



# REGIONE LOMBARDIA

DIREZIONE GENERALE TERRITORIO E URBANISTICA  
UNITÀ ORGANIZZATIVA TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO

## PROGETTO DEFINITIVO

RIASSETTO IDROGEOLOGICO E MITIGAZIONE DEI RISCHI  
NATURALI PRESENTI IN VAL TORREGGIO  
Comune di Torre S.Maria (SO)

DICEMBRE 2006

TITOLO

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE DELLE STRUTTURE

A.T.I.:

MANDATARIA

**STUDIO PAOLETTI**  
INGEGNERI ASSOCIATI  
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264  
fax (02) 26681553 - E-Mail: Studiopaoletti@etatec.it

MANDANTE

**ETATEC** S.R.L.  
SOCIETÀ DI INGEGNERIA  
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264  
fax (02) 26681553 - E-Mail: ETATEC@ETATEC.IT

MANDANTE

**Prof. Geol. Lamberto Griffini**

20149 MILANO - via E. Pagliano, 37 - tel.(02) 61298369  
fax (02) 61296490 - E-Mail: griffinil@tin.it

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI  
Dott. Ing. GIOVANNI BATTISTA PEDUZZI

CONSULENTI:

ASPETTI NATURALISTICI E VEGETAZIONALI :  
Dott. Agr. GIANPAOLO GUZZETTI

NOME

FIRMA

DATA

REDAZIONE

C. Passoni

VERIFICA

G.B. Peduzzi

APPROVAZIONE

A. Paoletti

TIPOLOGIA

PD

COMMITTENTE

122

COMMESSA

06/03

DOCUMENTO

RC

NUMERO

D.01.00

SCALA:

-

## **INDICE**

|  |    |
|--|----|
| 1. PREMESSA.....                       | 1  |
| 2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN C.A..... | 2  |
| 3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....       | 3  |
| 4. CLASSIFICAZIONE SISMICA .....       | 4  |
| 5. MATERIALI IMPIEGATI.....            | 6  |
| 6. TENSIONI AMMISSIBILI.....           | 7  |
| 7. CALCOLO E VERIFICA MURO IN C.A..... | 8  |
| 8. CONCLUSIONI .....                   | 12 |

## **RELAZIONE TECNICA**

### **1. PREMESSA**

L'unica opera in c.a. vera e propria, prevista nel presente progetto definitivo, è ubicata nell'ambito di valle del Torreggio, in corrispondenza del centro abitato di Torre S.Maria. Si tratta in particolare di setti di contenimento delle possibili esondazioni nel tratto a valle della briglia selettiva ed a monte dell'inizio del cunettone. Tale opera, necessaria per le verifiche di possibile disalveamento e pertanto di ripristino del rischio pre-esistente ai lavori del 1987÷1990, ha ubicazione non modificabile (il tratto di debolezza delle difese è localizzato ivi) ed implica la costruzione di tre costolature in c.a. in appoggio alle spalle delle briglie esistenti.

## **2. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN C.A.**

Il sovrizzo è previsto con la costruzione di un nuovo muro in cemento armato, avente fondazione di larghezza 2,00 m e altezza 1,20 m. Il paramento murario ha un'altezza complessiva di 1,75 m e uno spessore di 0,50 m in sommità.

L'opera in c.a. verrà mascherata con un paramento costituito da massi di pezzatura da 50 a 500 kg, fiorettati con spezzoni di ancoraggio di diametro 22 mm e lunghezza 50 cm.. L'altezza del paramento in massi è di circa 1,50 m e ha uno spessore di circa 90 cm.

Per migliorare il deflusso delle acque di versante vengono inseriti tubi di drenaggio del diametro di 125 mm.

Il materiale di riempimento a monte del muro in cemento armato è previsto con uno spessore minimo di 30 cm.

### **3.     NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Nell'eseguire il pre-dimensionamento e le verifiche di stabilità dell'opera strutturale prevista in progetto si è fatto riferimento alla seguente normativa tecnica:

- Legge 05.11.1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Circ. Min. LL.PP. 24.05.1982 n.22631: Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni.
- D.M. 3.12.1987: Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 11.03.1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 9.01.1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 16.01.96: Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- G.U. 23-09-2.005: Norme tecniche per le costruzioni.
- D.M. 16.01.96 Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- O.P.C.M. 3274 / 03 Classificazione sismica del territorio nazionale.

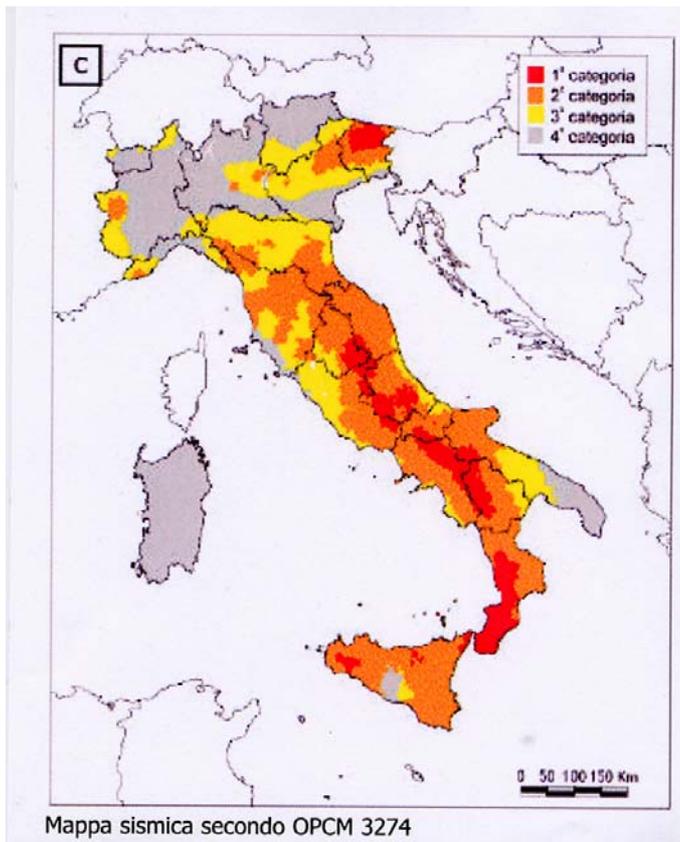
#### 4. CLASSIFICAZIONE SISMICA

Il Comune di Torre Santa Maria (SO) rientra, secondo la mappatura di cui alla O.P.C.M. 3274, in categoria 4 per la quale deve considerarsi un valore di accelerazione ag pari a 0,05. Si vedano, a questo proposito, la Figura 4-1 e la Tabella 4-1 riportate nel seguito.

Secondo i dettami della citata O.P.C.M. 3274, all'opera viene assegnato un fattore di importanza pari a 1.00.

Nei calcoli eseguiti si è tenuto conto sia della categoria del suolo di fondazione, sia dell'influenza dell'azione sismica, il cui approfondimento di dettaglio è demandato alla fase di progettazione esecutiva.

Figura 4-1 – Zonazione sismica



**Tabella 4-1 – Classificazione sismica**

| Codice Istat 2001 | Denominazione          | Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti fino al 198N.C.) | Categoria secondo la proposta del GdL del 1998 | Zona ai sensi del presente documento (2003) |
|-------------------|------------------------|---|--|---|
| 03014036          | Lanzada                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014037          | Livigno                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014038          | Lovero                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014039          | Mantello               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014040          | Mazzo di Valtellina    | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014041          | Mello                  | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014042          | Menarola               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014043          | Mese                   | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014044          | Montagna in Valtellina | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014045          | Morbegno               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014046          | Novate Mezzola         | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014047          | Pedesina               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014048          | Piantedo               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014049          | Piateda                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014050          | Piuro                  | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014051          | Poggiridenti           | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014052          | Ponte in Valtellina    | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014053          | Postalesio             | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014054          | Prata Camportaccio     | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014055          | Rasura                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014056          | Rogolo                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014057          | Samolaco               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014058          | San Giacomo Filippo    | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014059          | Sernio                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014060          | Sondalo                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014061          | Sondrio                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014062          | Spriana                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014063          | Talamona               | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014064          | Tartano                | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014065          | Teglio                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014066          | Tirano                 | N.C.  | N.C.   | 4   |
| 03014067          | Torre di Santa Maria   | N.C.  | N.C.   | 4   |

## **5. MATERIALI IMPIEGATI**

Nella costruzione delle opere in progetto verranno impiegati i seguenti materiali:

- cemento tipo R300;
- conglomerato Rck 250 per le fondazioni;
- conglomerato Rck 250 per le murature in elevazione;
- acciaio a aderenza migliorata FeB44k controllato in stabilimento.

## 6. TENSIONI AMMISSIBILI

I calcoli eseguiti, sono stati condotti con riferimento alle sollecitazioni massime ammissibili riassunte nella seguente Tabella 6-1.

**Tabella 6-1 - Sollecitazioni ammissibili alla base dei calcoli di verifica (Dan/m<sup>3</sup>)**

| Tipi di sollecitazione                                       | Classe del conglomerato |             |             |               |            |
|--|-------------------------|-------------|-------------|---------------|------------|
|  | 200                     | 250         | 300         | 350           | 400        |
| Compressione semplice $\sigma$                               | <b>51</b>               | <b>60</b>   | <b>68</b>   | <b>77</b>     | <b>86</b>  |
| Flessione e Presso flessione $\sigma$                        | <b>73</b>               | <b>85</b>   | <b>98</b>   | <b>110,50</b> | <b>123</b> |
| Flessione sol. collab. $\sigma$                              | <b>65</b>               | <b>77</b>   | <b>88</b>   | <b>99</b>     | <b>110</b> |
| Tensione tangenziale $\tau_0$                                | <b>4.6</b>              | <b>5.3</b>  | <b>6</b>    | <b>6,65</b>   | <b>7.3</b> |
| Tensione tangenziale $\tau_1$                                | <b>15.4</b>             | <b>16.8</b> | <b>18.3</b> | <b>19,65</b>  | <b>21</b>  |
| Tipi di acciaio: tensioni ammissibili (Dan/cm <sup>2</sup> ) | A38                     | A41         | Feb 44      |               |            |
| Controllati in stabilimento                                  | <b>2200</b>             | <b>2400</b> | <b>2600</b> |               |            |
| Non controllati in stabilimento                              | <b>1900</b>             | <b>2000</b> | <b>2200</b> |               |            |

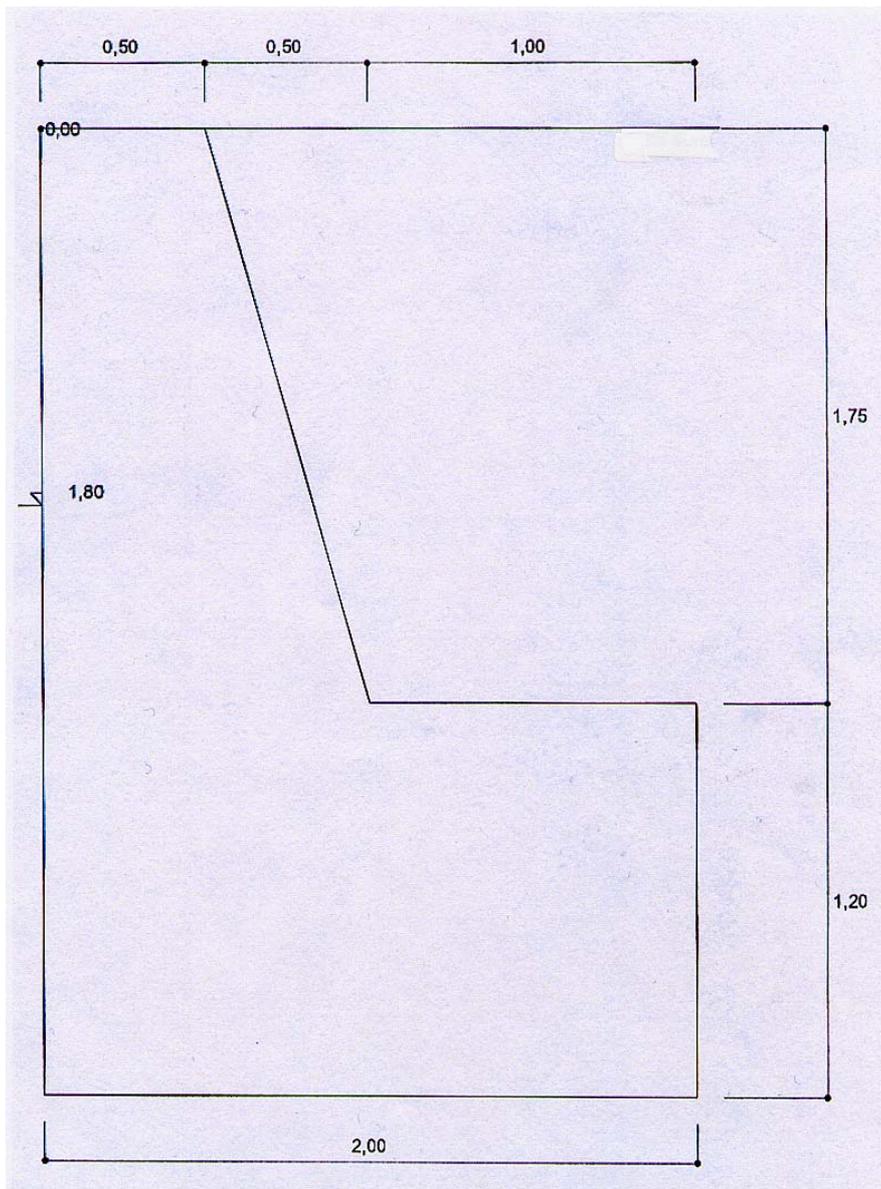
## 7. CALCOLO E VERIFICA MURO IN C.A.

Il muro ha le seguenti dimensioni:

Fondazione: larghezza 200 cm – altezza 120 cm

Paramento: larghezza alla base 100 cm, in sommità 50 cm – altezza 175 cm

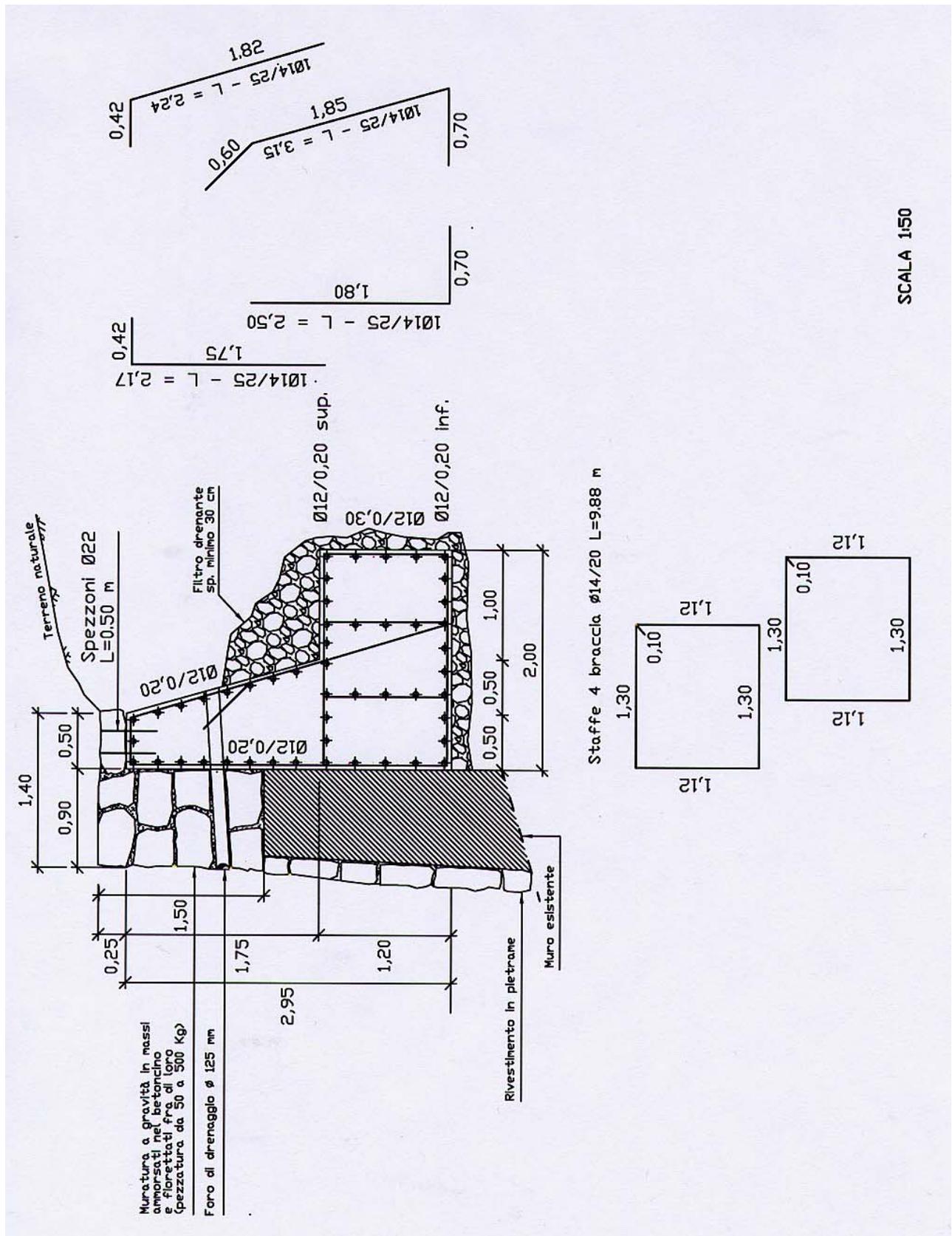
Figura 7-1 – Sezione del muro in c.a. in progetto



| Geometria         |                            |                             |                            |                           |                      |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|
| H Muro            | 1,75                       | m                           |                            |                           |                      |
| Largh. sommità    | 0,50                       | m                           |                            |                           |                      |
| Paramento interno | 0,50                       | m                           |                            |                           |                      |
| Mensola Interna   | 1,00                       | m                           |                            |                           |                      |
| Mensola Esterna   | 0,00                       | m                           |                            |                           |                      |
| Altezza Base      | 1,20                       | m                           |                            |                           |                      |
| Larghezza Base    | 2,00                       | m                           |                            |                           |                      |
| Terreno Interno   |                            |                             |                            |                           |                      |
|                   | Nome                       | Altezza                     | Angolo attrito terra-terra | Angolo attrito terra-muro | Densità              |
|                   |                            | [m]                         | °                          | °                         | [kg/m <sup>3</sup> ] |
|                   | Terreno                    | 2,95                        | 20                         | 30                        | 1800                 |
|                   | Inclinazione Terreno       | 0,0                         |                            |                           |                      |
| Terreno Esterno   |                            |                             |                            |                           |                      |
|                   | Nome                       |                             |                            |                           |                      |
|                   | Altezza                    | 1,8                         | m                          |                           |                      |
|                   | Densità                    | 1800,0                      | kg/m <sup>3</sup>          |                           |                      |
|                   | Angolo attrito terra-terra | 20,0                        | °                          |                           |                      |
|                   | Angolo attrito terra-muro  | 30,0                        | °                          |                           |                      |
| Carichi           |                            |                             |                            |                           |                      |
|                   | Momento                    | 0,00                        | kg m                       |                           |                      |
|                   | Taglio                     | 0,00                        | kg                         |                           |                      |
|                   | Azione Assiale             | 0                           | kg                         |                           |                      |
|                   | Spinta Passiva             | 100,0                       | %                          |                           |                      |
|                   | Sovraccarico terreno       | 0,00                        | kg/m <sup>2</sup>          |                           |                      |
| Materiali         |                            |                             |                            |                           |                      |
|                   | Acciaio                    | Feb 44k Aderenza migliorata |                            |                           |                      |
|                   | Sigma max                  | 2.600,00                    | kg/cm <sup>2</sup>         |                           |                      |
|                   | Coeff. omogeneizzazione    | 15                          |                            |                           |                      |
|                   | Copriferro                 | 4                           | cm                         |                           |                      |
|                   | CLS                        | CLS 250                     |                            |                           |                      |
|                   | Rck                        | 250,00                      | kg/cm <sup>2</sup>         |                           |                      |
|                   | Densità                    | 2.500                       | kg/m <sup>3</sup>          |                           |                      |

| Calcoli                       |           |                    |  |  |
|-------------------------------|-----------|--------------------|--|--|
| <b>SPINTE TERRENO</b>         |           |                    |  |  |
| Metodo                        | Coulomb   |                    |  |  |
| Ka                            | 0,585     |                    |  |  |
| Kp                            | 5,036     |                    |  |  |
| <b>TERRENO INTERNO</b>        |           |                    |  |  |
| Spinta attiva                 | 4.585     | kg                 |  |  |
| componente H                  | 4.448     | kg                 |  |  |
| componente V                  | 1.113     | kg                 |  |  |
| braccio                       | 0,98      | m                  |  |  |
| <b>TERRENO ESTERNO</b>        |           |                    |  |  |
| Spinta passiva                | 14.685    | kg                 |  |  |
| componente H                  | 14.245    | kg                 |  |  |
| componente V                  | -3.566    | kg                 |  |  |
| braccio                       | 0,00      | m                  |  |  |
| <b>SPINTA SUL MURO</b>        |           |                    |  |  |
| Spinta attiva                 | 1.614     | kg                 |  |  |
| componente H                  | 1.565     | kg                 |  |  |
| componente V                  | 392       | kg                 |  |  |
| braccio                       | 0,58      | m                  |  |  |
| <b>PESI AGENTI</b>            |           |                    |  |  |
| Muro                          | 3.281     | kg                 |  |  |
| Soletta                       | 6.000     | kg                 |  |  |
| Terreno Interno               | 3.938     | kg                 |  |  |
| Terreno Esterno               | 0         | kg                 |  |  |
| TOTALE                        | 13.219    | kg                 |  |  |
| <b>VERIFICA RIBALTAMENTO</b>  |           |                    |  |  |
| M ribaltante                  | 4.373,73  | kg m               |  |  |
| M stabilizzante               | 21.468,09 | kg m               |  |  |
| C. sicurezza                  | 4,908     |                    |  |  |
| <b>VERIFICA SCORRIMENTO</b>   |           |                    |  |  |
| T agente                      | 4.447,86  | kg                 |  |  |
| T resistente                  | 19.495,90 | kg                 |  |  |
| C. sicurezza                  | 4,383     |                    |  |  |
| <b>PRESSIONI SUL TERRENO</b>  |           |                    |  |  |
| L zona compressa              | 2,00      | m                  |  |  |
| Sigma lato terra              | 1,24      | kg/cm <sup>2</sup> |  |  |
| Sigma esterna                 | 0,08      | kg/cm <sup>2</sup> |  |  |
| Eccentricità (da centro base) | -0,29     | m                  |  |  |
| Risultante V                  | 14.332,23 | kg                 |  |  |

Figura 7-2 - Armature



## **8. CONCLUSIONI**

Nella presente relazione sono presentati i calcoli preliminari dei c.a. delle strutture previste in corrispondenza del rialzamento delle costolature in c.a. in appoggio alle spalle delle briglie esistenti, allo scopo di contenere anche le piene più gravose all'interno dell'alveo preposto al deflusso nella zona urbana di Torre.S.Maria.

Milano, dicembre 2006

### **I PROGETTISTI**

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Dott. Geol. Lamberto Griffini