R.T.P.: Dott. Ing. Paolo Gaggero, HS marine S.r.l., Dott. Geol. Marcello Brancucci e Ing. Luca Rossi

Dott. Ing. Paolo Gaggero via Pia 130/r - 17100 Savona (SV) - tel. 019 829463 - e.mail: ing.gaggero@libero.it
HS marine S.r.l. via Panà 56/a - 35027 Noventa Padovana (PD) - tel.049 8945087 - e.mail: mail@hsmarinesrl.com
Dott. Geol. Marcello Brancucci via XX Settembre 5/5 - 17100 Savona (SV) - tel. 019/2216824 - e.mail: geologo@marcellobrancucci.it
Ing. Luca Rossi via Pia 130/r - 17100 Savona (SV) - tel. 019 829463 - e.mail: ing.gaggero@libero.it

Committente:

PORTS of GENOA
VADO LIGURE ■ SAVONA ■ PRA' ■ GENOVA

INTERVENTO STRUTTURALE A DIFESA DELLA COSTA DI VADO LIGURE PROGETTAZIONE DEFINITIVA

CIG. n. ZEE252A10E



Elaborato A.02

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Professionisti:

Ing. PAOLO GAGGERO
Ordine ingegneri della provincia di Savona n. 463

Ing. MASSIMO TONDELLO
Ordine ingegneri della provincia di Padova n. 2771

Dott. Geol. Marcello Brancucci

Collaborazione tecnica: **Ingg. N. SGUOTTI, S. BERIOTTO e L. ROSSI**

Commessa: HSM813-PD	REV: 00	Data: Luglio 2019

INDICE

1 PREMESSA 4

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE 5

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO 6

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO 10

4.1 ASSETTO GENERALE 10

4.2 GEOMORFOLOGIA TORRENTE SEGNO 11

4.3 GEOMORFOLOGIA TORRENTE QUILIANO 11

5 SEDIMENTOLOGIA 13

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO 15

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO 16

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 2.1 – Planimetria dell'area oggetto i studio 5
Fig. 3.1 - Estratto dei fogli Albenga – Savona n°92 e 93 della cartografia geologica nazionale in scala 1:100.000..... 6
Fig. 3.2 - Legenda (Estratto dei fogli Albenga – Savona n°92 e 93 della cartografia geologica nazionale 1:100.000) 7
Fig. 3.3 - Stralcio della carta geolitologica del piano di bacino del torrente Segno (scala 1:10000).... 9
Fig. 4.1 - Principali sistemi di lineazione che hanno modellato l'attuale costa ligure - Mantovani, 1983 10
Fig. 5.1 – Ubicazione dei punti di prelievo (campagna di indagini di febbraio-maggio 2010)..... 13
Fig. 7.1 – Sezione litostratigrafica lungo l'asta terminale del torrente Segno 16

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 5.1 – Diametro medio dei grani - Campioni spiaggia sommersa..... 14
Tab. 5.2 – Diametro medio dei grani - Campioni spiaggia emersa 14

1 PREMESSA

Il R.T.P., costituito dall'ing. Paolo Gaggero, dalla società HS marine S.r.l., dal Dott. Geol. Marcello Brancucci e dall'Ing. Luca Rossi, ha ricevuto dall'Autorità Portuale di Savona l'incarico per la redazione della progettazione definitiva dell'"intervento strutturale a difesa della costa di Vado Ligure" (CIG: ZEE252A10E).

La presente relazione contiene le informazioni di tipo geologico e geotecnico utilizzate per la progettazione del ripascimento e delle opere rigide.

Le informazioni sono state estratte da letteratura (cfr. Piani di Bacino), dalle indagini propedeutiche all'esecuzione dei lavori (sedimentologia) e da precedenti studi forniti dall'Autorità Portuale ("Relazione Geologica e delle indagini geotecniche" redatta dall'Ing. Misurale ad ottobre 2015 nell'ambito del Progetto Definitivo di "Sistemazione del tratto terminale dell'asta del torrente Segno finalizzata alla mitigazione del rischio idraulico".

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto di studio appartiene alla costa occidentale della Regione Liguria, in provincia di Savona. Più nel dettaglio, l'area di interesse rientra tra le foci dei torrenti Segno e Quiliano.
Si tratta di un litorale sabbioso, alimentato dagli apporti di sedimenti terrigeni dei principali corsi d'acqua che sfociano tra Savona e Vado; quest'ultimo ambito può essere inteso come unità fisiografica, in quanto la conformazione della costa e le opere foranee delle due strutture portuali impediscono significativi scambi di sedimenti con le spiagge limitrofe.
Le problematiche alla base della necessità di intervento risiedono proprio nell'interazione, a piccola e media scala, degli interventi antropici con la dinamica litoranea.

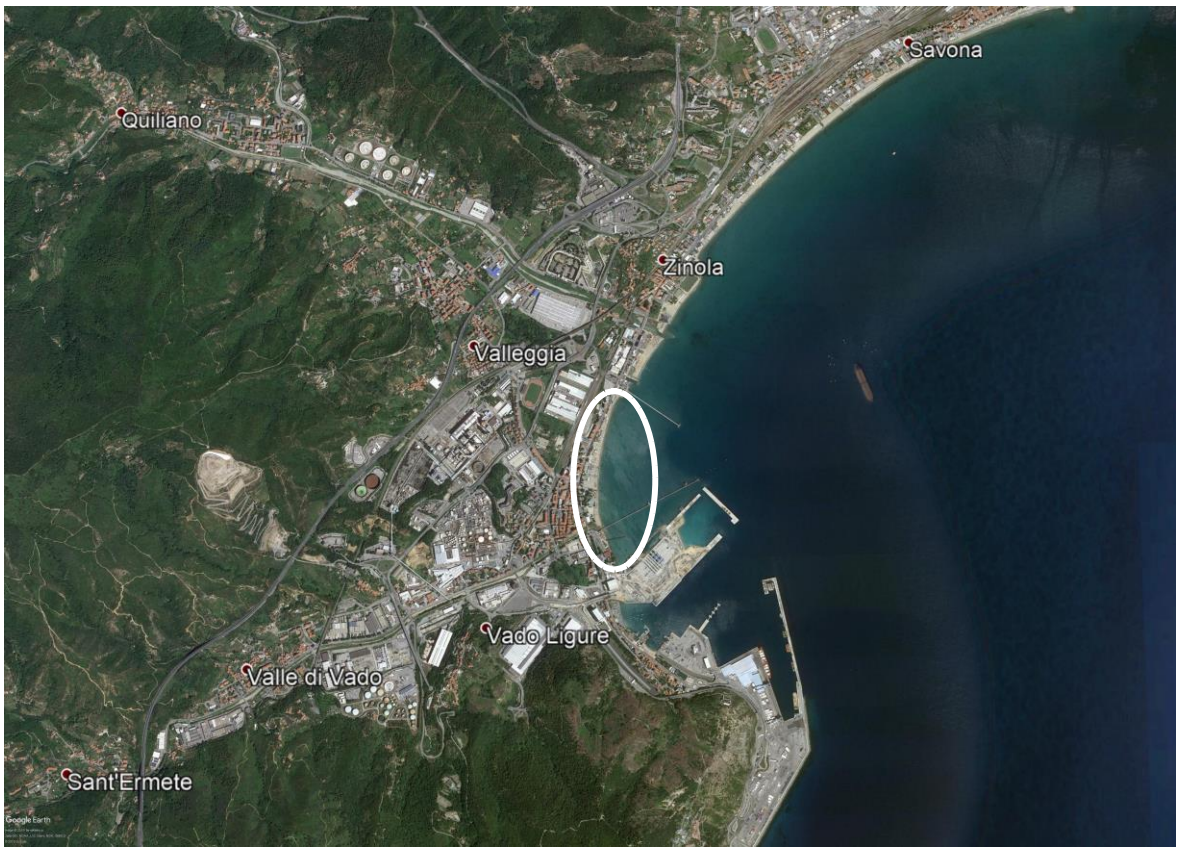


Fig. 2.1 – Planimetria dell'area oggetto i studio

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La struttura geologica dell'area di studio mostra la presenza di contatti trasgressivi, evidenziando una complessa storia geologica e morfologica. Sul basamento roccioso, costituito dagli gneiss di Capo di Vado, si sono depositati tanto sedimenti granulari quaternari quanto argille compatte, probabilmente di età pliocenica. I terreni quaternari si sono spesso depositati sulle argille compatte; si evidenzia dunque una complessa storia deposizionale, che ha messo in contatto formazioni e terreni di diverse età geologiche.
L'area in studio ricade nei fogli 92 – 93 "Albenga – Savona" della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000. Il dominio paleogeografico è quello Permo – Carbonifero brianzonese epimetamorfico.

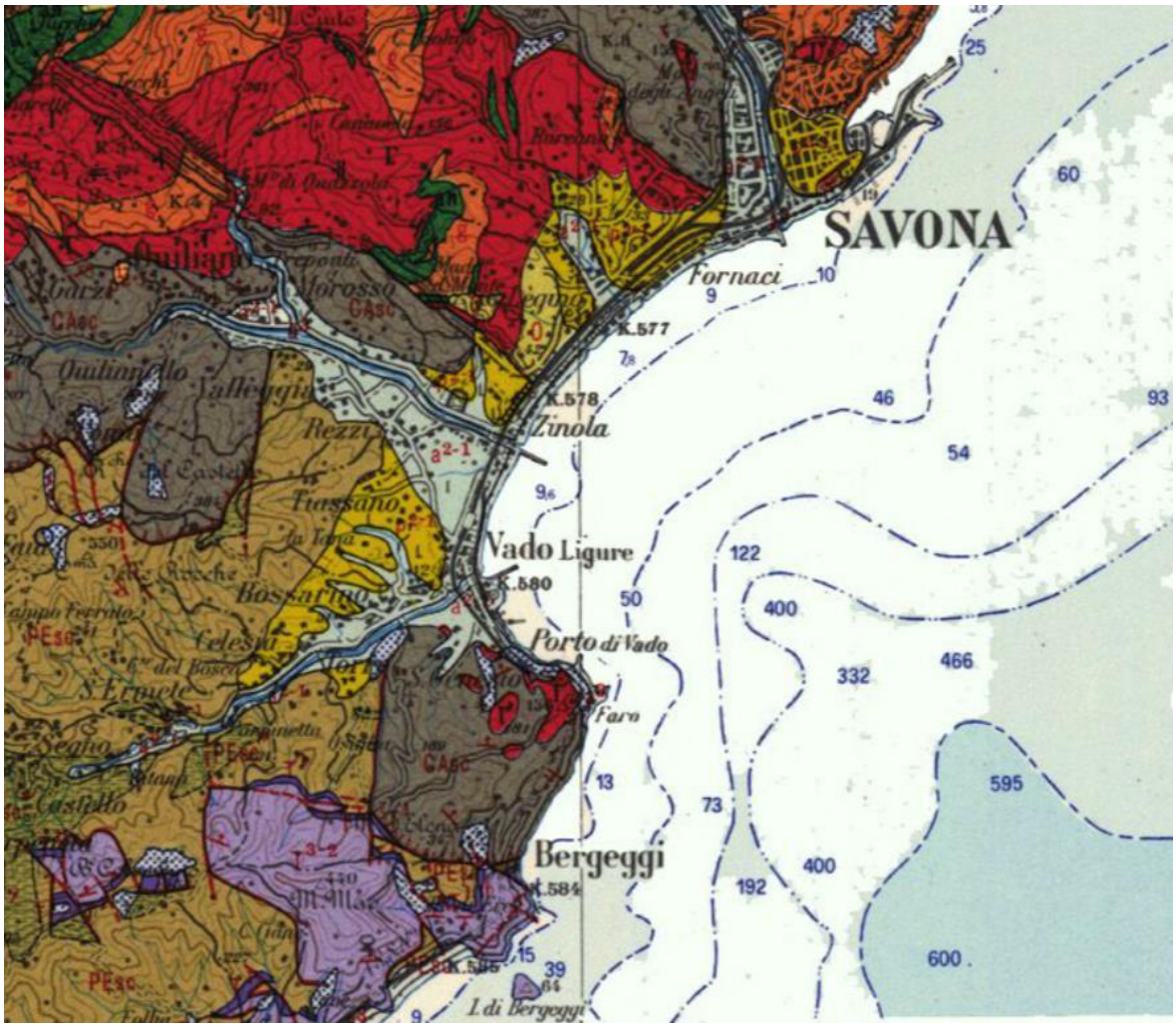


Fig. 3.1 - Estratto dei fogli Albenga – Savona n°92 e 93 della cartografia geologica nazionale in scala 1:100.000



Fig. 3.2 - Legenda (Estratto dei fogli Albenga – Savona n°92 e 93 della cartografia geologica nazionale 1:100.000)

Si riporta di seguito una breve descrizione litologica delle formazioni rocciose:

<u>CAsc – Formazione di Murialdo – Carbonifero medio-superiore</u>

Questa formazione è costituita essenzialmente da filladi e micascisti minuti carboniosi scuri, che presentano come loro caratteristica frequentissime lenti e vene contorte di quarzo. Sono presenti subordinatamente intercalazioni di arenarie grigie o verdastre e di scisti arenacei verdastri verso la sommità. La natura litologica della formazione, l'elevato grado di fratturazione e gli scoscesi versanti di faglia, che caratterizzano la valle del torrente Segno, concorrono allo sviluppo di un grado id alterazione medio-alto degli scisti, che si concretizza in: colorazione rossastra della porzione di ammasso alterato, porzioni di ammasso parzialmente argillificate e spesse coltri di depositi eluvio – colluviali a granulometria limo – sabbiosa.

I contatti delle suddette formazioni con le formazioni adiacenti, come gli Scisti di Gorra e i Porfidi del Melogno, sono per lo più di origine tettonica. Sulla base della posizione stratigrafica degli scisti, si

suppone che la formazione si collochi tra gli Gneiss di Albisola, originaria base di sedimentazione, e gli Scisti di Gorra, verso i quali la formazione mostra una serie di passaggi transizionali.

Γ - Graniti del torrente Letimbro – Permico medio

Graniti gneissici a grana grossa o minuta, fortemente cataclasati e di origine anatessica, di conseguenza ricchi di biotite e muscovite. Questi corpi gneissici si rinvengono all'interno degli ammassi rocciosi degli scisti della Formazione di Murialdo, che costituiscono i rilievi di Capo di Vado. La parete rocciosa con distacco di detrito di versante, immediatamente a monte del faro di Capo di Vado, offre un imponente affioramento di questi litotipi.
L'attività magmatica si riconosce essere avvenuta in tempi posteriori al Permico inferiore, e si può precisare che deve aver preceduto la fase orogenetica eocenica, che ha poi coinvolto i massicci cristallini. L'intensa cataclasi, che ha subito questa formazione, determina scadenti caratteristiche geomeccaniche della roccia e la formazione di detriti lungo i pendii.

PEsc – Scisti di Gorra – Carbonifero medio-superiore

Questa formazione costituisce il gruppo arealmente prevalente in questa porzione del foglio Albenga-Savona. La formazione è costituita dalle litofacies degli scisti sericitici e cloritici, scisti filladici spesso titaniferi, scisti quarzo-sericitici e scisti gneissici, scisti quarzo-sericitici carboniosi, quarziti e quarzoscisti, arenarie e microconglomerati quarzoso-feldspatici. Si sono originati da sedimenti fini arenaceo – pelitici, tufiti e piroclastici depositatisi sia in ambiente marino che continentale, al di sopra del basamento cristallino, e successivamente interessati da metamorfismo alpino di basso grado.

P^{2-1} – Argille di Ortovero – Pliocene

Nei pressi dell'abitato sono presenti due formazioni plioceniche: le argille di Ortovero e i conglomerati di Monte Villa. Questi ultimi sono sovrapposti alle prime, anche se si individuano zone di eteropia tra le due formazioni. I conglomerati sono a cemento calcareo e i clasti arrotondati e sub-arrotondati sono di natura essenzialmente calcarea. Lo spessore di questa facies è in media di 150 – 200 m. Nel savonese il Pliocene si presenta in facies prevalentemente argillosa, mancando completamente le facies dei conglomerati di Monte Villa. Le argille presentano generalmente una colorazione grigio – azzurra, sono fossilifere, a testimonianza di una loro deposizione in ambiente marino.

a^{2-1} – Alluvioni non terrazzate recenti – Olocene

Depositi alluvionali non terrazzati, per lo più ghiaiosi e sabbiosi, solo localmente limosi od argillosi, non alterati in superficie, e depositi di spiaggia correlati. L'area di studio è priva di depositi alluvionali terrazzati. In questa facies sono stati messi assieme le alluvioni di fondovalle e i depositi di spiaggia ed essi correlati, per l'impossibilità di tracciare un limite sicuro tra i due depositi a causa dell'estrema antropizzazione.

a^{3} - Alluvioni attuali

I depositi alluvionali attuali del torrente Segno sono litologicamente affini alle rocce degli scisti di Gorra ed ai calcari dei rilievi più interni. I depositi alluvionali attuali del torrente Quiliano sono sedimenti fini limosi, presenti nella porzione di piana più prossima alla linea di costa. I depositi di spiaggia correlati sono costituiti dai medesimi materiali, che presentano granulometria più omogenea

per la classazione operata dal moto ondoso.
Per quanto riguarda l'area di intervento, si tratta di sedimenti di recente deposizione, di origine litoranea o fluviale, caratterizzati da granulometrie tipiche delle sabbie e delle ghiaie; la classazione dei sedimenti incoerenti è legata all'azione del moto ondoso, motivo per cui le granulometrie più grossolane si trovano in prossimità della linea di riva, mentre allontanandosi verso il largo si trovano sedimenti più fini.

La natura del sottosuolo, a ridosso dell'area di progetto (evidenziata), è rappresentata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

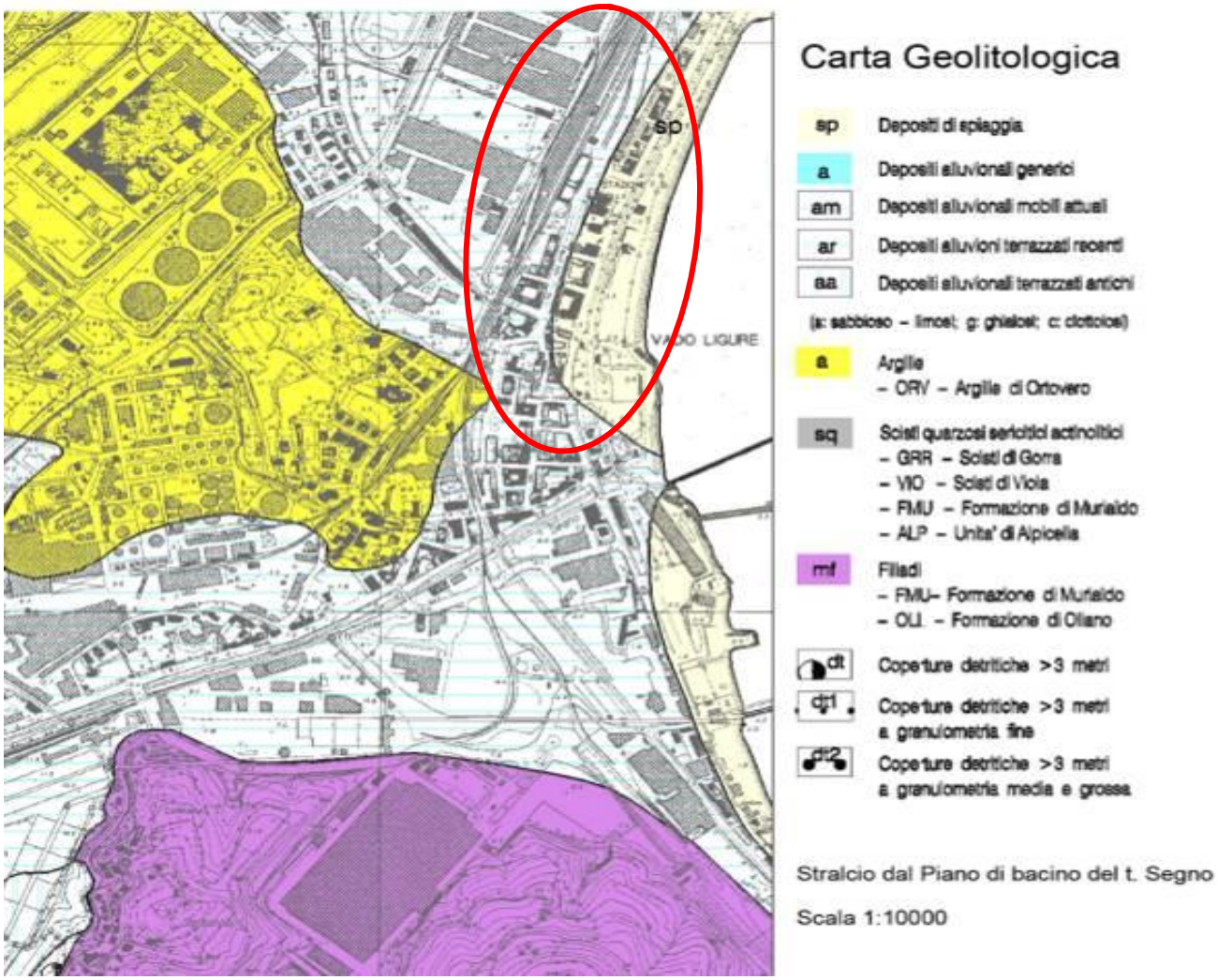


Fig. 3.3 - Stralcio della carta geolitologica del piano di bacino del torrente Segno (scala 1:10000)

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

4.1 Assetto generale

Le formazioni che costituiscono i rilievi montuosi dell'area rappresentano la copertura permo – carbonifera del sub – strato cristallino paleozoico. L'azione congiunta dei sistemi di faglia in tali formazioni ha determinato la morfologia attuale della costa di Vado Ligure e in generale quella della costa ligure. In **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** è riportata la sintesi di una serie di studi, condotti da Mantovani, sulle vicende tettoniche dell'area ligure. Il dominio 7 della figura, corrispondente alla zona di Savona, mostra nella porzione più meridionale l'assetto strutturale dell'area oggetto di questa relazione, indicando la presenza sostanziale di un sistema di faglie NNW-SSE parallelo alla costa, che ha determinato un abbassamento progressivo dei rilievi con una struttura a gradoni e di un secondo sistema ad andamento E-W, responsabile della formazione delle attuali valli. La struttura a gradoni è riconoscibile ancora oggi sul fondo marino attraverso la presenza di falesie multiple ribassate, così come è testimoniato dai numerosi isolotti antistanti la costa, che si trovano andando da Savona verso Ventimiglia.

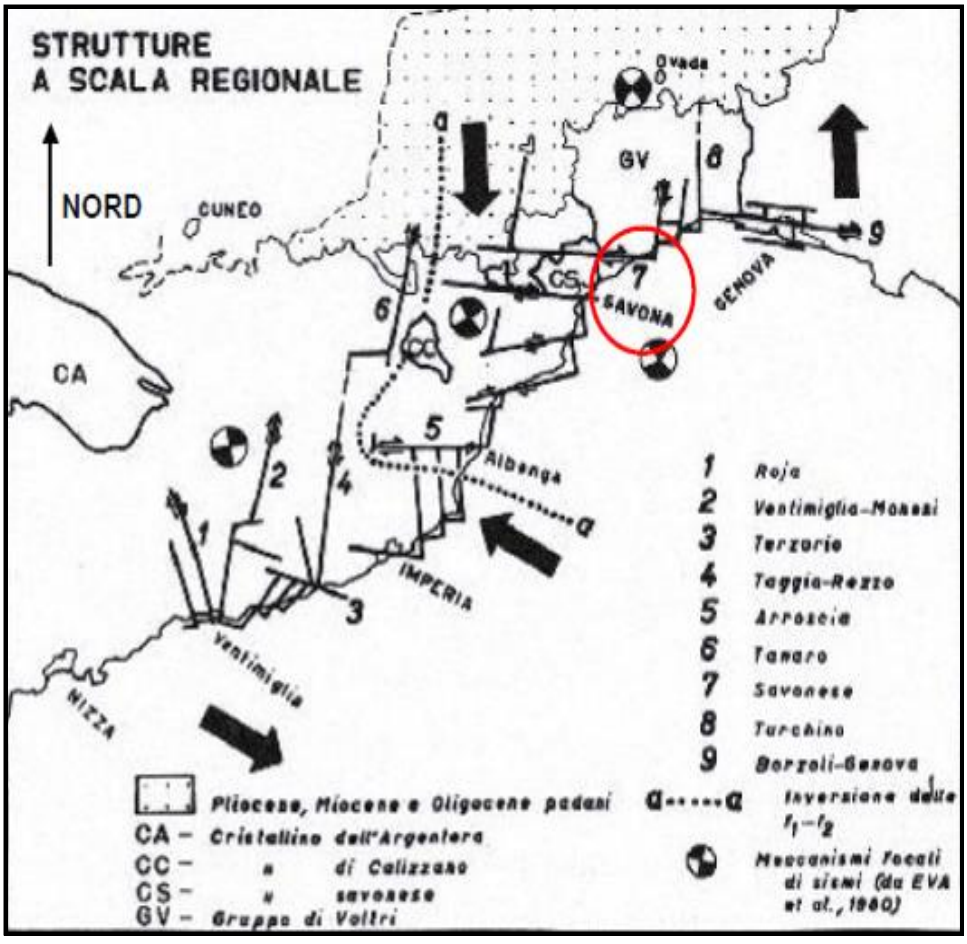


Fig. 4.1 - Principali sistemi di lineazione che hanno modellato l'attuale costa ligure - Mantovani, 1983

Il basamento roccioso di Capo di Vado si approfondisce sotto il livello del mare in direzione NS, la roccia quindi raggiunge notevoli profondità. È presumibile che su questa inclinata superficie rocciosa, interessata da erosioni vallive che si sviluppano in direzione Sud Nord e verso Ovest, si sia depositata argilla compatta in epoca pliocenica e, a seguito del sollevamento tettonico della linea di costa, questa argilla ha subito un processo di indurimento, ma è anche stata erosa notevolmente, dando luogo a profonde incisioni. L'andamento generale del tetto di questa argilla è leggermente inclinato in direzione NO-SE. Questa complessa paleomorfologia è stata quindi coperta da dei depositi granulari quaternari, ghiaie, sabbie con limi nella parte superficiali.
Nel periodo olocenico, ovvero negli ultimi 10000 anni, questi terreni sono rimasti sotto il livello del mare, più o meno come nella attuale condizione, esposti maggiormente ad erosione piuttosto che a sedimentazione. La configurazione della valle e della linea di costa dell'area oggetto di studio non doveva differire di molto da quella attuale nel Pleistocene Medio, circa 1 M di anni fa.

La linea di costa, nei tratti di costa bassa, è caratterizzata dalla presenza di depositi granulari (prevalentemente sabbie e ghiaie) di origine fluviale o litoranea, comunque riconducibile all'apporto dei locali corsi d'acqua.

4.2 Geomorfologia torrente Segno

Il bacino idrografico presenta una conformazione regolare sub-rettangolare, con sviluppo dell'asta principale lungo la direzione WSE – ENE e asimmetria dei versanti, con maggiore acclività per quelli in sponda destra. Il territorio si sviluppa dal livello del mare fino a 793 m s.m.m.
La superficie del bacino risulta pari a 19,82 km^2 e l'asta principale presenta uno sviluppo di circa 8 km. I versanti sono caratterizzati da valori elevati di pendenza, con classi prevalenti tra il 35% e il 75%. La pendenza media del bacino è pari al 40%. Le pendenze più elevate caratterizzano la maggior parte dei versanti in sponda destra e quelli della porzione di testa in sponda sinistra. Si tratta quindi di un bacino potenzialmente in grado di generare un significativo apporto solido, ancorchè le varie sistemazioni fluviali ne abbiano ridotto la capacità di trasporto, in particolare dei sedimenti più grossolani in grado di contribuire all'evoluzione morfologica del litorale.
La piana alluvionale che si è sviluppata lungo la costa si raccorda con quella generata dagli accumuli provenienti dal torrente Quiliano, la cui foce si trova poco più a Nord rispetto a quella del Segno.
Come accade per buona parte del territorio ligure, l'assetto geomorfologico del bacino ha condizionato lo sviluppo delle attività ed insediamenti antropici: le zone di piana alluvionale e delle prospicienti deboli colline in sponda sinistra sono state intensamente insediate con attività industriali e urbanizzazione recente, mentre gli abitati antichi si sono sviluppati lungo costa o in prossimità di corsi d'acqua o terrazzi morfologici. Le zone meno acclivi presenti nella parte medio – alta del bacino in sponda sinistra hanno permesso lo sviluppo di attività agricole, favorite anche dalla favorevole esposizione. In sponda destra sono presenti due cave mentre in sinistra la discarica di Bossarino.

4.3 Geomorfologia torrente Quiliano

Il bacino idrografico del torrente Quiliano risulta pari a 52 km^2 e si sviluppa lungo l'asta principale per 17 km fino alla foce che ne delimita il confine tra i comuni di Savona e Vado Ligure. La forma a "ventaglio" del bacino è determinata da una omogenea distribuzione dei tratti di asta fluviale tra la

sponda sinistra e la destra. Le pendenze più frequenti del bacino del torrente sono comprese tra il 35% e il 50%, con presenza di pendenze al di sopra del 70% nelle parti medie e alte dei sottobacini. Nella zona di testa del bacino prevale normalmente l'attività erosiva degli affluenti, successivamente le pendenze si fanno più limitate e gli alvei sono normalmente caratterizzati dalla presenza di modeste coperture alluvionali, con sponde in roccia sub-affiorante. Nei tratti terminali le valli si allargano, le pendenze si riducono ulteriormente e riprendono le coperture alluvionali la cui potenza è in costante aumento in direzione della piana terminale. Lungo il fondovalle del Quiliano, caratterizzato da un'incisione molto stretta con bruschi raccordi versante-alveo, la pendenza longitudinale del corso d'acqua è tale da consentire il deposito dei sedimenti grossolani e il trasporto dei fini, mentre in corrispondenza delle tortuosità nella porzione terminale del bacino, ove diminuisce ulteriormente la velocità, è possibile la sedimentazione anche delle medie granulometrie.
Fenomeni di erosione superficiale di versante, piccole frane tipo soil-slip, collegate anche ad erosione incanalata, sono diffusamente presenti nei sottobacini dove la vegetazione non è in grado di svolgere una vera e propria azione antierosiva e consolidante. Una situazione di degrado diffuso si presenta poi sul relativo fondovalle dove sono evidenti sia fenomeni di scalzamento al piede dei versanti, da parte delle acque del torrente in prossimità di aree dove la tettonica ha generato improvvisi mutamenti direzionali del corso d'acqua, sia settori ove il detrito di versante trasportato dalle acque correnti viene depositato e a sua volta eroso durante la piena successiva.
Anche in questo caso, quindi, si tratta di un bacino potenzialmente in grado di generare un significativo apporto solido di sabbie, ancorchè le varie sistemazioni fluviali ne abbiano ridotto la capacità di trasporto.
Nel bacino non sono presenti discariche né cave.

5 SEDIMENTOLOGIA

Le caratteristiche sedimentologiche del materiale presente sulla fascia attiva del litorale sono state ricavate sulla base dei risultati della campagna di indagini eseguita tra febbraio e maggio 2010, i cui risultati sono descritti in dettaglio nell'elaborato "Analisi sedimentologiche dei prelievi di campione eseguiti sulla spiaggia emersa e sommersa compresa tra il Torrente Segno e il Rio 4 Stagioni ad integrazione del progetto definitivo 'Piastra multifunzionale' del porto di Vado Ligure – Savona", redatto da Drafinsub Survey S.r.l. (maggio 2010).

Ai fini dello studio di cui in oggetto sono state considerate le caratteristiche dei campioni prelevati all'interno dell'area di interesse, compresa tra la foce del torrente Quiliano e la foce del torrente Segno (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).



Fig. 5.1 – Ubicazione dei punti di prelievo (campagna di indagini di febbraio-maggio 2010)

Nelle successive Tab. 5.1 e Tab. 5.2 si riportano i valori del diametro medio dei grani per i campioni prelevati sulla spiaggia sommersa ed emersa, all'interno del tratto di litorale oggetto del presente studio.
Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, si evince che la spiaggia sommersa fino alla profondità di circa -5 m s.m.m. (ovvero all'interno della fascia attiva) è costituita da sabbia medio-fine con diametro medio dei grani compreso tra 0.1 e 0.3 mm. La spiaggia emersa risulta, invece, costituita da ghiaia fine con diametro medio dei grani compreso tra 2 e 6 mm.

Campione	Profondità (m s.m.m.)	D_{50} (mm)
H2	-2	0.276
H5	-5	0.304
N2	-2	0.213
N5	-5	0.132
O2	-2	0.216
O5	-5	0.129
P2	-2	0.318
P5	-5	0.191
Q2	-2	0.166
Q5	-5	0.199
R2	-2	0.303
R5	-5	0.136
S2	-2	0.137
S5	-5	0.159
T2	-2	0.157
U2	-2	0.289
U5	-5	0.157
V2	-2	0.318
V5	-5	0.154
Z2	-2	0.118
Z5	-5	0.162

Tab. 5.1 – Diametro medio dei grani - Campioni spiaggia sommersa

Campione	Profondità (m s.m.m.)	D_{50} (mm)
0	battigia	1.867
4	battigia	2.405
6	battigia	2.735
8	battigia	4.273
10	battigia	2.990
14	battigia	6.408
16	battigia	3.362
18	battigia	4.353

Tab. 5.2 – Diametro medio dei grani - Campioni spiaggia emersa

6 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'inquadramento idrogeologico segue la suddivisione dei due diversi torrenti appartenenti all'area di studio, Segno e Quiliano

La superficie del torrente Quiliano assume una forma in prima approssimazione circolare, con sbocco sul Mar Ligure al confine tra la periferia occidentale della città di Savona e quella orientale di Vado Ligure. La struttura insediativa del bacino è caratterizzata da un sistema di nuclei storici collinari e da nuclei di fondovalle che si sviluppano su percorsi pedecollinari. Il bacino del torrente Quiliano è costituito dai due sottobacini dei torrenti Trexanda e Quazzola.
Il bacino presenta affioramenti di diversi litotipi. In generale si può dire che le aree di affioramento degli scisti di Viola, Metabasiti della Formazione di Eze, Argille di Ortovero possono essere considerate impermeabili mentre la permeabilità della altre formazioni è molto variabile a seconda delle facies e delle differenti situazioni di fratturazione e scistosità legate a tettonizzazione e contatti stratigrafici. In particolare il bacino del Quiliano è prevalentemente modellato in ammassi rocciosi cristallini, caratterizzati da una permeabilità di tipo secondario legata al grado di fratturazione/tettonizzazione dei litotipi esistenti, i cui valori sono generalmente di grandezza limitata. Le coltri detritiche di copertura e la piana alluvionale di fondovalle sono invece sede di permeabilità di tipo primario per porosità, con presenza di falde acquifere apprezzabili solo nella piana alluvionale e localmente nelle aree pedemontane per le falde di detrito più potenti; tali falde presentano fluttuazioni verticali legate a cicli stagionali e/o precipitazioni intense. Le aree urbanizzate, ad elevata densità, sono praticamente impermeabili a causa dell'alto grado di copertura dei suoli e la scarsa presenza di aree a verde pubblico e superfici esposte che permetterebbero la filtrazione nel sottosuolo.

Pe il torrente Segno la maggiore estensione del bacino corrisponde a quella delle rocce permeabili per fratturazione, anche se la complessità geologica e geomorfologica del bacino porta ad una frammentazione delle aree con conseguenti frequenti variazioni laterali di permeabilità, soprattutto in prossimità della superficie topografica, dove la presenza diffusa di coltri e di alluvioni interrompe le più ampie zone a permeabilità più bassa. Il rischio di esondazione è elevato, a causa dei fattori morfologici e dell'intensa antropizzazione delle aree limitrofe alle aste fluviali.
I depositi alluvionali a granulometria grossolana sono sede di una falda sostanzialmente freatica di subalveo a potenza limitata, considerato lo spessore modesto dei sedimenti che costituiscono l'acquifero, appoggiato sul substrato impermeabile delle Argille di Ortovero. L'acquifero è alimentato dal corso d'acqua principale e la falda, quindi, segue il corso del torrente e presenta probabilmente una maggiore potenza in destra orografica, laddove sono assenti affioramenti delle argille del substrato, che si trovano a maggiore profondità, il che ha favorito la formazione di un maggiore spessore delle coltri alluvionali. Questa configurazione geomorfologica comporta un versamento delle acque sotterranee in quelle marine in un settore costiero limitato. La presenza di questo canale preferenziale collegata con l'elevata permeabilità dei depositi alluvionali, può spiegare la presenza dei fenomeni di artesianesimo che sono stati registrati durante le indagini passate (1969).

Sorgenti sottomarine sono diffuse lungo tutta la costa ligure, in particolare laddove si trovano litotipi calcarei, quindi non nell'area di studio, per lo sviluppo di sistemi carsici a causa dell'elevato gradiente morfologico.

7 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per quanto riguarda l'inquadramento geotecnico, si fa riferimento ad una recente indagine, condotta per la sistemazione dell'asta terminale del torrente Segno (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); la sezione di foce si trova in prossimità del sondaggio S1b, a destra in figura. Come si può facilmente evincere, a parte il riporto superficiale (che in spiaggia è assente), si rileva la presenza di una spessa coltre di ghiaie e sabbie, soprastante uno strato, anch'esso di potenza elevata, di sabbie e sabbie limose.
Lo strato superiore, costituito da miscele di ghiaie poligeniche e sabbie da media a grossolana in percentuali reciproche variabili, talvolta con moderate percentuali di matrice limosa. Lo spessore di questo strato è di circa 5 m lungo il litorale.
Lo strato inferiore, costituito da sabbie fini, sabbie limose, limi, limi sabbiosi, più raramente limi argillosi, rara ghiaia media-sottile, da consistenti a mediamente consistenti,, poco o non plastici. Lo spessore di questo strato è superiore ai 5 m lungo il litorale.
Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche del terreno, dalle prove in sito relative allo strato superficiale si possono stimare angoli di attrito superiori ai 35°.
Per quanto riguarda le caratteristiche sismiche del sito, le prove geofisiche tipo MASW eseguite hanno evidenziato v_{s30} comprese tra 270 e 350 m/s, consentendo di classificare (NTC 2018) il terreno di fondazione in categoria C (depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti).

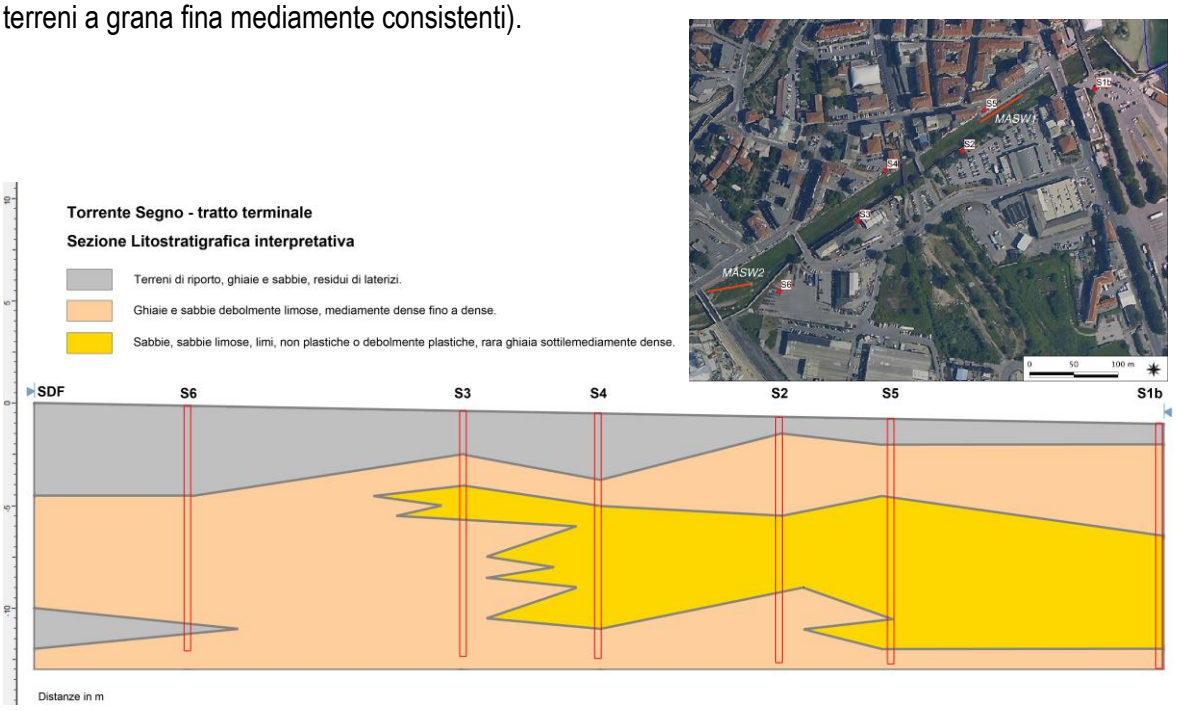


Fig. 7.1 – Sezione litostratigrafica lungo l'asta terminale del torrente Segno