

# PROGETTO ESECUTIVO

**ELAB.**

**2**

0 PRIMA EMISSIONE

FEBBRAIO 2012

REV.  
Rev.

DESCRIZIONE  
Description

DATA  
Date

VERIFICATO  
Checked

APPROVATO  
Approved

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

COMMITTENTE

PROGETTO

PROGETTAZIONE

**COMUNE DI  
MONTEBELLO SUL SANGRO**  
III Traversa, 2  
66040 - Montebello Sul Sangro (CH)

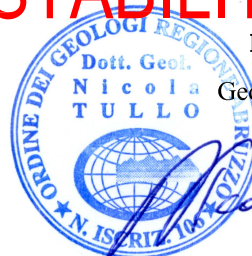
**MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE  
DELLA EX DISCARICA COMUNALE IN  
LOCALITA' FOSSO QUERCIA LA SERRA**



Studio di Geologia Applicata e Ambientale

66041 ATESSA (CH) - Via A. Gramsci, 1  
Tel. 0872.865994 - Fax. 0872.665019  
web site [www.sgaa.it](http://www.sgaa.it) - e-mail: [info@sgaa.it](mailto:info@sgaa.it)

## RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, IDROGEOLOGICA E SISMICA E ANALISI DI STABILITA'



Il progettista

Geol. Nicola Tullo

## **I N D I C E**

<b>1.0 PREMESSE</b>	<b>2</b>
<b>2.0 INDAGINI ESEGUITE</b>	<b>3</b>
<b>3.0 DESCRIZIONE DEL SITO DI DISCARICA</b>	<b>4</b>
<b>4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO</b>	<b>5</b>
<b>5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>	<b>6</b>
5.1. Sondaggi geognostici – modalità operative	7
5.2 Piezometri	7
<b>6.0 RISULTATI DELLE INDAGINI</b>	<b>8</b>
6.1 Stratigrafia di dettaglio e piezometria	8
6.1 Caratteri geotecnici	9
<b>7.0 CARATTERI SISMICI</b>	<b>10</b>
<b>8.0 ANALISI DI STABILITA'</b>	<b>13</b>
<b>9.0 PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA</b>	<b>13</b>

## **ALLEGATI:**

- Ubicazione area in studio;
- Veduta aerea;
- Carta Geologica;
- Stralcio Carta della Pericolosità Idrogeologica del P.A.I.;
- Ubicazione indagini geognostiche;
- Prospetti stratigrafici e documentazione fotografica;
- Report analisi di stabilità.

## **1.0 PREMESSE**

Si incarico dell'Amministrazione Comune di Montebello Sul Sangro è stato eseguito uno studio geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico nell'ambito del **progetto di messa in sicurezza permanente della ex discarica comunale in Loc. Fosso Quercia La Serra.**

In base alle norme dettate dal D.M. 471/99 attuativo dell'art. 17 del Dlgs 22/97 (Decreto Ronchi) e del Dlgs 152/06, che stabiliscono i criteri, le procedure e le modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il risanamento ambientale dei siti inquinati, e secondo le *“Linee guida per la verifica dello stato di qualità ambientale delle aree di discarica”* approvate dal Servizio Gestione dei rifiuti con determinazione dirigenziale DN3/28 del 06/03/2007, nel mese di maggio del 2007 sono state eseguite specifiche indagini ambientali per la caratterizzazione preliminare della ex discarica comunale in Loc. Fosso Quercia La Serra (Codice scheda ARTA VS230021).

Tali indagini evidenziarono, per le analisi eseguite sui campioni d'acqua, segni di contaminazione, con presenza di Ferro, Manganese, Nichel, Piombo e Solfati in concentrazioni molto al di sopra valori di concentrazione soglia CSC, stabiliti dal Dlgs 152/06, tabella 2 dell'allegato 5, nonché un elevato valore della concentrazione dei Cloruri e dell'Azoto Ammoniacale.

Pertanto, in ottemperanza alle procedure previste e disciplinate dall'art. 242 del D.lgs 152/06, è stato proposto un ulteriore Piano di Caratterizzazione (esaminato ed approvato nella riunione del 15/11/2007) finalizzato alla verifica delle matrici ambientali (suolo/sottosuolo e acque sotterranee) ed eventualmente all'analisi di rischio ambientale sanitario sito specifica.

Alla luce di tali indagini, è stato possibile definire che i rifiuti sono stati abbancati su depositi limo-argillosi con livelli sabbiosi. Si tratta di sedimenti a permeabilità medio-bassa che non permettono l'istaurarsi di una vera e propria falda idrica ma la presenza di intercalazioni sabbiose, a buona permeabilità, comporta una lenta filtrazione delle acque meteoriche che raggiungono direttamente la discarica o si infiltrano al contorno.

La rete piezometrica ha evidenziato la presenza di acqua in tutti i piezometri tranne che nel Pz4, ubicato a valle della discarica, risultato “asciutto”.

Le analisi chimiche di laboratorio, eseguite sui campioni di terreno evidenziano segni di contaminazioni da Idrocarburi (C<12) al di sopra dei VCLS (valori di concentrazione limite di soglia).

A differenza dei terreni le analisi eseguite sui campioni d'acqua prelevati hanno evidenziato segni di contaminazione, in concentrazioni al di sopra dei VCLS, per i seguenti analiti :

- Solfati,
- Alluminio,
- Boro,
- Ferro,
- Manganese.

in concentrazioni al di sopra dei VCLS.

La presenza di tali contaminanti ha indotto il Comune a predisporre un progetto di messa in sicurezza permanente della discarica al fine di impedire un'ulteriore contaminazione del terreno e delle acque sotterranee ad opera del percolato, sia con sistemi che ne riducano significativamente la produzione giornaliera, sia attraverso sistemi di isolamento e di impermeabilizzazione.

## **2.0 INDAGINI ESEGUITE**

Le indagini, eseguite nel giugno 2007 e nel gennaio 2011, hanno permesso una completa caratterizzazione della discarica al fine di ricostruire il modello geologico e idrogeologico del sito e lo stato qualitativo delle matrici ambientali suolo/terreno e delle acque sotterranee:

- *Acquisizione e raccolta dati sui rifiuti abbancati circa la loro tipologia e la loro quantità (verifica ed eventuale integrazione dei dati già forniti dal Comune ai tecnici ARTA all'atto dell'effettuazione del censimento riportato nell'appendice A alla delibera n. 1529 del 27/12/2006);*
- *Indagini indirette mediante prospezioni geoelettriche con il metodo tomografico;*

- *Indagini dirette in sito mediante l'esecuzione di n.6 sondaggi a rotazione con carotaggio continuo;*
- *Installazione di n. 6 piezometri;*
- *Prelievo di campioni di terreno lungo le verticali di sondaggio da sottoporre ad analisi chimiche;*
- *Prelievo di campioni di acqua dalla rete di piezometri;*
- *Rilievo plano-altimetrico dei punti di monitoraggio della falda;*
- *Analisi di laboratorio dei campioni di terreno e delle acque sotterranee*
- *Relazione sui risultati ottenuti.*

### **3.0 DESCRIZIONE DEL SITO DI DISCARICA**

La discarica in oggetto è ubicata in Località Quercia La Serra, a circa 1 km a SW dal centro abitato.

LOCALITA':	<b>Fosso Quercia La Serra</b>
COMUNE DI :	<b>MONTEBELLO S. SANGRO</b>
PROVINCIA:	<b>CHIETI</b>
LATITUDINE	<b>41° 58' 55'' N</b>
LONGITUDINE	<b>14° 18' 56'' E</b>
CARTA TOPOGRAFICA (ED50) 1:25.000	<b>379 EST</b>

Si tratta di una discarica di rifiuti solidi urbani, situata a circa 676 m s.l.m., lungo il fosso Passo Le Crete, ed occupa le particelle catastali n. 314 e 351 del foglio n. 5.

#### **4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

Il sito è rappresentato da una superficie, in origine mediamente inclinata, poi colmata dall'accumulo dei rifiuti, ubicata a Ovest dell'abitato di Montebello.

L'area in esame risulta compresa in area a pericolosità elevata (P2) tra quelle perimetrate nella *Carta della Pericolosità del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico* "Fenomeni gravitativi e processi erosivi", di cui si allega uno stralcio.

Dal punto di vista geologico, il territorio del quale fa parte il Comune di Montebello è costituito da un complesso di sedimenti marini pelitico-flisciodi del Terziario, noti in letteratura sotto il nome di Coltri Molisano-Sannitiche e Mesoautoctono Tufillo-Agnone o Colate Gravitative dell'Aventino-Sangro, rappresentati da Argille Varicolori sormontate da due formazioni flisciodi: i calcari marnosi della Formazione di Tufillo e le argille marnose mioceniche della Formazione di Agnone.

Le *Argille Varicolori* rappresentano un deposito pelitico a cui si accompagnano subordinatamente strati lapidei: la parte pelitica è costituita da sottili alternanze di argilliti variegata con prevalenti colorazioni rosso-mattone, verde e grigio; gli strati lapidei sono formati da calcareniti tenere, arenarie e calcilutiti chiare.

La *Formazione calcarea di Tufillo* presenta una prevalenza di strati lapidei a grana media con subordinate intercalazioni di livelli pelitici.

La parte lapidea è rappresentata da brecciole calcaree, calcareniti, calcilutiti chiare e marne calcaree. A tali strati lapidei si intercalano livelletti di argille scistose verdastre e marne tenere.

La *Formazione di Agnone* è costituita da argille marnose grigie, a stratificazione decimetrica, alternate a marne e calcari marnosi con intercalazioni arenacee più abbondanti nella parte media della formazione, dove sono presenti alternanze di arenarie micacee in strati dello spessore variabile da sequenze decimetriche a bancate dell'ordine del metro.

Sono presenti, inoltre, depositi di *materiale detritico* grossolano presenti ai piedi dei rilievi delle formazioni calcareo-marnose.

Le Argille Varicolori si rinvenivano sotto la scarpata principale di frana, immediatamente a valle del nuovo abitato, mentre la Formazione di Tufillo costituisce tutta la dorsale calcarea a direttrice Villa S. Maria-Montelapiano-Montebello-Pennadomo e che raggiunge la quota più elevata con 1015 m a Monte Vecchio. La Formazione di Agnone, invece, affiora estesamente nella Zona del Cimitero e Tracinello, per quanto riguarda la parte occidentale del territorio comunale, e nelle località Colle Marzucco e Difesa nella parte orientale.

**L'assetto strutturale** dell'area è molto complesso e risente sia delle complesse paleogeografie cretacico-mioceniche e delle fasi tettoniche neogenico-quadernarie. Il settore rilevato è dominato da elementi tettonici principali variabili da NW-SE a circa N-S, con elementi subordinati E-W.

La disposizione delle giaciture, a direzione prevalentemente meridiana, presenta valori di inclinazione verso i quadranti orientali che variano, aumentando da Ovest verso Est, con strati che da poco inclinati (N10°W, 15°E) raggiungono geometrie particolarmente spiccate in corrispondenza del versante orientale della dorsale calcarea (N15°W, 70°E).

## **5.0 INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Le indagini geognostiche sono state condotte con carotaggio continuo a secco, cioè senza l'uso di fluidi di perforazione, al fine di valutare le caratteristiche litologiche e idrogeologiche del sito.

Le carote, poste in cassette catalogatrici con separatori interni, su cui sono stati indicati il nome del sito, la denominazione dei punti d'indagine e le profondità degli intervalli di terreni contenuti, sono state fotografate e costituiscono la documentazione fotografica allegata.

I sondaggi, in rapporto alle litologie e alle caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti nell'area, sono stati spinti fino alla profondità di 12 m dal piano campagna ed ubicati in modo da poter individuare il monte e valle idrogeologico.

### **5.1. Sondaggi geognostici – modalità operative**

La realizzazione dei sondaggi stratigrafici ha comportato l'esecuzione delle seguenti fasi operative:

- perforazione a rotazione e carotaggio continuo a profondità prestabilita;
- descrizione stratigrafica dei termini rinvenuti;
- esecuzione di prove speditive di campagna ed annotazione di osservazioni per una prima caratterizzazione descrittiva del materiale.

Le perforazioni sono state eseguite con il sistema a rotazione a secco con uso di carotiere semplice  $\phi$  101 mm e la percentuale di carotaggio è risultata, in media, di circa il 95%.

La descrizione stratigrafica dei termini rinvenuti durante le operazioni di perforazione è stata effettuata in maniera tale da mettere in evidenza i seguenti caratteri:

- composizione granulometrica;
- colore dominante ed eventuali screziature di ciascun litotipo;
- grado di arrotondamento e diametro dei clasti a granulometria grossolana;
- presenza di materiale di origine organica, riporti, etc;
- osservazioni organolettiche;
- composizione mineralogica, tessitura e struttura;
- grado di alterazione.

Per l'acquisizione dei termini stratigrafici si rimanda alle schede allegate ed alle descrizioni riportate nel relativo paragrafo.

### **5.2 Piezometri**

Tutti i fori di sondaggio sono stati condizionati a piezometro mediante la posa in opera di tubi in PVC atossici fenestrati e non, del diametro di 3,00'', in spezzoni da tre metri muniti di filettatura maschio/femmina.



Il fondo del tubo piezometrico è stato chiuso mediante fondello cieco impermeabile.

L'intercapedine tubo-foro è stato riempito con ghiaietto calibrato e il tratto più superficiale cementato con boiacca e chiuso con pozzetto/chiusino.

Come quelli precedenti, anche i nuovi piezometri sono stati ubicati (come da planimetria allegata) in modo tale da identificare il monte e valle idrogeologico rispetto alla discarica.

Dopo la loro installazione, solo il piezometro n. 4, a valle della discarica, è risultato asciutto. Gli altri sono stati sottoposti ad operazione di spurgo, utilizzando una pompa esterna a basso numero di giri ed a portate ridotte così come richiesto dalla normativa vigente.

Le misure della superficie piezometrica sono state eseguite mediante Freatimetro elettrico O.T.R. mod. OG10, dotato di cavo in kevlar con suddivisione centimetrica.

## **6.0 RISULTATI DELLE INDAGINI**

### ***6.1 Stratigrafia di dettaglio e piezometria***

I sondaggi geognostici eseguiti hanno permesso di ricostruire la stratigrafia litologica del sito in esame. Il sottosuolo risulta costituito, dall'alto verso il basso, da:

- **Materiale di riporto e di terreno vegetale**: il primo è costituito da ghiaia eterometrica in matrice limosa, rinvenuto in Pz1 (0,90 m), Pz5 (0,50 m) e Pz6 (2,0 m), il secondo da terreno vegetale, rinvenuto nei Sondaggi Pz2 e Pz3 e Pz4, fino alla profondità di 1.50 m.
- **Terreno di discarica**: costituito prevalentemente da inerti e terreno di scavo, questo orizzonte è stato rinvenuto solo nel sondaggio Pz6 ubicato sul cumulo di rifiuti, dove presenta uno spessore di 5,4 m;
- **Argilla limosa marrone**: costituita da argilla di colore scuro con veli sabbiosi, nuclei di ossidazione ruggine, concrezioni di carbonato di calcio e livelli arenacei.

Tale livello è stato rinvenuto nei sondaggi Pz2 e Pz3 e presenta uno spessore variabile da 1.3 a 1.9 m;

- **Limo argilloso-sabbioso avana e grigio**: tale livello è stato intercettato solo nei sondaggi Pz4 (4,2 m) e Pz5 (3,3 m) e presenta concrezioni di carbonato di calcio e livelli arenacei.
- **Argilla marnosa grigio-verde**: questa formazione rappresenta il substrato ed è stato intercettato in tutti i sondaggi a profondità variabile.

In tutti i piezometri, tranne il Pz4, è stata rinvenuta acqua: sono stati, quindi, sottoposti ad operazione di spurgo, utilizzando una pompa esterna a basso numero di giri ed a portate ridotte così come richiesto dalla normativa vigente ma il livello piezometrico ha subito un'abbassamento repentino ed il livello si è ripristinato solo dopo alcuni giorni.

### **6.1 Caratteri geotecnici**

Per la caratterizzazione geotecnica dei litotipi rinvenuti nell'area in esame sono stati consultati i risultati di indagini in situ e di laboratorio eseguite in siti geologicamente simili.

Il modello geotecnico che ne deriva può essere schematizzato con un sottosuolo argilloso consistente ricoperto da una coltre a consistenza molto variabile, costituita prevalentemente da sabbie-limose che si alternano a limi argillo-sabbiosi.

Si tratta, quindi, di sedimenti eterogenei in cui il rapporto sabbia/limo/argilla cambia continuamente condizionandone le caratteristiche di resistenza, con un comportamento, nel complesso, prevalentemente attritivo in alto e coesivo per quanto riguarda il substrato.

Il sottosuolo può essere schematizzato, quindi, in due orizzonti per i quali possono essere utilizzati i seguenti valori dei principali parametri geotecnici:

### Argilla marrone e materiali limo-argillosi

-- Angolo d'attrito	$\phi'$	=	$20 \div 22^\circ$
-- Coesione di picco	$c'$	=	$0,05 \div 0,20 \text{ kg/cm}^2$
-- Coesione non drenata	$c_u$	=	$0,40 \div 0,60 \text{ kg/cm}^2$
-- Modulo di Deformazione Edometrico	$M_o$	=	$46 \div 48 \text{ kg/cm}^2$
-- Peso di volume	$\gamma$	=	$1,90 \div 2,00 \text{ t/m}^3$

### Argille marnose grigio-verdi

-- Angolo d'attrito	$\phi'$	=	$24 \div 27^\circ$
-- Coesione di picco	$c'$	=	$0,10 \div 0,30 \text{ kg/cm}^2$
-- Coesione non drenata	$c_u$	=	$0,80 \div 1,50 \text{ kg/cm}^2$
-- Modulo di Deformazione Edometrico	$M_o$	=	$70 \div 200 \text{ kg/cm}^2$
-- Peso di volume	$\gamma$	=	$1,90 \div 2,00 \text{ t/m}^3$

## 7.0 CARATTERI SISMICI

Per valutare il rischio sismico dell'area, ossia gli effetti prodotti da un terremoto atteso, bisogna prendere in considerazione diversi fattori che dovrebbero essere inquadrati in un discorso più generale di microzonazione sismica.

Alla scala del nostro studio si è cercato di tener conto della pericolosità locale determinata dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche locali.

La normativa prevede la caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo definendo cinque tipologie di suoli da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 m di terreno ( $V_{s30}$ ).

Per la determinazione delle Vs sono state utilizzate misure indirette dedotte dalle prove geotecniche che portano a classificare il sottosuolo in Categoria C così come definita dal D.M. 14.01.2008 ossia: *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un*

*graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

In base alla normativa emanata l'8 maggio 2003 (ORD. P.C.M. 3274 del 20.03.2003) il Comune di Montebello è stato classificato in zona sismica 2 – Media Sismicità.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_{s30} > 800$  m/sec), viene definita mediante un approccio “sito dipendente” e non più tramite un criterio “zona dipendente”.

Pertanto, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (Tab. 1 All. B del D.M. 14/01/08).

La pericolosità sismica del sito è identificata con la probabilità (di superamento) che, in un fissato lasso di tempo (periodo di riferimento), si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato, determinato in base ai dati forniti dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

Le caratteristiche del moto sismico sono date dall'accelerazione massima al sito ( $a_g$ ) e dal corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione ( $F_0$  e  $T_c$ ), riportati di seguito. Riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso vengono individuati gli stati limite, sia d'esercizio (stato limite di operatività e di danno), sia ultimi (stato limite di salvaguardia della vita e di prevenzione del collasso) nei confronti delle azioni sismiche.

Per il sito in esame (latitudine 41.982862, longitudine 14.316329), considerando una vita nominale delle opere di 50 anni e utilizzando i valori dei parametri spettrali (per un periodo di ritorno di 474 anni) dei quattro punti del reticolo (tab. 1 all. B), si ottengono i seguenti valori, su sito di riferimento rigido orizzontale:

***Sito in esame***

latitudine:	41.982862
longitudine:	14.316329
Classe:	1
Vita nominale:	50

### **Siti di riferimento**

Sito 1	ID: 28095	Lat: 41,9822	Lon: 14,2974	Distanza: 1568,867
Sito 2	ID: 28096	Lat: 41,9817	Lon: 14,3646	Distanza: 3993,677
Sito 3	ID: 27874	Lat: 42,0317	Lon: 14,3653	Distanza: 6771,788
Sito 4	ID: 27873	Lat: 42,0322	Lon: 14,2980	Distanza: 5688,738

### **Parametri sismici**

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	35 anni
Coefficiente cu:	0.7

#### **Operatività (SLO):**

Probabilità di superamento:	81 %
Tr:	30 [anni]
ag:	0,054 g
Fo:	2,455
Tc*:	0,286 [s]

#### **Danno (SLD):**

Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	35 [anni]
ag:	0,058 g
Fo:	2,459
Tc*:	0,294 [s]

#### **Salvaguardia della vita (SLV):**

Probabilità di superamento:	10 %
Tr:	332 [anni]
ag:	0,139 g
Fo:	2,552
Tc*:	0,375[s]

#### **Prevenzione dal collasso (SLC):**

Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	682 [anni]
ag:	0,181 g
Fo:	2,552
Tc*:	0,402 [s]

$a_g$  - accelerazione orizzontale massima al suolo

$F_o$  - valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in acceleraz. Orizzontale

$T_c^*$  - periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

### **Coefficienti Sismici**

<b>SLO:</b>	<b>SLV:</b>	<b>SLD:</b>	<b>SLC:</b>
Ss: 1,500	Ss: 1,500	Ss: 1,490	Ss: 1,420
Cc: 1,590	Cc: 1,570	Cc: 1,450	Cc: 1,420
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,016	Kh: 0,017	Kh: 0,050	Kh: 0,062
Kv: 0,008	Kv: 0,009	Kv: 0,025	Kv: 0,031
Amax: 0,798	Amax: 0,850	Amax: 2,035	Amax: 2,514
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240	Beta: 0,240

## **8.0 ANALISI DI STABILITA'**

L'analisi di stabilità, eseguita nelle condizioni di progetto lungo due sezioni longitudinali alla discarica e riportata in allegato, ha mostrato valori del fattore di sicurezza maggiori di 2. Pertanto, per il progetto così realizzato non sussistono particolari problemi geotecnici. Eventuali locali situazioni di instabilità della copertura, a causa della pendenza, saranno oggetto di puntuali interventi di ingegneria naturalistica.

## **9.0 PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA**

Il progetto di messa in sicurezza è finalizzato, principalmente, ad impedire che le acque meteoriche possano continuare ad infiltrarsi nei rifiuti e raggiungere il sottosuolo.

E' stata, pertanto, prevista la realizzazione di un capping sulla superficie interessata dall'abbanco dei rifiuti al fine di "isolare" i rifiuti stessi dall'ambiente circostante.

La copertura sarà realizzata mediante una struttura costituita, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura, costituito da terreno vegetale dello spessore di 1.0 m, al fine di favorire lo sviluppo delle specie vegetali, ripristinare l'ambiente originario, permettere una protezione adeguata contro l'erosione e proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. struttura filtro-dreno-protettiva (Geocomposito) con elemento filtrante da entrambi i lati;
3. manto impermeabilizzante autosigillante costituito da uno strato di bentonite sodica;
4. geotessile non tessuto per la protezione da fenomeni di punzonamento del manto bentonitico ad opera di frammenti a spigoli vivi;
5. strato di regolarizzazione dei rifiuti, costituito da tout-venant di cava e sabbione, per la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore uguale a 0.5 m.

Al fine di garantire una gestione efficace dal punto di vista idraulico delle acque meteoriche che raggiungono direttamente l'area della discarica, verrà realizzata una regimazione idraulica mediante canalette superficiali che convoglieranno, tali acque, al fosso sottostante.

La viabilità intorno alla discarica, che verrà opportunamente recintata, sarà garantita con il ripristino della strada presente lateralmente alla discarica stessa e la realizzazione di un altro tratto di strada che prosegue fino al fosso.

Trattandosi di una zona in frana, anche se di tipo quiescente, verrà realizzata una trincea drenante in calcestruzzo poroso, della profondità media di 4,0 m, al fine di intercettare evitare la saturazione del terreno con conseguente degrado delle caratteristiche fisico-meccaniche, e la protezione della sponda del fosso mediante la l'impiego di geostuoie "grippanti" tridimensionali.

La semina con graminacee del terreno vegetale di copertura permetterà la ricostituzione del manto erbaceo ed il reinserimento della discarica nell'ambiente circostante.

Per il progetto così realizzato non sussistono particolari problemi geotecnici. La stabilità dei fronti sarà garantita mediante la compattazione degli strati di terreno: eventuali locali situazioni di instabilità della copertura, a causa della pendenza, saranno oggetto di puntuali interventi di ingegneria naturalistica.

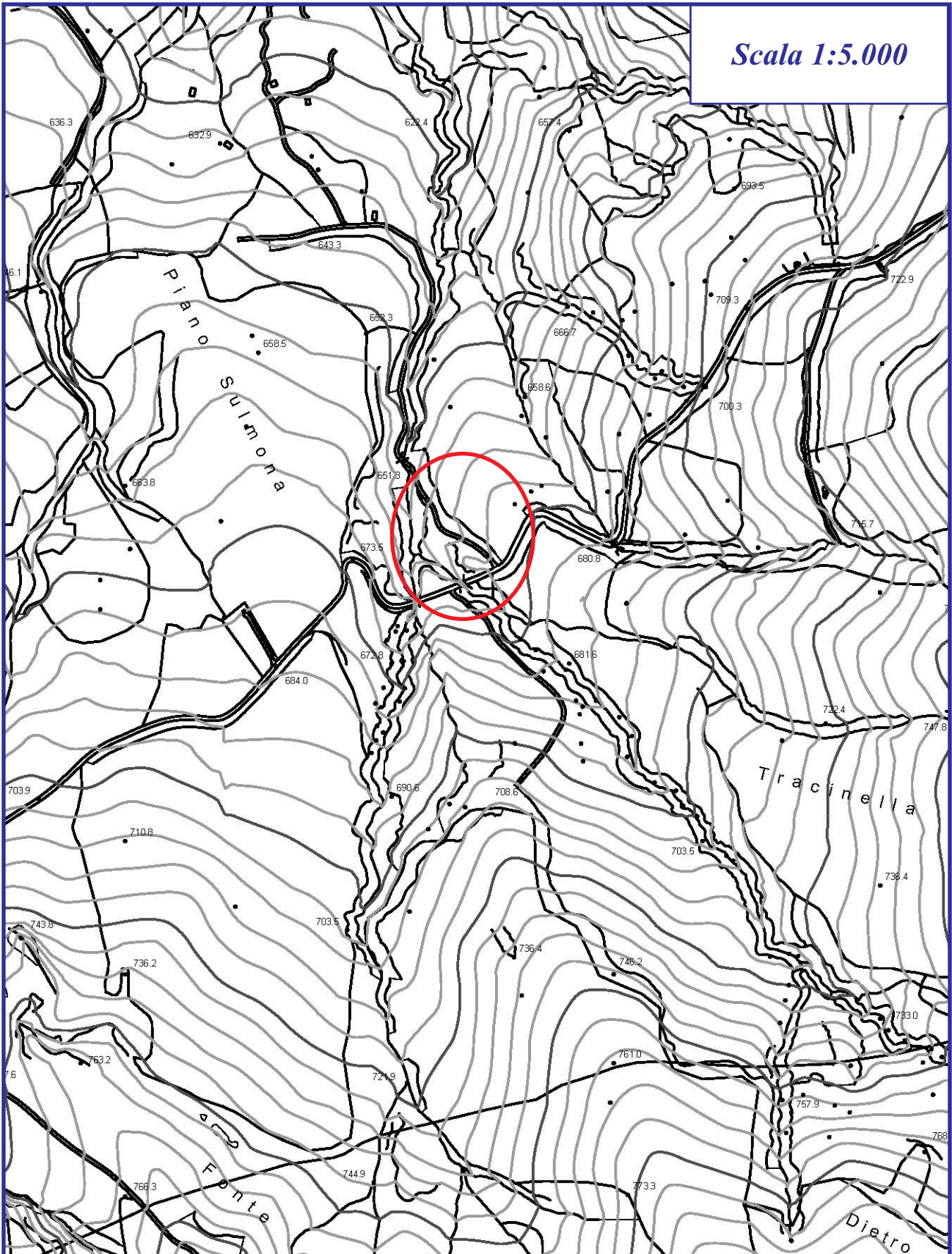
## **PLANIMETRIE**

- *Ubicazione area in studio;*
  - *Veduta aerea;*
  - *Carta Geologica;*
- *Stralcio Carta della Pericolosità Idrogeologica del PAI;*
  - *Ubicazione indagini geognostiche.*



## *UBICAZIONE AREA IN STUDIO*

*Scala 1:5.000*





## *VEDUTA AEREA*



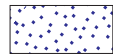
**SGAA**

Studio di Geologia Applicata e Ambientale  
servizi di consulenza geologica e ambientale

*5811 - COMUNE DI MONTEBELLO SUL SANGRO (CH)  
Messa in sicurezza permanente della ex discarica comunale  
in Località Fosso Quercia La Serra*

# CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA

## LEGENDA



**Detrito di falda o di versante:** detrito sciolto costituito da pietrisco calcareo e marnoso con clasti eterometrici sub-angolosi ed angolosi. (Quaternario)



**Formazione di Agnone:** alternanze argilloso-arenacee con livelli arenacei che tendono ad aumentare di spessore verso l'alto. (Miocene Med. - Sup.)



**Formazione di Tuffillo:** calcilutiti marnose bianche con intercalazioni di marne argillose bluastre ed intervalli di calcareniti, calciruditi e microconglomerati. (Miocene Med.-Inf.)



**Argille Varicolori:** argille grigio-verdastre violacee e rosse, a frattura scagliosa, con intercalazioni litoidi. (Creta-Oligocene)



Limiti formazionali



Giacitura ed inclinazione degli strati



Faglia /Faglia presunta

### ATTIVO QUIESCENTE INATTIVO



Orlo di scarpata di degradazione e/o di frana



Versante interessato da deformazioni superficiali lente



Corpo di frana di colamento



Corpo di frana di scorrimento rotazionale



Piccola frana o gruppo di frane non fedelmente cartografabili



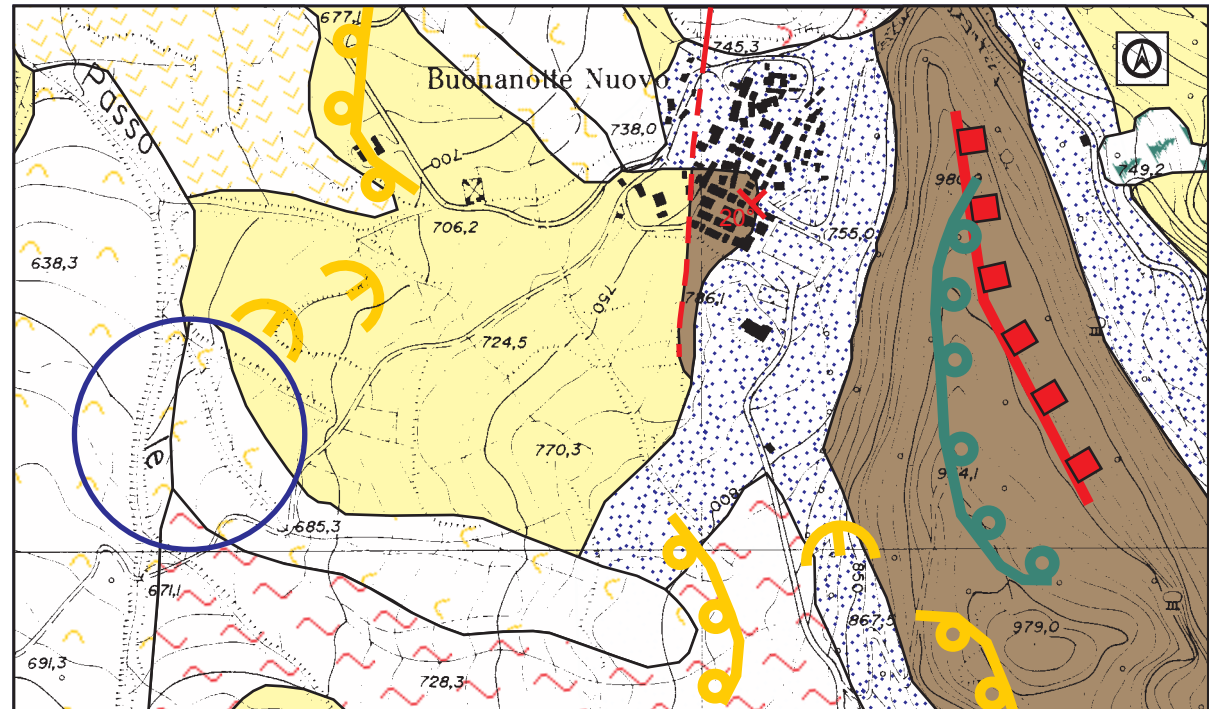
Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffusi



Orlo di scarpata di faglia



Area in studio



**Scala 1:10.000**



Studio di Geologia Applicata e Ambientale  
Servizi di consulenza geologica e ambientale

5811 - COMUNE DI MONTEBELLO SUL SANGRO (CH)  
Messa in sicurezza permanente della ex discarica comunale  
in Località Fosso Quercia La Serra



# COMUNE DI MONTEBELLO SUL SANGRO

Provincia di CHIETI

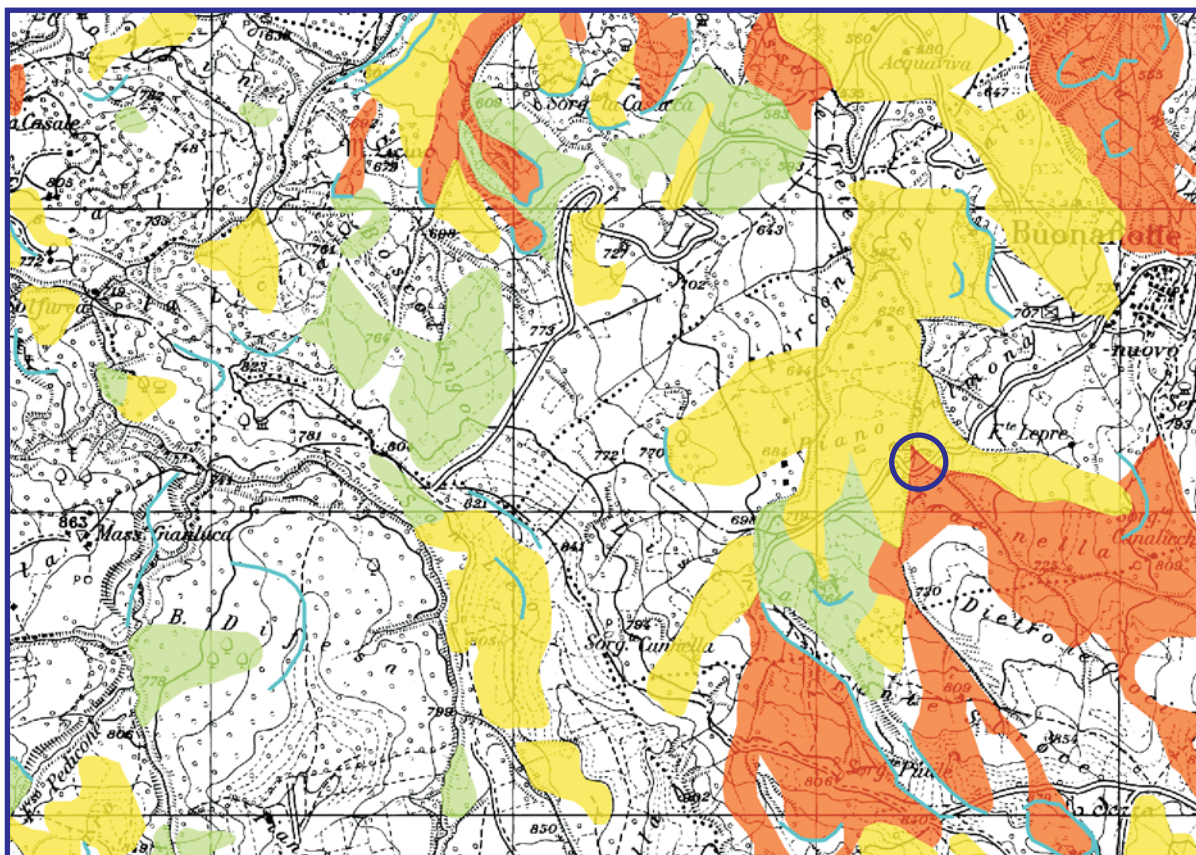
## PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI" L.18/05/1989 n. 183 ART. 17 COMMA 6 TER

### STRALCIO CARTA DELLA PERICOLOSITA'

FOGLIO 379 E Scala 1:25.000

#### LEGENDA

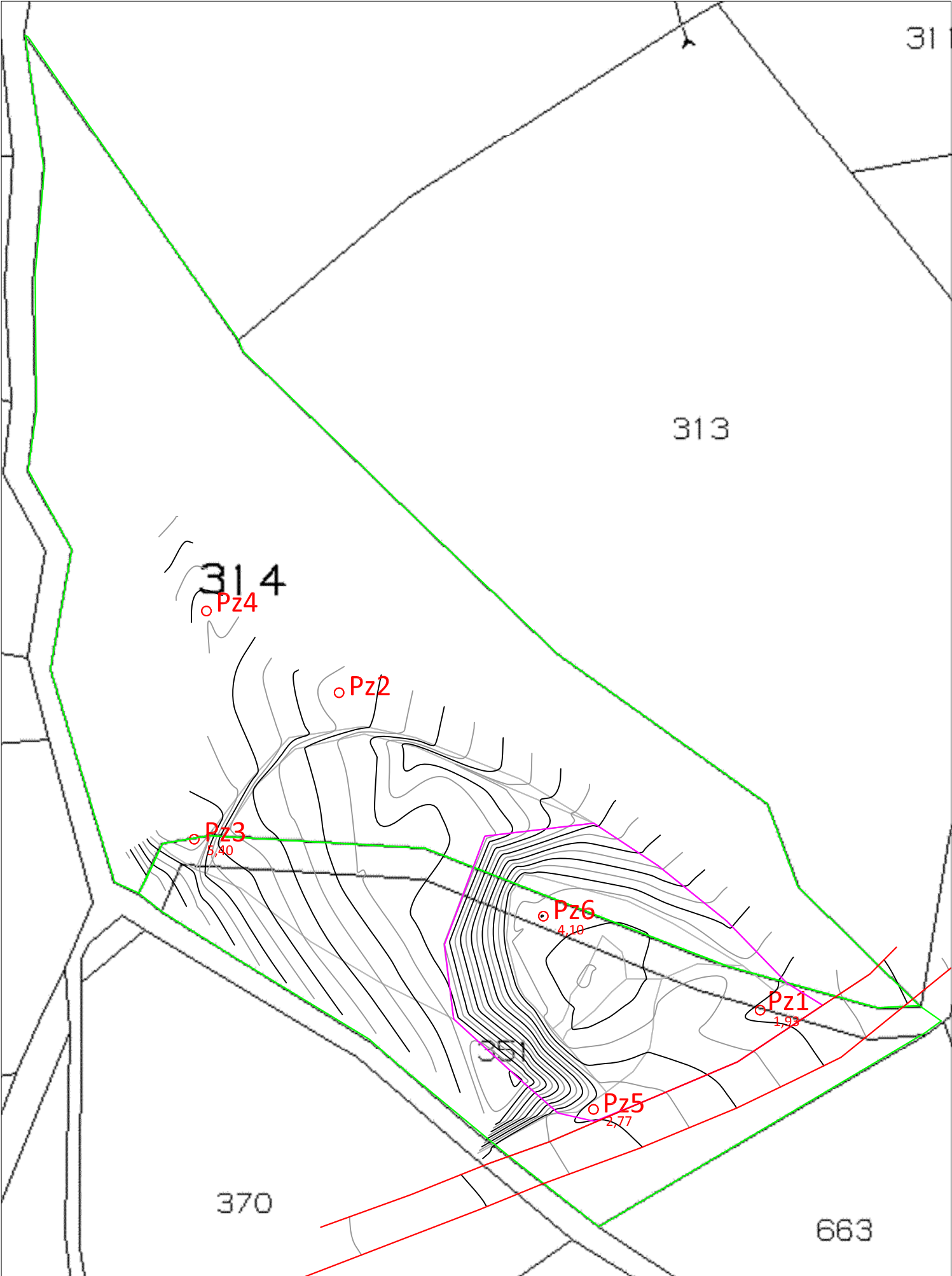
-  **P3 - PERICOLOSITA' MOLTO ELEVATA**  
Aree interessate da dissesti in attività o riattivati stagionalmente
-  **P2 - PERICOLOSITA' ELEVATA**  
Aree interessate da dissesti con alta possibilità di riattivazione
-  **P1 - PERICOLOSITA' MODERATA**  
Aree interessate da dissesti con bassa possibilità di riattivazione
-  **Pscarpate - PERICOLOSITA' DA SCARPATE**  
Aree interessate da scarpate morfologiche
-  Aree in cui non sono stati rilevati dissesti
-  Area in studio



Studio di Geologia Applicata e Ambientale

5811 - COMUNE DI MONTEBELLO SUL SANGRO (CH)  
Messa in sicurezza permanente della ex discarica comunale  
in Località Fosso Quercia La Serra

# Ubicazione indagini geognostiche - Scala 1:500



Legenda:    ○ Pz n    Sondaggio geognostico + piezometro

**PROSPETTI STRATIGRAFICI**  
**E DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

Riferimento: Indagini preliminari discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 1
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology	Data: 23/05/2007
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				1								0,9	Materiale di riporto della strada (ghiaia)	
				2							2,2	Argilla limosa marrone		
101				3		1) Dis < 1,90 2,00							Argilla grigia e marrone con ciottoli calcarei e veli sabbiosi. Nuclei di ossidazione ruggine e livelli arenacei. Mediamente consistente	
				4		2) Dis < 4,00 4,10								
101				5										
				6										
101				7										
				8							7,7	Argillosa marnosa grigio-verde consistente		
101				9										
				10							10,0			

Non è stata rinvenuta alcuna falda idrica

Dalle cassette calogatrici sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno:  
-- 1,90 - 2,00 m dal p.c.;  
-- 4,00 - 4,10 m dal p.c.  
I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio



# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## SONDAGGIO Pz 1

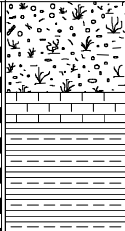




STRATIGRAFIA - Pz 2

SCALA 1 : 50      Pagina 1/1

Riferimento: Indagini preliminari discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 2
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology	Data: 23/05/2007
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	S s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
															Terreno vegetale
														0.6	
														0.8	Livello calcareo
101					1										Argilla limosa marrone con macchie rosse e ciottoli carbonatici
							1) Dis < 1,50 1,60								
					2										
														2.7	
101					3										Argilla grigia e marrone con ciottoli calcarei e livelli arenacei
					4										
					5										
							2) Dis < 5,50 5,60							5.5	
101					6										Argillosa marnosa grigio-verde consistente
					7										
					8										
					9										
101					10									10.0	

Non è stata rinvenuta alcuna falda idrica

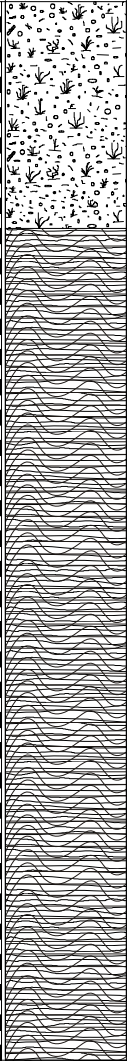
Dalle cassette calogatrici sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno:  
-- 1,50 - 1,60 m dal p.c.;  
-- 5,50 - 5,60 m dal p.c.  
I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## SONDAGGIO Pz 2



Riferimento: Indagini preliminari discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 3
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice: Terra Drilling Technology	Data: 24/05/2007
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				1		1) Dis < 1,50 < 1,60							1,5	Terreno vegetale
101				2										Argillosa marnosa grigio-verde consistente
				3										
				4		2) Dis < 4,00 < 4,10								
				5										
				6										
101				7									7,0	

Non è stata rinvenuta alcuna falda idrica

Dalle cassette calogatrici sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno:  
-- 1,50 - 1,60 m dal p.c.;  
-- 4,00 - 4,10 m dal p.c.  
I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio



# ***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA***

## ***SONDAGGIO Pz 3***



Riferimento: Piano di Caratterizzazione discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 4
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice:	Data: 14/01/2011
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				1		1) Dis < 0,10 0,20							0,5	Materiale di riporto e terreno vegetale
				2										Limo argilloso-sabbioso avana e grigio, con nuclei di carbonato di calcio e livelli arenacei
				3										
101				4		2) Dis < 3,00 3,80								
				5									4,7	Argilla marnosa grigio verde
				6										
101				7										
				8										
				9										
101													9,5	

Non è stata rinvenuta alcuna falda idrica

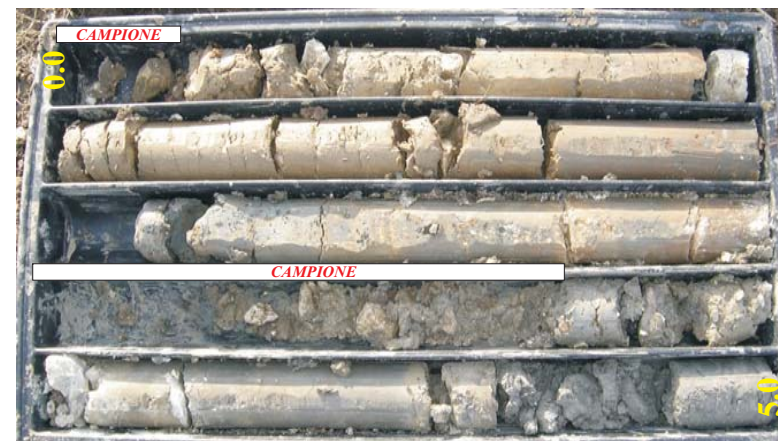
Dalle cassette calogatriche sono stati prelevati, alla presenza dei tecnici dell'ARTA, i seguenti campioni di terreno:  
-- 0,00 - 0,20 m dal p.c.;  
-- 3,00 - 3,80 m dal p.c.

I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio



# ***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA***

## ***SONDAGGIO Pz 4***



Riferimento: Piano di Caratterizzazione discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 5
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice:	Data: 14/01/2011
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

Ø mm	R v	A r	Pz s	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				1		1) Dis < 0,90 1,20							0,5	Materiale di riporto
				2										Limo argilloso avana con livelli sabbiosi
				3										
101				4		2) Dis < 3,70 3,90							3,8	Argilla marnosa grigio verde
				5										
				6										
101				7										
				8										
				9										
101				10										
													10,5	

Deboli venute idriche

Dalle cassette calogatriche sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno:

-- 0,90 - 1,20 m dal p.c.;

-- 3,70 - 3,90 m dal p.c.

I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio



# ***DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA***

## ***SONDAGGIO Pz 5***





Riferimento: Piano di Caratterizzazione discarica Fosso Quercia La Serra	Sondaggio: Pz 6
Località: Montebello (CH)	Quota:
Impresa esecutrice:	Data: 17/01/2011
Coordinate:	Redattore: Geol.M.F.Di Paolo
Perforazione: a rotazione con carotaggio continuo	

ø mm	R v	A r s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
										S.P.T.	N			
101				1									2.0	Terreno di riporto
				2										Terreno di riporto e/ o di discarica costituito prevalentemente da inerti e terreno di scavo
101				3										
				4										
101				5										
				6										
101				7									7.4	Argilla marnosa grigio verde con livelli torbosi. 8,70-8,90 livello rossastro
				8										
101				9										
				10										
101				11										
				12										

Venute idriche sono state rinvenute a circa 10,60 m

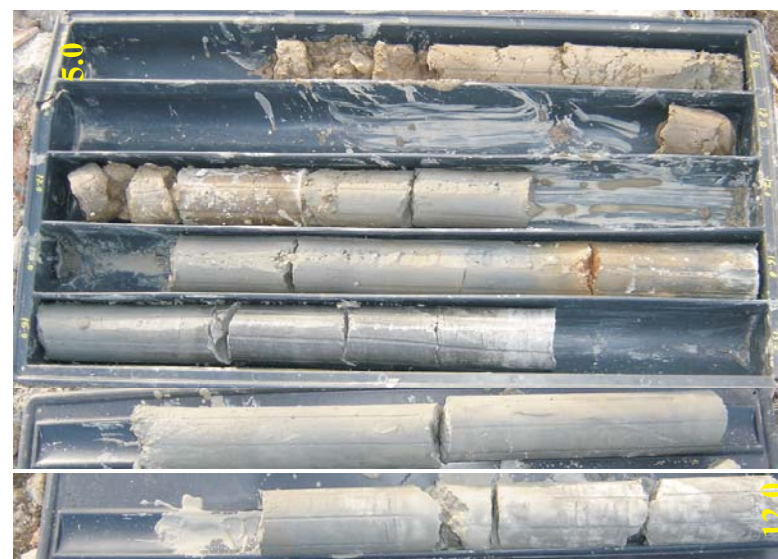
Dalle cassette calogatrici sono stati prelevati i seguenti campioni di terreno:

- 3,00 - 3,40 m dal p.c.;
- 11,00 - 11,30 m dal p.c.

I campioni sono stati prelevati in barattoli di vetro e conservati in frigorifero fino al trasporto in laboratorio

# *DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

## *SONDAGGIO Pz 6*



## **ANALISI DI STABILITA'**

## RELAZIONE DI CALCOLO

### Premessa

Nell'ambito del progetto di **messa in sicurezza permanente della ex discarica comunale in Loc. Fosso Quercia La Serra nel Comune di Montebello Sul Sangro (CH)** è stata eseguita un'analisi di stabilità del pendio nelle condizioni di progetto lungo due sezioni longitudinali alla discarica (ved planimetria allegata).

### Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

### Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

- (a) Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione ( $c$ ) e angolo di resistenza al taglio ( $\phi$ ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
- (b) In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

### Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio ( $\tau$ ) e confrontate con la resistenza disponibile ( $\tau_f$ ), valutata secondo il criterio di rottura di *Coulomb*, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza  $F = \tau_f / \tau$ .

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (*Culman*), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (*Fellenius, Bishop, Janbu ecc.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

**Metodo dei conci**

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a  $n$ , il problema presenta le seguenti incognite:

$n$  valori delle forze normali  $N_i$  agenti sulla base di ciascun concio;  
 $n$  valori delle forze di taglio alla base del concio  $T_i$   
 $(n-1)$  forze normali  $E_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;  
 $(n-1)$  forze tangenziali  $X_i$  agenti sull'interfaccia dei conci;  
 $n$  valori della coordinata  $a$  che individua il punto di applicazione delle  $E_i$ ;  
 $(n-1)$  valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle  $X_i$ ;  
una incognita costituita dal fattore di sicurezza  $F$ .

**Complessivamente le incognite sono  $(6n-2)$ .**

*mentre le equazioni a disposizione sono:*

Equazioni di equilibrio dei momenti  $n$   
Equazioni di equilibrio alla traslazione verticale  $n$   
Equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale  $n$   
Equazioni relative al criterio di rottura  $n$   
Totale numero di equazioni  $4n$

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a

$$i = (6n-2)-(4n) = 2n-2.$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a  $(n-2)$  in quando si fa l'assunzione che  $N_i$  sia applicato nel punto medio della striscia, ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite.

I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le  $(n-2)$  indeterminazioni.

Per il problema in oggetto si è preferito utilizzare il Metodo di MORGENSTERN e PRICE che ben si adatta ad analisi in condizioni sismiche.

**Metodo di MORGENSTERN e PRICE**

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo  $X = \lambda f(x)E$ , dove  $\lambda$  è un fattore di scala e  $f(x)$ , funzione della posizione di  $E$  e di  $X$ , definisce una relazione tra la variazione della forza  $X$  e della forza  $E$  all'interno della massa scivolante. La funzione  $f(x)$  è scelta arbitrariamente (costante, sinusoidale, semisinusoidale, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite  $E$ ,  $X$ , il coefficiente di sicurezza  $F_S$ , il peso della striscia infinitesima  $dW$  e la risultante delle pressioni neutra alla base  $dU$ .

Si ottiene la cosiddetta “equazione delle forze”:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left( \frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$
$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left( \frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta “equazione dei momenti”, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l’uso di un calcolatore.

### Valutazione dell’azione sismica

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell’azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l’azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell’azione sismica, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

Essendo:

$F_H$  e  $F_V$  rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d’inerzia applicata al baricentro del concio;

W: peso concio

$K_o$ : Coefficiente sismico orizzontale

$K_v$ : Coefficiente sismico verticale.

#### **Calcolo coefficienti sismici**

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti  $K_o$  e  $K_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_o$$

Con

$\beta_s$  coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;  
 $a_{max}$  accelerazione orizzontale massima attesa al sito;  
 $g$  accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

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

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).  
 $S_T$  (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

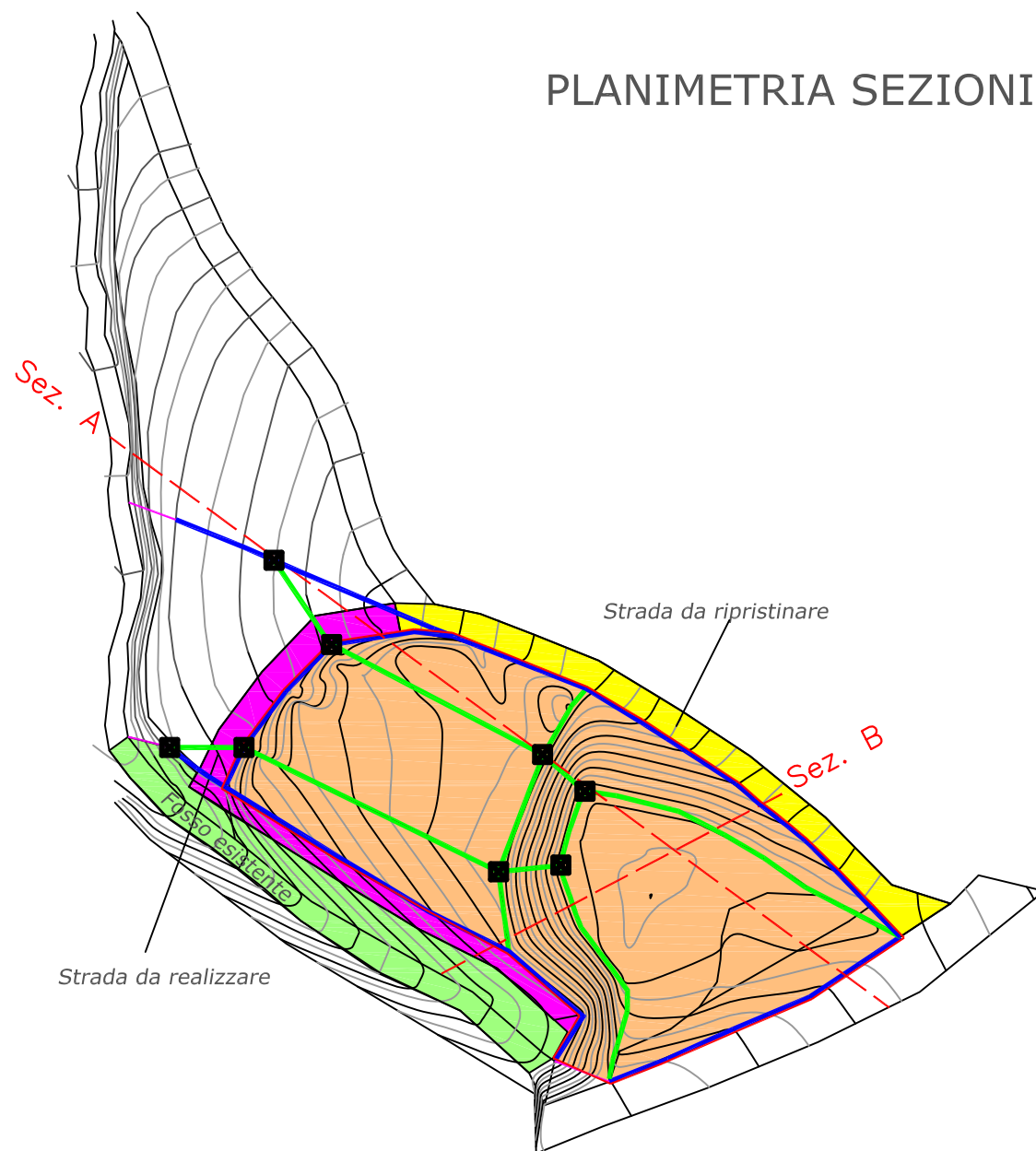
$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e  $PVR$  probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

## PLANIMETRIA SEZIONI ANALISI DI STABILITA'



### Legenda

-  **Copertura tipo Capping**
-  **Canaletta semicircolare + trincea drenante**
-  **Canaletta semicircolare**
-  **Tubo di scarico**
-  **Recinzione**
-  **Georete antierosione**
-  **Pozzetto prefabbricato in c.a.**



## ANALISI DI STABILITA'

### SEZIONE A

#### Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Lat./Long.	41,982862/14,316329
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,46	0,29
S.L.D.	35,0	0,57	2,46	0,29
S.L.V.	332,0	1,36	2,55	0,38
S.L.C.	682,0	1,78	2,55	0,4

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,795	0,2	0,0162	0,0081
S.L.D.	0,855	0,2	0,0174	0,0087
S.L.V.	2,0234	0,24	0,0495	0,0248
S.L.C.	2,5316	0,24	0,062	0,031

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,05
Coefficiente azione sismica verticale	0,025

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	-13,11	8,03
2	-10,21	8,03
3	-9,06	10,38
4	-5,93	11,51
5	-5,93	11,51
6	-1,48	12,15
7	3,73	13,0
8	11,36	13,85
9	15,11	14,09
10	18,28	14,2
11	21,34	14,86
12	23,16	15,06
13	27,0	17,32
14	29,8	17,87
15	33,56	17,99
16	36,37	18,06
17	40,55	18,1
18	44,75	18,29
19	46,53	19,71
20	49,14	22,0
21	51,28	23,7
22	54,15	24,4
23	61,79	24,8
24	69,22	24,48
25	74,63	24,44
26	78,62	23,93
27	82,04	23,52
28	86,1	23,61
29	88,53	23,4 2

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	-13,11	8,03
2	-10,21	8,03
3	-9,06	10,38
4	-5,93	11,51
5	-5,93	11,51
6	-1,48	12,15
7	3,73	13,0
8	11,36	13,85
9	15,11	14,09
10	18,28	14,2
11	21,16	14,82
12	23,15	14,94

13	27,39	16,25
14	30,24	16,55
15	38,12	16,61
16	45,07	16,91
17	51,42	22,78
18	56,99	23,2
19	62,8	23,74
20	72,04	23,25
21	77,14	23,33
22	80,33	23,48
23	82,04	23,52
24	86,1	23,61
25	88,53	23,4 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	-13,11	8,03
2	-10,21	8,03
3	-9,06	10,38
4	-5,93	11,51
5	-5,93	11,51
6	-1,48	12,15
7	3,73	13,0
8	11,36	13,85
9	15,11	14,09
10	18,28	14,2
11	21,16	14,82
12	31,29	15,13
13	39,88	15,26
14	46,83	16,02
15	54,16	17,15
16	61,11	18,04
17	66,8	19,05
18	72,61	19,93
19	77,16	21,45
20	80,33	23,48
21	82,04	23,52
22	86,1	23,61
23	88,53	23,4 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	-13,11	7,7
2	3,49	9,19
3	3,49	9,19
4	16,63	11,59

5	45,57	14,75
6	66,04	18,04
7	80,95	21,2
8	80,95	21,2
9	88,53	22,1

**Vertici superficie Nr...1**

N	X m	y m
1	-10,04	8,54
2	-3,27	8,7
3	1,63	9,09
4	3,49	9,19
5	5,02	9,49
6	16,63	11,59
7	45,57	14,75
8	66,04	18,04
9	80,95	21,2
10	80,95	21,2
11	86,12	23,65

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	40	1900	2000	capping
2	0	23	600	600	rifiuti
3	0,02	18	1900	2100	coltre limo-argillosa
4	0.1	24	2100	2300	substrato argilloso

**Trincea drenante in calcestruzzo poroso - Caratteristiche geometriche**

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m <sup>3</sup> )
1	81,21	19,72	0	0	4	0,6	0,6	2000
2	23,02	10,92	0	0	4	0,6	0,6	2000

**Risultato analisi****Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,08**

Lambda = 0,249

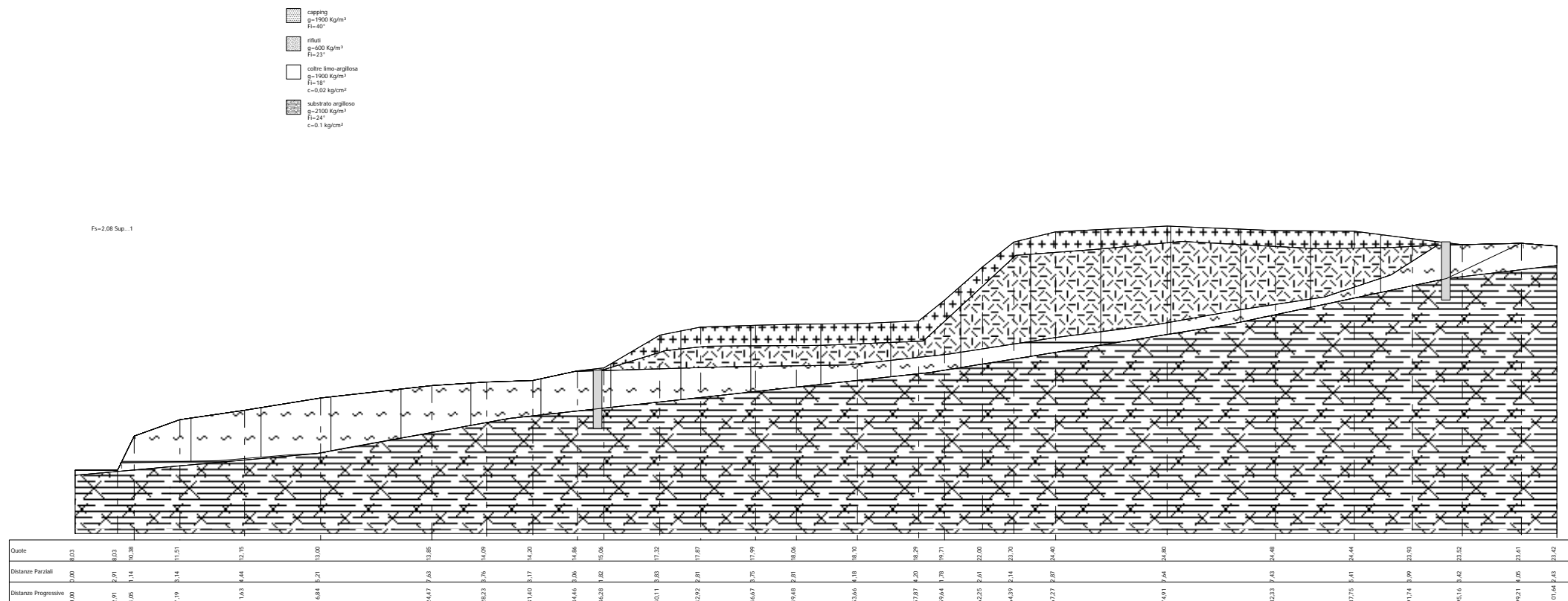
Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	4,8	1,36	4,8	21198,77
2	4,8	3,34	4,81	28922,49
3	4,8	5,26	4,82	32571,84
4	4,8	10,36	4,88	32214,78
5	4,8	10,27	4,88	28992,17
6	4,8	8,43	4,85	24304,55
7	4,8	6,23	4,83	29776,18
8	4,8	6,23	4,83	32303,65
9	4,8	6,23	4,83	34413,37
10	4,8	6,23	4,83	31187,65
11	4,8	6,23	4,83	26952,27
12	4,8	7,48	4,84	28008,08
13	4,8	9,12	4,86	34906,79
14	4,8	9,12	4,86	38571,15
15	4,8	9,12	4,86	35089,04
16	4,8	9,59	4,87	31442,38
17	4,8	11,96	4,91	27789,1
18	4,8	11,96	4,91	25107,26
19	4,8	12,82	4,92	27725,32
20	4,8	25,41	5,31	9896,16

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	490,86	1970,33	0,0	0,0	21253,53	3432,56
2	853,45	3425,77	490,86	1970,33	29233,86	4564,68
3	961,04	3857,62	853,45	3425,77	33028,63	5103,79
4	342,51	1374,85	961,04	3857,62	32354,64	5013,4
5	-193,16	-775,34	342,51	1374,85	29125,71	4555,46
6	306,36	1229,72	-193,16	-775,34	24264,81	6831,85
7	1921,01	7710,94	306,36	1229,72	29626,03	7863,06
8	2740,27	10999,44	1921,01	7710,94	32282,85	8379,26
9	2697,53	10827,89	2740,27	10999,44	34902,49	5370,2
10	2668,62	10711,86	2697,53	10827,89	31625,44	4905,55
11	2657,88	10668,74	2668,62	10711,86	27322,66	4295,47
12	2486,65	9981,44	2657,88	10668,74	28362,15	4443,96
13	1995,73	8010,88	2486,65	9981,44	35223,24	5418,56
14	2360,13	9473,56	1995,73	8010,88	38602,27	9621,42
15	1866,1	7490,52	2360,13	9473,56	35407,34	5444,66
16	1369,11	5495,6	1866,1	7490,52	31673,36	4915,8
17	658,12	2641,68	1369,11	5495,6	27681,36	4353,13

18	760,41	3052,27	658,12	2641,68	24900,96	6979,08
19	735,26	2951,34	760,41	3052,27	28118,44	4416,51
20	-0,01	-0,02	735,26	2951,34	8347,64	1647,39

PROGETTO DI BONIFICA  
DISCARICA COMUNALE  
MONTEBELLO SUL SANGRO (CH)



## ANALISI DI STABILITA'

### SEZIONE B

#### Analisi di stabilità dei pendii con MORGENSTERN-PRICE

Lat./Long.	41,982862/14,316329
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	4,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma generica	

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,53	2,46	0,29
S.L.D.	35,0	0,57	2,46	0,29
S.L.V.	332,0	1,36	2,55	0,38
S.L.C.	682,0	1,78	2,55	0,4

##### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,795	0,2	0,0162	0,0081
S.L.D.	0,855	0,2	0,0174	0,0087
S.L.V.	2,0234	0,24	0,0495	0,0248
S.L.C.	2,5316	0,24	0,062	0,031

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,016
Coefficiente azione sismica verticale	0,008



**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	-12,18	12,46
2	-8,98	12,46
3	-5,54	13,4
4	-1,67	14,41
5	0,34	16,28
6	2,17	17,81
7	6,36	22,11
8	9,43	22,55
9	12,88	22,8
10	16,76	22,8
11	20,7	22,42
12	23,46	20,86
13	26,4	19,98
14	27,47	19,6
15	30,29	19,6

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	-12,18	12,46
2	-8,98	12,46
3	-8,98	12,46
4	-5,54	13,4
5	-2,5	14,41
6	-1,7	14,36
7	6,24	20,92
8	11,31	21,61
9	14,94	21,73
10	18,89	21,55
11	20,7	21,48
12	22,77	20,29
13	27,31	19,55
14	30,29	19,57

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	-12,18	12,46
2	-8,98	12,46
3	-8,98	12,46
4	-5,54	13,4
5	-2,52	14,41
6	7,62	14,91
7	15,19	15,66
8	22,14	17,29

9	24,21	17,85
10	27,26	19,5
11	30,29	19,5 6

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	-12,18	12,46
2	-12,05	12,46
3	-12,05	12,46
4	-4,91	12,78
5	-1,78	13,09
6	3,54	13,59
7	7,99	13,97
8	13,56	14,47
9	18,64	15,53
10	22,4	16,47
11	26,15	17,41
12	30,18	18,99
13	30,29	18,9 7

**Vertici superficie Nr...1**

N	X m	y m
1	-12,08	12,56
2	-4,91	12,78
3	-1,78	13,09
4	3,54	13,59
5	7,99	13,97
6	13,56	14,47
7	18,64	15,53
8	22,4	16,47
9	26,14	17,61
10	30,26	19,65

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	No

**Stratigrafia**

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo;

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (Kg/m <sup>3</sup> )	Gs (Kg/m <sup>3</sup> )	Litologia
1	0	40	1900	2000	capping
2	0	23	600	600	rifiuti
3	0,02	18	1900	2100	coltre limo-argillosa
4	0.1	24	2100	2300	substrato argilloso

**Trincea drenante in calcestruzzo poroso - Caratteristiche geometriche**

N°	x (m)	y (m)	Base mensola a valle (m)	Base mensola a monte (m)	Altezza muro (m)	Spessore testa (m)	Spessore base (m)	Peso specifico (Kg/m <sup>3</sup> )
1	27,9	15,57	0	0	4	0,6	0,6	2000
2	-1,71	10,46	0	0	4	0,6	0,6	2000

**Risultato analisi****Superficie Nr...1 Fattore di sicurezza=2,61**

Lambda = 0,176

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)
1	1,92	1,74	1,92	847,81
2	1,92	2,88	1,92	2464,38
3	1,92	5,71	1,93	3763,31
4	1,92	5,49	1,93	9931,3
5	1,92	5,38	1,93	7250,14
6	1,92	5,38	1,93	8835,18
7	1,92	4,9	1,93	11661,88
8	1,92	4,83	1,93	14521,36
9	1,92	5,0	1,93	15036,95
10	1,92	5,14	1,93	15087,22
11	1,92	5,14	1,93	14953,39
12	1,92	9,58	1,95	14603,55
13	1,92	11,85	1,96	13961,53
14	1,92	11,89	1,96	13511,36
15	1,92	14,04	1,98	12559,34
16	1,92	14,2	1,98	11105,75
17	1,92	16,85	2,0	8482,83
18	1,92	17,91	2,02	7085,31
19	1,92	26,31	2,14	10084,8
20	1,92	26,31	2,14	1678,08

**Sforzi sui conci**

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	33,95	193,37	0,0	0,0	825,72	227,45
2	78,27	445,77	33,95	193,37	2447,39	411,3
3	99,98	569,4	78,27	445,77	3759,3	560,44
4	863,75	4919,38	99,98	569,4	9913,45	2211,38
5	1039,39	5919,71	863,75	4919,38	7183,98	1787,48
6	1067,81	6081,55	1039,39	5919,71	8840,31	1136,06
7	1296,37	7383,27	1067,81	6081,55	11579,73	2469,44
8	1352,61	7703,55	1296,37	7383,27	14536,91	1781,39
9	1401,93	7984,48	1352,61	7703,55	15053,88	1840,0
10	1445,06	8230,13	1401,93	7984,48	15104,27	1845,74
11	1488,02	8474,81	1445,06	8230,13	14970,19	1830,55
12	1331,31	7582,24	1488,02	8474,81	14481,9	1776,58
13	1280,65	7293,72	1331,31	7582,24	13717,58	2813,49
14	1043,68	5944,11	1280,65	7293,72	13236,9	1636,55
15	927,7	5283,54	1043,68	5944,11	12185,4	2581,62
16	660,29	3760,56	927,7	5283,54	10694,85	1349,81
17	394,74	2248,18	660,29	3760,56	7960,27	1041,76
18	154,43	879,54	394,74	2248,18	6568,55	884,89
19	79,18	450,94	154,43	879,54	10343,98	1321,3
20	0,0	0,0	79,18	450,94	1375,57	305,15

SEZ B

Analisi di stabilità in condizioni di progetto

PROGETTO DI BONIFICA  
DISCARICA COMUNALE  
MONTEBELLO SUL SANGRO (CH)

