

REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI FOGGIA

Comune:
Troia

Località "Perazzone - S. Andrea - Convegna"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGROVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL
COMUNE DI TROIA AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 40 MW E POTENZA
DI CONNESSIONE PARI A 34,825 MW

Sezione 0:

RELAZIONI GENERALI

Titolo elaborato:

STUDIO DI COMPATIBILITA GEOLOGICA E GEOTECNICA

N. Elaborato: 0.10

Scala: -

Committente

ENGIE NDT S.r.l.

Via Chiese, 72 -
20126 MILANO
PART.IVA/CF: 12112940965

Progettazione



sede legale e operativa

San Giorgio Del Sannio (BN) via de Gasperi 61

sede operativa

Lucera (FG) Via Alfonso La Cava 114

P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Il Geologo

Dott. geol. Stefano FINAMORE

Rev.	Data	Elaborazione	Approvazione	Emissione	DESCRIZIONE
00	GENNAIO 2022	SF	PM	NF	Emissione Progetto Definitivo
		sigla	sigla	sigla	
		Elaborazione	Approvazione	Emissione	
Nome File sorgente	FV.TRO03.PD.0.10.word.dwg	Nome file stampa	FV.TRO03.PD.0.10.pdf	Formato di stampa	A4

INDICE

<i>PREMESSA</i>	<i>pag. 1</i>
<i>GEOLOGIA, MORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA E SISMICITA' GENERALE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO</i>	
<i>GEOLOGIA DELL'AREA</i>	“ 2
<i>MORFOLOGIA DELL'AREA</i>	“ 5
<i>IDROGEOLOGIA DELL'AREA</i>	“ 8
<i>SISMICITA' DELL'AREA</i>	“ 9
<i>INDAGINI ESEGUITE</i>	“ 9
<i>INQUADRAMENTO PAI E STABILITA' DELL'AREA</i>	“ 13
	“ 14

Figure

Figura 1 - Stralcio IGM

Figura 2 - Stralcio Carta Geologica

Figura 3 - Schema Tettonica di Inquadramento del Tavoliere delle Puglie

Figura 4 - Schema tettonica del Tavoliere delle Puglie da Catalogo dei Terremoti_ITHACA_isprambiente.gov.

Figura 5 - Schema tettonica del Tavoliere delle Puglie da Catalogo delle Faglie_ITHACA_isprambiente.gov.

Figura 6 - Stralcio Planimetrica ed ubicazione Indagini Pregresse ed Attuali

Figura 7 - Stralcio Carta Pericolosità Geomorfologica ed Idrogeomorfologica PAI – AdBDDAM - Puglia

ALLEGATI

All. 1 – Planimetria Area Impianto con Ubicazioni Sezione di Stabilità

Relazione di Calcolo

Analisi di Stabilità

PREMESSA

La Società *ENGIE NDT S.r.l.*, operante nel settore della produzione di energie elettrica, è interessata alla realizzazione di *Impianto Agrovoltaiico, potenza nominale pari a 40 MW e potenza di connessione pari a 34,825 MW, in località Perazzone-S.Andrea-Convegna, in agro del Comune di Troia (FG), e relative opere di connessione (Cavidotto e Sottostazione di trasformazione), in località San Francesco-San Cireo-Montebifero-Monsignore, in agro del Comune di Troia (FG)*, ha affidato alla Società *TenProject S.r.l.* l'incarico di eseguire lo studio di compatibilità geologica e geotecnica, per il progetto definitivo, e di redigere la presente relazione.

Stando alla cartografia del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)* dell'*AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Puglia*, le opere in progetto, rientrano in un'area classificate come "**PG1**" ossia "**aree a Pericolosità Geomorfologica Media e Moderata**", pertanto, come richiesto dall'art. 15 (PG1) delle NTA del PAI approvato con Delibera n.39 del 30-11-2005. Pertanto si rimanda allo studio geologico che analizzi compiutamente la compatibilità geomorfologica delle aree interessate dalle opere in progetto.

Ha, pertanto, affidato alla Società *TenProject S.r.l.* l'incarico di eseguire lo studio di compatibilità geomorfologica e di redigere la presente relazione.

Scopo del presente studio è quello di stabilire la natura litologica dei terreni affioranti nell'area oggetto di studio, le caratteristiche fisico-meccanico, ed i fattori geomorfologici, stratigrafici, idrogeologici, tettonici dell'area e valutarne l'idoneità e la stabilità geomorfologica dell'area.

Per espletare lo studio è stato condotto un attento e dettagliato rilevamento geologico ed idrogeologico di campagna, dell'area in oggetto e dei dintorni, volto all'identificazione dei vari litotipi affioranti e dei loro rapporti giacitureali.

La presente relazione geologica è stata redatta sulla base dei dati dalla cartografia ufficiale, avvalendosi, anche, della letteratura tecnico-scientifica esistente, della banca dati del Servizio Geologico d'Italia e facendo riferimento a studi ed indagini geologiche, condotti in aree adiacenti alla zona interessata da questo studio inoltre sono state eseguite n. 4 indagini sismiche MASW nell'Area Parco Agrovoltaiico (vedi relazione geologica elab. 0.2).

GEOLOGIA, MORFOLOGIA, IDROGEOLOGIA ED SISMICITA' GENERALE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'area in esame è compresa nel settore meridionale del Tavoliere ai Monti della Daunia meridionale, Impianto Agrovoltaico, in località Perazzone-S.Andrea-Convegna, e relative opere di connessione (Cavidotto e Sottostazione di trasformazione), in località San Francesco-San Ciro-Montebifero-Monsignore, in agro del Comune di Troia (FG), stralcio I.G.M. F. 163 II S.O. – F. 163 II S.E.

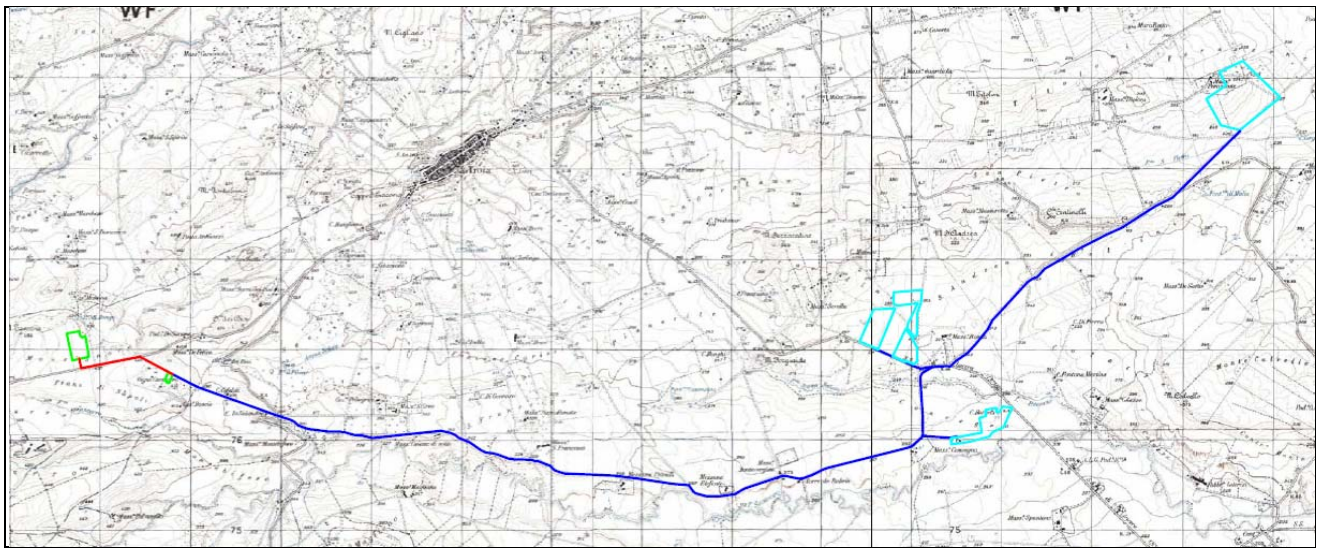


Figura 1

GEOLOGIA DELL'AREA

L'area in esame è posta al margine Sud del Foglio 163 "LUCERA" e margine Nord del Foglio 174 "Ariano Irpino" della Carta Geologica d'Italia.

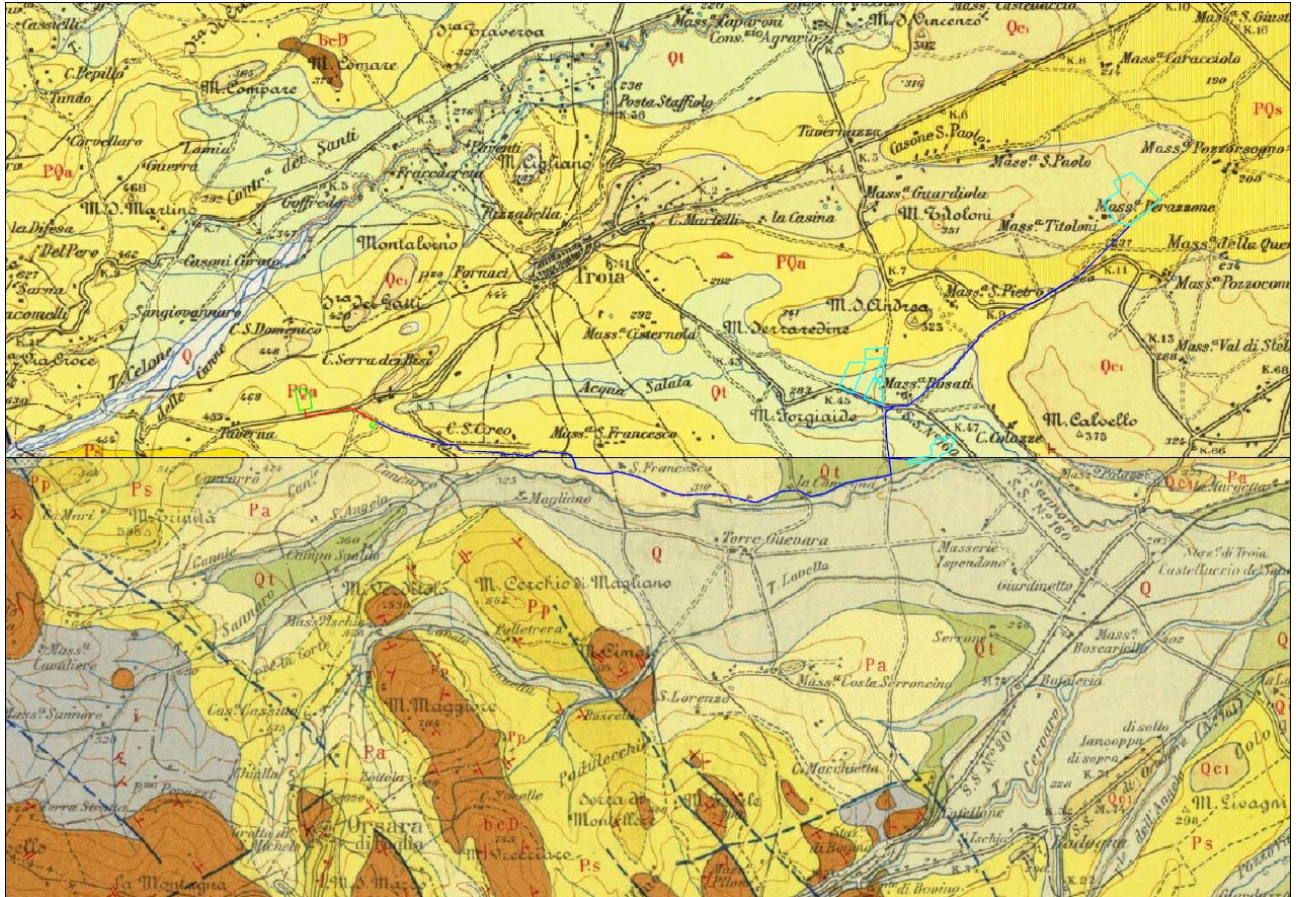
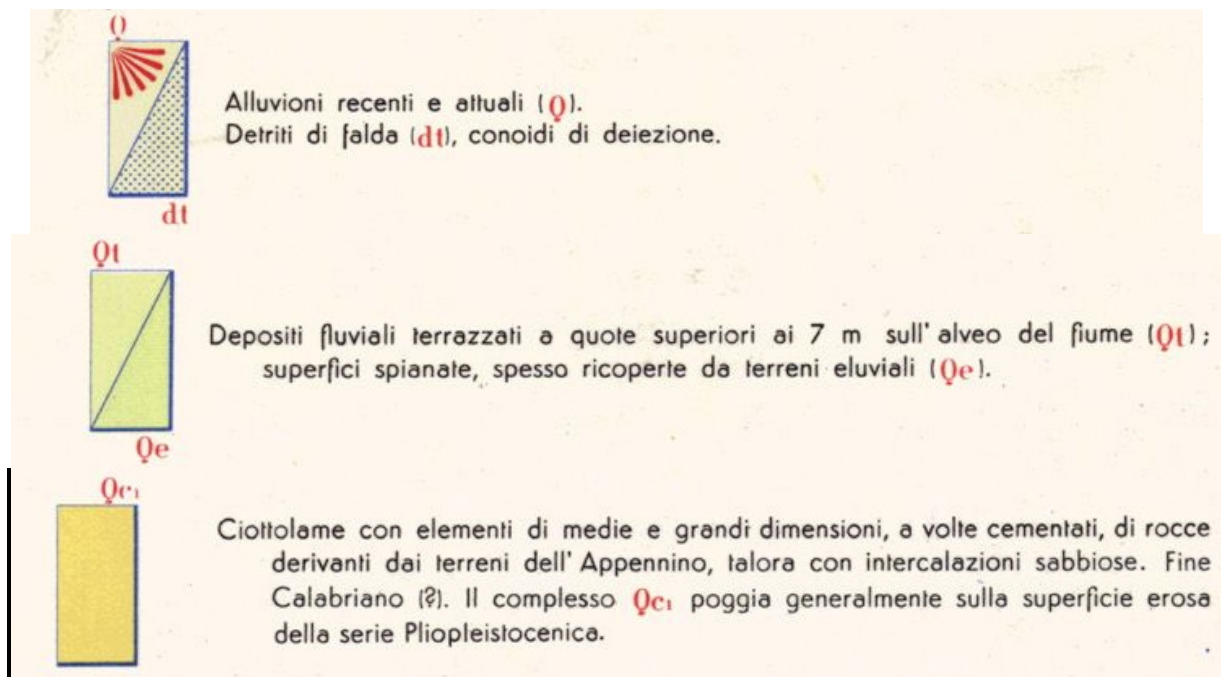
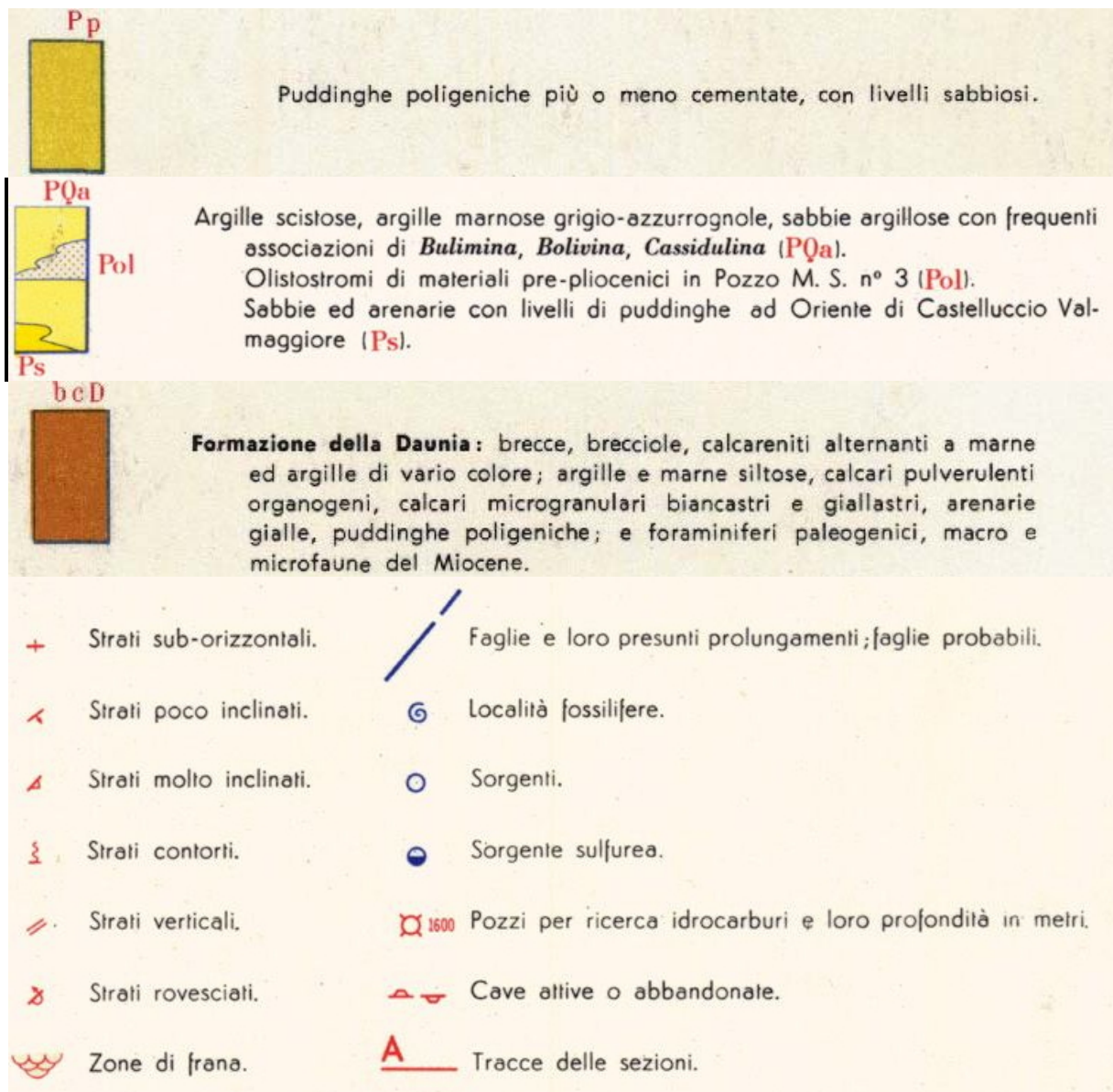


Figura2





Per meglio capire i reciproci rapporti stratigrafici, si rende necessario un inquadramento geologico di una zona più ampia di quell'interessata dall'opera.

Dal punto di vista **geologico generale**, il sito in esame è parte integrante dei terreni situati tra i rilievi collinari ai margini orientali dell'Appennino meridionale a N di Orsara di Puglia, e il settore occidentale del Tavoliere, ad O e S di Troia.

Dal punto di vista geologico-strutturale si trova in prossimità del limite Catena-Avanfossa dell'Appennino meridionale: i differenti domini strutturali che li caratterizzano sono da riferirsi rispettivamente agli assetti stratigrafico-strutturali del margine esterno della Catena e a quelli dell'Avanfossa (Fossa bradanica).

L'area è occupata per 8/10 da terreni prevalentemente sabbiosi d'età pliocenica o più recente, che caratterizzano gran parte del Tavoliere delle Puglie. Si tratta, nel complesso, di una serie

sabbioso-argillosa con episodi conglomeratici alla base e alla sommità, che rappresenta un intero ed unico ciclo sedimentario, con i termini più alti, costituiti da depositi terrazzati, prevalentemente ciottoloso-sabbiosi e sabbioso-argillosi, legati ad episodi secondari d'oscillazioni marine e di alluvionamenti.

La natura e le modalità di distribuzione in superficie e in profondità di tali terreni, dipendono strettamente dalle condizioni geologiche e morfologiche del Tavoliere.

Il territorio é caratterizzato da formazioni geologiche relativamente recenti che vanno dal periodo Pliocenico a quello Olocenico attuale.

Il rilevamento geologico ha evidenziato cinque complessi, che dal più antico al più recente, di seguito si riportano:

- bcD** **formazione della Daunia;**
- Ps/PQs** **Sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose;**
- **PQa/Pa** **Argille scistose, argille marnose grigio azzurrognole, e sabbie argillose;**
- Pp** **Puddinghe poligeniche più o meno cementate, con livelli sabbiosi;**
- Qc₁** **Ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni, a volte cementati, talora con intercalazioni sabbiose;**
- Qt** **Depositi fluviali sabbioso-conglomeratici, terrazzati a quota superiore a 7 mt dall'attuale alveo dei fiumi;**
- Q** **Alluvioni recenti e attuali;**

- **(bcD)** La *Formazione della Daunia o Flysch di Faeto* costituisce la porzione esterna della catena appenninica, al confine apulo-molisano, essa é caratterizzata localmente da predominanza di affioramenti argillosi variamente costipati e fogliettati alternanti a strati calcarenitici e calcareo-marnosi e arenarie di varia natura, alle marne e argille marnose si intercalano calcareniti e brecciole calcaree dal caratteristico colore biancastro. Essa poggia con contatto tettonico sui terreni plio-pleistocenici dell'avanfossa e sul complesso indifferenziato delle argille varicolori. La *Formazione della Daunia* passa verso l'alto, in alcune zone gradualmente, alle marne di Toppo Capuana, costituite prevalentemente da argille e marne argillose grigio-bluastre, localmente le argille prevalgono sulle marne e le arenarie scompaiono del tutto, in altre zone la *Formazione della Daunia* viene ricoperta trasgressivamente dai terreni del ciclo pliocenico, passa al *Flysch di S. Bartolomeo*, costituito essenzialmente da arenarie massicce e straterelli arenacei in facies pelitiche di età Serravalliana, i quali sedimenti rappresentano il riempimento della parte mediana del bacino Irpino, viene ricoperta

tettonicamente dallo stesso e dal complesso indifferenziato delle argille varicolori. Alcuni autori mettono in evidenza che la mancanza di facies eteropiche tra il *Flysch di S. Bartolomeo* e quello di Faeto può testimoniare la presenza di una soglia separante le aree di sedimentazione dei due Flysch, infatti mentre il *Flysch di S. Bartolomeo* è legato al Bacino Irpino (evoluzione di quello lagonegrese-molisano), il *Flysch di Faeto* è legato a quello apulo ed i due bacini erano evidentemente separati dalla piattaforma apula interna. I Flysch medio miocenici del bacino apulo sono essenzialmente carbonatici e marnosi, mancano gli apporti clastici grossolani che sono caratteristici dei coevi Flysch del bacino lagonegrese-molisano. Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano talvolta anche sedimenti più recenti. Pertanto gli strati della *Formazione della Daunia* si presentano in più punti fortemente tettonizzati e caoticizzati e variamente ripiegati.

- **(Ps/PQs)** Il complesso delle sabbie ed arenarie con livelli di puddinghe poligeniche e di argille sabbiose, caratterizzato da sabbie e arenarie con lenti e strati di conglomerati poligenici ed argille sabbiose, che si riscontrano in varia posizione nella successione dei sedimenti pliocenici. Tra i Monti della Daunia i sedimenti sabbiosi o prevalentemente tali, sono presenti subito sopra i livelli conglomeratici basali o in alternanza con questi ed al di sotto dei depositi argillosi.

- **(Pa/PQa)** Il complesso pliocenico delle argille e argille sabbiose giallastre sono sedimenti argillosiltosi di colore grigiastro in cui si alternano strati sabbioso-argillosi e sabbiosi sia grigi che giallastri e giallo-ocracei. Tali depositi si sviluppano in corrispondenza di aree dove la serie dei terreni pliocenici è piuttosto potente. I complessi più argillosi prevalgono alla base della serie pliocenica, poggiando a volte senza evidenti segni di trasgressione e discordanza sui sedimenti del Miocene superiore, gli stessi complessi argillosi costituiscono i termini più alti della serie trasgressiva affiorante nella sinclinali comprese tra i Monti della Daunia.

- **(Pp)** Il complesso delle puddinghe più o meno cementate, con livelli sabbiosi. Formato da puddinghe poligeniche cementate in vario modo ed associate ad orizzonti e lenti sabbiose., non sempre ben stratificati, di colore d'insieme variabile dal rugginoso al bruno ed al giallastro, frequentemente sfatti per l'azione degli agenti esogeni, così da dar luogo a frequenti, seppur limitati fenomeni franosi lungo i versanti più acclivi delle valli.

- **(Qc₁)** Ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni, a volte cementati, talora con intercalazioni sabbiose, formata da ciottolame con elementi di medie e grandi dimensioni, a volte cementati, di rocce derivanti dai terreni dell'Appennino, talora con intercalazioni sabbiose, fine Calabrian. Il complesso poggia generalmente sulla superficie erosa della serie Pliopleistocenica.

- (Qt) Depositi fluviali sabbioso-conglomeratici, terrazzati a quota superiore a 7 mt dall'attuale alveo dei fiumi, residui di una più antica morfologia fluviale.

- (Q) Alluvioni recenti e attuali, si tratta di sedimenti conglomeratici, formati da materiali litoidi di piccoli e medie dimensioni, derivanti dalla rielaborazione di conglomerati pliocenici o più antichi, oppure dal disfacimento degli interstrati arenacei, marnosi, calcarei e calcarenitici del flysch. Lo spessore non dovrebbe superare i dieci metri.

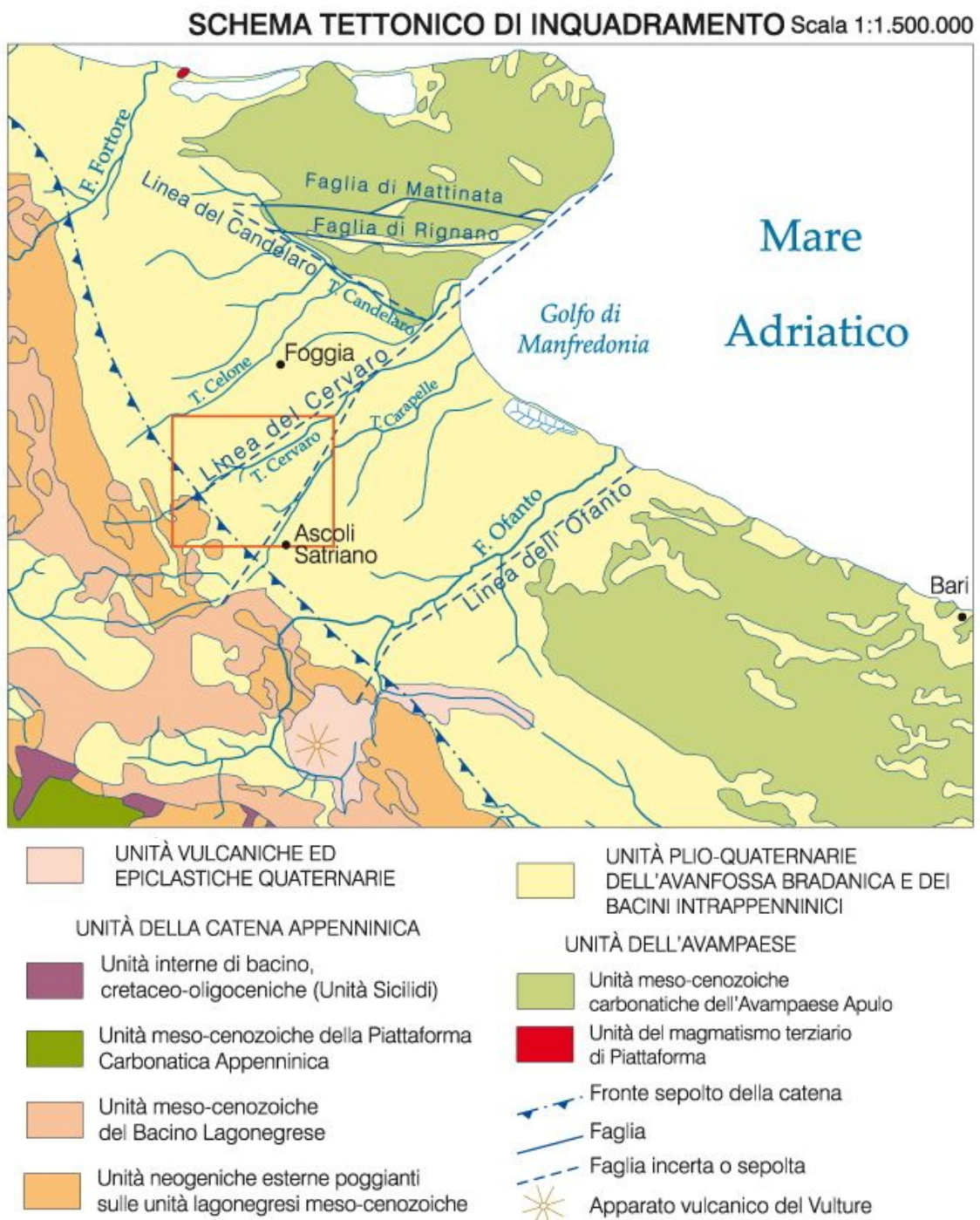


Figura 3

Le suddette formazioni, ad assetto sub-orizzontale con immersione costante verso il mare ed inclinazione massima di 5°, rappresentano il risultato dello smantellamento delle falde tettoniche dell'Appennino Dauno e della sedimentazione nell'avanfossa Bradanica avvenuta dapprima in ambiente marino (quindi con grandi continuazioni orizzontali dei terreni) poi in condizioni di emersione totale con la deposizione di terreni a continuità orizzontale locale; a questa ultima modalità di sedimentazione sono da imputare la formazione di lenti a granulometria diversa nell'ambito di una stessa sequenza sedimentaria.

Il bacino apulo risulta coinvolto dalla tettonica appenninica dopo il Pliocene inferiore; infatti, le coltri che provengono da questo bacino si accavallano in genere sul Pliocene inferiore, mentre al loro fronte sovrastano anche sedimenti più recenti.

Il fronte sepolto dei terreni appenninici si rinviene intercalato, tettonicamente, nella parte occidentale della successione argillosa plio-pleistocenica. Quest'ultima poggia su un substrato carbonatico d'età pre-pliocenica e pre-miocenica, costituito dalle stesse rocce calcareo-dolomitiche dell'avampese garganico. La profondità del substrato carbonatico aumenta da Est verso Ovest, raggiungendo nella parte occidentale la profondità di circa 4000-5000 metri. Nel nostro caso specifico, lo spessore pliocenico è di circa 1500 metri.

MORFOLOGIA DELL'AREA

Dal punto di vista *geomorfologico generale* l'area si trova nella fascia, di medio-bassa collina, di raccordo tra i rilievi appenninici e la vasta pianura del Tavoliere tra i rilievi collinari a O e S di Troia, ai margini orientali dell'Appennino meridionale e il settore occidentale del Tavoliere.

La morfologia dei luoghi è quella propria di tutta la Capitanata, e cioè con vaste spianate inclinate debolmente verso il mare, interrotte da ampie valli, con fianchi bassi e poco inclinati. Le quote più alte sono dell'ordine di 600 m, rispetto al fondo valle ove queste si aggirano intorno a 200 m s.l.m.

Nel dettaglio, morfologicamente l'area d'intervento si presenta sub-pianeggiante, con quote comprese tra i 300 m ed i 250 m s.l.m., con un debole con pendenza inferiore ai 3°, verso Est Nord-Est.

I rilievi geologici di superficie non hanno evidenziato segni morfologici, per cui l'area può essere definita "*stabile*".

IDROGEOLOGIA DELL'AREA

La zona è solcata dal *F.sco Acqua Salata*, *Torrente Sannoro* e dal *Torrente Lavella*, e da tutta una rete di tributari, canali e fiumare di più modeste intensità, tutti, comunque, a carattere torrentizio a deflusso esclusivamente stagionale, legati alle precipitazioni stagionali.

Le valli dei corsi d'acqua sono assai ampie, con fianchi bassi e poco inclinati.

Dal punto di vista *idrogeologico*, la dominante estensione delle formazioni sabbiose e ciottolose, permeabili per porosità, tale da permettere una modesta falda freatica superficiale ad una profondità di 2.50 metri dal p.c.

SISMICITA' DELL'AREA

Dal punto di vista sismico, la città di Troia ricade in un distretto geografico sicuramente sismico. Il territorio in esame è compreso tra due regioni ad alto rischio: l'Appennino meridionale e il Promontorio garganico, che sono aree notoriamente sismogenetiche attive.

Il settore in esame risulta essere stato colpito da diversi eventi sismici di forte intensità, almeno fin dal XIV secolo con magnitudo maggiore di 6.00 (Terremoto di Ascoli Satriano 6.06 del 1361).

Fonte	ANNO	MAGNITUDO	LOCALITA'
INGV	7/1361	6.06	Ascoli S.
INGV	6/1853	4.83	Greci
ex SSN	10/1856		Bovino
INGV	11/1898	4.83	Casalbore
ex SSN	1/1901		Foggia
ex SSN	7/1903		Bovino
ex SSN	7//1905		Troia
INGV	12/1927	4.83	Deliceto
ex SSN	2/1928		Orsara
INGV	9/1941	5.17	Montecalvo I.
ex SSN	7/1958	4.00	Montecalvo I.
ex SSN	10/1959	3.60	Savignano I.
ex SSN	9/1959	3.50	Montecalvo I.
ex SSN	8/1967	4.00	Tavernazza
ex SSN	6/1977	4.00	Bovino
ex SSN	6/1980	2.80	Ortona

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia

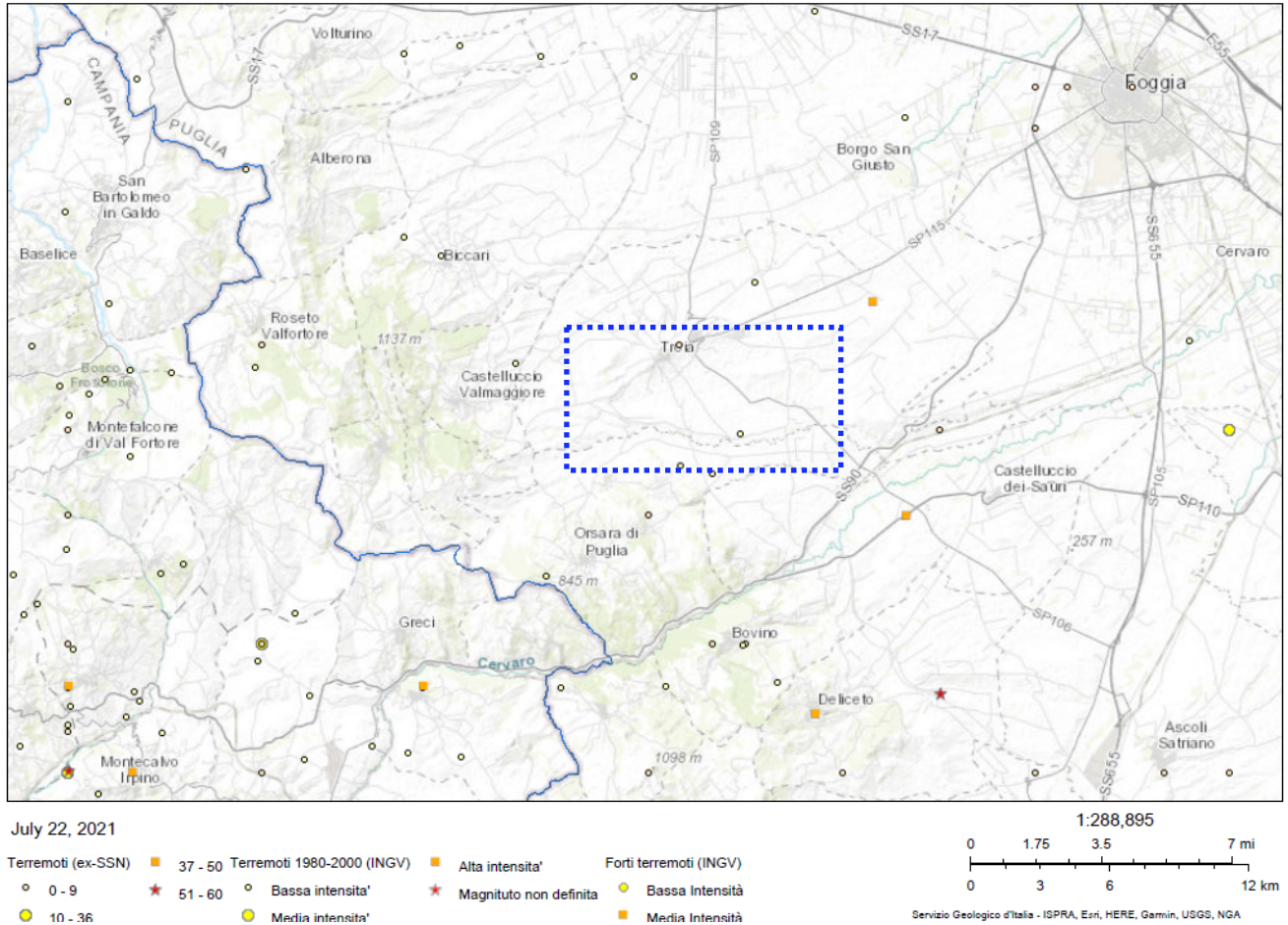


Figura 4 Schema tettonica del Tavoliere delle Puglie da Catalogo dei Terremoti_ITHACA_isprambiente.gov.
In blu è indicata l'area di impianto

La sismotettonica generale dell'area sarebbe legata ad alcune Master Faul quali la Faglia di Foggia-Cerignola (Sud e Nord), Faglia Castelluccio –Stornarella e Faglia di Ortanova, del Sistema tettonico del Tavoliere Pugliese, cui sono associati terremoti forti. Si tratta di lineamenti definite come “Faglie Capaci”, ovvero in grado di provocare deformazione/fagliazione in superficie, la cui attività storica è inferiore ai 3000 anni, tardo Pleistocene-Olocene. La Faglia Montecalvello-Ortanova, faglia primaria normale, e la Faglia Troia-Carapelle, faglie primarie, la cui attività è riferibile al Pleistocene.

ISPRA-Servizio Geologico d'Italia

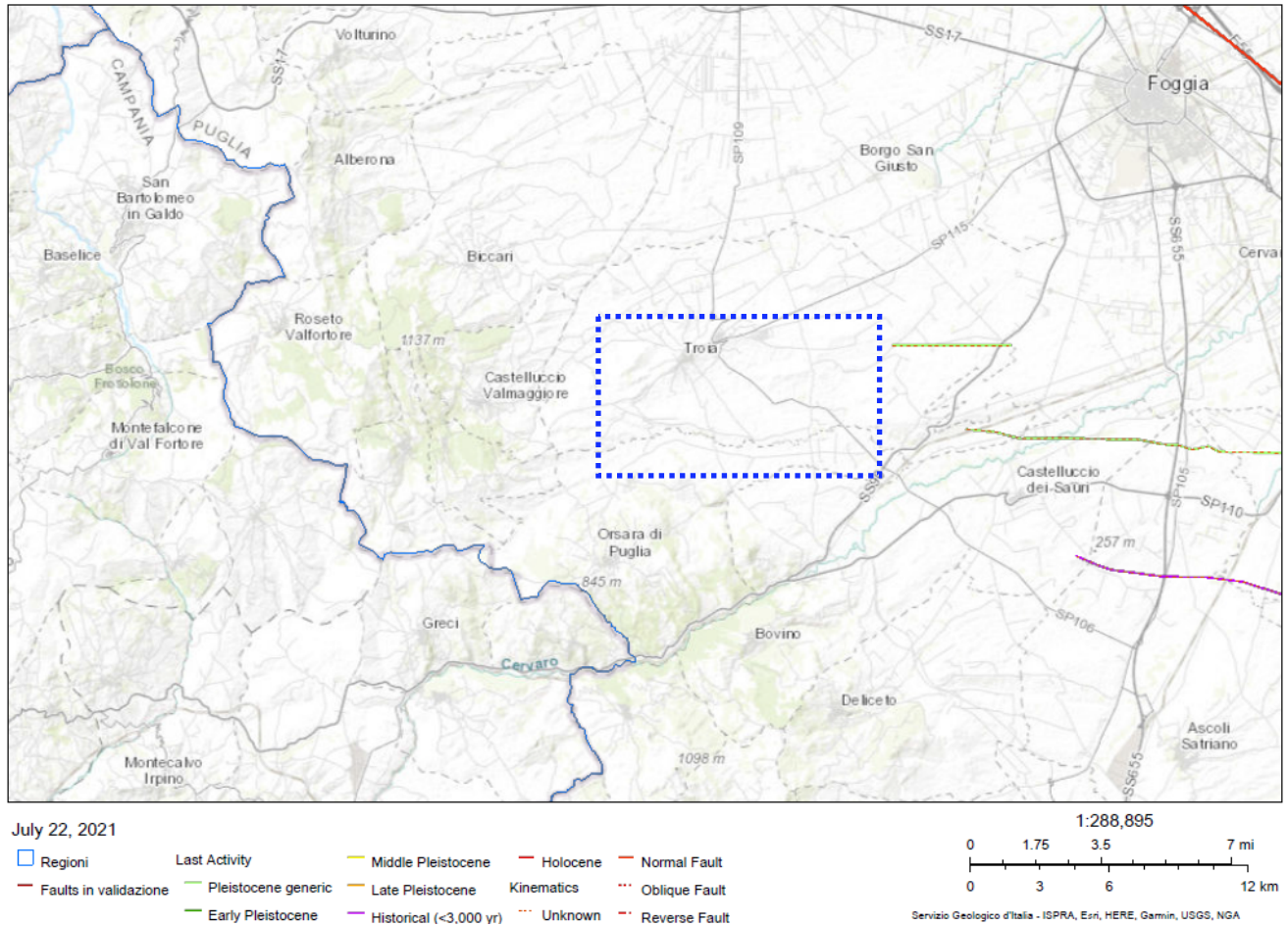


Figura 5

In particolare, l'area di Troia è stata classificata sismica di seconda categoria, a cui compete un rischio sismico $S=9$, e a cui risulta associato un coefficiente di intensità sismica $c=0,07$ (D.M. 7/3/81).

Gli studi effettuati sulla *pericolosità sismica del territorio italiano*, hanno consentito di sviluppare una *metodologia probabilistica sismotettonica*. Attraverso l'elaborazione dei dati, la pericolosità sismica, ossia "la stima dello scuotimento del suolo, previsto in un certo sito, durante un dato periodo, a causa di terremoti" è stata rappresentata dal S.S.N. su due carte di pericolosità sismica 1999.

I dati sismici relativi al *Comune di Troia* sono i seguenti:

Codice ISTAT 2001	Classificazione 2003	PGA (g)	I
16071058	Zona 2	0,178 g	8.1 MCS

dove: **PGA (g)** = accelerazione orizzontale di picco del terreno (estimatore dello scuotimento alle alte frequenze), valore atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);
I = intensità macrosismica (MCS) valore di intensità MCS atteso con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);
g = **981 cm/sec²** (accelerazione di gravità).

Le NTC08, D.M. 14/01/2008, definiscono 4 *Zone Sismiche*, alle quali corrispondono 4 valori di accelerazione orizzontali di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g), e ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco al suolo (a_g), con probabilità di superamento di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni);

In particolare, l'area Troia è stata classificata sismica di seconda categoria (D.M. 7/3/81 - O. P. C. M. 20/03/03, n. 3274 - T.U. D.M. 14/01/08).

I dati sismici relativi al *Comune di Troia* sono quelli relativi alla *Zona 2*:

Zona	accelerazione orizzontali, con probabilità di superamento di pari a 10% in 50 anni (a_g/g)	accelerazione orizzontali, di ancoraggio dello spettro elastico (a_g/g)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.15	0.05

INDAGINI ESEGUITE

La situazione litostratigrafica, geotecnica ed idrogeologica dell'area oggetto di studio, è stata ricostruita sulla base dei dati da studi ed indagini geologiche condotti in aree adiacenti alla zona interessata da questo studio, dalle osservazioni dirette di campagna, opportunamente completate dai dati e delle notizie ricavati dalla cartografia ufficiale, dalla letteratura tecnico-scientifica e della banca dati del Servizio Geologico d'Italia, inoltre sono state eseguite n. 4 indagini sismiche MASW nell'Area Parco Agrovoltaiico per la caratterizzazione sismica dei terreni del sottosuolo (vedi relazione geologica elab. 0.2).

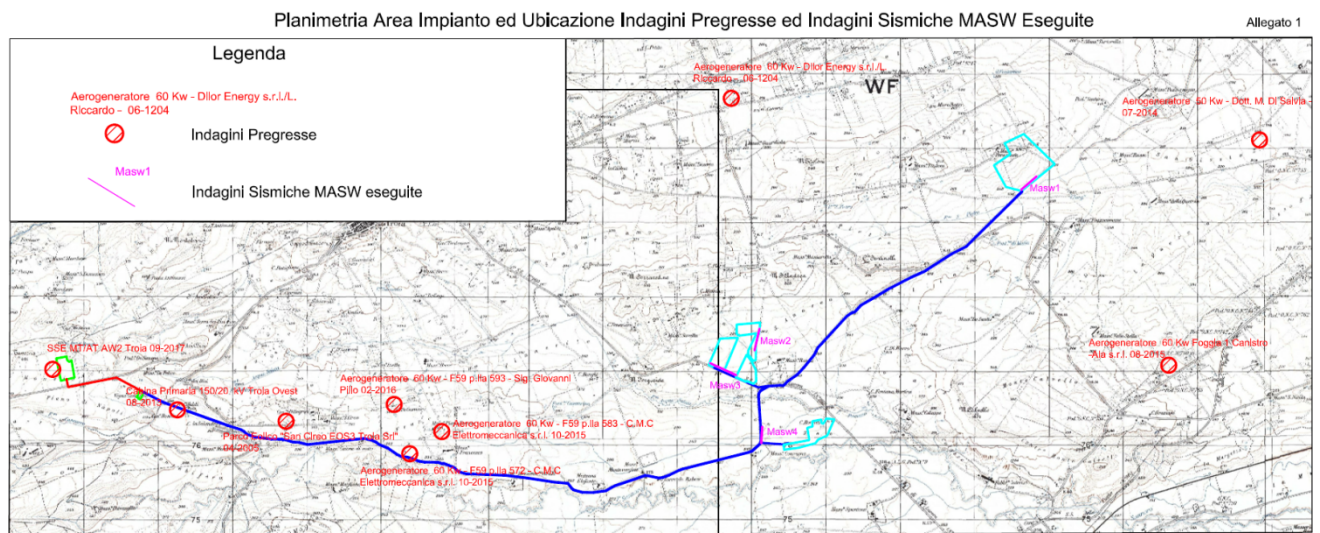


Figura 6

INQUADRAMENTO PAI E STABILITA' DELL'AREA

Stando alla cartografia del *Piano Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)* dell'AdB Distrettuale dell'Appennino Meridionale - Puglia, alcune delle opere in progetto, la SottoStazione Utente ed una parte del cavidotto esterno, in località Monsignore e Montebifero, le aree Parco Agrovoltaiico e la parte di Cavidotto che collega le tre aree, il località Convegna, S. Andrea e Perazzone, rientrano in aree classificate come “**PGI**” ossia “**area a Pericolosità Geomorfologica Media e Moderata**”.

Dal punto di vista idraulico, solo un tratto brevissimo di cavidotto interno, in località Perazzone, attraversa un'area a classificate come “**AP**” ossia “**area a Pericolosità Idraulica Alta**”. A tal fine, si rimanda ad eventuali specifici studi idraulici e soluzioni tecnico-progettuali

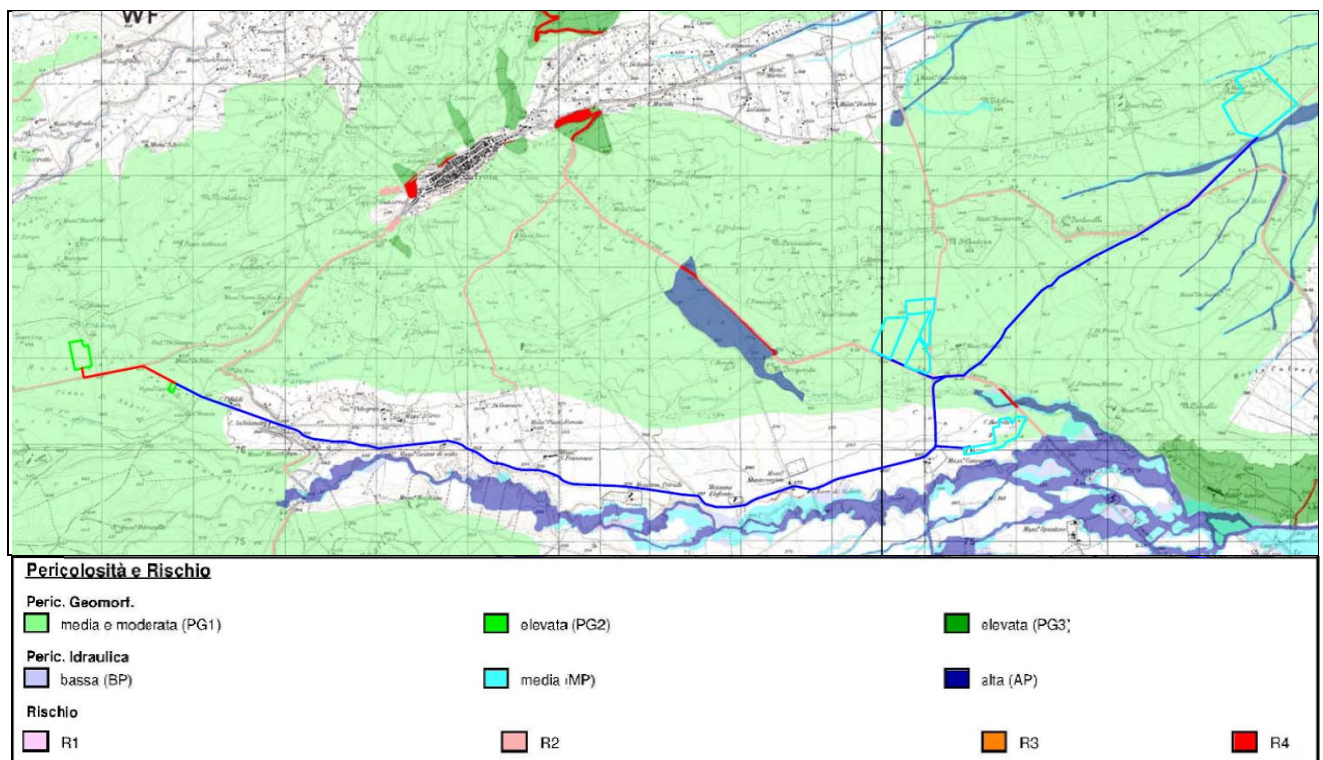


Figura 7

Morfologicamente, le Aree Parco Agrovoltaiico, ricadenti in area classificata PG1, si sviluppano su una vasta piana, complessivamente piatta con da blande ondulazioni, con inclinazione variabile da i 1° ai 8°.

L'Area Cavidotto esterno in progetto ricadente parzialmente, in località Monsignore e Montebifero, in area classificata PG1, attraversa zone più ondulate tipiche delle aree collinari, ampiamente pianeggiante e piatta, caratterizzate da sagome dolci, con blande ondulazione e con pendenze variabili dai 1° ai 5°.

Il cavidotto esterno interrato si sviluppa su viabilità esistente. In località San Francesco, il cavidotto attraversa aree più ondulate tipiche delle aree di bassa collina, ampiamente pianeggiante e piatta, caratterizzate da sagome dolci, con blande ondulazione e con pendenze variabili dai 1° ai 5°, priva di qualsivoglia traccia morfologica di erosione. In località San Cireo, il cavidotto si sviluppa lungo una Strada Comunale, posta alla sommità di un pianoro, piatto e pianeggiante, bordato sul lato S da un scarpata digradante verso S con pendenze variabili attorno ai 10°. Il sito si presenta stabile e non sono visibili segni di fenomeni gravitativi, presenti o passati. Ancora, in località Montebifero, il cavidotto, ricadente in area classificata PG1, attraversa aree pianeggiante e piatta, caratterizzate da sagome dolci, con blande ondulazione e con pendenze variabili dai 1° ai 5°, completamente stabile.

Nello complesso, il cavidotto esterno si sviluppa interrato su viabilità esistente, attraversando aree complessivamente piatte e pianeggianti, prive di evidenti tracce di instabilità. Inoltre, i movimenti di terra che interessano le aree indicate corrispondono alle opere di scavo necessarie alla posa in opera del cavidotto, previsto su strade esistenti, e successivo reinterro con lo stesso materiale precedentemente scavato, risultano estremamente contenuti, senza aggravio dei carichi in superficie né tantomeno modifica della morfologia e relativo deflusso superficiale e profondo delle acque.

Mentre, morfologicamente, l'Area Sottostazione, anch'essa ricadente in area classificata PG1, si presenta complessivamente pianeggiante e piatta, con inclinazione di 1°- 3° verso E-SE.

I rilievi geologici di superficie non hanno evidenziato segni morfologici e fenomeni di erosione e scalzamento dei fianchi degli alvei, tanto da poter parlare di una marcata stabilità generale dell'area, così come anche l'omogeneità geolitologica dei terreni affioranti né è una garanzia.

Pur tuttavia, come richiesto dall'art. 15(PG1) delle NTA del PAI approvato con Delibera n.39 del 30-11-2005, che richiede uno studio geologico che analizzi compiutamente la compatibilità geomorfologica delle aree interessate dalle opere in progetto e si è deciso di verificare la stabilità in corrispondenza dei punti dove la morfologia presenta una maggior pendenza.

A tal fine sono state effettuate verifiche di stabilità dell'Area Parco Agrovoltico in corrispondenza del *Campo 5*, che presenta maggiore pendenza.

Le analisi sono state eseguite lungo la sezione di massima pendenza in condizioni drenate e non drenate, allo stato attuale ed allo stato post intervento.

L'elaborazione è stata realizzata su modelli litologici e strutturali ottenuti sulla base delle indagini pregresse eseguite in sito, integrati dal rilevamento geologico della zona.

I calcoli sono stati eseguiti considerando il metodo dell'equilibrio limite originariamente proposto da S. H. Sarma.

In fase di calcolo sono state considerate le forze dovute all'accelerazioni sismiche orizzontali e verticali, considerando l'azione sismica valutata allo *Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)* con riferimento ai gruppi di coefficienti parziali dell'*Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2)* (*EuroCodice 7*) con coefficiente di sicurezza **R2=1.1** (*vedi relazione di calcolo allegato n. 1*), anche se, le *N.T.C. 17.01.18* suggeriscono solo l'uso dei parametri caratteristici, non facendo uso ad alcun approccio.

Per quanto concerne i carichi applicati, utilizzati nella verifica postintervento, si è considerato un carico in fondazione, per i pannelli fotovoltaici, pari a **48 kN/mq (0.50 kg/cmq)**.

Tutte le analisi di stabilità effettuata, non ha evidenziato la presenza di superfici di scorrimento instabili, con coefficiente di sicurezza "fs" inferiore a 1.1 (R2), pertanto, e pertanto, sono risultate verificate.

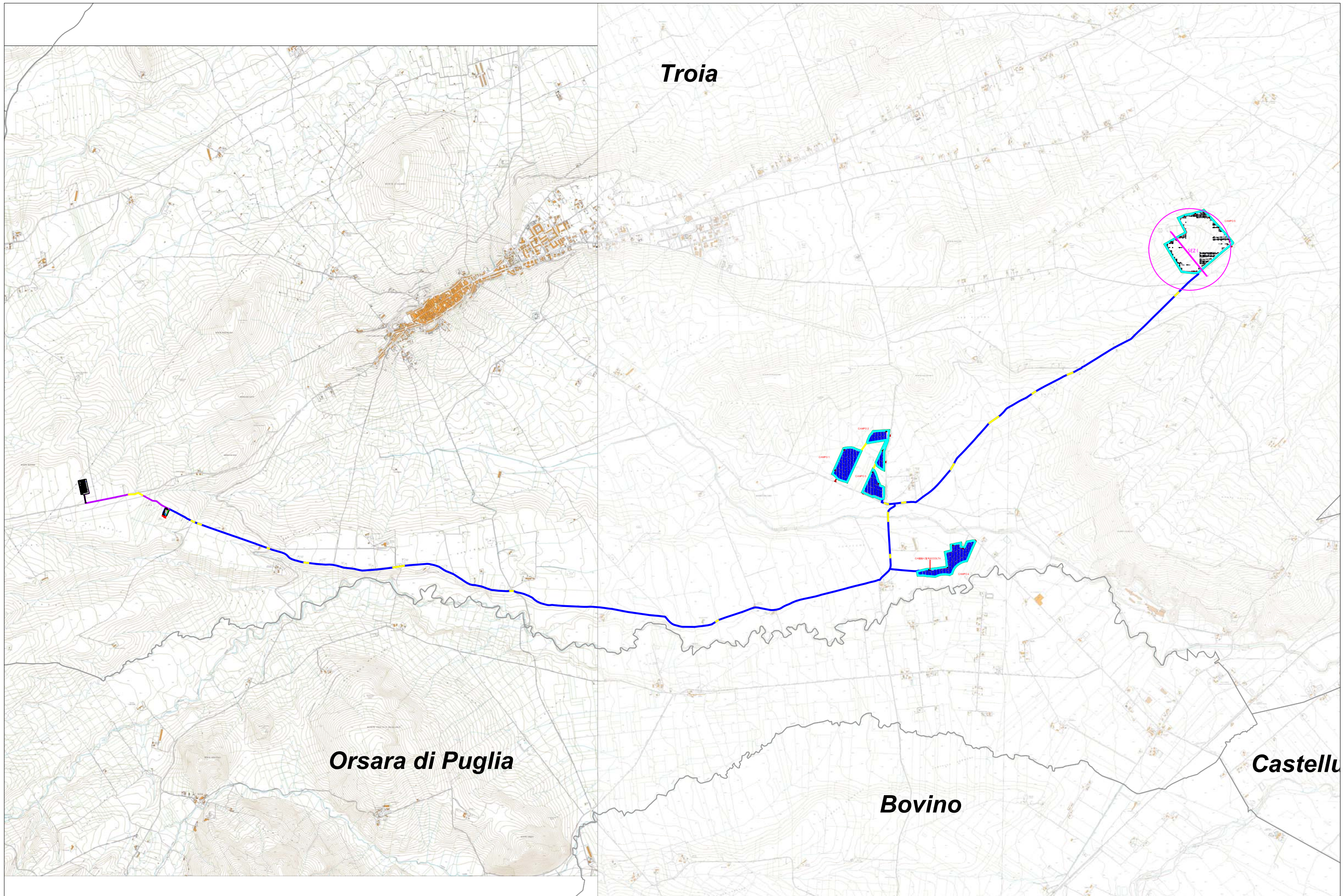
In ultima analisi, quindi, da quanto descritto in precedenza sulle condizioni geomorfologiche e geolitologiche e idrogeologiche delle aree di intervento e sulla stabilità delle aree stesse, si può asserire che gli interventi, così come previsti e descritti negli elaborati di progetto, non comporteranno turbativa all'assetto idrogeologico del suolo, né condizioneranno la stabilità del versante.

Pertanto, le aree interessate possono considerarsi idonee alla realizzazione delle opere progettate.

Lucera, gennaio 2022

Dott. Geol. Stefano Finamore



Analisi di stabilità

Relazione di calcolo

RELAZIONE DI CALCOLO

La presente elaborazione è stata eseguita utilizzando il programma I.L.A. (Interactive Landslides Analysis), prodotto dalla "geo&soft international".

Il programma ottempera alle specifiche richieste dal N.T.C. D.M. 17.01.18 – “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274 del 20/03/2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", dal D.M. 1986 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate..." nonché ai "Criteri Generali" del D.M. 1975 "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

La verifica della stabilità può essere eseguita utilizzando i metodi classici di Bishop, Jambu, Morgenstern e Price, Bell nonché il metodo di analisi proposto da S. Sarma (1974, 1979) e sviluppato da E. Hoek (1981, 1983, 1987).

L’analisi di stabilità è stata eseguita considerando l’azione sismica valutata allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con riferimento ai gruppi di coefficienti parziali dell’Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2).

DISCONTINUITÀ LITOSTRATIGRAFICHE

Il programma utilizzato consente di verificare pendii costituiti da materiali non omogenei introducendo discontinuità litostratigrafiche che separano materiali caratterizzati da parametri geotecnici differenti.

I parametri utilizzati lungo le superfici di contatto laterali dei conci (che hanno effetto sui calcoli nel solo caso di superfici definite per punti, mentre nei casi di superfici piane o circolari risultano evidentemente del tutto influenti) vengono calcolati come media pesata dei parametri attribuiti ai singoli strati proporzionalmente ai rispettivi spessori.

Se la base dei conci risulta completamente contenuta in un determinato strato lungo essa vengono utilizzati i parametri di tale strato.

Per i conci la cui base interseca superfici di discontinuità stratigrafiche vengono utilizzati parametri calcolati come medie pesate rispetto alle frazioni delle basi stesse ricadenti nei diversi strati.

Risulta quindi possibile, come richiesto dalla normativa vigente, tenere conto "dell’assetto strutturale e delle caratteristiche meccaniche del terreno (idem)".

METODO DI SARMA

Il metodo di Sarma è un metodo generale di analisi in condizioni di equilibrio limite che può essere utilizzato per la verifica della stabilità di pendii con geometria qualunque, con superfici di scivolamento circolari, piane o costruite arbitrariamente per punti tramite l’introduzione diretta delle coordinate.

Ne deriva quindi una piena applicabilità sia nei casi di pendii in frana, permettendo "di eseguire la verifica lungo le superfici di scorrimento che meglio approssimano quella riconosciuta con le indagini (D.M. 1986)" sia negli altri casi, con l’esame di "superfici di scorrimento cinematicamente possibili in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponda, nel caso considerato, il coefficiente di sicurezza più basso (idem)".

RICERCA DEL FATTORE DI SICUREZZA

Il fattore di sicurezza (FS) coincide con il valore che assume un parametro riduttivo (PR) delle caratteristiche geotecniche reattive (tangente dell’angolo di attrito e coesione) quando esso porta all’annullamento dell’accelerazione critica.

L’analisi viene effettuata nell’ipotesi che le superfici di scivolamento possano essere schematizzate attraverso sviluppi cilindrici, e quindi i calcoli sono effettuati per uno spessore unitario nella direzione del fronte.

La formulazione analitica del problema è in effetti piuttosto complessa, pertanto viene riportata solo sinteticamente nel seguito.

Per uno studio esaustivo si consiglia la consultazione delle opere citate in bibliografia.

L’accelerazione critica è così definita:

$$kc = AE/PE$$

dove, essendo n il numero dei conci:

$$AE = a(n) + a(n-1)e(n) + a(n-2)e(n)e(n-1) + \dots + a(1)e(n) \dots e(2)$$

$$PE = p(n) + p(n-1)e(n) + p(n-2)e(n)e(n-1) + \dots + p(1)e(n) \dots e(2)$$

in cui:

$$a(i) = q(i) * (a1 - a2 + a3 - a4 + a5)$$

$$p(i) = q(i) w(i) \cos(Fb(i) - \text{Alpha}(i))$$

$$e(i) = q[i] \cos(Fb(i) - \text{Alpha}(i) + Fs(i) - D(i)) / \cos(Fs(i))]$$

$$q(i) = \cos(Fs(i+1)) / \cos(Fb(i) - \text{Alpha}(i) + Fs(i+1) - D(i+1))$$

$$s(i) = Cs(i) d(i) - Pw(i) \tan(Fs(i))$$

$$r(i) = C_b(i)b(i)/\cos(\text{Alpha}(i)) - u(i)\tan(\text{Fb}(i))$$

dove:

$$a1 = w(i) + T_v(i)\sin(\text{Fb}(i) - \text{Alpha}(i))$$

$$a2 = T_h(i)\cos(\text{Fb}(i) - \text{Alpha}(i))$$

$$a3 = r(i)\cos(\text{Fb}(i))$$

$$a4 = s(i+1)\sin(\text{Fb}(i) - \text{Alpha}(i) - D(i+1))$$

$$a5 = s(i)\sin(\text{Fb}(i) - \text{Alpha}(i) - D(i))$$

essendo ancora, per l'i-esimo concio:

w(i) peso;

d(i) lunghezza del lato;

D(i) inclinazione del lato;

b(i) larghezza della base;

Alpha(i) inclinazione della base;

C_b(i) coesione di base;

F_b(i) angolo di attrito di base;

C_s(i) coesione laterale;

F_s(i) angolo di attrito laterale;

u(i) spinta idraulica normale lungo la base;

P_w(i) spinta idraulica normale lungo il lato;

T_v(i) forza esterna verticale.

T_h(i) forza esterna orizzontale.

La soluzione dell'equazione $k_c(\text{PR})=0$ è ottenuta per via numerica attraverso un procedimento iterativo che assicura un'elevata velocità ed affidabilità. Tale procedura restituisce un valore del fattore di sicurezza con un errore per difetto (rispetto a quello eventualmente calcolabile a mano in casi semplici con formulazioni analitiche) contenuto normalmente entro lo 0,01.

Si osserva inoltre che viene presunta la simulazione di superfici di scivolamento tali da garantire la presenza di sole componenti positive (compressione) nelle forze scambiate tra i conci, per cui non vengono utilizzate superfici di scivolamento geometricamente incongruenti, ad esempio con concavità rivolta verso il basso, che possono talvolta generare componenti di trazione tra concio e concio.

SPINTE IDRAULICHE

La normativa prevede che si tenga conto "della distribuzione delle pressioni neutre (D.M. 1986)", e che "quando sussistano condizioni tali da consentire una agevole valutazione delle pressioni neutre i calcoli di verifica devono essere effettuati assumendo le più sfavorevoli condizioni che ragionevolmente si possano prevedere (idem)".

Viene quindi definita, se necessario, una poligonale che descrive l'andamento del carico piezometrico.

In questo caso l'analisi viene effettuata in termini di tensioni totali, per cui lungo la superficie di scivolamento agiscono spinte idrauliche in direzione normale ad essa, mentre il peso dei conci comprende il peso di volume saturo della parte sommersa.

Eventuali tratti emergenti della superficie piezometrica hanno un effetto stabilizzante, se presenti sul lato di valle (argine), o instabilizzante, se sul lato di monte (tension crack saturo).

Attribuendo invece i pesi di volume naturale ed alleggerito ai materiali rispettivamente sopra e sotto falda (ed eliminando ovviamente la poligonale di carico piezometrico) vengono effettuate analisi in condizioni drenate.

Si procede quindi alla scelta della situazione più conservativa.

Vengono invece ritenute trascurabili le spinte causate dal moto di filtrazione dell'acqua.

SOVRACCARICHI

Il programma prevede la possibilità di considerare una distribuzione di sovraccarichi verticali od ortogonali al profilo del pendio, per tenere conto di componenti permanenti od accidentali. Lo schema di tali sovraccarichi può essere configurato in modo da seguire una qualsivoglia poligonale di carico; è ovviamente ammessa la presenza di tratti aventi carichi verticali nulli.

ANALISI IN CONDIZIONI SISMICHE

Le N.T.C. 2018 prevedono che l'analisi di stabilità di un pendio in condizioni sismiche possa essere eseguita mediante metodi pseudostatici e che nelle verifiche allo stato limite ultimo in mancanza di studi specifici, l'azione sismica possa essere rappresentata da un'azione statica equivalente, le cui componenti orizzontale e verticale possono essere espresse come:

$$F_h = k_h * W \quad F_v = k_v * W$$

dove

W = peso del volume di terreno potenzialmente instabile

$$k_h = \beta_s * (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0.5 k_h$$

con

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

g = accelerazione di gravità

In assenza di analisi specifiche i coefficienti k_v e k_h possono essere calcolati utilizzando le indicazioni del paragrafo 7.11.3.5.2 delle NTC ed eventualmente utilizzando il programma sperimentale "Spettri di risposta" il quale "fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

La componente verticale sarà automaticamente applicata dal programma sia verso l'alto sia verso il basso e saranno considerati i risultati più cautelativi.

OPERE DI SOSTEGNO

L'effetto della realizzazione di opere di sostegno viene valutato in termini di forze applicate, in quanto i dettagli progettuali relativi all'ingegnerizzazione trascendono ampiamente il contesto ed i fini diretti dell'analisi di stabilità dei pendii.

L'impostazione che è stata scelta per la valutazione delle opere di sostegno è decisamente innovativa dal punto di vista concettuale, in quanto si è posto il problema in termini di ricerca automatica della reazione richiesta all'opera di sostegno per garantire un fattore di sicurezza dato piuttosto che non di valutazione del fattore di sicurezza ottenibile dopo aver applicato una forza esterna pari al carico di rottura dell'opera stessa.

Questo procedimento, oltre a permettere di ottenere dei valori direttamente utilizzabili nelle successive fasi di elaborazione, consente in particolare di separare le componenti attive (sovraccarichi) da quelle reattive (opere di sostegno).

Ciò è particolarmente importante in quanto la prassi corrente di considerare alla stessa stregua sovraccarichi e reazione dell'opera tende a "deformare" la risposta del calcolo ed in particolare a sovrastimare, in certi casi anche notevolmente, il fattore di sicurezza ottenibile; in questo caso infatti la reazione dell'opera di sostegno, nell'ideale frazione che determina le condizioni di sicurezza, compare con segno negativo al denominatore anziché con segno positivo al numeratore, e questo spiega come talora potessero risultare fattori di sicurezza grandissimi o addirittura negativi.

La reazione richiesta all'opera di sostegno per ottenere il fattore di sicurezza prefissato è ricavata analiticamente dalle formule indicate in precedenza prendendo in considerazione anche l'inclinazione della reazione rispetto all'orizzontale.

Si ricorda che i metodi di equilibrio globale non considerano la plasticizzazione dei concetti per cui, specie in prossimità delle opere di sostegno, potrebbero nella pratica verificarsi rotture localizzate anche quando l'opera di sostegno risulta in grado di offrire una reazione sufficiente a stabilizzare il pendio: questo in quanto il terreno, per le scadenti caratteristiche geotecniche o per il ridotto spessore nella zona immediatamente a monte dell'opera di sostegno, potrebbe non essere in grado di trasmettere all'opera stessa la spinta esercitata dal pendio.

Viene simulato al più un solo sostegno lungo il pendio, poiché la corretta distribuzione delle reazioni passive su più strutture può essere calcolata esclusivamente conoscendo le caratteristiche di deformabilità del terreno e delle opere. Nell'interazione tra pendio ed opera di sostegno l'analisi viene estesa a tutte le superfici di scivolamento potenzialmente instabili e non solo a quella tra di esse che, senza opera di sostegno, presenta il fattore di sicurezza minimo. Il fattore di sicurezza è infatti una grandezza relativa, mentre la reazione dell'opera di sostegno è una grandezza assoluta, per cui la forza necessaria a stabilizzare il pendio lungo la superficie di scivolamento con fattore di sicurezza minimo può essere insufficiente per un'altra superficie con fattore di sicurezza iniziale maggiore ma con volume, massa e quindi forze in gioco superiori.

INTERPRETAZIONE DEI TABULATI

I risultati del calcolo sono riassunti nei tabulati che seguono, in cui sono presentati anche tutti i dati geometrici e geotecnici necessari ad eventuali nuove successive verifiche.

I tabulati riassuntivi contengono tutte le informazioni necessarie alla comprensione della situazione morfologica, stratigrafica e geotecnica considerata.

Segue una breve illustrazione dei tabulati.

PROFILO DEL TERRENO: il piano di campagna è rappresentato in sezione attraverso una spezzata descritta da coppie progressiva-quota; i valori sono espressi in unità coerenti rispetto ad una origine arbitraria; al piano di campagna sono associati i parametri geotecnici dello strato superficiale di terreno; tali parametri valgono quindi fino alla prima linea di discontinuità litostratigrafica.

DISCONTINUITÀ: le discontinuità stratigrafiche vengono schematizzate con la stessa procedura del profilo del terreno, ed analogamente a ciascuna di esse vengono associati i parametri geotecnici del materiale immediatamente sottostante.

LIVELLO PIEZOMETRICO: l'andamento del livello piezometrico è descritto nello stesso modo del profilo del terreno; viene inoltre indicato il peso di volume dell'acqua, che sarà normalmente pari ad 10 (espresso in kN/m^3); un valore inferiore esprime invece condizioni di parziale drenaggio del pendio.

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO: le superfici di scivolamento sono rappresentate in diversi modi, a seconda delle tipologie delle stesse; per superfici definite per punti viene utilizzata la stessa schematizzazione del profilo del terreno; per famiglie di superfici circolari vengono indicati i parametri geometrici della maglia dei centri e le coordinate del punto di passaggio, oppure dei due punti per i quali passa la retta di tangenza, o ancora le coordinate dei due punti attraverso i quali passa un numero dato di superfici circolari con differente curvatura; per famiglie di superfici piane viene indicato il punto di passaggio al piede, il numero di superfici analizzate tra una inclinazione minima ed una massima e la progressiva di un eventuale tension crack.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Bishop A.W., "The use of the slip circle in the stability analysis of slopes" *Geotechnique*, London, vol. 5, No. 1, 1955
- 2) Sarma S.H. & Bhava M.V., "Critical acceleration versus static factor of safety in stability analysis of earth dams and embankments", *Geotechnique* 24(4), 1974
- 3) Sarma S.H., "Stability analysis of embankments and slopes", *J. Geotech. Engng. Div., Am. Soc. Civ. Engrs* 105(GT12), 1979
- 4) Coulthard M.A., "Back-analysis of observed spoil failures", Technical Report No. 83, Division of Applied Geomechanics, Commonwealth Science and Industrial Research Organization, Melbourne, Australia, 1979
- 5) Hoek E. & Bray J.W., "Rock slope engineering", 3rd edn. London: Institution of Mining and Metallurgy, 1981
- 6) Hoek E., "Strength of jointed rock masses", *Geotechnique* 33(3), 1983
- 7) Hoek E., "General two-dimensional slope stability analysis", dal vol. "Analytical and Computational Methods in Engineering Rock Mechanics", Brown, London, 1987
- 8) Pergalani E., "Stabilità dei versanti: modelli di calcolo in condizioni statiche e pseudostatiche", *Atti del I Workshop: Informatica e Scienze della Terra*, GIAST, Università di Camerino, 1989

AREA PARCO

IPOTESI UTILIZZATE PER IL CALCOLO

L'analisi di stabilità è stata eseguita considerando l'azione sismica valutata allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) con riferimento ai gruppi di coefficienti parziali dell'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2).

AZIONE SISMICA

Mediante il documento Excel SPETTRI-NTC ver. 1.0.3, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti, orizzontali e verticali, delle azioni sismiche di progetto del generico sito, è possibile definire i parametri della "pericolosità sismica di base".

Regione PUGLIA - Provincia FOGGIA - Comune TROIA

Contrada "PERAZZONE"

Coordinate del sito

LAT	41.366683	LONG	15.413480
------------	-----------	-------------	-----------

Vita nominale della costruzione (anni) $V_N = 50$

Coefficiente d'uso $C_U = 2$

Periodo di riferimento per la costruzione (anni) $V_R = 100$

Categoria di sottosuolo C

Categoria topografica TI

Valori dei parametri accelerazione di picco al suolo

Stato Limite	Tr (anni)	a_g (g)	F_o	T_c^* (s)
SLV	949	0.183	2.593	0.497

dove:

a_g (g) = accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T_c^* (s) = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

a_{gv} (g) = accelerazione verticale massima al sito;

I parametri sismici per lo stato limite SLV sono:

Stato Limite	a_g (g)	a_{gmax} (g)	A_{max} (m/s²)	Ss	St	β_s	Kh	Kv
SLV	0.183	0.259	2.540	1.415	1.000	0.24	0.062	0.031

dove:

a_g (g) = accelerazione orizzontale massima al sito;

a_{gmax} (g) = accelerazione massima attesa al sito;

A_{max} (m/s²) = accelerazione massima attesa al sito;

Ss = coefficiente di amplificazione stratigrafico;

St = coefficiente di amplificazione topografico;

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

Kh = coefficiente sismico orizzontale;

Kv = coefficiente sismico verticale;

Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2).

TABELLE COEFFICIENTI

Ai sensi del T.U. D.M. 14/01/08

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni A2 (tabella 6.2.1 del T.U) :

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>Coeff. Parziali (A2) GEO</i>
<i>Permanenti</i>	Favorevole	γ_{G1}	$\gamma_{G1}=1$
	Sfavorevole		$\gamma_{G1}=1$
<i>Permanenti non strutturali</i>	Favorevole	γ_{G2}	$\gamma_{G2}=0$
	Sfavorevole		$\gamma_{G2}=1.3$
<i>Variabili</i>	Favorevole	γ_{Q1}	$\gamma_{Q1}=0$
	Sfavorevole		$\gamma_{Q1}=1.3$

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno M2 (tabella 7.2.1 del T.U) :

<i>Parametro</i>		<i>Coeff. Parziali M2</i>
<i>Peso di volume</i>	γ	$\gamma\gamma=1$
<i>Coesione non drenate</i>	c_{u_k}	$\gamma c_u=1,40$
<i>Coesione efficace</i>	c'_k	$\gamma c'=1,25$
<i>Tangente angolo di attrito interno</i>	$Tan \varphi'_k$	$\gamma \varphi'=1,25$

Coefficienti parziali per le verifiche R2 (tabella 6.4.1 del T.U) :

<i>Verifica</i>		<i>Coeff. Parziali R2</i>
<i>Scorrimento</i>	γ_R	$\gamma_R=1.1$

AZIONI RISULTANTI (A2)

Carico: IMPIANTO AGROVOLTAICO:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>	<i>Carico applicato</i>	<i>Azione di Progetto A2</i>
<i>Permanenti</i>	Sfavorevole	48 kN/m ²	48 kN/m ²

PARAMETRI RISULTANTI (M2)

1° Complesso:

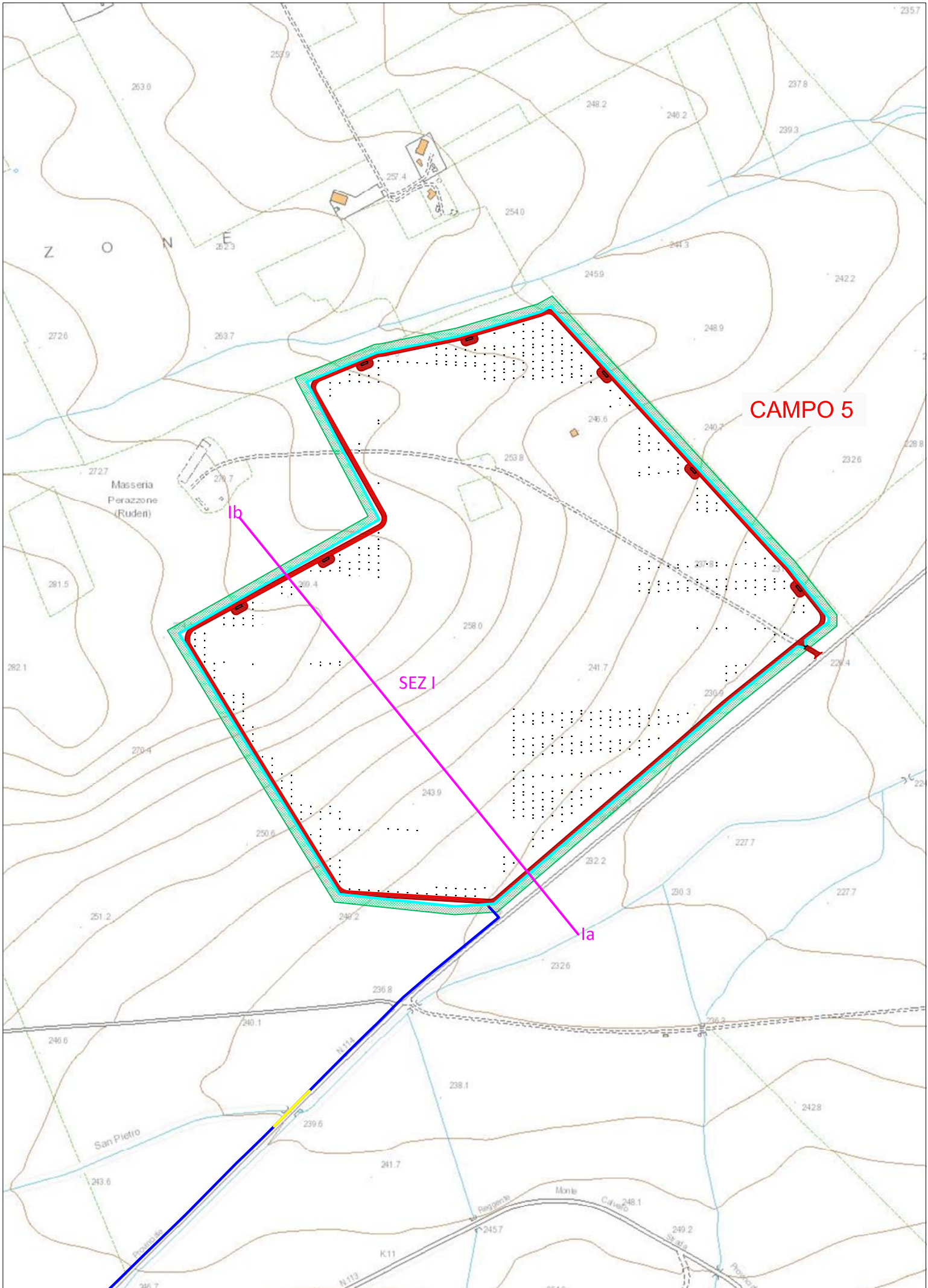
<i>Parametro</i>	<i>Parametri geotecnici medi</i>	<i>Parametri di Progetto Colonna M2</i>
<i>Peso di volume</i>	20.00 kN/m ³	20.00 kN/m ³
<i>Coesione efficace</i>	5.00 kN/m ²	4.00 kN/m ²
<i>Angolo attrito interno</i>	36.00°	30.17°

3° Complesso:

<i>Parametro</i>	<i>Parametri geotecnici medi</i>	<i>Parametri di Progetto Colonna M2</i>
<i>Peso di volume</i>	19.61 kN/m ³	19.61 kN/m ³
<i>Coesione NON drenata</i>	156.70 kN/m ²	111.93 kN/m ²
<i>Coesione efficace</i>	27.79 kN/m ²	22.23 kN/m ²
<i>Angolo attrito interno</i>	21.66°	17.63°

COEFFICIENTE DI SICUREZZA RISULTANTE (R2)

<i>Verifica</i>	<i>Coeff. di sicurezza R2</i>
<i>Scorrimento</i>	1.41



ENGIE NDT S.r.l.

Troia (FG) - Località Perazzone

Campo 5

Sez Ia-Ib

Stato Attuale - Condizioni Drenate

Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

scala 1:2500



Litotipo 1:

ϕ [°] = 30.17

c [kN/m²] = 5

gamma [kN/m³] = 20



Litotipo 2:

ϕ [°] = 17.63

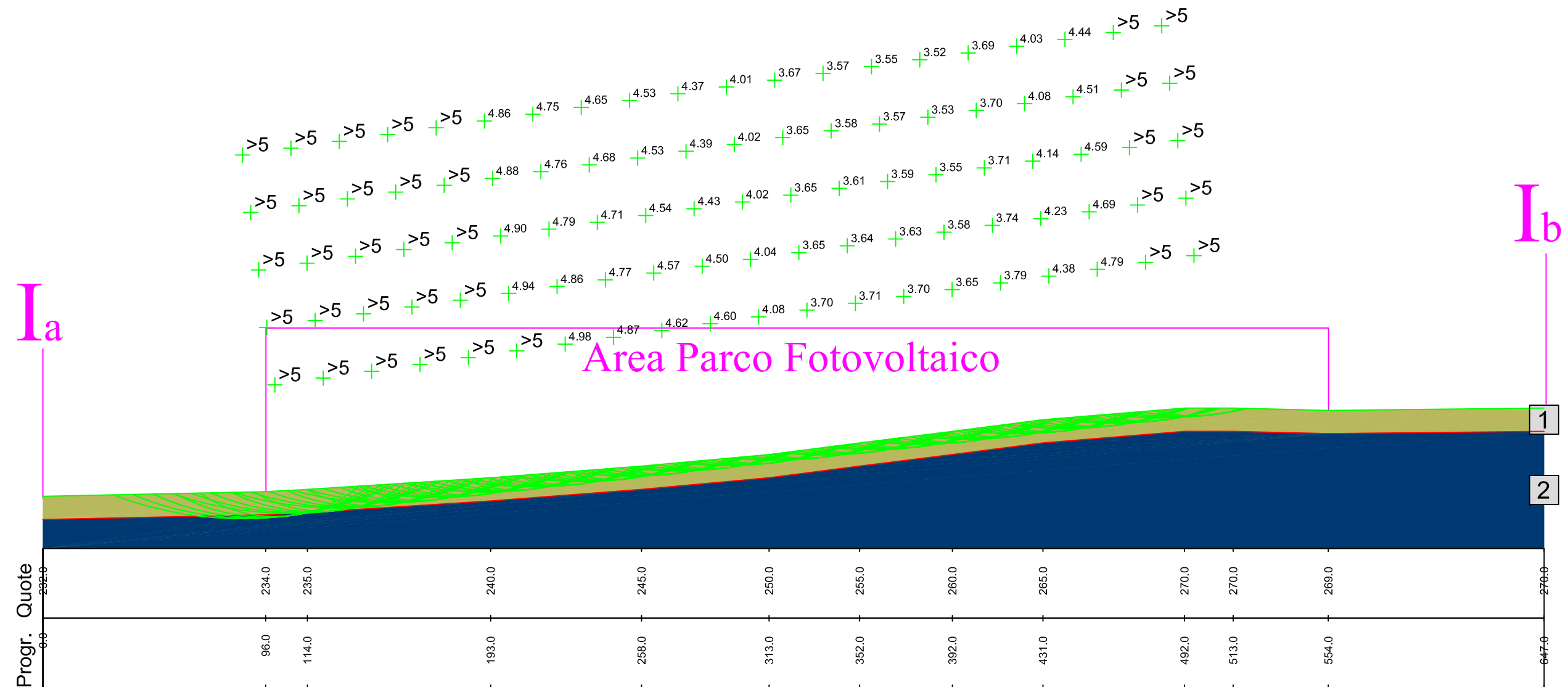
c [kN/m²] = 111.93

gamma [kN/m³] = 19.61

Comp. sismica orizz.=.062

Comp. sismica vert.=.031

Metodo: Sarma



VERIFICA DI STABILITA'

ENGIE NDT S.r.l.
Troia (FG) - Località Perazzone
Campo 5
Sez Ia-Ib
Stato Attuale - Condizioni Drenate
Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	30.17
Coesione [kN/m ²]	5.00
Peso di volume [kN/m ³]	20.00

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	232
2	96	234
3	114	235
4	193	240
5	258	245
6	313	250
7	352	255
8	392	260
9	431	265
10	492	270
11	513	270
12	554	269
13	647	270

SUPERFICIE FALDA Falda assente

DISCONTINUITA' n. 1 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	17.63
Coesione [kN/m ²]	22.23
Peso di volume [kN/m ³]	19.61

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	222
2	96	224
3	114	225

4	193	230
5	258	235
6	313	240
7	352	245
8	392	250
9	431	255
10	492	260
11	513	260
12	554	259
13	647	260

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.062
Componente sismica verticale	0.031

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI TANGENTI AD UNA RETTA

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	100
Larghezza maglia [m]	400
N. centri base	20
N. centri lato	5
Inclinazione maglia [°]	8
Ascissa primo punto [m]	0
Ordinata primo punto [m]	212
Ascissa secondo punto [m]	530
Ordinata secondo punto [m]	270

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	100.00	280.00	>5
2	121.05	280.00	>5
3	142.11	280.00	>5
4	163.16	280.00	>5
5	184.21	280.00	>5
6	205.26	280.00	>5
7	226.32	280.00	>5
8	247.37	280.00	4.87
9	268.42	280.00	4.62
10	289.47	280.00	4.60
11	310.53	280.00	4.08
12	331.58	280.00	3.70
13	352.63	280.00	3.71
14	373.68	280.00	3.70
15	394.74	280.00	3.65
16	415.79	280.00	3.79
17	436.84	280.00	4.38
18	457.89	280.00	4.79
19	478.95	280.00	>5
20	500.00	280.00	>5
21	100.00	305.00	>5
22	121.05	305.00	>5
23	142.11	305.00	>5
24	163.16	305.00	>5
25	184.21	305.00	>5
26	205.26	305.00	4.94
27	226.32	305.00	4.86
28	247.37	305.00	4.77
29	268.42	305.00	4.57
30	289.47	305.00	4.50
31	310.53	305.00	4.04
32	331.58	305.00	3.65
33	352.63	305.00	3.64
34	373.68	305.00	3.63
35	394.74	305.00	3.58
36	415.79	305.00	3.74
37	436.84	305.00	4.23
38	457.89	305.00	4.69
39	478.95	305.00	>5
40	500.00	305.00	>5
41	100.00	330.00	>5
42	121.05	330.00	>5
43	142.11	330.00	>5
44	163.16	330.00	>5
45	184.21	330.00	>5
46	205.26	330.00	4.90
47	226.32	330.00	4.79
48	247.37	330.00	4.71
49	268.42	330.00	4.54
50	289.47	330.00	4.43
51	310.53	330.00	4.02
52	331.58	330.00	3.65
53	352.63	330.00	3.61

54	373.68	330.00	3.59
55	394.74	330.00	3.55
56	415.79	330.00	3.71
57	436.84	330.00	4.14
58	457.89	330.00	4.59
59	478.95	330.00	>5
60	500.00	330.00	>5
61	100.00	355.00	>5
62	121.05	355.00	>5
63	142.11	355.00	>5
64	163.16	355.00	>5
65	184.21	355.00	>5
66	205.26	355.00	4.88
67	226.32	355.00	4.76
68	247.37	355.00	4.68
69	268.42	355.00	4.53
70	289.47	355.00	4.39
71	310.53	355.00	4.02
72	331.58	355.00	3.65
73	352.63	355.00	3.58
74	373.68	355.00	3.57
75	394.74	355.00	3.53
76	415.79	355.00	3.70
77	436.84	355.00	4.08
78	457.89	355.00	4.51
79	478.95	355.00	>5
80	500.00	355.00	>5
81	100.00	380.00	>5
82	121.05	380.00	>5
83	142.11	380.00	>5
84	163.16	380.00	>5
85	184.21	380.00	>5
86	205.26	380.00	4.86
87	226.32	380.00	4.75
88	247.37	380.00	4.65
89	268.42	380.00	4.53
90	289.47	380.00	4.37
91	310.53	380.00	4.01
92	331.58	380.00	3.67
93	352.63	380.00	3.57
94	373.68	380.00	3.55
95	394.74	380.00	3.52
96	415.79	380.00	3.69
97	436.84	380.00	4.03
98	457.89	380.00	4.44
99	478.95	380.00	>5
100	500.00	380.00	>5

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

ENGIE NDT S.r.l.

Troia (FG) - Località Perazzone

Campo 5

Sez Ia-Ib

Stato Attuale - Condizioni NON Drenate

Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

scala 1:2500



Litotipo 1:

ϕ [°] = 30.17

c [kN/m²] = 5

gamma [kN/m³] = 20



Litotipo 2:

ϕ [°] = 0

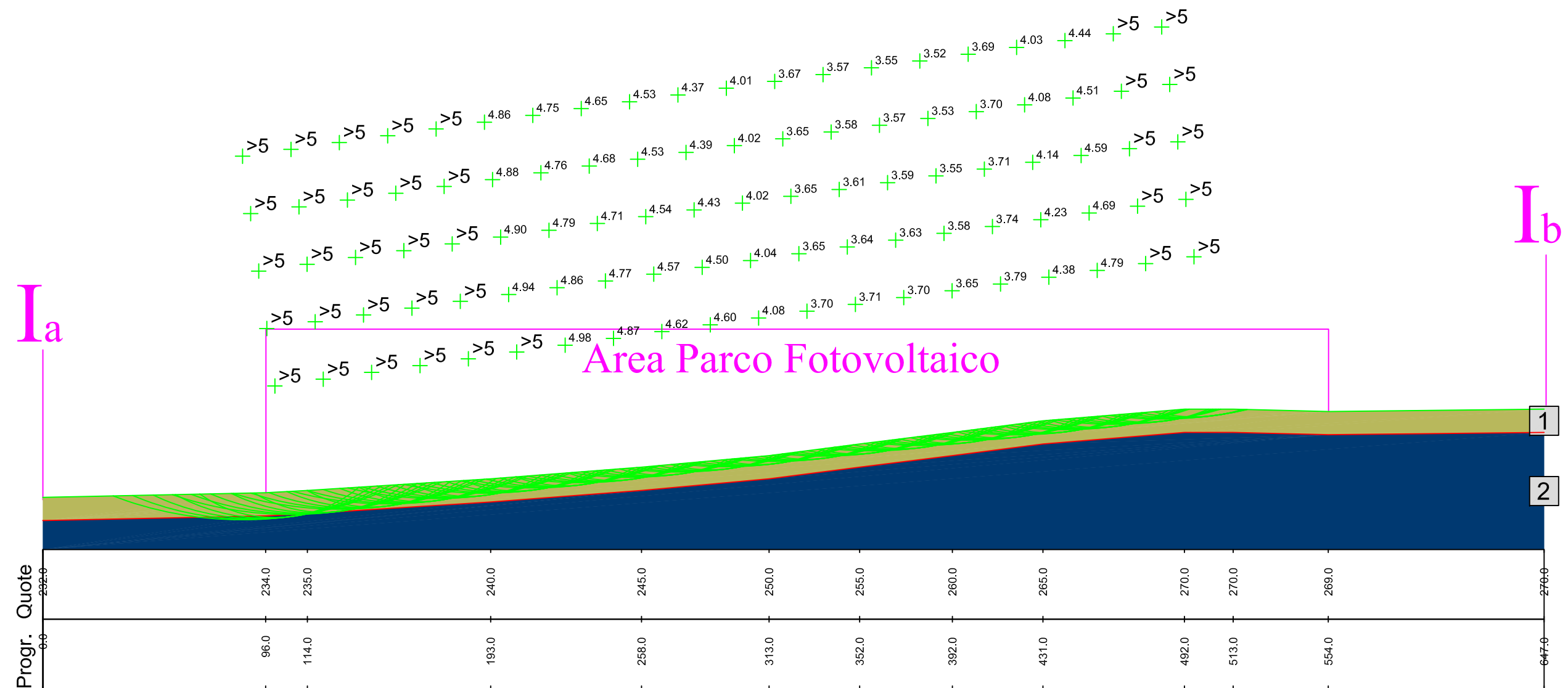
c [kN/m²] = 111.93

gamma [kN/m³] = 19.61

Comp. sismica orizz.=.062

Comp. sismica vert.=.031

Metodo: Sarma



VERIFICA DI STABILITA'

ENGIE NDT S.r.l.
Troia (FG) - Località Perazzone
Campo 5
Sez Ia-Ib
Stato Attuale - Condizioni NON Drenate
Apr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	30.17
Coesione [kN/m ²]	5.00
Peso di volume [kN/m ³]	20.00

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	232
2	96	234
3	114	235
4	193	240
5	258	245
6	313	250
7	352	255
8	392	260
9	431	265
10	492	270
11	513	270
12	554	269
13	647	270

SUPERFICIE FALDA Falda assente

DISCONTINUITA' n. 1 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	0.00
Coesione [kN/m ²]	111.93
Peso di volume [kN/m ³]	19.61

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	222
2	96	224
3	114	225

4	193	230
5	258	235
6	313	240
7	352	245
8	392	250
9	431	255
10	492	260
11	513	260
12	554	259
13	647	260

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.062
Componente sismica verticale	0.031

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI TANGENTI AD UNA RETTA

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	100
Larghezza maglia [m]	400
N. centri base	20
N. centri lato	5
Inclinazione maglia [°]	8
Ascissa primo punto [m]	0
Ordinata primo punto [m]	212
Ascissa secondo punto [m]	530
Ordinata secondo punto [m]	270

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	100.00	280.00	>5
2	121.05	280.00	>5
3	142.11	280.00	>5
4	163.16	280.00	>5
5	184.21	280.00	>5
6	205.26	280.00	>5
7	226.32	280.00	>5
8	247.37	280.00	4.87
9	268.42	280.00	4.62
10	289.47	280.00	4.60
11	310.53	280.00	4.08
12	331.58	280.00	3.70
13	352.63	280.00	3.71
14	373.68	280.00	3.70
15	394.74	280.00	3.65
16	415.79	280.00	3.79
17	436.84	280.00	4.38
18	457.89	280.00	4.79
19	478.95	280.00	>5
20	500.00	280.00	>5
21	100.00	305.00	>5
22	121.05	305.00	>5
23	142.11	305.00	>5
24	163.16	305.00	>5
25	184.21	305.00	>5
26	205.26	305.00	4.94
27	226.32	305.00	4.86
28	247.37	305.00	4.77
29	268.42	305.00	4.57
30	289.47	305.00	4.50
31	310.53	305.00	4.04
32	331.58	305.00	3.65
33	352.63	305.00	3.64
34	373.68	305.00	3.63
35	394.74	305.00	3.58
36	415.79	305.00	3.74
37	436.84	305.00	4.23
38	457.89	305.00	4.69
39	478.95	305.00	>5
40	500.00	305.00	>5
41	100.00	330.00	>5
42	121.05	330.00	>5
43	142.11	330.00	>5
44	163.16	330.00	>5
45	184.21	330.00	>5
46	205.26	330.00	4.90
47	226.32	330.00	4.79
48	247.37	330.00	4.71
49	268.42	330.00	4.54
50	289.47	330.00	4.43
51	310.53	330.00	4.02
52	331.58	330.00	3.65
53	352.63	330.00	3.61

54	373.68	330.00	3.59
55	394.74	330.00	3.55
56	415.79	330.00	3.71
57	436.84	330.00	4.14
58	457.89	330.00	4.59
59	478.95	330.00	>5
60	500.00	330.00	>5
61	100.00	355.00	>5
62	121.05	355.00	>5
63	142.11	355.00	>5
64	163.16	355.00	>5
65	184.21	355.00	>5
66	205.26	355.00	4.88
67	226.32	355.00	4.76
68	247.37	355.00	4.68
69	268.42	355.00	4.53
70	289.47	355.00	4.39
71	310.53	355.00	4.02
72	331.58	355.00	3.65
73	352.63	355.00	3.58
74	373.68	355.00	3.57
75	394.74	355.00	3.53
76	415.79	355.00	3.70
77	436.84	355.00	4.08
78	457.89	355.00	4.51
79	478.95	355.00	>5
80	500.00	355.00	>5
81	100.00	380.00	>5
82	121.05	380.00	>5
83	142.11	380.00	>5
84	163.16	380.00	>5
85	184.21	380.00	>5
86	205.26	380.00	4.86
87	226.32	380.00	4.75
88	247.37	380.00	4.65
89	268.42	380.00	4.53
90	289.47	380.00	4.37
91	310.53	380.00	4.01
92	331.58	380.00	3.67
93	352.63	380.00	3.57
94	373.68	380.00	3.55
95	394.74	380.00	3.52
96	415.79	380.00	3.69
97	436.84	380.00	4.03
98	457.89	380.00	4.44
99	478.95	380.00	>5
100	500.00	380.00	>5

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

ENGIE NDT S.r.l.

Troia (FG) - Località Perazzone

Campo 5

Sez Ia-Ib

Stato Futuro - Condizioni Drenate

Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

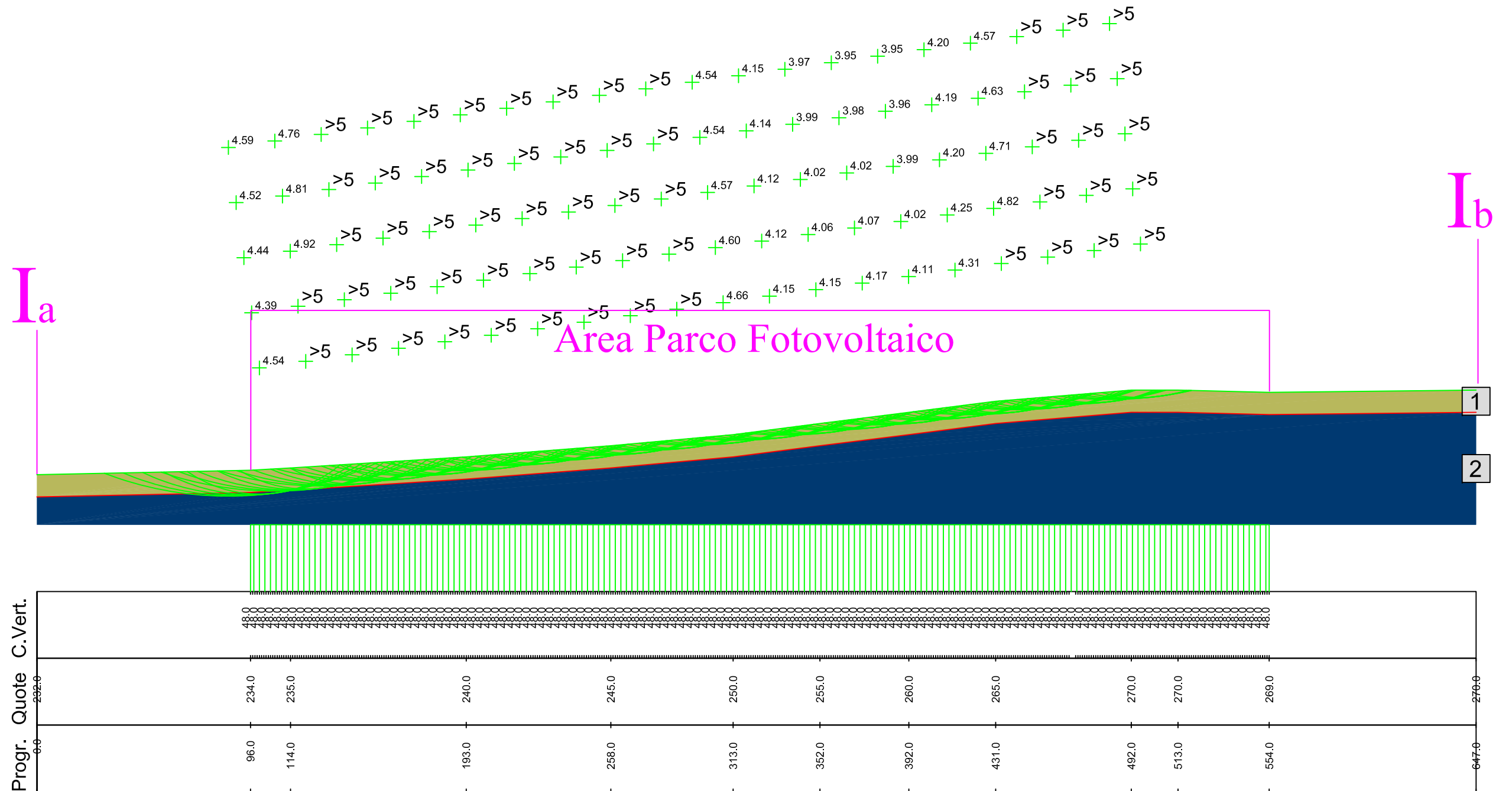
scala 1:2500

	Litotipo 1:	phi [°] = 30.17	c [kN/m ²] = 5	gamma [kN/m ³] = 20
	Litotipo 2:	phi [°] = 17.63	c [kN/m ²] = 22.23	gamma [kN/m ³] = 19.61

Comp. sismica orizz.=.062

Comp. sismica vert.=.031

Metodo: Sarma



VERIFICA DI STABILITA'

ENGIE NDT S.r.l.
Troia (FG) - Località Perazzone
Campo 5
Sez Ia-Ib
Stato Futuro - Condizioni Drenate
Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	30.17
Coesione [kN/m ²]	5.00
Peso di volume [kN/m ³]	20.00

DISCONTINUITA' n. 1 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	17.63
Coesione [kN/m ²]	22.23
Peso di volume [kN/m ³]	19.61

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	232
2	96	234
3	114	235
4	193	240
5	258	245
6	313	250
7	352	255
8	392	260
9	431	265
10	492	270
11	513	270
12	554	269
13	647	270

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	222
2	96	224
3	114	225
4	193	230
5	258	235
6	313	240
7	352	245
8	392	250
9	431	255
10	492	260
11	513	260
12	554	259
13	647	260

SUPERFICIE FALDA Falda assente

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.062
Componente sismica verticale	0.031

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]				
		109	48	123	48
96	48	110	48	124	48
97	48	111	48	125	48
98	48	112	48	126	48
99	48	113	48	127	48
100	48	114	48	128	48
101	48	115	48	129	48
102	48	116	48	130	48
103	48	117	48	131	48
104	48	118	48	132	48
105	48	119	48	133	48
106	48	120	48	134	48
107	48	121	48	135	48
108	48	122	48	136	48

137	48	192	48	247	48
138	48	193	48	248	48
139	48	194	48	249	48
140	48	195	48	250	48
141	48	196	48	251	48
142	48	197	48	252	48
143	48	198	48	253	48
144	48	199	48	254	48
145	48	200	48	255	48
146	48	201	48	256	48
147	48	202	48	257	48
148	48	203	48	258	48
149	48	204	48	259	48
150	48	205	48	260	48
151	48	206	48	261	48
152	48	207	48	262	48
153	48	208	48	263	48
154	48	209	48	264	48
155	48	210	48	265	48
156	48	211	48	266	48
157	48	212	48	267	48
158	48	213	48	268	48
159	48	214	48	269	48
160	48	215	48	270	48
161	48	216	48	271	48
162	48	217	48	272	48
163	48	218	48	273	48
164	48	219	48	274	48
165	48	220	48	275	48
166	48	221	48	276	48
167	48	222	48	277	48
168	48	223	48	278	48
169	48	224	48	279	48
170	48	225	48	280	48
171	48	226	48	281	48
172	48	227	48	282	48
173	48	228	48	283	48
174	48	229	48	284	48
175	48	230	48	285	48
176	48	231	48	286	48
177	48	232	48	287	48
178	48	233	48	288	48
179	48	234	48	289	48
180	48	235	48	290	48
181	48	236	48	291	48
182	48	237	48	292	48
183	48	238	48	293	48
184	48	239	48	294	48
185	48	240	48	295	48
186	48	241	48	296	48
187	48	242	48	297	48
188	48	243	48	298	48
189	48	244	48	299	48
190	48	245	48	300	48
191	48	246	48	301	48

302	48	357	48	412	48
303	48	358	48	413	48
304	48	359	48	414	48
305	48	360	48	415	48
306	48	361	48	416	48
307	48	362	48	417	48
308	48	363	48	418	48
309	48	364	48	419	48
310	48	365	48	420	48
311	48	366	48	421	48
312	48	367	48	422	48
313	48	368	48	423	48
314	48	369	48	424	48
315	48	370	48	425	48
316	48	371	48	426	48
317	48	372	48	427	48
318	48	373	48	428	48
319	48	374	48	429	48
320	48	375	48	430	48
321	48	376	48	431	48
322	48	377	48	432	48
323	48	378	48	433	48
324	48	379	48	434	48
325	48	380	48	435	48
326	48	381	48	436	48
327	48	382	48	437	48
328	48	383	48	438	48
329	48	384	48	439	48
330	48	385	48	440	48
331	48	386	48	441	48
332	48	387	48	442	48
333	48	388	48	443	48
334	48	389	48	444	48
335	48	390	48	445	48
336	48	391	48	446	48
337	48	392	48	447	48
338	48	393	48	448	48
339	48	394	48	449	48
340	48	395	48	450	48
341	48	396	48	451	48
342	48	397	48	452	48
343	48	398	48	453	48
344	48	399	48	454	48
345	48	400	48	455	48
346	48	401	48	456	48
347	48	402	48	457	48
348	48	403	48	458	48
349	48	404	48	459	48
350	48	405	48	460	48
351	48	406	48	461	48
352	48	407	48	462	48
353	48	408	48	463	48
354	48	409	48	464	48
355	48	410	48	467	48
356	48	411	48	468	48

469	48	500	48	531	48
470	48	501	48	532	48
471	48	502	48	533	48
472	48	503	48	534	48
473	48	504	48	535	48
474	48	505	48	536	48
475	48	506	48	537	48
476	48	507	48	538	48
477	48	508	48	539	48
478	48	509	48	540	48
479	48	510	48	541	48
480	48	511	48	542	48
481	48	512	48	543	48
482	48	513	48	544	48
483	48	514	48	545	48
484	48	515	48	546	48
485	48	516	48	547	48
486	48	517	48	548	48
487	48	518	48	549	48
488	48	519	48	550	48
489	48	520	48	551	48
490	48	521	48	552	48
491	48	522	48	553	48
492	48	523	48	554	48
493	48	524	48		
494	48	525	48		
495	48	526	48		
496	48	527	48		
497	48	528	48		
498	48	529	48		
499	48	530	48		

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO
TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI TANGENTI AD UNA RETTA

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	100
Larghezza maglia [m]	400
N. centri base	20
N. centri lato	5
Inclinazione maglia [°]	8
Ascissa primo punto [m]	0
Ordinata primo punto [m]	212
Ascissa secondo punto [m]	530
Ordinata secondo punto [m]	270

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	100.00	280.00	4.54
2	121.05	280.00	>5
3	142.11	280.00	>5
4	163.16	280.00	>5
5	184.21	280.00	>5
6	205.26	280.00	>5
7	226.32	280.00	>5
8	247.37	280.00	>5
9	268.42	280.00	>5
10	289.47	280.00	>5
11	310.53	280.00	4.66
12	331.58	280.00	4.15
13	352.63	280.00	4.15
14	373.68	280.00	4.17
15	394.74	280.00	4.11
16	415.79	280.00	4.31
17	436.84	280.00	>5
18	457.89	280.00	>5
19	478.95	280.00	>5
20	500.00	280.00	>5
21	100.00	305.00	4.39
22	121.05	305.00	>5
23	142.11	305.00	>5
24	163.16	305.00	>5
25	184.21	305.00	>5
26	205.26	305.00	>5
27	226.32	305.00	>5
28	247.37	305.00	>5
29	268.42	305.00	>5
30	289.47	305.00	>5
31	310.53	305.00	4.60
32	331.58	305.00	4.12
33	352.63	305.00	4.06
34	373.68	305.00	4.07
35	394.74	305.00	4.02
36	415.79	305.00	4.25
37	436.84	305.00	4.82
38	457.89	305.00	>5
39	478.95	305.00	>5
40	500.00	305.00	>5
41	100.00	330.00	4.44
42	121.05	330.00	4.92
43	142.11	330.00	>5
44	163.16	330.00	>5
45	184.21	330.00	>5
46	205.26	330.00	>5
47	226.32	330.00	>5
48	247.37	330.00	>5
49	268.42	330.00	>5
50	289.47	330.00	>5
51	310.53	330.00	4.57
52	331.58	330.00	4.12
53	352.63	330.00	4.02

54	373.68	330.00	4.02
55	394.74	330.00	3.99
56	415.79	330.00	4.20
57	436.84	330.00	4.71
58	457.89	330.00	>5
59	478.95	330.00	>5
60	500.00	330.00	>5
61	100.00	355.00	4.52
62	121.05	355.00	4.81
63	142.11	355.00	>5
64	163.16	355.00	>5
65	184.21	355.00	>5
66	205.26	355.00	>5
67	226.32	355.00	>5
68	247.37	355.00	>5
69	268.42	355.00	>5
70	289.47	355.00	>5
71	310.53	355.00	4.54
72	331.58	355.00	4.14
73	352.63	355.00	3.99
74	373.68	355.00	3.98
75	394.74	355.00	3.96
76	415.79	355.00	4.19
77	436.84	355.00	4.63
78	457.89	355.00	>5
79	478.95	355.00	>5
80	500.00	355.00	>5
81	100.00	380.00	4.59
82	121.05	380.00	4.76
83	142.11	380.00	>5
84	163.16	380.00	>5
85	184.21	380.00	>5
86	205.26	380.00	>5
87	226.32	380.00	>5
88	247.37	380.00	>5
89	268.42	380.00	>5
90	289.47	380.00	>5
91	310.53	380.00	4.54
92	331.58	380.00	4.15
93	352.63	380.00	3.97
94	373.68	380.00	3.95
95	394.74	380.00	3.95
96	415.79	380.00	4.20
97	436.84	380.00	4.57
98	457.89	380.00	>5
99	478.95	380.00	>5
100	500.00	380.00	>5

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza

ENGIE NDT S.r.l.

Troia (FG) - Località Perazzone



Campo 5

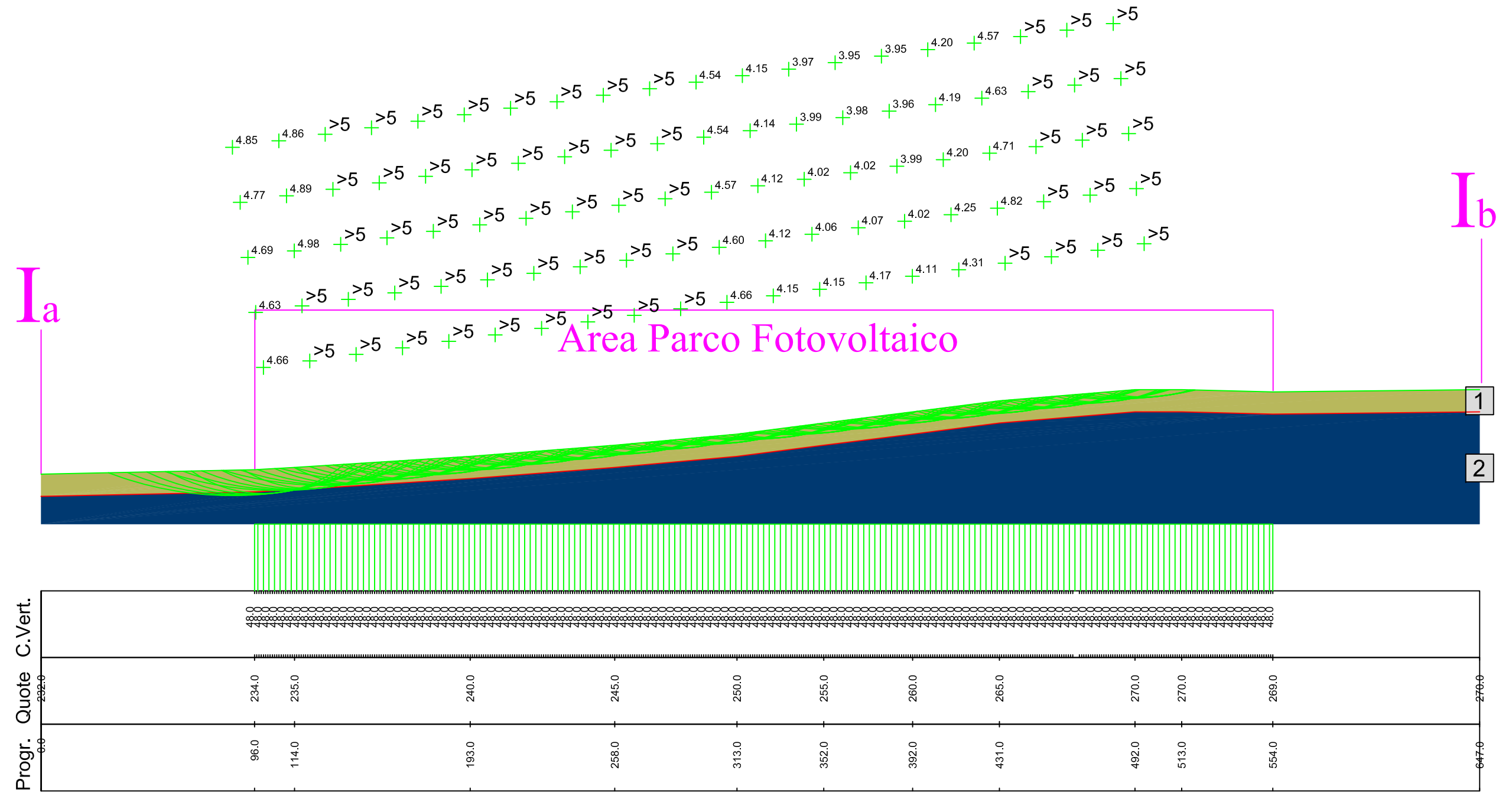
Sez Ia-Ib

Stato Futuro - Condizioni NON Drenate

Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

scala 1:2500

	Litotipo 1:	phi [°] = 30.17	c [kN/m ²] = 5	gamma [kN/m ³] = 20
	Litotipo 2:	phi [°] = 0	c [kN/m ²] = 111.93	gamma [kN/m ³] = 19.61
Comp. sismica orizz.=.062		Comp. sismica vert.=.031		
Metodo: Sarma				



VERIFICA DI STABILITA'

ENGIE NDT S.r.l.
Troia (FG) - Località Perazzone
Campo 5
Sez Ia-Ib
Stato Futuro - Condizioni NON Drenate
Appr. 1 Comb 2 (A2+M2+R2) - SLV

Metodo: Sarma

PIANO DI CAMPAGNA PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	30.17
Coesione [kN/m ²]	5.00
Peso di volume [kN/m ³]	20.00

DISCONTINUITA' n. 1 PARAMETRI GEOTECNICI

Angolo di attrito [°]	0.00
Coesione [kN/m ²]	111.93
Peso di volume [kN/m ³]	19.61

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	232
2	96	234
3	114	235
4	193	240
5	258	245
6	313	250
7	352	255
8	392	260
9	431	265
10	492	270
11	513	270
12	554	269
13	647	270

PUNTI

N. punto	Progressiva [m]	Quota [m]
1	0	222
2	96	224
3	114	225
4	193	230
5	258	235
6	313	240
7	352	245
8	392	250
9	431	255
10	492	260
11	513	260
12	554	259
13	647	260

SUPERFICIE FALDA
Falda assente

COMPONENTI SISMICHE

Componente sismica orizzontale	0.062
Componente sismica verticale	0.031

SOVRACCARICHI VERTICALI APPLICATI

Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]	Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]	Progressiva [m]	Carico [kN/m ²]
		108	48	121	48
96	48	109	48	122	48
97	48	110	48	123	48
98	48	111	48	124	48
99	48	112	48	125	48
100	48	113	48	126	48
101	48	114	48	127	48
102	48	115	48	128	48
103	48	116	48	129	48
104	48	117	48	130	48
105	48	118	48	131	48
106	48	119	48	132	48
107	48	120	48	133	48

134	48	189	48	244	48
135	48	190	48	245	48
136	48	191	48	246	48
137	48	192	48	247	48
138	48	193	48	248	48
139	48	194	48	249	48
140	48	195	48	250	48
141	48	196	48	251	48
142	48	197	48	252	48
143	48	198	48	253	48
144	48	199	48	254	48
145	48	200	48	255	48
146	48	201	48	256	48
147	48	202	48	257	48
148	48	203	48	258	48
149	48	204	48	259	48
150	48	205	48	260	48
151	48	206	48	261	48
152	48	207	48	262	48
153	48	208	48	263	48
154	48	209	48	264	48
155	48	210	48	265	48
156	48	211	48	266	48
157	48	212	48	267	48
158	48	213	48	268	48
159	48	214	48	269	48
160	48	215	48	270	48
161	48	216	48	271	48
162	48	217	48	272	48
163	48	218	48	273	48
164	48	219	48	274	48
165	48	220	48	275	48
166	48	221	48	276	48
167	48	222	48	277	48
168	48	223	48	278	48
169	48	224	48	279	48
170	48	225	48	280	48
171	48	226	48	281	48
172	48	227	48	282	48
173	48	228	48	283	48
174	48	229	48	284	48
175	48	230	48	285	48
176	48	231	48	286	48
177	48	232	48	287	48
178	48	233	48	288	48
179	48	234	48	289	48
180	48	235	48	290	48
181	48	236	48	291	48
182	48	237	48	292	48
183	48	238	48	293	48
184	48	239	48	294	48
185	48	240	48	295	48
186	48	241	48	296	48
187	48	242	48	297	48
188	48	243	48	298	48

299	48	354	48	409	48
300	48	355	48	410	48
301	48	356	48	411	48
302	48	357	48	412	48
303	48	358	48	413	48
304	48	359	48	414	48
305	48	360	48	415	48
306	48	361	48	416	48
307	48	362	48	417	48
308	48	363	48	418	48
309	48	364	48	419	48
310	48	365	48	420	48
311	48	366	48	421	48
312	48	367	48	422	48
313	48	368	48	423	48
314	48	369	48	424	48
315	48	370	48	425	48
316	48	371	48	426	48
317	48	372	48	427	48
318	48	373	48	428	48
319	48	374	48	429	48
320	48	375	48	430	48
321	48	376	48	431	48
322	48	377	48	432	48
323	48	378	48	433	48
324	48	379	48	434	48
325	48	380	48	435	48
326	48	381	48	436	48
327	48	382	48	437	48
328	48	383	48	438	48
329	48	384	48	439	48
330	48	385	48	440	48
331	48	386	48	441	48
332	48	387	48	442	48
333	48	388	48	443	48
334	48	389	48	444	48
335	48	390	48	445	48
336	48	391	48	446	48
337	48	392	48	447	48
338	48	393	48	448	48
339	48	394	48	449	48
340	48	395	48	450	48
341	48	396	48	451	48
342	48	397	48	452	48
343	48	398	48	453	48
344	48	399	48	454	48
345	48	400	48	455	48
346	48	401	48	456	48
347	48	402	48	457	48
348	48	403	48	458	48
349	48	404	48	459	48
350	48	405	48	460	48
351	48	406	48	461	48
352	48	407	48	462	48
353	48	408	48	463	48

464	48	498	48	530	48
467	48	499	48	531	48
468	48	500	48	532	48
469	48	501	48	533	48
470	48	502	48	534	48
471	48	503	48	535	48
472	48	504	48	536	48
473	48	505	48	537	48
474	48	506	48	538	48
475	48	507	48	539	48
476	48	508	48	540	48
477	48	509	48	541	48
478	48	510	48	542	48
479	48	511	48	543	48
480	48	512	48	544	48
481	48	513	48	545	48
482	48	514	48	546	48
483	48	515	48	547	48
484	48	516	48	548	48
485	48	517	48	549	48
486	48	518	48	550	48
487	48	519	48	551	48
488	48	520	48	552	48
489	48	521	48	553	48
490	48	522	48	554	48
491	48	523	48		
492	48	524	48		
493	48	525	48		
494	48	526	48		
495	48	527	48		
496	48	528	48		
497	48	529	48		

SUPERFICI DI SCIVOLAMENTO
TIPOLOGIA SUPERFICI: CIRCOLARI TANGENTI AD UNA RETTA

DESCRIZIONE MAGLIA DEI CENTRI

Altezza maglia [m]	100
Larghezza maglia [m]	400
N. centri base	20
N. centri lato	5
Inclinazione maglia [°]	8
Ascissa primo punto [m]	0
Ordinata primo punto [m]	212
Ascissa secondo punto [m]	530
Ordinata secondo punto [m]	270

RISULTATI DEL CALCOLO

N.	Asc.	Ord.	FS
1	100.00	280.00	4.66
2	121.05	280.00	>5
3	142.11	280.00	>5
4	163.16	280.00	>5
5	184.21	280.00	>5
6	205.26	280.00	>5
7	226.32	280.00	>5
8	247.37	280.00	>5
9	268.42	280.00	>5
10	289.47	280.00	>5
11	310.53	280.00	4.66
12	331.58	280.00	4.15
13	352.63	280.00	4.15
14	373.68	280.00	4.17
15	394.74	280.00	4.11
16	415.79	280.00	4.31
17	436.84	280.00	>5
18	457.89	280.00	>5
19	478.95	280.00	>5
20	500.00	280.00	>5
21	100.00	305.00	4.63
22	121.05	305.00	>5
23	142.11	305.00	>5
24	163.16	305.00	>5
25	184.21	305.00	>5
26	205.26	305.00	>5
27	226.32	305.00	>5
28	247.37	305.00	>5
29	268.42	305.00	>5
30	289.47	305.00	>5
31	310.53	305.00	4.60
32	331.58	305.00	4.12
33	352.63	305.00	4.06
34	373.68	305.00	4.07
35	394.74	305.00	4.02
36	415.79	305.00	4.25
37	436.84	305.00	4.82
38	457.89	305.00	>5
39	478.95	305.00	>5
40	500.00	305.00	>5
41	100.00	330.00	4.69
42	121.05	330.00	>5
43	142.11	330.00	>5
44	163.16	330.00	>5
45	184.21	330.00	>5
46	205.26	330.00	>5
47	226.32	330.00	>5
48	247.37	330.00	>5
49	268.42	330.00	>5
50	289.47	330.00	>5
51	310.53	330.00	4.57
52	331.58	330.00	4.12
53	352.63	330.00	4.02

54	373.68	330.00	4.02
55	394.74	330.00	3.99
56	415.79	330.00	4.20
57	436.84	330.00	4.71
58	457.89	330.00	>5
59	478.95	330.00	>5
60	500.00	330.00	>5
61	100.00	355.00	4.77
62	121.05	355.00	4.89
63	142.11	355.00	>5
64	163.16	355.00	>5
65	184.21	355.00	>5
66	205.26	355.00	>5
67	226.32	355.00	>5
68	247.37	355.00	>5
69	268.42	355.00	>5
70	289.47	355.00	>5
71	310.53	355.00	4.54
72	331.58	355.00	4.14
73	352.63	355.00	3.99
74	373.68	355.00	3.98
75	394.74	355.00	3.96
76	415.79	355.00	4.19
77	436.84	355.00	4.63
78	457.89	355.00	>5
79	478.95	355.00	>5
80	500.00	355.00	>5
81	100.00	380.00	4.85
82	121.05	380.00	4.86
83	142.11	380.00	>5
84	163.16	380.00	>5
85	184.21	380.00	>5
86	205.26	380.00	>5
87	226.32	380.00	>5
88	247.37	380.00	>5
89	268.42	380.00	>5
90	289.47	380.00	>5
91	310.53	380.00	4.54
92	331.58	380.00	4.15
93	352.63	380.00	3.97
94	373.68	380.00	3.95
95	394.74	380.00	3.95
96	415.79	380.00	4.20
97	436.84	380.00	4.57
98	457.89	380.00	>5
99	478.95	380.00	>5
100	500.00	380.00	>5

LEGENDA

CODICE	DESCRIZIONE
N.	Numero superficie
Asc.	Ascissa del centro [m]
Ord.	Ordinata del centro [m]
FS	Fattore di sicurezza