NOTA INTEGRATIVA ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE PER IL PROGETTO DELLA CENTRALE A BIOMASSE PRESSO LO STABILIMENTO FERRANIA TECHNOLOGIES Spa CAIRO MONTENOTTE

1 Premessa

La Regione Liguria – Dipartimento Ambiente, ha comunicato a Ferrania Technologies SpA, con lettera n. 893/84025 del 25/06/2007, con riferimento alla procedura di VIA regionale DGR n.295/07, di ritenere sufficiente la revisione del layout di impianto che prevede la riduzione sostanziale dei volumi di scavo del fianco della collina interessato da sbancamento fatta salva la necessità di produrre documentazione relativa a:

1. revisioni progettuali,
2. verifiche di stabilità del nuovo profilo del pendio
3. previsione per la sistemazione finale.

Con la presente Nota integrativa della Relazione Geologica e delle Indagini Geognostiche e Geotecniche (G.E.T., maggio 2006) si intende fornire soddisfacente risposta al punto 2) di cui sopra.

2 Nuova configurazione del layout di impianto

La revisione del layout dell'impianto prevede un riposizionamento della centrale e delle strutture accessorie che consente di ridurre in modo significativo i volumi di scavo del fianco della collina che delimita il lato ovest dell'area di progetto. In questa nuova configurazione si prevede di realizzare una semplice riprofilatura del pendio, protetto al piede da un muro a gravità di altezza non superiore a 2.50m.

Geotechnical Services
Studio Associato di Geologia e Geotecnica
Via Luccoli, 17 – 16123 Genoa (Italy)
phone +39106506670/44 - fax +39106591896
email getgeo@tin.it

3 Breve richiamo all'assetto lito-stratigrafico del settore

La stratigrafica tipica della collina e del pianoro antistante è stata definita a seguito dei sondaggi S4 e S6 eseguiti nel corso dell'indagine effettuata nel 2006

Per quanto riguarda la collina si è evidenziata la seguente sequenza di terreni:

Coltre detritica di copertura: è costituita da due livelli con differenti caratteristiche e proprietà, la parte superiore, di spessore compreso tra 2.0 e 4.0m è costituita da limi sabbiosi mentre la porzione inferiore, di spessore 2.0-5.0m, è costituita da ghiaie con matrice fine, limosa.

Al letto dei terreni di coltre si rileva la presenza del substrato roccioso costituito da scisti filladici, tipicamente alterati o molto alterati fino alla consistenza terrosa.

La piana antistante è formata da depositi alluvionali indifferenziati che il sondaggio S4 ha permesso di quantificare in circa 5m di spessore. Le alluvioni riposano direttamente sul substrato filladico.

Per maggiori dettagli si rimanda alla citata Relazione Geologica ed, in particolare alla sezione stratigrafica C-C'.

4 Breve richiamo alle proprietà geotecniche dei terreni e della roccia

Il modello geotecnico relativo al pendio è dettagliatamente descritto nella Relazione Geologica e delle Indagini . Per quanto riguarda le proprietà geotecniche che sono considerate per le analisi di stabilità si ricorda quanto segue:

4.1 Terreni della coltre

Livello limoso

Peso di volume, γ	20kN/m^3
Angolo di attrito effettivo, ϕ'	33°
Coesione effettiva, c'	nulla

Livello ghiaioso

Peso di volume, γ	20kN/m^3
Angolo di attrito effettivo, ϕ'	40°
Coesione effettiva, c'	nulla

Geotechnical Services
Studio Associato di Geologia e Geotecnica
Via Luccoli, 17 – 16123 Genoa (Italy)
phone +39106506670/44 - fax +39106591896
email getgeo@tin.it

Alluvioni

Peso di volume, γ	20kN/m^3
Angolo di attrito effettivo, ϕ'	40°
Coesione effettiva, c'	nulla

4.2 Substrato roccioso

Scisti filladici alterati - Criterio di rottura di Mohr-Coulomb

Peso di volume, γ	24kN/m^3
Angolo di attrito effettivo, ϕ'	30.4°
Coesione effettiva, c'	40kPa
Resistenza a compressione della roccia integra, σ_c	5MPa

Nota: si è adottato il criterio di rottura di Mohr-Coulomb invece che il criterio di Hoek-Brown generalizzato in quanto si ritiene, complessivamente, che gli scisti del substrato in conseguenza dell'elevato grado di alterazione evidenziato possano essere considerati alla stregua di un terreno plastico. Una analisi di confronto, eseguita applicando il criterio di Hoek-Brown, ad un ammasso roccioso di qualità scadente, ha portato a calcolare Fattori di Sicurezza significativamente maggiori di quelli ottenuti nel caso illustrato.

5 Analisi di stabilità

Per verificare la stabilità del complesso muro – terreno sul terreno di fondazione si sono condotte analisi applicando il metodo dell'equilibrio limite.

Le analisi sono state condotte utilizzando il codice di calcolo SLIDE versione 4.017, implementato da Rocscience Inc., Toronto (Canada).

Il programma consente di valutare il coefficiente di sicurezza di superfici di rottura circolari e non circolari in terreni ed in roccia utilizzando il criterio dell'equilibrio limite. Le analisi possono essere condotte con metodi semplificati (Bishop, Janbu) o completi (GLE, Spencer, Janbu) nei quali sono considerate le forze che agiscono tra i conci. Il programma consente inoltre di tenere in conto l'anisotropia dei materiali, di utilizzare modelli di rottura del terreno e della roccia lineari e non lineari e modellare le condizioni idrauliche che governano il flusso dell'acqua nel terreno.

In questo caso le analisi sono state condotte utilizzando i metodi di Bishop semplificato, Janbu semplificato, Spencer, General Limiting Equilibrium (GLE), Lowe-Karafiath e Janbu corretto.

Geotechnical Services
Studio Associato di Geologia e Geotecnica
Via Luccoli, 17 – 16123 Genoa (Italy)
phone +39106506670/44 - fax +39106591896
email getgeo@tin.it

I parametri di resistenza dei terreni adottati sono quelli indicati nel Mo dello Geotecnic o di riferimento. All'elemento strutturale è stata attribuita una resistenza infinita.

Ai parametri di resistenza dei terreni sono stati applicati i coefficienti parziali indicati nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, Capitolo 7 *"Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii"* (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 14 settembre 2005).
La falda è stata inclusa nel profilo stratigrafico alla quota assoluta desunta dalle misure effettuate a suo tempo nei piezometri.

La condizione sismica è stata verificata secondo il criterio pseudostatico per il quale l'azione sismica è rappresentata mediante forze statiche equivalenti che agiscono sulle masse in gioco, adottando un coefficiente sismico orizzontale kh pari a $a_{gR}\gamma_i S/2 = 0.03$ ed un coefficiente verticale kv = ±1/2kh.

Si sono verificate superfici di rottura di forma circolare.

Nella Tabella che segue sono riassunti i risultati delle analisi, il valore del Fattore di Sicurezza riportato è relativo alle analisi condotte con il metodo di Janbu semplificato, che ha fornito i valori minimi globali. Tutti i valori soddisfano, comunque, la normativa.

Sezione	FATTORE di SICUREZZA		
	verifica geotecnica	verifica sismica kv ↑	verifica sismica kv ↓
E-E'-glob.	1.437	1.345	1.355
E-E'-monte	1.344		
F-F'-glob.	1.877	1.72	1.726
F-F'-monte	1.571		
G-G'-glob.	1.577	1.459	1.460
G-G'-monte	1.557		

Geotechnical Services
Studio Associato di Geologia e Geotecnica
Via Luccoli, 17 – 16123 Genoa (Italy)
phone +39106506670/44 - fax +39106591896
email getgeo@tin.it

Si allegano:

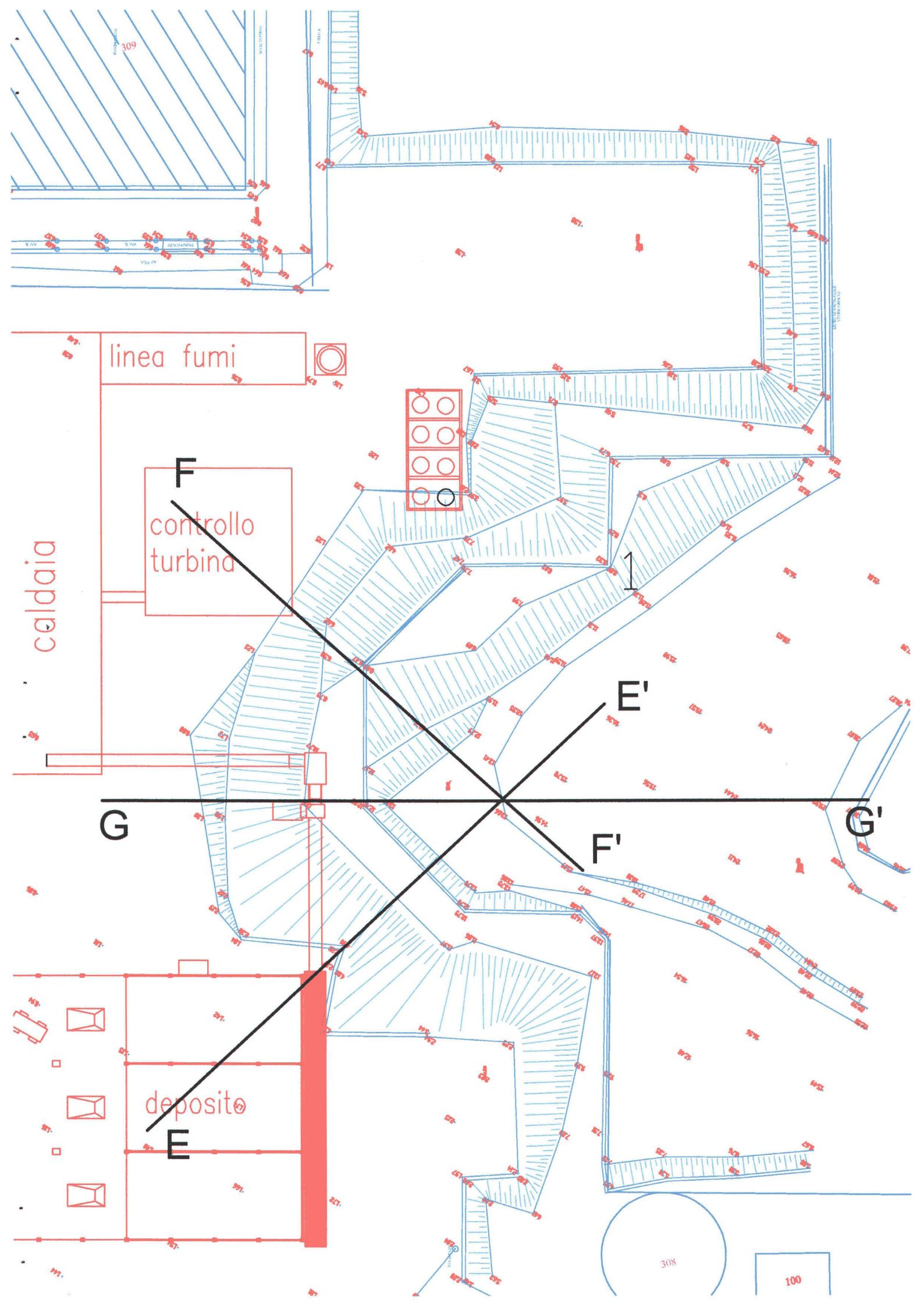
Figura 1	Planimetria dell'area d'impianto con posizione delle sezioni analizzate ai fini della stabilità
Figure 2 – 13	Grafici illustrativi dei risultati delle analisi di stabilità

Genova, 25 luglio 2007

Dr.Geol. Carlo Baracco



Geotechnical Services
Studio Associato di Geologia e Geotecnica
Via Luccoli, 17 – 16123 Genoa (Italy)
phone +39106506670/44 - fax +39106591896
email getgeo@tin.it


309
linea fumi
F
controllo
turbina
caldaia
E'
G
G'
F'
deposito
E
308
100

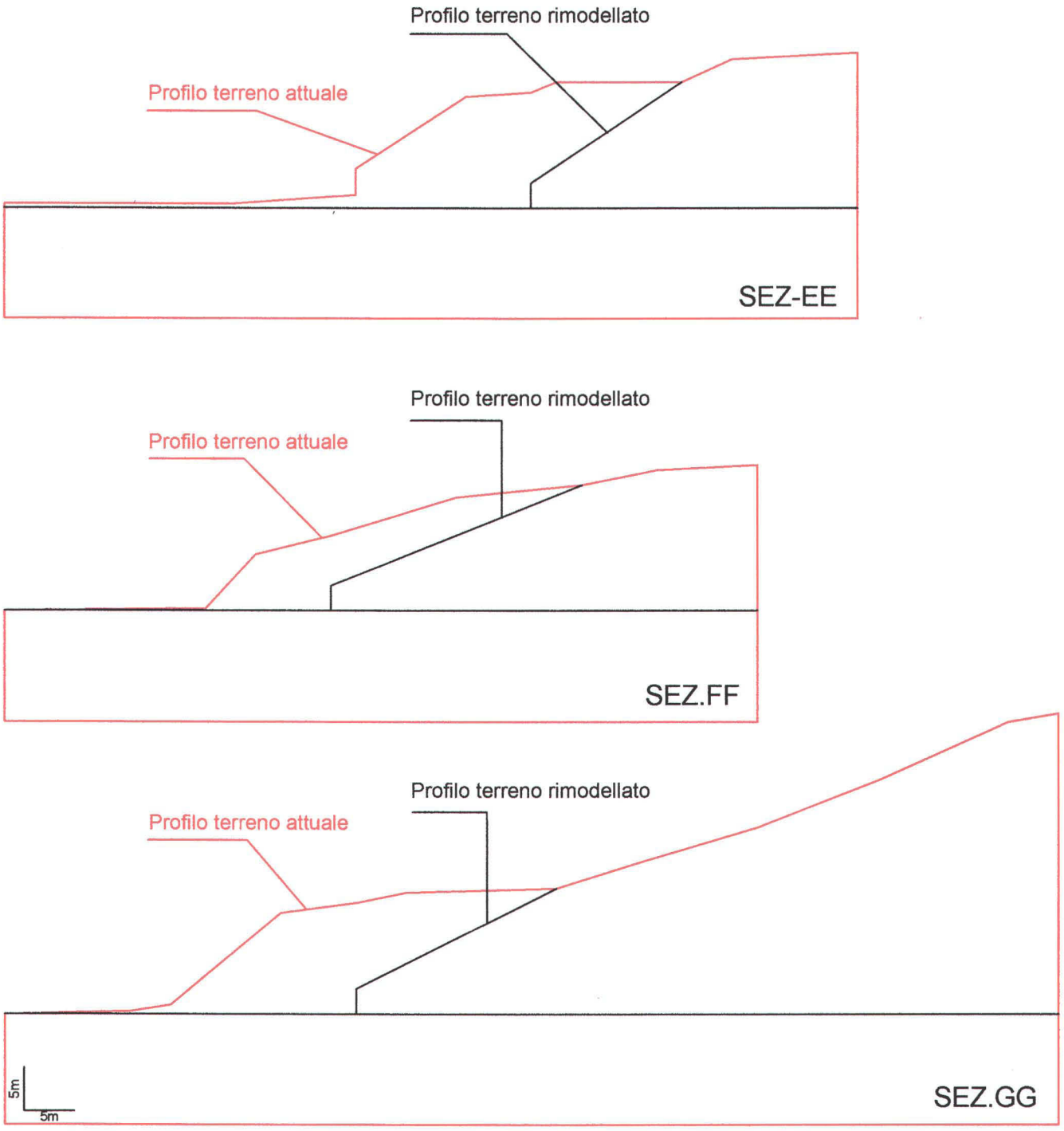


Figura 1B - Confronto tra il profilo del terreno naturale ed il profilo dopo lo scavo per la costruzione dell'impianto

Slide Analysis General Information

Project Settings

Project Title:
Centrale a Biomassse di Ferrania
Revisione analisi di stabilità pendio
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10
Minimum Elevation: Not Defined
Composite Surfaces: Disabled
Reverse Curvature: Create Tension Crack

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0 or 0.
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0 or ±0.0

Material Properties

Material: ALLUVIONI
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated



Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated



Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated



Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated



Material: MURO
Strength Type: Infinite strength
Unit Weight: 25 KN/m3

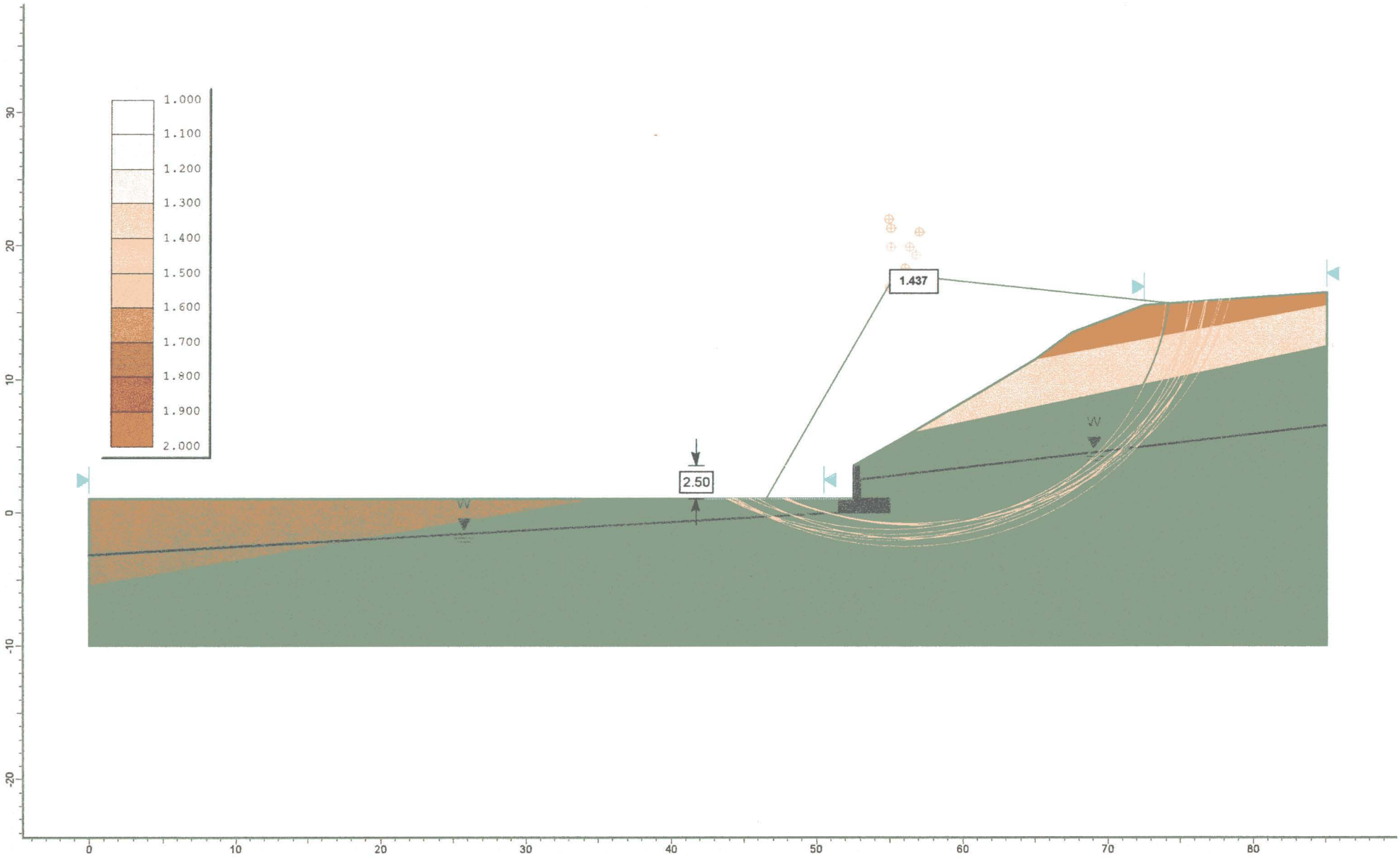


Figura 2 - Verifica geotecnica globale sezione E-E'

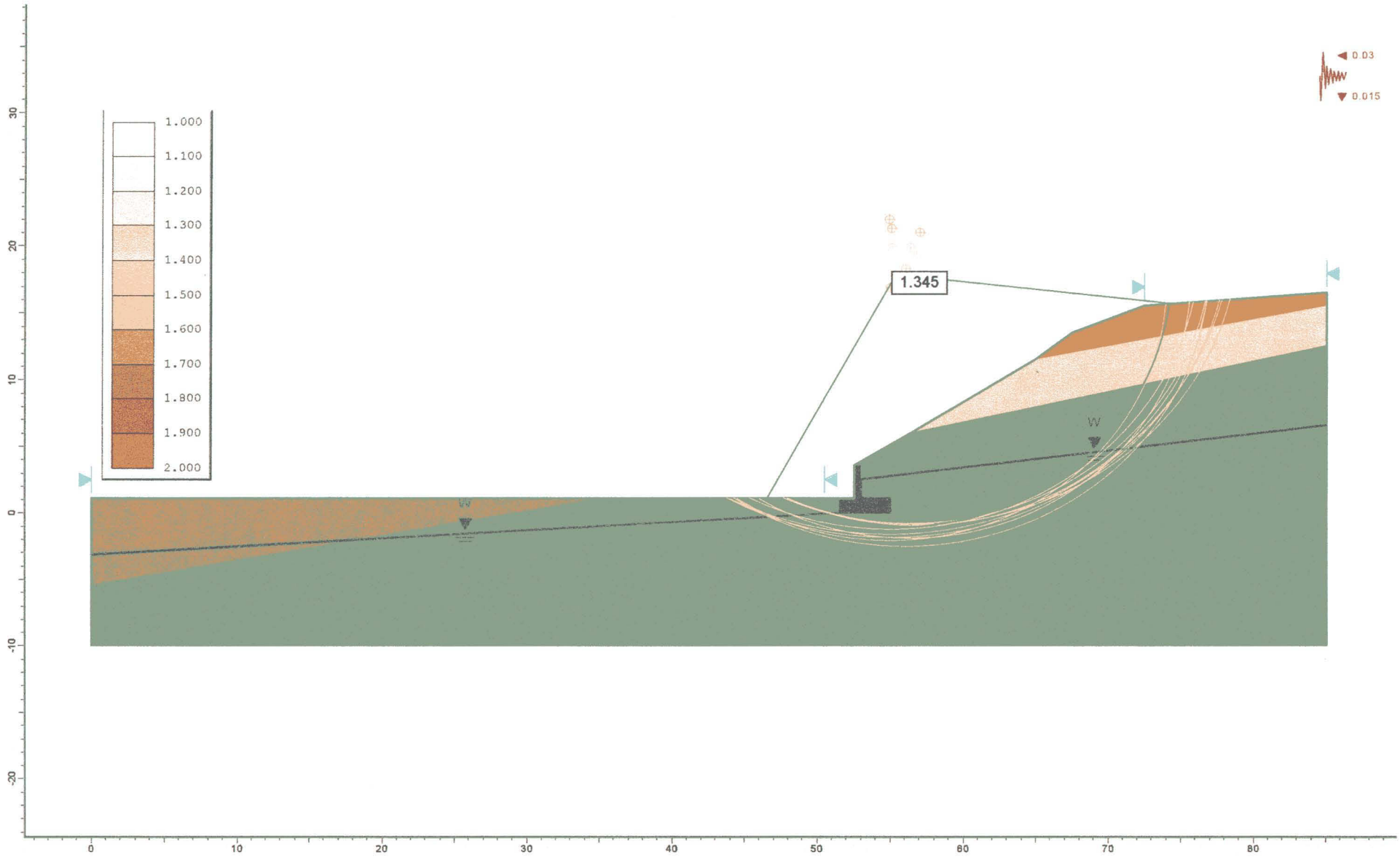


Figura 3 - Verifica sismica globale sezione E-E'

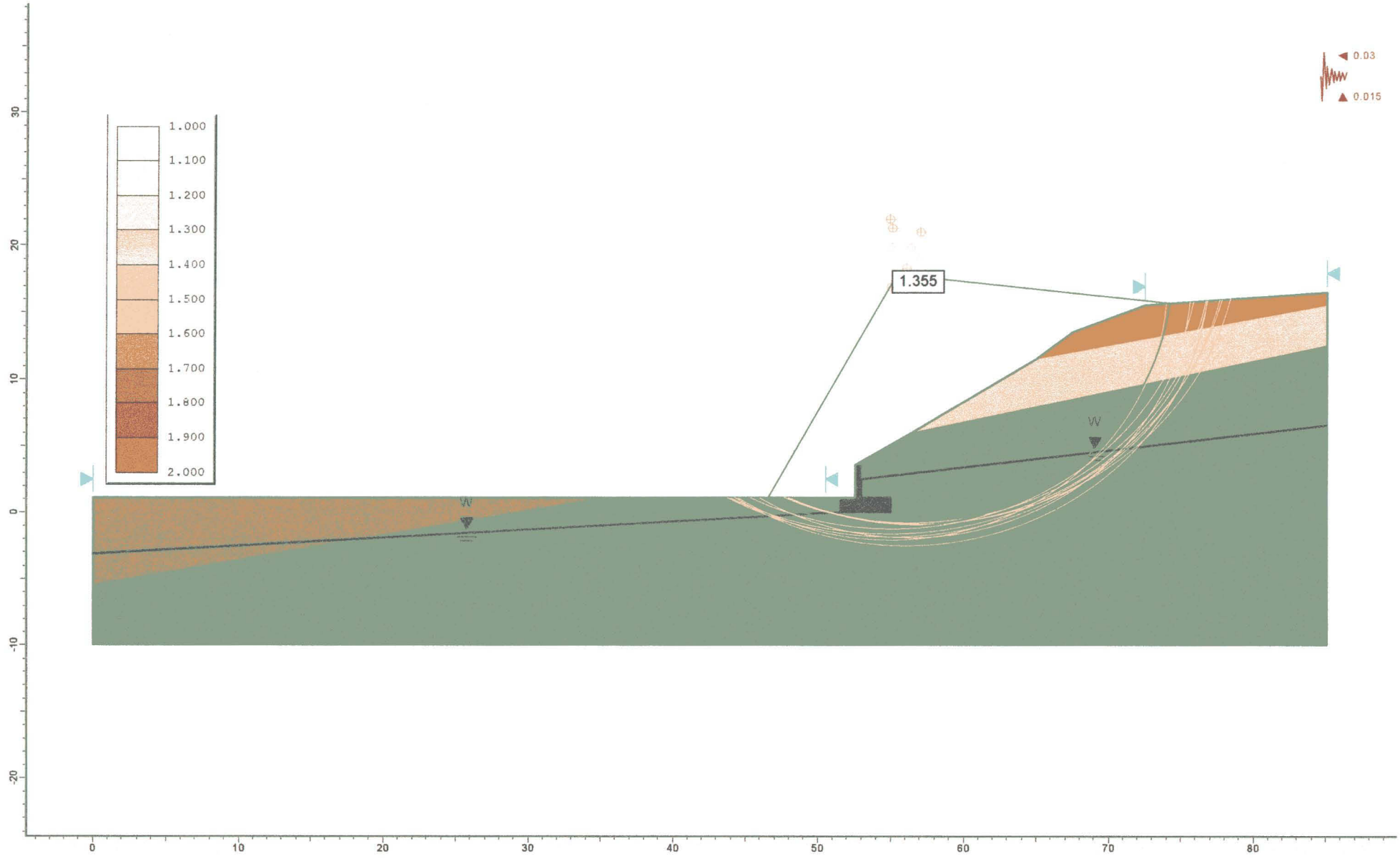


Figura 4 - Verifica sismica globale sezione E-E'

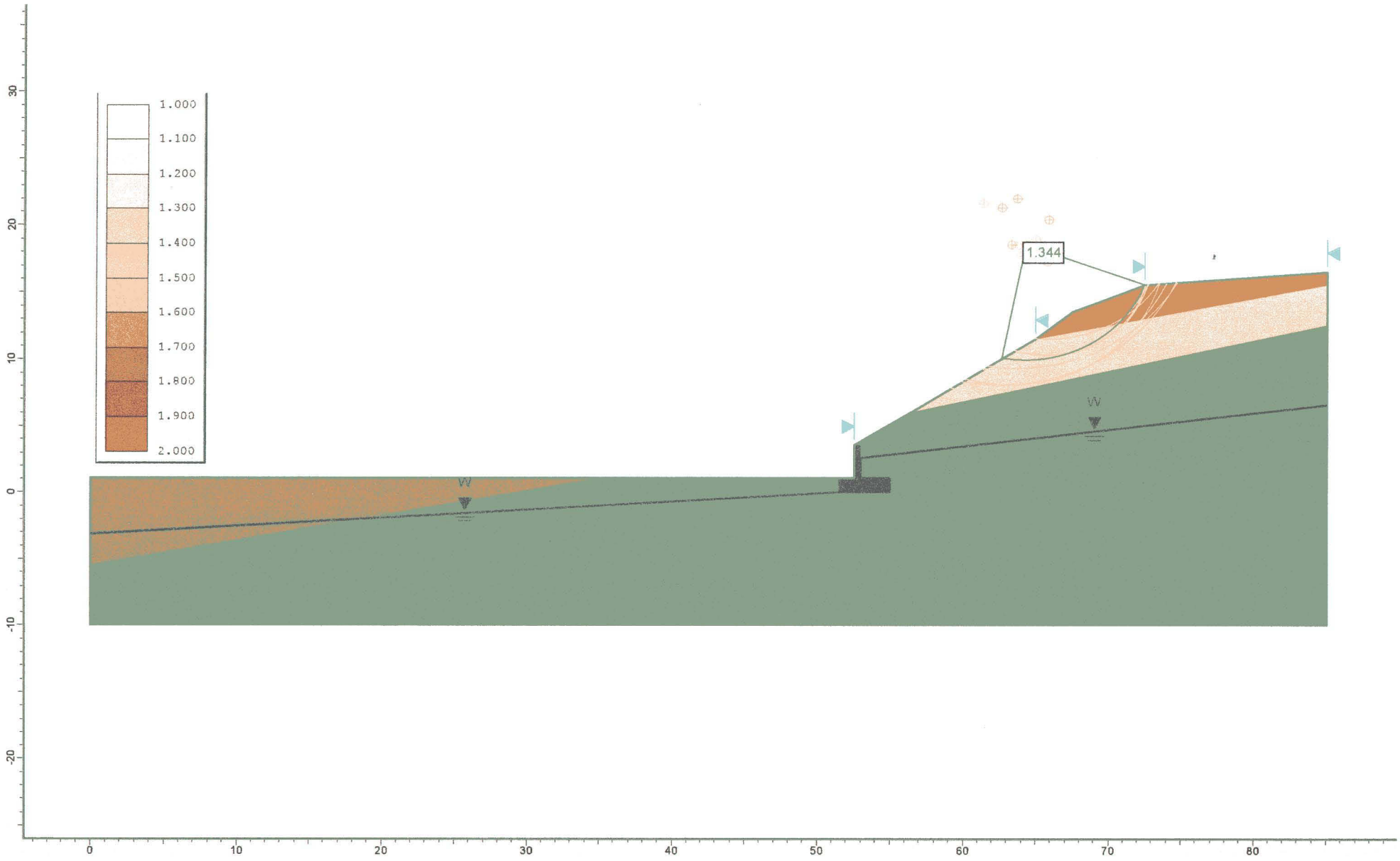


Figura 5 - Verifica geotecnica locale sezione E-E'

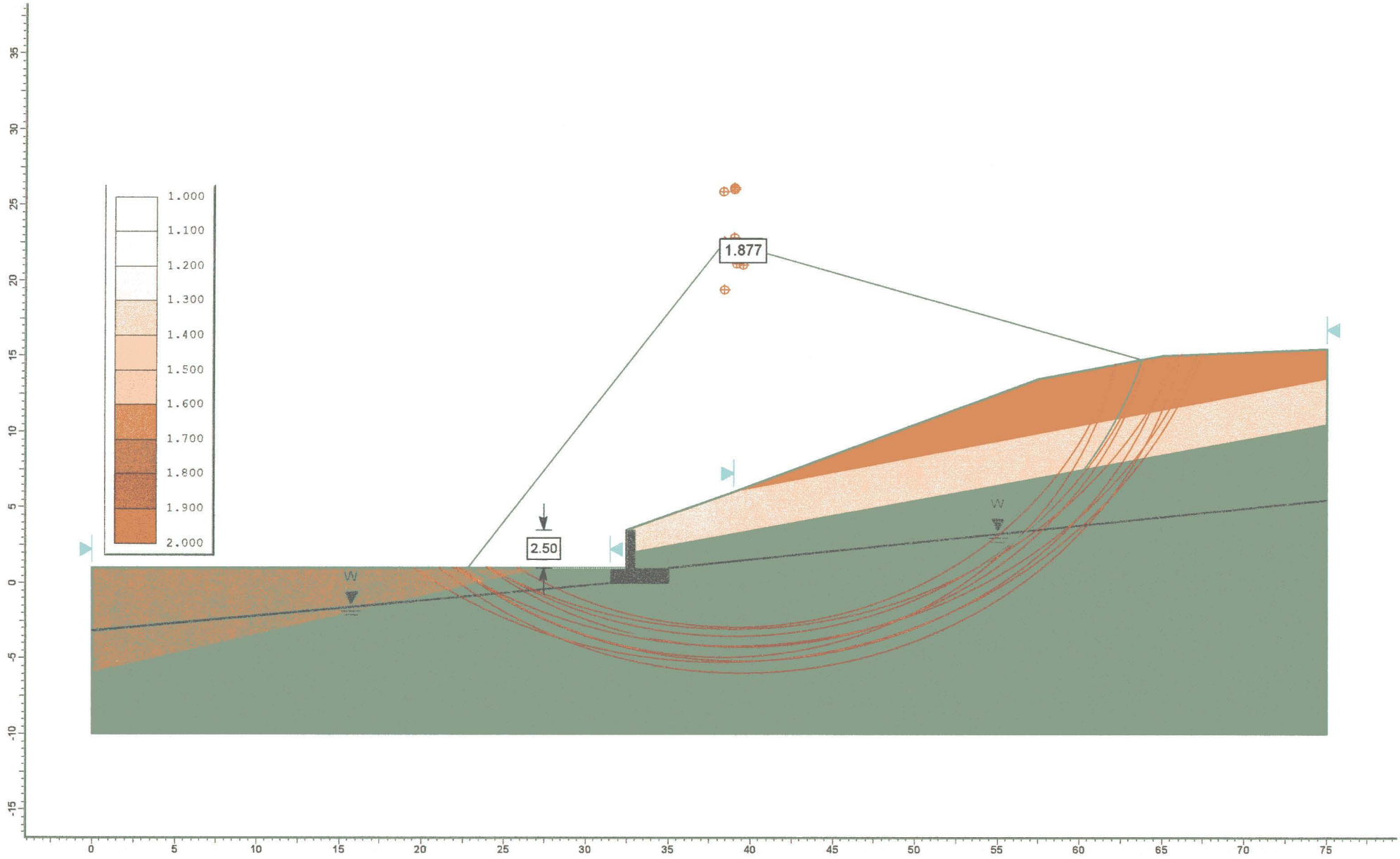


Figura 6 - Verifica geotecnica globale sezione F-F'

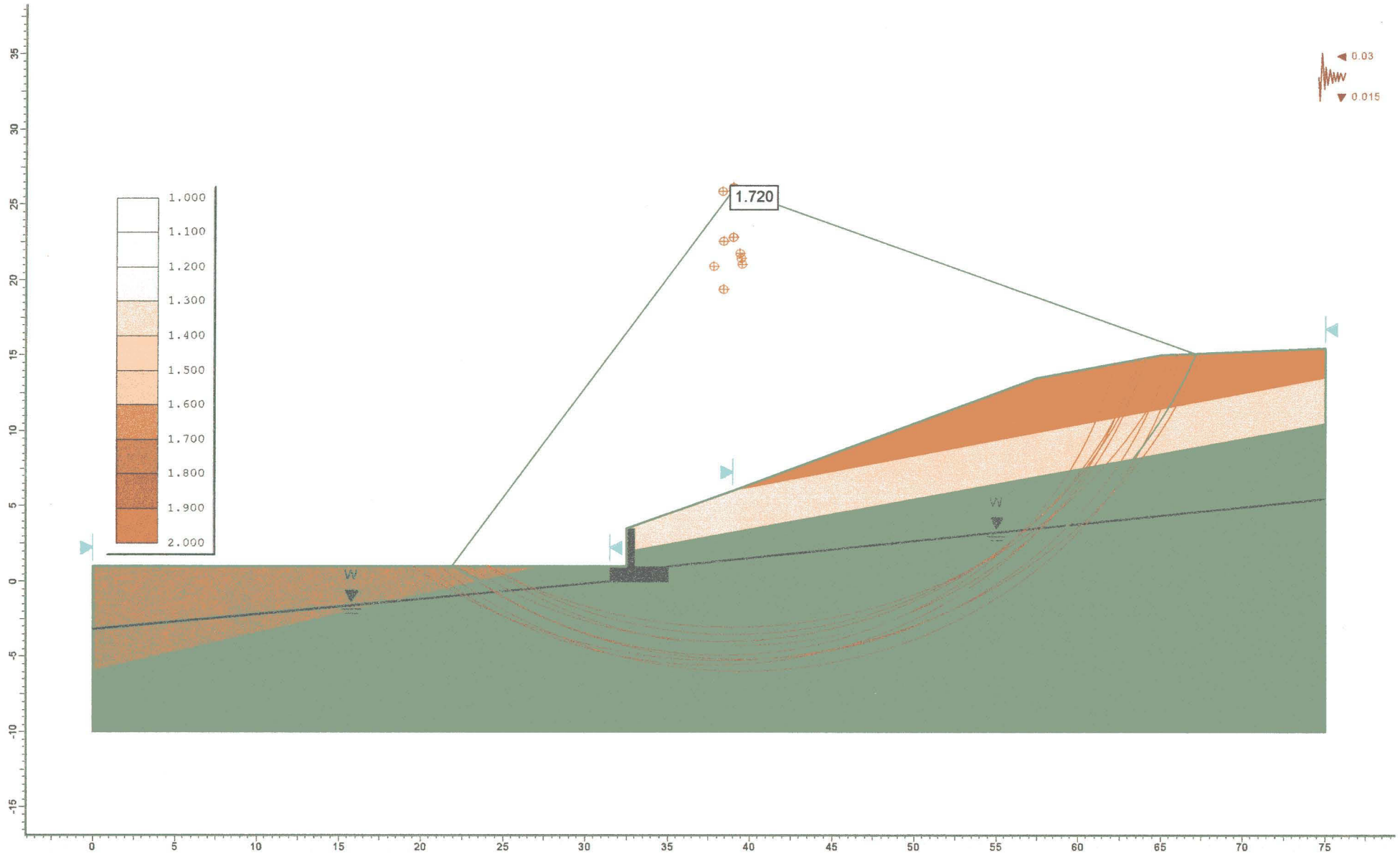


Figura 7 - Verifica sismica globale sezione F-F'

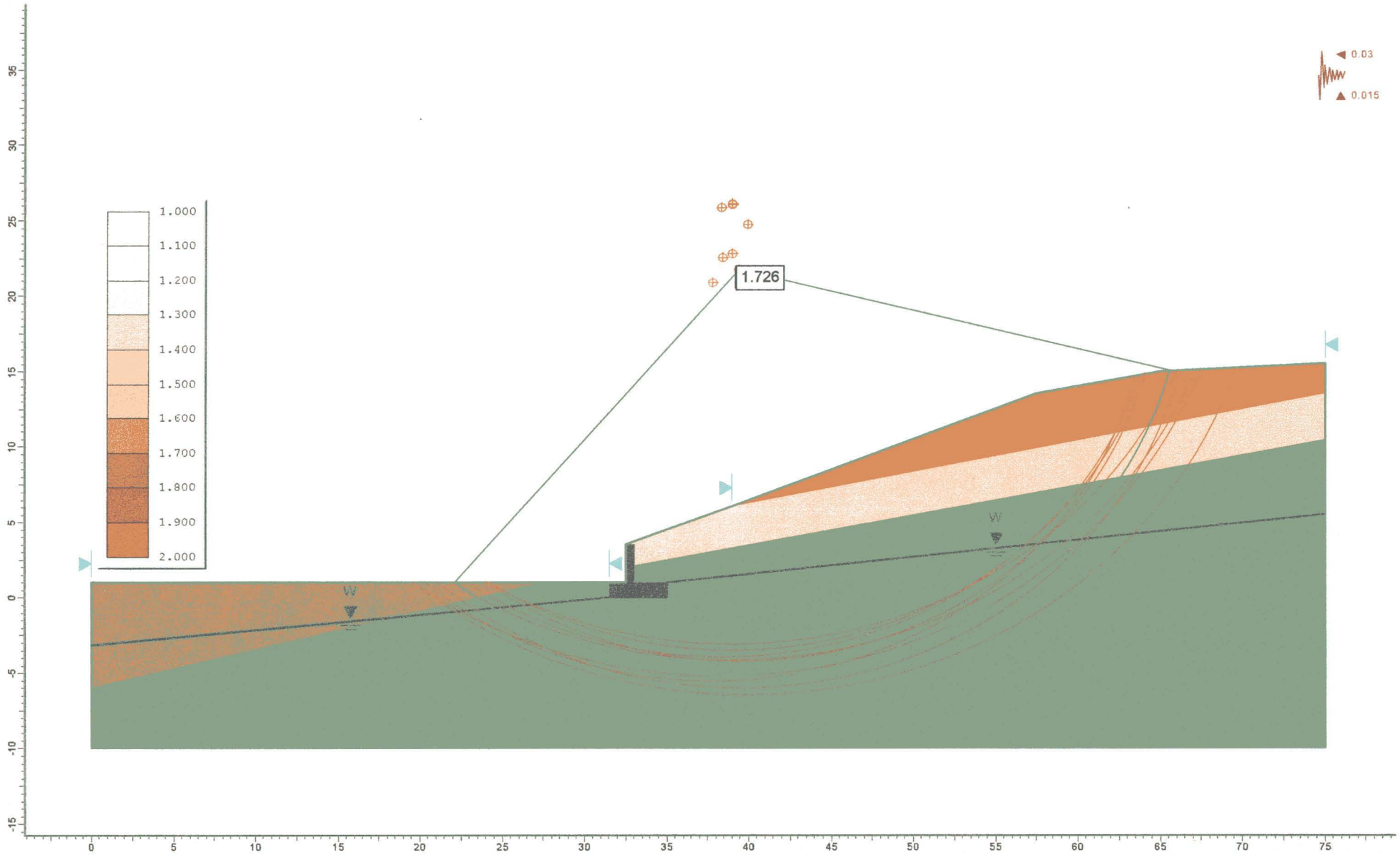


Figura 8 - Verifica sismica globale sezione F-F'

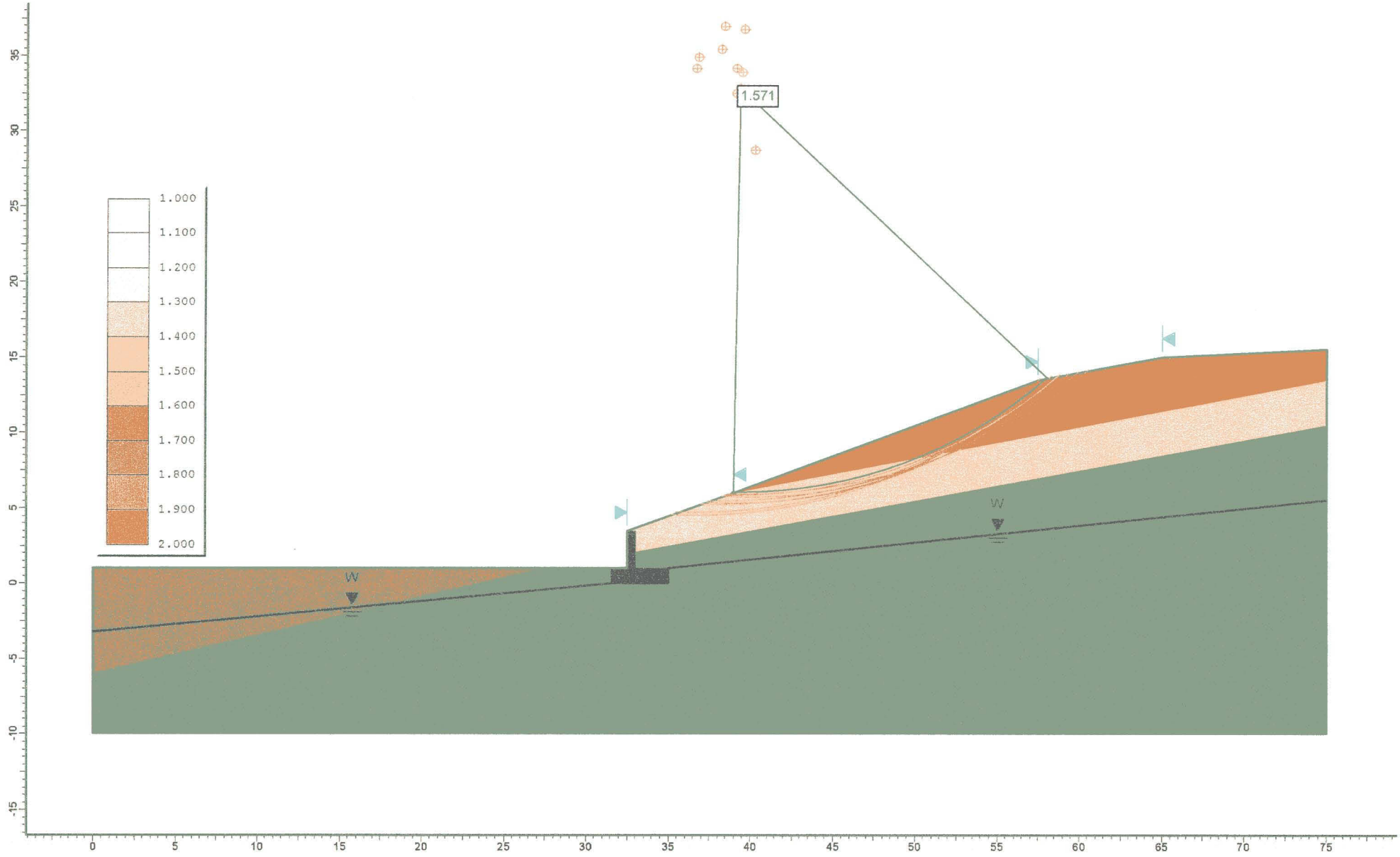


Figura 9 - Verifica geotecnica locale sezione F-F'

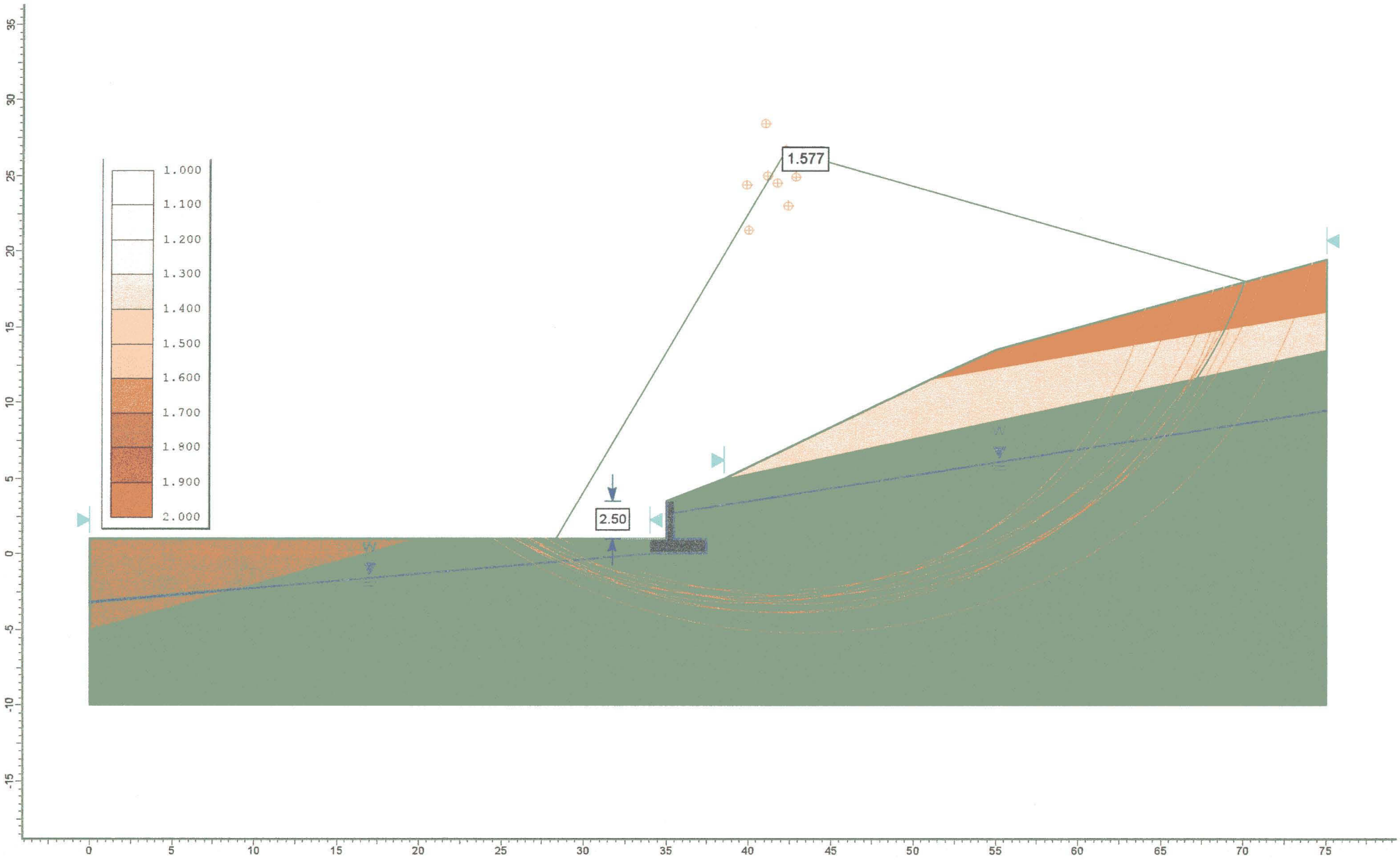


Figura 10 - Verifica geotecnica globale sezione G-G'

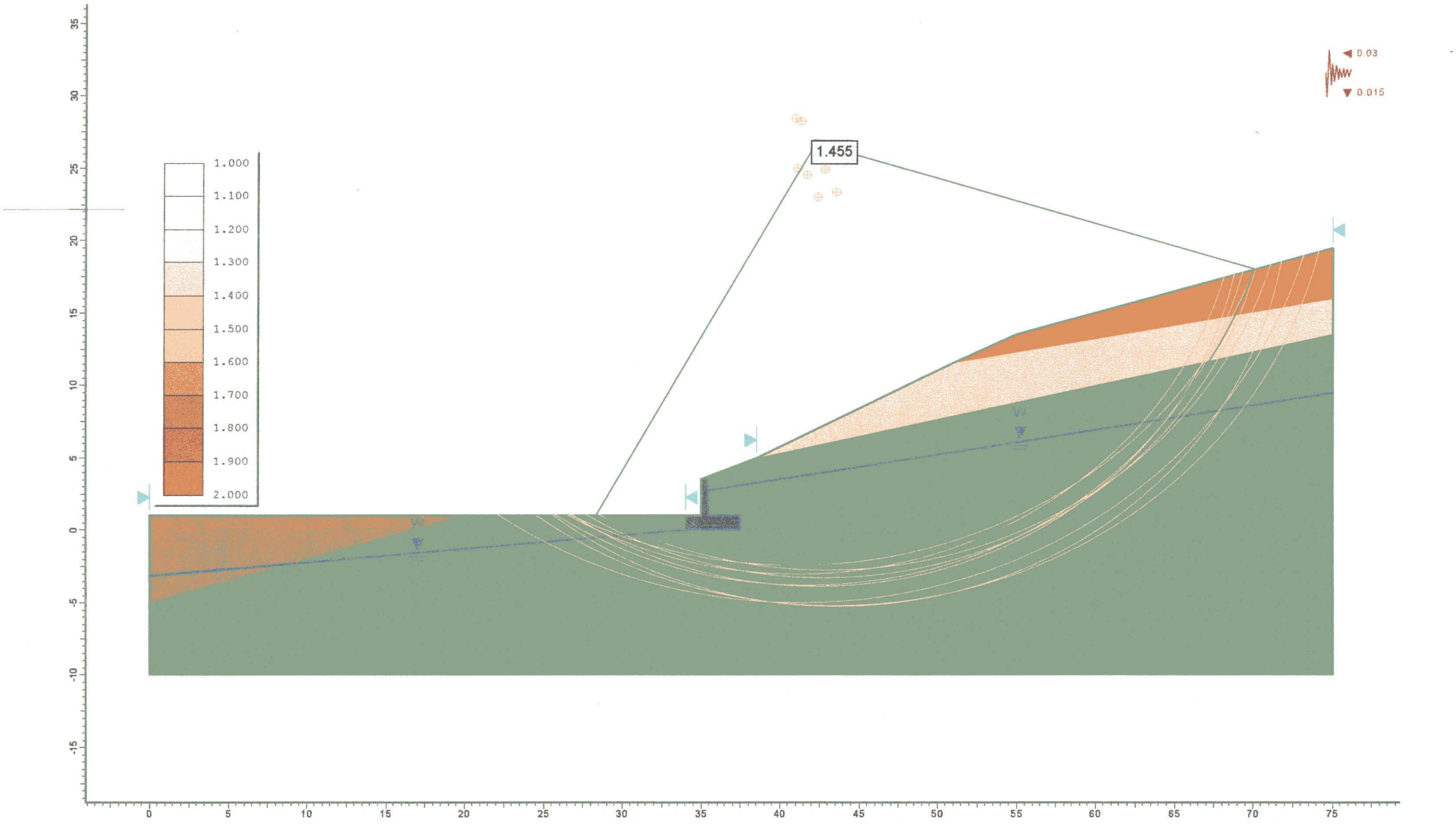


Figura 11 - Verifica sismica globale sezione G-G'

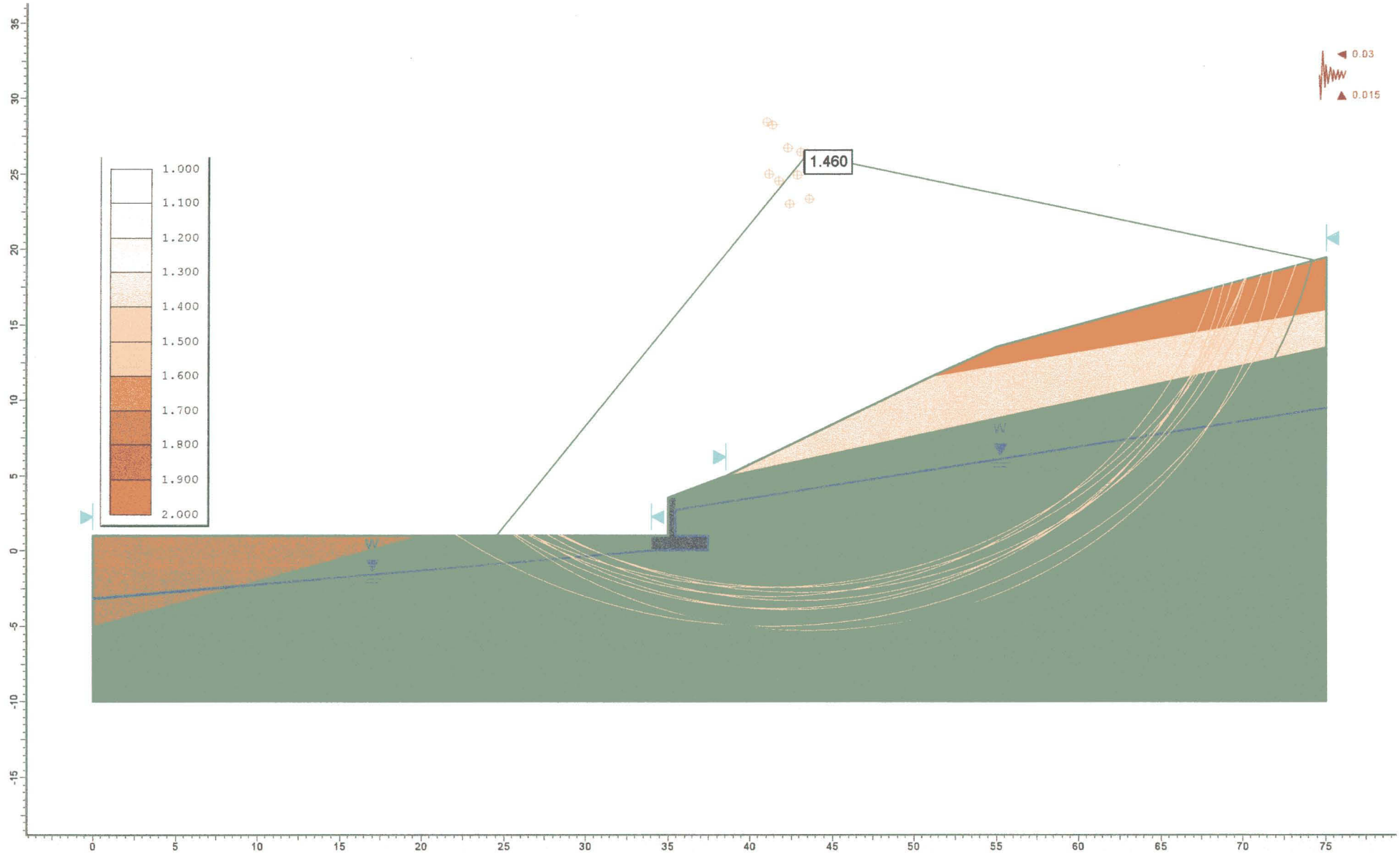


Figura 12 - Verifica sismica globale sezione G-G'

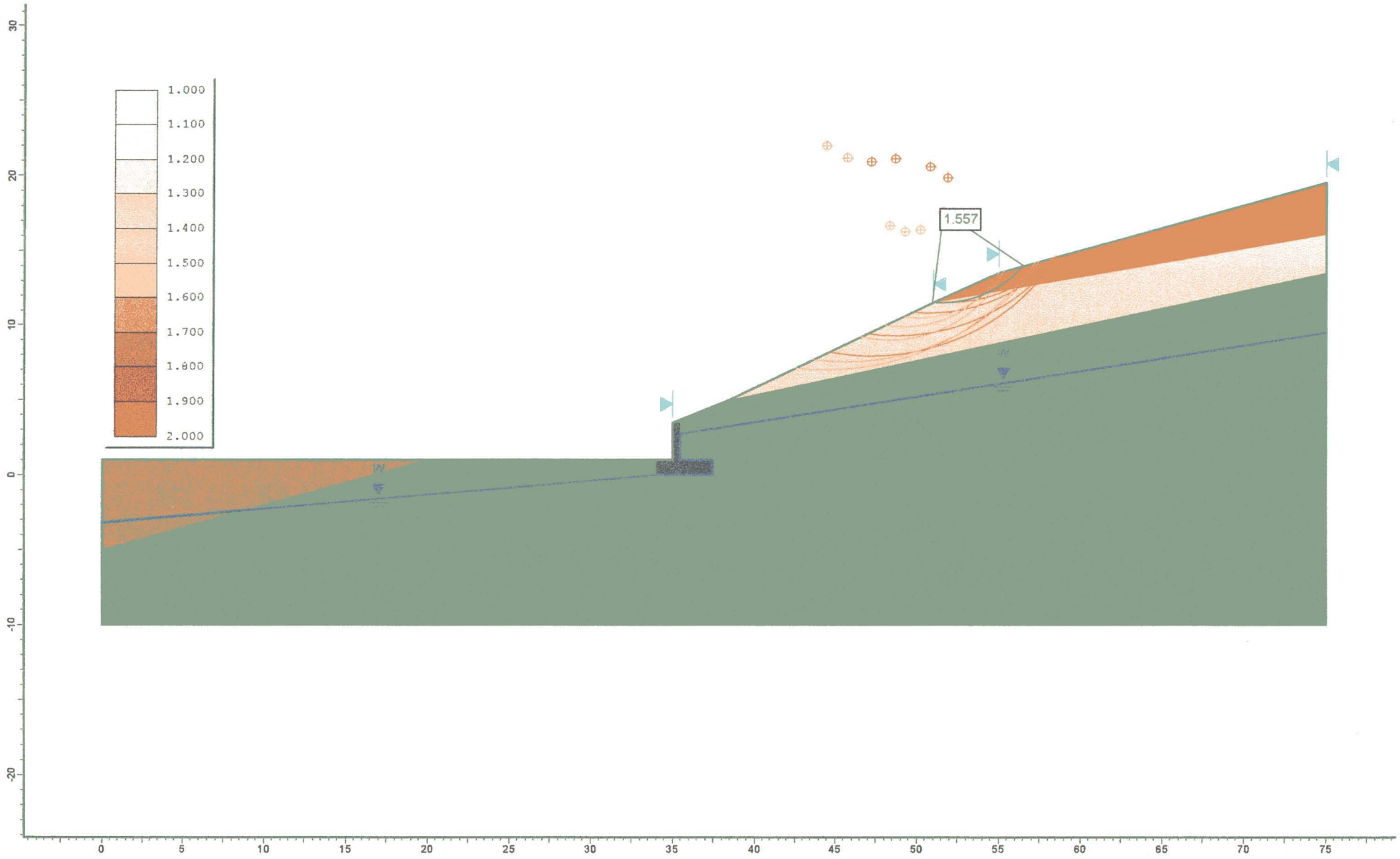


Figura 13 - Verifica geotecnica locale sezione G-G'