COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE (SP)

Progetto:

INTERVENTI DI INTEGRAZIONE DELLE SCOGLIERE DI PROTEZIONE DELL'ABITATO DI FEGINA E DEL CENTRO STORICO DI MONTEROSSO AL MARE (SP)

– progetto definitivo –

Opere finanziate con Ordinanza del CDPC n. 558 del 15 novembre 2018

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA

Progettista:

Dott. Geol. Michele Malfatti

Vico Sinope n. 19R – 16155 Genova Pegli
Cell. 333.2766761
e–mail mbgeo@tiscali.it

Committente:

COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE
Ufficio Tecnico – Servizio LL.PP.
Piazza Garibaldi n. 35
19016 – Monterosso al Mare (SP)

Timbro e firma:



codice commessa: MA2006

scale: –

revisioni: –

Tavola n° C

data: Novembre 2020

E' vietata a norma di legge la riproduzione anche parziale non autorizzata di questo documento.

Studio Associato di Geologia

COMUNE DI MONTEROSSO AL MARE

Provincia di La Spezia

RELAZIONE GEOLOGICA INERENTE IL PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO AGLI INTERVENTI DI INTEGRAZIONE DELLE SCOGLIERE DI PROTEZIONE DELL'ABITATO DI FEGINA E DEL CENTRO STORICO DI MONTEROSSO AL MARE (SP)

Richiedente: ***Comune di MONTEROSSO AL MARE***
Ufficio Tecnico – Servizio LL.PP.
Piazza Garibaldi n. 35
19016 - Monterosso al Mare (SP)

Progettista: Ing. Paolo Noce

Vico Sinope 19 R - 16155 Genova
Tel./Fax 0104075995
Cell. 3332766761
e-mail mbgeo@tiscali.it
C.F./P.IVA: 01932710997

INDICE

- *Capitolo 1 - PREMESSA 4*
- *Capitolo 2 - METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE 6*
- *Capitolo 3 - CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE 7*
- *Capitolo 4 - PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA 12*
- *Capitolo 5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE 19*
- *Capitolo 6 - PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI 26*
- *Capitolo 7 - ZONAZIONE SISMICA 28*
- *Capitolo 8 - VERIFICHE DI STABILITÀ 31*
- *Capitolo 9 - CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 32*
- *Elenco allegati 34*

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 21.01.2019 n. 7**

Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17.01.2018

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale

- **Eurocodice 8 (1998)**

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

- **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI

- **O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i. e D.G.R. 216/17**

Zonazione sismica – Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria

- **Piano di Bacino Ambito 19 – Cinque Terre**

(Approvato con D.C.P. n. 17 del 05/02/2003 – Ultima variante approvata con D.D.G. n. 2118 del 31/03/2020 in vigore dal 15/04/2020)

- **R.R. n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i.**

Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua

1.0 – PREMESSA

Il presente elaborato è stato richiesto allo scrivente dal Comune di Monterosso al Mare – Ufficio Tecnico/Settore Lavori Pubblici (Resp. Arch. Massimiliano Martina), in merito al progetto definitivo degli "Interventi di integrazione delle scogliere a protezione dell'abitato di Fegina e del Centro Storico di Monterosso al Mare (SP)", attraverso la provvista e posa in opera di massi ciclopici di idonea categoria.



Tratto di costa interessato dagli interventi in progetto.

In particolare con questo intervento si realizzerà una riparazione della scogliera sommersa presente davanti alla spiaggia di Fegina, danneggiata dalle ultime mareggiate, e si opererà una modifica della scogliera emersa posta davanti alla spiaggia del Capoluogo, creando una secca dissipatrice a bassa sommergenza, migliorando in modo sostanziale l'aspetto paesaggistico del paraggio.

Si specifica che questo secondo intervento costituisce un'opera propedeutica ad altre iniziative volte alla sistemazione complessiva della baia del Capoluogo, che aumentino la resilienza dell'arenile e delle strutture a tergo: si eseguirà a tal proposito uno studio meteomarino di dettaglio che analizzi lo stato del mare, la propagazione del moto ondoso verso riva, la dinamica delle correnti e la stabilità dell'arenile, sia analizzando lo stato attuale, per individuare le specifiche criticità, sia proponendo diverse soluzioni di progetto che prendano in considerazione un'ottimale conformazione morfologica e planimetrica della barriera dissipatrice, la creazione di un eventuale pennello a levante e un ripascimento della spiaggia.

Tali interventi sono stati finanziati dal Dipartimento della Protezione Civile a seguito dei danni occorsi sulla costa ligure per la mareggiata del 29 e 30 ottobre 2018, attraverso l'Ordinanza del Commissario Delegato della Protezione Civile n. 558 del 15 novembre 2018. Il Comune di Monterosso ha ricevuto un contributo finalizzato, appunto, al ripristino dei danni sulle scogliere poste a difesa dell'abitato, pari a 300000 euro.

Il sottoscritto è stato incaricato dall'Amministrazione Comunale con Determinazione n. 90 del 24.09.2020, della stesura della relazione geologica a corredo del progetto definitivo.

Poiché i lavori in questione prevedono la realizzazione di opere con caratteristiche ordinarie, sulla scorta del D.M. 17.01.2018 le stesse si possono inserire in **Classe d'Uso II**, come meglio specificato oltre.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, teso ad

individuare le possibili criticità ed il contesto geomorfologico nel quale l'intervento si inserisce.

2.0 – METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE

L'indagine è stata eseguita mediante un accurato rilevamento di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe ai siti sede degli interventi, mirante, in particolare, alla valutazione dell'assetto geomorfologico del complesso e delle caratteristiche geotecniche/geomeccaniche dei materiali presenti in loco.

In particolare nel sedime posto in prossimità dell'area dei lavori previsti a protezione del Centro Storico di Monterosso al Mare, intervento di maggiore rilevanza rispetto al mero ripristino della soffolta davanti alla spiaggia di Fegina, le indagini sono state approfondite mediante la realizzazione di:

- rilievo geologico e geomorfologico dell'area;
- n. 1 prova sismica HVSR, con analisi dei microtremori ambientali, mediante tromografo digitale ad altissima sensibilità;
- n. 2 stazioni geomeccaniche sugli affioramenti rocciosi.

A seguito delle conoscenze acquisite con i sopralluoghi, delle precedenti esperienze professionali maturate in aree con caratteristiche analoghe e dei dati desunti dalla bibliografia corrente, si sono così potuti acquisire tutti gli elementi necessari per fornire le risposte ai sensi della normativa vigente, come di seguito riportato.

Si specifica, in particolare, che gli accertamenti geognostici eseguiti, per quanto constatato e riportato nel seguito della relazione, sono da ritenersi, a

parere dello scrivente, esaustivi per rispondere alle necessità del progetto definitivo.

3.0 – CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE

3.1 - Inquadramento geografico

Le aree in esame si raggiungono dal casello autostradale di Carrodano sulla A12, seguendo la SP566dir in direzione di Levanto. Percorsi circa 10.5 chilometri e raggiunto suddetto comune si svolta a sinistra, seguendo le indicazioni per Monterosso per circa 5.7 chilometri. Si giunge pertanto ad un bivio: svoltando a destra e proseguendo per circa 4.3 chilometri si giunge in Località Fegina, mentre procedendo a sinistra sulla SP38 si arriva al Centro Storico di Monterosso al Mare.

A Fegina è possibile lasciare l'auto nell'omonimo parcheggio, posto in adiacenza alla spiaggia e costituente il limite ovest della barriera soffolta oggetto di ripristino.

Per accedere al Centro Storico occorre invece sistemare la vettura nel Parcheggio Loreto e procedere a piedi sino alla spiaggia antistante la scogliera di cui verrà modificata la sagoma.



Stralcio immagine satellitare con ubicazione degli interventi in progetto (fuori scala).

3.2 - Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico l'area interessata dal progetto è caratterizzata da un substrato roccioso cartografato, secondo la Carta geologica d'Italia, Foglio 95 – La Spezia, come *Scisti galestrini (gl)*.

Dal punto di vista litologico, il substrato roccioso in questione risulta, in generale, costituito da scisti argillosi di colore grigio, bruno o giallastro, da scisti arenacei e da calcare psammitico con *Nummulite planulata* e *Nummulite striata*. Tale formazione è ascrivibile all'Eocene superiore, seconda epoca geologica del periodo Paleogene.



gl

Scisti galestrini grigi, bruni, giallastri; scisti arenacei; calcare psammitico con *Numm. planulata* e *N. striata* (Vezzano).

Stralcio Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (fuori scala).

Grazie all'attenta osservazione in panorama è stato possibile comunque notare un andamento non univoco della stratificazione, con la sovrapposizione di strutture tettoniche duttili (pieghe) e strutture tettoniche fragili (faglie) a scala relativamente piccola.

3.3 - Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico l'area in esame si colloca alla base di un tratto di versante esposto prevalentemente a S e delimitato da due dorsali principali, una a direzione NE-SO e l'altra a direzione NNO-SSE, che originano dal Monte Crocettola (609 m circa s.l.m.). Il pendio è poi caratterizzato da alcune dorsali secondarie circa ortogonali alla linea di costa, che determinano il reticolo idrografico meglio descritto nel successivo *Paragrafo 3.5*.

Il comparto costiero, rimodellato dal moto ondoso marino, è

rappresentato da una baia delimitata ad E e a O da promontori rocciosi nella quale le spiagge di Fegina e del Centro Storico sono, a loro volta, ancora separate da una falesia.

Per quanto riguarda, infine, il fondale marino nel tratto che ospiterà gli interventi in progetto, le indagini di cui al *Capitolo 2.0* hanno consentito di evidenziare la presenza esclusiva di depositi marini prevalentemente sabbiosi a copertura del substrato roccioso.

3.4 - Inquadramento idrogeologico

Per quanto indicato nei paragrafi precedenti risulta evidente un assetto piuttosto semplificato e limitato per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici relativi al tratto costiero interessato dai lavori in progetto.

I terreni interessati dalle indagini danno risposte diverse alla circolazione idrica dovuta a precipitazioni:

- il materiale sciolto di copertura (depositi marini sabbiosi) del substrato roccioso, presente nell'intera area di intervento, è dotato di una permeabilità per porosità (permeabilità primaria) da media ad elevata;
- l'ammasso roccioso costituente la falesia che delimita le aree in studio è caratterizzato da una permeabilità da bassa a media lungo i sistemi di fratturazione e/o fessurazione (permeabilità secondaria), in particolare nella sua porzione più superficiale.

3.5 - Inquadramento idrologico

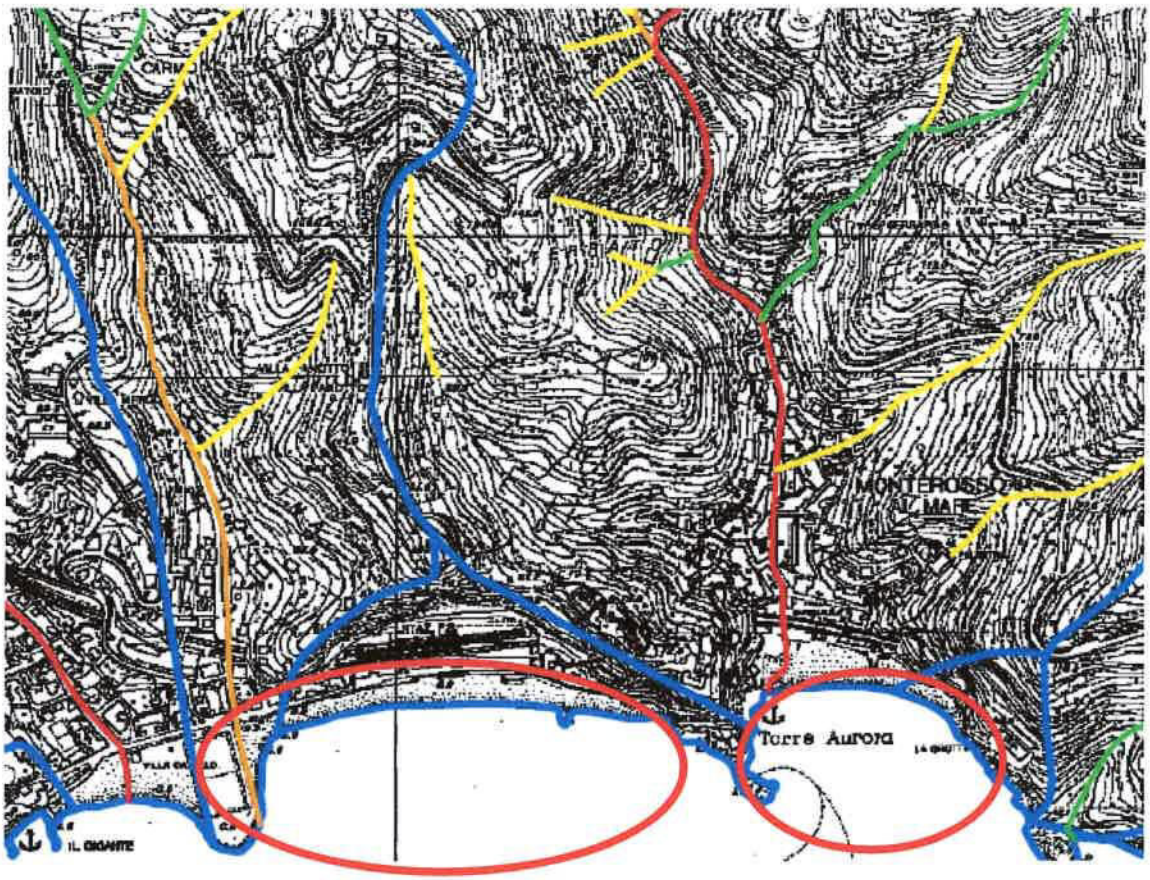
Il reticolo idrografico che caratterizza il tratto di fascia costiera del comune di Monterosso al Mare, è rappresentato da brevi corsi d'acqua, con

andamento a prevalente direttrice N-S, che raggiungono all'incirca ortogonalmente la linea di costa.

Le acque di precipitazione che ricadono direttamente sul settore costiero in studio tendono ad incanalarsi secondo lo schema di regimazione idrica già realizzato a servizio del costruito esistente a monte, andando a raggiungere, in parte, il reticolo idrografico e, in parte, direttamente il mare, oppure ad infiltrarsi naturalmente nel terreno.

Secondo la Carta idrologica allegata al Piano di Bacino Ambito 19 – Cinque Terre:

- l'area immediatamente retrostante la spiaggia di Fegina è caratterizzata dalla presenza di un bacino scolante estremamente limitato, privo di uno schema di deflusso naturale delle acque;
- il bacino idrografico alle spalle del Centro Storico di Monterosso al Mare è caratterizzato dal Canale Pastanelli, avente andamento N-S, quale principale elemento drenante, classificato di ordine 5 in base alla gerarchizzazione del reticolo idrografico proposta da A.N. Strahler e in cui affluiscono numerosi impluvi prevalentemente di ordine 1 e 2, con direzione ENE-OSO e ONO-ESE.



	LEGENDA
	Limite di bacino idrografico
	Asta fluviale di ordine 1
	Asta fluviale di ordine 2
	Asta fluviale di ordine 3
	Asta fluviale di ordine 4
Classificazione dell'ordine delle aste fluviali secondo la metodologia di A. N. Strahler	

Stralcio Carta del reticolo idrografico Piano di bacino Ambito 19 – Cinque Terre (fuori scala).

4.0 – PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA

Rimandando per maggiori approfondimenti agli elaborati scritti e grafici del Progettista incaricato, i lavori in esame prevedono, come sopra anticipato, interventi di riparazione e manutenzione della scogliera soffolta posta davanti alla spiaggia di Fegina, tra il terrapieno del parcheggio e il grande scoglio alla base della Rocca dei Cappuccini, e di quella emersa posta davanti al Centro Storico. Su quest'ultima di opererà una modifica morfologica ottenuta

abbassando la cresta della scogliera e portandola sotto il livello del mare in modo da creare una struttura dissipatrice a bassa sommergenza (-1.00 metro) che consente di migliorare paesaggisticamente il sito e al tempo stesso di proteggere in modo efficace la spiaggia; questo intervento sarà propedeutico ad un opera di riqualificazione della baia che dovrà essere analizzata con studi meteomarini di dettaglio.

La soffolta davanti alla spiaggia di Fegina si sviluppa per circa 320 metri su una batimetrica di circa -7.00 metri. E' formata da massi naturali disposti su una sezione trapezia che nella sua sagoma originale si innalzava almeno sino a quota -3.00/-3.50 m s.l.m..

Oggi tale opera presenta diversi punti in cui sono evidenti varchi e brecce di notevole ampiezza e altri in cui non vi è più alcuna traccia dell'opera marittima.



Vista dell'area di intervento con le scogliere davanti alla spiaggia di Fegina.

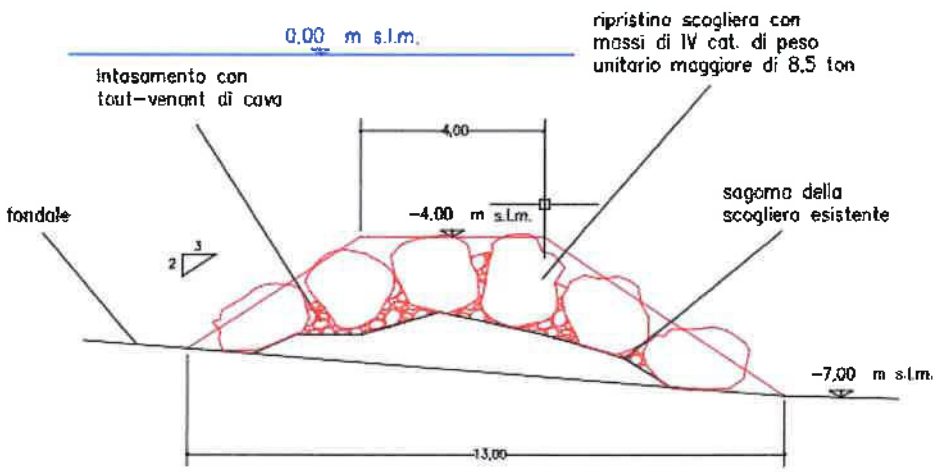
L'intervento in oggetto si pone lo scopo di rimediare, almeno in parte, a

tali carenze. Si realizzeranno quindi ripristini di scogliera, soprattutto nei tratti dove l'andamento altimetrico del profilo presenta maggiori cedimenti.

L'obiettivo è quello di realizzare una sagoma della scogliera che raggiunga la quota di sommità di -4.00 m s.l.m. con paramenti inclinati lato mare e lato terra con pendenza 2 su 3.

La scogliera verrà realizzata impiegando massi di IV categoria di peso medio pari a circa 8-9 tonnellate, che verranno trasportati via mare con un pontone e posizionati in loco, uno per uno, con apposito macchinario presente sul pontone (gru con braccio e benna a polipo).

Per assicurare una migliore aggregazione degli elementi lapidei e una maggiore densità all'opera soffolta si prevede di intasare i vuoti tra i massi ciclopici con tout-venant di cava, di pezzatura compresa indicativamente tra i 50 e 150 mm, in misura di circa il 5% del volume dei massi. Ciò permetterà di ottenere una migliore compattezza dell'opera, una maggiore stabilità e un effetto dissipativo più efficace nei confronti dell'onda incidente.



Sezione tipo dell'intervento di ripristino della scogliera sommersa di Fegina.

Complessivamente si prevede di posare circa 2500 tonnellate di nuovi massi di IV categoria, circa 950 tonnellate di massi di III categoria e circa 100 m^3 di tout-venant.

Per quanto riguarda la scogliera emersa davanti alla spiaggia del Centro Storico (spiaggia di Tragagià) si intende migliorare la funzionalità e ridurre l'impatto paesaggistico dell'opera di difesa con un intervento più radicale, che implica la modifica della sagoma: in occasione delle mareggiate di maggiore intensità le onde più alte si abbattono sulla scogliera e, sia per la presenza di larghi varchi aperti sia per la limitata quota di sommità (mediamente poco più di un metro), la scavalcano, procedendo verso riva con una minima dissipazione energetica.



Vista dell'area di intervento con la scogliera davanti alla spiaggia del Centro Storico.

Le onde provenienti dalla direzione di 220°, ovvero quelle pressoché ortogonali all'opera di difesa, arrivano in prossimità del manufatto con un'altezza massima pari a circa:

- 2.90 metri, per il tempo di ritorno di 1 anno;
- 3.50 metri per le onde decennali;
- 3.90 metri per le onde cinquantennali;

in ogni caso con altezze ben superiori a quella della sommità della scogliera. L'opera emersa compie comunque un'azione di frangimento e dissipazione, ma non abbastanza efficace per ridurre l'energia dell'onda trasmessa.

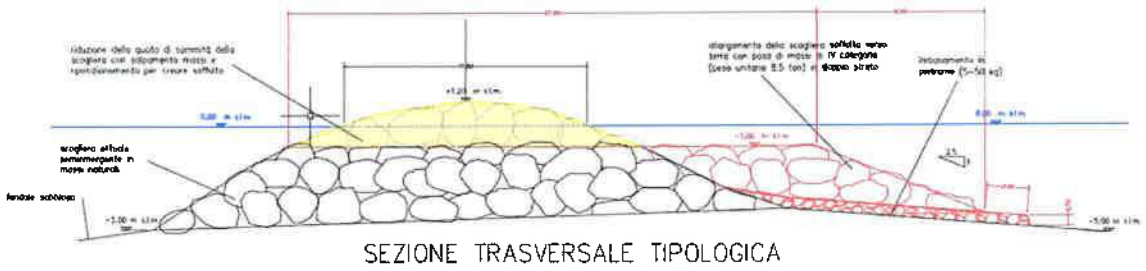
Nelle analisi compiute negli studi allegati al PTAMC 17 si evidenzia come la profondità della spiaggia sia appena sufficiente a dissipare le onde con cadenza annuale, mentre è del tutto inadeguata per gli eventi meteomarini cinquantennali, generando una fascia di pericolosità costiera che si estende anche alle are urbanizzate retrostanti.

Il progetto prevede di abbassare la quota della scogliera semiemersa portandola a -1.00 metro e allargare il piano superiore, sino a 25 metri, in modo da costringere le onde, anche quelle di maggiore altezza, a frangersi e a perdere gran parte della propria energia, sfruttando sia l'effetto del basso fondale della secca sia quello della sua estensione trasversale.

Per ottenere questo risultato si sfrutteranno una parte dei massi della parte superiore della scogliera, salpandoli con un pontone e li si sposterà sul lato verso terra. Prima di compiere tale operazione si dovrà creare un imbasamento di pietrame (spessore 50 cm pezzatura 5-50 kg), che svolga funzioni di appoggio dei massi ciclopici; i nuovi massi avranno pezzatura

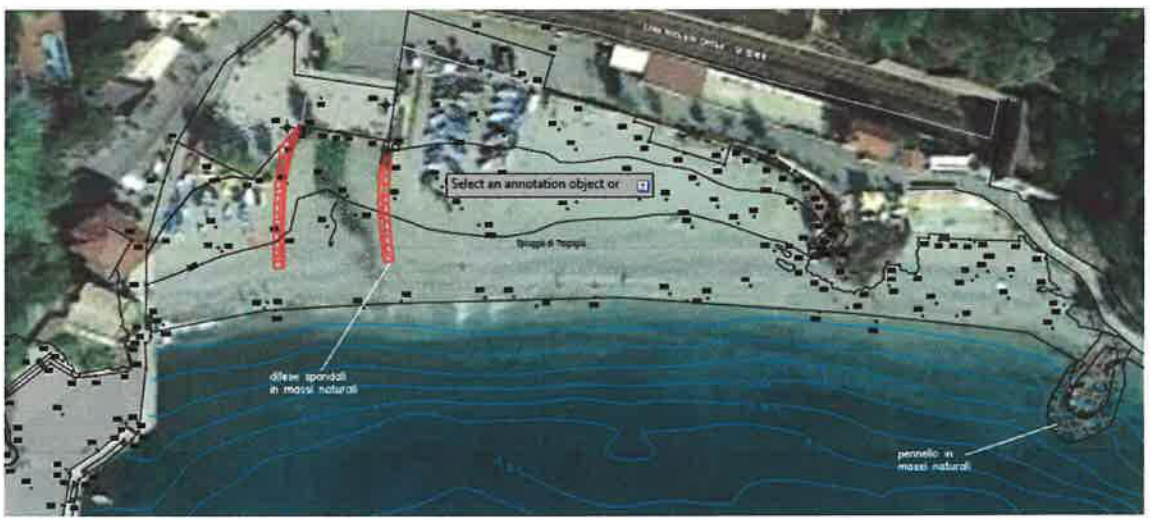
analoga a quelli impiegati a Fegina, quindi di IV categoria con peso unitario pari a 8-9 tonnellate. Si fornirà un quantitativo aggiuntivo complessivamente pari a circa 1650 tonnellate.

Di seguito è riportata una sezione tipo della scogliera del Centro Storico con la sovrapposizione dell'intervento in progetto.



Sezione trasversale della scogliera emersa davanti al Centro Storico.

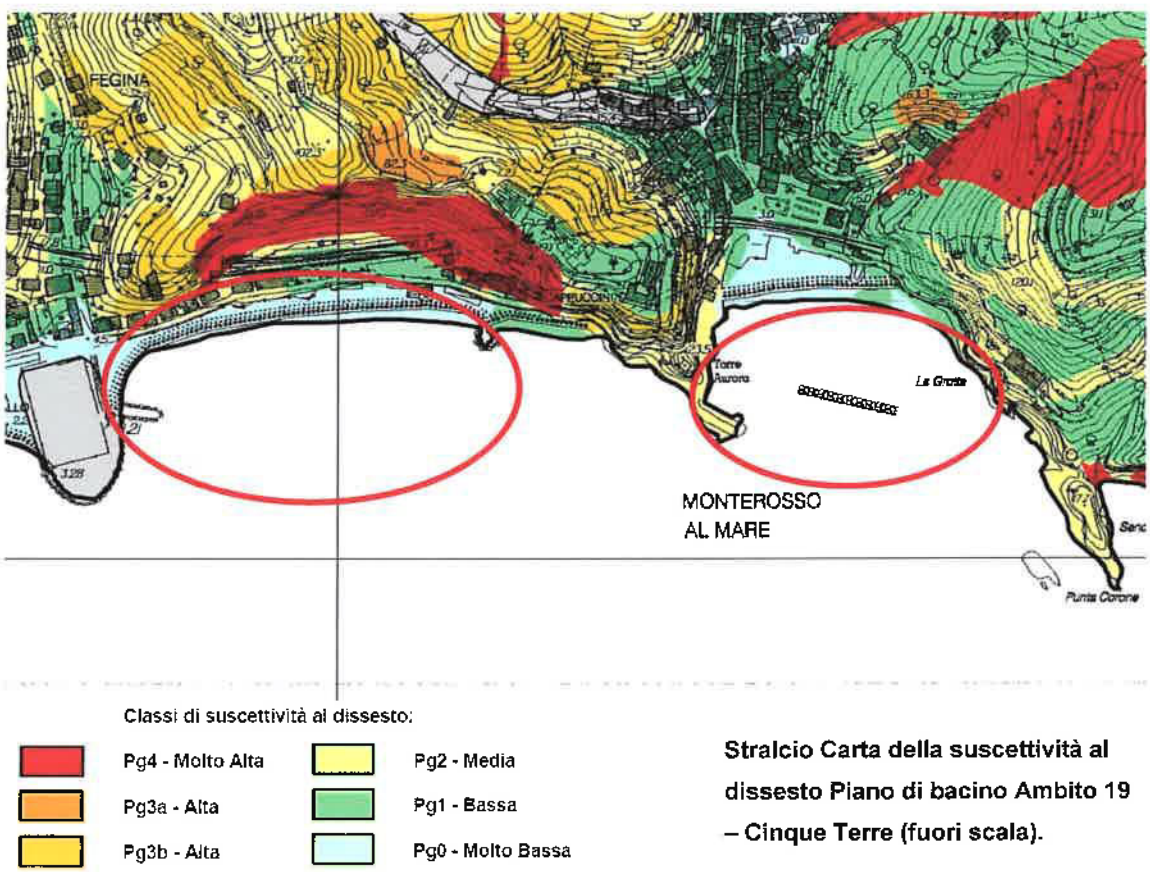
Per ciò che concerne, infine, il Canale Pastanelli, che sfocia sulla spiaggia del Centro storico, a valle della lunga tombinatura sottostante la parte urbanizzata, la sua parte terminale è priva di opere di confinamento laterale. Ciò crea disagi e oneri a carico della Amministrazione, che deve periodicamente sorvegliare la foce del torrente al fine di evitare la formazione di barre che possano costituire ostacolo al deflusso delle acque.



Difesa spondale della foce del Canale Pastanelli.

Si propone quindi di porre in opera un doppio filare di massi ciclopici (IV categoria) per una lunghezza di circa 20 metri su entrambe le sponde. I massi verranno posati lungo due linee in continuità con i muri d'argine della tombinatura di monte e si interromperanno a circa 8 metri dalla linea di riva. La sommità della scogliera sarà pari al profilo della spiaggia emersa e quindi variabile tra +2.00 e +0.50 metri.

.Per la definizione della pericolosità e della fattibilità dell'opera si è fatto riferimento alla cartografia allegata al Piano di Bacino Ambito 19 – Cinque Terre, che inserisce l'area immediatamente prospiciente i luoghi d'intervento in zone con una suscettività al dissesto considerata da *molto bassa (Pg0)* a *media (Pg2)*.



Stralcio Carta della suscettività al dissesto Piano di bacino Ambito 19 – Cinque Terre (fuori scala).

Lo stato dei luoghi rilevato attraverso i sopralluoghi compiuti in sito, come descritto soprattutto nei *Paragrafi 3.2* e *3.3*, e le indagini eseguite, come descritto soprattutto nei *Paragrafi 5.1*, *5.2* e *5.3*, confermano quanto riportato negli elaborati cartografici.

Da tutto quanto sopra riportato si evince, pertanto, che non sussistono problemi né riguardo la pericolosità geologica, né riguardo la pericolosità idraulica, tali da precludere, ai sensi delle normative vigenti, la realizzazione delle opere in progetto, volte semmai a migliorare la stabilità del comparto.

5.0 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

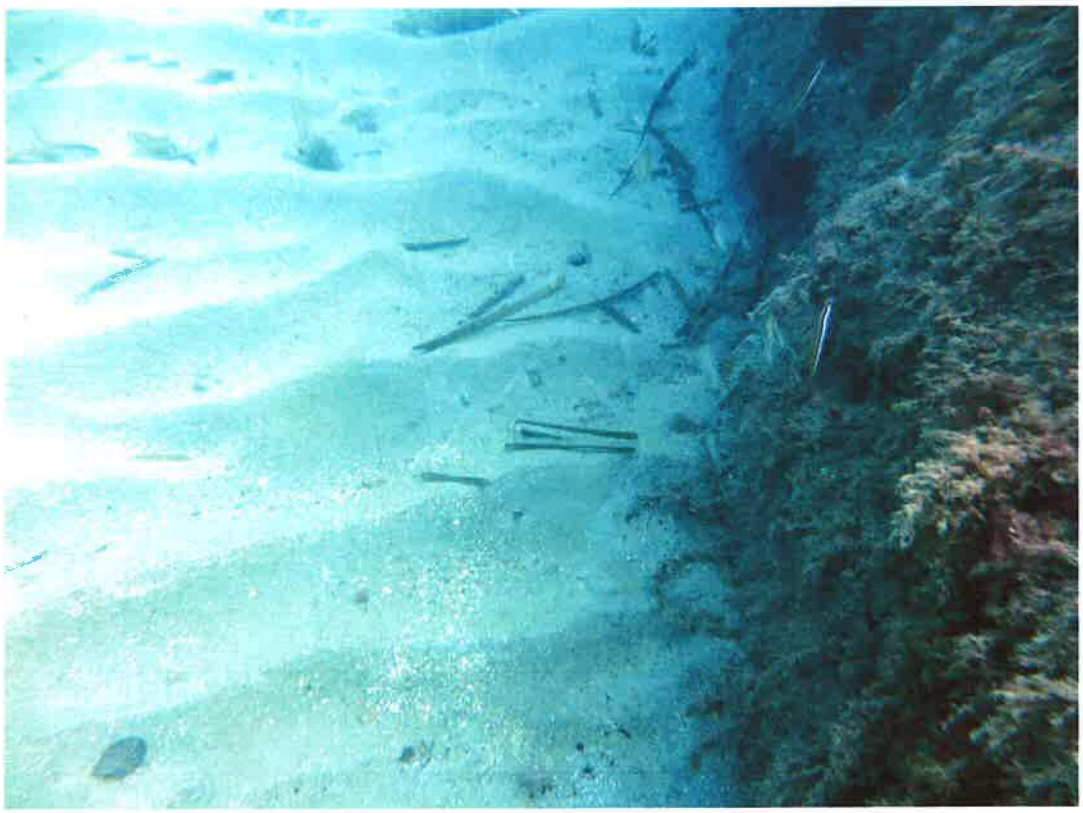
5.1 - Rilievo geologico

Per caratterizzare i terreni interessati dagli interventi in progetto sono stati sviluppati un dettagliato rilievo geologico e una approfondita analisi bibliografica e cartografica. Tali indagini hanno consentito di verificare la natura del substrato roccioso, rappresentato dagli *Scisti galestrini*, che nella zona in esame risultano visibili, in particolare, in corrispondenza dei promontori che delimitano le spiagge del Centro Storico e di Fegina.

L'analisi del fondale, effettuato dalla Dott.ssa Valentina Brodasca nell'ambito delle sue indagini inerenti gli aspetti di rilevanza archeologica, ha consentito di determinare la presenza di importanti depositi sabbiosi nell'intera zona interessata dagli interventi in progetto, con particolare riferimento all'area immediatamente interna alla scogliera di fronte al Centro Storico, dove verrà realizzato l'intervento tecnicamente più rilevante (cfr. *Capitolo 4.0*).



Fondale sabbioso a monte della scogliera di fronte al Centro Storico.



Fondale sabbioso a monte della scogliera di fronte al Centro Storico.

5.2 - Prova sismica HVSR

Per avere informazioni in merito alla stratigrafia dei terreni oggetto di indagine si è proceduto all'esecuzione di n. 1 prova sismica HVSR (tromino), con analisi dei microtremori ambientali mediante un tromografo digitale ad altissima sensibilità. Tale prova, denominata T1, è stata posizionata nella porzione centrale della spiaggia antistante il Centro Storico (cfr. Planimetria scogliera Centro Storico in scala 1:1000 - *allegato 1b*).

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazione le variazioni del rapporto (alle varie frequenze) tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo, fornendo così un'indicazione in merito al di sotto del punto di misura. Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha una variazione di litologia, anche se più correttamente si tratta di una variazione delle proprietà meccaniche dei mezzi attraversati, di solito associata ad un cambio litologico; nella maggior parte dei casi le due cose coincidono ma potrebbe anche trattarsi di un puro addensamento del materiale, che è tanto più marcato quanto più grande è il picco in questione.

Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione), operazione questa usualmente eseguita o tramite punti di taratura noti nelle vicinanze del sito di indagine o tramite algoritmi di calcolo sviluppati utilizzando le Vs medie conosciute per i singoli livelli individuati.

L'indagine eseguita individua un netto settore di passaggio in corrispondenza del picco identificato a circa 6 hz, che identifica il bedrock, oltre

ad altri due a 50 e 25 hz, che indicano il passaggio dai depositi superficiali a quelli più compatti ed al substrato alterato. La stratigrafia tipo è pertanto correlata ad un modello a quattro orizzonti (cfr. Elaborati prova sismica HVSR - *allegato 2*).

Per quanto riguarda le velocità delle onde s è stato desunto il seguente modello sismo stratigrafico:

Terreno	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
Depositi di spiaggia	1.40	1.40	295
Depositi marini compatti	6.20	4.80	553
Substrato roccioso alterato	30.20	24.00	676
Bedrock	inf.	inf.	1502

La Vs,eq è pari a 617 m/s.



Prova sismica HVSR (tromino) T1.

5.3 - Rilievi geomeccanici

In corrispondenza del substrato roccioso affiorante nei due promontori che delimitano la spiaggia di fronte al Centro Storico si è proceduto all'esecuzione di n. 2 dettagliati rilievi geologico-strutturali, denominati SG1 ed SG2 (cfr. Planimetria scogliera Centro Storico in scala 1:1000 - *allegato 1b*), con misurazione delle principali discontinuità del litotipo.

Stazione geomeccanica SG1

La roccia si presenta interessata da una scistosità e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster analysis SG1 - *allegato 3a*), le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

- **Sc: dir. imm. 40° incl. 48°**
- **J1: dir. imm. 78° incl. 72°**
- **J2: dir. imm. 40° incl. 70°**
- **J3: dir. imm. 300° incl. 76°**



Stazione geomeccanica SG1.

Stazione geomeccanica SG2

La roccia si presenta interessata da una scistosità e da tre sistemi di fratture principali. Le immersioni e le inclinazioni delle superfici di discontinuità misurate sono state riportate su stereogrammi polari; dalla loro analisi, mediando i valori, si evidenzia l'esistenza di 4 sets di discontinuità (cfr. Cluster analysis SG2 - *allegato 3b*) le cui caratteristiche sono di seguito sommariamente descritte:

- **Sc: dir. imm. 40° incl. 30°**
- **J1: dir. imm. 175° incl. 70°**
- **J2: dir. imm. 15° incl. 80°**
- **J3: dir. imm. 265° incl. 72°**



Stazione geomeccanica SG2.

Per le condizioni delle discontinuità, oltre la valutazione della morfologia, dell'apertura, della persistenza, della terminazione, della spaziatura media, dell'eventuale materiale di riempimento, delle condizioni idrauliche, sono stati determinati i profili di scabrezza con il pettine di Barton ed il confronto tra le forme assunte dal profilometro e la tabella conduce al seguente valore medio (cfr. Classificazione dei profili di scabrezza - *allegato 4*):

- **JRC = 8 - 10**

I giunti della roccia poco alterati, previa pulizia con apposita pietra smeriglio, sono stati testati con il martello di Schmidt (sclerometro di tipo "L" – energia di percussione = 0.75 N*m) per valutare sul materiale indisturbato un valore medio della resistenza a compressione uniassiale.

Le serie di letture effettuate, corrette secondo la verticale gravitazionale, portano ad un valore medio del rimbalzo:

- **R_L = 20**

5.4 - Analisi stratigrafica delle risultanze delle indagini geognostiche

Elaborando i risultati ottenuti tramite le suddette indagini geognostiche e le osservazioni di campagna, si può verosimilmente ritenere che il sedime su cui verrà realizzato l'intervento previsto sia costituito da:

- depositi marini (prevalentemente sabbiosi): da piano campagna (p.c. – coincidente con il fondale marino) fino ad una profondità pari a circa 6.00-7.00 m;
- substrato roccioso alterato: al di sotto di una profondità pari a circa 6.00-7.00 m da p.c..

Quanto sopra descritto ha consentito la definizione grafica della stratigrafia dell'area in esame con l'elaborazione della Sezione geologica interpretativa 3-3 in scala 1: 500 (*allegato 5*).

6.0 – PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI

6.1 - Depositi marini (prevalentemente sabbiosi)

Le analisi di laboratorio eseguite su materiali analoghi a quelli in oggetto, l'indagine sismica effettuata e i dati bibliografici a disposizione hanno permesso di ricavare i seguenti parametri indice:

- **Peso di volume** **(γ): 19-20 kN/m^3**
- **Angolo di attrito** **(φ): 27-28°**

- **Coesione (c): 0 kPa**

6.2 - Ammasso roccioso

Dall'esame strutturale dell'ammasso roccioso, costituito da *Scisti galestrini*, si è potuto risalire, con sufficiente precisione per il problema allo studio, alle caratteristiche geomeccaniche del litotipo che interagirà con le opere in progetto.

In ragione di prove eseguite attraverso la pesata idrostatica su campioni di roccia analoga a quella in oggetto, si ritiene che il peso di volume dell'ammasso roccioso sia:

- $\gamma = 25$ **kN/m^3.**

A seguito delle prove in situ eseguite con lo sclerometro di tipo "L" e dal valore assunto per il peso di volume della roccia risulta, come da abaco (*allegato 6*), il seguente valore di resistenza a compressione:

- $q_c = 30$ **MPa.**

In ragione del rilevamento, delle misure e delle prove eseguite si è proceduto all'elaborazione dei dati per determinare le qualità geomeccaniche dell'ammasso roccioso secondo la classificazione di Bieniawski dalla quale sommariamente risulta:

- **Valore dell'RMR di base (BRMR): 49**
- **Valore dell'RMR corretto (RMR): 44**
- **Coesione secondo Bieniawski (kPa): 242**
- **Angolo di attrito secondo Bieniawski: 29-30°**
- **Classe di Bieniawski: III**

Riguardo il valore della coesione, il sottoscritto ritiene comunque precauzionale ridurre il parametro elaborato con la sopra citata classificazione ed attribuire, di conseguenza, alla forza coesiva tra i giunti la seguente valutazione:

- **Coesione ammasso roccioso (kPa): 70**

7.0 – ZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Monterosso al Mare risulta inserito in classe sismica 3 (D.G.R. 216/17).

In base alle osservazioni in sito e alle risultanze della prova sismica HVSR, che hanno permesso di definire una Vs,eq pari a 617.47 m/s, si ritiene che il terreno in esame sia classificabile, nel suo complesso, di tipo B (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, 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*) e in categoria topografica T1 (N.T.C. – D.M. 17/01/2018).

7.1 - Parametri sismici

Rimandando, per diretta competenza, alle valutazioni del Progettista incaricato, si forniscono di seguito, a titolo meramente indicativo, i seguenti parametri sismici:

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame:

latitudine: 44,145807

longitudine:	9,657278
Classe:	2
Vita nominale:	50

Siti di riferimento:

Sito 1 ID: 18259 Lat: 44,1205 Lon: 9,5901 Distanza: 6055,249

Sito 2 ID: 18260 Lat: 44,1228 Lon: 9,6596 Distanza: 2570,730

Sito 3 ID: 18038 Lat: 44,1727 Lon: 9,6565 Distanza: 2991,003

Sito 4 ID: 18037 Lat: 44,1704 Lon: 9,5869 Distanza: 6249,921

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr:	30 [anni]
ag:	0,036 g
Fo:	2,537
Tc*:	0,211 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr:	50 [anni]
ag:	0,044 g

Fo: 2,539

Tc*: 0,239 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,106 g

Fo: 2,437

Tc*: 0,292 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,139 g

Fo: 2,389

Tc*: 0,298 [s]

Coefficienti Sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200
Cc: 1,500	Cc: 1,460	Cc: 1,410	Cc: 1,400
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,009	Kh: 0,011	Kh: 0,031	Kh: 0,040
Kv: 0,004	Kv: 0,005	Kv: 0,015	Kv: 0,020
Amax: 0,419	Amax: 0,515	Amax: 1,246	Amax: 1,636
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240	Beta: 0,240

8.0 – VERIFICHE DI STABILITÀ

La descrizione della situazione geomorfologica dei tratti di fondale oggetto di intervento, sviluppata nei paragrafi precedenti, è sicuramente rassicurante.

Il sedime in cui si interverrà risulta pressoché pianeggiante e non si renderanno necessari sterri degni di nota. Tale attività si limiterà allo spostamento di alcuni massi, al fine di mettere in atto gli interventi manutentivi previsti dal progetto.

In base a quanto sopra, si è ritenuta superflua la stesura di verifiche di stabilità a scavi aperti, ma si raccomanda, in ogni caso, di operare nel rispetto delle seguenti indicazioni:

- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici dei materiali riportati nella presente relazione e la loro successione stratigrafica;
- prevedere, dove si andrà ad estendere verso la spiaggia la scogliera di fronte al Centro Storico e in considerazione del fondale sabbioso, la creazione di un imbasamento di pietrame (spessore 50 cm pezzatura 5-50 kg), che svolga funzioni di appoggio dei massi ciclopici.

Se le indicazioni sopra elencate verranno rispettate e se i lavori saranno realizzati a regola d'arte, si ritiene che si avranno modifiche positive in merito alla stabilità del comparto a seguito dall'esecuzione dei lavori in epigrafe.

9.0 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Rimandando per una esaustiva trattazione agli elaborati scritti e grafici del Tecnico incaricato, il progetto in studio, come meglio specificato nel *Capitolo 4.0*, è finalizzato alla realizzazione di interventi di riparazione e manutenzione della scogliera soffolta posta davanti alla spiaggia di Fegina, tra il terrapieno del parcheggio e il grande scoglio alla base della Rocca dei Cappuccini, e di quella emersa posta davanti al Centro Storico.

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità dell'opera si è fatto riferimento alla cartografia allegata al Piano di Bacino Ambito 19 – Cinque Terre, che inserisce l'area immediatamente prospiciente i luoghi d'intervento in zone con una suscettività al dissesto considerata da *molto bassa (Pg0)* a *media (Pg2)*.

Lo stato dei luoghi rilevato attraverso i sopralluoghi compiuti in sito, come descritto soprattutto nei *Paragrafi 3.2* e *3.3*, e le indagini eseguite, come descritto soprattutto nei *Paragrafi 5.1*, *5.2* e *5.3*, confermano quanto riportato negli elaborati cartografici.

Da tutto quanto sopra riportato si evince che non sussistono problemi né riguardo la pericolosità geologica, né riguardo la pericolosità idraulica, tali da precludere, ai sensi delle normative vigenti, la realizzazione delle opere in progetto, volte semmai a migliorare la stabilità del comparto.

In ragione di quanto sopra riportato, tenuto conto delle osservazioni eseguite in sito relativamente allo stato dei luoghi, nonché dei materiali

rilevati e parametrizzati attraverso le indagini eseguite nell'area d'intervento, si ritiene che le operazioni potranno essere effettuate con i seguenti accorgimenti:

- **tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici dei materiali riportati nella presente relazione e la loro successione stratigrafica;**
- **prevedere, dove si andrà ad estendere verso la spiaggia la scogliera di fronte al Centro Storico e in considerazione del fondale sabbioso, la creazione di un imbasamento di pietrame (spessore 50 cm pezzatura 5-50 kg), che svolga funzioni di appoggio dei massi ciclopici.**

Se le indicazioni nel presente elaborato verranno rispettate e se i lavori saranno realizzati a regola d'arte, si ritiene che si avranno modifiche positive in merito alla stabilità del comparto a seguito dall'esecuzione dei lavori in epigrafe e, di conseguenza, si esprime parere favorevole, per la parte di competenza, alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

Genova, 04 novembre 2020

Dott. Geol. Michele Malfatti

ELENCO ALLEGATI

- ***allegato 1 - Planimetrie (scala 1:1000)***
- ***allegato 2 - Elaborati prova sismica HVSR***
- ***allegato 3 - Cluster analysis***
- ***allegato 4 - Classificazione dei profili di scabrezza***
- ***allegato 5 - Sezione geologica interpretativa 3-3 (scala 1:500)***
- ***allegato 6 - Abaco RL-qc***



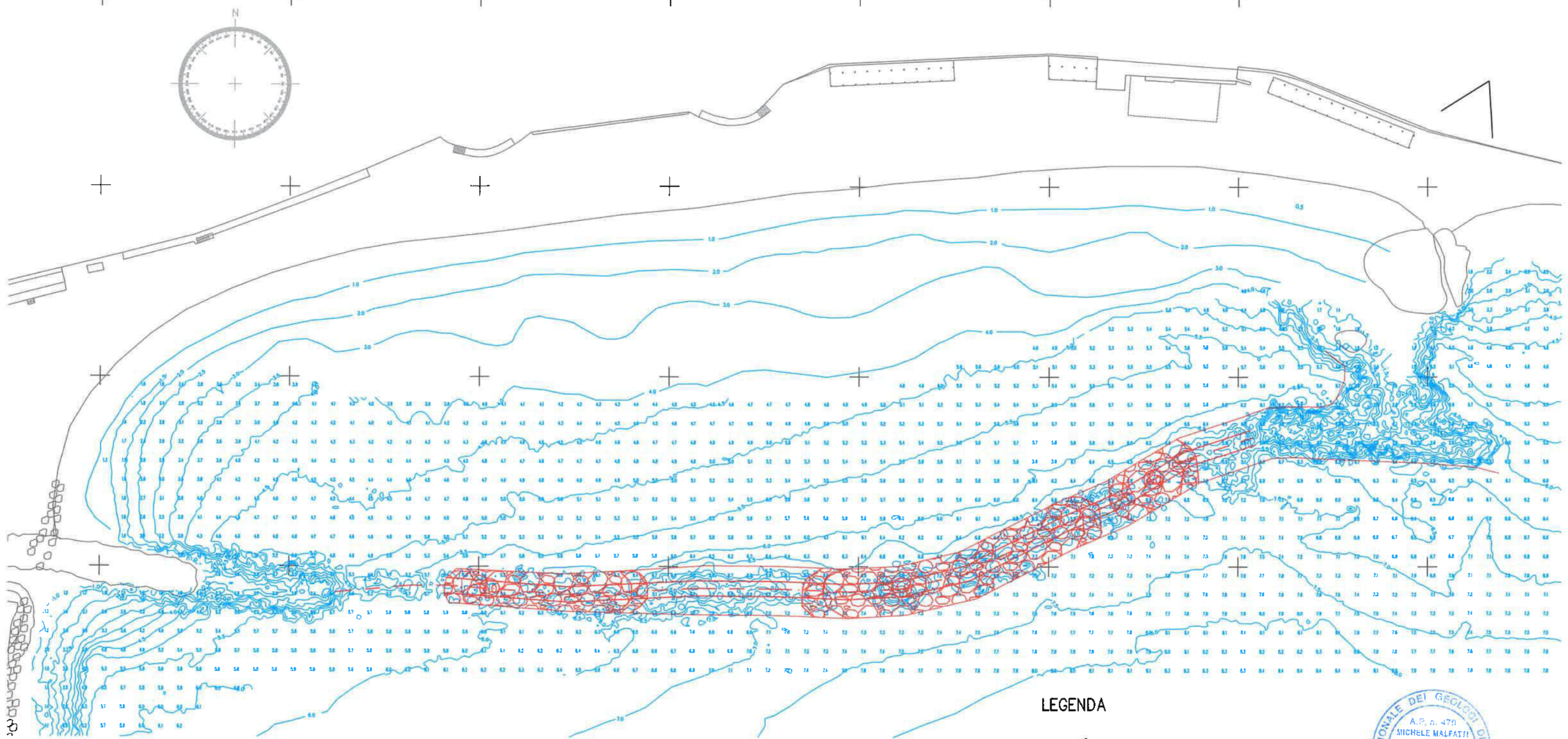
MBGeo
Studio Associato di Geologia

allegato 1

Planimetrie (scala 1:1000)

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO
data iscr. 04-03-2003

PLANIMETRIA SCOGLIERA FEGINA
scala 1:1000



LEGENDA

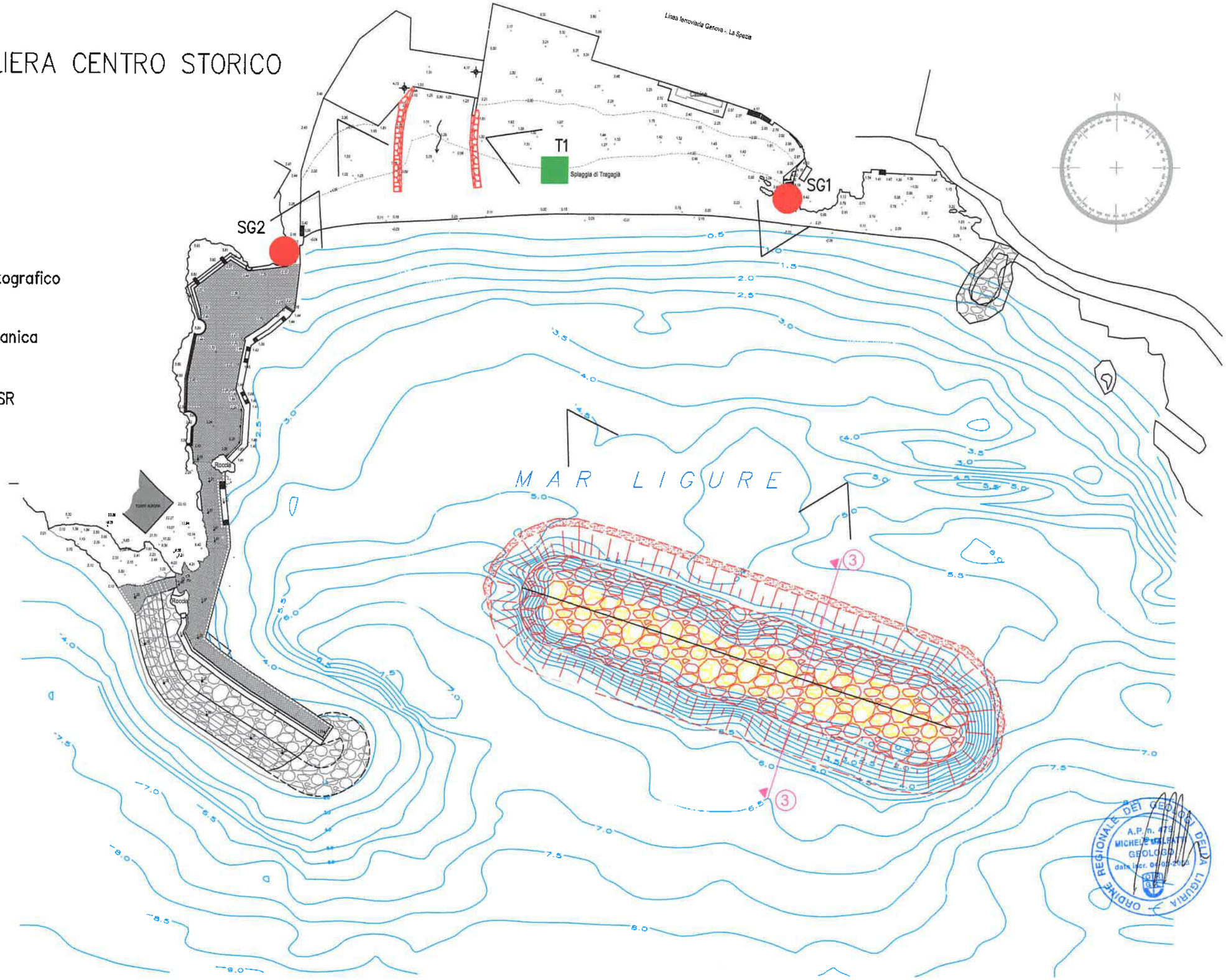
punto di vista fotografico

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO
data iscr. 31-03-2003

PLANIMETRIA SCOGLIERA CENTRO STORICO
scala 1:1000

LEGENDA

- punto di vista fotografico
- SG2 — stazione geomeccanica
- T1 — prova sismica HVSR
- ③ — traccia di sezione



ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P.n. 175
MICHELE MELLATI
GEOLOGO
data iscr. 06/08/2002

MBGeo
Studio Associato di Geologia

allegato 2

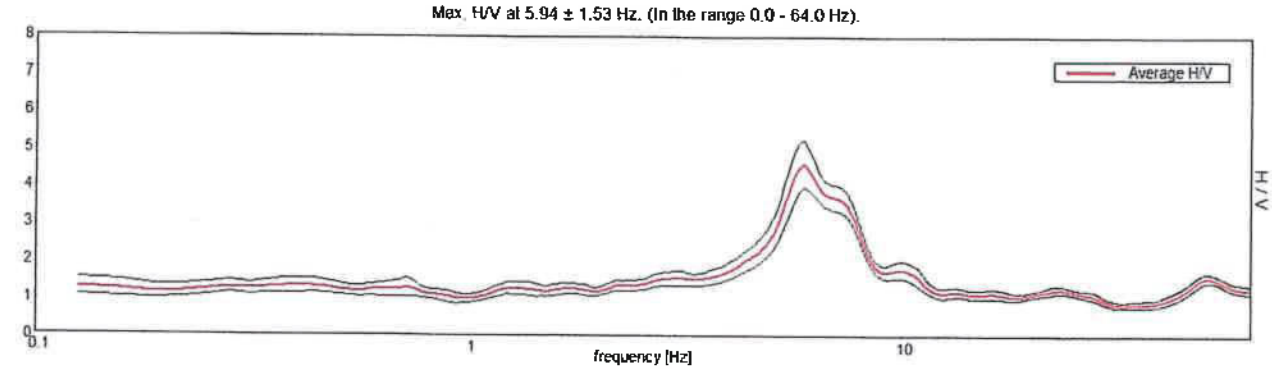
Elaborati prova sismica HVSR



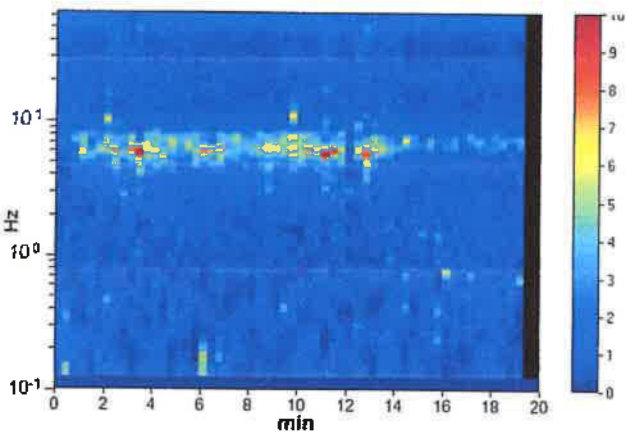
MONTEROSSO, SPIAGGIA TROMINO T1
Strumento: TRZ-0152/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 13/10/20 10:20:24 Fine registrazione: 13/10/20 10:40:23
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

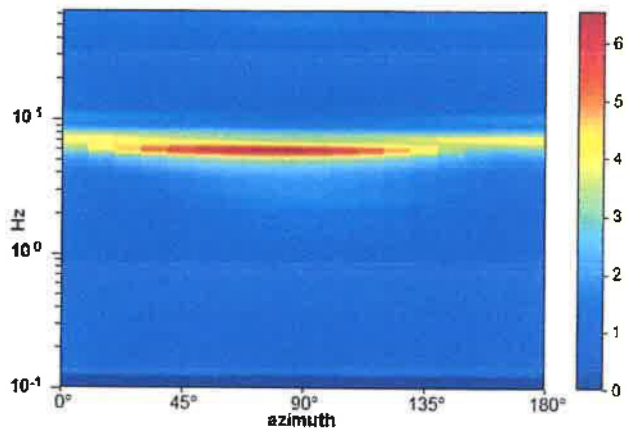
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



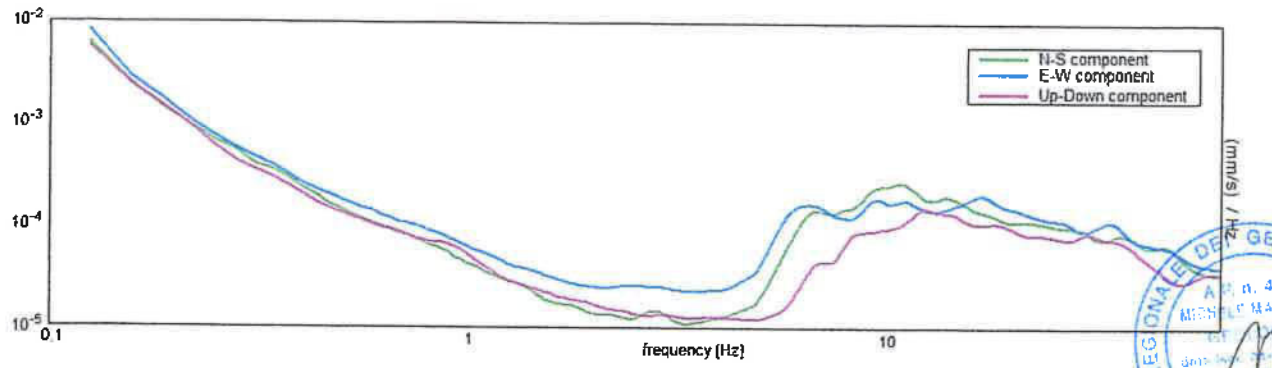
SERIE TEMPORALE H/V



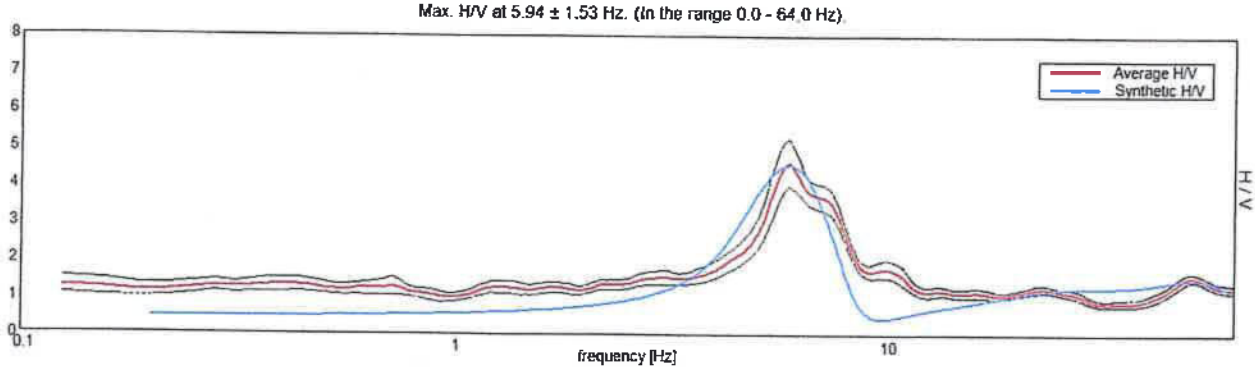
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

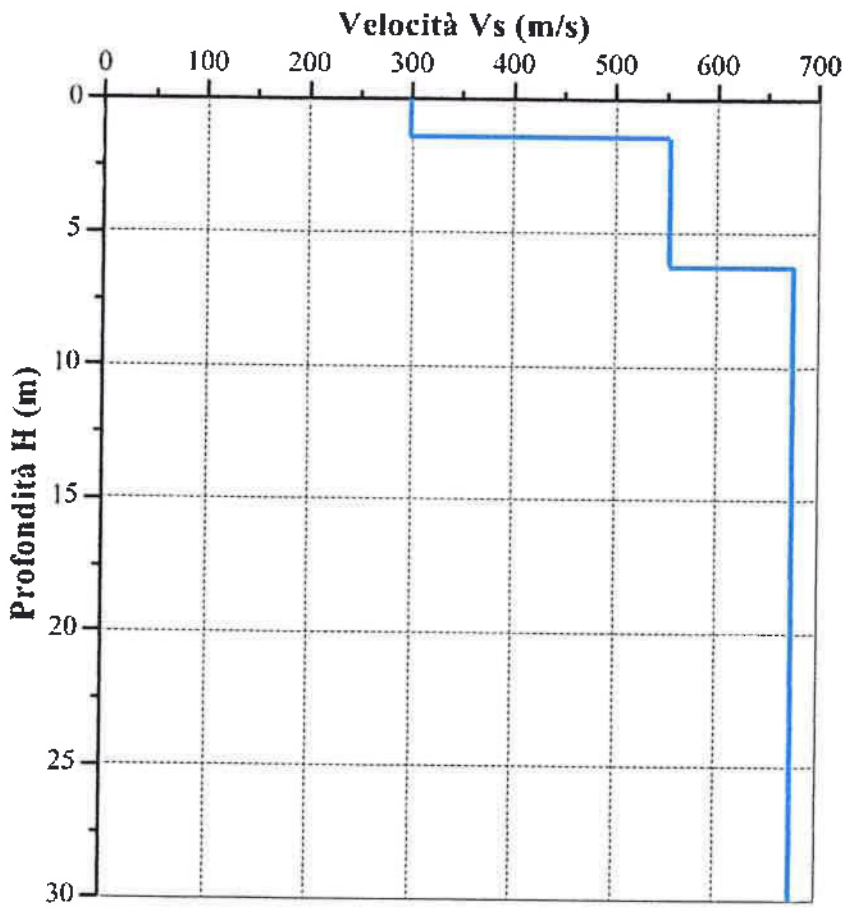


Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.40	1.40	298	0.42
6.20	4.80	553	0.42
30.20	24.00	676	0.40
inf.	inf.	1502	0.40

Categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.II da NTC 2018): B Vs,eq: 617.47 m/s Info

Descrizione per la categoria:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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.





MBGeo
Studio Associato di Geologia

allegato 3

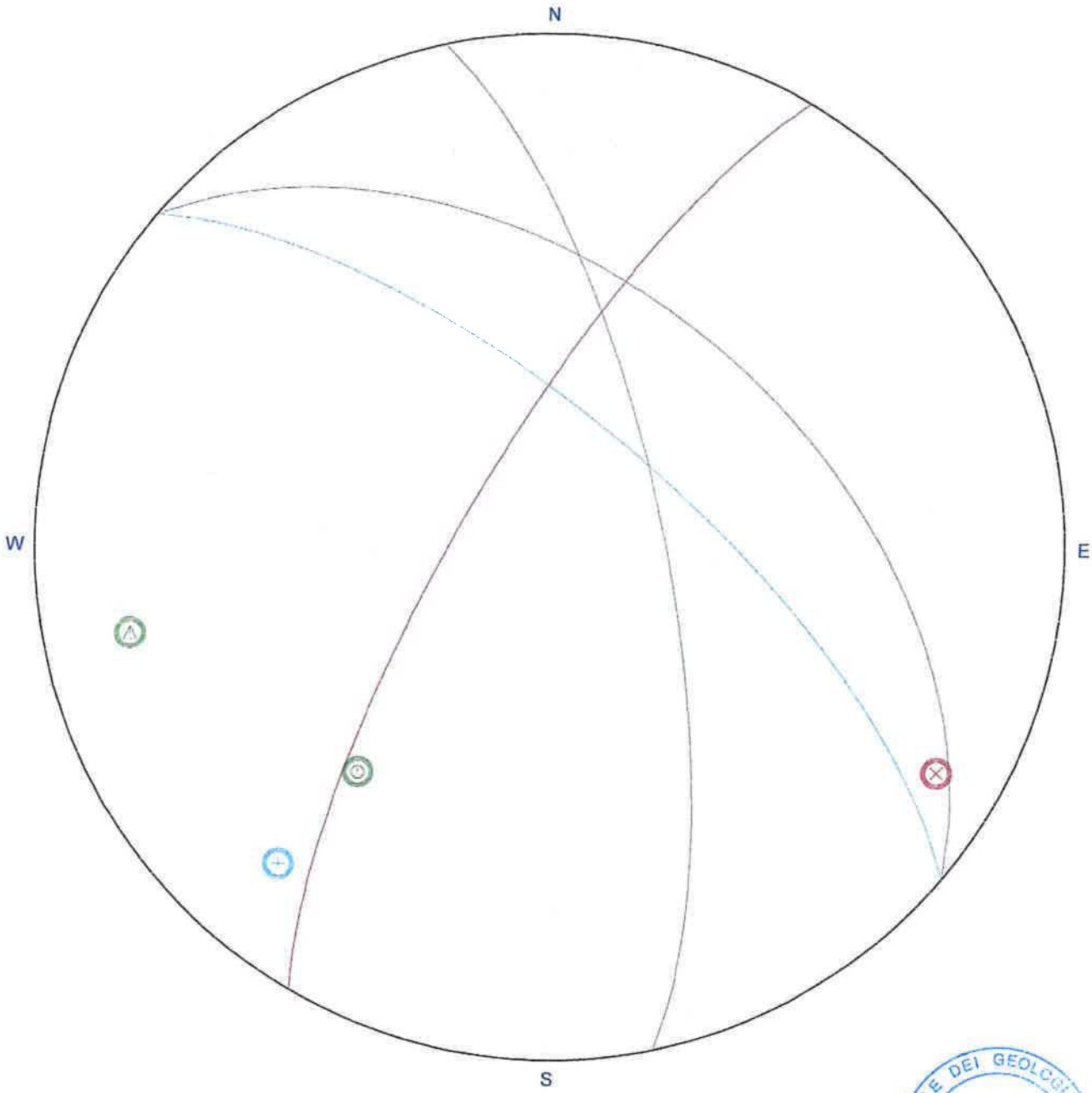
Cluster analysis



RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Sg1

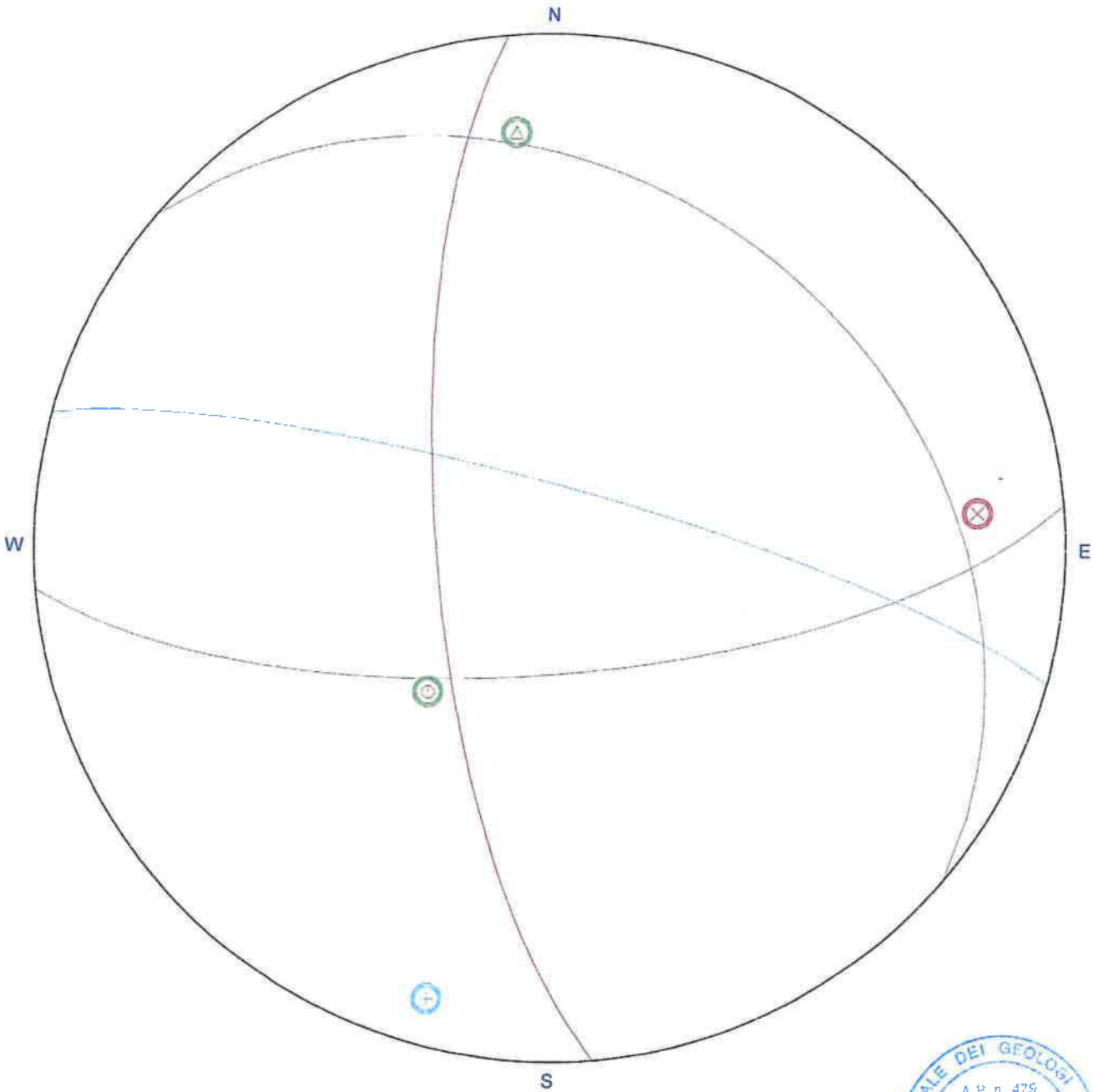


ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO
data iscr. 04-03-2002

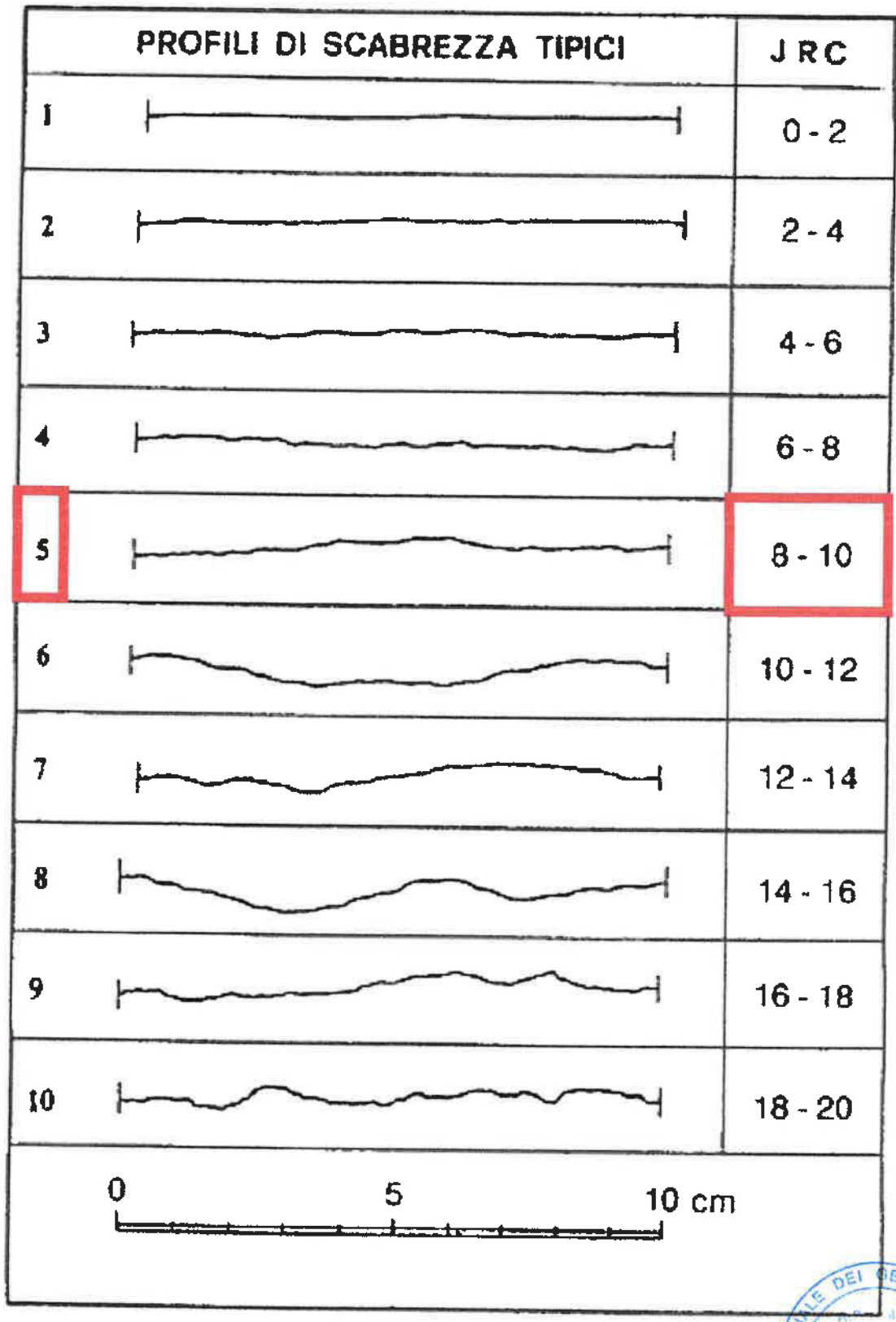
RILIEVO STRUTTURALE

cluster analysis

Sg2



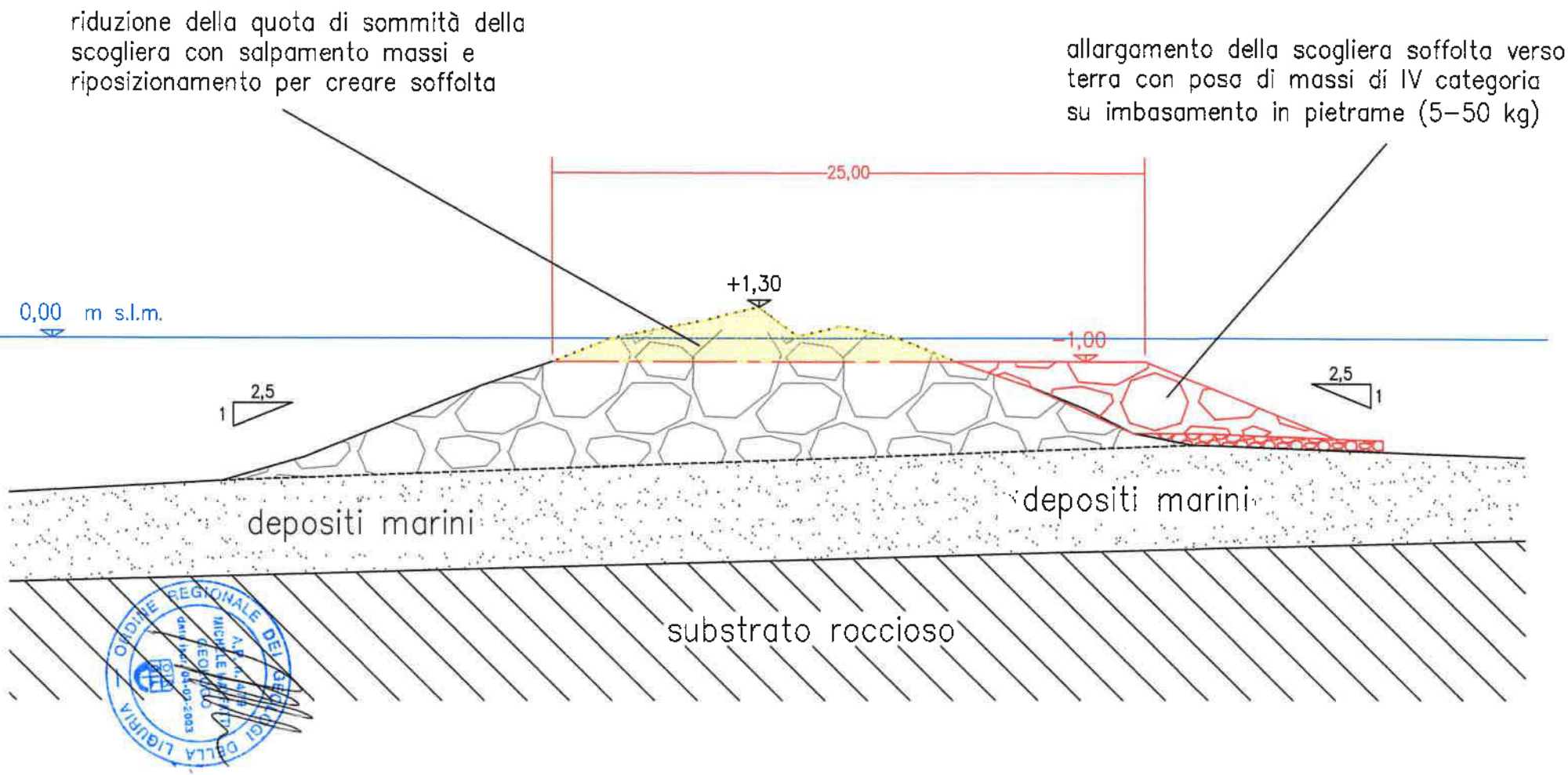
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO



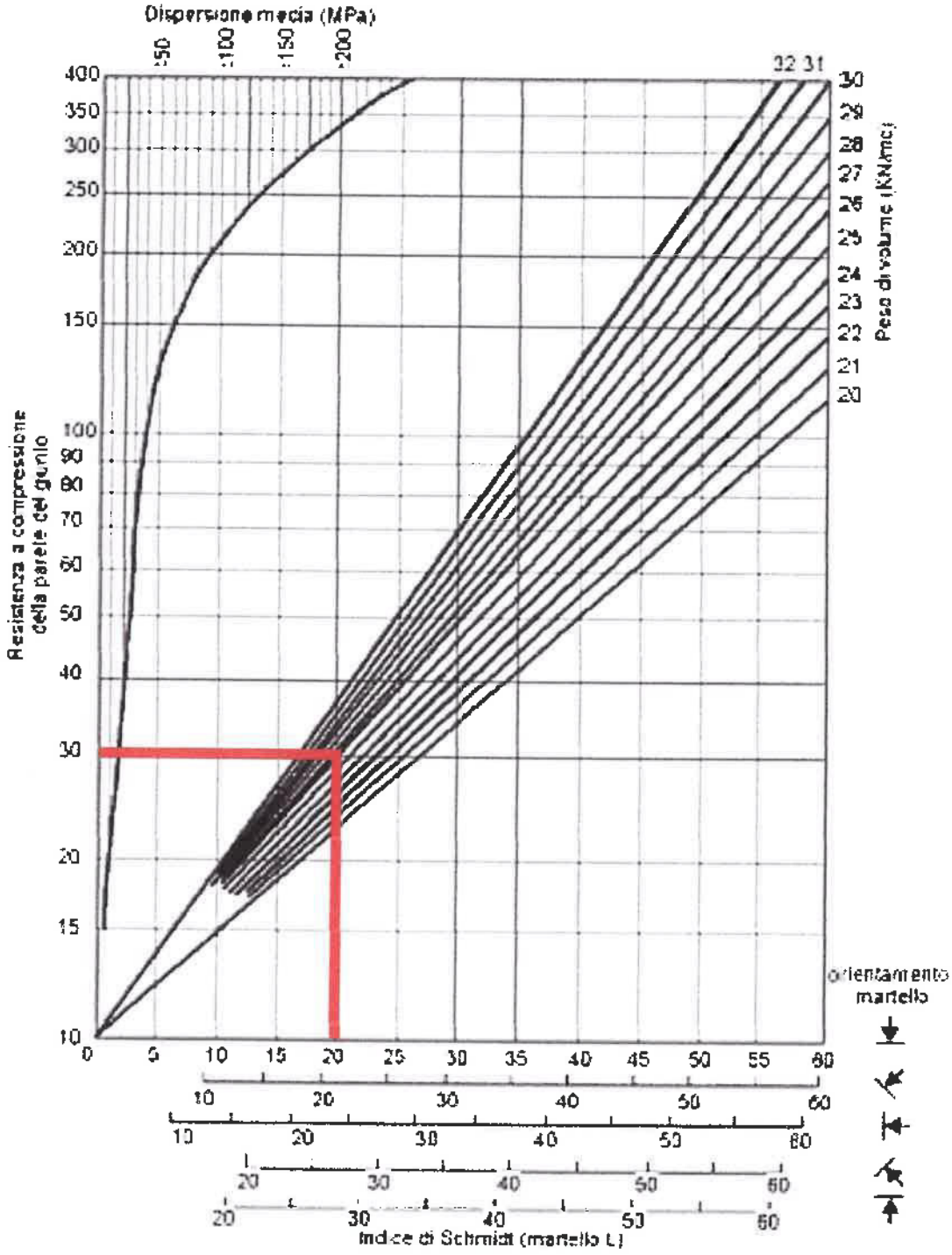
Classificazione dei profili di scabrezza secondo Barton e corrispondenti valori del parametro JRC.

MBGeo
Studio Associato di Geologia

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 3–3
scala 1:500



ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
MICHELE MARETTO
GEOLOGO



Abaco R_L - q_c con Martello di Schimdt tipo L (energia di percussione = 0.075 kg x m).