



## COMUNE DI SMERILLO

PROVINCIA DI FERMO



### MESSA IN SICUREZZA MEDIANTE DEMOLIZIONE DELL'AGGREGATO SITO IN FRAZIONE CERESOLA

RELAZIONE TECNICA, DI CALCOLO, SUI MATERIALI, GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

COMMITTENTE:	COMUNE DI SMERILLO
SINDACO:	DOTT. ANTONIO VALLESI
RUP:	P.A. TONINO SEVERINI
RESP. AREA TECNICA:	P.A. TONINO SEVERINI
PROGETTO:	ING. MASSIMO CONTI

MARZO 2018



## **RELAZIONE TECNICA**

La presente relazione si riferisce al dimensionamento ed alla verifica degli elementi strutturali previsti nell'ambito dei lavori di demolizione dell'aggregato sito in frazione Ceresola di Smerillo (FM). L'intervento si rende indispensabile per la tutela e la salvaguardia della pubblica incolumità dell'antistante via pubblica. L'area oggetto di intervento è sita in prossimità dell'intersezione tra la strada provinciale 19 e la strada provinciale che conduce al centro storico del comune. I fabbricati oggetto della demolizione sono censiti al NCEU al foglio 11 particelle 372-373-374. Gli interventi descritti nella presente relazione sono complementari alle operazioni di demolizione e sono necessari per garantire il sostegno della soprastante via pubblica. In sostanza, effettuate le demolizioni della sovrastruttura svettante dalla suddetta via, la parete longitudinale prospiciente e posta in aderenza ad essa sarà lasciata integra dal piano seminterrato fino a circa 120 cm dal piano della via. Tale accorgimento permetterà di mantenere il contenimento del terreno, evitando possibili smottamenti. L'intervento strutturale di che trattasi consiste nella realizzazione di una struttura che vada a ripristinare l'effetto di contenimento della parete longitudinale restante, a seguito della riduzione del carico stabilizzante gravante su di essa dovuto alla demolizione della struttura soprastante. La struttura sarà costituita da una parete in c.a. dello spessore di 25cm con contrafforti agli estremi, con mensola di fondazione dello spessore di 40cm e larghezza 125cm. A garanzia della sicurezza dei lavoratori, prima della posa delle armature e delle casserature per le pareti, sarà installato una struttura in acciaio per ogni campata fra i muri di spina. Tale struttura sarà costituita da ritti e saette HEA 140 in S275 e da in S275. I ritti e le saette saranno vincolati al piede mediante un cordolo un calcestruzzo armato con 3+3 $\varnothing$ 14 e staffe  $\varnothing$ 8/20cm. Tale struttura è di rapida installazione, e permette di garantire un maggior grado di sicurezza ai lavoratori durante le successive fasi di lavorazione.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli e le verifiche riportate nella presente relazione sono stati condotti con riferimento al disposto delle seguenti norme:

---

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”*.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 11951, 14 febbraio 1974 - *“Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971”*.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*.
- D.M. 17.01.2018 – *“Norme tecniche per le costruzioni”*.
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 – *“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.”*
- D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 - *“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”*.

Conformemente a quanto previsto dal paragrafo 12 del D.M. 17.01.2008 si sono considerati anche i seguenti riferimenti tecnici che si intendono coerenti con i principi del D.M. stesso:

- NORMA UNI EN 10025-2 *“Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali”* pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea
  - NORMA UNI EN 1090-1 *“Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali”* pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea
  - NORMA UNI EN 1090-2 *“Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio”* pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea
  - NORMA UNI EN 15048-1 *“Bulloneria non a serraggio controllato”* pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea
-

## RELAZIONE E CODICI DI CALCOLO

I calcoli sono stati condotti adottando il metodo semiprobabilistico agli stati limite; sono stati soddisfatti i requisiti per la sicurezza allo stato limite ultimo. La schematizzazione della procedura progettuale adottata può essere così sinteticamente riassunta:

- definizione delle azioni agenti in condizioni statiche;
- predisposizione della combinazione di carico per il calcolo della spinta (Approccio 1 A1+M1+R3 par. 6.2.4 D.M. 17 gennaio 2018);
- calcolo delle azioni agenti;
- dimensionamento e verifica delle membrature strutturali;

La ricerca dei parametri di sollecitazione è stata fatta secondo le disposizioni di carico più gravose avvalendosi di codici di calcolo automatico per l'analisi strutturale. Tali codici sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. In particolare, è stato utilizzato il seguente programma di calcolo: MAX 14.0 della AZTEC Informatica. Il software è un codice di calcolo specifico per l'analisi e la verifica di muri di sostegno per i quali ne consente la modellazione tridimensionale. Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

## RELAZIONE SUI MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere in oggetto è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali:

### Acciaio per carpenteria

Classe dell'acciaio per carpenteria: S275JR (UNI EN 10025-2)

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{t,k} \geq 430$  MPa

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{y,k} \geq 275$  MPa

### Bulloni per collegamenti

Classe dei bulloni: 8.8

Classe dei dadi: 8.8

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{t,b} \geq 800$  MPa

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{y,b} \geq 640$  MPa

Forza di serraggio  $N_s = 0,8 f_{k,N} A_{res}$

Coppia di serraggio  $T_s = 0,2 N_s d$

### Calcestruzzo per opere di fondazione

Per tutte le opere in c.a. di fondazione, si prevede l'impiego di un calcestruzzo di classe "**C 25/30**" ( $R_{ck}=30$  N/mm<sup>2</sup>); pertanto nelle valutazioni di resistenza con il metodo degli stati limite si assumono i seguenti parametri:

- modulo elastico E 31447 N/mm<sup>2</sup>
- res. cil. compressione  $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 24.9$  N/mm<sup>2</sup>
- coeff. materiale  $\gamma_c$  1.5
- res. progetto s.l.u.  $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 16.6$  N/mm<sup>2</sup>
- tens. max s.l.u.  $= 0.85 f_{cd} = 14.11$  N/mm<sup>2</sup>
- classe di esposizione XC2 – R apporto acqua/cemento  $\leq 0,6$
- minimo contenuto in cemento 300 kg/mc
- Classe di consistenza S4 – Diametro massimo inerti 25 mm
- Copriferro minimo 25 mm

### Calcestruzzo per opere di elevazione

Per tutte le opere in c.a. di elevazione, si prevede l'impiego di un calcestruzzo di classe "**C 28/35**" ( $R_{ck}=35$  N/mm<sup>2</sup>); pertanto nelle valutazioni di resistenza con il metodo degli stati limite si assumono i seguenti parametri:

- modulo elastico E 32308 N/mm<sup>2</sup>
  - res. cil. compressione  $f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} = 29.05$  N/mm<sup>2</sup>
  - coeff. materiale  $\gamma_c$  1.5
  - res. progetto s.l.u.  $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 19.37$  N/mm<sup>2</sup>
  - tens. max s.l.u.  $= 0.85 f_{cd} = 16.46$  N/mm<sup>2</sup>
  - classe di esposizione XC3 – R apporto acqua/cemento  $\leq 0,55$
  - minimo contenuto in cemento 320 kg/mc
-

- Classe di consistenza S4 – Diametro massimo inerti 25 mm
- Copriferro minimo 25 mm

### Acciaio per armature

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata del tipo **B450C** controllate in stabilimento, pertanto nelle valutazioni di resistenza con il metodo degli stati limite si assumono i seguenti parametri:

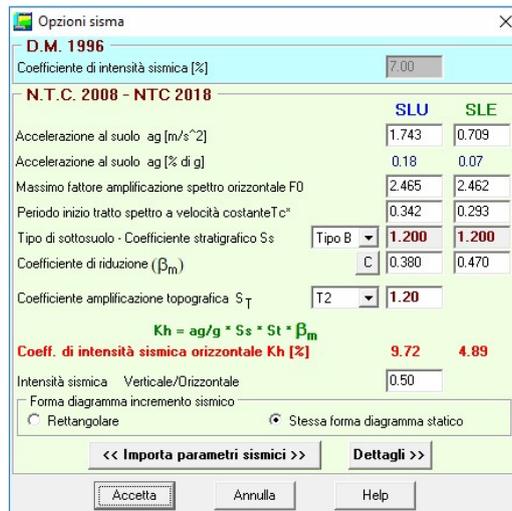
- modulo elastico E	=210000	N/mm <sup>2</sup>
- resistenza. trazione $f_{tk}$ (min)	= 540	N/mm <sup>2</sup>
- snervamento $f_{yk}$ (min)	= 450	N/mm <sup>2</sup>
- Allungamento minimo a rottura	= 7.5%	
- rapporto minimo $f_t/f_y$	= 1.15	
- rapporto massimo $f_t/f_y$	= 1.35	
- coeff. materiale $\gamma_s$	= 1.15	
- res. progetto s.l.u. $f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s$	= 391.3	N/mm <sup>2</sup>
- coeff. materiale $sle \gamma_s$	= 1.0	
- tens. progetto $sle$ - az. Rare = 0.8 $f_{yk}$	= 360	N/mm <sup>2</sup>

Le armature da porsi in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurre l'aderenza al conglomerato, dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto di fusione.

### AZIONI

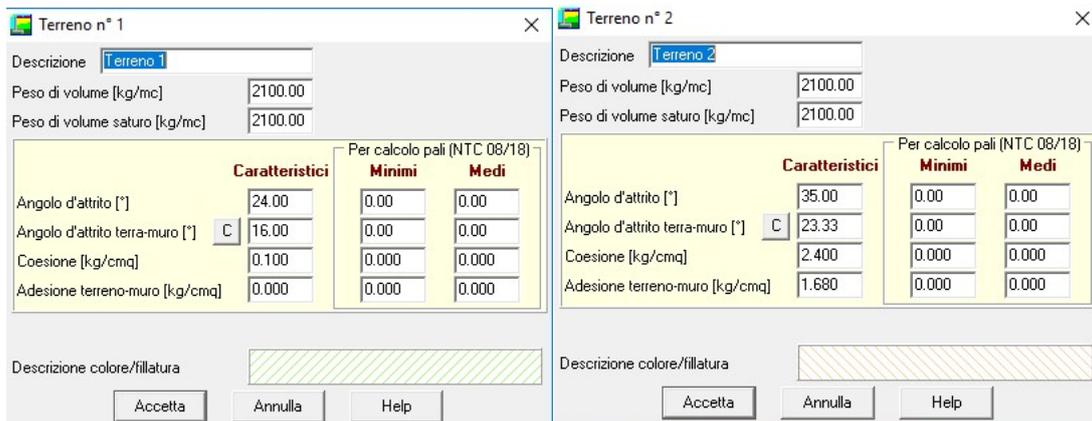
I valori delle azioni considerati nei calcoli sono quelli previsti dal D.M. 17.01.2018; in particolare sono stati considerati i carichi elementari di seguito riportati:

### Parametri per azione sismica di progetto:



### Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno a monte (lato sud)

Le caratteristiche meccaniche del terreno sono state supposte dal progettista sulla base delle numerose esperienze pregresse effettuate in siti vicini al sito di progetto e sulla base di consultazioni avvenute con geologi operanti nell'area e sono comunque più gravose di quelle reali, a favore di sicurezza. La muratura in situ sarà comunque integrata, ristilata e protetta contro gli agenti atmosferici dalla parete in c.a. e dalla cappa in malta di calce in modo da migliorare la continuità dell'apparato murario.



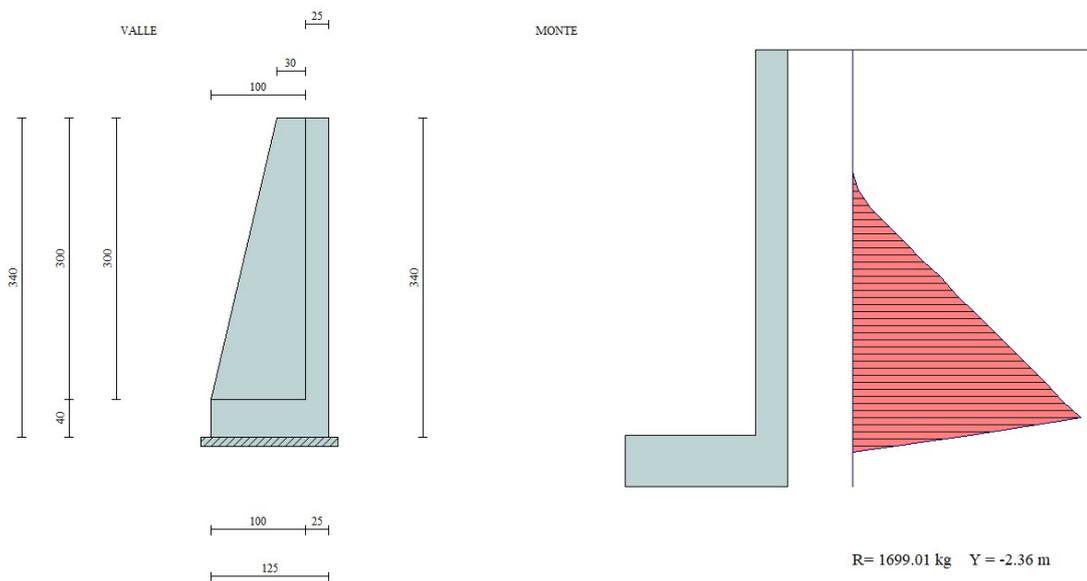
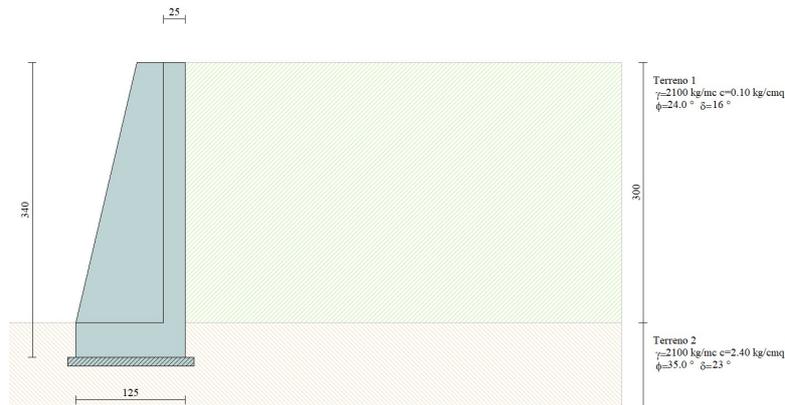
Stratigrafia

N°	H [m]	a [°]	Terreno	ks	kw [Kg/cmq/cm]
1	3.00	0.00	Terreno 1	0.00	0.4
2	10.00	0.00	Terreno 2	0.00	61.2

Riempimento Terreno: Terreno 1  Drenante

Terreno 1  $\gamma = 2100$  [kg/mc]  $\gamma_s = 2100$  [kg/mc]  
 $\phi = 24.00$  [°]  $\delta = 16.00$  [°]  
 $c = 0.10$  [kg/cmq]  $ca = 0.00$  [kg/cmq]

Aggiungi   Inserisci   Elimina   Help



### COMBINAZIONE DI CARICO

Con riferimento alle azioni elementari prima determinate, si considera la combinazione derivante dall'approccio 2 per il calcolo della spinta del terreno, stabilita al par. 6.2.4.1 del D.M. 17 gennaio 2018:

**6.2.4. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI**

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure indicate al § 2.6 .

**6.2.4.1 VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)**

Per ogni stato limite per perdita di equilibrio (EQU), come definito al §2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_{inst,d} \leq E_{stb,d}$$

dove  $E_{inst,d}$  è il valore di progetto dell'azione instabilizzante,  $E_{stb,d}$  è il valore di progetto dell'azione stabilizzante. La verifica della suddetta condizione deve essere eseguita impiegando come fattori parziali per le azioni i valori  $\gamma_F$  riportati nella colonna EQU della tabella 6.2.I.

Per ogni stato limite ultimo che preveda il raggiungimento della resistenza di un elemento strutturale (STR) o del terreno (GEO), come definiti al § 2.6.1, deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d \tag{6.2.1}$$

essendo  $E_d$  il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, definito dalle relazioni [6.2.2a] o [6.2.2b]

$$E_d = E \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \tag{6.2.2a}$$

$$E_d = \gamma_E \cdot E \left[ F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \tag{6.2.2b}$$

e  $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico definito dalla relazione [6.2.3].

$$R_d = \frac{1}{\gamma_R} R \left[ \gamma_F F_k; \frac{X_k}{\gamma_M}; a_d \right] \tag{6.2.3}$$

Effetto delle azioni e resistenza di progetto sono espresse nelle [6.2.2a] e [6.2.3] rispettivamente in funzione delle azioni di progetto  $\gamma_F F_k$ , dei parametri geotecnici di progetto  $X_k/\gamma_M$  e dei parametri geometrici di progetto  $a_d$ . Il coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_R$  opera direttamente sulla resistenza del sistema. L'effetto delle azioni di progetto può anche essere valutato direttamente con i valori caratteristici delle azioni come indicato dalla [6.2.2b] con  $\gamma_E = \gamma_F$ .

In accordo a quanto stabilito al §2.6.1, la verifica della condizione [6.2.1] deve essere effettuata impiegando diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A1 e A2), per i parametri geotecnici (M1 e M2) e per le resistenze (R1, R2 e R3).

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi.

Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) le verifiche si eseguono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti ognuna delle quali può essere critica per differenti aspetti dello stesso progetto.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) le verifiche si eseguono con un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Per le verifiche nei confronti di stati limite ultimi non espressamente trattati nei successivi paragrafi, da 6.3 a 6.11, si utilizza l'Approccio 1 con le due combinazioni (A1+M1+R1) e (A2+M2+R2). I fattori parziali per il gruppo R1 sono sempre unitari; quelli del gruppo R2 possono essere maggiori o uguali all'unità e, in assenza di indicazioni specifiche per lo stato limite ultimo considerato, devono essere scelti dal progettista in relazione alle incertezze connesse con i procedimenti adottati.

**VERIFICA STRUTTURA DI SOSTEGNO**

The image shows two screenshots of a software interface for structural analysis results. The left screenshot, titled 'Risultati Analisi - Comb. 1', displays a table of safety coefficients with green status indicators. The right screenshot, titled 'Risultati combinazione n° 1 [IB: 1]', shows a detailed view for 'Caso A1-M1 (STR) \* Peso muro fav + Peso terrapieno fav', comparing calculated and required safety coefficients for different failure modes.

Coefficiente di sicurezza	Valore	Stato	Parametri
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.21	OK	1.72 [9] IB: 2 - EQU
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	13.61	OK	12.80 [8] IB: 2 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza a carico limite	178.44	OK	167.74 [8] IB: 2 - A1-M1
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	10.10	OK	10.10 [6] IB: 1 - STAB

Coefficiente sicurezza	Caso A1-M1 (STR) * Peso muro fav + Peso terrapieno fav	
	CALCOLATI	RICHESTI
Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	--	--
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	13.61	1.10
Coefficiente di sicurezza a carico limite	178.44	1.40
Coefficiente di sicurezza stabilità globale	--	--

Risultati combinazione n° 1 [IB: 1]

**Caso A1-M1 (STR) \* Peso muro fav + Peso terrapieno fav**

Coefficienti sicurezza	Spinta	Forze	Risultanti
Spinta statica	1765.30 [kg]	Incremento sismico	0.00 [kg]
Ang. rottura	59.971 [°]	Ang. rottura sismico	0.000 [°]
Punto applicazione	(0.00 -2.38)	Punto applicazione	(0.00 0.00)
Componente dir. X	1696.92 [kg]	Componente dir. X	0.00 [kg]
Componente dir. Y	486.58 [kg]	Componente dir. Y	0.00 [kg]
Inclinazione spinta	16.00 °		
Resistenza passiva valle	(-309.97) + (0.00) [kg]		

Risultati combinazione n° 1 [IB: 1]

**Caso A1-M1 (STR) \* Peso muro fav + Peso terrapieno fav**

Coefficienti sicurezza	Spinta	Forze	Risultanti
Risultante dir. X	1697 [kg]	Momento rib.	1736 [kgm]
Risultante dir. Y	4143 [kg]	Momento stab.	3841 [kgm]
Componente normale	4143 [kg]	Componente parallela	1697 [kg]
Inclinazione (rispetto alla normale)	22.27 °		
Pressione terreno [kg/cmq]	Valle 0.518	Monte 0.145	
Eccentricità risultante	0.117 [m]	Lung. fondaz. reagente	1.25 [m]
Carico limite della fondazione	739335 [kg]	<a href="#">dettagli &gt;&gt;</a>	

Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kg]	Incr. sism.[kg]
1	A1-M1 - [1]	--	--	13.61	178.44	--	1765.30	0.00
2	A1-M1 - [1]	--	--	13.89	185.45	--	1765.30	0.00
3	A1-M1 - [1]	--	--	13.61	178.44	--	1765.30	0.00
4	A1-M1 - [1]	--	--	13.89	185.45	--	1765.30	0.00
5	EQU - [1]	--	2.21	--	--	--	1765.30	0.00
6	STAB - [1]	--	--	--	--	<b>10.10</b>	1699.01	0.00
7	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	14.94	198.73	--	906.76	321.48
8	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	<b>12.80</b>	<b>167.74</b>	--	906.76	604.28
9	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	<b>1.72</b>	--	--	--	906.76	518.41
10	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	1.78	--	--	--	906.76	953.43
11	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	10.70	906.76	604.28
12	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	11.52	906.76	321.48

Tutte le verifiche risultano soddisfatte. Il paramento verrà armato con ferri  $\varnothing 14/20$ cm verticali e ferri  $\varnothing 10/20$ cm orizzontali di ripartizione. La mensola di fondazione sarà armata con ferri  $\varnothing 16/20$ cm e ferri  $\varnothing 10/20$ cm.

### RELAZIONE GEOTECNICA E SULLE FONDAZIONI

Le caratteristiche geologiche del terreno sono state supposte dal progettista sulla base delle numerose esperienze pregresse effettuate in siti vicini al sito di progetto e sulla base di consultazioni avvenute con geologi operanti nell'area. Inoltre, dal sopralluogo effettuato nel piano seminterrato è ben visibile il terreno affiorante. Le caratteristiche di terreno ipotizzate nel progetto sono comunque più gravose di quelle reali, sono state scelte a favore di sicurezza e sono quelle indicate nei paragrafi. Il fabbricato non presenta aggravamenti ascrivibili a cedimenti fondali imminenti o problemi geotecnici di altra natura.