

# PROVINCIA DI BENEVENTO

Settore Infrastrutture-Viabilità e Trasporti - Risorse Idriche - Ambiente - Rifiuti  
servizio Viabilità

P.O.R. Campania F.E.S.R. 2007-2013

## PROGETTO PRELIMINARE

(art. 17-23 D.P.R. 5 ottobre 2010 n.207)

Lavori di messa in sicurezza e ripristino della viabilità della S.P. n.1 "Ciardelli"  
- tratto località Covini di Arpaise-



### Elenco elaborati:

- REL. 01 - relazione illustrativa
- REL. 02 - relazione tecnica
- REL. 03 - studio di prefattibilità ambientale
- REL. 04 - relazione geotecnica
- REL. 05 - calcolo sommario della spesa
- REL. 06 - capitolato speciale descrittivo e prestazionale
- TAV. 01 - corografia generale 1:50.000
- TAV. 02 - corografia generale 1:25.000
- TAV. 03 - stralcio aerofotogrammetrico 1:2.000
- TAV. 04 - stralcio catastale
- TAV. 05 - rilievo planometrico
- TAV. 06- opere a farsi (pianta e prospetto)

Approvato con Deliberazione n. 263 del 22.12.15  
Adottata dal Presidente della Provincia di Benevento

Il Segretario Generale  
Enrico Franco Nardone

REL.02

RELAZIONE TECNICA

### progettazione:

arch. Carminantonio DE SANTIS  
arch. Giancarlo MARCAPELLI  
ing. Stefania RISPOLI

Responsabile del Servizio Viabilità  
ing. Francesco CARUSO



Responsabile del procedimento:  
ing. Zosimo Giovanni MAIOLO

Dirigente: avv. Vincenzo CATALANO

1/10/20

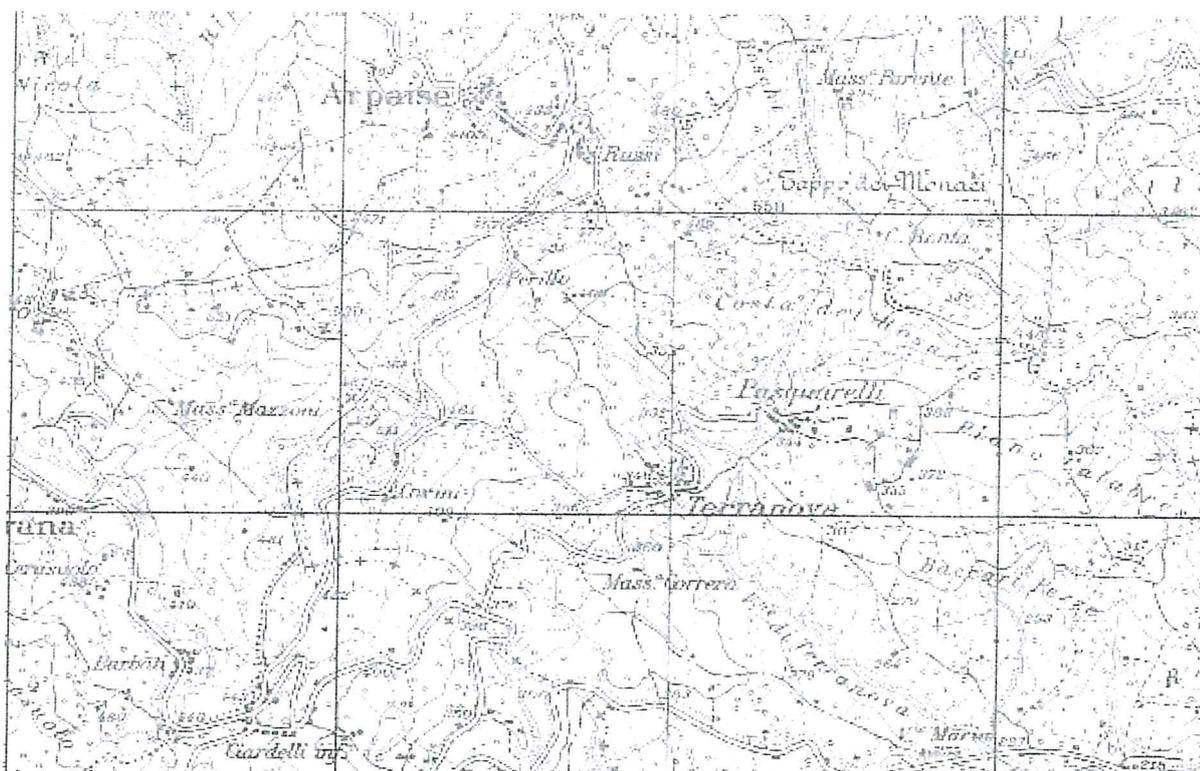
## INDICE

1) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO DELL'AREA .....	2
1.1 ASSETTO GEOLOGICO .....	2
1.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	3
1.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO E TIPOLOGIA DEI DISSESTI .....	3
1.4 INDAGINI DISPONIBILI e CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA .....	5
1.5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO .....	5
2) DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	5
2.1 METODO DI ANALISI DELLE PARATIE.....	6
2.2 PLACCAGGIO PARETE.....	6
3) ANALISI DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO .....	8
4) DISPONIBILITÀ DELLE AREE .....	9

## 1) INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOTECNICO DELL'AREA

### 1.1 ASSETTO GEOLOGICO

L'area di studio ricade nel Foglio Geologico n. 173 “Benevento” della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).



**Figura 1.1 Stralcio Carta Geologica d'Italia. L'area ricade in zona di transizione tra R14 e R18**

Nel caso specifico, sulla scorta di dati censiti sul territorio in seguito al rilevamento geologico effettuato sulle aree prossime a quella di studio, si evidenziano la presenza di depositi per lo più molassici, argilloso – sabbiosi e limosi (specie nella parte alta) di colore giallo ocre, verdastre, grigiastre, ecc., con intercalazioni più o meno frequenti di elementi litoidi di natura calcarenitica ed arenacea; tali depositi poggiano su una struttura di base caratterizzata da argille sovraconsolidate scagliose a frattura concoide di colore grigio cenere.

Lo strato superficiale è costituito da una coltre eluvio – colluviale di età recente (Quaternario), sotto forma di lembi estesi dagli spessori variabili, composta da terreno vegetale piuttosto maturo, di colore bruno – nerastro, con limi argillosi, di natura piroclastica rimaneggiata riferibile alle manifestazioni effusive dei campi Flegrei, con frequenti ed avanzati processi di argillificazione.

Tali depositi, che colmano depressioni topografiche e sono livellati in superficie, mancano di stratificazione e di classazione granulometrica e contengono elementi piroclastici eterogenei e di dimensioni diverse (pomici, frustoli carboniosa, ecc.).

Dal punto di vista strutturale, il disturbo tettonico disgiunto si manifesta con numerosi ma modesti lineamenti strutturali il cui andamento, per le particolari caratteristiche di scarsa tenacità dei litotipi cui ci si riferisce, risulta difficile da definire con rigorosa esattezza.

### **1.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO**

La disomogeneità strutturale del substrato rende difficile la ricostruzione dell'esatta geometria dell'acquifero, nonché la descrizione dei percorsi del deflusso sotterraneo. E' però possibile delineare il deflusso superficiale e sub-superficiale sulla base delle osservazioni effettuate in occasione dell'evento disastroso del dicembre 2010 e della permeabilità tipiche dei litotipi presenti.

Considerando che nel Bacino affiorano terreni dotati di buona permeabilità, il deflusso superficiale è ben alimentato e regolarizzato dagli apporti idrici di falda.

Dal punto di vista idrogeologico, sulla base dell'analisi di dettaglio dei litotipi affioranti, nell'area si distinguono due complessi idrogeologici:

quello delle “Unità delle sabbie e dei conglomerati” e quello della “Unità dei depositi superficiali”.

Per quanto riguarda le “unità delle sabbie e dei conglomerati”, la permeabilità è media per porosità e fratturazione; le falde presenti sono consistenti e sfruttabili mediante pozzi profondi.

Nelle “unità dei depositi superficiali” la permeabilità è medio – alta per porosità; le risorse idriche sono variabili in funzione dell'assortimento granulometrico delle litologie presenti in loco.

Ne deriva un articolato quadro idrogeologico di substrato con falde e/o tasche idriche variamente articolate e, talora, interconnesse, che a luoghi emergono a giorno con manifestazioni sorgentizie.

La circuitazione idrica profonda in questi materiali si realizza preferenzialmente lungo i piani di stratificazione e risente della giacitura dei singoli strati e, quindi, è controllata dall'assetto strutturale locale.

L'area è sottoposta, pertanto, a vincolo idrogeologico.

### **1.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO E TIPOLOGIA DEI DISSESTI**

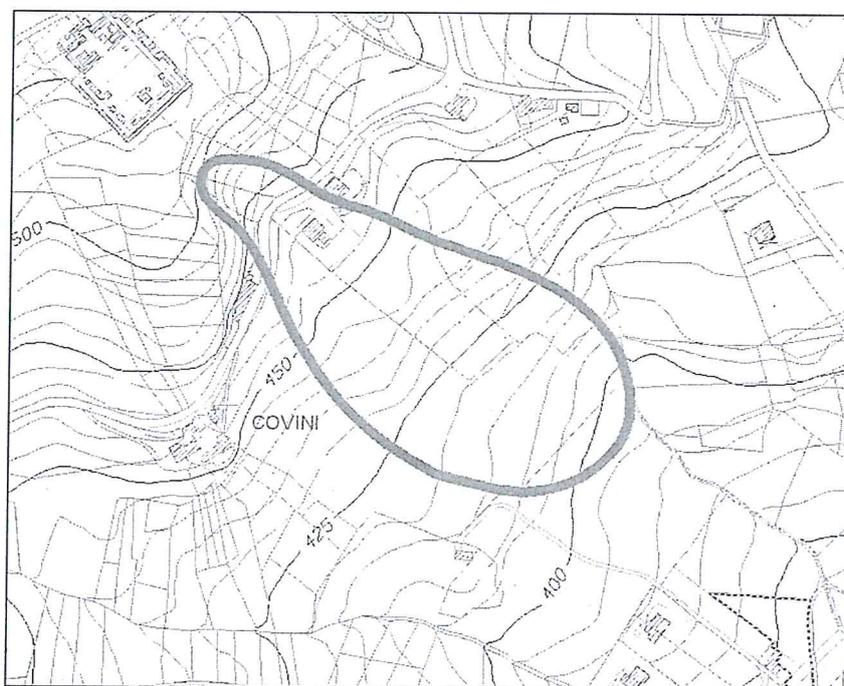
La natura prevalentemente limoso – argillosa e sabbioso - argillosa dei terreni affioranti, genera in gran parte una serie di profili morfologici prevalentemente “morbidi”.

In generale ci si trova di fronte alla presenza di modesti dossi collinari dalle tenue ondulazioni che, nel loro susseguirsi, creano dolci vallate ampiamente aperte o aree estesamente pianeggianti dovute ad antichi fenomeni di spianamento e successive colmate.

L'area oggetto di studio è sita nel settore occidentale del paese, nell'ambito di un versante che si apre a ventaglio verso SE caratterizzata da pendenze alquanto variabili, generalmente dai 15° ai 30° circa.

L'attuale assetto geomorfologico dell'area rappresenta il risultato di continui interventi antropici, che hanno sicuramente modificato l'antico paesaggio. Tuttavia questo ultimo ha conservato, l'elemento morfologico originario, costituito dalla presenza di una superficie sommitale a mezza costa interrotta da pendii con media acclività.

Il movimento franoso si è manifestato lungo la direttrice NO-SE e risulta essere palesemente retrogressivo, innescatosi dal basso e propagatosi a da valle verso monte interessando la SP1 per un'estensione di circa 70m lungo il suo asse.



**Figura 1.2 Carta geomorfologica di dettaglio con indicazione del fenomeno franoso cartografato**

Allo stato, dalle rilevazioni eseguite, l'area subito a monte del ciglio della frana, è di fatto fermo; ciononostante non è possibile escludere al momento che l'evoluzione del fenomeno possa innescare un nuovo movimento retrogressivo verso monte, andando a coinvolgere un'area anche più intensamente urbanizzata.

#### 1.4 INDAGINI DISPONIBILI e CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA

Si rinvia agli atti d'ufficio relativi all'appalto affidato alla GEOPROJECT s.r.l., con sede in Marano di Napoli (NA), via Antica Casolare Campana n° 48/bis, di cui al contratto di appalto sottoscritto in data 13.05.2014 rep. n°2226.

#### 1.5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

Si rimanda alla relazione REL. 05 "RELAZIONE GEOTECNICA".

### 2) DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La tipologia costruttiva del viadotto dovrà essere, per quanto riguarda le **spalle**:

- n.8 pali affiancati  $\phi$  1000 trivellati, di lunghezza 30.00 m sottostanti al cordolo di collegamento di dimensioni 2.00 x 1.50 m,

mentre, per quanto riguarda le **campate** del viadotto, come accennato in precedenza, verranno realizzati:

- n. 3 plinti rettangolari delle dimensioni di 5.00 x 8.50 m e dell'altezza di 2.00 m, sovrastanti n. 6 pali  $\phi$  1000 trivellati di lunghezza 30.00 m;
- n. 3 fusti di dimensioni 3,00 m x 6,00 m di altezza variabile

Nella figura seguente viene riportata una rappresentazione schematica ed illustrativa del viadotto in oggetto dalla quale è possibile interpretare la soluzione progettuale individuata.

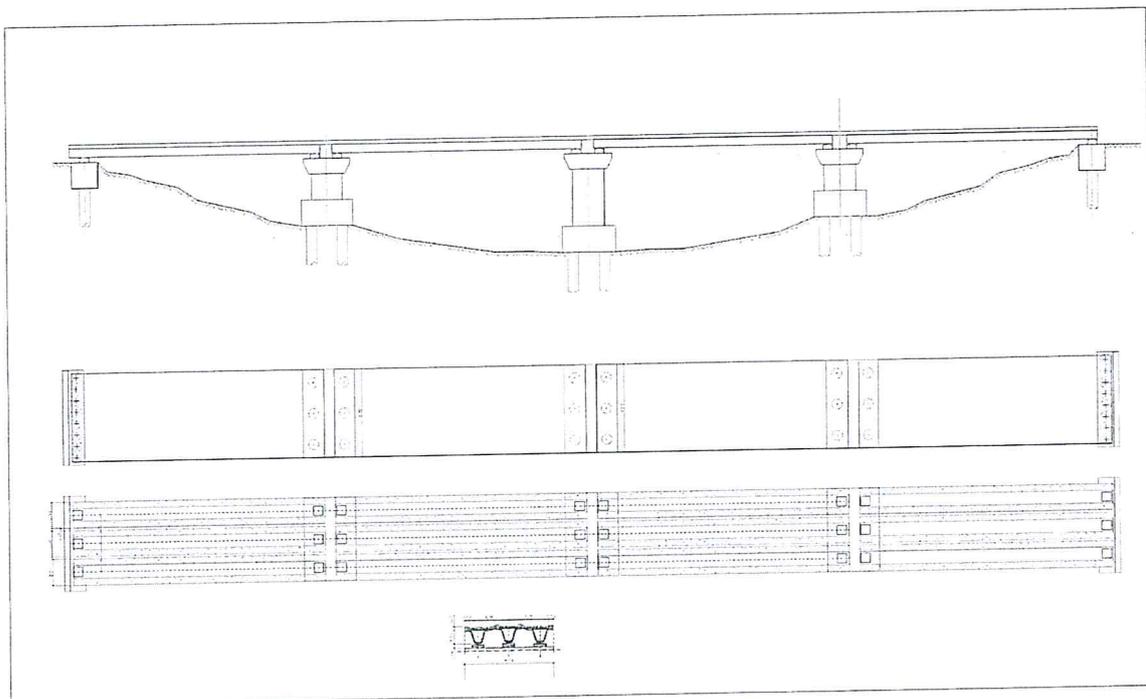


Figura 2-1 schema intervento previsto

A protezione delle pile verranno, inoltre, realizzate paratie di pali in c.a. in n.3 a monte e n.3 a valle composte ciascuno da n.5 pali di lunghezza m. 18,00

In aggiunta sono previsti i seguenti interventi strutturali:

- batterie di aste drenanti sub-superficiali per la riduzione delle pressioni interstiziali a tergo delle opere di contenimento per la riduzione delle azioni agenti sulle opere stesse;
- opere di placcaggio del fronte di arenaria denudata a monte della strada;
- opere complementari, impianti, finiture.

A protezione delle opere esistenti è prevista la realizzazione di una paratia lunga m. 40,00 composta da n.40 pali  $\phi$  1000 trivellati di lunghezza 22.00 m collegati in testa da un cordolo e muro in c.a.

## 2.1 METODO DI ANALISI DELLE PARATIE

In base a quanto riportato dalla Norme Tecniche delle Costruzioni le verifiche di tipo Geotecnico (GEO) e Strutturale (STR) delle paratie devono essere eseguite secondo l'approccio 1 utilizzando le combinazioni A1+M1+R1 e A2+M2+R1 mentre la verifica alla stabilità globale deve essere eseguita secondo la combinazione A2+M2+R2. I coefficienti parziali per le azioni (A), per i parametri geotecnici (M) e per gli SLU (R) sono di seguito riportati.

**Tabella 4-1 Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

**Tabella 4-2 Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

**Tabella 4-3 Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO**

Per quanto riguarda le verifiche in condizioni sismiche si fa riferimento alla Circolare n.617 del 2 febbraio 2009 in base alla quale l'analisi sismica delle paratie si esegue con l'Approccio 1.

Per l'analisi di stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza del terreno, si utilizza la Combinazione 2. In particolare, le variazioni di spinta prodotte dalle azioni sismiche si calcolano con i coefficienti parziali M2, mentre i parametri A2 della Combinazione 2 devono essere posti pari ad uno.

Per l'analisi di stati limite per raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali o nei vincoli, si adopera la Combinazione 1 dell'Approccio 1, nella quale però i coefficienti A1 devono essere posti pari ad uno.

## 2.2 PLACCAGGIO PARETE

Le analisi di stabilità di pareti in rocce discontinue hanno lo scopo di determinare le condizioni di equilibrio di singoli blocchi o di sistemi di blocchi delimitati da piani di discontinuità presenti all'interno della massa ed esposti sul fronte di scavo o sulle superfici libere della parete in esame.

Il primo passo di un'analisi di stabilità è quello di determinare i possibili cinematismi di scivolamento e di ribaltamento dei blocchi o dei sistemi di blocchi che si affacciano sulle superfici del pendio.

Successivamente si determinano l'entità, la direzione ed il punto di applicazione delle forze agenti sui blocchi (gravità, forze resistenti, forze dovute alla spinta dell'acqua, etc...) e se ne studia la loro condizione d'equilibrio.

Le analisi possono utilizzare le equazioni di equilibrio statico o dinamico.

L'analisi statica è in grado di definire solo la condizione di equilibrio limite (forze resistenti uguali a forze scivolanti) e le condizioni in cui le forze resistenti sono superiori alle forze scivolanti. Quando si innesca il movimento le forze scivolanti diventano superiori a quelle resistenti, ed occorre quindi fare ricorso a metodi che considerano le equazioni di equilibrio dinamico.

I procedimenti statici, sia riguardo problemi di singoli solidi, sia di sistemi di blocchi, assumono che tutti i blocchi siano rigidi e spesso limitano l'analisi al solo moto di traslazione; più raramente, tali procedimenti esaminano anche l'eventualità delle rotazioni (Wittke 1965, Goodman & Bray 1976, Chan & Einstein 1981, Lin & Fairhurst 1988).

Con analisi di tipo dinamico, il comportamento del sistema di blocchi viene simulato seguendo ipotesi che sono più realistiche per il fenomeno fisico che esaminano.

Il metodo degli elementi distinti (Cundall 1971,1988, Cundall & Hart 1985, Hart et al.1988) è un'efficiente procedura d'analisi di tipo dinamico, impiegabile per lo studio della stabilità di una massa rocciosa a blocchi.

Con il metodo degli elementi distinti, il sistema di blocchi può mostrare diverse configurazioni di comportamenti stabili ed instabili, in diversi passi, durante l'intero sviluppo dell'analisi dinamica.

Eseguite le analisi preliminari di stabilità della parete, è possibile definire i singoli interventi di stabilizzazione che, per il caso in studio, verosimilmente saranno:

1) Interventi generalizzati di pulizia corticale e disgiungimento blocchi instabili dalle volte.

2) Interventi di consolidamento leggero, atti ad impedire l'alterazione e la disgregazione superficiale della roccia, realizzati in massima parte mediante l'utilizzo di miscele cementizie proiettate sulla parete da trattare. Per la restante parte, dove è invece richiesto che la superficie della parete rocciosa sia da lasciare "a vista", l'intervento sarà realizzato con l'utilizzo di prodotti incolori e trasparenti, a base di resine acriliche in dispersione acquosa, di bassa viscosità e dall'elevato potere legante, resistenti agli attacchi chimici degli agenti atmosferici altamente aggressivi, non filmogeni e permeabili al vapore.

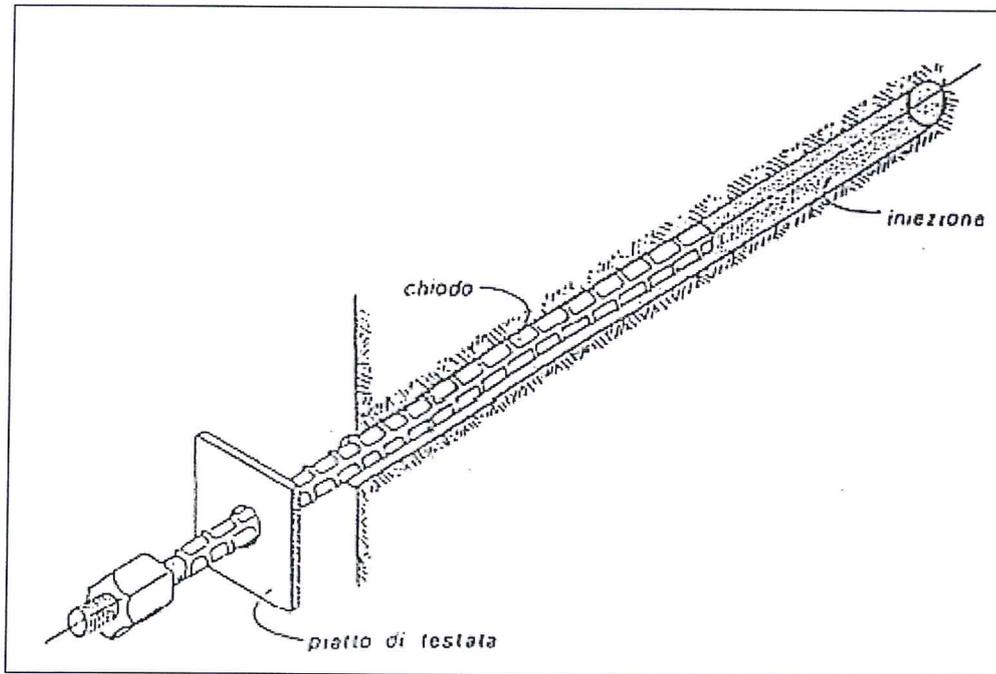


Figura 2.2 Particolare del chiodo di ancoraggio

### 3) ANALISI DELL'EFFICACIA DELL'INTERVENTO

Per la valutazione delle attuali condizioni di stabilità dei versanti e per l'efficacia degli interventi proposti si è fatto riferimento alle NTC 2008 e, in particolare, al paragrafo 6.3.

Al fine di valutare preliminarmente l'efficacia degli interventi proposti sulla stabilità globale dei due movimenti franosi sono state eseguite, utilizzando il codice di calcolo SLOPE, analisi bidimensionali con i metodi dell'equilibrio limite.

Il regime delle pressioni neutre, sia in assenza e sia in presenza dei pozzi e delle aste drenanti, è stato simulato in condizioni stazionarie. Le sezioni geotecniche di riferimento sono state semplificate introducendo due soli materiali a differente permeabilità ai quali è stato aggiunto un terzo per simulare la presenza dei pozzi drenanti. In particolare, al basamento di argilla grigio-azzurra, coerentemente con i dati di letteratura, è stata assegnata una permeabilità pari a  $1 \times 10^{-10}$  m/s mentre alla sovrastante formazione costituita da materiali

piroclastici è stata assegnata una permeabilità di  $1 \times 10^{-6} \text{m/s}$ ; al materiale drenante utilizzato per simulare la presenza dei pozzi e delle aste drenanti è stata assegnata una permeabilità di  $1 \times 10^{-1} \text{m/s}$ .

Una volta definiti, quindi, la geometria della superficie di scorrimento, la distribuzione iniziale delle pressioni interstiziali con le relative condizioni al contorno ed i parametri meccanici operativi, si è valutata l'efficacia dell'intervento di mitigazione del rischio stimando, a parità di condizioni al contorno iniziali, la nuova distribuzione delle pressioni interstiziali e, di conseguenza, il valore del coefficiente di sicurezza.

Estendendo i risultati ottenuti in condizioni bidimensionali a quelle tridimensionali, si ottiene un coefficiente di sicurezza ottimale.

#### **4) DISPONIBILITÀ DELLE AREE**

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede l'occupazione temporanea e definitiva nonché l'apposizione di servitù, in terreni privati, per la realizzazione delle aste drenanti.

*BENEVENTO, 20/08/2015*

#### **Il gruppo di progettazione**

*Arch. Carminantonio DE SANTIS*

*Arch. Giancarlo MARCARELLI*

*Ing. Stefania RISPOLI*

#### **Il Responsabile del Procedimento**

*Ing. Zosimo Giovanni MAIOLO*

