

Committente:



Località:

Comune di Ariano Irpino (AV)
Discarica per rifiuti non pericolosi in località Difesa Grande

Progetto:

PROGETTO DEFINITIVO
CHIUSURA DELLA DISCARICA RSU CON STABILIZZAZIONE DEL MOVIMENTO DI VERSANTE

Titolo elaborato:

RELAZIONE INTEGRATIVA

Numero elaborato:

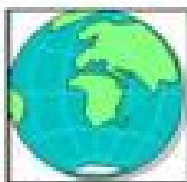
R01

Codice interno del documento:

005-2015 003R01E01

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
E01	25.01.2016	Emissione	Maria Elena Lacapra	Stefano Veggi	Stefano Veggi
E02					
E03					
E04					
E05					

Redazione:



Studio di Geologia Tecnica
dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Luigi di Liegro, 1
80045 – Pompei (NA)
Tel/fax 0818599053
e-mail: geougo@libero.it
p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezza postale.it



Desmos Ingegneria Ambiente Energia s.r.l.

Uffici: Via Ripamonti, 89 - 20141 Milano Tel. 02 36588750 Fax 02 36588751 - Sede legale: Viale Bianca Maria, 13 - 20122 Milano
E-mail: desmos-ing@desmos-ing.it - E-mail certificata: desmos-ing@pec.it - P.I e C.F. : 09016150964 - REA: MI 2063052

S O M M A R I O

1.	PREMESSA.....	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI	3
2.1	Riferimenti normativi	3
2.2	Codici di calcolo	3
3.	CONSIDERAZIONI IN MERITO AL FENOMENO GRAVITATIVO PRESENTE A VALLE DELL'AREA DI DISCARICA.....	4
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO	10
4.1	Profilo stratigrafico e parametri geotecnici di progetto	10
4.1.1	Profilo stratigrafico.....	10
4.1.2	Valori dei parametri geotecnici	10
4.1.3	Parametri per il calcolo dell'azione sismica	12
4.2	Livello della falda	14
5.	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	17
5.1	Metodologia di calcolo delle stabilità	17
5.1.1	Analisi statiche.....	17
5.1.2	Analisi sismiche	18
5.1.3	Considerazioni in merito al metodo pseudo statico	19
5.2	Abbattimento dei valori caratteristici.....	22
5.3	Parametri assegnati per le analisi.....	23
5.4	Verifiche di stabilità effettuate	24
5.4.1	Verifiche dello stato di fatto (back analysis)	24
5.4.2	Verifiche dello stato di progetto	25
5.5	Risultati e conclusioni.....	26
6.	OPERE DI SBOCCO DEI DRENAGGI	29
7.	MONITORAGGIO TOPOGRAFICO	30
8.	BIBLIOGRAFIA.....	31

Figure fuori testo:

Figura 1: Ubicazione delle sezioni considerate per le analisi di stabilità

Figura 2: Sistema di monitoraggio topografico

Allegati:

Allegato A: Analisi di stabilità della discarica

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce come Relazione Integrativa del Progetto Definitivo di chiusura della discarica situata in Località Difesa Grande nel Comune di Ariano Irpino ed in particolare si forniscono le integrazioni richieste nella nota dell'Autorità di Bacino della Puglia del 01/09/2015 (Protocollo 0012038) in merito alle opere finalizzate alla stabilizzazione del movimento di versante e che consistono in opere di drenaggio delle acque superficiale e di falda (dreni suborizzontali e trincee drenanti) insieme ad una riprofilatura del versante.

Nel seguente documento, come richiesto dalla nota, vengono quindi presentate:

- considerazioni in merito al fenomeno gravitativo presente a valle dell'area di discarica;
- analisi di stabilità del versante *ante e post operam*;
- note sulla realizzazione delle opere di sbocco delle opere di drenaggio previste dal progetto;
- integrazioni al piano di monitoraggio topografico previsto dal Progetto Definitivo.

Il presente documento si compone di questa relazione ed una serie di allegati, tra cui le integrazioni allo studio geologico – tecnico predisposto dal dott. geol. Ugo Ugati; in particolare lo studio geologico – tecnico viene integrato dai seguenti elaborati:

- TG.13 – Carta geomorfologica di dettaglio (versione a seguito di richiesta integrazioni AdB Puglia);
- TG. 14 – Profilo topografico A – A'.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO E CODICI DI CALCOLO UTILIZZATI

2.1 Riferimenti normativi

I calcoli qui presentati, relativi agli interventi in progetto, sono stati svolti in ottemperanza alla normativa vigente in ambito nazionale e/o, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione e per quanto con esse non in contrasto, a norme tecniche e raccomandazioni internazionali.

I riferimenti normativi ed i codici di calcolo utilizzati sono elencati di seguito.

1. D.M. LL.PP. 11 marzo 1988, “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”
2. Decreto Legislativo n. 36 del 13 gennaio 2003, “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche per rifiuti”
3. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
4. D.M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre 2005, “Norme Tecniche per le Costruzioni”
5. EN 1997 Eurocode 7 “Geotechnical Design – Part 1: General Rules”.
6. D. M. delle Infrastrutture e dei Trasporti 14.01.2008, “Norme tecniche per le costruzioni”;
7. Delibera della Giunta Regionale della Puglia n. 153 del 2 marzo 2004;
8. Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 617 del 2 febbraio 2009, “Istruzioni per l’applicazione delle ‘Norme tecniche per le costruzioni’ di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;
9. BS 8006-1:2010 - Code of practice for strengthened/reinforced soils and other fills.

2.2 Codici di calcolo

10. Slope/W – GeoSlope ([www.geo-slope](http://www.geo-slope.com))

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

3. CONSIDERAZIONI IN MERITO AL FENOMENO GRAVITATIVO PRESENTE A VALLE DELL'AREA DI DISCARICA

Durante le attività precedentemente eseguite è stato rilevato e documentato, anche fotograficamente, un fenomeno di “creep” che interessa il versante sud della discarica al di fuori della proprietà ASI – DEV Ecologia, all’interno della proprietà SMAE S.p.A., la precedente cartografia non rendeva l’idea dello sviluppo di tale fenomeno, né l’estensione verso il torrente Lavello, da ciò scaturiscono le richieste di integrazioni dell’Autorità di Bacino della Puglia, oltre a quelle sulle scelte progettuali.

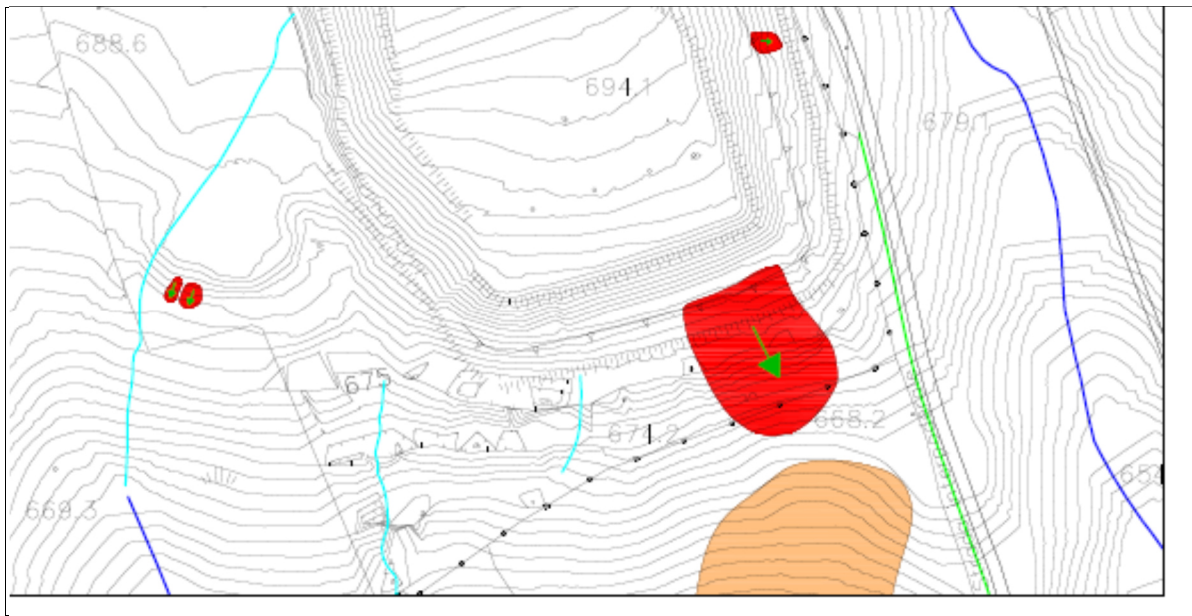


Figura 1. Il fenomeno di creep sul lato sud della discarica così come era stato cartografato sulla precedente planimetria.

Il fenomeno del “creep”, secondo la classificazione di Varnes, rientra nella categoria di frane denominate “Colamenti” ovvero fenomeni caratterizzati da movimenti molto complessi che possono presentare caratteristiche e velocità variabili in relazione ai terreni coinvolti. In particolare i colamenti che avvengono in rocce argillose, come quelli del caso in esame, sono caratterizzati da un lento movimento di terreni superficiali (all’interno del suolo agrario) lungo un pendio a debole pendenza. Tale fenomeno è quindi considerato come una frana di tipo superficiale che si sviluppa indipendentemente dalla preesistenza di una superficie di minore resistenza a taglio (superficie di distacco), e senza che si generi un vero e proprio distacco con scorrimento dei terreni. Nell’insieme

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

tale fenomeno è caratterizzato da movimenti plastici che presentano velocità estremamente lente e variabili da posto a posto dell'area in frana. Le superfici di scorrimento generalmente non sono visibili e possono essere temporanee ed in continua variazione spaziale. I terreni interessati da questo tipo di movimento franoso, oltre a quelli argillosi menzionati, possono essere le zone alterate degli ammassi rocciosi, le coperture eluviali ed i sedimenti a prevalente componente argillosa e/o limosa.

Nei terreni prevalentemente argillosi questo tipo di frana può avere origine quando la parte superficiale della formazione argillosa risulta imbevuta di acqua rispetto alla formazione di base. Tale imbibizione secondo alcuni autori, malgrado l'impermeabilità dei terreni argillosi, può essere dovuta a fenomeni di disseccamento della coltre superficiale durante i periodi estivi, con la conseguente creazione di fessure superficiali che diventano poi vie preferenziali delle acque di infiltrazione nei periodi piovosi. Pertanto sempre secondo altri autori (cfr. Terzaghi) il fenomeno del creep può avvenire soltanto nella fascia di terreno soggetta a variazioni stagionali di umidità e temperatura, ove i movimenti orizzontali del terreno sono causati dall'espansione e dalla contrazione termica, dal rigonfiamento e dal ritiro dello stesso, dal gelo e disgelo e da altri processi stagionali. Tali processi portano quindi allo spostamento verso valle del solo strato di terreno soggetto alle variazioni stagionali che influenzano le sue caratteristiche fisiche.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.



Foto 1. Il fenomeno di creep come rilevato e fotografato dalla sinistra orografica durante l'ultimo sopralluogo propedeutico alla stesura dell'integrazione richiesta.

Dopo la breve descrizione del fenomeno "creep" appena fatta, è necessario soffermarci sullo specifico fenomeno di creep presente a lungo il versante posto a valle della discarica, facendo delle opportune considerazioni nonché approfondimenti sul caso, così come richiesto dall'Autorità di Bacino della Puglia con nota n° n°0012038 del 01/09/2015.

In merito a tale richiesta è opportuno specificare che dopo i rilevamenti eseguiti sul campo, atti a circoscrivere il fenomeno in questione, è emerso che lo stesso non riguarda l'intero versante che dalla discarica si estende fino al Torrente Lavello ma bensì risulta circoscritto ad una limitata area riportata nella specifica cartografia allegata al presente elaborato.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.



Foto 2. Il fenomeno di creep fotografato dalla proprietà SMAE a valle.

Dai rilevamenti eseguiti nonché dalle informazioni stratigrafiche (cfr. Sezioni geologico – tecniche – Sez A-A') già riportate nello studio geologico – tecnico allegato alla prima stesura del progetto definitivo di chiusura della discarica, si evince che a valle del dissesto presente sul bordo meridionale della discarica e quindi lungo il versante in questione, non sono presenti terreni di riporto ma la stratigrafia di tale area si compone di un primo strato superficiale, dello spessore medio di circa 2,00 metri, composto da limo – argilloso sovrastante le argille mediamente consistenti e consistenti che compongono il terreno di substrato. Tale stratigrafia caratterizzante quindi l'intero versante in questione, fa sì che si possa affermare che il fenomeno del creep sia limitato alla sola coltre superficiale limo – argillosa, specificando inoltre che il limite superficiale di tale fenomeno è circoscritto in una porzione di versante caratterizzata da una forma pseudo concava in cui possono essere presenti anche terreni colluviali, anch'essi limoso argillosi, in cui il fenomeno del creep risulta maggiormente accentuato.

In merito ad eventuali ricadute di tale fenomeno (cfr. creep) sulla frana presente sul bordo meridionale della discarica, bisogna specificare che i due fenomeni risultano ben circoscritti e separati l'uno dall'altro, pertanto sono da scongiurare eventuali fenomeni di retrogressione del creep che possano andare ad interessare non solo la frana della discarica ma tutta la porzione meridionale della discarica stessa.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.



Foto 3. Il piazzale della SMAE, immediatamente a valle del fenomeno di creep, come si presentava durante l'ultimo sopralluogo di marzo 2016.

Al fine infine di valutare la suscettibilità al dissesto dell'intero versante che dal bordo meridionale della discarica si estende fino al torrente Lavello, è opportuno segnalare che su tale versante non sono stati riconosciuti, oltre al creep, altri fenomeni di dissesto. In particolare è bene evidenziare che su tale versante sono presenti alcuni muri di contenimento che delimitano l'area dello stabilimento, ormai dismesso, della SMAE S.p.A. che non presentano segni di dissesto e l'unica evidenza sul campo è la traslazione dei pali della linea elettrica.

In tale area sia la presenza dei muri di contenimento nonché la trascurabile pendenza della stessa fino al Torrente Lavello, portano a scongiurare eventuali fenomeni di dissesto che localmente si potrebbero limitare alla sola porzione a stretto contatto con l'alveo dello stesso torrente. Quest'ultimi fenomeni si potrebbero innescare attraverso movimenti di retrogressione delle sponde dovuti all'erosione operata dalle acque ruscellanti che porterebbero all'innescare di frane del tipo "scorrimento" come quella presente lungo il Torrente Lavello e riportata sulla specifica cartografia allegata, ma la morfologia dell'intero versante dalla discarica e fino al Torrente Lavello, con la presenza dell'ampio piazzale SMAE sub pianeggiante non è compatibile con fenomeni di retrogradazione del fenomeno a partire dalle sponde del torrente e fino all'argine della discarica.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

In merito alle opere previste, inoltre, si fa presente che la regimentazione a monte del creep, ovvero lungo il versante oggetto di sistemazione della discarica, delle acque sia superficiali che sotterranee (falda stagionale all'interno della coltre) migliora le caratteristiche dei terreni in quanto non più soggetti ai significativi apporti di acqua e pertanto anche la stabilizzazione del fenomeno di "creep" ne gioverebbe, come da fenomenologia sopra descritta.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

4.1 Profilo stratigrafico e parametri geotecnici di progetto

Per quanto riguarda i modelli stratigrafici sulle verticali considerate, la caratterizzazione geotecnica e sismica, si fa riferimento a quanto riportato negli studi geologici e geotecnici precedenti ed in particolare nello Studio Geologico Tecnico contenuto nel Progetto Definitivo (rif G.01- Studio Geologico – Tecnico Ugo Ugati) - *aprile 2015*.

4.1.1 Profilo stratigrafico

Il profilo stratigrafico è stato ricavato dalle informazioni contenute nel citato studio nel quale si riportano i risultati delle indagini geognostiche eseguite. In particolare l'analisi delle colonne stratigrafiche ha portato a definire la seguente successione litostratigrafica nel sito di progetto, situato in corrispondenza del bordo meridionale della discarica:

- Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto) con spessore variabile pari a non oltre 6 ÷ 8 m;
- Limo argilloso debolmente Sabbioso mediamente consistente dello spessore di 2 ÷ 3 m;
- Argilla con limo mediamente consistente e/o consistente che costituisce la formazione di base.

4.1.2 Valori dei parametri geotecnici

Le proprietà geotecniche dei materiali presenti sono state desunte dai dati di letteratura e dalle caratterizzazioni geotecniche presentate nei precedenti studi, basate sui risultati delle indagini geognostiche, sulle prove di laboratorio eseguite e da dati di letteratura.

I valori adottati sono riportati nella seguente tabella:

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

	PESO DI VOLUME TOTALE γ [kN/m ³]	COESIONE NON DRENATA C_u [KPa]	COESIONE DRENATA C' [KPa]	ANGOLO DI ATTRITO ϕ [°]
Capping*	18	-	-	33
Rifiuti	10	-	10	30
Strato superficiale trattato con Prati armati ®**	15,07	-	20	18
Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto)	15,07	-	12,5***	18***
Limo argilloso debolmente sabbioso med consistente	19,68	-	-	17,5
Argilla con limo mediamente consistente e/o consistente	19,71	195****	-	-

Tabella 4-1: Parametri geotecnici dei materiali

* lo strato di capping è presente solo nella configurazione di progetto in quanto si riferisce ad uno strato presente solo dopo la realizzazione della copertura delle discarica. I valori dei parametri del sistema di copertura sono di tipo prestazionale;

** lo strato Prati armati ® corrisponde allo strato superficiale già presente in sito ove, in progetto, è previsto l'intervento di rinforzo con la tecnica dei Prati armati ®;

*** per il Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto), il valore dell'angolo di attrito riportato si riferisce al risultato delle analisi a ritroso (back analysis) eseguite sullo stato di fatto del versante, presentate nel paragrafo 5.4 e i cui risultati sono presentati nell'Allegato A. Per quanto riguarda la coesione si precisa che tale parametro viene posto pari a 0 nella back analysis (vedi Tabella 5-4) e pari a 12,5 kPa nelle analisi effettuate in condizioni di progetto per tener conto del miglioramento delle caratteristiche ottenuto in conseguenza della realizzazione delle opere di stabilizzazione del versante;

**** per il substrato argilloso, trattandosi di materiale coesivo, i parametri geotecnici adottati si riferiscono a condizioni non drenate ovvero viene stimato il valore di C_u e il valore dell'angolo di attrito viene considerato pari a 0. Il valore di coesione non drenata adottato è pari a 195 kPa, come indicato nello Studio Geologico contenuto nel Progetto Definitivo.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

4.1.3 Parametri per il calcolo dell'azione sismica

Per il calcolo dell'azione sismica si è proceduto al calcolo dell'accelerazione orizzontale e massima in sito come disposto dal D.M. 14.01.2008 (di seguito NTC).

La discarica è situata nel territorio comunale di Ariano Irpino Avellino (AV) in località "Difesa Grande". Per la porzione direttamente interessata dalla variante possono assumersi a riferimento le coordinate geografiche seguenti:

Latitudine: 41,164737 N;

Longitudine: 15.188522 E.



Figura 4-1 Coordinate geografiche di riferimento dell'area di progetto (da Google Earth™)

Come disposto dal D.M. 14.01.2008 (di seguito NTC), l'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite per le opere in progetto, viene definita a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, caratterizzata quest'ultima in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

superficie topografica orizzontale. Ad a_g sono associati i due parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico nel sito:

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

In tabella 1 allegata alle NTC sono forniti i valori dei suddetti parametri ai nodi di una griglia di punti di coordinate geografiche prefissate: i valori per siti di coordinate geografiche intermedie a quelle dei nodi della griglia si ottengono per interpolazione lineare dei valori ai quattro nodi della griglia più prossimi (si veda lo schema in Figura 4-2: Schema per la determinazione dei valori dei parametri di riferimento per il calcolo dell'azione sismica in punti che non coincidono con i nodi della griglia delle NTC, ottenuto con il software SPETTRI-NTC v. 1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici).

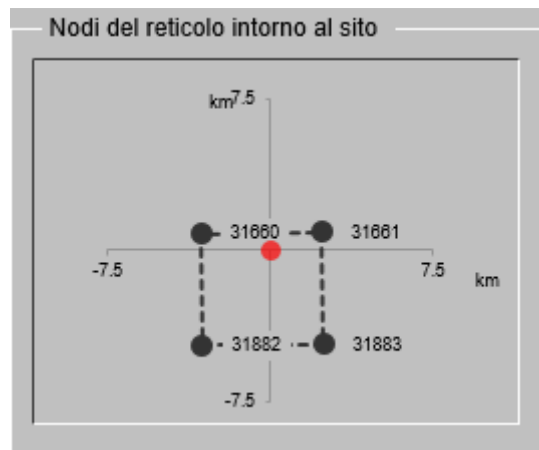


Figura 4-2: Schema per la determinazione dei valori dei parametri di riferimento per il calcolo dell'azione sismica in punti che non coincidono con i nodi della griglia delle NTC

Assumendo per la scarica vita nominale $V_N \geq 50$ anni (comprendente sia la gestione operativa sia la gestione post – operativa) e classe d'uso II (), si ottiene che il periodo di riferimento per il calcolo del tempo di ritorno da cui dipende l'azione sismica di progetto è:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per strutture in classe d'uso II è $C_U = 1$ (Tab. 2.4.II delle NTC) e, di conseguenza:

$$V_R = 50 \cdot 1 = 50 \text{ anni.}$$

Si ottiene quindi il valore del tempo di ritorno di riferimento per il calcolo dell'azione sismica:

$$T_R = 475 \text{ anni}$$

ed infine si perviene ai valori dei parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico riportati nella tabella seguente:

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.057	2.377	0.286
SLD	50	0.074	2.365	0.321
SLV	475	0.227	2.437	0.383
SLC	975	0.322	2.348	0.427

Tabella 4-2: Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per il sito di progetto

L'accelerazione massima attesa al sito è quindi calcolata come:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 0,373 \text{ g,}$$

dove si è assunto:

S_s = coefficiente dipendente dalla categoria di sottosuolo utilizzata. A questo proposito, la Normativa non prende specificamente in conto il caso in cui i materiali siano costituiti da rifiuti; per la caratterizzazione si è fatto riferimento a parametri di bibliografia, in base ai quali al rifiuto è stata attribuita la classe C alla luce dei potenti spessori (> 30 m). Il coefficiente risulta quindi pari a 1.369, calcolato con l'ausilio del software Spettri di Risposta SPETTRI-NTC v. 1.0.3, distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2008 per il valori di a_g e F_0 del sito e dell'opera in esame;

S_T = coefficiente di amplificazione topografica, assunto pari a 1,2 poiché la discarica è ubicata in categoria topografica T2.

4.2 Livello della falda

La presenza della falda nello strato superficiale di terreno è stata individuata come la causa dei fenomeni di dissesto che coinvolgono il lato meridionale del rilevato: i livelli piezometrici misurati durante la realizzazione dei sondaggi geognostici e durante apposite campagne di monitoraggio piezometrico indicano la presenza della falda negli strati più superficiali del terreno. In particolare durante la campagna di misurazione effettuata nell'aprile 2015, sono stati misurati i seguenti valori di soggiacenza della falda nei pozzi e piezometri situati nella zona a valle della discarica.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

POZZO/PIEZOMETRO	LIVELLO DI SOGGIACENZA DELLA FALDA [metri da p.c.]
PPZ5	Non rilevata (pozzo non più esistente)
M3	0,00 (soggiacenza a p.c.)
P2	0,6
P4	4,50
P1	0,75
M2	1,20

Tabella 4-3: Soggiacenza della falda misurata ad Aprile 2012

Per l'ubicazione dei pozzi e dei piezometri si veda la figura seguente in cui si riporta un estratto della Carta della Soggiacenza Falda (Tavola TG. 9 allegata allo Studio Geologico):

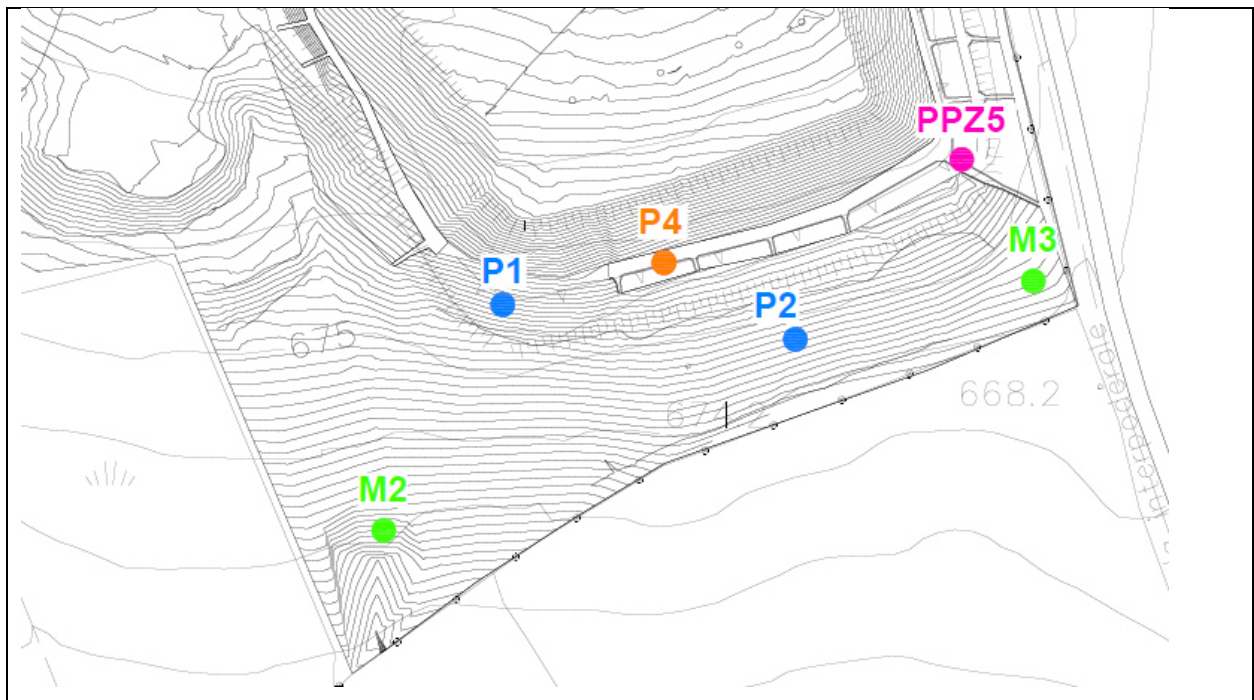


Figura 4-3 Pozzi/Piezometri situati nel lato meridionale del rilievo (Estratto TG. 9 Carta della Soggiacenza Falda allegata allo Studio Geologico)

Nella Figura 4-4 si riporta invece un estratto della Carta Geomorfologica di dettaglio (Tavola TG. 7 allegata allo Studio Geologico).

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

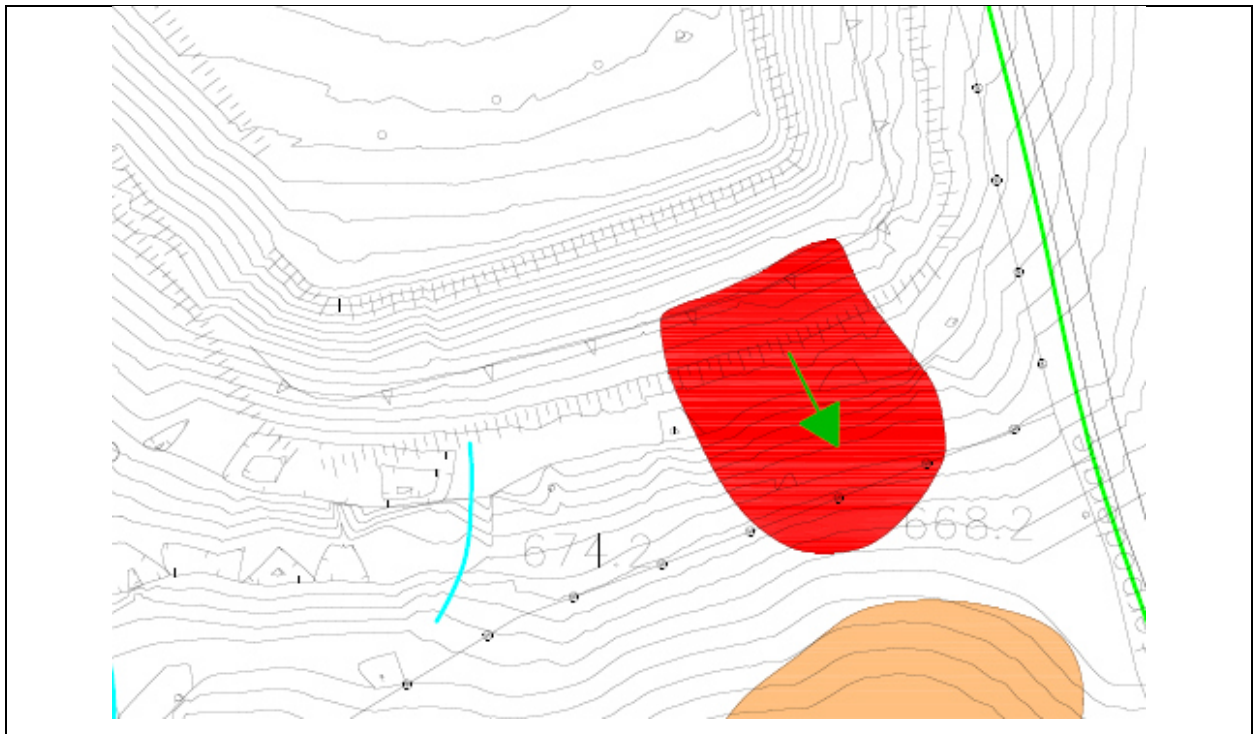


Figura 4-4 Localizzazione della zona di dissesto situata a valle della discarica (Estratto TG. 7 Carta Geomorfologica di Dettaglio allegata allo Studio Geologico)

Tali dati confermano che, in corrispondenza dell'area del dissesto, la linea piezometrica ricade nello strato più superficiale del terreno.

Per le analisi di stabilità del versante nelle condizioni attuali si è considerata una soggiacenza media della falda di 0,50 m da p.c..

Per quanto riguarda le analisi nella configurazione di progetto, ovvero dopo la realizzazione delle opere di drenaggio, si è introdotto un abbassamento medio della falda rispetto al livello di falda *ante operam*. La stima del valore dell'abbassamento è stata ricavato dai dati riportati nella Relazione Idraulica allegata al "Progetto Definitivo di Chiusura della discarica RSU con stabilizzazione del movimento di versante" (ns rif. 005-2015 002R03E01). In tale relazione viene stimato l'abbassamento medio della falda provocato dalle opere di progetto che risulta pari a circa 3,08 m, nel caso dei dreni suborizzontali, e pari a circa 1,43 m per quanto riguarda le trincee drenanti.

Per le analisi di stabilità del versante nelle condizioni di progetto si è quindi considerata una soggiacenza media della falda di 3 m da p.c., per il tratto in cui è prevista la realizzazione dei dreni suborizzontali, e di 1,5 m per il tratto in cui è prevista la realizzazione delle trincee drenanti.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

5. VERIFICHE DI STABILITÀ

5.1 Metodologia di calcolo delle stabilità

5.1.1 Analisi statiche

Le verifiche sono state eseguite con il metodo cosiddetto “dell'equilibrio limite”, che consiste nell'individuare diverse possibili superfici di scivolamento coinvolgenti uno o più materiali e nell'analizzare, per ciascuna di esse, l'equilibrio allo scivolamento del cuneo di materiali soprastanti, considerato come se fosse rigido.

I vari metodi di calcolo dell'equilibrio limite disponibili in letteratura (Bishop, 1955; Janbu, 1973; Morgenstern e Price, 1965; Fellenius, 1927; etc.), si basano tutti sulle ipotesi seguenti:

- il coefficiente di sicurezza è definito come rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato lungo la ipotetica superficie di scorrimento;
- il coefficiente di sicurezza (F_s), che per la superficie corrispondente alla rottura è unitario, è costante in tutti i punti della superficie di scorrimento;
- la rottura avviene per il raggiungimento, contemporaneamente in tutti i punti della superficie di scorrimento, della resistenza limite.

Le analisi sono condotte in condizioni di deformazione piane; in generale, fra i vari metodi è stato impiegato quello di Bishop implementato all'interno di un programma di calcolo specifico per tale tipo di analisi (SLOPE/W, GEOSTUDIO 2007, versione 7.16, sviluppato dalla GEO-SLOPE International, Ltd).

Innanzitutto sono state condotte delle analisi di stabilità statiche a ritroso (back analysis), eseguite con riferimento allo stato di fatto. In tali analisi i valori delle azioni e dei parametri geotecnici non vengono fattorizzati secondo i coefficienti parziali, ma si fanno variare i valori di caratterizzazione geotecnica dei materiali, fino ad arrivare ad ottenere un valore del coefficiente di sicurezza (F_s) unitario, che rappresenta il punto di transizione tra l'equilibrio instabile/stabile.

Utilizzando i risultati della back analysis, si è proceduto poi ad eseguire delle analisi, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente (D.M. 14.01.2008), nei confronti di stati limite ultimi (SLU). Tali analisi, valide per pendii e rilevati artificiali in condizioni statiche, comportano la verifica che non si raggiunga una condizione di stato limite ultimo con i valori di progetto delle azioni e dei parametri geotecnici.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

Le verifiche sono essere effettuate secondo l'Approccio 1, combinazione 2 (A2+M2+R2) del D.M. 14.01.2008 per il quale i valori caratteristici delle azioni e dei parametri geotecnici vengono fattorizzati secondo i coefficienti parziali riportati nelle seguenti tabelle:

CARICHI	EFFETTO	COEFFICIENTI PARZIALI	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	1,0
	Sfavorevole		1,0
Permanenti non strutturali	Favorevole	γ_{G2}	0,0
	Sfavorevole		1,3
Variabili	Favorevole	γ_{G3}	0,0
	Sfavorevole		1,3

Tabella 5-1: Coefficienti parziali per le azioni o l'effetto delle azioni

PARAMETRO	GRANDEZZA	COEFFICIENTI PARZIALI	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'$	$\gamma_{\phi'}$	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,25
Resistenza non drenate	c_{uk}	γ_{cu}	1,40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,00

Tabella 5-2: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Il rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio mobilitato, FS (indicato nelle NTC08 come R_2 , coefficiente parziale per la resistenza del sistema geotecnico) deve risultare ≥ 1.1 .

5.1.2 Analisi sismiche

Le analisi di stabilità sono state condotte in accordo al metodo pseudostatico, che consiste nel sostituire alle reali azioni dinamiche indotte dal sisma in ogni elemento di volume di terreno una forza di inerzia costante (F) valutata come segue:

a) componente orizzontale: $F_H = W \cdot k_H$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

k_H = coefficiente sismico orizzontale.

b) componente verticale: $F_V = W \cdot k_V$

ove:

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile;

k_V = coefficiente sismico verticale.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

A loro volta i coefficienti sismici sono valutati con le espressioni seguenti:

$$k_H = \beta_s * a_{max}/g;$$

$$k_V = \pm 0.5 * k_H;$$

ove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito = 0.24 (Tab.7.11.I NTC 2008);

a_{max} = accelerazione orizzontale massima al sito;

g = accelerazione di gravità.

In funzione di quanto esposto nel 4.1.3 si è assunto:

$$k_H = 0.104;$$

$$K_v = 0.052.$$

5.1.3 Considerazioni in merito al metodo pseudo statico

Dal punto di vista teorico, il modo più corretto per effettuare le analisi di stabilità dei pendii in zona sismica è di fare ricorso a metodi di calcolo dinamici, ossia metodi che applicano gli accelerogrammi di progetto al substrato roccioso e valutano la propagazione delle onde negli strati soprastanti sino all'arrivo in superficie e a partire dalla quale si trasmettono poi alle strutture ed ai manufatti esistenti.

Tuttavia, poiché i metodi di calcolo dinamici richiedono valutazioni e calcoli molto complessi, nella pratica comune si fa normalmente ricorso a metodi di calcolo pseudo statici, che forniscono risultati affidabili, ancorché conservativi, con il vantaggio di essere di semplice applicazione.

In analogia alle relazioni esaminate (De Paola 2002, Budetta 2004 e Mastrantuono 2004) e nell'ottica di agevolare la comparazione dei risultati ottenuti, si è quindi ritenuto di riproporre per le analisi di stabilità il metodo di calcolo pseudo statico.

Nel caso delle analisi di stabilità dei pendii naturali e degli abbancamenti dei rifiuti, esso consiste nel sostituire al campo delle accelerazioni variabili nel tempo presenti in ciascun punto un loro valore "statico" equivalente in grado di produrre gli stessi effetti (e quindi gli stessi livelli di pericolosità) nei confronti dello scorrimento.

Gli effetti delle forze di inerzia impulsive prodotte dal moto sismico vengono quindi calcolati sostituendo all'azione dinamica del terremoto una forza statica 'equivalente', costante nel tempo, in modulo, direzione e verso.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

In questo tipo di analisi, l'amplificazione dello scuotimento del substrato roccioso al piano di campagna dovuto sia alle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo (fattore di amplificazione legato alla natura dei terreni) sia al profilo topografico (fattore di amplificazione topografica ST) viene valutata automaticamente, in via approssimata, mediante l'applicazione di opportuni coefficienti (stabiliti dalla normativa) ai valori della accelerazione massima del terremoto di riferimento.

Inoltre, se si includono nelle analisi anche i manufatti presenti, il metodo consente di valutare gli effetti provocati dal sisma su questi ultimi tenendo conto del loro reale comportamento in presenza di sollecitazioni dinamiche. Peraltro, occorre precisare che gli effetti sulle opere sono fortemente legate alle loro caratteristiche di rigidità e smorzamento.

Dalle considerazioni precedenti risulta chiaramente che il coefficiente sismico da introdurre nelle analisi pseudo statiche dipende non solo dalle caratteristiche del terremoto di progetto e del substrato roccioso, ma anche da: natura del terreno, stratigrafia, profilo altimetrico, etc.

Nel caso in cui le analisi siano effettuate unicamente su strutture, la disponibilità di un'adeguata base sperimentale ha consentito di pervenire a criteri sufficientemente consolidati per la derivazione dei coefficienti sismici sulla base degli spettri di risposta "elastici" dei terremoti.

Nel caso di pendii naturali e degli accumuli di rifiuti, invece, la disponibilità di dati riguardanti il loro comportamento reale in presenza di eventi sismici è alquanto limitata.

L'atteggiamento iniziale è stato quello di utilizzare gli stessi coefficienti sismici adottati in campo strutturale, ma è ovvio che si tratta di un'operazione non del tutto giustificata.

Le applicazioni che ne sono state fatte hanno portato alla convinzione che l'adozione dei coefficienti sismici ricavati con i criteri adottati dalle diverse Normative nazionali nelle analisi di stabilità dei pendii naturali e delle discariche per rifiuti solidi urbani (RSU) è fortemente cautelativa (Augello et al., 1995; Bray et al., 1995).

Come anticipato al paragrafo precedente, un modo per mitigare gli eccessi di cautela è di fare riferimento a coefficienti di sicurezza significativamente più bassi di quelli tradizionalmente adottati in campo statico. Infatti, il confronto con i risultati di analisi dinamiche rigorose effettuate facendo ricorso a programmi di calcolo numerico agli elementi finiti hanno dimostrato che, in molti casi, pendii naturali per i quali le analisi di stabilità pseudo statiche avevano fornito coefficienti di sicurezza poco discosti dall'unità ($1,03 \div 1,05$) risultavano in realtà interessate da modesti spostamenti indotti dal sisma (pochi cm), del tutto compatibili con l'integrità e/o la funzionalità delle strutture esistenti (strade, rilevati, etc.) (Siegel et al., 1990).

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

Nel caso delle discariche è da aspettarsi che le considerazioni precedenti abbiano una maggiore rilevanza, in virtù della elevata deformabilità e dell'elevato coefficiente di smorzamento dei materiali che costituiscono i rifiuti.

Queste caratteristiche determinano infatti una marcata attenuazione dell'ampiezza delle onde sismiche nella loro propagazione dalla base della discarica verso la sommità con un conseguente abbattimento del coefficiente sismico "medio" da introdurre nelle analisi di stabilità (Singh and Murphy, 1990; Bray et al., 1995).

L'abbattimento è tanto più significativo quanto maggiore è il rapporto fra il periodo proprio di vibrazione dei rifiuti (TS) ed il periodo principale dello scuotimento sismico alla base (TP). In pratica per valori $TS/TP > 2$ (che sono valori consueti nelle discariche meno costipate) si può avere una riduzione del coefficiente sismico medio fino a 1/2 di quello applicato alla base (Bray et. al., 1995). Se non si tiene conto di questo abbattimento, a maggior ragione, nelle analisi di stabilità si deve fare riferimento a valori del coefficiente di sicurezza ancora più bassi senza che ciò significhi una perdita di cautela.

Un'altra conseguenza che si può dedurre dalle considerazioni precedenti è che l'adozione di un coefficiente di amplificazione topografica $ST > 1$ nelle analisi di stabilità sismiche delle discariche è priva di giustificazione teorica (semmai si dovrebbe parlare di un coefficiente di "attenuazione", compreso tra 0,5 ed 1). D'altro canto, anche l'Eurocodice 8 suggerisce di non adottare alcun coefficiente di amplificazione topografica nelle analisi di stabilità sismiche condotte con il metodo pseudo statico, ad eccezione di quelle analisi riferite a strati più superficiali e prossimi alle creste dei pendii.

A commento finale delle note precedenti, si fa osservare che gli studi effettuati negli USA su una numerosa serie di discariche coinvolte in eventi sismici di diversa intensità hanno nella quasi totalità dei casi individuato una totale assenza di danni oppure danni di minore importanza limitati alla copertura ed alle tubazioni del biogas (Singh and Murphy, 1990; Siegel et al., 1990; Augello et al 1995; Orr and Finch, 1990).

La conclusione che ne è stata tratta è che nel caso delle discariche per RSU una buona progettazione in campo statico è in grado di assicurare anche un adeguato margine di sicurezza nei confronti di sismi di elevata intensità.

Sulla base delle evidenze sperimentali precedentemente descritte, Singh and Murphy (1990) hanno esplicitamente riconosciuto che la stabilità delle scarpate dei rifiuti in zona sismica non rappresenta il problema più critico.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

Le osservazioni precedenti sono confortate anche dai risultati delle analisi a ritroso effettuate da Augello et al (1995) su alcune delle discariche USA precedentemente descritte. Questi risultati hanno evidenziato un miglioramento della resistenza al taglio dei rifiuti in presenza delle sollecitazioni sismiche; tale miglioramento corrisponde ad un aumento dell'angolo di resistenza al taglio che raggiunge valori compresi tra 30° e 40°; viceversa per le interfacce tra geomembrane e geosintetici le analisi a ritroso precedentemente citate hanno consentito di concludere che gli angoli di attrito in condizioni dinamiche non si discostano significativamente da quelli statici restando compresi in un intervallo tra 14° e 32°.

5.2 Abbattimento dei valori caratteristici

Per quanto riguarda le back analysis, analisi eseguite a ritroso per stabilire i parametri geotecnici caratteristici dello strato di Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto), si sono utilizzati i valori desunti dalla caratterizzazione geotecnica (vedi Tabella 4-1).

Per quanto riguarda invece le analisi dirette nelle condizioni attuali e in quelle di progetto, i valori dei parametri di resistenza al taglio dei materiali sono stati ottenuti a partire dai valori 'nominali' o 'caratteristici' degli stessi parametri, discussi nel precedente paragrafo 4.1.2, attraverso l'adozione dei seguenti coefficienti di sicurezza parziali (γ_m):

- angoli di resistenza al taglio dei terreni o angoli di attrito all'interfaccia (φ')

$$\tan(\varphi^*) = \tan(\varphi') / \gamma_{m,\varphi};$$

- coesione drenata dei terreni o all'interfaccia:

$$c^* = c' / \gamma_{m,c};$$

- coesione non drenata dei terreni o all'interfaccia:

$$c_u^* = c_u / \gamma_{m,cu};$$

dove i coefficienti parziali assumono il valore riportato nella seguente tabella.

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE	COEFFICIENTE	VALORE
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'$	$\gamma_{m,\varphi}$	1,25
Coesione efficace	c'	$\gamma_{m,c}$	1,25
Resistenza non drenata	c_u	$\gamma_{m,cu}$	1,4

Tabella 5-3: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (estratto da tab. 6.2.II delle NTC 2008)

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

5.3 Parametri assegnati per le analisi

I parametri assegnati nelle analisi eseguite con parametri non fattorizzati, usati nelle back analysis, e fattorizzati sono riportati nelle tabelle seguenti:

	PESO DI VOLUME TOTALE γ [kN/m ³]	COESIONE NON DRENATA C_u [KPa]	COESIONE DRENATA C' [KPa]	ANGOLO DI ATTRITO ϕ [°]
Rifiuti	10	-	10	27
Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto)	15,07	-	-	18****
Limo argilloso debolmente Sabbioso med consistente	19,68	-	-	17,5
Argilla con limo mediamente consistente e/o consistente	19,71	195****	-	-

Tabella 5-4: Parametri geotecnici assegnati per le verifiche di stabilità con parametri non fattorizzati

	PESO DI VOLUME TOTALE γ [kN/m ³]	COESIONE NON DRENATA C_u [KPa]	COESIONE DRENATA C' [KPa]	ANGOLO DI ATTRITO ϕ [°]
Capping*	18	-	-	27,45
Rifiuti	10	-	8	22,18
Strato superficiale trattato con Prati armati ®**	15,07	-	15	14,57
Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto)	15,07	-	10****	14,57****
Limo argilloso debolmente sabbioso med consistente	19,68	-	-	14,05
Argilla con limo mediamente consistente e/o consistente	19,71	140****	-	-

Tabella 5-5: Parametri geotecnici assegnati per le verifiche di stabilità con parametri fattorizzati

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

* lo strato di capping è presente solo nella configurazione di progetto in quanto si riferisce ad uno strato presente solo dopo la realizzazione della copertura della discarica i valori dei parametri del sistema di copertura sono di tipo prestazionale;

** lo strato Prati armati ® corrisponde allo strato superficiale già presente in sito ove in progetto è previsto l'intervento di rinforzo con la tecnica dei Prati armati ®;

*** per il Limo argilloso ghiaioso (terreno di riporto), il valore dell'angolo di attrito riportato si riferisce al risultato delle analisi a ritroso (back analysis) eseguite sullo stato di fatto del versante, presentate nel paragrafo 5.4 e i cui risultati sono presentati nell'Allegato A. Per quanto riguarda la coesione si precisa che tale parametro viene posto pari a 0 nella back analysis (vedi Tabella 5-4) e pari a 12,5 kPa nelle analisi effettuate in condizioni di progetto per tener conto del miglioramento delle caratteristiche ottenuto in conseguenza della realizzazione delle opere di stabilizzazione del versante;

**** per il substrato argilloso, trattandosi di materiale coesivo, i parametri geotecnici adottati si riferiscono a condizioni non drenate ovvero viene stimato il valore di C_u e il valore dell'angolo di attrito viene considerato pari a 0. Il valore di coesione non drenata adottato è 195 kPa, come indicato nello Studio Geologico contenuto nel Progetto Definitivo.

5.4 Verifiche di stabilità effettuate

Le verifiche di stabilità effettuata si riferiscono a 3 diverse sezioni ortogonali al versante meridionale della discarica, la cui ubicazione viene riportata nella Figura 1 fuori testo.

5.4.1 Verifiche dello stato di fatto (back analysis)

Per quanto riguarda le analisi effettuate innanzitutto si è proceduto ad effettuare una back analysis nelle condizioni attuali in corrispondenza della sezione 3, ubicata in prossimità delle zona di dissesto. In particolare sono state eseguite analisi di stabilità imponendo superfici di scorrimento che si sviluppino all'interno dello strato di riporto (limo argilloso ghiaioso) e all'interno dello strato di limo argilloso sottostante (limo argilloso debolmente sabbioso med. consistente). Tali verifiche hanno permesso di stimare i valori dei parametri geotecnici adottati per lo strato di riporto e per lo strato di limo argilloso sottostante. In particolare sono stati stimati i valori dell'angolo di resistenza al taglio di tali materiali interessati dai fenomeni di dissesti, che sono poi stati assunti come valori operativi associati ad uno strato critico dei materiali.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

Il livello di falda considerato nelle analisi è stato considerato pari a 0,50 m da p.c. secondo quanto riportato nel paragrafo 4.2..

Si è proceduto inoltre ad effettuare una verifica di stabilità nelle condizioni attuali, considerando la presenza delle opere di drenaggio (trincee drenanti e dreni suborizzontali) in grado di deprimere la falda fino a 3 m da p.c. come illustrato nel paragrafo 4.2.

La verifica è stata eseguita assegnando i parametri geotecnici fattorizzati indicati in Tabella 5-5.

I risultati delle analisi sono riassunti nel paragrafo 5.5 e le analisi riportate in dettaglio in Allegato A.

5.4.2 Verifiche dello stato di progetto

Per le condizioni di progetto, le analisi di stabilità sono state eseguite utilizzando i risultati della analisi di stabilità eseguite per lo stato di fatto.

Le analisi di stabilità sono state eseguite considerando la nuova configurazione di progetto dal punto di vista geometrico (riprofilatura della scarpata e presenza di berme) e, per quanto riguarda la falda, considerando il livello di falda indisturbato e quello stimato considerando la presenza delle opere di drenaggio (trincee drenanti e dreni suborizzontali) in grado di deprimere la falda fino a 3 m da p.c. come illustrato nel paragrafo 4.2. Nel corpo rifiuti invece si è considerata la presenza di un livello di percolato pari a 2 m da fondo vasca, condizione da mantenere con gli opportuni emungimenti di percolato dal sistema estrazione presente in discarica.

Le analisi sono state condotte anche ipotizzando la presenza di sisma e utilizzando i coefficienti sismici orizzontali e verticali, il cui calcolo è illustrato nei paragrafi 4.1.3 e 5.1.2..

Le verifiche di stabilità sono state eseguite per tutte e tre le sezioni ubicate nel versante meridionale della discarica.

Per la sezione ubicata in corrispondenza del fenomeno di dissesto (S3), si sono eseguite le analisi sia per le superfici critiche che interessano la discarica sia per quelle che coinvolgono il pendio esterno alla scarpata a valle della discarica, dove è presente il dissesto.

Per quanto riguarda invece e altre due sezioni considerata (S1 e S2) le analisi sono state condotte in corrispondenza delle superfici che interessano la discarica,

I risultati delle analisi sono riportati nel paragrafo 5.5 e le analisi riportate in dettaglio in Allegato A.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

5.5 Risultati e conclusioni

In Allegato A alla presente relazione è riportato il risultato più significativo per ciascun tipo di analisi di stabilità condotta. Nelle seguenti tabelle sono riassunti i valori ottenuti per le diverse sezioni analizzate con i riferimenti alle rispettive figure.

Per le **back analysis**, vengono presentate due superfici critiche imposte: una che coinvolge lo strato di riporto ed una che coinvolge lo strato di limo presente al di sopra del tetto delle argille.

Configurazione attuale - back analysis con parametri non fattorizzati - condizioni statiche – falda invariata

SEZIONE	TIPO DI SUPERFICIE	FATTORE DI SICUREZZA	ALLEGATO A
S3	Superficie che interessa il riporto	1,034	Figura 1a
S3	Superficie che interessa lo strato di limo	1,008	Figura 1b

Tabella 5-6: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche – ante operam

Configurazione attuale - back analysis con parametri fattorizzati - condizioni statiche – falda invariata

SEZIONE	TIPO DI SUPERFICIE	FATTORE DI SICUREZZA	ALLEGATO A
S3	Superficie che interessa il riporto	0,827	Figura 1c
S3	Superficie che interessa lo strato di limo	0,806	Figura 1d

Tabella 5-7: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche – ante operam

Le analisi a ritroso presentate presentano fattori di sicurezza pari a 1 utilizzando parametri non fattorizzati, con valori dell'angolo di resistenza al taglio pari rispettivamente a 18° per lo strato di terreno di riporto e 19° per lo strato di limo. Tale condizione rappresenta la situazione di equilibrio stabile.

Applicando la normativa (D.M. 14.01.2008, NTC), ovvero imponendo i valori dei parametri geotecnici fattorizzati nelle condizioni attuali, si ottengono valori del fattore di sicurezza pari 0,806 e 0,827, che costituiscono i termini per il confronto con le analisi svolte nella configurazione di progetto e quindi i riferimenti per la valutazione del miglioramento introdotto dalle opere.

Si precisa che per quando riguarda lo strato di limo presente al di sopra del tetto delle argille, nelle analisi svolte in condizioni di progetto, si è applicato, conservativamente, un valore dell'angolo di

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

resistenza al taglio pari a 17,5° (non fattorizzato) invece che 19°, come invece emerso dai risultati delle back analysis.

Questa scelta conservativa deriva dall'esigenza che le superfici di scivolamento critiche vengano localizzate dal programma, come effettivamente avviene nella realtà, al di sopra della base del tetto delle argille di substrato.

Di seguito vengono riportati i risultati delle analisi svolte nella configurazione di progetto.

Configurazione attuale – parametri fattorizzati - condizioni statiche – abbassamento falda

SEZIONE		FATTORE DI SICUREZZA	ALLEGATO A
S3	Superficie che interessa la discarica	1,423	Figura 2
S3	Superficie che interessa il riporto	1,363	Figura 3

Tabella 5-8: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche – ante operam

Configurazione di progetto – parametri fattorizzati - condizioni statiche – abbassamento falda

SEZIONE	TIPO DI SUPERFICIE	FATTORE DI SICUREZZA	ALLEGATO A
S1	Superficie che interessa la discarica	2,354	Figura 4
S2	Superficie che interessa la discarica	2,542	Figura 5
S3	Superficie che interessa la discarica	2,417	Figura 6
S3	Superficie che interessa il riporto	1,447	Figura 7

Tabella 5-9: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni statiche - post operam

Configurazione di progetto – parametri fattorizzati - condizioni pseudostatiche – abbassamento falda

SEZIONE	TIPO DI SUPERFICIE	FATTORE DI SICUREZZA	ALLEGATO A
S1	Superficie che interessa la discarica	1,197	Figura 8
S2	Superficie che interessa la discarica	1,385	Figura 9
S3	Superficie che interessa la discarica	1,197	Figura 10
S3	Superficie che interessa il riporto	1,040	Figura 11

Tabella 5-10: Valori dei fattori di sicurezza ottenuti in condizioni pseudostatiche - post operam

Con riferimento ai valori di sicurezza attuali, ovvero quelli desunti dalla back analysis con parametri fattorizzati, si può evidenziare che le opere previste introducono un miglioramento del fattore di sicurezza (FS) che, in condizioni statiche, passa da 0,827 a 1,447.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

In base alle analisi effettuate, si conclude che la stabilità è sempre soddisfatta con fattori di sicurezza superiori al minimo previsto dalla normativa (1,1) per quanto riguarda le analisi in condizioni statiche. Per quanto riguarda le analisi effettuate in condizioni pseudostatiche, viene raggiunto il valore unitario per tutte le superfici di scivolamento, ritenuto soddisfacente anche alla luce delle considerazioni riportate nel paragrafo 5.1.3.

Questo può considerarsi accettabile sia per l'impiego del criterio di progetto osservazionale (si veda Relazione Tecnica di Progetto, par. B) che per quanto esposto nel paragrafo 5.1.3

Si sottolinea in ogni caso che l'area di pendio in questione sarà sottoposto a monitoraggio topografico, estendendo i punti di controllo anche a valle come indicato nel successivo par.7 per i periodi definiti nel Cronoprogramma di progetto e valutando al termine del periodo eventuali ulteriori interventi sul versante.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

6. OPERE DI SBOCCO DEI DRENAGGI

Per quanto riguarda le opere di sbocco dei drenaggi si recepisce quanto espresso nella Nota dell'Autorità di Bacino della Puglia del 01/09/2015 (Protocollo 0012038) e si prevede di costruirle con tutte le accortezze tecniche necessarie al fine di evitare la caduta libera delle acque sul versante a valle della discarica.

In particolare si prevede di intercettare le acque nell'impiuvio alla base del versante per non aggravare le condizioni di stabilità delle aree contermini, incanalandoli nei fossi e nei canali presenti nella zona tra la fine della discarica ed il Torrente Lavello ed evitare la dispersione delle acque drenate.

Tali canali verranno opportunamente impermeabilizzati tramite posa di geotessili tipo Geocanvas, composti da geotessuti impregnati a base cementizia flessibili, che si induriscono una volta idratati prendendo la forma desiderata e rendendo l'alveo e le sponde di canali e fossi di guardia impermeabili.

Nella Figura seguente viene mostrato un esempio di applicazione di geocanvas.



Figura 6-1 Esempio applicativo dell'utilizzo di geocanvas per l'impermeabilizzazione di canali e fossi

Per quanto riguarda il caso in esame, la proprietà è disponibile ad effettuare l'impermeabilizzazione di fossi e canali situati all'interno delle aree di sua pertinenza ovvero fino alla recinzione della discarica, e nelle aree fino al Torrente Lavella, previa autorizzazione dei proprietari delle aree e dei canali situati tra la recinzione ed il corpo idrico.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

7. MONITORAGGIO TOPOGRAFICO

Per quanto riguarda il monitoraggio topografico si recepisce quanto espresso nella Nota dell'autorità di bacino della puglia del 01/09/2015 (protocollo 0012038) e si prevede di ampliare la rete di capisaldi topografici prevista nel Progetto Definitivo ed estenderla anche al versante più a valle del rilevato della discarica.

In particolare, come illustrato nella Figura 2 fuori testo, dove si riporta la localizzazione dei punti di monitoraggio topografico, si prevede di introdurre 14 ulteriori punti di monitoraggio topografico integrativi, in aggiunta ai 41 già previsti dal Piano di monitoraggio ambientale allegato al "Progetto Definitivo di chiusura della discarica RSU con stabilizzazione del movimento di versante (ns rif. 005-2015 002R07E01), per monitorare la stabilizzazione del movimento di versante.

La frequenza dei monitoraggi sarà la stessa di quella prevista dal suddetto Piano di Monitoraggio, ovvero frequenze da quindicinali e bimestrali in funzione dei movimenti del pendio a valle della discarica.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AUGELLO, A.J., MATASOVIC, N., BRAY, J.D., KAVAZANJIAN, E. and SEED, R.B. (1995), *Evaluation of Solid Waste Landfill Performance During the Northridge Earthquake*. ASCE Geotechnical Special Publication N.54: Earthquake design and performance of solid waste landfills. Proceedings ASCE Annual Convention. San Diego, USA.
2. BISHOP, W.A. (1955), *The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slope*. Geotechnique, vol. 5, n.1.
3. BJARNGARD, A. e EDGERS, L. (1990), *Settlement of Municipal Solid Waste landfills*. Proceedings 13th annual Madison Waste Conference, Madison, USA
4. BRAY, J.D., AUGELLO, A.J., LEONARDS, G.A., REPETTO, P.C. AND BYRNE, R.J. (1993), *Seismic Stability Procedure for Solid Waste Landfills*. ASCE Journal of Geotechnical Engineering. Vol. 121 N. 2.
5. COWLAND, J.W., TANG, K.Y. e GABAY, J. (1993), *Density and Strenght Properties of Hong Kong Refuse*. Proc. 4th International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, pp. 1433-1446.
6. DEL GRECO, O. e OGGERI, C. (1993), *Geotechnical Parameters of Sanitary Wastes*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. II pp. 1434-1446.
7. DIXON, N. e JONES, D.R.V. (2004), *Engineering Properties of Municipal Solid Waste*. Geotextiles and Geomembranes, Vol. 23, June 2005, pp. 205-233.
8. DIXON, N., ZHANG, B. e EL-HAMALAWI, A. (2005), *Constitutive Modelling of MSW*. Proc. 10th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 2005, 3-7 Ottobre.
9. EDIL, T.B., RANGUETTE, V.J. e WUELLNER, W.W. (1990), *Settlement of Municipal Refuse*. Geotechnics of Waste Fills - Theory and Practice, ASTM STP 1070, Philadelphia, 225-239.
10. FASSETT, J., LEONARDS, G.A. e REPETTO, P.C. (1994), *Geotechnical Properties of Municipal Solid Waste and Their Use in Landfill Design*. Proc. Waste Tech '94, Solid Waste Association of North America, Silver Springs, Maryland, pp. 1-31.
11. FRATALOCCHI, E., PASQUALINI, E., PATACCHINI, C., STELLA, M. e VEGGI, S. (2003), *Stabilità delle discariche controllate per rifiuti solidi urbani*. Atti delle conferenze di Geotecnica di Torino, XIX ciclo.
12. GOLDER ASSOCIATES (1993), Unpublished internal report.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

13. GRISOLIA, M., NAPOLEONI, Q. and TANCREDI, G. (1995), *The use of triaxial tests for characterization of MSW*. Proc. 5th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 1995, II, 761-768.
14. JANBU, N. (1973), *Slope stability computations*. In *The Embankment Dam Engineering Casagrande Volume*. John Wiley & Sons, pp. 47-86.
15. JESSBERGER, H.L. and KOCKEL, R. (1991), *Mechanical Properties of Waste Materials*. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
16. JESSBERGER, H.L. and KOCKEL, R. (1993), *Determination and Assessment of the Mechanical Properties of Waste Materials*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, CISA. 167-177.
17. JESSBERGER, H.L. (1994), *Geotechnical Aspects of Landfill Design and Construction, Part. 2: Materials Parameters and Test Methods*. Institution of Civil Engineers Geotechnical Engineering Journal, 107, 105-113.
18. JONES, D.R.V., TAYLOR, D.P. e DIXON, N. (1997), *Shear Strength of Waste and Its Use in Landfill Stability Analysis*. Proceedings Geonvironmental Engineering Conference, Yong, R.N., Thomas, H.R. (Eds.), Thomas Telford, 343-350.
19. KAVAZANJIAN, E. JR., MATASOVIC, N., BONAPARTE, R. e SCHMERTMANN, G.R. (1995), *Evaluation of MSW Properties for Seismic Analysis*. Geonvironment 2000, ASCE Geotechnical Special Publication #46, V. 2, pp. 126-141.
20. KAVAZANJIAN, E. JR. (2001) *Mechanical Properties of Municipal Solid Waste*. Keynote Lecture, Proc. Proc. 8th International Waste Management, and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 415-424
21. KAVAZANJIAN, E. JR. (2006), *Waste mechanics. Recent Findings and Unanswered Question*. Keynote Lecture, Proc. Geoshanghai International Conference, Shanghai, China, June 6-8, 2006.
22. KOLSH, F. (1995), *Material Values for Some Mechanical Properties of Domestic Waste*. Proc. 5th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, Vol. 2, pp. 20.
23. LANDVA, A.O. e CLARK, J.I. (1986), *Geotechnical Testing of Waste Fill*. Proceedings of Canadian Geotechnical Conference, Ottawa, Ontario, pp. 371-385.
24. LANDVA, A.O. e CLARK, J.I. (1990), *Geotechnics of Waste Fills – Theory and Practice*. A Landva and G.D. Knowles, eds, ASTM STP 1070, Philadelphia, Pa, USA, pp. 86-105.

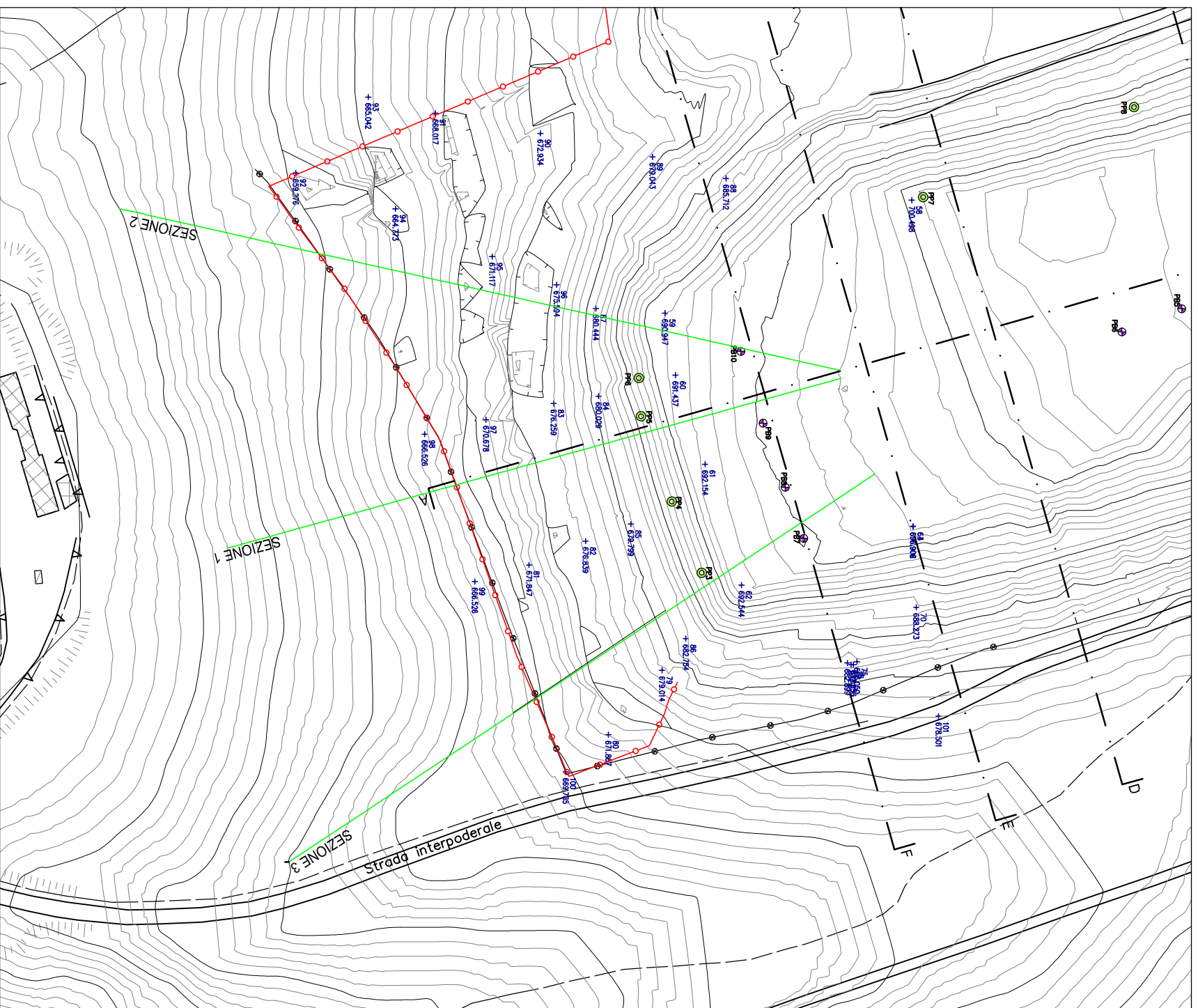
005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

25. LINGH, H.I., LESHCHINSKY, D., MOHRI, Y. e KAWABATA, I. (1998), *Estimation of Municipal Solid Waste Landfill Settlement*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 124(1), 21-28.
26. MACHADO, S.L., CARVALHO, M.F. e VILAR, O.M., (2002), *Constitutive Model for Municipal Solid Waste*. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, vol. 128(11), pp. 940-951.
27. MANASSERO, M., e PASQUALINI, E. (1993), *Design and Construction of Barricalla Hazardous Waste Landfill*. Geotechnical News, BiTech Publishers, Richmond, B.C., 11(4).
28. MANASSERO, M., PASQUALINI, E. e VEGGI, S. (1994), *Stability of Compacted Clay Liners at Landfill Sidewalls*. Proc. XIII ICSEMF, New Delhi, India, 1994, pp. 1587-1590.
29. MANASSERO, M., VAN IMPE, W.F. e BOUAZZA, A. (1996), *Waste disposal and containment*. State of the Art Report, Proc. 2nd ICEG, Osaka, A.A. Balkema, Rotterdam.
30. MANASSERO, M., e DOMINIJANNI, A. (2011), *Stabilizzazione di discariche su pendio*. Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, XXIII ciclo, Politecnico di Torino, 23-24 novembre.
31. MARTIN, R.B., KOERNER, R.M. e WHITTY, J.E. (1984), *Experimental Friction Evaluation of Slippage Between Geomembranes, Geotextiles and Soils*. Proc. of the International Conference on Geomembranes, Denver, Colorado, June 20-23, 1984, pp. 191-196.
32. MATASOVIC, N. (1991), *Selection of Method for Seismic Slope Stability Analysis*. Proc. Second International Conference on Advances in Geotechnical Earthquake Engineering in Soil Dynamics, March 11-15, St. Louis, Missouri, Paper No. 7.20.
33. MESRI, G., e ABDEL-GHAFFAR, M.E.M. (1993), *Cohesion Intercept in Effective Stress-Stability Analysis*. Journal of Geotechnical Engineering, 119(8), pp. 1229-1249.
34. MITCHELL, J.K., e MITCHELL, R.A. (1991), *Stability of Landfills*. Atti del XV ciclo di Conferenze di Geotecnica del Politecnico di Torino (Italy).
35. MITCHELL, J.K., SEED, R.B. e SEED, H.B. (1990), *Kettleman Hills Waste Landfill Slope Failure: Liner System Properties*. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 116(4), pp. 647-668.
36. MORGENSTERN, N.R., and PRICE, V.E. (1967), *A numerical method for solving the equations of stability of general slip surfaces*. Computer Journal, 9, 388-393.
37. ORR, W.R. and FINCH, M.O. (1990), *Solid waste landfill performance during the Loma Prieta earthquake*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
38. OWEIS, I.S. e KHERA, R. (1990), *Geotechnology of Waste Management*. Butterworths, Boston.

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.

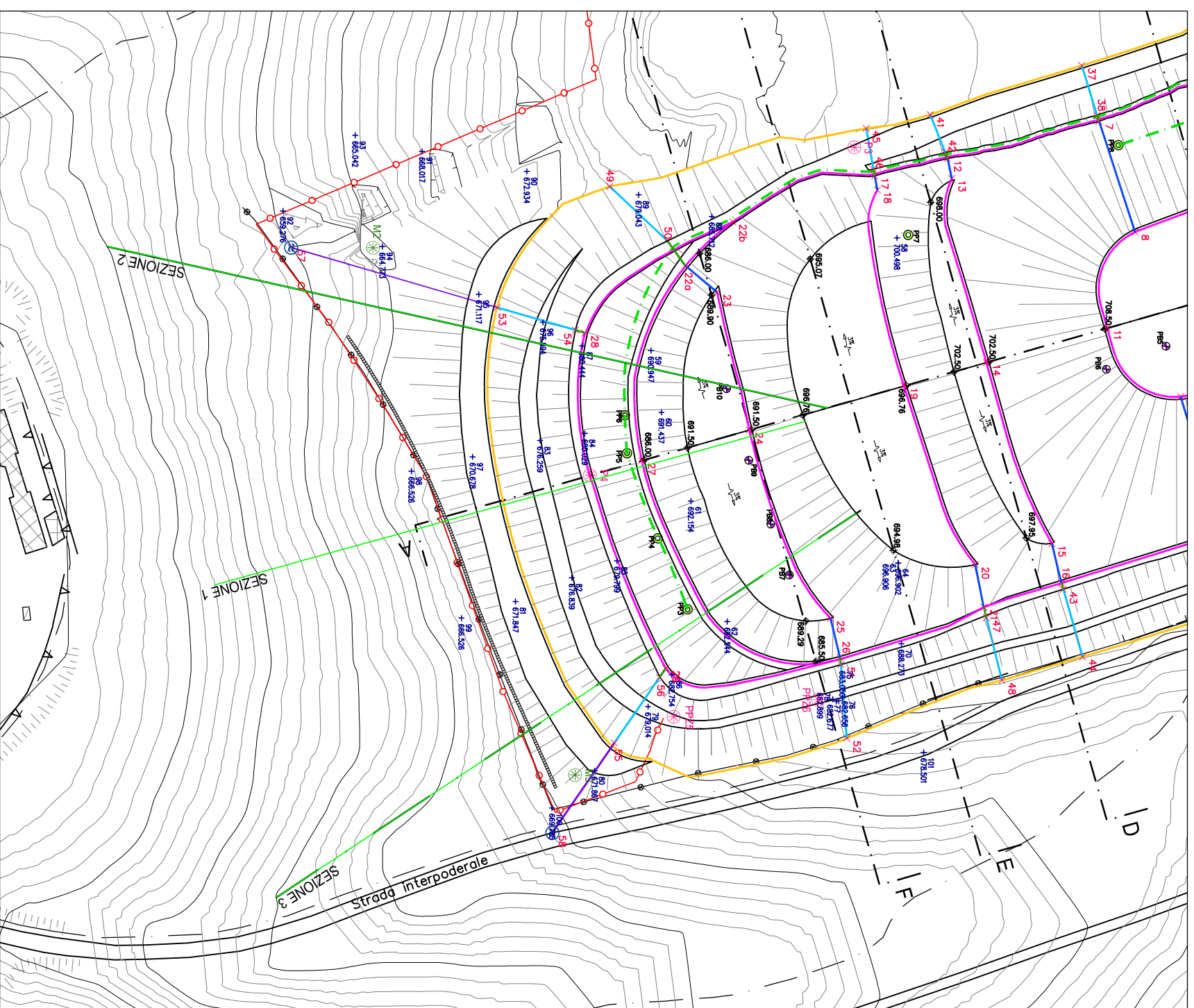
39. PASQUALINI, E., ROCCATO, M. e SANI, D. (1993), *Shear Resistance at the Interfaces of Composite Liners*. Proc. 4th International Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy.
40. SANCHEZ-ALCITURRI, J.M., PALMA, J., SAGASETA, C. e CANIZAL, J. (1993), *Mechanical Properties of Wastes in a Sanitary Landfill*. Proc. International Conference Green '93, Bolton University, Bolton, A.A. Balkema, Rotterdam.
41. SERAFIM, J.L., PEREIRA, J.P. (1983), *Considerations of the Geomechanics Classification of Bieniawski*. Proc. Int. Symp. On Engng Geol. And Underground Constr., LNEC, Lisboa
42. SIEGEL, R.A., ROBERTSON, R.J. and ANDERSON, D.G. (1990), *Slope stability investigations at a landfill in Southern California*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
43. SINGH, S. AND MURPHY, B.J. (1990), *Evaluation of the stability of sanitary landfills*. ASTM Special Technical Publication N. 1070: Geotechnics of wastefills. Theory and practice.
44. SOWERS, G.F. (1973), *Settlement of Waste Disposal Fills*. VIII Proc. Int. Conf. on Soil Mechanics and Found. Eng. Moscow, Vol. 2, pp. 207-212.
45. TANZINI, M. (2006), *Fondazioni*. Dario Flaccovio Ed.
46. VAN IMPE, W.F. and VAN IMPE, P. (1999), *Mechanical properties of MSW and considerations on consolidation of dredged material*. Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino XVII ciclo, "Controllo e gestione degli inquinanti nel sottosuolo", 23-24-25 Novembre.
47. VEGGI, S. (1994), *Progettazione geotecnica di una discarica*. Atti "Caratterizzazione dei terreni e delle rocce per la realizzazione di infrastrutture: teorie, tecnologie ed esempi". Firenze. Ordine dei Geologi della Toscana.
48. VEGGI, S. (2005), *Progettazione e costruzione delle discariche controllate*. Atti del convegno "Discariche controllate: il quadro normativo, ricadute tecnico economiche sulla costruzione e gestione". S. Giovanni Valdarno, 26 ottobre 2005.
49. YEN, B.C. e SCANLON, B. (1975), *Sanitary Landfill Settlement Rates*. Journal of Geotechnical Engineering, Div. Am. Soc. Civ. Eng., 105(5), 475-487.
- ZEKKOS, D.P., BRAY, J.D., KAVAZANJIAN, E. JR., MATASOVIC, N., RATHJE, E., RIEMER, M. e STOCKOE II, K.H. (2005), *Framework for the Estimation of MSW Unit Weight Profile*. Proc. 10th International Waste Management and Landfill Symposium, S. Margherita di Pula, Cagliari, Italy, 3-7 October 2005

005.2015 003R01E01	Relazione integrativa	E01
Codice	Titolo	Rev.



stato attuale

SCALA 1:2.000



progetto

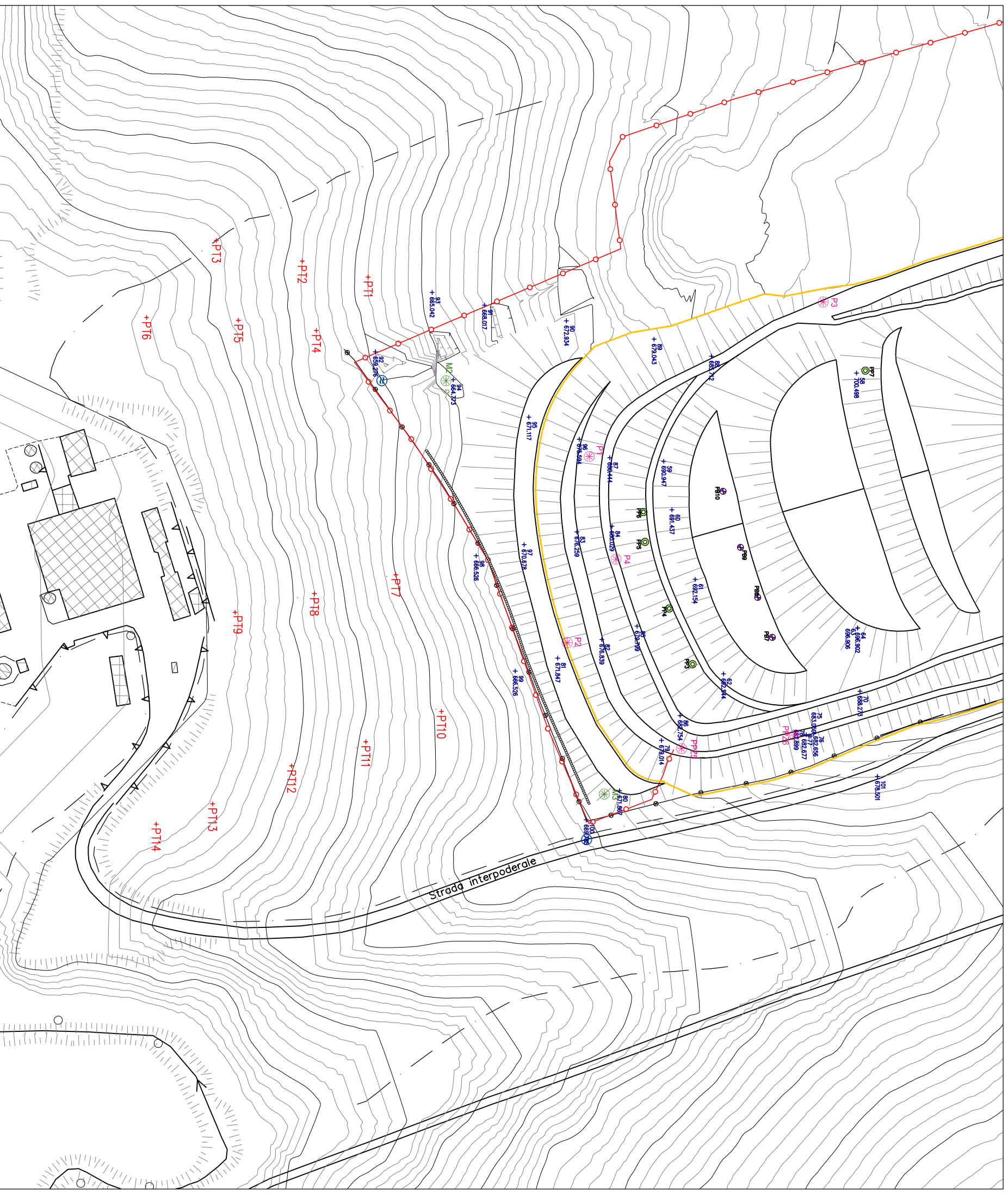
SCALA 1:2.000

LEGENDA

SEZIONI PER VERIFICHE DI STABILITA'



Figura 1:
Ubicazione delle sezioni considerate per le verifiche di stabilità



LEGENDA

- +ⁿ701.763 CAPISALDI PER IL MONITORAGGIO TOPOGRAFICO INSTALLATI NEL 2015
- +PT PUNTI DI MONITORAGGIO TOPOGRAFICO INTEGRATIVI
- POZZI PERCOLATO
- ⊗ POZZI BIOGAS
- RECINZIONE
- GABBIONI
- ⊕ PUNTI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI
- ⊗ PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
- ⊗ PIEZOMETRI DI MONITORAGGIO GEOTECNICO

SCALA 1:2.000

Figura 2:
Punti di monitoraggio topografico integrativi

CONDIZIONI ATTUALI

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

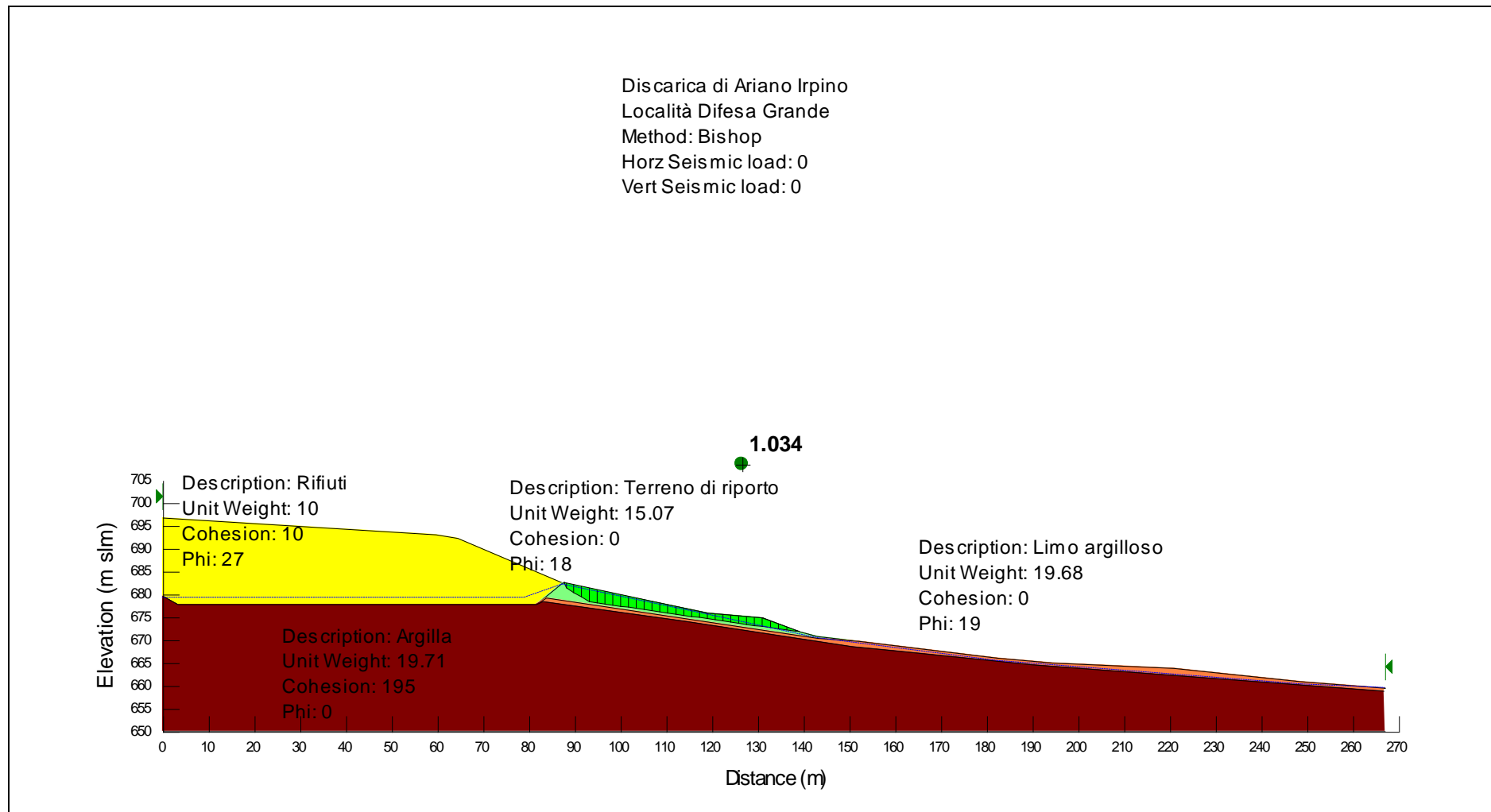


Figura 1a Sezione 3 Configurazione attuale - back analysis con parametri non fattorizzati - condizioni statiche - falda invariata - superficie che interessa il riporto

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

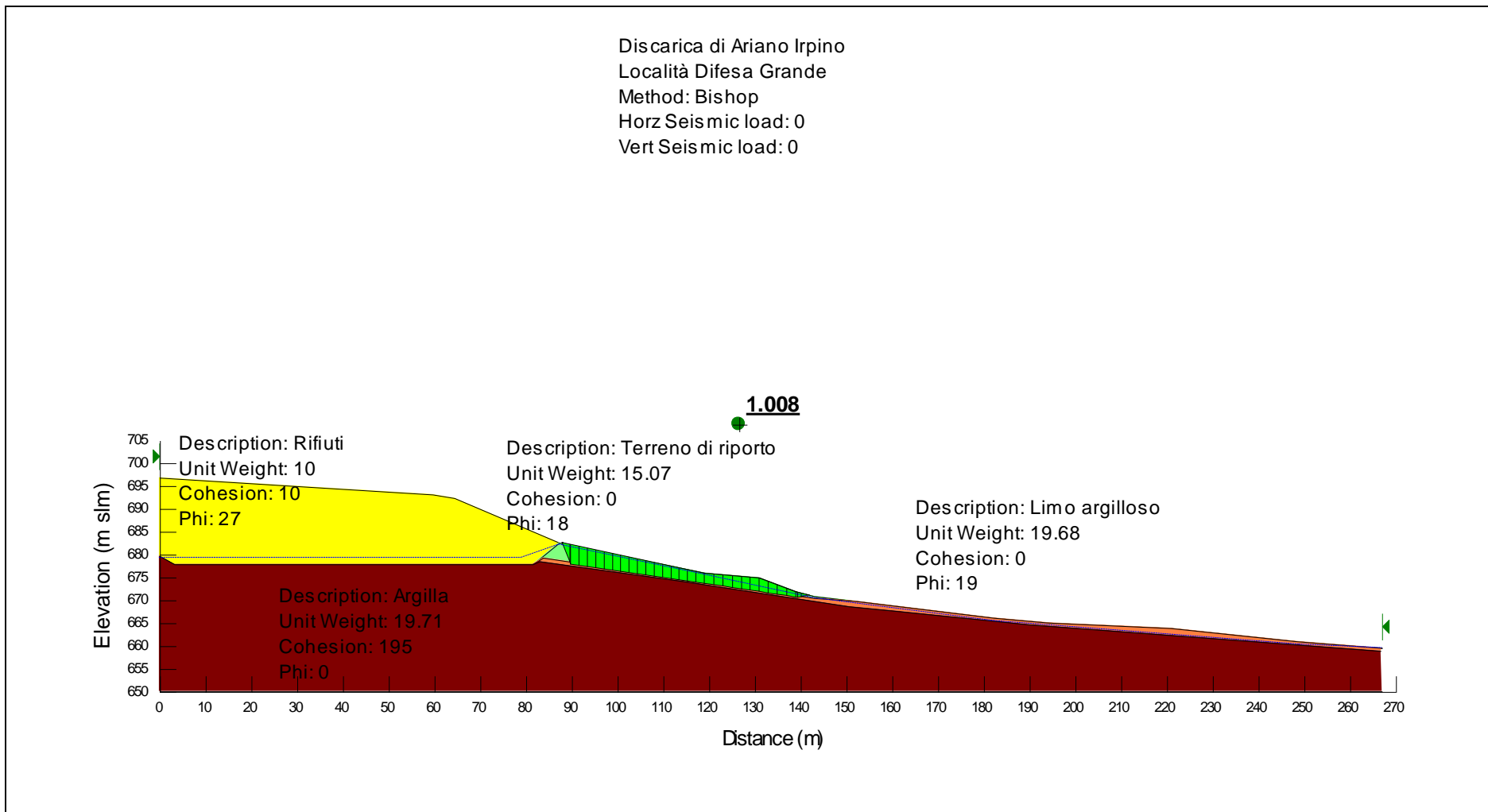


Figura 1b Sezione 3 Configurazione attuale - back analysis con parametri non fattorizzati - condizioni statiche – falda invariata - superficie che interessa lo strato di limo

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

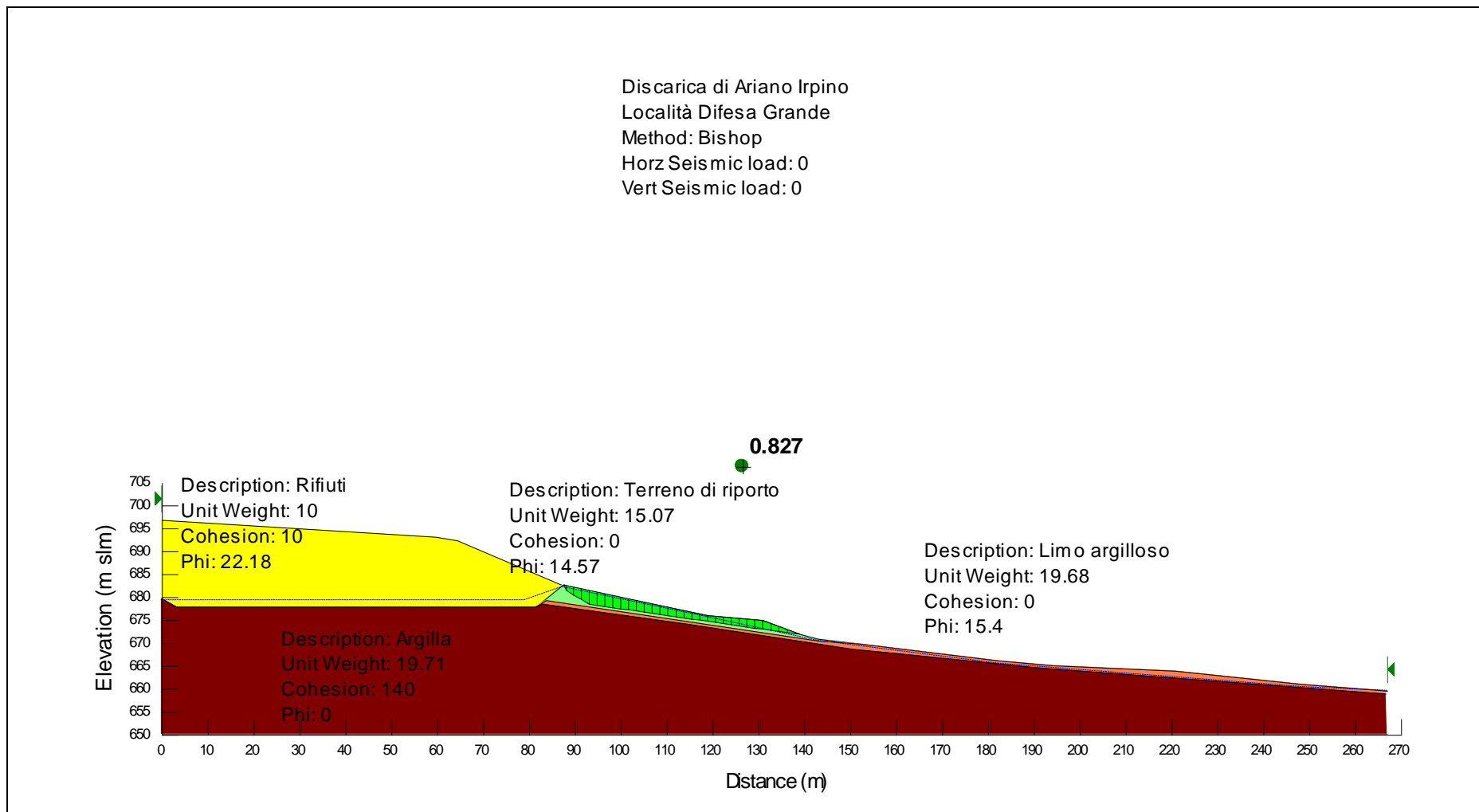


Figura 1c Sezione 3 Configurazione attuale - back analysis con parametri non fattorizzati - condizioni statiche - falda invariata- superficie che interessa il riporto

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

Discarica di Ariano Irpino
 Località Difesa Grande
 Method: Bishop
 Horz Seismic load: 0
 Vert Seismic load: 0

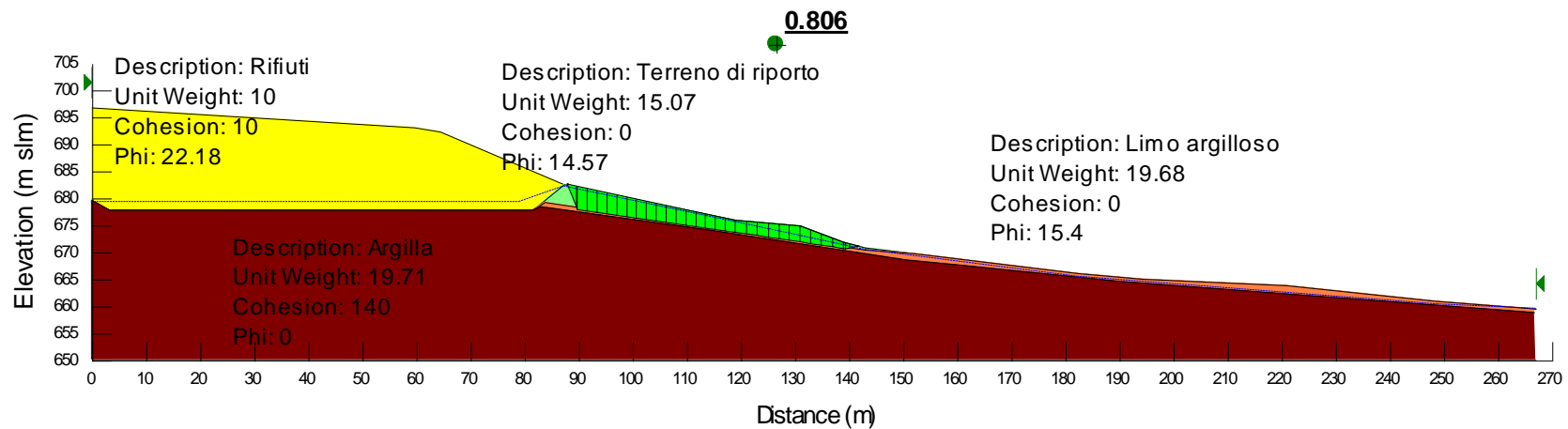


Figura 1d Sezione 3 Configurazione attuale - back analysis con parametri non fattorizzati - condizioni statiche – falda invariata - superficie che interessa lo strato di limo

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

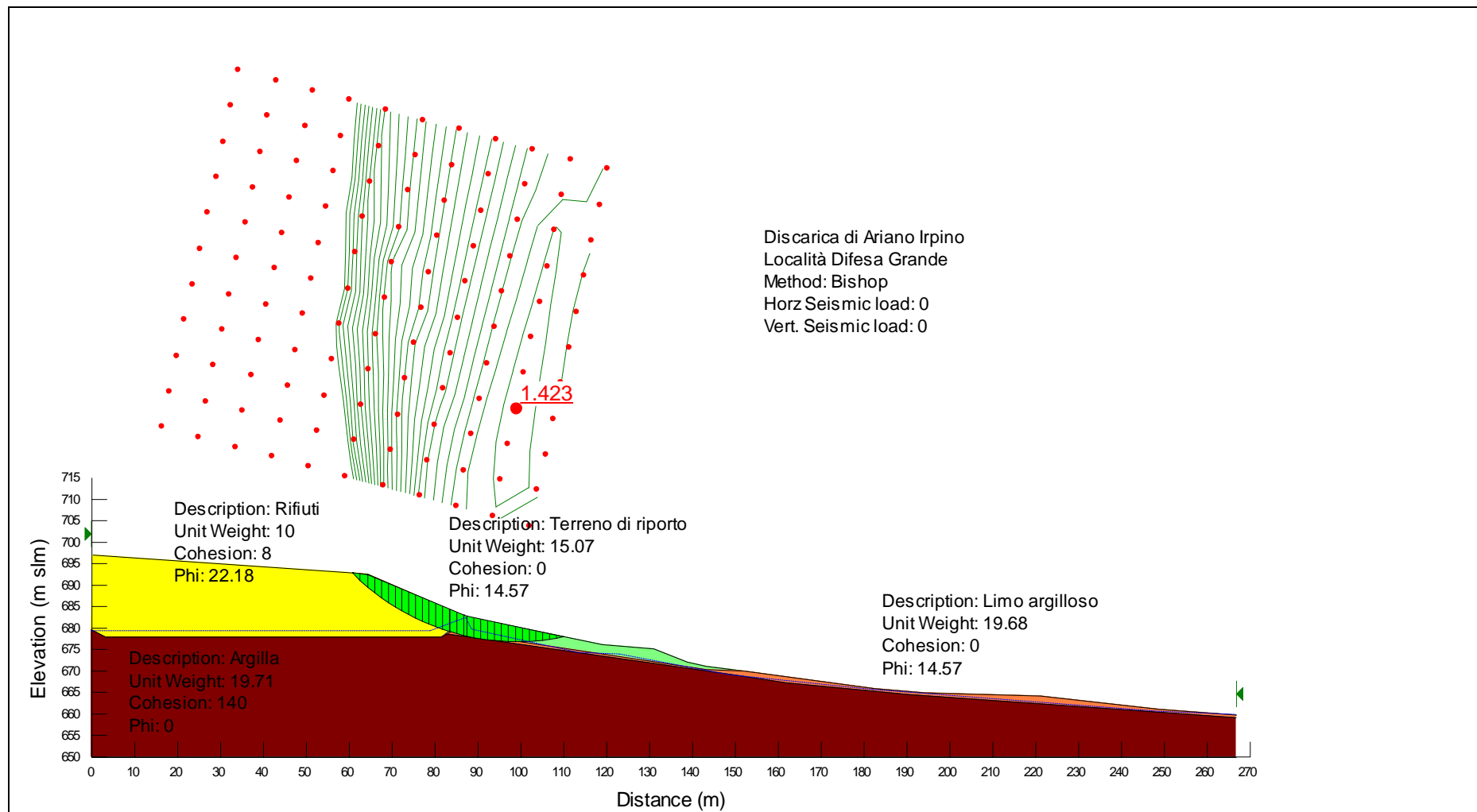


Figura 2 Sezione 3 Configurazione attuale - parametri fattorizzati - condizioni statiche - abbassamento falda

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

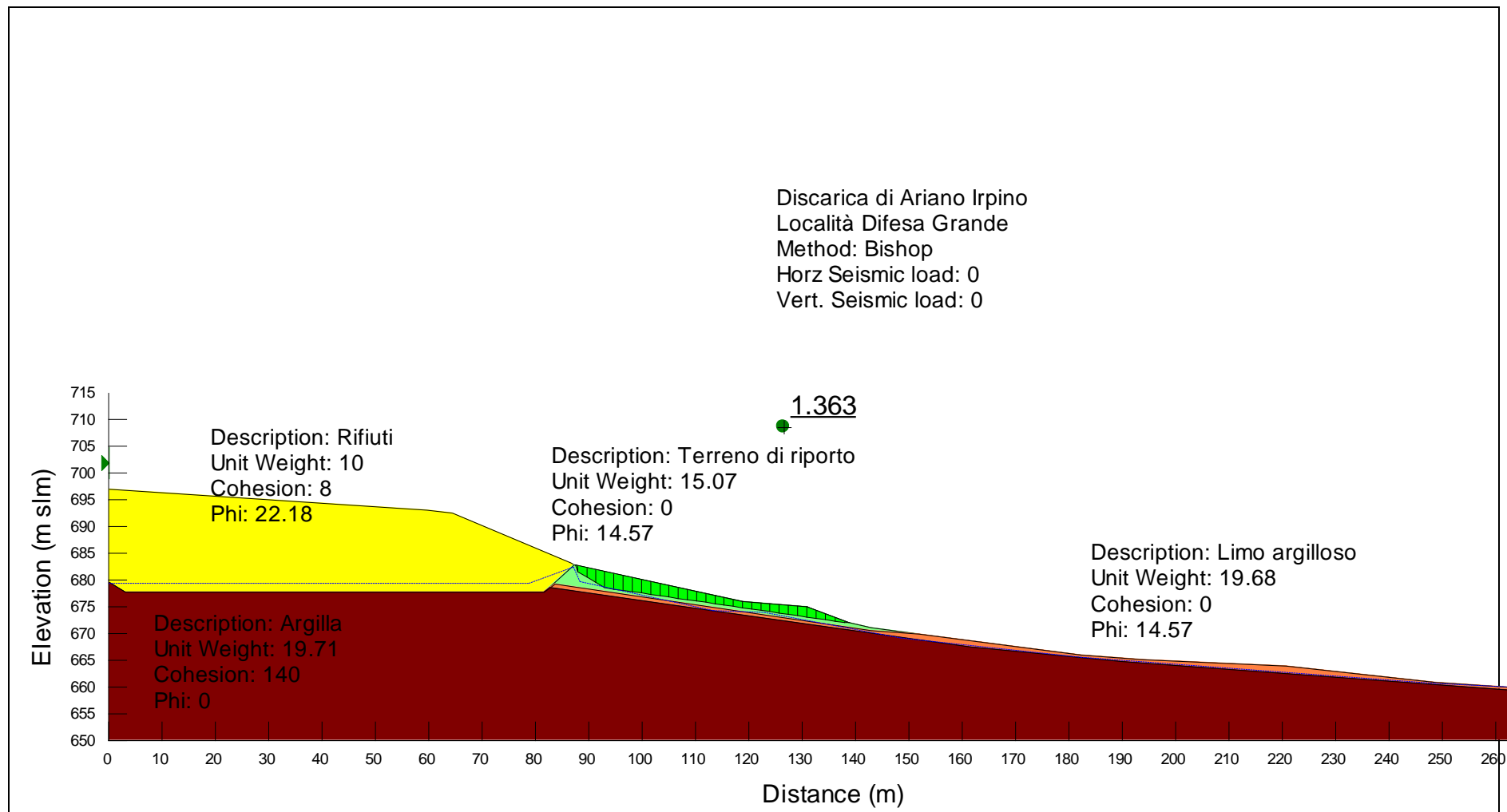


Figura 3 Sezione 3 Configurazione attuale - parametri fattorizzati - condizioni statiche - falda invariata

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

CONDIZIONI DI PROGETTO
CASO STATICO

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

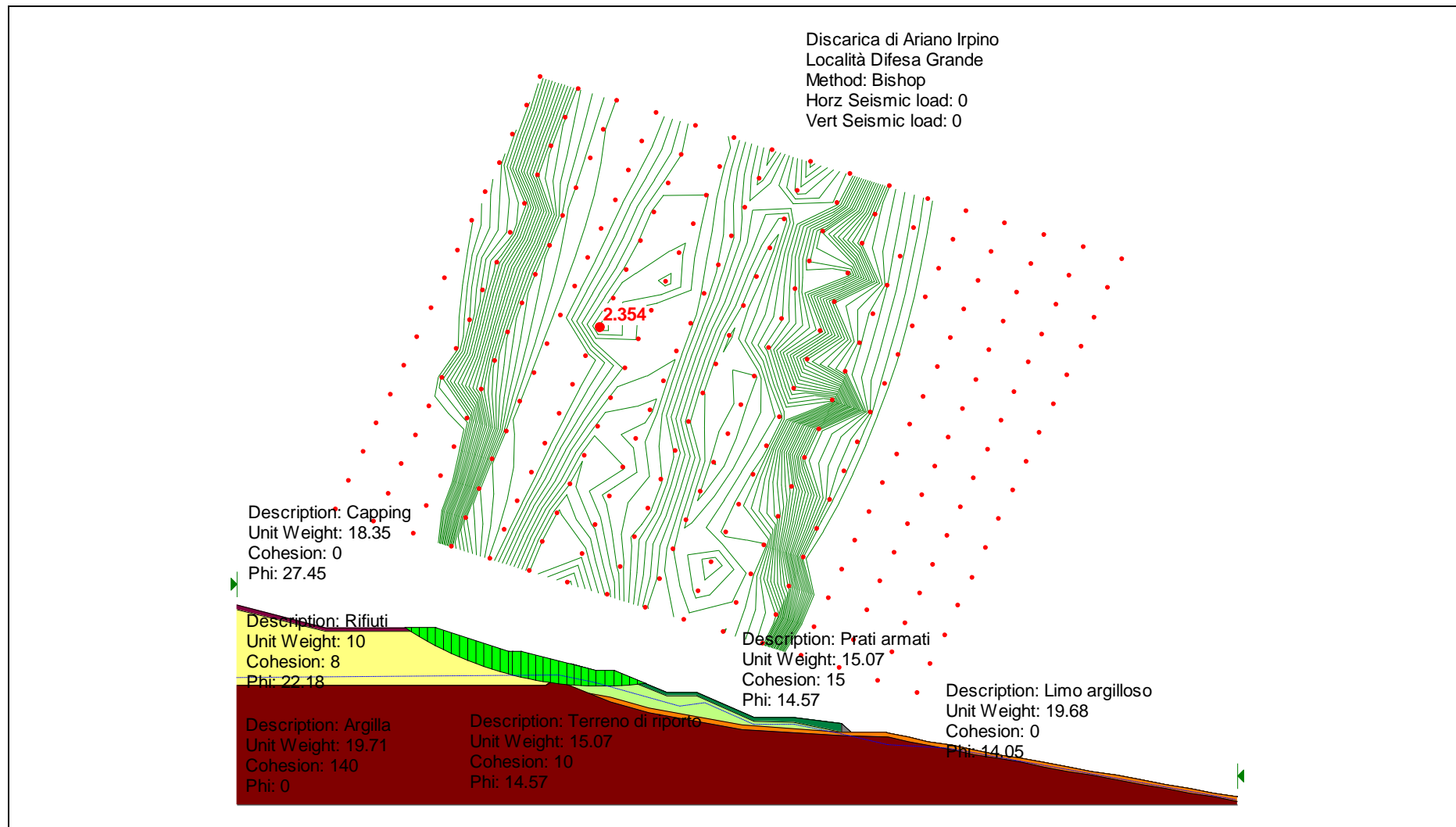


Figura 4 S1 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni statiche - abbassamento falda - superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

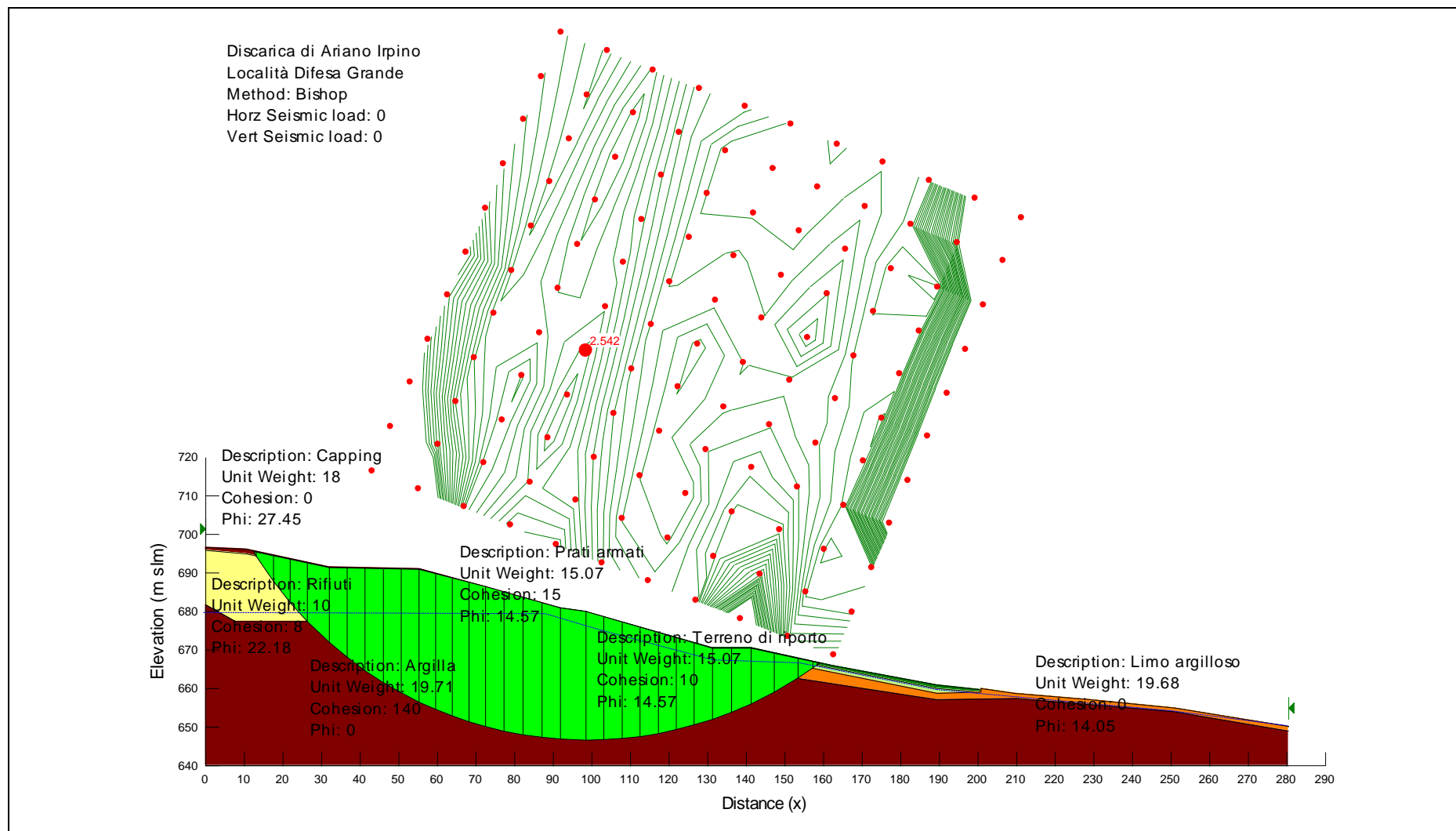


Figura 5 S2 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni statiche - abbassamento falda - superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

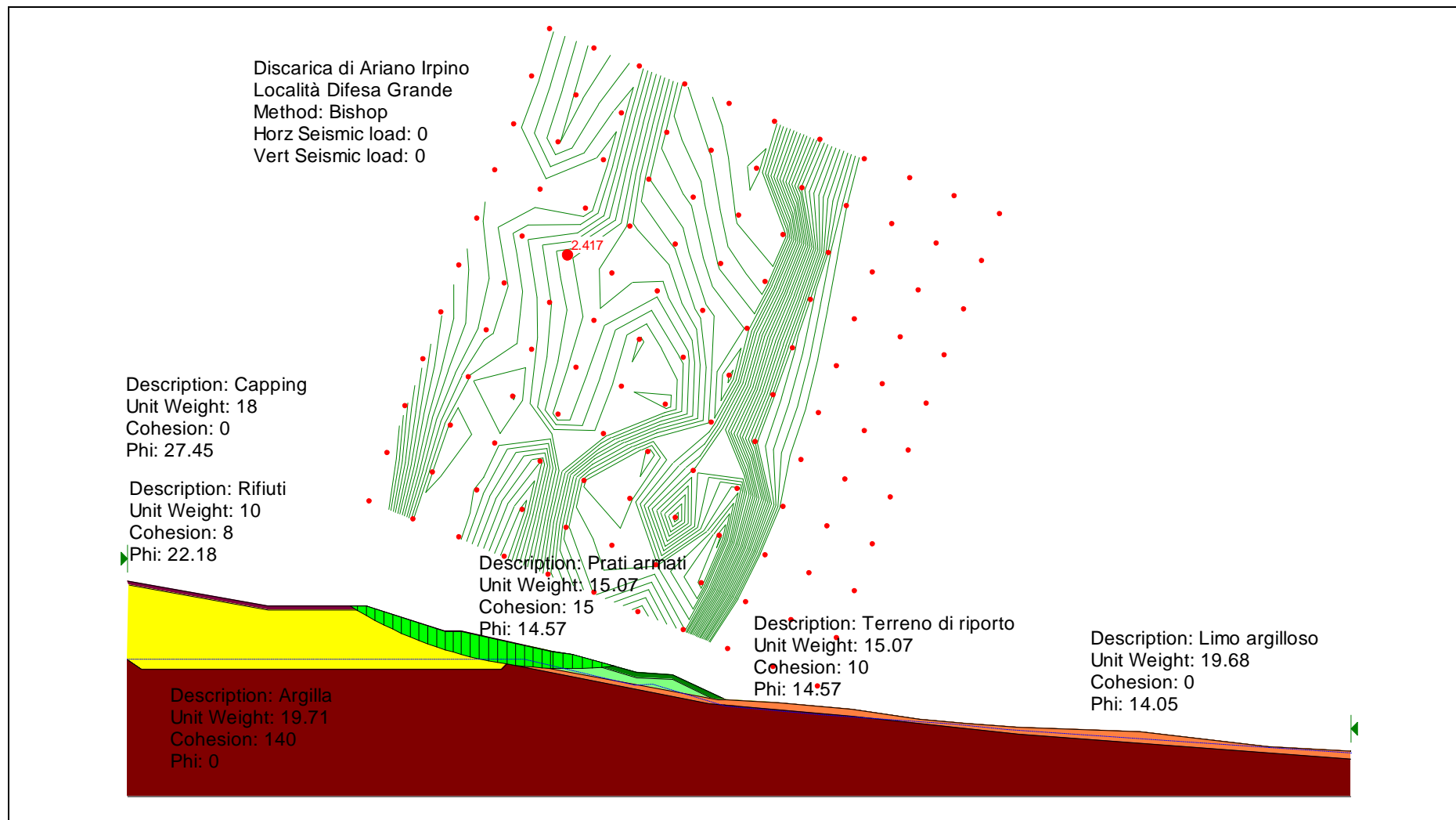


Figura 6 S3 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni statiche - abbassamento falda - superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

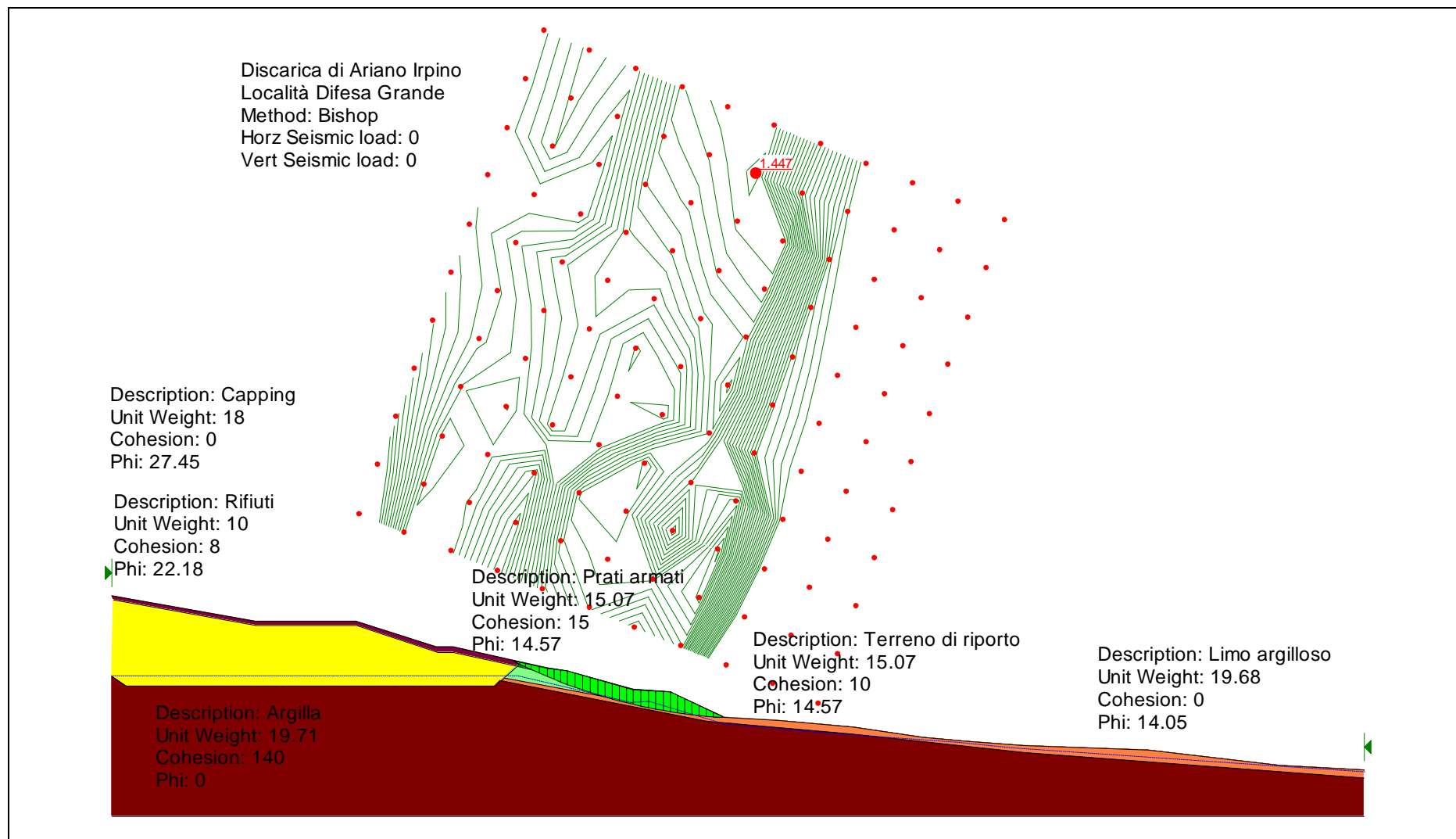


Figura 7 S3 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni statiche - abbassamento falda - superficie che interessa il riporto

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

CONDIZIONI DI PROGETTO
CASO PSEUDOSTATICO

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

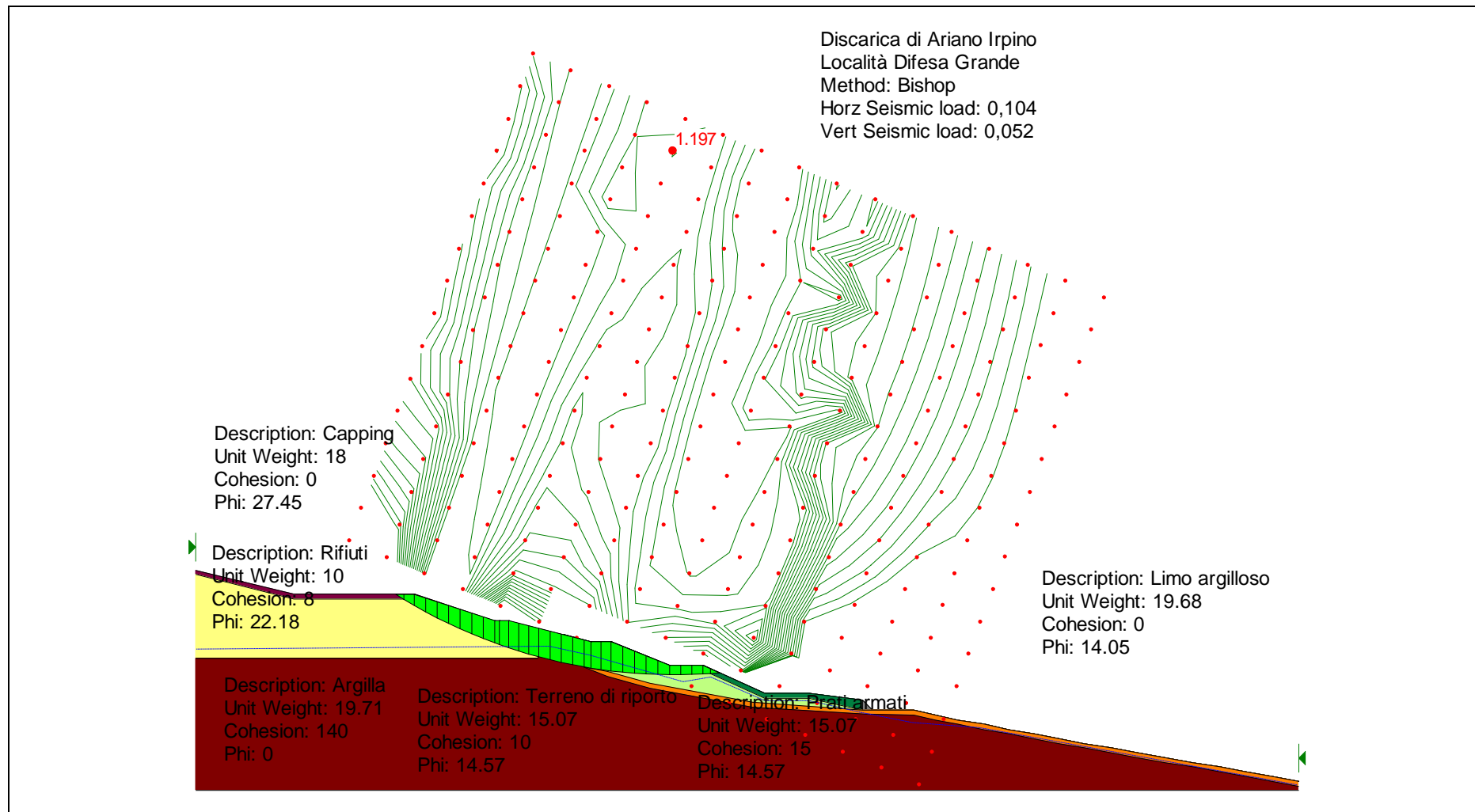


Figura 2 S1 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni pseudostatiche - abbassamento falda - superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

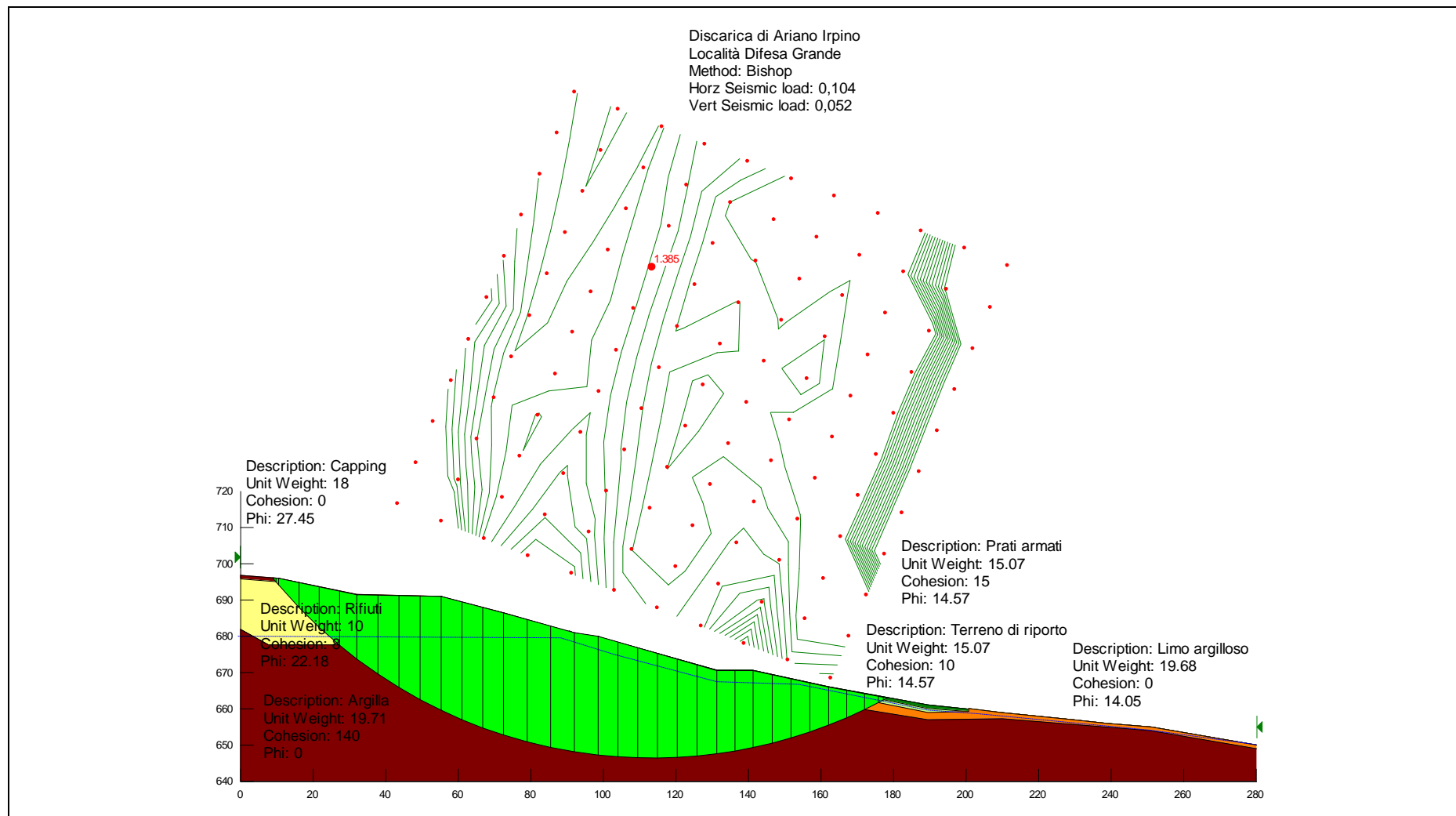


Figura 9 S2 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni pseudostatiche - abbassamento falda - superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

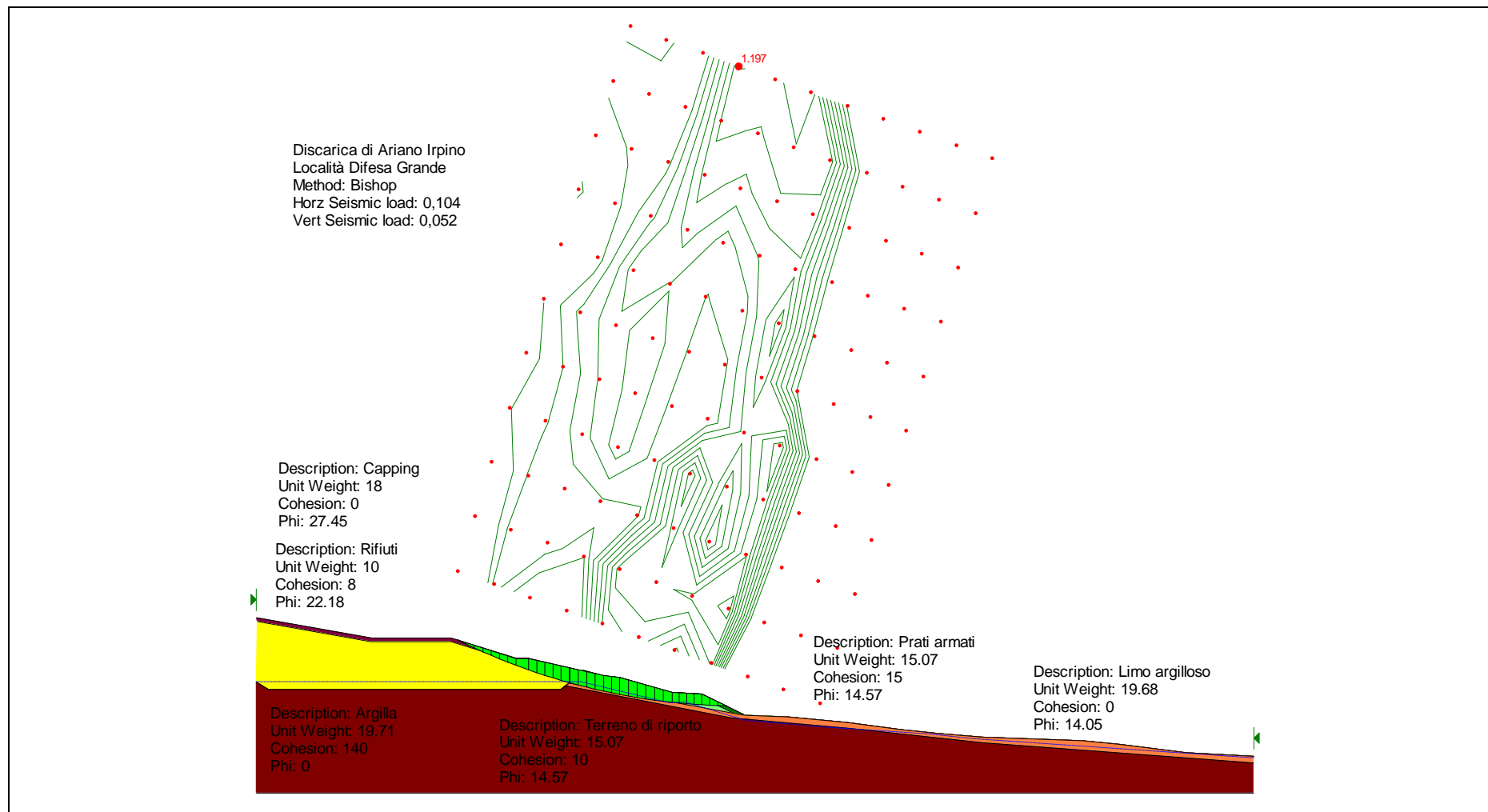


Figura 10 S3 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni pseudostatiche – abbassamento falda – superficie che interessa la discarica

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.

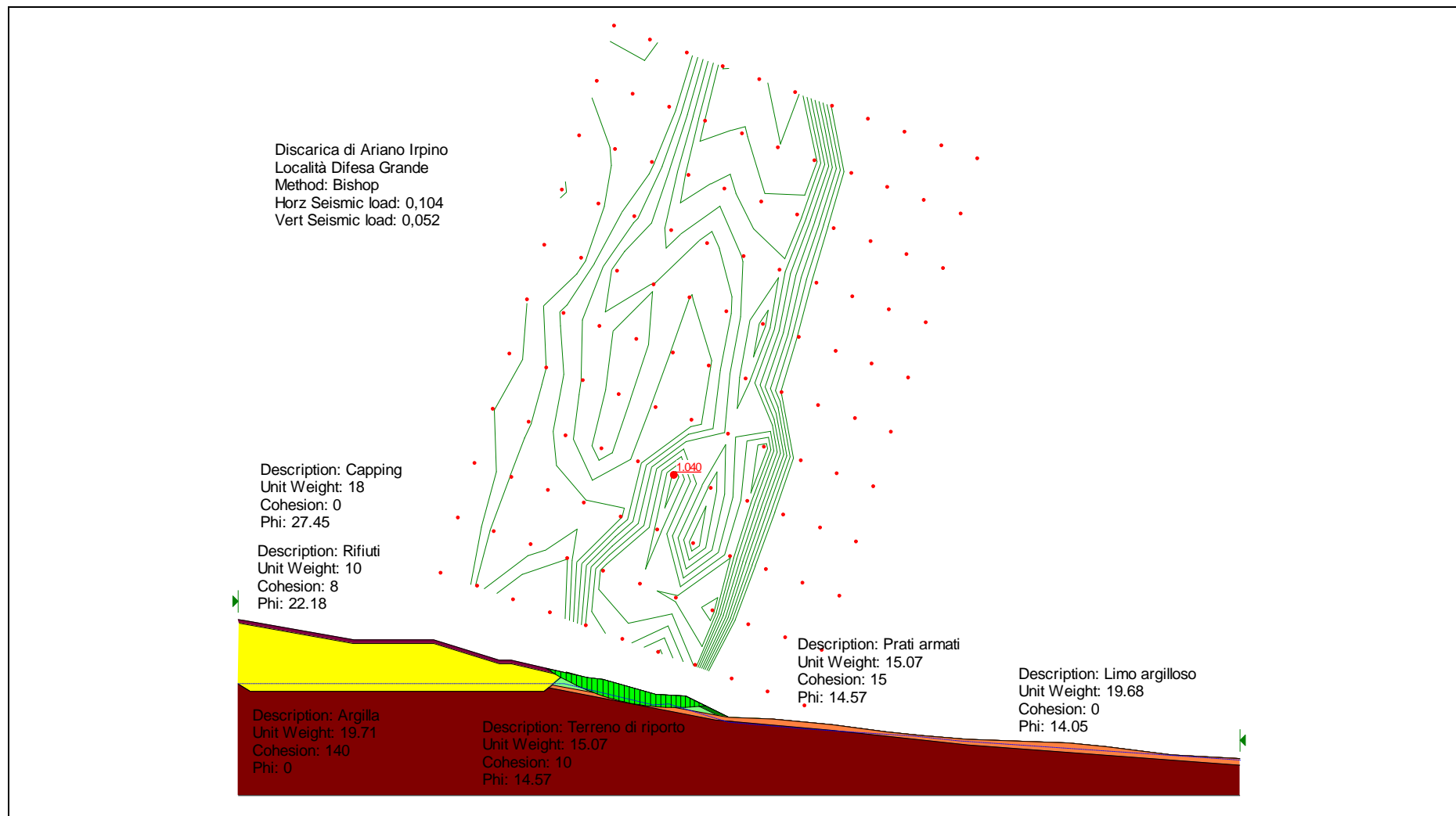


Figura 11 S3 Configurazione di progetto - parametri fattorizzati - condizioni pseudostatiche - abbassamento falda - superficie che interessa il riporto

005-2015 003R01E01	ALLEGATO A	E01
Codice	Titolo	Rev.



CITTA' DI ARIANO IRPINO

Provincia di Avellino

Chiusura della discarica di rifiuti non pericolosi con stabilizzazione del movimento di versante in località Difesa Grande

Progetto definitivo

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG13. CARTA GEOMORFOLOGICA DI DETTAGLIO

(Richiesta integrazioni AdB Puglia prot. 12038 del 01 set 2015)

Studio di geologia tecnica dott. geol. Ugo Ugati viale mons. Luigi di Liegro, 1 80045, Pompei (NA) tel/fax 081.8590053 cell. 335.6741386 e-mail: geougo@libero.it p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezza postale.it	Redazione	Verifica	Approvazione
	dott. geol. Antonio Zerella	dott. geol. Ugo Ugati	dott. geol. Ugo Ugati

Il Geologo

dott. Ugo Ugati

Il Committente

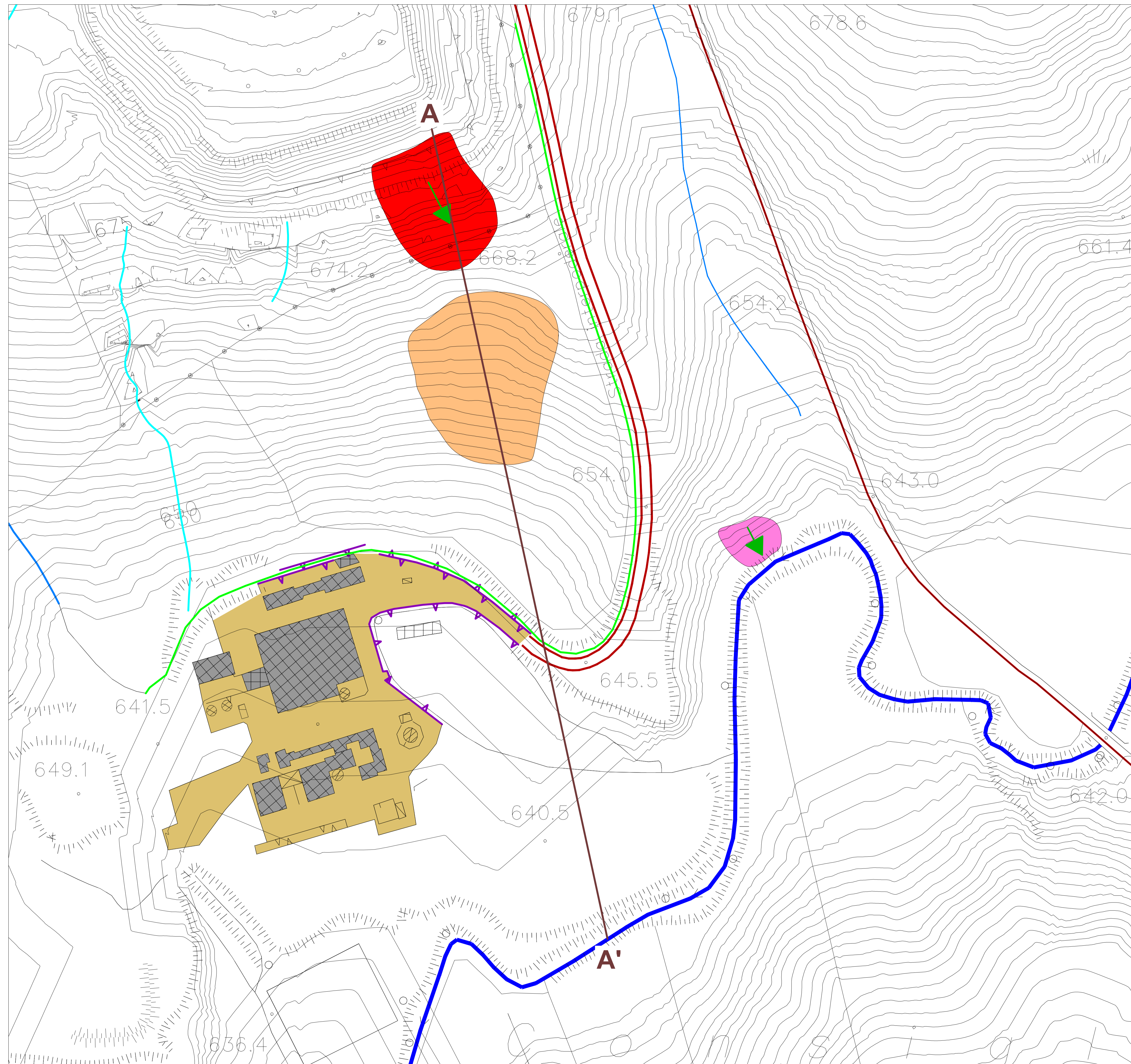


Collaborazione
dott. geol. Antonio Zerella

scala 1:1.000

LEGENDA

-  Frana per scorrimento, con indicazione della direzione, posta all'interno dell'area della discarica
-  Porzione di versante soggetta al fenomeno di "creep"
-  Frana per scorrimento, con indicazione della direzione, posta lungo il Torrente Lavello
-  Alveo del Torrente Lavello
-  Impluvio naturale
-  Solco di drenaggio preferenziale delle acque di ruscellamento
-  Canaletta di raccolta delle acque di ruscellamento
-  Muri di sostegno
-  Strada interpodereale
-  Traccia profilo topografico
-  Edifici Industriali dismessi (SMAE S.p.A.)
-  Superfici impermeabilizzate (SMAE S.p.A.)





CITTA' DI ARIANO IRPINO

Provincia di Avellino

**Chiusura della discarica di rifiuti non pericolosi con
stabilizzazione del movimento di versante in località
Difesa Grande**

Progetto definitivo

STUDIO GEOLOGICO - TECNICO

TG14. PROFILO TOPOGRAFICO A - A'

(Richiesta integrazioni AdB Puglia prot. 12038 del 01 set 2015)

Studio di geologia tecnica

dott. geol. Ugo Ugati
viale mons. Luigi di Liegro,1
80045, Pompei (NA)
tel/fax 081.8590053
cell. 335.6741386
e-mail: geougo@libero.it
p.e.c.: studio.ugati@epap.sicurezza postale.it

Redazione

dott. geol.
Antonio
Zerella

Verifica

dott. geol. Ugo Ugati

Approvazione

dott. geol. Ugo Ugati

Il Geologo

dott. Ugo Ugati

Collaborazione

dott. geol. Antonio Zerella

Il Committente



scala 1:2.000

