



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 specialistica sugli interventi

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

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

## I N D I C E

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	OGGETTO.....	3
1.2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	3
1.3	CARATTERIZZAZIONE DEI MOVIMENTI FRANOSI (IFFI, ISPRA).....	4
<b>2</b>	<b>PARAMETRI GEOTECNICI.....</b>	<b>6</b>
2.1	PARAMETRI CARATTERISTICI (M1).....	6
2.2	PARAMETRI DI PROGETTO (M2) .....	6
<b>3</b>	<b>CRITERIO DI PROGETTAZIONE.....</b>	<b>7</b>
3.1	ANALISI STABILITÀ .....	7
3.2	MODELLO DI CALCOLO.....	7
3.3	COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE .....	7
<b>4</b>	<b>ANALISI DEL PENDIO DI VICO I FONTANA.....</b>	<b>9</b>
4.1	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	9
4.2	ANALISI DEI CARICHI .....	9
4.2.1	<i>Sovraccarico accidentale a monte del rilevato .....</i>	<i>9</i>
4.2.2	<i>Sovraccarico dovuto alla presenza dei fabbricati .....</i>	<i>9</i>
4.2.3	<i>Azione sismica.....</i>	<i>10</i>
4.3	CONFIGURAZIONE ANTE OPERAM .....	10
4.3.1	<i>Condizione statica .....</i>	<i>10</i>
4.3.2	<i>Condizione sismica.....</i>	<i>11</i>
4.4	IPOTESI DI INTERVENTO .....	11
4.5	CONFIGURAZIONE POST OPERAM.....	11
4.5.1	<i>Condizione statica .....</i>	<i>11</i>
4.5.2	<i>Condizione sismica.....</i>	<i>12</i>
4.6	CONCLUSIONI .....	12
<b>5</b>	<b>ANALISI DEL PENDIO DI VIA FONTANELLE .....</b>	<b>13</b>
5.1	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	13
5.2	ANALISI DEI CARICHI .....	13
5.2.1	<i>Sovraccarico accidentale a monte del rilevato .....</i>	<i>13</i>
5.2.2	<i>Sovraccarico dovuto alla presenza dei fabbricati .....</i>	<i>13</i>
5.2.3	<i>Azione sismica.....</i>	<i>14</i>
5.3	CONFIGURAZIONE ANTE OPERAM .....	14
5.3.1	<i>Condizione statica .....</i>	<i>14</i>
5.3.2	<i>Condizione sismica.....</i>	<i>15</i>
5.4	IPOTESI DI INTERVENTO .....	15
5.5	CONFIGURAZIONE POST OPERAM.....	15
5.5.1	<i>Condizione statica .....</i>	<i>15</i>
5.5.2	<i>Condizione sismica.....</i>	<i>16</i>
5.6	CONCLUSIONI .....	16
<b>6</b>	<b>ANALISI DEL PENDIO DI S.CRISTOFORO.....</b>	<b>17</b>
6.1	STRATIGRAFIA DI PROGETTO.....	17
6.2	ANALISI DEI CARICHI .....	17
6.2.1	<i>Sovraccarico dovuto alla presenza dei fabbricati .....</i>	<i>17</i>
6.2.2	<i>Azione sismica.....</i>	<i>18</i>
6.3	CONFIGURAZIONE ANTE OPERAM .....	18

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

6.3.1	Condizione statica .....	18
6.3.2	Condizione sismica.....	19
6.4	CONCLUSIONI .....	19

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

# 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.**

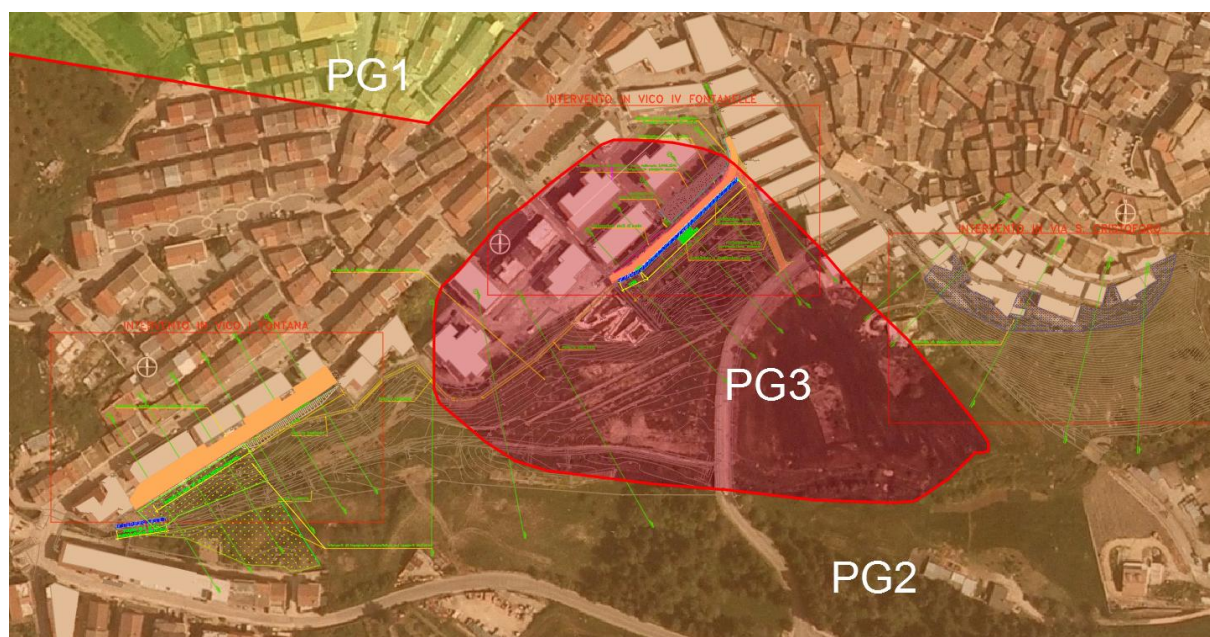
Di seguito si riportano una vista satellitare della zona di intervento, una planimetria della zonizzazione secondo il PAI e una planimetria degli interventi previsti in sede di progetto.



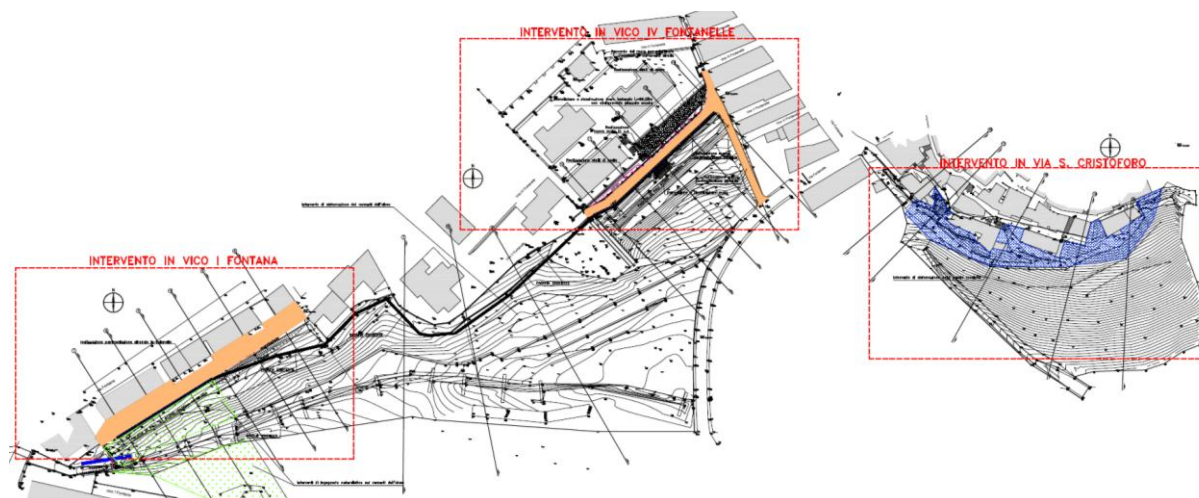
*Figura 1.1 Vista satellitare dell'area in esame*



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



*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).

### **1.3 Caratterizzazione dei movimenti franosi (IFFI, ISPRA)**

Dai sopralluoghi emerge che le dinamiche geomorfologiche dei versanti del torrente Fontana fanno riferimento essenzialmente a movimenti franosi tipo soliflussi; tale condizione

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

morfodinamica appare confermata anche dalla descrizione dei dissesti del versante in esame segnalato nell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI, ISPRA) nel quale il versante è caratterizzato da "frane superficiali diffuse causate da precipitazioni brevi ed intense oppure da piogge intense e prolungate con presenza di locali fenomeni di erosione al piede dovute al torrente Fontana" (IDfrana N. 0710010300).



*Figura 1.4 Estratto dell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia (IFFI, ISPRA)*

	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</b>	Redatto:
Oggetto:	Relazione specialistica sugli interventi	<b>GM</b>

## 2 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.

### 2.1 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	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	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

### 2.2 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	$\gamma_d$	kN/m <sup>3</sup>	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"><b>PROGETTO ESECUTIVO</b>  <b>COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</b></p>	Redatto:
Oggetto:	<b>Relazione specialistica sugli interventi</b>	<b>GM</b>

## 3 CRITERIO DI PROGETTAZIONE

### 3.1 Analisi stabilità

Per la valutazione del rischio di instabilità dei versanti sono state eseguite una serie di **verifiche di stabilità globale** dei pendii in esame allo stato attuale. Tali analisi sono state eseguite sia in condizioni statiche che sismiche, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- **Condizione statiche:** è stata considerata, laddove presente, la presenza di un sovraccarico accidentale di progetto a monte del rilevato (amplificato in base al coefficiente parziale A2);
- **Condizioni sismiche:** è stata considerata la presenza dell'azione sismica tramite applicazione del coefficiente sismico orizzontale  $k_H$  e verticale  $k_V$ , in questa configurazione non si considera la presenza del sovraccarico accidentale.

Le analisi di instabilità sui pendii allo stato attuale (ante operam) hanno evidenziato, in alcuni casi, un fattore di sicurezza all'instabilità del versante inferiore al valore minimo richiesto dalla normativa ( $FS_{MIN}=1.1$ ).

Laddove necessario, sono state analizzate alcune strategie di intervento finalizzate alla mitigazione del rischio di instabilità dei versanti e sono state rieseguite le analisi di instabilità di versante in condizioni statiche e sismiche assicurando al versante un fattore di sicurezza superiore a quello minimo imposto dalla normativa.

### 3.2 Modello di calcolo

Per l'analisi dei versanti sono stati realizzati degli opportuni modelli di calcolo agli elementi finiti tramite il software Geostudio Slope/W. Le analisi sono state eseguite considerando le esatte stratigrafie di ciascun tratto ed assegnando ai terreni i parametri geotecnici ridotti in base ai coefficienti parziali M2 precedentemente riportati.

### 3.3 Coefficienti di combinazione

Le **verifiche di stabilità globale** dei versanti sono state condotte secondo **l'approccio 1 combinazione 2: (A2+M2+R2)**, applicando i coefficienti parziali previsti dalle norme NTC2008.

I coefficienti parziali relativi alle azioni sono forniti dalla Tab. 6.2.I delle NTC2008.

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3



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

I coefficienti parziali da applicare ai parametri geotecnici del terreno sono forniti dalla Tab. 6.2.II delle NTC2008:

**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>	$\tan \phi'_k$	$\gamma_M$ $\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
<i>Coesione efficace</i>	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
<i>Resistenza non drenata</i>	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
<i>Peso dell'unità di volume</i>	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

Il fattore di sicurezza minimo da rispettare nelle verifiche di stabilità globale è fornito dalla Tab. 6.8.I delle NTC2008:

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

Coefficiente	R2
$\gamma_R$	1.1

**Pertanto, ai sensi delle NTC2008, il valore minimo del coefficiente di sicurezza per le verifiche di stabilità globale è assunto pari a 1.10.**

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

## 4 ANALISI DEL PENDIO DI VICO I FONTANA

### 4.1 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia del progetto del versante in esame con la legenda della tipologia dei terreni. Per le caratteristiche di questi ultimi si veda il capitolo relativo ai parametri geotecnici.

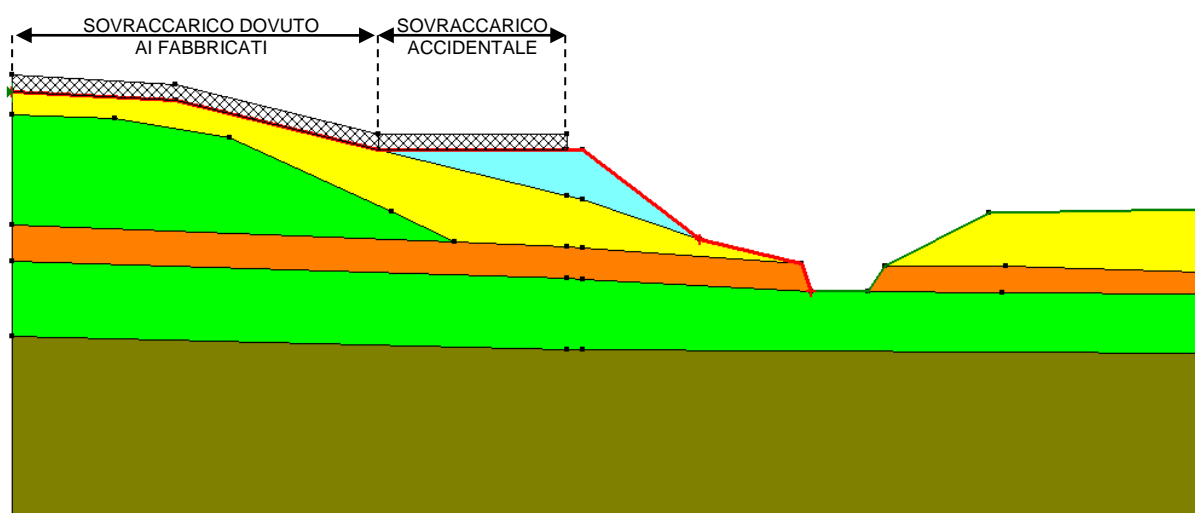


Figura 4.1 Vico I Fontana – Profilo stratigrafia di calcolo


COLLUVI LIMO ARGILLOSI	
SABBIE LIMOSE ARENACEE	
LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI	
ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE	
TERRENO DI RIPORTO	

Figura 4.2 Vico I Fontana – Legenda stratigrafia di calcolo

### 4.2 Analisi dei carichi

#### 4.2.1 Sovraccarico accidentale a monte del rilevato

E' stato considerato un sovraccarico accidentale a monte del rilevato pari a 20 kN/mq. Considerando il coefficiente di amplificazione A2 si ottiene un carico di progetto pari a:

$$q = 1.30 \times 20 \text{ kN/mq} = 26 \text{ kN/mq}$$

#### 4.2.2 Sovraccarico 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:

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

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

### 4.2.3 Azione sismica

Sono stati considerati un coefficiente sismico orizzontale e verticale, rispettivamente, pari a:

$$k_h = \beta_s \times a_{\max}/g = 0.28 \times 0.415 g = 0.116$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h = \pm 0.5 \times 0.116 = \pm 0.051$$

Avendo posto:

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g = 1.32 \times 1.2 \times 0.262 g = 0.415 g$$

Ed avendo ricavato il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito dalla tabella 7.11.I delle NTC2008:

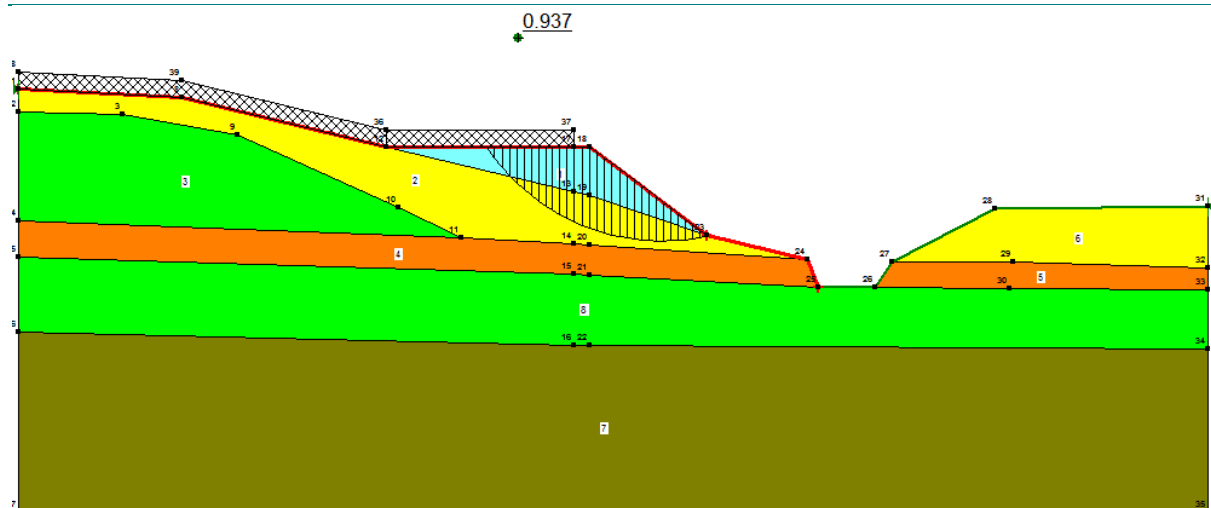
**Tabella 7.11.I** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

### 4.3 Configurazione ANTE OPERAM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità in condizioni ante-operam.

#### 4.3.1 Condizione statica



**Figura 4.3** Analisi di stabilità del versante in condizioni statiche ANTE-OPERAM

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

### 4.3.2 Condizione sismica

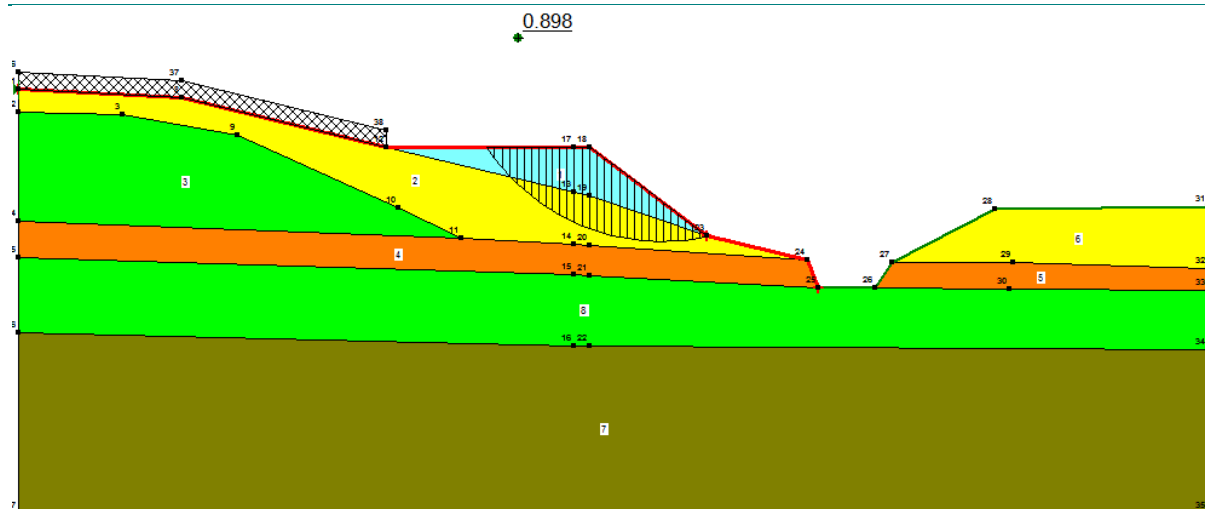


Figura 4.4 Analisi di stabilità del versante in condizioni sismiche ANTE-OPERAM

### 4.4 Ipotesi di intervento

Le analisi in condizioni ante-operam hanno dimostrato sostanzialmente un coefficiente di sicurezza alla stabilità globale inferiore al valore minimo di normativa. Si prevede, pertanto, la realizzazione di un'opera di sostegno costituita da una paratia di pali di grande diametro sufficientemente lunghi da intestarsi nello strato di limo con argilla sabbiosa.

### 4.5 Configurazione POST OPERAM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità in condizioni post-operam.

#### 4.5.1 Condizione statica

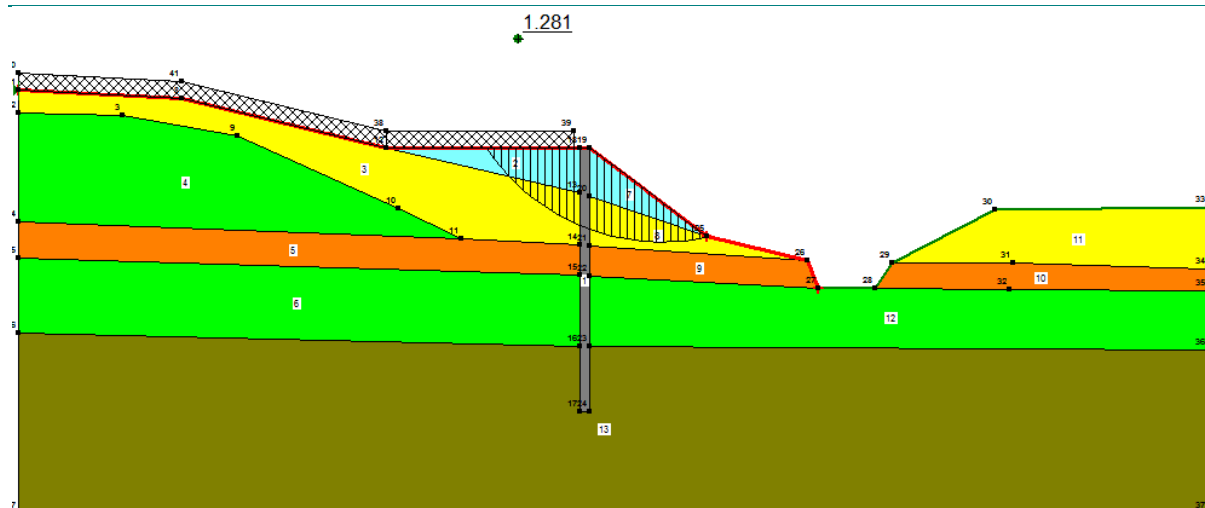


Figura 4.5 Analisi di stabilità del versante in condizioni statiche POST-OPERAM



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

#### 4.5.2 Condizione sismica

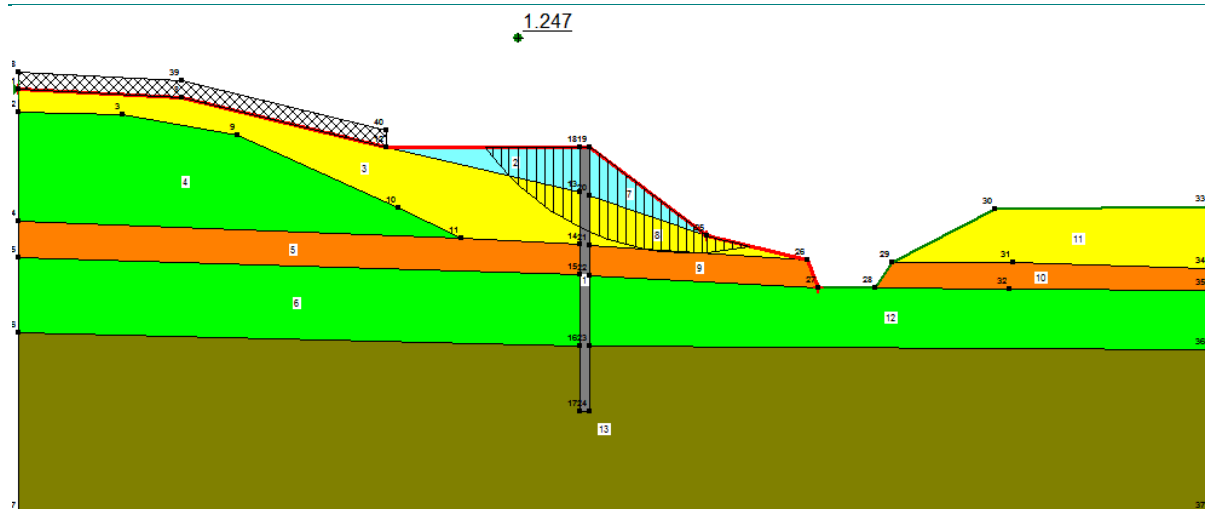


Figura 4.6 Analisi di stabilità del versante in condizioni sismiche POST-OPERAM

#### 4.6 Conclusioni

Le analisi hanno mostrato, come prevedibile, un sostanziale aumento del fattore di sicurezza in seguito alla realizzazione della paratia. Di seguito si riportano i fattori di sicurezza in condizioni ante e post operam. Il fattore di sicurezza minimo deve essere almeno pari a **1.10**.

	ANTE OPERAM	POST OPERAM
CONDIZIONI STATICHE	0.937	1.281
CONDIZIONI SISMICHE	0.898	1.247

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

## 5 ANALISI DEL PENDIO DI VIA FONTANELLE

### 5.1 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia del progetto del versante in esame con la legenda della tipologia dei terreni. Per le caratteristiche di questi ultimi si veda il capitolo relativo ai parametri geotecnici.

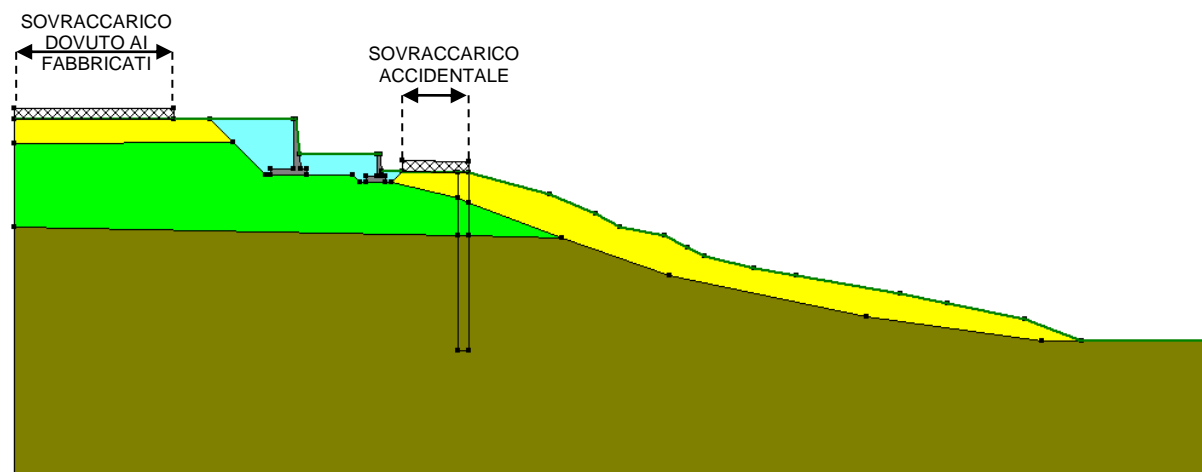


Figura 5.1 Via Fontanelle – Profilo stratigrafia di calcolo


COLLUVI LIMO ARGILLOSI	
LIMI ARGILLOSI GRIGIO GIALLASTRI	
ARGILLE LIMOSE GRIGIE MARNOSE	
TERRENO DI RIPORTO	

Figura 5.2 Via Fontanelle – Legenda stratigrafia di calcolo

### 5.2 Analisi dei carichi

#### 5.2.1 Sovraccarico accidentale a monte del rilevato

E' stato considerato un sovraccarico accidentale a monte del rilevato pari a 20 kN/mq. Considerando il coefficiente di amplificazione A2 si ottiene un carico di progetto pari a:

$$q = 1.30 \times 20 \text{ kN/mq} = 26 \text{ kN/mq}$$

#### 5.2.2 Sovraccarico dovuto alla presenza dei fabbricati

Sono stati considerati i carichi trasmessi dalle fondazioni dei plessi scolastici che si trovano a monte del muro di sostegno del piazzale della scuola. 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:

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

	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</b>	Redatto:
Oggetto:	Relazione specialistica sugli interventi	<b>GM</b>

### 5.2.3 Azione sismica

Sono stati considerati un coefficiente sismico orizzontale e verticale, rispettivamente, pari a:

$$k_h = \beta_s \times a_{\max}/g = 0.28 \times 0.362 \text{ g} = 0.103$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h = \pm 0.5 \times 0.102 = \pm 0.052$$

Avendo posto:

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g = 1.15 \times 1.2 \times 0.262 \text{ g} = 0.362 \text{ g} \quad (\text{via Fontanelle, S. Cristoforo})$$

Ed avendo ricavato il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito dalla tabella 7.11.I delle NTC2008:

**Tabella 7.11.I** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,30	0,28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,20

### 5.3 Configurazione ANTE OPERAM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità in condizioni ante-operam.

#### 5.3.1 Condizione statica

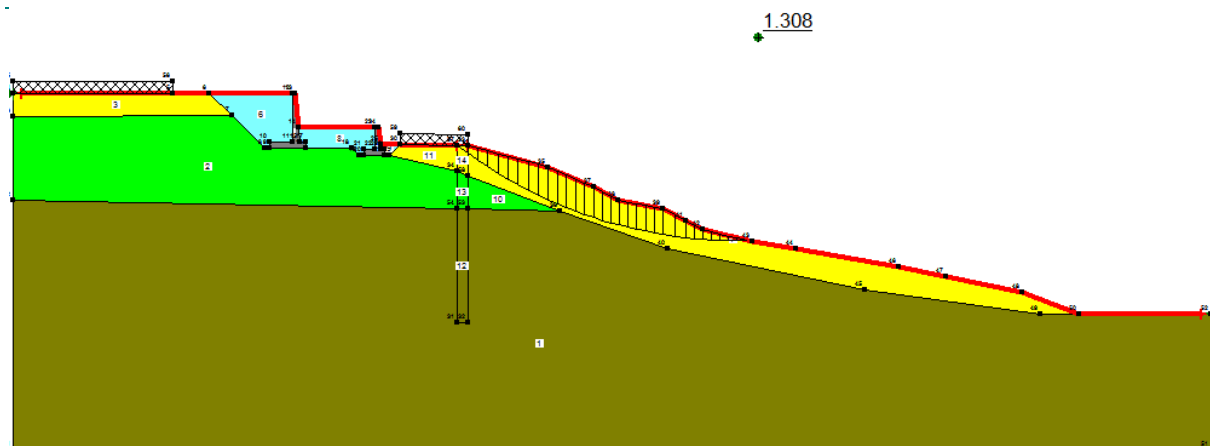


Figura 5.3 Analisi di stabilità del versante in condizioni statiche ANTE-OPERAM

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

### 5.3.2 Condizione sismica

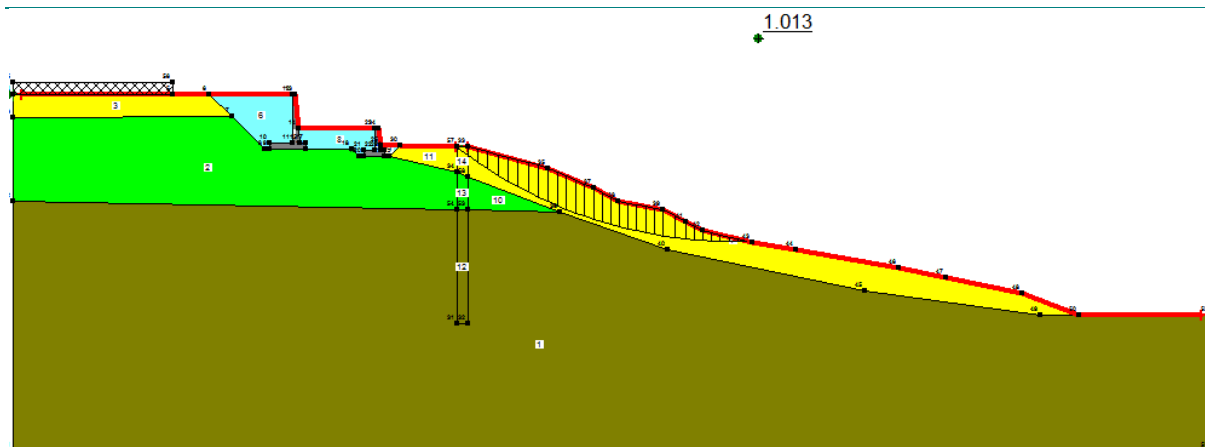


Figura 5.4 Analisi di stabilità del versante in condizioni sismiche ANTE-OPERAM

### 5.4 Ipotesi di intervento

Anche in questo caso le analisi in condizioni ante-operam hanno dimostrato sostanzialmente un coefficiente di sicurezza alla stabilità globale inferiore al valore minimo di normativa. Si prevede, pertanto, la realizzazione di un'opera di sostegno costituita da una paratia di pali di grande diametro sufficientemente lunghi da intestarsi nello strato di limo con argilla sabbiosa.

### 5.5 Configurazione POST OPERAM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità in condizioni post-operam.

#### 5.5.1 Condizione statica

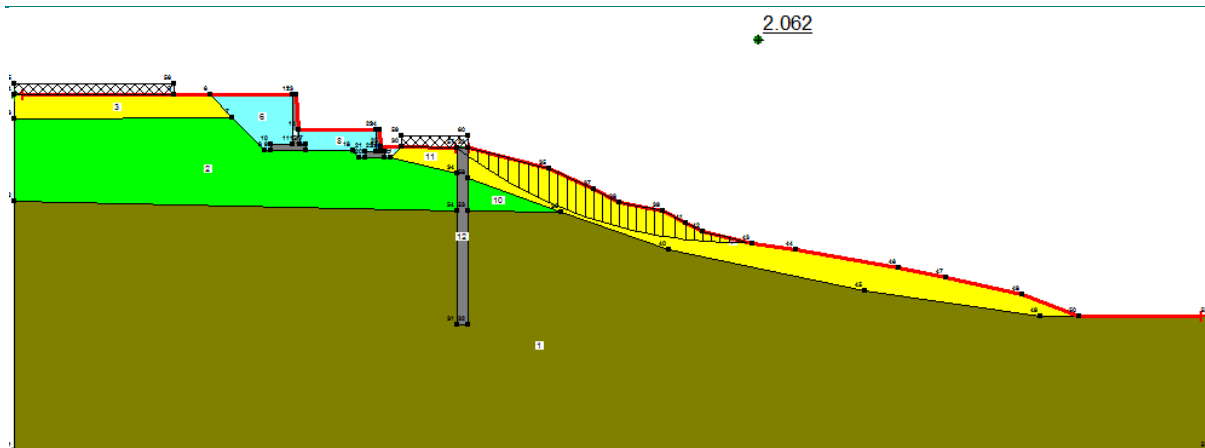
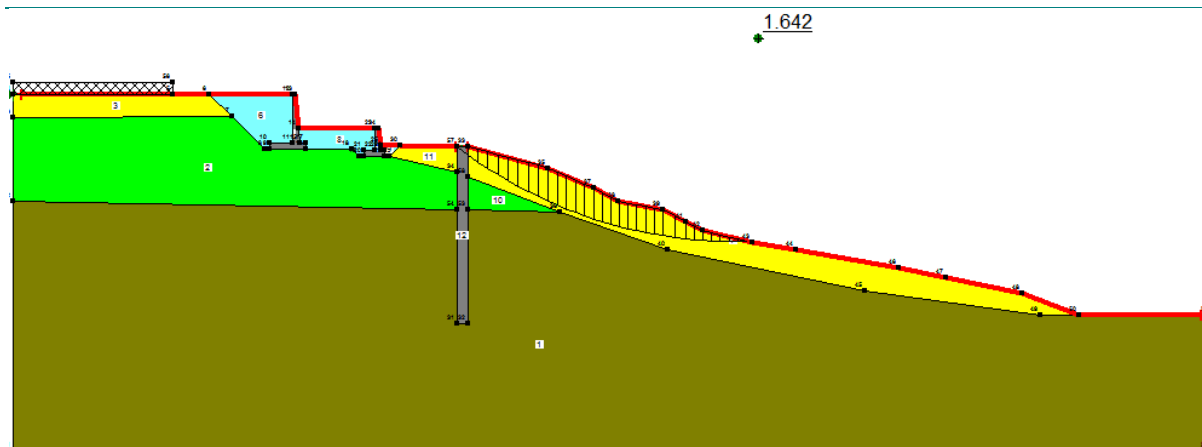


Figura 5.5 Analisi di stabilità del versante in condizioni statiche POST-OPERAM



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

### 5.5.2 Condizione sismica



*Figura 5.6 Analisi di stabilità del versante in condizioni sismiche POST-OPERAM*

## 5.6 Conclusioni

Le analisi hanno mostrato, come prevedibile, un sostanziale aumento del fattore di sicurezza in seguito alla realizzazione della paratia. Di seguito si riportano i fattori di sicurezza in condizioni ante e post operam. Il fattore di sicurezza minimo deve essere almeno pari a **1.10**.

	ANTE OPERAM	POST OPERAM
CONDIZIONI STATICHE	1.308	2.062
CONDIZIONI SISMICHE	1.013	1.642

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

## 6 ANALISI DEL PENDIO DI S.CRISTOFORO

### 6.1 Stratigrafia di progetto

Di seguito si riporta la stratigrafia del progetto del versante in esame con la legenda della tipologia dei terreni. Per le caratteristiche di questi ultimi si veda il capitolo relativo ai parametri geotecnici.

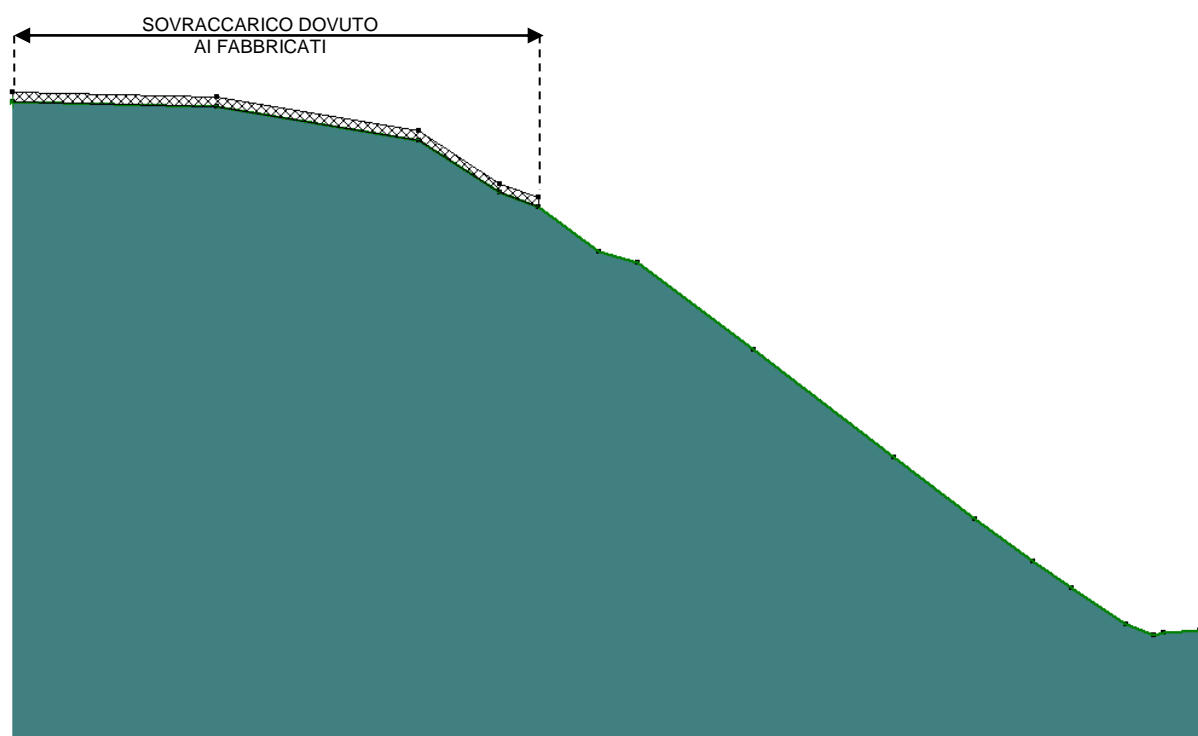


Figura 6.1 S.Cristoforo – Profilo stratigrafia di calcolo

CALCARI-CALCARENITI GRIGIASTRI 

Figura 6.2 S.Cristoforo – Legenda stratigrafia di calcolo

### 6.2 Analisi dei carichi

#### 6.2.1 Sovraccarico dovuto alla presenza dei fabbricati

Sono stati considerati i carichi trasmessi dai fabbricati che si trovano a ridosso del pendio. 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 2 piani, ciascuno di altezza media pari a 3.0 m, si ottiene:

$$p = 7 \text{ kN/mc} \times 2 \text{ piani} \times 3 \text{ m/piano} = 42 \text{ kN/mq}$$

	<b>PROGETTO ESECUTIVO</b> <b>COMUNE DI DELICETO - LAVORI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO CENTRO URBANO - VIA S. CRISTOFORO, VIA FONTANELLE, VICO I FONTANA</b>	Redatto:
Oggetto:	<b>Relazione specialistica sugli interventi</b>	<b>GM</b>

## 6.2.2 Azione sismica

Sono stati considerati un coefficiente sismico orizzontale e verticale, rispettivamente, pari a:

$$k_h = \beta_s \times a_{\max}/g = 0.28 \times 0.362 \text{ g} = 0.103$$

$$k_v = \pm 0.5 \times k_h = \pm 0.5 \times 0.102 = \pm 0.052$$

Avendo posto:

$$a_{\max} = S_S \times S_T \times a_g = 1.15 \times 1.2 \times 0.262 \text{ g} = 0.362 \text{ g} \quad (\text{via Fontanelle, S. Cristoforo})$$

Ed avendo ricavato il valore del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito dalla tabella 7.11.I delle NTC2008:

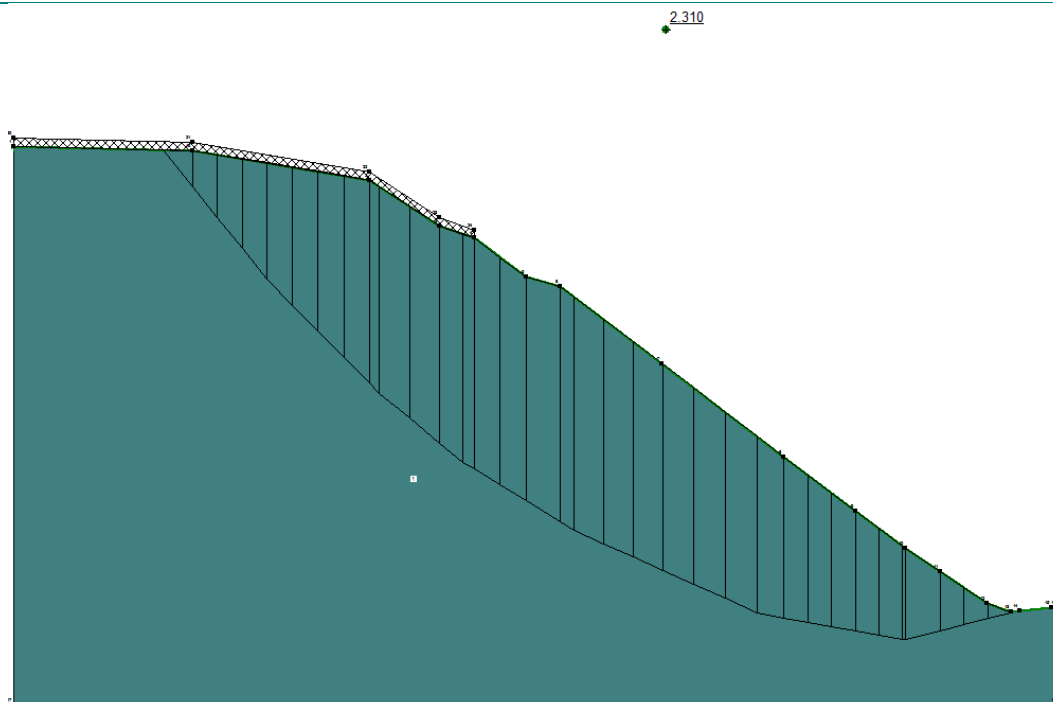
**Tabella 7.11.I** – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	$\beta_s$	$\beta_s$
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0,30	0,28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0.1$	0,20	0,20

## 6.3 Configurazione ANTE OPERAM

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi di stabilità in condizioni ante-operam.

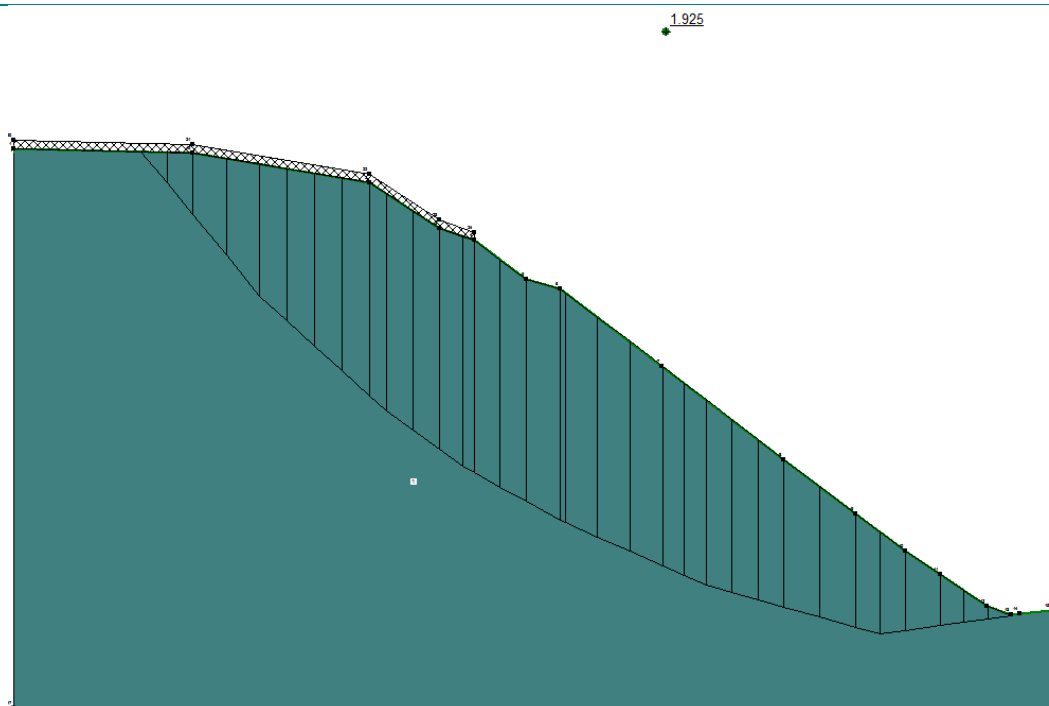
### 6.3.1 Condizione statica



**Figura 6.3** Analisi di stabilità del versante in condizioni statiche ANTE-OPERAM

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

### 6.3.2 Condizione sismica



*Figura 6.4 Analisi di stabilità del versante in condizioni sismiche ANTE-OPERAM*

### 6.4 Conclusioni

In questo caso le analisi in condizioni ante-operam hanno dimostrato sostanzialmente un coefficiente di sicurezza alla stabilità globale superiore al valore minimo di normativa. Non si prevede, quindi, l'esecuzione di alcun intervento significativo bensì si prevede un intervento di disaggio del pendio in maniera tale da prevenire l'accidentale distaccamento di elementi rocciosi di piccole dimensioni.

Di seguito si riportano i fattori di sicurezza in condizioni ante operam. Il fattore di sicurezza minimo deve essere almeno pari a **1.10**. Come si può vedere il limite è ampiamente soddisfatto.

	ANTE OPERAM
CONDIZIONI STATICHE	2.310
CONDIZIONI SISMICHE	1.925