



Regione Puglia

Comune di Deliceto



P.O.R. Puglia 2014/2020 - Asse V - Azione 5.1

LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA

PROGETTO ESECUTIVO

A.T.P.:



VIA Ingegneria srl
(Capogruppo Mandataria)

Via Flaminia, 999
00189 Roma

Progettista:
Dott. Ing. Francesco Nicchiarelli


Ing. Giovanni Pulli
(Mandante)

ELABORATI GENERALI

Titolo Elaborato:


RELAZIONI Relazione di calcolo delle strutture

Tavola:	PE-GE00-RE-04-STR-A			Scala:	-
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	26/03/2018	PRIMA EMISSIONE	MAFFEI	MAFFEI	NICCHIARELLI


	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

I N D I C E

1	INTRODUZIONE	3
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	INQUADRAMENTO GENERALE	3
2	PARAMETRI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1	COORDINATE DI RIFERIMENTO.....	5
2.2	VITA NOMINALE, CLASSE D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	5
2.3	PARAMETRI CARATTERISTICI DEL SITO.....	5
2.4	CARATTERISTICHE DEL SUOLO DI RIFERIMENTO	5
3	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	6
3.1	NORMATIVE E SPECIFICHE TECNICHE.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	7
4.1	CALCESTRUZZO PER PALI E MURI	7
4.2	ACCIAIO ORDINARIO DI ARMATURA	7
5	PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
5.1	PARAMETRI CARATTERISTICI (M1).....	8
5.2	PARAMETRI DI PROGETTO (M2)	8
6	PARATIA DI PALI SU VICO I FONTANA	9
6.1	MODELLO DI CALCOLO.....	9
6.2	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	10
6.3	COEFFICIENTI DI SPINTA	10
6.4	ANALISI DEI CARICHI	10
6.4.1	<i>Sovraccarico permanente sul terrapieno dovuto alla presenza dei fabbricati.....</i>	<i>10</i>
6.4.2	<i>Sovraccarico accidentale sul terrapieno.....</i>	<i>10</i>
6.4.3	<i>Azione sismica.....</i>	<i>10</i>
6.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	12
6.6	VERIFICHE AGLI SLU.....	13
6.7	SEZIONE DI CALCOLO	14
6.8	FASI DI CALCOLO.....	15
6.9	RISULTATI DELL'ANALISI.....	17
6.10	VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	18
6.10.1	<i>Verifica dei pali</i>	<i>18</i>
6.10.2	<i>Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva</i>	<i>21</i>
7	PARATIA DI PALI SU VIA FONTANELLE	22
7.1	MODELLO DI CALCOLO.....	22
7.2	VERIFICHE NEI CONFRONTI DEGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)	22
7.3	COEFFICIENTI DI SPINTA	22
7.4	ANALISI DEI CARICHI	22
7.4.1	<i>Sovraccarico permanente sul terrapieno dovuto alla presenza del piazzale della scuola e del peso dei plessi scolastici</i>	<i>22</i>
7.4.2	<i>Sovraccarico accidentale sul terrapieno.....</i>	<i>22</i>
7.4.3	<i>Azione sismica.....</i>	<i>22</i>
7.5	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	23
7.6	VERIFICHE AGLI SLU.....	23
7.7	SEZIONE DI CALCOLO	23

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

7.8	FASI DI CALCOLO.....	23
7.9	RISULTATI DELL'ANALISI.....	25
7.10	VERIFICHE STRUTTURALI E GEOTECNICHE	26
7.10.1	Verifica dei pali	26
7.10.2	Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva	28
8	MURO DI SOSTEGNO IN VIA FONTANELLE.....	30
8.1	MODELLO DI CALCOLO.....	30
8.1.1	Calcolo della spinta sul muro.....	30
8.1.2	Metodo di Culmann	30
8.1.3	Spinta in presenza di sisma.....	31
8.1.4	Verifica a ribaltamento	31
8.1.5	Verifica a scorrimento	32
8.1.6	Verifica al carico limite	33
8.1.7	Verifica alla stabilità globale	34
8.2	ANALISI DEI CARICHI	34
8.2.1	Carichi permanenti strutturali.....	34
8.2.2	Spinta delle terre.....	34
8.2.3	Sovraccarico accidentale a tergo del muro	35
8.2.4	Azione sismica	35
8.3	COMBINAZIONI DELLE AZIONI.....	36
8.4	VERIFICHE AGLI SLU.....	36
8.5	RISULTATI DELL'ANALISI.....	37
8.5.1	Concio 1.....	37
8.5.1.1	Sollecitazioni di progetto.....	38
8.5.1.2	Verifiche strutturali	38
8.5.1.3	Verifiche geotecniche	44
8.5.2	Concio 2 e 3.....	44
8.5.2.1	Sollecitazioni di progetto.....	44
8.5.2.2	Verifiche strutturali	45
8.5.2.3	Verifiche geotecniche	51
8.5.3	Concio 4.....	51
8.5.3.1	Sollecitazioni di progetto.....	51
8.5.3.2	Verifiche strutturali	52
8.5.3.3	Verifiche geotecniche	58
8.5.4	Concio 5.....	58
8.5.4.1	Sollecitazioni di progetto.....	58
8.5.4.2	Verifiche strutturali	59
8.5.4.3	Verifiche geotecniche	65

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

1 INTRODUZIONE

1.1 Oggetto

La presente relazione riguarda il **progetto esecutivo dei “lavori di mitigazione del rischio idrogeologico del centro urbano – Via S. Cristoforo, Via Fontanelle e Vico I Fontana” nel Comune di Deliceto (FG)”**.

1.2 Inquadramento generale

L'intervento consiste nella messa in sicurezza di tre zone situate nell'abitato di Deliceto lungo il versante sinistro del torrente Fontana e più precisamente si localizzano in corrispondenza di Via S. Cristoforo, Via Fontanelle e Vico I Fontana.


Secondo la classificazione territorio effettuata dall'Autorità di Bacino della Puglia inerente il P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico) l'area è caratterizzata da due livelli di pericolosità geomorfologica: **PG2 (Vico I Fontana e S. Cristoforo)** e **PG3 (via Fontanelle)**.

L'obiettivo principale del progetto è quello di conferire sicurezza al versante in esame e, quindi, ai fabbricati posti a monte dello stesso. In tal senso si concentra la componente centrale delle attività di progetto. Le soluzioni proposte, pertanto, hanno come fine ultimo la mitigazione del rischio idrogeologico e di possibili fenomeni di instabilità del bacino in corrispondenza del torrente Fontana. **La realizzazione degli interventi di progetto è, quindi, finalizzata al declassamento della pericolosità geomorfologica del sito in esame.**

Di seguito si riportano una vista satellitare della zona di intervento, una planimetria della zonizzazione secondo il PAI e una planimetria degli interventi previsti in sede di progetto.



Figura 1.1 Vista satellitare dell'area in esame

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

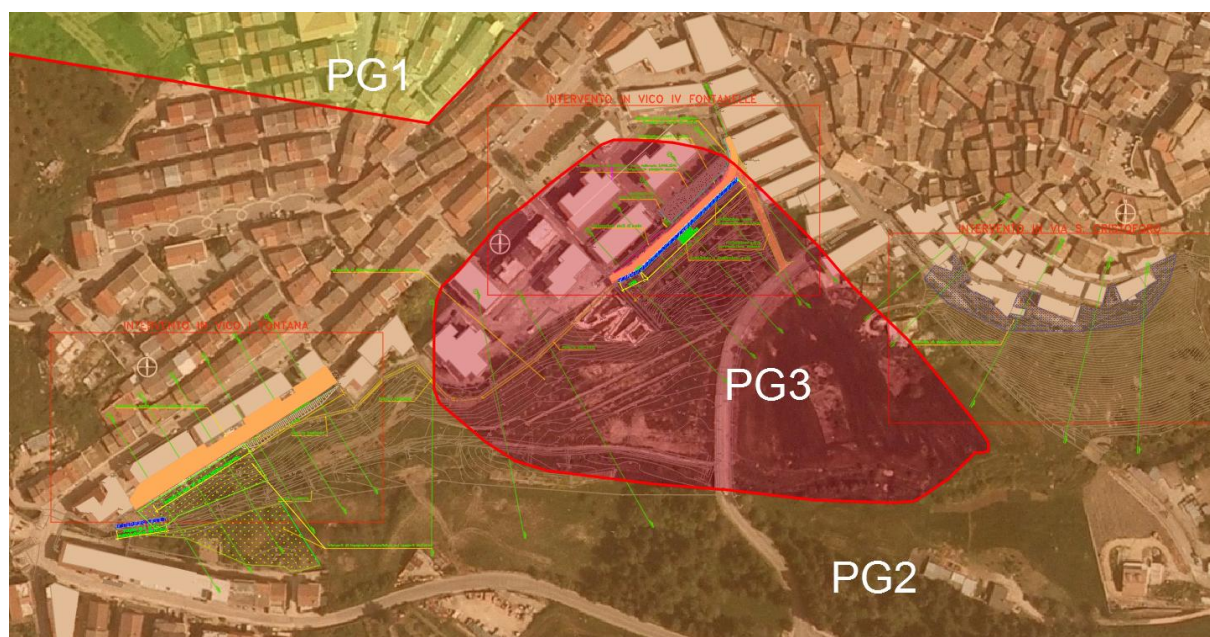


Figura 1.2 Zonizzazione P.A.I

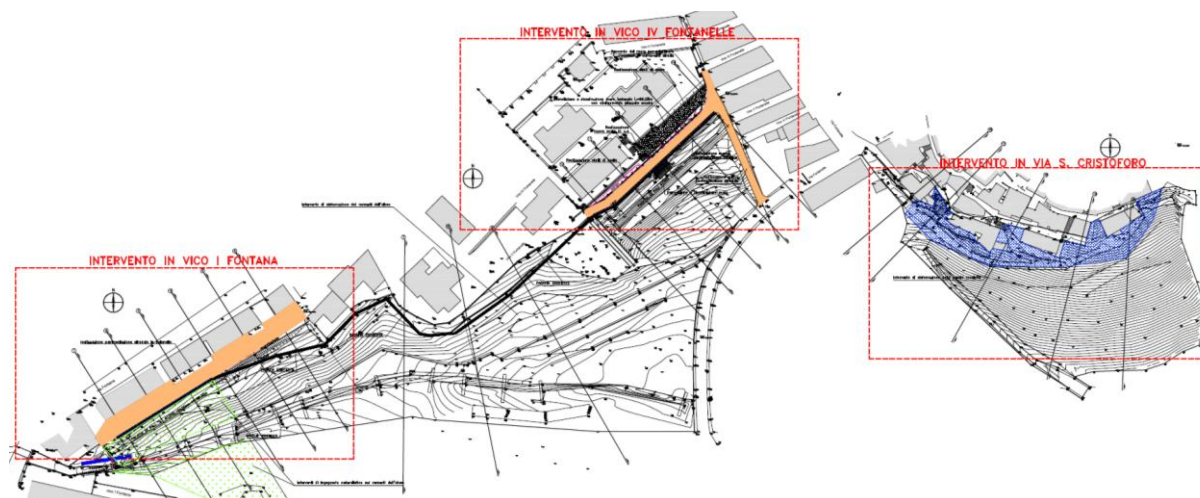



Figura 1.3 Planimetria di progetto

L'area di studio è densamente urbanizzata con realizzazione di vari fabbricati a monte tra cui il complesso delle SCUOLE ELEMENTARI, MATERNE E MENSA SCOLASTICA CON PALESTRA. Questi fabbricati sono stati realizzati ben prima dell' istituzione dell'AdB Puglia che, successivamente, ha perimetrato la stessa area come PG3 (zona a pericolosità da frana molto elevata) e come PG2 (zona a pericolosità da frana elevata).

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

2 PARAMETRI DI RIFERIMENTO

2.1 Coordinate di riferimento

I parametri caratteristici del sito in esame sono riferiti alla seguente località:

- Regione: **Puglia**
- Provincia: **Foggia**
- Comune: **Deliceto**

2.2 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

Si è fatto riferimento a:

- Tipo di Costruzione: **2**
- Vita Nominale V_N : **50 anni**
- Classe d'uso: **IV**
- Coefficiente d'uso C_U : **2.0**
- Periodo di riferimento V_R : **$50 \times 2.0 = 100$ anni**


2.3 Parametri caratteristici del sito

I valori caratteristici dei parametri sismici, definiti a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, sono riportati nella tabella seguente in funzione dello stato limite di riferimento:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.069	2.528	0.325
SLD	101	0.092	2.467	0.342
SLV	949	0.262	2.425	0.422
SLC	1950	0.362	2.370	0.438

2.4 Caratteristiche del suolo di riferimento

- Categoria sottosuolo: **B (via Fontanelle, S. Cristoforo)**
C (vico I Fontana)
- Categoria topografica: **T2**
- Coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1,2$
- Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_S = 1,15$ (via Fontanelle, S. Cristoforo)
 $S_S = 1,32$ (vico I Fontana)


	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	<i>Relazione di calcolo delle strutture</i>	GM

3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

3.1 Normative e specifiche tecniche

Nella redazione della progetto in oggetto sono state osservate:

- **Decreto del ministero delle infrastrutture del 14/1/2008:** “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni”, supplemento ordinario n° 30 alla G.U. n° 29 del 14/1/2008, serie generale (nel seguito indicate come NTC08)
- **Circolare 2 febbraio 2009 n.617:** Istruzioni per l’applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al DM 14 gennaio 2008, supplemento ordinario n° 27 alla G. U. n° 47 del 26/2/2009 (nel seguito indicate come CNTC08);

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riportano di seguito le caratteristiche dei materiali da utilizzare per l'esecuzione degli interventi.

4.1 Calcestruzzo per pali e muri

Resistenza a compressione caratteristica cubica	R_{ck}	Mpa	30
Resistenza a compressione caratteristica cubica ridott	R_{ck}	Mpa	30.0
Resistenza a compressione caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$	Mpa	24.90
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8$	Mpa	32.90
Resistenza media a trazione semplice	f_{ctm}	Mpa	2.56
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 1.2 f_{ctm}$	Mpa	3.07
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.70 f_{ctm}$	Mpa	1.79
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$	Mpa	2.15
Modulo elastico	$E_c = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3}$	Mpa	31447

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coefficiente γ_c	γ_c		1.50
coefficiente α_{cc}	α_{cc}		0.85
Resistenza a compressione di calcolo	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$	Mpa	14.11
Resistenza a trazione di calcolo	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$	Mpa	1.19

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

	Var	unità	
σ_c max - combinazione di carico rara	$\sigma_{cmax} = 0.60 f_{ck}$	Mpa	14.94
σ_c max - combinazione di carico q.perm.	$\sigma_{cmax} = 0.45 f_{ck}$	Mpa	11.21

4.2 Acciaio ordinario di armatura


Tipo di acciaio			B450C
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	Mpa	450
Tensione caratteristica di snervamento ridotta	f_{yk}	Mpa	450.0
Modulo elastico	E_s	Mpa	210000

STATI LIMITE ULTIMI

	Var	unità	
coefficiente γ_s	γ_s		1.15
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$	Mpa	391.3

STATI LIMITE DI ESERCIZIO

	Var	unità	
σ_y max - combinazione di carico rara	$\sigma_{y max} = 0.80 f_{yk}$	Mpa	360.0

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

5 PARAMETRI GEOTECNICI


Nel seguito vengono elencati i parametri geotecnici dedotti dai sondaggi effettuati in sito e dalle prove di laboratorio. Per i dettagli si veda la relazione geologica e geotecnica.

5.1 Parametri caratteristici (M1)

Descrizione	Desc		TERRENO DI RIPORTO	COLLUVI LIMO ARGILLOSI	LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI CON LIVELLI SABBIOSI	SABBIE LIMOSE ARENACEE	ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE	CALCARI e CALCARENITI GRIGIASTRI
peso specifico del terreno secco	γ_d	kN/m ³	18.0	18.0	19.0	19.0	21.0	22.0
coesione (M1)	c'(M1)	kPa	0.0	8.0	25.0	10.0	21.0	200.0
angolo d'attrito interno (M1)	f k(M1)	deg	16.0	17.0	23.0	28.0	26.0	40.0

5.2 Parametri di progetto (M2)

Descrizione	Desc		TERRENO DI RIPORTO	COLLUVI LIMO ARGILLOSI	LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI CON LIVELLI SABBIOSI	SABBIE LIMOSE ARENACEE	ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE	CALCARI e CALCARENITI GRIGIASTRI
peso specifico del terreno secco	γ_d	kN/m ³	18.0	18.0	19.0	19.0	21.0	22.0
coesione (M2)	c'(M2)	kPa	0.0	6.4	20.0	8.0	16.8	160.0
angolo d'attrito interno (M2)	f k(M2)	deg	12.9	13.7	18.8	23.0	21.3	33.9

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

6 PARATIA DI PALI SU VICO I FONTANA

6.1 Modello di calcolo

Le analisi di stabilità locale delle opere di sostegno e quelle per la valutazione delle sollecitazioni negli elementi resistenti (micropali e tiranti) sono state condotte mediante l'ausilio del codice di calcolo PARATIE PLUS 17.0 prodotto da Harpaceas..

In tale codice la schematizzazione dell'interazione tra paratia e terreno avviene considerando:

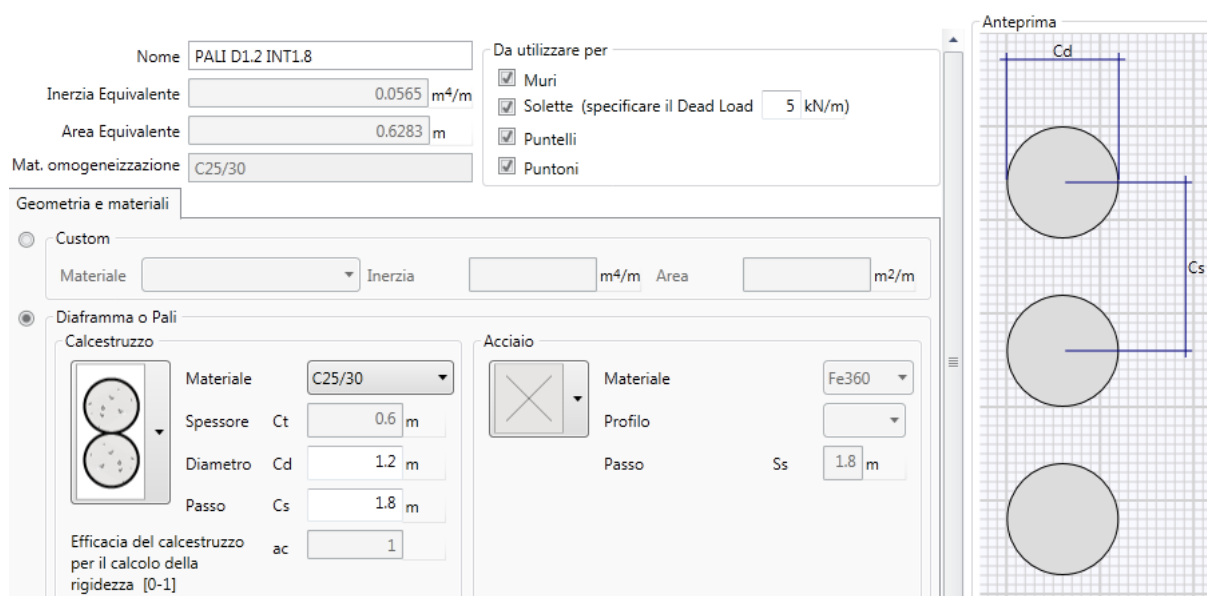
- la paratia come una serie di elementi il cui comportamento è caratterizzato dalla rigidezza flessionale EJ;
- il terreno come una serie di molle di tipo elasto-plastico connesse ai nodi della paratia.

Questo modello numerico consente una simulazione del comportamento del terreno adeguata agli scopi progettuali. In particolare, vengono superate le limitazioni dei più tradizionali metodi dell'equilibrio limite, non idonei a seguire il comportamento della struttura al variare delle configurazioni di carico, delle fasi esecutive e di esercizio.

Nel caso in esame, in una generica fase di calcolo dell'analisi di interazione tra paratia e terreno la soluzione viene a dipendere dal percorso tensio-deformativo seguito dagli elementi schematizzanti il terreno nelle fasi precedenti; dalle variazioni di spinta o reazione del terreno indotte dalla progressione degli scavi, dall'inserimento di tiranti, dalle variazioni delle condizioni idrostatiche e di sovraccarico, etc.

La legge costitutiva, rappresentativa del comportamento elasto-plastico del terreno, è identificata dai parametri di spinta e di deformabilità del terreno.

Di seguito le caratteristiche geometrico inerziali degli elementi FRAME impiegati nelle analisi.



Nome: PALI D1.2 INT1.8

Inerzia Equivalente: 0.0565 m⁴/m

Area Equivalente: 0.6283 m

Mat. omogeneizzazione: C25/30

Da utilizzare per:

- ☒ Muri
- ☒ Solette (specificare il Dead Load: 5 kN/m)
- ☒ Puntelli
- ☒ Puntoni

Geometria e materiali

Custom

Materiale: Inerzia: m⁴/m Area: m²/m

Diaframma o Pali

Calcestruzzo

Materiale: C25/30

Spessore Ct: 0.6 m

Diametro Cd: 1.2 m

Passo Cs: 1.8 m

Efficacia del calcestruzzo per il calcolo della rigidezza [0-1]: ac: 1

Acciaio

Materiale: Fe360


Profilo:

Passo Ss: 1.8 m

Anteprima

Cd

Cs

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	<i>Relazione di calcolo delle strutture</i>	GM

6.2 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

Dove E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni ed R_d è il valore di progetto della resistenza del terreno.

La resistenza R_d è stata determinata nei casi in oggetto con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale γ_m specificato nella tabella 6.2.II delle suddette norme.

Le verifiche agli SLU strutturali sono state condotte per le combinazioni A1 + M1, mentre le verifiche agli SLU geotecniche con le combinazioni A2 + M2.

6.3 Coefficienti di spinta

Il coefficiente di spinta a riposo relativo a ciascun strato che compone il modello geotecnici, è stato valutato con la formula di Jaky.

I coefficienti di spinta attiva sono stati valutati in accordo alla formulazione di Coulomb tenendo opportunamente conto dell'angolo di attrito muro-terreno, e dell'inclinazione del versante a monte dell'opera.

I coefficienti di spinta passiva sono stati valutati con riferimento alle formulazioni proposte da Caquot-Kerisel.

In condizioni statiche l'angolo d'attrito muro-terreno è assunto pari a $1/2 \phi'$.

Per i coefficienti di spinta attiva e passiva, tenuto conto che le corrispondenti forze risultano inclinate sul piano orizzontale, si considerano le componenti in direzione orizzontale.

6.4 Analisi dei carichi

6.4.1 Sovraccarico permanente sul terrapieno dovuto alla presenza dei fabbricati

Sono stati considerati i carichi trasmessi dalle fondazioni dei fabbricati adiacenti. Nel caso in esame la valutazione dei carichi è stata effettuata assumendo un peso vuoto per pieno di un edificio in cemento armato o muratura pari a 7 kN/mc. Considerando un edificio di 4 piani, ciascuno di altezza media pari a 3.0 m si ottiene:

$$p = 7 \text{ kN/mc} \times 4 \text{ piani} \times 3 \text{ m/piano} = 84 \text{ kN/mq}$$


6.4.2 Sovraccarico accidentale sul terrapieno

Si considera un sovraccarico accidentale a monte della paratia pari a **20 kN/mq** localizzato in corrispondenza della carreggiata stradale.

6.4.3 Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione. La pericolosità sismica si definisce, per il caso in oggetto, in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero, su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, in considerazione di prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

I parametri necessari per la determinazione dell'azione sismica di progetto sono calcolati direttamente per il sito in esame, utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Allegato B del DM 14/01/2008).

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo.

L'accelerazione di picco attesa nel volume di terreno significativo, valutata secondo un'analisi di risposta sismica locale, è così definita:

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g$$

La componente orizzontale a_h dell'accelerazione equivalente deve essere ricavata in funzione delle proprietà del moto sismico atteso nel volume di terreno significativo per l'opera e della capacità dell'opera di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

L'accelerazione orizzontale a_h può essere legata all'accelerazione di picco a_{\max} mediante la relazione:

$$a_h = k_h \times g = \alpha \times \beta \times a_{\max}$$

dove:

α è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Esso può essere valutato in funzione dell'altezza di scavo della paratia e della categoria di sottosuolo mediante il diagramma di Fig. 7.11.2 del DM 01/14/2008.

β è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. Esso può essere ricavato dal diagramma di Fig. 7.11.3 del DM 01/14/2008 in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

k_h coefficiente sismico orizzontale

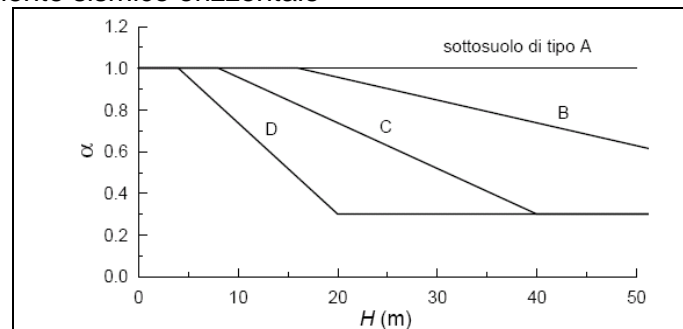


Figura 7.11.2 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α

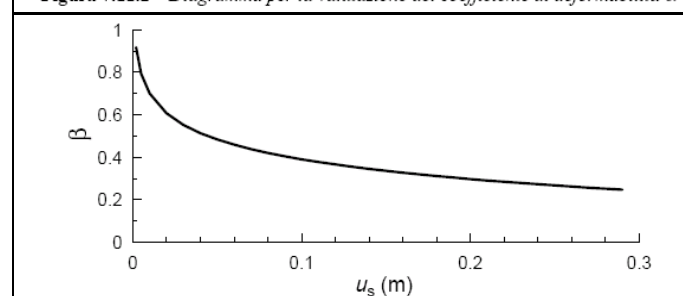



Figura 7.11.3 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

Nel caso in esame è stato posto:

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 0.57$$

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in fase sismica è data da:

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

$$E_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K \cdot H^2 + E_{ws}$$

Dove:

H è l'altezza del muro;

E_{ws} è la spinta idrostatica + spinta idrodinamica;

γ è il peso specifico del terreno;

K è il coefficiente di spinta del terreno (statico + dinamico).

Il coefficiente di spinta del terreno può essere calcolato mediante la formula di Mononobe e Okabe

Per stati di spinta attiva valgono le seguenti relazioni:

$$\beta \leq \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi + \theta - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\phi + \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \phi - \theta: K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

Per stati di spinta passiva (resistenza a taglio nulla tra terreno e muro) valgono le seguenti relazioni:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi + \theta \left[1 - \frac{\sin}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)} \right]^2}$$

Dove:

φ è il valore dell'angolo di resistenza al taglio del terreno in condizioni di sforzo efficace;

ψ è l'angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale rispettivamente della parete del muro rivolta a monte e della superficie del terrapieno;

δ è il valore di calcolo dell'angolo di resistenza al taglio tra terreno e muro, assunto pari a 0.5φ;

θ nel caso di livello di falda al di sotto dell'opera di sostegno, angolo calcolato come segue:

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$


L'aliquota di spinta dinamica è stata valutata come differenza tra la spinta totale di progetto E_d e la spinta attiva P_a a monte dell'opera. L'aliquota dinamica così calcolata è stata applicata come carico uniformemente distribuito a monte della paratia.

6.5 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

6.6 Verifiche agli SLU

La normativa prescrive che vengano considerati i seguenti stati limite:

Stati limite ultimi:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
- *SLU di tipo strutturale (STR)*

Le verifiche di stabilità globale è stata condotta secondo

L'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2),

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2008.

Le rimanenti verifiche sono state condotte secondo:

Combinazione 1 – (A1+M1+R1),

Combinazione 2 – (A2+M2+R1),

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008.

Per quanto attiene le verifiche strutturali, invece, il coefficiente γ_R è posto pari ad 1.00.

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.


	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
<i>Tangente dell'angolo di resistenza al taglio</i>	$\tan \varphi'_k$	γ_M $\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	γ_c	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.5.I – Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1


Più in dettaglio nelle verifiche agli stati limite ultimi per il dimensionamento geotecnico delle paratie (GEO) si considera lo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e, specificamente, dal raggiungimento delle condizioni di equilibrio limite nel terreno interagente con la paratia.

L'analisi viene condotta con la Combinazione 2 (A2+M2+R1), nella quale i parametri di resistenza del terreno sono ridotti tramite i coefficienti parziali del gruppo M2, i coefficienti γ_R sulla resistenza globale (R1) sono unitari e le sole azioni variabili sono amplificate con i coefficienti del gruppo A2. I parametri di resistenza di progetto sono perciò inferiori a quelli caratteristici e di conseguenza il valore di progetto della spinta attiva è maggiore, e quello della resistenza passiva è minore, dei corrispondenti valori caratteristici. Le azioni di progetto E_d sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze sulla paratia che producono il cinematiso di collasso ipotizzato, mentre le resistenze di progetto R_d sono le risultanti o i momenti risultanti delle forze che vi si oppongono.

Nelle verifiche STR si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali. L'analisi viene svolta utilizzando la Combinazione 1 (A1+M1+R1), nella quale i coefficienti sui parametri di resistenza del terreno (M1) e sulla resistenza globale del sistema (R1) sono unitari, mentre le azioni permanenti e variabili sono amplificate mediante i coefficienti parziali del gruppo A1.

6.7 Sezione di calcolo

Di seguito si riporta una figura del modello di calcolo della paratia. Il contributo di resistenza passiva a valle fornito dal terreno di riporto viene trascurato. In favore di sicurezza, in condizioni SLU, viene trascurato anche il contributo di colluvi limo argillosi.

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

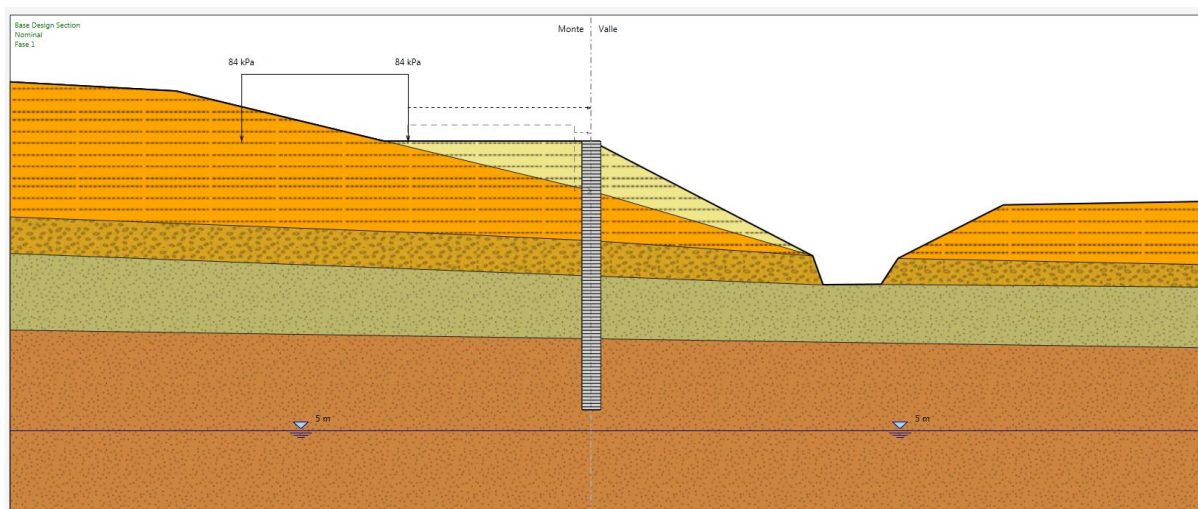


Figura 6.1 Sezione di calcolo







	Terreni	c' [kPa]	ϕ' [°]
	TERRENO DI RIPORTO Sabbia / Ghiaia	0	18
	COLLUVI LIMO ARGILLOSI Limo	8	17
	SABBIE LIMOSE ARENACEE Sabbia / Ghiaia	10	28
	LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI Limo	25	23
	ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE Limo	21	28

Figura 6.2 Legenda stratigrafia

6.8 Fasi di calcolo

Nelle fasi di calcolo sono state incluse anche le fasi già eseguite; le fasi di calcolo considerate nell'analisi sono quindi:

- Fase 1: Realizzazione paratia di pali (condizioni geostatiche);
- Fase 2: Condizione di esercizio (si trascura lo strato di terreno di riporto a valle);
- Fase 3: Condizione di sicurezza (si trascura lo strato di terreno di riporto e di colluvi limo argillosi a valle);
- Fase 4: Condizione sismica (si trascura lo strato di terreno di riporto e di colluvi limo argillosi a valle).

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione di calcolo delle strutture</p>	<p align="center">GM</p>

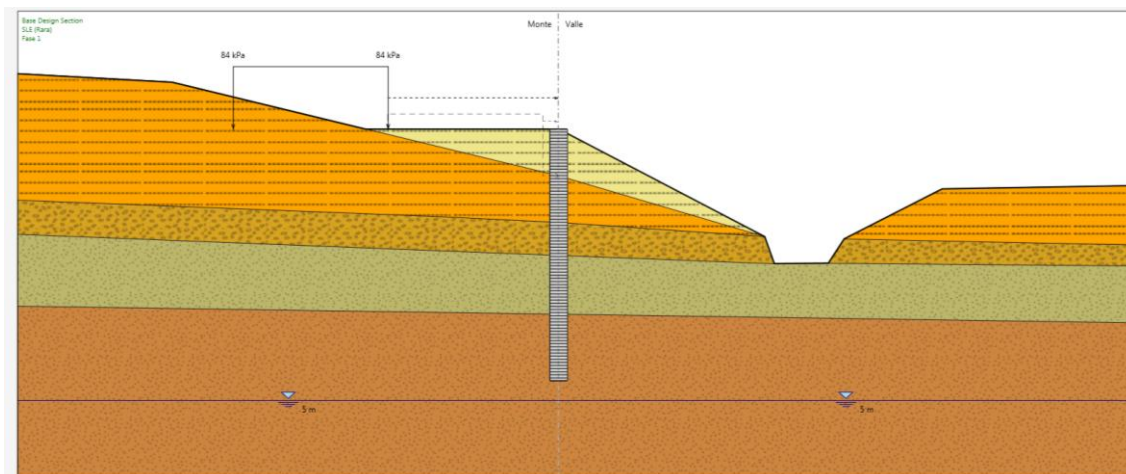


Figura 6.3 Fase 1 – Condizioni Geostatiche

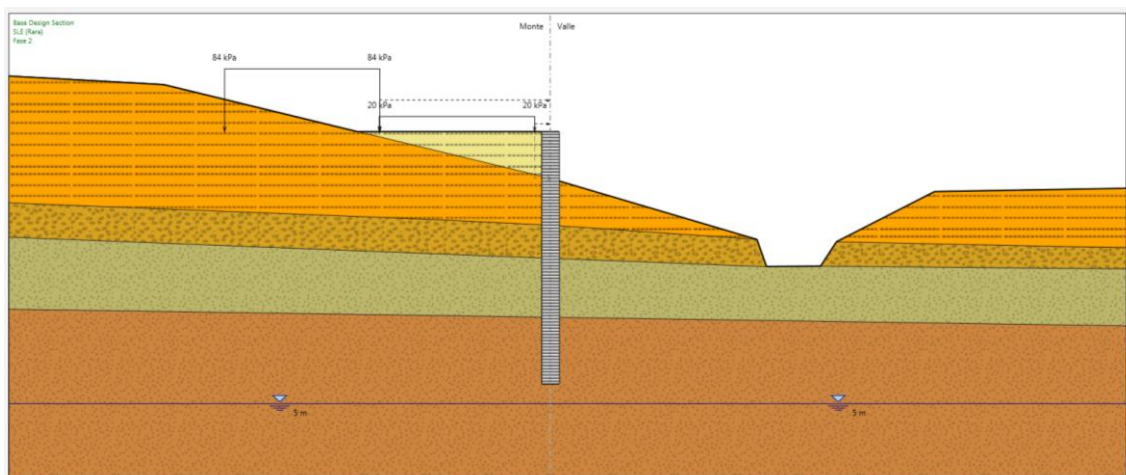


Figura 6.4 Fase 2 – Condizioni di esercizio

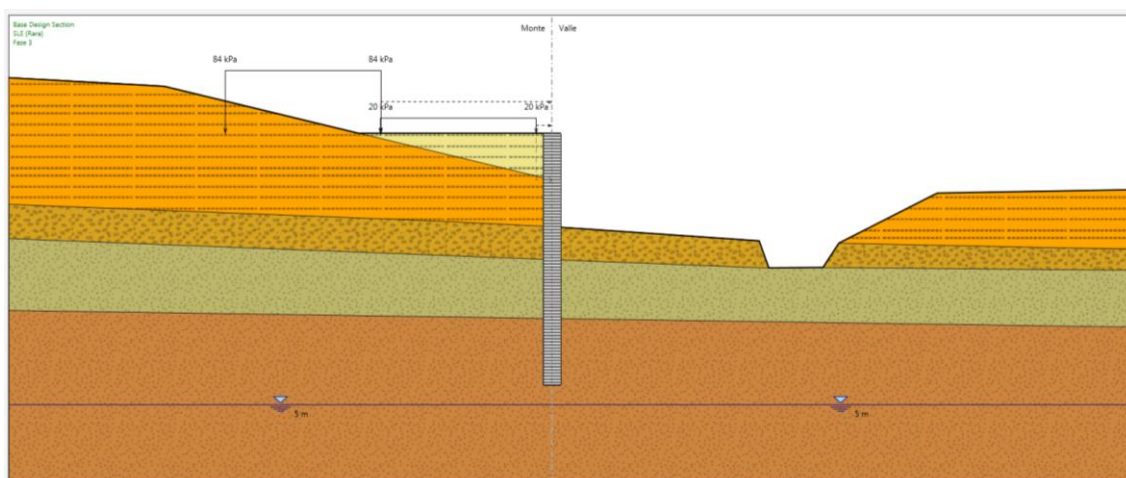



Figura 6.5 Fase 3 – Condizioni di stato limite ultimo

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione di calcolo delle strutture</p>	<p align="center">GM</p>

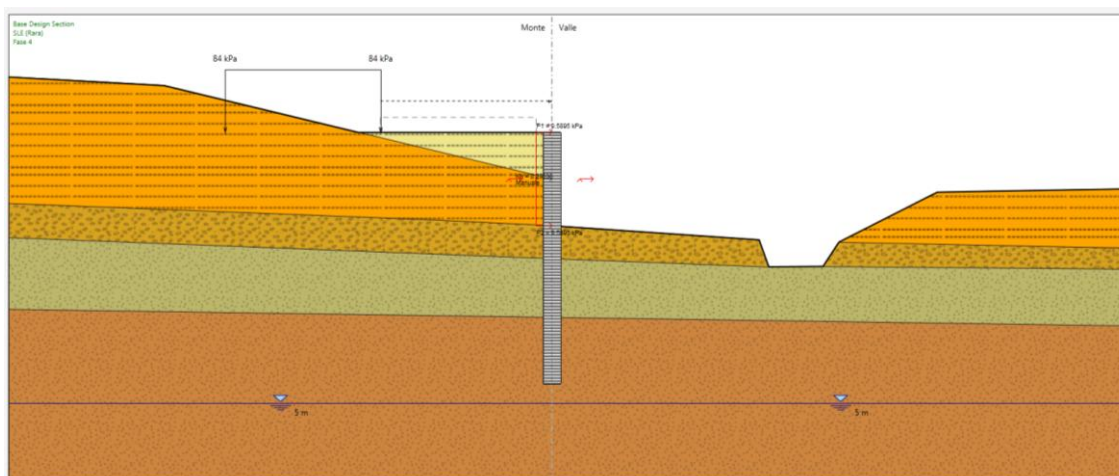


Figura 6.6 Fase 4 – Condizioni sismiche

6.9 Risultati dell'analisi

Di seguito le sollecitazioni sulla palificata espressi al m.l..

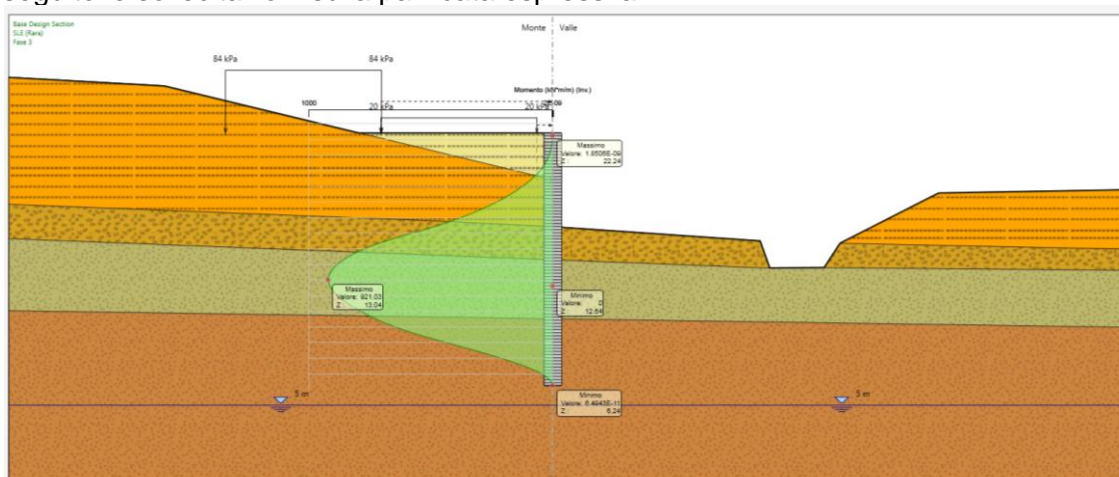


Figura 6.7 Momento flettente SLU

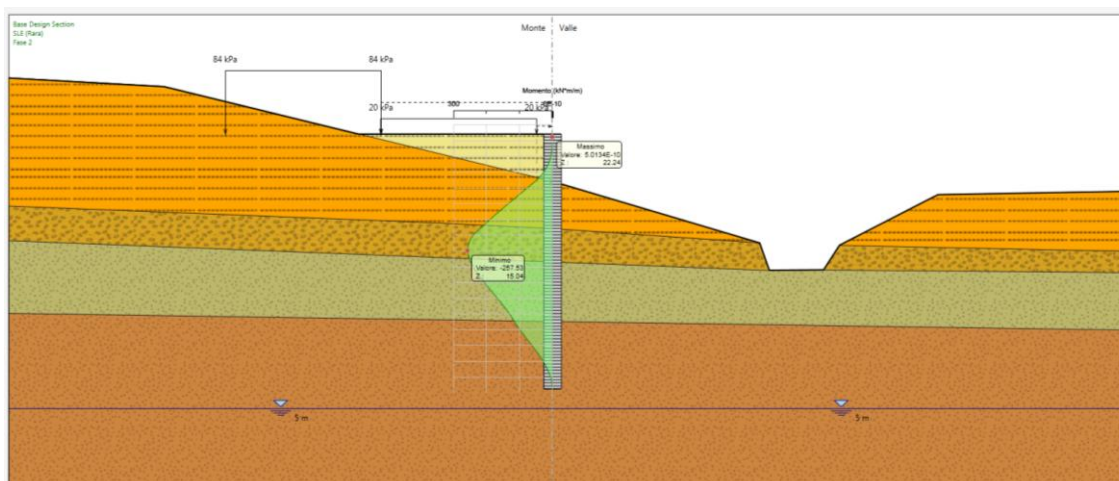



Figura 6.8 Momento flettente SLE

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

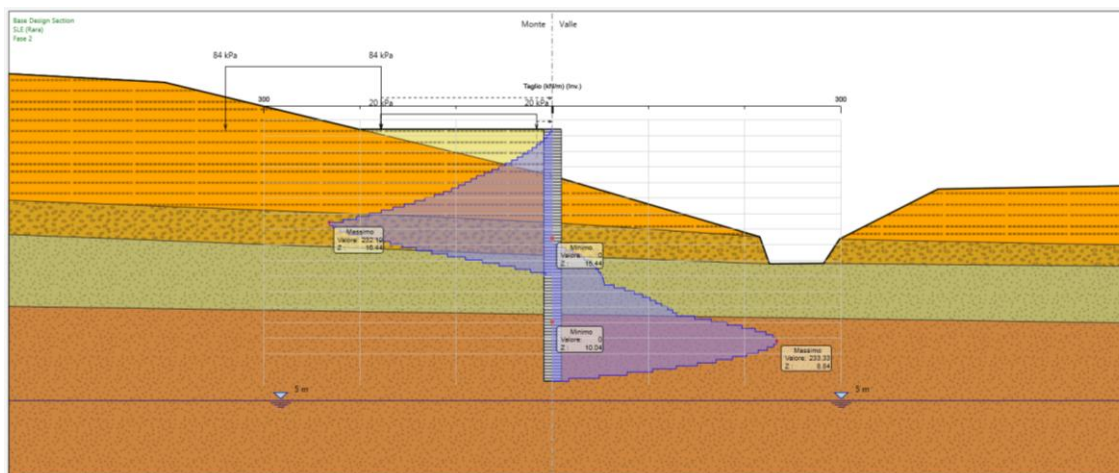


Figura 6.9 Taglio SLU

In sintesi le sollecitazioni di calcolo sui pali sono:

$$M_{SLU} = 922 \text{ kNm/m} \times 1.80 \text{ m} = 1660 \text{ kNm/palo}$$

$$M_{SLE} = 258 \text{ kNm/m} \times 1.80 \text{ m} = 465 \text{ kNm/palo}$$

$$T_{SLU} = 234 \text{ kN/m} \times 1.80 \text{ m} = 422 \text{ kN/palo}$$

Come sforzo di compressione nei pali si considera, in favore di sicurezza, il solo peso proprio del cordolo in testa. Pertanto pari a:

$$N_{SLE} = 25 \text{ kN/mc} \times (1.80 \text{ m} \times 1.50 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}) = 80 \text{ kN}$$

6.10 Verifiche strutturali e geotecniche

6.10.1 Verifica dei pali


CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N° Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.6	20	24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12	mm
Passo staffe:	20.0	cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale	

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	80.00	1660.00	0.00	420.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA


N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)			
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione			
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione			
N°Comb.	N	Mx	My	
1	80.00	465.00 (525.64)	0.00 (0.00)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata								
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)								
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)								
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia								
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia								
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000								
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa								
N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	80.00	1170.24	0.00	79.99	1675.55	0.00	1.009	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00370	0.0	60.0	0.00232	0.0	51.6	-0.01213	0.0	-51.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000140096	-0.004905737	---	---

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
VsdU Taglio di progetto [kN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} =massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	VsdU	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	420.00	2090.33	997.13	98.4	96.2	21.80°	1.005	4.8	11.5(0.0)


COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.52	0.0	0.0	-147.5	0.0	-51.6	1697	22.6	16.1	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Ssr}/\text{Ss})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{fctm}/\text{S2})^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (\text{Mfess}/\text{M})^2$ [B.6.6 DM96]
e sm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite $= 0.4 \cdot \text{Ss}/\text{Es}$ è tra parentesi
srm	Distanza media tra le fessure [mm]
wk	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure $= 1.7 \cdot e \cdot \text{sm} \cdot \text{srm}$. Valore limite tra parentesi
MX fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.3	0	0.125	24	72	-0.278	0.00030 (0.00030)	266	0.134 (0.40)	525.64	0.00

6.10.2 Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva

Tale verifica consiste nel valutare la spinta passiva mobilitata ovvero la percentuale della massima spinta passiva possibile durante la fase finale di scavo; è indicato il relativo fattore di sicurezza, che deve risultare maggiore o uguale all'unità.


Di seguito il dettaglio delle spinte in fase di scavo massimo.

Riepilogo Spinte	
Spinta Reale Efficace:	1433.6 kN/m
Pressione Spinta Idraulica:	0 kN/m
Spinta Reale Totale:	1433.6 kN/m
Minima Spinta Ammissibile:	238.19 kN/m
Massima Spinta Ammissibile:	1944.5 kN/m

A2+M2

Percentuale spinta passiva mobilitata 1434 / 1944 = 73%

Fattore di sicurezza 1.35

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	<i>Relazione di calcolo delle strutture</i>	GM

7 PARATIA DI PALI SU VIA FONTANELLE

7.1 Modello di calcolo

Si rimanda a quanto descritto per la paratia di pali di vico I Fontana.

7.2 Verifiche nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)

Si rimanda a quanto descritto per la paratia di pali di vico I Fontana.

7.3 Coefficienti di spinta

Si rimanda a quanto descritto per la paratia di pali di vico I Fontana.

7.4 Analisi dei carichi

7.4.1 Sovraccarico permanente sul terrapieno dovuto alla presenza del piazzale della scuola e del peso dei plessi scolastici

La presenza del piazzale della scuola, delimitato da muri di contenimento, è stata schematizzata nel modello di calcolo con un sovraccarico a monte. La stima del carico è stata effettuata considerando un peso per unità di volume pari a 20 kN/mc ed un'altezza a tergo dei muri pari a 4.0 m.

$$p_1 = 20 \text{ kN/mc} \times 5 \text{ m} = 100 \text{ kN/mq}$$

E' stato, inoltre, considerato il carico trasmesso dalle fondazioni dei plessi scolastici. Nel caso in esame la stima del suddetto carico è stata effettuata assumendo un peso vuoto per pieno di un edificio in cemento armato o muratura pari a 7 kN/mc. Considerando un edificio di 4 piani, ciascuno di altezza media pari a 3.0 m si ottiene:

$$p_2 = 7 \text{ kN/mc} \times 4 \text{ piani} \times 3 \text{ m/piano} = 84 \text{ kN/mq}$$

In corrispondenza dei plessi scolastici, quindi si ha:

$$p_{\text{tot}} = p_1 + p_2 = 100 \text{ kN/mq} + 84 \text{ kN/mq} = 184 \text{ kN/mq}$$

7.4.2 Sovraccarico accidentale sul terrapieno


Si considera un sovraccarico accidentale a monte della paratia pari a 20 kN/mq localizzato in corrispondenza della carreggiata stradale ed a tergo dei muri di sostegno del piazzale della scuola.

7.4.3 Azione sismica

Vale quanto già detto in precedenza. Nel caso in esame è stato posto:

$$\alpha = 1.00$$

$$\beta = 0.57$$

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

7.5 Combinazioni delle azioni

Si rimanda a quanto descritto per la paratia di pali di vico I Fontana.

7.6 Verifiche agli SLU

Si rimanda a quanto descritto per la paratia di pali di vico I Fontana.

7.7 Sezione di calcolo

Di seguito si riporta una figura del modello di calcolo della paratia. Il contributo di resistenza passiva a valle fornito dal terreno di riporto viene trascurato. In favore di sicurezza, in condizioni SLU, viene trascurato anche il contributo del limo argilloso.

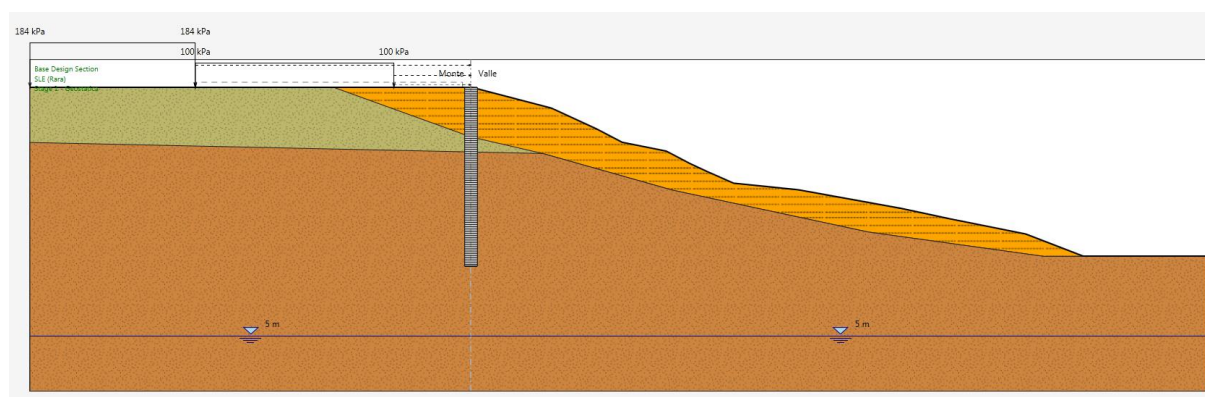


Figura 7.1 Sezione di calcolo


	Terreni	c' [kPa]	ϕ' [°]
	COLLUVI LIMO ARGILLOSI Limo	8	17
	LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI Limo	25	23
	ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE Limo	21	26

Figura 7.2 Legenda stratigrafia

7.8 Fasi di calcolo

Nelle fasi di calcolo sono state incluse anche le fasi già eseguite; le fasi di calcolo considerate nell'analisi sono quindi:

- Fase 1: Realizzazione paratia di pali (condizioni geostatiche);
- Fase 2: Condizione di esercizio (si trascura lo strato di terreno di riporto a valle);
- Fase 3: Condizione di sicurezza (si trascura lo strato di terreno di riporto e di limo argilloso a valle);
- Fase 4: Condizione sismica (si trascura lo strato di terreno di riporto e di colluvi limo argillosi a valle).

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	<p>Redatto:</p>
<p>Oggetto:</p>	<p align="center">Relazione di calcolo delle strutture</p>	<p align="center">GM</p>

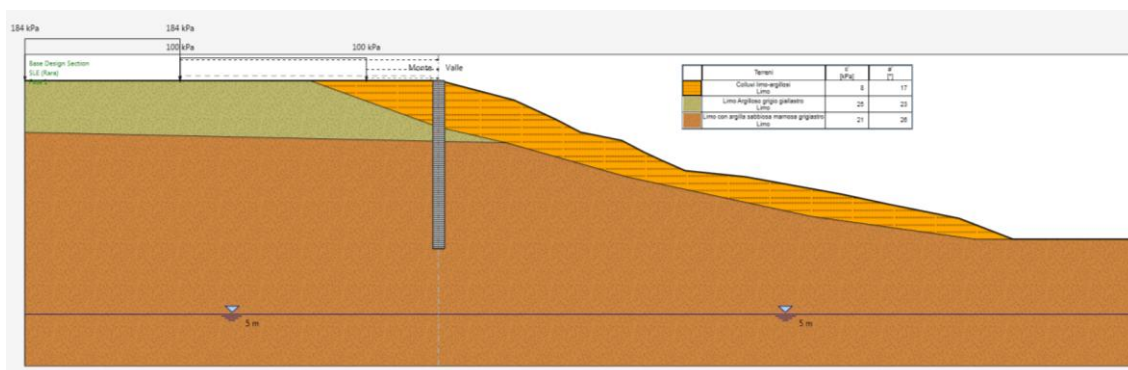


Figura 7.3 Fase 1 – Condizioni Geostatiche

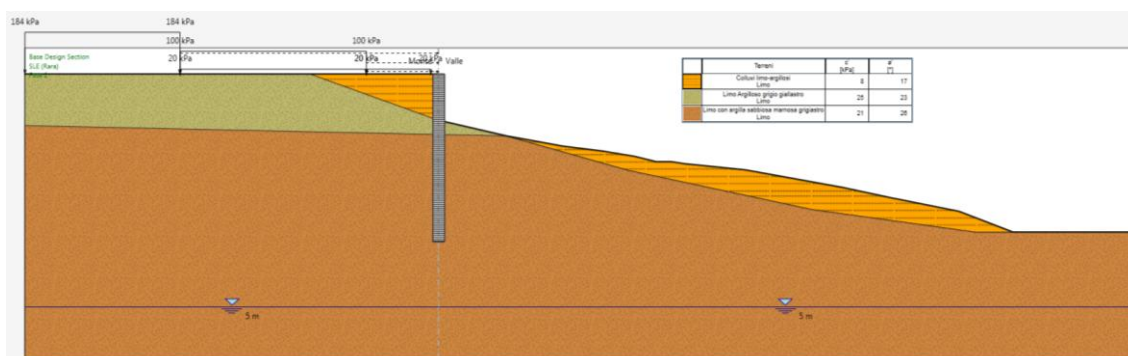


Figura 7.4 Fase 2 – Condizioni di esercizio

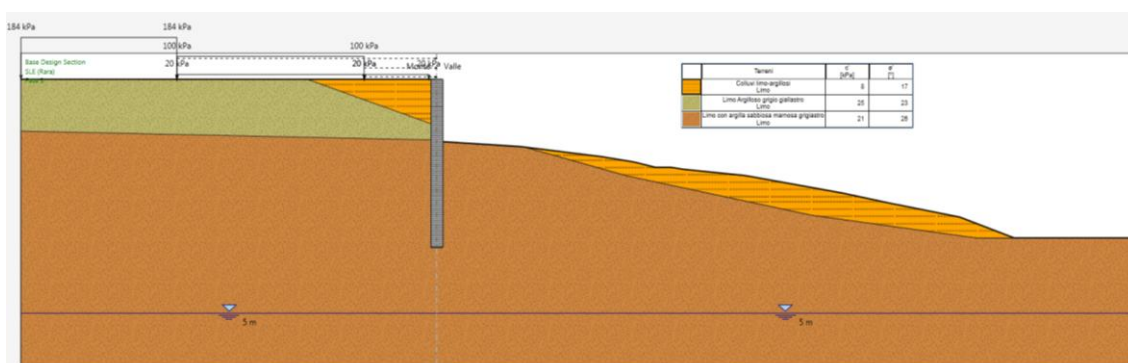



Figura 7.5 Fase 3 – Condizioni di stato limite ultimo

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

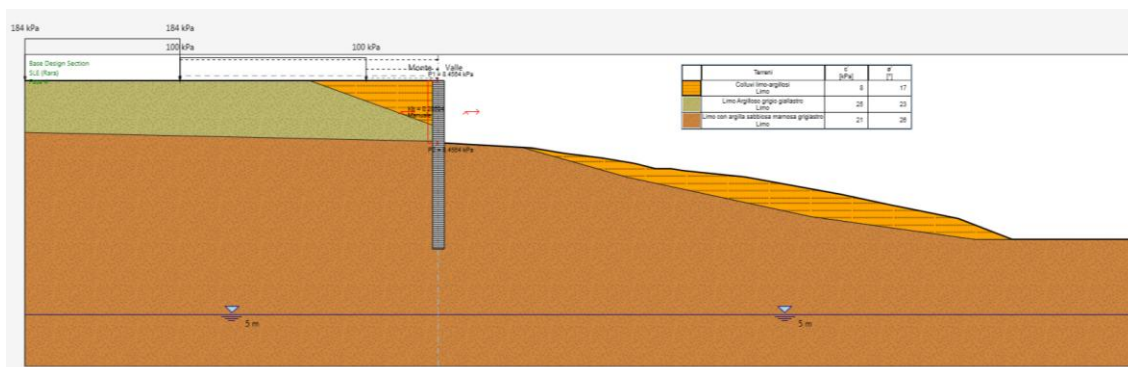


Figura 7.6 Fase 4 – Condizioni sismiche

7.9 Risultati dell'analisi

Di seguito le sollecitazioni sulla palificata espressi al m.l..

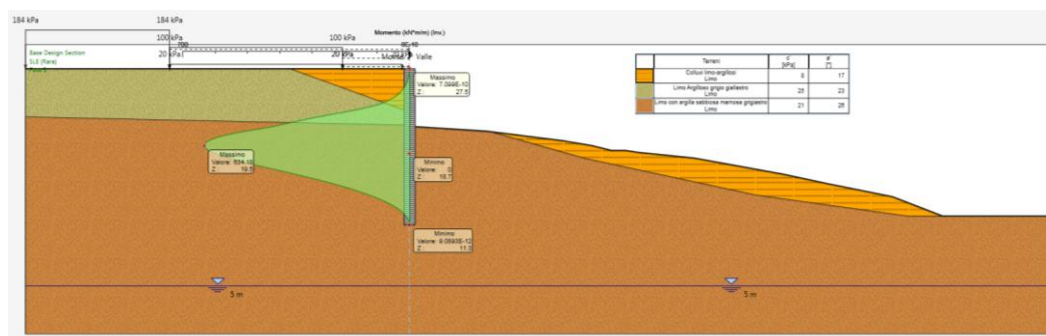


Figura 7.7 Momento flettente SLU

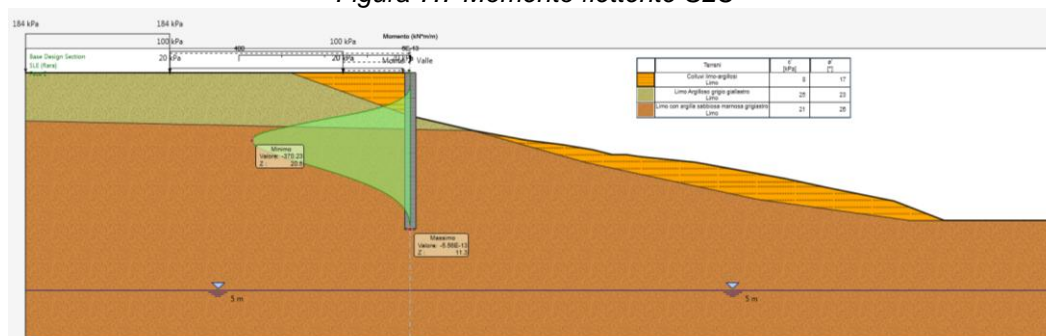


Figura 7.8 Momento flettente SLE

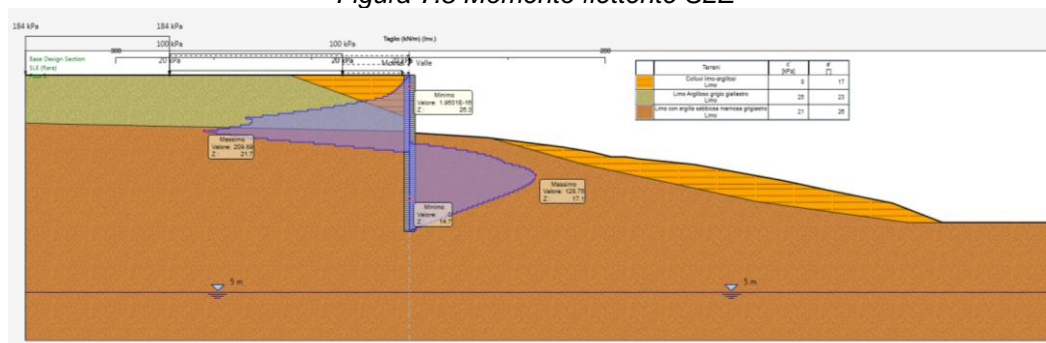



Figura 7.9 Taglio SLU

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

In sintesi le sollecitazioni di calcolo sui pali sono:

$$M_{SLU} = 634 \text{ kNm/m} \times 1.80 \text{ m} = 1142 \text{ kNm/palo}$$

$$M_{SLE} = 370 \text{ kNm/m} \times 1.80 \text{ m} = 667 \text{ kNm/palo}$$

$$T_{SLU} = 210 \text{ kN/m} \times 1.80 \text{ m} = 378 \text{ kN/palo}$$

Come sforzo di compressione nei pali si considera, in favore di sicurezza, il solo peso proprio del cordolo in testa. Pertanto pari a:

$$N_{SLE} = 25 \text{ kN/mc} \times (1.80 \text{ m} \times 1.50 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}) = 80 \text{ kN}$$

7.10 Verifiche strutturali e geotecniche

7.10.1 Verifica dei pali

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 cm
X centro circ.: 0.0 cm
Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N° Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N° Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N° Barre	Ø
1	0.0	0.0	51.6	20	24


ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Mx	My	Vy	Vx	
N° Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx

Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

1 80.00 1142.00 0.00 378.00 0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	80.00	667.00 (521.24)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	80.00	1170.24	0.00	79.99	1675.55	0.00	1.467	-----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00370	0.0	60.0	0.00232	0.0	51.6	-0.01213	0.0	-51.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA


a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000140096	-0.004905737	----	----

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Vcd	Taglio resistente ultimo [kN] lato conglomerato compresso [(4.1.19) NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A.Eff
1	S	378.00	2090.33	997.13	98.4	96.2	21.80°	1.005	4.4	11.5(0.0)

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.49	0.0	0.0	-216.0	0.0	-51.6	1697	22.6	16.1	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]


Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ss/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.3	0	0.125	24	72	0.389	0.00043 (0.00043)	266	0.196 (0.40)	521.24	0.00

7.10.2 Verifica del grado di mobilitazione della spinta passiva

Tale verifica consiste nel valutare la spinta passiva mobilitata ovvero la percentuale della massima spinta passiva possibile durante la fase finale di scavo; è indicato il relativo fattore di sicurezza, che deve risultare maggiore o uguale all'unità.

Di seguito il dettaglio delle spinte in fase di scavo massimo.

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Riepilogo Spinte	
Spinta Reale Efficace:	1288 kN/m
Pressione Spinta Idraulica:	0 kN/m
Spinta Reale Totale:	1288 kN/m
Minima Spinta Ammissibile:	244.6 kN/m
Massima Spinta Ammissibile:	2217.7 kN/m


A2+M2

Percentuale spinta passiva mobilitata

$1289 / 2217 = 58\%$

Fattore di sicurezza

1.72

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8 MURO DI SOSTEGNO IN VIA FONTANELLE

8.1 Modello di calcolo

Per l'analisi ed il calcolo dei muri di sostegno è stato utilizzato il software di calcolo MAX 10.10b prodotto dalla Aztec Informatica s.r.l., Corso Umberto 43 – 87050 Casole Bruzio (CS).

8.1.1 Calcolo della spinta sul muro

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valori di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ . In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo A1 - M1 nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo A2 - M2 nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

8.1.2 Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che, mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta), il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:


- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;
- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio (W), carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura (R e C) e resistenza per coesione lungo la parete (A);
- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata z . Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.1.3 Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta S' considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a:

$$\begin{aligned}\varepsilon' &= \varepsilon + \theta \\ \beta' &= \beta + \theta\end{aligned}$$

Avendo posto

$$\theta = \arctan\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

Dove k_h e k_v sono, rispettivamente, il coefficiente sismico orizzontale e verticale.

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctan\left[\left(\frac{\gamma}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right) \cdot \left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)\right]$$

Detta S la spinta calcolata in condizioni statiche, l'incremento di spinta da applicare è espresso da:

$$\Delta S = \Delta S' - S$$

dove il coefficiente A vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2(\beta) \cos(\theta)}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente A si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ . Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente A viene posto pari a 1. Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come


$$F_{iH} = k_h W \quad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove W è il peso del muro, del terreno sovrastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

8.1.4 Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a

	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_r \geq 1.00$.

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} \geq \eta_r$$

il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta S , dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. Il valore di δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

8.1.5 Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s \geq 1.00$.

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$


Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta N la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \tan \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione δ_f diversi autori suggeriscono di assumere un valore pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.1.6 Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q . Cioè, detto Q_u , il carico limite ed R la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_q \geq 1.00$.

Si adotta per il calcolo del carico limite in fondazione il metodo di MEYERHOF.

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = cN_c d_c i_c + qN_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

- c coesione del terreno in fondazione;
- φ angolo di attrito del terreno in fondazione;
- γ peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \tan \varphi}$$

$$N_q = A \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\varphi)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\varphi)$$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right)$$

I fattori d e i che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$


$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \varphi > 0$$

Fattori di inclinazione

Indicando con θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con φ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90} \right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi} \right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

$$i_y = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

8.1.7 Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro + terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_g .

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_g \geq 1.00$.

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

Si adotta per la verifica di stabilità globale il metodo di Bishop. Il coefficiente di sicurezza nel metodo di Bishop si esprime secondo la seguente formula:

$$\eta = \frac{\sum_i \left(\frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \varphi_i}{m} \right)}{\sum_i W_i \sin \alpha_i}$$

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\tan \varphi_i \cdot \tan \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione η è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i -esima rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i -esima, c_i e φ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

L'espressione del coefficiente di sicurezza di Bishop contiene al secondo membro il termine m che è funzione di η . Quindi essa viene risolta per successive approssimazioni assumendo un valore iniziale per η da inserire nell'espressione di m ed iterare fino a quando il valore calcolato coincide con il valore assunto.

8.2 Analisi dei carichi


Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi permanenti ed accidentali agenti sulla struttura in esame condotta secondo la normativa di riferimento (*Decreto del 14/01/2008*, Norme Tecniche per le Costruzioni).

8.2.1 Carichi permanenti strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è automaticamente valutato dal programma di calcolo utilizzato per l'analisi. Esso è calcolato considerando per il calcestruzzo un peso per unità di volume pari a **25 kN/m³**.

8.2.2 Spinta delle terre

Il peso del terreno a tergo della struttura determina una spinta laterale sul paramento avente distribuzione triangolare. Il calcolo della spinta del terreno è stata effettuato con riferimento al coefficiente di **spinta attiva K_A** .

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.2.3 Sovraccarico accidentale a tergo del muro

Si assume un carico uniforme a tergo dei muri pari a 10 kN/m^2 . L'incremento delle spinte laterali sui piedritti è, considerando il coefficiente di **spinta attiva** K_A .

8.2.4 Azione sismica

L'analisi del muro in fase sismica è stato effettuato con gli usuali metodi pseudo statici in accordo a quanto previsto dalle NTC2008 (par. 7.11.6.2). L'incremento di spinta delle terre in fase sismica è stato valutato in accordo alla teoria di Mononobe-Okabe.

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono valutati secondo le espressioni :

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

Dove:

a_{max} è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g è l'accelerazione di gravità;

β_m è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.


L'accelerazione orizzontale massima a_{max} attesa al sito è valutata secondo la relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

Il coefficiente β_m di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è valutato secondo la seguente tabella:

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_m	β_m
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,31	0,31
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,29	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,18

Nel caso specifico è stato considerato un valore del **coefficiente di riduzione dell'azione sismica** β_m pari ad **0,31**.

	<p style="text-align: center;">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.3 Combinazioni delle azioni

In accordo al par. 2.5.3 delle NTC2008 ai fini delle verifiche degli stati limite sono state considerate le seguenti combinazioni delle azioni:

- *Combinazione fondamentale*, impiegata per le verifiche agli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- *Combinazione frequente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- *Combinazione quasi permanente*, impiegata per le verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- *Combinazione sismica*, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

8.4 Verifiche agli SLU

La normativa prescrive che vengano considerati i seguenti stati limite:

Stati limite ultimi:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO) e di equilibrio di corpo rigido (EQU)*
- *SLU di tipo strutturale (STR)*

La verifica di stabilità globale è stata condotta secondo

L'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2),
tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2008.

Le rimanenti verifiche sono state condotte secondo:

L'Approccio 2 – (A1+M1+R3),
tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.5.I delle NTC2008.
Per quanto attiene le verifiche strutturali, invece, il coefficiente γ_R è posto pari ad 1.00.

Di seguito si riportano le tabelle che esplicitano i coefficienti parziali sopra illustrati:


	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

(1) Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. i carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti, si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.5.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO di muri di sostegno.


VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante della fondazione	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$
Resistenza del terreno a valle	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,4$

Tabella 6.8.I – Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo.

Coefficiente	R2
γ_R	1.1

8.5 Risultati dell'analisi

8.5.1 Concio 1

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.5.1.1 Sollecitazioni di progetto

Di seguito sono riportati i valori delle sollecitazioni di progetto relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU. I valori sono espressi in kNm per i momenti flettenti e in kN per il taglio.

	PARAMENTO		FONDAZIONE	
	M	T	M	T
SLU	93	65	-122	66
SLE-F	56		-40	
SLE-QP	42		-36	

8.5.1.2 Verifiche strutturali

8.5.1.2.1 Verifiche a flessione

8.5.1.2.1.1 Paramento

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	30.0
3	50.0	30.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE


N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.0	14
2	45.0	6.0	14
3	-40.0	24.0	12
4	40.0	24.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	14
2	3	4	3	12

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	93.00	0.00	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	56.00 (43.83)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	42.00 (43.83)	0.00 (0.00)


METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	124.88	0.00	0.00	131.88	0.00	1.418	15.4(3.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA									Redatto:
	Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture								GM

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00463	-50.0	30.0	-0.00029	-40.0	24.0	-0.01167	-45.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000632135	-0.015464050	0.231	0.728

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	6.07	-50.0	30.0	-172.7	35.0	6.0	1100	15.4	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1 Esito della verifica
S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm = $1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-3.3	0	0.125	14	53	0.387	0.00035 (0.00035)	176	0.103 (0.40)	43.83	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	4.55	50.0	30.0	-129.5	35.0	6.0	1100	15.4	10.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-2.5	0	0.125	14	53	0.455	0.00029 (0.00026)	176	0.088 (0.30)	43.83	0.00

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

8.5.1.2.1.2 Fondazione

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	14
2	40.0	6.0	14
3	-40.0	54.0	14
4	40.0	54.0	14

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	14
2	3	4	3	14

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA


N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	-122.00	0.00	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-40.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	-36.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	-152.00	0.00	0.00	-165.48	0.00	1.356	15.4(8.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01708	-50.0	0.0	-0.00130	-40.0	6.0	-0.03972	40.0	54.0


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000800381	0.003500000	0.081	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.50	-50.0	0.0	-102.8	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1 Esito della verifica
S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi $= 1 - Beta12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - Beta12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - Beta12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite $= 0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure $= 1.7 \cdot e \cdot sm \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.6	0	0.125	14	53	-16.005	0.00021 (0.00021)	264	0.092 (0.40)	-164.95	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.35	-50.0	0.0	-92.5	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.6	0	0.125	14	53	-9.497	0.00019 (0.00019)	264	0.083 (0.30)	-164.95	0.00

8.5.1.2.2 Verifiche a taglio

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9	24.9
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione				
Altezza	H	m	0.30	0.60
Larghezza	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m ²	0.30	0.60
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

copriferro	c	m	0.060	0.060
altezza utile della sezione	d	m	0.24	0.54

Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0
---------------------------	-----------------	----	-----	-----

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata

Coefficiente k	Asl	mmq	1540	770
vmin	k	m	1.91	1.61
rapporto geometrico di armatura longitudinale	vmin		0.5	0.4
tensione media di compressione nella sezione	ρ1		0.00642	0.00143
	σcp	Mpa	0.00	0.00

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	138.8	159.0
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------

8.5.1.3 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche risultano soddisfatte con i seguenti coefficienti di sicurezza. Per i dettagli si veda l'allegato alla relazione di calcolo.


Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte									
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]	
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.65	3.14	--	80.5200	0.0000	
2	EQU - [1]	--	3.21	--	--	--	87.3955	0.0000	
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.74	78.4426	0.0000	
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1.27	2.25	--	47.0704	17.1341	
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1.19	2.27	--	47.0704	11.3137	
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	2.21	--	--	--	57.8537	12.5141	
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	2.54	--	--	--	57.8537	19.6606	
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.50	57.8537	19.6606	
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.51	57.8537	12.5141	
10	A1-M1 - [3]	--	--	1.60	2.89	--	86.9628	0.0000	
11	EQU - [3]	--	3.04	--	--	--	95.3143	0.0000	
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.64	89.5289	0.0000	
13	SLEQ - [1]	--	--	2.38	5.11	--	47.0704	0.0000	
14	SLEF - [1]	--	--	2.14	4.34	--	56.7346	0.0000	
15	SLEF - [1]	--	--	2.08	4.13	--	59.9561	0.0000	

8.5.2 Concio 2 e 3

8.5.2.1 Sollecitazioni di progetto

Di seguito sono riportati i valori delle sollecitazioni di progetto relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU. I valori sono espressi in kNm per i momenti flettenti e in kN per il taglio.

	PARAMENTO		FONDAZIONE	
	M	T	M	T
SLU	254	128	35/-204	140

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

SLE-F	159		23/-63	
SLE-QP	127		20/-44	

8.5.2.2 Verifiche strutturali

8.5.2.2.1 Verifiche a flessione

8.5.2.2.1.1 Paramento

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	85.0
3	50.0	85.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	6.0	14
2	45.0	6.0	14
3	-40.0	79.0	12
4	40.0	79.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione


N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	8	14
2	3	4	3	12

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	254.00	0.00	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	159.00 (338.22)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	127.00 (338.22)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	441.45	0.00	0.00	463.27	0.00	1.824	15.4(11.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO


ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01952	-50.0	85.0	-0.00029	-40.0	79.0	-0.04643	-45.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

1 0.000000000 0.000632004 -0.050220304 0.070 0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.47	-50.0	85.0	-140.6	35.0	6.0	1535	15.4	10.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
Ver. Esito della verifica
S1 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
S2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
k3 = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
Psi = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
srm Distanza media tra le fessure [mm]
wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e * sm * srm$. Valore limite tra parentesi
MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.2	0	0.125	14	53	-3.525	0.00028 (0.00028)	196	0.094 (0.40)	338.22	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.97	50.0	85.0	-112.3	-35.0	6.0	1535	15.4	10.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.0	0	0.125	14	53	-2.546	0.00022 (0.00022)	196	0.075 (0.30)	338.22	0.00

8.5.2.2.1.2 Fondazione

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

2	-50.0	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	16
2	40.0	6.0	16
3	-40.0	64.0	16
4	40.0	64.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	16
2	3	4	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	35.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-204.00	0.00	0.00	0.00


COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	23.00 (227.62)	0.00 (0.00)
2	0.00	-63.00 (-227.62)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	20.00 (227.62)	0.00 (0.00)
2	0.00	-44.00 (-227.62)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	235.01	0.00	0.00	250.30	0.00	7.151	10.1(9.5)
2	S	0.00	-235.01	0.00	0.00	-250.30	0.00	1.227	10.1(9.5)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01809	-50.0	70.0	-0.00082	-40.0	64.0	-0.04256	-40.0	6.0
2	0.00350	-0.01809	-50.0	0.0	-0.00082	-40.0	6.0	-0.04256	40.0	64.0


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000719610	-0.046872688	0.076	0.700
2	0.000000000	-0.000719610	0.003500000	0.076	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA		Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture		GM

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.58	50.0	70.0	-38.2	0.0	6.0	1540	10.1	20.0	1.00
2	S	1.58	-50.0	0.0	-104.7	20.0	64.0	1540	10.1	20.0	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \beta_{12} \cdot (S_{sr}/S_s)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (f_{ctm}/S_2)^2 = 1 - \beta_{12} \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot S_s/E_s$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot s_{rm}$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.3	0	0.125	16	52	-96.940	0.00008 (0.00008)	267	0.035 (0.40)	227.62	0.00
2	S	-0.7	0	0.125	16	52	-12.054	0.00021 (0.00021)	267	0.095 (0.40)	-227.62	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.50	-50.0	70.0	-33.3	20.0	6.0	1540	10.1	20.0	0.50
2	S	1.11	-50.0	0.0	-73.2	20.0	64.0	1540	10.1	20.0	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.2	0	0.125	16	52	-63.763	0.00007 (0.00007)	267	0.030 (0.30)	227.62	0.00
2	S	-0.5	0	0.125	16	52	-12.381	0.00015 (0.00015)	267	0.066 (0.30)	-227.62	0.00

8.5.2.2.2 Verifiche a taglio

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9	24.9
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3

Caratteristiche geometriche sezione

Altezza	H	m	0.85	0.70
Larghezza	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m^2	0.85	0.70
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00
copriferro	c	m	0.060	0.060
altezza utile della sezione	d	m	0.79	0.64

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo N_{Ed} kN 0.0 0.0

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata

Asl	mmq	1540	1005
Coefficiente k	k	1.50	1.56
vmin	vmin	0.3	0.3
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ _l	0.00195	0.00157
tensione media di compressione nella sezione	σ _{cp}	Mpa 0.00	0.00

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	241.3	188.6
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------

8.5.2.3 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche risultano soddisfatte con i seguenti coefficienti di sicurezza. Per i dettagli si veda l'allegato alla relazione di calcolo.


Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte								
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.45	3.17	--	155.0858	0.0000
2	EQU - [1]	--	2.84	--	--	--	166.5590	0.0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.64	149.9640	0.0000
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1.17	2.18	--	97.8575	35.6211
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1.11	2.17	--	97.8575	23.5207
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	2.07	--	--	--	120.2756	26.0164
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	2.34	--	--	--	120.2756	40.8736
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.38	120.2756	40.8736
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.37	120.2756	26.0164
10	A1-M1 - [3]	--	--	1.41	2.96	--	164.3761	0.0000
11	EQU - [3]	--	2.71	--	--	--	177.9777	0.0000
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.57	165.9501	0.0000
13	SLEQ - [1]	--	--	2.06	5.16	--	97.8575	0.0000
14	SLEF - [1]	--	--	1.89	4.54	--	111.7930	0.0000
15	SLER - [1]	--	--	1.84	4.36	--	116.4382	0.0000

8.5.3 Concio 4

8.5.3.1 Sollecitazioni di progetto

Di seguito sono riportati i valori delle sollecitazioni di progetto relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU. I valori sono espressi in kNm per i momenti flettenti e in kN per il taglio.

	PARAMENTO		FONDAZIONE	
	M	T	M	T
SLU	110	74	14/-100	79

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

SLE-F	65		9/-22	
SLE-QP	48		8/-12	

8.5.3.2 Verifiche strutturali

8.5.3.2.1 Verifiche a flessione

8.5.3.2.1.1 Paramento

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	14
2	40.0	6.0	14
3	-40.0	64.0	12
4	40.0	64.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE


N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	14
2	3	4	3	12

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
---------	---	----	----	----	----

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

1 0.00 110.00 0.00 0.00 0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	65.00 (222.16)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	48.00 (222.16)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	181.34	0.00	0.00	195.06	0.00	1.773	13.4(9.5)


METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02174	-50.0	70.0	-0.00155	-40.0	64.0	-0.05035	-40.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000841428	-0.055399933	0.065	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.88	50.0	70.0	-140.1	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copri ferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.7	0	0.125	14	53	-10.682	0.00028 (0.00028)	264	0.126 (0.40)	222.16	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.39	50.0	70.0	-103.5	-20.0	6.0	1305	7.7	19.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.6	0	0.125	14	53	-9.711	0.00021 (0.00021)	264	0.093 (0.30)	222.16	0.00

8.5.3.2.1.2 Fondazione

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	14
2	40.0	6.0	14
3	-40.0	54.0	14
4	40.0	54.0	14

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	14
2	3	4	3	14

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-100.00	0.00	0.00	0.00


COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	9.00 (164.95)	0.00 (0.00)
2	0.00	-22.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	8.00 (164.95)	0.00 (0.00)
2	0.00	-12.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	152.00	0.00	0.00	165.48	0.00	11.820	15.4(8.0)
2	S	0.00	-152.00	0.00	0.00	-165.48	0.00	1.655	15.4(8.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01708	-50.0	60.0	-0.00130	-40.0	54.0	-0.03972	-40.0	6.0
2	0.00350	-0.01708	-50.0	0.0	-0.00130	-40.0	6.0	-0.03972	40.0	54.0


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000800381	-0.044522881	0.081	0.700
2	0.000000000	-0.000800381	0.003500000	0.081	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA		Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture		GM

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.34	-50.0	60.0	-23.1	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	1.00
2	S	0.82	-50.0	0.0	-56.6	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	$= 1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.1	0	0.125	14	53-334.906	0.00005 (0.00005)	264	0.021 (0.40)		164.95	0.00
2	S	-0.3	0	0.125	14	53 -55.216	0.00011 (0.00011)	264	0.051 (0.40)		-164.95	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.30	-50.0	60.0	-20.6	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	0.50
2	S	0.45	-50.0	0.0	-30.8	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.1	0	0.125	14	53-211.565	0.00004 (0.00004)	264	0.018 (0.30)		164.95	0.00
2	S	-0.2	0	0.125	14	53 -93.473	0.00006 (0.00006)	264	0.028 (0.30)		-164.95	0.00

8.5.3.2.2 Verifiche a taglio

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9	24.9
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione				
Altezza	H	m	0.70	0.60
Larghezza	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m^2	0.70	0.60
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
	Oggetto: Relazione di calcolo delle strutture	GM

copriferro	c	m	0.060	0.060
altezza utile della sezione	d	m	0.64	0.54

Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0
---------------------------	-----------------	----	-----	-----

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si innesci nella sezione considerata

Coefficiente k

v_{min}

rapporto geometrico di armatura longitudinale

tensione media di compressione nella sezione

Asl	mmq	770	770
k	m	1.56	1.61
v _{min}		0.3	0.4
ρ _l		0.00120	0.00143
σ _{cp}	Mpa	0.00	0.00

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	172.6	159.0
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------

8.5.3.3 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche risultano soddisfatte con i seguenti coefficienti di sicurezza. Per i dettagli si veda l'allegato alla relazione di calcolo.


Dettagli coefficienti di sicurezza globali e spinte									
Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (quilt)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]	
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.71	4.57	--	90.7050	0.0000	
2	EQU - [1]	--	3.73	--	--	--	98.2429	0.0000	
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.86	88.2336	0.0000	
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1.34	3.37	--	53.8675	19.6083	
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1.27	3.42	--	53.8675	12.9474	
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	2.56	--	--	--	66.2079	14.3212	
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	3.02	--	--	--	66.2079	22.4996	
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.58	66.2079	22.4996	
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.57	66.2079	14.3212	
10	A1-M1 - [3]	--	--	1.65	4.24	--	97.5975	0.0000	
11	EQU - [3]	--	3.53	--	--	--	106.7143	0.0000	
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.76	100.0936	0.0000	
13	SLEQ - [1]	--	--	2.51	7.12	--	53.8675	0.0000	
14	SLEF - [1]	--	--	2.25	6.20	--	64.2061	0.0000	
15	SLER - [1]	--	--	2.18	5.93	--	67.6523	0.0000	

8.5.4 Concio 5

8.5.4.1 Sollecitazioni di progetto

Di seguito sono riportati i valori delle sollecitazioni di progetto relativi agli involucri delle combinazioni di carico SLU. I valori sono espressi in kNm per i momenti flettenti e in kN per il taglio.

	PARAMENTO		FONDAZIONE	
	M	T	M	T
SLU	78	59	4/-82	63
SLE-F	45		3/-22	

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

SLE-QP	32		3/-13	
--------	----	--	-------	--

8.5.4.2 Verifiche strutturali

8.5.4.2.1 Verifiche a flessione

8.5.4.2.1.1 Paramento

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	65.0
3	50.0	65.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	14
2	40.0	6.0	14
3	-40.0	59.0	12
4	40.0	59.0	12

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione


N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	14
2	3	4	3	12

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ. d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	78.00	0.00	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	45.00 (192.05)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	32.00 (192.05)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	166.62	0.00	0.00	180.02	0.00	2.308	13.4(8.7)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO


ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01994	-50.0	65.0	-0.00155	-40.0	59.0	-0.04614	-40.0	6.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

1 0.000000000 0.000841351 -0.051187810 0.071 0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.48	50.0	65.0	-105.5	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 S1 Esito della verifica
 S2 Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
 k2 Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata
 Ø = 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
 Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm = $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (fctm/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (Mfess/M)^2$ [B.6.6 DM96]
 srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 * Ss/Es$ è tra parentesi
 wk Distanza media tra le fessure [mm]
 MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 * e \text{ sm} * srm$. Valore limite tra parentesi
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.6	0	0.125	14	53	-17.215	0.00021 (0.00021)	264	0.095 (0.40)	192.05	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	1.05	50.0	65.0	-75.0	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]


Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.4	0	0.125	14	53	-17.010	0.00015 (0.00015)	264	0.067 (0.30)	192.05	0.00

8.5.4.2.1.2 Fondazione

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice: X [cm] Y [cm]

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
	Oggetto: Relazione di calcolo delle strutture	GM

1	-50.0	0.0
2	-50.0	60.0
3	50.0	60.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-40.0	6.0	14
2	40.0	6.0	14
3	-40.0	54.0	14
4	40.0	54.0	14

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	3	14
2	3	4	3	14

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-82.00	0.00	0.00	0.00


COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3.00 (164.95)	0.00 (0.00)
2	0.00	-22.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</p>	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3.00 (164.95)	0.00 (0.00)
2	0.00	-13.00 (-164.95)	0.00 (0.00)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale allo snervamento [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Momento di snervamento [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Ult	Sforzo normale ultimo [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Ult	Momento flettente ultimo [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N Ult,Mx Ult,My Ult) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N Sn	Mx Sn	My Sn	N Ult	Mx Ult	My Ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	152.00	0.00	0.00	165.48	0.00	41.370	15.4(8.0)
2	S	0.00	-152.00	0.00	0.00	-165.48	0.00	2.018	15.4(8.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01708	-50.0	60.0	-0.00130	-40.0	54.0	-0.03972	-40.0	6.0
2	0.00350	-0.01708	-50.0	0.0	-0.00130	-40.0	6.0	-0.03972	40.0	54.0


POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000800381	-0.044522881	0.081	0.700
2	0.000000000	-0.000800381	0.003500000	0.081	0.700

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure
D barre	Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure
Beta12	Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre $Beta1 \cdot Beta2$

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA		Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture		GM

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.11	-50.0	60.0	-7.7	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	1.00
2	S	0.82	-50.0	0.0	-56.6	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	1.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
S1	Esito della verifica
S2	Massima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione non fessurata
k2	Minima tensione [Mpa] di trazione nel calcestruzzo valutata in sezione fessurata
k3	= 0.4 per barre ad aderenza migliorata
Ø	= 0.125 per flessione e presso-flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica
Cf	Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff
Psi	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm	= $1 - \text{Beta}12 \cdot (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 \cdot (M_{fess}/M)^2$ [B.6.6 DM96]
srm	Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = $0.4 \cdot Ss/Es$ è tra parentesi
wk	Distanza media tra le fessure [mm]
MX fess.	Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = $1.7 \cdot e \cdot srm$. Valore limite tra parentesi
MY fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.0	0	0.125	14	53-3022.1500.00002	(0.00002)	264	0.007 (0.40)		164.95	0.00
2	S	-0.3	0	0.125	14	53 -55.216	0.00011 (0.00011)	264	0.051 (0.40)		-164.95	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE


N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	0.11	-50.0	60.0	-7.7	20.0	6.0	1305	7.7	19.6	0.50
2	S	0.49	-50.0	0.0	-33.4	20.0	54.0	1305	7.7	19.6	0.50

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.0	0	0.125	14	53-1510.5750.00002	(0.00002)	264	0.007 (0.30)		164.95	0.00
2	S	-0.2	0	0.125	14	53 -79.498	0.00007 (0.00007)	264	0.030 (0.30)		-164.95	0.00

8.5.4.2.2 Verifiche a taglio

Dati	Var	unità	Paramento	Fondazione
Resistenza a compressione cubica caratteristica	Rck	Mpa	30	30
Resistenza a compressione cilindrica caratteristica	fck	Mpa	24.9	24.9
Coefficiente parziale γ_c	γ_c		1.50	1.50
Coefficiente parziale α_{cc}	α_{cc}		0.85	0.85
Resistenza a compressione di calcolo	fcd	Mpa	14.1	14.1
Tensione caratteristica di snervamento acciaio di armatura	fyk	Mpa	450	450
tensione di calcolo acciaio	fywd	Mpa	391.3	391.3
Caratteristiche geometriche sezione				
Altezza	H	m	0.65	0.60
Larghezza	B	m	1.00	1.00
Area calcestruzzo	Ac	m^2	0.65	0.60
Larghezza anima	bw	m	1.00	1.00

	PROGETTO ESECUTIVO COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA	Redatto:
Oggetto:	Relazione di calcolo delle strutture	GM

copriferro	c	m	0.060	0.060
altezza utile della sezione	d	m	0.59	0.54

Compressione agente nella sezione

Sforzo normale di calcolo	N _{Ed}	kN	0.0	0.0
---------------------------	-----------------	----	-----	-----

Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

Area dell'armatura longitudinale di trazione ancorata al di là dell'intersezione dell'asse dell'armatura con una eventuale fessura a 45° che si inneschi nella sezione considerata

considerata	Asl	mmq	770	770
Coefficiente k	k	m	1.58	1.61
vmin	vmin		0.3	0.4
rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1		0.00131	0.00143
tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	Mpa	0.00	0.00

Resistenza a taglio	V_{Rd}	kN	165.9	159.0
----------------------------	-----------------------	-----------	--------------	--------------

8.5.4.3 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche risultano soddisfatte con i seguenti coefficienti di sicurezza. Per i dettagli si veda l'allegato alla relazione di calcolo.

Comb.	Tipo comb.	Sisma	FS (ribalt)	FS (scorr)	FS (qult)	FS (stab)	Spinta[kN]	Incr. sism.[kN]
1	A1-M1 - [1]	--	--	1.77	4.36	--	74.0609	0.0000
2	EQU - [1]	--	3.46	--	--	--	80.5080	0.0000
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.97	72.2282	0.0000
4	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	1.39	3.24	--	42.7936	15.5773
5	A1-M1 - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	1.32	3.28	--	42.7936	10.2857
6	EQU - [2]	SismaH + SismaV negativo	2.42	--	--	--	52.5971	11.3771
7	EQU - [2]	SismaH + SismaV positivo	2.82	--	--	--	52.5971	17.8742
8	STAB - [2]	SismaH + SismaV positivo	--	--	--	1.67	52.5971	17.8742
9	STAB - [2]	SismaH + SismaV negativo	--	--	--	1.67	52.5971	11.3771
10	A1-M1 - [3]	--	--	1.70	4.02	--	80.2040	0.0000
11	EQU - [3]	--	3.27	--	--	--	88.0584	0.0000
12	STAB - [3]	--	--	--	--	1.84	82.7987	0.0000
13	SLEQ - [1]	--	--	2.64	6.98	--	42.7936	0.0000
14	SLEF - [1]	--	--	2.33	5.96	--	52.0082	0.0000
15	SLER - [1]	--	--	2.25	5.68	--	55.0798	0.0000