

Comune di Arenzano (GE)

Committente: Residenze Via della Costa 6a - 6b - 6c - 6d

Oggetto: Stato di criticità e di dissesto idrogeologico del piede del versante sottostante i fabbricati siti in Via della Costa civv. 6a-6b-6c-6d nel Complesso della Pineta di Arenzano

Progetto definitivo di messa in sicurezza idraulico-marittima e idrogeologica.

RELAZIONE GEOLOGICA

20 OTTOBRE 2022

Dott. Geol. Silvia TORCHIO
Via Colombo 11/24 – 16121 Genova
cell. 3807342502
e-mail: silviatorchio@fastwebnet.it
C.F.: TRCSLV85H61D969V
P. IVA: 01928470994

Firmato digitalmente da
SILVIA TORCHIO
O = Ordine Regionale Geologi Liguria
T = Geologo
C = IT

Dott. Geol. Andrea VIGO
Via Colombo 19/2 – 16016 Cogoleto (GE)
cell. 3475466704
e-mail: andreavigo85@gmail.com
C.F.: VGINDR85B13D969Z
P. IVA: 01922170996

Firmato digitalmente da
Andrea Vigo
O = Ordine Regionale Geologi Liguria
T = Geologo
C = IT

INDICE

1 Introduzione....3
2 Quadro normativo di riferimento e vincoli gravanti sul comparto....4
2.1 Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 (N.T.C.)....4
2.2 Vincolo Idrogeologico....4
2.3 Gestione e utilizzo delle terre e rocce da scavo....5
2.4 Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Arenzano....6
2.5 Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico Ambiti 12 e 13....7
2.6 Reticolo idrografico regionale....8
3 Descrizione dei luoghi e loro evoluzione nel tempo....9
4 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito....11
5 Criticità geo-idrologiche....14
6 Esame del progetto....15
7 Indagini condotte e pianificazione indagini future....17
7.1 Pianificazione campagna di indagini integrative....17
8 Caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito....18
8.1 Interpretazione stratigrafica e condizioni idrogeologiche....18
8.2 Parametrizzazione geotecnica....19
9 Modellizzazione sismica e pericolosità sismica di base....20
9.1 Parametri sismici....20
10 Indicazioni progettuali....22
11 Conclusioni....23

ELENCO ALLEGATI:

ALLEGATO 1: Corografia dell'area in esame, scala 1:2.500

ALLEGATO 2: Documentazione fotografica

ALLEGATO 3: Confronto foto prospettiche della costa

ALLEGATO 4: Carta di Geoanalisi, scala 1:2.500

ALLEGATO 5: Planimetria con individuazione delle principali criticità geo-idrologiche, scala 1:400

ALLEGATO 6: Sezione geologica interpretativa, scala 1:200

1 Introduzione

La presente relazione fa riferimento al progetto di livello "definitivo" riguardante gli interventi di difesa del litorale e di messa in sicurezza del piede della scarpata a valle del complesso residenziale di Via della Costa 6a-6b-6c-6d, sito nella Pineta di Arenzano, in Comune di Arenzano (GE).

Questa mira a verificare l'assenza di elementi ostativi alla realizzazione delle opere a progetto, in conformità al D.M. 17.01.2018 (N.T.C.), alla L.R. n°4/99, alle Norme Geologiche di Attuazione del vigente P.U.C. del Comune di Arenzano, al Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico degli Ambiti 12 e 13 e al R.R. n°1 del 16.03.2016 e alla relativa cartografia del Reticolo Idrografico Regionale, di cui alla D.G.R. n°507 del 21 giugno 2019.

Gli scriventi sono stati incaricati dalla Committenza di eseguire le necessarie indagini geognostiche al fine di determinare, nella fase definitiva della presente relazione, le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dall'intervento, di definirne i parametri sismici del sito ed individuare eventuali problematiche di carattere geologico in grado di influenzare la successiva fase di progettazione esecutiva delle opere.

La relazione definitiva in oggetto contiene le informazioni necessarie al Progettista per la scelta del più idoneo intervento di sistemazione e messa in sicurezza del comparto, alla luce delle caratteristiche geologiche del sito e del livello di rischio associato all'area in esame.

Le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area in oggetto e di un suo intorno significativo sono state evidenziate attraverso osservazioni di campagna e sulla base della cartografia tematica esistente, nonché mediante lo studio di precedenti indagini condotte nelle zone limitrofe.

Nella presente fase progettuale, per quanto concerne la definizione della stratigrafia dei terreni interessati dall'intervento e la relativa parametrizzazione geotecnica e sismica, si è fatto riferimento alle risultanze di pregresse indagini geognostiche condotte nell'areale in esame.

La presente relazione è stata quindi articolata nel seguente ordine:

- quadro normativo di riferimento e vincoli gravanti sul comparto;
- descrizione dei luoghi e loro evoluzione nel tempo;
- caratterizzazione e modellazione geologica del sito;
- criticità geo-idrologiche riscontrate;
- esame del progetto;
- indagini condotte e pianificazione indagini future;
- caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito;
- modellizzazione sismica e pericolosità sismica di base;
- indicazioni progettuali;
- conclusioni.

2 Quadro normativo di riferimento e vincoli gravanti sul comparto

2.1 Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 (N.T.C.)

In base a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 (aggiornamento delle N.T.C.), sono state prese in esame le prescrizioni riguardanti vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento per l'azione sismica (§2.4), le disposizioni generali inerenti la progettazione geotecnica (§6.1) e l'articolazione del progetto (§6.2), le indicazioni sulla caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§6.2.1) e quelle sulle indagini e sulla caratterizzazione e modellazione geotecnica (§6.2.2).

In merito alla modellazione sismica sono state prese in considerazione le specifiche indicate nel capitolo 3 (§3.2.1. e §3.2.2).

2.2 Vincolo Idrogeologico

Dal punto di vista amministrativo, come mostrato in Figura n°1, la zona risulta soggetta a Vincolo Idrogeologico e pertanto sottoposta alla normativa della L.R. 4/99 e ss.mm.ii., introdotte dalla L.R. n°63/2009.



Figura 1: Stralcio fuori scala della carta del Vincolo Idrogeologico. Il cerchio rosso localizza l'area di intervento.

Gli interventi in esame si configurano come opere di messa in sicurezza e stabilizzazione del piede del versante, interessato dall'azione erosiva del moto ondoso e dagli agenti esogeni, e mirano dunque al miglioramento delle condizioni di stabilità geomorfologica della base della scarpata ed alla riduzione del rischio geomorfologico e idrogeologico del comparto.

Stante la natura del progetto, in base alla normativa vigente l'intervento in esame può essere considerato un intervento con movimenti di terreno di modesta rilevanza in quanto non sono previsti scavi e non sono previste impermeabilizzazioni del suolo naturale. A seguito delle

indagini effettuate, sulla base di quanto descritto ed in rapporto ai fattori che regolano il vincolo idrogeologico (regimazione delle acque, stabilità dei versanti, e coperture vegetali) si può affermare che l'intervento proposto risulta conforme con quanto prescritto dalla normativa in materia, privo di ripercussioni negative nei riguardi dei tre fattori su indicati e migliorativo delle complessive condizioni di stabilità del sito.

In fase di progettazione esecutiva dovrà essere valutata la necessità di autorizzare i movimenti di terreno per la realizzazione della prevista pista di cantiere, ai sensi della L.R. 4/99, stante la previsione di movimentare circa 200 m^3 di materiale.

2.3 Gestione e utilizzo delle terre e rocce da scavo

La destinazione d'uso, attuale e pregressa, dell'area oggetto di intervento, unitamente al tipo di coperture detritiche e al substrato roccioso sul quale insiste il settore in esame (formazione dei micascisti di Torretta Pallavicini), permettono di ipotizzare che il terreno presente nel sito non sia caratterizzato da una presenza di inquinanti eccedenti il limite di legge (D.Lgs. n°152 del 2006, D.G.R. n°1423 del 2013 e D.P.R. n°120 del 2017).

Per quanto concerne la gestione delle terre e rocce da scavo si precisa che la realizzazione degli interventi non comporterà scavi ma solamente la movimentazione di minimi quantitativi di terreno, legati alla sistemazione delle reti in aderenza e delle opere di difesa costiera esistenti alla base del versante: tali materiali saranno completamente riutilizzati nel medesimo sito.

Il riutilizzo dei terreni movimentati avverrà mantenendo il materiale tal quale, nel suo stato naturale, senza interventi che ne modifichino le caratteristiche tecniche o merceologiche, fatte eventualmente salve le attività di "normale pratica industriale". Alla luce di ciò si può pertanto applicare l'art. 185, comma 1, punto c) del D. Lgs. n°152/2006, che esclude dal campo di applicazione della parte quarta del medesimo decreto "*il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato*".

Al fine di escludere un'eventuale contaminazione dei materiali oggetto di scavo dovrà essere condotta un'adeguata campagna di campionamento e di analisi chimiche sui terreni per verificare l'assenza di inquinanti eccedenti i limiti di legge (D. Lgs. n°152/2006 e ss.mm.ii., D.G.R. n°1423 del 2013 e D.P.R. n°120 del 2017). Infatti, ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs n°152/2006 e la non contaminazione deve essere verificata ai sensi dell'Allegato 4 del D.P.R. n°120/2017.

2.4 Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Arenzano

In base a quanto contenuto nel P.U.C. del Comune di Arenzano l'area in esame è classificata, nella cartografia "Struttura e Vincoli geologici e idraulici", in "Classe 1 – suscettività d'uso non condizionata".

Ai fini della microzonazione sismica l'area è classificata come "Zona B2 – zone stabili soggette ad amplificazioni topografiche".

Si riporta uno stralcio della suddetta tavola e relativa legenda.

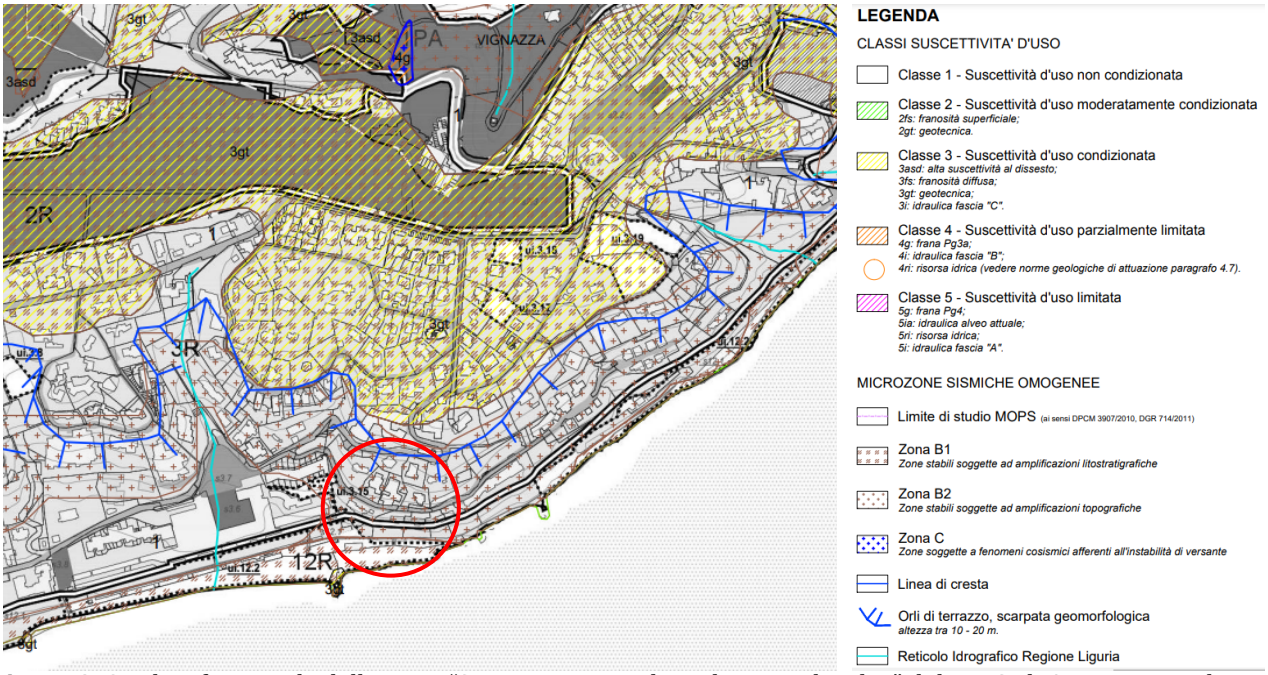


Figura 2: Stralcio fuori scala della carta "Struttura e Vincoli geologici e idraulici" del P.U.C. di Arenzano e relativa legenda. Il cerchio rosso localizza l'area di intervento.

Tenuto conto di quanto previsto a progetto, si è ritenuto di rispondere alle prescrizioni indicate nella normativa geologica attuativa nel modo sotto descritto:

- si è proceduto ad effettuare un rilevamento geologico – geomorfologico dell'area di intervento;
- è stata condotta un'accurata indagine geologica, estesa all'intorno dell'area oggetto di intervento, che ha individuato le principali criticità della zona;
- è stato ricostruito l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico del comparto in esame;
- si è proceduto alla determinazione delle principali caratteristiche geotecniche dei materiali di copertura e del substrato presenti nell'area di intervento e all'accertamento delle condizioni di equilibrio geomorfologico diffuse e puntuali;
- si è proceduto alla determinazione dell'estensione, potenza e composizione dei depositi superficiali, nonché del loro comportamento geotecnico;

- si è proceduto alla determinazione delle principali caratteristiche geomeccaniche del substrato roccioso e se ne è individuata la profondità di reperimento;
- sono state verificate le condizioni di dissesto puntuali nell'area di intervento e sono stati individuati gli accorgimenti tecnici da porre in opera per migliorare la stabilità dell'intorno;
- sono state analizzate la circolazione idrica superficiale e sottosuperficiale e sono state date specifiche prescrizione affinché gli interventi a progetto non incidano negativamente sul sistema idrologico del comparto.

Infine, si sottolinea come l'intervento in esame si configuri come un'opera di difesa dall'erosione marina e quindi contribuisca al miglioramento della stabilità generale dei luoghi e pertanto risulti compatibile con la normativa in esame.

2.5 Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico Ambiti 12 e 13

Il settore in esame rientra nel Piano di Bacino stralcio per l'assetto idrogeologico degli Ambiti 12 e 13, approvato con D.C.P. n°65 del 12.12.2002 (ultima variante approvata con D.S.G. n°115 del 06.12.2021, in vigore dal 12.01.2022).

Nella carta della suscettività al dissesto (cfr. Figura n°3) l'area in esame risulta compresa in parte in classe "Pg2" ovvero "area a suscettività media", ed in parte in classe "Pg3b" ovvero "area a suscettività elevata - aree, prive al momento di movimenti gravitativi attivi e quiescenti, in cui sono presenti indicatori indiretti di elevata suscettività valutabili dalla combinazione di elementi geomorfologici, litologici, strutturali e di uso del suolo". A fini cautelativi si è fatto dunque riferimento all'articolo 16, comma 3ter, e all'art. 16 ter delle Norme di Attuazione, riferiti alla zona a carattere più restrittivo (Pg3b).

Si ritiene di aver dato corso a quanto previsto nella normativa geologica sopra citata tramite la realizzazione del presente studio, i cui risultati hanno consentito di determinare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche del sito e di verificare come la realizzazione delle opere contribuisca al miglioramento delle condizioni di stabilità dell'area e come gli interventi a progetto siano mirati a ridurre la vulnerabilità delle strutture esistenti e le attuali condizioni di rischio. Si riporta nel prosieguo uno stralcio della carta della suscettività al dissesto e la relativa legenda.

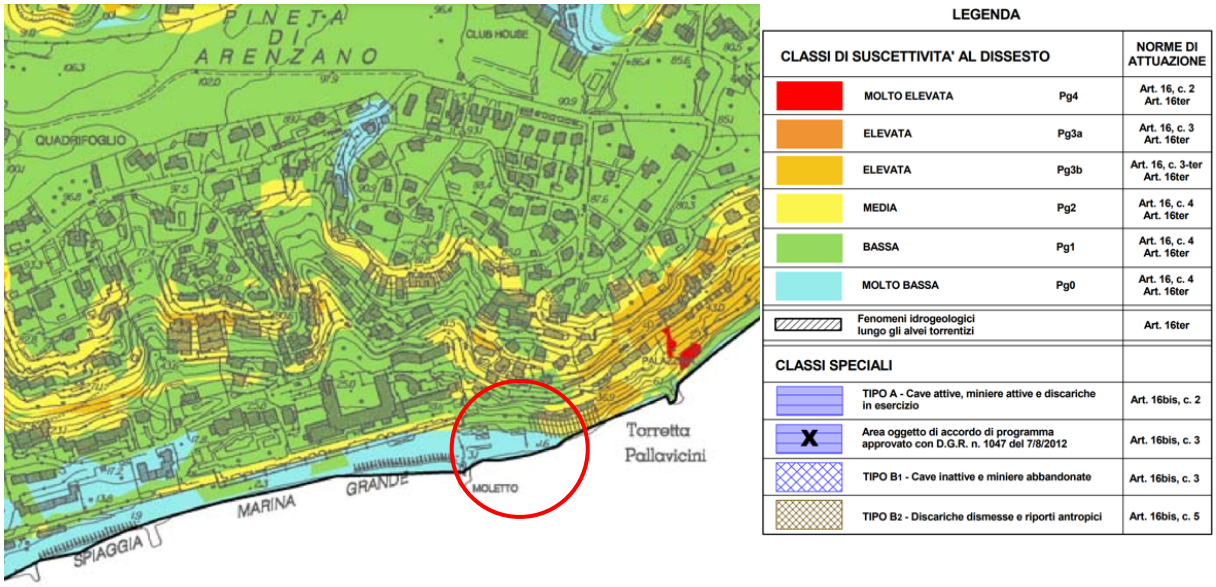


Figura 3: Stralcio fuori scala della carta della suscettività al dissesto dei versanti del Piano di Bacino e relativa legenda. Il cerchio rosso localizza l'area di intervento.

2.6 Reticolo idrografico regionale

Relativamente alla Carta del Reticolo Idrografico Regionale e della rete idrografica significativa, adottata con la D.G.R. n°507/2019, l'area in esame si trova alla base di un versante, in prossimità della linea costiera, dunque non interferisce in alcun modo con il reticolo idrografico significativo e non è pertanto soggetta al Regolamento Regionale n°3 del 14 luglio 2011 e ss.mm.ii.

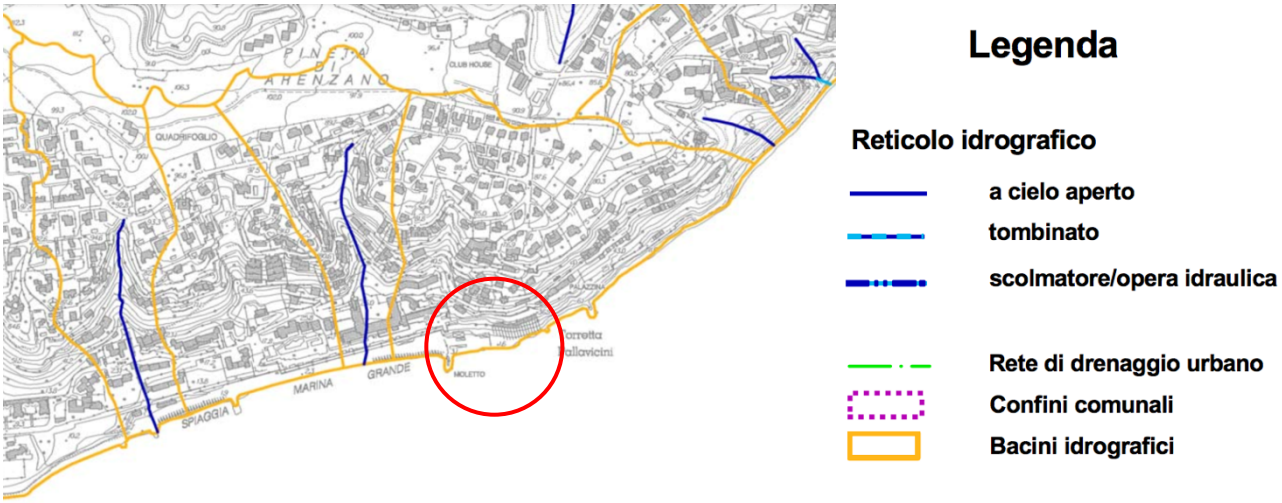


Figura 4: Stralcio fuori scala della carta del reticolo idrografico regionale e relativa legenda. Il cerchio rosso localizza l'area di intervento.

3 Descrizione dei luoghi e loro evoluzione nel tempo

L'area d'intervento è rappresentata dalla base del versante a mare sottostante i civv. 6a-6b-6c-6d di Via della Costa, nella Pineta di Arenzano. Più ingenerale il sito in esame è compreso tra la linea di riva e la quota 36 m s.l.m.m. circa, ove sorgono gli edifici citati.

Si tratta di una zona di recente urbanizzazione con villini e palazzine sparse circondate da ampie aree verdi e a destinazione sportiva/ricreativa, afferente alla "Comunione Pineta di Arenzano", complesso edilizio sorto a partire dalla seconda metà degli anni '50 del secolo scorso. La copertura vegetale è rappresentata, nell'immediato intorno dei fabbricati, da giardini privati pertinenziali o pubblici e da aree verdi mantenute a prato; a scala più ampia ed al di fuori delle porzioni urbanizzate sono ancora presenti ridotti lembi di bosco ed essenze arbustive tipiche della macchia mediterranea. La scarpata in esame, che dai fabbricati di Via della Costa n°6 discende al mare, è interessata dalla crescita incontrollata di vegetazione arbustiva infestante, che contribuisce a rendere difficoltosa la cura e la manutenzione del terreno e delle opere di consolidamento presenti.

L'area è individuabile, sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000, all'Elemento n°230014.

In dettaglio la zona in esame ha subito importanti modificazioni di carattere antropico negli ultimi 20 anni (cfr. Foto n°1, 2, 3, 4 in Allegato 2). Nel 2002 alla sommità del versante fu avviata la costruzione delle quattro ville afferenti ai civici 6a-6b-6c-6d di Via della Costa, che ha comportato un esteso sbancamento e importanti movimenti terra per la creazione dei terrazzamenti, dei giardini e dei vialetti pedonali di pertinenza. Già nelle fasi di cantierizzazione, intorno all'anno 2004, a seguito del manifestarsi di criticità legate alla presenza di importanti accumuli detritici preesistenti, furono inoltre effettuati interventi di rimodellamento, sistemazione e consolidamento del pendio, attraverso la posa di reti in aderenza e alla realizzazione di canali di scolo per le acque ruscellanti (cfr. Foto n°5 e 6 dell'Allegato 2). Negli anni a seguire, nonostante le opere di consolidamento realizzate, a seguito di intensi eventi meteo-marini, la scarpata subì numerosi dissesti sia alla base che nelle porzioni a quote più elevate. L'azione erosiva legata ai ruscellamenti selvaggi e alle precarie condizioni di stabilità degli accumuli detritici provocò infatti smottamenti superficiali, erosione concentrata e diffusa, e il parziale scalzamento delle reti in aderenza. Le intense mareggiate resero inoltre inefficienti le opere di difesa del litorale esistenti, ribaltandone e asportandone gli elementi. Ciò determinò la progressiva asportazione del materiale detritico al piede della scarpata. Dopo il 2007 fu quindi avviato un nuovo intervento di sistemazione del pendio che ha compreso la realizzazione di nuovi canali di scolo per la raccolta e la regimazione delle acque, la riprofilatura del versante ed il suo rivestimento con reti in aderenza armate, la costruzione nel settore E di un cordolo in c.a., palificato, per stabilizzare e rinforzare il piede del versante

dal moto ondoso (cfr. Foto n°7 - Allegato 2). Nel 2010 fu messo in opera d'urgenza un intervento di difesa costiera a protezione della base del versante. Ancora nel 2015 furono necessari ulteriori interventi per la messa in sicurezza del versante, a seguito dei dissesti provocati dagli eventi meteo-marini occorsi (cfr. Foto n°8 - Allegato 2). In assenza di adeguate e continue opere di difesa del tratto di litorale in esame, le eccezionali mareggiate del 2018 e del 2019 hanno provocato nuovi ed ingenti smottamenti (cfr. Foto n°9 - Allegato 2).

La spiaggia alla base della scarpata ha subito ingenti fenomeni erosivi che ne hanno ridotto l'estensione planimetrica e ne hanno abbassato la quota.

La Figura 5 riportata nel seguito mostra la sovrapposizione tra la CTR ed il livello vettoriale "evoluzione della linea di costa", reso disponibile da Regione Liguria per il periodo dal 1944 al 2016 (fonte: geoportale Regione Liguria).

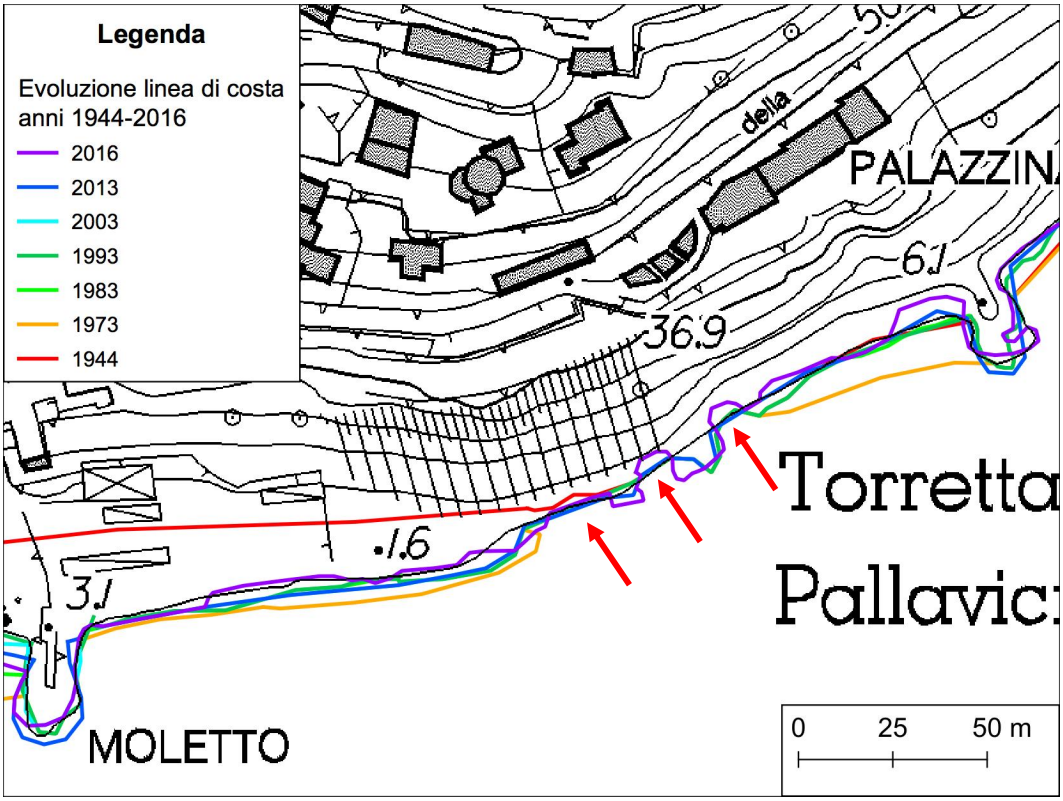


Figura 5: Evoluzione della linea di costa nel periodo 1944-2016 (fonte: layer vettoriale "evoluzione della linea di costa", geoportale Regione Liguria).

Tale immagine illustra le variazioni nel tempo della linea di riva e dunque l'evoluzione della morfologia costiera nel settore in esame, influenzata da fattori sia antropici (riempimenti, ripascimenti, etc), sia naturali per l'azione del moto ondoso.

Come si può osservare, nel settore costiero in esame la linea di riva ha subito un forte avanzamento tra il 1944 e il 1973, reso possibile dalla realizzazione e dall'ampliamento della spiaggia di Marina Grande. Negli anni successivi e fino al 2016 (ultimo dato disponibile), si nota invece un progressivo arretramento della linea di riva, causato dall'erosione del moto ondoso

a scapito della spiaggia. In particolare, per l'anno 2016 (linea viola) sono visibili al piede della scarpata in esame due zone particolarmente critiche dal punto di vista dell'arretramento della linea costiera, indicate in figura con due frecce rosse. Il trend evolutivo marcatamente regressivo, dovuto alla progressiva erosione del litorale ad opera del moto ondoso, ha subito una notevole accelerazione con le mareggiate del 2018 e 2019. Attualmente la linea di riva è arretrata sino quasi alla base del versante ed il moto ondoso impatta direttamente contro le opere a protezione del piede della scarpata.

Un ulteriore evoluzione regressiva della linea di riva comporterebbe l'instaurarsi di fenomeni di instabilità del versante stesso, mettendo a rischio la stabilità delle costruzioni private soprastanti e della viabilità pedonale pubblica (Passeggiata F. De Andrè) che, nel tratto in esame, corre in galleria immediatamente al di sotto del versante in esame.

Il muro a gravità presente alla base del versante sottostante i civv. 6b-6c presenta pertanto importanti fenomeni di sgrottamento; inoltre i gabbioni metallici disposti a diverse quote, a lato e in testa al predetto muraglione sono danneggiati e spanciati (cfr. Foto n°10, 11 – Allegato 2). Intensi fenomeni erosivi sono visibili a monte del muraglione, dove le reti in aderenza e le geostuoie sono in parte strappate ed il terreno a tergo è stato asportato e dilavato (cfr. Foto n°12 - Allegato 2). L'opera di difesa costiera in blocchi di calcestruzzo è stata in parte demolita dalla furia delle onde. Al di sotto del civ. 6d infine sono presenti alcuni dissesti localizzati dovuti al parziale strappo delle reti in aderenza e all'erosione del terreno a tergo (cfr. Foto n°13 - Allegato 2).

La presente relazione prende in esame gli interventi di sistemazione e messa in sicurezza della base del versante e di difesa costiera necessari a superare le attuali condizioni di dissesto.

4 Caratterizzazione e modellazione geologica del sito

La zona indagata si trova al margine SW del “Promontorio di Arenzano”, un'ampia superficie spianata di origine marina che delimita a ovest il territorio comunale di Arenzano e lo divide dalla valle del Torrente Lerone. L'area in esame interessa la porzione basale della rottura di pendio che delimita, verso sud, il terrazzo stesso e lo raccorda con l’antistante fascia costiera, caratterizzata da spiagge di limitata estensione. Il versante in questione è caratterizzato da una pendenza molto accentuata e da morfologia irregolare. Lungo di esso si alternano estese aree interessate da coperture detritiche sciolte e sporadici speroni rocciosi.

Precedenti studi hanno permesso l'individuazione lungo la scarpata a valle di Via della Costa di accumuli detritici di origine artificiale aventi scheletro lapideo eterogeneo, generalmente ghiaioso-sabbioso in matrice limoso-sabbiosa. La loro origine è legata allo

sversamento lungo la scarpata dei materiali di risulta derivanti dalle prime costruzioni residenziali della Pineta di Arenzano, risalenti dunque alla metà del secolo scorso. Si tratta di materiali artificiali, laterizi, scaglie e ciottoli rocciosi, sia di natura autoctona (micascisti, anfiboliti, gneiss) sia alloctona, misti a limi e sabbie. L'accumulo presenta un assetto caotico e un grado di addensamento estremamente variabile, fattori che spesso comportano fenomeni erosivi dei livelli superficiali e locali smottamenti. Lo spessore di tale livello è estremamente variabile in quanto legato a sversamenti di epoche diverse, discontinui arealmente per il formarsi di sacche o conoidi. Spessori maggiori sono stati riscontrati nel settore orientale della scarpata.

Alla base il pendio si raccorda con la fascia costiera, ove sono presenti i depositi di spiaggia. Si tratta di accumuli di ciottoli grossolani e blocchi rocciosi di grosse dimensioni, elaborati e classati dall'azione del moto ondoso.

Dal punto di vista geologico il sito in esame appartiene a quella che viene definita, nella recente carta geologica "Foglio 213-230 Genova" del Progetto CARG, "Unità tettonometamorfica Arenzano": si tratta di una unità di margine continentale che, come le altre unità di analoga pertinenza paleogeografica, presenta una successione metasedimentaria di età permo-giurassica.

Tale Unità è tettonicamente accostata alla "Unità tettonometamorfica Voltri", secondo un sistema di faglie dall'andamento E-W.

Le stesse faglie limitano gli affioramenti di marne plioceniche immediatamente a settentrione e determinano l'alto strutturale e morfologico del Promontorio.

L'Unità è costituita da un complesso polimetamorfico di gneiss (paragneiss di Vignazza), anfiboliti e micascisti (micascisti di Torretta Pallavicini), con impronta metamorfica varisica e da una sequenza monometamorfica che comprende metavulcaniti intermedie (metandesiti di Punta San Martino), quarziti (metarenarie quarzitiche della Pineta di Arenzano), metadolomie (dolomie di Cogoleto) e scisti filladici (scisti filladici del Quadrifoglio).

Le relazioni tra i due complessi, probabilmente di originaria natura stratigrafica, sono attualmente poco riconoscibili, sia per l'intensa rielaborazione durante l'evento tettono-metamorfico alpino, sia per le pessime condizioni di affioramento. Le rocce cristalline mostrano un'evoluzione metamorfica complessa: alla storia metamorfica polifasica prealpina, che termina con un evento in facies anfibolitica, fa seguito un episodio alpino in condizioni di Alta Pressione, a sua volta seguito dalla parziale sovraimpronta in facies Scisti Verdi. Nonostante le caratteristiche litologiche rendano poco agevole la definizione del grado metamorfico, quarziti e metadolomie sembrano condividere la sovraimpronta metamorfica alpina.

Le caratteristiche litologiche della successione corrispondono a quelle delle porzioni molto interne del dominio pre-Piemontese.

Nessuna determinazione di età è disponibile per le rocce cristalline, mentre metadolomie e quarziti non hanno contenuto fossile; l'età delle rocce dell'Unità Arenzano è quindi sconosciuta e viene dedotta solo per confronto con le analoghe successioni delle Alpi Liguri.

Il substrato roccioso della zona indagata è riconducibile alla formazione dei "micascisti di Torretta Pallavicini", affiorante in due ridotte masse lungo la linea di costa alla base del versante in esame; questo consiste di micascisti associati ad anfiboliti e subordinati marmi ad orneblenda.

I micascisti sono costituiti da scisti micacei grigi e grigio-verdastri. La scistosità è sottolineata da letti di miche, separati da livelli quarzosi e quarzoso feldspatici, talora con grossi individui di granato.

Al contatto con le anfiboliti i micascisti sfumano in scisti a biotite e granato, nei quali decresce la percentuale di quarzo, plagioclasio e mica bianca, mentre aumenta quella della biotite, dell'orneblenda e del granato, in grandi individui di dimensioni centimetriche.

Le anfiboliti sono ad orneblenda e plagioclasio, di colore verde scuro. Affiorano sia in giacitura massiccia e in banchi potenti diversi metri, sia in bande di spessore centimetrico. Per le anfiboliti a grana fine, il protolite può essere individuato in rocce a composizione basaltica, mentre per le anfiboliti a grana più grossolana è più probabile una derivazione da meta-vulcanoclastiti basiche. L'inquinamento da parte di materiale sedimentario carbonatico è evidenziato da intercalazioni di marmi ad orneblenda (Cortesogno e Forcella, 1978), fasciati da scisti biotitici a megablasti di granato.

In generale, lungo il versante il substrato roccioso risulta ricoperto da una sottile coltre detritica sciolta di natura eluvio-colluviale, a scheletro ghiaioso-sabbioso, con scarsa frazione fine di tipo limoso-argillosa, discontinua e di spessore ridotto (per lo più inferiore a 1 m). In prossimità delle zone urbanizzate il livello detritico è rimaneggiato e misto a materiali di riporto.

Affioramenti rocciosi sono visibili nel settore a Est della scarpata in esame, ove costituiscono un dosso roccioso che termina negli scogli a mare, e nel settore mediano del pendio (all'incirca a valle del civ. 6c). L'ammasso si presenta alterato e variamente fratturato, con superfici di discontinuità ossidate. L'intersezione reciproca delle numerose superfici di frattura presenti comporta la scomposizione degli affioramenti in massi e blocchi di dimensioni da decimetriche a metriche. La superficie di scistosità è orientata a franapoggio rispetto al pendio, determinando condizioni di precaria stabilità.

Per quanto concerne gli aspetti idrografici, il versante sud del Promontorio di Arenzano risulta drenato da alcuni brevissimi e ridotti impluvi, privi di toponimo in carta, asciutti per la maggior parte dell'anno e con presenza d'acqua esclusivamente in corrispondenza dei periodi di pioggia. L'area in esame non presenta reticolo idrografico (cfr. Figura 4), seppure la

morfologia del settore mediano-basale del versante mostri – in alcune carte topografiche storiche – una morfologia concava che può essere correlata alla presenza di un impluvio.

La regimazione delle acque nel comparto in esame fa riferimento alla rete urbana dei deflussi, cui spetta il compito di regimare le acque superficiali ed indirizzarle ai principali collettori, costituiti dai sopracitati impluvi.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico del comparto, i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono legati alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni e delle rocce presenti ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra di essi: il rilevamento di terreno e le osservazioni condotte in loco sulle caratteristiche granulometriche e di addensamento dei depositi e sullo stato di fratturazione e alterazione degli ammassi rocciosi permettono di definire il comportamento idrogeologico dei terreni presenti.

Nel corso del rilevamento non sono stati riscontrati indizi di circolazione idrica sottosuperficiale e sotterranea, anche a causa del prolungato periodo siccitoso che ha caratterizzato la prima parte del 2022.

La circolazione idrica sotterranea si può supporre prevalentemente connessa alle dinamiche d'infiltrazione per gravità all'interno dei depositi detritici superficiali ed al contrasto di permeabilità con il sottostante substrato roccioso.

Per quanto riguarda i materiali sciolti di copertura, qui rappresentati da accumuli detritici artificiali, la tessitura ghiaioso-sabbiosa conferisce loro permeabilità primaria per porosità, variabile in funzione dell'abbondanza della frazione fine ma stimabile comunque in valori da medi a medio-elevati.

La permeabilità dei micascisti è invece legata alle loro condizioni tettoniche e strutturali: si tratta di litotipi in genere poco permeabili (soprattutto in direzione ortogonale alla superficie di scistosità), ma l'intensa fratturazione delle porzioni più superficiali può dare luogo a una permeabilità secondaria per fessurazione.

Le caratteristiche tessiturali dei materiali detritici favoriscono la saturazione dei depositi stessi; l'acclività del versante comporta l'innesco di ruscellamenti superficiali, diffusi e concentrati, e circolazione sottosuperficiale, anche in occasione di fenomeni piovosi di non rilevante intensità.

5 Criticità geo-idrologiche

Oltre alle evidenti problematiche legate all'erosione marina del tratto costiero in esame, che mettono a repentaglio la stabilità del piede del pendio e i manufatti ivi presenti, nel corso degli studi e del rilevamento geologico condotti sono state constatate alcune criticità anche lungo la porzione a quote più elevate della scarpata, immediatamente a valle dei civv. 6a-6b-6c-

6d di Via della Costa. Il settore, già interessato nel recente passato da numerosi dissesti, presenta evidenze di problematiche idrogeologiche, sia potenziali che in atto, legate al ruscellamento incontrollato delle acque e a fenomeni erosivi a scapito dei materiali detritici incoerenti accumulati lungo il pendio. Nel corso dei rilievi condotti non è stato tuttavia possibile verificare la reale estensione areale e la gravità di tali problematiche, a causa della presenza di una copertura vegetale infestante pressoché continua e dell'inaccessibilità della scarpata stessa. Si sottolinea come, al fine di condurre un rilievo di dettaglio ed individuare correttamente le criticità idrogeologiche della porzione medio-alta del pendio, sia necessario provvedere alla preliminare pulizia del versante e al taglio della vegetazione e procedere con un approfondimento di indagine. Tale ulteriore studio non potrà prescindere dall'individuazione della provenienza e dei percorsi delle acque di scolo e ruscellamento lungo il versante.

In base alle ricerche condotte e per quanto è stato possibile accertare allo stato attuale dei luoghi, sono state individuate le criticità nel seguito elencate. L'ubicazione dei dissesti e delle problematiche descritte è rappresentata nella planimetria in Allegato 5, mentre la loro evoluzione nel tempo è osservabile in Allegato 3 (confronto foto prospettiche della costa). Vengono poste all'attenzione della Committenza le criticità qui descritte:

- Erosione concentrata ad opera delle acque ruscellanti incanalate a valle dei civv. 6b-6c (cfr. Foto prospettiche 2015 e 2020 – Allegato 3);
- Ruscellamento diffuso lungo la porzione di versante a monte del muro in gabbioni (cfr. Foto prospettica 2020 - Allegato 3);
- Scalzamento del canale di scolo a valle del civ. 6c (cfr. Foto n°14 – Allegato 2);
- Probabile presenza di una nicchia di distacco attualmente rivegetata nel settore a valle del civ. 6b. Lo smottamento è ben visibile nella foto prospettica del 2015 in Allegato 3, ha coinvolto il detrito superficiale ed è presumibilmente dovuto all'erosione concentrata operata dalle acque ruscellanti.

6 Esame del progetto

Il progetto definitivo in esame comprende diverse tipologie di intervento per la difesa del tratto di litorale dall'azione erosiva del moto ondoso. Questo mira a rallentare l'erosione marina a scapito della spiaggia e del piede del versante, onde evitare che il suo progredire possa compromettere la stabilità dell'intero pendio. Il progetto prevede inoltre il consolidamento del piede della scarpata e delle opere di contenimento ivi presenti.

Il muraglione in cls alla base del versante sottostante i civv. 6c e 6d verrà messo in sicurezza con interventi di sottomurazione nelle parti ove sono presenti fenomeni di erosione

e sgrottamento. I vuoti verranno riempiti con massi di I e II categoria, intasati con malta cementizia. Al piede del medesimo muraglione verrà posto un doppio filare di massi di dimensioni maggiori (III categoria), con funzione di difesa frangiflutti. Verranno inoltre realizzati locali contrafforti in calcestruzzo, che verranno uniti e solidarizzati al muro tramite armature inghisate nella muratura.

Verranno riparati – e laddove necessario sostituiti – i gabbioni in rete metallica e pietrame presenti a lato e sulla testa del muro.

La "breccia" presente nel settore orientale dell'opera di difesa del litorale in blocchi di calcestruzzo verrà chiusa disponendo una scogliera di massi di IV categoria in doppio strato, al fine di costituire una barriera frangiflutti che impedisca l'aggressione del moto ondoso.

In corrispondenza del civ. 6d, è prevista la sistemazione del terreno posto alla base della palificata esistente, che è stato oggetto di dilavamento e cedimenti a seguito delle mareggiate del 2018. Questo intervento prevede lo smontaggio temporaneo della rete esistente ed il posizionamento di materiale lapideo di grossa pezzatura, idoneo a resistere all'azione erosiva (massi III categoria). Inoltre, a valle dei blocchi di calcestruzzo esistenti verranno posizionati massi di IV categoria in doppio strato, a costituire una berma radente frangiflutti.

Verrà verificato lo stato del versante nella porzione di scarpata immediatamente a monte del muraglione e della palificata (intero tratto a valle dei civv. 6b-6c-6d) e, ove si riscontrassero solchi erosivi e asportazione del terreno, si provvederà alla sistemazione dell'area con una rete di contenimento per una fascia di 4-5 metri. Le acque di ruscellamento lungo il versante dovranno essere correttamente regimate attraverso la sistemazione/manutenzione dei canali esistenti, con il loro eventuale prolungamento verso valle, e la realizzazione di nuovi sistemi di scolo.

In ultimo, il progetto contempla alcuni interventi di consolidamento, mediante l'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica (i.e. fascinate e viminate), da realizzarsi nelle porzioni a quote più elevate della scarpata. La scelta e la definizione di tali soluzioni potranno essere dettagliate maggiormente a seguito della pulizia del versante e delle indagini ancora da eseguirsi.

Per una migliore e più completa comprensione degli interventi previsti e delle loro caratteristiche si rimanda agli elaborati progettuali.

7 Indagini condotte e pianificazione indagini future

In base al tipo di interventi a progetto e per le finalità dello studio, la campagna di indagine è consistita nell'accurato rilevamento geologico, geomorfologico e idrogeologico del settore in esame e di un suo discreto intorno, con particolare riferimento al settore basale della scarpata e alla zona di raccordo con la fascia litoranea. Sono stati inoltre condotti un accurato studio bibliografico e l'analisi di materiale fotografico, sia storico che recente, dell'archivio cartografico regionale (ortofoto e foto prospettiche della costa); ciò ha consentito di ricostruire la storia evolutiva recente del settore in esame.

Per la descrizione della stratigrafia dei terreni e la loro caratterizzazione geotecnica, nella presente fase progettuale si è fatto riferimento a campagne di indagini geognostiche pregresse, realizzate nel medesimo sito o nelle immediate adiacenze.

Inizialmente, gli scriventi avevano previsto di condurre un'indagine di tipo geofisico, costituita da uno stendimento di sismica a rifrazione combinata con tecnica MASW, al piede della scarpata. L'estesa crescita di vegetazione infestante e le locali condizioni di dissesto lungo tale area hanno però reso impossibile l'esecuzione di tale indagine, entro i termini previsti per la presentazione del presente progetto.

Alla luce delle criticità emerse dal rilevamento della zona e dell'impossibilità di portare a termine l'indagine sismica inizialmente preventivata, nel prosieguo vengono date indicazioni circa la programmazione di una campagna di indagini integrative da eseguirsi nel corso delle fasi progettuali successive, che permetta di caratterizzare nel dettaglio l'intero comparto.

7.1 Pianificazione campagna di indagini integrative

Come precedentemente accennato, è emersa la necessità di censire nel dettaglio le problematiche idrogeologiche che si manifestano lungo l'intera scarpata a valle dei civv. 6a-6b-6c-6d di Via della Costa e di indagarne le cause.

A tal fine è necessario effettuare una preliminare ed accurata pulizia dell'intero versante, con il taglio della vegetazione presente. Ciò consentirà di prendere visione delle reali condizioni e dello stato manutentivo delle reti in aderenza e delle opere di regimazione delle acque in essere, nonché di individuare l'estensione e la gravità dei dissesti a scapito dei materiali detritici superficiali.

Successivamente, si consiglia di effettuare un rilievo topografico georiferito dell'intero pendio, comprensivo anche dei fabbricati e dei manufatti alla sommità dello stesso.

Vista l'elevata pendenza della scarpata e le difficoltà di accesso alla stessa, si suggerisce di eseguire il rilevamento geologico di dettaglio con l'ausilio di tecniche alpinistiche.

Occorrerà inoltre censire tutti gli scarichi ed i pluviali che convogliano le acque verso la scarpata, eventualmente utilizzando traccianti al fine di individuarne i percorsi.

Infine, una volta effettuata la pulizia e preparazione dell'area alla base della scarpata potrà essere condotta l'indagine sismica a rifrazione combinata con tecnica MASW.

8 Caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito

Nel presente capitolo viene descritto il modello geotecnico del sottosuolo del settore in esame: per la sua definizione si è fatto riferimento alla stratigrafia delineata nel modello geologico ed ai risultati emersi da precedenti campagne di indagine effettuate nell'area di interesse.

In merito alla stratigrafia del sito, cui i seguenti parametri "medi" si riferiscono, si rimanda alla sezione geologica interpretativa riportata all'Allegato 6.

8.1 Interpretazione stratigrafica e condizioni idrogeologiche

Il rilevamento condotto ha permesso di definire la stratigrafia dei terreni interessati dalle opere a progetto; la loro caratterizzazione sotto il profilo geotecnico è stata invece desunta da indagini bibliografiche e da precedenti campagne di indagine.

La scarpata a valle di Via della Costa è interessata fino al raccordo con la linea costiera da materiali detritici sciolti di natura mista, in parte naturale (coltre eluvio-colluviale) e in parte artificiale (sversamento di detriti e materiali di risulta da costruzione). Questo accumulo presenta granulometria molto eterogenea, stato di addensamento variabile, seppur mediamente scarso, e spessore differente da luogo a luogo. Al di sotto dell'accumulo detritico è presente il substrato roccioso costituito da micascisti fratturati e alterati soprattutto nelle porzioni più superficiali, dove presentano giunti di frattura spesso beanti, con patine di ossidazione. Questi affiorano lungo la costa a Est del settore in esame e lungo la scarpata a valle del civ. 6c.

La porzione Ovest del settore in esame presenta alla base della scarpata i depositi di spiaggia: si tratta di ciottoli grossolani e blocchi rocciosi di dimensioni pluridecimetriche, elaborati e classati dall'azione del moto ondoso.

I materiali detritici sciolti che interessano la scarpata sono dotati di permeabilità primaria per porosità, variabile in funzione delle loro caratteristiche granulometriche; il substrato roccioso è invece un orizzonte sostanzialmente impermeabile, benché possa presentare una permeabilità secondaria per fessurazione nelle porzioni più superficiali. In virtù di tali caratteristiche e alla luce dell'elevata pendenza della scarpata in questione, si esclude la presenza di una falda idrica continua; in occasione di apporti meteorici stagionali si possono altresì manifestare locali filtrazioni e percolazioni idriche e fenomeni di impregnazione e saturazione dei materiali detritici superficiali.

8.2 Parametrizzazione geotecnica

In base a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018, in questo paragrafo vengono fornite indicazioni circa i parametri geotecnici "medi" dei materiali presenti nel "volume significativo", cioè la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalle opere a progetto.

Materiale detritico superficiale

Materiale detritico di origine mista, rimaneggiato e riportato. È assimilabile ad un terreno granulare a matrice sabbioso-limosa, con scheletro composto da scaglie e blocchi rocciosi e frammenti di laterizi e calcestruzzo. Il grado di addensamento dell'accumulo è medio-basso.

Densità relativa: 15-35%

Peso di volume naturale (γ_n): 18-19 kN/m^3

Peso di volume saturo (γ_s): 19-20 kN/m^3

Angolo di attrito efficace ϕ': 28°-30°

Coesione efficace c': 0 kg/cm^2

Substrato roccioso

L'ammasso roccioso (micascisti di Torretta Pallavicini) si presenta fratturato ed alterato, con giunti di frattura allentati, spesso beanti e con patine di ossidazione. I piani di scistosità immergono a SE, con elevati angoli di inclinazione; la reciproca intersezione tra la scistosità e le superfici di frattura scompone gli affioramenti in blocchi medio-grossi. Si riportano nel seguito i parametri di riferimento del substrato.

Peso di volume γ: 25-26kN/m^3

RQD: 50-60%

Resistenza a compressione monoassiale s_c: 65-70 MPa.

Ulteriori valutazioni circa le caratteristiche di resistenza dell'ammasso roccioso e delle discontinuità potranno essere condotte solo a seguito del rilievo geomeccanico in parete, che sarà possibile eseguire solo a seguito della pulizia del versante dalla vegetazione.

9 Modellizzazione sismica e pericolosità sismica di base

Il Comune di Arenzano ricade, nella classificazione sismica regionale (normata dalla D.G.R. n°216 del 17/03/2017), in Zona 4 (PGA = 0,05 g).

La stima della pericolosità sismica di base del sito permette di definire le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione; per effettuare tale stima occorre valutare le condizioni stratigrafiche e topografiche del sito:

- Categoria di sottosuolo →E, "*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie Co D, con profondità del substrato non superiore a 30 m*". Si tratta infatti di terreni sciolti, mediamente addensati, con velocità delle onde di taglio comprese tra 180 e 360 m/s, appoggiati su un substrato con velocità delle onde di taglio superiore a 800 m/s;
- Condizioni topografiche → T2, "Pendii con inclinazione media i>15°".

La categoria "E" del sottosuolo è stata desunta dalle pregresse indagini geofisiche condotte. Più nel dettaglio tali indagini hanno fornito un valore di $V_{S,eq}$ compreso tra 180 m/s e 360 m/s; il bedrock sismico è stato reperito entro una profondità massima di 12 m.

Si precisa che tale classificazione – cautelativa e a favore di sicurezza – deriva dalla presenza di notevoli quantità di materiali di riporto eterogenei ed eterometrici lungo la scarpata in esame: per tale ragione essa si discosta da quanto riportato nel P.U.C. di Arenzano (cfr. Figura 2). Si sottolinea che tale strumento pianificatorio e normativo è sviluppato alla scala dell'intero territorio comunale e non può pertanto avere il livello di dettaglio dal quale discende la presente classificazione in categoria "E".

9.1 Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine:	44,394153	Classe:	2
longitudine:	8,678606	Vita nominale:	50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16914	Lat: 44,3867	Lon: 8,6628	Distanza: 1502,822
Sito 2 ID: 16915	Lat: 44,3895	Lon: 8,7327	Distanza: 4327,427
Sito 3 ID: 16693	Lat: 44,4395	Lon: 8,7287	Distanza: 6420,835
Sito 4 ID: 16692	Lat: 44,4366	Lon: 8,6588	Distanza: 4978,328

Parametri sismici

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T2
Periodo di riferimento:	50anni
Coefficiente cu:	1

Operatività (**SLO**):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,020	g
Fo:	2,576	
Tc*:	0,159	[s]

Danno (**SLD**):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,025	g
Fo:	2,559	
Tc*:	0,193	[s]

Salvaguardia della vita (**SLV**):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,055	g
Fo:	2,596	
Tc*:	0,296	[s]

Prevenzione dal collasso (**SLC**):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,068	g
Fo:	2,678	
Tc*:	0,318	[s]

Coefficienti sismici

	Stato Limite			
Coefficiente	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1,600	1,600	1,600	1,600
Cc	2,400	2,220	1,870	1,820
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	0,008	0,010	0,021	0,026
Kv	0,004	0,005	0,011	0,013
A max	**0,370**	**0,479**	**1,042**	**1,273**
β	0,200	0,200	0,200	0,200

Coordinate ED50 – Geostru sw www.geostru.com – WGS84: lat. 44.393187 lon. 8.677555

10 Indicazioni progettuali

Le indagini svolte hanno avuto come obiettivo quello di chiarire l'assetto stratigrafico e le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nell'area indagata, nonché di definire i modelli geologico e geotecnico del comparto, allo scopo di fornire al Progettista le indicazioni più idonee per la realizzazione di quanto a progetto.

Il progetto consiste, come descritto in precedenza, nella realizzazione di alcune opere di difesa costiera e di consolidamento dei manufatti presenti alla base della scarpata in esame. Tale intervento è volto a mitigare l'azione erosiva del moto ondoso e ridurre il rischio di instabilità al piede del versante.

È opportuno che nel corso dei lavori si proceda con modalità cautelative nello smontaggio delle reti poste alla base del versante, avendo cura di non innescare locali fenomeni di instabilità a scapito dei materiali detritici, onde evitare rischi per le maestranze.

Per le altre lavorazioni previste si rimanda alle normali tecniche della buona arte del costruire.

Si raccomanda di verificare la funzionalità dei canali di raccolta delle acque ruscellanti provenienti da monte e di prevedere la loro prosecuzione fino al recapito in mare, o comunque oltre le zone caratterizzate da terreni sciolti, soggetti a fenomeni di erosione.

Si ribadisce infine come la sola protezione del piede della scarpata non sia sufficiente a fermare i locali fenomeni di instabilità che coinvolgono le porzioni a quote più elevate del pendio. Per ovviare a tali problemi occorre effettuare un approfondimento di indagine nei settori immediatamente a valle dei fabbricati di Via della Costa e definire apposite strategie di intervento che mirino alla corretta regimazione delle acque e al consolidamento dei materiali detritici di copertura.

11 Conclusioni

I dati e le informazioni raccolte nel corso della presente indagine hanno permesso di valutare le condizioni di rischio esistenti nel settore costiero in esame, ricostruire i modelli geologico e geotecnico del sottosuolo dell'area di intervento, nonché effettuare la modellizzazione sismica di base del sito. La presente relazione illustra nel dettaglio i risultati di tale indagine ed analizza le problematiche geologico-tecniche che insistono nell'areale in esame.

Gli interventi a progetto, qui descritti, mirano alla riduzione del rischio connesso all'azione erosiva del moto ondoso e alla protezione del piede della scarpata a valle di Via della Costa, al fine di scongiurare il progredire e l'aggravarsi dei fenomeni di dissesto in atto. L'elevato rischio legato all'erosione marina non si limita infatti al mero tratto costiero bensì, attraverso un'evoluzione regressiva dello stesso, può coinvolgere la scarpata, mettendo a repentaglio anche i manufatti soprastanti.

Gli interventi qui descritti sono dunque prioritari per impedire l'azione erosiva del moto ondoso e ridurre il rischio connesso alla stabilità del piede della scarpata. Al fine di garantire un adeguato livello di stabilità generale dell'intera scarpata, si suggerisce di eseguire gli opportuni approfondimenti di indagine sulle porzioni di versante a quote più elevate, per definire gli interventi di sistemazione e messa in sicurezza necessari.

Nulla osta quindi, a giudizio degli scriventi e per quanto di loro competenza, alla fattibilità delle opere a progetto.

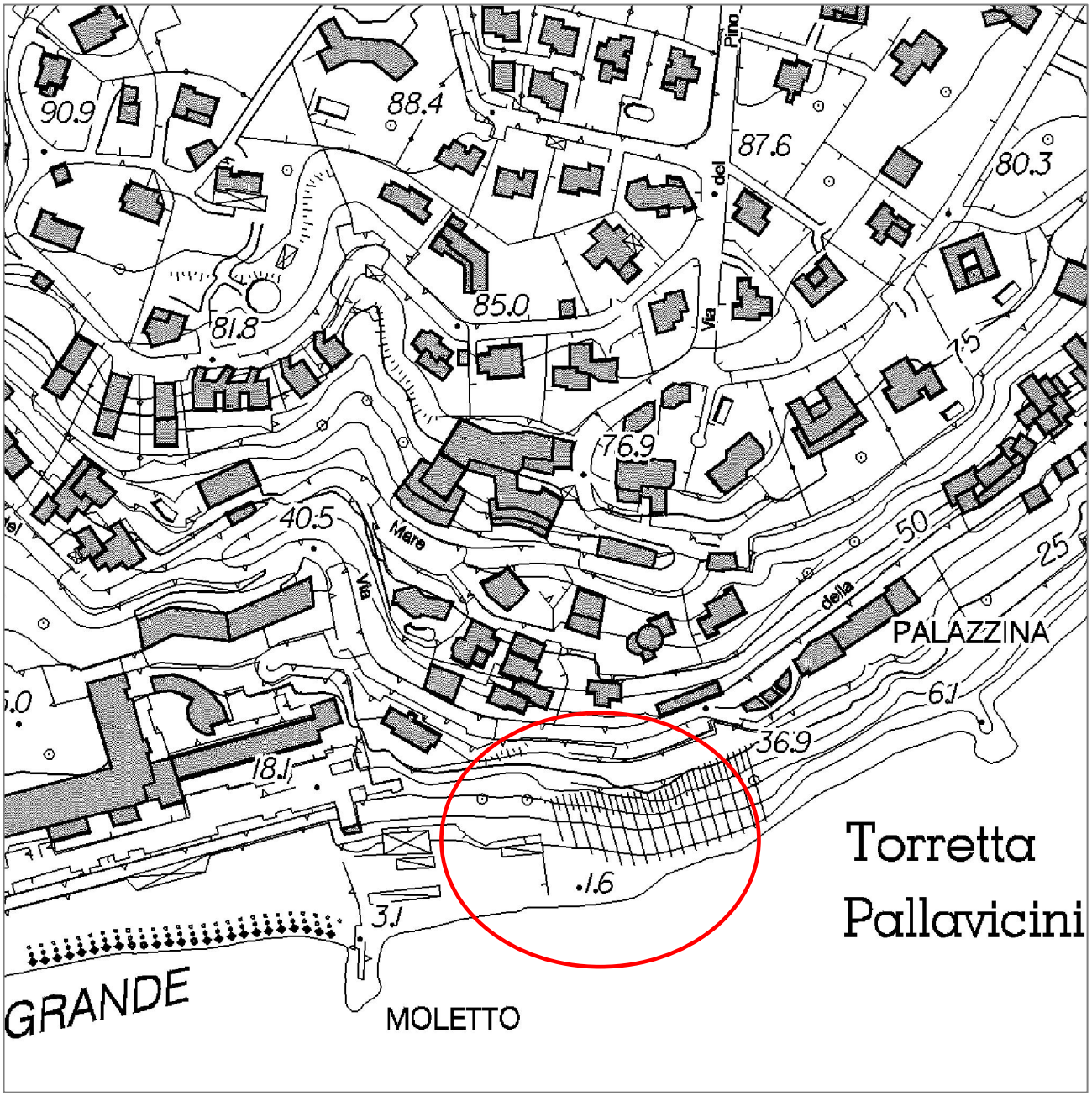
Quanto sopra ad evasione dell'incarico affidatoci, restando a disposizione per eventuali chiarimenti che si rendessero necessari.

Genova, 30 settembre 2022

Dott. Geol. Silvia TORCHIO Dott.Geol. Andrea VIGO







ALLEGATO 1: COROGRAFIA DELL'AREA IN ESAME	
SETTEMBRE 2022	SCALA: 1:2.500
Dott. Geol. Silvia TORCHIO *Via Colombo 11/24 – 16121 Genova* *cell. 3807342502* *mail: silviatorchio@fastwebnet.it* *C.F.: TRCSLV85H61D969V* *P. IVA: 01928470994*	***Dott. Geol. Andrea VIGO*** *Via Colombo 19/2 – 16016 Cogoleto (GE)* *cell. 3475466704* *mail: andreavigo85@gmail.com* *C.F.: VGINDR85B13D969Z* *P. IVA: 01922170996*

ALLEGATO 2: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
SETTEMBRE 2022	
Dott. Geol. Silvia TORCHIO *Via Colombo 11/24 – 16121 Genova* *cell. 3807342502* *mail: silviatorchio@fastwebnet.it* *C.F.: TRCSLV85H61D969V* *P. IVA: 01928470994*	***Dott. Geol. Andrea VIGO*** *Via Colombo 19/2 – 16016 Cogoleto (GE)* *cell. 3475466704* *mail: andreavigo85@gmail.com* *C.F.: VGINDR85B13D969Z* *P. IVA: 01922170996*

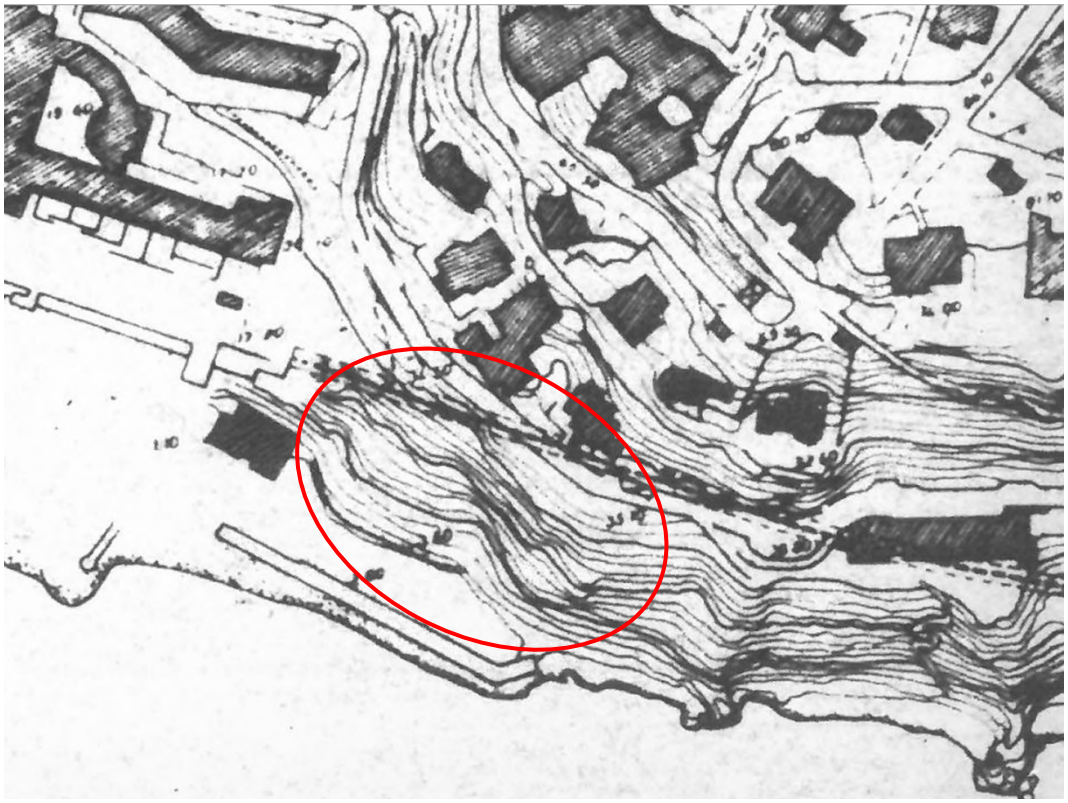


Foto n°1: stralcio fuori scala della Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 degli anni ’50, con localizzazione dell’area in esame.



Foto n°2: foto aerea della zona in esame del 1964 (fonte: geoportale Comune di Genova).



Foto n°3: dettaglio di una cartolina raffigurante la spiaggia di Marina Grande nel 1965.



Foto n°4: dettaglio di una cartolina raffigurante la spiaggia di Marina Grande e il promontorio di Torretta Pallavicini negli anni ’70 del secolo scorso.



Foto n°5: foto prospettica della costa del 2006 (fonte: geoportale Regione Liguria); si osserva il cantiere per la realizzazione dei civv. 6A-B-C-D.



Foto n°6: foto prospettica della costa del 2008, a lavori conclusi (fonte: geoportale Regione Liguria).



Foto n°7: foto prospettica della costa del 2010 (fonte: geoportale Regione Liguria).



Foto n°8: foto prospettica della costa del 2015 (fonte: geoportale Regione Liguria).



Foto n°9: foto prospettica della costa del 2020 (fonte: geoportale Regione Liguria).



Foto n°10: dettaglio dei gabbioni in pietrame deformati e/o parzialmente svuotati alla base del versante, nella zona di intervento.

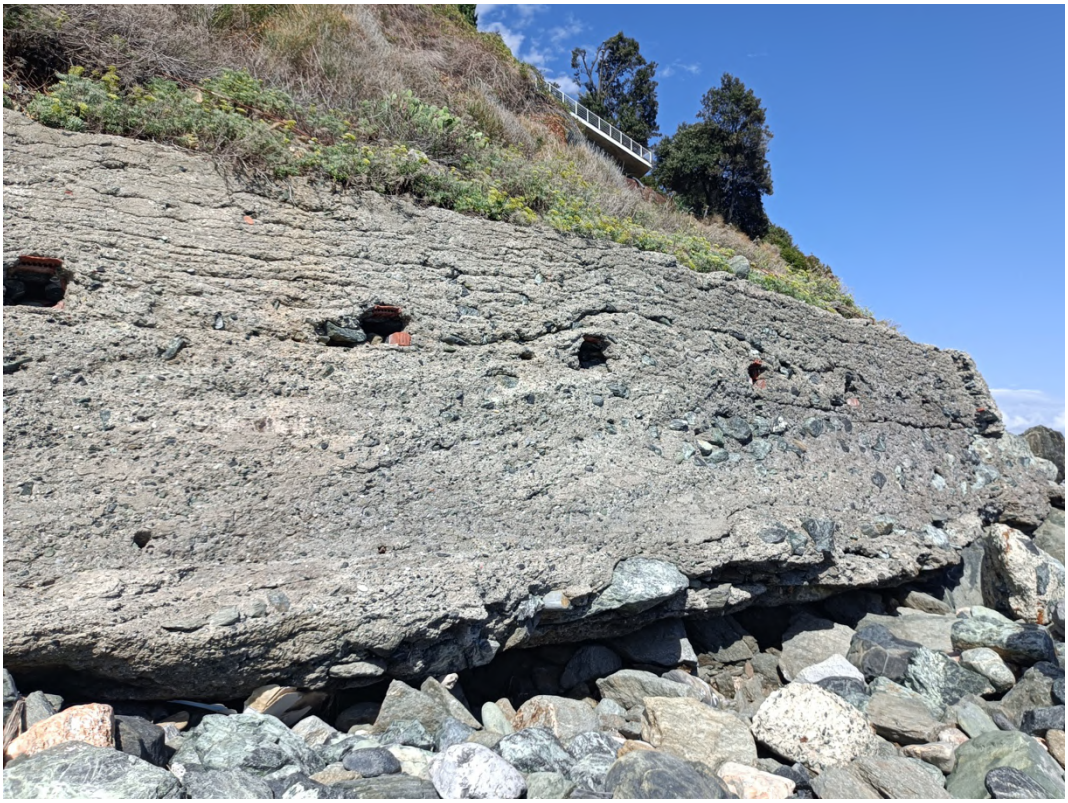


Foto n°11: dettaglio dei fenomeni di erosione e scalzamento al piede cui è soggetto il muro ciclopico in cls alla base del versante in esame.



Foto n°12: distacco della rete in aderenza e parziale svuotamento del terreno a tergo, nel settore a Ovest della palificata realizzata nell'anno 2007.



Foto n°13: dettaglio della rete in aderenza distaccata, nel settore limitrofo alla palificata realizzata nel 2007.



Foto n°14: dettaglio della canaletta in legname per la regimazione delle acque superficiali, presente a Ovest della palificata.

ALLEGATO 3: CONFRONTO FOTO PROSPETTICHE DELLA COSTA	
SETTEMBRE 2022	
Dott. Geol. Silvia TORCHIO *Via Colombo 11/24 – 16121 Genova* *cell. 3807342502* *mail: silviatorchio@fastwebnet.it* *C.F.: TRCSLV85H61D969V* *P. IVA: 01928470994*	***Dott. Geol. Andrea VIGO*** *Via Colombo 19/2 – 16016 Cogoleto (GE)* *cell. 3475466704* *mail: andreavigo85@gmail.com* *C.F.: VGINDR85B13D969Z* *P. IVA: 01922170996*

Legenda

DISSESTI

a)  b) 

a) ruscellamento concentrato

b) ruscellamento diffuso



Erosione/scalzamento al piede



Nicchia di distacco



Erosione spiaggia



Erosione piede scarpata

ELEMENTI ANTROPICI



Tubi di scarico

a)  b)

a) canaletta di scolo stradale

b) tombino

ELEMENTI OMOLOGHI NELLE 4 IMMAGINI

a)  b) 

a) elementi naturali (subaffioramento del substrato)

b) elementi antropici (muri e manufatti)

Nota: le immagini riportate fanno riferimento alle Figg. n°5, 6, 8 e 9 della documentazione fotografica riportata in Allegato 2, cui si rimanda per la presa visione dell'immagine originale.

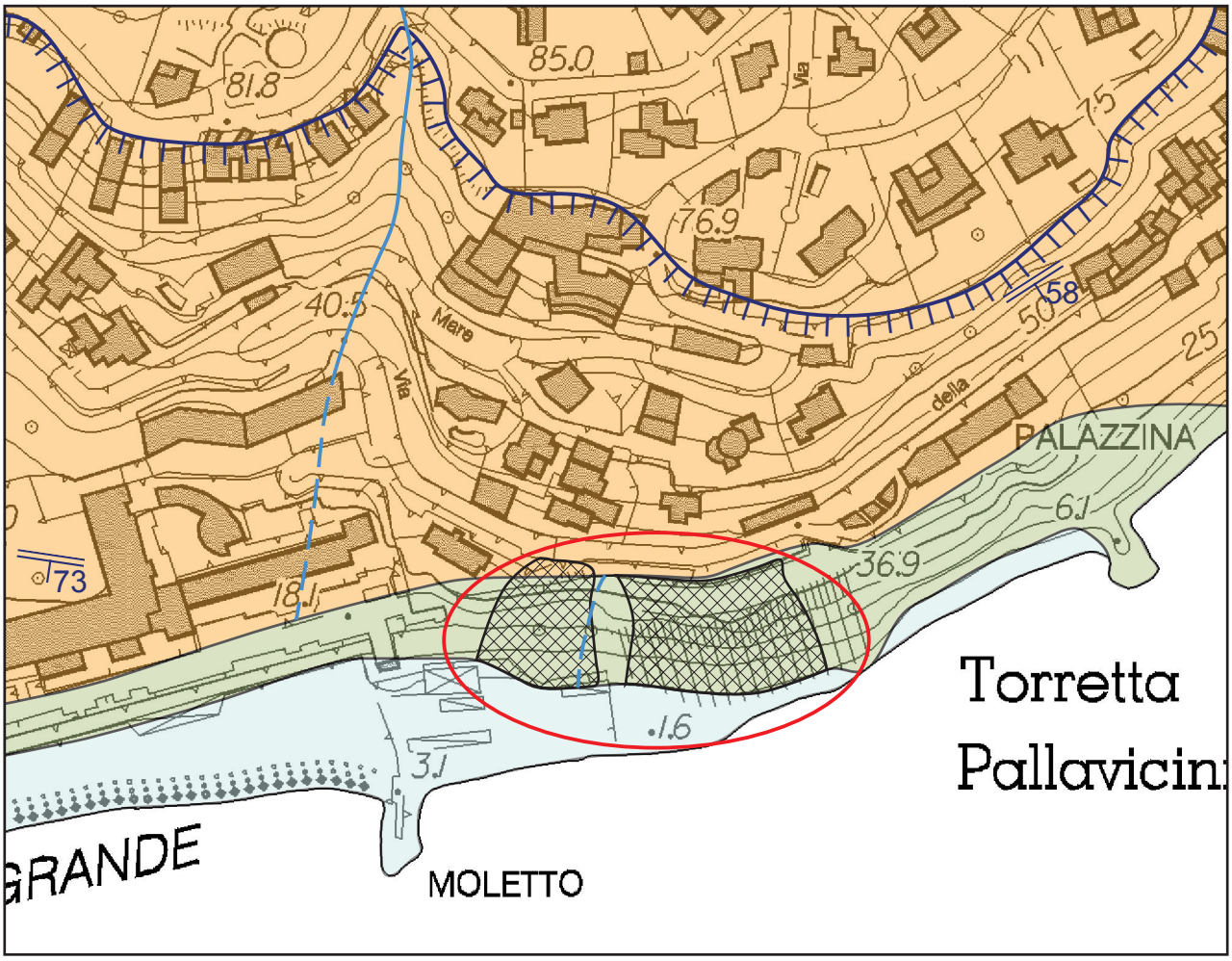
Fonte: foto prospettiche della costa anni 2006, 2008, 2015, 2020 – geoportale Regione Liguria.


2006


2008


2015


2020



LEGENDA

Materiali sciolti di copertura: coltri eluvio-colluviali miste ad abbondanti detriti eterogenei di origine antropica (pietrisco, scaglie lapidee, frammenti di laterizi, in matrice limoso-sabbiosa).

Depositi marini in evoluzione: depositi per lo più ghiaiosi (ghiaie e ciottoli di diametro fino a 20 - 30 cm) elaborati e arrotondati, localmente sabbiosi, di spiaggia emersa.

Formazione di Torretta Pallavicini: micascisti, spesso granatiferi, associati ad anfiboliti a orneblenda e plagioclasio. Localmente marmi a orneblenda fasciati da scisti biotitici a megablasti di granato.

Paragneiss di Vignazza: gneiss biotitico muscovitici a grana fine, localmente granatiferi. Localmente presenti lenti di ortogneiss con quarzo e feldspati a tessitura occhiadina.

Orlo di terrazzo marino.

Reticolo idrografico.

Area d'indagine

54 Fabric Composito (Fc)

ALLEGATO 4: CARTA DI GEOANALISI	
SETTEMBRE 2022	SCALA: 1:2500

Dott. Geol. Silvia TORCHIO
Via Colombo 11/24 - 16123 Genova
cell. 3807342502
mail: silviatorchio@fastwebnet.it
C.F.: TRCSLV85H61D969V
P.IVA: 01928470994

Dott. Geol. Andrea VIGO
Via Colombo 19/2 - 16016 Cogoleto (GE)
cell. 3475466704
mail: andreavigo85@gmail.com
C.F.: VGINDR85B13D969Z
P.IVA: 01922170996

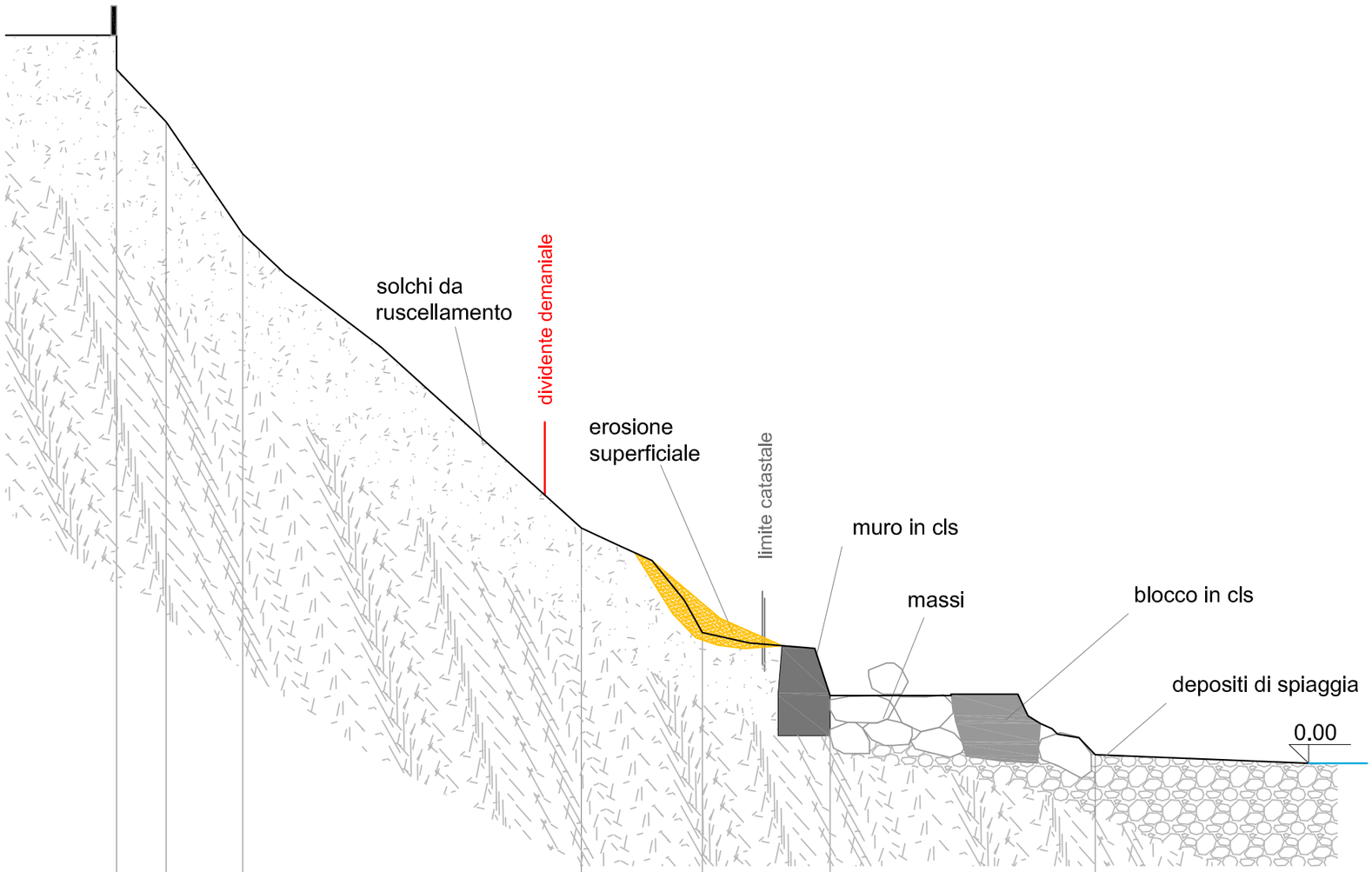


LEGENDA

- muri in cls
- palificata con tiranti
- blocchi in cls
- berma in massi naturali
- gabbionate
- canale acque
- edifici
- vegetazione e alberi
- limiti catastali
- dividente demaniale
- sezioni
- terreni in erosione
- sgrottamenti sotto il muro
- ruscellamento diffuso
- ruscellamento concentrato
- erosione spiaggia
- erosione piede scarpata
- sezione geologica

Progetto definitivo di messa in sicurezza idraulico-marittima e idrogeologica - Via della Costa 6a-6b-6c-6d, Arenzano.	Planimetria con ubicazione delle principali criticità geo-idrologiche	SCALA 1:400	ALLEGATO 5

SEZIONE C



DISTANZE		1.87	2.86	12.71	4.54	4.79	9.95	8.01	
QUOTE	27.30	26.01	24.49	19.85	8.80	4.90	2.54	0.32	0.00

LEGENDA

- muri in cls
- blocchi in cls
- berma in massi naturali
- canale acque
- limiti catastali
- dividente demaniale
- terreni in erosione
- Materiale detritico superficiale
- Depositi di spiaggia
- Substrato roccioso (micascisti di Torretta Pallavicini)

Progetto definitivo di messa in sicurezza idraulico-marittima e idrogeologica - Via della Costa 6a-6b-6c-6d, Arenzano.	Sezione geologica interpretativa	SCALA 1:200	ALLEGATO 6