



COMUNE DI RIMINI

Settore Infrastrutture e Qualità Ambientale

U.O. Infrastrutture

Ordinanza N. 13/2023 del Commissario Straordinario alla Ricostruzione
nel Territorio delle Regioni Emilia-Romagna, Toscana e Marche

MESSA IN SICUREZZA DELLA FRANA DI VIA MARIGNANO E CONSOLIDAMENTO DELLA SCARPATA STRADALE

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Relazione geologica-geotecnica

Elab. B

Progettista Generale

Ing. Massimo Paganelli

Collaboratori esterni

Ing. Fabio Campedelli

Geom. Mauro Cappellini

Geol. Paolo Ciacci

Responsabile Unico di Progetto

Ing. Alberto Dellavalle

Collaboratori interni

Ing. Pierpaolo Messina

Ing. Enrico Miani

Geom. Danilo Vincenzi

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	ANALISI GEOLOGICA.....	4
2.1	Ubicazione e Contesto geomorfologico.....	4
2.2	Modello Geologico dell'Area.....	5
2.3	Studio fotogeologico.....	8
2.4	Idrografia e Idrogeologia.....	10
3	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	13
3.1	Note Generali.....	13
3.2	Prove Penetrometriche Statiche CPT.....	13
3.3	Sondaggi meccanici a carotaggio continuo.....	13
3.4	Sondaggi meccanici a distruzione di nucleo e installazione piezometri.....	14
3.5	Indagini di Laboratorio Geotecnico.....	14
4	STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE LITOLOGICHE e MECCANICHE medie.....	14
5	MONITORAGGIO INCLINOMETRICO.....	15
5.1	Premessa.....	15
5.2	Tipologia della strumentazione utilizzata.....	15
5.3	Strumentazione messa in opera.....	16
5.4	Risultati della campagna inclinometrica.....	16
5.5	Considerazioni e Commenti.....	17
6	PROSPEZIONI SISMICHE.....	18
7	PERICOLOSITA' SISMICA.....	20
7.1	Sismicit� dell'area.....	20
7.2	Categoria di Sottosuolo.....	21
	Categoria di Sottosuolo.....	22
7.3	Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento per l'azione sismica.....	23
7.4	Risposta Sismica Locale.....	24
7.5	Accelerazione Massima Attesa a_{max}	26
8	CONCLUSIONI.....	26

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1 – Elaborati grafici.

ALLEGATO 2 – Prove penetrometriche statiche.

ALLEGATO 3 – Sondaggi a carotaggio continuo e Indagini di Laboratorio Geotecnico.

ALLEGATO 4 – Monitoraggio inclinometrico.

ALLEGATO 5 – Studio fotogeologico.

ALLEGATO 6 – Parametri sismici.

APPENDICE 1 – Relazione Installazione Celle Piezometriche di Casagrande (Soil Investigation).

APPENDICE 2 – Relazione Prospezioni Sismiche (Soil Investigation).

1 PREMESSA.

Su incarico ricevuto dal Comune di Rimini, si redige la presente **RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA**, ai sensi delle NTC 2018, di supporto al progetto di:

MESSA IN SICUREZZA DELLA FRANA DI VIA MARIGNANO E CONSOLIDAMENTO DELLA SCARPATA STRADALE.



L'area è contraddistinta approssimativamente dalle seguenti coordinate geografiche:

Latitudine	Longitudine
43°58'56,89"N	12°28'39,57"E

2 ANALISI GEOLOGICA.

2.1 Ubicazione e Contesto geomorfologico.

L'area oggetto di studio si colloca nell'entroterra romagnolo. E'inquadrabile geograficamente nella Carta Tecnica della Regione Emilia Romagna alla scala 1:5.000 al FOGLIO 267 SEZIONE 021. Geologicamente inquadrabile nella SEZIONE 267020 – VERUCCHIO della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo a scala 1:10.000.

Il tratto di via Marignano oggetto di indagine scorre in area di crinale ad una quota altimetrica media di circa 145-150 s.l.m.

I versanti degradano verso Nord e verso Sud.

Il versante a Nord, ai piedi del quale scorre il Fosso del Barigello, mostra tratti con pendenze variabili da 6° a 12°, in cui i tratti più acclivi si rilevano proprio in prossimità del crinale. Diversamente il versante verso Sud°, ai piedi del quale scorre il Rio di Marignano, mostra pendenze più regolari e generalmente maggiori, comunque, dell'ordine del di 8-13.

L'aspetto morfologico generale è tipicamente collinare con versanti caratterizzati da acclività variabile in funzione della natura litologica dei terreni.

L'area in studio si colloca in fascia morfologica di bassa collina pliocenica che, nei suoi lineamenti di massima, è caratterizzata da rilievi generalmente ribassati o molto ribassati con versanti moderatamente acclivi.

Essi possiedono una maggior acclività dove è rinvenibile una situazione stratigrafica tendenzialmente a reggipoggio ed una condizione di stabilità generalmente discreta, una minore acclività dove la giacitura degli strati presenta una significativa componente a franapoggio, con una minore stabilità d'insieme nonché uno spessore ed estensione maggiori delle coltri instabili. Sovente gli spessori delle coltri di copertura risultano elevate anche dove sono presenti depositi di versante, così come ai piedi dei pendii, ove spesso sono presenti depositi eluvio-colluviali recenti formatisi per accumulo nel tempo.

L'acclività poco pronunciata dei versanti collinari è, pertanto, legata alla litologia dei terreni presenti ed alla loro giacitura in relazione all'azione degli agenti morfogenetici; la prevalente natura argillosa di questi terreni presenta infatti un elevato grado di alterabilità e di erodibilità da parte degli agenti atmosferici, i quali attraverso una serie di processi morfogenetici ne hanno conformato l'aspetto nell'attuale forma.

Il ringiovanimento dei versanti ha originato l'attivazione di movimenti di massa nei terreni a forte componente argillosa o caratterizzati da particolari disturbi di origine tettonica e sui depositi eluvio-colluviali più spessi. Lungo versanti con substrato abbastanza superficiale sono assai diffusi fenomeni di dissesto piuttosto lenti e poco profondi: frane di tipo "colamento" e deformazioni plastiche tipo "*creeping*". Fenomeni di dissesto dei pendii possono originarsi anche per scalzamento al piede, per infiltrazione di acqua negli interstrati della formazione argillosa superficiale alterata o per smottamenti di sottili lame di terreno e tutto questo incide ancor più dove sono presenti diffuse coperture di deposito di versante. Scivolamenti per scorrimento e/o lungo superfici di interstrato tendono a svilupparsi maggiormente su versanti con stratificazione a franapoggio meno inclinata del pendio.

2.2 Modello Geologico dell'Area.

Il bordo appenninico esterno e la attuale fascia costiera sono il prodotto del sistema ad embri e accavallamenti che regola il sollevamento e lo sviluppo della catena appenninica.

L'intrecciarsi di complessi meccanismi sedimentari e tettonici hanno dato luogo alla formazione di bacini alla fronte e sulla parte retrostante degli accavallamenti traslando con essi all'interno della Avanfossa. Il risultato finale è quello di un consistente impilamento di sedimenti caratteristici della successione sedimentaria plio – pleistocenica della zona di studio.

Il bordo appenninico esterno, in cui ricade l'area in studio e l'avanfossa appenninico-adriatica propriamente detta, iniziano a delinarsi durante il Messiniano migrando nella fascia esterna e trovano il loro massimo sviluppo nel pliocene inferiore quando la tetto-genesi appenninica raggiunge il suo acme e la catena si estende ormai su tutta l'area. Durante il pliocene medio - superiore la distensione, legata all'avanzamento del fronte estensionale tirrenico, comincia ad interessare la parte più interna della catena mentre i principali fronti compressivi sono ubicati nella fascia romagnolo - marchigiana esterna determinandone il sollevamento e la parziale emersione.

Nel pleistocene inferiore - medio i fronti compressivi migrano in Adriatico. Si hanno movimenti differenziali verticali delle aree che continuano anche nel "Pleistocene glaciale" influenzando lo sviluppo e la tipologia della sedimentazione. Durante tutto il Quaternario l'area marchigiano - romagnola subisce notevoli e ripetuti cambiamenti climatici (glaciazioni); queste variazioni e il progressivo sollevamento originano più generazioni di depositi alluvionali terrazzati visibili nelle vallate dei torrenti locali. L'incisione dei depositi suddetti si realizza progressivamente nel corso dell'Olocene quando il ringiovanimento dei versanti determina il modellamento dei caratteri morfologici attuali.

Una ricostruzione del modello geologico generale dell'area è possibile attraverso il rilievo geologico - morfologico di superficie e la consultazione della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna.

I terreni costituenti l'ossatura geologica dell'area sono attribuibili alla successione umbro - marchigiano - romagnola. Le unità sono distinte sulla base della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna alle quali si riferisce anche la simbologia adottata. A partire dalle unità più antiche si possono distinguere:

Argille Azzurre - Membro delle arenarie di Borello Litofacies pelitico-arenacea (FAA2p)

Prevalenti argille ed argille marnose grigio-azzurre, siltose, fossilifere, in strati molto sottili e sottili, con livelli di sabbie fini e siltiti, caratterizzate da intensa bioturbazione; rari intervalli pelitico-arenacei, con arenarie giallastre, molto sottili, e $A/P < 1/2$. (*Pliocene inferiore*).

**Argille Azzurre - Membro delle arenarie di Borello
litofacies arenaceo - pelitica (FAA2ap)**

Alternanze di argille sabbiose grigie, localmente marnose, fortemente fossilifere, biancastre all'alterazione, e arenarie silicoclastiche grigio-giallastre in livelli sottili e medi, poco cementate, con A/P variabile da 1/2 a 2; talora arenarie prevalenti in strati da spessi a molto spessi, mal definiti, a laminazione inclinata; sono presenti livelli siltosi; le arenarie, solitamente poco cementate presentano nuclei a maggiore cementazione (cogoli). (*Pliocene inferiore*).

I terreni che affiorano nella zona di crinale oggetto di intervento, presentano una successione suddividibile generalmente in tre litotipi differenziati in base alle caratteristiche di alterazione (colore fratturazione) e di quelle geotecniche (grado di compattezza e composizione mineralogica).

A partire dalla superficie, nei tratti non interessati dai dissesti, la successione litostratigrafica locale è rappresentata da una “**Coltre eluvio – colluviale**” argilloso limosa con livelli sabbiosi, di spessore variabile e generalmente considerevole, con spessore via via crescente verso valle, mediamente consistente e caratterizzata da un elevato grado di fratturazione a causa di fenomeni di essiccamento (sovracconsolidazione) legati ai fattori meteo – climatici e di alterazione chimico/fisica delle acque circolanti; essa è individuabile dal colore ocra e marrone scuro che diviene più chiaro in profondità.

Al di sotto si evidenzia una “**Formazione geologica Alterata e Decompressa**” caratterizzata dai terreni della formazione geologica in posto fortemente alterata e fratturata, di colore grigio. Risultano evidenti le tracce di stratificazione. Si riscontrano fitti livelli sabbiosi di spessore centimetrico fino a profondità di 13 metri nel sondaggio S2 con possibile circolazione idrica. Tale livello sembrerebbe segnare in loco il passaggio dal substrato formazionale FAA2ap al sottostante FAA2p (maggiormente pelitico-argilloso). Anche nei sondaggi effettuati e pregressi (Studio Baistrocchi del Marzo 1983) in corrispondenza degli orizzonti di substrato più superficiali si riscontrano frequenti orizzonti fratturati ed alterati.

A seguire si rileva il “**Substrato formazionale integro**” in senso stretto, che per definizione geotecnica risulta duro – molto duro (nel grado di compattezza), molto scuro ed a bassissimo grado di alterazione/ossidazione. Risultano tuttavia evidenti le tracce di stratificazione e, talora, di fratturazione.

I depositi di copertura rilevabili sul versante, conformemente al rilievo della carta geologica scala, 1:10000 pubblicata dal Servizio Geologico Regionale, sono assimilabili alle seguenti tipologie:

Deposito di frana attiva “a1” (Copertura quaternaria continentale)

Depositi di litotipi argillosi; frane con diversi meccanismi genetici ed evolutivi di diverse tipologie (scorrimento, colamento, rototraslativo, complesso), con evidenze di movimenti in atto o recenti.

Deposito di frana quiescente “a2” (Copertura quaternaria continentale)

Depositi di litotipi argillosi; frane con diversi meccanismi genetici ed evolutivi di diverse tipologie (scorrimento, colamento, rototraslativo, complesso), senza evidenze di movimenti in atto o recenti.

Depositi di versante “a3” (Olocene)

Materiali eterogenei ed eterometrici, generalmente a matrice limo – argillosa, accumulati per gravità e ruscellamento. Copertura Quaternaria.

In relazione agli andamenti dei contatti stratigrafici fra le Unità FAA2ap ed FAA2p, definibili sia dal rilievo di campagna che da quello fotogeologico e dalla Carta Geologica Regionale, è possibile desumere un assetto giaciturale con immersione verso NE mediamente pari a 10°. Tale pendenza viene sostanzialmente confermata anche dalle tracce di stratificazione rinvenute nelle carote di sondaggio (S1 ed S2), in cui sono state riscontrate pendenze di strato pari a 8°-10°.

Questo assetto giaciturale fa sì che lungo il versante settentrionale gli strati si trovino, a tratti, a traverpoggio con componente a franapoggio meno inclinata del pendio o, comunque, molto prossima a quella del pendio. In tale versante i salti morfologici ed i tratti maggiormente ripidi sembrano imputabili alla presenza di testate di strato maggiormente competenti presenti in prossimità della superficie topografica (VEDI TAVOLA “ELEMENTI MORFOTETTONICI”).

L'evoluzione delle coltri di copertura congiuntamente all'attività idrogeologica locale contribuiscono alla progressiva alterazione ed allentamento delle testate di strato (con sviluppo di fratture di trazione) e degli orizzonti più superficiali del substrato a franapoggio, alimentando congiuntamente i consistenti movimenti gravitativi presenti lungo il versante settentrionale, tant'è che il Fosso Marignano viene deviato dal grande corpo di frana presente al piede del pendio.

Diversamente, lungo il pendio meridionale, come evidenziato anche dalle pendenze maggiori e dai lineamenti morfologici generali, la componente risulta essere a traverpoggio con componente a reggipoggio, la quale dà luogo a pendenze mediamente superiori con scarpate poligeniche in sequenza attribuibili anch'esse a testate di strato maggiormente rilevate e che sovente delimitano locali nicchie di frana.

Anche nell'ambito delle indagini geofisiche (Incarico affidato direttamente dal Comune di Rimini alla ditta Soil Investigation), tramite sezioni di sismica rifrazione ed i profili puntuali di Vs, è possibile individuare possibili “orizzonti guida” sostanzialmente coincidenti con passaggi stratigrafici rappresentativi, coerenti con l'assetto sopra rilevato, in cui tali livelli guida (secondo isovelocità) immergono verso l'estremità dello stendimento longitudinale con pendenze di circa 10-11°, mentre nei profili trasversali si possono riconoscere gradonature nell'andamento dei litotipi più “rigidi”, coerentemente all'assetto delle scarpate poligeniche.

Localmente anche i fossi collettori principali risultano impostati lungo impluvi e percorsi isorientati, in direzione NE, subparalleli alle lineazioni morfologico/strutturali riconducibili ai contatti stratigrafici.

Pertanto è possibile rilevare come le coltri in dissesto superficiale, nella loro evoluzione, risultino sostanzialmente “guidate” dall'assetto geologico e lineamenti strutturali principali, escludendo di fatto deformazioni gravitative più profonde di

quelle rilevate nell'ambito dei sondaggi eseguiti e del monitoraggio inclinometrico.

2.3 Studio fotogeologico.

L'aspetto di evoluzione geomorfologica spazio-temporale del versante è stato approfondito attraverso uno studio fotogeologico di dettaglio al fine di integrare le evidenze di campagna ed i dati geotecnici ottenuti.

Per lo studio fotogeologico di dettaglio, delle forme e dei processi, sono stati utilizzati i sui seguenti fotogrammi stereoscopici:

- *Volo RER, anno 1976, scala approx 1:13.000, colori.*
- *Volo Azimut, anno 2003 alla scala approx 1:8.000, colori.*
- *Volo Agea digitale, anno 2011, colori.*
- *Volo IGM, anno 1955, B/N.*

L'intervallo di tempo dei voli, dal 1976 al 2011, fornisce la tendenza evolutiva della dinamica dei versanti relativamente al periodo esaminato. La fotointerpretazione di ciascun Volo è stata restituita su CTR 1:5.000. Inoltre il rilievo in sito, anch'esso restituito su CTR 1:5.000, costituisce l'aggiornamento al 2015 dell'analisi fotointerpretativa; tale rilievo in sito è stato integrato con le immagini da satellite di Google earth del 2015 disponibili solo per la parte N dell'area di studio.

Quest'ultima, ubicata in Comune di Rimini a N di Dogana di S. Marino, interessa i versanti che dal crinale lungo Via Marignano digradano a NE e a SE, rispettivamente verso Fosso Barigello e Rio di Marignano ambedue tributari del Torrente Ausa. L'area è ad uso prevalentemente agricolo, sono presenti edifici residenziali lungo il crinale principale.

Il versante NE, avente tratti con pendenze medie variabili da 6° a 12°, è interessato a valle della strada, principalmente da due corpi di accumulo di frana, uno ubicato in Loc. C. Paoli e l'altro in Loc. C. Marignano, classificabili come dissesti prevalentemente traslativi lungo superfici di scorrimento con immersione verso NE prossima a quella della stratificazione. Per tale motivo potrebbe trattarsi di scorrimenti lungo piani di strato (a franapoggio). Tali corpi di accumulo di frana sono delimitati da scarpate riconducibili a zone di distacco laterale sub-rettilinee con direzione SW-NE; talora le stesse hanno tratti antropizzati con profilo della scarpata molto squadrato (Loc. C. Marignano), talvolta hanno tratti leggermente arcuati indicativi di processi di retrogressione franosi secondari di scorrimento roto-traslato verso SW (Loc. C. Paoli). Le zone di distacco del dissesto del versante NW in Loc. C. Paoli lambiscono la fascia apicale del pendio già dal volo del 1976 quando non erano ancora presenti gli edifici. Anche nei voli più recenti le stesse lambiscono il terreno di riporto dell'edificio in Loc. C. Paoli sito a monte della stessa.

Sempre nel versante NW, il dissesto di scorrimento traslativo in Loc. Marignano raggiunge già nel 1976 la scarpata immediatamente a valle della viabilità al tempo priva di riporti invece visibili a partire dai voli del 2000.

Nel 2011 si iniziano a vedere le corone di frane secondarie che, con movimento roto-traslato verso NW, coinvolgono il manto e il riporto stradale scalzato dai principali dissesti traslativi vallivi verso NE.

Lo stesso dissesto in Loc. Marignano oltre a lambire verso E il terreno di riporto di un edificio residenziale, risulta aver deviato il Fosso Barigello.

Nel versante NW, comparando i vari voli nonché il rilievo in sito, si riscontrano processi di retrogressione gravitativa verso monte di entità variabile da una decina a una cinquantina di metri fino ad interessare la sede stradale in corrispondenza del suo riporto con corone di frana di scorrimento rotazionale. Inoltre si riscontrano importanti processi di retrogressione gravitativa laterale dei dissesti, di scorrimento prevalentemente traslativo, soprattutto in corrispondenza dell'insediamento rurale situato nella mezzacosta del versante NW dove, in sito, i capannoni agricoli presentano lesioni murarie con distacchi verso NW e verso N, mentre della nuova abitazione sarebbe stata coinvolta l'area pertinenziale poi sistemata. In corrispondenza di tale insediamento rurale, la retrogressione gravitativa laterale dei dissesti di scorrimento prevalentemente traslativo, raggiunge entità di un centinaio di metri dal 1976 ad oggi.

Il versante a SE, avente pendenza media di 12°, è interessato da una serie di corpi di accumulo di scorrimento rototraslativo separati l'uno dall'altro da scarpate poligeniche prevalentemente in direzione NW-SE. Nei voli del 1976 e del 2000 questi scorrimenti rototraslativi sono confinati almeno ad una ventina di metri a valle dalla viabilità. Nei voli più recenti tali dissesti di scorrimento rototraslativo lambiscono la viabilità e sono parzialmente interessati, a E da colamenti superficiali e a valle da spianamenti antropici.

Nel versante SE, comparando i vari voli nonché il rilievo in sito, si riscontrano processi di retrogressione gravitativa verso monte di entità variabili da una ventina a un centinaio di metri dal 1976 ad oggi. Tale retrogressione si è manifestata inizialmente anche attraverso processi di creep poi evoluti in dissesti veri e propri che attualmente lambiscono la viabilità procedendo, dal tratto dal riporto stradale, verso W dove il manto è lesionato e ribassato verso SE. Mentre procedendo dal riporto stradale verso E, il lato SE della viabilità è lambito da processi di creep i quali potrebbero costituire lo stadio iniziale di ulteriori retrogressioni dei dissesti di scorrimento orientali del versante SE verso monte.

In aggiunta alle osservazioni di cui sopra, soprattutto tramite i fotogrammi del volo IGM 1955, è stata condotta un'analisi morfotettonica areale col fine di individuare i lineamenti strutturali caratteristici delle aree in studio (VEDI TAVOLA "ELEMENTI MORFOTETTONICI"). In tal caso, in prossimità dell'asse di crinale, si evidenziano testate di strato dotate di una certa continuità generalmente determinate dal contatto tra litotipi a diversa competenza, le quali condizionano più o meno localmente l'assetto delle scarpate poligeniche e nicchie di frana sopra rilevate; parimenti l'assetto geologico e giaciturale generale sembra determinare l'asimmetria delle valli. Tramite le variazioni di tono subrettilinee invece vengono rilevati quelli che possono essere i lineamenti tettonici che in qualche misura possono condizionare la geologia e morfologia della zona. Questi ultimi, generalmente orientati e sviluppati in direzione ESE-WNW, risultano abbastanza distanti dal dissesto in studio per poterlo condizionare direttamente; diversamente una certa interferenza non può essere esclusa in prossimità del tratto mediano e basale del pendio, ove anche il fosso Barigello esplica la sua azione morfogenetica.

2.4 Idrografia e Idrogeologia.

L'idrografia superficiale è caratterizzata da fossi e fossetti che raccolgono le acque di precipitazione meteorica dal crinale sino al piede del pendio.

I fossi di importanza locale sono il Fosso Barigello a Nord ed il Rio di Marignano a Sud.

Il regime idrologico di tali corsi d'acqua è intermittente: portata assente nella stagione secca, abbondante successivamente a precipitazioni intense e prolungate.

Il principale fattore di modellamento dei versanti è rappresentato dall'azione dilavante delle acque meteoriche che si manifesta con fenomeni di erosione per ruscellamento superficiale sia diffuso che canalizzato e, in subordine, con erosione da pioggia, in periodi di forti e prolungati afflussi.

I terreni superficiali presenti nell'area di indagine a prevalenza argillosa possiedono generalmente un discreto potere di ritenzione e limitate qualità drenanti ovvero modesta permeabilità e porosità efficace.

La circolazione idrica del primo sottosuolo è caratterizzata generalmente da lenti di acqua che si formano successivamente a periodi di prolungate precipitazioni; esse scorrono solitamente confinate al contatto tra la coltre superficiale alterata (spesso di natura sia gravitativa che eluvio-colluviale) ed il substrato più compatto ed inalterato. Tali circolazioni evidenziano un andamento piezometrico estremamente variabile che oscilla in diretta relazione con le precipitazioni e un regime intermittente a seconda dell'andamento dei periodi siccitosi e piovosi. Tali lenti idriche scorrono generalmente nella coltre superficiale, distinta da una apprezzabile permeabilità secondaria dovuta all'alterazione ed alla fessurazione delle argille, al di sopra del substrato compatto. Inoltre si rilevano abbondanti e persistenti circolazioni anche nei livelletti sabbiosi intercettati all'interno del substrato formazionale, le cui risalite piezometriche vengono riportate nelle tabelle riepilogative sottostanti.

All'epoca in cui è stata effettuata la campagna geognostica (Luglio – Agosto 2015), essendo stati predisposti una rete di piezometri entro i fori di sondaggio ed i fori di prova penetrometrica, è stata condotta anche una campagna di monitoraggio al fine di determinare la tipologia e le caratteristiche salienti della circolazione idrica sotterranea, utilizzando al contempo anche dati derivati da misure in pozzi locali.

Nel periodo Agosto-Settembre 2016 la ditta Soil Investigation, per incarico ricevuto direttamente dal Comune di Rimini, ha posto in opera Celle Piezometriche di Casagrande entro fori di sondaggio (cfr Relazione Tecnica a firma del Dott. Geol. Marco Rossi Direttore Tecnico della Soil Investigation). Il sottoscritto quindi ha proseguito la campagna di monitoraggio come da seguenti tabelle.

La caratteristica generale dei dispositivi di monitoraggio piezometrico adottati è quella di aver posizionato le Celle di Casagrande (e relative sezioni filtranti appositamente sigillate) su livelli diversi isolati in corrispondenza di tratti significativi del foro di sondaggio al fine di verificare la presenza ed importanza di eventuali livelli piezometrici riconducibili a circolazioni profonde.

STUDIO TECNICO DOTT. PAOLO GIACCI

DATA PIEZ.	30.07 2015	03.08 2015	12.08 2015	25.08 2015	09.09 2015	25.07 2016	21.09 2016	19.10 2016	9.11 2016	16.11.2023
CPT1	-			2.40	2.80					
CPT2	-			0.70	0.80					
CPT3	-			3.10	3.35					
CPT4	2.40			0.50	0.70					
CPT5	10.70			6.60	6.90	6.40	7.40	7.60	7.70	
S1		-	5.80	3.85	4.20		4.40	4.25	4.00	
S2		-	6.10	5.75	6.00	4.65	5.90	6.20	6.50	
P (pozzo)		2.30	6.70	6.20	6.45					
Piez. 1	Cella 9 m						4.30	3.95	3.70	
	Cella 13 m						3.40	3.50	3.50	
Piez. 2	Cella 9 m						6.60	6.85	7.05	
	Cella 12 m						10.2	10.0	9.85	
Piez. 3	Cella 9 m						1.15	1.30	1.25	
	Cella 12 m						5.30	5.50	5.50	
Piez. 4	Cella 15 m							9.15	9.25	
	Cella 18 m							13.7	12.8	
S1 Nov. 2023										9.50
S2 Nov. 2023										5.85

Quote riferite al Piano di Campagna.

DATA PIEZ.	Quota s.l.m.	30.07 2015	03.08 2015	12.08 2015	25.08 2015	09.09 2015	25.07 2016	21.09 2016	19.10 2016	9.11 2016
CPT1	139.66	-			137.26	136.86				
CPT2	130.84	-			130.14	130.04				
CPT3	140.70	-			137.60	137.35				
CPT4	135.62	133.22			135.12	134.92				
CPT5	143.20	132.50			136.60	136.30	136.80	135.80	135.60	135.50
S1	140.97		-	135.17	137.12	136.77		136.57	136.72	136.97
S2	139.71		-	133.61	133.96	133.71	135.06	133.81	133.51	133.21
P (pozzo)	145.00		142.7	138.30	138.80	138.55				
Piez. 1	140.97	Cella 9 m						136.67	136.99	137.27
		Cella 13 m						137.57	137.47	137.47
Piez. 2	135.62	Cella 9 m						129.02	128.77	128.57
		Cella 12 m						125.42	125.62	125.77
Piez. 3	143.20	Cella 9 m						142.05	141.90	141.95
		Cella 12 m						137.90	137.70	137.70
Piez. 4	141.80	Cella 15 m							132.65	132.55
		Cella 18 m							128.10	129.0

Quote riferite al livello del mare.

CONSIDERAZIONI.

L'elemento comune a tutti i fori di sondaggio è stata la copiosa circolazione idrica rilevata in fase di installazione dei piezometri, particolarmente concentrata in corrispondenza degli orizzonti sabbiosi presenti entro la formazione FAA2ap.

Il monitoraggio, pur non potendo essere stato esteso per un significativo periodo idrologico, ha tuttavia evidenziato alcune principali peculiarità nella circolazione sotterranea:

- Maggiori "attività" ed intensità di circolazione nei piezometri P1-2-3 e nelle celle installati in corrispondenza e prossimità della parte basale della formazione FAA2ap; tale intensa attività, onde poter sigillare correttamente i tratti filtranti attorno alle celle di misura, ha talora determinato la necessità di installare dispositivi piezometrici in ulteriori fori diversi.
- In P1, ma soprattutto in P3, i livelli piezometrici rilevati risultano maggiori di quelli "freatici" rinvenuti nelle cannette piezometriche e tubo inclinometrico dei limitrofi fori di sondaggio.
- Anche in corrispondenza delle celle più profonde i livelli piezometrici registrati presentano quote superiori, talora di diversi metri (soprattutto P1 P3).
- In P4, installato entro la formazione maggiormente pelitica FAA2p, pur rilevando una stratigrafia "geotecnica" simile agli altri sondaggi, i livelli idrici risultano più bassi e con una minore attività "idrogeologica"; non a caso, nel tratto di formazione geologica sottostante i depositi di copertura, si rileva una minore presenza di interstrati sabbiosi permeabili.

Pertanto si è potuto constatare come il diverso contenuto di interstrati sabbiosi tra le due formazioni geologiche, condizioni oltre che le portate anche i livelli piezometrici nelle celle installate entro le due formazioni; in particolare spostandosi lungo il crinale da E verso W quella, nel tratto di transizione fra i litotipi FAA2ape FAA2p si rileva la maggior "attività" nella circolazione idrica, anche con le maggiori risalite piezometriche, risultando pertanto un importante fattore condizionante per l'innescò ed evoluzione dei movimenti gravitativi in sito.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE.

3.1 Note Generali.

La campagna geognostica è stata effettuata in periodi di tempo differenti finalizzata alla definizione dell'assetto litostratigrafico ed all'individuazione di superfici di scivolamento attive e potenziali.

3.2 Prove Penetrometriche Statiche CPT.

Sono state eseguite mediante l'ausilio di penetrometro statico con punta meccanica tipo "Pagani" da 20 ton e passo di lettura 20 cm.

La prova consente di misura, secondo il passo di lettura i valori di "Rp" (resistenza alla punta) e "Rl" (attrito laterale); ciò consente, oltre ad una caratterizzazione litologica della successione stratigrafica, di stimare nei terreni incoerenti i valori di angolo di attrito interno "Fi" e di densità relativa "Dr". In terreni coesivi esse possono fornire, attraverso le esperienze pratiche di vari autori quali Begemann – Robertson - Mayne ed altri, i dati di resistenza del terreno in termini di tensioni totali (Su) e di sovraconsolidazione nonché di deformabilità (moduli di Young ed edometrici) e, talora, tramite il parametro di comportamento "Ic" una prima stima delle caratteristiche di permeabilità intrinseca del materiale.

Sono state realizzate in totale di n. 5 prove CPT spinte a rifiuto all'interno del substrato formazionale.

Nei fori di prova sono stati inseriti tubi piezometrici per il monitoraggio delle oscillazioni di falda.

3.3 Sondaggi meccanici a carotaggio continuo.

Sono stati realizzati in totale n. 4 sondaggi meccanici a carotaggio continuo verticale eseguiti con sonda perforatrice IPC Drill 830 L. E' stato usato il sistema a rotazione ad aste con carotaggio continuo tramite carotiere semplice dotato di diametro esterno 101 mm. Come fluido di circolazione è stato impiegato esclusivamente acqua.

Il carotaggio è sempre stato integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero pari al 100%.

N. 2 sondaggi hanno raggiunto la profondità di 20.0 mt dal p.c.

N. 2 sondaggi hanno raggiunto la profondità di 25.0 mt dal p.c.

Si ritiene che la perforazione sia stata terminata dopo aver attraversato di diversi metri il substrato formazionale chiaramente inalterato ed indisturbato.

Il recupero in cassette catalogatrici del materiale ottenuto dal carotaggio ha consentito una osservazione diretta del materiale ed una sua documentazione fotografica. Inoltre nelle porzioni carotate a granulometria fine si sono eseguite ad intervalli regolari, previa decorticazione superficiale, rilevazioni con "pocket penetrometer" e "torvane", che hanno fornito valori in prima approssimazione della resistenza del terreno in termini di tensioni totali (q_u = resistenza alla compressione semplice e C_u = coesione non drenata).

Per una migliore caratterizzazione geomeccanica della colonna stratigrafica sondata, a livello comparativo, in adiacenza al foro di sondaggio sono state condotte n. 2 penetrometrie statiche CPT sopra descritte.

In due fori di sondaggio di sondaggio sono stati installati tubi inclinometrici per il rilievo dei movimenti successivi del corpo gravitativo.

3.4 Sondaggi meccanici a distruzione di nucleo e installazione piezometri.

Per la realizzazione dei piezometri sono stati realizzati n. 5 sondaggi meccanici verticali a distruzione di nucleo eseguiti con sonda perforatrice IPC Drill 830 L. In tal caso è stato possibile comunque verificare “direttamente” la stratigrafia di sito per un raffronto con le penetrometrie eseguite precedentemente ed una caratterizzazione litologica di maggior dettaglio.

Vedi Relazione in Appendice 1.

3.5 Indagini di Laboratorio Geotecnico.

Sui campioni prelevati sono state condotte Indagini di Laboratorio Geotecnico per una verifica delle caratteristiche e dei parametri meccanici di maggiore interesse per la progettazione. Vedere Allegato 3.

4 STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E MECCANICHE MEDIE.

L'indagine geognostica svolta consente di definire il quadro stratigrafico dell'area in esame e di individuare n. 3 litotipi nei terreni costituenti il primo sottosuolo, suddividibili in base alle caratteristiche litologiche e geomeccaniche.

LIV.	Descrizione
V	Livello superficiale eluvio – colluviale ” costituito da argille limose di colore ocra con livelli sabbiosi giallastri, di spessore variabile e generalmente considerevole, compreso tra i 3,00 m e gli 8,80 metri, fortemente alterato e con caratteristiche geotecniche generalmente scadenti e molto variabili sia arealmente che in profondità. Generalmente i movimenti gravitativi oggetto di studio presentano superfici di scivolamento sino alla base di questo litotipo e pertanto tali terreni presentano valori di resistenza tipicamente allo stato critico e/o residui.
SD	Substrato alterato e decompresso. Argille limose sovraconsolidate, di colore grigio con livelli sabbiosi ossidati per circolazione idrica di spessore centimetrico. Si evidenziano tracce di stratificazione. Talora viene rilevato sino a profondità di circa 13,0 metri. A tratti ancora presenti tracce di alterazione e decompresso rispetto al substrato inalterato. I terreni appartenenti all'unità FAA2ap presentano maggiori interstratificazioni sabbiose. Caratteristiche geomeccaniche gradualmente crescenti con la profondità.
SU	Substrato pliocenico integro. Formazione pliocenica inalterata in posto costituita da marne argillose fortemente sovraconsolidate, grigie con livelli sabbiosi grigio azzurri con presenza di conchiglie. I terreni appartenenti all'unità FAA2ap presentano maggiori interstratificazioni sabbiose. Tale deposito risulta duro e a ridotta compressibilità.

Inoltre, con la scorta delle indagini di laboratorio geotecnico è possibile attribuire ai litotipi le seguenti caratteristiche meccaniche medie.

Liv.	Profondità Da mt. a mt.	Descrizione	De (ton/mc) Peso di volume	Cu (ton/mq) Coesione Totale	C' (ton/mq) Coesione Drenata	Fi (gradi) Angolo di Attrito Interno	Ed (Kg/cmq) Modulo di compress.	Rp (Kg/cmq) Resisten. Punta alla Penetraz.
V	Da P.C. a -3,0/8,80m	Livello superficiale eluvio – colluviale.	1.7-1.8	2.5-5.0	0.3-0.5 Res. 0	19-21° Res. 14-16°	60-80	20-30
SD	Da -3,0/8,80m a -13,0m max	Substrato alterato e decompresso.	1.9-2.0	8.0-10	0.8-1.0 Res. 0	20-21° Res. 14-16°	100-120	40-60
SU	Da -13,0 max in poi	Substrato pliocenico integro.	2.0-2.1	20-30	2.0-3.0	24-26°	>120	>90

Si evidenzia come i movimenti gravitativi in sito, in virtù dell'assetto geologico rilevato e delle loro caratteristiche evolutive, oltre ad interessare interamente il Lit. V arrivino talora ad interessare anche porzioni del substrato decompresso (Lit. SD), soprattutto ove le dinamiche gravitative risultino prevalentemente planari, talora con scorrimenti di interstrato; ciò viene evidenziato soprattutto in corrispondenza dell'inclinometro 1.

Generalmente gli spessori delle masse in frana risultano maggiori rispetto a quelle precedentemente rilevate dal dott. Baistrocchi, evidenziando una progressione del fenomeno anche in profondità.

5 MONITORAGGIO INCLINOMETRICO.

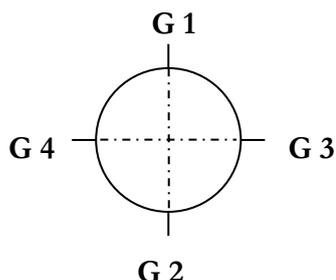
5.1 Premessa.

Al fine di poter definire le caratteristiche di movimento e le zone di scorrimento nel sottosuolo del corpo franoso è stata approntata una campagna di indagine e monitoraggio tramite letture inclinometriche. Le misure sono state effettuate dalla ditta Intergeo srl di San Marino su appositi dispositivi installati nei fori di sondaggio.

5.2 Tipologia della strumentazione utilizzata.

Una misura inclinometrica ha la finalità di stabilire se un tratto di versante è interessato, o meno, da una superficie di scivolamento e di misurare con precisione, in rapporto al tempo, la direzione del movimento nonché la sua entità. Le misure sono state eseguite mediante l'uso di apposite apparecchiature di lettura denominate "sonda", inserite all'interno di tubi inclinometrici posizionati nel terreno e fatte scendere in profondità.

I tubi inclinometrici utilizzati sono realizzati in alluminio e caratterizzati dalla presenza di quattro guide lungo le quali si faranno scorrere le rotelle della sonda di misura. Le guide sono tra di loro disposte a 90° una dall'altra secondo degli assi ortogonali e sono orientate in modo tale che la guida rivolta verso valle sia denominata GUIDA 1 (G1) e quella opposta GUIDA 2 (G2) (vedi figura).

**Fig. 1**

Le rette congiungenti G1-G2 e G3-G4 formeranno un sistema di assi cartesiani X-Y (o EST – NORD) che verrà opportunamente orientato verso il Nord Magnetico. La sonda inclinometrica utilizzata è di tipo biassiale con fondoscala a 45° sessagesimali; le sue caratteristiche costruttive sono:

- Passo sonda = 500 mm.
- Sensibilità all'asse trasverso: non superiore a 0.015 % del fondo scala per grado sessagesimale.
- Variazione della sensibilità in funzione della temperatura: non superiore a 0.015 % della lettura per grado centigrado.
- Variazione dello "zero" in funzione della temperatura: non superiore a 0.01% del fondo scala per grado centigrado.
- Sensibilità di lettura: non inferiore a $20.000 \times \text{sen}(\text{angolo di inclinazione rispetto alla verticale})$.

L'unità di lettura rispetta le stesse specifiche della sonda per quanto riguarda le variazioni di temperatura è predisposta per operare correttamente con temperature comprese tra -5° e $+40^\circ\text{C}$.

5.3 Strumentazione messa in opera.

Come già accennato la strumentazione messa in opera consta di n. 2 tubi inclinometrici denominati S1, S2, di lunghezza $L= 20.00$ ml, posizionati come nella planimetria allegata in corrispondenza dei rispettivi fori di sondaggio. L'apparecchiatura è stata messa in opera nei giorni 3-4 Agosto 2015.

Le modalità di misurazione consistono in letture con passo pari a 1 mt, suddivise in 4 coppie di dati riferite alle rispettive combinazioni delle guide contrapposte sul tubo.

I dati numerici così ottenuti sono trattati attraverso un software dedicato per ottenere i risultati contenuti nelle allegate tabelle (allegato n. 4).

5.4 Risultati della campagna inclinometrica.

Inizialmente sono state eseguite n. 2 letture come segue:

Lettura zero (verticalità) in data 12.08.2015.

Prima lettura in data 24.08.2015 a seguito di precipitazioni metereologiche.

A seguito di estensione di incarico sono state eseguite successive tre letture come segue:

Seconda lettura in data 25.03.2016

Terza lettura in data 12.05.2016

Quarta lettura in data 19.07.2016

Inoltre è stato eseguito un ultimo ulteriore controllo in data 26 ottobre 2016 verificando il fuori servizio di entrambi i tubi inclinometrici come segue:

- 1) Inclinometro n. 1 fuori servizio alla quota di – 9 mt da pc (131.97 m s.l.m.).
- 2) Inclinometro n. 2 fuori servizio alla quota di – 3 mt da pc (136.71 m s.l.m.).

Si rammenta che la perdita di funzionalità del dispositivo generalmente avviene per deformazioni che superano i 10-12 cm (movimento per sommatoria).

I report del monitoraggio, completi di diagrammi, vengono riportati in Allegato 4.

5.5 Considerazioni e Commenti.

INCLINOMETRO N. 1.

Posto in opera nel periodo Agosto 2015, è risultato fuori servizio alla lettura dell'ottobre 2016.

Risulta evidente come la superficie di scivolamento prevalente sia identificabile alla quota di -8.50 m da piano campagna (quota 132.47 m s.l.m.). Per quanto riguarda la velocità di movimento, non avendo potuto definire una campagna di indagine periodica, è possibile solamente stimare una velocità media annua di circa cm 8/9 annui (movimento per sommatoria) sulla base delle letture eseguite nel periodo sopra considerato; in particolare si è visto come in seguito di periodi stagionali ricchi di precipitazioni e/o eventi prolungati (vedi periodo Febbraio/Marzo 2015), il movimento franoso evidenzia spiccate accelerazioni.

Sebbene di minore entità, va comunque rilevato un secondo orizzonte deformato al di sotto del picco principale, alla quota di circa -11.0/-11.5 mt da pc., all'interno del lit. SD. Tale fenomeno, analizzandolo nella sua lieve entità ed evoluzione temporale, potrebbe essere imputabile a fenomeni di trascinarsi e spostamento nella tubazione immediatamente sottostante (proprio sulla giunzione dei tubi inclinometrici a quota – 11 mt che è il punto di debolezza/discontinuità del dispositivo) o ad una incipiente attivazione di superfici di scivolamento secondarie di interstrato entro tratti di formazione decompressa sottostanti il picco di deformazione. Tuttavia con le informazioni attualmente disponibili non è possibile definirlo con certezza.

INCLINOMETRO N. 2.

Posto in opera nel periodo Agosto 2015, è risultato fuori servizio alla lettura dell'ottobre 2016.

Risulta evidente come la superficie di scivolamento sia identificabile alla quota di -3.00 m da piano campagna (quota 136.71 m s.l.m.), alla base del Lit. V. Per le altre considerazioni relative alla dinamica del movimento registrato, vale quanto già esposto per l'inclinometro 1.

In ogni caso la natura prevalentemente traslativa del fenomeno gravitativo in oggetto viene evidenziata dal fatto che i profili di deformazione presentano picchi concentrati e progressivi solo alla base del movimento.

6 PROSPEZIONI SISMICHE.

La ditta Soil Investigation, sempre per incarico ricevuto direttamente dal Comune di Rimini, coadiuvata dalla ditta Galileo Geofisica del Dott. Simone Secci, ha eseguito delle prospezioni sismiche con l'obiettivo di identificare arealmente la geometria dei corpi superficiali in dissesto ed in particolare l'eventuale presenza di lineamenti strutturali e/o sistemi di fagliazione/fratturazione preferenziali sepolti che potrebbero contribuire all'innescarsi dei fenomeni gravitativi.

Poiché alcune delle conclusioni legate alla precedente Relazione Geologica condotta dal dott. Baistrocchi risultavano collegate ad una campagna di indagine geofisica di tipo a rifrazione, si è deciso di verificare il modello di riferimento tramite una ulteriore campagna maggiormente estensiva ed approfondita.

L'indagine complessiva è stata condotta tramite tecniche congiunte di sismica a rifrazione (con restituzione tomografica), prove in array di tipo attivo e passivo rispettivamente MASW ed ESAC.

In particolare, poiché l'indagine del dott. Baistrocchi era stata condotta solo tramite 2 basi di circa 70 mt (quindi con limitata capacità di penetrazione), ci si è avvalsi di n. 2 stendimenti di 120 mt cad e ulteriori n. 2 stendimenti di 120 trasversali (lungo la max pendenza) che, considerate le limitazioni intrinseche a tale tecnica (seppur perfezionata dall'elaborazione tomografica), consentissero di ottenere migliori informazioni sia in termini di penetrazione che di capacità di individuazione di eventuali strutture planari o tridimensionali sepolte. Tale indagine è stata condotta sia in termini di V_p (maggiormente influenzata dalla presenza di acqua nel sottosuolo) che di V_s e, in punti ritenuti significativi, sono state approntate ulteriori indagini di taratura delle verticali basate sostanzialmente sull'analisi di onde di volume quali MASW es ESAC. Le incertezze del modello sismostratigrafico sono così state verificate con altre tecniche di elaborazione in grado di integrare all'occorrenza le capacità risolutive e le incertezze interpretative, portando ad una migliore conoscenza del comportamento dei materiali attraversati.

I risultati delle indagini geofisiche condotte possono essere visualizzati sia in termini di spettri e profili verticali di velocità (MASW-ESAC) che in forma di sezioni sismostratigrafiche in cui poter individuare gli andamenti spaziali delle velocità (V_p e V_s) e, quindi, poter definire specifici sismostrati caratterizzati da una certa continuità e rigidità sismica caratteristica (VEDI RELAZIONE IN APPENDICE 2).

L'utilizzo di queste tecniche congiunte inoltre permette di verificare la presenza o meno di anomalie nella distribuzione delle velocità, di inversioni di velocità con la profondità (tipiche di zone fortemente alterate o fratturate/fagliate) e/o di dislocazioni entro il substrato rigido.

In tal caso nei punti di indagine non sono state rilevate situazioni o andamenti anomali riconducibili alla presenza di strutture tettoniche o zone profonde caratterizzate da fratturazione pervasiva o fagliazione, cosa peraltro confermata direttamente sino ad almeno 20 mt da p.c. dai sondaggi geognostici eseguiti nell'area.

Da un punto di vista sismostratigrafico si sono individuate tre unità principali rappresentative distinguibili in termini di V_s caratteristiche (e quindi di modulo di rigidezza G_0):

A = terreni superficiali che partendo da velocità VS prossime ai 150 m/sec. Generalmente tendono ad aumentare in termini di rigidità sismica e, quindi, compattezza con la profondità, in virtù anche del carico litostatico, fino ad arrivare a 200-250 m./sec. All'interno di questo livello si riconoscono le geometrie più superficiali con le zone probabili sede di instabilità con velocità inferiori a 180 m./sec.

B = livelli con velocità in onde S variabili da 300 a circa 400 m./sec., materiali generalmente sovraconsolidati, caratterizzati anch'essi da una maggiore rigidità sismica generale incremento di compattezza verso il basso, sebbene con gradienti meno condizionati dal carico litostatico.

C = livello basale, contraddistinto da 450-550 m./sec. di velocità in SH ed un basso gradiente di crescita con la profondità in virtù dell'elevato grado di sovraconsolidazione e rigidità dei materiali. In particolare si rileva come i bedrock geotecnici inalterati a contatto fra loro (FAA2ap ad EST e FAA2p ad OVEST), a quote comparabili, presentino Vs identificative leggermente diverse e per cui il substrato formazionale prevalentemente pelitico FAA2p si dimostri leggermente più "lento" di quello maggiormente arenaceo FAA2ap, con velocità tipiche rispettivamente pari a 450 e 550/600 m/s.

Quest'ultima osservazione consente di appurare come il contatto anomalo ipotizzato nell'ambito della sezione interpretativa longitudinale A-B in SH (RELAZIONE APPENDICE 2), ad ovest dell'intersezione con la sezione C-C', risulti frutto di un'interpretazione non fondata (data l'assenza di anomalie nei log di velocità (MASW ed ESAC) e geometricamente improbabile, mentre il rapido calo di velocità sia piuttosto imputabile alla transizione laterale fra formazioni geologiche differenti in contatto stratigrafico fra loro, cosicché muovendosi da E ad W, si passa verso terreni del substrato a minore rigidità sismica propri della formazione FAA2p.

Pertanto da un punto di vista delle geometrie ed assetti del modello geofisico di insieme le principali evidenze riscontrate sono:

- Un generale aumento dello spessore del livello A (rappresentativo delle coperture e terreni "allentati/decompressi" lungo il versante settentrionale (sez. CC' e DD') nonché procedendo da Sud-ovest verso nord-est sull'allineamento AA' -BB' e relative prove in array (MASW-ESAC).
- Una moderata differenza di rigidità sismica fra bedrock geologici diversi a contatto stratigrafico (FAA2p ad ovest e FAA2ap ad est), con $V_{sFAA2p}=450$ m/s e $V_{sFAA2ap}=550/600$ m/s; motivo per cui ad un certo punto, lungo le sezioni AA' e CC' risultano zone con $V_s > 550$ m/s confinate ai margini della sezione, mentre il substrato geologico/geotecnico è presente con continuità ed a quote comparabili; questo viene evidenziato dal diverso comportamento delle prove ESAC, con ESAC1 (eseguita su un ramo di DD') che mostra un livello basale C intorno ai 15-17 metri, mentre nell'ESAC2 il livello C lo troviamo oltre i 30 metri, evidenziando un basso gradiente di velocità sino alle profondità massime indagate (con $V_{smax} \leq 500$ m/s). Possibile quindi la presenza di una discontinuità laterale o di passaggio a materiali caratterizzati da una minor rigidità sismica o un diverso rapporto di stratificazione (es. argille marnose-sabbie debolmente cementate).
- L'andamento del contatto fra i sismostrati B e C, approfondendosi con regolarità verso Nord Est, evidenzia la probabile giacitura degli strati, presentando un immersione di circa 10° .

- Nei profili verticali di velocità non vengono evidenziate significative inversioni di velocità all'interno del Lit. B e C, non rilevando pertanto alcuna anomalia strutturale o tettonica che diversamente si propagherebbe sin dentro al substrato ed a profondità considerevoli.

- L'andamento delle coltri (sismostrato A), sia lungo la stesa AA'/BB' che lungo i due versanti opposti, evidenziano andamenti con gradoni variamente pronunciati del sottostante Lit. B (sostanzialmente equivalente al substrato decompresso) con conseguenti repentine variazioni di spessore nelle coperture; a tratti il Lit B risulta prossimo alla superficie topografica, coerentemente alla presenza delle testate di strato/scarpate poligeniche rilevate in sede di analisi fotogeologica e rilievo di campagna; tale aspetto risulta maggiormente evidente lungo il tratto meridionale delle sezioni CC' e DD', ove lo spessore delle coperture è ridotto.

7 PERICOLOSITA' SISMICA.

7.1 Sismicità dell'area.

Facendo riferimento alle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno censiti nel Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani di seguito si riporta in breve la storia sismica della provincia di Rimini.

Quest'ultima è stata effettuata mediante la consultazione del database dell'INGV. Qui di seguito si riporta uno stralcio del database relativo al territorio riminese.

Storia sismica di Rimini

[44.059, 12.567]

Numero di eventi: 66

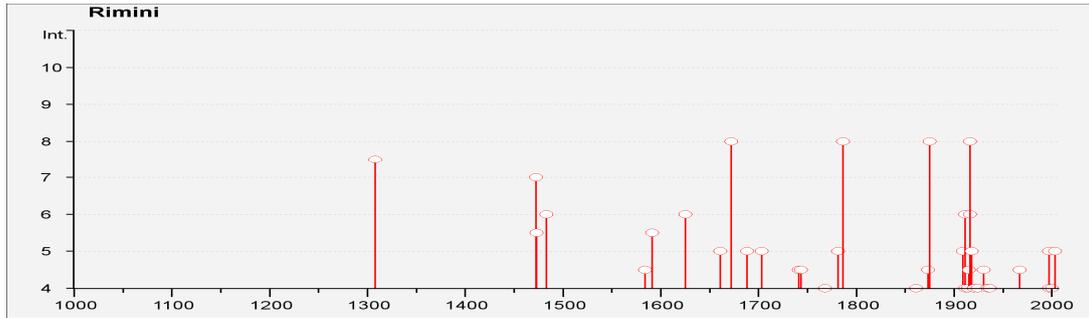
Effetti

In occasione del terremoto del:

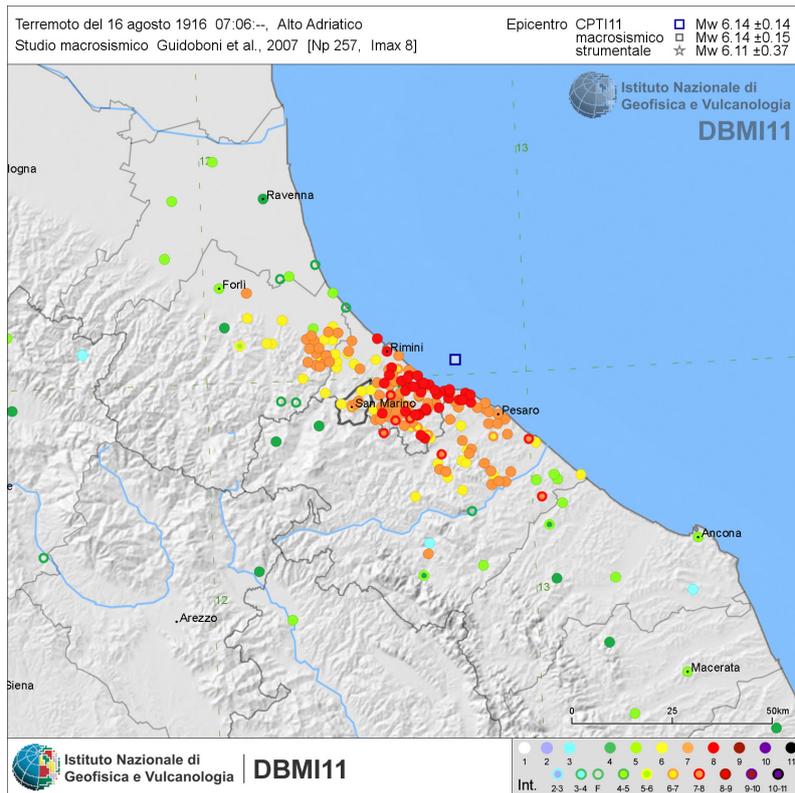
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
4	2000-08-01 02:34	MONTEFELTRO	83	5-6	4.34 ±0.09
3	2000-05-10 16:52	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
3	2000-05-08 12:29	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
3	1962-01-23 17:31	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
4	1934-11-30 02:58	Alto Adriatico	51		5.34 ±0.17
3	1928-05-30 20:01	Adriatico centrale	17	5	4.88 ±0.28
4	1924-01-02 08:55	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16
5	1918-11-10 15:12	Appennino romagnolo	187	9	5.88 ±0.11
8	1916-08-16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
6	1916-06-16 01:27	Alto Adriatico	17		
8	1916-05-17 12:49	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
6	1911-03-26 13:51	RIMINI	9	5	5.00 ±0.30
4	1911-02-19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11
8	1875-03-17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
3	1870-10-30 18:34	Romagna	41	8	5.58 ±0.27
4	1861-10-16	FORLI'	10	6-7	5.10 ±0.48
8	1786-12-25 01:00	Riminese	91	8	5.62 ±0.17
5	1781-04-04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 ±0.17
4	1768-10-19 23:00	Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21
5	1688-04-11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78 ±0.35
8	1672-04-14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21
5	1661-03-22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09 ±0.16

6	1625-12-05	RIMINI	1	6	4.72 ±0.34
6	1483-08-11 19:40	Romagna meridionale	14	8	5.68 ±0.40
5-6	1473-02-02	RIMINI	1	5-6	4.51 ±0.34
7	1472	RIMINI	1	7	5.14 ±0.34
7-8	1308 -01-25 17:15	Rimini	4	7-8	5.35 ±0.34

Distribuzione temporale degli eventi sismici considerati



Cartografia storica in cui si evidenzia la distribuzione degli eventi sismici



7.2 Categoria di Sottosuolo.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i : spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$: velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N : numero di strati;

H : profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Dall'analisi delle indagini sismiche si può affermare come il sito sia caratterizzato da una velocità media delle onde di taglio (V_{seq}) di **300 m/sec circa calcolata da 0,00 a -30,00 m.**

Categoria di Sottosuolo.

Ai sensi dell'art. 3.2.2 del D. Min. 17/2018, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto per la valutazione dell'effetto della risposta sismica locale, in assenza di analisi specifiche è possibile fare riferimento all'approccio semplificato basato sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Per le categorie di sottosuolo **A, B, C, D, E** le azioni sismiche sono definite al Capitolo 3.2.3 del Decreto stesso.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s .
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità

	equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Sulla base dei risultati delle indagini sismiche eseguite è possibile affermare che il sito in studio è caratterizzato da un **Sottosuolo di Categoria C**.

7.3 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento per l'azione sismica.

Vita nominale V_N .

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tabella che segue.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva.	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.	≥ 100

La costruzione in oggetto pertanto rientra nel TIPO DI COSTRUZIONE 2 con **Vita Nominale V_N (in anni) ≥ 50** .

Classi d'uso.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui

al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico.

Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

La costruzione in oggetto rientra pertanto in **Classe II**.

Periodo di riferimento V_R per l'azione sismica.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella Tabella che segue:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso specifico: $V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50$ anni

Periodo di ritorno T_R del sisma.

Si fa riferimento alla seguente tabella:

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	30 anni $\leq T_R = 0,60 V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 V_R < 2475$ anni

Pertanto avremo:

Stato Limite di immediata Operatività (SLO):	$T_R = 30$
Stato Limite di Danno (SLD):	$T_R = 50$
Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):	$T_R = 475$
Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):	$T_R = 975$

7.4 Risposta Sismica Locale.

Alla scala della singola opera la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di Categoria A).

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A), nonché di ordinate dello

spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Ai fini della normativa di riferimento, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g Accelerazione orizzontale massima al sito.

F_0 Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

Con l'ausilio del programma di calcolo "GeoStru PS Parametri sismici", si determinano i valori di a_g , F_0 , T^*_C :

Stato Limite Considerato	T_R	a_g	F_0	T^*_C
Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):	475	0.183	2.475	0.312
Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):	975	0.242	2.464	0.320

Amplificazione Stratigrafica.

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa.

Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot a_g$$

dove:

a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido.

S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Categoria Sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 F_0 a_g/g \leq 1,20$	$1,10 (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 F_0 a_g/g \leq 1,50$	$1,05 (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 F_0 a_g/g \leq 1,80$	$1,25 (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 F_0 a_g/g \leq 1,60$	$1,15 (T_c^*)^{-0,40}$

Amplificazione Topografica.

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m.

Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° , altrimenti si applicano i criteri indicati nel Capitolo 3.2.2 del Decreto.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Nel caso specifico l'**ubicazione dell'area di indagine presenta inclinazione modesta inferiore a 15° . Si classifica quindi il sito in studio nella Categoria Topografica T1.**

Per quanto riguarda il coefficiente di amplificazione topografica, si attribuisce un valore pari a **$S_T = 1,00$** .

7.5 Accelerazione Massima Attesa a_{max} .

L'accelerazione massima attesa al sito a suolo libero risulta pertanto la seguente:

$$SLV: a_{max} = S_t S_s \cdot a_g = 1.00 \times 1.43 \times 0.183 = 0,26 \text{ g}$$

$$SLC: a_{max} = S_t S_s \cdot a_g = 1.00 \times 1.34 \times 0.242 = 0,32 \text{ g}$$

8 CONCLUSIONI.

Il vasto dissesto gravitativo che coinvolge la via Marignano, ha progressivamente sviluppato deformazioni sempre più consistenti, rendendo di fatto la circolazione stradale impraticabile.

Anche i sottoservizi, consistenti in rete gas e rete acquedottistica, hanno progressivamente subito notevoli danni tanto da richiederne l'ubicazione fuori terra.

Come evidenziato nello studio fotogeologico entrambi i versanti Nord e Sud rispetto la via Marignano, così come taluni tratti di crinale, sono storicamente caratterizzati da dissesti importanti e con varie fasi attività e quiescenza.

Gli studi generali, la campagna geognostica, geofisica e di monitoraggio idrogeologico sin qui eseguiti permettono di estendere le prime seguenti considerazioni generali:

- Principali fattori predisponenti:
 - **Assetto stratigrafico:** la giacitura con pendenza prossima e tratti minore di quella media del pendio fa sì che localmente, soprattutto in corrispondenza dei tratti più acclivi, possano presentarsi situazioni con assetto a franapoggio meno inclinato del pendio agevolando, quindi, la possibilità di scorrimento verso valle, il quale tende a svilupparsi prevalentemente in corrispondenza di superfici di stratificazione e, soprattutto, a contatto tra tipi litologici differenti (es: limi argillosi e sabbie limose sature spesso sede di acquiferi con carichi piezometrici significativi).
 - Presenza, nei log stratigrafici, di superfici fratturate con superfici concoidi lucide (imputabili a fenomeni tensio-deformativi e di isorientamento dei minerali) in corrispondenza di orizzonti con esiguo spessore ed a varie altezze nella successione stratigrafica.
- Principali fattori scatenanti:
 - **Andamento meteorologico:** un progressivo incremento delle precipitazioni annue comportanti un aumento dell'infiltrazione efficace, accentuata da fenomeni di fessurazione dei terreni (sviluppati a loro volta da annate povere di precipitazioni e dalla progressione dei fenomeni di creeping in sommità versante), con maggiore ravvenamento dei sistemi idrogeologici, sia freatici che profondi.
 - **Carico piezometrico:** imputabile sia all'effetto di ravvenamento dei sistemi idrogeologici (superficiali e profondi) che ai ristagni idrici per cause naturali ed antropiche (perdite acquedottistiche e scarsa regimazione superficiale). Essi, oltre a determinare una riduzione nelle resistenze per attrito lungo le superfici di scorrimento (per "alleggerimento" dei terreni soprastanti ed al piede), possono causare un incremento delle spinte idrauliche entro le fratture di trazione ed il decadimento delle caratteristiche geotecniche di orizzonti stratigrafici critici, contribuendo a diminuire ulteriormente le resistenze disponibili per l'equilibrio statico delle masse.
- La natura dei dissesti sul settore settentrionale risulta prevalentemente di tipo traslativo con forti spessori di materiale coinvolto, mentre su quello

meridionale gli spessori risultano più limitati, originando dissesti più di tipo rototraslativo e colamento; la dinamica evolutiva è tale da determinare una progressiva retrogradazione ed approfondimento delle aree in dissesto.

- Il log dell'inclinometro 1 permette di confermare come le dinamiche gravitative risultino prevalentemente planari, talora con scorrimenti differenziali di interstrato su più livelli, interessando parte delle bancate di substrato decompresso.
- L'andamento del Fosso Marignano, presente al piede del pendio, risulta condizionato dall'evoluzione verso valle dei dissesti nonché dalla loro dimensione.
- Esecuzione di grossi lavori di drenaggio sul versante lato sud e di dissesti con scarpate retrogradanti isoorientate.
- Le lineazioni strutturali e scarpate poligeniche risultano tutte subparallele ed a spina di pesce con il crinale.
- I processi di retrogressione gravitativa evolutisi nel tempo hanno fatto sì che tale strada ne fosse sempre maggiormente coinvolta. A tal proposito preme sottolineare la presenza, proseguendo verso SW lungo la via Marignano, di lesioni importanti del manto stradale sino in corrispondenza dei fabbricati in località Cà Paoli, con frequenti rotture della rete acquedottistica ancora interrata; tale situazione apparrebbe configurarsi come lo stato iniziale di dissesti in veloce evoluzione.
- Lungo il versante nord i sistemi scolanti (fossi collettori) risultano isoorientati lungo direzioni subparallele alle nicchie di distacco e fratture di tensione, ovvero ai contatti stratigrafici principali, che sembrano fungere da "guida" anche per l'evoluzione dei dissesti verso valle.

Il precedente studio geologico del dott. Baistrocchi, redatto nel 1983 e realizzato sulla base di una consistente campagna di indagine geognostica e prove di sismica a rifrazione, conduceva ad un modello geologico/geomorfológico coerente e sostanzialmente comparabile con quanto verificato nel ambito del presente studio; tuttavia in mancanza di analisi fotogeologiche ed idrogeologiche approfondite e sulla scorta di stendimenti sismici di minore estensione (minore risoluzione e penetrazione), sostanzialmente portava ad ipotizzare un controllo tettonico dei dissesti in atto tale per cui si raccomandava di lasciare i luoghi alla loro naturale evoluzione.

Diversamente, a seguito delle indagini di approfondimento condotte, la guida e controllo dei fenomeni in atto sembra essere più di tipo geologico/idrogeologico, onde per cui le "lineazioni tettoniche" definite nello studio di Baistrocchi risultano sostanzialmente superfici di strato particolarmente significative che caratterizzano una zona di transizione con passaggio stratigrafico fra le unità formazionali FAA2p ed FAA2ap, con caratteri litologici, di rigidità sismica e comportamento idrogeologico differenti.

Inoltre la spiccata attività idrogeologica nell'ambito del litotipo più permeabile ed arenaceo FAA2ap fa sì che proprio in corrispondenza di questa zona di transizione stratigrafica si concentrino le maggiori circolazioni idriche rilevate tramite la campagna di monitoraggio, talora con livelli piezometrici significativi,

certamente in grado di condizionare l'evoluzione dei movimenti gravitativi, determinare la perdita di resistenza e plasticizzazione dei materiali lungo superfici di scivolamento e, quindi, i processi di progressiva alterazione del substrato decompresso Lit. SD.

Quindi, dato l'assetto giaciturale con componente a franapoggio meno inclinato del pendio, effettivamente si conferma la dinamica evolutiva prevalentemente traslativa in cui, oltre allo scivolamento dei terreni alterati e rimaneggiati di copertura, si assiste ad un progressivo collasso distensivo e retrogradante (sul lato nord della strada) di banconate fortemente allentate/decomprese dalla mancanza di contenimento laterale; queste si fessurano progressivamente per trazione scorrendo su superfici di strato alterate, la cui plasticizzazione viene certamente condizionata dalla copiosa attività idrogeologica e da una diminuzione di resistenza per le sottospinte piezometriche rilevate. L'attività idrogeologica, unitamente alla fessurazione dei materiali, determina un forte tasso di alterazione degli stessi con rammollimento dei terreni maggiormente plastici e le fessure per trazione evolvono, quindi, progressivamente in nicchie di frana retrogradanti.

In sede di prospezione geofisica tale assetto viene confermato dagli andamenti, spesso gradonati, del tetto del sismostrato B (circa coincidente con il substrato geologico decompresso SD) il quale, lungo il versante, a tratti risulta prossimo alla superficie topografica, condizionando gli elementi morfologici superficiali.

La progressiva evoluzione del grande corpo di frana presente da metà versante sino al fosso sottostante, probabilmente condizionato anche dall'azione erosiva al piede di quest'ultimo, nel tempo porta a riattivazioni periodiche con successivi approfondimenti dei corpi gravitativi presenti in sommità di crinale, direttamente interessanti il sedime stradale.

Le medesime dinamiche evolutive, sebbene con coperture più sottili, avviene progressivamente anche sul versante meridionale.

Gli spessori delle masse in frana risultano maggiori rispetto a quelle precedentemente rilevate dal dott. Baistrocchi, evidenziandone un progressivo approfondimento.

A parere dello scrivente, le opere da eseguire per il consolidamento del corpo stradale debbono inquadrarsi nell'ambito di opere di sostegno/contenimento in c.a. e su fondazioni profonde opportunamente inquadrare tra le molteplici possibilità ed opportunamente dimensionate in quanto garanzia di funzionalità, affidabilità e sicurezza. Tali opere andranno necessariamente accompagnate da opere di regimazione idraulica sia profonde, al fine di abbattere il carico idraulico, sia superficiali finalizzate ad una corretta e razionale regimazione delle acque di precipitazione e ruscellamento.

In ottemperanza all'incarico ricevuto.

Sassofeltrio (RN), lì Dicembre 2023



ALLEGATO 1

Elaborati Grafici

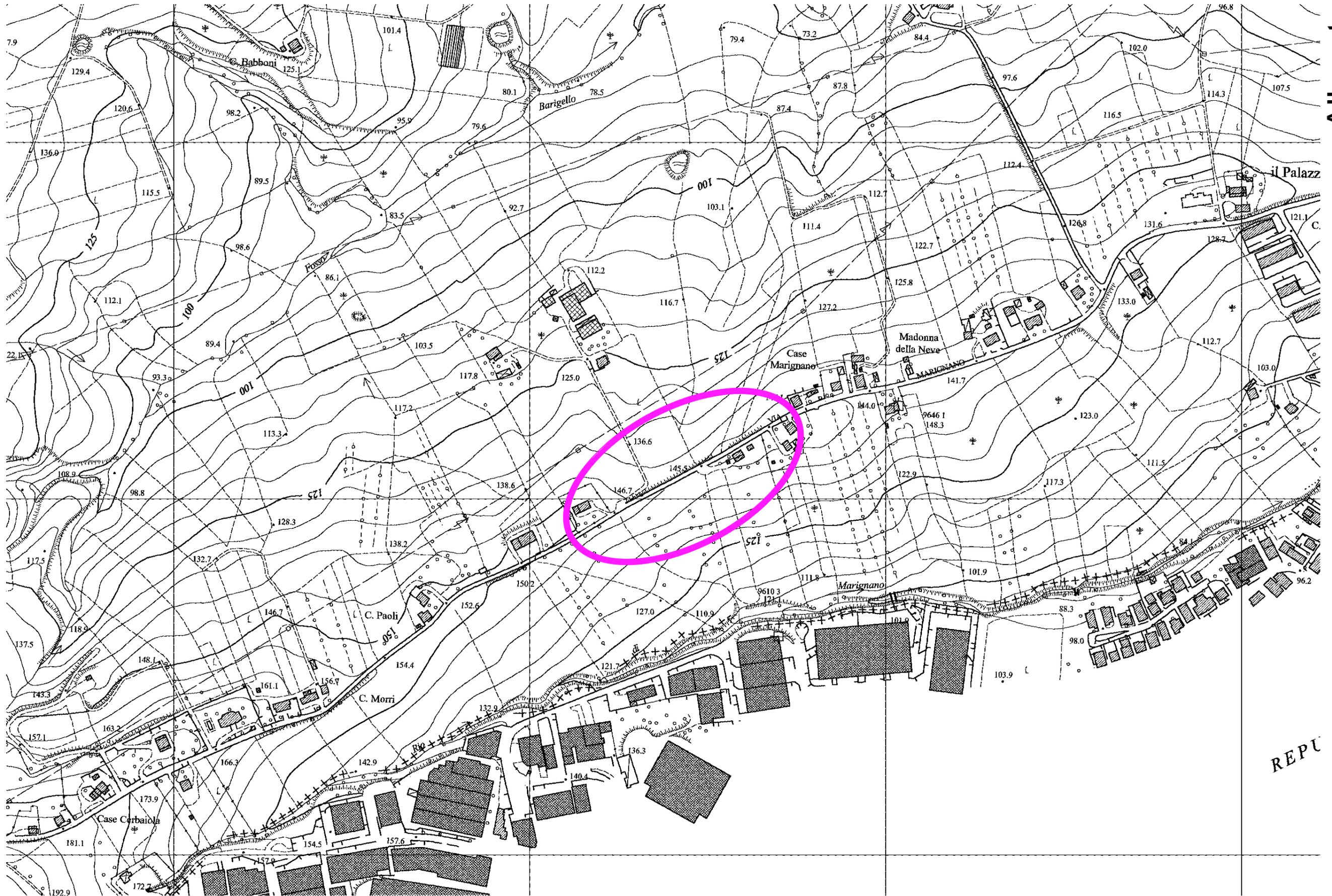
CARTA TECNICA REGIONALE (C.T.R)

SCALA 1:5.000

SEZIONE 267021

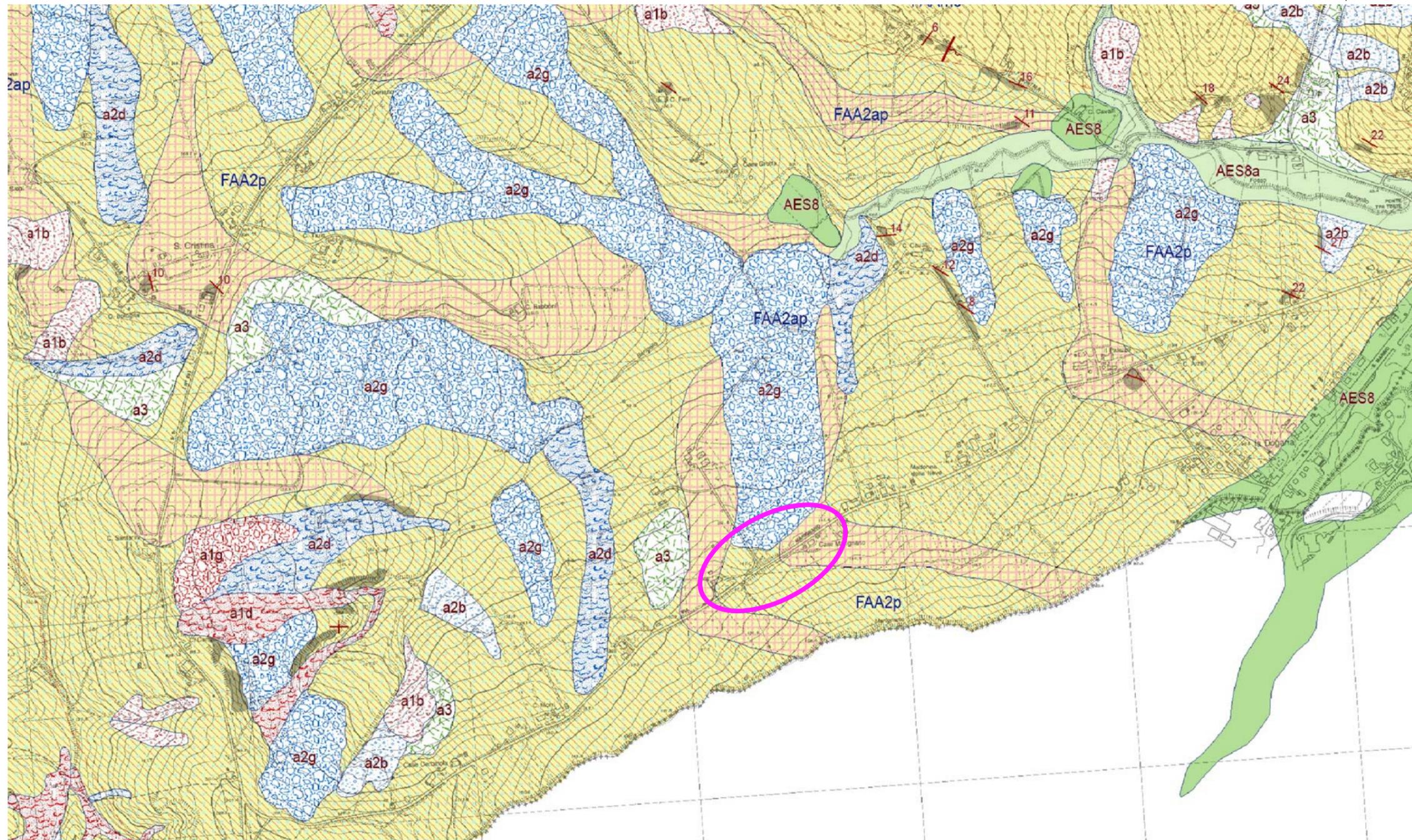


Allegato 1A



CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO

EDIZIONE 2011 - SCALA 1:10.000
SEZIONE 267020 - VERUCCHIO



Allegato 1B

Successione neogenico - quaternaria del margine appenninico padano

FAA2p Argille Azzurre - membro delle Arenarie di Borello - litofacies pelitico-arenacea
Prevalenti argille ed argille marnose grigio-azzurre, silteose, fossilifere, in strati molto sottili e sottili, con livelli di sabbie fini e siltiti, caratterizzate da intensa bioturbazione; rari intervalli pelitico-arenacei, con arenarie giallastre, molto sottili, e A/P < 1/2. (Pliocene inf.)

FAA2ap Argille Azzurre - membro delle Arenarie di Borello - litofacies arenaceo-pelitica
Alternanze di argille sabbiose grigie, localmente marnose, fortemente fossilifere, biancastre all'alterazione, e livelli siltosi o arenarie grigiogiallastre in livelli sottili e medi, poco cementate (A/P variabile da 1/2 a 2); talora arenarie prevalenti in strati da spessi a molto spessi con livelli di tritume conchigliare e nuclei a maggiore cementazione o corpi arenacei lenticolari intercalati alle argille, costituiti da arenarie a granulometria da medio-fine a medio-grossolana, di colore giallastro (A/P > 1) (Pliocene inf.)

Depositi frane quiescenti

a2d Deposito di frana quiescente per colamento di fango
Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a2g Deposito di frana quiescente complessa
Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

a3 Deposito di frana quiescente complessa
Accumulo di detrito su versante sulla cui attribuzione genetica permane un grado di incertezza, non escludendo che sia dovuto a fenomeni franosi, mancando spesso i caratteri di forma tipici delle frane stesse. Solo una indagine più approfondita del semplice rilevamento sul terreno potrebbe chiarire la natura dei processi che hanno generato il deposito. Generalmente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), solo localmente stratificato e/o cementato. Come indicato sopra la genesi può essere gravitativa, da ruscellamento superficiale, da soliflusso.

AUTORITA' INTERREGIONALE DI BACINO
MARECCHIA - CONCA
P.A.I. - Territorio del Comune di RIMINI



LEGENDA CARTA P.A.I.

-  Confini comunali
-  Alveo (art. 8)
-  Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione pre-interventi (art. 9)
-  Fascia con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni nella situazione post-interventi (art. 9)
-  Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica (art. 9)
-  Delimitazione della fascia di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni (art. 10)
-  Attraversamenti non adeguati
- Numero progressivo**
- Corso d'acqua**
- 16MA_R3**
- Livello di rischio**
(nel caso di ponti T5 o T2
a seconda della criticità a 50 o 200 anni)
-  Calanchi (art. 14)
-  Aree in dissesto per fenomeni in atto (art. 14)
-  Aree di possibile influenza del dissesto nelle frane di crollo (art. 15)
-  Aree di possibile evoluzione del dissesto e frane quiescenti (art. 16)
- NN_R** Codice identificativo di area a rischio elevato e/o molto elevato (Perimetrazione di cui all'Allegato 2A)
- NN_P** Codice identificativo di area a pericolosità elevata e/o molto elevata (Perimetrazione di cui all'Allegato 2B)
- Aree in dissesto da assoggettare a verifica (art. 17)**
-  Attiva
-  Quiescente
-  Aree verificate (art. 17)
-  Frana non cartografabile attiva
-  Frana non cartografabile quiescente

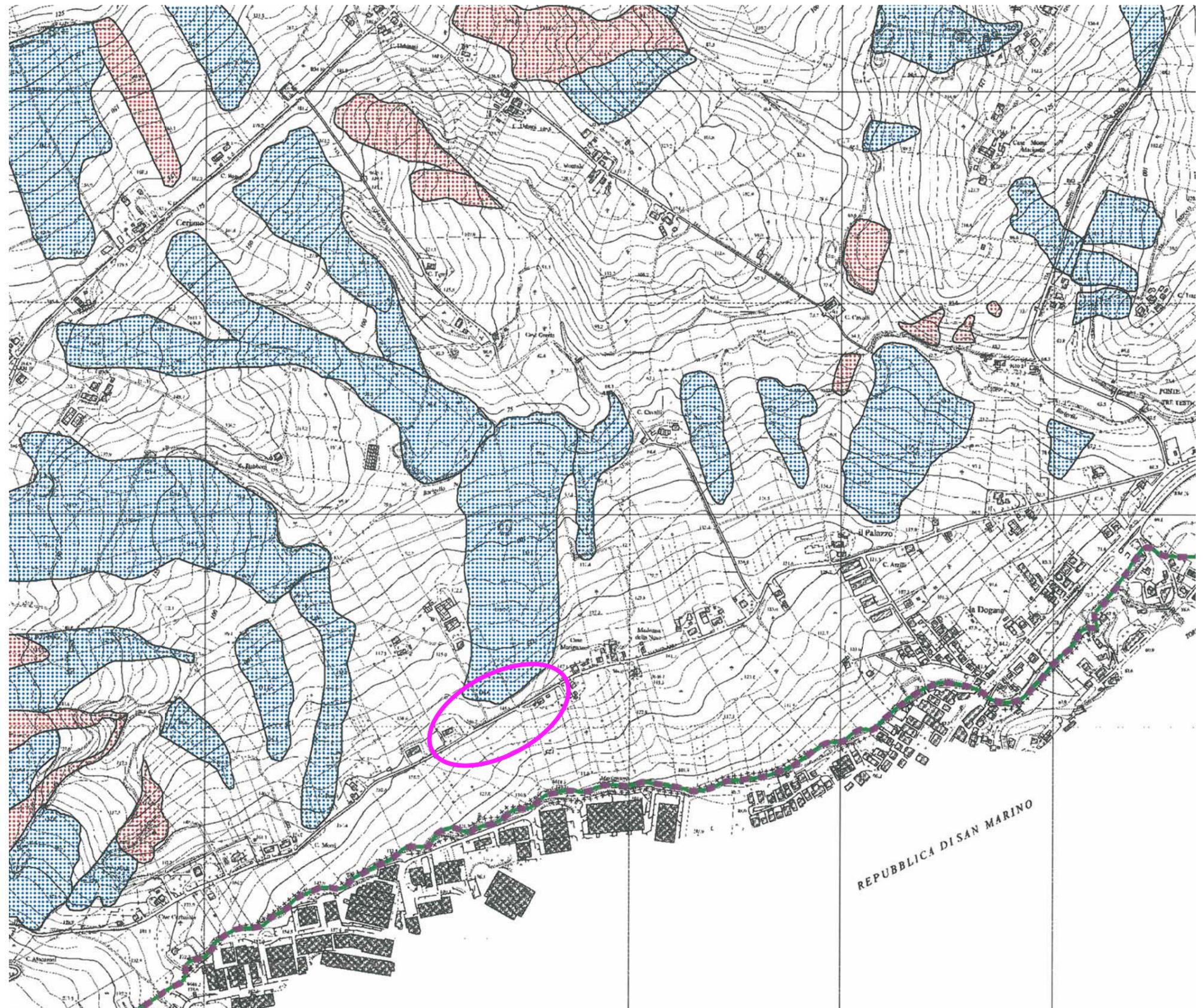
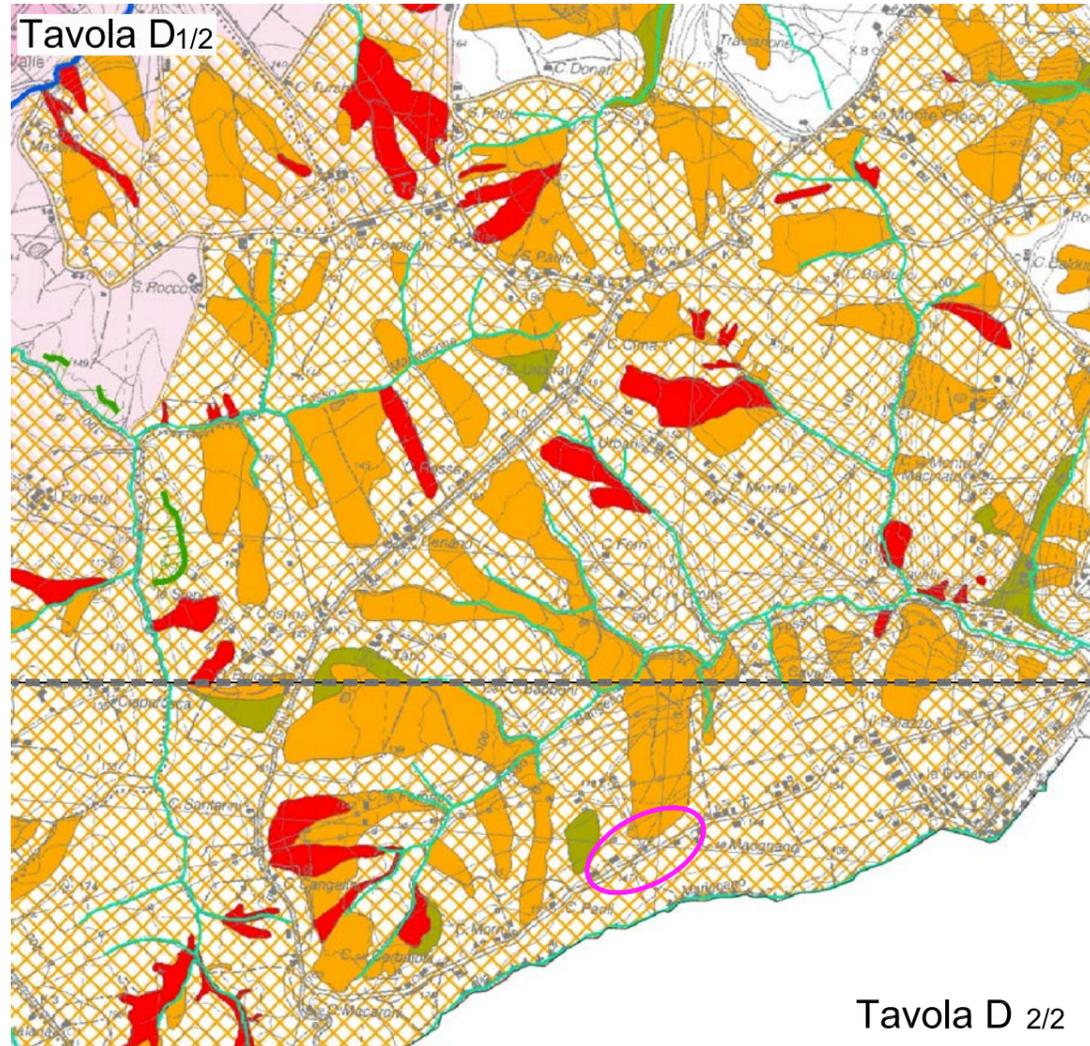


TAVOLA 2 SCALA 1:10.000 - NOVEMBRE 2014

PTCP - TAVOLE DI PIANO
 "Tavole D - Rischi ambientali"
 SCALA 1:25.000



AMBITI A PERICOLOSITA' IDRAULICA

- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acquedotto idrografico principale (art. 2.2)
- Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acquedotto idrografico minore (art. 2.2)
- Aree esondabili (art. 2.3)

AMBITI A VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA

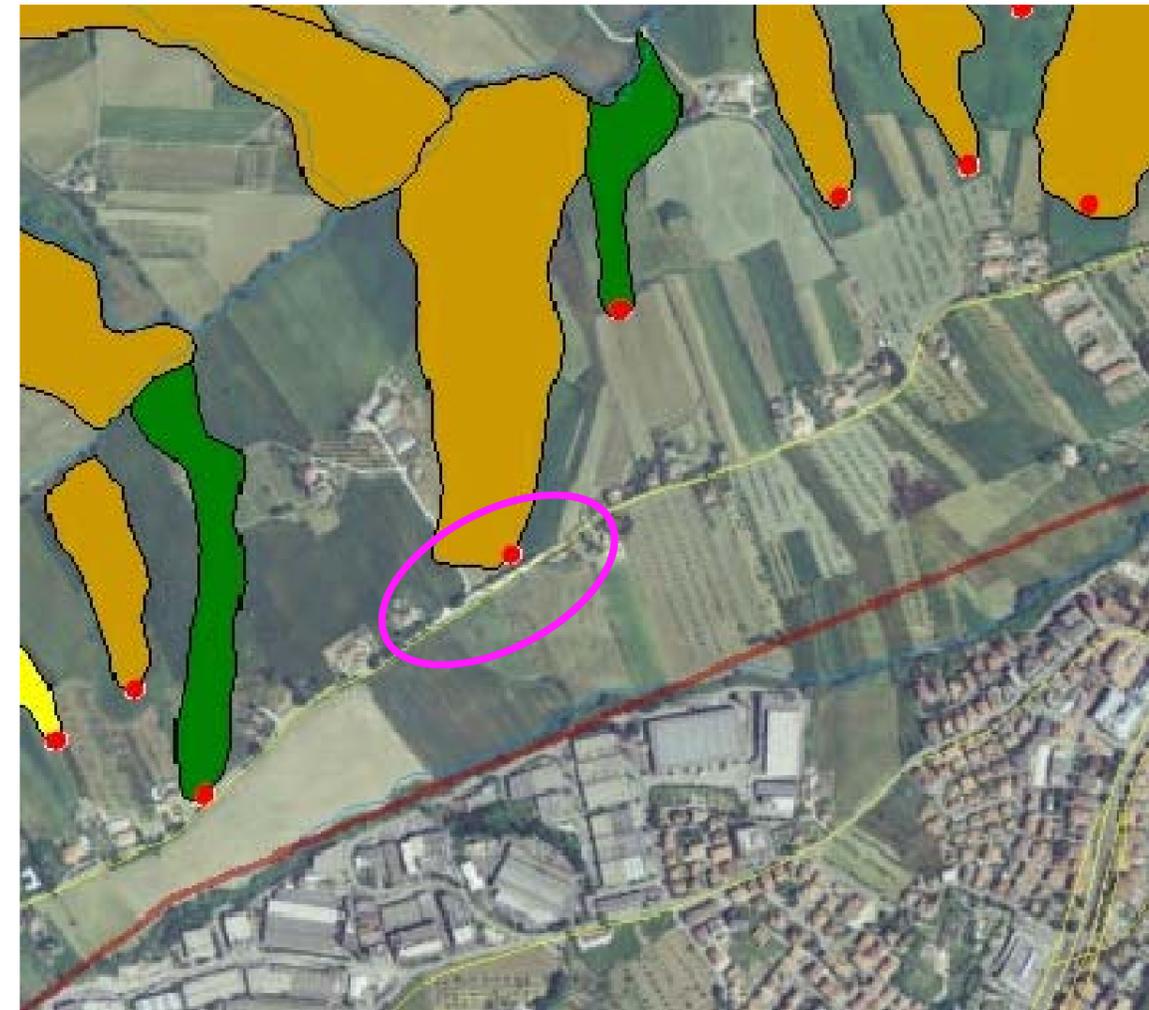
- Bacino imbrifero del fiume Conca (art. 3.6)
- Aree di ricarica della falda idrogeologicamente connessa all'alveo - ARA (art. 3.3)
- Aree di ricarica diretta della falda - ARD (art. 3.4)
- Aree di ricarica indiretta della falda - ARI (art. 3.5)
- Bacini imbriferi - BI (art. 3.5)

AMBITI A PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

- Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi verificati (art. 4.1 commi 3 e 7)
- Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti verificati (art. 4.1 commi 6 e 7)
- Zone instabili per fenomeni di dissesto attivi da verificare (art. 4.1 commi 3 e 7)
- Zone instabili per fenomeni di dissesto quiescenti da verificare (art. 4.1 commi 5 e 7)
- Depositi di versante verificati (art. 4.1 comma 11)
- Depositi di versante da verificare (art. 4.1 comma 10)
- Depositi eluvio-colluviali e antropici (art. 4.1 comma 12)
- Abitati da consolidare (art. 4.2)
- Calanchi (art. 4.1 commi 3, 4 e 7)
- Aree potenzialmente instabili (art. 4.1 comma 9)
- Scarpare (art. 4.1 comma 13)
- Aziende a rischio di incidente rilevante (art. 8.6)



PROGETTO IFFI
 INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA
 STRALCIO SCALA 1:10.000



Punto Identificativo del Fenomeno Franoso

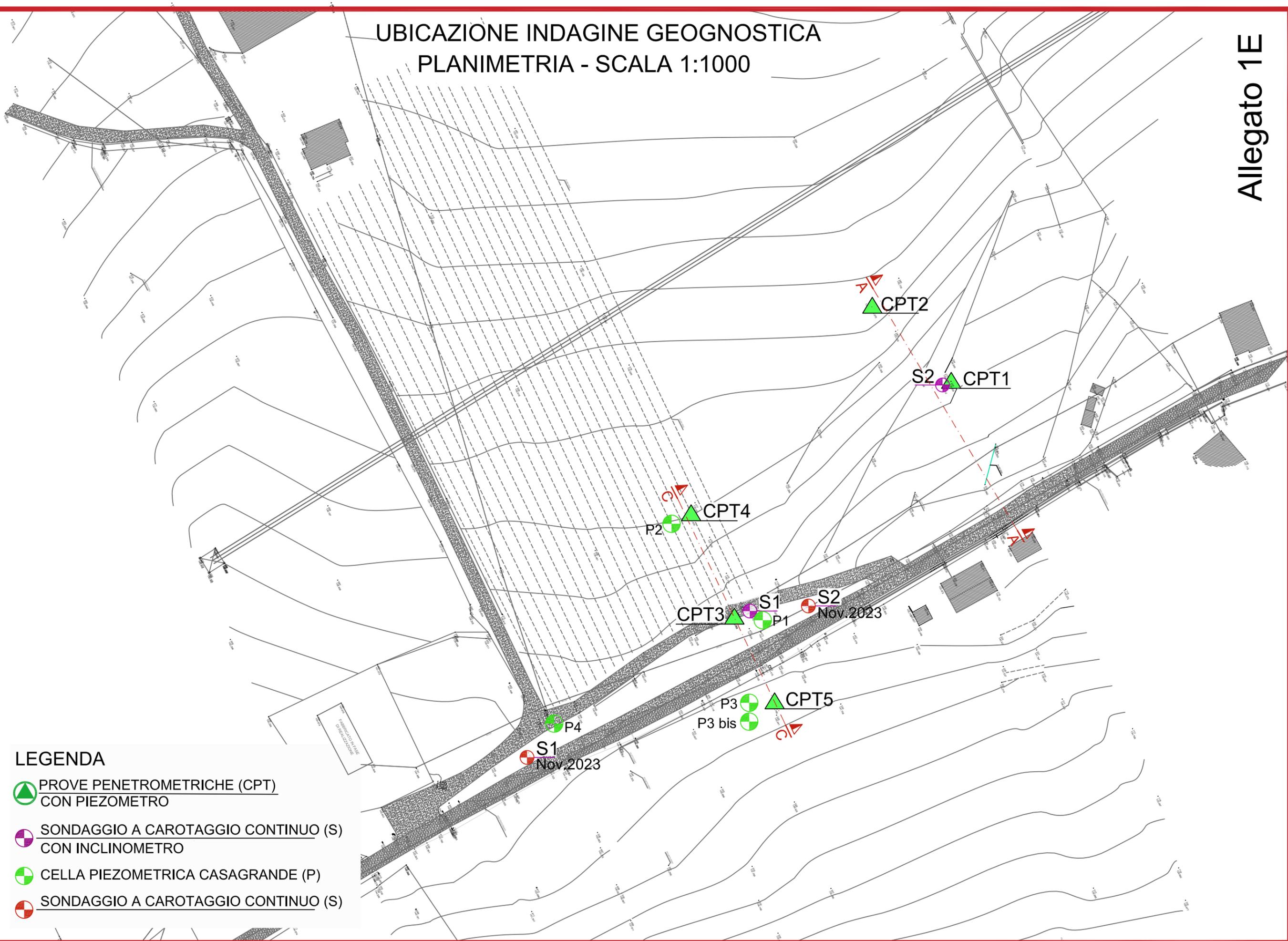
- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

Tipologia di frana

- Crollo/ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- N.D.
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Frane lineari

UBICAZIONE INDAGINE GEOGNOSTICA PLANIMETRIA - SCALA 1:1000

Allegato 1E



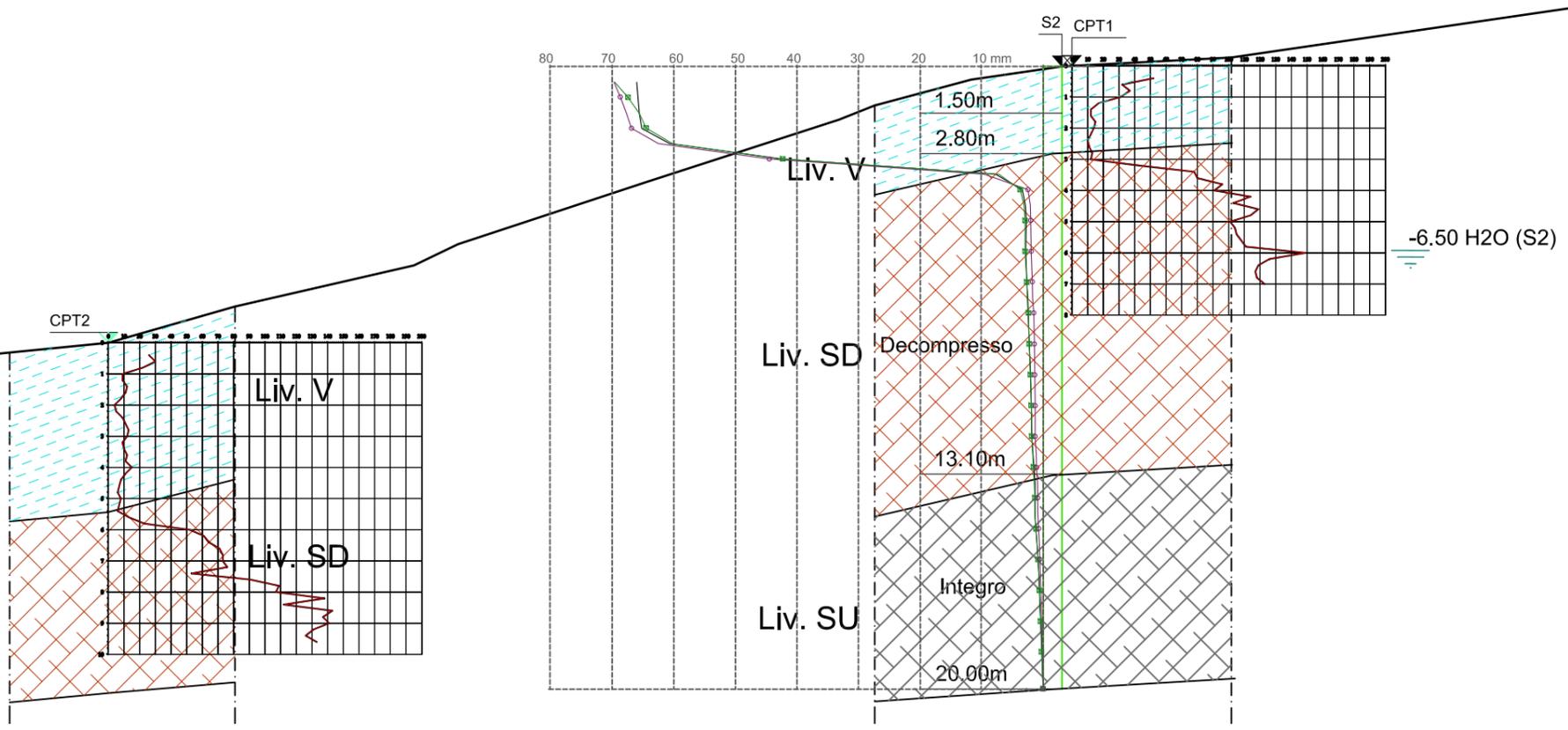
LEGENDA

-  **PROVE PENETROMETRICHE (CPT) CON PIEZOMETRO**
-  **SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO (S) CON INCLINOMETRO**
-  **CELLA PIEZOMETRICA CASAGRANDE (P)**
-  **SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO (S)**

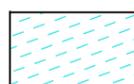
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SEZIONE A-A SCALA 1:200

Via Marignano

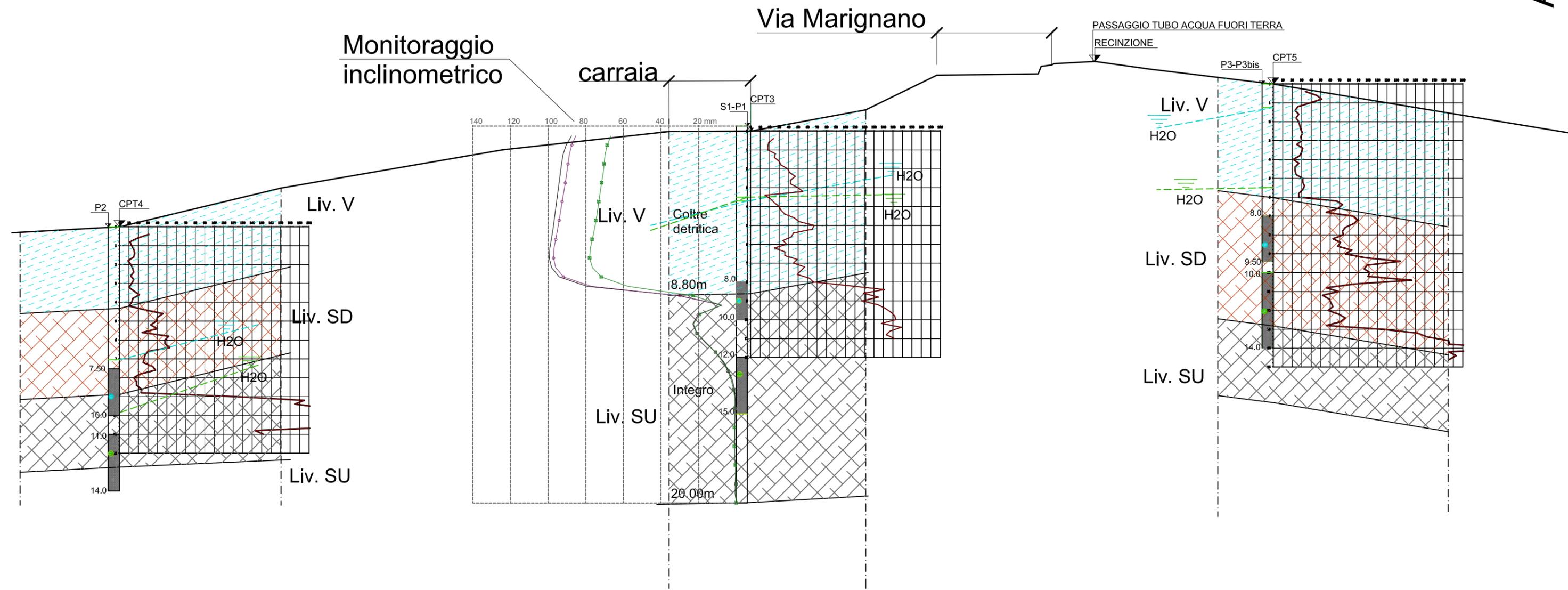
FILARE VIGNA



LEGENDA

-  Livello V
-  Livello SD
-  Livello SU
-  -6.50 H2O Quota falda lettura del 09.11.2016 in S2
-  Lettura inclinometrica del 19.07.2016
-  Lettura inclinometrica del 12.05.2016
-  Lettura inclinometrica del 25.03.2016

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA SEZIONE C-C SCALA 1:200



LEGENDA

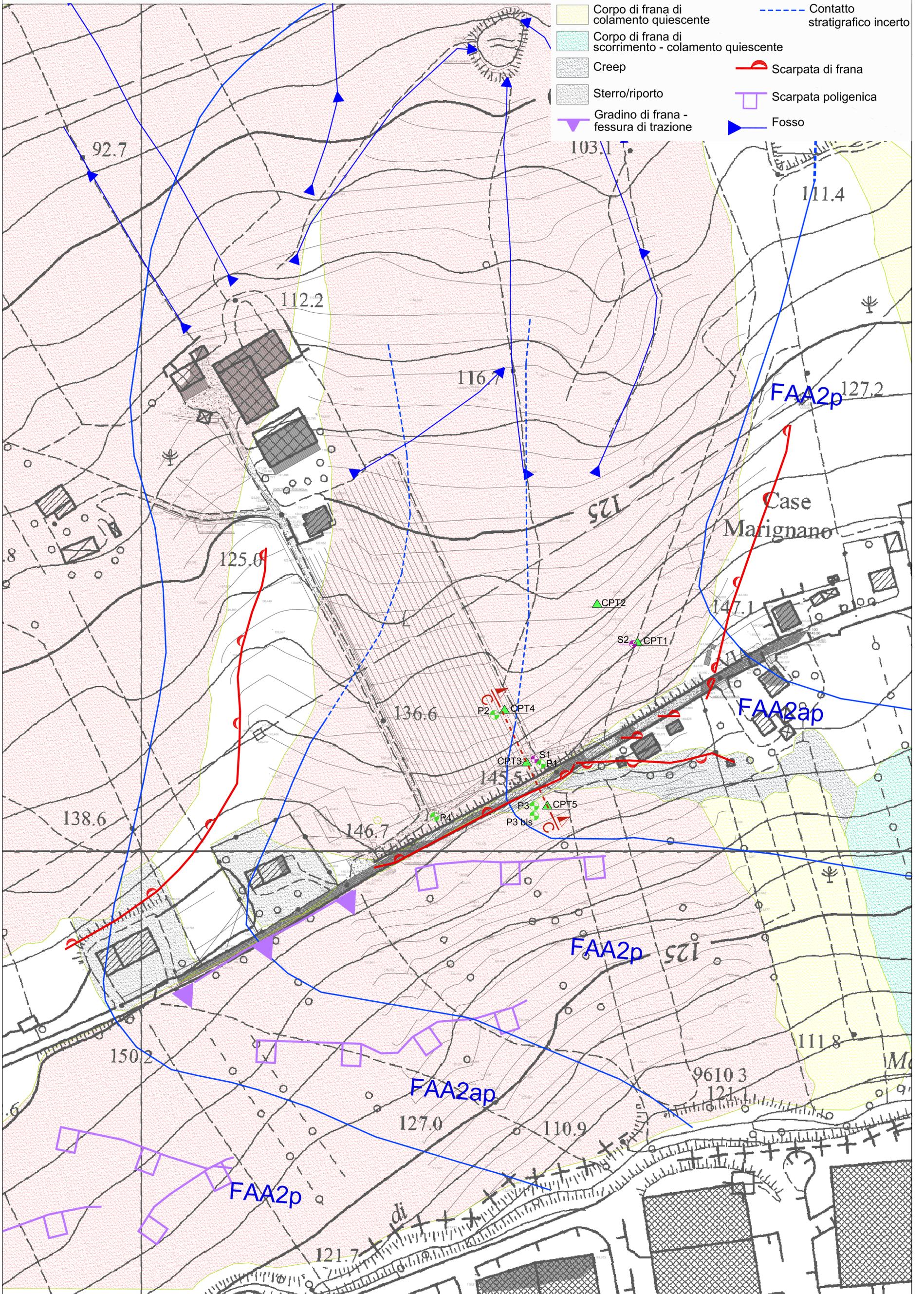
- | | | | |
|--|------------|--|---|
| | Livello V | | Andamento piezometrico (piezometro superiore) al 09.11.2016 |
| | Livello SD | | Andamento piezometrico (piezometro inferiore) al 09.11.2016 |
| | Livello SU | | Lettura inclinometrica del 19.07.2016 |
| | | | Lettura inclinometrica del 12.05.2016 |
| | | | Lettura inclinometrica del 25.03.2016 |

- | | |
|--|------------------------------|
| | Cella piezometrica superiore |
| | Cella piezometrica inferiore |

CARTA DI SINTESI Allegato 1H
Scala 1:1.000

LEGENDA

- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | Corpo di frana di scorrimento - colamento attivo |  | Contatto stratigrafico |
|  | Corpo di frana di colamento quiescente |  | Contatto stratigrafico incerto |
|  | Corpo di frana di scorrimento - colamento quiescente |  | Scarpata di frana |
|  | Creep |  | Scarpata poligenica |
|  | Sterro/riporto |  | Fosso |
|  | Gradino di frana - fessura di trazione | | |



ALLEGATO 2

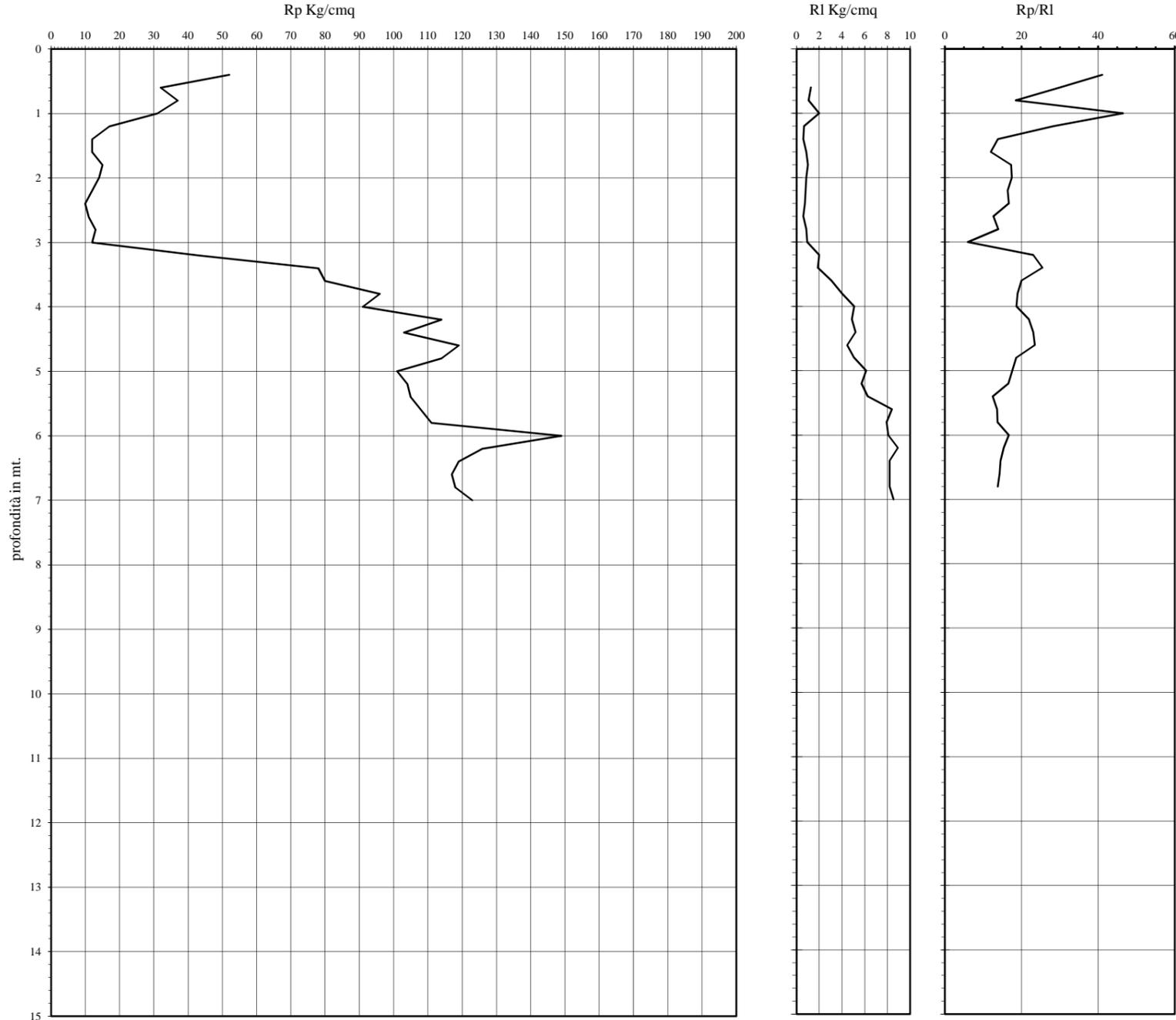
Prove Penetrometriche

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 1
 Cantiere: Rimini (RN) - Via Marignano
 Data: Luglio 2015

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: assente
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione				Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)				
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	S	D	ϕ°	Dr	Cu	Nspt	coefficiente di sicurezza		
T				C	L	A								Kg/cmq				
												mt.	Rp	Rl	Rp/Rl			
												0.2						
												0.4	52		41.05			13
												0.6	32	1.27	30.00		1.6	/
												0.8	37	1.07	18.50		1.85	/
												1	31	2.00	46.50		/	7.75
												1.2	17	0.67	28.33		0.85	/
												1.4	12	0.60	13.85		0.6	/
												1.6	12	0.87	12.00		0.6	/
												1.8	15	1.00	17.31		0.75	/
												2	14	0.87	17.50		0.7	/
												2.2	12	0.80	16.36		0.6	/
												2.4	10	0.73	16.67		0.5	/
												2.6	11	0.60	12.69		0.55	/
												2.8	13	0.87	13.93		0.65	/
												3	12	0.93	6.00		0.6	/
												3.2	43	2.00	23.04		2.15	/
												3.4	78	1.87	25.43		3.9	/
												3.6	80	3.07	20.00		4	/
												3.8	96	4.00	18.95		4.8	/
												4	91	5.07	18.70		4.55	/
												4.2	114	4.87	21.92		5.7	/
												4.4	103	5.20	23.06		5.15	/
												4.6	119	4.47	23.49		5.95	/
												4.8	114	5.07	18.59		5.7	/
												5	101	6.13	17.62		5.05	/
												5.2	104	5.73	16.60		5.2	/
												5.4	105	6.27	12.50		5.25	/
												5.6	108	8.40	13.61		5.4	/
												5.8	111	7.93	13.76		5.55	/
												6	149	8.07	16.68		7.45	/
												6.2	126	8.93	15.37		6.3	/
												6.4	119	8.20	14.51		5.95	/
												6.6	117	8.20	14.27		5.85	/
												6.8	118	8.20	13.83		5.9	/
												7	123	8.53				/
												7.2						
												7.4						
												7.6						
												7.8						
												8						
												8.2						
												8.4						
												8.6						
												8.8						
												9						
												9.2						
												9.4						
												9.6						
												9.8						
												10						
												10.2						
												10.4						
												10.6						
												10.8						
												11						
												11.2						
												11.4						
												11.6						
												11.8						
												12						
												12.2						
												12.4						
												12.6						
												12.8						
												13						
												13.2						
												13.4						
												13.6						
												13.8						
												14						
												14.2						
												14.4						
												14.6						
												14.8						
												15						

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spintz
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmc

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia
- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatt;
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 3.54 10.375 Nspt media n. colpi

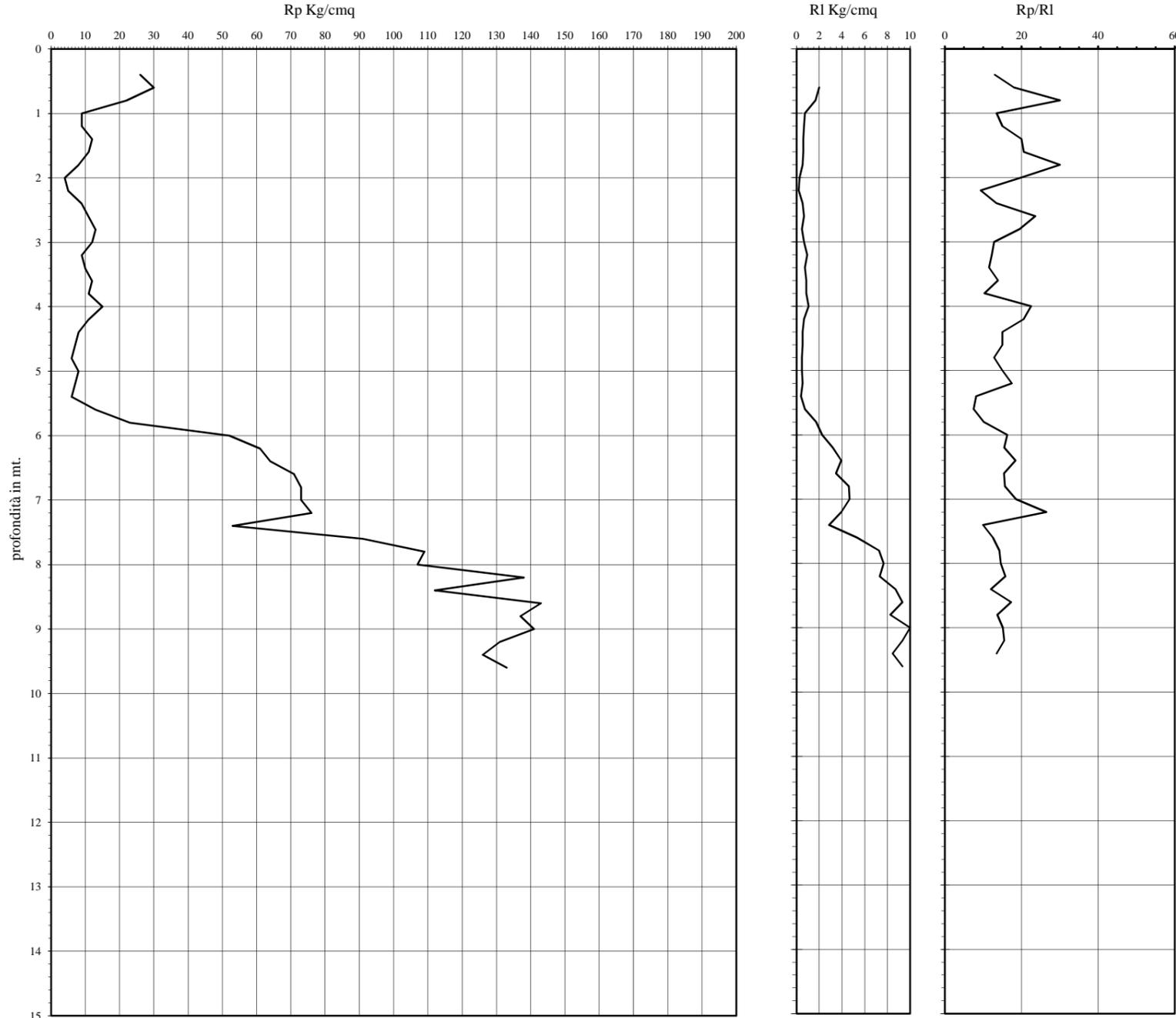
n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 2
 Cantiere: Rimini (RN) - Via Marignano
 Data: Luglio 2015

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: assente
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione				Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)					
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	D	φ °	Dr	Cu	Nspt	coefficiente di sicurezza				
T				C	L	A							Kg/cmq						
											mt.	Rp	Rl	Rp/Rl					
											0.2	26		13.00	/	/	1.3	/	n.l.
											0.4	30	2.00	18.00	/	/	1.5	/	n.l.
											0.6	22	1.67	30.00	/	/	1.1	/	n.l.
											0.8	9	0.73	13.50	/	/	0.45	/	n.l.
											1	9	0.67	15.00	/	/	0.6	/	n.l.
											1.2	12	0.60	20.00	/	/	0.55	/	n.l.
											1.4	11	0.60	20.63	/	/	0.4	/	n.l.
											1.6	8	0.53	30.00	/	/	0.2	/	n.l.
											1.8	4	0.27	20.00	/	/	0.25	/	n.l.
											2	5	0.20	9.38	/	/	0.45	/	n.l.
											2.2	9	0.53	13.50	/	/	0.55	/	n.l.
											2.4	11	0.67	23.57	/	/	0.65	/	n.l.
											2.6	13	0.47	19.50	/	/	0.6	/	n.l.
											2.8	12	0.67	12.86	/	/	0.45	/	n.l.
											3	9	0.93	12.27	/	/	0.5	/	n.l.
											3.2	10	0.73	11.54	/	/	0.6	/	n.l.
											3.4	12	0.87	13.85	/	/	0.55	/	n.l.
											3.6	11	0.87	10.31	/	/	0.75	/	n.l.
											3.8	15	1.07	22.50	/	/	0.55	/	n.l.
											4	11	0.67	20.63	/	/	0.4	/	n.l.
											4.2	8	0.53	15.00	/	/	0.35	/	n.l.
											4.4	7	0.53	15.00	/	/	0.3	/	n.l.
											4.6	6	0.47	12.86	/	/	0.4	/	n.l.
											4.8	8	0.47	15.00	/	/	0.3	/	n.l.
											5	7	0.53	17.50	/	/	0.65	/	n.l.
											5.2	6	0.40	8.18	/	/	1.15	/	n.l.
											5.4	13	0.73	7.50	/	/	2.6	/	n.l.
											5.6	23	1.73	10.15	/	/	3.05	/	n.l.
											5.8	52	2.27	16.25	/	/	3.2	/	n.l.
											6	61	3.20	15.51	/	/	3.55	/	n.l.
											6.2	64	3.93	18.46	/	/	3.65	/	n.l.
											6.4	71	3.47	15.43	/	/	3.8	/	n.l.
											6.6	73	4.60	15.64	/	/	2.65	/	n.l.
											6.8	73	4.67	18.56	/	/	4.55	/	n.l.
											7	76	3.93	26.51	/	/	5.45	/	n.l.
											7.2	53	2.87	9.94	/	/	5.35	/	n.l.
											7.4	91	5.33	12.52	/	/	6.9	/	n.l.
											7.6	109	7.27	14.22	/	/	7.15	/	n.l.
											7.8	107	7.67	14.59	/	/	7.85	/	n.l.
											8	138	7.33	15.80	/	/	7.05	/	n.l.
											8.2	112	8.73	12.00	/	/	6.55	/	n.l.
											8.4	143	9.33	17.30	/	/	6.3	/	n.l.
											8.6	137	8.27	13.70	/	/			n.l.
											8.8	141	10.00	15.11	/	/			n.l.
											9	131	9.33	15.47	/	/			n.l.
											9.2	126	8.47	13.50	/	/			n.l.
											9.4	133	9.33		/	/			n.l.
											9.6								
											9.8								
											10								
											10.2								
											10.4								
											10.6								
											10.8								
											11								
											11.2								
											11.4								
											11.6								
											11.8								
											12								
											12.2								
											12.4								
											12.6								
											12.8								
											13								
											13.2								
											13.4								
											13.6								
											13.8								
											14								
											14.2								
											14.4								
											14.6								
											14.8								
											15								

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta;
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cm²

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta;
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 2.27 ##### Nspt media n. colpi

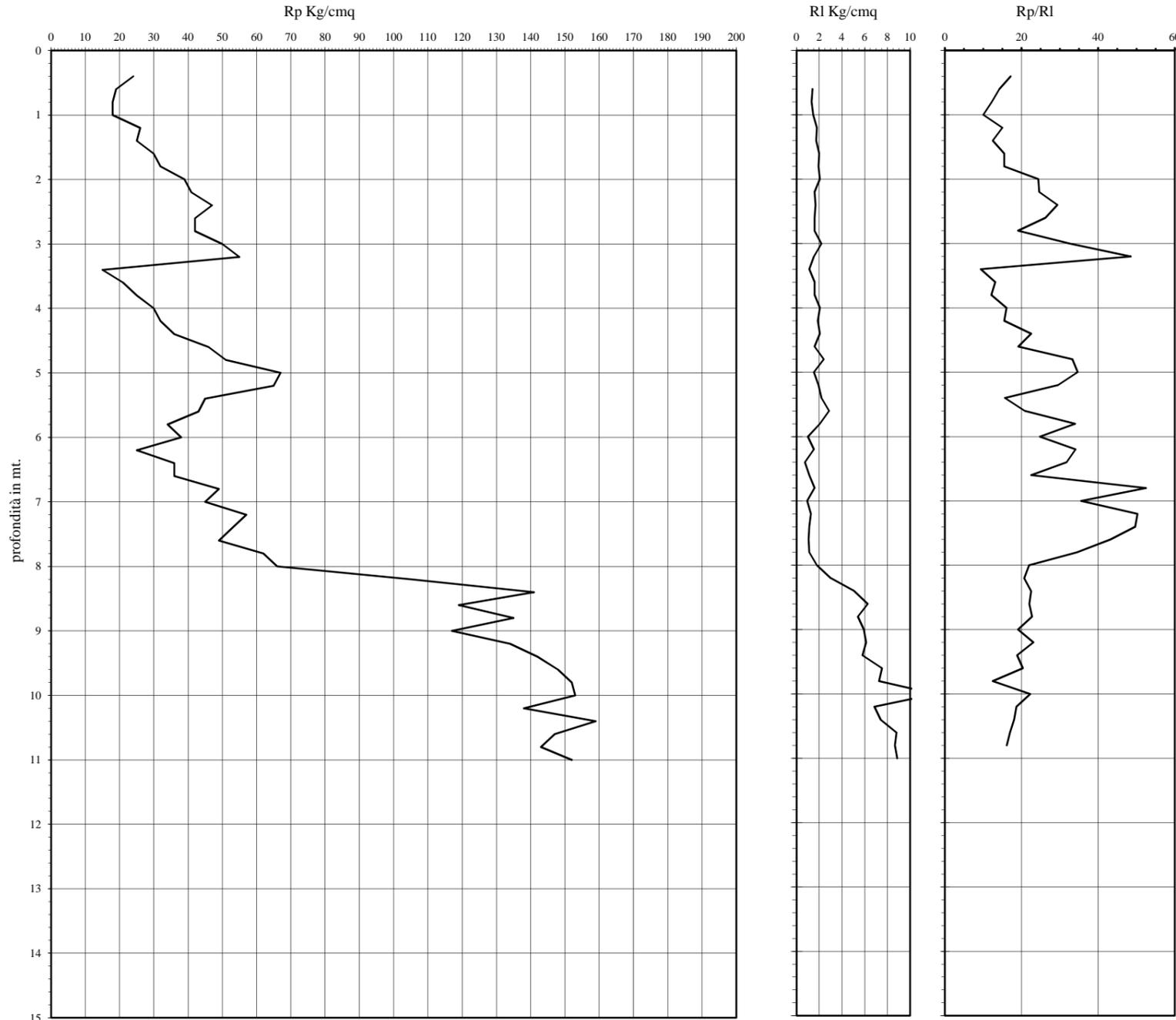
n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 3
 Cantiere: Rimini (RN) - Via Marignano
 Data: Luglio 2015

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: assente
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione				Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)						
0 M T M C M S L L S D										mt.	Rp	Rl	Rp/Rl	ϕ°	Dr	Cu	Nspt	coefficiente di sicurezza		
T C L A																Kg/cmq				
											0.2	24		17.14	/	/	1.2	/	n.l.	
											0.4	19	1.40	14.25	/	/	0.95	/	n.l.	
											0.6	18	1.33	12.27	/	/	0.9	/	n.l.	
											0.8	18	1.47	10.00	/	/	0.9	/	n.l.	
											1	26	1.80	15.00	/	/	1.3	/	n.l.	
											1.2	25	1.73	12.50	/	/	1.25	/	n.l.	
											1.4	30	2.00	15.52	/	/	1.5	/	n.l.	
											1.6	32	1.93	15.48	/	/	1.6	/	n.l.	
											1.8	39	2.07	24.38	/	/	2.05	/	n.l.	
											2	41	1.60	24.60	/	/	1.95	/	n.l.	
											2.2	47	1.67	29.38	/	/	/	11.75	2.77	
											2.4	42	1.60	26.25	/	/	2.1	/	n.l.	
											2.6	42	1.60	19.09	/	/	2.1	/	n.l.	
											2.8	50	2.20	32.61	/	/	/	12.5	2.77	
											3	55	1.53	48.53	36	0.44	/	13.75	2.13	
											3.2	15	1.13	9.38	/	/	0.75	/	n.l.	
											3.4	21	1.60	13.13	/	/	1.05	/	n.l.	
											3.6	25	1.60	12.10	/	/	1.25	/	n.l.	
											3.8	30	2.07	16.07	/	/	1.5	/	n.l.	
											4	32	1.87	15.48	/	/	1.6	/	n.l.	
											4.2	36	2.07	22.50	/	/	1.8	/	n.l.	
											4.4	46	1.60	19.17	/	/	2.3	/	n.l.	
											4.6	51	2.40	33.26	/	/	/	12.75	2.77	
											4.8	67	1.53	34.66	/	/	/	16.75	2.77	
											5	65	1.93	29.55	/	/	/	16.25	2.77	
											5.2	45	2.20	15.70	/	/	2.25	/	n.l.	
											5.4	43	2.87	20.81	/	/	2.15	/	n.l.	
											5.6	34	2.07	34.00	/	/	/	8.5	1.62	
											5.8	38	1.00	24.78	/	/	1.9	/	n.l.	
											6	25	1.53	34.09	/	/	/	6.25	1.30	
											6.2	36	0.73	31.76	/	/	/	9	1.64	
											6.4	36	1.13	22.50	/	/	1.8	/	n.l.	
											6.6	49	1.60	52.50	36	0.42	/	12.25	1.26	
											6.8	45	0.93	35.53	/	/	/	11.25	1.95	
											7	57	1.27	50.29	36	0.44	/	14.25	1.45	
											7.2	53	1.13	49.69	36	0.43	/	13.25	1.31	
											7.4	49	1.07	43.24	/	/	/	12.25	2.07	
											7.6	62	1.13	34.44	/	/	/	15.5	2.77	
											7.8	66	1.80	22.00	/	/	3.3	/	n.l.	
											8	105	3.00	20.72	/	/	5.25	/	n.l.	
											8.2	141	5.07	22.50	/	/	7.05	/	n.l.	
											8.4	119	6.27	22.04	/	/	5.95	/	n.l.	
											8.6	135	5.40	22.75	/	/	6.75	/	n.l.	
											8.8	117	5.93	19.08	/	/	5.85	/	n.l.	
											9	134	6.13	23.10	/	/	6.7	/	n.l.	
											9.2	142	5.80	18.85	/	/	7.1	/	n.l.	
											9.4	148	7.53	20.37	/	/	7.4	/	n.l.	
											9.6	152	7.27	12.46	/	/	7.6	/	n.l.	
											9.8	153	12.20	22.28	/	/	7.65	/	n.l.	
											10	138	6.87	18.65	/	/	6.9	/	n.l.	
											10.2	159	7.40	18.07	/	/	7.95	/	n.l.	
											10.4	147	8.80	16.96	/	/	7.35	/	n.l.	
											10.6	143	8.67	16.13	/	/	7.15	/	n.l.	
											10.8	152	8.87						n.l.	
											11									
											11.2									
											11.4									
											11.6									
											11.8									
											12									
											12.2									
											12.4									
											12.6									
											12.8									
											13									
											13.2									
											13.4									
											13.6									
											13.8									
											14									
											14.2									
											14.4									
											14.6									
											14.8									
											15									

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spintz
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmc

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatt;
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 3.58 12.417 Nspt media n. colpi

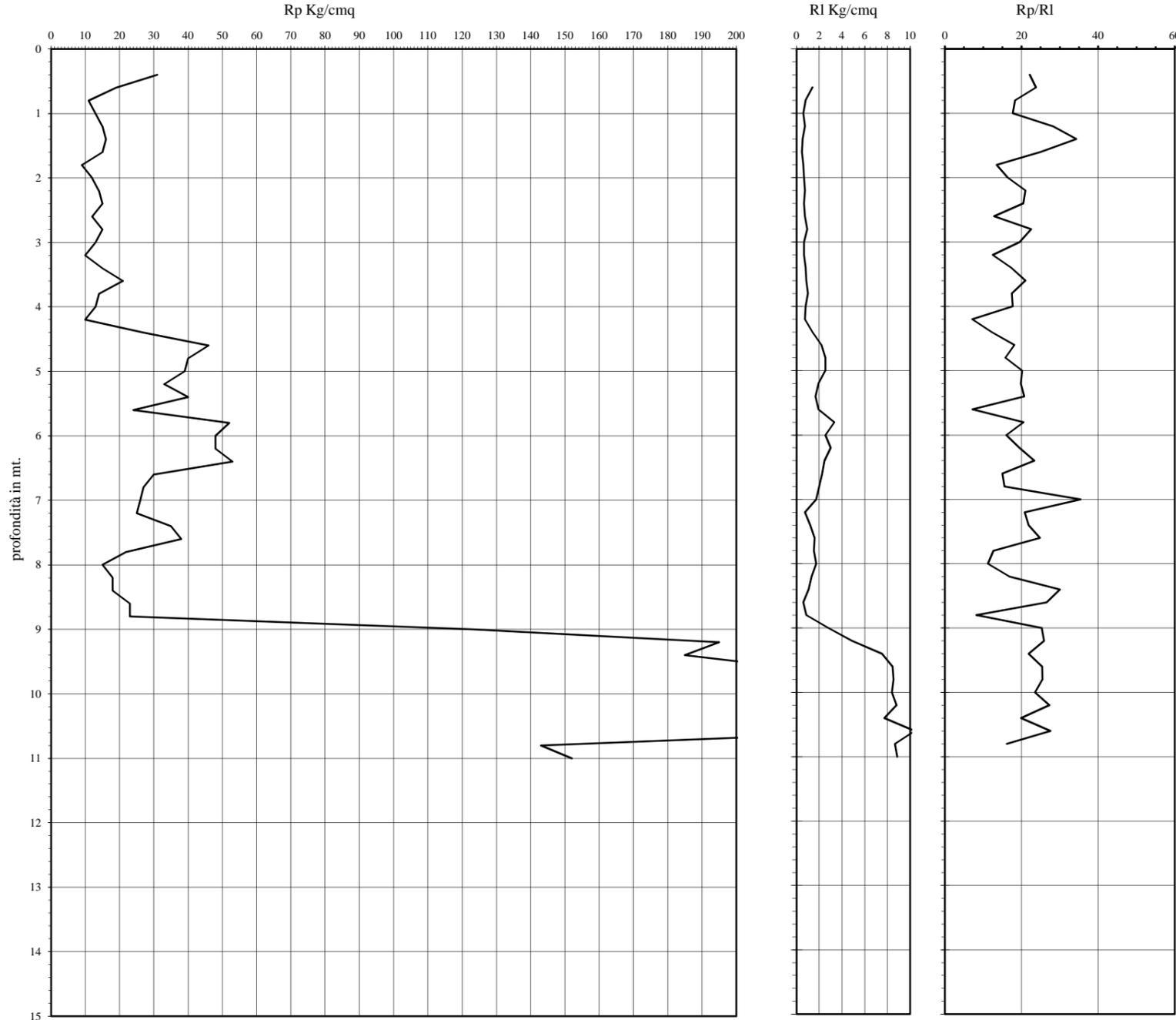
n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 4
 Cantiere: Rimini (RN) - Via Marignano
 Data: Luglio 2015

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: -2.40 mt.
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S		0 M T M C M S L L S D		T C L A		mt.	Rp	Rl	Rp/Rl	ϕ°	Dr	Cu	Nspt	Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)	
										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione		coefficiente di sicurezza			
												Kg/cmq			
						0.2	31		22.14	/	/	1.55	/	n.l.	
						0.4	19	1.40	23.75	/	/	0.95	/	n.l.	
						0.6	11	0.80	18.33	/	/	0.55	/	n.l.	
						0.8	13	0.60	17.73	/	/	0.65	/	n.l.	
						1	15	0.73	28.13	/	/	0.75	/	n.l.	
						1.2	16	0.53	34.29	/	/	/	4	1.14	
						1.4	15	0.47	25.00	/	/	0.75	/	n.l.	
						1.6	9	0.60	13.50	/	/	0.45	/	n.l.	
						1.8	12	0.67	16.36	/	/	0.6	/	n.l.	
						2	14	0.73	21.00	/	/	0.7	/	n.l.	
						2.2	15	0.67	20.45	/	/	0.75	/	n.l.	
						2.4	12	0.73	12.86	/	/	0.6	/	n.l.	
						2.6	15	0.93	22.50	/	/	0.75	/	n.l.	
						2.8	13	0.67	19.50	/	/	0.65	/	n.l.	
						3	10	0.67	12.50	/	/	0.5	/	n.l.	
						3.2	15	0.80	17.31	/	/	0.75	/	n.l.	
						3.4	21	0.87	21.00	/	/	1.05	/	n.l.	
						3.6	14	1.00	17.50	/	/	0.7	/	n.l.	
						3.8	13	0.80	17.73	/	/	0.65	/	n.l.	
						4	10	0.73	7.14	/	/	0.5	/	n.l.	
						4.2	27	1.40	12.27	/	/	1.35	/	n.l.	
						4.4	46	2.20	18.16	/	/	2.3	/	n.l.	
						4.6	40	2.53	15.79	/	/	2	/	n.l.	
						4.8	39	2.53	20.17	/	/	1.95	/	n.l.	
						5	33	1.93	19.80	/	/	1.65	/	n.l.	
						5.2	40	1.67	20.69	/	/	2	/	n.l.	
						5.4	24	1.93	7.20	/	/	1.2	/	n.l.	
						5.6	52	3.33	20.53	/	/	2.6	/	n.l.	
						5.8	48	2.53	16.00	/	/	2.4	/	n.l.	
						6	48	3.00	19.46	/	/	2.4	/	n.l.	
						6.2	53	2.47	23.38	/	/	2.65	/	n.l.	
						6.4	30	2.27	15.00	/	/	1.5	/	n.l.	
						6.6	27	2.00	15.58	/	/	1.35	/	n.l.	
						6.8	26	1.73	35.45	/	/	/	6.5	n.l.	1.29
						7	25	0.73	20.83	/	/	1.25	/	n.l.	
						7.2	35	1.20	21.88	/	/	1.75	/	n.l.	
						7.4	38	1.60	24.78	/	/	1.9	/	n.l.	
						7.6	22	1.53	12.69	/	/	1.1	/	n.l.	
						7.8	15	1.73	11.25	/	/	0.75	/	n.l.	
						8	18	1.33	16.88	/	/	0.9	/	n.l.	
						8.2	18	1.07	30.00	/	/	0.9	/	n.l.	
						8.4	23	0.60	26.54	/	/	1.15	/	n.l.	
						8.6	23	0.87	8.21	/	/	1.15	/	n.l.	
						8.8	123	2.80	25.27	/	/	/	30.75	n.l.	2.77
						9	195	4.87	25.88	/	/	/	48.75	n.l.	2.77
						9.2	185	7.53	21.85	/	/	9.25	/	n.l.	
						9.4	217	8.47	25.43	/	/	/	54.25	n.l.	2.77
						9.6	214	8.53	25.48	/	/	/	53.5	n.l.	2.77
						9.8	207	8.40	23.52	/	/	10.35	/	n.l.	
						10	211	8.80	27.28	/	/	/	52.75	n.l.	2.77
						10.2	207	7.73	19.90	/	/	10.35	/	n.l.	
						10.4	239	10.40	27.58	/	/	/	59.75	n.l.	2.77
						10.6	143	8.67	16.13	/	/	7.15	/	n.l.	
						10.8	152	8.87						n.l.	
						11									
						11.2									
						11.4									
						11.6									
						11.8									
						12									
						12.2									
						12.4									
						12.6									
						12.8									
						13									
						13.2									
						13.4									
						13.6									
						13.8									
						14									
						14.2									
						14.4									
						14.6									
						14.8									
						15									

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta;
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmc

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta;
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 1.94 38.781 Nspt media n. colpi

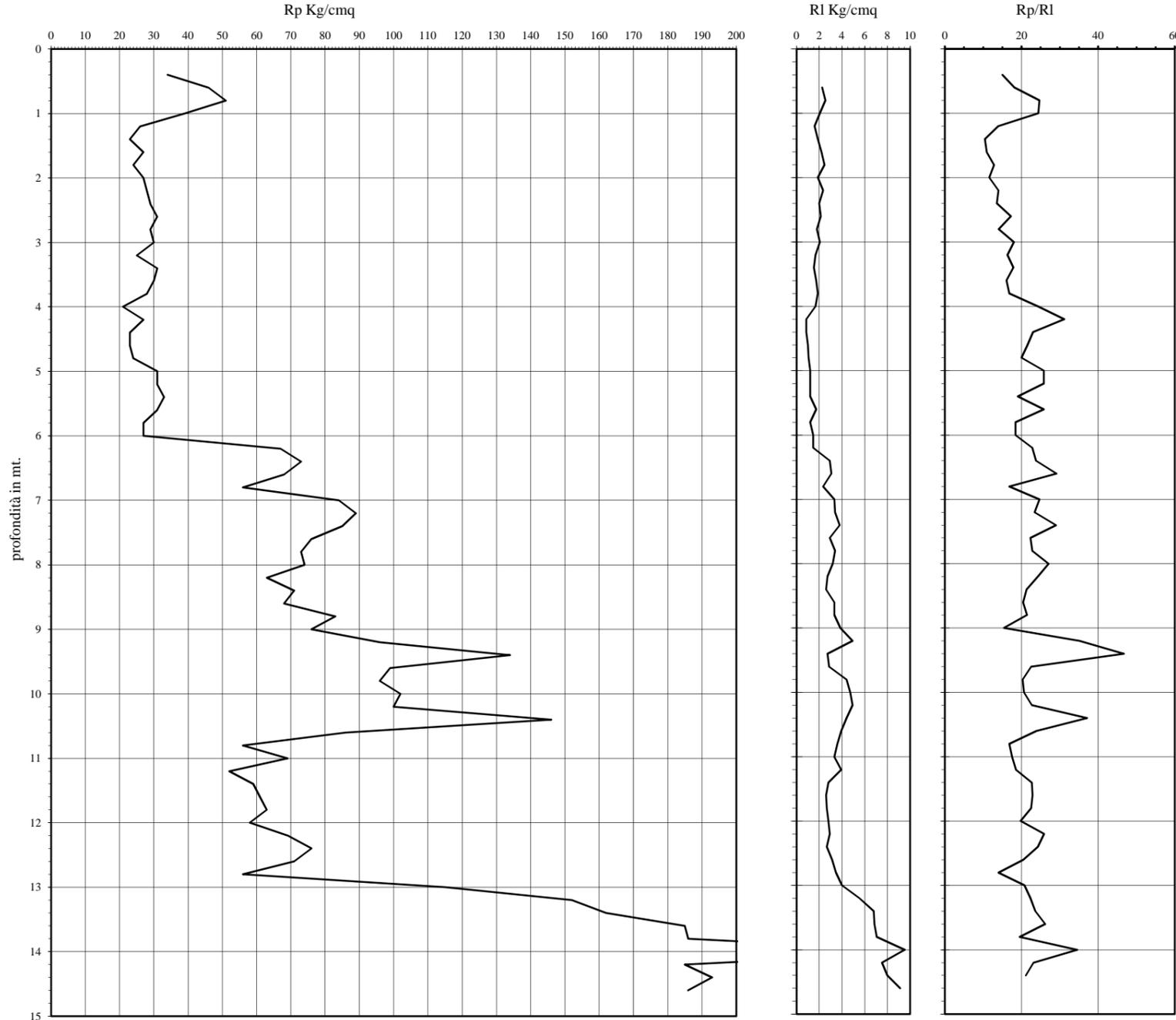
n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

Prova n.: CPT 5
 Cantiere: Rimini (RN) - Via Marignano
 Data: Luglio 2015

Quota inizio: piano campagna
 Liv.falda: -10.70 mt.
 Note: piezometro

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



A A A A A A S S S S S										Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione				Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)				
0	M	T	M	C	M	S	L	L	S	D	ϕ°	Dr	Cu	Nspt	coefficiente di sicurezza			
T				C	L	L	A						Kg/cmq					
0.2											mt.	Rp	Rl	Rp/Rl				
0.4											34		15.00	/	/	1.7	/	n.l.
0.6											46	2.27	18.16	/	/	2.3	/	n.l.
0.8											51	2.53	24.68	/	/	2.55	/	n.l.
1											39	2.07	24.38	/	/	1.95	/	n.l.
1.2											26	1.60	13.93	/	/	1.3	/	n.l.
1.4											23	1.87	10.45	/	/	1.15	/	n.l.
1.6											27	2.20	10.95	/	/	1.35	/	n.l.
1.8											24	2.47	12.86	/	/	1.2	/	n.l.
2											27	1.87	11.57	/	/	1.35	/	n.l.
2.2											28	2.33	14.00	/	/	1.4	/	n.l.
2.4											29	2.00	13.59	/	/	1.45	/	n.l.
2.6											31	2.13	17.22	/	/	1.55	/	n.l.
2.8											29	1.80	14.03	/	/	1.45	/	n.l.
3											30	2.07	18.00	/	/	1.5	/	n.l.
3.2											25	1.67	16.30	/	/	1.25	/	n.l.
3.4											31	1.53	17.88	/	/	1.55	/	n.l.
3.6											30	1.73	16.07	/	/	1.5	/	n.l.
3.8											28	1.87	16.80	/	/	1.4	/	n.l.
4											21	1.67	24.23	/	/	1.05	/	n.l.
4.2											27	0.87	31.15	/	/	1.35	/	n.l.
4.4											23	0.87	23.00	/	/	1.15	/	n.l.
4.6											23	1.00	21.56	/	/	1.15	/	n.l.
4.8											24	1.07	20.00	/	/	1.2	/	n.l.
5											31	1.20	25.83	/	/	1.55	/	n.l.
5.2											31	1.20	25.83	/	/	1.55	/	n.l.
5.4											33	1.20	19.04	/	/	1.65	/	n.l.
5.6											31	1.73	25.83	/	/	1.55	/	n.l.
5.8											27	1.20	18.41	/	/	1.35	/	n.l.
6											27	1.47	18.41	/	/	1.35	/	n.l.
6.2											67	1.47	22.84	/	/	3.35	/	n.l.
6.4											73	2.93	23.80	/	/	3.65	/	n.l.
6.6											68	3.07	29.14	/	/	/	17	2.77
6.8											56	2.33	16.80	/	/	2.8	/	n.l.
7											84	3.33	24.71	/	/	4.2	/	n.l.
7.2											89	3.40	23.42	/	/	4.45	/	n.l.
7.4											85	3.80	28.98	/	/	/	21.25	2.77
7.6											76	2.93	22.35	/	/	3.8	/	n.l.
7.8											73	3.40	22.81	/	/	3.65	/	n.l.
8											74	3.20	27.07	/	/	/	18.5	2.77
8.2											63	2.73	24.23	/	/	3.15	/	n.l.
8.4											71	2.60	21.30	/	/	3.55	/	n.l.
8.6											68	3.33	20.40	/	/	3.4	/	n.l.
8.8											83	3.33	21.47	/	/	4.15	/	n.l.
9											76	3.87	15.41	/	/	3.8	/	n.l.
9.2											96	4.93	35.12	/	/	/	24	2.77
9.4											134	2.73	46.74	/	/	/	33.5	2.77
9.6											99	2.87	22.50	/	/	4.95	/	n.l.
9.8											96	4.40	20.28	/	/	4.8	/	n.l.
10											102	4.73	20.68	/	/	5.1	/	n.l.
10.2											100	4.93	22.73	/	/	5	/	n.l.
10.4											146	4.40	37.12	/	/	/	36.5	2.77
10.6											86	3.93	23.89	/	/	4.3	/	n.l.
10.8											56	3.60	16.80	/	/	2.8	/	n.l.
11											69	3.33	17.54	/	/	3.45	/	n.l.
11.2											52	3.93	18.57	/	/	2.6	/	n.l.
11.4											59	2.80	22.69	/	/	2.95	/	n.l.
11.6											61	2.60	22.88	/	/	3.05	/	n.l.
11.8											63	2.67	22.50	/	/	3.15	/	n.l.
12											58	2.80	19.77	/	/	2.9	/	n.l.
12.2											69	2.93	25.88	/	/	3.45	/	n.l.
12.4											76	2.67	24.26	/	/	3.8	/	n.l.
12.6											71	3.13	20.48	/	/	3.55	/	n.l.
12.8											56	3.47	14.00	/	/	2.8	/	n.l.
13											115	4.00	20.78	/	/	5.75	/	n.l.
13.2											152	5.53	22.35	/	/	7.6	/	n.l.
13.4											162	6.80	23.59	/	/	8.1	/	n.l.
13.6											185	6.87	26.18	/	/	/	46.25	2.77
13.8											186	7.07	19.51	/	/	9.3	/	n.l.
14											260	9.53	34.51	/	/	/	65	2.77
14.2											185	7.53	23.13	/	/	9.25	/	n.l.
14.4											193	8.00	21.13	/	/	9.65	/	n.l.
14.6											186	9.13						n.l.
14.8																		n.l.
15																		n.l.

Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta;
 Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Legenda:

- argilla
- sabbia limoso argillosa
- sabbia

- AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
- AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta;
- AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa
- SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
- SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

Cu media Kg/cmq 3.10 32.75 Nspt media n. colpi

n.l. non liquefacibile

ALLEGATO 3

Sondaggi a carotaggio continuo

SONDAGGIO: 2-2023

DA METRI: 0.0 A METRI: 23.5

Responsabile:

COMMITTENTE: Ciacci Paolo

CANTIERE: Rimini Via Marignano

LOCALITA':

DATA INIZIO: 14-11-2023 DATA FINE: 14-11-2023

QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):

LUNGHEZZA (m): 23.5

Sonda tipo: Beretta T 41

Operatore:

LEGENDA:

PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa
 CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier
 R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.
 PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico
 PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua
 STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico
 FB Fanghi bentonitici

% CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI		STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%)		Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	FALDA Rinv Stab	Piezo- metri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
	Prof.	Tipo			RQD (%)	20 40 60 80							
1			Massicciata stradale: sottofondo ghiaioso	0.1			6.0						
2			Coltre detritica: argille limose ocra con livelli sabbiosi, essiccate;	1.5			6.0						
3			Substrato plastico, ossidato e decompresso: argille limose ocra con intercalati livelli sabbiosi saturi d'acqua, fratturato con 2 sistemi ortogonali fra loro con perdita di acqua di perforazione. a 6.00-6.20: livello plastico fratturato (pocket 2)				6.0						
4							6.0						
5	5.2-5.8	S					4.0						
6							2.0						
7							2.0						
8	7.6-8.3	S				2.0							
9				9.0			2.0						
10			Substrato alterato a luoghi ossidato: alternanza di argille grigie sovraconsolidate a livelli sabbiosi ocra compatti (probabile circolazione idrica nei livelli sabbiosi).				4.0						
11							5.0						
12							6.0						
13			Substrato formazionale pliocenico: argille limose grigio azzurre, sovraconsolidate con livelletti limo sabbiosi grigio azzurri, stratificazione 5-10°.	12.6									
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24					23.5								
25													

A
24.0

S1 – NOVEMBRE 2023
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





S2 – NOVEMBRE 2023
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30
Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	417/23
Data certificati	27.11.2023	Certificati	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	22,850	%	Limite di liquidità	LL	45,76	%
Peso di volume umido	γ	2,090	g/cmc	Limite di plasticità	LP	24,49	%
Peso di volume secco	γ_d	1,702	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL		
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	21,27	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	1,08	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Ritiro lineare	IS		%
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	σ_c		KPa
Ghiaia	G	1,00	%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	17,59	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	da	a	
Limo	L	59,92	%		PP	330	420
Argilla	A	21,49	%	Vane Test	VT	150	195
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	19,1	°	Coesione efficace	C'	33,4
Test CD cv	a volume costante	φ_{cv}		°	Coesione	C cv	KPa
Test Cr	Angolo residuo	φ_r	14,7	°	Coesione residua	Cr	12,8
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	C'	KPa
Test CIU	Angolo di attrito	φ_{cu}		°	Coesione non drenata	Ccu	KPa
	Angolo di attrito	φ_{uu}		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		Mpa		Gradino di carico	σ	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec		Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv		mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K		m/sec		Coeff. di cons. second.	Ca	%

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	16.11.2023	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore:	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	49 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	3,3		1,50	Apertura	10 cm	Limo argilloso-sabbioso bruno-nocciola prevalente con diffuse variegazioni nocciola-ocracee, grigio-verdastre, nocciola e spalmature brune. Diffusi inclusi sub-millimetrici. Colore 10YR 5/4 nella scala di Munsell.
	3,5		1,60	Volumetria	20 cm	
	4,2		1,95	Granulometria	30 cm	
	3,6		1,75	Limiti di Atterberg	40 cm	
	3,5		1,70	Taglio Casagrande CD	50 cm	
				Taglio residuo	60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Certificato n.	417/23.1	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	27.11.2023	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	16.11.2023	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	2,090	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	22,85	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	18	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,702	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%

Certificato n. **417/23.2**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	16.11.2023	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume</i> <i>(cm³)</i>	<i>peso</i> <i>umido (g)</i>
665,04	1390,20

Peso di volume ρ **2,090** Mg/m³



Certificato n. **417/23.2**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	16.11.2023	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
1390,20	1131,60

Umidità allo stato naturale W 22,85 %**Certificato n. 417/23.2****Data certificato 27.11.2023**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA*peso terreno setacciato (g):* **40**

\varnothing / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	40,00	100,00
63	0,00	40,00	100,00
50	0,00	40,00	100,00
38,1	0,00	40,00	100,00
25	0,00	40,00	100,00
19	0,00	40,00	100,00
12,7	0,00	40,00	100,00
9,5	0,00	40,00	100,00
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,40	39,60	99,00
0,85	0,70	39,30	98,25
0,425	1,10	38,90	97,25
0,25	1,30	38,70	96,75
0,18	1,90	38,10	95,25
0,15	2,60	37,40	93,50
0,106	4,50	35,50	88,75
0,075	5,80	34,20	85,50



Certificato n. **417/23.3**
Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	417/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

<i>peso campione alla sedimentazione (g):</i>	40,00	<i>densimetro utilizzato:</i>	ASTM 151 H
<i>temperatura di prova (°C):</i>	18,0	<i>peso specifico:</i>	2,71

<i>tempo (min')</i>	<i>∅ equivalente (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
0,25	0,09424	27,00	87,65
0,5	0,06719	25,80	82,98
0,75	0,05542	24,30	77,14
1	0,04822	23,60	74,41
2	0,03448	21,90	67,80
4	0,02452	21,00	64,29
8	0,01746	19,90	60,01
15	0,01287	18,50	54,56
40	0,00799	16,20	45,61
90	0,00538	14,60	39,38
125	0,00459	13,60	35,49
190	0,00374	12,90	32,76
380	0,00267	11,30	26,53
480	0,00238	10,80	24,59
1440	0,00139	8,40	15,24

**correzioni applicate:*
 $C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,0$

<i>composizione granulometrica</i>	
% ghiaia	1,00
% sabbia	17,59
% limo	59,92
% argilla	21,49

Certificato n. **417/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

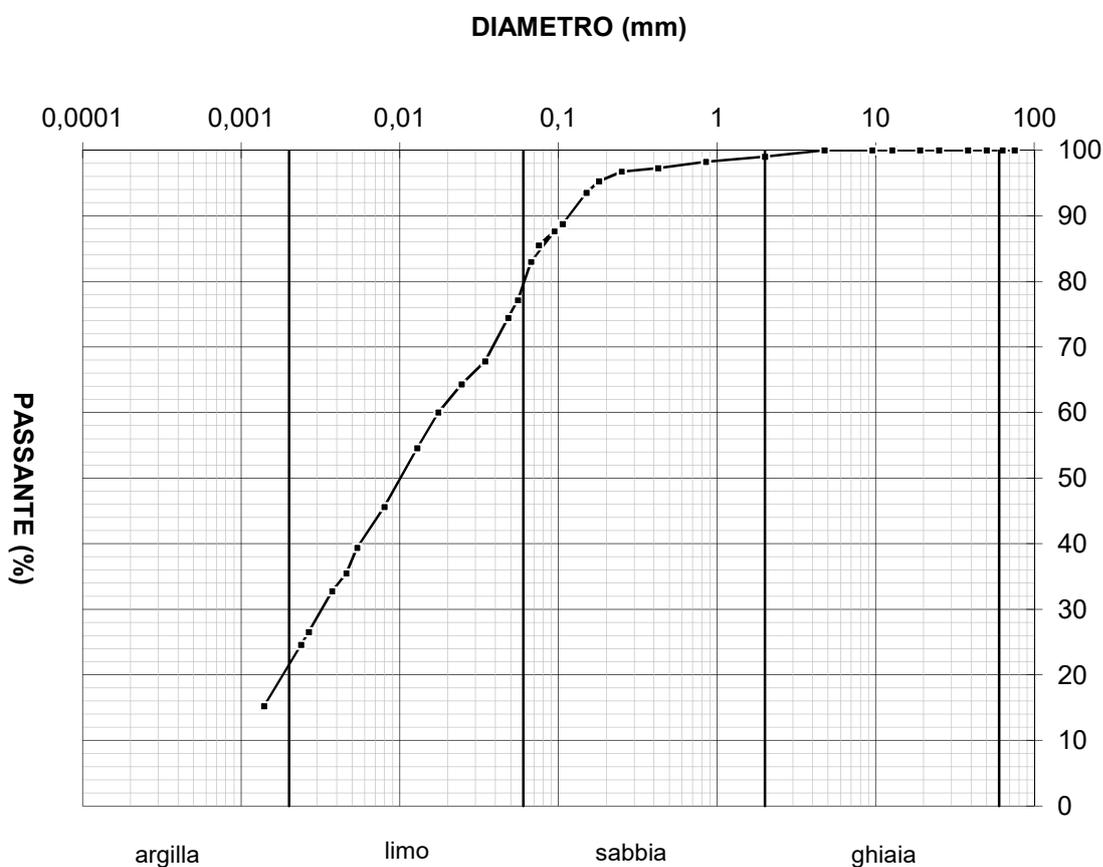
Data certificato 24.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n..	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	417/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4) - CURVA CUMULATIVA

Descrizione AGI	LIMO	d10 (mm)	0,00000	d15 (mm)	0,00150
	ARGILLOSO	d60 (mm)	0,0180	d85 (mm)	0,0760
	SABBIOSO				

Classificazione UNI-CNR 10006 Coefficiente di uniformità
(senza i limiti è impossibile stabilire il sottogruppo) (d60/d10) **U =**

Certificato n. **417/23.3**
Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni



Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

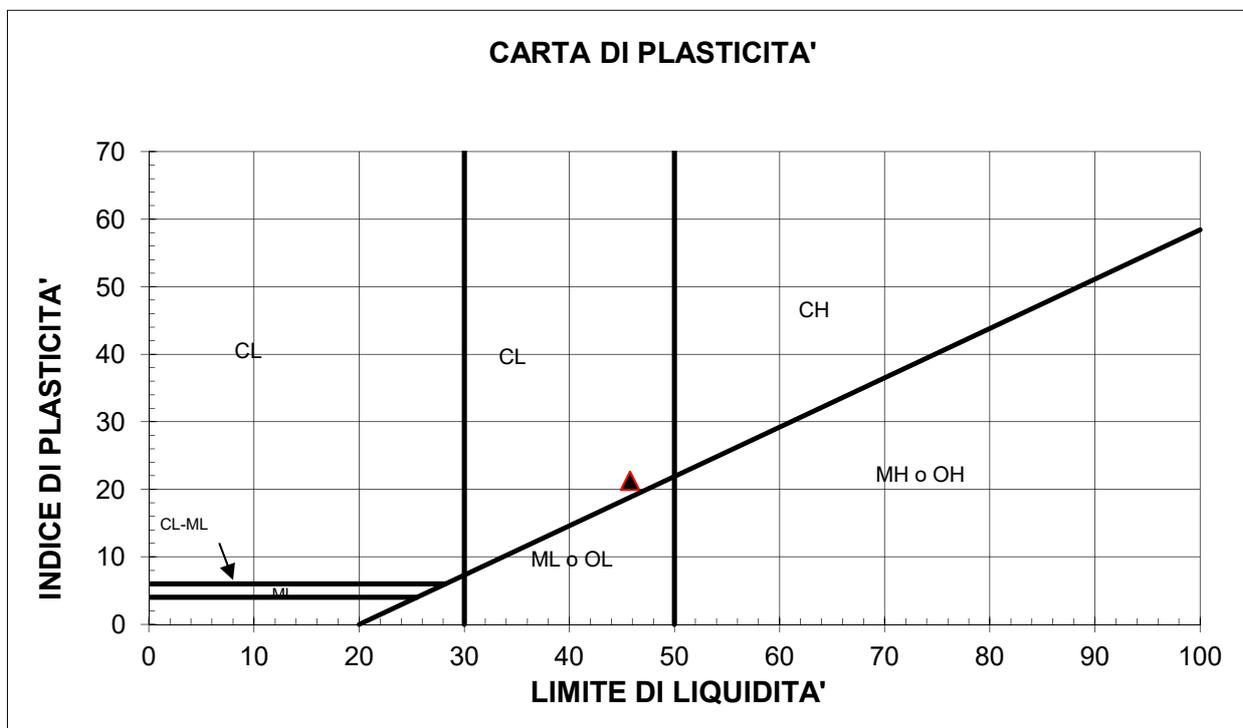
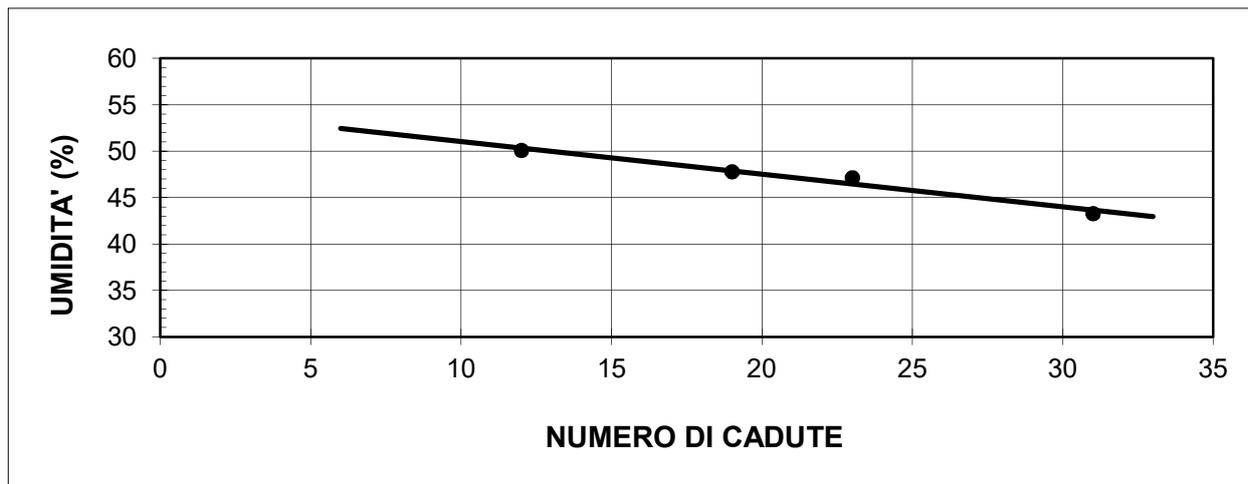
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **417/23.4**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **27.11.2023**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	3,70
RIF.	G23-111	a m	4,30

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	417/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
19	49,01	33,16	47,80			
12	70,11	46,71	50,10			
23	68,47	46,53	47,15			
31	69,35	44,22	43,28			

limite di ritiro

volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)
Ritiro lineare	mm	140,0	121,0
		<i>iniziale</i>	<i>finale</i>

(Umidità naturale	W	22,85 %)
-------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	45,76 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	24,49 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	21,27
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	-0,08
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,08
RITIRO LINEARE	RI	%
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **417/23.4**Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	3,70
RIF.	G23-111	a m.	4,30
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	417/23
Data esecuzione Prova	16.11.2023	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_o	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	h_o	20	20	20	
Sezione iniziale	mm ²	A_o	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm ³	V_o	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_o	2,05	2,03	2,03	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W_i	24,6	26,2	25,1	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,648	1,61	1,62	1,63
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,64	0,68	0,67	0,67
Porosità	%	n	39,18	40,53	40,27	40,0
Umidità di saturazione	%	W _{sat}	23,77	25,15	24,88	24,6
Grado saturazione	%	S _r	103,53	104,12	100,93	102,9
CONSOLIDAZIONE - PROVA						
Pressione di cella	KPa	σ_v	196	295	393	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,004	0,004	0,004	

FASE DI ROTTURA

<p>1 = Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %</p>				1		
Deformazione a rottura	mm		2,09	3,18	2,47	
Deformazione a rottura	%		3,1	4,7	3,6	
Tempo rottura effettivo	min		570	840	660	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0037	0,0038	0,0037	
Tensione di rottura	KPa	τ	103	132	171	



Note: Macchine Utilizzate:
Taglio Casagrande Tecnocest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. **417/23.5**

Data certif. 23.11.2023

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE **Dr. PAOLO CIACCI**
CANTIERE **VIA MARIGNANO**
LOCALITA' **RIMINI SANTA CRISTINA**
RIF. **G23-111**

SONDAGGIO **1**
CAMPIONE **1**
PROF. Da m **3,70**
a m. **4,30**

Data ricevimento Campione 16.11.2023 Numero di accettazione 417/23
Data esecuzione Prova 16.11.2023 Procedura operativa IST 06.11

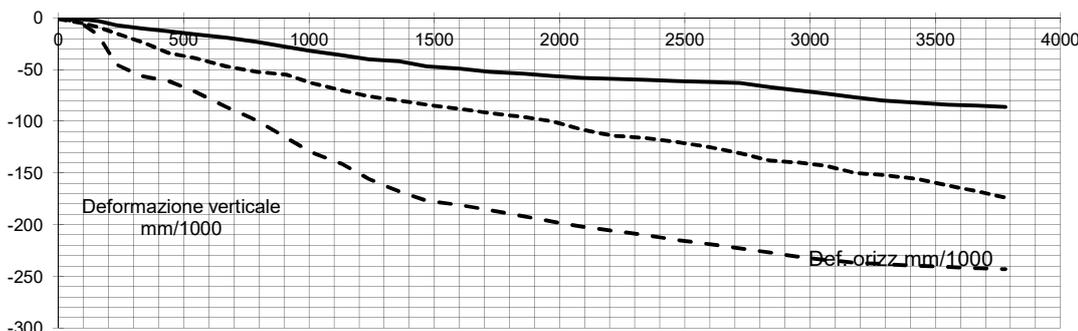
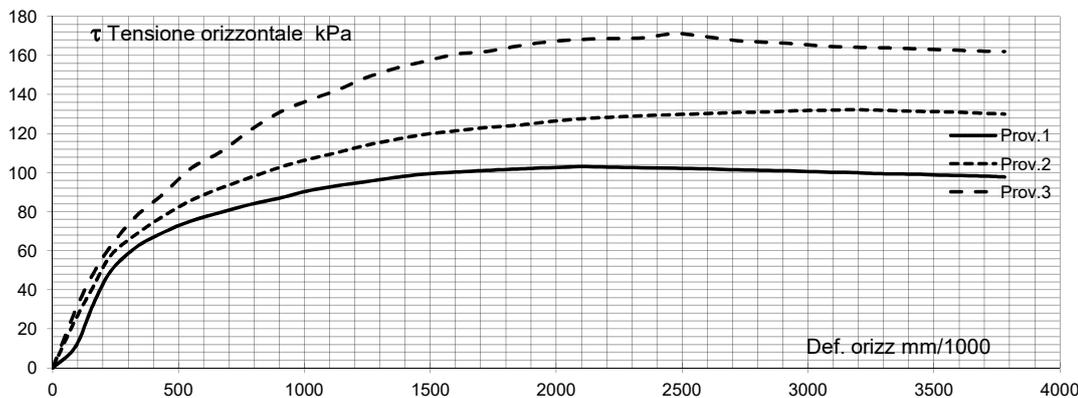
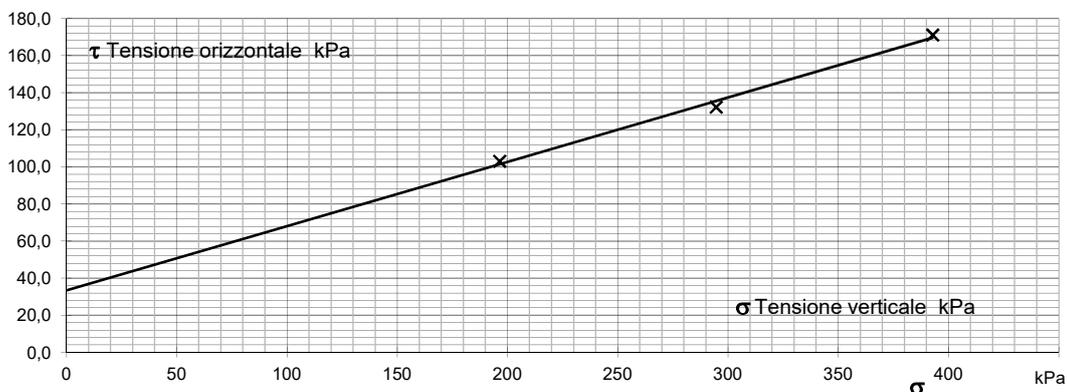
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **33,4**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **19,1**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 103 132 171
Deformazione a rottura 3,087 4,697 3,6



Certificato n. 417/23.5

Data certif. 23.11.2023

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	3,70
RIF.	G23-111	a m.	4,30
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	417/23
Data esecuzione Prova	26/09/2017	Procedura operativa	IST 06.11

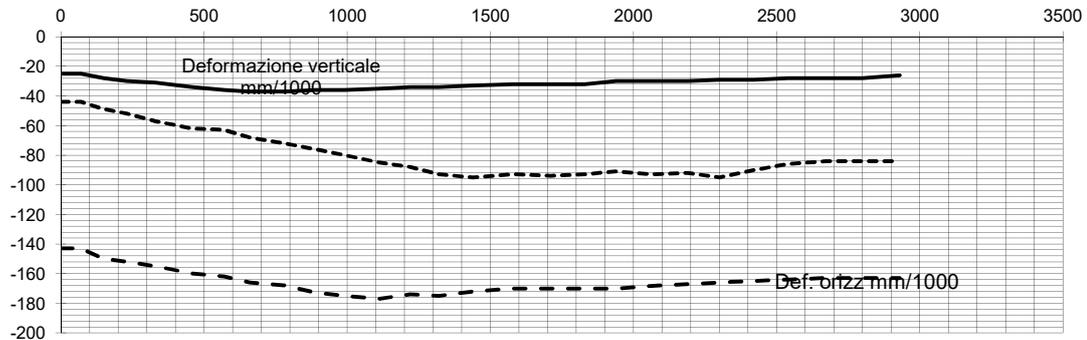
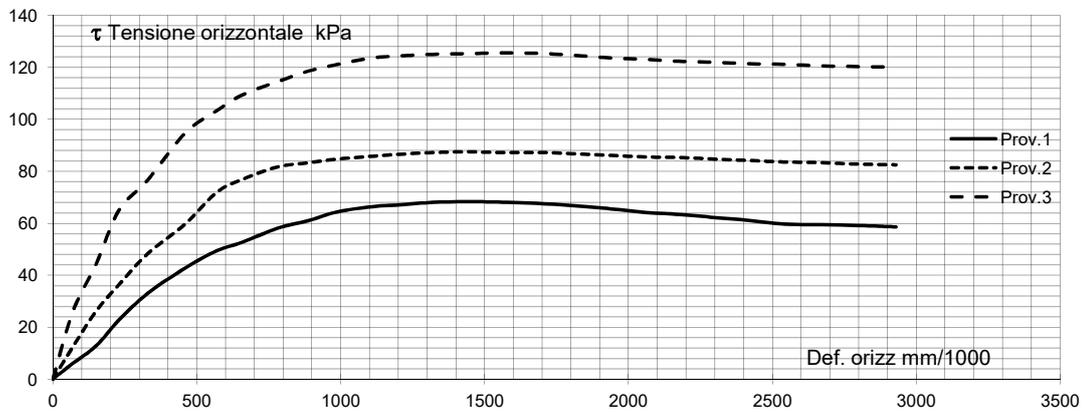
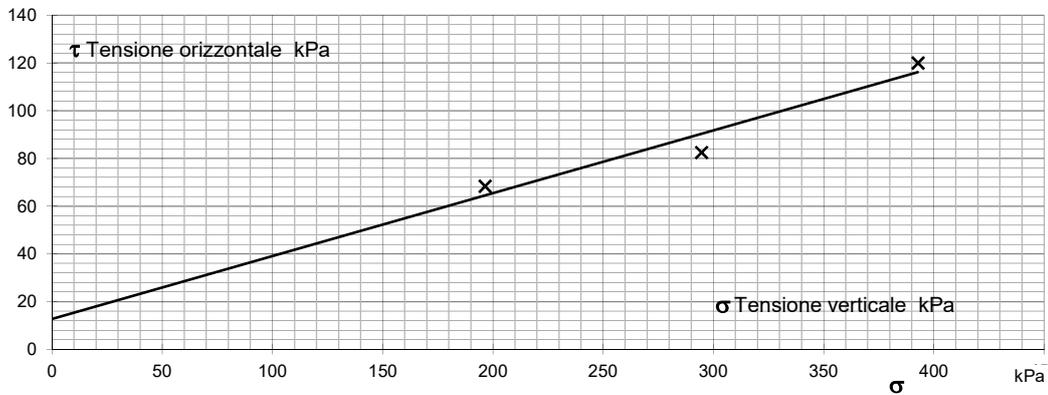
PROVA DI TAGLIO RESIDUO (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$
Regressione Lineare

$C'_{res} = (\text{kPa})$ **12,8**
 $\phi'_{res} = (^\circ)$ **14,7**

Scelta valori manuale SI/NO	\	Sforzo a rottura	68	83	120
		Deformazione a rottura	4,328	4,328	4,328



Certificato n. **417/23.5**

Data certif. **23.11.2023**

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00
Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	418/23
Data certificati	27.11.2023	Certificati	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	17,360	%	Limite di liquidità	LL	40,12	%
Peso di volume umido	γ	2,128	g/cmc	Limite di plasticità	LP	22,67	%
Peso di volume secco	γ_d	1,814	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL		
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	17,45	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	1,30	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Ritiro lineare	IS		%
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	σ_c		KPa
Ghiaia	G		%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	7,35	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	PP	da	a
Limo	L	75,54	%		Vane Test	VT	
Argilla	A	17,11	%			>600	KPa
Coeff. di uniformità	U					>200	KPa
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	20,3	°	Coesione efficace	C'	72,8
Test CD cv	a volume costante	φ_{cv}		°	Coesione	C cv	KPa
Test Cr	Angolo residuo	φ_r	14,3	°	Coesione residua	Cr	11,3
							KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CIU	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	C'	KPa
	Angolo di attrito	φ_{cu}		°	Coesione non drenata	Ccu	KPa
	Angolo di attrito	φ_{uu}		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		Mpa		Gradino di carico	σ	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec		Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv		mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K		m/sec		Coeff. di cons. second.	Ca	%

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	17.11.2023	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore:	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	45 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	> 6		> 2	Apertura	10 cm	Limo argilloso grigio, sovraconsolidato, con sparsi veli siltosi che rappresentano piani di rottura preferenziali.
				Volumetria		
				Granulometria	20 cm	
				Limiti di Atterberg		
	> 6		> 2	Taglio Casagrande CD	30 cm	
				Taglio residuo		
					40 cm	
	> 6		> 2		50 cm	
					60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Certificato n.	418/23.1	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	27.11.2023	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	17.11.2023	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	2,128	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	17,36	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	18	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,814	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%

Certificato n. **418/23.2**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	17.11.2023	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume</i> <i>(cm³)</i>	<i>peso</i> <i>umido (g)</i>
775,88	1651,40

Peso di volume ρ **2,128** Mg/m³



Certificato n. **418/23.2**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	17.11.2023	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
1651,40	1407,10

Umidità allo stato naturale W 17,36 %



Certificato n. **418/23.2**

Data certificato 27.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA*peso terreno setacciato (g):* **40**

\varnothing / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	40,00	100,00
63	0,00	40,00	100,00
50	0,00	40,00	100,00
38,1	0,00	40,00	100,00
25	0,00	40,00	100,00
19	0,00	40,00	100,00
12,7	0,00	40,00	100,00
9,5	0,00	40,00	100,00
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,10	39,90	99,75
0,425	0,20	39,80	99,50
0,25	0,40	39,60	99,00
0,18	0,60	39,40	98,50
0,15	0,90	39,10	97,75
0,106	1,50	38,50	96,25
0,075	1,90	38,10	95,25



Certificato n. **418/23.3**
Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	418/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

<i>peso campione alla sedimentazione (g):</i>	40,00	<i>densimetro utilizzato:</i>	ASTM 151 H
<i>temperatura di prova (°C):</i>	18,0	<i>peso specifico:</i>	2,71

<i>tempo (min')</i>	<i>∅ equivalente (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
0,25	0,09385	27,60	95,90
0,5	0,06664	27,00	93,41
0,75	0,05471	26,20	90,09
1	0,04767	25,30	86,36
2	0,03407	23,70	79,72
4	0,02436	22,00	72,67
8	0,01736	20,80	67,69
15	0,01283	18,90	59,81
30	0,00919	16,90	51,51
60	0,00657	14,90	43,21
130	0,00452	12,90	34,91
180	0,00386	12,00	31,18
360	0,00276	10,00	22,88
500	0,00235	9,50	20,81
1440	0,00140	7,20	11,27

**correzioni applicate:*
 $C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,0$

<i>composizione granulometrica</i>	
% ghiaia	0,00
% sabbia	7,35
% limo	75,54
% argilla	17,11

Certificato n. **418/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

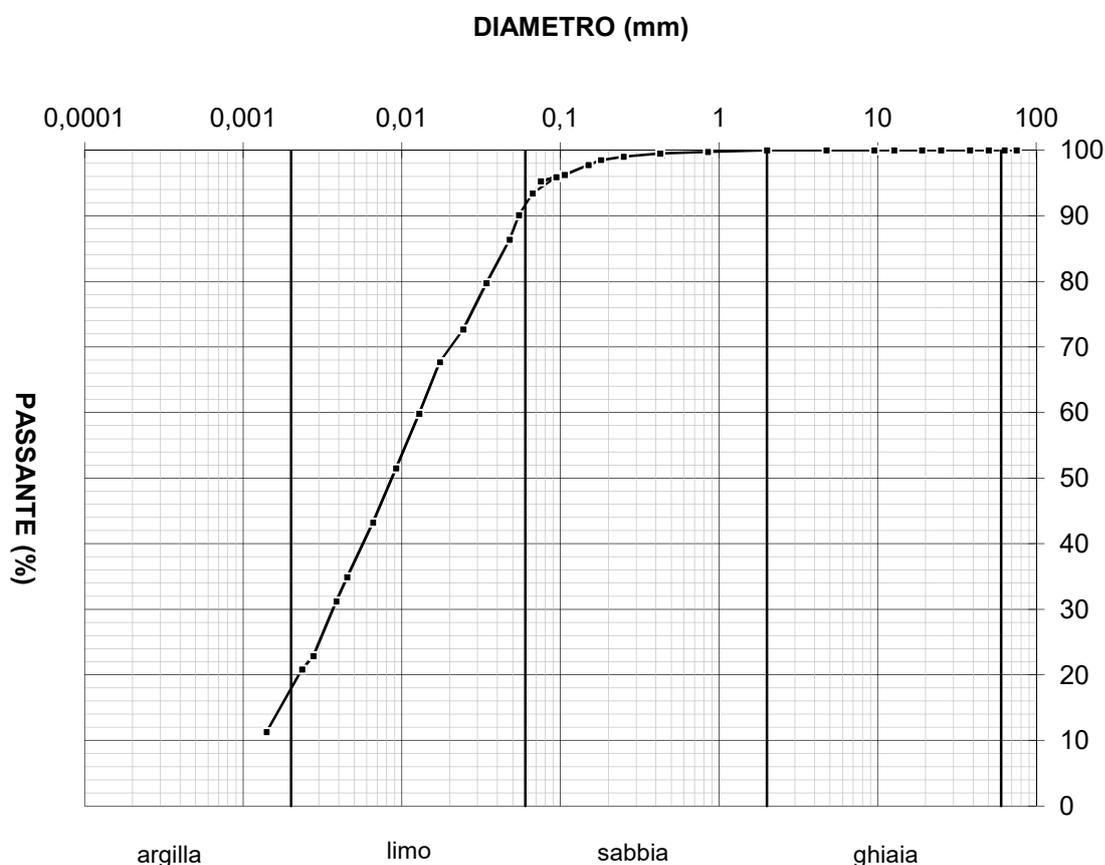
Data certificato 24.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n..	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	418/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4) - CURVA CUMULATIVA

Descrizione AGI	LIMO	d10 (mm)	0,00000	d15 (mm)	0,00170
	ARGILLOSO				
	DEB. SABBIOSO	d60 (mm)	0,0120	d85 (mm)	0,0450

Classificazione UNI-CNR 10006

(senza i limiti è impossibile stabilire il sottogruppo)

Coefficiente di uniformità
(d60/d10) **U =**Certificato n. **418/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 24.11.2023



LABORATORIO GEOTECNICO

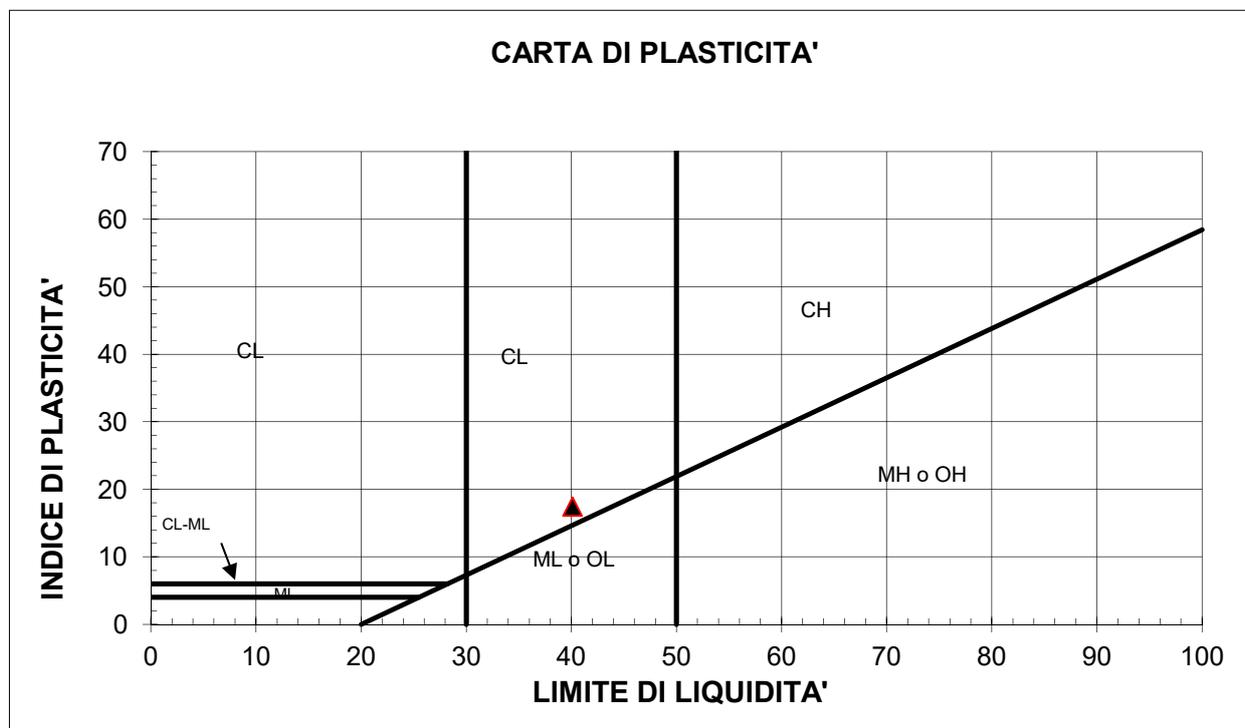
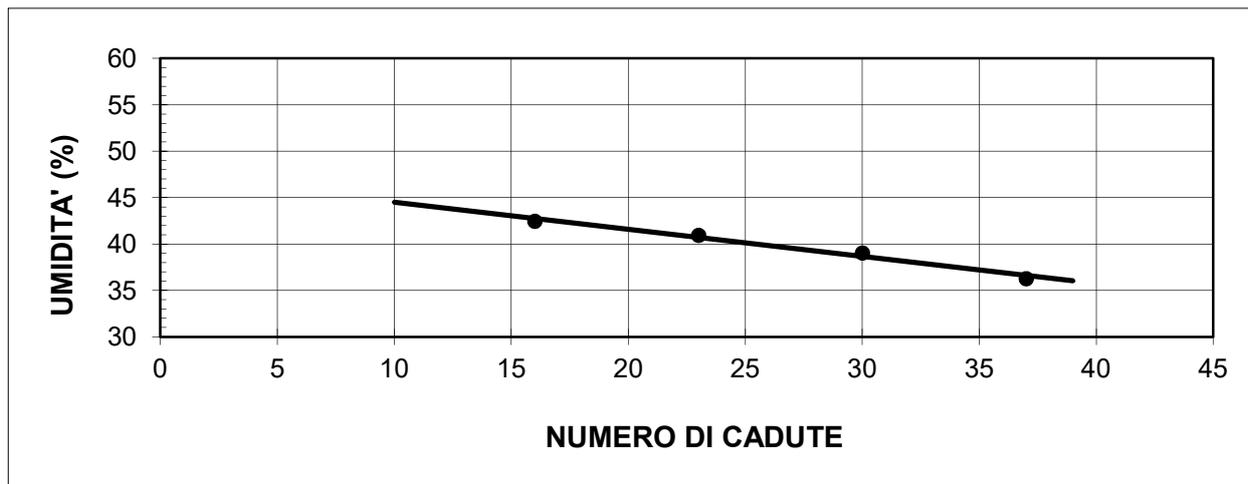
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **418/23.4**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **27.11.2023**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,50
RIF.	G23-111	a m	8,00

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	418/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
16	53,95	37,87	42,46			
23	72,15	51,19	40,95			
30	71,44	51,38	39,04			
37	73,28	44,22	36,27			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)
Ritiro lineare	mm	140,0	121,0
		iniziale	finale

(Umidità naturale	W	17,36 %)
-------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	40,12 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	22,67 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	17,45
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	-0,30
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,30
RITIRO LINEARE	RI	%
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **418/23.4**Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	7,50
RIF.	G23-111	a m.	8,00

Data ricevimento Campione	16.11..2023	Numero di accettazione	418/23
Data esecuzione Prova	19.11.2023	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_o	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	h_o	20	20	20	
Sezione iniziale	mm ²	A_o	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm ³	V_o	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_o	2,12	2,07	2,11	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W_i	106,3	17,9	20,2	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,780	1,76	1,76	1,76
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	1,63	0,54	0,54	0,91
Porosità	%	n	62,00	35,22	35,15	44,1
Umidità di saturazione	%	W _{sat}	34,82	20,07	20,00	25,0
Grado saturazione	%	S _r	305,33	89,39	101,04	165,3
CONSOLIDAZIONE - PROVA						
Pressione di cella	KPa	σ_v	295	393	491	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,004	0,004	0,004	

FASE DI ROTTURA

<p>Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %</p> <p>Deformazione a rottura</p> <p>Deformazione a rottura</p> <p>Tempo rottura effettivo</p> <p>Velocità media a rottura</p> <p>Tensione di rottura</p>	<p>mm</p> <p>%</p> <p>min</p> <p>mm/min</p> <p>KPa</p>	<p></p> <p></p> <p></p> <p></p> <p>τ</p>	<p>2,02</p> <p>3,0</p> <p>660</p> <p>0,0031</p> <p>177</p>	<p>1</p> <p>1,70</p> <p>2,5</p> <p>570</p> <p>0,0030</p> <p>227</p>	<p>1,70</p> <p>2,5</p> <p>570</p> <p>0,0030</p> <p>249</p>
---	--	--	--	--	--



Note: Macchine Utilizzate:
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. **418/23.5**

Data certif. 23.11.2023

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	7,50
RIF.	G23-111	a m.	8,00
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	418/23
Data esecuzione Prova	19.11.2023	Procedura operativa	IST 06.11

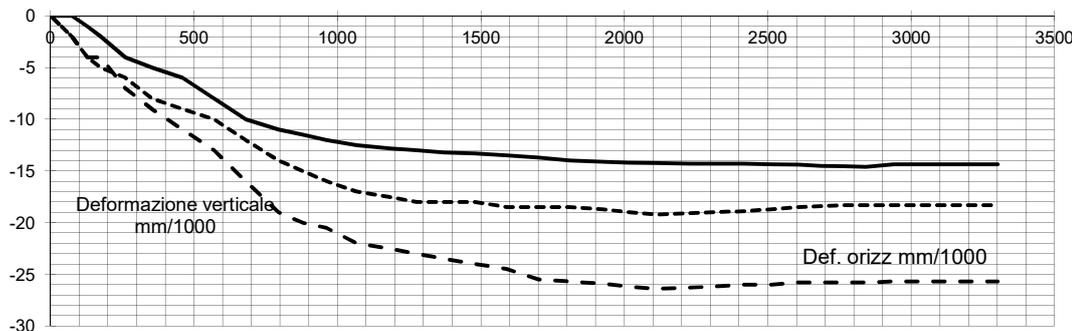
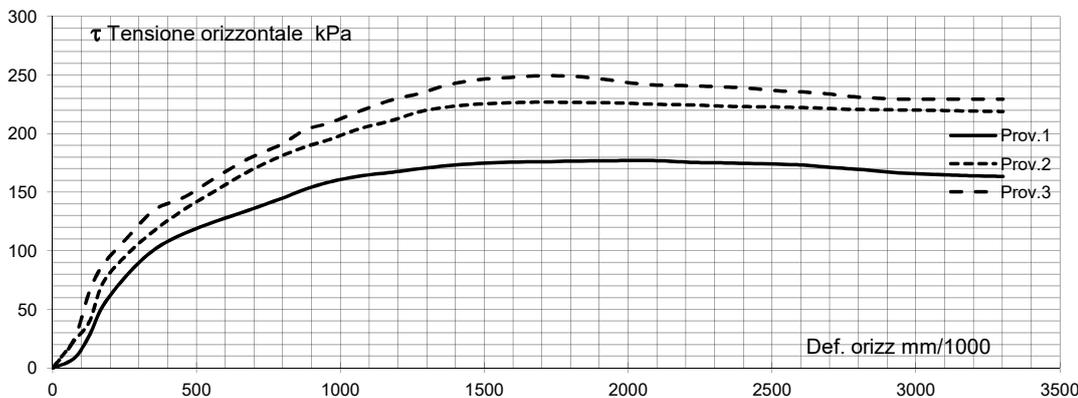
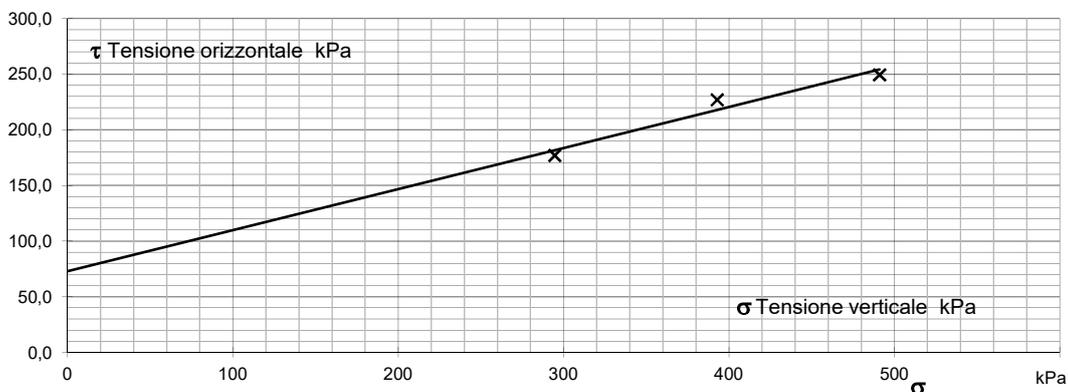
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **72,8**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **20,3**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura 177 227 249
Deformazione a rottura 2,978 2,516 2,5



Certificato n. 418/23.5

Data certif. 23.11.2023

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	1
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	7,50
RIF.	G23-111	a m.	8,00
Data ricevimento Campione	16.11..2023	Numero di accettazione	418/23
Data esecuzione Prova	26/09/2017	Procedura operativa	IST 06.11

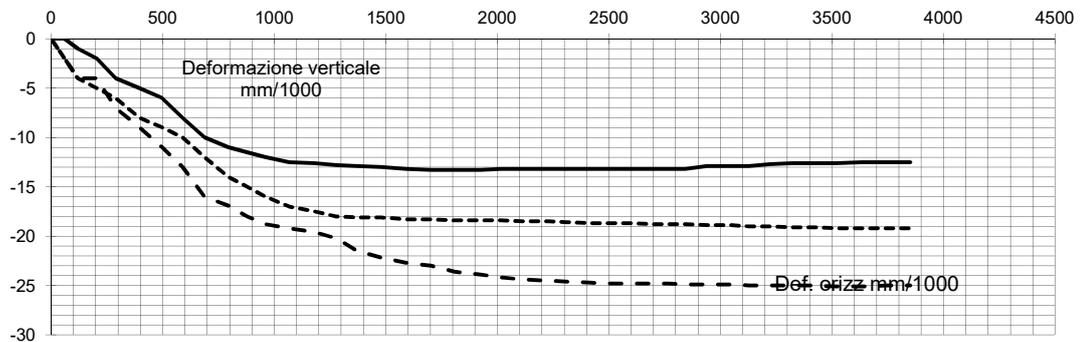
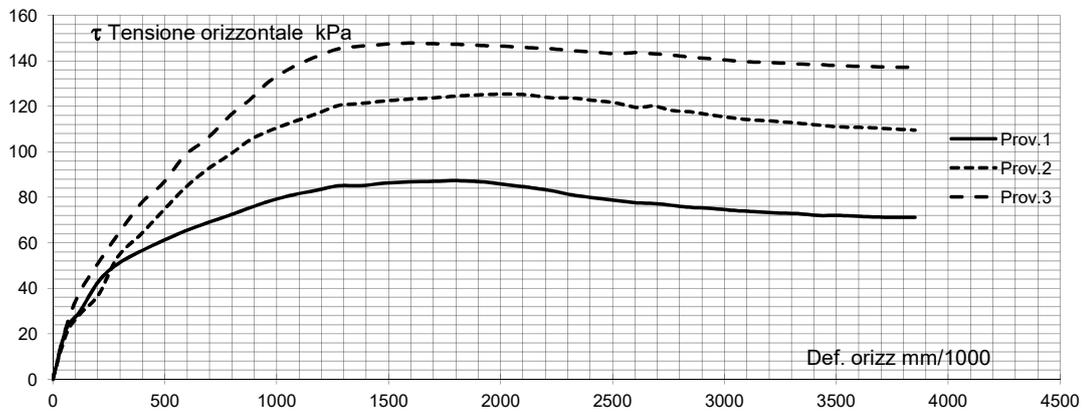
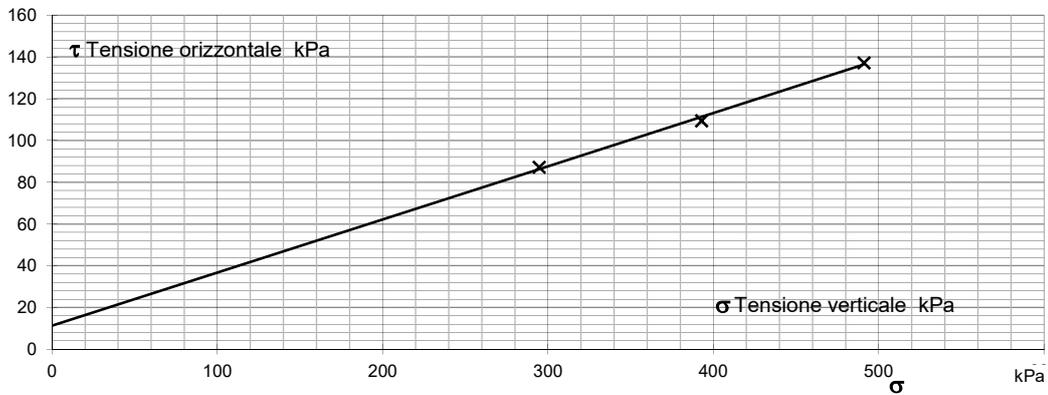
PROVA DI TAGLIO RESIDUO (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$
Regressione Lineare

$C'_{res} = (\text{kPa})$ **11,3**
 $\phi'_{res} = (^\circ)$ **14,3**

Scelta valori manuale SI/NO	\	Sforzo a rottura	87	109	137
		Deformazione a rottura	5,688	5,688	5,688



Certificato n. **418/23.5**

Data certif. **23.11.2023**

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80
Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	419/23
Data certificati	27.11.2023	Certificati	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	32,560	%	Limite di liquidità	LL	41,04	%
Peso di volume umido	γ	1,954	g/cmc	Limite di plasticità	LP	23,63	%
Peso di volume secco	γ_d	1,474	g/cmc	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cmc	Indice liquido	IL	0,51	
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	17,41	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	0,49	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Ritiro lineare	IS		%
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	σ_c		KPa
Ghiaia	G		%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	8,39	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	PP	440	>600 KPa
Limo	L	68,25	%		Vane Test	VT	
Argilla	A	23,36	%				
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	21,3	°	Coesione efficace	C'	46,6
Test CD cv	a volume costante	φ_{cv}		°	Coesione	C cv	KPa
Test Cr	Angolo residuo	φ_r	16,4	°	Coesione residua	Cr	17,0 KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CIU	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	C'	KPa
	Angolo di attrito	φ_{cu}		°	Coesione non drenata	Ccu	KPa
	Angolo di attrito	φ_{uu}		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		Mpa		Gradino di carico	σ	KPa
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec		Indice di rigonfiamento	Cs	
Coeff. di compress. edom.	Mv		mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K		m/sec		Coeff. di cons. second.	Ca	%

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore:	spezzone di carota in fustella	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q4	Lunghezza campione	51 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	4,4	> 2		Apertura	10 cm	Limo argilloso verde-giallastro con variegazioni ocracee talora sabbiose.
	4,8	> 2		Volumetria	20 cm	
	>6	> 2		Granulometria	30 cm	
	5,3	> 2		Limiti di Atterberg	40 cm	
	4,9	> 2		Taglio Casagrande CD	50 cm	
				Taglio residuo	60 cm	
					70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Certificato n.	419/23.1	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	27.11.2023	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538
A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	1,954	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	32,56	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	18	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,474	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%

Certificato n. **419/23.2**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume</i> <i>(cm³)</i>	<i>peso</i> <i>umido (g)</i>
739,34	1444,80

Peso di volume ρ **1,954** Mg/m³



Certificato n. **419/23.2**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
1544,80	1165,40

Umidità allo stato naturale W 32,56 %



Certificato n. **419/23.2**

Data certificato 27.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA*peso terreno setacciato (g):* **40**

\varnothing / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	40,00	100,00
63	0,00	40,00	100,00
50	0,00	40,00	100,00
38,1	0,00	40,00	100,00
25	0,00	40,00	100,00
19	0,00	40,00	100,00
12,7	0,00	40,00	100,00
9,5	0,00	40,00	100,00
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,00	40,00	100,00
0,85	0,20	39,80	99,50
0,425	0,40	39,60	99,00
0,25	0,60	39,40	98,50
0,18	1,00	39,00	97,50
0,15	1,50	38,50	96,25
0,106	2,30	37,70	94,25
0,075	2,90	37,10	92,75



Certificato n. **419/23.3**
Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	419/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

<i>peso campione alla sedimentazione (g):</i>	40,00	<i>densimetro utilizzato:</i>	ASTM 151 H
<i>temperatura di prova (°C):</i>	18,0	<i>peso specifico:</i>	2,71

<i>tempo (min')</i>	<i>∅ equivalente (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
0,25	0,09385	27,60	93,72
0,5	0,06654	27,20	92,10
0,75	0,05464	26,40	88,86
1	0,04745	26,00	87,24
2	0,03387	24,60	81,56
4	0,02413	23,50	77,10
8	0,01724	21,90	70,61
15	0,01270	20,50	64,94
30	0,00907	19,00	58,85
60	0,00648	17,20	51,56
125	0,00456	14,90	42,23
180	0,00382	14,00	38,58
360	0,00273	12,00	30,47
480	0,00238	11,20	27,23
1440	0,00138	9,90	21,96

**correzioni applicate:*
 $C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,0$

<i>composizione granulometrica</i>	
% ghiaia	0,00
% sabbia	8,39
% limo	68,25
% argilla	23,36

Certificato n. **419/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

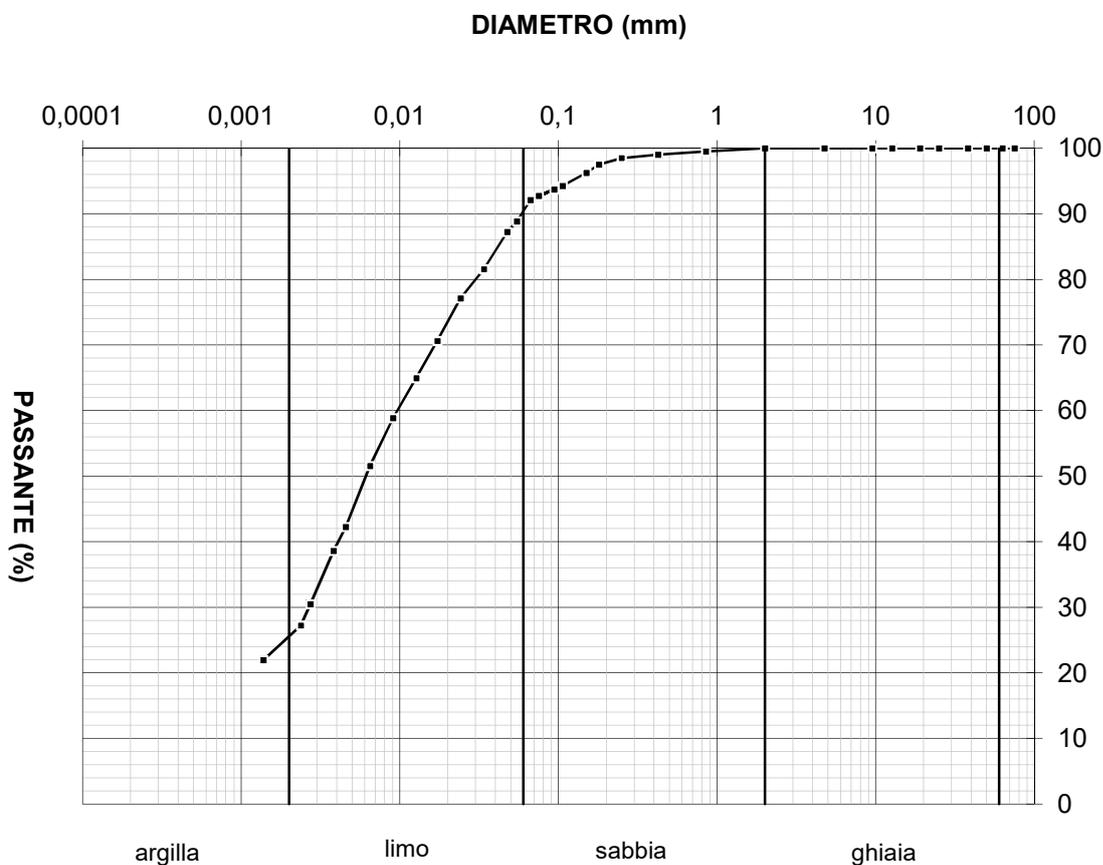
Data certificato 24.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n..	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	419/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4) - CURVA CUMULATIVA

Descrizione AGI	LIMO	d10 (mm)	0,00000	d15 (mm)	0,00000
	ARGILLOSO				
	DEB. SABBIOSO	d60 (mm)	0,0095	d85 (mm)	0,0410

Classificazione UNI-CNR 10006

(senza i limiti è impossibile stabilire il sottogruppo)

Coefficiente di uniformità
(d60/d10) **U =**Certificato n. **419/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 24.11.2023



LABORATORIO GEOTECNICO

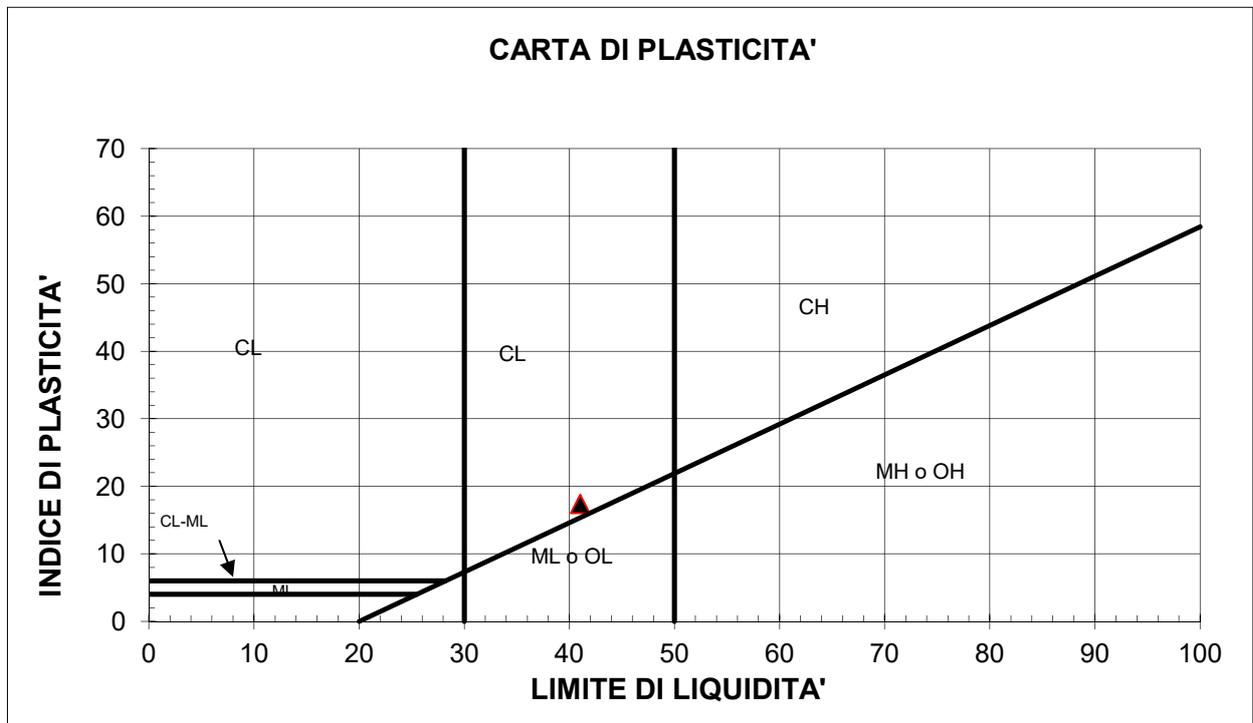
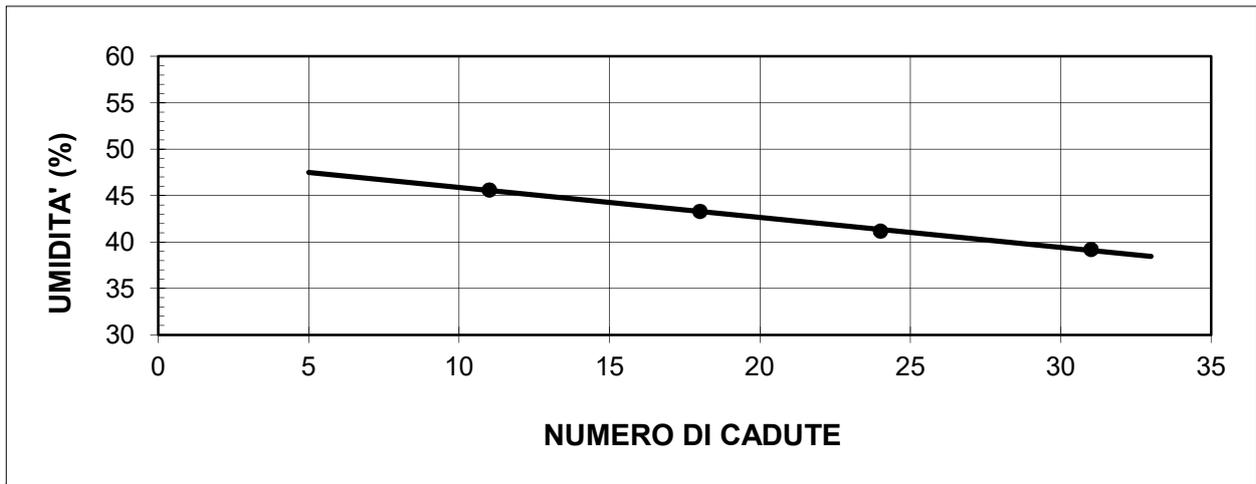
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **419/23.4**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	5,20
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	419/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
11	47,37	32,53	45,62			
18	69,65	48,60	43,31			
24	68,49	48,51	41,19			
31	70,36	44,22	39,21			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)
Ritiro lineare	mm	140,0	121,0
		iniziale	finale

(Umidità naturale	W	32,56 %)
-------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	41,04 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	23,63 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	17,41
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	0,51
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	0,49
RITIRO LINEARE	RI	%
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **419/23.4**Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	5,20
RIF.	G23-111	a m.	5,80
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	419/23
Data esecuzione Prova	21.11..2023	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_o	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	h_o	20	20	20	
Sezione iniziale	mm ²	A_o	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm ³	V_o	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_o	2,09	2,07	2,07	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W_i	16,7	18,8	19,2	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,737	1,68	1,67	1,69
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,51	0,56	0,56	0,54
Porosità	%	n	33,84	35,71	35,93	35,2
Umidità di saturazione	%	W _{sat}	19,48	21,26	21,57	20,8
Grado saturazione	%	S _r	85,78	88,27	88,85	87,6
CONSOLIDAZIONE - PROVA						
Pressione di cella	KPa	σ_v	196	295	393	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,004	0,004	0,004	

FASE DI ROTTURA

Critero di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 %)				1		
Deformazione a rottura	mm		1,37	1,70	1,93	
Deformazione a rottura	%		2,0	2,5	2,8	
Tempo rottura effettivo	min		480	570	630	
Velocità media a rottura	mm/min		0,0029	0,0030	0,0031	
Tensione di rottura	KPa	τ	126	155	203	

Note: Macchine Utilizzate:
Taglio Casagrande Tecnocest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05;

Certificato n. **419/23.5**

Data certif. 24.112023



Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	5,20
RIF.	G23-111	a m.	5,80
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	419/23
Data esecuzione Prova	21.11..2023	Procedura operativa	IST 06.11

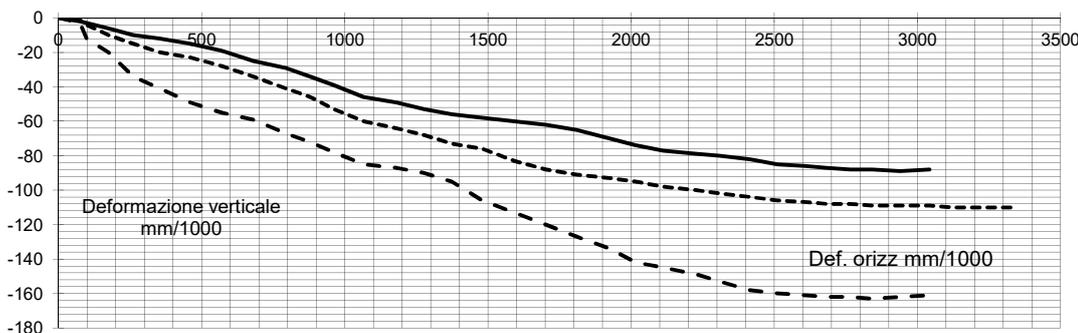
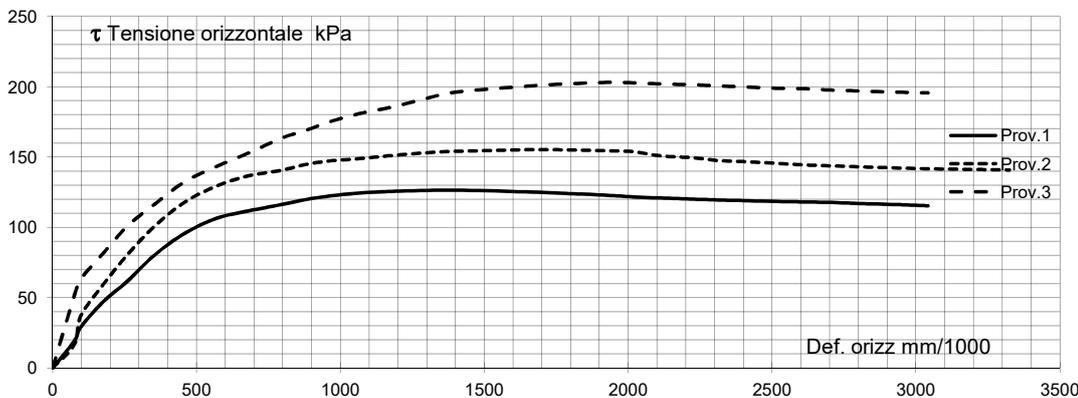
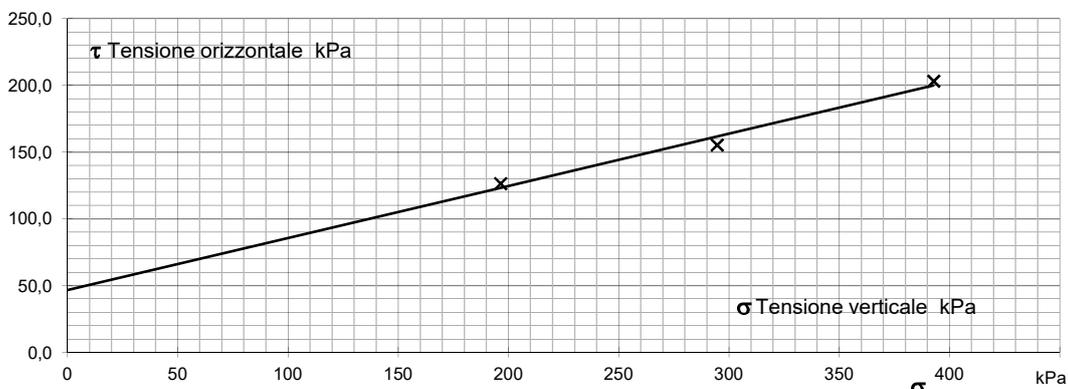
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **46,6**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **21,3**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura	126	155	203
Deformazione a rottura	2,028	2,516	2,8



Certificato n. **419/23.5**

Data certif. **24.11.2023**



Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI		SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO		CAMPIONE	1
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA		PROF. Da m	5,20
RIF.	G23-111		a m.	5,80
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	419/23	
Data esecuzione Prova	26/09/2017	Procedura operativa	IST 06.11	

PROVA DI TAGLIO RESIDUO (ASTM 3080-04)

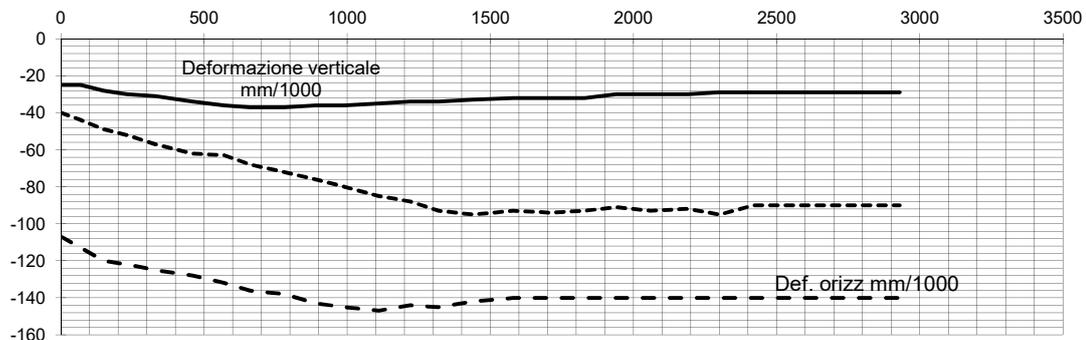
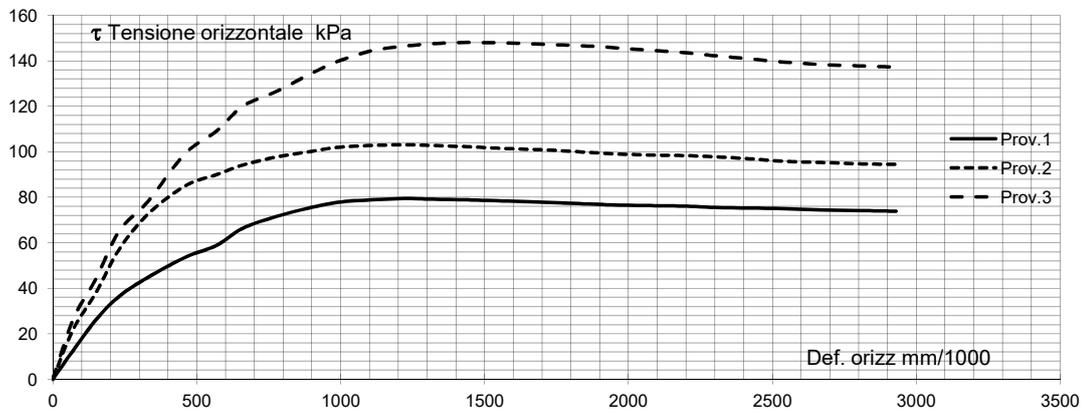
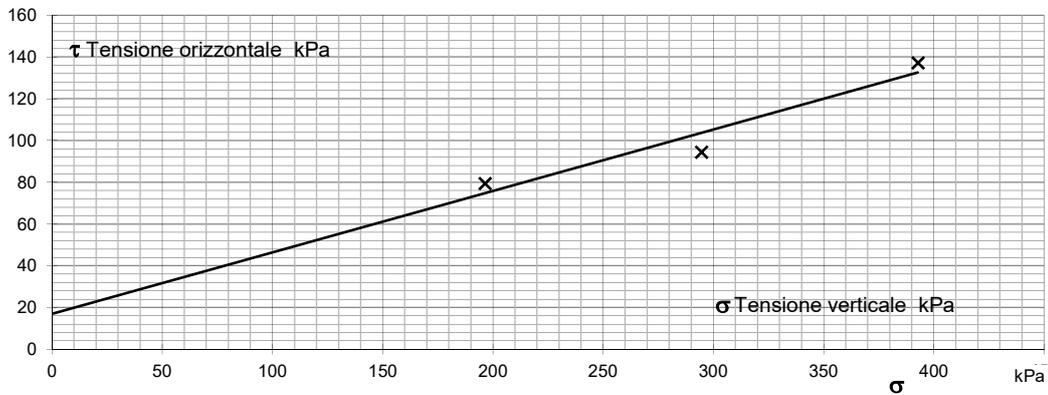
I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$
Regressione Lineare

$C'_{res} = (\text{kPa})$ **17,0**

$\phi'_{res} = (^\circ)$ **16,4**

Scelta valori manuale SI/NO	\	Sforzo a rottura	79	94	137
		Deformazione a rottura	4,328	4,328	4,328



Certificato n. **419/23.5**

Data certif. **24.11.2023**

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30
Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	420/23
Data certificati	27.11.2023	Certificati	

SOMMARIO DELLE CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE

CARATTERISTICHE VOLUMETRICHE				LIMITI DI ATTERBERG			
Contenuto in acqua	Wn	19,930	%	Limite di liquidità	LL	42,51	%
Peso di volume umido	γ	2,105	g/cm ³	Limite di plasticità	LP	23,81	%
Peso di volume secco	γ_d	1,755	g/cm ³	Limite di ritiro	LR		%
Peso specifico	G		g/cm ³	Indice liquido	IL		
Indice dei vuoti	e			Indice plastico	IP	18,70	
Porosità	n		%	Indice di consistenza	IC	1,21	
Umidità di saturazione	Wsat		%	Ritiro lineare	IS		%
Grado di saturazione	Sr		%	Grado di attività	A		
Blu di metilene	Vb			Sensibilità	St		
GRANULOMETRIA				RESISTENZA A COMPRESSIONE			
Ciottoli	C		%	Compressione semplice (ELL)	σ_c		KPa
Ghiaia	G	0,50	%		Deformazione a rottura	ev	
Sabbia	S	11,46	%	PP-VT			
Limo+argilla	L+A		%	Pocket penetrometer	PP	580	>600 KPa
Limo	L	61,75	%		Vane Test	VT	
Argilla	A	26,29	%				
Coeff. di uniformità	U						
Classificazione CNR-UNI 10006							
PROVA DI TAGLIO DIRETTO							
Test CD	Angolo di attrito	φ'	21,4	°	Coesione efficace	C'	54,3
Test CD cv	a volume costante	φ_{cv}		°	Coesione	C cv	KPa
Test Cr	Angolo residuo	φ_r	15,5	°	Coesione residua	Cr	9,1 KPa
PROVA DI COMPRESSIONE TRIASSIALE							
Test CIU	Angolo di attrito	φ'		°	Coesione efficace	C'	KPa
	Angolo di attrito	φ_{cu}		°	Coesione non drenata	Ccu	KPa
	Angolo di attrito	φ_{uu}		°	Coesione non drenata	cuu	KPa
PROVA EDOMETRICA							
Modulo edometrico	Ed		Mpa	Gradino di carico	σ		KPa
Coeff. di consolidazione	Cv		cmq/sec	Indice di rigonfiamento	Cs		
Coeff. di compress. edom.	Mv		mq/KN				
Coeff. di permeabilità	K		m/sec	Coeff. di cons. second.	Ca		%

Note:

Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	27,6
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROFONDITA' da m	8,30
RIF.	G23-111	a m	5,80

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06/01

APERTURA E DESCRIZIONE CAMPIONI (ASTM 2488 - AGI 1977)

Contenitore:	fustella metallica	Diametro campione	84 mm
Classe di qualità (AGI 1977)	Q5	Lunghezza campione	53 cm

PP		VT		PROGRAMMA PROVE DI LABORATORIO		DESCRIZIONE LITOLOGICA
da	a	da	a			
	5,8		> 2	Apertura	10 cm	Limo argilloso verde-nocciola con frequenti variegazioni nocciola-ocracee. Veli e sparsi noduli sabbisosi ocracei.
				Volumetria		
				Granulometria	20 cm	
				Limiti di Atterberg		
	> 6		> 2	Taglio Casagrande CD	30 cm	
				Taglio residuo		
					40 cm	
	> 6		> 2		50 cm	
					60 cm	
	> 6		> 2	-----	70 cm	
					80 cm	
					90 cm	
					100 cm	

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Certificato n.	420/23.1	Lo Sperimentatore	Il Direttore del Laboratorio
Data certificato	27.11.2023	Dr. Geol. Marino Mularoni	Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015

Cert. SGS n. IT12/0538

A.L.G.I. n. 56

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	

PARAMETRI CALCOLATI*sulla base dei risultati di prova*

DATI MISURATI

<i>Peso di volume naturale</i>	γ	2,105	Mg/m ³
<i>Umidità allo stato naturale</i>	W	19,93	%
<i>Temperatura media delle prove</i>	T	18	°C
<i>Peso specifico dei granuli</i>	γ_r		Mg/m ³

ALTRI VALORI IMPIEGATI PER IL CALCOLO

<i>Peso specifico dell'acqua</i>	δ_w	1,00	Mg/m ³
----------------------------------	------------	------	-------------------

PARAMETRI CALCOLATI

<i>peso di volume saturo</i>	γ_w		Mg/m ³
<i>peso di volume secco</i>	γ_d	1,755	Mg/m ³
<i>indice dei vuoti</i>	e		
<i>porosità</i>	n		%
<i>grado di saturazione</i>	S_r		%

Certificato n. **420/23.2**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**

del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06.03

PESO DI VOLUME (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

<i>volume</i> <i>(cm³)</i>	<i>peso</i> <i>umido (g)</i>
1108,40	2332,70

Peso di volume ρ **2,105** Mg/m³



Certificato n. **420/23.2**

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato **27.11.2023**

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANOI	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	20.11.2023	Procedura operativa	IST 06.02

UMIDITA' NATURALE (UNI CEN ISO/TS 17892-1)

<i>peso umido (g)</i>	<i>peso secco (g)</i>
2332,70	1945,00

Umidità allo stato naturale W 19,93 %**Certificato n. 420/23.2****Data certificato 27.11.2023**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SETACCIATURA*peso terreno setacciato (g):* **40**

\varnothing / maglia (mm)	trattenuto (g)	passante (g)	passante (%)
75	0,00	40,00	100,00
63	0,00	40,00	100,00
50	0,00	40,00	100,00
38,1	0,00	40,00	100,00
25	0,00	40,00	100,00
19	0,00	40,00	100,00
12,7	0,00	40,00	100,00
9,5	0,00	40,00	100,00
4,75	0,00	40,00	100,00
2	0,20	39,80	99,50
0,85	0,40	39,60	99,00
0,425	0,80	39,20	98,00
0,25	1,50	38,50	96,25
0,18	2,10	37,90	94,75
0,15	2,80	37,20	93,00
0,106	3,40	36,60	91,50
0,075	3,80	36,20	90,50



Certificato n. **420/23.3**
Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n.	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	420/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA PER SEDIMENTAZIONE

<i>peso campione alla sedimentazione (g):</i>	40,00	<i>densimetro utilizzato:</i>	ASTM 151 H
<i>temperatura di prova (°C):</i>	18,0	<i>peso specifico:</i>	2,71

<i>tempo (min')</i>	<i>∅ equivalente (mm)</i>	<i>lettura densimetrica*</i>	<i>passante (%)</i>
0,25	0,09391	27,50	91,15
0,5	0,06668	26,90	88,77
0,75	0,05471	26,20	86,00
1	0,04754	25,70	84,02
2	0,03392	24,40	78,87
4	0,02411	23,60	75,71
8	0,01722	22,10	69,77
15	0,01268	20,80	64,62
30	0,00906	19,10	57,88
60	0,00648	17,20	50,36
125	0,00454	15,50	43,63
180	0,00381	14,50	39,67
360	0,00272	12,80	32,93
480	0,00236	12,00	29,77
1440	0,00138	10,20	22,64

**correzioni applicate:*
 $C_m = 0,5$
 $C_d = 5$
 $C_t = 0,0$

<i>composizione granulometrica</i>	
% ghiaia	0,50
% sabbia	11,46
% limo	61,75
% argilla	26,29

Certificato n. **420/23.3**Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

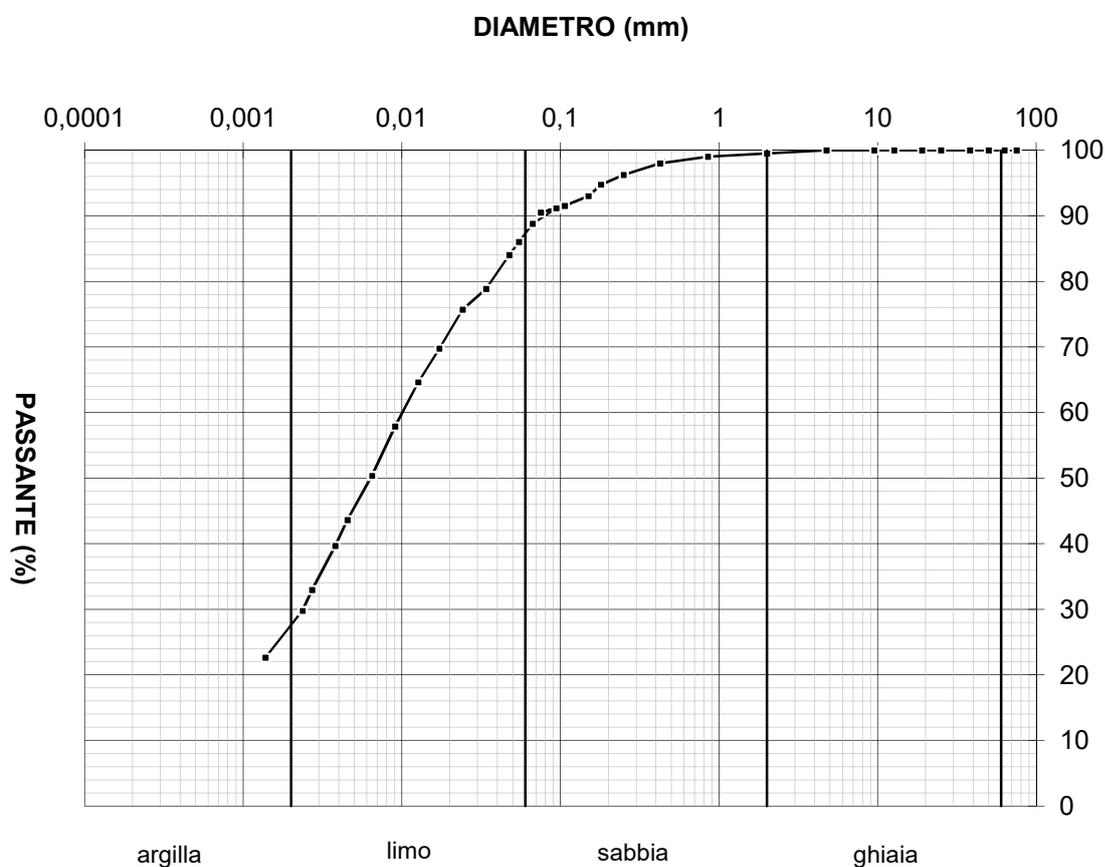
Data certificato 24.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO n..	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE n.	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.11.2023	Verbale accettazione	420/23
Data esecuzione prova	21.11.2023	Procedura operativa	IST 06.06

ANALISI GRANULOMETRICA (UNI EN ISO 17892-4) - CURVA CUMULATIVA

Descrizione AGI	LIMO	d10 (mm)	0,00000	d15 (mm)	0,00000
	ARGILLOSO				
	DEB. SABBIOSO	d60 (mm)	0,0100	d85 (mm)	0,0500

Classificazione UNI-CNR 10006

(senza i limiti è impossibile stabilire il sottogruppo)

Coefficiente di uniformità
(d60/d10) **U =**Certificato n. **420/23.3**

Data certificato 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dr. Geol. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni



LABORATORIO GEOTECNICO

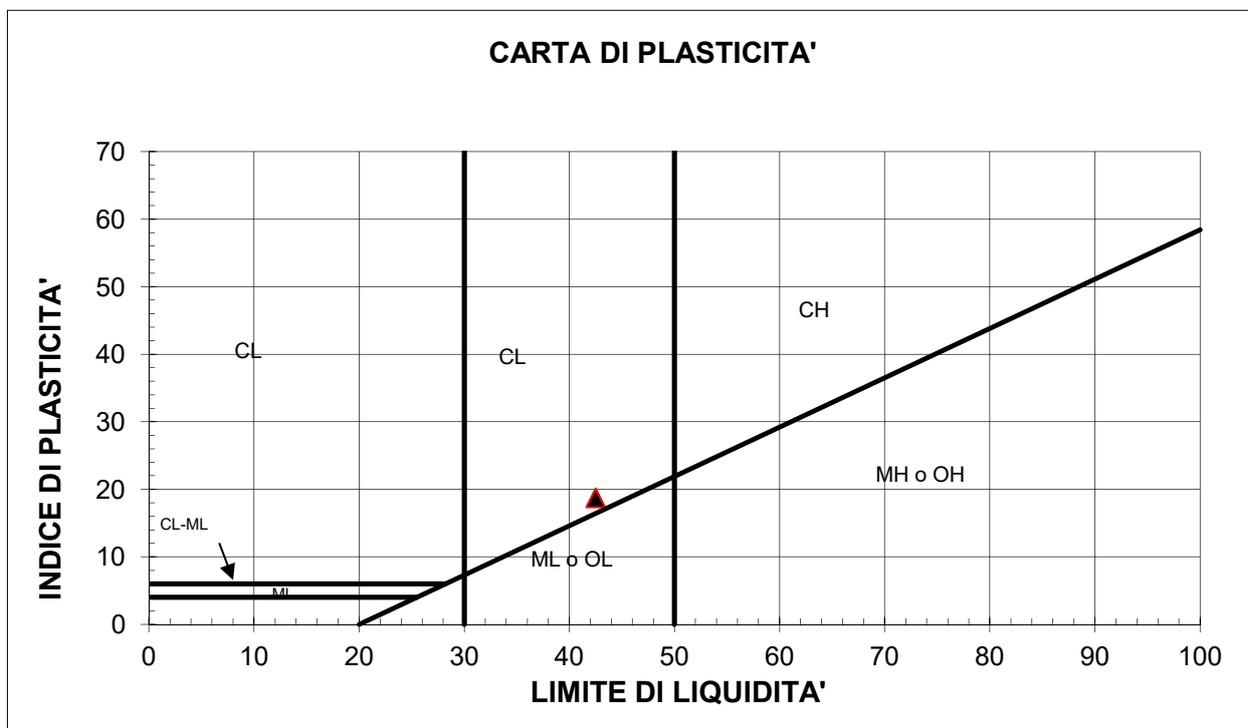
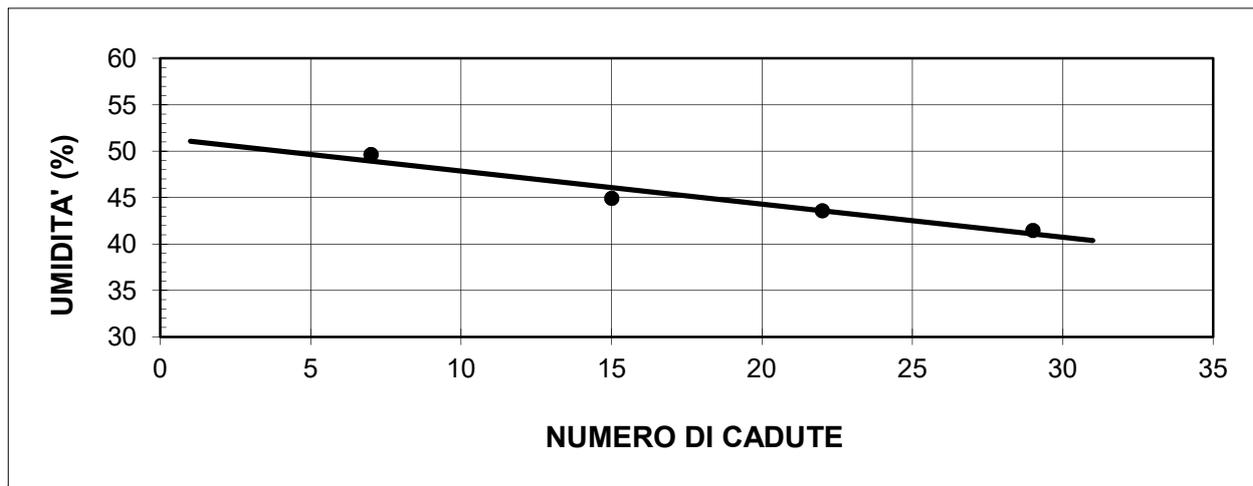
del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 Rimini

Azienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07



M = limi inorganici
C = argille inorganiche
O = limi e argille organiche

L = basso limite di liquidità
H = alto limite di liquidità



Certificato n. **420/23.4**

Lo Sperimentatore
Dr. Marino Mularoni

Il Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023

**LABORATORIO GEOTECNICO**del Dr. Geol. M. Mularoni
Via Casalecchio, 39 - 47924 RiminiAzienda certificata ISO 9001:2015
Cert. SGS n. IT12/0538

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. da m	7,60
RIF.	G23-111	a m	8,30

Data ricevimento campione	16.10.2023	Numero accettazione	420/23
Data esecuzione prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.07

LIMITI DI ATTERBERG (CNR-UNI 10014)

n° di cadute	limite di liquidità			limite di plasticità		
	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)	peso umido (g)	peso secco (g)	umidità (%)
7	47,68	31,86	49,65			
15	71,24	49,15	44,94			
22	70,65	49,20	43,60			
29	69,32	44,22	41,47			

limite di ritiro			
volume umido (cm ³)	peso umido (g)	volume secco (cm ³)	peso secco (g)
Ritiro lineare	mm	140,0	121,0
		iniziale	finale

(Umidità naturale	W	19,93 %)
-------------------	---	----------

LIMITE DI LIQUIDITA'	WI	42,51 %
LIMITE DI PLASTICITA'	Wp	23,81 %
LIMITE DI RITIRO	Wr	%
INDICE DI PLASTICITA'	IP	18,70
INDICE DI LIQUIDITA'	IL	-0,21
INDICE DI CONSISTENZA	Ic	1,21
RITIRO LINEARE	RI	%
GRADO DI ATTIVITA'	A	

Certificato n. **420/23.4**Lo Sperimentatore
Dr. Marino MularoniIl Direttore del Laboratorio
Dr. Geol. Marino Mularoni

Data certificato 27.11.2023



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	7,60
RIF.	G23-111	a m.	8,30
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	420/23
Data esecuzione Prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.11

PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

PROVINI (Inizio Prova)	UM	Simbolo	Provino 1	Provino 2	Provino 3	Medie
Condizione provino	/		indisturbato	indisturbato	ricostituito	
Diametro iniziale	mm	ϕ_o	67,7	67,7	67,7	
Altezza iniziale	mm	h_o	20	20	20	
Sezione iniziale	mm ²	A_o	3600	3600	3600	
Volume iniziale	mm ³	V_o	71994	71994	71994	
Peso di volume iniziale	gr/cm ³	γ_o	2,08	2,10	2,06	
Contenuto d'acqua iniziale	%	W_i	23,0	21,1	17,3	
Peso di volume secco	gr/cm ³	γ_d	1,688	1,73	1,76	1,73
Peso specifico dei grani	gr/cm ³	G	2,710	2,710	2,710	2,71
Determinato / assunto						
Indice dei Vuoti	/	e	0,61	0,56	0,54	0,57
Porosità	%	n	37,72	35,99	35,22	36,3
Umidità di saturazione	%	W _{sat}	22,35	20,75	20,06	21,1
Grado saturazione	%	S _r	103,07	101,73	86,17	97,0
CONSOLIDAZIONE - PROVA						
Pressione di cella	KPa	σ_v	196	295	393	
Velocità pressa	mm/min	vel	0,004	0,004	0,004	

FASE DI ROTTURA

<p> Criterio di rottura (1 =Raggiungimento del picco; 2 = Deform. magg. 15 % Deformazione a rottura mm 1,60 2,60 1,86 Deformazione a rottura % 2,4 3,8 2,7 Tempo rottura effettivo min 450 690 510 Velocità media a rottura mm/min 0,0036 0,0038 0,0036 Tensione di rottura KPa τ 131 171 208 </p>	1		
---	----------	--	--

8 29



Note: Macchine Utilizzate:
Taglio Casagrande Tecnoctest: Prov.1 TG04; Provino 2 TG05; Provino 3 TG06

Certificato n. **420/23.5**

Data certif. 24.11.2023

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI	SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO	CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA	PROF. Da m	7,60
RIF.	G23-111	a m.	8,30
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	420/23
Data esecuzione Prova	23.11.2023	Procedura operativa	IST 06.11

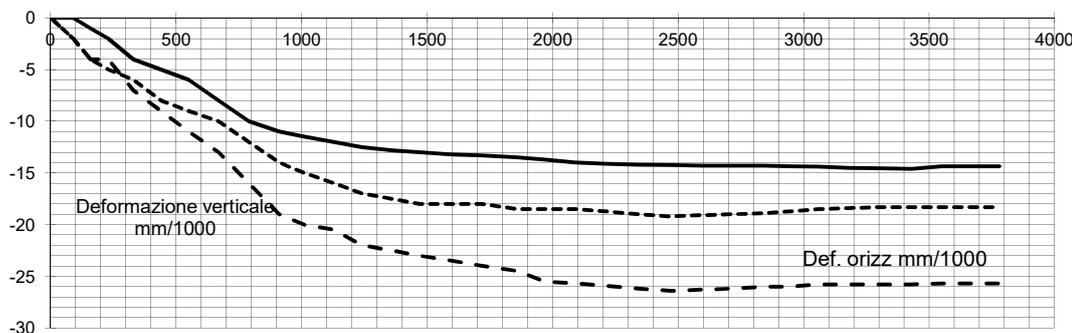
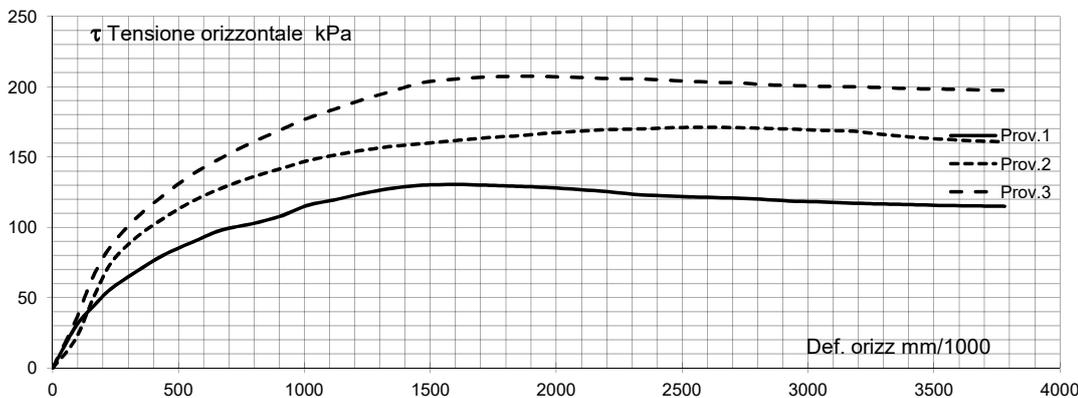
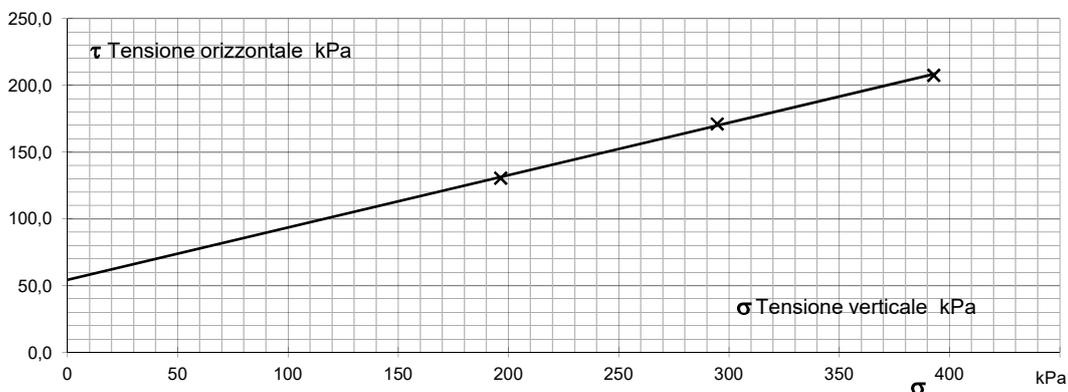
PROVA DI TAGLIO DIRETTO CASAGRANDE C. D. (ASTM 3080-04)

I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$ $C' = (\text{kPa})$ **54,3**
Regressione Lineare $\phi' = (^\circ)$ **21,4**

Scelta valori manuale SI/NO: NO

Sforzo a rottura	131	171	208
Deformazione a rottura	2,363	3,840	2,7



Certificato n. **420/23.5**

Data certif. **24.11.2023**

Lo Sperimentatore
Dott. Marino Mularoni

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Art. 59 DPR 380/2001 D. n. 0000128 del 10/01/2014

COMMITTENTE	Dr. PAOLO CIACCI		SONDAGGIO	2
CANTIERE	VIA MARIGNANO		CAMPIONE	2
LOCALITA'	RIMINI SANTA CRISTINA		PROF. Da m	7,60
RIF.	G23-111		a m.	8,30
Data ricevimento Campione	16.11.2023	Numero di accettazione	420/23	
Data esecuzione Prova	26/09/2017	Procedura operativa	IST 06.11	

PROVA DI TAGLIO RESIDUO (ASTM 3080-04)

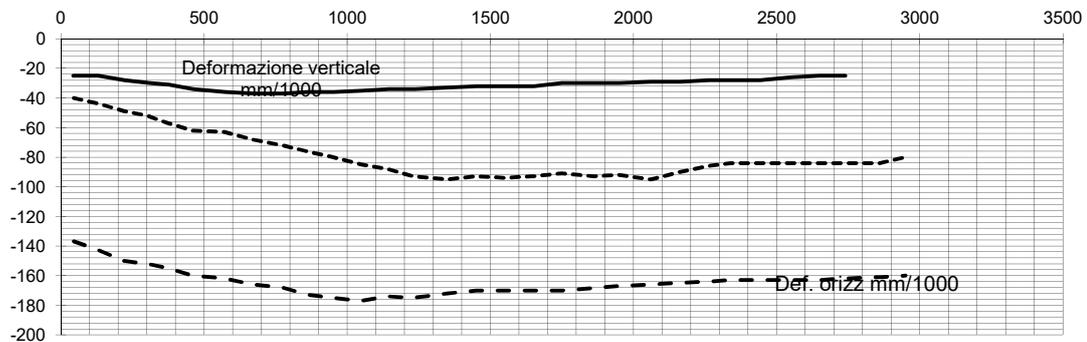
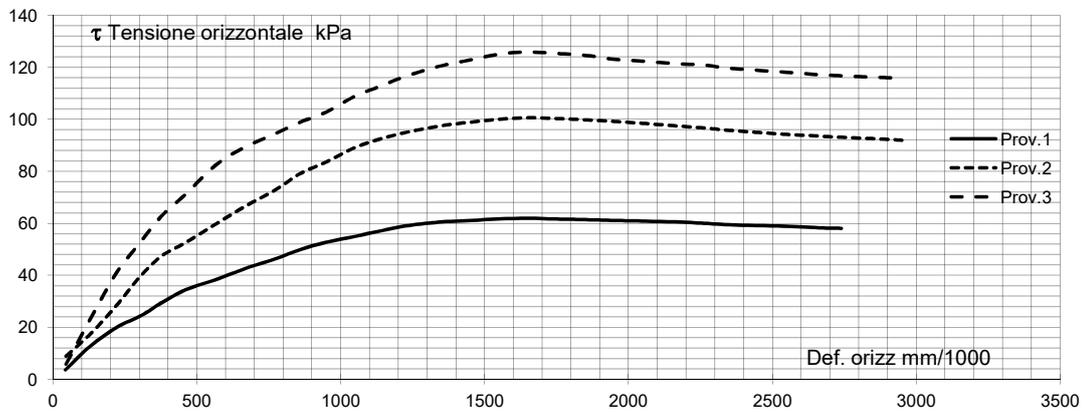
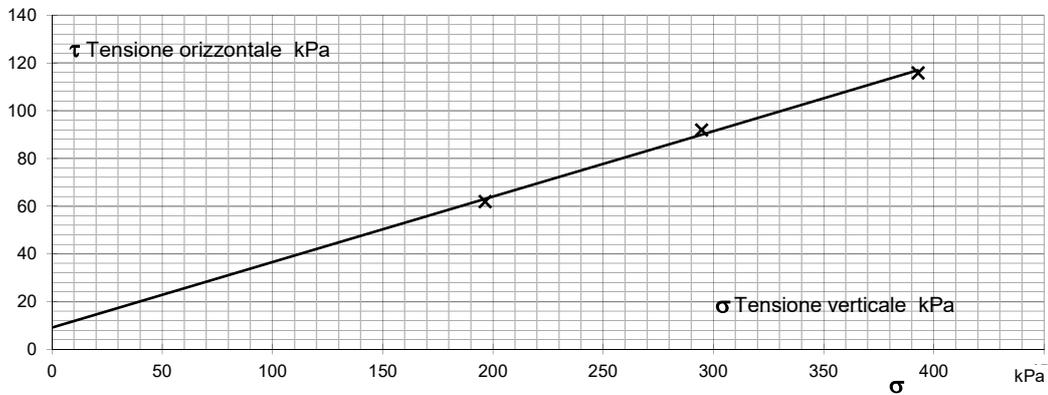
I valori riportati sono quelli relativi alla regressione lineare dei valori massimi della tensione orizzontale (o di quelli al raggiungimento del 15 % di deformazione) La valutazione dei parametri di resistenza al taglio spetta comunque al Professionista.

PIANO $\tau-\sigma$
Regressione Lineare

$C'_{res} = (\text{kPa})$ **9,1**

$\phi'_{res} = (^\circ)$ **15,3**

Scelta valori manuale SI/NO	\	Sforzo a rottura	62	92	116
		Deformazione a rottura	4,047	4,357	4,357



Certificato n. **420/23.5**

Data certif. **24.11.2023**

Lo Sperimentatore
Dott. Stefano Ronci

IL Direttore
Dott. Marino Mularoni

S1 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





S2 - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





ALLEGATO 4

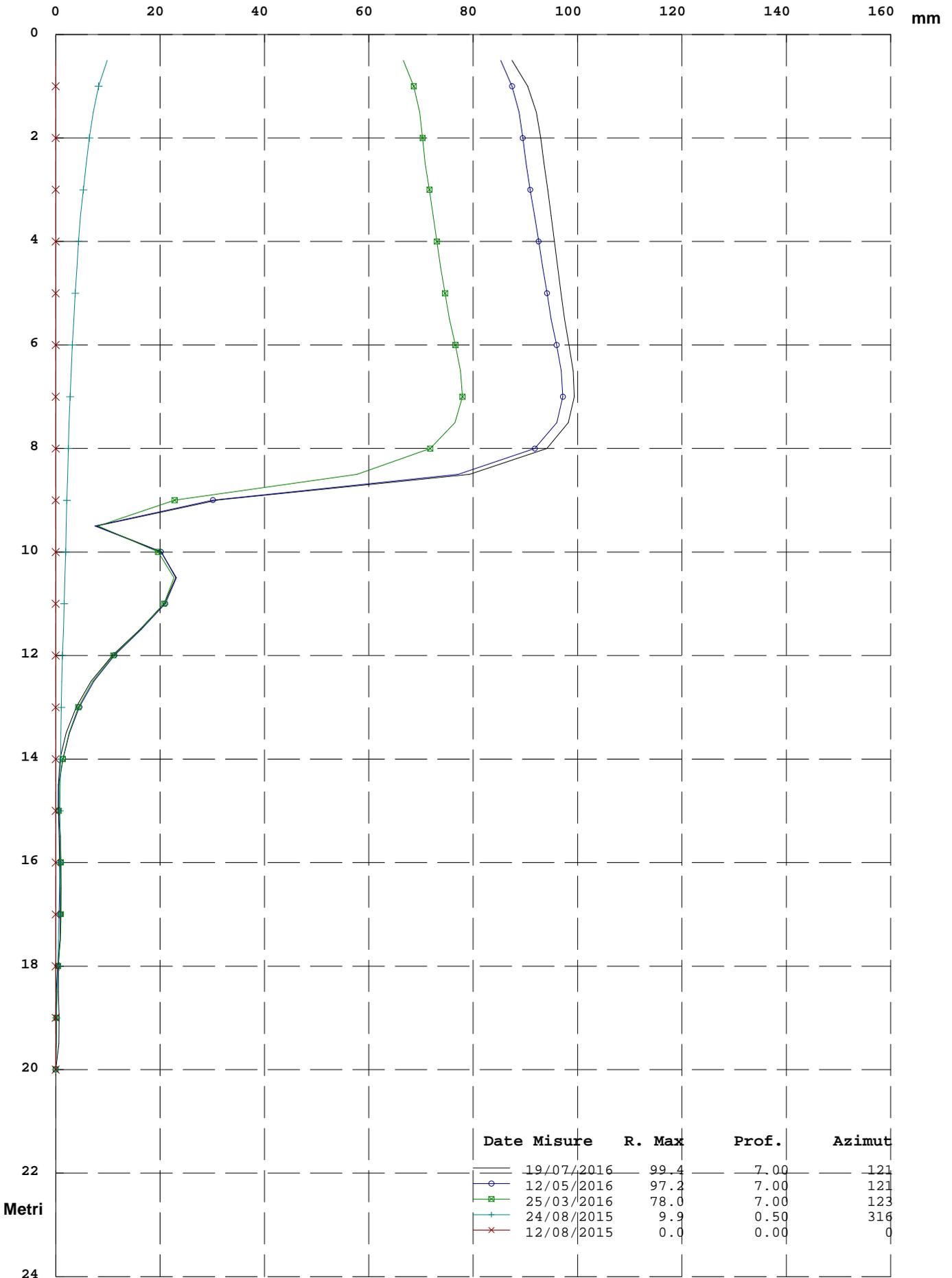
Monitoraggio inclinometrico

RISULTANTE (Movimento per Sommatoria)

Zona : Rimini Via Marignano

Tubo: INCL. 1

Id: INCL. 1



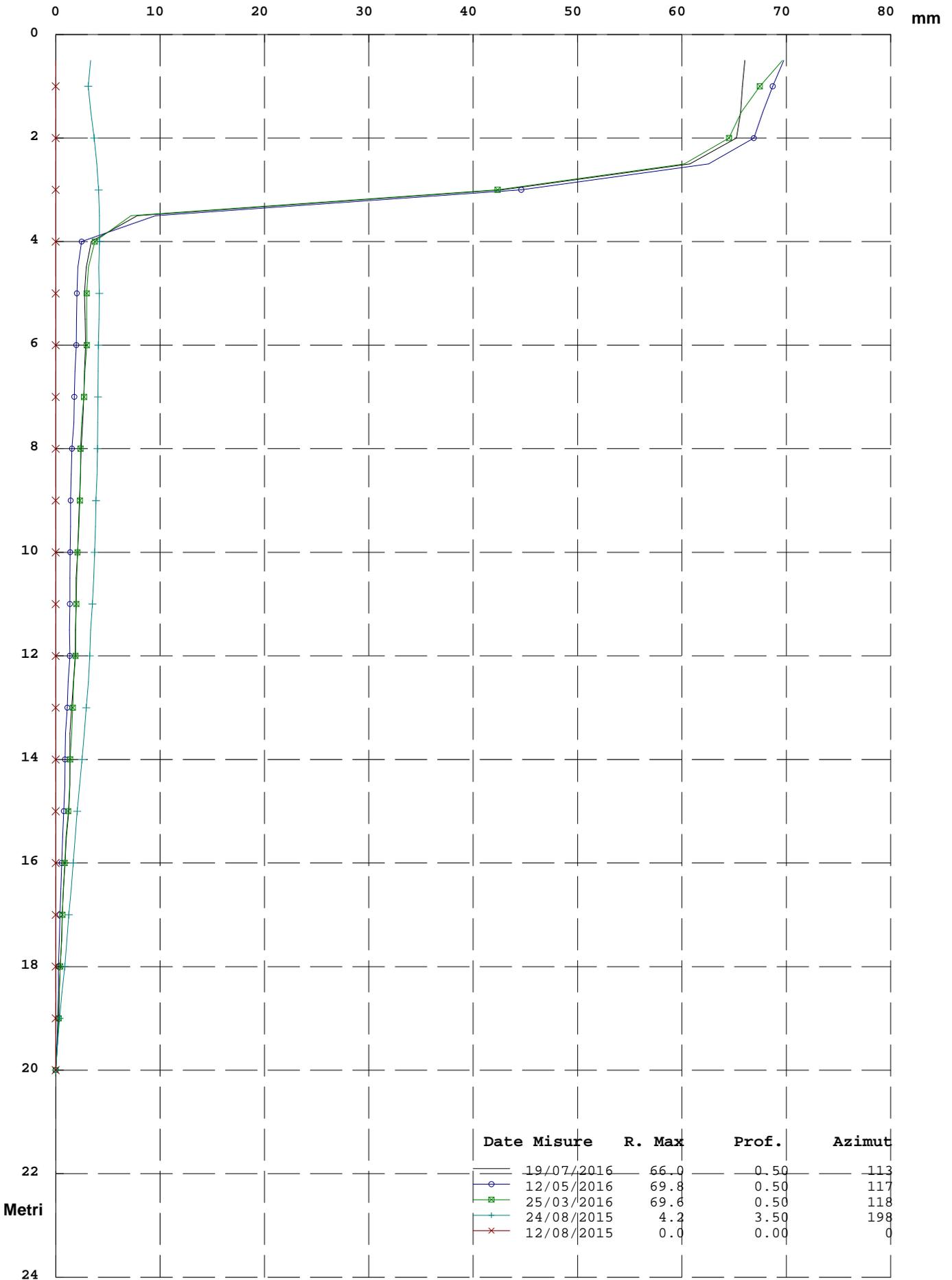
Elaborazione rispetto all'origine del 12/08/2015

RISULTANTE (Movimento per Sommatoria)

Zona : Rimini Via Marignano

Tubo: INCL. 2

Id: INCL. 2



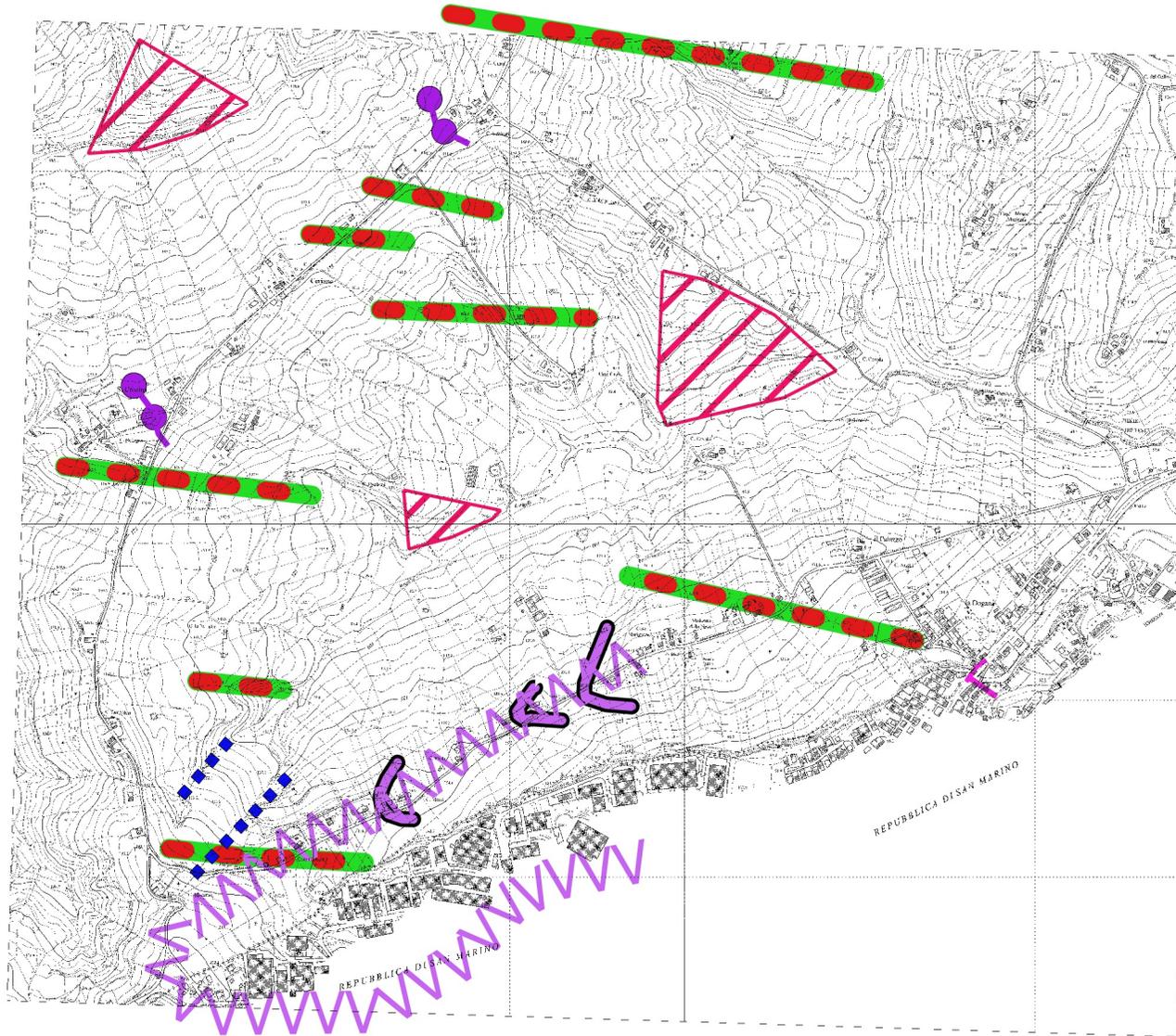
Elaborazione rispetto all'origine del 12/08/2015

ALLEGATO 5

Studio fotogeologico

LOCALITA': VIA MARIGNANO, RIMINI (RN)

ELEMENTI MORFOTETTONICI GAI 55



Legenda

TECTONIC_LINE

-  Testate di strato
-  Gradino di valle sospesa
-  Sella
-  Tratti subrettilinei del reticolo idrografico
-  Variazioni di tono subrettilinee
-  Valle asimmetrica
-  Faccette triangolari

SCALA 1:5.000

10 0 10 20 30 40 m



N



LOCALITA': VIA MARIGNANO, RIMINI (RN)

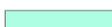
FOTOINTERPRETAZIONE:
VOLI AGEA 2011

Legenda

Linee

-  Scarpata poligenica
-  Scarpate fluviale inattiva
-  Fosso
-  Gradino di frana-fessura di trazione
-  Scarpata di frana
-  Scarpata antropica

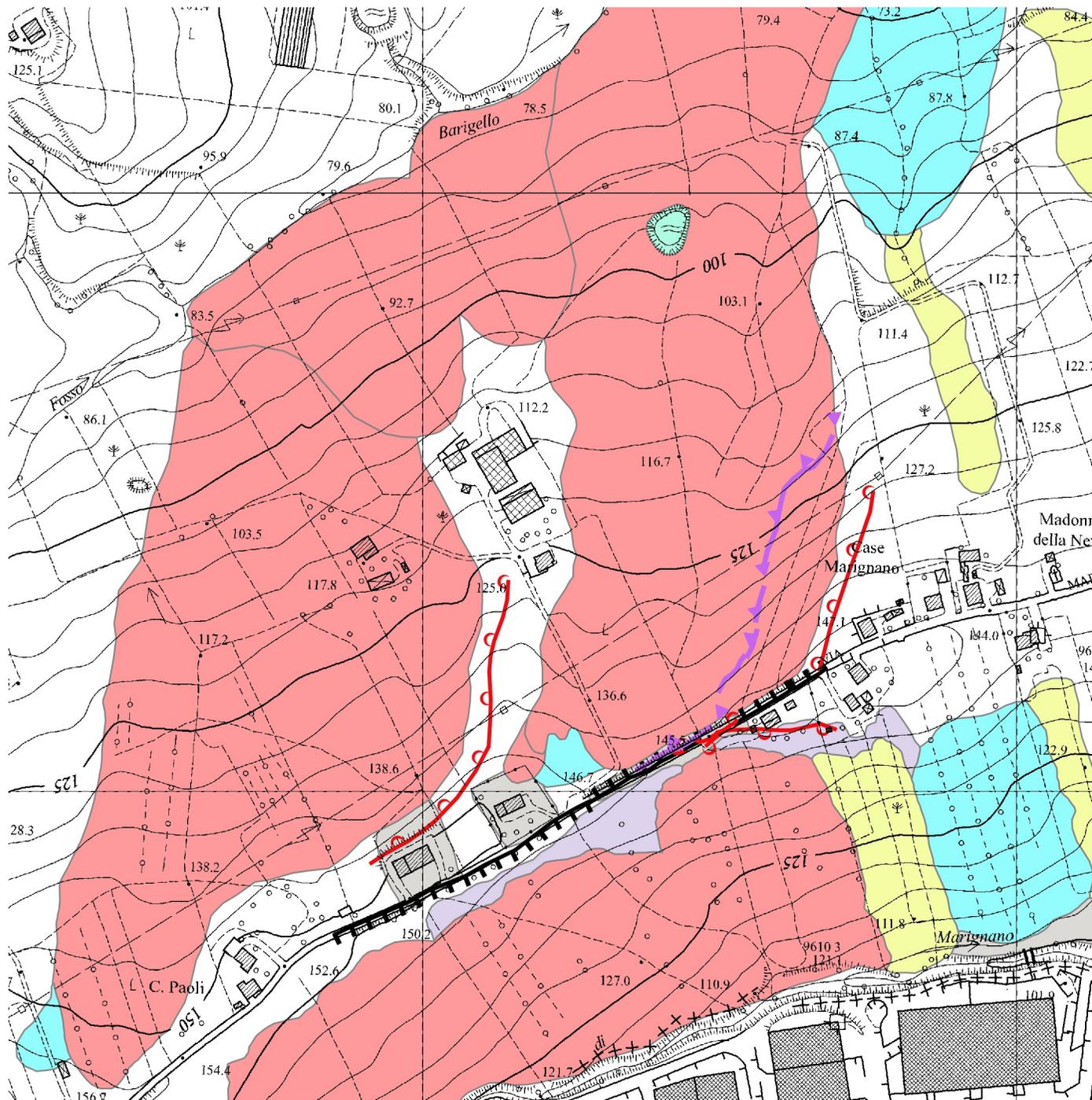
Poligoni

-  Deposito eluvio-colluviale
-  Creep
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento attivo
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento quiescente
-  Corpo di frana di colamento quiescente
-  Sterro/riporto
-  Invaso

SCALA 1:5.000

10 0 10 20 30 40 m

N



LOCALITA': VIA MARIGNANO, RIMINI (RN)

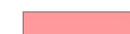
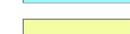
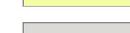
FOTOINTERPRETAZIONE:
VOLI AGEA 2000-02-03

Legenda

Linee

-  Scarpata poligenica
-  Scarpate fluviale inattiva
-  Fosso
-  Gradino di frana-fessura di trazione
-  Scarpata di frana
-  Scarpata antropica

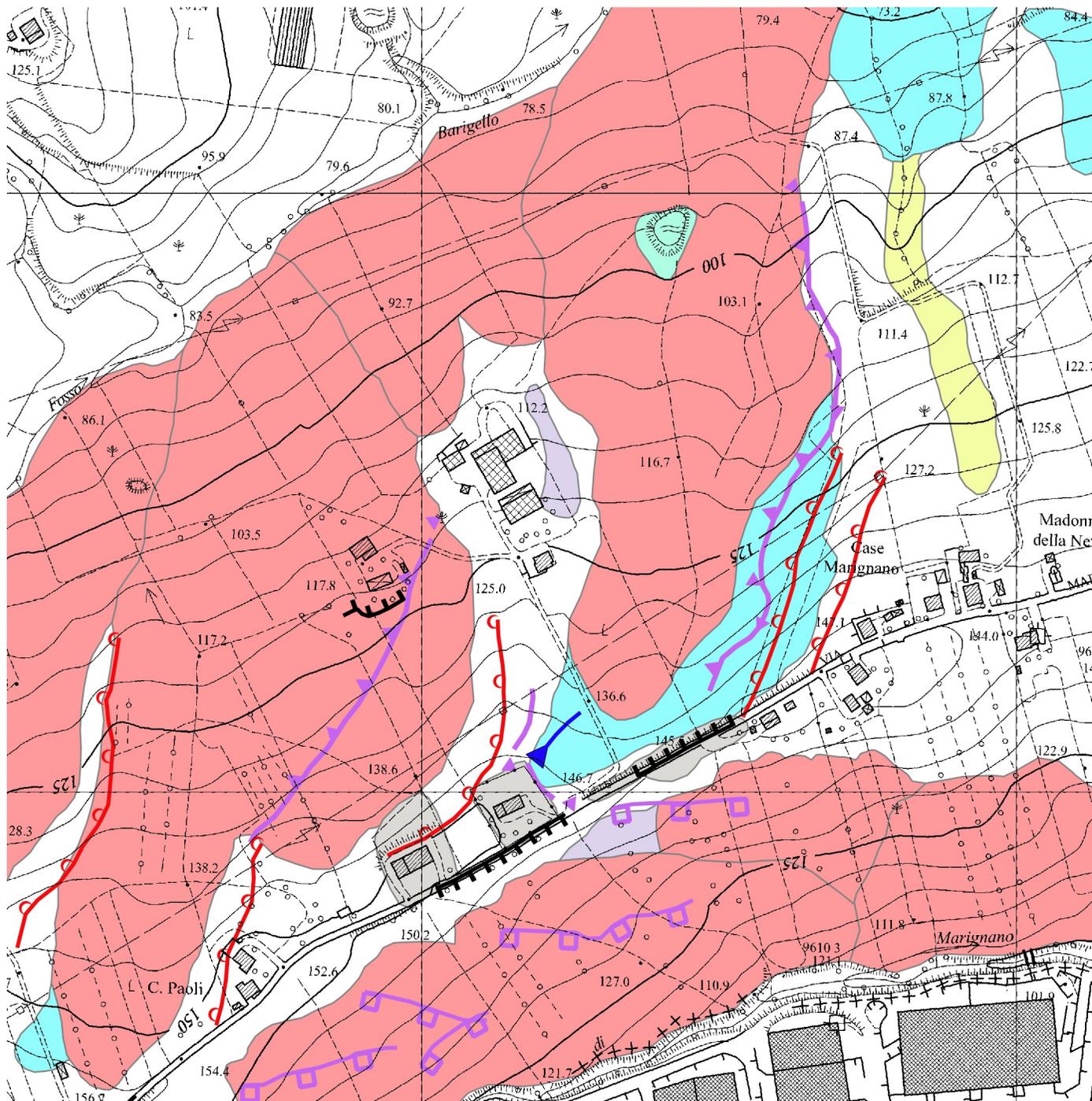
Poligoni

-  Deposito eluvio-colluviale
-  Creep
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento attivo
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento quiescente
-  Corpo di frana di colamento quiescente
-  Sterro/riporto
-  Invaso

SCALA 1:5.000

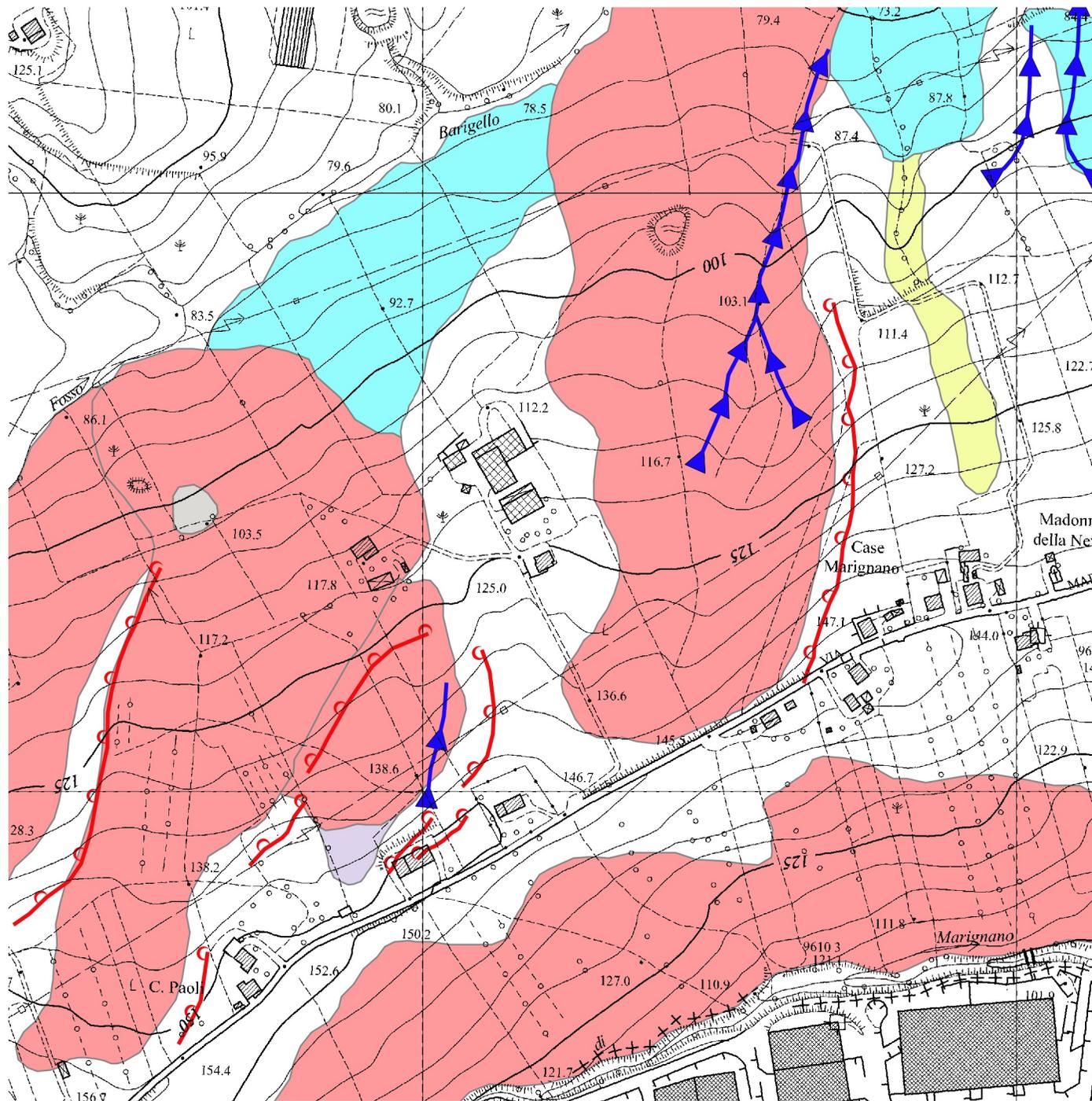
10 0 10 20 30 40 m

N



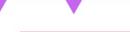
LOCALITA': VIA MARIGNANO, RIMINI (RN)

FOTOINTERPRETAZIONE: VOLO RER 1976

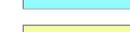
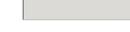


Legenda

Linee

-  Scarpata poligenica
-  Scarpate fluviale inattiva
-  Fosso
-  Gradino di frana-fessura di trazione
-  Scarpata di frana
-  Scarpata antropica

Poligoni

-  Deposito eluvio-colluviale
-  Creep
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento attivo
-  Corpo di frana di scorrimento-colamento quiescente
-  Corpo di frana di colamento quiescente
-  Sterro/riporto
-  Invaso

SCALA 1:5.000

10 0 10 20 30 40 m



N



ALLEGATO 6

Parametri Sismici

PARAMETRI SISMICI CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C

Indirizzo Coordinate Isole

Indirizzo

Rimini, via Marignano

WG584: Lat 43.982637 - Lng 12.477685

ED50: Lat 43.983579 - Lng 12.478643

Mappa Satellite

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0.053	2.452	0.268
Danno (SLD)	50	0.067	2.444	0.286
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.183	2.475	0.312
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.242	2.464	0.320
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,43	1,34
CC Coeff. funz. categoria	1,62	1,59	1,54	1,53
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.014	0.018	0.063	0.101
kv	0.007	0.009	0.031	0.050
Amax [m/s ²]	0.780	0.987	2.562	3.184

APPENDICE 1

Relazione Installazione Celle Piezometriche di
Casagrande (Soil Investigation)

SOIL INVESTIGATION

Via Sartiano 1, 47863 NOVAFELTRIA (RN)
Email soil2000@libero.it Tel 3473154659;
3286675382

RELAZIONE TECNICA INDAGINE GEOGNOSTICA INTEGRATIVA AL MOVIMENTO FRANOSO IN VIA MARIGNANO ALL'ALTEZZA DELLA STRADA VICINALE DEL TARIO, RIMINI.

DATA : SETTEMBRE 2016

Committente: **COMUNE DI RIMINI**

Direttore tecnico: Marco Rossi



SOMMARIO

PREMESSA.....	pag. 3
UBICAZIONE SONDAGGI.....	pag. 3
TECNICA DI PERFORAZIONE.....	pag. 4
PIEZOMETRI CASAGRANDE.....	pag. 5

PREMESSA

Su incarico della Committenza, si é effettuato un sopralluogo per l'esecuzione di n°4 sondaggi a distruzione di nucleo con installazione di celle piezometriche Casagrande per il rilievo di falde d'acqua superficiali o profonde.

Alla presente relazione sono allegati:

1. Planimetria area d'intervento ubicazione prove
2. n° 4 grafici stratigrafici

UBICAZIONE SONDAGGI



 SONDAGGI CAMPAGNA 09/2016

TECNICA DI PERFORAZIONE

I Sondaggi sono eseguiti con perforatrice Ellettari EK200 S peso complessivo 4 Tonn . Il campionamento avviene spingendo un tubo carotiere semplice TS1 diam. 101 mm e lunghezza 1500 mm.. La perforazione avviene a secco, spingendo il tubo carotiere con spinta pari a 20 bar, e con rotazione pari a circa 60/70 giri/min.

La modalità di perforazione in questo caso è sempre stata eseguita con spinta del carotiere a secco, senza uso di circolazione di fluidi.

Il recupero è generalmente buono in limi argillosi ed argile mediamente consistenti, mentre nella Formazione il recupero risulta variabile e condizionato dalla non rara presenza di lenti sabbiose con circolazione idrica che necessitano di essere carotati con utilizzo del tubo di rivestimento. In tutti i fori di sondaggio si nota, dopo l'attraversamento della parte superficiale della coltre superficiale rigonfiante, un buon autosostentamento delle pareti del foro e non si riscontrano rigonfiamenti plastici persistenti, ma solo modeste espansioni laterali localizzate e temporanee. I fori realizzati con questa tecnica vengono strumentati con celle piezometriche casagrande, in questo caso con due celle piezometriche per ogni fono, poste a diverse quote con dreno sabbia calibrata e tappo bentonitico che isola i due strumenti all'interno del singolo foro. Le quote dei dreni e dei tappi di isolamento sono riportate nelle stratigrafie allegate. Si rammenta che nel foro S3 sono stati eseguiti n° 2 sondaggi con installazione in due fori distinti delle due celle denominati S3 e S3bis, adiacenti, in quanto verificatesi franamenti di lenti sabbiose che hanno impedito di inserire una 2° canna piezometrica.

PIEZOMETRI CASAGRANDE

Il *piezometro Casagrande* generalmente utilizzabile in terreni a permeabilità medio-bassa, rispetto al piezometro a tubo aperto ha un'area disponibile per il flusso di dimensioni maggiori ed il tubo, o i tubi, di collegamento generalmente di dimensioni minori; il volume interno è più piccolo di quello associato ad un tubo aperto e queste diverse caratteristiche determinano un tempo di risposta più breve, rendendolo quindi più adatto per l'installazione in terreni a bassa permeabilità (VIGGIANI, 1974); l'area di presa viene realizzata con una cella di materiale ceramico poroso ad alta permeabilità.

Il piezometro Casagrande è uno strumento economico sia per gli aspetti legati all'installazione che per la manutenzione; analogamente al piezometro a tubo aperto, può essere installato in filtro ed utilizzato anche per la valutazione della permeabilità del terreno; presenta un intervallo ampio di valori di permeabilità in cui può fornire risultati affidabili e per questo si rivela molto versatile.

La funzionalità nel tempo può essere prolungata utilizzando celle Casagrande a doppio tubo; in tal modo è possibile procedere a periodiche pulizie della cella e del circuito, facendo circolare acqua nel sistema.

L'installazione viene realizzata in maniera analoga a quanto visto per il piezometro a tubo aperto; in generale, viene posta della sabbia pulita per l'altezza della zona di presa, eventualmente isolata nella parte inferiore da un tampone sigillante di bentonite e cemento; in ogni caso è consigliata una attenta pulizia al fondo del sondaggio; la zona di presa viene isolata nella parte superiore da un secondo tampone e il resto del foro può essere riempito secondo varie indicazioni.

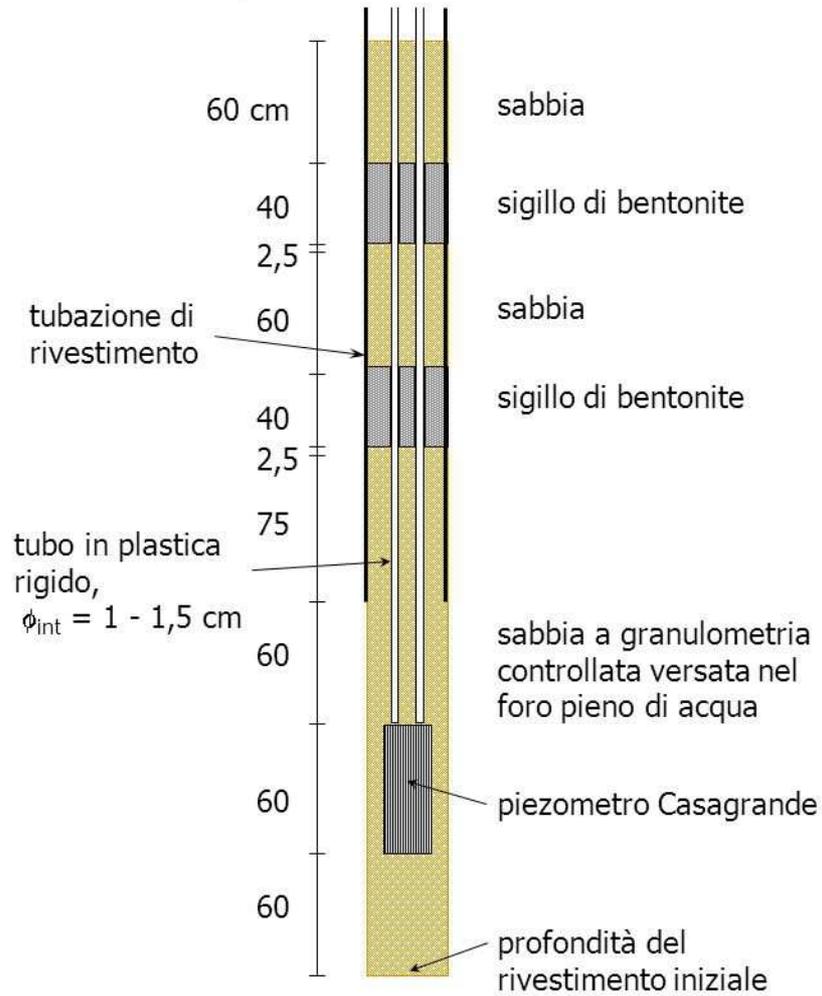
Con riferimento ai materiali usuali con cui è realizzato il piezometro, assume particolare importanza la deaerazione della superficie porosa, da effettuare prima della messa in opera; tale operazione riveste particolare importanza poiché la superficie porosa, generalmente realizzata in ceramica, resina o bronzo, che ha una permeabilità satura

elevata al punto tale da rendere trascurabile le perdite di carico, può produrre, se non opportunamente deaereato, consistenti perdite di carico conseguenti alla riduzione di permeabilità; l'operazione consiste nell'immersione completa del piezometro in acqua per un periodo di tempo più o meno prolungato, prima che avvenga la messa in opera.

Anche con questo tipo di piezometro, analogamente a quanto già esposto per i piezometri a tubo aperto, si possono realizzare installazioni in grado di fornire indicazioni delle pressioni neutre lungo più punti di una verticale.

Più in generale, quando si rende necessario valutare la pressione neutra in più punti lungo una verticale, si può utilizzare il *piezometro multiplo*.

Piezometro Casagrande



SCHEMA INSTALLAZIONE CELLA CASAGRANDE



CELLA CASAGRANDE

COMMITTENTE: COMUNE DI RIMINI
 CANTIERE: VIA MARIGNANO
 LOCALITA': RIMINI RN ADIACENTE INCLINOMETRO
 DATA 06/08/2016

ref:CR/08/16
 QUOTA: p.c.

N -----0°
 Eq -----0°

SOIL INVESTIGATION s.n.c.
 DI MARCO ROSSI & C.
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN
 email: soil2000@libero.it

SONDAGGIO n° 1

Attrezzatura: EK 200S Elettari Sistema di perforazione: Rotazione seccodistruzione di nucleo
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 12

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE	QUOTA	CELLA 1	CELLA 2	FILTRO	PERCENTUALE CAROTAGGIO	LIVELLO FALDA CELLA 1	LIVELLO FALDA CELLA 2
									50		
1.00				ARGILLE CONSISTENTI LIMOSE CON SABBIE DI COLORE NOCCIOLA E OCRA, COLTRE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE.							
2.00											
3.00											
4.00	4.00										
5.00											
6.00											
7.00											
8.00											
9.00				ARGILLITI GRIGIO AZZURRE COMPATTECOLORE GRIGIO AZZURRO, RARE LENTI CM DI SABBIE FINI E FINISSIME LENTI DCM TALORA DEBOLMENTE MARNOSE. SUBSTRATO	-9.00	○				-9.00	
10.00											
11.00	7.00										
12.00											
13.00					-13.0	○					-13.0
14.00											
15.00											
16.00											
17.00											
18.00											
19.00											
20.00											

TUBO INCL. DIAM. __ mm ML__

Chiusino pozz. PVC

Cassette catalogatrici n° __

Campione indisturbato shelby

Campione rimaneggiato

COMMITTENTE: COMUNE DI RIMINI
 CANTIERE: VIA MARIGNANO
 LOCALITA': RIMINI RN VIGNA
 DATA 07/08/2016

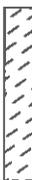
N -----0°
 Eq -----0°

rif:CR/08/16
 QUOTA: p.c.

SOIL INVESTIGATION s.n.c.
 DI MARCO ROSSI & C.
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN
 email: soil2000@libero.it

SONDAGGIO n° 2

Attrezzatura: EK 2005 Elettari Sistema di perforazione: Rotazione seccodistruzione di nucleo
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 12

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE	QUOTA	CELLA 1	CELLA 2	FILTRO	PERCENTUALE CAROTTAGGIO		LIVELLO FALDA CELLA 1	LIVELLO FALDA CELLA 2
									50			
1.00				ARGILLE CONSISTENTI LIMOSE CON SABBIE DI COLORE NOCCIOLA E OCRA, COLTRE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE.								
2.00												
3.00												
4.00	7.00											
5.00												
6.00												
7.00												
8.00				ARGILLITI GRIGIO AZZURRE COMPATTE COLORE GRIGIO AZZURRO, RARE LENTI CM DI SABBIE FINI E FINISSIME LENTI DCM TALORA DEBOLMENTE MARNOSE. SUBSTRATO	-9.00	○					-7.80	
9.00												
10.00	7.00											
11.00												
12.00					-12.0	○					-11.0	
13.00												
14.00												
15.00												
16.00												
17.00												
18.00												
19.00												
20.00												

TUBO INCL. DIAM. _ mm ML _

Chiusino pozz. metallo

Cassette catalogatrici n°

Campione indisturbato shelby

Campione rimaneggiato

COMMITTENTE: COMUNE DI RIMINI
 CANTIERE: VIA MARIGNANO
 LOCALITA': RIMINI RN ULIVI CAMPO SUD
 DATA 07/08/2016

N -----0°
 Eq -----0°

rif:CR/08/16
 QUOTA: p.c.

SOIL INVESTIGATION s.n.c.
 DI MARCO ROSSI & C.
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN
 email: soil2000@libero.it

SONDAGGIO n° 3

Attrezzatura: EK 200S Elettari Sistema di perforazione: Rotazione seccodistruzione di nucleo
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 12

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE	QUOTA	CELLA 1	CELLA 2	FILTRO	PERCENTUALE CAROTAGGIO	LIVELLO FALDA CELLA 1	LIVELLO FALDA CELLA 2
1.00	3.00			ARGILLE CONSISTENTI LIMOSE CON SABBIE DI COLORE NOCCIOLA E OCRA, COLTRE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE.					50		
2.00											
3.00	11.0			ARGILLITI GRIGIO AZZURRE COMPATTE COLORE GRIGIO AZZURRO, RARE LENTI CM DI SABBIE FINI E FINISSIME LENTI SABBIOSE CON ACQUA MOLTO RIGONFIANTI. SUBSTRATO	-12.0		○		50	-6.00	.
4.00											
5.00											
6.00											
7.00											
8.00											
9.00											
10.00											
11.00											
12.00											
13.00											
14.00											
15.00											
16.00											
17.00											
18.00											
19.00											
20.00											

TUBO INCL. DIAM. ___ mm ML ___

Chiusino pozz. METALLO

Cassette catalogatrici n° ___

Campione indisturbato shelby

Campione rimaneggiato

COMMITTENTE: COMUNE DI RIMINI
 CANTIERE: VIA MARIGNANO
 LOCALITA': RIMINI RN ULIVI CAMPO SUD
 DATA 07/08/2016

N -----0°
 Eq -----0°

rif:CR/08/16
 QUOTA: p.c.

SOIL INVESTIGATION s.n.c.
 DI MARCO ROSSI & C.
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN
 email: soil2000@libero.it

SONDAGGIO n° 3 Bis

Attrezzatura: EK 200S Ellettari
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 12

Sistema di perforazione: Rotazione seccodistruzione di nucleo

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE	QUOTA	CELLA 1	CELLA 2	FILTRO	PERCENTUALE CAROTAGGIO	LIVELLO FALDA CELLA 1	LIVELLO FALDA CELLA 2	
									50			
1.00	3.00			ARGILLE CONSISTENTI LIMOSE CON SABBIE DI COLORE NOCCIOLA E OCRA, COLTRE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE.								
2.00												
3.00	6.50			ARGILLITI GRIGIO AZZURRE COMPATTE COLORE GRIGIO AZZURRO, RARE LENTI CM DI SABBIE FINI E FINISSIME LENTI SABBIOSE CON ACQUA MOLTO RIGONFIANTI.								
4.00												
5.00												
6.00												
7.00				SUBSTRATO	-8.60					7.00		
8.00												
9.00												
9.50												
10.00												
11.00												
12.00												
13.00												
14.00												
15.00												
16.00												
17.00												
18.00												
19.00												
20.00												

TUBO INCL. DIAM. __ mm ML __

Chiusino pozz. METALLO

Cassette catalogatrici n° __

Campione indisturbato shelly

Campione rimaneggiato

COMMITTENTE: COMUNE DI RIMINI
 CANTIERE: VIA MARIGNANO
 LOCALITA': RIMINI RN STRADA VICINALE SOPRA VIGNA
 DATA 21/09/2016

N ———— 0°
 Eq ———— 0°
 rif:CR/08/16
 QUOTA: p.c.

SOIL INVESTIGATION s.n.c.
 DI MARCO ROSSI & C.
 via Sartiano 1 47863 Novafeltria RN
 email: soil2000@libero.it

SONDAGGIO n° 4

Attrezzatura: EK 200S Elettrici Sistema di perforazione: Rotazione seccodistruzione di nucleo
 Carotieri: semplice diam. 101 mm; rivest. diam. 127 mm ML 12

PROF. DAL P.C.	SPESSORE STRATO	STRATIG.	CAMPIONE QUOTA P.C.	DESCRIZIONE	QUOTA	CELLA 1	CELLA 2	FILTRO	PERCENTUALE CAROTAGGIO	LIVELLO FALDA CELLA 1	LIVELLO FALDA CELLA 2
									50		
1.00				ARGILLE CONSISTENTI LIMOSE CON SABBIE DI COLORE NOCCIOLA E OCRA, COLTRE DI ALTERAZIONE SUPERFICIALE.							
2.00											
3.00											
4.00	7.00										
5.00											
6.00											
7.00											
8.00				ARGILLITI GRIGIO AZZURRE COMPATTE COLORE GRIGIO AZZURRO, RARE LENTI CM DI SABBIE FINI E FINISSIME LENTI DCM TALORA DEBOLMENTE MARNOSE. SUBSTRATO							
9.00											
10.00											
11.00											
12.00											
13.00	13.0										
14.00											
15.00						-15.0	○				-15.0
16.00											
17.00											
18.00						-18.0	○				-18.0
19.00											
20.00											

TUBO INCL. DIAM. _ mm ML _

Chiusino pozz. metallo

Cassette catalogatrici n°

Campione indisturbato shelby

Campione rimaneggiato

APPENDICE 2

Relazione Prospezioni Sismiche
(Soil Investigation)

**PROVINCIA DI RIMINI
COMUNE DI RIMINI**

**“STUDIO TRAMITE SISMICA A RIFRAZIONE ,ESAC , MASW RELAZIONE TECNICA INDAGINE GEOGNOSTICA INTEGRATIVA AL MOVIMENTO
FRANOSO IN VIA MARIGNANO ALL’ALTEZZA DELLA STRADA VICINALE DEL TARIO, RIMINI.**

RELAZIONE GEOFISICA



PREMESSA

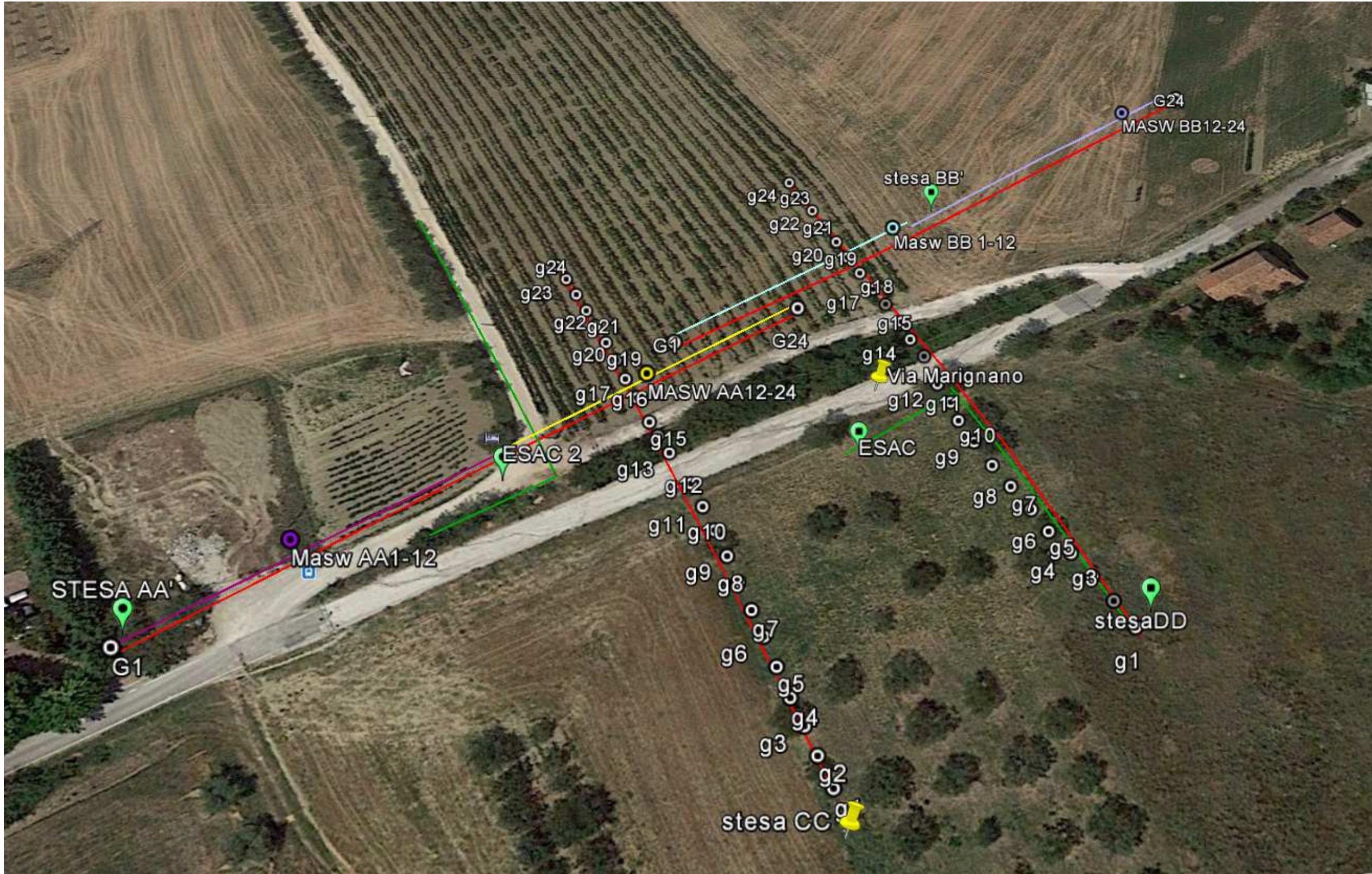
L'indagine è avvenuta con lo scopo di avere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un terreno nel comune di Rimini, in loc. Marignano.

L'indagine è avvenuta per commissione alla SOIL INVESTIGATION snc.

Si sono eseguiti:

2 profili di 120 metri in onde P ed Sh (profili AA' e BB'). Si sono eseguiti per ogni profilo 2 masw di 60 metri, per un totale di 4 masw.

2 profili di 120 metri in onde Sh (profili CC' e DD') e due ESAC.



	GEOFONI			ENERGIZZAZIONE
RILIEVO		BATTUTE	lunghezza m.l.	
AA'Sh	10hz orizzontali con doppio puntale	7	120	piastra posta su una buca ed energizzata nei due sensi
AA'P	4,5hz verticali	7	120	martello
BB'Sh	10hz orizzontali con doppio puntale	7	120	piastra posta su una buca ed energizzata nei due sensi
BB'p	4,5hz verticali	7	120	martello
CC'Sh	10hz orizzontali con doppio puntale	7	120	piastra posta su una buca ed energizzata nei due sensi
DD'Sh	10hz orizzontali con doppio puntale	7	120	piastra posta su una buca ed energizzata nei due sensi
MASW AA'1-12	4,5hz verticali	1	60	martello
MASW AA'12-24	4,5hz verticali	1	60	martello
MASW BB' 1-12	4,5hz verticali	1	60	martello
MASW BB'12-24	4,5hz verticali	1	60	martello
ESAC 1	4,5hz verticali		84	rumore di fondo
ESAC 2	4,5hz verticali		97	rumore di fondo

METODOLOGIA USATA PER L'ANALISI DEI DATI

Per analizzare la risposta di sito e determinare la pericolosità sismica in base alla normativa vigente si sono utilizzati due distinti metodi geofisici:

MASW-Tramite lo studio della dispersione delle onde superficiali si è determinato un primo modello monodimensionale del suolo tramite spessori e velocità

Il masw , infatti, molto valido entro i primi 10 metri, al disotto di tale profondità sovente risulta non molto accurato nella ricostruzione sismo stratigrafica. Per ottenere una maggiore penetrazione si sono eseguiti due rilievi esac.

STRUMENTAZIONE USATA PERI I RILIEVI

MASW-REMI-ESAC-SISMICA A RIFRAZIONE

Sismografo AMBROGEO ECHO24-2010
Geofoni verticali da 4,5 hz
Massa battente (mazza)



Number of channels	24+1 with differential input
AD conversion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preamplify gain	0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72dB
Frequency response	0 to 6kHz (30KSPS) 0 to 4,8kHz (15KSPS) 0 to 3kHz (7,5KSPS) 0 to 1,5kHz (3,5KSPS) 0 to 800Hz (2KSPS) 0 to 400Hz (1KSPS)
Acquisition and display filter	Low Cut Out 10-15-25-35-50-70-100-140-200-280-400 Hz High Cut Out 32-64-125-250 Hz Notch 50-60-150-180 Hz
Sampling Interval	32,64,128,256,478,956us
Record Length	16000 samples
Stacking trigger accuracy	1/32 of sample interval
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	5Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSPS)
Noise	0,25uV, 2ms 36dB
Pre-trigger data	524ms@32us sample interval
Delay	0 to 15 sec @1kSPS (max 16000 samples)
Temperature range	-30°C +70°C
Power	12 Volt
Continuous recording	
Output format:	SEGY / SAF (SESAME ASCII FORMAT)

SOFTWARE USATO PER LA VISUALIZZAZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

AMBROGEO

Elaborazione e filtraggio

Visual Sunt 20

Seismic Unix

Rayfract

WinMasw academy

Grilla

Geopsy

Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)

Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)

Tomografia sismica

Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-ESAC-Attenuazione

Tromino-H/V-Masw-Esac

Software Libero-H/V

TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E DOTATI DI ORIGINALE LICENZA

CENNI TEORICI

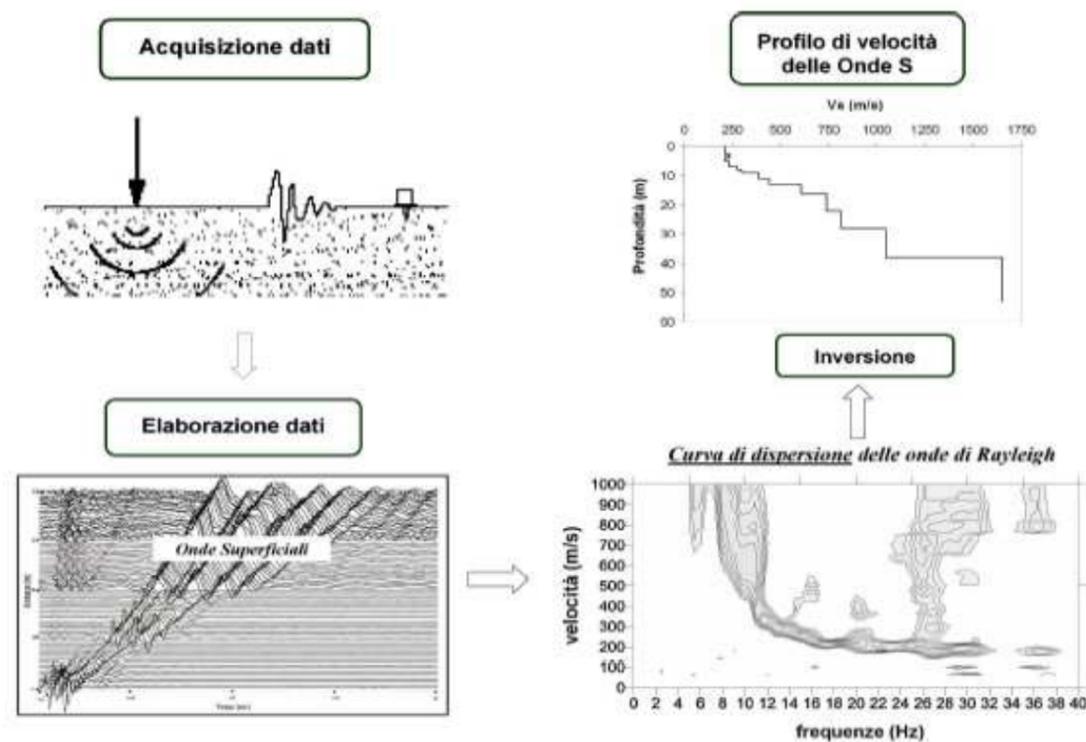
MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un'artificiale energizzazione sismica del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al., 1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato, la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con la profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curva di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S - profondità".

MODALITA' OPERATIVA

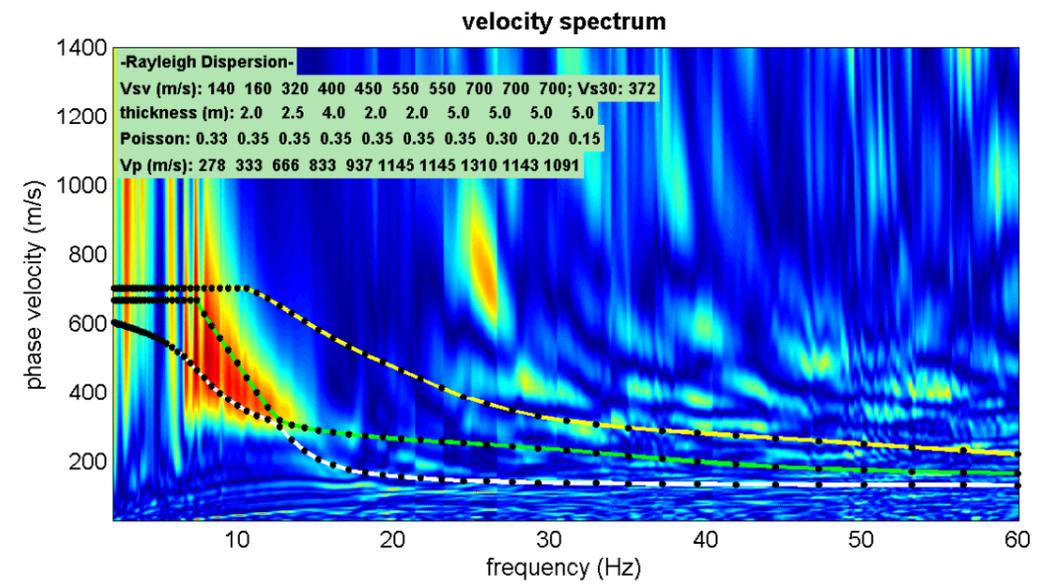
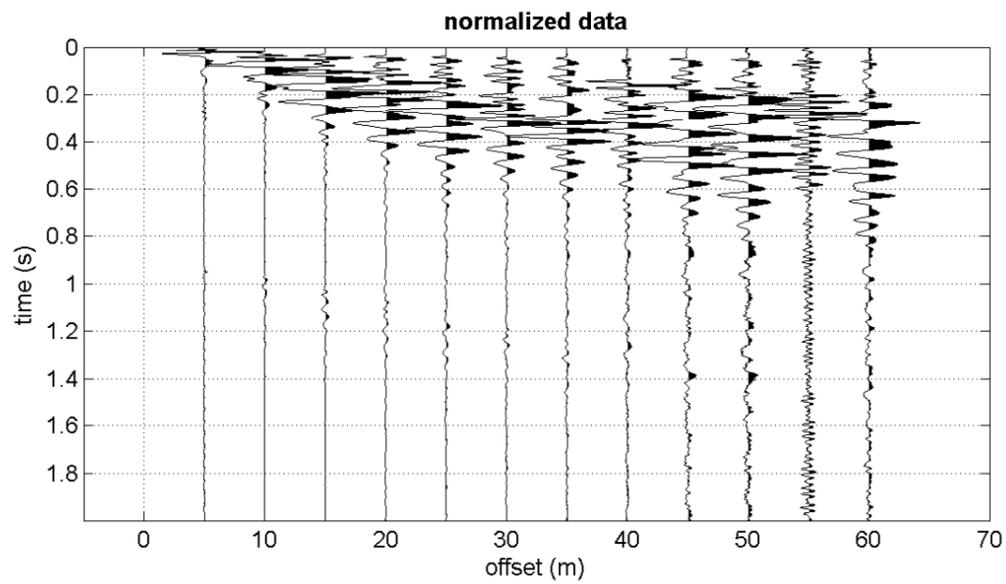
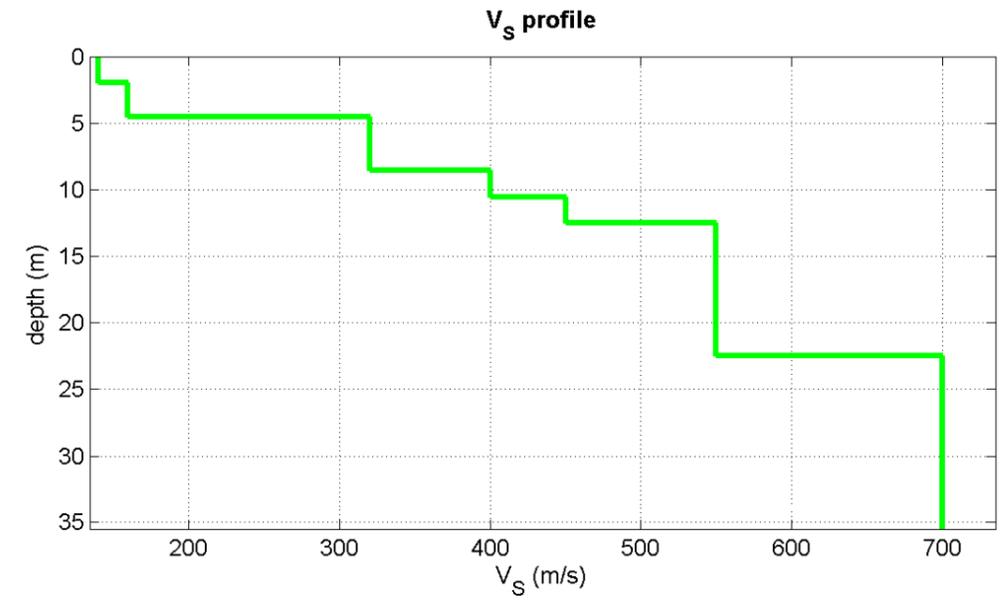
MASW

Si sono disposti i geofoni sul terreno quindi si è energizzato tramite mazza da 8 kg.

Si sono effettuate registrazioni di 2sec.

Si sono disposti 12 geofoni da 4,5 hz alla distanza di 5 metri ottenendo una traccia di 60 metri si sono effettuati 4 masw, 2 su ciascuna linea, uno sui geofoni 1-12 e uno sui geofoni 12-24

MASW A-1-12



Mean model

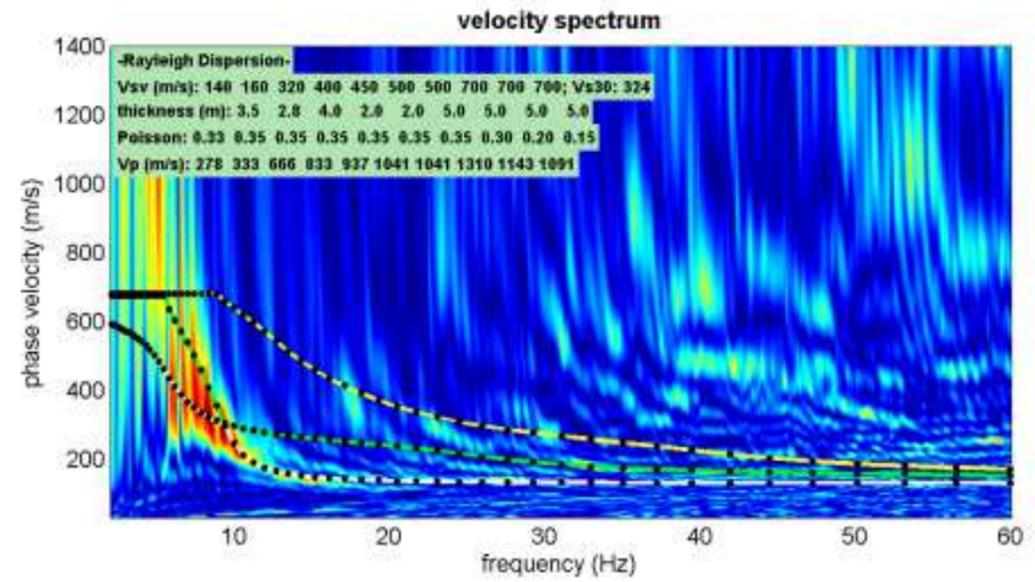
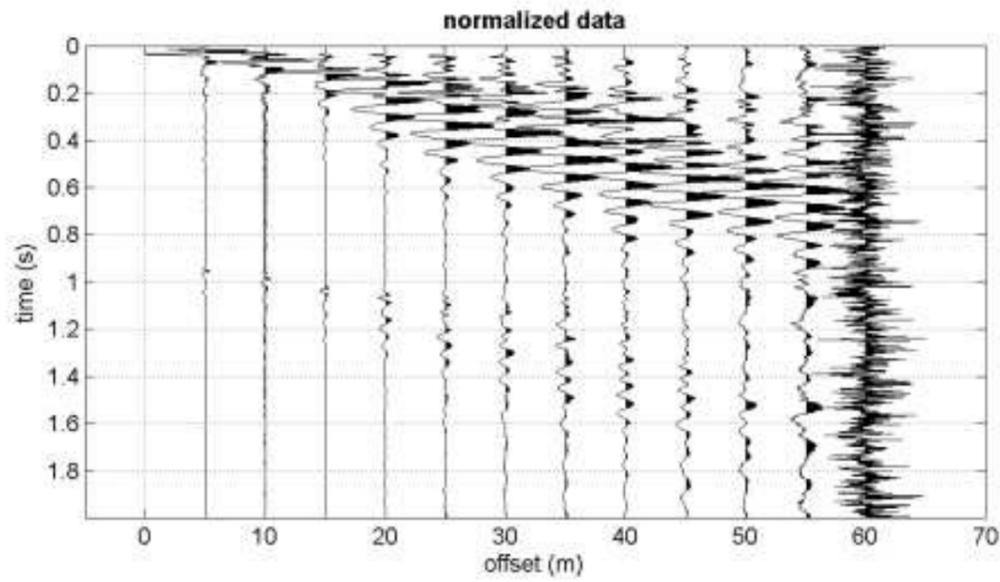
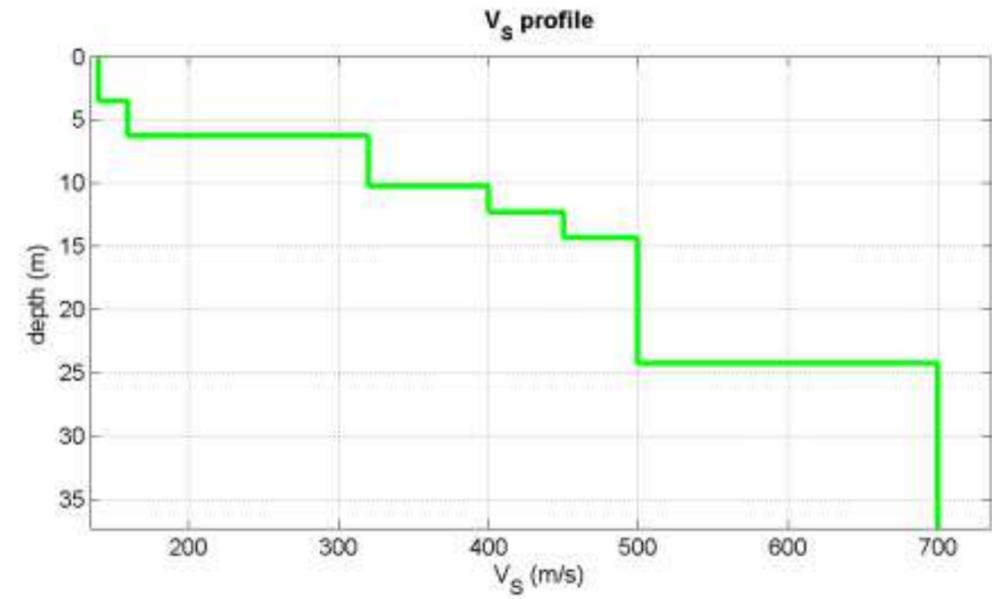
Vs (m/s): 140, 160, 320, 400, 450, 550, 550, 700, 700, 700

Thickness (m): 2.0, 2.5, 4.0, 2.0, 2.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.74 1.79 1.96 2.01 2.04 2.09 2.09 2.12 2.09 2.08

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 34 46 200 322 413 631 631 1039 1022 1017

MASWA 12-24



Mean model

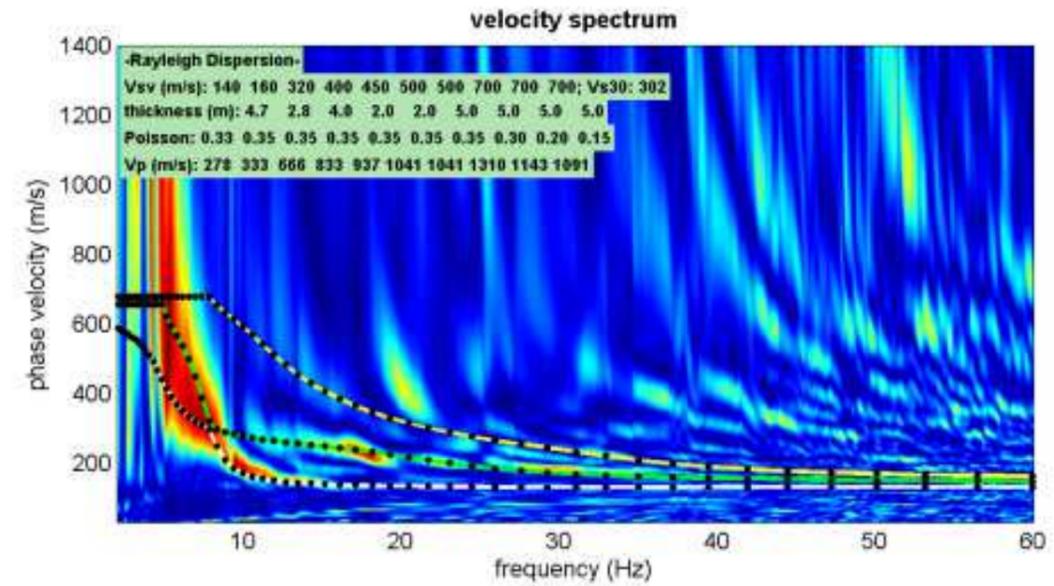
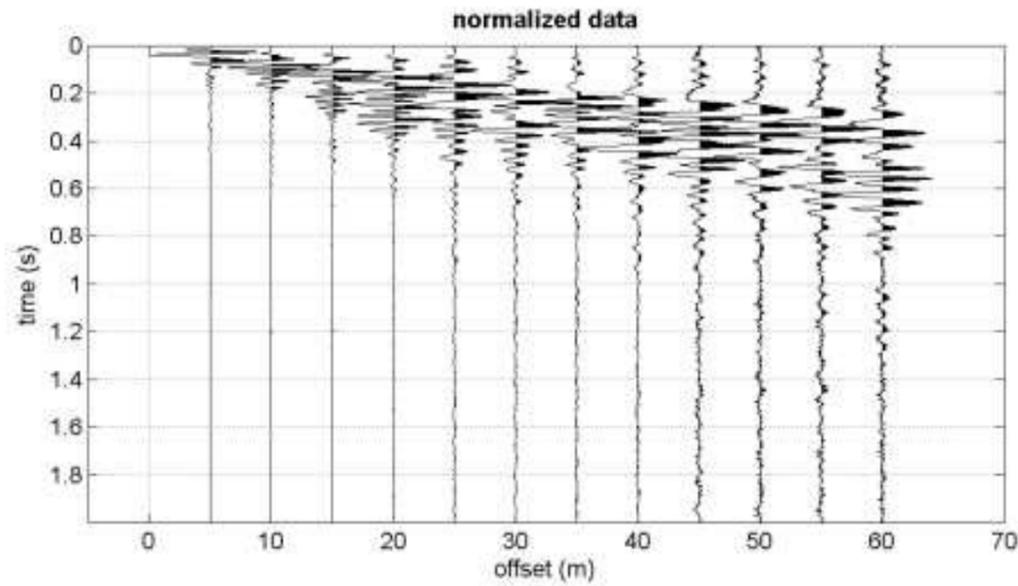
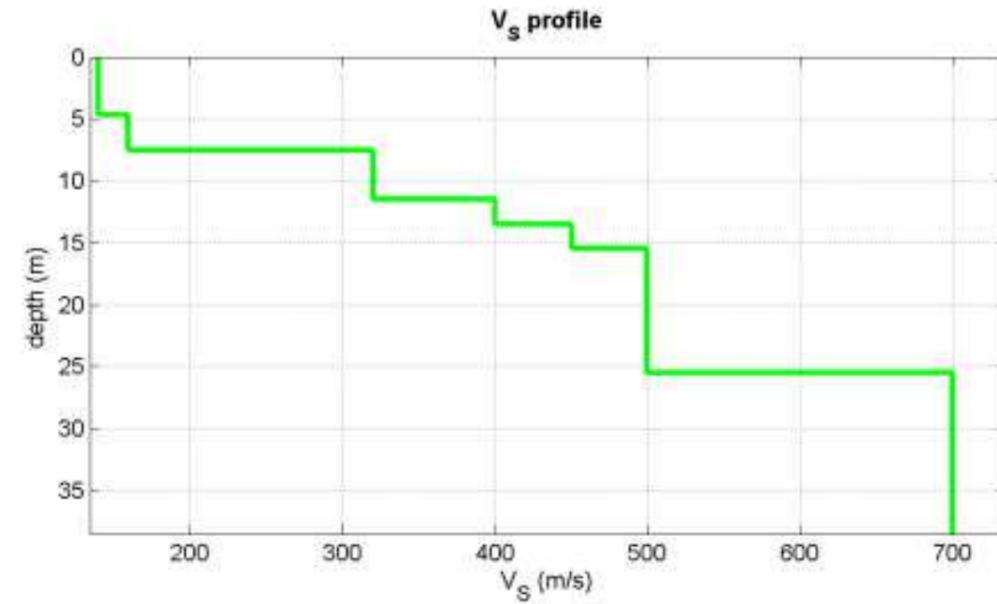
Vs (m/s): 140, 160, 320, 400, 450, 500, 500, 700, 700, 700

Thickness (m): 3.5, 2.8, 4.0, 2.0, 2.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.74 1.79 1.96 2.01 2.04 2.06 2.06 2.12 2.09 2.08

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 34 46 200 322 413 516 516 1039 1022 1017

MASW 2-2-1-12



Mean model

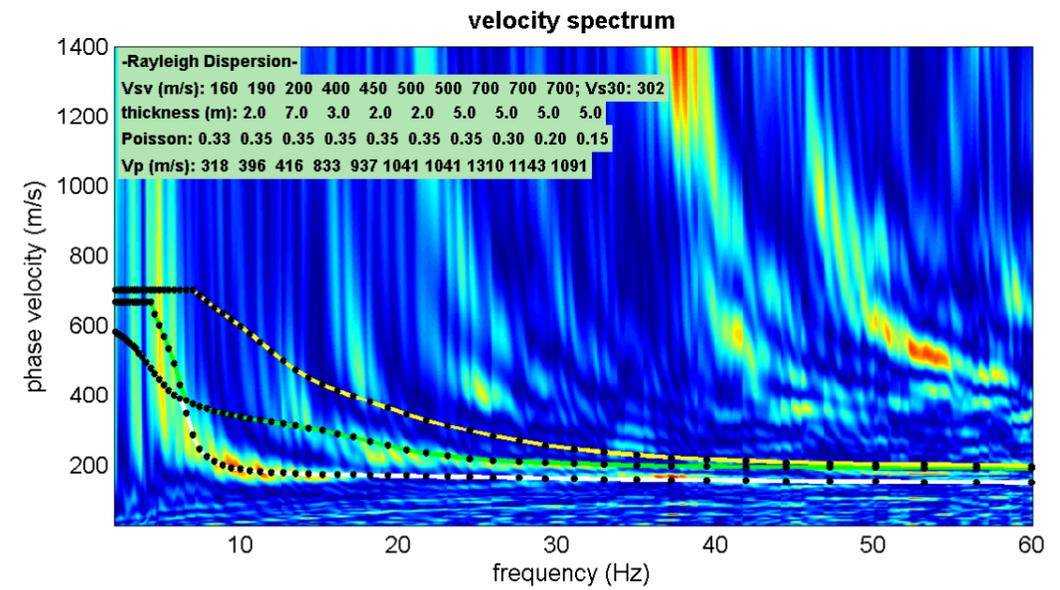
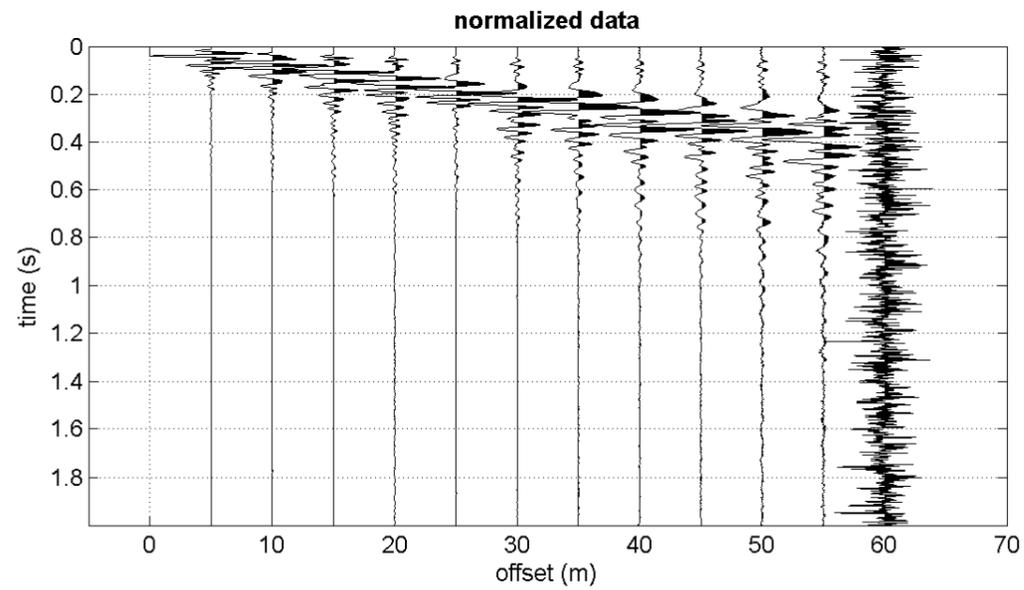
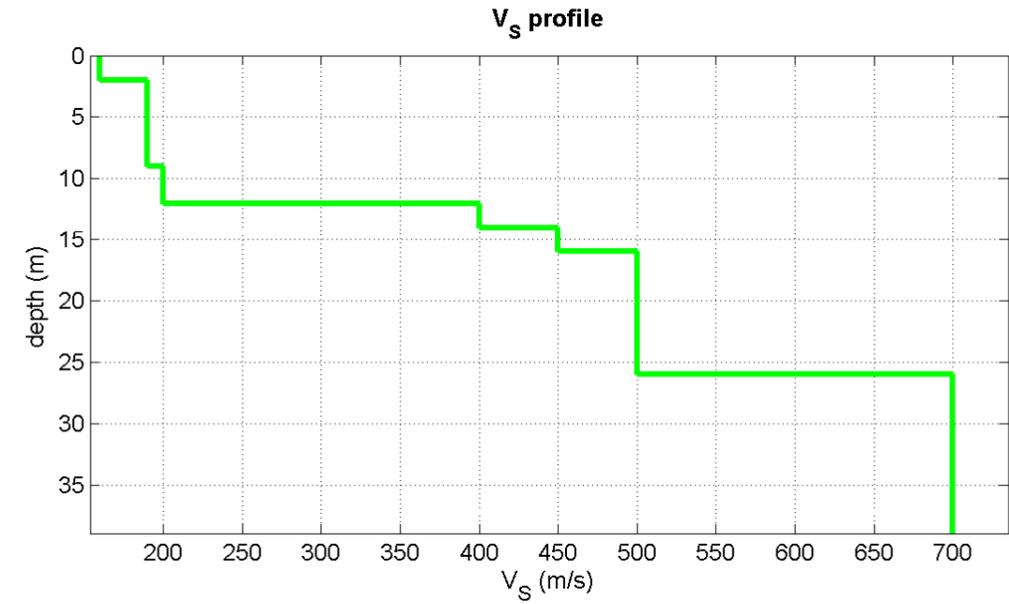
Vs (m/s): 140, 160, 320, 400, 450, 500, 500, 700, 700, 700

Thickness (m): 4.7, 2.8, 4.0, 2.0, 2.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.74 1.79 1.96 2.01 2.04 2.06 2.06 2.12 2.09 2.08

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 34 46 200 322 413 516 516 1039 1022 1017

MASW 2-12-24



Mean model

V_s (m/s): 160, 190, 200, 400, 450, 500, 500, 700, 700, 700

Thickness (m): 2.0, 7.0, 3.0, 2.0, 2.0, 5.0, 5.0, 5.0, 5.0 Density (gr/cm³) (approximate values): 1.78 1.83 1.84 2.01 2.04 2.06 2.06 2.12 2.09 2.08

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 45 66 74 322 413 516 516 1039 1022 1017

ESAC

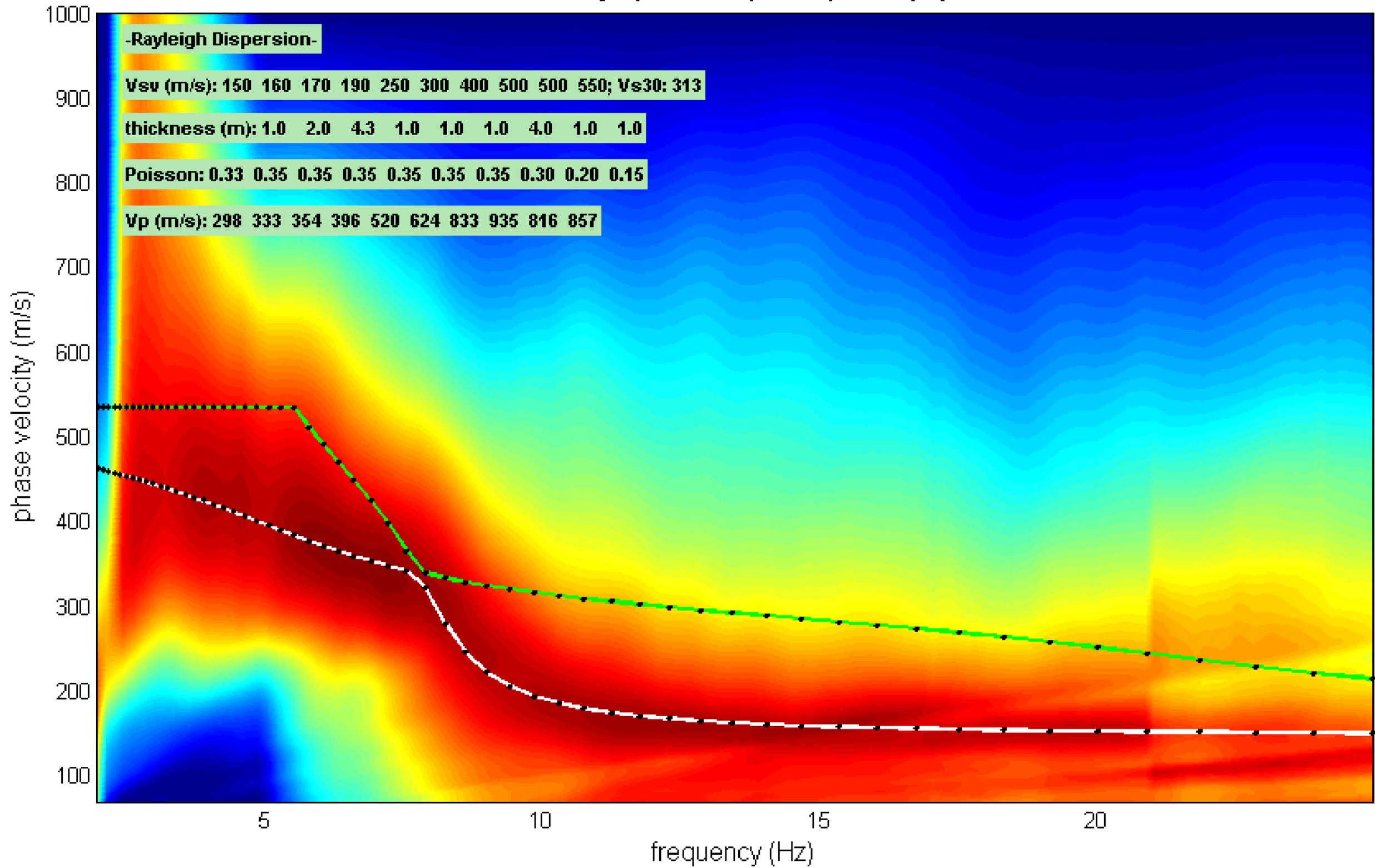
Il metodo ESAC si registra il segnale relativo a microtremori spontaneamente presenti nell'ambiente, cioè sollecitazioni di qualsiasi origine, provenienti da sorgenti ignote e isotropiche (disposte in tutte le direzioni) rispetto ad uno stendimento sismico non lineare. In assenza di spazi sufficientemente lunghi e in presenza di ambienti urbanizzati, acquisizioni con stendimenti 2D (a "L", croci o cerchi) e di breve durata, consentono in maniera speditiva ed economica l'analisi del microtremore sismico. L'acquisizione secondo una geometria bidimensionale ovvia ad alcuni problemi legati alle velocità apparenti, presenti nei dati acquisiti mediante array unidirezionali (ReMi). Uno stendimento ESAC è realizzato mediante l'utilizzo della classica strumentazione per l'esecuzione di una prospezione sismica a rifrazione con geofoni a componenti verticale da 4,5 Hz disposti secondo una geometria 2D

ELABORAZIONE DEL SEGNALE

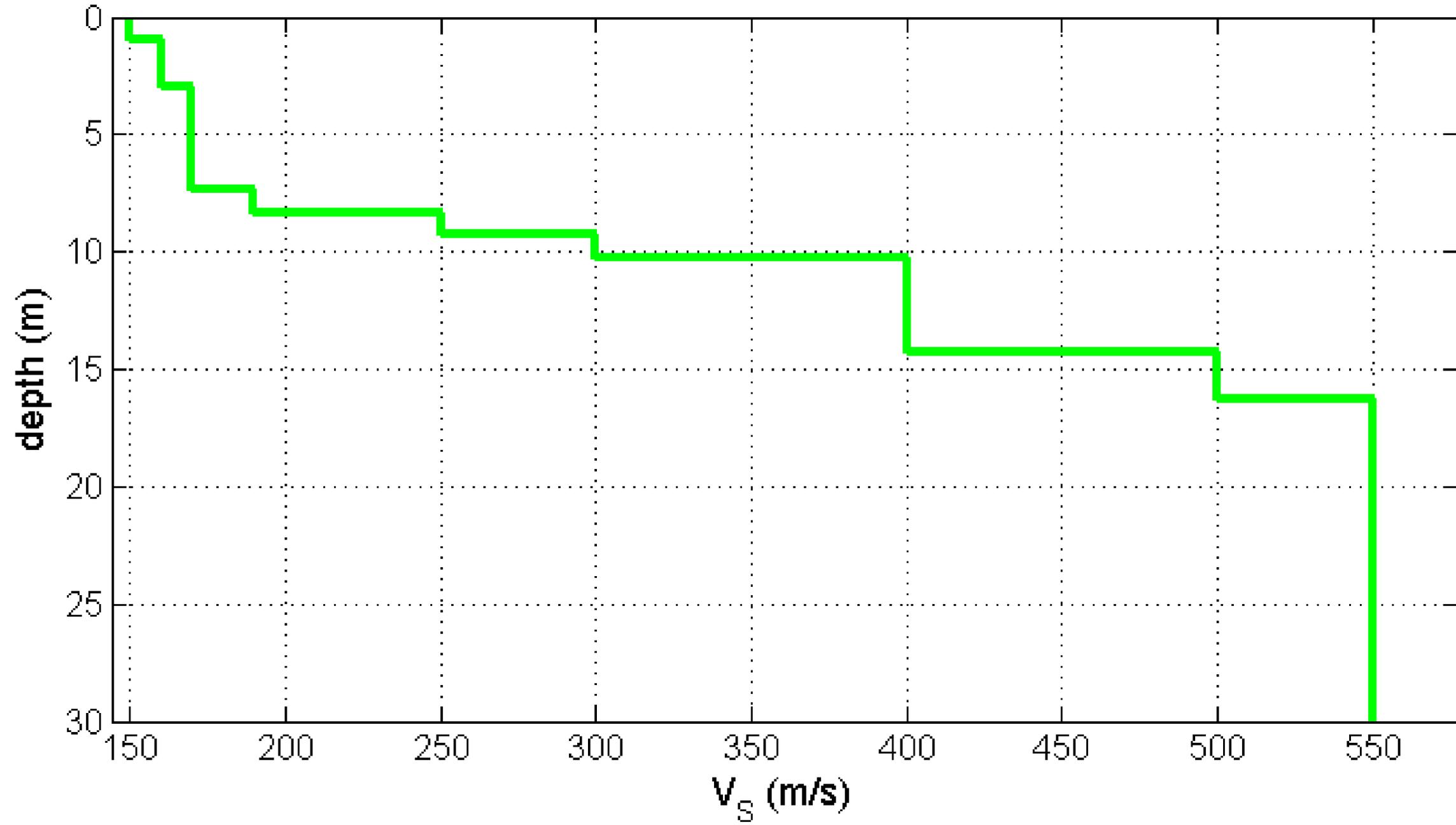
Con la metodologia ESAC viene studiata la direzionalità del microtremore e valutata la velocità di fase alle diverse frequenze. Il metodo consente di definire la cosiddetta curva di dispersione effettiva, che rappresenta una combinazione delle diverse curve modali "pesate" in base al loro specifico contenuto energetico nel sito. Nel caso di profili normalmente dispersivi, la curva di dispersione effettiva coincide con la curva relativa al modo fondamentale.

In altri casi, per esempio in presenza di inversioni di velocità o di forti contrasti di impedenza sismica, la curva di dispersione effettiva risulta frutto di una combinazione dei diversi modi in funzione della relativa energia. Un vantaggio quindi della tecnica ESAC è quello di non dovere identificare (come in altre metodologie) i vari modi di vibrazione, che sono invece trattati, più semplicemente, in modo unitario.

velocity spectrum (ESACpsvelspe)

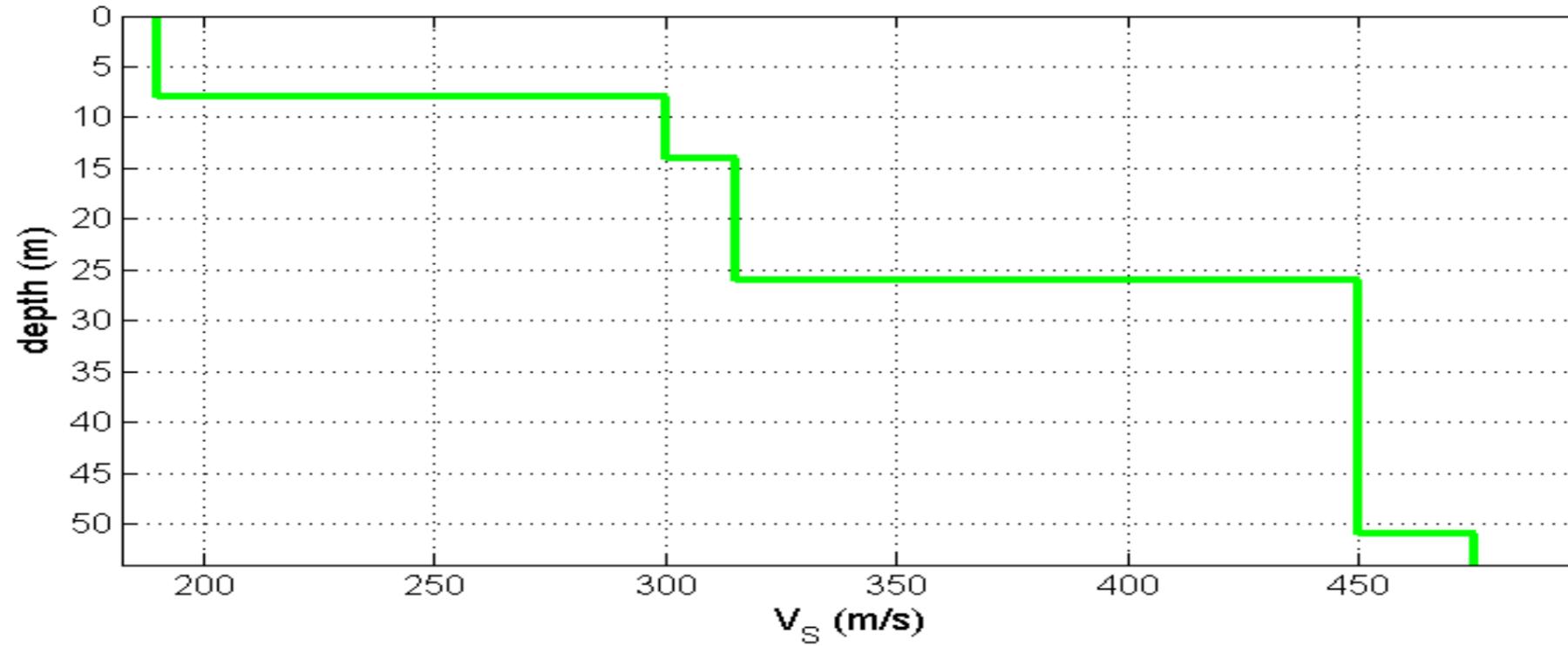


V_S profile

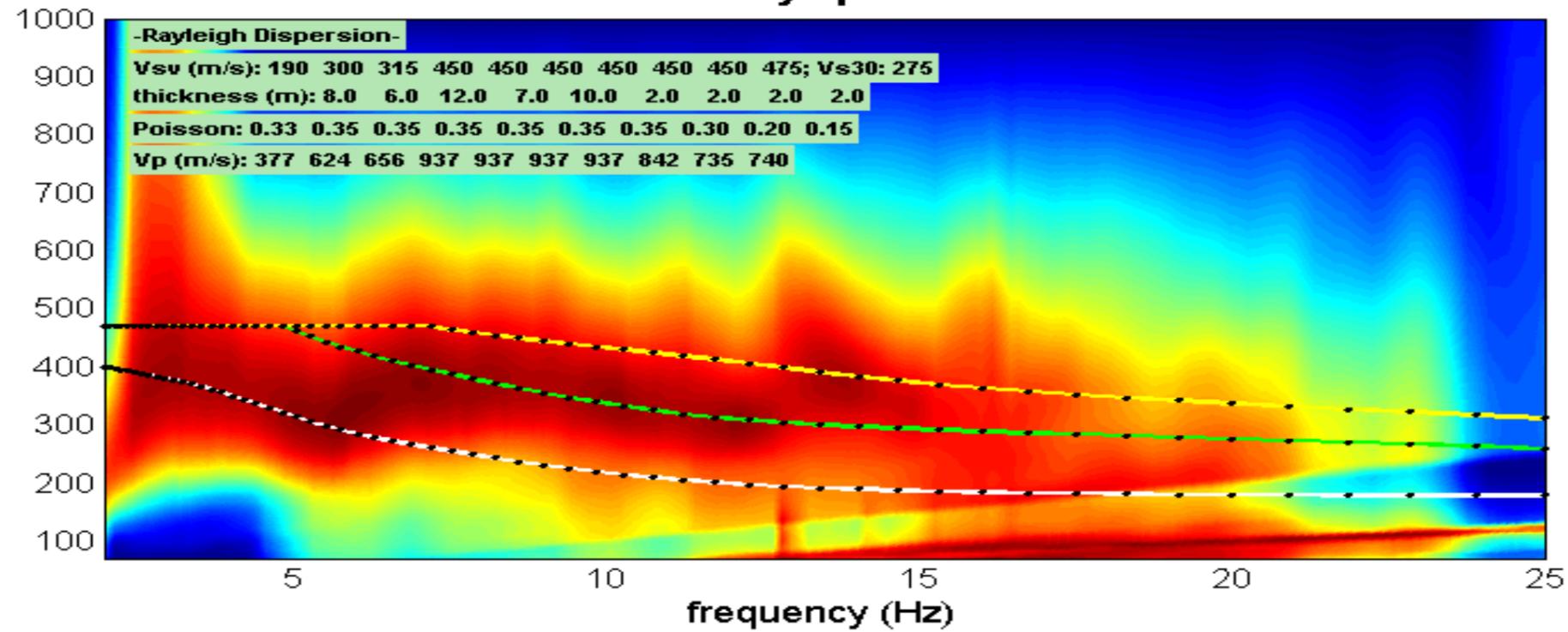


ESAC 2

V_S profile



velocity spectrum



ESAC 1

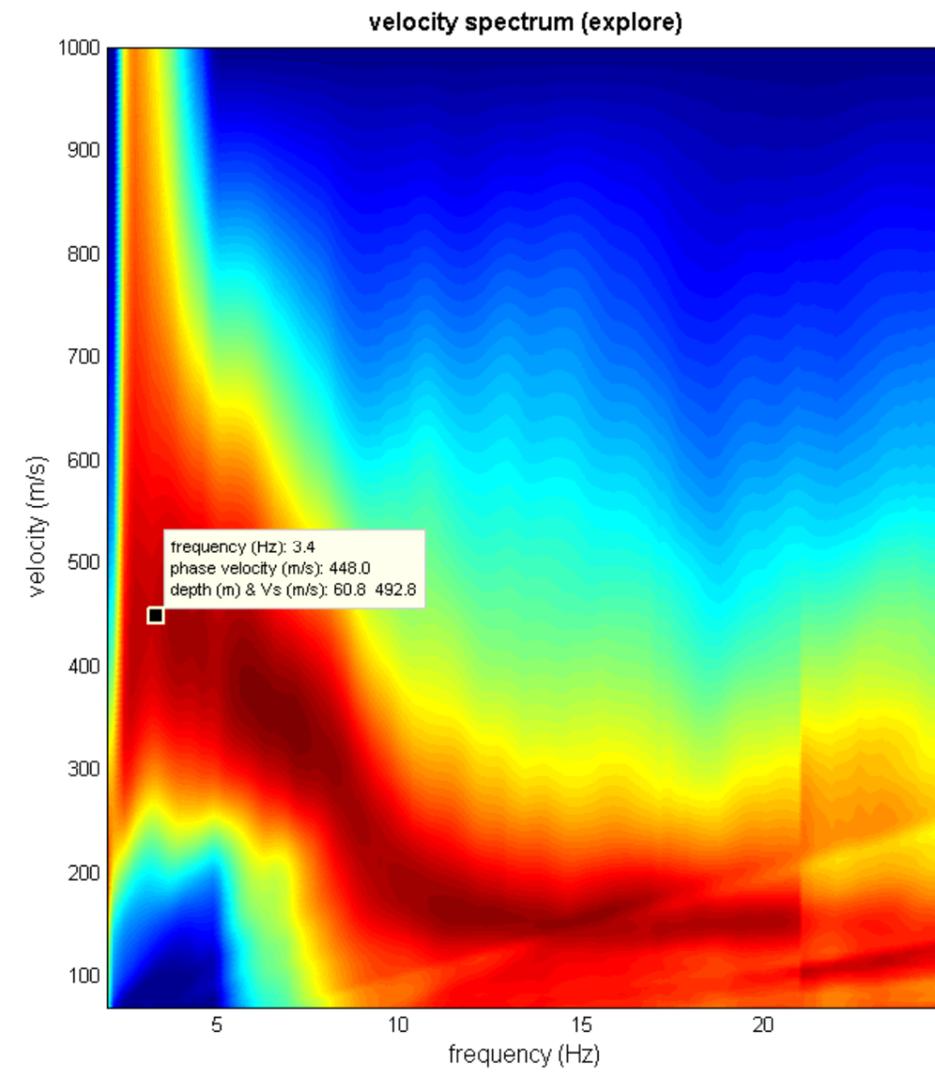
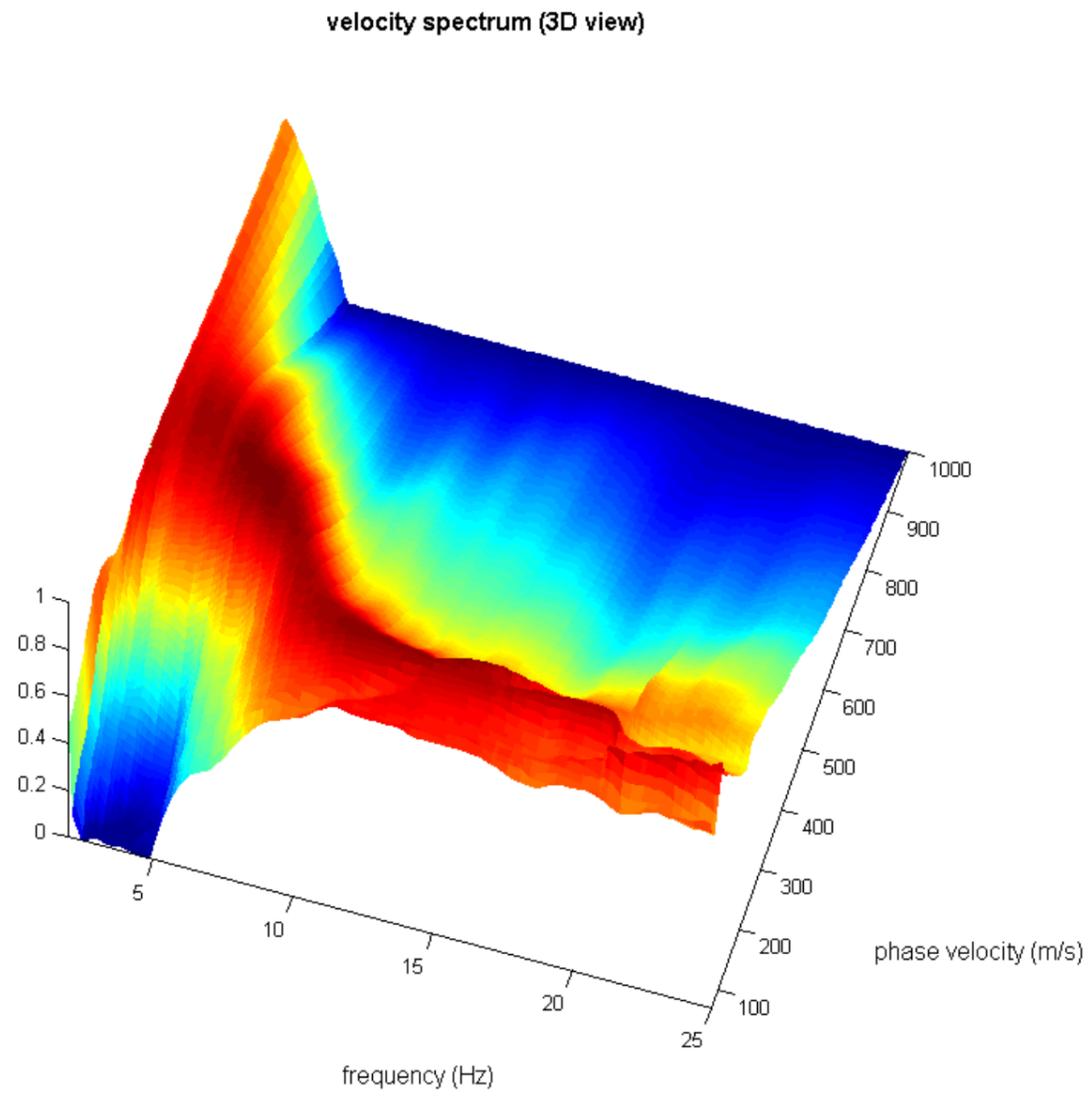
24 geofoni da 4,5 hz, stesa ad L con 12 geofoni interdistanziati 5 metri e 12 2 metri

Vs	Qs	Poisson	thickness
150	10	0.33	1
160	16	0.35	2
170	19	0.35	4,3
190	24	0.35	1
250	28	0.35	1
300	31	0.35	1
400	38	0.35	4
500	50	0.3	1
500	100	0.2	1
550	238	0.15	0
0	0	0.15	

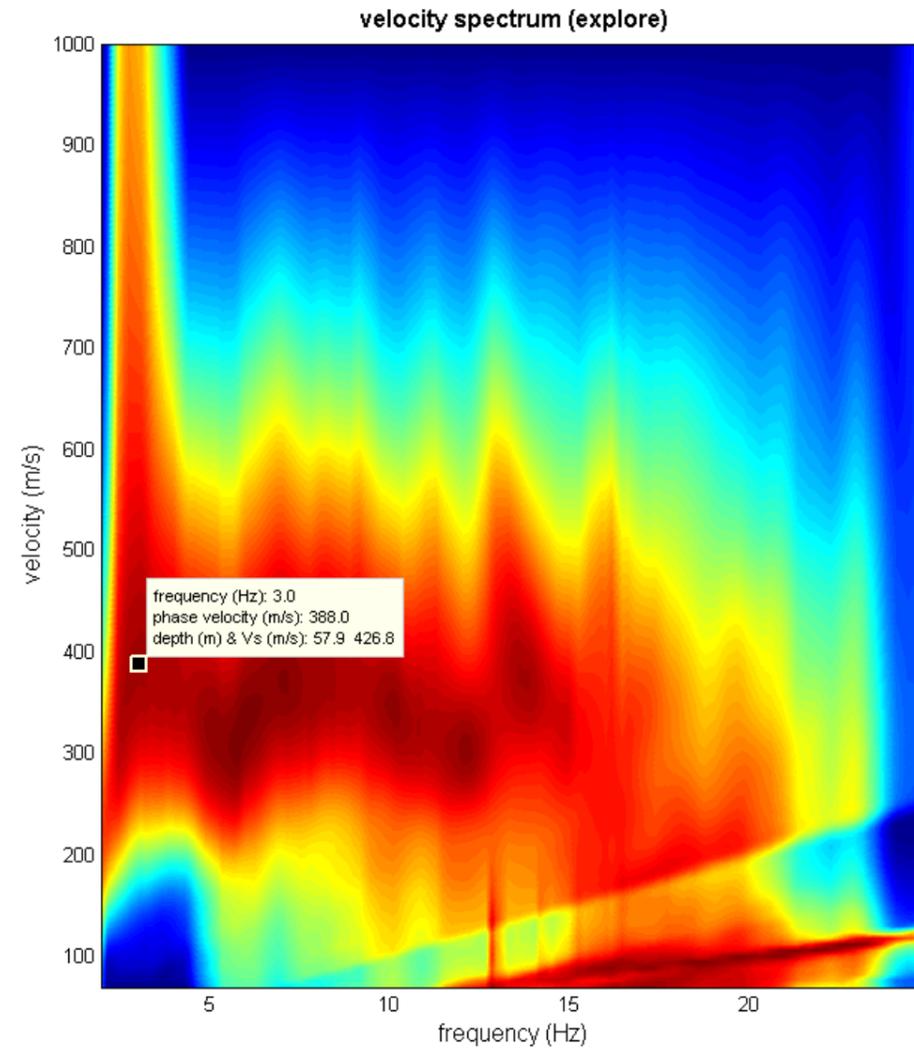
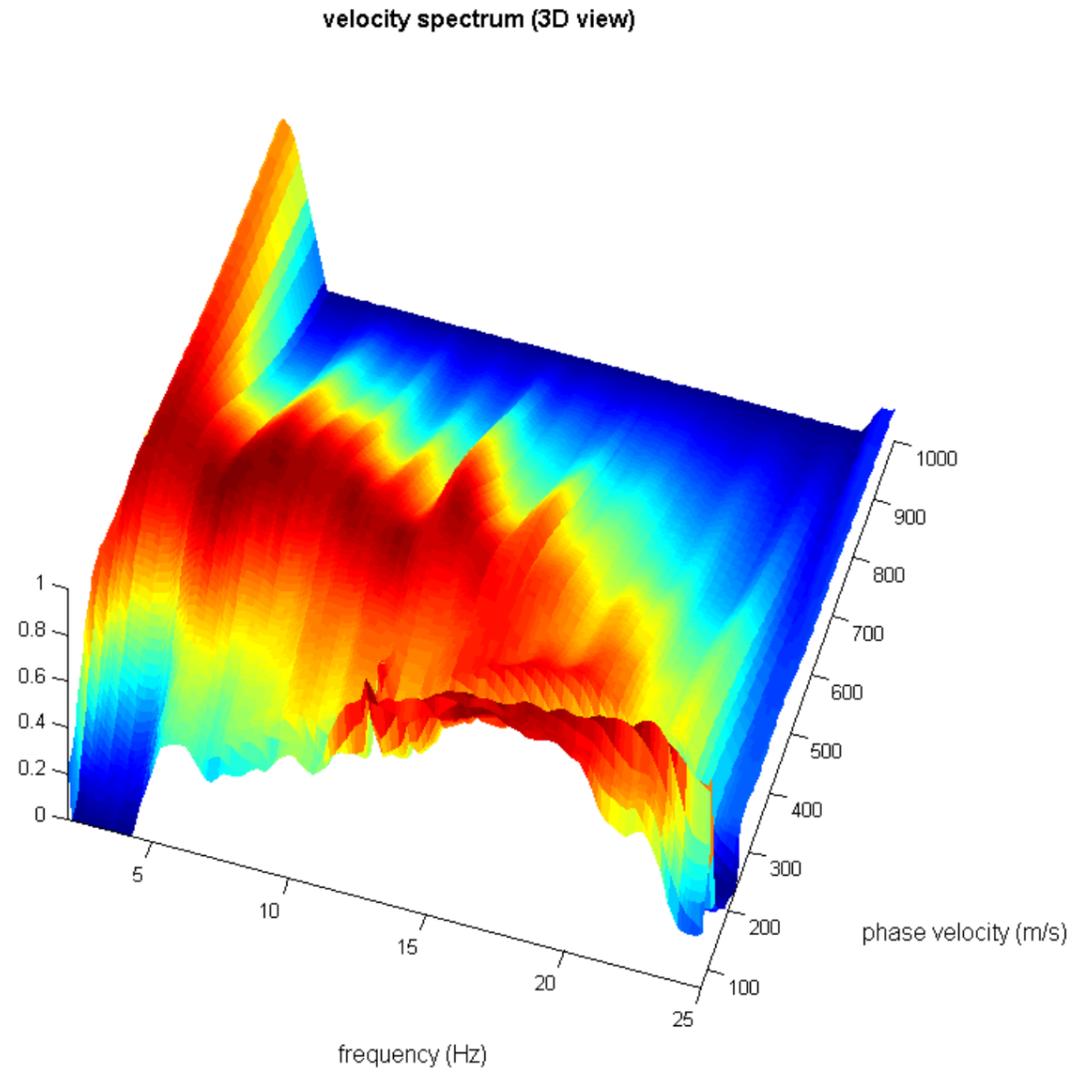
ESAC 2

24 geofoni da 4,5 hz, stesa ad L con 12 geofoni interdistanziati 5 metri e 12 2 metri, tra il 12 ed il 13 vi era una distanza di 13 metri.

Vs	Qs	Poisson	thickness
190	10	0.33	8
300	16	0.35	6
315	19	0.35	12
450	24	0.35	7
450	28	0.35	10
450	31	0.35	2
450	38	0.35	2
450	50	0.3	2
450	100	0.2	2
475	238	0.15	0
0	0	0.15	



Esac 1 3,4 hz-60,8 metri di penetrazione



Esac 2 -3.0 hz -57,9 metri di penetrazione

COMMENTO AI RILIEVI ESAC SVOLTI

I 2 profili sono stati interpretati tramite software winmasw accademy della eliosoft.

I 2 spettri si mostrano abbastanza differenti.

Lo spettro 2 ha un andamento monotono, con la preponderanza netta del modo principale di vibrare sui modi secondari.

Da questo si deduce un modello su un terreno " grossomodo omogeneo", ma che comunque mostri un gradiente normale verso il basso.

Lo spettro 1 si mostra più complicato, con uno spettro risultante dovuto probabilmente ad un interlacciarsi di più modi di vibrare, che ci fa presupporre la possibile presenza di discontinuità o inversioni di velocità o di comunque di un modello di terreno più complesso rispetto ad esac 2 ,

SISMICA A RIFRAZIONE

CENNI TEORICI

La metodologia della sismica a rifrazione consiste nel produrre delle onde sismiche nel terreno tramite una energizzazione (scoppio), tale energia può essere generata tramite un grave che percuote il terreno (martello o peso), oppure tramite lo scoppio di una carica esplosiva.

In particolare la sismica a rifrazione studia il comportamento dell'onda rifratta.

Tale onda, viaggiando all'interfaccia fra due mezzi a differente velocità, manda in superficie una serie di segnali (vibrazioni) che vengono registrati da degli accelerometri (geofoni).

Tali geofoni, posti ad un'equidistanza nota l'uno dall'altro vanno a formare la stesa sismica. L'indagine procede energizzando in posizioni note.

Il segnale così registrato viene convogliato ad una scheda di conversione A/D, e quindi registrato e conservato in memoria.

L'acquisizione dei dati da parte del sismografo parte quando un particolare circuito ("trigger") viene attivato dall'energizzazione nel terreno.

Per ogni registrazione viene registrato un segnale, costituito da una traccia per ciascun geofono, riconoscendo su ciascuna traccia il primo arrivo dell'onda rifratta si genera una retta, detta dromocrona, dall'inclinazione della quale si può risalire alla velocità ed alla geometria (interpolando più dromocrone) dei rifrattori.

Le metodologie di interpretazioni dei dati vanno dalle più semplici (metodo delle intercette) che richiedono solo 2 scoppi per profilo, al metodo del reciproco (Hokins 1957) e del reciproco generalizzato (G.R.M. Palmer 1980) che richiedono 5-7 scoppi per profilo, fino alle tecniche tomografiche, che richiedono almeno 7 scoppi per stendimento.

Le basi su cui si fonda ogni tecnica sono differenti, così come è crescente la complessità dell'elaborazione, tant'è che i G.R.M e soprattutto le tecniche tomografiche sarebbero improponibili senza l'ausilio di computer.

L'elaborazione che restituisce ogni tecnica risulta via via più completa e dettagliata, fino ad arrivare a una mappatura di discontinuità molto articolate ottenibile con le più moderne tecniche tomografiche.

PRINCIPALI LIMITI DELLA TECNICA SISMICA RIFRAZIONE

Il limite principale della sismica a rifrazione sta nel fatto che tale tecnica presuppone un incremento costante della velocità andando in profondità.

Se, ad esempio, abbiamo un modello in cui sotto uno strato continuo di argilla dura abbiamo della sabbia molle, ed al disotto di questa roccia, il passaggio fra argilla e sabbia non produce rifrazione, ed il modello che ricostruirò sarà un modello di terreno errato.

Per questo le indagini sismiche andranno sempre accoppiate, soprattutto in situazioni dove inversioni di velocità sono frequenti (ad esempio i depositi quaternari) ad indagini geotecniche dirette.

Tali inconvenienti sono stati parzialmente risolti dalle tecniche tomografiche, dove tramite il "ray tracing" è possibile stabilire il percorso del raggio sismico ed individuare zone (sempre che siano limitate ad una parte interna allo stendimento) dove è avvenuta un'inversione di velocità, caratterizzate da un'assenza di copertura dei medesimi.

COMMENTO AI RILIEVI DI SISMICA A RIFRAZIONE

STRUMENTAZIONE USATA

Ambrogeo 2010 SU

Numero dei canali 24

A/D conversione 24 bit

Geofoni da 10 Hz orizzontali

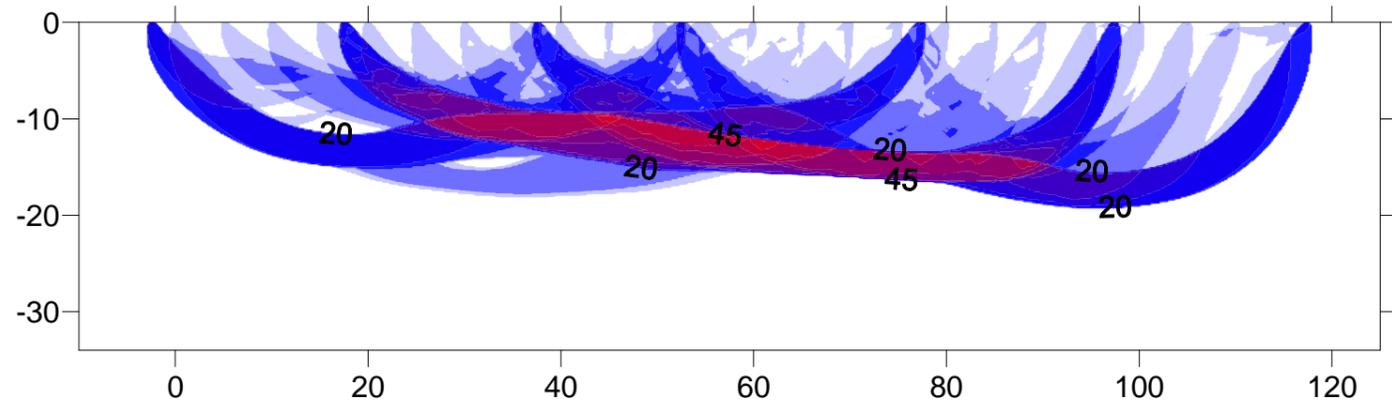
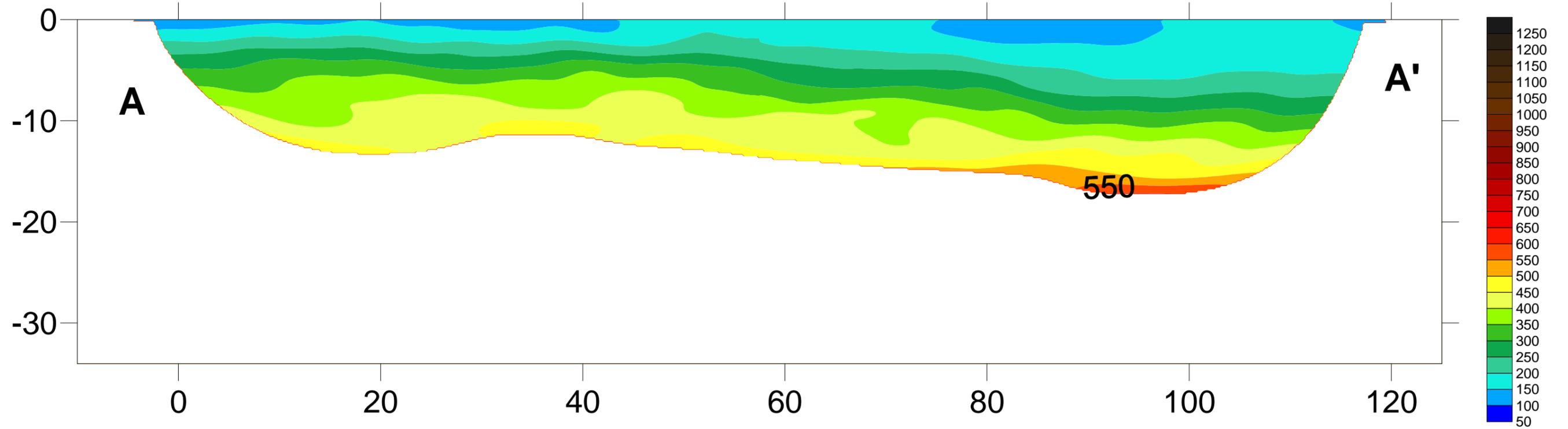
Geofoni da 4,5 Hz verticali

SISTEMI DI ENERGIZZAZIONE

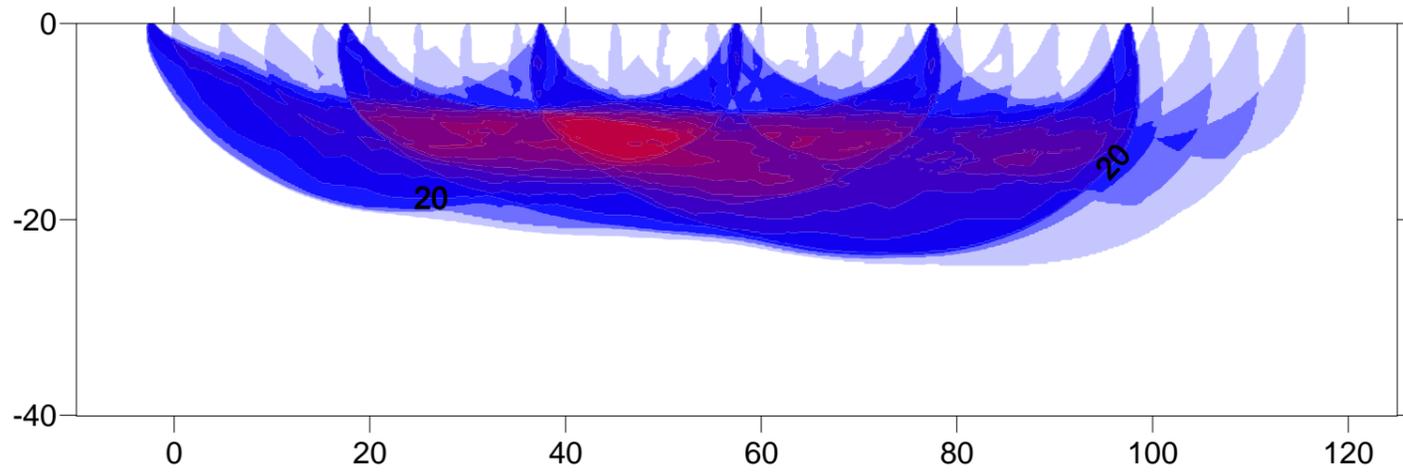
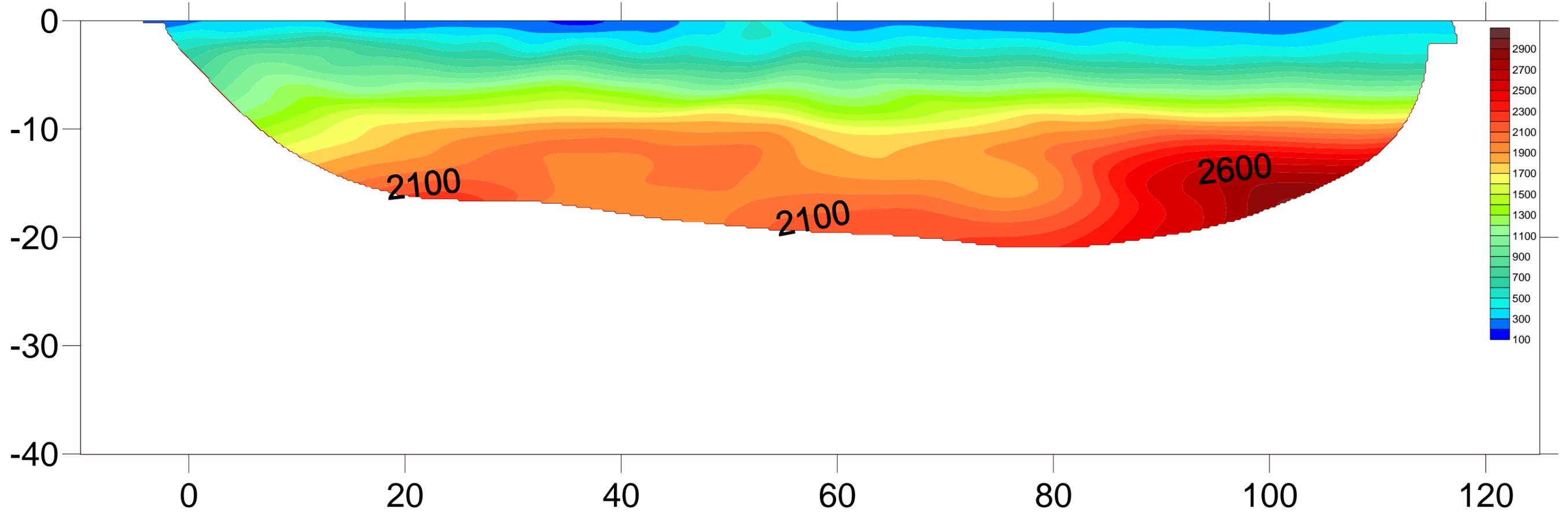
Generazione di onde p:

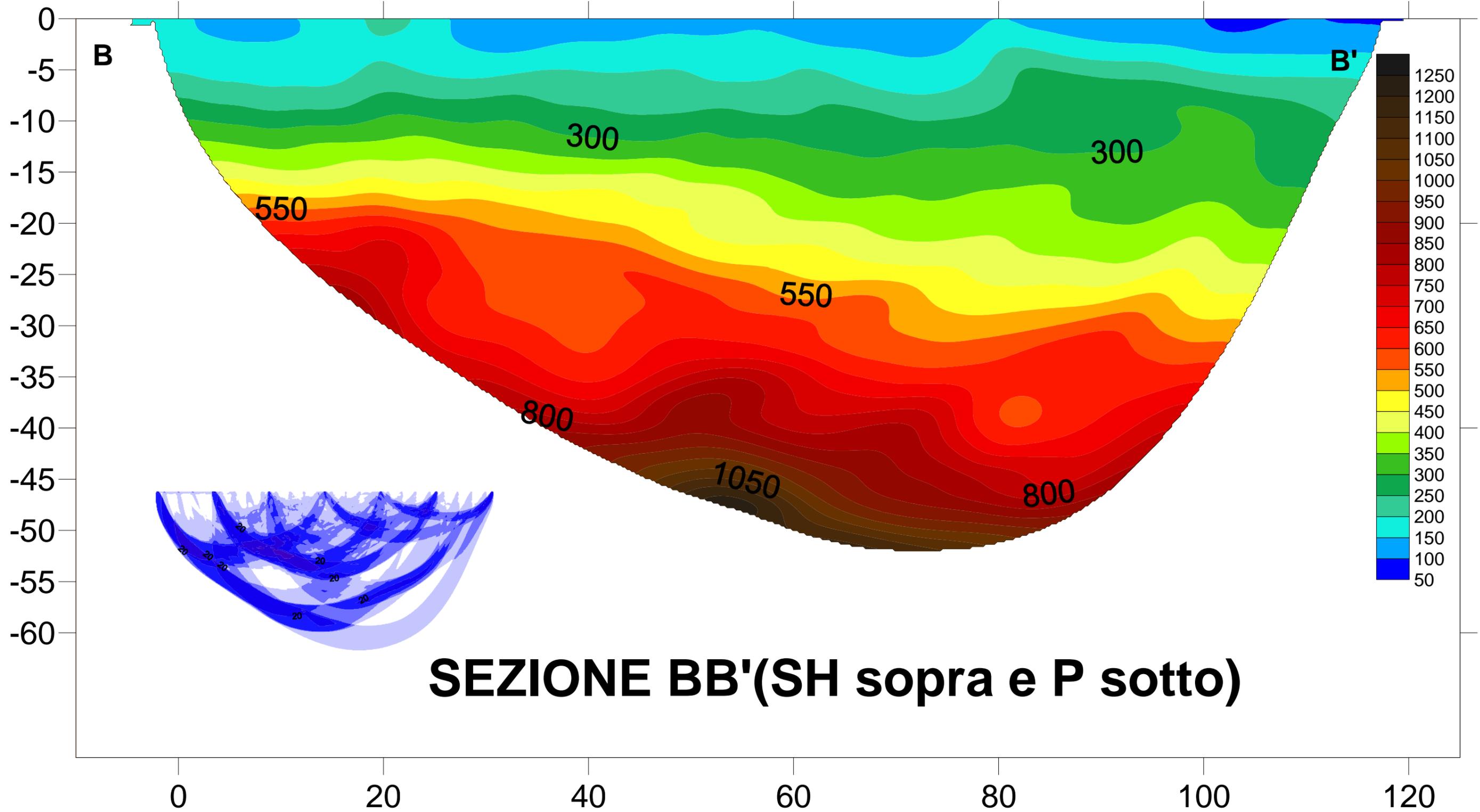
martello da 8 kg

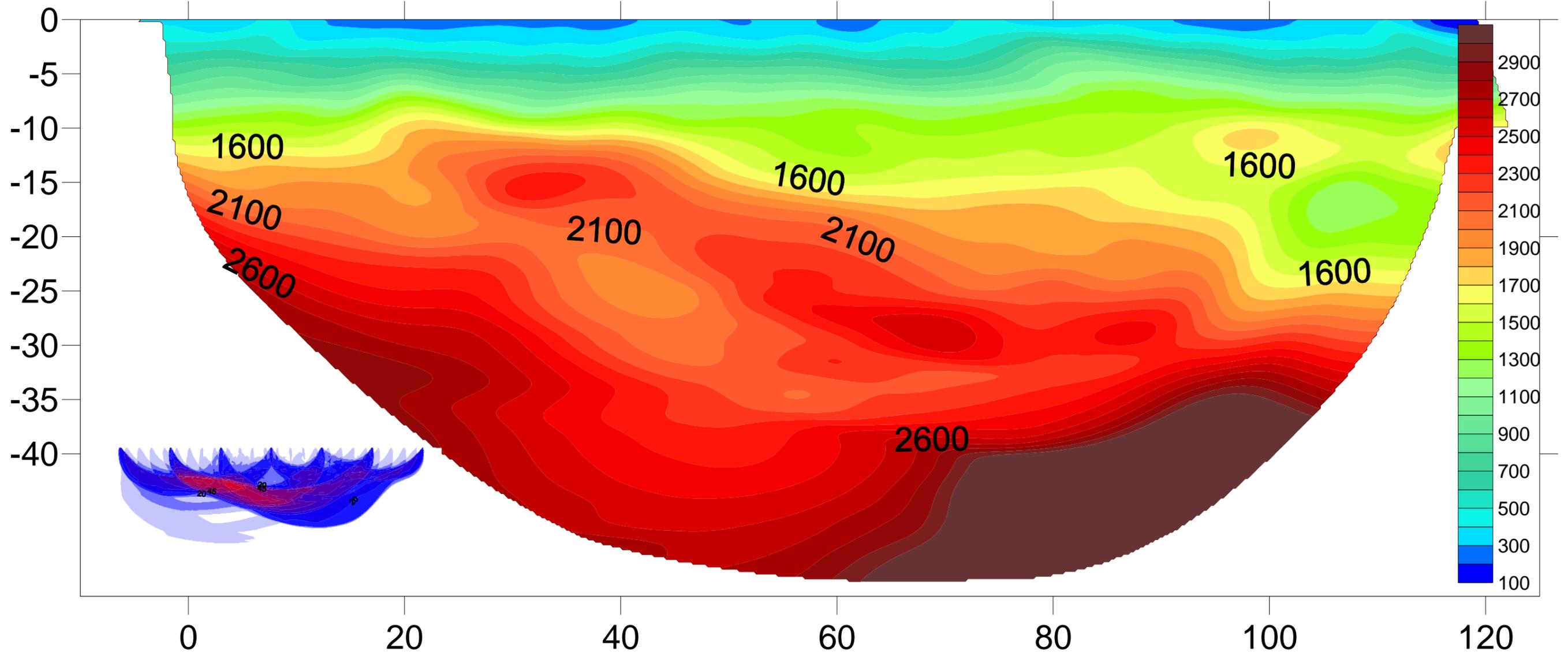
onde sh-generazione di onde polarizzate tramite energizzazione di piastra posta sui lati opposti di una buchetta.

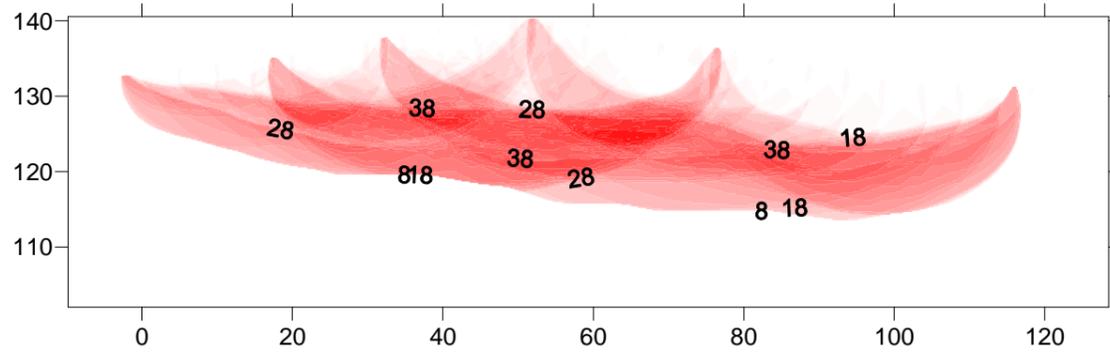
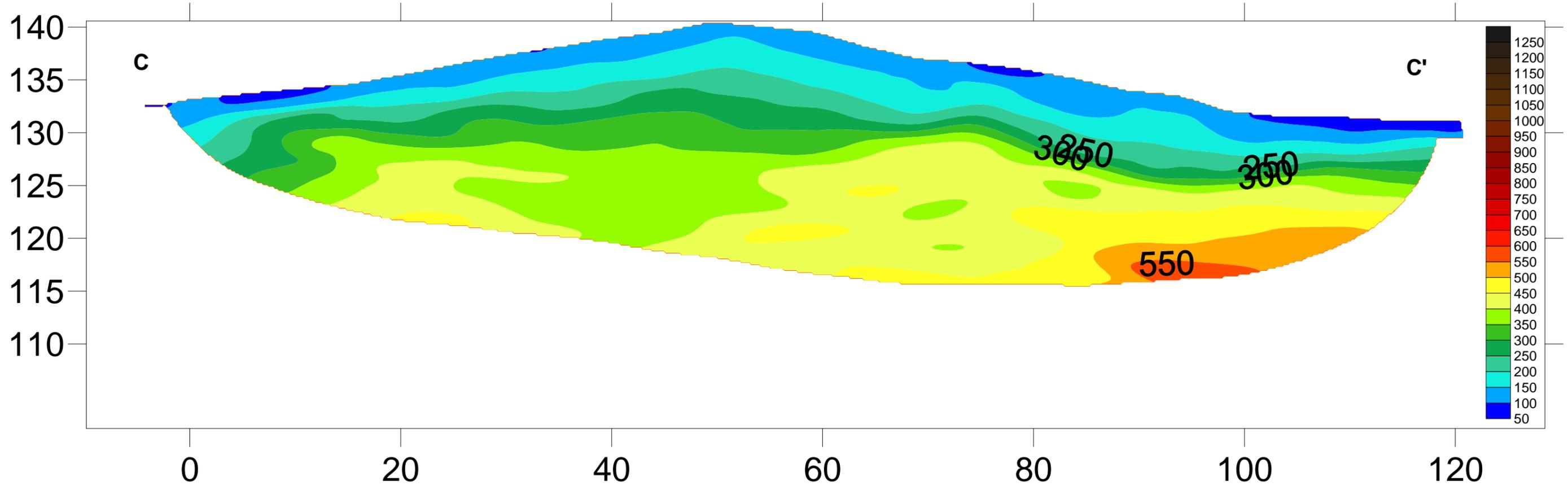


SEZIONE AA'(SH sopra e P sotto)

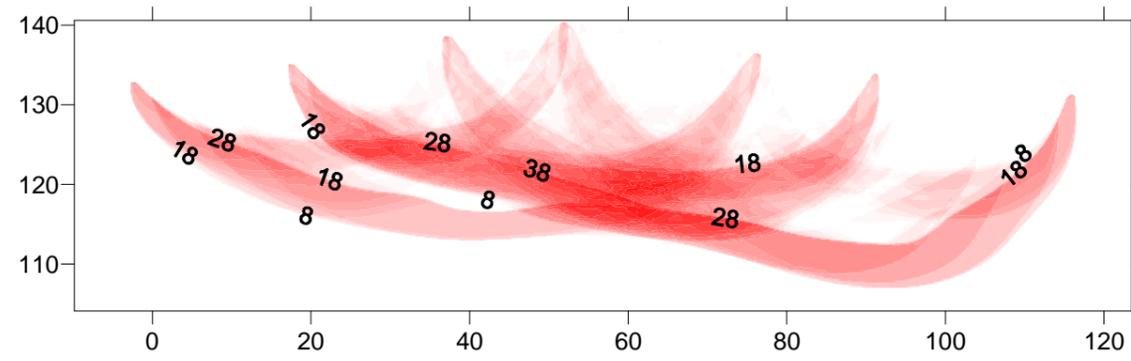
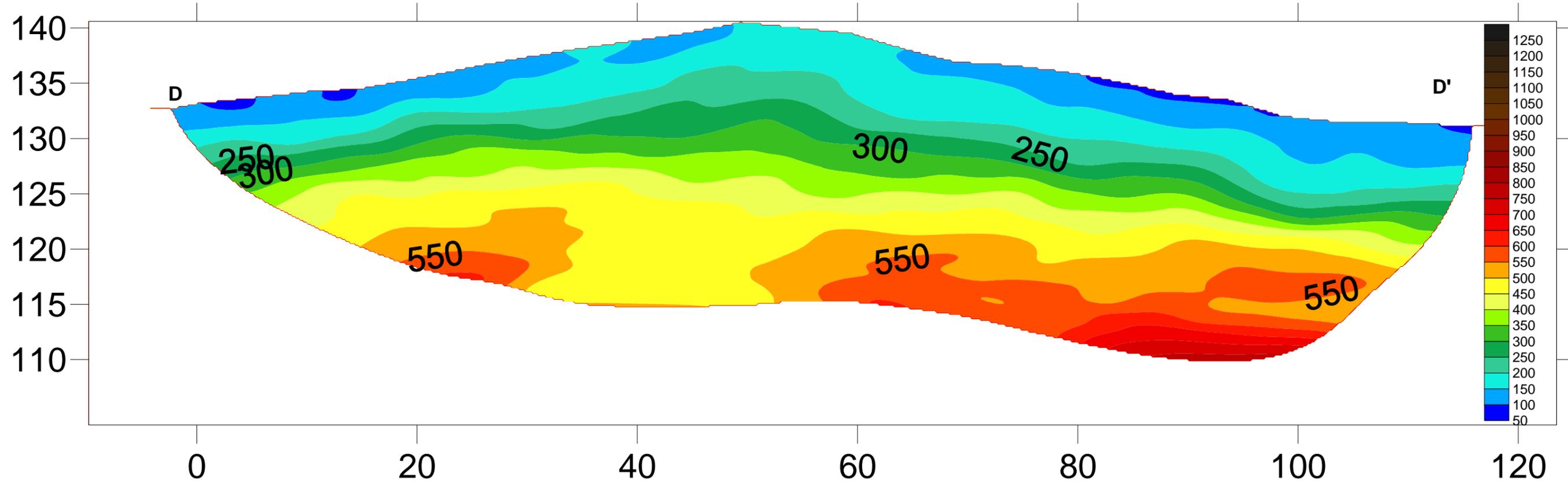








SEZIONE CC 'sopra e DD' sotto



ANALISI CONGIUNTA MASW-H/V ESAC

Innanzitutto dobbiamo dire che le analisi effettuate hanno avuto un differente peso a secondo delle problematiche affrontate:

Masw - sono misure dirette ritenute affidabili fino ad una profondità di 15 metri circa (**MAX FREQ. 5/7 HZ NELLO SPETTRO DI VELOCITA' DI FASE**), Sono servite essenzialmente per la differenziazione fra materiali poco compatti superficiali e materiali compatti sottostanti. Penetrazione 30 metri circa

Sismica a rifrazione in Sh - Contatti laterali, a volte influenzata dalle inversioni di velocità

Esac - ci è servito soprattutto per determinare le velocità degli strati più profondi. Penetrazione 50/60 metri.

La sismica a rifrazione in onde P è risultata molto influenzata dalla presenza di acqua in profondità.

Bisogna quindi dire che per effettuare interpretazione congiunta con esac/masw e sismica a rifrazione bisogna considerare la differenza esistente fra i metodi che a volte può portare a risultati che possono essere molto differenti anche parlando di una stessa unità sismo stratigrafica.

Il masw o l'esac tendono ad analizzare tutto lo spessore del sismostrato, mentre la sismica a rifrazione tende a concentrare la propria azione sui livelli più veloci. In alcune unità sismo stratigrafiche questo è tremendamente evidente, ad esempio sulle sequenze di alternanze argillite/calcare la rifrazione legge solo i calcari, sovrastimando quindi la velocità totale. Questo argomento è ancora più accentuato se prendo in considerazione le tecniche tomografiche, dove vi è un costante gradiente di velocità andando verso il basso.

Vi è poi anche da dire che il Masw e L'esac sono tecniche che ci restituiscono un modello monodimensionale, dove spesso strati con velocità intermedia possono coincidere in realtà con contatti inclinati.

In definitiva solo da un approccio critico possiamo ricavare un modello sismo stratigrafico consono.

Da un punto di vista sismo stratigrafico si sono riconosciute tre principali unità

A=livelli superficiali che partendo da velocità prossime ai 150 m./sec. tendono ad aumentare in compattezza con la profondità, fino ad arrivare a 200-250 m./sec. All'interno di questo livello si riconoscono le zone probabili sede di instabilità con velocità inferiori a 180 m./sec.

B=livelli con velocità variabili da 300 a circa 400 m./sec., con incremento di compattezza verso il basso.

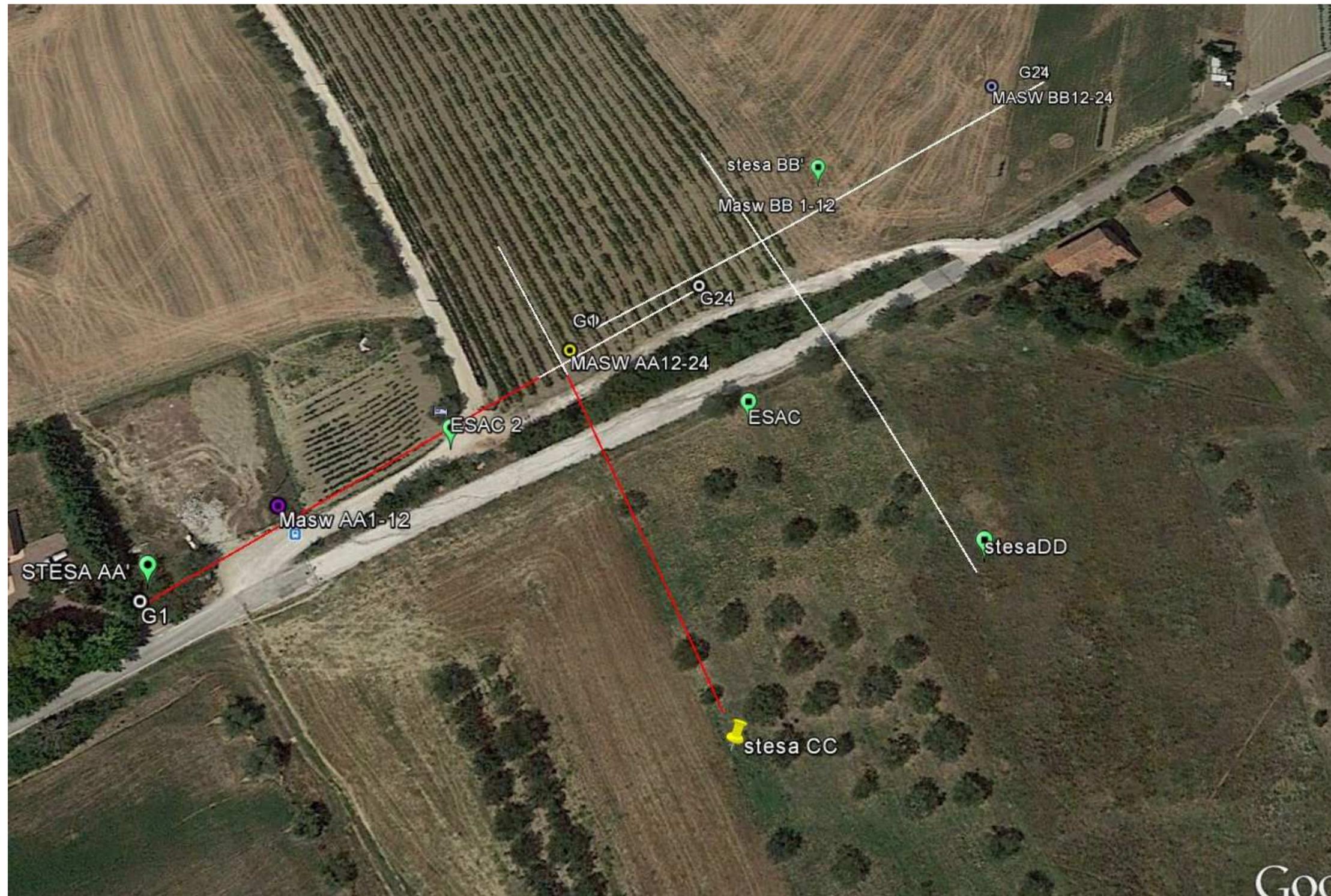
C=livello basale, con 450-550 m./sec. di velocità in SH.

Da un punto di vista delle geometrie, le principali evidenze che abbiamo riscontrato sono:

Il substrato sismico in esame, presumibilmente costituito da una serie di alternanze di materiali, genera tutta una serie di anomalie ascrivibili essenzialmente ad alternanze stratigrafiche di litotipi a diversa rigidità, lo stesso substrato inalterato può presentare a tratti anche caratteristiche di rigidità sismica moderatamente diverse con VsBEDROCK variabile da 450 - 550/600 m/s.

L'osservazione sul profilo singolo cioè non ha molto senso, se vogliamo riscontrare un'anomalia dobbiamo dare uno sguardo di insieme, quindi possiamo notare:

- Un generale aumento dello spessore del livello A andando generalmente da Sud-ovest verso nord-est. Questo è stato evidente sull'allineamento AA' -BB' e relativi MASW, sia guardando la sezione CC' e DD'.
- Un forte approfondimento della base del livello C nella parte grossomodo EST dell'area indagata. Tale livello compare solo nella parte finale delle sezioni AA' e CC', mentre risulta persistente nelle sezioni BB' e DD'. L'andamento del litotipo B e C mostra il probabile andamento della superficie degli strati, che hanno immersione verso Nord Est, mostrando quindi anche l'inclinazione degli strati stessi.
- Gli esac si comportano in maniera differente, con esac 1 (eseguita su un ramo di DD') che mostra un livello basale C intorno ai 15-17 metri, mentre nell'esac 2 il livello C lo troviamo oltre i 30 metri, evidenziando un basso gradiente di velocità sino alle profondità massime indagate (con $V_{smax} \leq 500$ m/s). Possibile quindi la presenza di una discontinuità laterale o di passaggio a materiali caratterizzati da una minor rigidità sismica o un diverso rapporto di stratificazione (es. argille marnose-sabbie debolmente cementate)?
- Nei profili verticali di velocità non vengono evidenziate significative inversioni di velocità all'interno del Lit. B e C

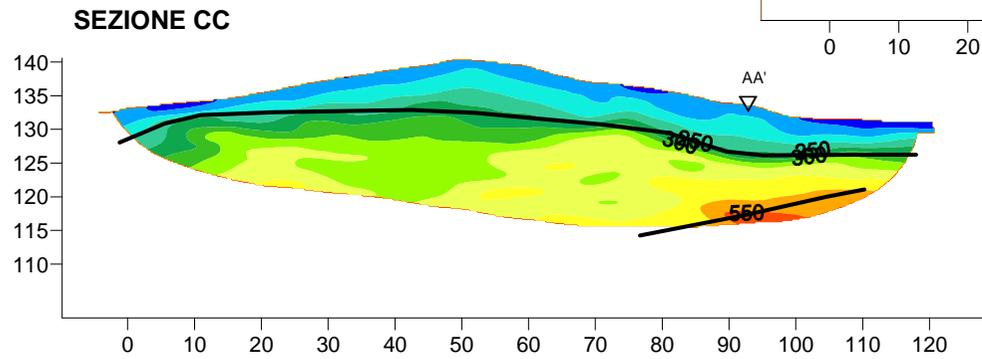
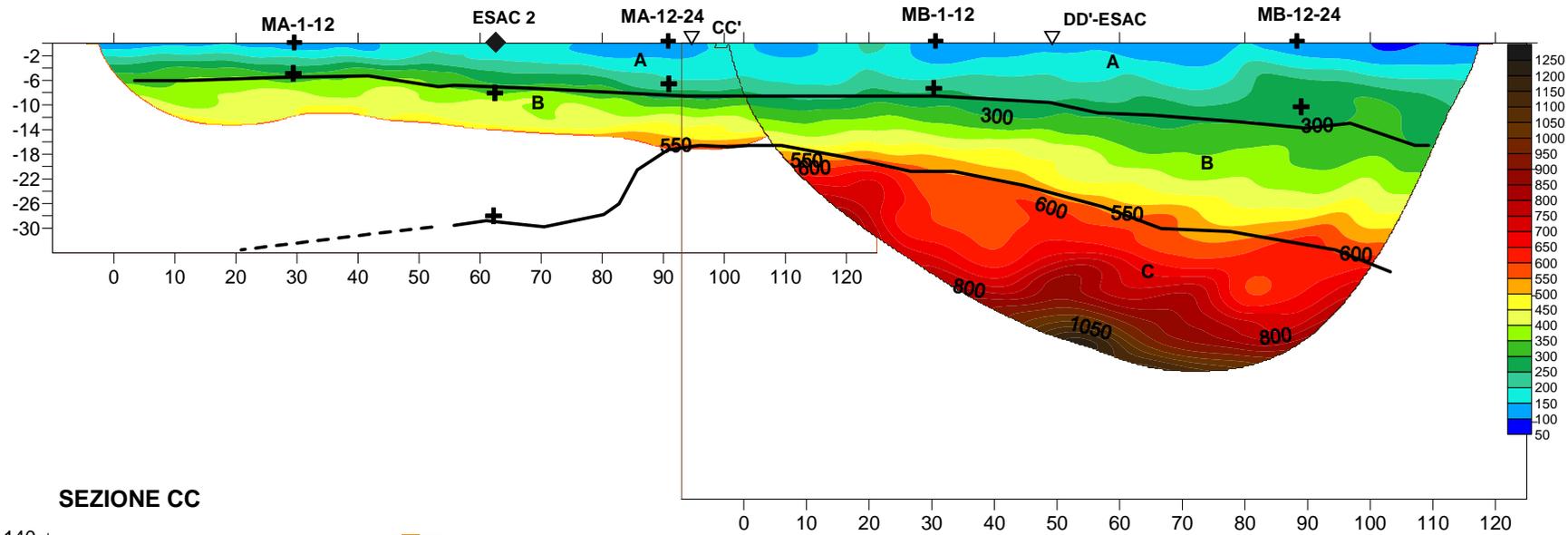


In rosso le zone caratterizzato da un POSSIBILE contatto più profondo fra i Lit. B e C O DA TERRENI DEL SUBSTRATO A MINOR RIGIDEZZA SISMICA.

AREZZO 10-10-2016

GALILEO GEOFISICA





SEZIONI IN SH

LEGENDA

- A=LIVELLI POCO COMPATTI
- B=LIVELLI MEDIAMENTE COMPATTI
- C=LITOIDE

+ PROFONDITA' RILEVATA CON ESAC/MASW



CONTATTO PROBABILE E CONTATTO IPOTIZZATO

