometrica, per la misura delle variazioni di temperatura dell'aria.

6.5.2 Frequenza rilevamenti

Le celle di carico sono lette in automatico e quindi permettono l'acquisizione con cadenza costante e frequente.

In particolare si dovrà predisporre il sistema di acquisizione dati con letture almeno orarie fino al completamento degli scavi. Completati gli scavi il programma di misure dovrà proseguire con le seguenti scadenze:

- 1 lettura giornaliera per il primo mese dal completamento dello scavo;
- 1 lettura settimanale fino al termine dei lavori.

Contemporaneamente alle letture dei carichi si dovranno eseguire le misure con cella

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

termometrica.

Al termine dell'opera potranno essere previste ulteriori letture a cadenza trimestrale finché possano essere ritenuti nulli gli spostamenti registrati.

6.5.3 Restituzione dati

I dati misurati saranno restituiti in forma di tabella e con i seguenti diagrammi:

- Variazioni di carico rispetto al tempo;
- Variazioni di carico rispetto alla temperatura.

7 PIANO DI MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA ED IN ESERCIZIO – MURO DI SOSTEGNO

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 corrispondenza delle berme di scavo, in testa al muro e su due/tre/quattro ordini dell'opera di sostegno, in funzione dell'altezza. 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.

7.1 MISURE TOPOGRAFICHE

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

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

misuratori di spostamento.

7.1.1 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.

7.1.2 Sistema di acquisizione dati

I riferimenti così installati dovranno fornire gli spostamenti assoluti sia del pendio riprofilato (berma), sia 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: $\pm 3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$.

7.1.3 Frequenza dei rilevamenti

I riferimenti topografici andranno letti:

Muro:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

Berme:

- Non appena raggiungibile la posizione di riferimento;

| | | | | |
|---|---|---|------------------|---------------------------|
|  |  | Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO | | |
| POZZI DI VENTILAZIONE – OPERE DI CONTENIMENTO – RELAZ. TECNICO DESCRITTIVA | | <i>Codice documento</i> SF0327_F0 | <i>Rev</i> F0 | <i>Data</i> 20/06/2011 |

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

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

8 ELABORATI DI RIFERIMENTO

| COLLEGAMENTI SICILIA | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|-------|--------|---|----|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 46 INFRASTRUTTURA FERROVIARIA OPERE CIVILI | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 Linea ferroviaria da Opera di Attraversamento a stazione di Messina | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 Opere complementari - Pozzi di ventilazione | | | | | | | | | | | | | | |
| 46 | Relazione descrittiva | | CG0700 | P | RG | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 03 |
| 46 | Pozzo n°1 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 10 |
| 46 | Pozzo n°2 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 02 |
| 46 | Pozzo n°2 - Paratie: particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | SZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 01 |
| 46 | Pozzo n°3 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 03 |
| 46 | Pozzo n°4 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 04 |
| 46 | Pozzo n°5 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 05 |
| 46 | Pozzo n°6 - Planimetria, pianta e particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | PZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 06 |
| 46 | Pozzo n°6 - Paratie: particolari costruttivi | Varie | CG0700 | P | SZ | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 02 |
| 46 | Opere di contenimento - Relazione tecnico descrittiva | | CG0700 | P | RG | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 06 |
| 46 | Opere di contenimento - Scheda riassuntiva di rintracciabilità dell'opera | | CG0700 | P | SH | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 02 |
| 46 | Pozzo n°1 - Muro di contenimento - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche | | CG0700 | P | CL | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 02 |
| 46 | Pozzo n°2 - Paratie - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche | | CG0700 | P | CL | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 03 |
| 46 | Pozzo n°4 - Paratie - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche | | CG0700 | P | CL | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 04 |
| 46 | Pozzo n°6 - Relazione di calcolo e verifiche geotecniche | | CG0700 | P | CL | D | S | FC | L2 | OC | 00 | 00 | 00 | 05 |