COMUNE DI FINALE LIGURE

Provincia di Savona



Riformulazione del progetto di P.U.O. del sub distretto di trasformazione DT1A - aree ex cava Ghigliazza a seguito del parere del Comitato VIA n.° 269/11

committente

CAVA ARENE CANDIDE SRL

Sede legale: Via Ferruccio Ferrari 4 - 42100 Reggio Emilia *Sede operativa:* Via Clementi 16 - 42100 Reggio Emilia
Tel. 0522.306086 Fax. 0522.935164 E.mail: melioli@intertechsrl.com
Presidente e legale rappresentante Giovanni MELIOLI

ARCHeT
SERVIZI PER ARCHITETTURA e TERRITORIO
SOCIETA' CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITA' UNI EN ISO 9001:2000 CERTIFICATO RINA n.° 10006/03/S

responsabile progettazione

arch. PierGiorgio CASTELLARI

Piazza del Popolo 3/8, 17100 Savona
tel 019 804597 - fax 019 8486939
e-mail archet@archet.it

arch. Valter CATTANEO
via Garibaldi 17, 17027 Pietra Ligure (SV)
tel 019 625320 - fax 019 629837
e-mail info@studiocattaneo.it

progetto
arch. Gabriella SARACCO

arch. Francesco CALDINI
arch. J.C. Mario WILCKE

Consulenza geologica
prof. geol. Pietro MAIFREDI
dott. geol. Giorgio CONTI

dott. geol. Francesco COSTI
dott. geol. Alessandro MAIFREDI
dott. geol. Fabrizio NICOSIA

oggetto

RELAZIONE SU INTEGRAZIONI GEOLOGICHE

a seguito di richiesta chiarimenti del Settore Via del 01/07/2013

elaborato **D.0**

data settembre 2013

scala

cod.	003003	percorso file	
rev1	agosto 2013	motivo	Riformulazione PUO a seguito parere Comitato VIA
rev2	settembre 2013	motivo	Integr. a seguito richiesta settore VIA del 01/07/2013
rev3		motivo	
rev4		motivo	
rev5		motivo	

redatto	corretto	approvato
Maifredi P.		

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Prof. PIETRO MAIFREDI
A.P. D. 47

INTEGRAZIONE CON APPROFONDIMENTI GEOLOGICI A SEGUITO DELLE OSSERVAZIONI DEL SETTORE VIA DELLA REGIONE LIGURIA CON NOTA PG/2013/0106649 DEL 01/07/2013

D.0.0- PREMESSA

Si forniscono le seguenti precisazioni per quanto riguarda la competenza geologica:

1) analisi della dimensione del masso di progetto nella zona centrale e di funzionalità del vallo;
2) verifica dell'efficienza dei valli in caso di caduta massi, su tutte le sezioni ed in particolare che tutte le urbanizzazioni siano esterne alla zona di ricaduta;
3) **c**onsiderazioni sulla bonifica delle pareti del diaframma roccioso.
4) verifica dell'interferenza del progetto con le gallerie esistenti all'interno della cava;
5) chiarimenti geologici ed idrogeologici sulla sistemazione della scarpata di rinaturalizzazione all'interno del Glory Hole.
6) chiarimenti sulle differenze tra cartografia geologica di PUO e cartografia del piano di coltivazione autorizzato;
7) verifica della corrispondenza tra modello geologico e geotecnico;
8) analisi dei rapporti con la galleria ferroviaria attiva e cautele da adottare;

D.0.1 - analisi della dimensione del masso di progetto e problematiche della zona centrale.

Quesito:

... facendo sempre riferimento alle verifiche condotte nella sez.2-2 ... *"...in questo settore (l'area centrale, ndr)... sono stati segnalati a più riprese dai geologi e osservate direttamente nelle operazioni preliminari in sito dai geotecnici, rìschi di distacchi non tanto di frammenti o blocchi di media pezzatura, quanto piuttosto di cunei di roccia di dimensioni consìstenti"* quindi lo scivolamento planare non parrebbe essere l'unica condizione possibile. Tale considerazione assume un particolare significato ai fini della valenza delle verifiche di rotolamento massi svolte per il dimensionamento dei valli e, di conseguenza, anche per definire la collocazione dell'edificato al piede del fronte; infatti nelle analisi è stata considerata la caduta di un masso standard di 1 mc ma, alla luce dì quanto indicato nel testo, tale volumetria di riferimento non appare sufficiente.
Al riguardo si richiama che il "sistema" vallo è costituito da un fossato (mediamente largo 20 metri con le modifiche progettuali intervenute), profondo circa 1 metro o poco più, a cui si accompagna un piccolo rilevato, anch'esso elevato circa 1 metro: quindi la capacità di trattenuta dello stesso si esplica soltanto sul contenimento di massi che hanno perso la loro energia cinetica. Occorre quindi che la dimensione del masso "di progetto" da utilizzarsi nelle verifiche di caduta massi sia definito attraverso uno specifico studio di carattere geomeccanico ed anche che siano preventivamente definiti, e quindi verificati, i possibili cinematismi d'instabilità applicando gli usuali metodi predittivi delta geomeccanica;

Risposta:

Precisiamo al riguardo che le nostre valutazioni sul distacco di "cunei di roccia di dimensioni consistenti" sono basate su rilievi in situ di situazioni di disequilibrio per le quali abbiamo chiesto di essere autorizzati ad una riprofilatura del fronte.

Tali situazioni sono limitate ad una porzione centrale del fronte, al di sopra di quota 132, dove esiste un gradone molto ampio (circa 25 metri), sul quale comunque troverebbero appoggio queste porzioni di roccia che scoscendono lungo le classiche superfici debolmente concave di scivolamento in materiali disaggregati dall'azione degli esplosivi e dalla distensione delle zone superficiali conseguente all'alleggerimento del versante.

I blocchi di maggiori dimensioni, trattandosi di un ammasso roccioso fratturato, si suddividono comunque in blocchi minori, che tendono a fermarsi sul gradone più ampio sottostante.

Va sottolineato che le porzioni di roccia in questione interessano due gradoni di 10 metri (nominali) tra quota 132 e 152 e due da 20 metri (sempre nominali) tra quota 152 e 192, per un'estensione in pianta, perpendicolarmente al versante, di circa 50 metri, d un dislivello di circa 60 metri.

Le analisi da noi eseguite hanno dato i valori della tabella D.0.1.1, che portano agli stereogrammi della tabella D.0.1.2.



Fig. D.0.1.1: la zona in esame nel 1999. Si nota la presenza dei gradoni che interecttano i detriti che si accumulano con angoli molto ripidi.

Nei nostri computi, ancorché il volume *complessivo* di roccia del quale si teme il movimento sia relativamente significativo, si era ritenuto, con i metodi predittivi utilizzati, che, a fondo corsa, non sia probabile che giungano massi superiori al metro di diametro.
Prudenzialmente le simulazioni sono state ripetute con massi di 5 metri di diametro, con risultati sempre confortanti (v. capitolo D.0.2).
Si sottolinea che, a lavori di riprofilatura avvenuti, non sono da prevedersi distacchi significativi.



Figg. D.0.1.2 e 3: le fratture di distensione nella zona dove si prevede l'intervento. Si osservi la spaziatura relativamente ridotta della fratturazione che produce all'abbattimento materiale di pezzatura ridotta come nella figura successiva.





Fig. D.0.1.4: l'ampio gradone di quota 132, verrà leggermente arretrato nella sistemazione finale proposta.

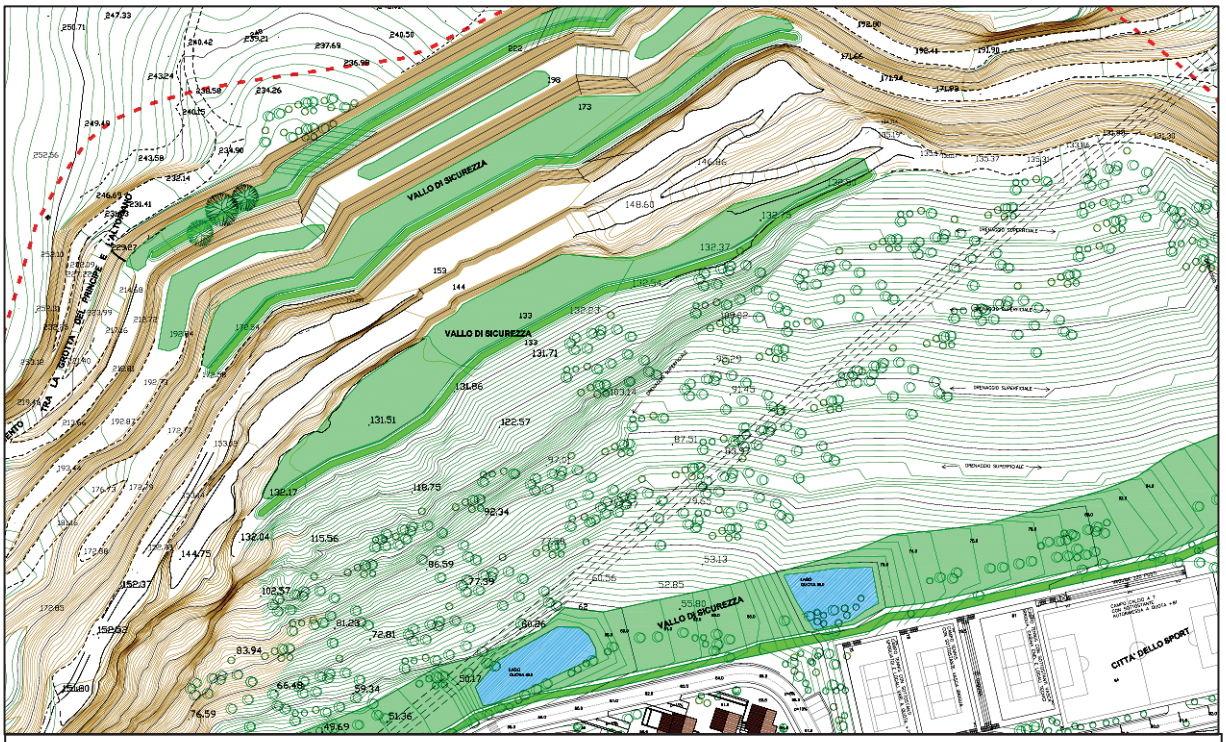


Fig. D.0.1.5: la zona nel piano di sistemazione finale. Si notano i ripetuti valli in quota e il più ampio al piede del versante, del quale si specificano meglio le caratteristiche.

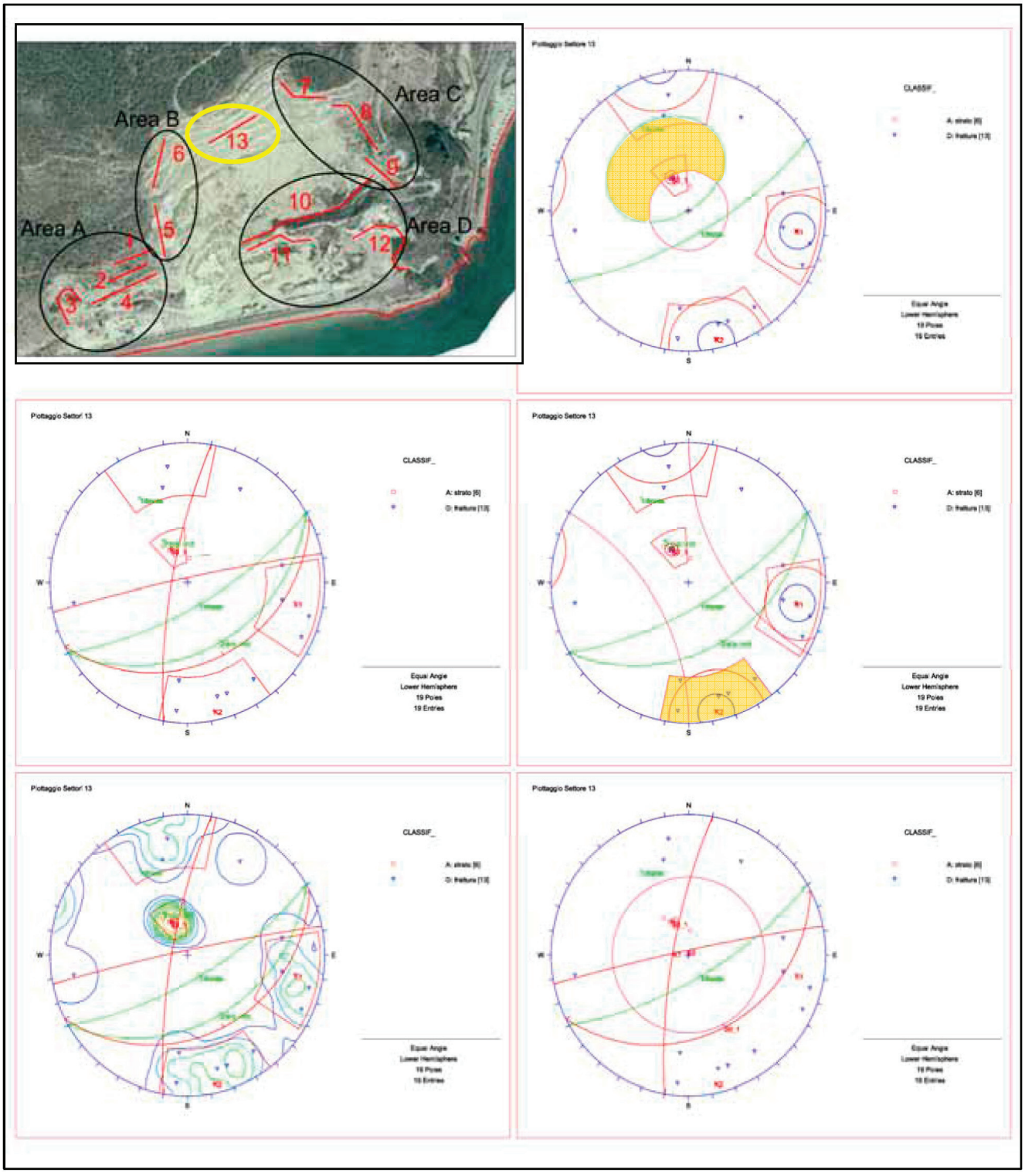


Tabella D.0.1.1: stereogrammi della parte centrale dell'area. I dati evidenziano che i piani di strato (in lato a destra sono a rischio di scivolamento planare ma sono ancora stabili, mentre il piano K2, parallelo al fronte è a rischio di ribaltamento corticale con generazione della frattura in figura. L'arretramento del fronte, eseguito con tecniche di rifinitura (smoothing) molto meno dirompenti delle cariche di produzione, consentirà di spostarsi su roccia meno fratturata e di alleggerire i carichi.

| SCHEDA DI RILEVAMENTO STRUTTURALE | | |

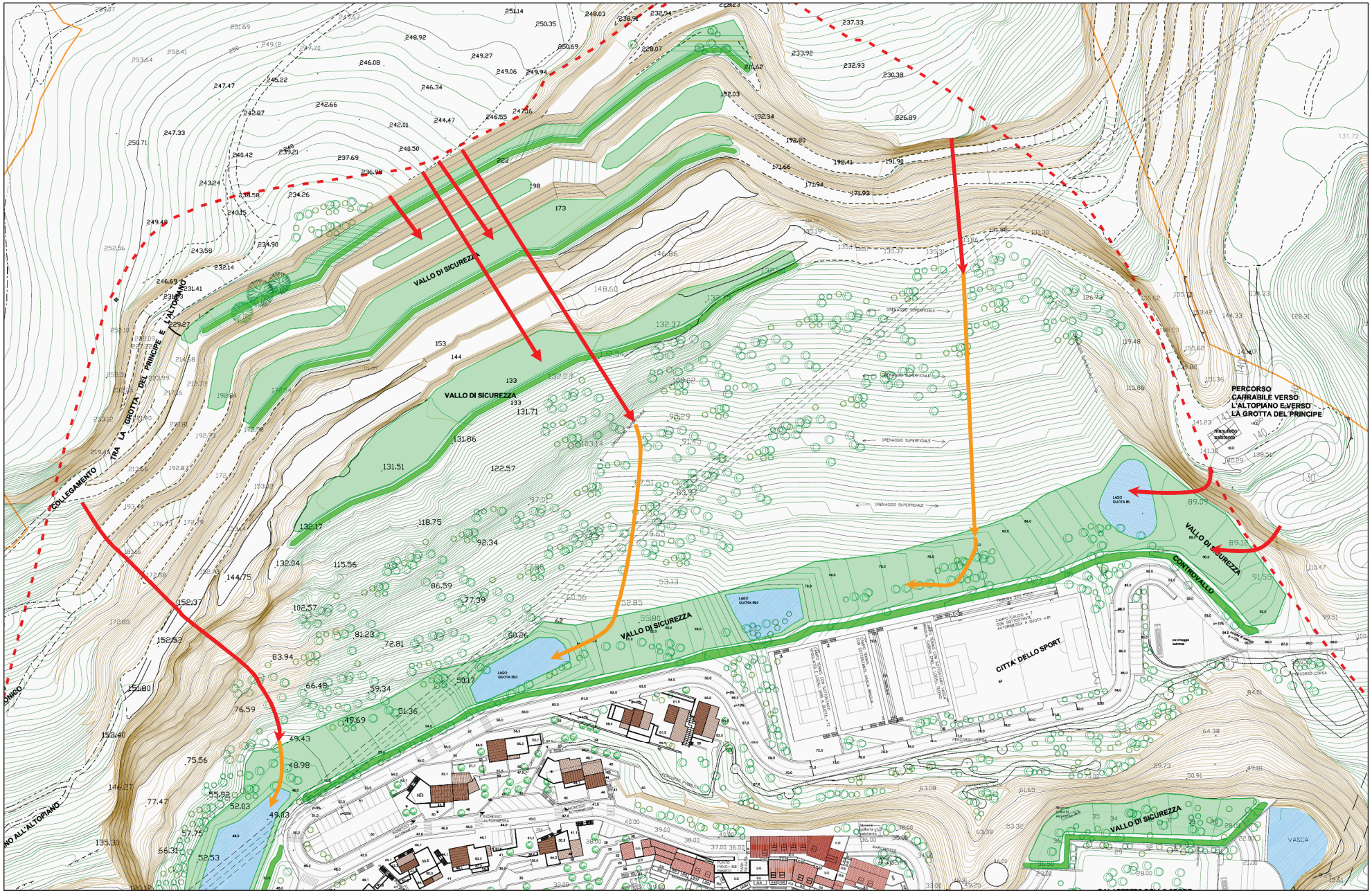


Fig. D.0.1.6: Traiettorie dei massi nelle peggiori condizioni: in rosso alla massima velocità, in bruno a velocità via via ridotta con il diminuire dell'acclività del versante. Raggiunto il vallo di base i massi che eventualmente hanno superato i valli minori seguono, come è ovvio, la massima pendenza, anche se nelle verifiche abbiamo preferito, a favore della sicurezza, considerare un vallo piano di soli 20 metri.

D.0.2 - verifica dell'efficienza dei valli in caso di caduta massi, su tutte le sezioni ed in particolare che tutte le urbanizzazioni siano esterne alla zona di ricaduta

Quesito: " richiamando quanto detto ai p.ti precedenti, relativamente alle verifiche di caduta massi si precisa che la riconsiderazione del "masso di progetto", con le analisi connesse alla valutazione preliminare dei cinematismi potenziali, deve essere condotta su tutte le sezioni di progetto analizzate, con particolare attenzione, quindi, ai fronti laterali dell'area di cava.
In prossimità di questi ultimi sono, infatti, ancora previste diverse opere di urbanizzazione, dalla viabilità interna ad alcuni lotti edificatori, ad esempio il Lotto 4, la Cittadella dello sport o il Palazzetto dello sport; occorre, pertanto, garantire che la loro collocazione sia esterna alle zone di caduta di porzioni litoidi ovvero, stante ii fatto che i fenomeni di crollo sono stati già riconosciuti come probabili, che i previsti diffusi interventi di consolidamento e protezione di varia natura, oltre a limitazioni all'accesso, siano adeguatamente dimensionati rispetto alla magnitudo dei probabili cinematismi."

Risposta:
Quanto al dimensionamento del vallo in rapporto alla caduta di massi, si precisa che l'argine del vallo è alto già nella sua formulazione schematica da 2 a 4 metri sul lato di monte e che come non vi è pericolo che massi lo possano superare.
Si vuole anche evidenziare che nelle simulazioni, a favore della sicurezza anche il vallo di base è stato sezionato perpendicolarmente al suo asse, come se fosse piano.
In realtà è un fossato con una pendenza media dell'8%, il che significa che i massi, che ovviamente rotolano secondo la massima pendenza, ruoteranno rapidamente verso valle fermandosi sul terreno "morbido" rivestito di arbusti o nei bacini lacustri, senza rischio di superare la barriera di valle.
La pendenza è stata condizionata solo in parte dalla morfologia (potevamo progettare una successione di valli piani), ma è stata dettata soprattutto dall'intento di incrementare di molto la larghezza "efficace" del vallo.
Il vallo principale è preceduto da un ampio tratto con pendenza ridotta, da 30 a 45° dove comunque i massi sono costretti a rallentare strisciando sul versante.
Sarà anche evidenziato, nel capitolo dedicato, che i massi sono considerati teoricamente sferici, a favore della sicurezza, mentre in realtà sono quasi sempre parallelepipedi che rotolano meno facilmente.

Le operazioni di messa in sicurezza agiranno su due fronti ben distinti, legati alla morfologia dei luoghi ed all'esplicita richiesta degli Uffici Regionali di limitare al massimo interventi "visibili", compresa la posa in opera di difese aderenti quali le reti.
Le tirantature, le chiodature e le reti, dopo accurato disgaggio, sono pertanto limitate a quelle pareti che resteranno talmente vicine all'edificato da non consentire soluzioni alternative esteticamente accettabili, per garantire l'assoluta sicurezza delle zone sottostanti.

Nelle altre zone, che sottendono la maggior parte della cava, si è scelto di sistemare la cava con locali disgaggi e con una riprofilatura della zona centrale, e proteggere le aree sottostanti da residui rischi di distacchi di blocchi e detriti, a questo punto improbabili ma pur sempre possibili, con piccoli valli sui gradoni e grandi valli al piede del versante.
Si sottolinea che, già durante l'esercizio della cava, pur senza nessuna sagomatura particolare dei gradoni, non solo il distacco di massi di grandi dimensioni è stato molto raro, ma il masso tende a fermarsi sul primo gradone sottostante, senza proseguire.
Allo scopo di assorbire l'energia cinetica dei massi al termine della caduta, è fondamentale che la superficie di impatto sui gradoni e nei valli non sia roccia nuda, ma terreno sciolto, coperto di alberi o arbusti, quale la macchia mediterranea, che qui non ha problemi per svilupparsi e sopravvivere, anche senza nessun ammendamento.
Con la sagomatura a vallo di ogni gradone, che sarà eseguita secondo lo schema della fig. D.0.2.1, l'arresto dei massi su terreno non costipato, piantumato e cespugliato è garantito molto prima di giungere all'edificato, e sarà comunque verificato con opportuni collaudi certificati.
Lo schema di copertura dei gradoni può essere eseguito in due modi, uno più semplice ma già collaudato in diverse cave, che consiste nel predisporre un rilevato con pendenza di circa 30° verso valle mentre verso monte con la pendenza minima possibile. Se lo spazio lo consente si cerca di dare una pendenza verso monte tale che la superficie sia perpendicolare alla scarpata del gradone, ossia circa 20° se il gradone è di norma a 70°.
Questa conformazione, se la copertura è di detrito non compattato, fa sì che il masso incidente rimbalzi sul posto e tendenzialmente si fermi.
Per quanto possibile, sempre che vi sia lo spazio, si lascerà una zona subpianeggiante al piede del gradone della larghezza di 2,5-3 m, per l'accesso per la manutenzione.
Il materiale può essere tranquillamente detrito di pezzatura minuta ricavato in loco dal materiale di riprofilatura mediante vagliatura sommaria e/o con un frantoio mobile.
Questo evita di dover attraversare il SIC con mezzi pesanti o di dover ricorrere a complesse soluzioni con nastro trasportatore.

L'altro sistema utilizza gli stessi materiali ma ha un argine di altezza variabile, da 1,5 a 3 metri, costituito con terre armate con una pendenza minima del paramento di 45°.
Questa soluzione aumenta lo spazio libero per il rotolamento "in frenata", che però è ininfluente se il gradone ha una pedata corta: se il masso riesce a rimbalzare, passa al gradone sottostante comunque.

Si possono anche adottare soluzioni miste a seconda dell'ampiezza del gradone, in sede di progetto esecutivo.

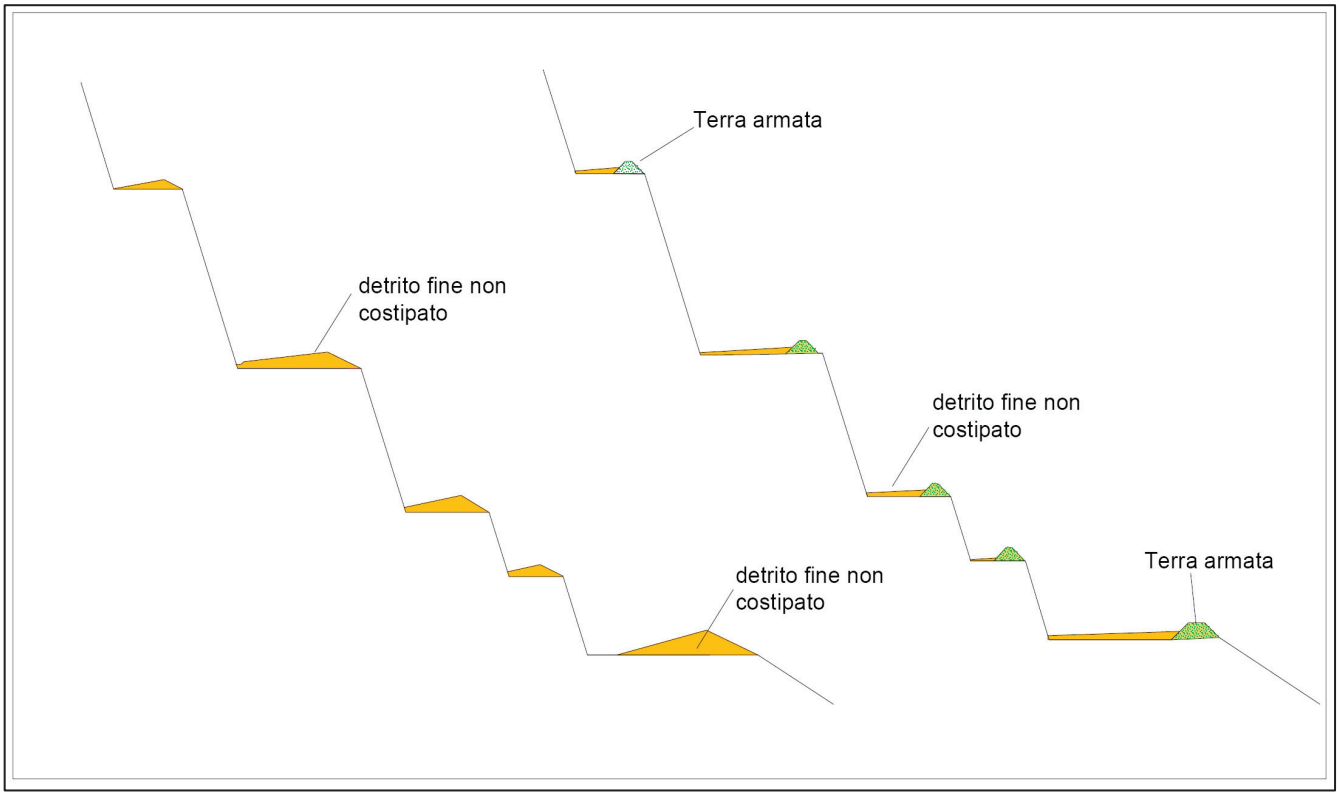


Fig. D.0.2.1: schema di ricoprimento dei gradoni con le due soluzioni proposte, tra loro intercambiabili. In entrambe i casi in pochi anni si sviluppa una ricca vegetazione che incrementa l'effetto "assorbente" del rilevato, oltre a ridurre l'impatto visivo dei gradoni.

Nel caso del grande vallo al piede del versante la soluzione è diversa con ampiezza di circa 20 metri, pendenza verso Ovest mediamente dell'8% ed in alcuni punti anche del 15%. L'argine che lo delimita a valle ha un'altezza da 2m a 4m sul lato interno, in terre armate, quanto più possibile integrate nel paesaggio; la "frenata", ammesso che ancora un masso possa raggiungerlo, avviene per assorbimento d'urto e poi eventualmente per rallentamento con corsa parallela all'asse del vallo, lungo la linea di massima pendenza.

La verifica al rotolamento dei massi è stata eseguita su tutte le sezioni precedentemente proposte e viene qui allegata con un commento sezione per sezione, con disamina delle dimensioni del masso atteso.

Il masso di progetto è stato comunque aumentato a 5 metri di diametro, molto cautelativo per un singolo masso, ricordando che comunque difficilmente si tratterà di massi sferici e che, dopo la messa in sicurezza non si prevedono cadute di massi di grandi dimensioni.

D.0.2.1 I metodi di calcolo

Il programma di calcolo utilizzato è Georock 2D/2014 di Geostru, programma affidabile, anche se, come tutti quelli destinati allo studio del rotolamento di massi, si deve necessariamente basare su una serie di semplificazioni, di norma cautelative, che richiedono che i dati in ingresso siano confrontati con prove sul terreno per poter "tarare" gli algoritmi di calcolo.

Nel caso specifico ci siamo riferiti a: 1) molti anni di caduta massi nel Glory Hole, dovuta alla coltivazione della cava e – sottolineamo, senza mai cadute inattese; 2) ad un disgaggio da noi organizzato e seguito di un masso di alcune decine di tonnellate sulla parete retrostante al parcheggio Piaggio; con questi dati abbiamo provato a far cadere “digitalmente” molti massi sino a trovare un equilibrato valore tra caratteristiche del terreno, il rotolamento reale e il rotolamento calcolato.

Resta il fatto, come abbiamo già accennato, che una volta iniziati i lavori sarà indispensabile approfittare degli stessi, filmando il cinematismo dei massi in caduta, per per accertare che effettivamente la difesa con i valli dia la sicurezza attesa e per provvedere alle eventuali messe a punto.

Il moto di caduta di un blocco lungo una scarpata rocciosa dipende da numerosi fattori che non è facile esprimere numericamente.

Poiché le traiettorie dei blocchi dipendono dalla geometria della scarpata, dalla forma del blocco in caduta e dalla sua velocità iniziale al momento del distacco dal pendio, ed inoltre dall'entità dell'energia dissipata per effetto degli urti durante la caduta, i blocchi in caduta possono scivolare, rotolare o rimbalzare a valle a seconda della loro forma, appiattita o arrotondata, e dell'inclinazione del pendio.

L'energia dissipata per effetto degli urti è in genere diversa al variare delle caratteristiche del moto e dipende dalle caratteristiche meccaniche del blocco e dai materiali presenti lungo la scarpata (roccia, terreno, vegetazione) che si oppongono in misura differente al moto dei blocchi.

Nella realtà, tuttavia, è praticamente impossibile determinare puntualmente il profilo di un pendio ed individuare la forma dei diversi blocchi che potrebbero distaccarsi.

Inoltre la geometria del pendio e la natura dei materiali affioranti subiscono nel tempo modifiche, anche sensibili, per effetto, dell' alterazione della roccia, per l' accumulo di detriti nelle zone meno acclivi e per lo sviluppo della vegetazione. Infine, diviene praticamente impossibile modellare il moto di caduta dei blocchi nei casi in cui questi si frantumino per effetto degli urti, né è possibile individuare le zone del pendi in cui si verifica la frantumazione.
Detta frantumazione eventuale è nel nostro caso positiva, poiché riduce l'energia del blocco all'impatto finale.

Per l'analisi delle traiettorie di caduta è necessario fare riferimento a modelli semplificati: la progettazione geotecnica degli interventi di protezione deve essere, perciò, sviluppata sulla base di un ampia sperimentazione numerica, che consenta di indagare sui diversi aspetti del fenomeno e riconoscere i fattori principali che influenzano il moto di caduta nella particolare situazione in esame.
Esistono due modelli analitici, il Lumped-Mass e il Colorado Rockfall Simulation Program (CRSP), usati prevalentemente per studiare il fenomeno della caduta massi in maniera analitica.
Nel modello Lumped-Mass il blocco in caduta è considerato come un semplice punto dotato di massa e velocità, e l'impatto sul terreno è condizionato dai coefficienti di restituzione normale e tangenziale.
E' molto cautelativo ma fuori dalla realtà, poiché gli ipotetici massi rimbalzano elasticamente.

Un modello più rigoroso è, invece, il CRSP, in quanto tiene conto della forma e dimensione del blocco ed è quello che abbiamo adottato noi. Il programma consente di assegnare facilmente le caratteristiche dei terreni, le dimensioni del masso, che il programma considera cautelativamente sferico, anche se in realtà, trattandosi di terreni calcarei sono di norma parallelepipedi che hanno un maggior attrito.
Le prove sono state fatte simulando da cinquanta a cento cadute, provando a cambiare peso dei massi e caratteristiche dei terreni.

Va sottolineato come, anche nelle ipotesi di calcolo, assuma grande importanza la sistemazione finale dei pendii come terreni di copertura, poiché la natura del terreno,

quanto più "soffice" possibile, e la direzione della superficie di impatto nei valli, è determinante per evitare "rimbalzi" pericolosi.

D.0.2.2 - Le conclusioni sull'argomento "valli"

In seguito alle verifiche di simulazione eseguite, non si prevedono, per la quasi totalità delle sezioni, interventi molto spinti sulle pareti, in quanto eventuali distacchi vengono fermati già dai gradoni o dai valli in progetto. Solo alcuni settori, quali la parete sotto la grotta del principe, la parete a valle del diaframma roccioso e l'anfiteatro sopra il palazzetto dello sport saranno oggetto di chiodature o reti pesanti.

Si è rilevato che in tutta l'area centrale i valli sono ampiamente sufficienti a fermare massi anche di grandi dimensioni già sui gradoni.
Anche sulle pareti laterali il sistema funziona, ma deve essere appoggiato ad un attento controllo preventivo delle pendici e da disgaggi e da reti in aderenza, come dagli schemi già in precedenza allegati agli elaborati di PUO.

Di seguito si fornisce la grafica delle verifiche più significative emerse, sezione per sezione, tenendo conto che sono state eseguite decine e decine di simulazioni di taratura, variando coefficienti e dimensioni del masso, attestandoci poi, come si è detto, su un masso teorico sferico da 5 metri di diametro, al di sopra del quale ci sembra esagerato procedere poiché se i blocchi sono più grandi di norma si disintegrano al primo impatto o addirittura in caduta e, soprattutto, la bonifica ed il monitoraggio devono prevenire il distacco di massi di grandi dimensioni.

Sui gradoni saranno comunque lasciati massi provvisori in punti accessibili per eseguire dal vero il collaudo delle opere

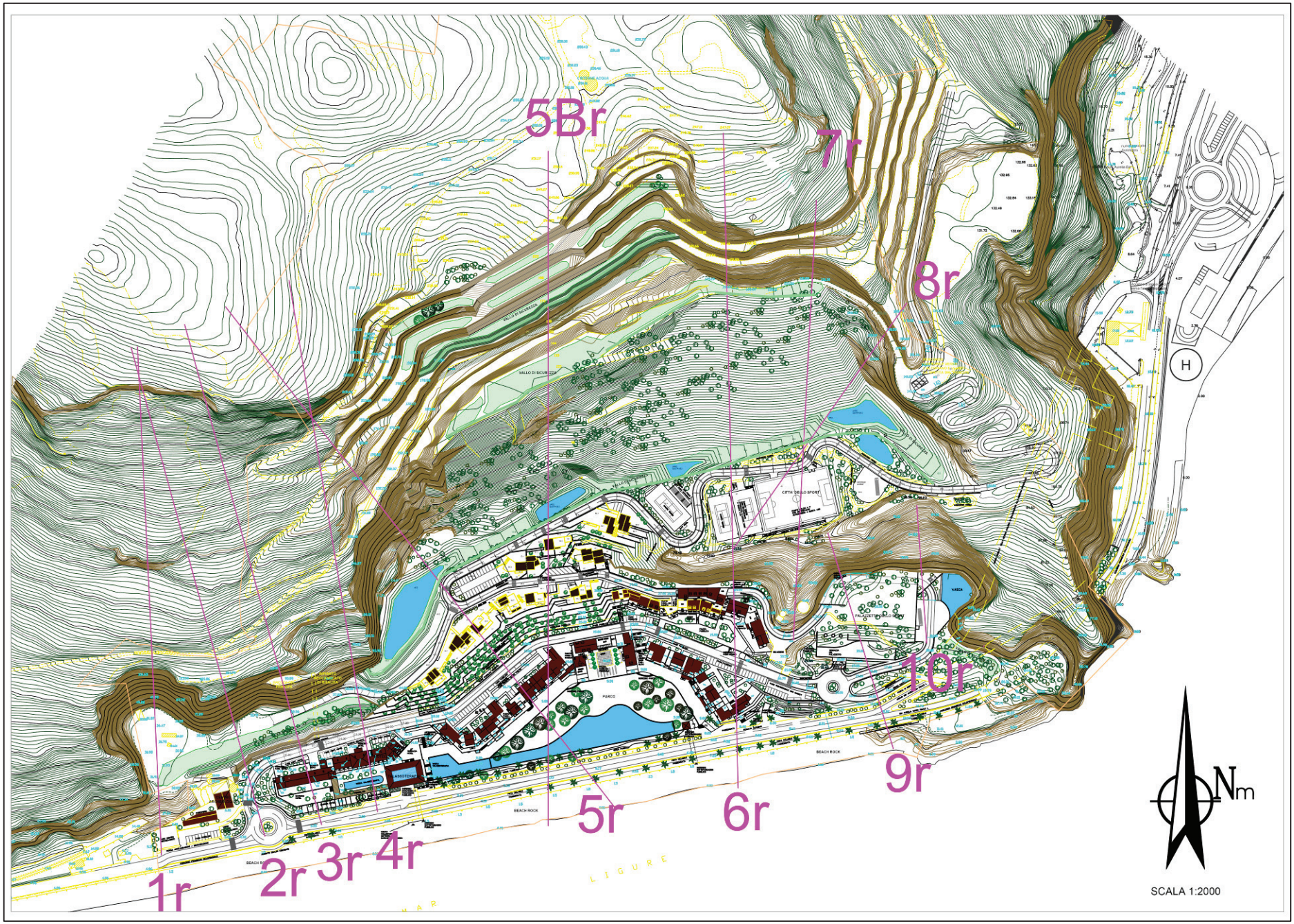


Fig. D.0.2.2: localizzazione delle sezioni per la verifica, diverse da quelle urbanistiche, perché lungo linee di massima pendenza.



Fig. D.0.2.3: localizzazione delle sezioni per la verifica, su foto aerea.

La sezione 1R

E la sezione che interessa direttamente il piccolo anfiteatro a ovest della grotta del principe . Tutta l'area sottostante è coperta da detriti già ora vegetati e non frequentata, molto ampia.

A fine sistemazione si prevede di sagomare la parte a valle a mo' di collinetta, in modo da isolare completamente l'area.

Non si prevedono interventi attivi né verifiche di collaudo, stante l'ampiezza dell'area in grado di intercettare eventuali cadute di massi con assoluta sicurezza. Va comunque sottolineato che la parete non è coltivata da almeno cinquant'anni e, malgrado la possibilità di distacchi, non si sono mai avuti cedimenti significativi.



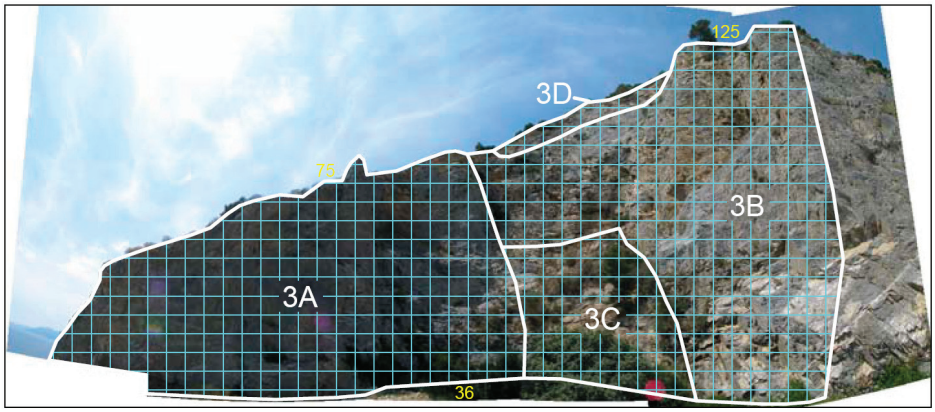
Fig. D.0.2.4: panoramica dell'anfiteatro Ovest: in alto a destra la "finestra Solari" derivata dall'intercettazione della grotta da parte del fronte di cava negli anni '50 dello scorso secolo. La grotta è stata subito vincolata dalla Soprintendenza e l'escavazione è stata sospesa attorno al suo perimetro.
Si noti l'ampio piazzale ora già in parte rivegetato malgrado la copertura sia esclusivamente costituita da detriti lapidei.

Stato di fratturazione interno

Poco fratturato

Mediamente fratturato

Molto fratturato

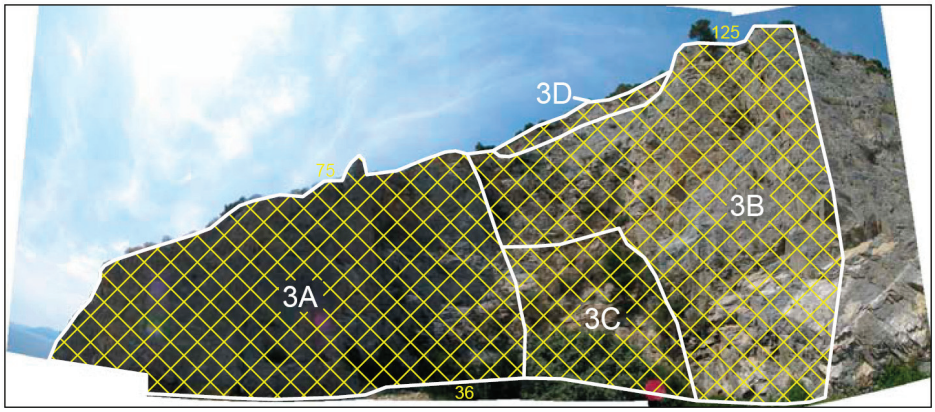


Stato di allentamento interno

Poco allentato

Mediamente allentato

Molto allentato



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 1

evento piccolo (<3 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile

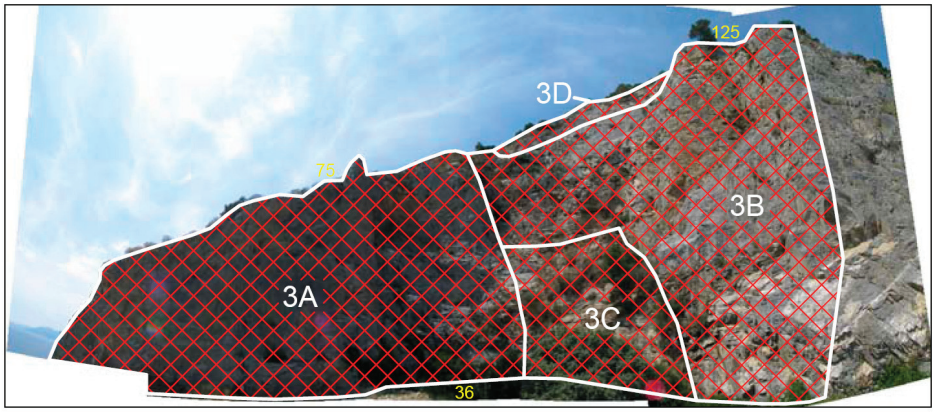


Fig. D.0.2.5: sintesi delle indagini geomeccaniche eseguite sulla parete in oggetto e già presentate in dettaglio negli allegati al progetto. Si sottolinea che la probabilità l'area è poco allentata e che la probabilità di distacco di blocchi *inferiori* a tre metri cubi (meno di 1,5 metri di lato), significa che comunque la maggioranza dei massi ha misure inferiori.

Zonizzazione della pericolosita'

Classe 2

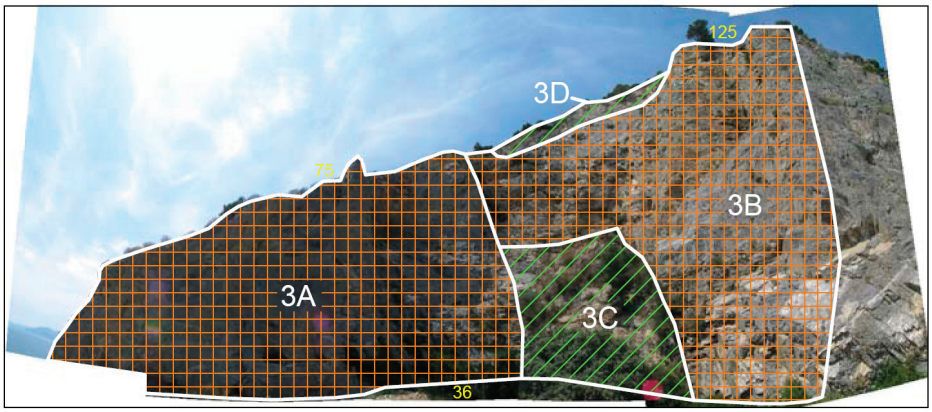
evento medio (3-30 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 3

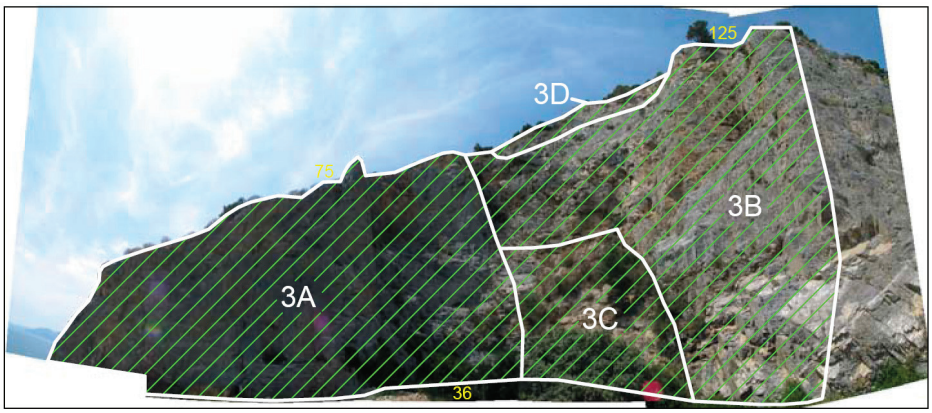
evento grande (30-300 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 4

evento straordinario (>300 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile

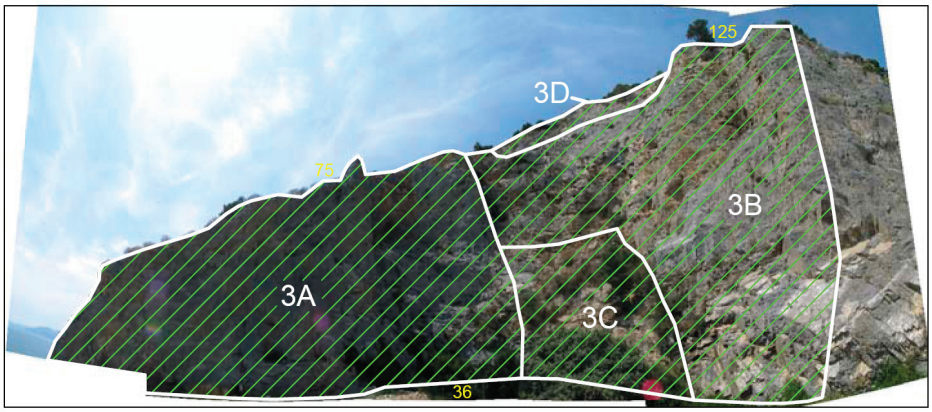


Fig. D.0.2.6: sintesi delle indagini geomeccaniche eseguite sulla parte in oggetto e già presentate in dettaglio negli allegati al progetto. Per le classi di probabilità più alte, in questo caso tranquillizzanti, si tenga sempre conto che si tratta di volumi di roccia potenzialmente coinvolti e non di volume dei blocchi.

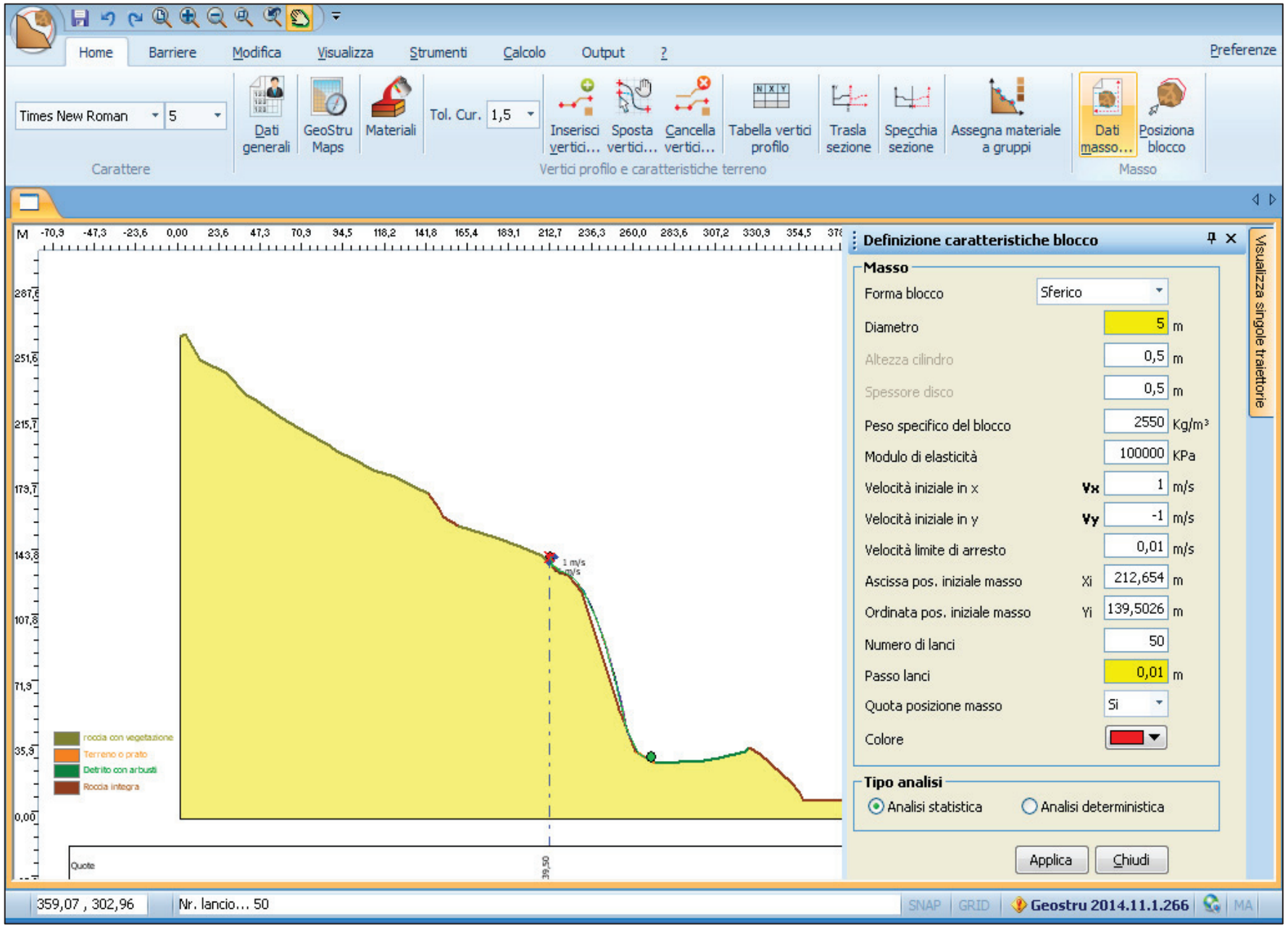


Fig. D.0.2.7: Sezione 1R la simulazione, eseguita con masso da 5 metri di diametro (circa 65 mc = 165 tonnellate); la simulazione è stata fatta partire da poco sopra il ciglio del dirupo, poiché le prove nella parte alta indicano che il masso difficilmente rotola sul pendio

La sezione 2 R, 3R e 4R

Sono le sezioni che interessano la falesia sotto la grotta del Principe e è quella sulla quale abbiamo studiato soluzioni che non richiedano interventi che ne alterino la "naturalità" pur garantendo un alto grado si sicurezza.

In prima istanza, visti i risultati degli studi preliminari, si ritiene di poter agire con tutta una serie di disgaggi via via più pesanti, e con reti in aderenza (Tav. E.9 degli allegati geologici al progetto di PUO).

Malgrado eventuali crolli, non paventati ma possibili, siano tutti fermati dal vallo, sarà tuttavia indispensabile un progetto esecutivo molto dettagliato, con prove in scala reale e indagini mirate direttamente in parete che definiscano se saranno necessarie eventualmente anche chiodature o rinforzi nelle reti.

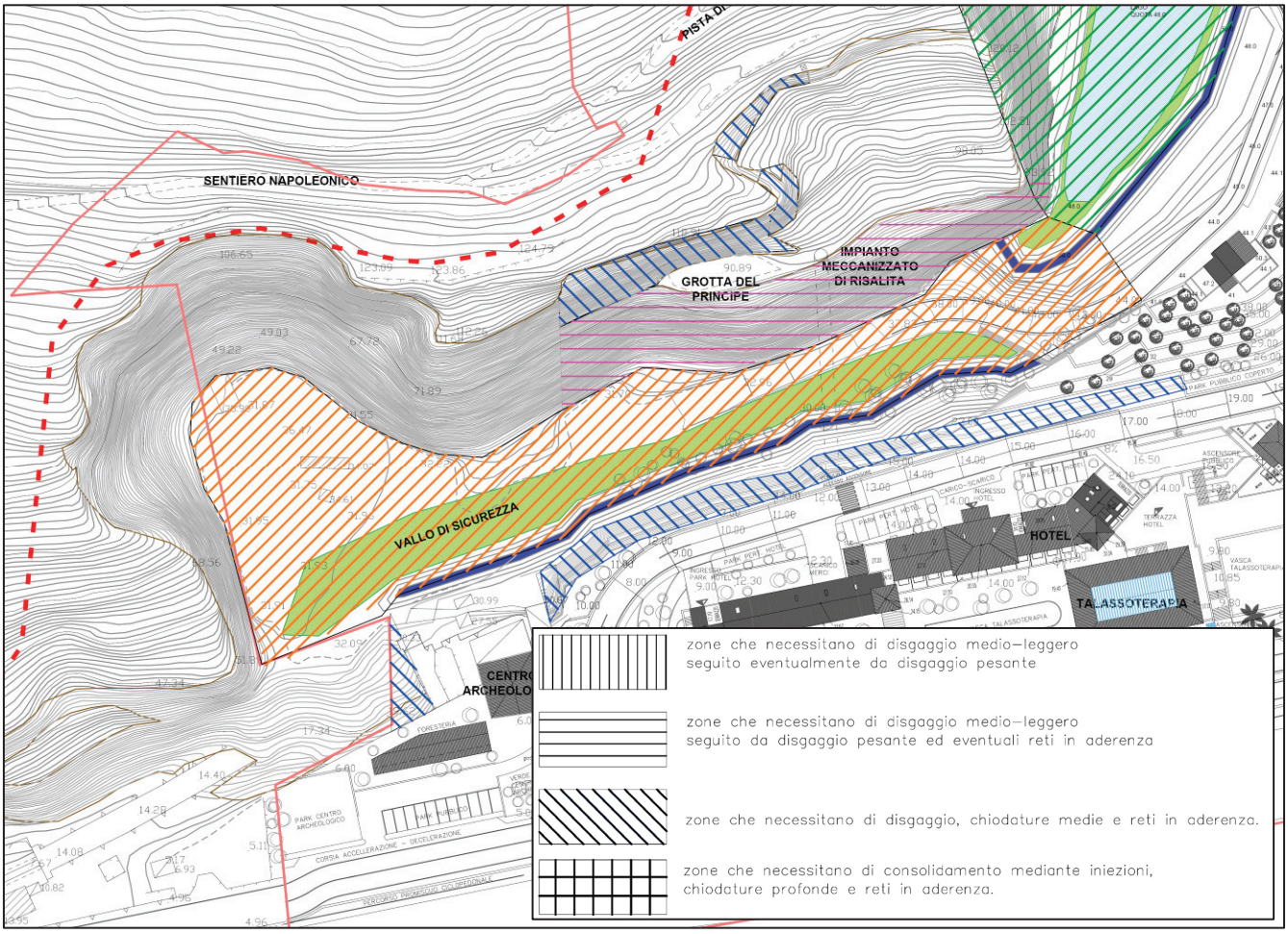


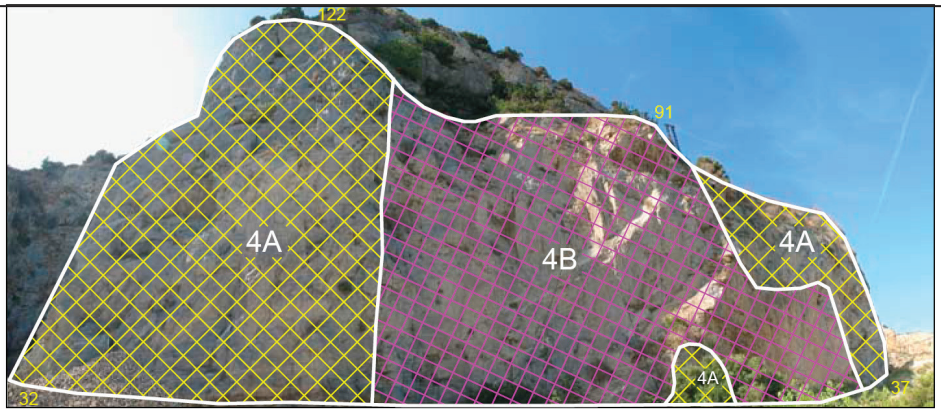
Fig. D.0.2.8: tipologia degli interventi previsti, dalla tav. D2-9 del P.U.O. presentato. Riteniamo di raccomandare le reti in aderenza, anche se non indispensabili, per garantire la massima sicurezza poiché guidano direttamente i blocchi al piede della parete evitando qualsiasi rimbalzo.

Stato di fratturazione interno

Poco fratturato

Mediamente fratturato

Molto fratturato

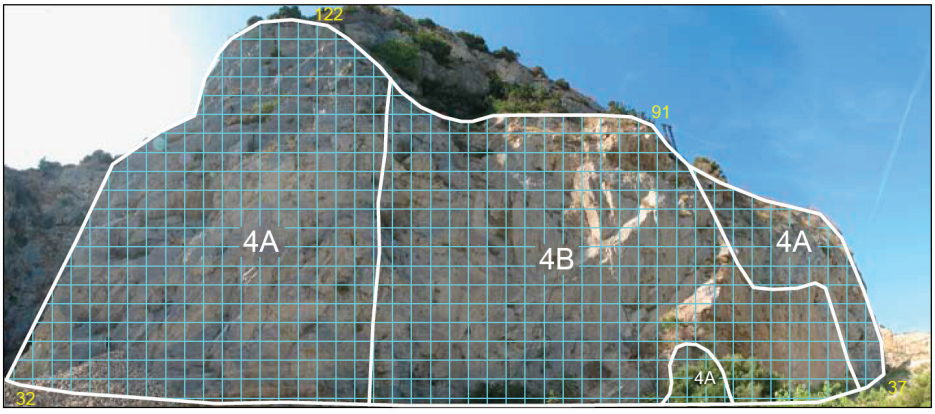


Stato di allentamento interno

Poco allentato

Mediamente allentato

Molto allentato



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 1

evento piccolo (<3 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile

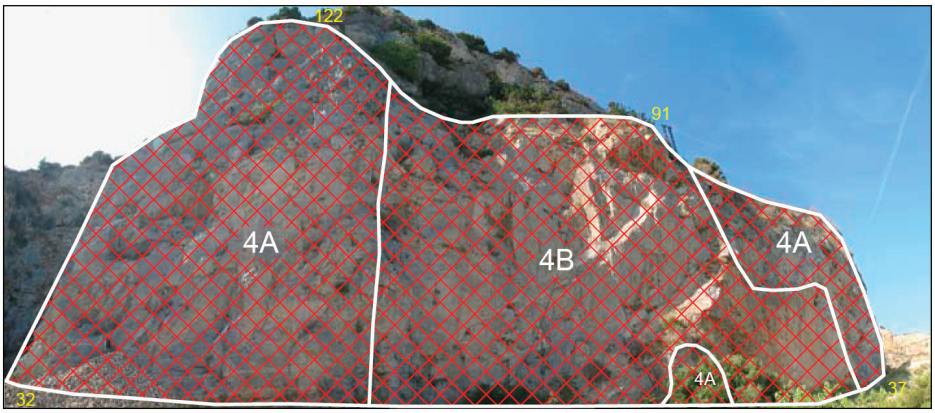


Fig. D.0.2.9: sintesi delle indagini geomeccaniche eseguite sulla parete in oggetto. il lato ovest è molto compatto, mentre quello Est è molto più fratturato, ma tutta l'area è solo mediamente allentata. Questo comporta una elevata probabilità teorica di distacco di blocchi, anche se negli ultimi 50 anni non ne risultano lamentati.

Zonizzazione della pericolosita'

Classe 2

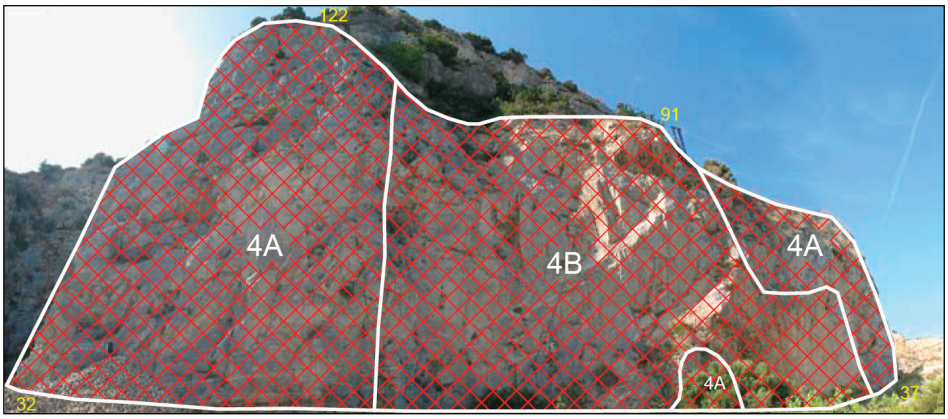
evento medio (3-30 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 3

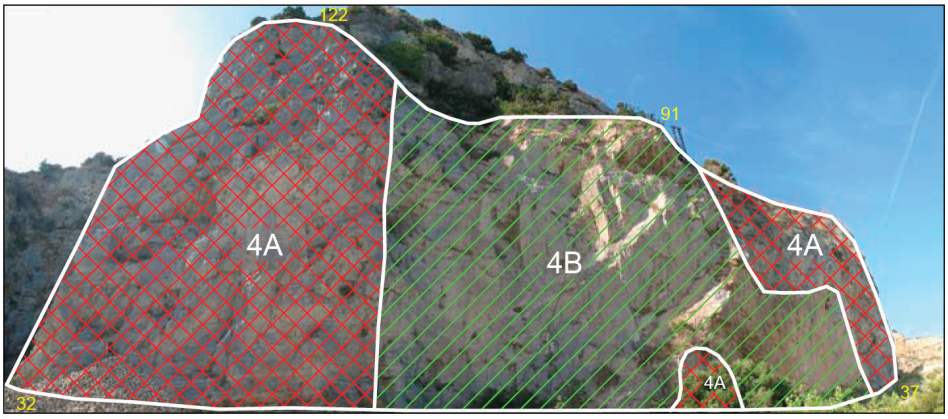
evento grande (30-300 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile



Zonizzazione della pericolosita'

Classe 4

evento straordinario (>300 mc)

Dissesto improbabile

Dissesto possibile

Dissesto probabile

Dissesto molto probabile

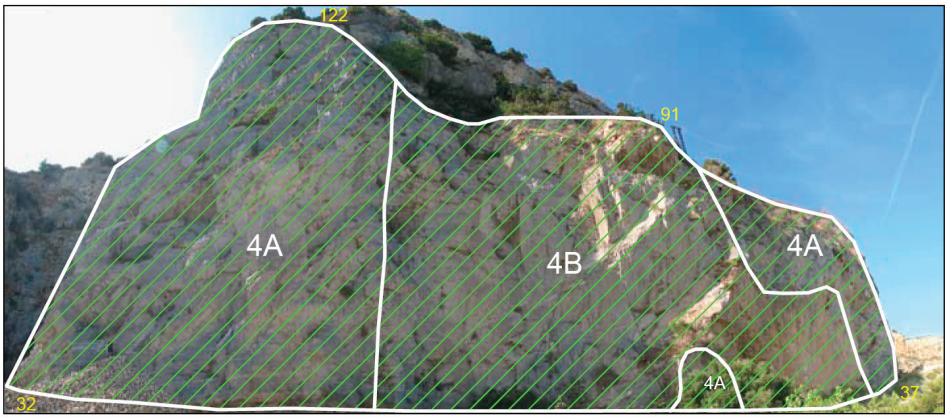
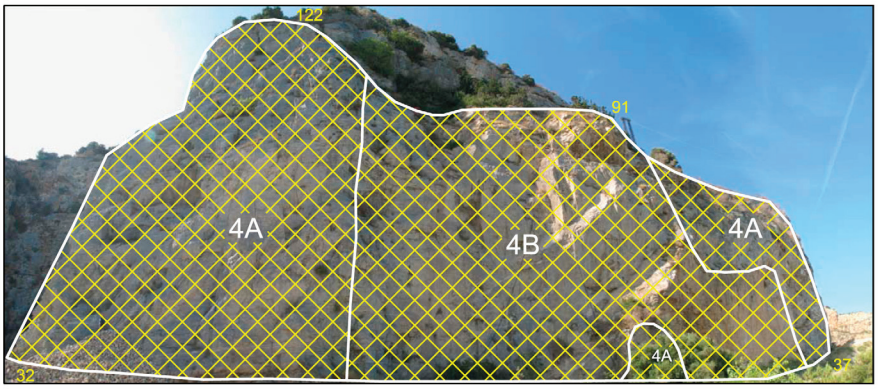


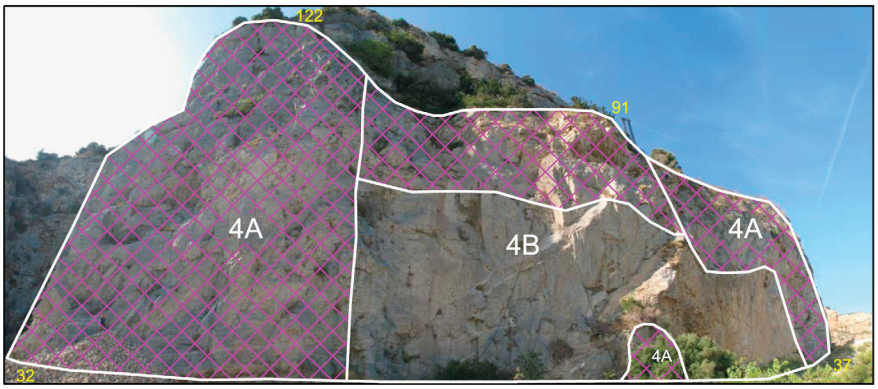
Fig. D.0.2.10: sintesi delle indagini geomeccaniche eseguite sulla parete Per le classi di probabilità più alte, si tenga sempre conto che si tratta di volumi di roccia potenzialmente coinvolti e non di volume dei blocchi.

ZONIZZAZIONE PRELIMINARE DEGLI INTERVENTI



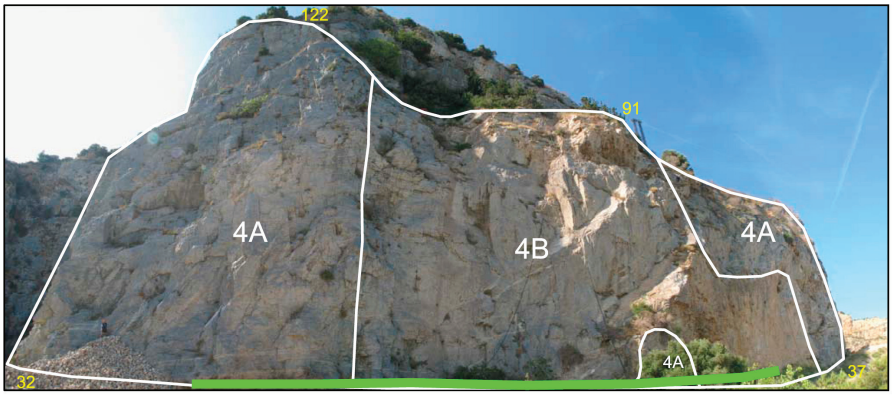
Disgaggio leggero

Aree in cui effettuare il disgaggio leggero



Disgaggio pesante.

Aree in cui effettuare il disgaggio pesante



Valli o rilevati ammortizzatori
(Localmente possono essere alternativi alle opere di difesa attiva)

posizionamento indicativo di valli o rilevati

Fig. D.0.2.11: con i disgaggi previsti, e con la trasformazione della pista alla base in vallo transitabile solo per la manutenzione, le verifiche dicono che i blocchi eventualmente caduti (le traiettorie sono praticamente verticali, si fermano sul vallo. Abbiamo già potuto eseguire verifiche con massi di medie dimensioni; è tuttavia preferibile in prima istanza rivestire la parete con una rete in aderenza ancorata solo alla sommità, poco visibile, che guidi gli eventuali detriti verso il piede della parete.
Andrà eseguita tuttavia un'attenta e dettagliata indagine con osservazioni in parete per valutare l'eventuale necessità di chiodature profonde e ancoraggi ed eventualmente completare con rete armata in sede di progetto esecutivo.

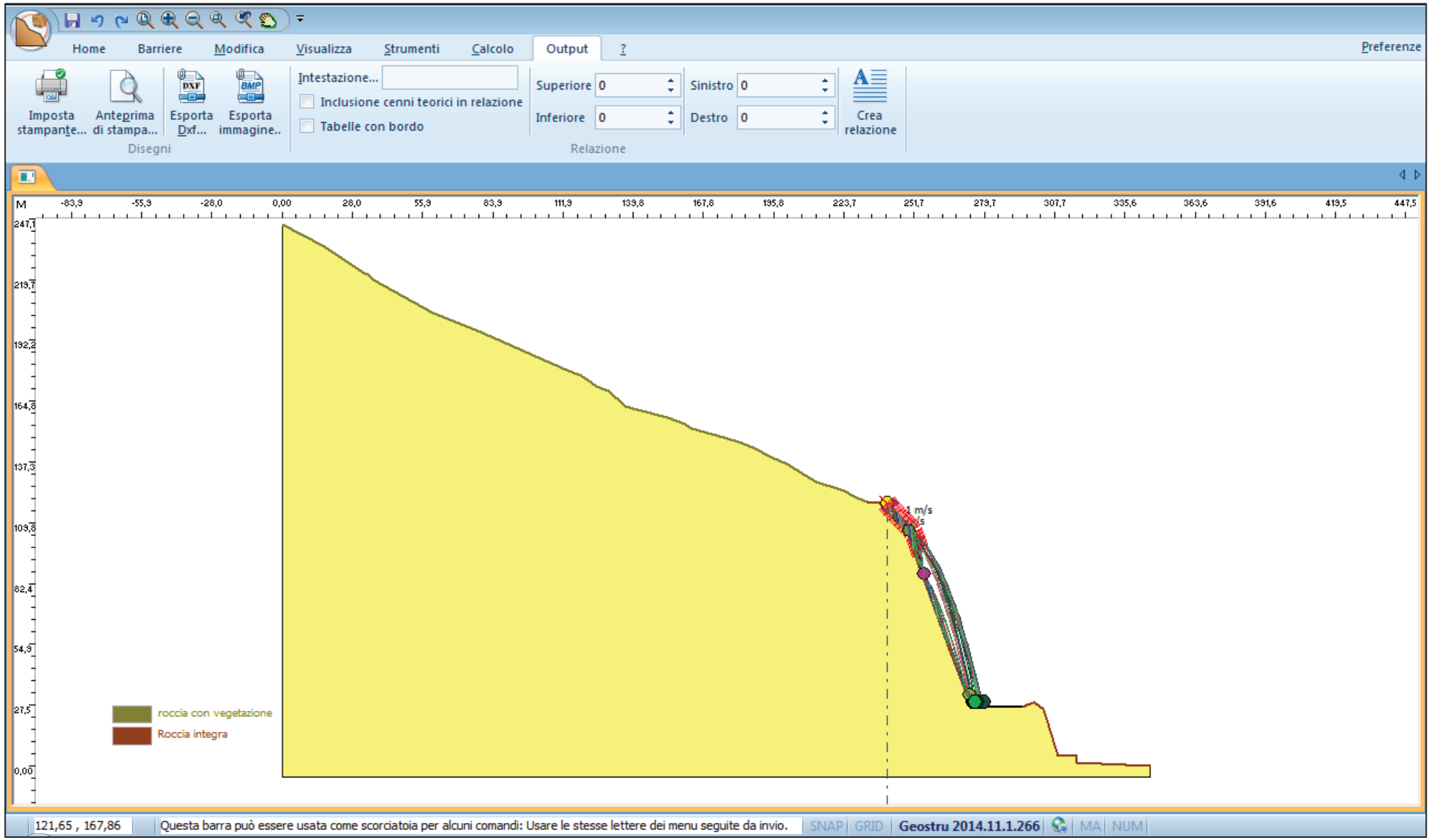


Fig. D.0.2.12: Sezione 2R a valle della zona delle grotte, masso da 5 metri di diametro.

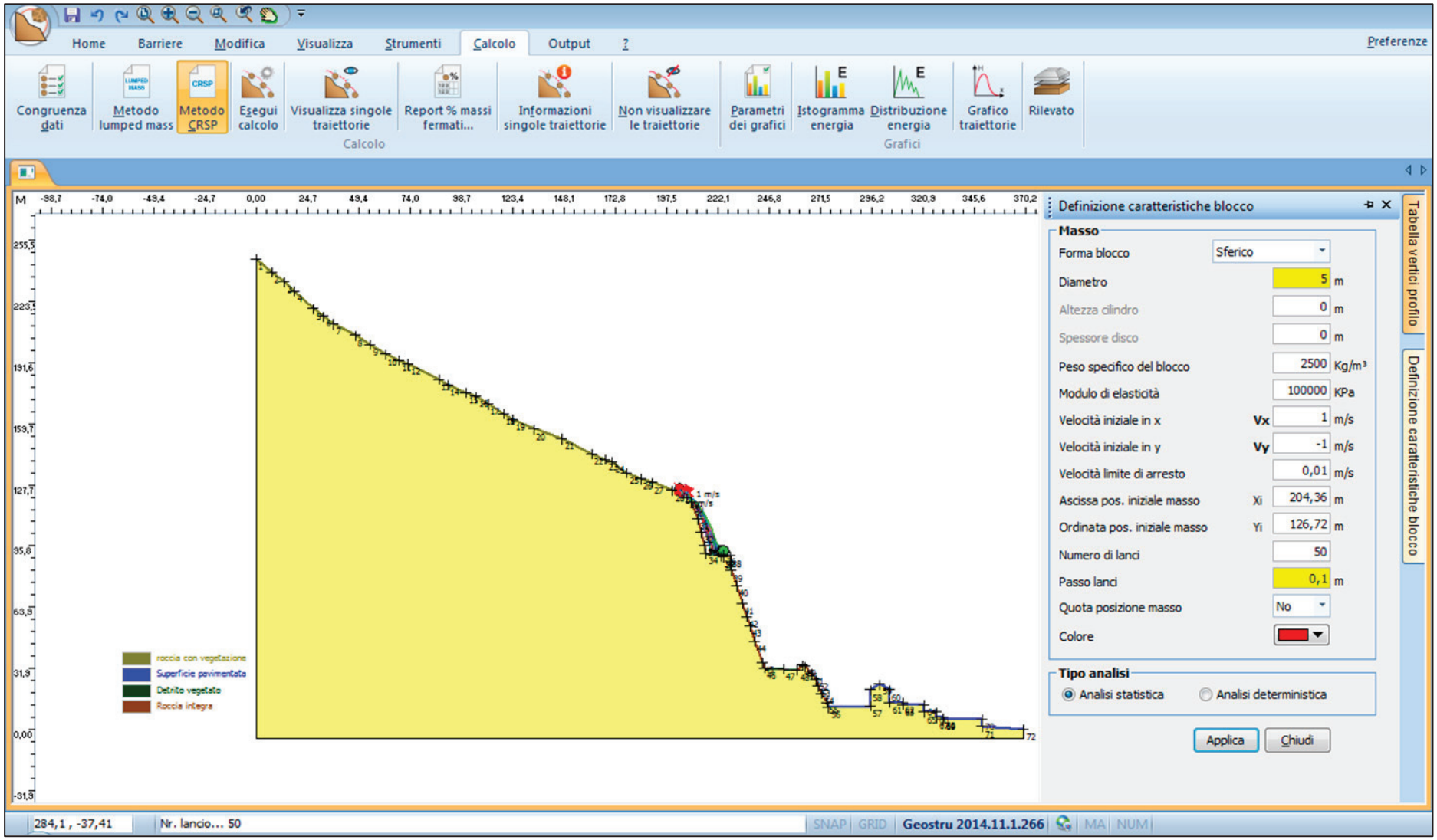


Fig. D.0.2.13 Sezione 3R a valle delle grotte, masso da 5 metri di diametro su gradone alto.

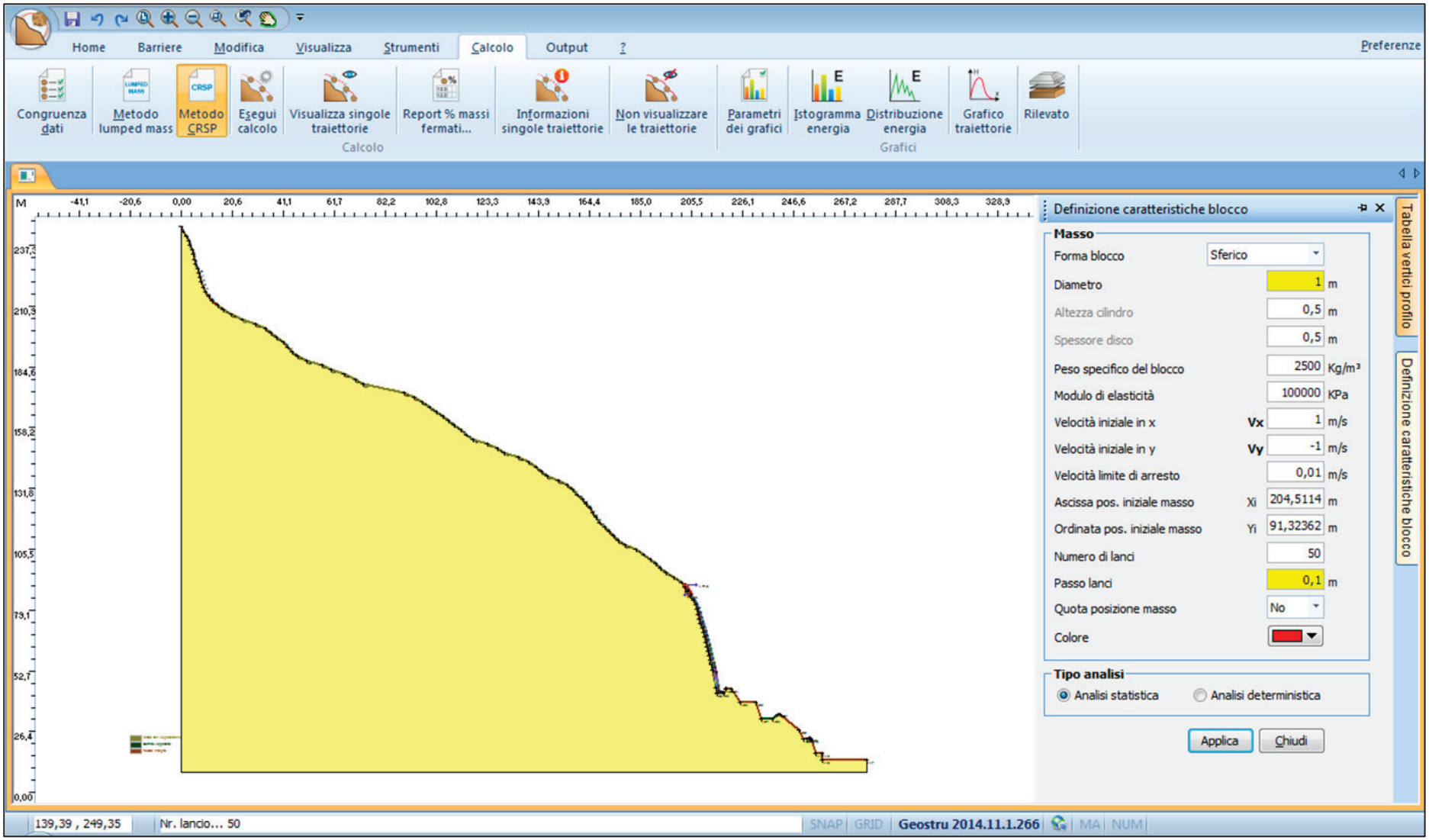


Fig. D.0.2.14 Sezione 4R masso da 1 metro di diametro.

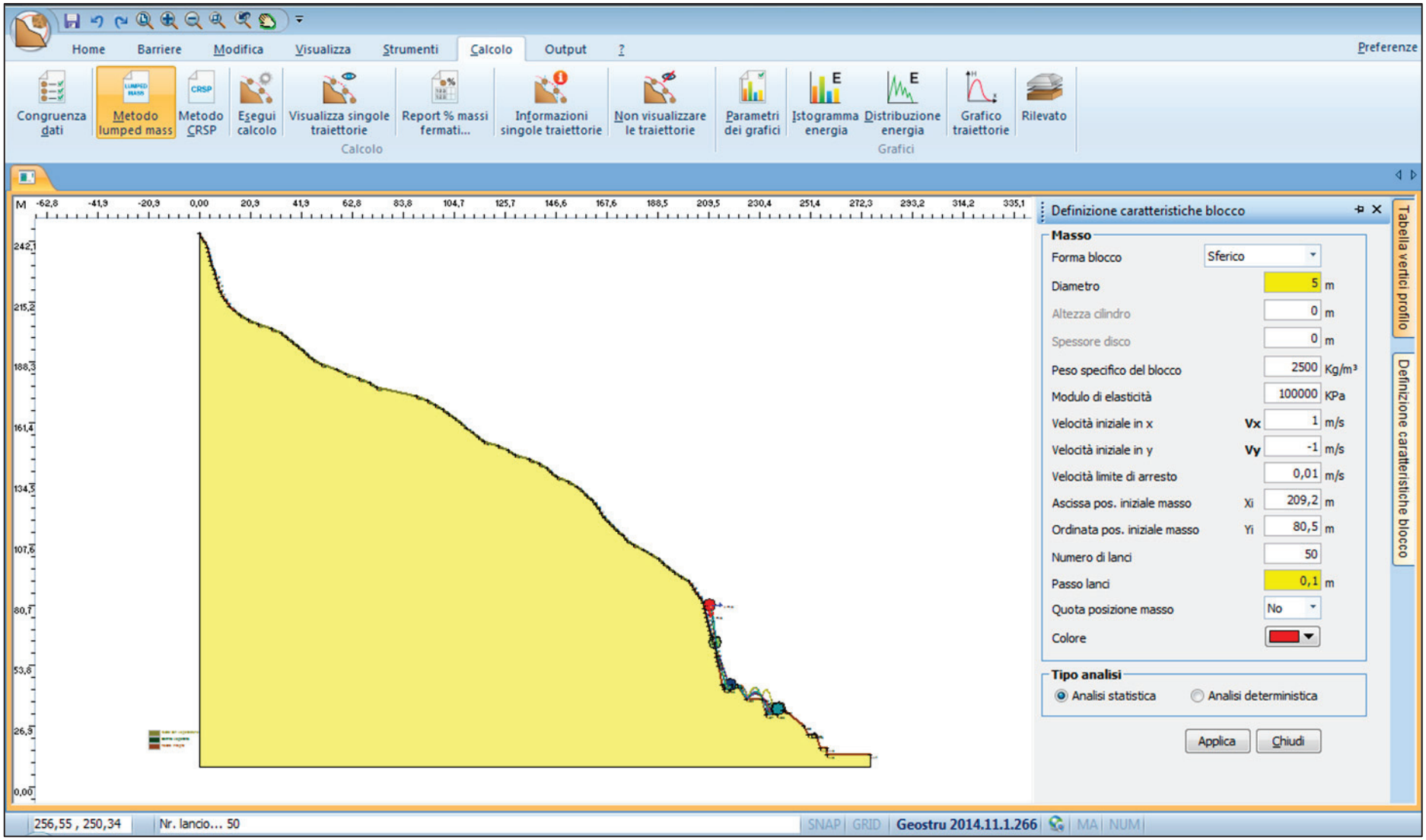


Fig. D.0.2.15: Sezione 4R con masso da 5 metri di diametro. Si evince che è prudente una bonifica con disgaggio della parete ed eventuale chiodatura delle porzioni allentate. previo studio dettagliato, come previsto.

Sezioni 5r, 5br, 6r, 7r, 8r, 9r, 10r

La sezione 5r, che interessa anche la parete laterale dell'anfiteatro interno, in seguito ad accurato controllo della caduta dalle parti più alte del versante non darà problemi. Comunque, la verifica effettuata senza disgaggi preliminari, indica che il masso teorico da 5 m di diametro si ferma comunque prima di attraversare il vallo di base.

La sezione 5br è stata verificata per la caduta di massi sui gradoni più alti, constatando che essi di norma si fermano prima di raggiungere la zona di bassa acclività

La sezione 6r termina con una scarpata a bassissima acclività e berme intermedie. Anche nella peggiore delle ipotesi, le nostre verifiche ci dicono che il masso si ferma sul pendio vegetato.

Le verifiche sulla sezione 7 r e 8r dimostrano che i valli e la sagomatura del piede delle pareti est della cava, anche senza particolari bonifiche, garantiscono la sicurezza della zona della Città dello Sport.

La sezione 9r e 10r sono state verificate anch'esse con un masso da 5 m, ma tenuto conto della vicinanza con l'edificato, su queste sezioni si interverrà mediante chiodature e reti in aderenza, in modo da assicurare che non si avrà nessun rischio di crolli.

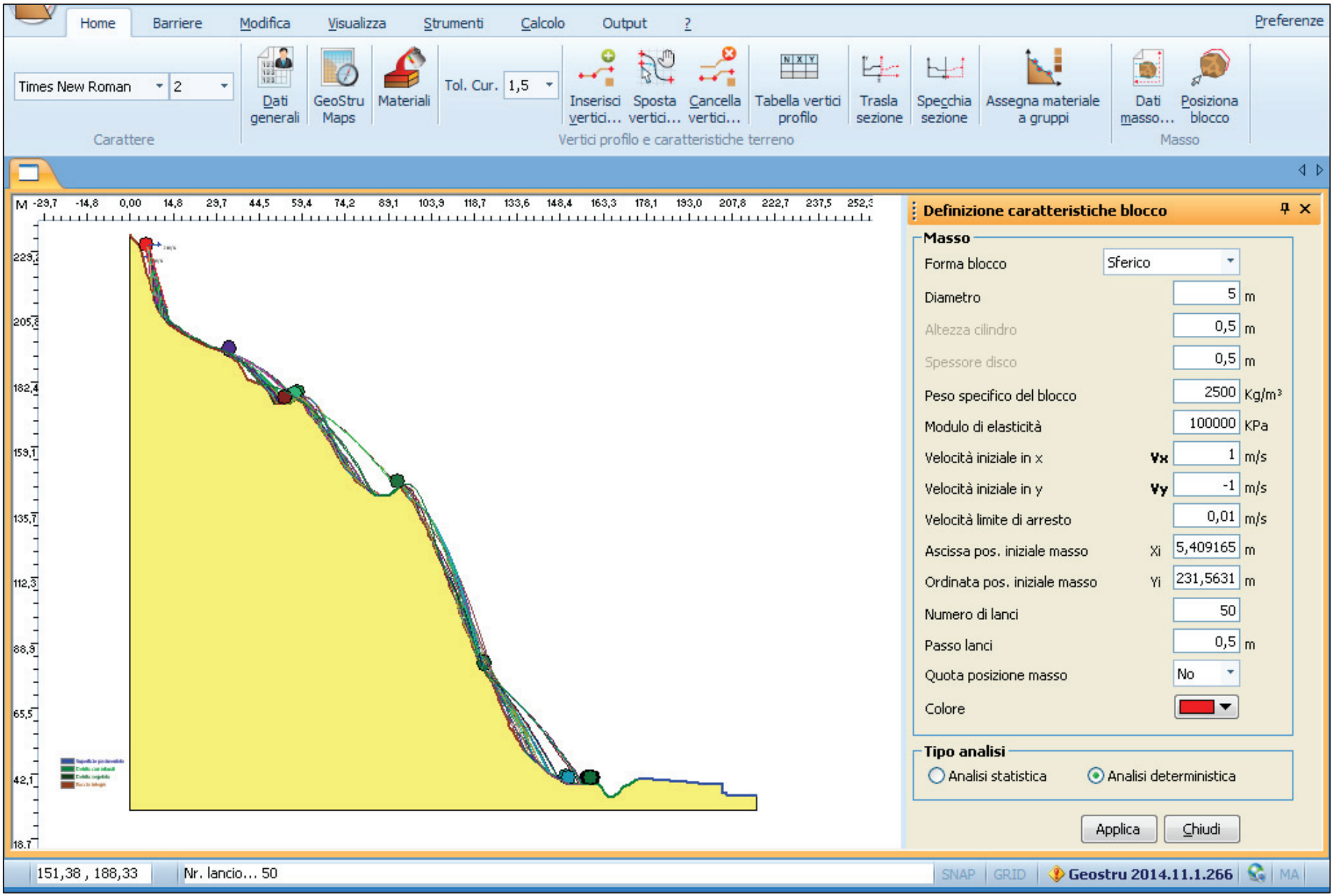


Fig. D.0.2.16: Sezione 5R, masso da 5 metri di diametro.

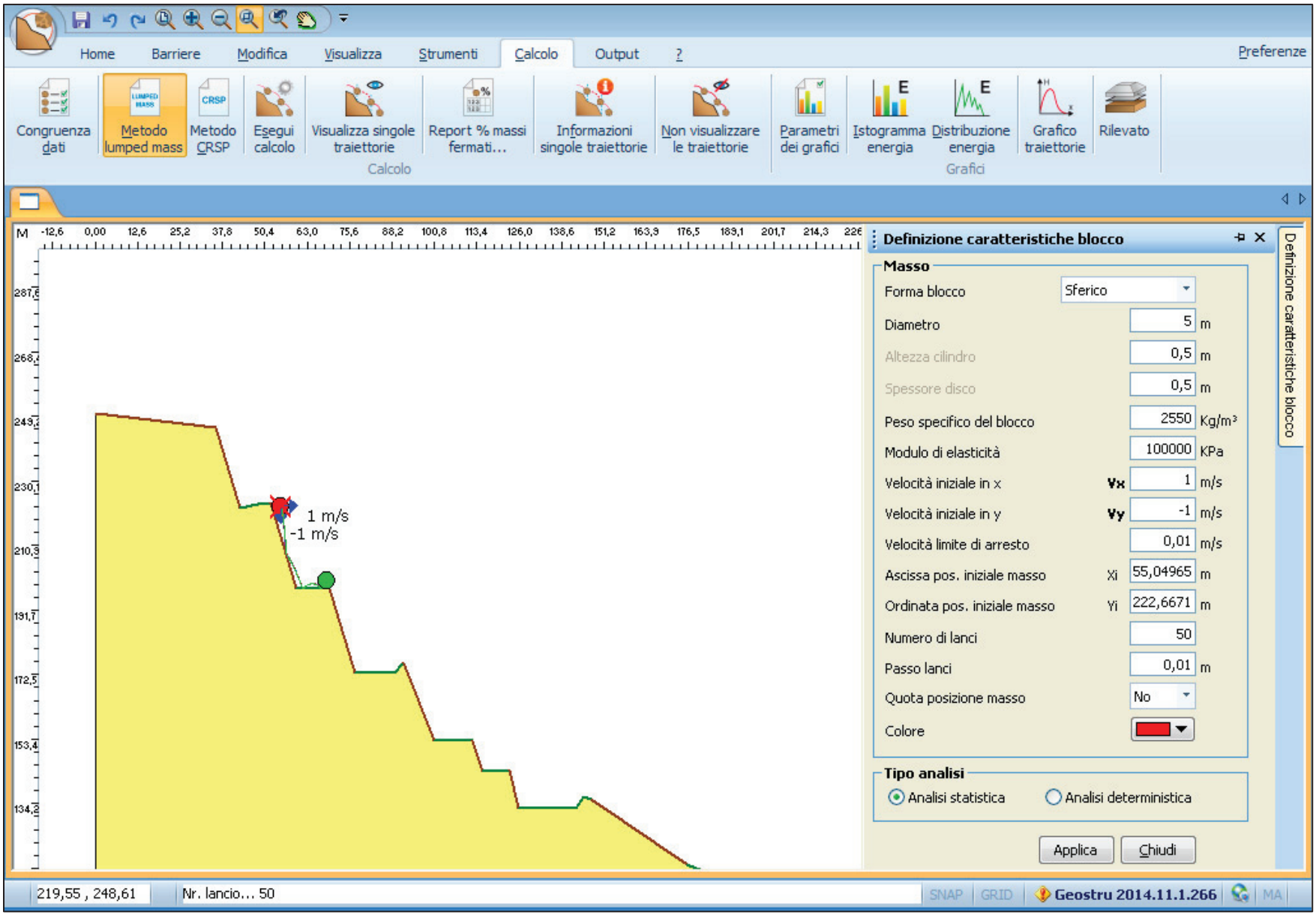


Fig. D.0.2.17: Sezione 5BR, masso da 5 metri di diametro, effetto sui gradoni alti.

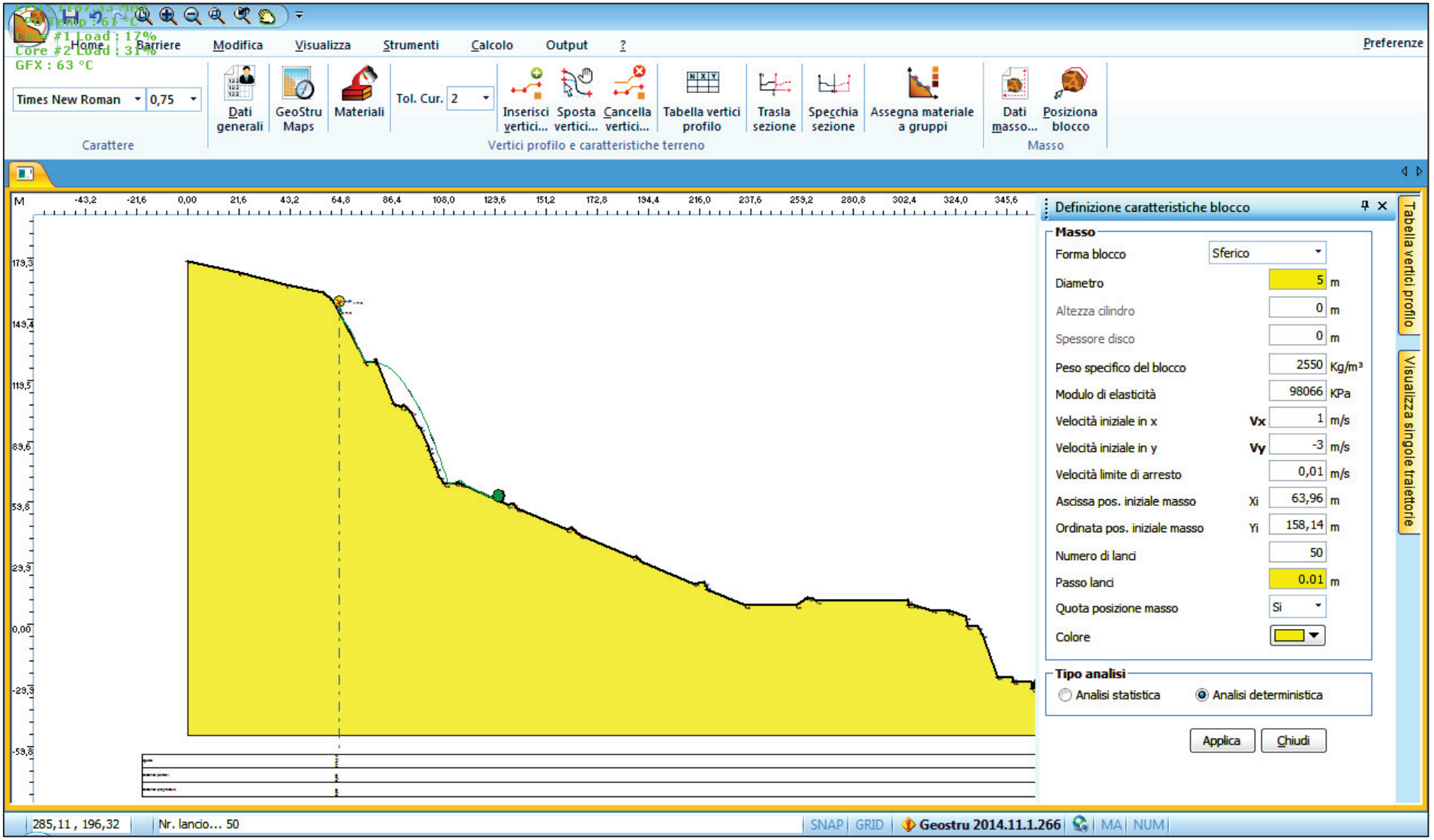


Fig. D.0.2.18: Sezione 6R senza bonifica della zona a monte, masso da 5 metri di diametro. Il masso rimbalza ma poi si ferma sul pendio vegetato.

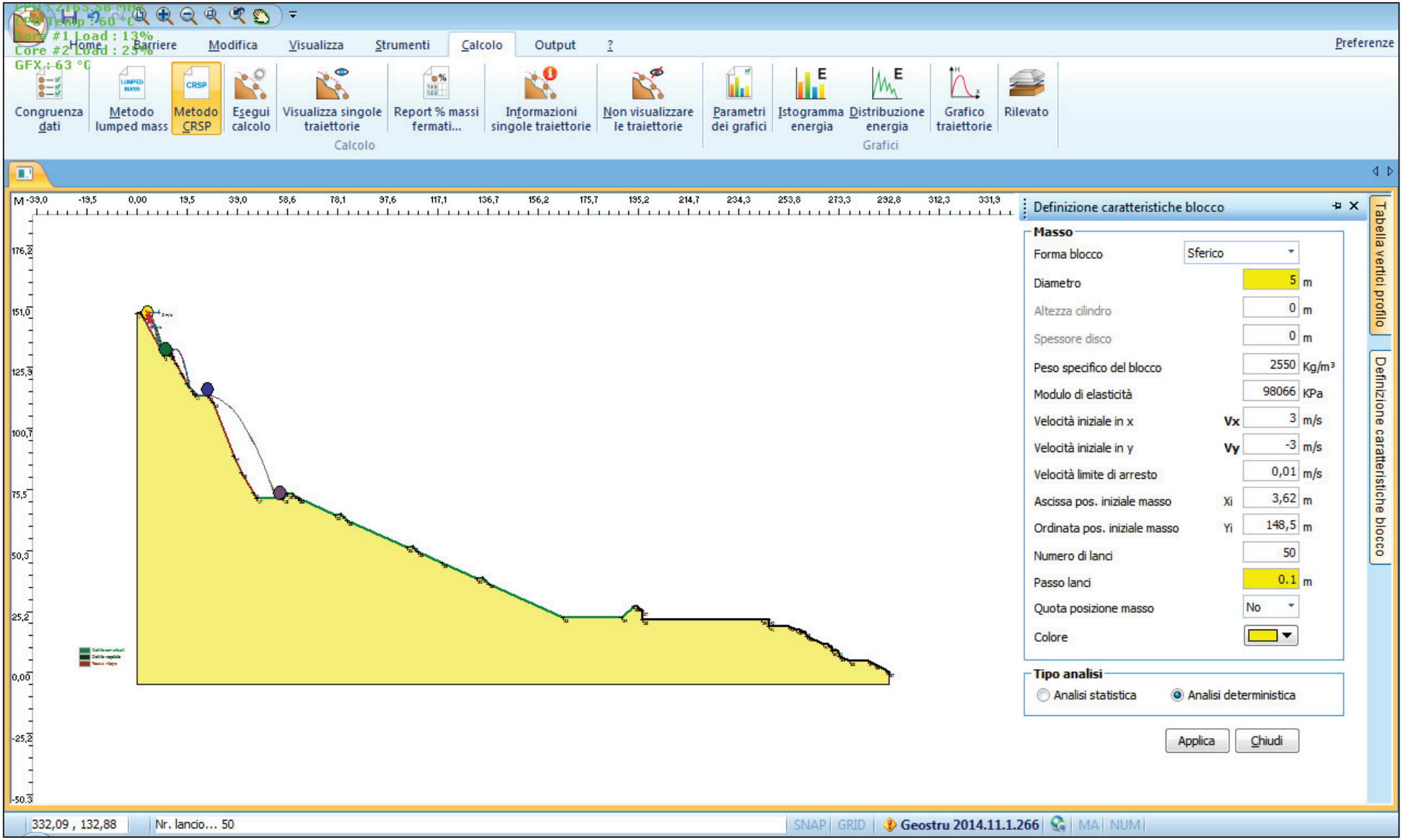


Fig. D.0.2.19 Sezione 7R senza bonifica della zona a monte, masso da 5 metri di diametro. Il masso rimbalza ma poi si ferma sul pendio vegetato.

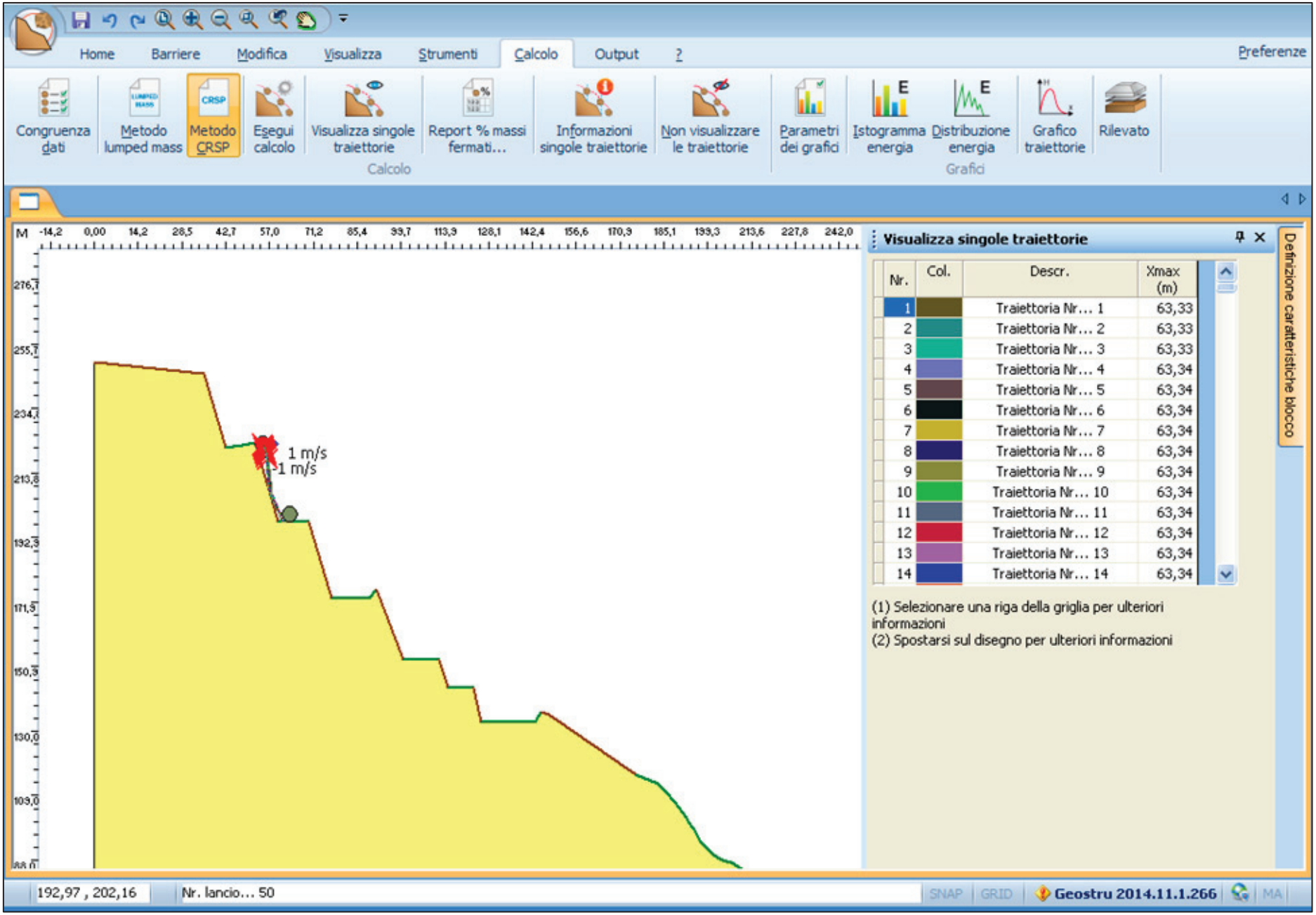


Fig. D.0.2.20: Sezione 8R, masso da 5 metri di diametro, su gradoni alti.

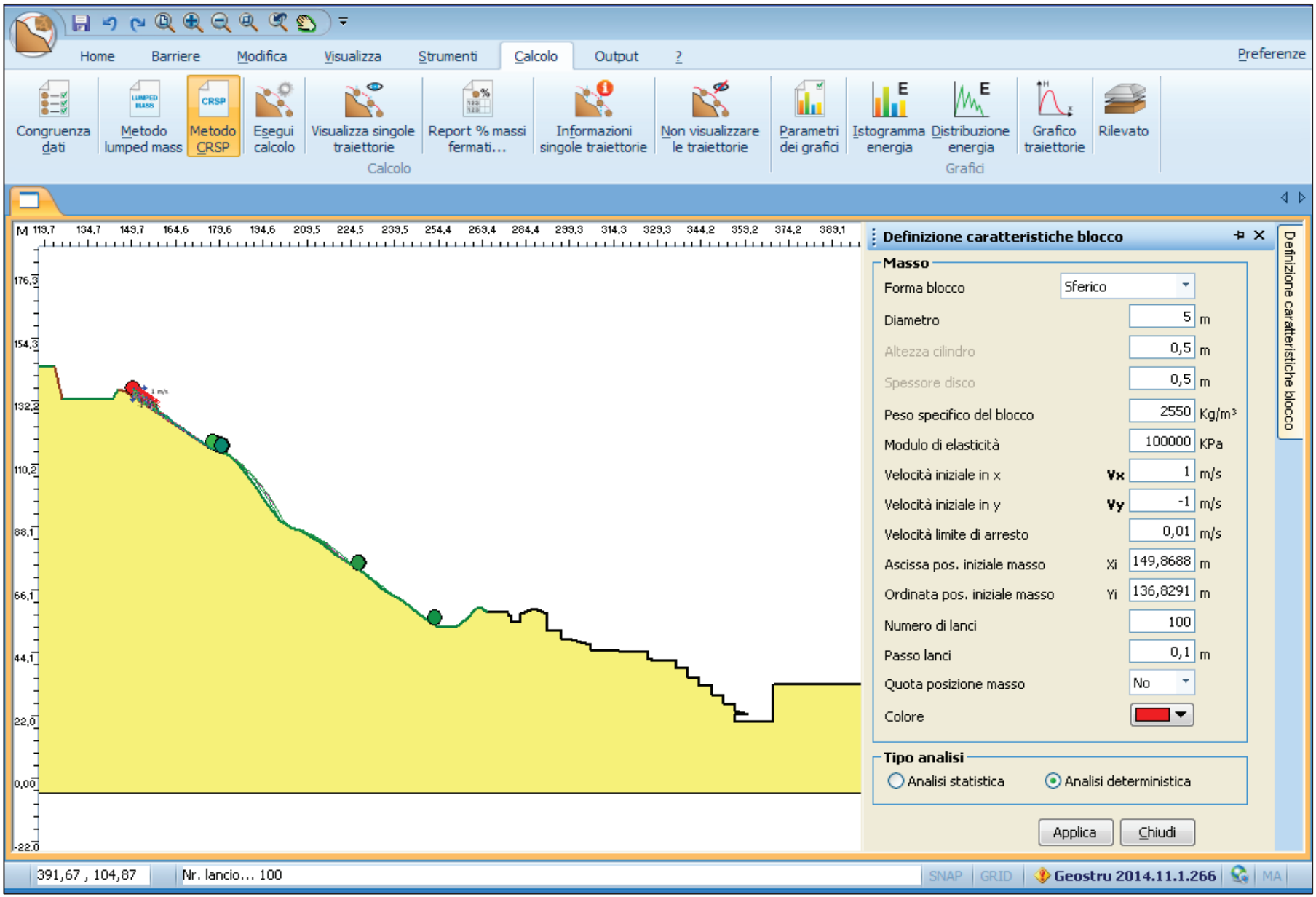


Fig. D.0.2.21: Sezione 8R, masso da 5 metri di diametro sul pendio basso inerbito e piantumato, caso molto improbabile.

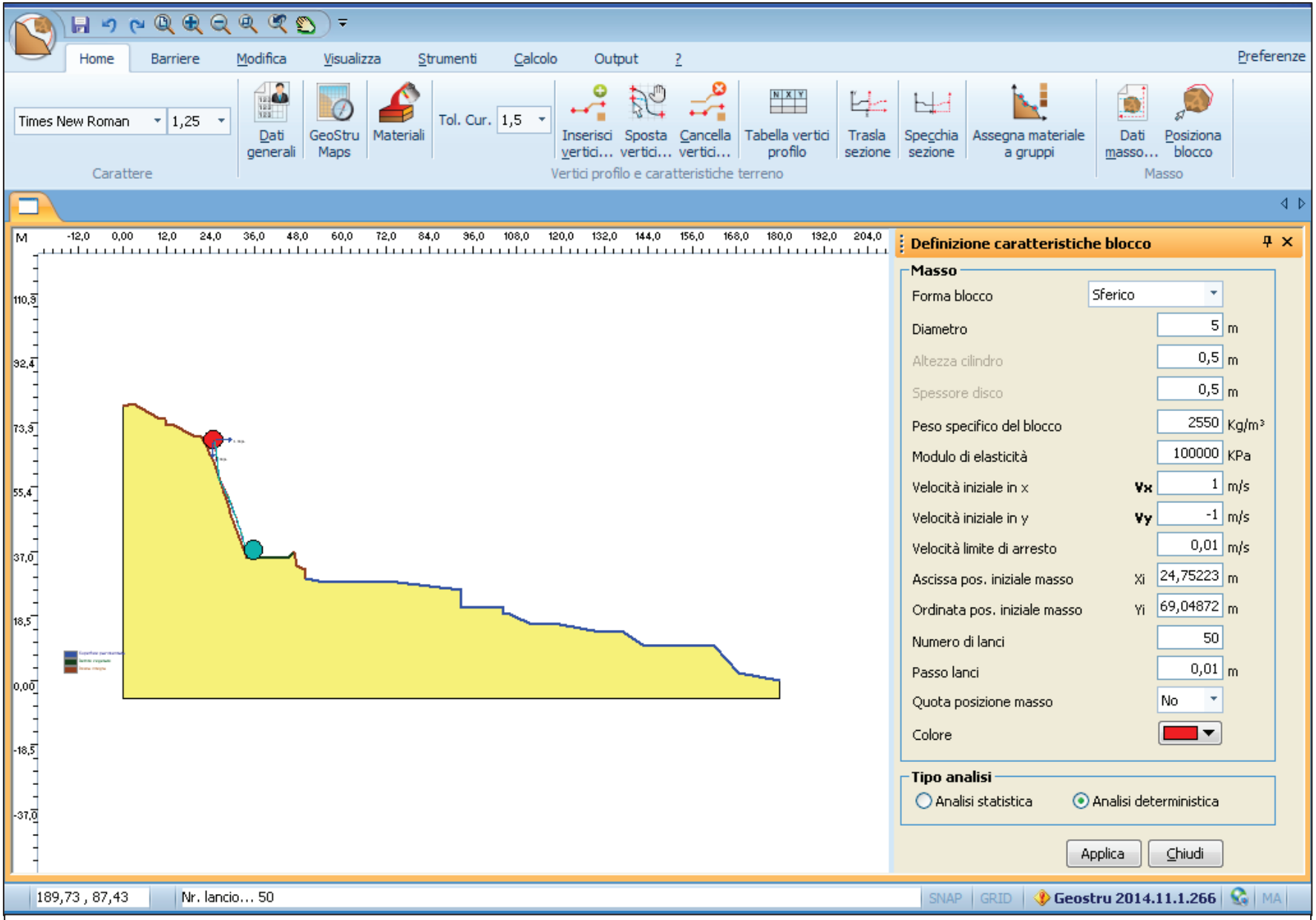


Fig. D.0.2.22: Sezione 9R, masso da 5 metri di diametro in caduta nel tratto più ripido previa bonifica della parete alta.

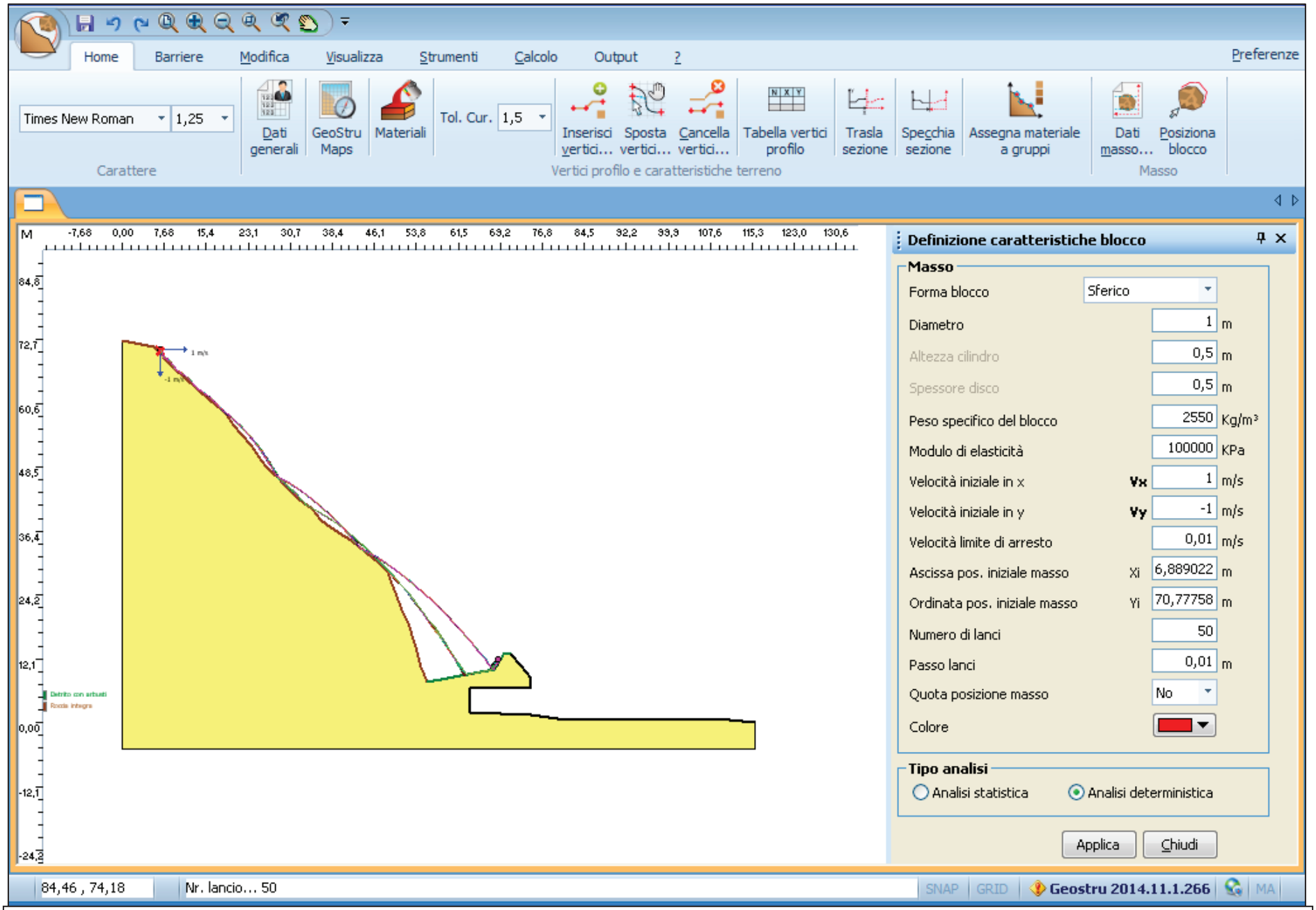


Fig. D.0.2.23: Sezione 10R , masso da 1 metro di diametro, senza bonifica della parete.

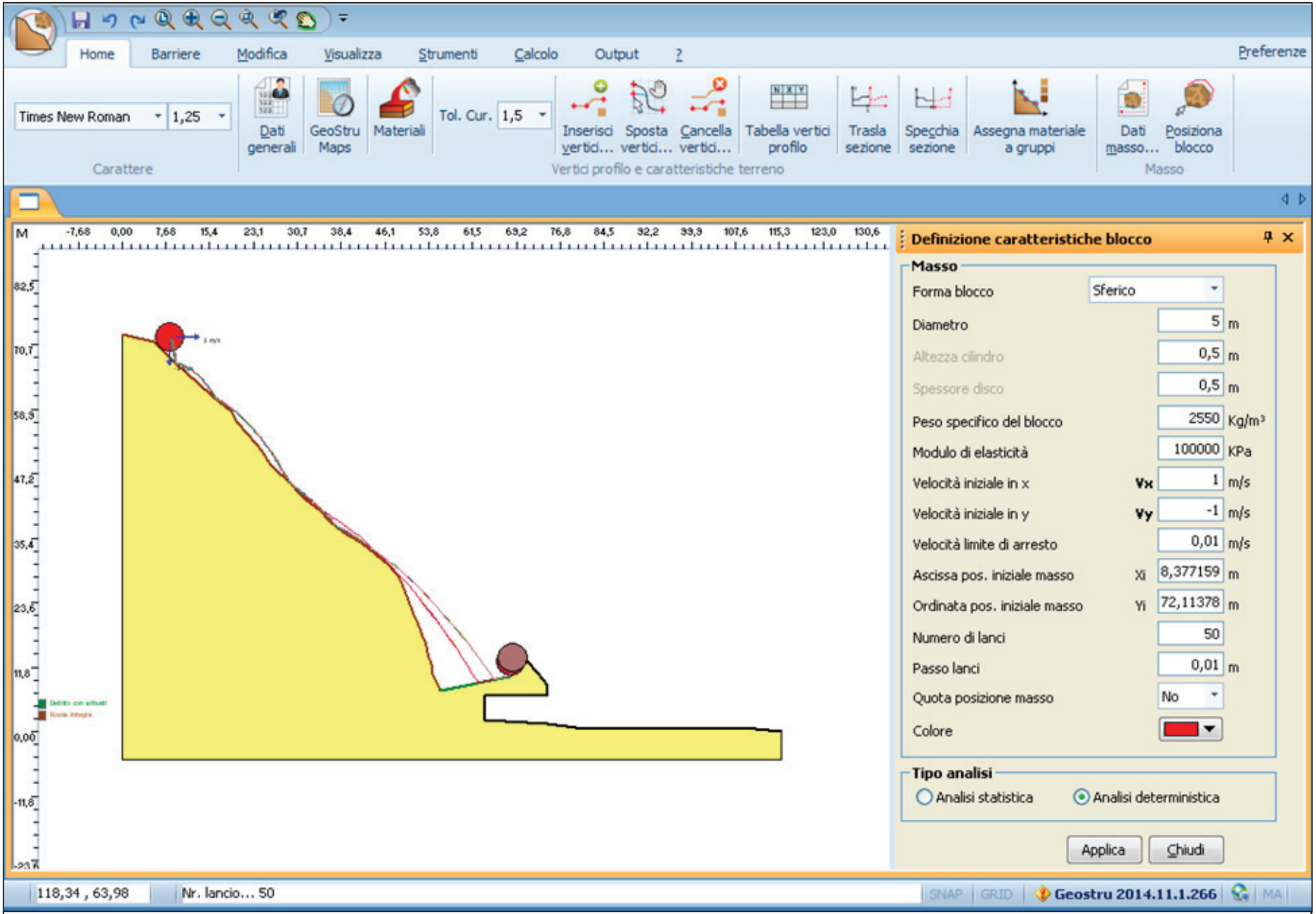


Fig. D.0.2.24: Sezione 10R , masso da 5 metro di diametro, senza bonifica della parete.

D.0.3 Considerazioni sulla bonifica delle pareti del diaframma roccioso

Quesito: “per quanto attiene invece i rapporti delle opere progettate con l’assetto puntuale dei luoghi interessati:
In primo luogo occorre osservare che il nuovo insediamento si sviluppa in posizione ridossata agli speroni rocciosi che limitano verso sud la zona del glory-hole; questi presentano uno sviluppo altimetrico significativo e necessitano della realizzazione di interventi di "messa in sicurezza”. Si ritrovano, in questo modo, analogie con quando già
detto relativamente ai fronti "laterali" di cava e, quindi, si ripropongono le considerazioni già esposte riguardo agli specifici approfondimenti da condursi.”\

Risposta:
Per quanto attiene invece i rapporti delle opere progettate con l’assetto puntuale dei luoghi, si precisa il progetto prevede l’abbassamento di circa 15m del diaframma roccioso a valle del glory-hole ed a monte del palazzetto dello sport e dei fabbricati del lotto 3. Tale diaframma ha una sezione media di 50 m al di sopra di quota 50.

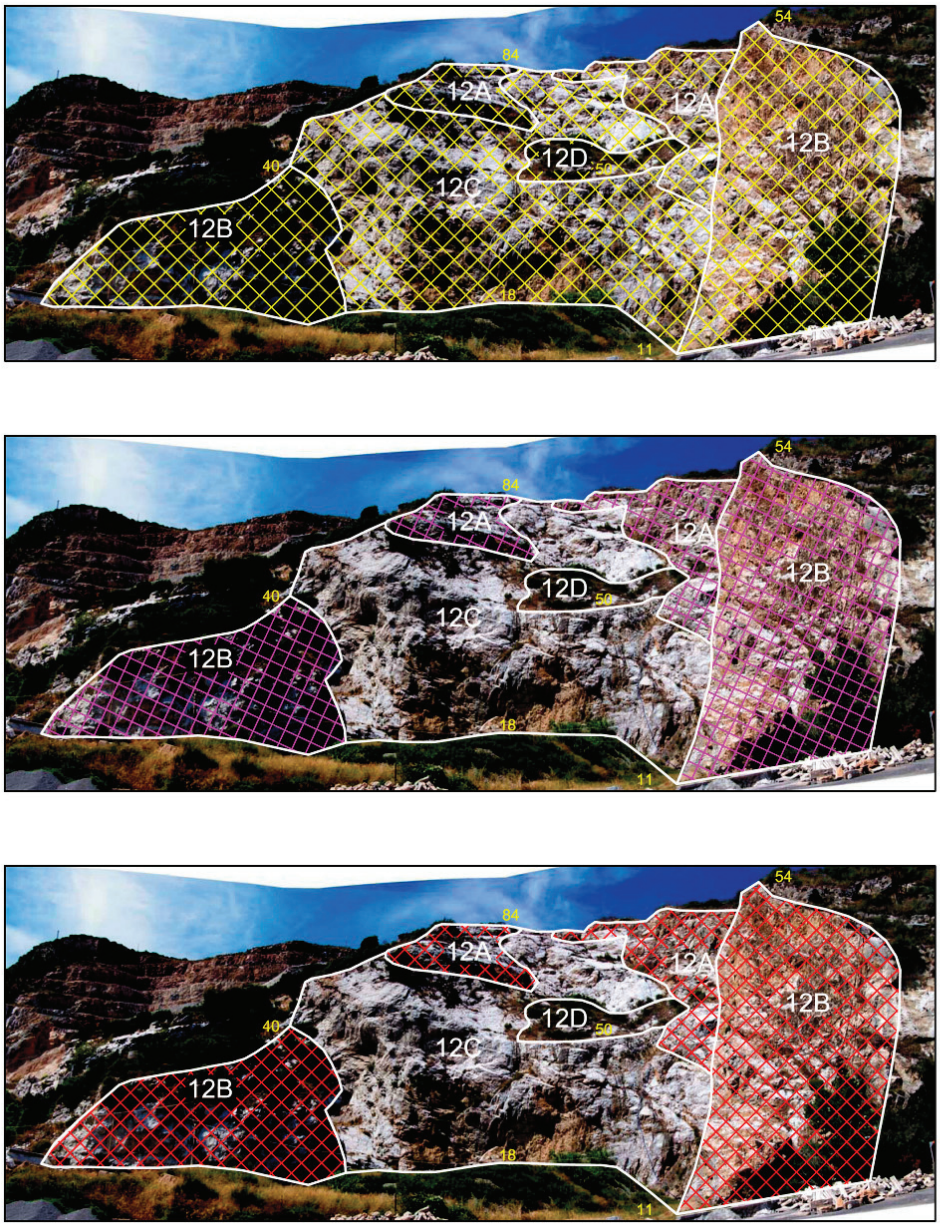
La parete meridionale di tale diaframma sovrastante i fabbricati residenziali avrà quindi altezza compresa tra i 15 ed i 30 m per la parte a forte acclività. La parte sovrastane il palazzetto, dopo un primo tratto a forte acclività, sale con una pendenza di circa 45%.

Lo studio geomeccanico allegato al PUO indica per queste zone, delle quali non era ancora previsto l’abbassamento, un generico disgaggio leggero, il disgaggio pesante solo su alcune aree laterali ed infine, solo su alcuni settori, delle reti armate e chiodature profonde.

Le sezioni interessate sono state analizzate e verificate anche sotto il profilo geotecnico nei seguienti elaborati: C.2.1 (sezioni generali), C.2.5 e C.2.6 (procedure di esecuzione delle opere), C.3.3 (Relazione di calcolo delle verifiche effettuate).



Fig. D.0.3.1: Panoramica dell'anfiteatro del Palazzetto visto da Sud la linea gialla indica la quota del tetto del palazzetto, quella rossa il limite della "scapitozzatura".
Le opere di bonifica e consolidamento riguardano la parte più superficiale allentata, poiché il diaframma roccioso è nel suo complesso pochissimo allentato, come è stato possibile verificare nelle gallerie che lo attraversano.



Disgaggio leggero

Aree in cui effettuare il disgaggio leggero

Disgaggio pesante.

Aree in cui effettuare il disgaggio pesante

Chiodature profonde (5-15 m) selettive, reti armate estese e pannelli fune localizzati.

Reti armate, pannelli fune, chiodature profonde

Da eseguire solo se l'area sottostante sarà insediata.

Fig. D.0.3.2: Zonizzazione degli interventi proposti sulla parete retrostante il palazzetto dello sport.



Fig. D.0.3.3: Le opere di bonifica e consolidamento riguardano la parte più superficiale allentata, poiché il diaframma roccioso è nel suo complesso pochissimo allentato, come è stato possibile verificare nelle gallerie che lo attraversano.

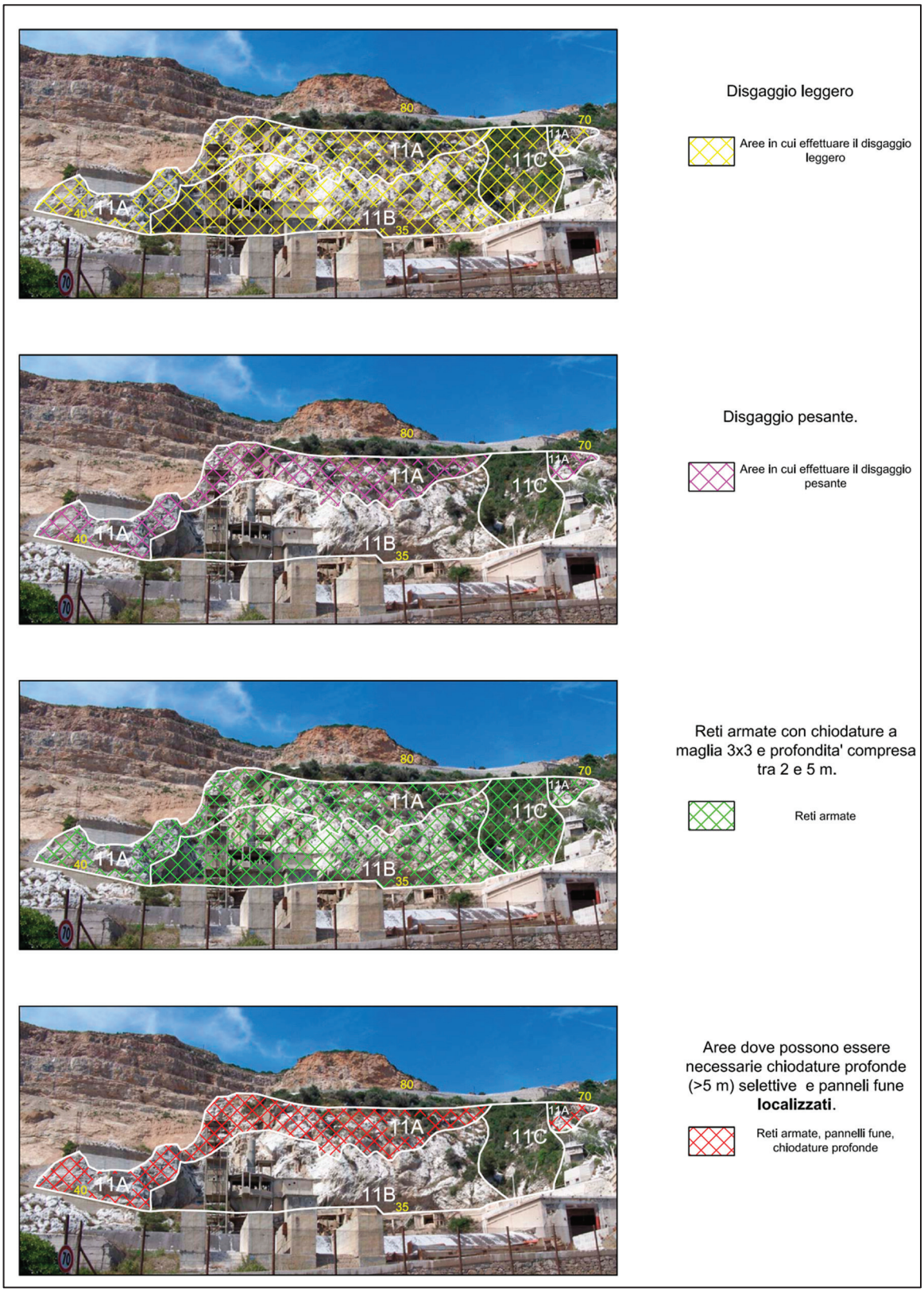


Fig. D.0.3.4: Zonizzazione degli interventi proposti sulla parete retrostante il lotto 3.

D.0.4. - verifica dell'interferenza del progetto con le gallerie esistenti all'interno della cava.

Quesito:

A tal riguardo, rilevandosi che i setti rocciosi sono anche interessati dal tracciato delle gallerie di servizio del glory-hole presso il cui sbocco, secondo quanto appare dal layout progettale, saranno realizzati gli edificati del Lotto 1 ed il Palazzetto delio Sport, appare necessario che tale interferenza venga meglio definita ed esplicitata sia a livello grafico, cioè nelle sezioni di progetto, sia in termini di analisi delle possibili problematiche sia di predisposizione di situazioni rimediali.

Risposta:

D.0.4.1) schema generale

Le gallerie sono state nuovamente ispezionate dagli scriventi, aggiornando le osservazioni del geom. Gianluca Caré e sono stati riportati nell'allegato grafico D.1 in tavola separata sia la posizione delle gallerie, con alcune integrazioni rispetto ai precedenti elaborati, sia i loro rapporti planimetrici ed altimetrici con gli interventi.
Le gallerie possono essere suddivise per maggior chiarezza in tre gruppi.

a) Galleria FF.SS. In servizio (lettera “F” dello schema allegato), trattata separatamente al punto D.0.8;

b) gallerie lato estremo Ovest, che sono rappresentate da una galleria ex polveriera al piede della parete che recinge un piazzale nell'anfiteatro di cava occidentale al piede della Grotta del Principe, da lungo tempo abbandonato e da una galleria ex magazzino in prossimità della strada di accesso a detto piazzale che non interferiscono con l'intervento (nn. 1 e 2).

c) le gallerie legate all'alimentazione degli impianti nella zona centrale della cava, in connessione o meno con il Glory Hole, ma tutte relative alla movimentazione dei materiali verso la fornace (nn. 3-4-5-6-7);

d) la grande galleria a Est degli impianti, a quota piazzale (n. 8);

e) le vecchie scuderie (n.9);

f) le grandi gallerie lato Est quali: la galleria ferroviaria al servizio della cava, la galleria Anas abbandonata, la galleria Anas Nuova, che rientrano nel perimetro di P.U.O. (nn 10-11-12).

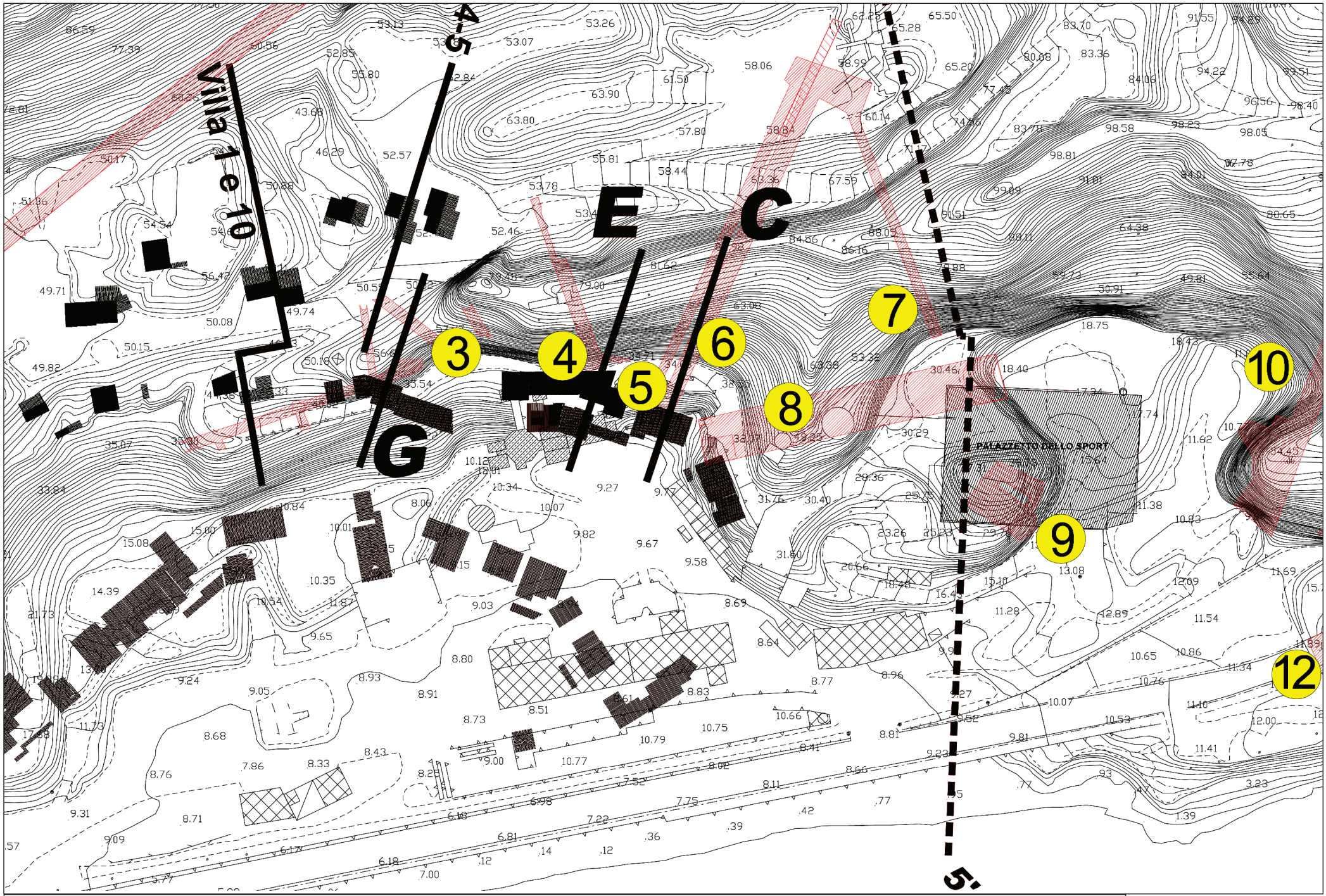


Fig.D.0.4.1: Localizzazione delle gallerie e dei manufatti, alla scala 1:1000 (in formato A3).

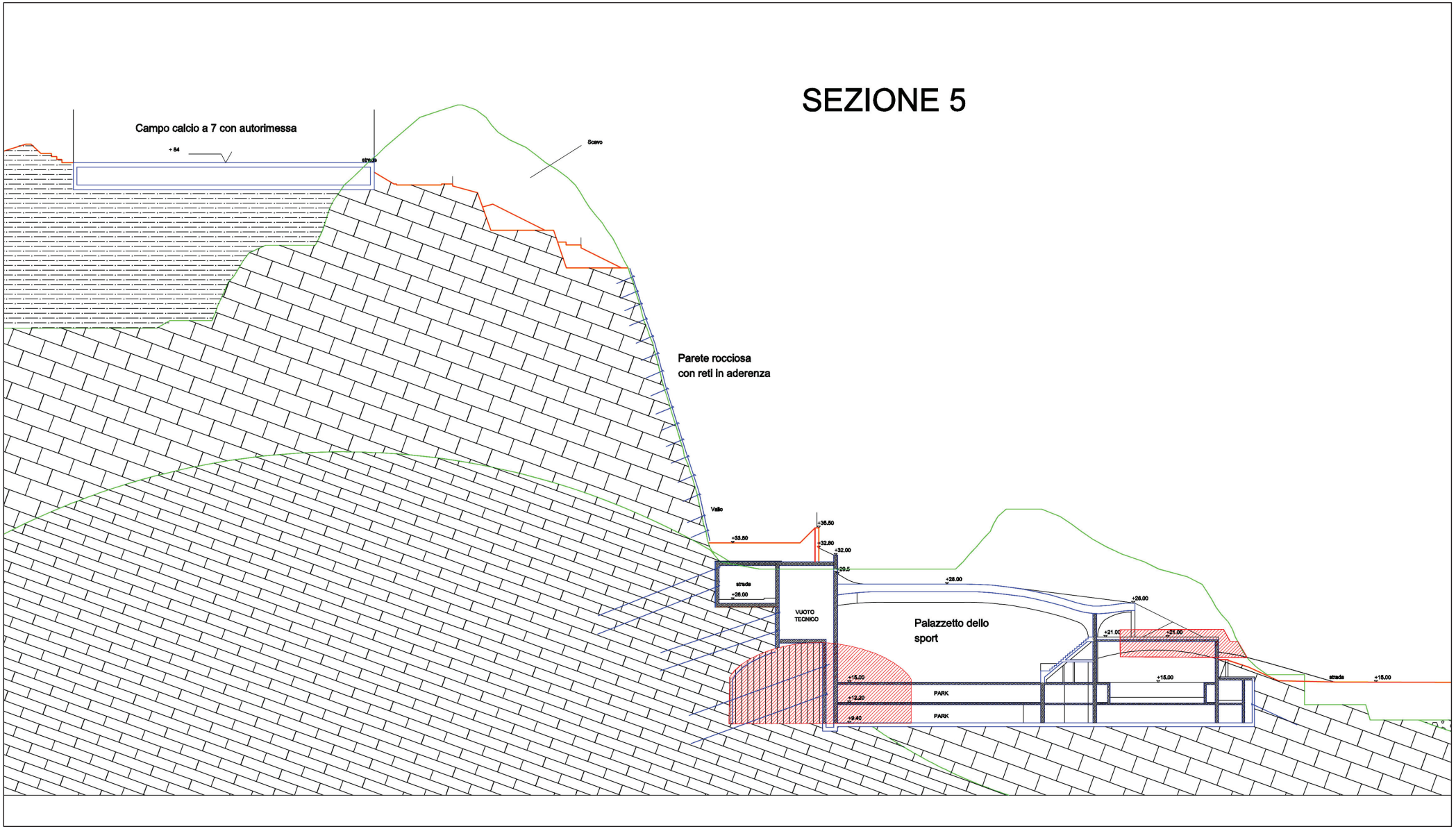


Fig. D.0.4.2 Interferenza delle gallerie con la zona del palazzetto: la vecchia scuderia sarà eliminata, mentre la grande galleria verrà troncata per 15 metri e sostenuta da quattro diaframmi tirantati (scala 1:500 se in formato A3).

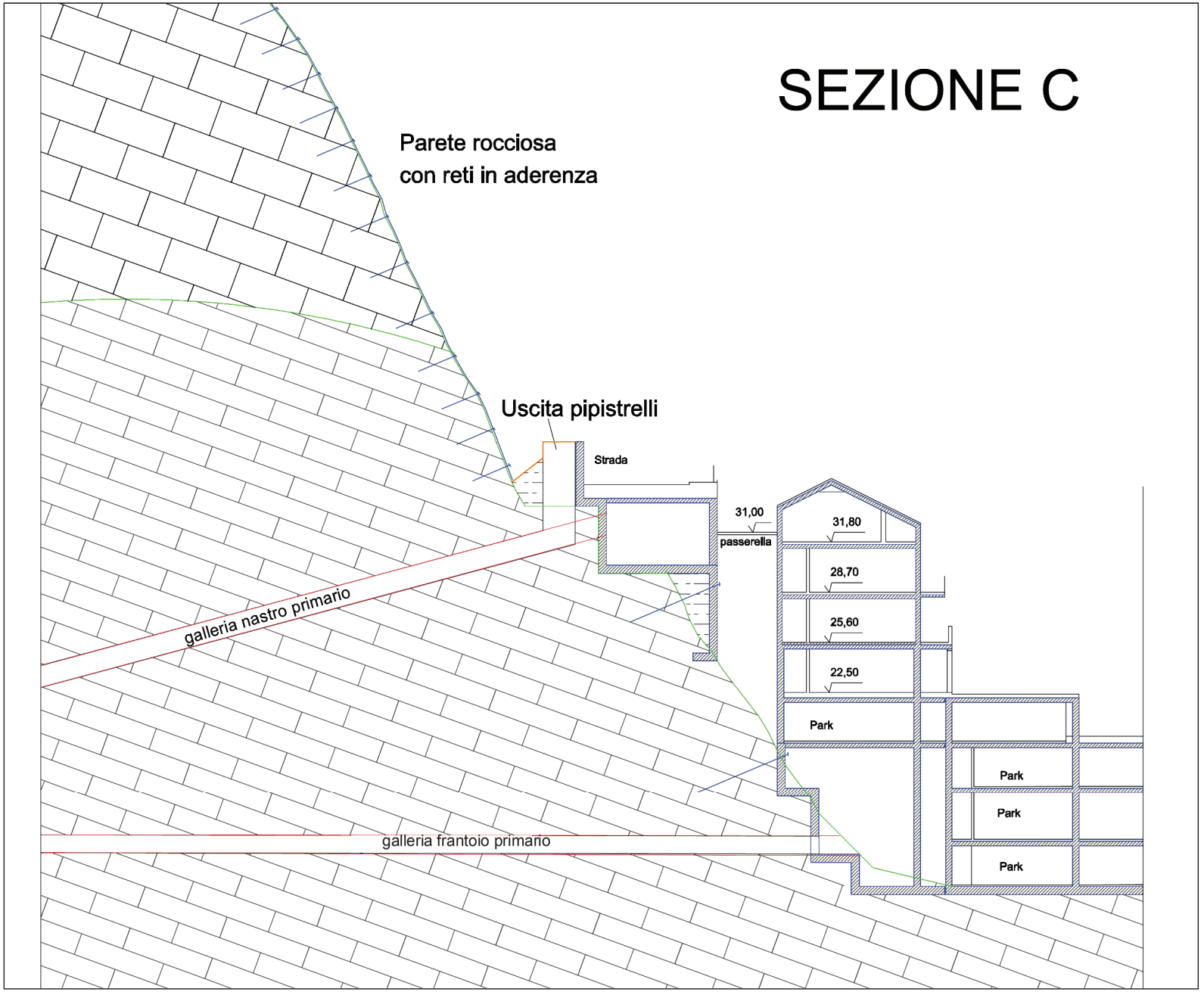


Fig.
D.0.4.3
(scala 1:500 se in formato A3).

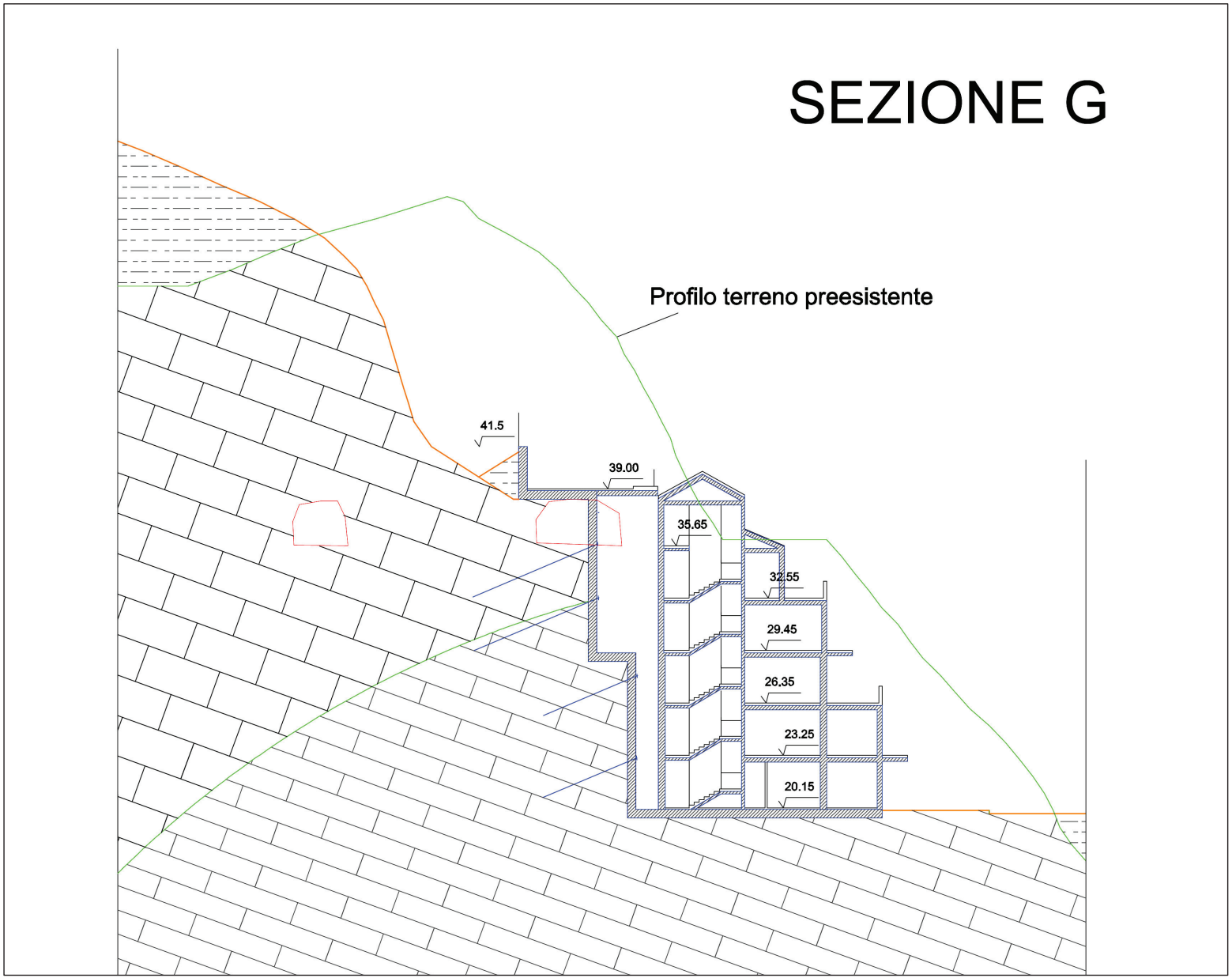


Fig.
D.0.4.4
(scala 1:500 se in formato A3).

SEZIONE VILLA 4-5

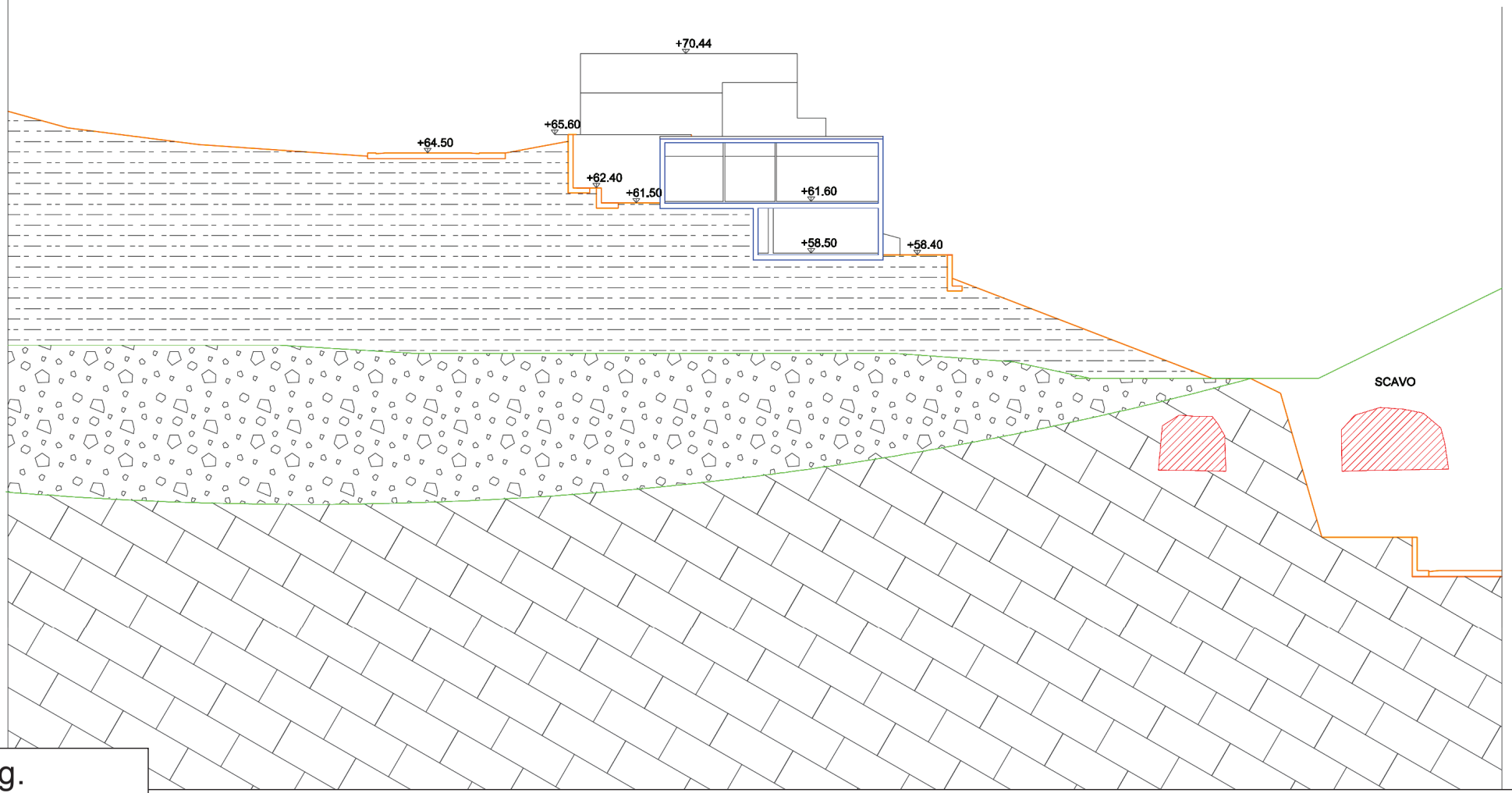


Fig.
D.0.4.5
(scala 1:500 se in formato A3).

SEZIONE VILLA 1-10

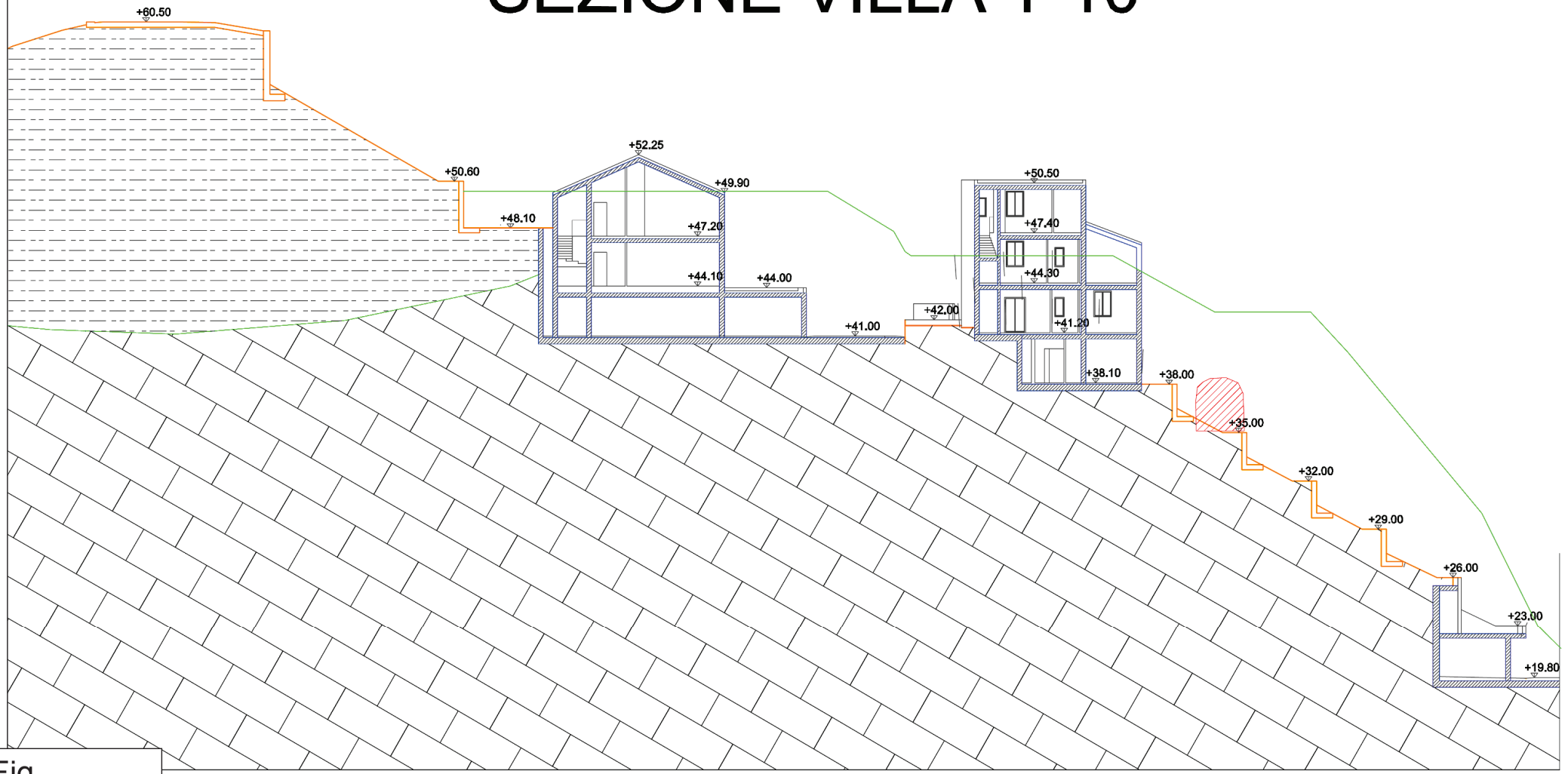


Fig. D.0.4.6
(scala 1:500 se in formato A3).

SEZIONE E

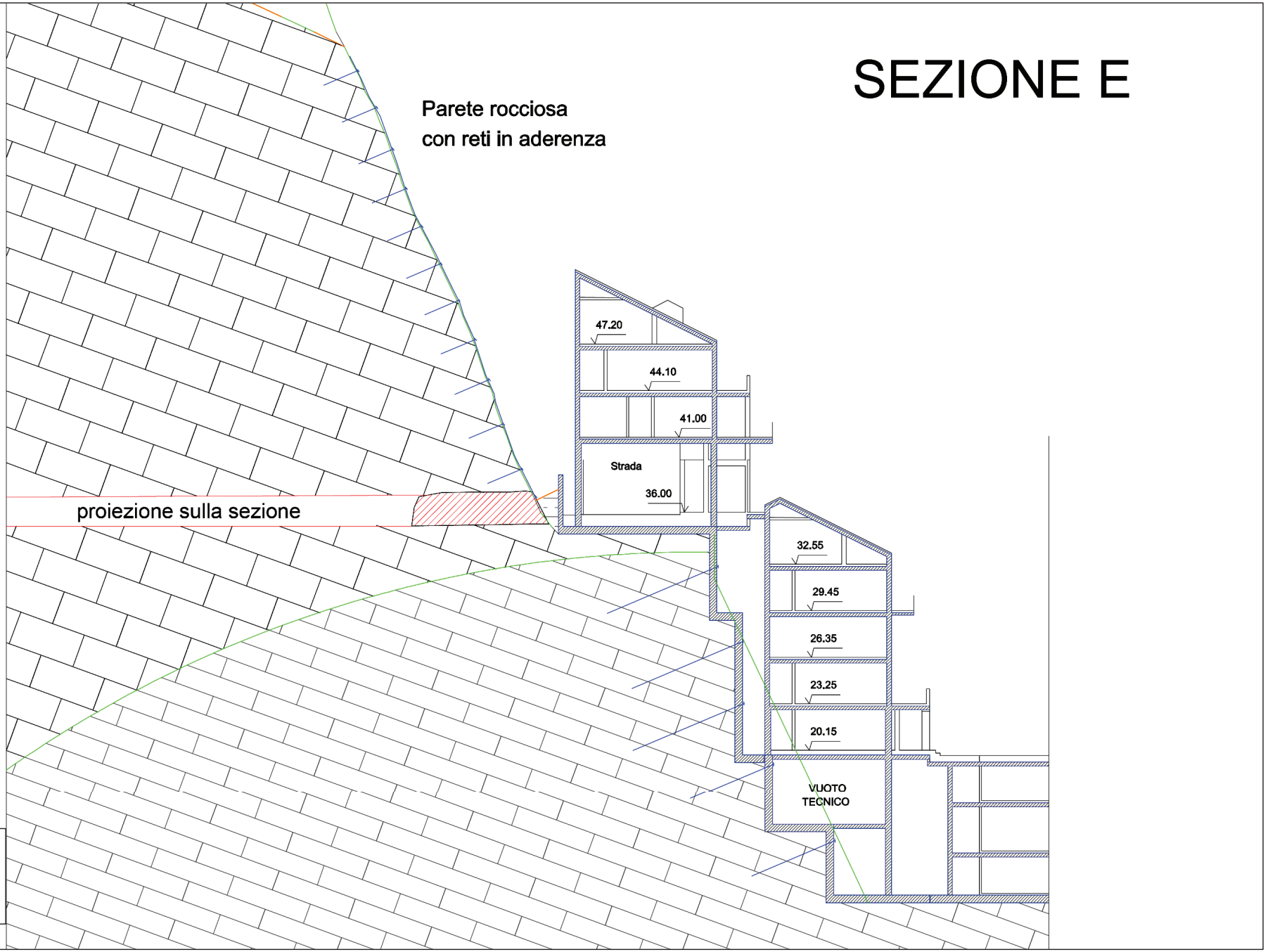


Fig.
D.0.4.7
(scala 1:500 se in formato A3).

-Galleria 3-Ovest: è una galleria con direzione circa Est-ovest, sezione media 3x3 circa, lunga 68 metri con una finestra lato sud a circa 11 metri dall'ingresso Est, ancora aperta anche se in parte otturata, un'altra finestra, sempre lato sud a 32 metri dall'ingresso otturata ed una terza finestra ora otturata a 19 metri da questa. Lo sbocco Ovest è ancora pervio, ma quasi completamente otturato dai detriti scaricati dall'alto. A 10 metri dall'ingresso vi è una diramazione perpendicolare alla montagna di circa 20 metri occlusa al termine da detriti scaricati dall'alto. Tutte le gallerie sono sane; quello che può sembrare un "fornello" a metà galleria è invece uno scarico abbandonato di una tramoggia. Verrà tutta eliminata con il rimodellamento del versante.

-Gallerie 3-centro ed est) Sono altre due piccole gallerie, sempre a quota 35 circa, orizzontali, con orientamento SE-NW circa, anch'esse del tutto sane. Saranno troncate anch'esse ed in gran parte eliminate.

Le tre gallerie interferiscono in modo poco significativo con il progetto di edificazione, come si evince dagli schemi derivati dalle sezioni Villa 1 e 10 e sezione "G".

E' evidente che, pur senza alcun timore di pericoli, stante la dimensione delle gallerie, di circa 3x3 metri di sezione, assolutamente sane, prima della fase esecutiva sono prescritti quattro sondaggi per ogni villa per accertare la presenza o meno di discenderie o pozzi verso le gallerie, eventualmente non individuati, sondaggi ora prematuri poiché il diaframma deve ancora essere rimodellato.

Eventuali vuoti saranno potranno essere facilmente colmati con detrito di pezzatura medio-grande iniettato poi per ricostituire la continuità della roccia.

-Galleria 6: lunga circa 45 metri, ubicata proprio di fronte alla ex fornace, sempre a quota 35 circa, era attrezzata per il trasporto con carrelli Decauville il materiale spillato da tramogge, provenienti dall'area del futuro Glory Hole .

Non interferisce con il progetto.

- Gallerie 4-5-7: dette galleria "Nastro frantoio primario", galleria "frantoio primario" e discenderia "frantoio primario", sono un complesso di gallerie molto interessanti sotto l'aspetto di "archeologia industriale" che **non vengono interessate** direttamente dal progetto. Verranno solo raccordate con l'esterno per consentire la libera circolazione dei chirotteri.

Fanno tutte capo ad un camerone posto a quota circa 11 m alla base della montagna, ed a circa 90 metri dal piazzale inferiore; è alto circa 11 metri, con una base di 11x24x7x24 metri.

Detto camerone contiene il vecchio frantoio primario, ancora in sito, e vi confluiscono le tre gallerie citate; era collegato alla base del Glory Hole, una depressione ad imbuto che partiva da un piazzale retrostante al diaframma roccioso, a circa 50 metri di quota, scendeva a poco meno di 40 metri e con un pozzo di circa 20 metri arrivava al

Vediamole con un breve dettaglio.

- galleria di base, n.5 dello schema: è una galleria che parte dal grande piazzale degli impianti a quota di poco superiore ai 10 metri e mantenendosi orizzontale entra al centro della parete sud del camerone (indicata con il n. 5).

- La discenderia, n. 7 dello schema, Un'altra galleria parte da sud, a monte zona dove sorgerà il palazzetto dello sport ed è una discenderia di circa 60 metri che va da quota 30 circa alla base del camerone, a 10 metri di quota (indicata con il n. 7 nelle nostre mappe).

- La galleria nastro primario, n. 5 dello schema posta a Ovest delle precedenti, risale dal camerone da quota 12 circa verso i vecchi impianti dove fuoriesce a quota 33 circa ed alloggiava un nastro trasportatore, ancora in parte in sito, che saliva sino alla quota 35. Da questa galleria, a 14 metri dalla base, si diparte sul lato est una scalinata che porta ad un'altra serie di gallerie che passano sopra il camerone ed arrivavano alla base del pozzo Glory Hole per eseguire in relativa sicurezza operazioni di disincastro eventuale di massi bloccati nel pozzo.

Il progetto non interferisce minimamente con tutte queste gallerie, (sempre di sezione modesta, escluso il camerone, dell'ordine di 3x3 o 2,5x2,5 m) avvicinandosi solo ad esse che verranno attrezzate per consentire il transito dei chirotteri.

Sono tutte gallerie perfettamente integre.

- La grande galleria a quota 10 metri tra il piazzale ed il fronte est.

Questa galleria (n. 8 della mappa) collegava il piazzale principale al fronte Est, dove ci si propone di realizzare il palazzetto dello Sport, forse costruita quale via di collegamento diretta tra gli impianti e la zona di levante quando, negli anni '60 vi era l'intenzione di abbattere il promontorio per creare la cosiddetta "pianura della Caprazoppa".

E' lunga circa 80 metri. Ha una larghezza di più di dieci metri con due ampi portali in calcestruzzo sul lato ovest di cui quello sud solo predisposto poiché un breve tratto di galleria non è stato scavato. I portali mettono in completa sicurezza la parete ovest mediante speroni verticali sempre in calcestruzzo.

E' complessivamente molto integra, malgrado la forma anomala l'assenza di rivestimento, con solo un modestissimo "fornello" nella zona mediana.

Lo scavo per il palazzetto dello sport ne troncherà la parte terminale verso Est, per circa 15 metri, asimmetricamente, sarà quindi necessario tagliarla perpendicolarmente al suo asse per non comprometterne la sicurezza. E' un lavoro senz'altro fattibile senza particolari problemi, fa parte delle operazioni di predisposizione dell'area, come il resto degli scavi. Nello studio geotecnico sono state analizzate e verificate le opere di sostegno necessarie, costituite da 4 etti trasversali, che ridistribuiscono i carichi della volta nel tratto in questione. Si vedano a riguardo la sezione 5 e gli elaborati C. 2.1, C.2.5 e C.2.6 .

Lo sbocco occidentale della galleria non è interessato da alcun intervento.

- le vecchie scuderie sotterranee (n. 9 della mappa).

Sono due piccole sale con accesso a quota 13 circa, con una superficie complessiva di poco più di 250 metri quadrati, per un'altezza tra 3 e 3,6 m.

Se il palazzetto verrà costruito nella posizione prevista, dovrà essere completamente asportata.

D.0.1.4 - le grandi gallerie lato Est.

La galleria ferroviaria al servizio della cava, la galleria Anas abbandonata, la galleria Anas Nuova, e la galleria rifugio antiaereo, che rientrano tutte nel perimetro di P.U.O. sono state ampiamente illustrate nelle precedenti relazioni e ad esse si rimanda.

Delle due gallerie inutilizzate, quella dell'ex-ferrovia di cava rimarrà abbandonata e chiusa con un portale adeguato. La galleria ex-Aurelia sarà riutilizzata, secondo il progetto che sarà concordato con l'ANAS. Si ricorda solo che sono tutte gallerie perfettamente integre dopo oltre un secolo di esercizio.



Figg. D.0.4. 8 e 9: imbocco ed interno della galleria occidentale del gruppo n. 3





Fig. D.0.4.10: imbocco della galleria centrale ed orientale del gruppo n. 3.



Fig. D.0.4.11: imbocco della galleria centrale del gruppo n. 3.



Fig. D.0.4.12: interno della galleria orientale del gruppo n. 3: non si tratta di un fornello ma di materiale scaricato dall'alto.



Fig. D.0.4.13: gli imbocchi della galleria n. 6, vista ravvicinata.



Fig. D.0.4.14: imbocchi della galleria n. 6 e punto di uscita della galleria nastro primario



Fig. D.0.1.15: imbocco principale della galleria n. 6.



Figg. D.0.4.16 e 17: interno della galleria n. 6





Figg. D.0.4.18 e 19: il silos del frantoio primario che alimentava il nastro omonimo. e la galleria orizzontale che va dal camerone al piazzale.





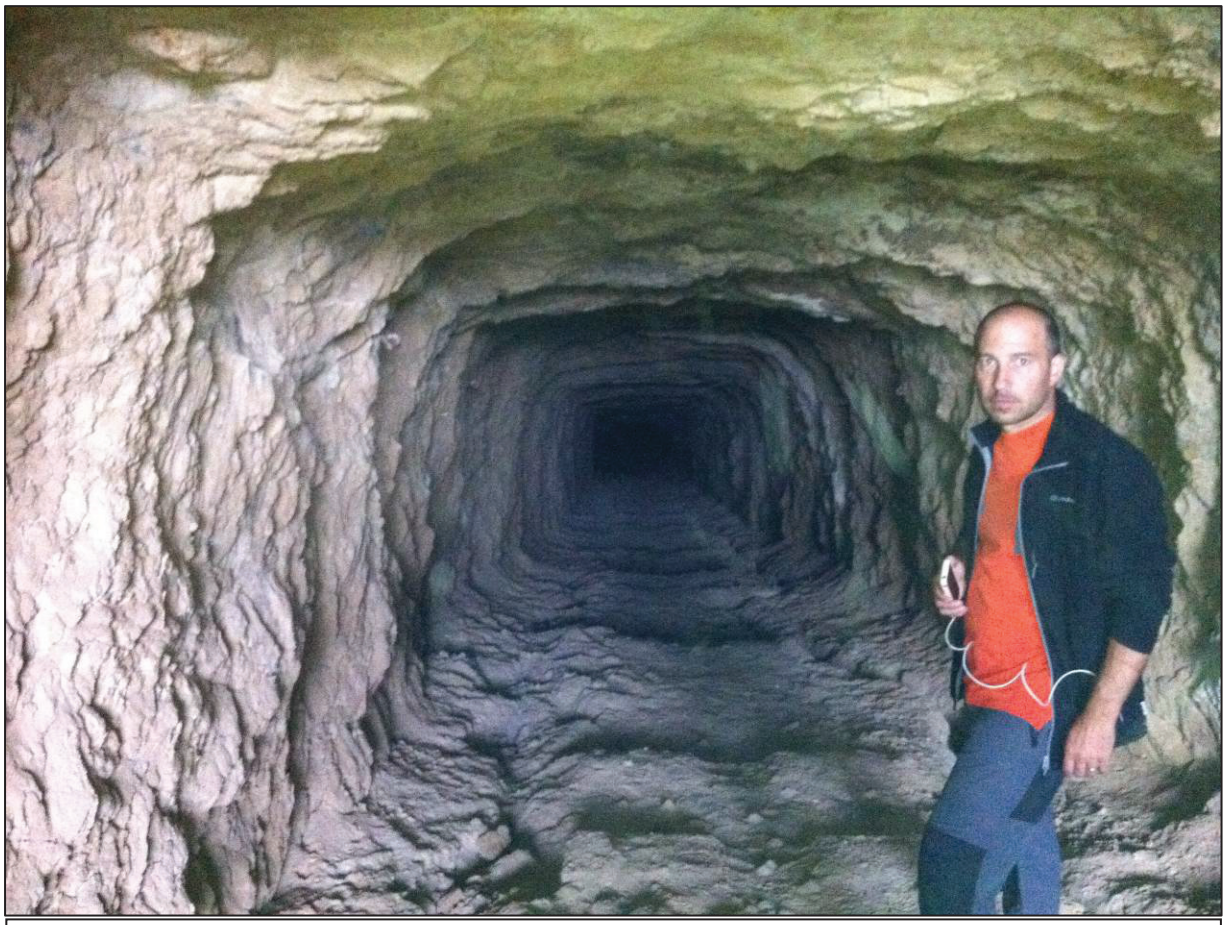
Figg. D.0.4 .20 e 21: la galleria con il nastro proveniente dal frantoio primario e la fuoruscita della stessa verso gli impianti.





Figg. D.0.4.22 e 23: l'ingresso ed il tratto iniziale della discenderia verso il frantoio primario.





Figg. D.0.4.24 e 25: l'interno della discenderia e il portale della grande galleria di base.





Figg. D.0.4.26 e 27: l'ingresso e l'interno delle scuderie.





Figg. D.0.4.28 e 29: il fondo delle scuderie e gli ingressi della galleria vecchia ferrovia Ghigliazza.



D.0.5 Aspetti geologici ed idrogeologici della scarpata di neoformazione nel Glory-Hole.

Quesito:

"…Con riferimento alla scarpata di neoformazione prevista a monte della Cittadella dello Sport, costituita verosimilmente con terre di riporto, si rileva inoltre la necessità di svolgere verifiche di stabilità del corpo di rilevato individuando opportuni sistemi di regimazione controllo delle acque superficiali e profonde che si devono raccordare allo schema dei deflussi di nuova urbanizzazione. Nelle verifiche di cui sopra dovrà tenersi anche conto della presenza del vallo al piede, valutandone l'efficacia di contenimento in caso di smottamenti del rilevato."

Risposta

La sistemazione di quest'area prevede un abbancamento di poco più di 600.000 metri cubi, con materiale proveniente in gran parte dalla movimentazione in cava per le riprofilature previste dal progetto.

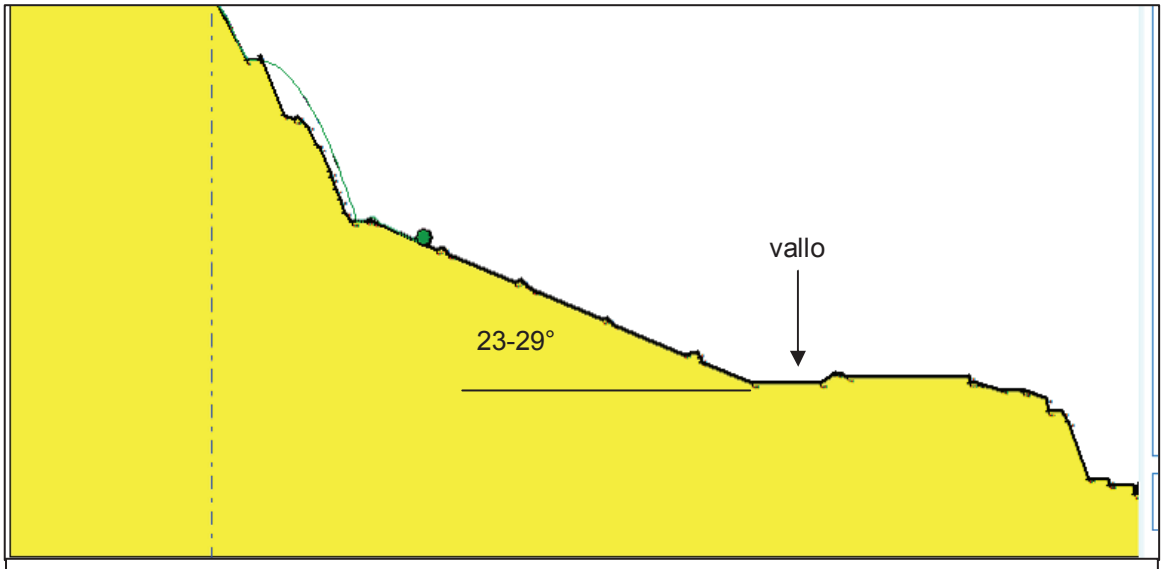


Fig. D.0.5.1: le sezioni attraverso la scarpata di neoformazione ci danno informazioni rassicuranti sulla stabilità della stessa, comunque verificata dai colleghi geotecnici.

Il Glory -Hole è attualmente praticamente vuoto in quanto sono stati asportati tutti i materiali "a magazzino" già in precedenza abbattuti, ottenendo a fine lavori un grande bacino a fondo sostanzialmente pianeggiante.

Questa situazione consente di poter eseguire il nuovo abbancamento con grande cura, compattando il materiale in strati sottili, con dreni in tubi fessurati in HDPE pesante "imballati" in pietrisco e telo di tessuto-non-tessuto o soluzioni equivalenti, indicativamente con piani di drenaggio disposti ogni 10 metri di altezza con maglia dei dreni di circa 15 metri.

Naturalmente tale spaziatura (mutuata dall'esperienza dello scrivente su discariche esistenti che non hanno presentato problemi), va meglio definita con prove sul campo in funzione della permeabilità effettiva dei materiali abbancati, ma è sicuramente ridondante in questo tipo di terreni.

Nelle zone dove sono previsti fabbricati andranno anche effettuate, come prevedono le norme, prove puntuali di carico per verificare il corretto consolidamento dei materiali.

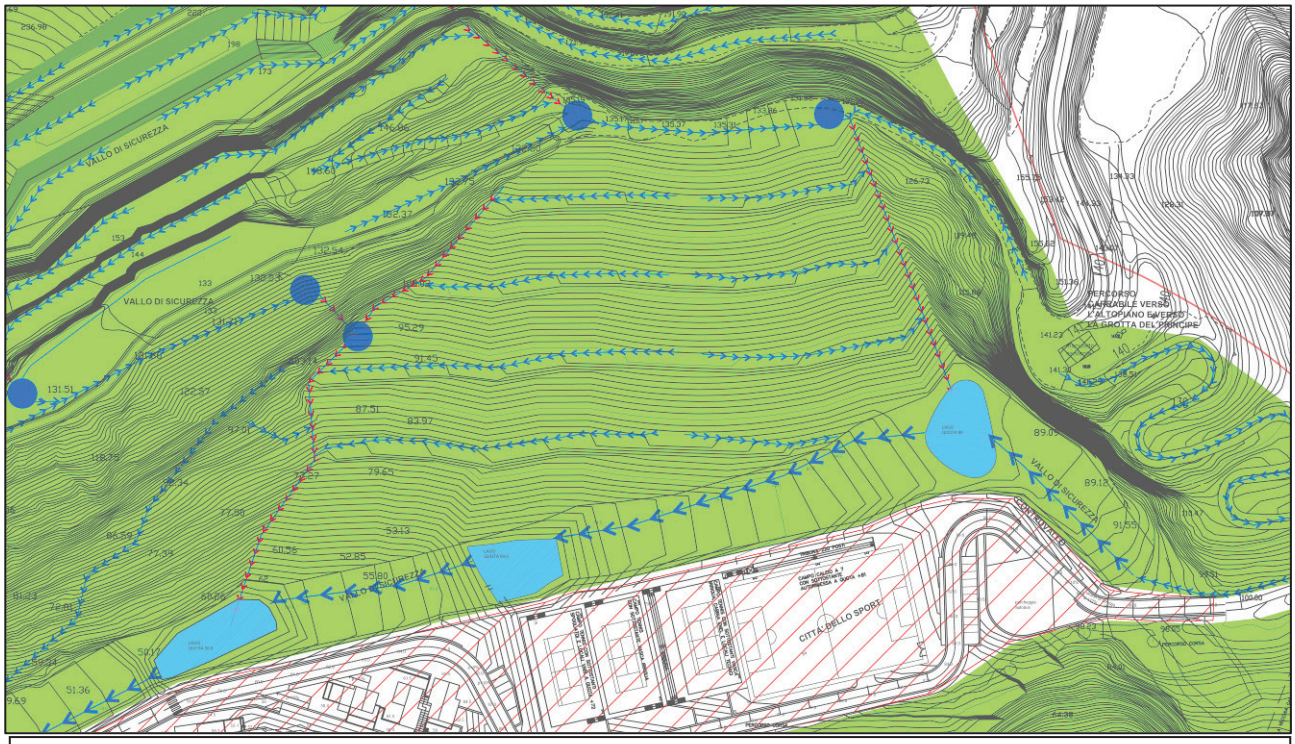


Fig. D.0.5.2: La scarpata di neoformazione ed il fitto reticolo di governo delle acque superficiali. Si noti l'ampiezza del vallo, tale da garantire l'intercettazione di qualunque anomalia sulla scarpata che, si ricorda ha una pendenza di soli 23-29°.

La stabilità del rilevato è stata verificata dai colleghi geotecnici con apposito elaborato C.3.2 e C.3.3, ma, anche se noi lo considerassimo un versante naturale in terreni sciolti, con le pendenze previste molto basse (circa 29°), sarebbe del tutto stabile.

Lungo il versante, nei primi tempi dalla sua realizzazione, quando la vegetazione non si sarà ancora sviluppata, per maggior sicurezza per la difesa dall'erosione sono previste piccole berme con canaletta che interrompano lo scorrimento superficiale. Il vallo al piede può raccogliere fanghi per una capacità di invaso di oltre 10.000 metri cubi.

Per quanto riguarda le verifiche di stabilità del corpo di rilevato, sono stati individuati opportuni sistemi di regimazione e controllo delle acque superficiali e profonde, tali da escludere ogni possibilità di significativo collasso. Si veda l'elaborato grafico D2 allegato.

D.0.6 Le differenze nella cartografia geologica del PUO rispetto al Programma di coltivazione approvato.

Quesito:

"…A riguardo della modellizzazione geologica di progetto: il quadro geologico generale come indicato dalla cartografia geologica di progetto (Carta geologica e relative Sezioni geologiche schematiche) rappresenta un modello (geologico) che è sostanzialmente differente da quello cui fa riferimento il Programma di coltivazione vigente, ed approvato dagli Uffici regionali;"

Risposta

Per lo schema complessivo, e cioè cartografia e sezioni geologiche, sono presenti differenze di rappresentazione per i seguenti motivi:

1) Per quanto riguarda le planimetrie, c'è una differenza nella indicazione delle estensioni delle zone ricoperte da detrito. Nel piano di Coltivazione ci si era dovuti affidare ai rilievi del precedente piano di coltivazione curato dal dott. Giampietro Filippi, presupponendo sotto al detrito una ampia estensione della facies Nocciola (indicata tra parentesi). A quel tempo non era fondamentale indagare la struttura del substrato in quando esso non sarebbe stato interessato dall'escavazione. D'altra parte gli elaborati di PUO sono stati redatti dopo la parziale asportazione dei detriti, che ha consentito di esaminare meglio le caratteristiche geolitologiche dell'estesa superficie di strato, compresa tra quota +50 e +132. Si è pertanto constatato che gli strati affioranti sono molto simili tra loro e sono stati meglio rappresentanti in base alle caratteristiche geomeccaniche;
2) le differenze tra le sezioni interpretative di Piano di Coltivazione e di PUO sono conseguenza dell'aggiornamento planimetrico. Inoltre passano in punti diversi, come evidenziato dagli stralci planimetrici seguenti; più precisamente, nelle sezioni 3 e 4 del Piano di Coltivazione si indicava il substrato come prevalentemente costituito da Calcare di Val Tanarello Nocciola, mentre in realtà si è constatato che il substrato è costituito da un calcare piuttosto compatto e relativamente omogeneo che ci ha spinto a riunire nelle Sezioni di PUO le due diverse facies, salvo situazioni di particolare scistosità. D'altra parte è stato verificato con numerosissimi punti di prova con sclerometro e calcimetrie, che in effetti non vi sono così importanti differenze nel comportamento meccanico dei due orizzonti tali da giustificare una loro separazione.

3) Si è riscontrato un errore materiale in una sezione di PUO: la delimitazione del detrito nel Glory-Hole nella sezione D non è più tratteggiata, come dovrebbe in realtà essere, poiché non sappiamo quanto era stato in precedenza scavato esattamente, anche se le visite nelle gallerie ci dicono che in linea teorica la delimitazione del detrito non dovrebbe scendere sotto quota +50 slm. Non sono stati in allora eseguiti sondaggi a tappeto, l'unico eseguito dava effettivamente la roccia alla quota attesa (sondaggio Isaf) né d'altra parte era di grande rilevanza conoscere esattamente la profondità del substrato.

Nelle pagine che seguono vengono riportati stralci di carta geologica e sezioni di del Piano di Coltivazione della cava Arene Candide approvato e di PUO. Si noterà che in planimetria le carte, fatto salvo il detrito ormai asportato, differiscono solo nella zona messa a nudo.

In sezione (la 3 e la 4 del piano di coltivazione approvato sono state graficamente ribaltate di 180° per favorire il confronto con quelle allegate al PUO. Le sezioni che megliosi possono confrontare per via della vicinanza del tracciato solo le sezioni Be D .

La falda è localizzata di pochi centimetri sopra il livello del mare, stante la grande permeabilità complessiva sia delle formazioni carbonati che dei sedimenti posti sul substrato.

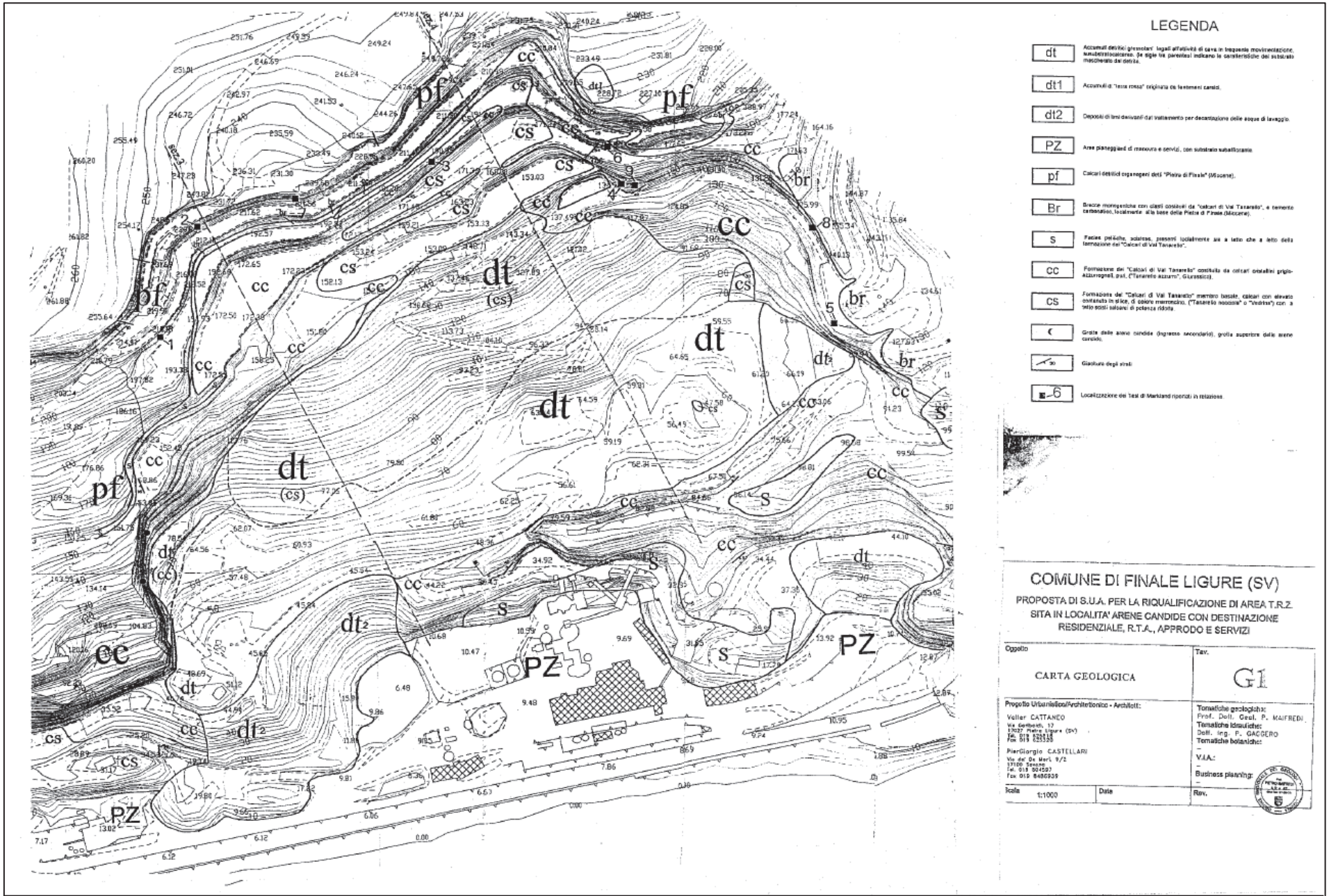


Fig. D.0.6.1: carta geologica del Piano di Coltivazione approvato.

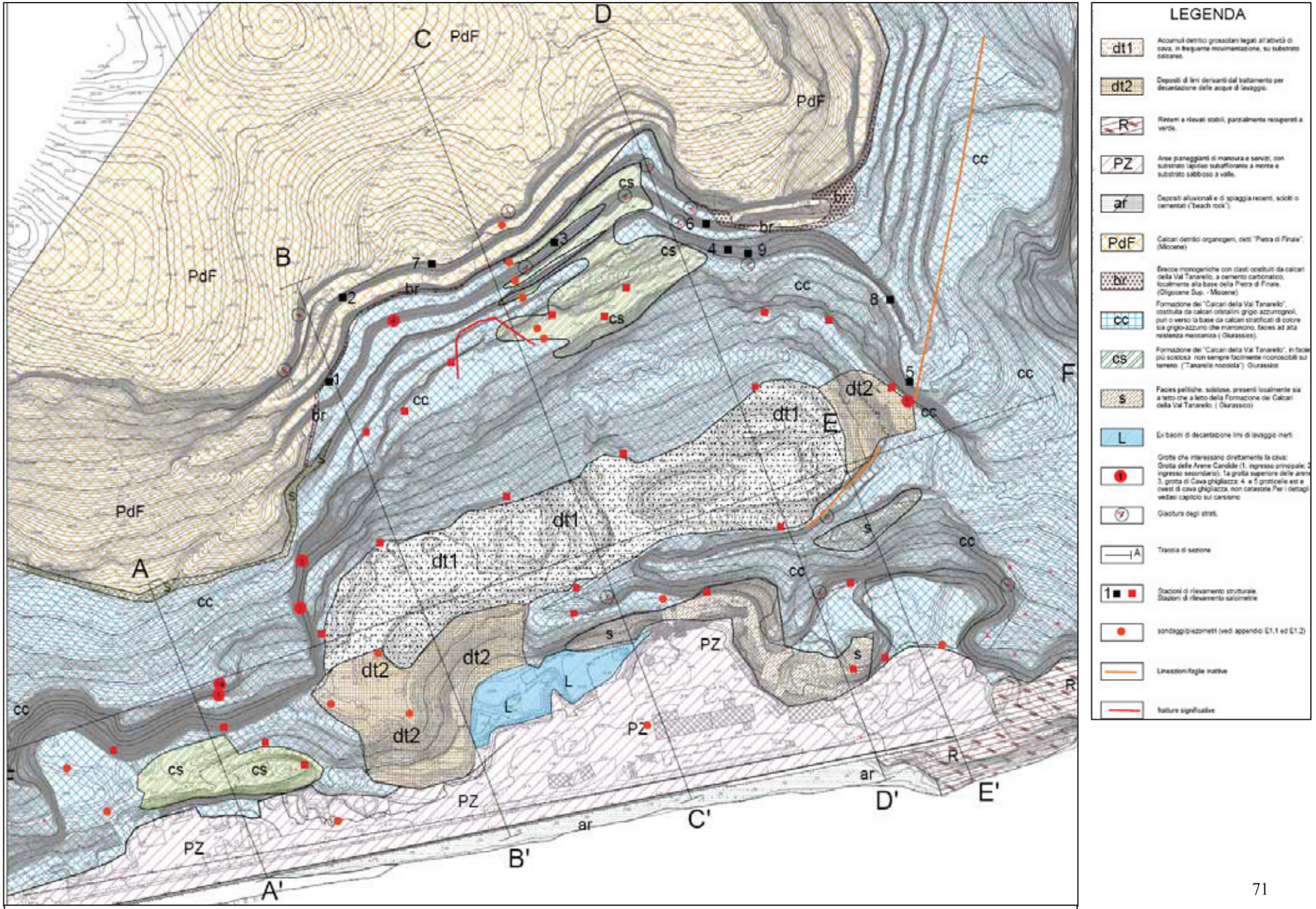


Fig. D.0.6.2: carta geologica del P.U.O. presentato.

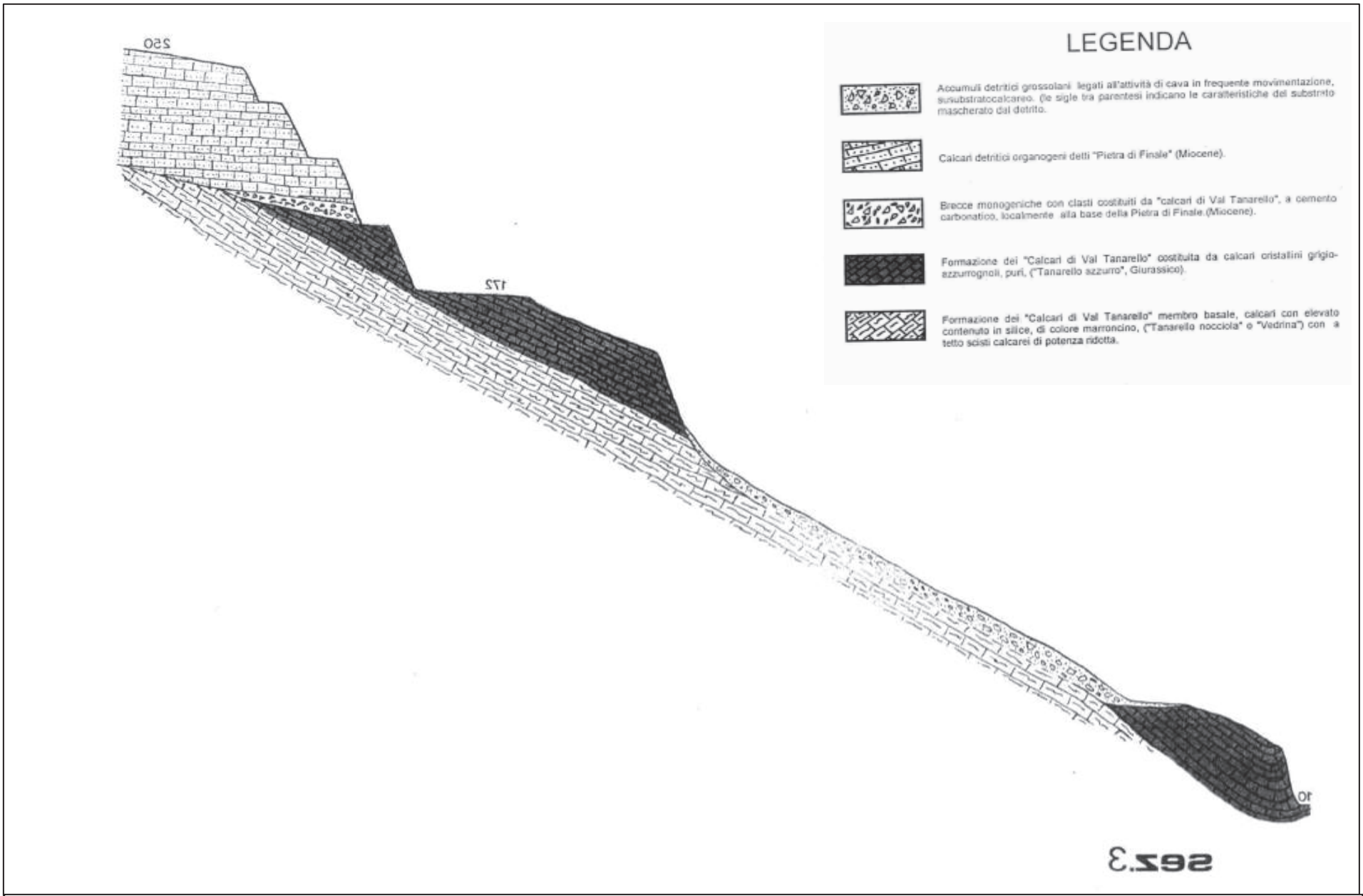


Fig. D.0.6.4: sezione geologica 3 del piano di coltivazione approvato, ribaltata di 180° per facilitare il confronto.

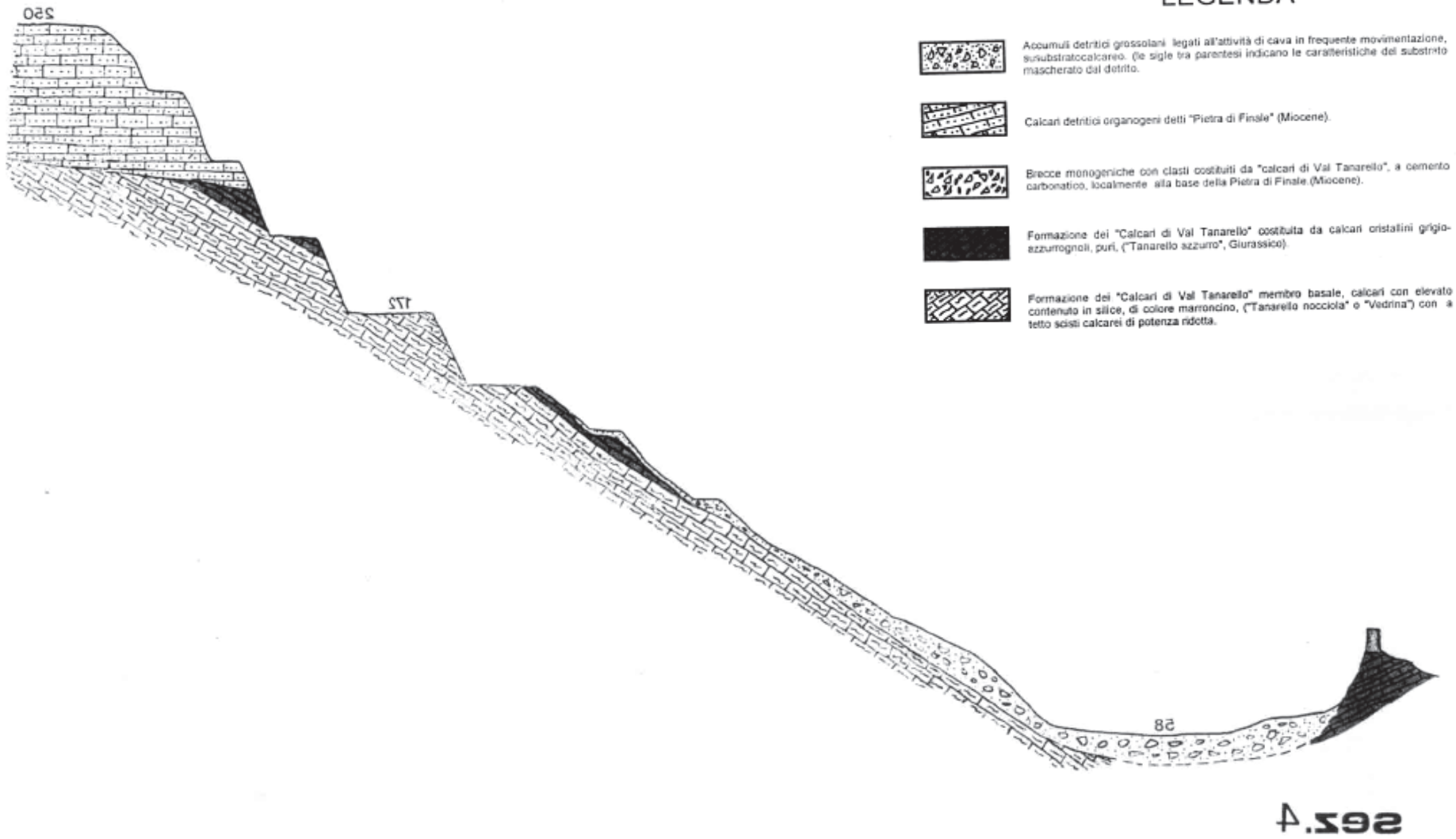


Fig. D.0.6.3: sezione geologica 4 del Piano di Coltivazione approvato, ribaltata di 180° per facilitare il confronto.

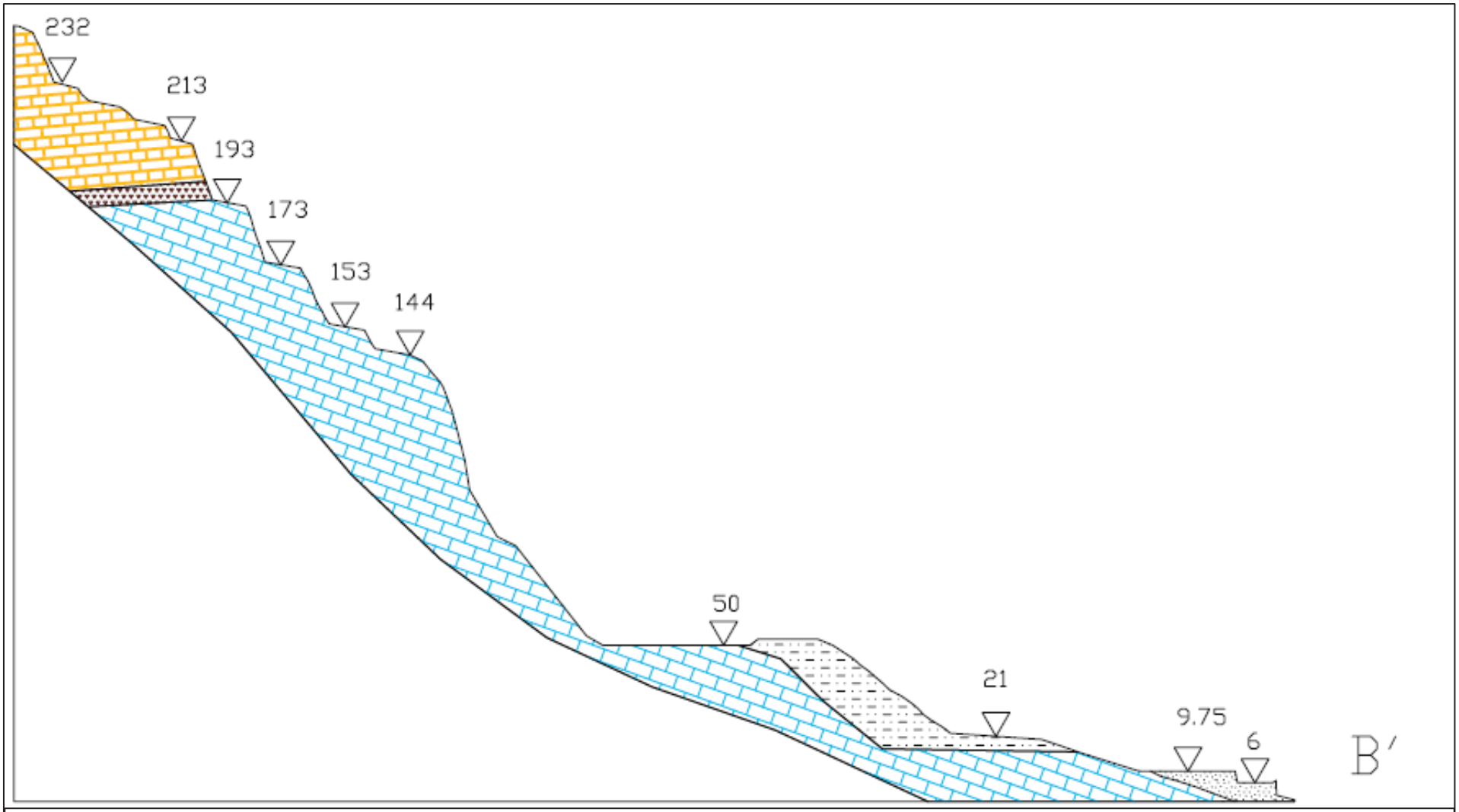


Fig. D.0.6.6: sezione geologica B-B' del progetto di P.U.O.,

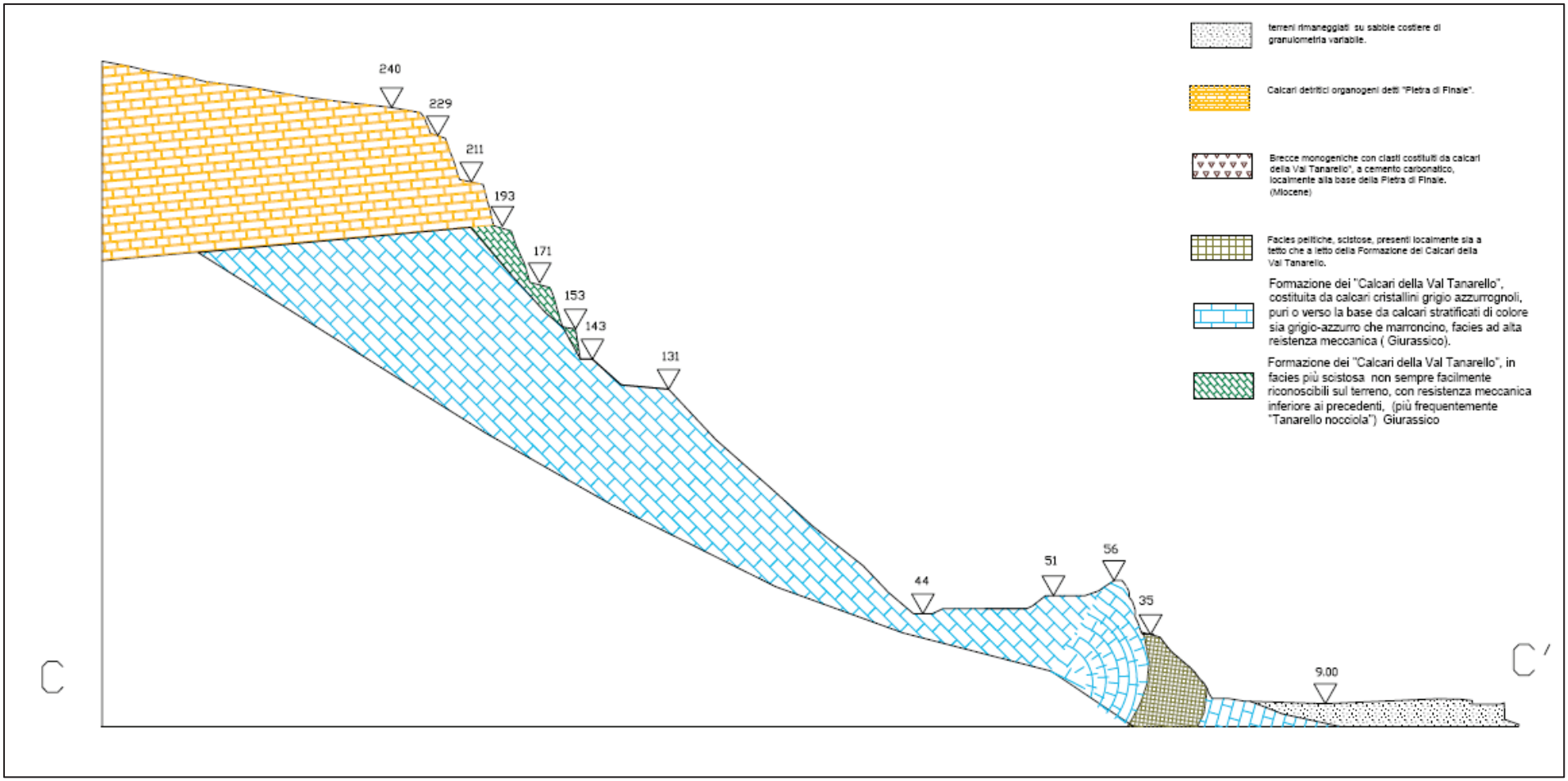


Fig. D.0.6.5: sezione geologica C-C' del progetto di P.U.O., in linea di massima confrontabile con la sez. 3 del Piano di cotivazione di cava

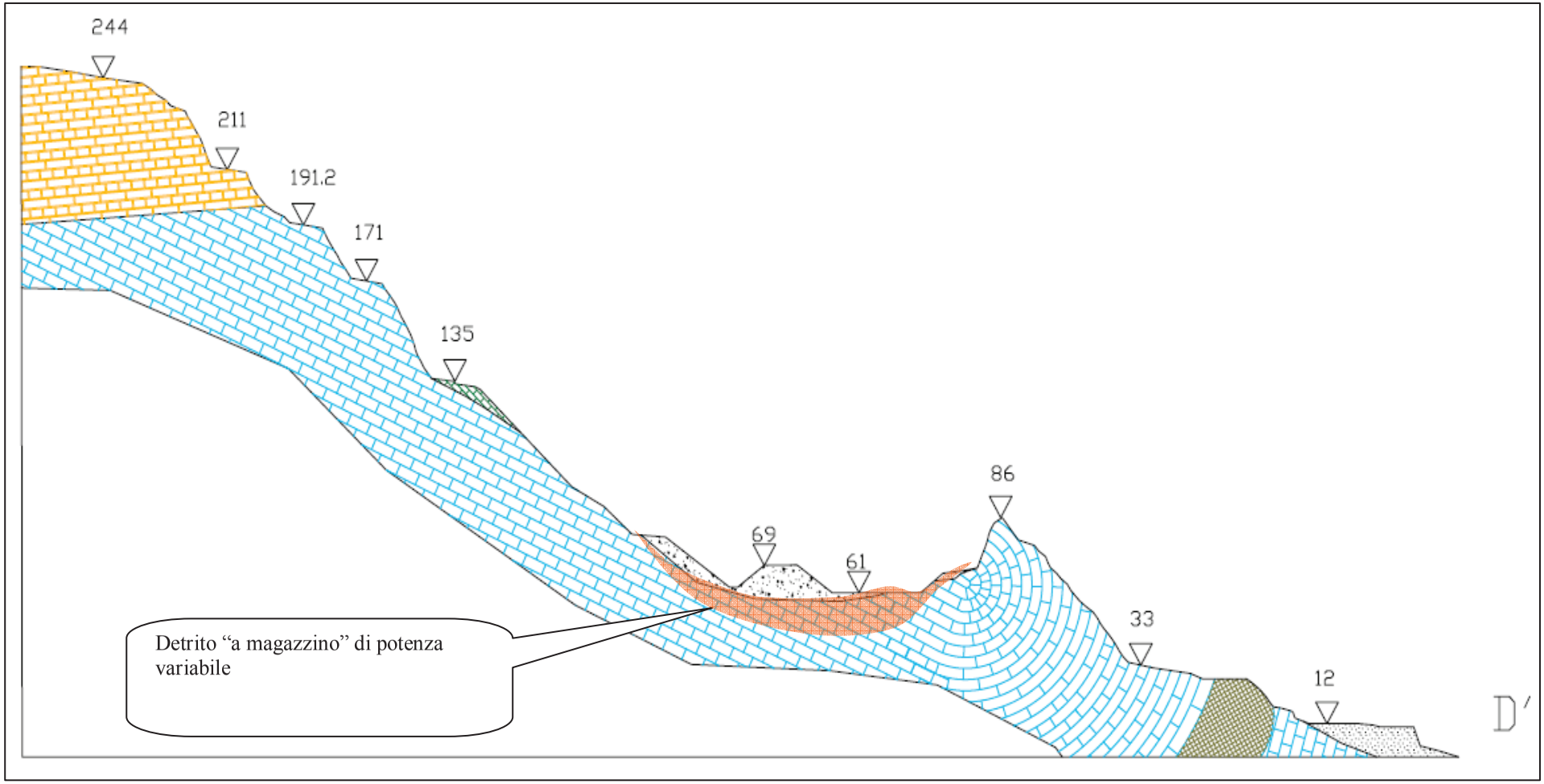


Fig. D.0.6.7: sezione geologica D-D’ del progetto di P.U.O., da confrontarsi con la sezione 4 del Piano di Coltivazione

D.0.7 Verifica della corrispondenza tra modello geologico e geotecnico.

Quesito:

"A riguardo della modellizzazione geotecnica, nelle verifiche di scurezza (ad esempio sez. 2-2) viene presentata una schematizzazione "geologica" che, al di là delle necessarie semplificazioni imposte dal modello di calcolo, è differente dal modello geologico assunto nel progetto"

Risposta

Effettivamente nella sezione 2-2 delle verifiche geotecniche vi è una rappresentazione leggermente diversa della zona di contatto tra le due facies del calcare di Val Tanarello, rispetto alla sezione geologica CC' allegata al PUO. Tali differenze sono dovute alla schematizzazione di sezioni interpretative svolte in fase di approfondimenti successivi. A nostro avviso, stante la sostanziale identità delle caratteristiche geomeccaniche, ed in particolare del peso di volume, delle due facies in questione, riteniamo che le differenze riportate nelle due sezioni siano ininfluenti sulle verifiche di stabilità globale e che quindi i modelli di riferimento possano essere considerati congruenti. Per inciso, se confrontiamo le sezioni, le differenze litologiche sono tutte esterne ad eventuali superfici di taglio interessate da dette verifiche e quindi non inficiano la validità delle stesse.

Le sezioni geologiche e geotecniche per le verifiche di stabilità a tergo degli edifici, rielaborate in risposta alla nota PG/2013/0106649 del 01/07/2013 del settore Via della Regione Liguria, sono state tutte riviste collegialmente con i colleghi geotecnici. Vi è quindi una totale congruenza del modello geologico con quello geotecnico e con la relazione geologica di PUO. Si rimanda agli elaborati C.2.1, C.2.2, e C.2.3.

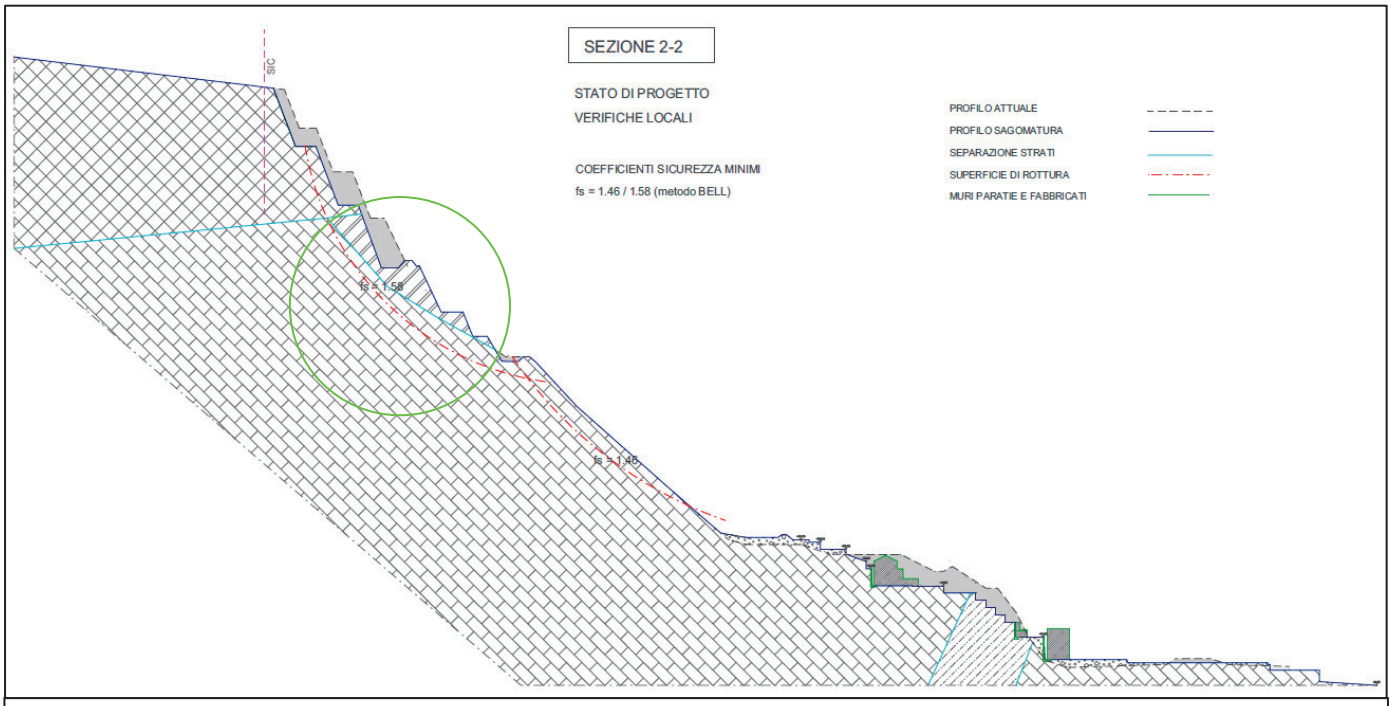


Fig. D.0.7.1: Sezione geotecnica 2-2' di PUO – Dicembre 2012

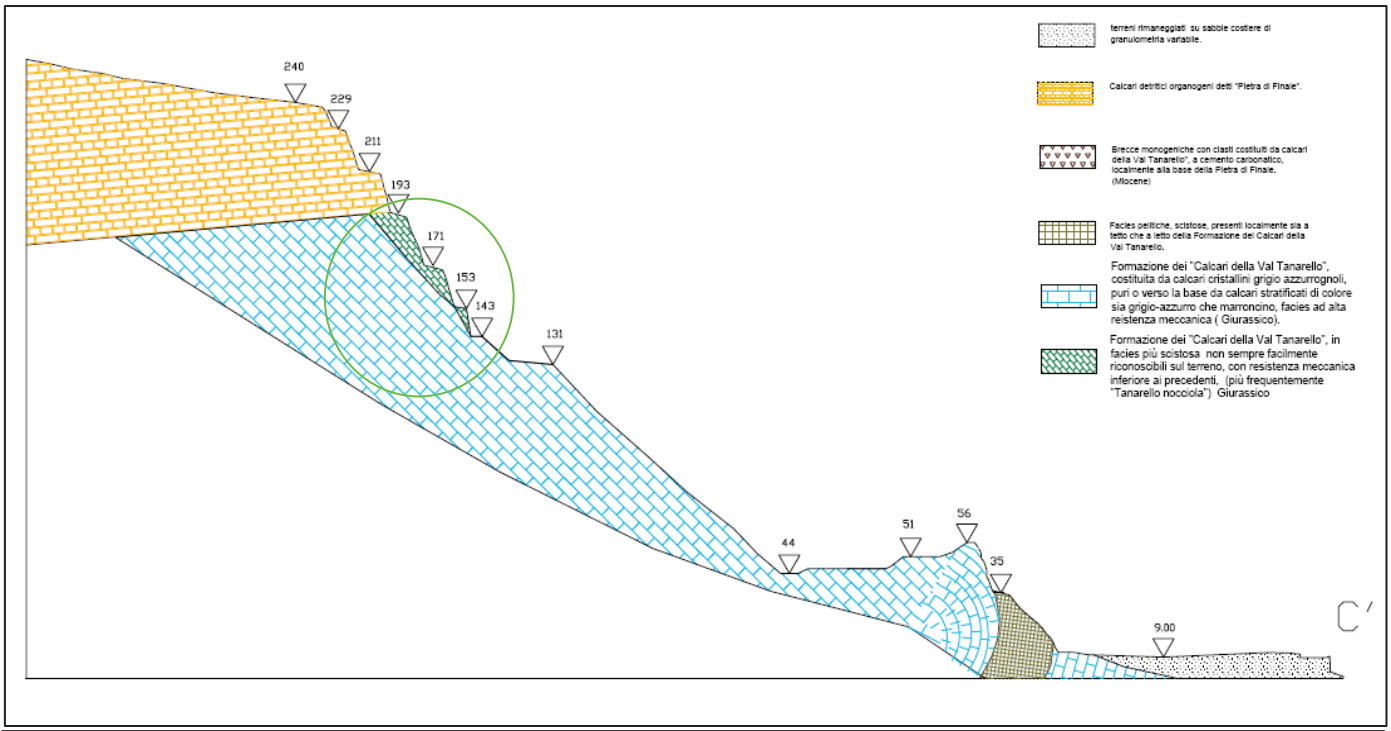


Fig. D.0.7.2: Sezione geologica CC' di PUO – Dicembre 2012

D.0.8. - verifica dell'interferenza del progetto con la galleria FF. SS. attualmente in uso.

Quesito:

"per quanto attiene alle interferenze scavi nel settore del centro alberghiero, tali scavi eseguiti in prossimità della galleria ferroviaria esistente, è già stata rilevata la necessità di un "focus" progettuale che discuta, ed esplicitati l'assenza di interferenze con l'opera ferroviaria;"

Risposta:

E' una galleria indicata con la lettera “F” in figura D.0.6.1. tutta impostata nella viva roccia, prevalentemente in calcari della Val Tanarello, per la parte che ci compete, con una protezione in galleria artificiale all'imbocco. Ha una quota di circa 7,5 metri s.l.m.m. al piano del ferro, e di circa 12,5 metri all'intradosso della volta sul lato Borgio essendo alta poco più di 5 metri e larga poco più di quattro, come le classiche gallerie rettilinee monobinario della prima ferrovia Savona-Ventimiglia. Le quote dal lato di Finale sono di qualche centimetro più basse.

Passa nelle vicinanze della struttura "archeologica" dei primi impianti, a soli 7 metri, e poiché è in servizio dal 1872, è certo che lo scavo per gli impianti della cava sia stato eseguito con la galleria già in esercizio.



Fig. D.0.8.1: la galleria ferroviaria da noi ispezionata, entrata in esercizio nel 1870, ancora in perfette condizioni e senza indizi di venute d'acqua significative. Attraversa tutto il comparto ad una quota di circa 8 m s.l.m. per una lunghezza di oltre 1.000 m dei quali 725

Per la predisposizione e sbancamento delle nuove pareti previste nel progetto di P.U.O., per l'eliminazione di un mammellone roccioso, già in parte isolato, per il passaggio della strada che raggiunge la Citta della Sport, abbiamo analizzato le problematiche e considerate le tecniche più sicure perché non vi sia nessuna ripercussione sulla galleria.

In primo luogo è stata misurata la distanza tra la sede ferroviaria e le nuove pareti arretrate che cresce progressivamente e rapidamente dai 7 metri iniziali nella zona che non verrà interessata dagli interventi (sezione 12) ai 31,5 metri della sezione 11.

Nella figura D.0.6.1 viene riportata la posizione delle sezioni e viene indicata in colore magenta la zona della depressione del Glory Hole, dove per decenni si è scavato a meno di trenta metri dalla volta, con mine normali che in alcune volate superavano i 700-1000 chili di esplosivo, a quanto risulta, senza problematiche particolari.

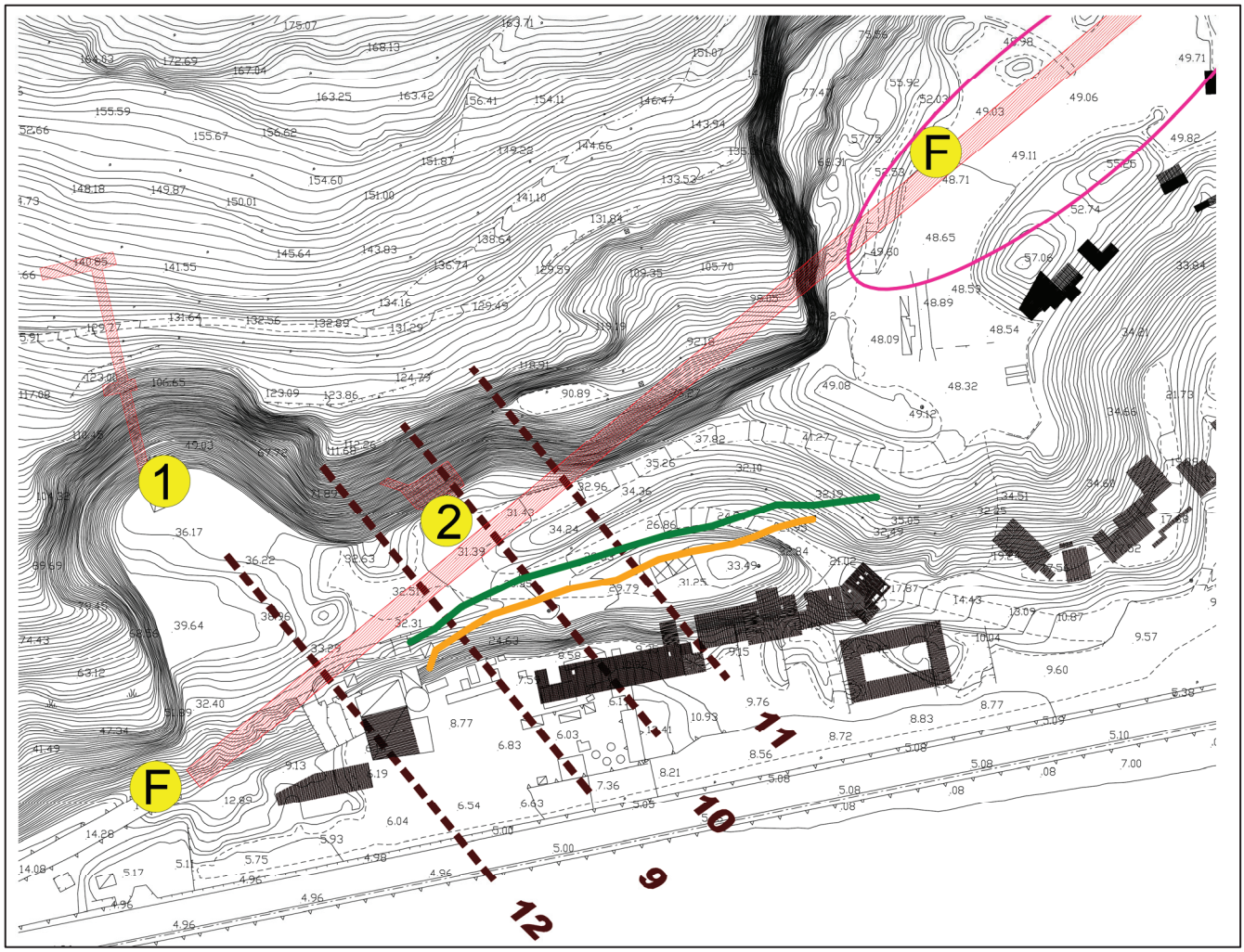


Fig. D.0.8.2: localizzazione delle sezioni riportate più avanti. In verde la sommità della scarpata di sbancamento in arancio la sua base.
In magenta la zona dove per oltre mezzo secolo si sono eseguiti tiri di mina e lavorazioni a meno di 30 metri dall'estradosso della galleria.

Malgrado questa nota confortante, riteniamo prudente adottare procedure assolutamente prive di rischi e facilmente controllabili in corso d'opera..

Si può in questo caso ricorrere a diverse tecniche, molto affidabili, che consentono di lavorare con trasmissione delle vibrazioni addirittura assenti o estremamente ridotte.

Sono tecniche talmente precise che consento di abbattere bancate di marmo, delicatissimo, anche di grandi dimensioni, senza minimamente lesionarle.

Nel nostro caso la situazione è molto più semplice, poiché si tratta di calcari di Val Tanarello nella loro facies cosiddetta "nocciola", finemente stratificata.

La tecnica prescelta per quest'opera è il taglio con sega a catena, od il alternativa con filo diamantato, e comunque con esclusione dell'uso di escavatore con "martellone".

Taglio con seghe a catena.

In questo tipo di roccia è una soluzione collaudata poiché vengono usate normalmente in cave di ardesia o di marmo carbonatico. Si tratta di seghe montate sia su slitte che su mezzi semoventi di grande potenza con lame che possono raggiungere i sette metri di lunghezza utile, anche se di norma si preferisce, per questioni di praticità di manovra e di robustezza, utilizzare lame più corte, in genere con tre metri di profondità utile.



Fig. D.0.8.3: Una sega a catena di medie dimensioni: è la soluzione a nostro avviso migliore, di concerto con un escavatore con benna da roccia, per procedere all'abbattimento della parete in prossimità della galleria con taglio preciso e senza vibrazioni significative.

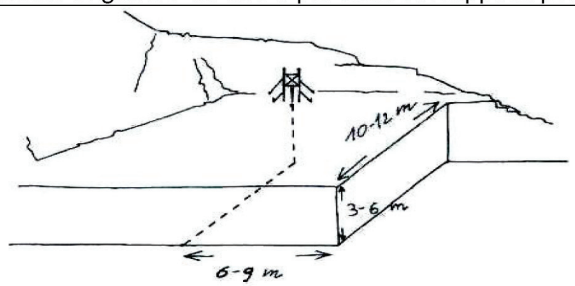
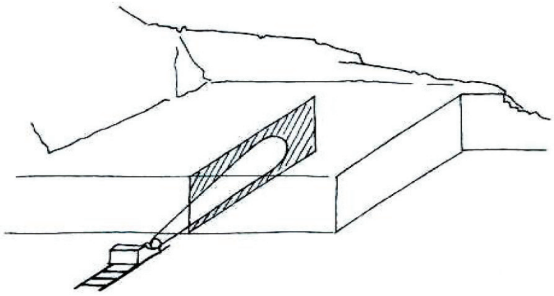
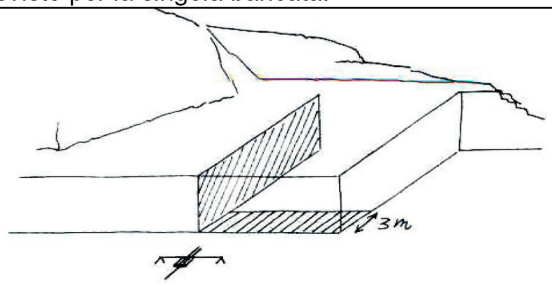
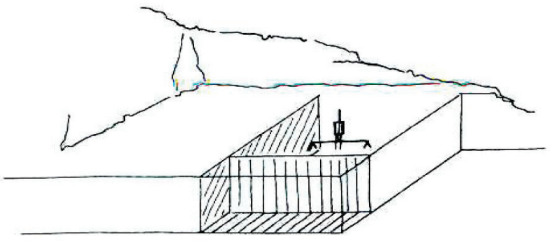
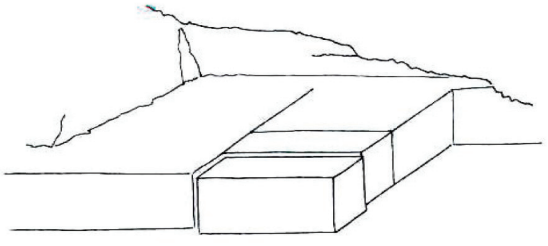
TAGLIO AL MONTE CON LA TAGLIATRICE A FILO DIAMANTATO E LA TAGLIABLOCCHI	
Questa configurazione di taglio viene impiegata soprattutto nelle cave di calcari stratiformi. Le bancate sono formate in genere da uno o più strati sovrapposti per uno spessore complessivo non superiore a 3 – 4 m.	
 **a**	 **b**
Esecuzione di una perforazione orizzontale e una verticale a formare una L ungo il margine laterale della porzione di platea in programma di escavazione, di lunghezza multipla dello spessore previsto per la singola bancata.	Inserimento del filo diamantato nelle perforazioni appena effettuate ed esecuzione del taglio verticale laterale alle future bancate (cappio verticale discendente)
 **c**	 **d**
Esecuzione con tagliablocchi di perforazioni orizzontali di piccolo diametro (d = 40-36 mm) in linea alla base della bancate. La spaziatura delle perforazioni varia da 15 a 25 cm a seconda del grado di compattezza della roccia lungo il piano di taglio programmato. Nel caso le superfici di strato siano naturalmente distaccate (fratture aperte) questa operazione non è necessaria.	Esecuzione con tagliablocchi di perforazioni verticali di piccolo diametro (d = 40-36 mm) in linea lungo la superficie posteriore della bancata programmata. La spaziatura delle perforazioni varia da 15 a 25 cm a seconda del grado di compattezza della roccia.
 **e**	
Esecuzione definitiva dei tagli preparati dalle perforazioni descritte ai punti **c** e **d** (splitting) a mezzo di utensili spaccaroccia, o esplosivo a bassa velocità o miccia detonante o cemento espansivo.	

Fig. D.0.8.4: La tecnica di taglio con sega diamantata o al carborundum o con il pre-splitting.

Per maggior cautela si prevede l'installazione di tre stazioni vibrometriche posizionate su roccia come in figura.

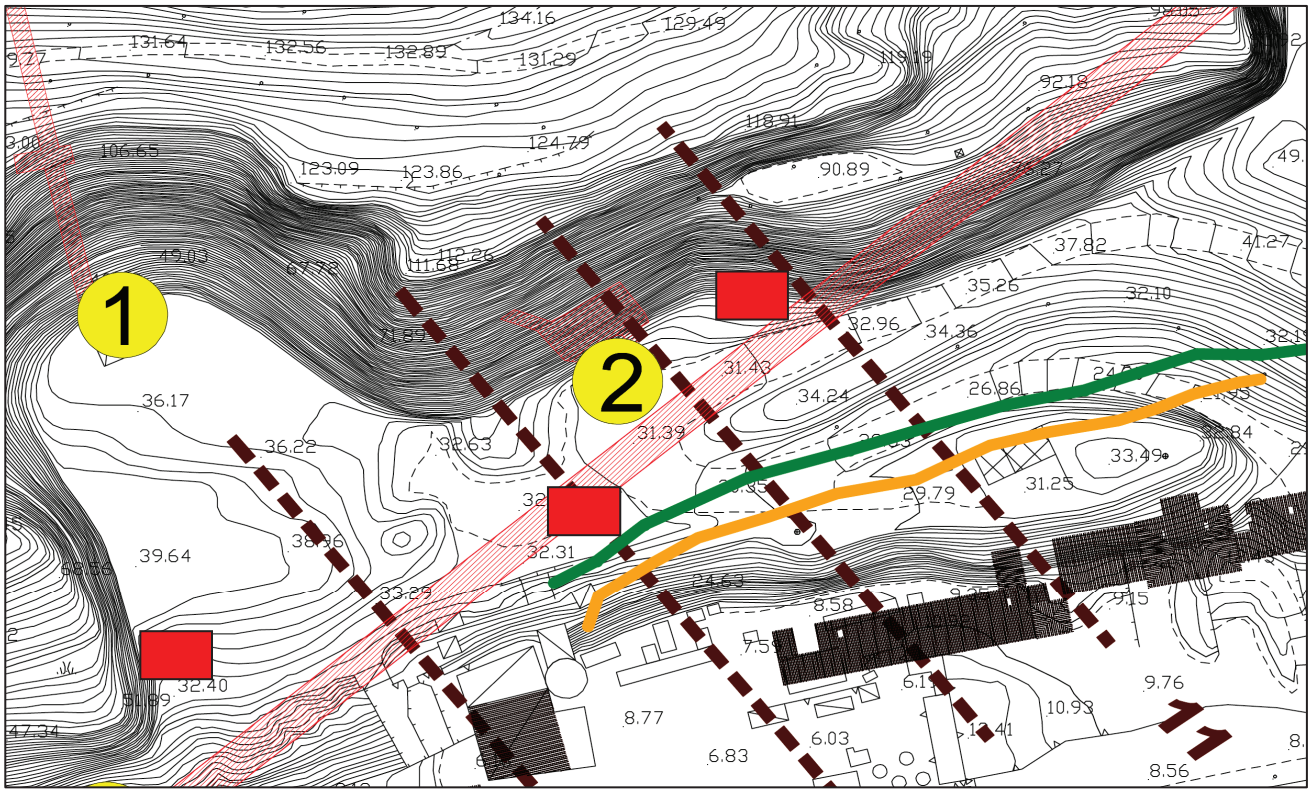


Fig. D.0.8.5: localizzazione della posizione proposta per le stazioni vibrometriche (rosso). La posa in opera è sempre utile, ma sarà indispensabile se verranno usate tecniche di pre-splitting.

In conclusione: le modalità di intervento sopra esposte possono garantire l'assenza di interferenze con l'opera ferroviaria esistente, anche perché sono stati eseguiti dalle stesse Ferrovie innumerevoli scavi a brevissima distanza di altre gallerie, soprattutto nella tratta della Liguria di Levante, senza problemi di sorta. Per quanto concerne le sezioni successive a quella storica, che qui di seguito alleghiamo sinché la distanza non diventa significativa, si evidenzia, come già detto, che si allontanano rapidamente dalla galleria e che quindi non costituiscono un problema. La galleria è stata da noi ispezionata, grazie alla collaborazione ed alla disponibilità di ItalFerr, e non abbiamo riscontrato segni di ammaloramento malgrado oltre un secolo di attività di cava sopra di essa. Riportiamo sia qui che in allegato D1 le sezioni in cui lo scavo sarà più vicino alla galleria.

SEZIONE 12

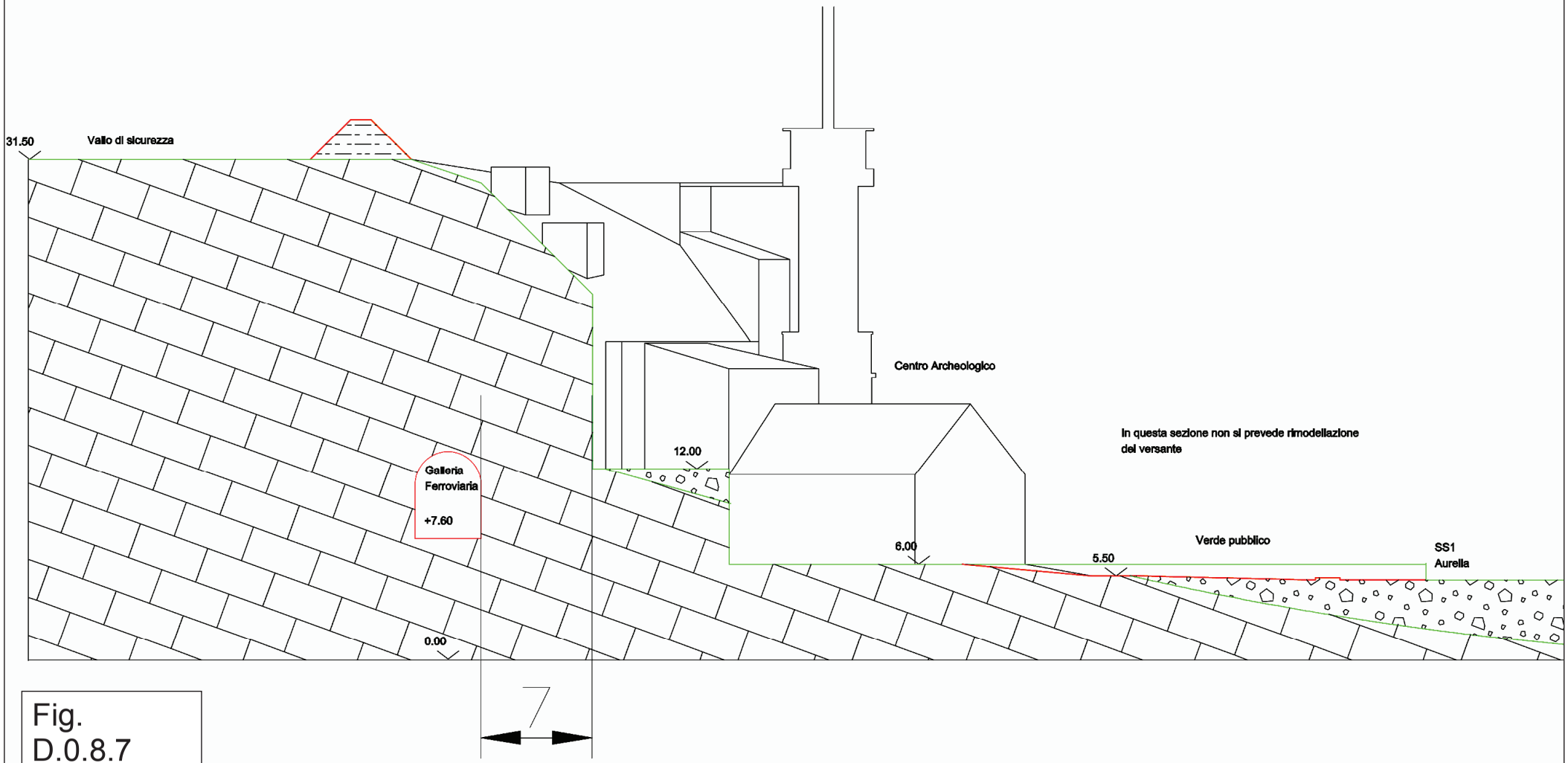


Fig. D.0.8.7
(scala 1:500 se in formato A3).

SEZIONE 9

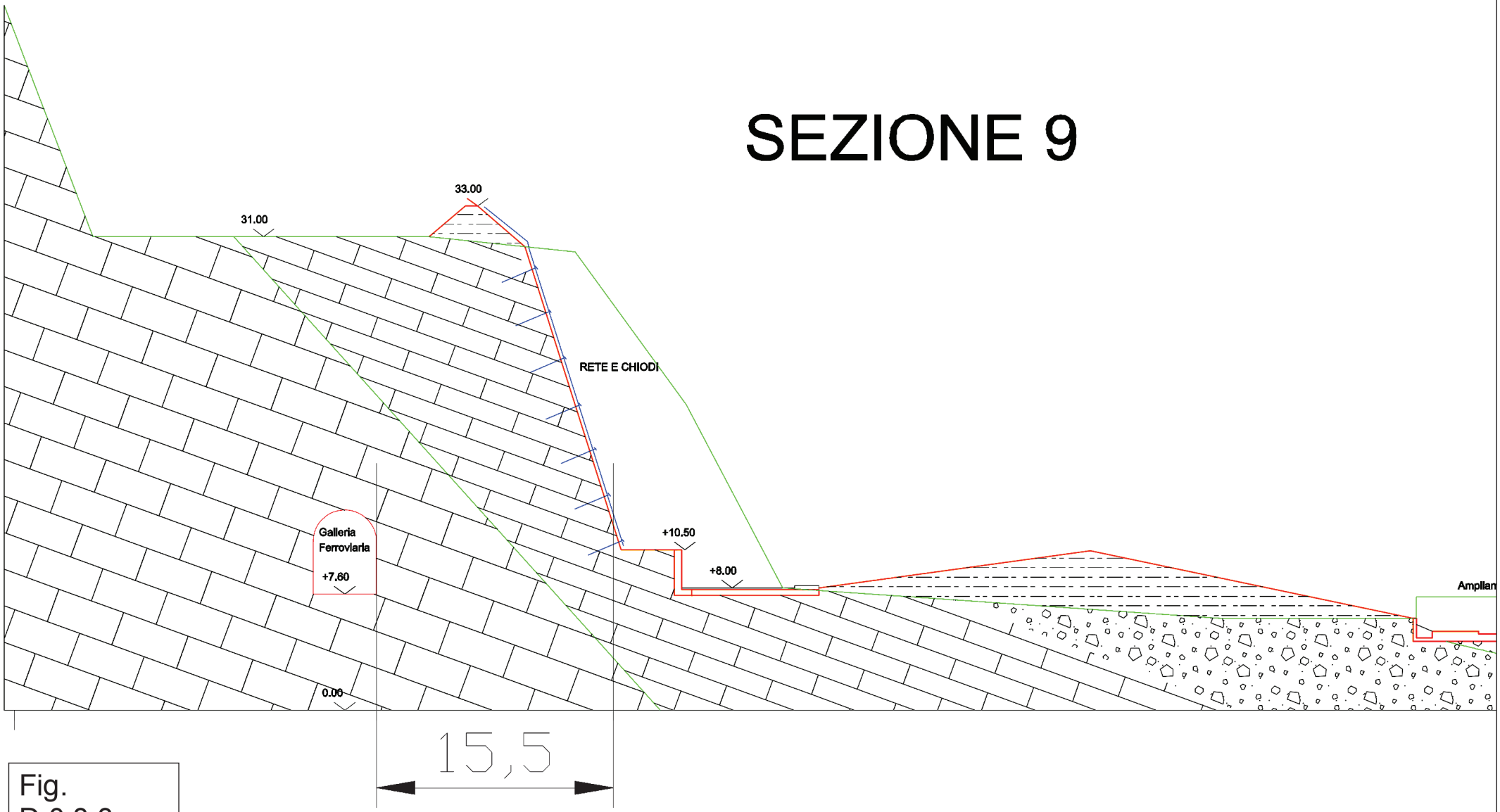


Fig.
D.0.8.8
(scala 1:500 se in formato A3).

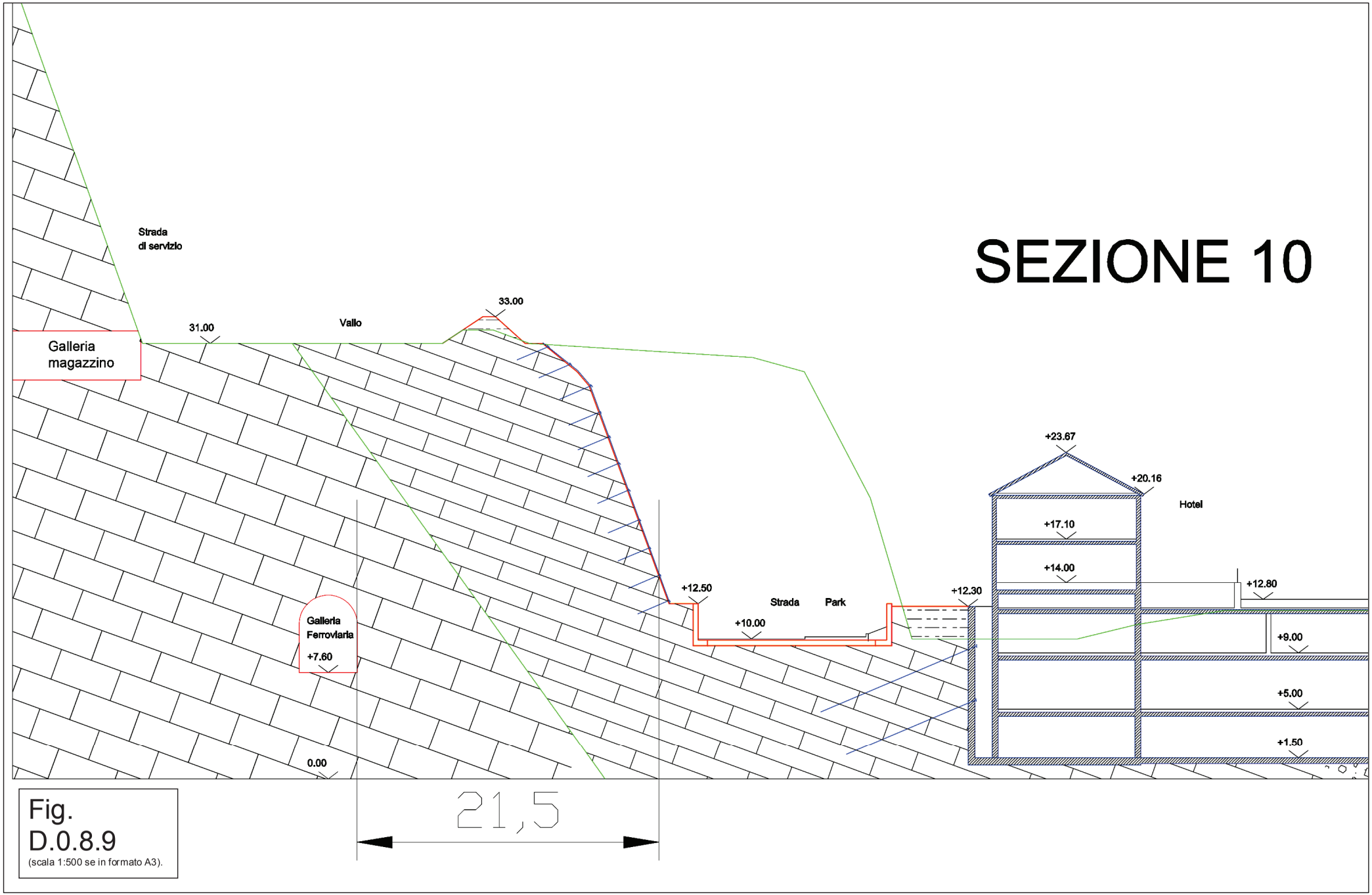


Fig.
D.0.8.9
(scala 1:500 se in formato A3).

SEZIONE 11

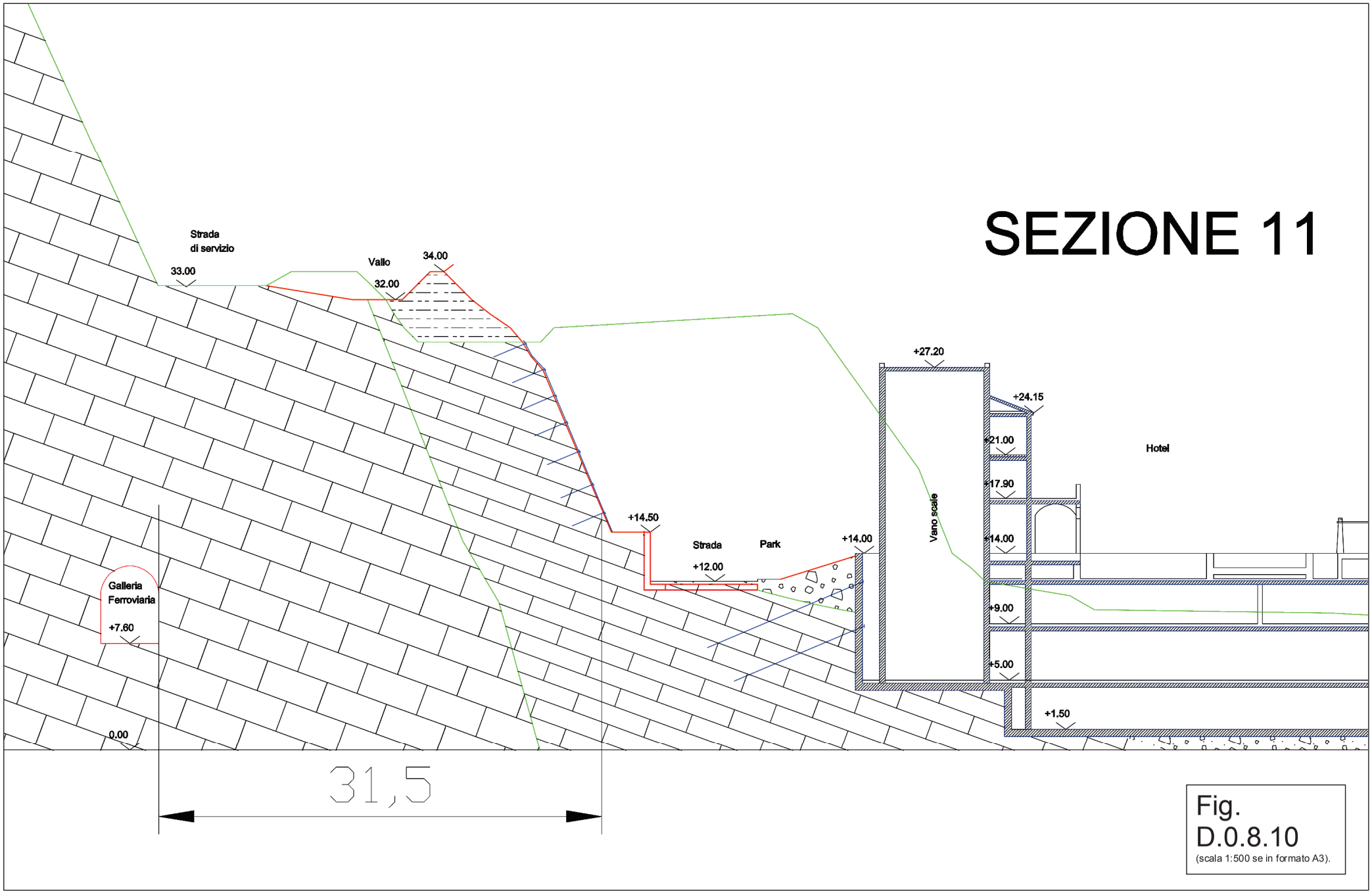


Fig.
D.0.8.10
(scala 1:500 se in formato A3).

D.0.9 Rimandi

Per quanto riguarda il dimensionamento dei diffusi interventi di consolidamento e protezione, per l'approfondimento circa la natura di rocce e terreni presso l'intervento urbanistico di fondovalle, per la verifica della staticità di scavi e fondazioni dei lotti 1 e 3, nonché per i maggiori approfondimenti per la zona del Palazzetto dello Sport, si rinvia agli elaborati geotecnici.

INDICE

pag 1 **D.0.0** - PREMESSA

pag 2 **D.0.1** - analisi della dimensione del masso di progetto e problematiche della zona centrale.

pag 9 **D.0.2** - verifica dell'efficienza dei valli in caso di caduta massi, su tutte le sezioni ed in particolare che tutte le urbanizzazioni siano esterne alla zona di ricaduta.

pag 39 **D.0.3** - Considerazioni sulla bonifica delle pareti del diaframma roccioso.

pag 44 **D.0.4. -** verifica dell'interferenza del progetto con le gallerie esistenti all'interno della cava.

pag 66 **D.0.5** Apetti geologici ed idrogeologici della scarpata di neoformazione nel Glory-Hole.

pag 68 **D.0.6** - Le differenze nella cartografia geologica del PUO rispetto al programma di coltivazione approvato.

pag. 77 **D.0.7** - verifica della corrispondenza tra modello geologico e geotecnico.

pag. 79 **D.0.8** - verifica dell'interferenza del progetto con la galleria FF.SS. attualmente in uso.

pag. 88 **D.0.9** - Rimandi.