Comune di Santa Margherita Ligure Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

Regione Liguria

Comune di S.Margherita Ligure (GE)



OPERE MARITTIME - RIPRISTINO E RINFORZO MOLO DI SOPRAFLUTTO A DIFESA DELL'ABITATO DI SANTA MARGHERITA LIGURE

CIG 77501856FB

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile del procedimento

Dott. Ing. Pietro Feriani

Progettazione

ACQUA TECNO

Dott. Ing. Paolo Turbole

Titolo elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA

Elaborato

A.2255 | PD | | EG

PD.RGL

Scala

Data

Febbraio 2019

Revisione	Data			

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2019 in partenza

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

1. INTRODUZIONE

Di seguito è allegata la Relazione Geologico-Geotecnica trasmessasi dal Comune di Santa Margherita Ligure (GE) che è stata fatta propria dal presente progetto data la coincidenza delle aree interessate.

Comune di Santa Margherita Ligure - Prot. N. 0009140 del 04/09/2021 in partenza

PROGETTO: **PROGETTO DEFINITIVO DI SANTA MARGHERITA LIGURE**

MESSA IN SICUREZZA ED ADEGUAMENTO FUNZIONALE CON RIQUALIFICAZIONE DEGLI ORMEGGI E DEL LITORALE SUD

SOGGETTO PROMOTORE: **SANTA BENESSERE & SOCIAL S.p.a.**
Santa Benessere & Social S.p.a. T +39 0185 320868
Piazza Mazzini, 12 F +39 0185 323189
16045 Chiavari (GE) E mfelugo@yahoo.it
PRESIDENTE: Maurizio Felugo - PROJECT MANAGER: Ing. Pietro Zanoni - ASSISTENZA TECNICA: Arch. Gio Gozzi

ARCHITETTURA: **OBR**
Open Building Research S.r.l. T +39 02 84268200
Via Ciovasso, 4 F +39 02 8268250
20121 Milano E info@obr.eu
RESPONSABILE: Arch. Paolo Brescia - COORDINAMENTO: Arch. Andrea Casetto

INGEGNERIA IDRAULICO-MARITTIMA: **ACQUATECNO**
Acquatecno S.r.l. T +39 06 44702081
Via Ajaccio, 14 F +39 06 44704906
00198 Roma E info@acquatecno.it
RESPONSABILE: Ing. Paolo Turbolente

INGEGNERIA STRUTTURALE: **MILAN INGEGNERIA**
Milan Ingegneria S.r.l. T +39 02 36798890
Via Thaon di Revel, 21 F +39 02 36798892
20159 Milano E info@buromilan.com
RESPONSABILE: Ing. Maurizio Milan

INGEGNERIA IMPIANTISTICA, PREVENZIONE INCENDI E SICUREZZA: **UNITED CONSULTING**
United Consulting T + 39 02 45397370
Via Thaon di Revel, 21 E info@unitedconsulting.it
20152 Milano
RESPONSABILE: Ing. Luca Giannelli

DOCUMENTI TECNICO-ECONOMICI: **GAD**
Global Assistance Development S.r.l. T +39 02 29005672
via Maurizio Quadrio, 12 F +39 02 65560517
20154 Milano E info@gadstudio.e
RESPONSABILE: Geom. Gianpiero Aresi

URBANISTICA: **ARCH. CARLO BERIO**
Arch. Carlo Berio T +39 010 8398483
Piazza Marsala, 13 E carloberio@studioberio.it
16122 Genova
RESPONSABILE: Arch. Carlo Berio

CONSULENZA LEGALE: **IADEVAIA**
Iadevaia - Studio Legale e Tributario T +39 02 92801820
Via Giacomo Leopardi, 21 F +39 02 92801820
20123 Milano E alberto@iadevaia.it
RESPONSABILE: Avv. Alberto Iadevaia

RILIEVO: **GEO-T.E.C.**
GEO-T.E.C. Studio Tecnico Topografico Associato T +39 0185 62830
Corso Italia, 9 int.2 F +39 0185 1831378
16035 Rapallo (GE) E geotec@geotecrapallo.it
RESPONSABILE: Geom. Paolo Ghigliotti

GEOLOGIA E AMBIENTE: **GEOLAMBDA**
Geolambda Engineering S.r.l T +39 0377 433021
Via A. Diaz, 22 F +39 0377 402035
26845 Codogno (LO) E segreteria@geolambda.it
RESPONSABILE: Geol. Marco Daguati

ARCHEOLOGIA: **STUDIUM S.A.S. ARCHEOLOGIA**
Studium S.a.s. Archeologia T +39 011 855666
Via Marco Polo, 32 bis F +39 011 855666
10129 Torino E info@studiumarcheologia.com
RESPONSABILE: Dott.ssa Frida Occelli

TITOLO ELABORATO:

Geologia e Geotecnica
Relazione geologica

CODICE PROGETTO	LIVELLO PROGETTAZIONE	DISCIPLINA	QUADRANTE	NUMERO ELABORATO	REVISIONE
079	PD	GG	-	0000	-

NOME FILE	SCALA	EMESSO DA	DATA PRIMA EMISSIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
079_PD_GG_0000_0.doc	-	GL	29-12-2017	M.Daguati	M.Daguati	M.Daguati

REVISIONI:

NUMERO REVISIONE	DATA REVISIONE	OGGETTO REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO

INDICE

PREMESSA 3
PARTE PRIMA: STUDIO GEOLOGICO 4
1.1 Inquadramento geologico e geomorfologico 4
1.2 Caratteristiche idrogeologiche 8
1.3 Inquadramento sismico 8
1.4 Pericolosità idraulica 9
1.5 Pericolosità geomorfologica e suscettività d'uso del territorio 9
ALLEGATI 1 - 7 13
PARTE SECONDA: STUDIO SISMICO 21
2.1 Profilo sismico a rifrazione in onde P 24
2.1.1 Metodologia interpretativa 26
2.1.2 Analisi dei risultati 27
2.2 Indagine geofisica MASW: Descrizione del metodo e della strumentazione utilizzata 29
2.2.1 Elaborazione dati 29
2.3 Calcolo delle Vs,30 e definizione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC08 (approccio semplificato) 33
2.4 Spettro di risposta elastico secondo la normativa antisismica 35
2.5 Analisi della risposta sismica locale 38
2.6 Considerazioni in merito agli aspetti sismici 43
2.7 Analisi del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione 44
PARTE TERZA: STUDIO GEOTECNICO 45
3.1 Indagine geognostica: modalità esecutive e criteri interpretativi 45
3.2 Modello geotecnico di riferimento 48
3.3 Determinazione dei valori di conducibilità idraulica dei terreni 54
3.3.1 Esiti delle prove di permeabilità sui sedimenti sciolti quaternari 56
3.3.2 Esiti delle prove di permeabilità sui terreni rocciosi pre-quaternari 58
3.4 Suggerimenti e considerazioni conclusive 59
ALLEGATO 8 – Ubicazione dei sondaggi 61
ALLEGATO 9 – Sondaggi 62
ALLEGATO 10 – Documentazione fotografica 66
ALLEGATO 11 – Certificati di laboratorio geotecnico: granulometrie e risultati delle prove di permeabilità 72
ALLEGATO 12 – Certificati di laboratorio geotecnico: prove di compressione monoassiale su provini di roccia (unità C) 73

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in arrivo

PREMESSA

In seno al progetto di messa in sicurezza e adeguamento funzionale con riqualificazione degli ormeggi e del litorale sud del porto di Santa Margherita Ligure, "Santa Benessere & Social S.p.a." ha affidato alla scrivente Società l'incarico di definire le caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni per un corretto dimensionamento delle strutture di fondazione ai sensi del D.M. 14.01.2008 e s.m.i. "Norme Tecniche per le Costruzioni" e delle opere provvisionali a corredo; le prove in sito sono state eseguite secondo quanto specificato nelle "Raccomandazioni sulla Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" a cura della Associazione Geotecnica Italiana (1977).

La campagna d'indagine si è avvalsa di:

- n. 3 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove in foro (prove SPT e prove di permeabilità) nonché il prelievo di alcuni campioni di terreno e roccia sottoposti a prove di laboratorio;
- n. 2 profili sismici a rifrazione in onde P con elaborazione tomografica finalizzati a ricostruire le geometrie di substrato nelle prime decine di metri;
- n. 2 profili MASW per la definizione delle azioni sismiche di progetto e la corretta progettazione antisismica delle strutture.

Nella figura seguente è indicata l'area in esame, centrata sul porto e sulla zona retro-portuale immediatamente a S.

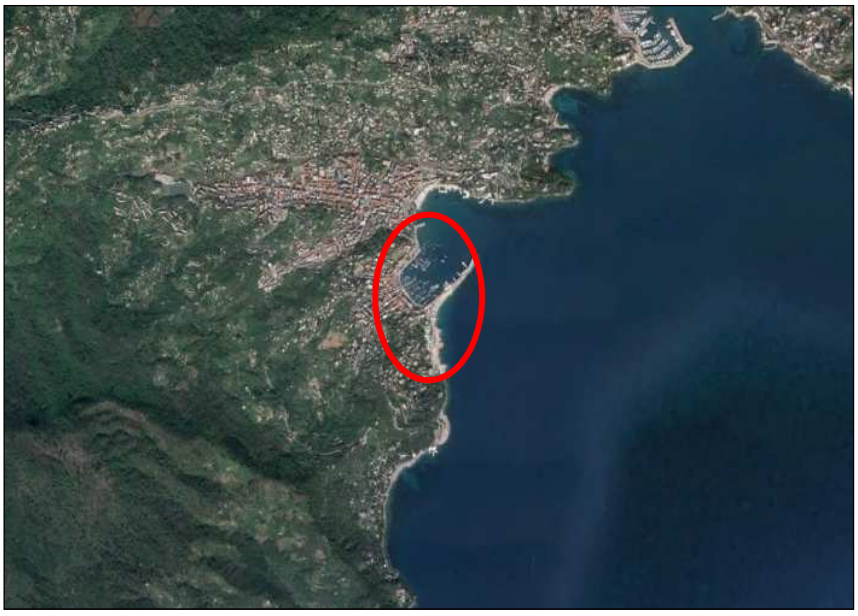


Figura 1 - Ubicazione dell'area di intervento (tratta da: Google Earth).

PARTE PRIMA: STUDIO GEOLOGICO

1.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area di intervento, ubicata ai margini occidentali dell'Appennino Settentrionale, è modellata nella Unità Liguride Interna, il cui tetto è costituito dalla "Formazione del Flysch di M. Antola": l'assetto tettonico a scala sovracomunale è caratterizzato dalla sovrapposizione del Conglomerato di Portofino (costituito da depositi oligocenici tardo-orogenici e interessato da deformazioni principalmente fragili, affiorante nel settore meridionale dell'omonimo promontorio) sul Flysch di M. Antola (di età cretacica e interessato da deformazioni sia duttili che fragili), presente nella restante porzione di promontorio e nelle zone circostanti.
Nel dettaglio della zona portuale di S. Margherita Ligure, il Flysch di M. Antola (Cretacico superiore – Paleocene) è l'unica formazione affiorante o sub-affiorante sotto i depositi quaternari (in figura 2 uno stralcio della *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Fogli n. 83 "Rapallo" e n. 94 "Chiavari").* Si tratta di una successione di calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose, in sequenza ritmicamente ripetute e talora a base arenitica di potenza assai variabile, da pochi centimetri ad alcuni metri, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni di alterazione. Lungo il litorale il Flysch di M. Antola è ricoperto da depositi di spiaggia (ghiaie e ciottoli) e da riporti di diversa natura (*Allegati 1, 2 e 4*), testimoni di un intenso rimaneggiamento succedutosi nel corso di secoli di attività antropica.
L'assetto geomorfologico dell'area di intervento e di un suo intorno (che verso monte, corrisponde all'affioramento collinare del complesso calcareo-marnoso flyschoide) è contraddistinta da aree a debole pendenza e morfologie blande, con coperture di diversa origine. Le coltri di natura prevalentemente eluvio-colluviale, in genere di spessore sottile, sono localizzate per lo più in corrispondenza di aree conformate ad impluvio e di valloni lungo i principali corsi d'acqua mentre lungo la spiaggia prevalgono depositi ghiaioso-sabbiosi con affioramenti discontinui del Flysch di Monte Antola.
La morfologia originaria di ampi settori del territorio comunale di S. Margherita Ligure è stata profondamente modificata ed alterata nei secoli dall'attività antropica mediante la costruzione di nuclei sparsi, edifici isolati, terrazzamenti agricoli e, come nel caso dell'area di intervento presso il porto turistico, di terrapieni e colmate.

La carta litotecnica tratta dallo studio geologico allegato allo strumento urbanistico comunale (*Allegato 4*), infatti, indica la presenza, lungo il litorale prossimo al porto, sia di depositi naturali fluvio-marini (ghiaie con sabbie subordinate e frazione fine irrilevante), sia di materiali di origine antropica (riporto di terreni sciolti a granulometria prevalentemente grossolana e grado di addensamento da medio ad elevato, spesso frammisto a materiale di diversa origine).

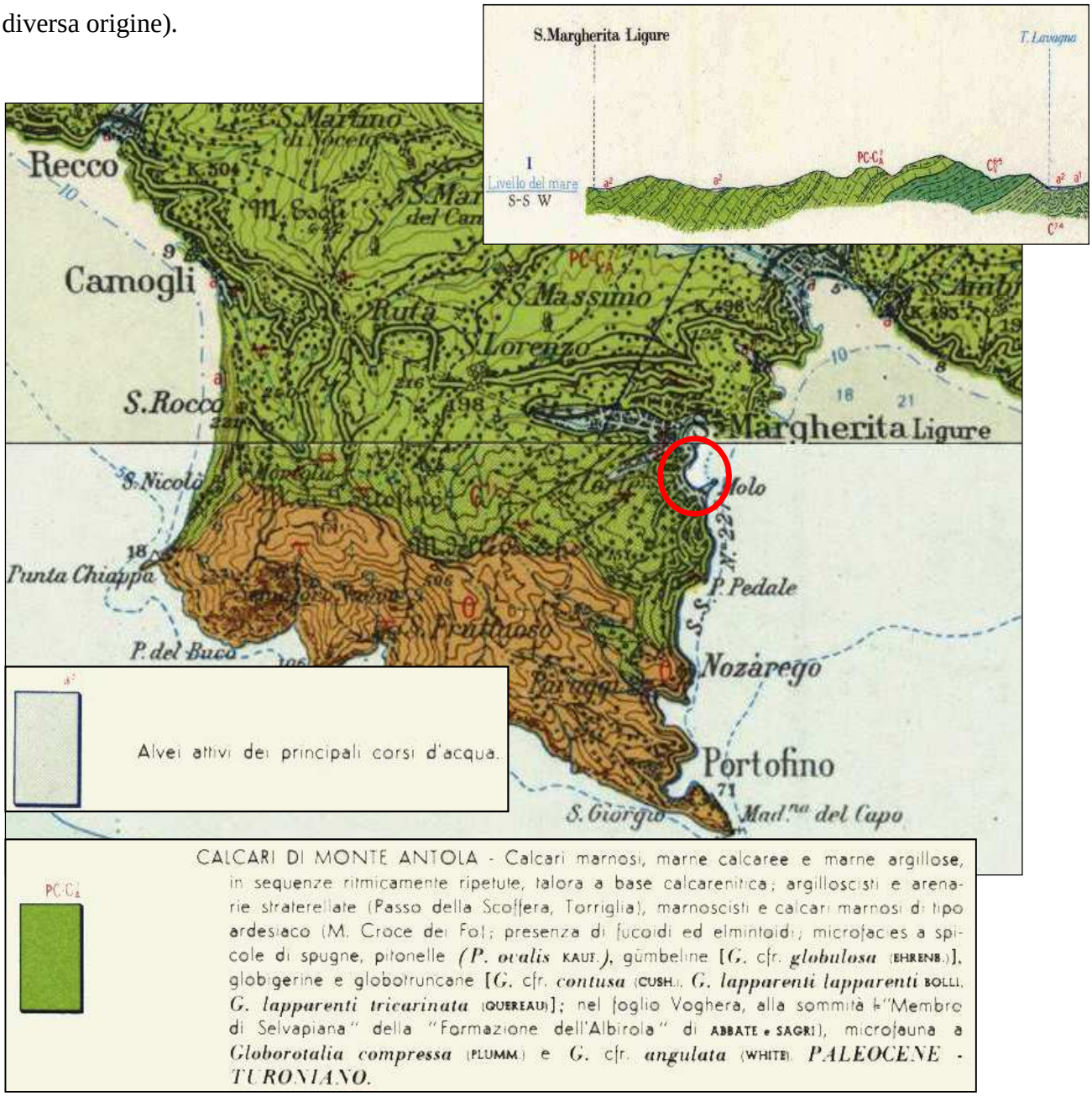
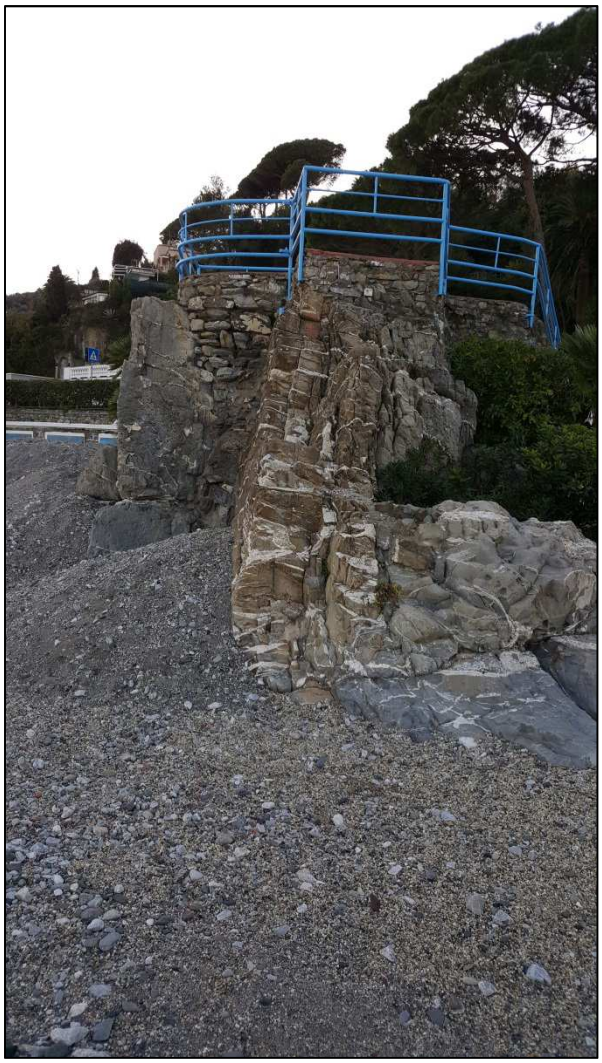


Figura 2 - Stralcio della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000), Fogli n. 83 "Rapallo" (porzione N) e n. 94 "Chiavari" (porzione S). Legenda tratta dal Foglio n. 83 "Rapallo".

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

Lo spessore dei depositi quaternari sciolti è molto variabile lungo l'area d'intervento, la cui sedimentazione è avvenuta sulle originarie forme modellate dall'erosione sui terreni marnoso-calcarei più antichi dell'unità di M. Antola.

Immediatamente a S dell'area d'intervento, lungo la spiaggia retro-portuale, i rapporti tra le unità quaternarie e il substrato più antico è reso evidente dall'alternanza tra depositi ghiaioso-sabbiosi e affioramenti dell'unità di M. Antola (foto seguenti), sui quali si sono sovrapposti anche riporti e rimaneggiamenti di origine antropica.







Affioramenti di roccia lungo la spiaggia

1.2 Caratteristiche idrogeologiche

Il comportamento idrogeologico delle varie unità di sottosuolo è influenzato dai caratteri litologici e strutturali dei litotipi presenti.

Il substrato roccioso risulta prevalentemente permeabile per fessurazione e/o fratturazione, più o meno marcata a seconda del grado di fratturazione acquisito; in corrispondenza dei banchi calcarei più puri nella Formazione del Flysch di M. Antola, la permeabilità è favorita anche da localizzati fenomeni carsici; a dimostrazione di ciò, nel territorio comunale sono segnalate alcune sorgenti di portata significativa e numerose emergenze idriche.

I materiali sciolti naturali ed artificiali, tra cui quelli che nella zona retro-portuale ricoprono le unità pre-quaternarie, sono permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione della loro granulometria e del grado di selezione e addensamento.

La falda in corrispondenza della zona portuale, ovvero lungo la linea di costa, è in equilibrio con la superficie marina (*Allegato 3*), di cui ne subisce le oscillazioni di marea secondo una ciclicità caratteristica.

1.3 Inquadramento sismico

Per quanto concerne la classificazione sismica, secondo la D.G.R. n. 216 del 17 marzo 2017 della Regione Liguria, il Comune di Santa Margherita Ligure appartiene alla **zona sismica 3** (*Figura 3*). Lo studio geologico comunale inserisce l'area di intervento nelle zone suscettibili di amplificazione; l'effetto atteso è di tipo litostratigrafico, per la presenza di riporti di natura antropica (*Allegato 5*) e depositi quaternari di natura fluviale e/o marina.

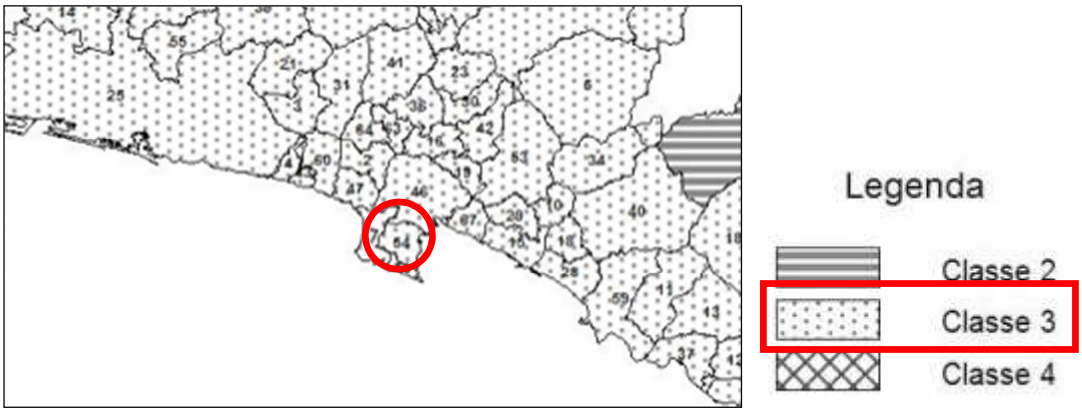


Figura 3 - Classificazione sismica dei comuni della Liguria (D.G.R. n. 216 del 17.03.2017).

1.4 Pericolosità idraulica

In *Figura 4* si riporta uno stralcio relativo alla "Mappa della Pericolosità Idraulica" dell'Autorità di Bacino (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – P.G.R.A.), da cui si evince come la zona portuale sia interessata da uno scenario di pericolosità per inondazione del reticolo idrografico.



Figura 4 – Stralcio della "Mappa della Pericolosità Idraulica" tratta dal P.G.R.A. (http://geoportale.regione.liguria.it/geoviewer/pages/apps/ambienteinliguria).

1.5 Pericolosità geomorfologica e suscettività d'uso del territorio

In relazione alla pericolosità geomorfologica evidenziata dallo strumento urbanistico, l'area in esame viene classificata a pericolosità molto bassa e bassa (*Allegato 6*).

In merito alla zonizzazione e suscettività d'uso del territorio, lo studio geologico colloca l'area di intervento in **Zona B – Suscettività d'uso condizionata - Sottoclasse B1,** in **Zona C – Suscettività d'uso limitata - Sottoclasse C1 e in Zona D – Suscettibilità d'uso fortemente limitata o interdetta** (*Allegato 7*), di seguito meglio descritte con le relative prescrizioni:

PIANO DI TUTELA DELL'AMBIENTE MARINO COSTIERO

Relativamente ai regimi normativi per la tutela della fascia costiera occorre fare riferimento agli Artt. 7, 8, 9 e 10 delle Norme di Attuazione del *"Piano di tutela dell'ambiente marino costiero"* - Ambito 15 Unità fisiografiche Golfo del Tigullio, Baia del Silenzio e Riva Trigoso.

ZONE B: SUSCETTIVITÀ D'USO CONDIZIONATA

(con limitati condizionamenti eliminabili con interventi di difficoltà e onerosità da minima a media)

Si tratta di aree con criticità puntuali e moderate sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico, caratterizzate dalla presenza di coltri di natura colluviale e detritico-colluviale di spessore da sottile a medio, compreso tra 3 e 5 m e da riporti o rimaneggiamenti di natura antropica nelle aree urbanizzate. In questa classe sono compresi anche i depositi alluvionali di fondovalle non soggetti a fenomeni di esondazione e le aree inondabili classificate come Fascia C (T<500 anni) nel Piano di Bacino

Classe B1: nelle zone ricadenti in questa classe le condizioni geologiche rilevate non pongono in evidenza fenomeni negativi in atto di ordine geomorfologico ed idrogeologico, ma solo possibili interferenze negative e difficoltà di carattere geologico e geotecnico per interventi che comportino la creazione di scarpate, fronti di scavo e movimenti terra in genere, di qualsiasi entità ed incidenza sugli assetti attuali; si tratta pertanto di problematiche connesse ai rapporti esistenti tra substrato roccioso e coperture, alla localizzazione in profondità del basamento lapideo ed alle caratteristiche geotecniche dei materiali sciolti, per la scelta e dimensionamento delle soluzioni fondazionali.

Classe B2: Sono state inserite in questa classe le zone di crinale caratterizzate da roccia affiorante e/o subaffiorante o versanti in roccia molto acclive che non presentano problemi dal punto di vista geomorfologico ma condizionamenti di carattere sismico, con rilevanza maggiore e conseguenti condizionamenti diversi rispetto alle zone collinari della classe A.

Si tratta pertanto di aree con limitati condizionamenti di ordine geologico s.l. eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da minima a media.

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica e geomeccanica di dettaglio sia delle coperture sia del substrato roccioso, in modo da poter verificare la stabilità dei fronti di scavo o degli abbancamenti di ampiezza significativa (lunghezza > 8 m, altezza > 3 m), ancorchè gradonati, e l'equilibrio globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

Tutte le valutazioni di carattere geologico s.l. dovranno essere condotte, oltre che attraverso dati desunti, anche da osservazioni di spaccati naturali significativi, con prospezioni geognostiche dirette o indirette, con saggi diretti o sondaggi meccanici e/o prospezioni geofisiche, con prove geotecniche e geomeccaniche in sito e/o in laboratorio.

ZONE C: SUSCETTIVITÀ D'USO LIMITATA

(con significativi condizionamenti eliminabili con interventi di difficoltà e onerosità da media ad elevata)

Si tratta di aree con criticità di livello medio e diffuso sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, idraulico e sismico.

Per una lettura più aderente alle perimetrazioni contenute nel Piano di Bacino ed integralmente riprese nel presente documento, sono state individuate due classi con un diverso ordine di problematiche:

Classe C1: caratterizzata dalla presenza di coltri di natura detritico-colluviale di notevole spessore, superiore a 5 m, e di fenomeni geomorfologici pregressi (frane inattive quiescenti e frane inattive stabilizzate) e i depositi di spiaggia;

Classe C2: in questa classe sono comprese le aree classificate nel Piano di Bacino in frana quiescente e le aree inondabili di Fascia B (T<200 anni).

Le problematiche emerse in queste zone inducono una limitazione della fruibilità urbanistica e comportano la necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche.

Si tratta pertanto di aree con significativi condizionamenti di ordine geologico, geotecnico ed idrogeologico, eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da media ad elevata; risulta quindi necessario procedere, particolarmente per interventi di elevata rilevanza, ad una verifica preliminare finalizzata a constatare l'effettiva assenza di fenomeni geologici tali da sconsigliare, in rapporto ad una onerosità troppo elevata delle opere di bonifica, l'effettiva realizzazione dell'intervento ovvero la possibilità di migliorare le condizioni di stabilità delle aree adottando specifiche cautele.

Relativamente agli interventi di carattere urbanistico-edilizio consentiti in classe C2 (aree classificate in frana quiescente ed aree inondabili di fascia B) occorre fare riferimento alle Norme di Piano di Bacino Ambito 15 che sono parzialmente riproposte nei paragrafi finali delle presenti Norme Geologiche.

Le indagini puntuali dovranno essere volte a definire le caratteristiche geotecniche, geomeccaniche ed idrogeologiche sia delle coltri, coerenti e/o incoerenti, sia del substrato roccioso, al fine di verificarne le condizioni di equilibrio anche in rapporto alla tipologia degli interventi previsti; dovranno inoltre accertare l'assenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti che possono essere significativi in aree caratterizzate da un elevato spessore della coperture.

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica e geomeccanica sia delle coperture sia del substrato roccioso in modo da poter verificare la stabilità dei fronti di scavo o degli abbancamenti di ampiezza significativa (lunghezza > 6 m, altezza > 2.5 m), ancorchè gradonati, e l'equilibrio globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

Anche per attività modificatorie di media ed elevata rilevanza che coinvolgono queste zone è necessario sviluppare specifiche analisi di stabilità del versante interessato, lungo sezioni rappresentative per un congruo tratto a monte ed a valle dell'intervento.

Pur tenendo conto della diversa rilevanza degli interventi previsti e della loro incidenza sul terreno la relazione geologica dovrà in ogni caso essere supportata da elementi desunti da prospezioni geognostiche dirette "leggere" (trincee, pozzetti, prove penetrometriche) e/o indirette di tipo geofisico e, almeno in fase di cantiere, da prospezioni geognostiche dirette complete (sondaggi, prove geotecniche in sito e/o in laboratorio).

Per gli interventi che interessano queste zone dovrà essere predisposto anche un adeguato piano dei controlli, facente parte integrante degli elaborati progettuali, con le modalità tecniche scelte a discrezione del professionista incaricato, da attivare prima dell'apertura del cantiere; tale monitoraggio è finalizzato alla verifica delle ipotesi assunte in fase progettuale e dell'efficacia dei provvedimenti adottati durante i lavori e dovrà proseguire per un congruo periodo di tempo, anche dopo la fine dei lavori stessi.

ZONE D: SUSCETTIVITA' FORTEMENTE LIMITATA O INTERDETTA

Sono aree con elevate criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico o sismico, caratterizzate da problematiche in atto di una certa gravità in generale per le specifiche tendenze evolutive di carattere geomorfologico ed idrogeologico, l'imprevedibilità di sviluppo dei fenomeni o per la dimensione delle aree coinvolte: comprendono sia le frane classificate come attive nel Piano di Bacino sia le pareti rocciose subverticali e la falesia che contraddistingue il tratto litoraneo dalla baia di Paraggi a Punta della Cervara, soggette ad intensa abrasione marina ed all'azione combinata di gravità e moto ondoso, che determinano fenomeni di instabilità. Sono comprese in questa classe anche aree inondabili classificate come Fascia A (T<50 anni) nel Piano di Bacino.

Queste problematiche portano ad inserire tali aree nell'ambito di una fruibilità urbanistica fortemente limitata e comunque subordinata ad interventi di mitigazione della pericolosità attraverso consolidamenti del pendio e sistemazioni tali da riflettersi positivamente sull'intero comparto in esame.

Si tratta pertanto di aree allo stato attuale a suscettività fortemente limitata, in alcuni casi interdetta, recuperabili solo per usi e casi particolari.

Le indagini dovranno mirare all'accertamento dell'effettiva e puntuale presenza di fenomeni di instabilità in atto, della loro tipologia, della causa e delle dimensioni, per poter valutare, in rapporto all'efficacia ed ai parametri di costo, gli interventi di consolidamento eseguibili.

La documentazione atta ad illustrare il comportamento ipotizzabile e le caratteristiche dei terreni sciolti e dell'ammasso roccioso, i loro rapporti geometrici e di mutua interferenza con gli interventi previsti dovranno essere supportati in tutti i casi da prospezioni geognostiche.

Dovranno essere effettuate analisi di stabilità dei fronti di scavo e complessive dei versanti, adottando codici di calcolo in grado di valutare non solo gli stati limite ultimi (S.L.U.), eventualmente con modalità di back-analysis, ma anche gli stati limite di esercizio (S.L.E.).

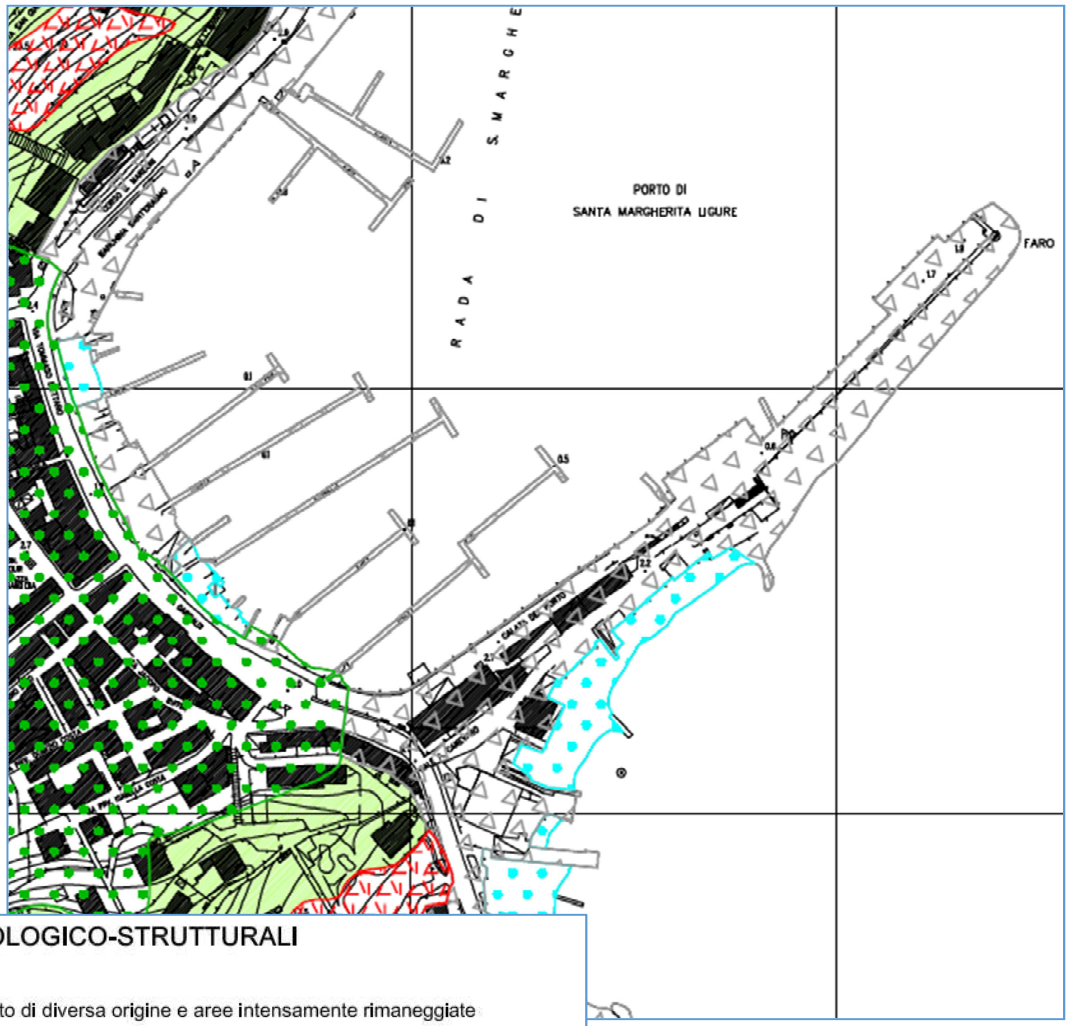
Come meglio specificato nelle norme di attuazione sono state inserite in questa classe con notazione grafica specifica le zone di tutela assoluta e di rispetto delle sorgenti ad uso potabile.

ALLEGATI 1 - 7

(Tratti da: "Comune di Santa Margherita Ligure – Piano Urbanistico Comunale - anno 2012)

- Allegato 1: Carta geologica
- Allegato 2: Carta geomorfologica
- Allegato 3: Carta idrogeologica
- Allegato 4: Carta litotecnica
- Allegato 5: Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica
- Allegato 6: Carta della pericolosità geomorfologica
- Allegato 7: Carta di zonizzazione e suscettività d'uso del territorio

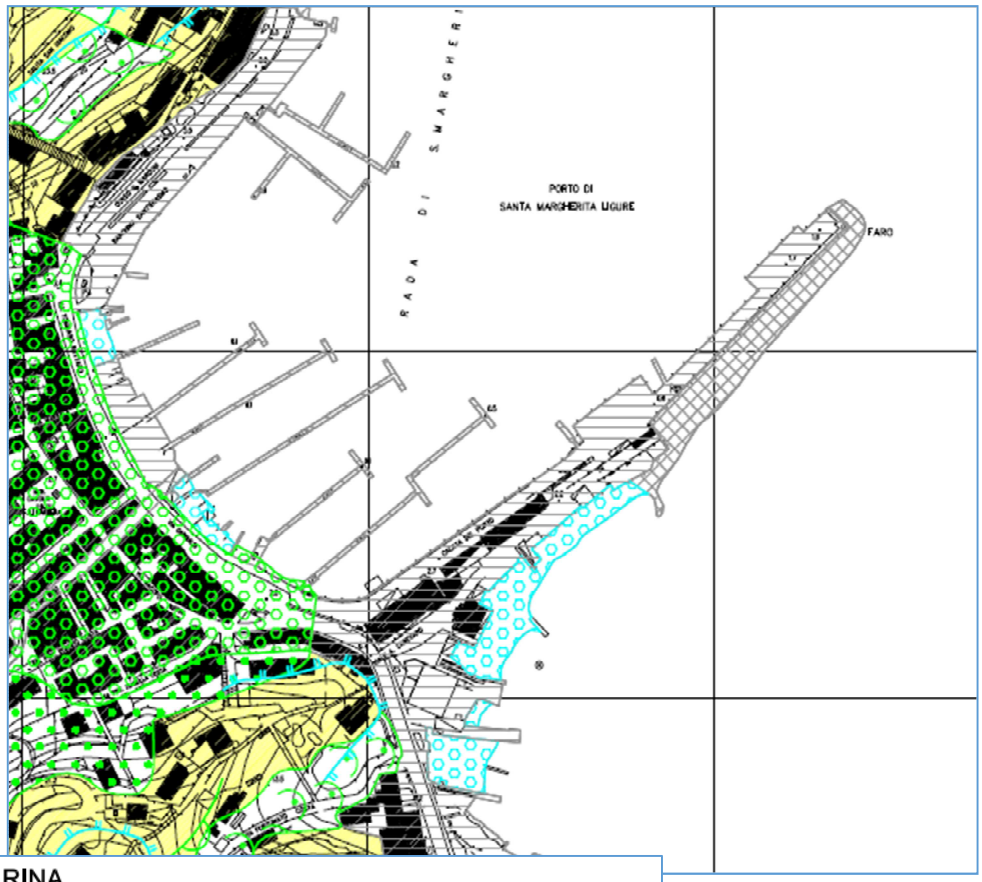
Allegato 1 - Carta geologica



ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI

- Riporto di diversa origine e aree intensamente rimaneggiate
- Deposito alluvionale antico e recente, per lo più terrazzato, localmente frammisto a materiale di origine marina e detritico-colluviale
- Deposito di spiaggia
- Deposito di versante di diversa origine, avente spessore di rilevanza stratigrafica
- Conglomerato di Portofino: conglomerato con ciottoli di forma arrotondata o subarrotondata di dimensioni eterogenee da centimetriche a decimetriche di natura calcareo-marnosa, in subordine arenacea e talvolta ofioliti, diaspri e scisti cristallini, immersi in matrice calcareo-arenacea
- Flysch di Monte Antola: calcari marnosi, marne calcaree e marne argillose in sequenza ritmicamente ripetute e talora a base calcarenitica
- a. Faglia certa (a), presunta (b)
- b.
- Lineamenti tettonici principali
- 35 Giacitura degli strati
- Contatto litologico

Allegato 2 - Carta geomorfologica



FORME DI ORIGINE MARINA

a) Forme di erosione

- Orlo di falesia con altezza inferiore a 5 m, attivo
- Roccia soggetta ad intensa erosione e abrasione marina attiva (a), inattiva (b)
- Spianata di erosione marina

b) Forme di deposito

- Ghiaia e ciottoli

FORME ANTROPICHE

- Area fortemente rimaneggiata
- Riporti e discariche, cave inattive
- Scogliera artificiale
- Orlo di scarpata di cava
- Corso d'acqua tombinato

FORME FLUVIALI E DOVUTE AL DILAVAMENTO DEI VERSANTI

a) Forme di erosione

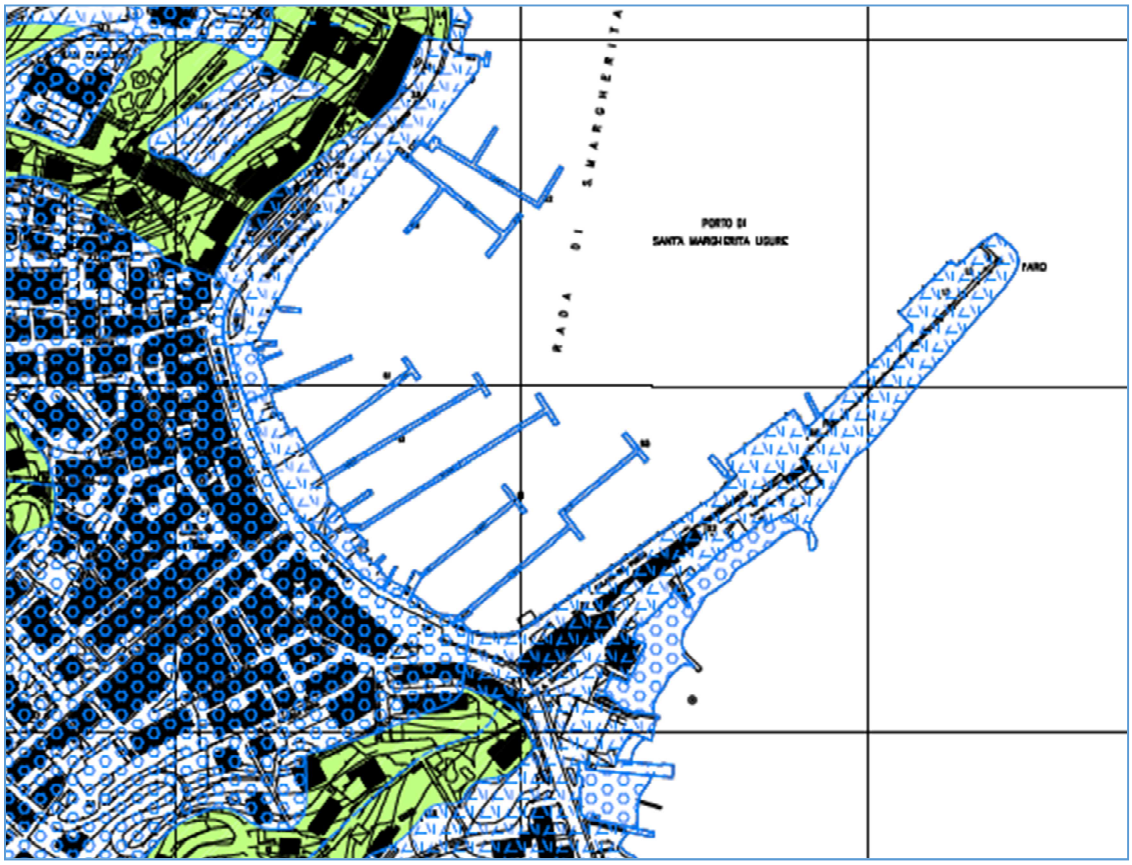
- Orlo di scarpata di denudazione: attivo (a), inattivo (b)
- Orlo di terrazzo fluviale: attivo (a), inattivo (b)
- Alveo con tendenza all'approfondimento e/o solco di erosione concentrata
- Superficie con forme di dilavamento diffuse

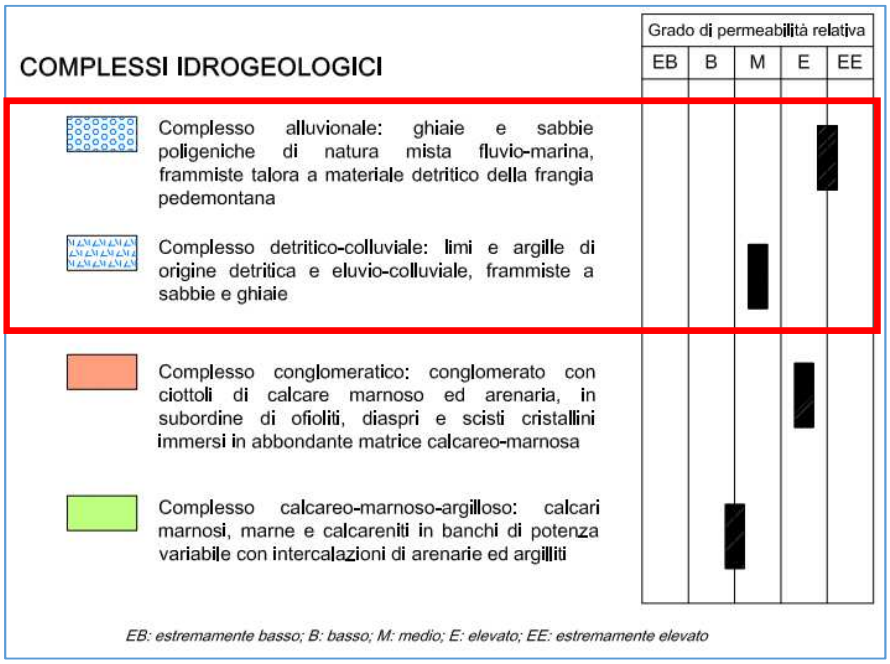
b) Forme di deposito

- Deposito colluviale, localmente frammisto a depositi di colata tipo soil creep lungo i corsi d'acqua, di spessore compreso tra 3 e 5 m
- Alluvioni di origine mista fluvio-marina
- Alluvioni fluviali antiche e recenti, per lo più terrazzate
- Conoide fluvio-torrentizia inattiva

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

Allegato 3 - Carta idrogeologica





Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

Allegato 4 - Carta litotecnica



CANTIERI

Cantieri dove sono state eseguite prove in sito ed in laboratorio (il numero progressivo indica l'allegato corrispondente contenente i risultati delle prove eseguite) :

- 15 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo
- 30 Pozzetto geognostico
- 105 Altre prove (prova penetrometrica dinamica, prospezione sismica a rifrazione)

MATERIALI DI ORIGINE ANTROPICA

- RE — Riporto costituito da terreno sciolto a prevalente granulometria grossolana e grado di addensamento da medio ad elevato, spesso frammisto a materiale di diversa origine (laterizi, calcestruzzo, asfalto, ecc.) . E' stato cartografato dove costituisce un livello continuo e con spessore di almeno 2 m

TERRENI ALLUVIONALI FLUVIO-MARINI (Ambito di piana e pedemontano)

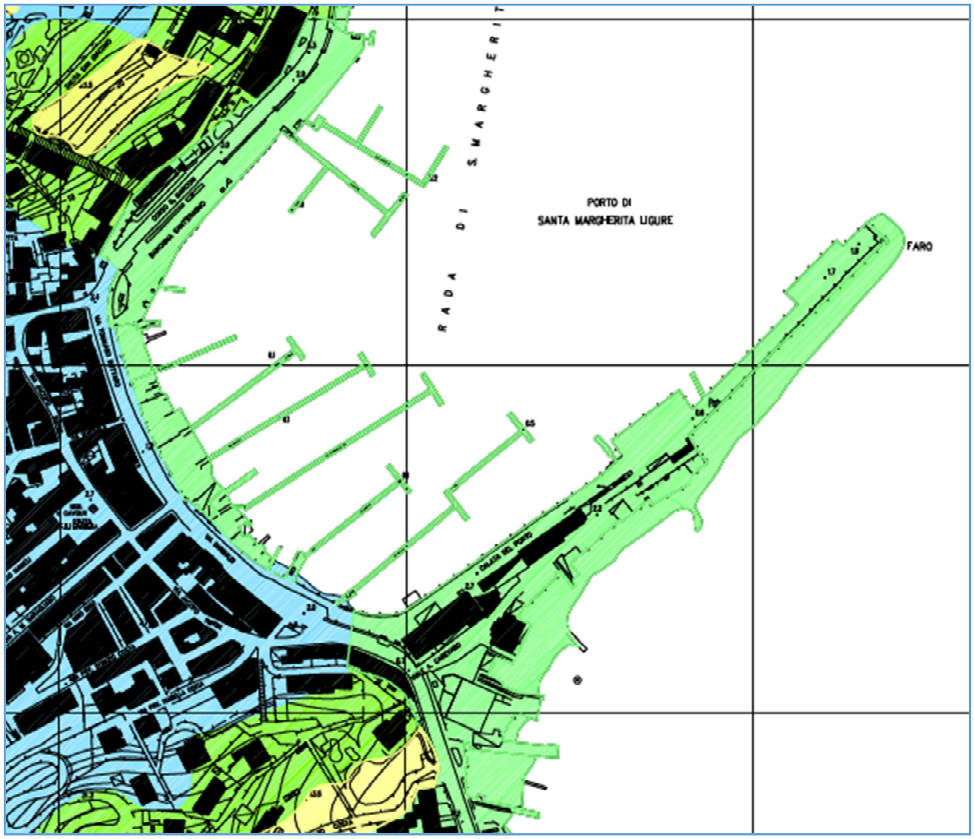
a) Terre a grana grossa

- GP — Ghiaia, sia gradata sia uniforme, con sabbia subordinata e frazione fine irrilevante (inferiore a 5%)
- GS — Ghiaia e sabbia gradate con frazione fine significativa (tra 5% e 10%)
- SP — Sabbia, sia gradata sia uniforme, con ghiaia subordinata e frazione fine irrilevante (inferiore a 5%)
- SS — Sabbia con limo, limo ghiaioso e limo sabbioso

b) Terre a grana fine

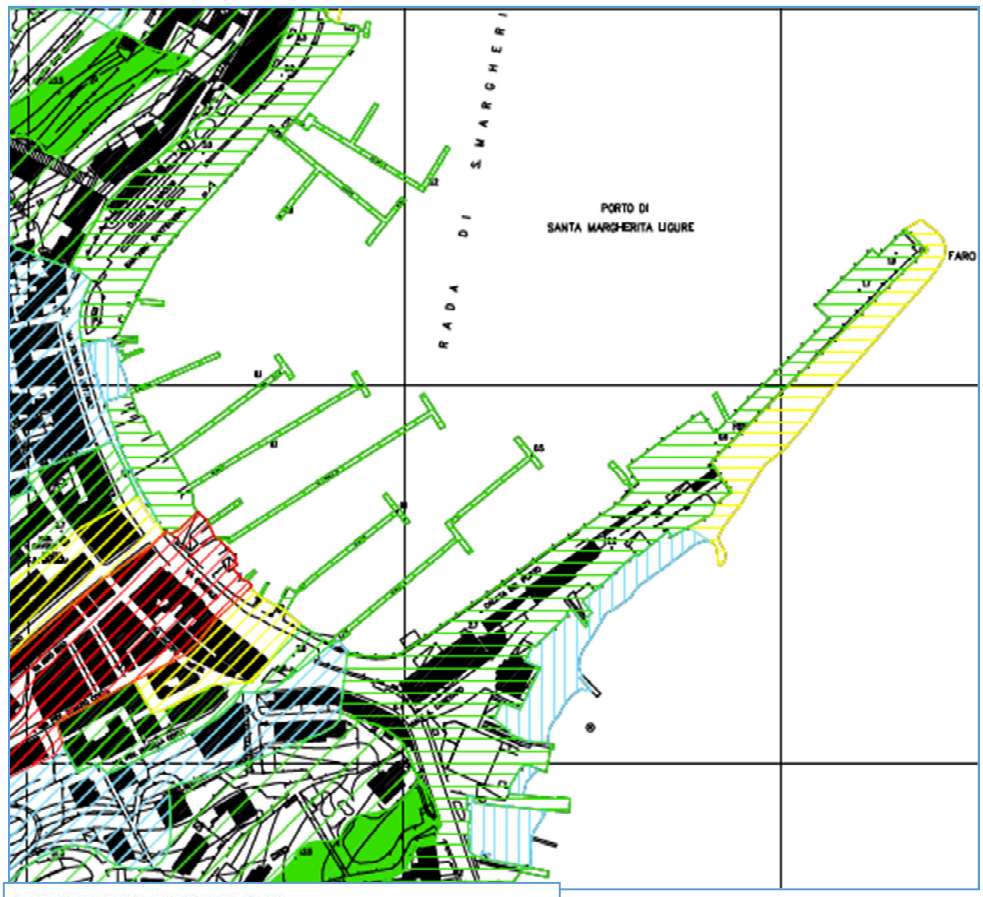
- AL — Limo argilloso e argilla limosa inorganica con plasticità da media ad elevata e componente a grana grossa compresa tra 5% e 10%, più raramente maggiore o minore

Allegato 5 - Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica



Zone suscettibili di amplificazione	Zona B	Zona B1	Substrato litoide con elevata acclività	Effetto topografico
		Zona B2	Crinali morfologici	
		Zona B3	Scarpate morfologiche	
		Zona B4	Coltri potenti	Effetto litostratigrafico
		Zona B5	Depositi alluvionali	
		Zona B6	Riporti antropici	
		Zona B7	Conoidi fluvio-torrentizie inattive	

Allegato 6 - Carta della pericolosità geomorfologica



DINAMICA COSTIERA

PERICOLOSITA' ELEVATA

Falesia attiva

PERICOLOSITA' MEDIA

Falesia inattiva

PERICOLOSITA' MOLTO BASSA

Depositi di spiaggia

AZIONE ANTROPICA

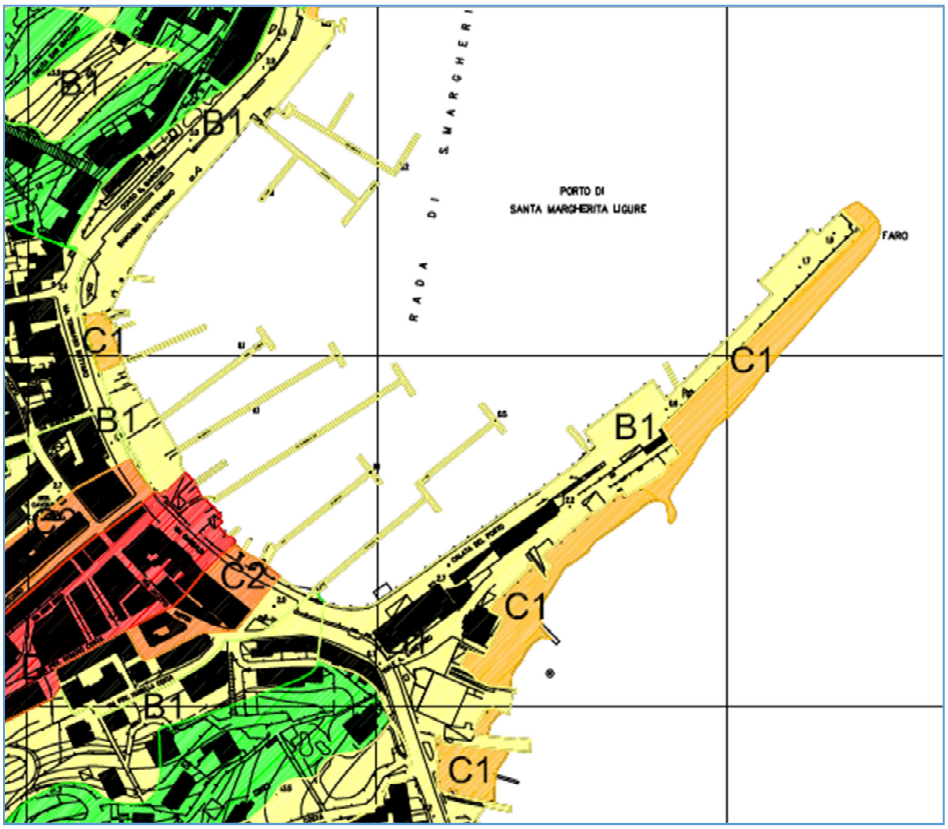
PERICOLOSITA' MEDIA

Riporti, discariche, cave e scogliere

PERICOLOSITA' BASSA

Aree fortemente rimaneggiate

Allegato 7 - Carta di zonizzazione e suscettività d'uso del territorio



CLASSI DI SUSCETTIVITA' D'USO

A. SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA

A — Senza condizionamenti di ordine geologico, geotecnico e idrogeologico, se non per interventi di elevata incidenza sull'assetto geomorfologico attuale

B. SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA

B1 — Con limitati condizionamenti di ordine geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico, eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da minima a media

B2 — Senza condizionamenti di ordine geologico e solo con condizionamenti di carattere sismico per motivi morfologici

C. SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA

Aree con significativi condizionamenti di ordine geologico,geotecnico, idrogeologico, idraulico e sismico, eliminabili con interventi di difficoltà ed onerosità da media a elevata

C1 — Accumuli di potenza significativa, frane inattive quiescenti, frane inattive stabilizzate. Depositi di spiaggia

C2 — Aree di frana inattiva quiescente da Piano di Bacino. Aree inondabili di fascia B

D. AREE INTERDETTE O CONDIZIONATE ALL'ADOZIONE DI CAUTELE SPECIFICHE

D — Aree con condizionamenti di ordine geologico, geotecnico, idraulico e sismico recuperabili solo per usi e casi particolari

Aree con condizionamenti di carattere idrogeologico

Zona di tutela assoluta delle sorgenti ad uso potabile

PARTE SECONDA: STUDIO SISMICO

I seguenti capitoli illustrano le elaborazioni e i risultati ottenuti dall'esecuzione di una campagna di indagini geofisiche effettuate presso l'area retro-portuale (litorale S) di Santa Margherita Ligure (GE).

Facendo riferimento alla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) redatta nell'ambito dello studio geologico a supporto del PUC, l'area in esame appartiene alla zona omogenea B6 "riporti antropici", ovvero all'interno delle "*zone suscettibili di amplificazioni locali per effetto litostratigrafico*".

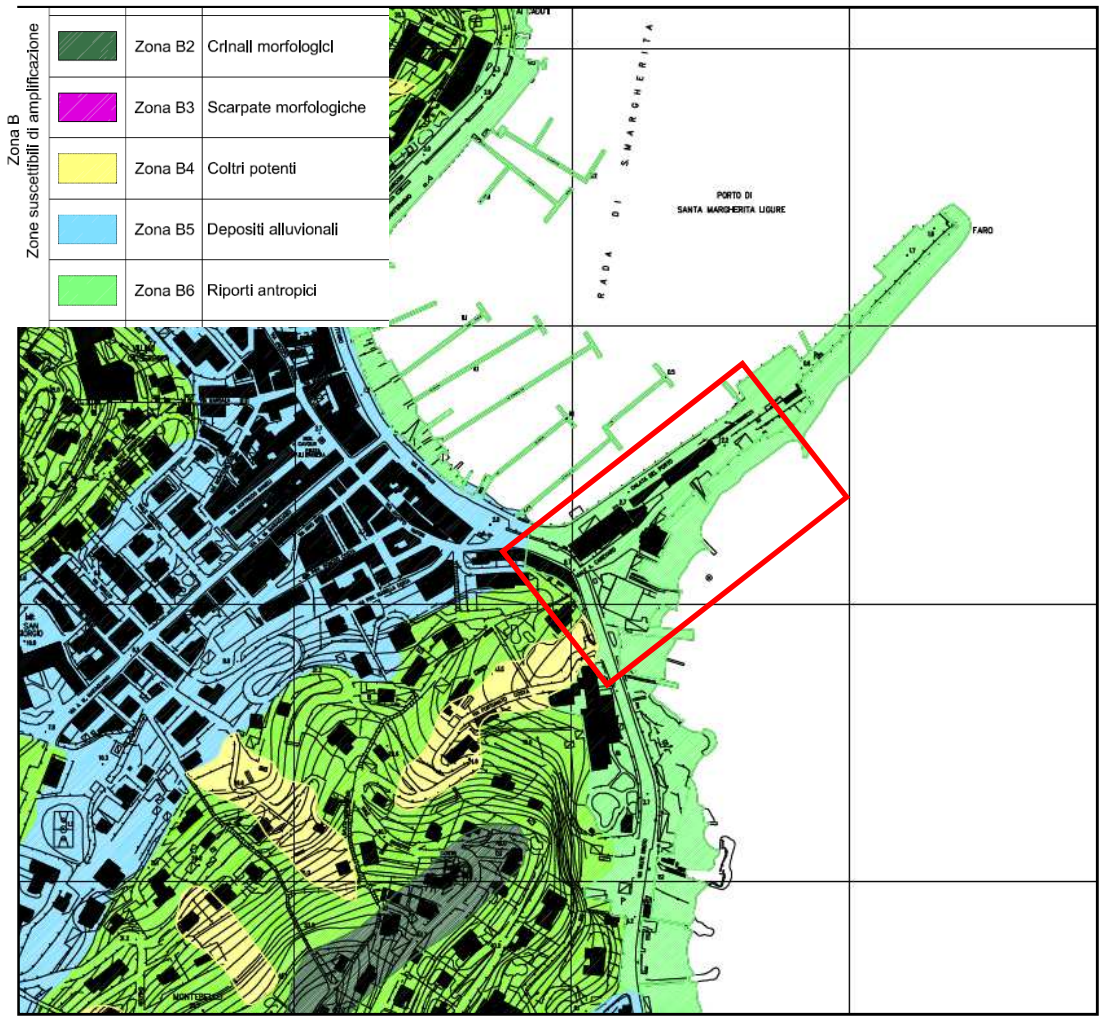


Figura 1: Estratto della Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica con ubicazione dell'area in esame.

Poiché l'area è suscettibile di amplificazioni locali, l'obiettivo è stato quello di definire la categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC08 al fine di determinare la caratteristiche geologiche proprie del sito in grado di modificare le caratteristiche del moto sismico in superficie (modifiche della pericolosità sismica di base – amplificazioni locali). La categoria di sottosuolo consente di determinare gli spettri di risposta elastici che permettono una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni sito-specifiche, garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni (O.P.C.M. 3274 e s.m.i; D.M. 14.01.2008). Successivamente sono stati valutati i fattori di amplificazione mediante analisi di risposta sismica locale, con lo scopo di verificare l'applicabilità dell'approccio semplificato che prevede l'impiego delle categorie di suolo.

Per il raggiungimento dell'obiettivo sono stati eseguiti n. 2 profili MASW (*M1* e *M2*) e, con la stessa configurazione geometrica, sono stati acquisiti due profili sismici a rifrazione in onde P con elaborazione tomografica (*ST1* e *ST2*). Quest'ultima analisi ha permesso di valutare le geometrie di substrato nelle prime decine di metri di profondità, in cui il rapporto tra le unità stratigrafiche e geotecniche si presenta piuttosto articolato.

Nei capitoli successivi verranno descritte le modalità d'esecuzione e le interpretazioni delle misure sperimentali.

In *figura 2* si riporta l'ubicazione delle prospezioni geofisiche effettuate.

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2019 in arrivo



***Figura 2**: Ubicazione delle indagini geofisiche effettuate (immagine tratta da Google Map).*

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo

2.1 Profilo sismico a rifrazione in onde P

Il rilievo sismico a rifrazione è un metodo di indagine basato sulla misura del tempo di transito che le onde elastiche (onde P), generate dalla superficie in un punto-sorgente, impiegano per raggiungere dei ricevitori (geofoni con frequenza propria pari a 4.5 Hz). Questi sono disposti sempre sulla superficie, con una geometria definita rispetto al punto di energizzazione: le distanze tra i geofoni sono predefinite in riferimento al dettaglio che si intende conseguire. La misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni (dromocrone, curve tempi-distanze) permette di ricostruire l'andamento e la profondità degli orizzonti indagati. Nell'esecuzione del profilo sismico a rifrazione, il "time-break" o tempo zero di inizio registrazione è stato fissato attraverso l'apertura di un circuito elettrico situato in corrispondenza del punto sorgente. Per la generazione delle onde P si è proceduto ed eseguire battute con la mazza da 5-6 Kg su un piattello metallico con senso di direzione verticale rispetto al piano campagna.
Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche di acquisizione dei profili a rifrazione effettuati:

PROFILO SISMICO *ST1 e ST2*	
Totale punti sorgente o *shots*	**7**
Totale geofoni	**24**
Spaziatura geofoni	**2 m**
Shots esterni	**4** – 10 m e 4 m dal primo e dall'ultimo geofono
Shots interni	**3**, ogni 6 geofoni

Per ciascun punto sorgente (*shot*) sono state eseguite più ripetizioni dell'energizzazione, successivamente sommate, al fine di aumentare il rapporto segnale/rumore ed identificare chiaramente i primi arrivi (processo di *stacking*).

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 24-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo



***Figura 3**: Vista dello stendimento ST1.*



***Figura 4**: Vista dello stendimento ST2.*

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo

2.1.1 Metodologia interpretativa

Nelle varie applicazioni della sismica, comprensiva della metodologia a rifrazione, s'impiegano impulsi artificiali di energizzazione che, nel nostro caso, sono stati generati artificialmente (mazza battente su piattello metallico).
I tempi di arrivo delle onde P sono stati letti attraverso uno specifico programma di "picking" (SeisOptPicker) e successivamente tabellati. Tale software permette di apprezzare variazioni di tempo dell'ordine di 1×10^{-4} sec.
I tempi di arrivo vengono montati su un grafico cartesiano dove sull'asse delle ascisse vengono riportati i geofoni e i punti di scoppio secondo le reciproche distanze e, in ordinate, i tempi di transito dal punto di scoppio ai singoli geofoni. Tale grafico è riportato per ogni profilo sismico e prende il nome di dromocrona.
Le dromocrone, sono state poi interpretate con l'ausilio di uno specifico software che ha permesso di calcolare preliminarmente, sulla base dei minimi quadrati, la velocità dei diversi rifrattori individuati ed il tempo di intercetta.
Successivamente, a mezzo dello specifico programma *SEISOPTPRO V4.0* (Optim Inc., 2006), è stata eseguita l'elaborazione tomografica del profilo sismico a rifrazione in onde P. L'elaborazione dei dati viene sviluppata tramite un'analisi con modellazione del sottosuolo su base anisotropa, la quale fornisce, previa elaborazione con metodologie iterative R.T.C. e algoritmi di ricostruzione tomografica, il campo delle velocità sismiche del sottosuolo attraverso la suddivisione dello spazio in celle regolari.

Nel caso specifico è stata utilizzata una maglia quadrata di lato pari a 0.5 m per la distanza intergeofonica e, nella restituzione, i valori di velocità sismica attribuiti alle singole celle vengono rappresentati mediante una scala colorimetrica.
Per la determinazione del modello di interpretazione il programma *SEISOPTPRO V4.0* utilizza il metodo di inversione controllato "Monte Carlo" basato su una modellizzazione avanzata, ove i modelli derivati dagli algoritmi propri del programma vengono accettati o rifiutati basandosi su un criterio statistico.

2.1.2 Analisi dei risultati

I profili sismici a rifrazione hanno permesso la caratterizzazione sismo-stratigrafica dei terreni che costituiscono l'area in esame. L'elaborazione tomografica dei profili ha consentito l'individuazione delle seguente unità sismostratigrafiche:

- ***Unità A***: caratterizzata da velocità delle onde P inferiori a 1.000-1.200 m/s, è associabile a terreni di riporto e/o a depositi sciolti con medio grado di addensamento;
- ***Unità R_1***: caratterizzata da velocità delle onde P comprese tra 1.200 e 2.200-2400 m/s (velocità media pari a 1.800-1.900 m/s); può essere associata ad una formazione rocciosa con elevato grado di fratturazione;
- ***Unità R_2***: caratterizzata da velocità delle onde P superiori a 2.200-2.400 m/s; può essere associata ad una formazione rocciosa con medio-basso grado di fratturazione in diminuzione con la profondità.

In *figura 5* si riportano i limiti (rifrattori) tra le unità sopra descritte in modo da poterne apprezzare la distribuzione spaziale e verticale nel sottosuolo relativamente alle due linee acquisite.
Nel dettaglio, i due stendimenti evidenziano un limite tra l'unità R_1 e R_2 piuttosto articolato, con profondità che variano tra ca. 5 e 10 m rispetto al piano campagna e spessori della sovrastante unità R1 decisamente molto variabili, come la stessa indagine diretta (sondaggi geognostici) ha confermato.

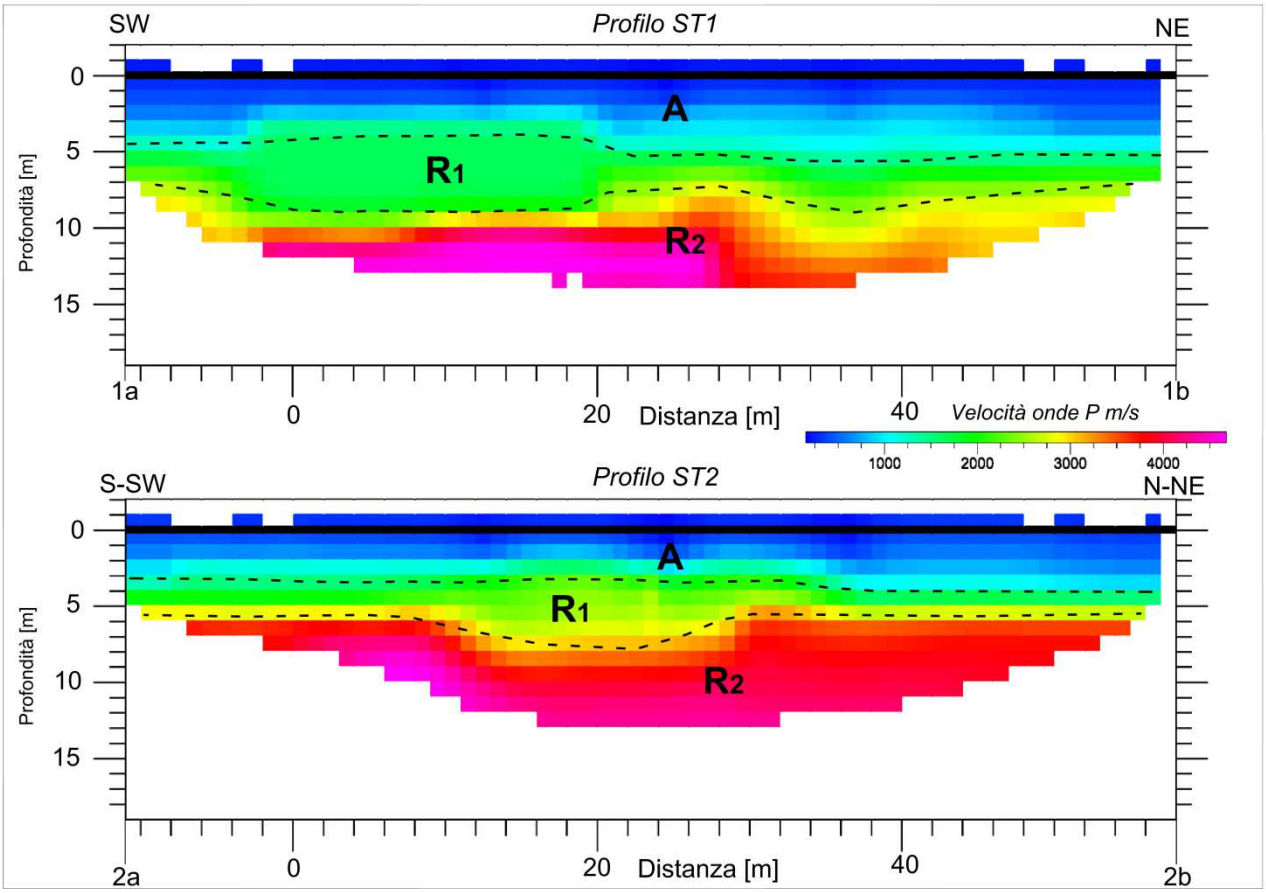


***Figura 5**: Elaborazione tomografica*

2.2 Indagine geofisica MASW: Descrizione del metodo e della strumentazione utilizzata

La prova MASW, messa a punto nel 1999 da ricercatori del Kansas Geological Survey (Park C.B. et al., 1999) permette di determinare l'andamento della velocità delle onde sismiche di taglio (o onde S) in funzione della profondità attraverso lo studio della propagazione delle onde superficiali di Rayleig (Zywicki D.J., 1999; Park C.B., Miller R.D., 2006; Roma V., 2006).

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione e la geometria propria di ciascun profilo a rifrazione (*ST1* e *ST2*), ovvero secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura pari 2.0 m..

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking).

La sorgente è stata posta ad una distanza compresa tra 6 e 12 m dal primo geofono effettuando più energizzazioni in punti differenti *("Optimum Field Parameters of an MASW Survey"*, Park C.B. et al., 2005; Dal Moro G., 2008; Dal Moro G., 2012).

2.2.1 Elaborazione dati

I dati sperimentali, acquisiti in formato SEG-2, sono stati trasferiti su PC e convertiti in un formato compatibile (KGS format file) per l'interpretazione attraverso l'utilizzo di uno specifico programma di elaborazione (*SurfSeis 5.0* della Kansas University, Park C. B., 2016). L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "*phase velocity-frequency (c-f)*" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo la linea sismica.

In questo grafico è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Sullo spettro di frequenza viene eseguito un "picking" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze (si vedano le curve di dispersione riportate in seguito).

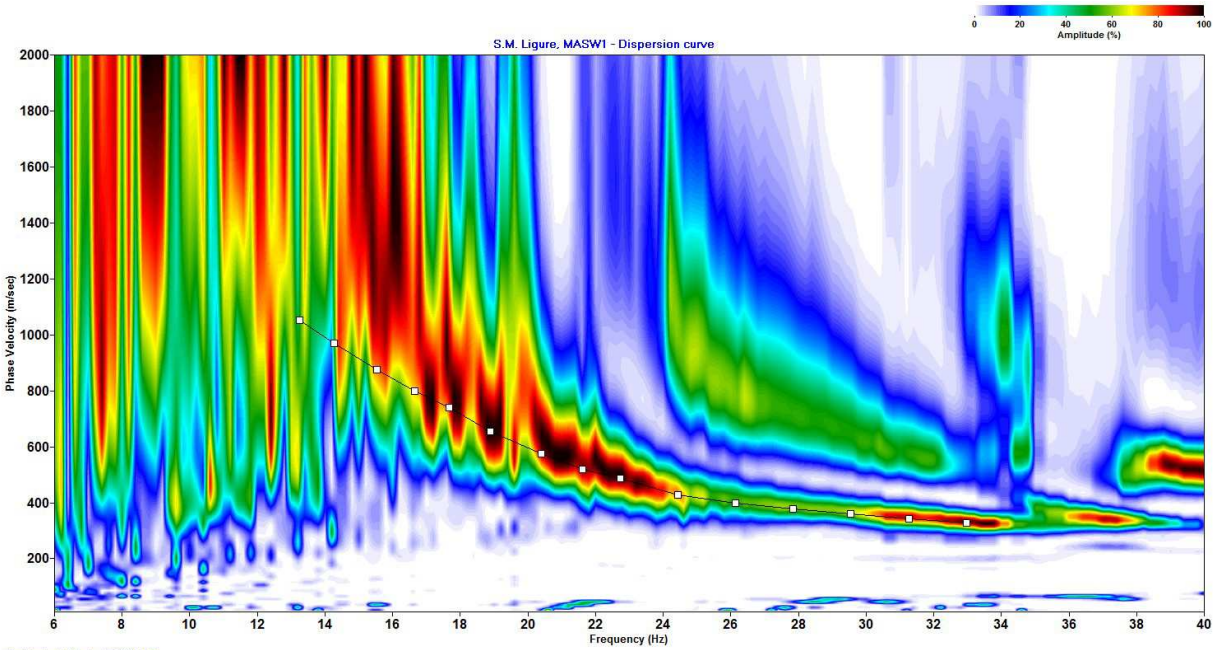
Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma periodo-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.
Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "fitting" con i valori sperimentali.
L'analisi dello spettro bidimensionale c-f consente in questo modo di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo, il quale risulta costituito dall'andamento della velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.
Dall'inversione delle curve di dispersione (relativa al "modo fondamentale" delle onde superficiali di Rayleigh) si ottengono i seguenti modelli medi di velocità delle onde sismiche di taglio con la profondità, ciascuno rappresentativo dell'area investigata:

MASW 1			
Strato	**Spessore [m]**	**Vs [m/s]**	**Profondità**
1	0.7	**340**	0.7
2	0.8	**409**	1.5
3	1.0	**203**	2.5
4	1.3	**298**	3.8
5	1.6	**436**	5.4
6	2.0	**425**	7.4
7	2.5	**752**	9.8
8	3.1	**797**	13.0
9	3.9	**925**	16.8
10	4.9	**869**	21.7
11	6.1	**894**	27.8
12	8.2	**1141**	36.0

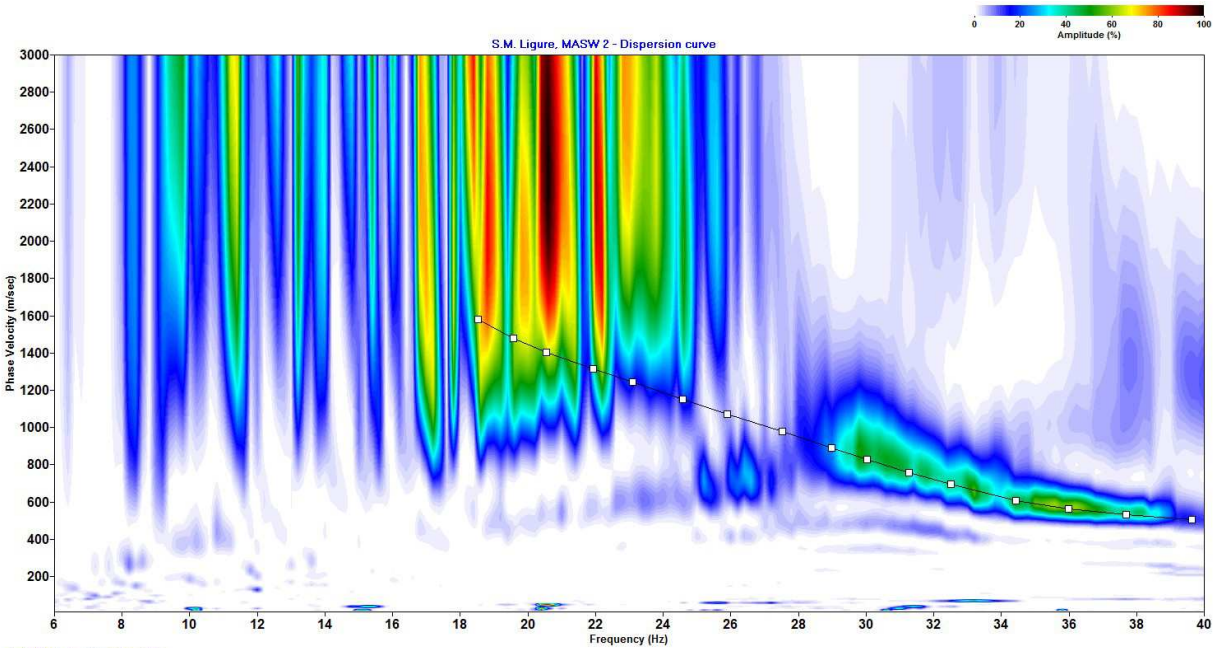
MASW 2			
Strato	**Spessore [m]**	**Vs [m/s]**	**Profondità**
1	0.7	**378**	0.7
2	0.9	**509**	1.6
3	1.1	**422**	2.7
4	1.4	**364**	4.0
5	1.7	**490**	5.8
6	2.1	**875**	7.9
7	2.7	**1058**	10.6
8	3.3	**1120**	13.9
9	4.2	**1188**	18.1
10	5.2	**1207**	23.3
11	6.5	**1234**	29.9
12	6.2	**1323**	36.0

Tabella 1*: Modelli sismici monodimensionali.*

CURVA DI DISPERSIONE e PICKING – M1



CURVA DI DISPERSIONE e PICKING – M2



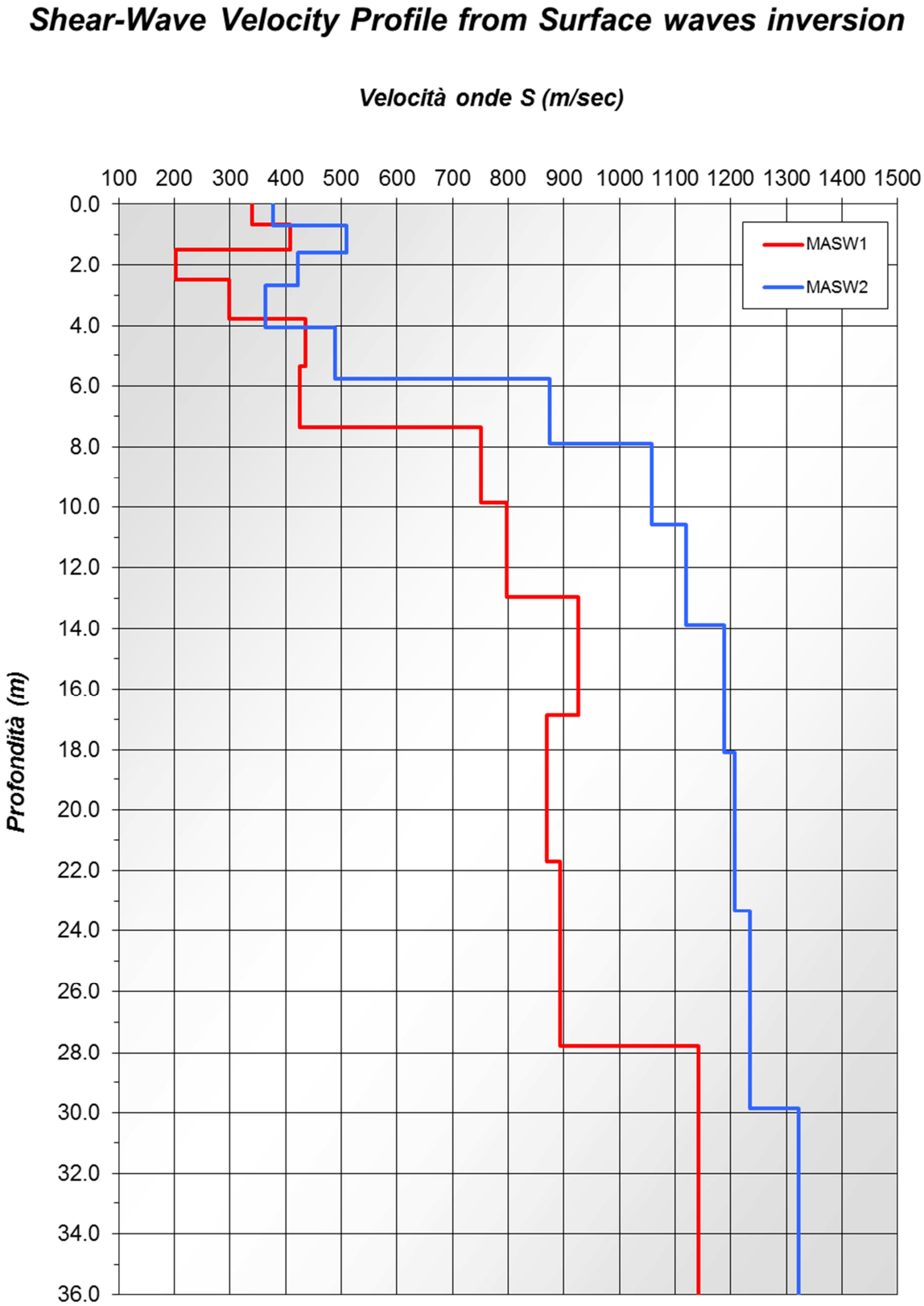


Figura 6: Andamento della Vs con la profondità.

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 24-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

2.3 Calcolo delle Vs,30 e definizione della categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC08 (approccio semplificato)

A partire dai modelli sismici monodimensionali ricostruiti è stato possibile calcolare il valore delle $V_{s,30}$, che rappresenta la "velocità equivalente" di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio.

Per il calcolo delle $V_{s,30}$ si fa riferimento alla seguente espressione, riportata nel D.M. 14.01.2008 (*"Norme tecniche per le costruzioni"*):

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} H_i / V_i}$$

dove H_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Utilizzando la formula sopra riportata si ottengono i seguenti valori (si è assunta come quota di calcolo [q.r.] quella di esecuzione degli stendimenti MASW):

MASW1		
Profondità di posa delle fondazioni da q.r.	**$V_{s,30}$ [m/s]**	**Categoria sottosuolo**
0.0 m	633.8	***B***
1.0 m	660.1	***B***
2.0 m	704.9	***B***
3.0 m	763.5	***B***

MASW2		
Profondità di posa delle fondazioni da q.r.	**$V_{s,30}$ [m/s]**	**Categoria sottosuolo**
0.0 m	865.9	***A***
> 0.0 m	> 865.9	***A***

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

Categoria	**Descrizione**	**Parametri**		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT,30}$	$C_{u,30}$ (kPa)
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi*, caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m	> 800	-	-
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	180-360	15-50	70-250
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	<180	<15	<70
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con Vs>800 m/s).			

***Tabella 2**: Categorie di sottosuolo (D.M. 14.01.2008).*

2.4 Spettro di risposta elastico secondo la normativa antisismica

Nel presente capitolo si definiscono gli spettri di risposta elastici previsti dalla normativa antisismica (D.M. 14.01.2008). La quantificazione della risposta sismica locale avviene mediante l'utilizzo di categorie di sottosuolo che consentono una stima dell'amplificazione stratigrafica, generata dalle particolari condizioni lito-meccaniche dei terreni che costituiscono l'area in esame (approccio semplificato - Cap. 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*).
Poiché a diversi spessori e caratteristiche dei depositi quaternari corrispondono diverse categorie di sottosuolo (come evidenziato dai 2 profili Vs-profondità rielaborati dalle MASW), sarà indispensabile, in termini di categoria di suolo, utilizzare quella più cautelativo (suolo B).
Nel calcolo dell'azione sismica si è fatto riferimento a quanto contenuto nel D.M. 14.01.2008, in particolare ai capitoli 2 e 3.
Le ipotesi assunte nella definizione degli spettri di risposta elastici in accelerazione risultano

- Zona sismica = **3** (d.g.r. n.216 del 17 marzo 2017 – *figura 8*);
- Vita nominale della struttura: **V_N= 50 anni**;
- **Classe d'uso = III**;
- Periodo di riferimento per l'azione sismica **V_R= 75 anni** (C_U=1.5);
- Valori di accelerazione massima orizzontale e dei parametri spettrali per i diversi stati limite (valori interpolati ottenuti dalla media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni che comprendono il sito in esame [ED50: 44.329881; 9.216404] così come definito nell'Allegato A e B):

	P_{VR}	T_R	a_g	F_O	T_C*
		[anni]	[g/10]		[s]
SLO	81%	45	0.341	2.545	0.2153
SLD	63%	75	0.413	2.555	0.2404
SLV	10%	712	0.950	2.537	0.2903
SLC	5%	1462	1.238	2.489	0.2976

- **Categoria di sottosuolo = B** (soluzione a favore di sicurezza), **categoria topografica = T1** (S_T=1.0) e coefficiente di smorzamento viscoso ξ =5% a cui corrispondono i seguenti valori:

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

	S_S	C_C	S	T_B	T_C	T_D	F_V
				[s]	[s]	[s]	
SLO	1.20	1.50	1.20	0.11	0.32	1.74	0.63
SLD	1.20	1.46	1.20	0.12	0.35	1.77	0.70
SLV	1.20	1.41	1.20	0.14	0.41	1.98	1.06
SLC	1.20	1.40	1.20	0.14	0.42	2.10	1.18

In *figura 7* si riportano gli spettri di risposta elastici previsti dalla normativa antisismica per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV e per lo stato limite di prevenzione del collasso SLC (formule riportate nel paragrafo 3.2.3.2.1).

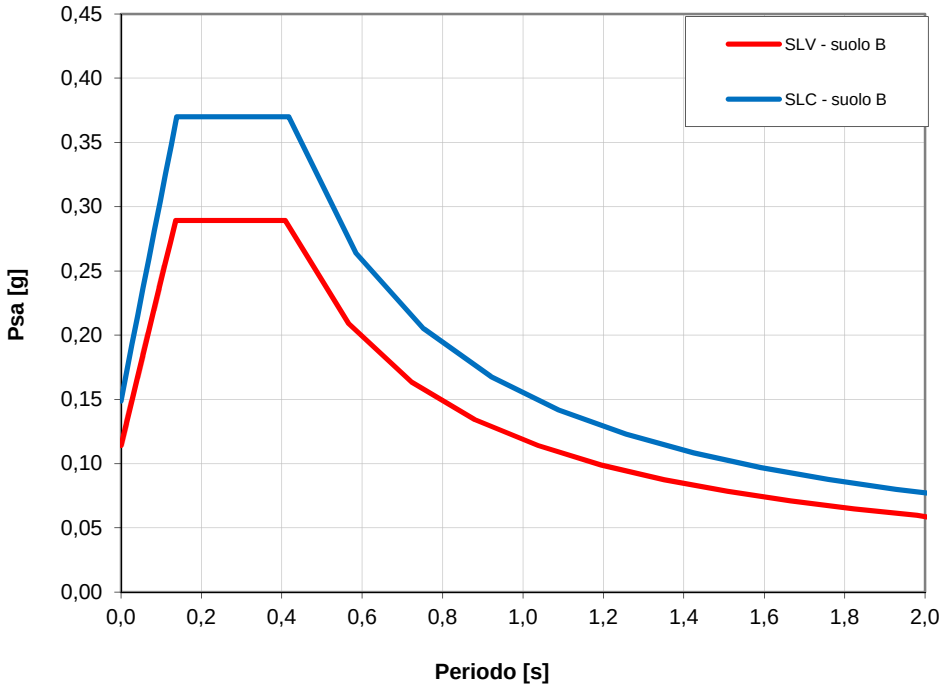


***Figura 7**: Spettri di risposta elastici previsti dalla normativa antisismica per gli stati limite (SLV e SLC) - Categoria sottosuolo B.*

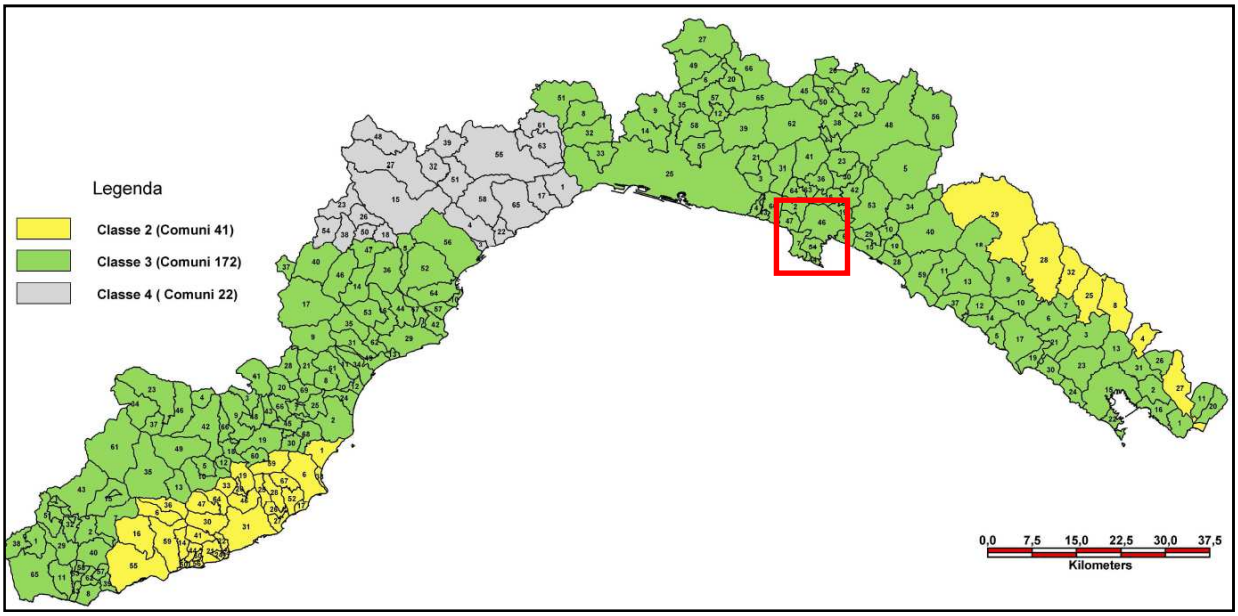


***Figura 8**: Classificazione sismica dei comuni della Regione Liguria –D.g.r. 216/2017 .*

2.5 Analisi della risposta sismica locale

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche sismiche proprie dell'area in esame attraverso gli esiti dello studio di Risposta Sismica Locale (RSL – NTC08 par. 3.2.2 7.11.3), con l'obiettivo di valutare l'adeguatezza dell'approccio semplificato attraverso il ricorso alle categorie di suolo.
Facendo riferimento alla Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (elaborazione INGV 2006 e 2008 – figura 9), il valore dell'accelerazione orizzontale massima attesa su suolo rigido (sottosuolo A) per l'area in esame ricade nell'intervallo tra 0.075 g e 0.100 g (pericolosità sismica di base per TR=475 anni).

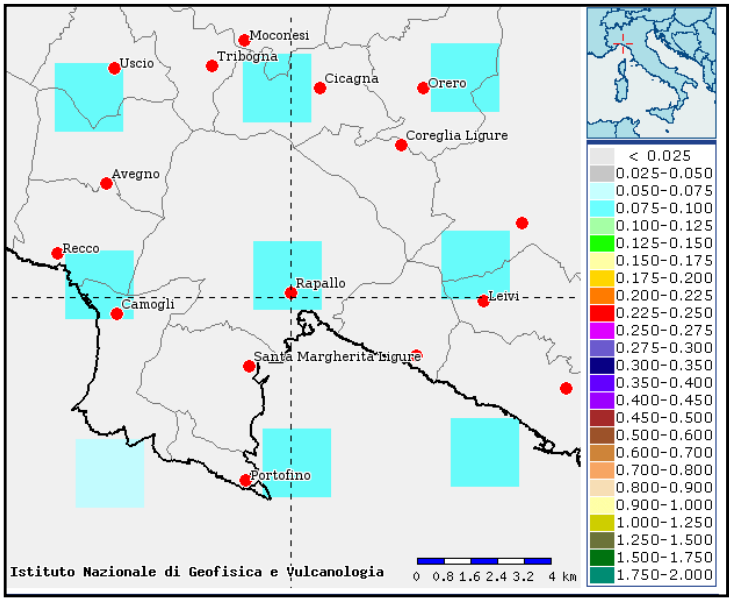


***Figura 9**: Estratto della Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui si riporta il valore di PGA che ha la probabilità del 10% di essere ecceduto almeno una volta nei prossimi 50 anni.*

In accordo con quanto riportato nelle NTC08 (paragrafo 2.4.2 e 2.4.3), per il dimensionamento degli elementi strutturali allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV in condizioni sismiche, sono stati considerati i seguenti parametri (tabella 3 e 4):

Stato Limite	***C_U***	***V_N (anni)***
SLO – Operatività(81%)	0.7 (I – strutture secondarie)	≤ 10 (opere provvisorie)
SLD – Danno (63%)	1.0 (II – strutture ordinarie)	≥ 50 (opere ordinarie)
SLV – Salvaguardia della vita (10%)	1.5 (III – strutture importanti)	≥ 100 (grandi opere)
SLC - Prevenzione del collasso (5%)	2.0 (IV – strutture strategiche)	

***Tabella 3**: Valori dei parametri per la definizione del periodo di ritorno T_R.*

Azione sismica				
	V_N [anni]	***C_U***	***V_R [anni]***	***T_R [anni]***
SLV	50	1.5	75	**712**

***Tabella 4**: Periodo di ritorno delle azioni sismiche.*

La valutazione della risposta sismica locale (RSL o effetto di sito) rappresenta l'analisi sismica più dettagliata per determinare l'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico, relativo ad una formazione di base (bedrock sismico), subisce attraversando gli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie (o ad una quota definita).

Le simulazioni numeriche sono state effettuate utilizzando il codice di calcolo *SHAKE91* (Schnabel et al. 1972; Idriss e Sun, 1992), il quale definisce un modello monodimensionale adottando un comportamento del mezzo di tipo "lineare equivalente" (schematizzazione compatibile con i livelli di deformazione/accelerazione attesi per l'area in esame).

Per l'esecuzione dell'analisi numerica si è proceduto attraverso le seguenti fasi di lavoro:

1. *Definizione della caratteristiche geologiche*: è stata ricostruita la successione stratigrafica propria dell'area utilizzando i dati ricavati dalle indagini geognostiche effettuate integrate con le informazioni litostratigrafiche di bibliografia (studio di microzonazione sismica comunale – MOPS, carta geologica, ecc.);

2. *Definizione dei parametri fisico-meccanici*: i parametri necessari nell'analisi numerica sono, per ogni strato in cui è suddiviso il profilo stratigrafico, il peso di volume, la velocità delle onde S e l'andamento del modulo di taglio e del rapporto di smorzamento in funzione della deformazione; i valori delle Vs sono quelli ricavati dalle due prove MASW effettuate mentre le curve G-γ e D-γ utilizzate nella modellazione sono quelle mediamente rappresentative delle litologie riscontrate nei sondaggi geognostici (Seed et al., 1986; Vucetic e Dobry, 1991; Rollins et al. 1998);

3. *Definizione del moto di input*: le azioni sismiche di ingresso sono rappresentate da una combinazione di accelerogrammi reali scalati il cui spettro di risposta combinato è compatibile con lo spettro di risposta del moto atteso per il comune di Santa Margherita Ligure per un periodo di ritorno di 712 anni (Spettro Target - suolo A; *figura 10*); tali accelerogrammi sono stati selezionati utilizzando il software REXEL 3.5 (*Iervolino I., Galasso C., Chioccarelli E. 2008-2011 - REXEL: computer aided code-based real record selection for seismic analysis of structures*). La selezione degli accelerogrammi è stata effettuata utilizzando il database internazionale *European Strong-motion Database* (ESD), basandosi sugli studi di disaggregazione dell'INGV per la definizione della coppia M-R di ricerca degli accelerogrammi (*figura 11*).

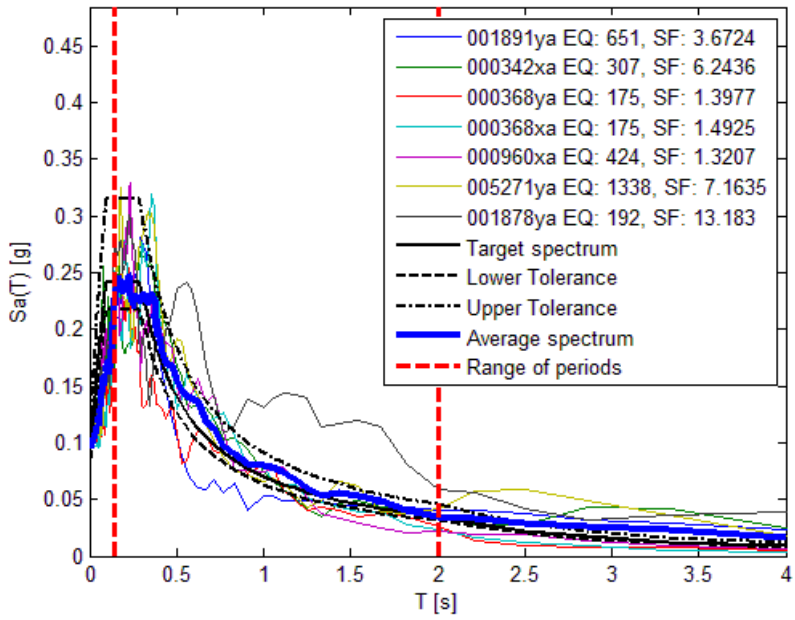


***Figura 10**: Spettro target e spettri degli accelerogrammi selezionati (Rexel 3.5).*

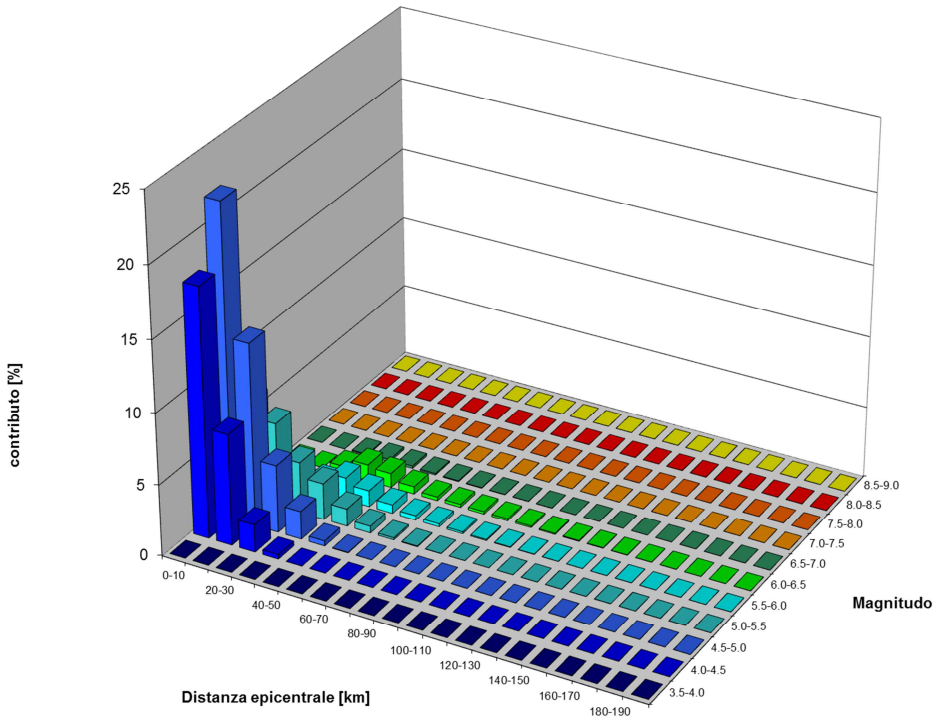


***Figura 11**: Analisi della disaggregazione per il comune di Santa Margherita Ligure - INGV.*

Gli accelerogrammi di input vengono fatti propagare a partire dal bedrock sismico (strato con Vs>800 m/s così come individuato nelle prospezioni MASW).

In *figura 12* e *13* si riportano i risultati delle simulazioni numeriche effettuate in termini di spettro di risposta in accelerazione (valori espressi come frazione di g; con il tratteggio nero si riporta la media degli spettri ottenuti utilizzando gli accelerogrammi di input).

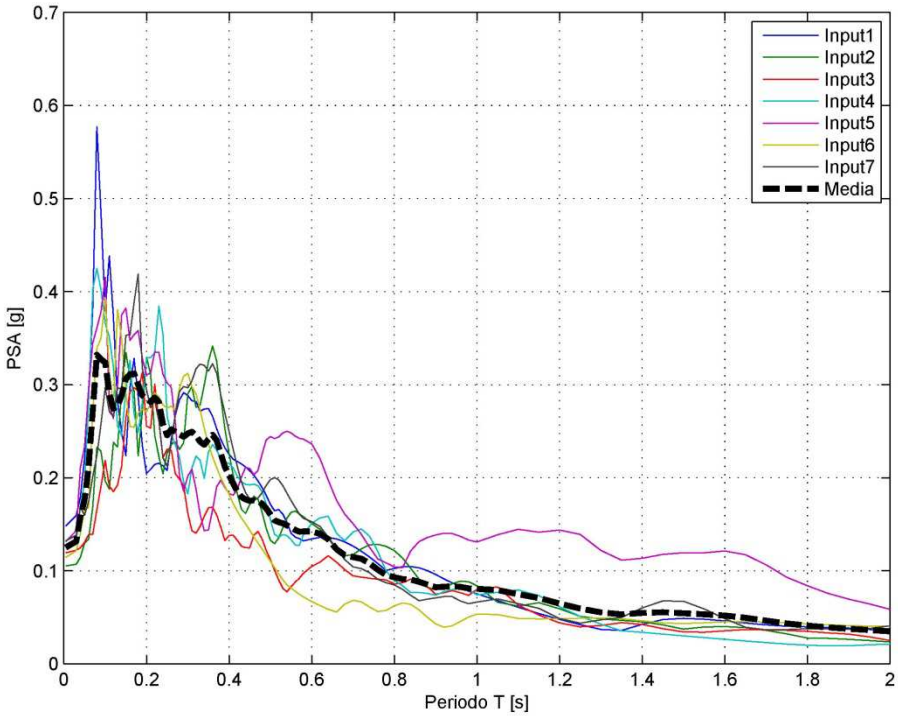


***Figura 12**: Spettri di risposta ottenuti dalle simulazioni numeriche – indagine MASW1 (RSL1).*

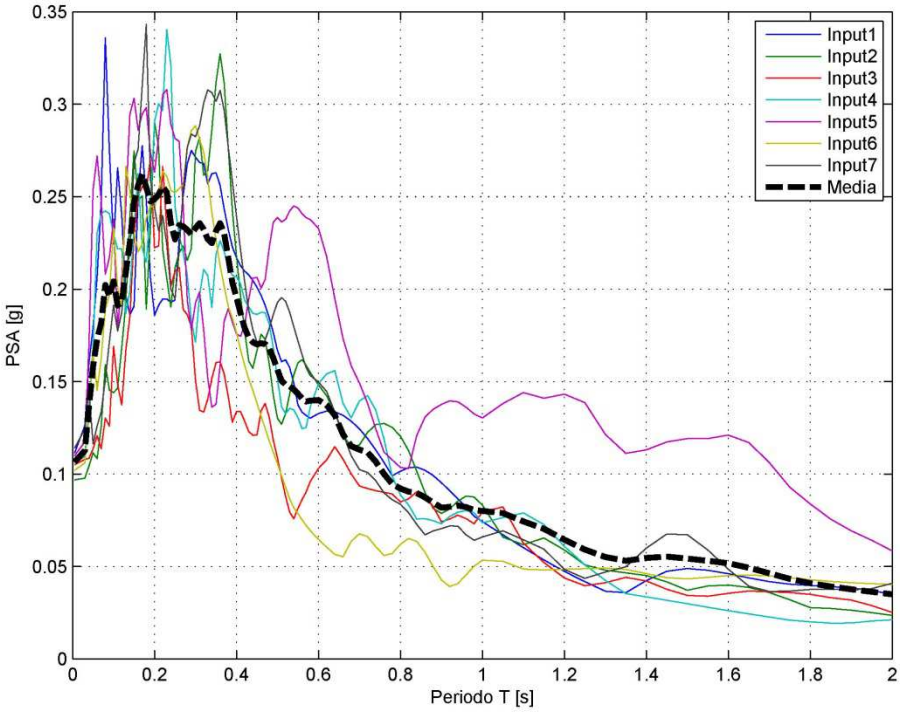


***Figura 13**: Spettri di risposta ottenuti dalle simulazioni numeriche – indagine MASW2 (RSL2).*

2.6 Considerazioni in merito agli aspetti sismici

In figura 14 vengono confrontati lo spettro di risposta elastico previsto dalla normativa per lo stato limite di salvaguardia della vita SLV (VR=75 anni, TR=712 anni, categoria di sottosuolo del tipo A e B, categoria topografica T1) e quelli medi ottenuti dalle simulazioni numeriche di Risposta Sismica Locale (RSL1=curva rossa; RSL2=magenta).

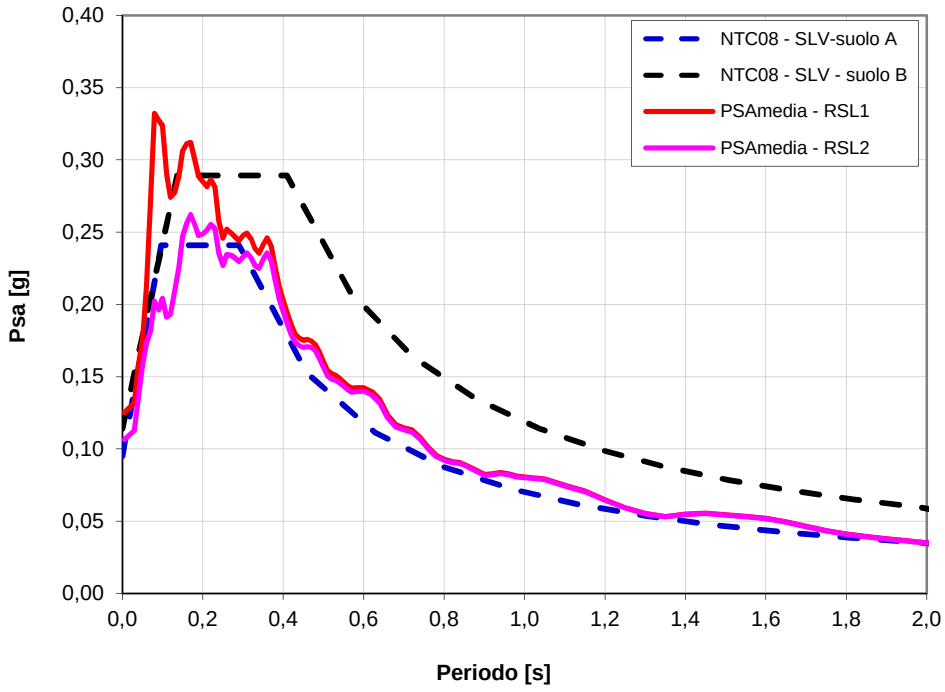


***Figura 14**: Confronto tra lo spettro di risposta previsto dalle NTC08 (SLV e sottosuolo A e B - curve tratteggiate) e lo spettro medio ottenuto dall'analisi della RSL (curva rossa e magenta).*

Lo studio di RSL confrontato con l'approccio semplificato previsto dalle NTC08 (Cap. 3.2.2 *Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche*) evidenzia come lo spettro di risposta elastico previsto dalle NTC08 utilizzando una categoria di sottosuolo di tipo B risulta mediamente sufficiente a considerare gli effetti di amplificazione sismica propri del sito per le strutture con periodo superiore a 0.15 s. Nel caso in cui le strutture di progetto dovessero avere periodi inferiori 0.15 s (strutture particolarmente basse e rigide) sarà necessario effettuare differenti valutazioni impiegando lo spettro sito-specifico definito mediante analisi di risposta sismica locale.

2.7 Analisi del potenziale di liquefazione dei terreni di fondazione

La liquefazione è un fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o a un accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni dinamiche (terremoti) che agiscono in condizioni non drenate.
L'analisi della suscettibilità alla liquefazione di un dato sito dipende da:

- caratteristiche dell'azione sismica (intensità e durata);
- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche litologiche dei terreni e profondità della falda.

La liquefazione di un deposito è dunque il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori: le condizioni del terreno (fattore predisponente) e la sismicità (fattore scatenante).
Ai sensi delle NTC08 (Cap. 7.11.3.4.2) la verifica delle liquefazione può essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo M<5;
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di campo libero) <0.10g;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna;
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60}$>30 oppure q_{c1n}>180;

Per l'area in esame risulta:

- ✓ Accelerazione massima orizzontale a_{max}=0.114g ($a_{max}=a_g*S$ – condizione SLV);
- ✓ Magnitudo di riferimento M_W=6.14 (la zona sismogenetica è la 911 denominata *"Tortona-Bobbio"*);
- ✓ Falda di progetto posta ad una profondità di 1.0 m da piano campagna.

Sulla base delle caratteristiche litologiche dei terreni che costituiscono il sottosuolo, così come evidenziati nelle stratigrafie dei sondaggi geognostici (ghiaie prevalenti con una subordinata frazione limosa, seguite in profondità da argilliti e marne calcaree), si può assumere che i terreni che costituiscono l'area in esame non sono soggetti a fenomeni di liquefazione in condizioni sismiche.

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in arrivo

PARTE TERZA: STUDIO GEOTECNICO

3.1 Indagine geognostica: modalità esecutive e criteri interpretativi

Come accennato in premessa, la campagna geognostica si è avvalsa dei risultati di 3 sondaggi a carotaggio continuo spinti alla profondità massima di 15 m, all'interno dei quali sono state eseguite prove S.P.T. a punta aperta secondo la normativa standard ISSMFE (per la determinazione dei principali parametri geotecnici), alcune prove di permeabilità a carico variabile e a carico costante in foro, il campionamento di sedimenti sciolti (per la verifica in laboratorio della permeabilità) e di provini di roccia (sottoposti a prove di compressione monoassiale).
Nel dettaglio dei sondaggi, si precisa che il sondaggio S1 presentava, sotto uno spessore di terreno a matrice ghiaiosa, l'affioramento di roccia molto alterata, di cui non si riusciva ad apprezzarne le caratteristiche macroscopiche causa il suo elevato rimaneggiamento durante il sondaggio. Nel dubbio che potesse essere un riporto (quale un masso), la perforazione è stata arrestata e ripetuta (S1bis) a distanza di pochi metri in direzione della spiaggia, ricorrendo a doppio carotiere e corona diamantata per evitare il suddetto ipotizzato effetto di disturbo. Il nuovo sondaggio (S1bis) ha confermato la precedente osservazione, evidenziando la presenza di argillite molto fratturata, ascrivibile a una forma di alterazione di spessore metrico del substrato roccioso pre-quaternario (Flysch di M. Antola).
Tutti i terreni, carotati e collocati in apposite cassette catalogatrici di 5 metri cadauna, sono stati descritti, valutati e fotografati. L'ubicazione delle indagini, le stratigrafie ricostruite e la documentazione fotografica sono riportate in *Allegato 8, 9 e 10.*

Prove tipo S.P.T.

La prova S.P.T. consiste nell'infissione, mediante battitura con un maglio standard, di un campionatore a pareti sottili registrando il numero di colpi necessario per produrne l'infissione, per tre intervalli di 15 cm ciascuno. Dalla prova si ottengono tre valori (N_1, N_2,N_3): si assume quale resistenza alla penetrazione il parametro $N_{SPT}=N_2+N_3$; il primo valore annotato viene scartato in quanto risente del disturbo sul fondo foro derivante dall'esecuzione del sondaggio.

In fase di elaborazione dei dati, inoltre, si deve considerare che i risultati ottenuti sono influenzati dalle modalità di esecuzione della prova, in particolare dai vari dispositivi di infissione e dalla tensione verticale efficace del terreno alla profondità di esecuzione della prova. Tenendo conto di questi fattori è stato quindi calcolato il valore normalizzato di N_{SPT}, ovvero $(N_1)_{60}$, mediante la seguente espressione:

$$(N_1)_{60} = C_N (ER/60) \cdot \lambda \cdot N_{SPT}$$

In cui:

C_N = coefficiente di correzione dipendente dal valore di σ'_{vo} [Liao & Whitman, 1986];

σ'_{vo} = pressione efficace alla quota di esecuzione della prova;

ER = rendimento medio del dispositivo di infissione espresso in percentuale (nello specifico caso: 60%);

λ = parametro che tiene conto della perdita di energia per la lunghezza delle aste.

Di seguito si riportano i valori di resistenza $(N_1)_{60}$ calcolati per i vari sondaggi.

SONDAGGIO S1 bis						
Profondità da p.c.	**N_1**	**N_2**	**N_3**	**N_{SPT}**	**$(N_1)_{60}$**	**Litologia**
da 1.50 a 1.95 m	8	11	18	29	24	Ghiaia limoso sabbiosa
da 3.00 a 3.45 m	Rif.	-	-	-	-	Argillite molto fratturata
da 4.00 a 4.45 m	Rif.	-	-	-	-	Argillite molto fratturata

Risultati delle prove S.P.T. eseguite nel foro di sondaggio S1 bis e valori di $(N_1)_{60}$ calcolati.

SONDAGGIO S2						
Profondità da p.c.	**N_1**	**N_2**	**N_3**	**N_{SPT}**	**$(N_1)_{60}$**	**Litologia**
da 1.50 a 1.95 m	Rif.	-	-	-	-	Riporto
da 3.00 a 3.45 m	25	Rif.	-	-	-	Ghiaia con limo sabbioso
da 4.00 a 4.45 m	8	25	30	55	50	Ghiaia con limo sabbioso
da 5.00 a 5.45 m	Rif.	-	-	-	-	Ghiaia limosa

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

da 6.00 a 6.45 m	Rif.	-	-	-	-	Ghiaia con limo sabbioso
da 7.00 a 7.45 m	Rif.	-	-	-	-	Ghiaia
da 9.00 a 9.45 m	Rif.	-	-	-	-	Ghiaia con limo sabbioso

Risultati delle prove S.P.T. eseguite nel foro di sondaggio S2 e valori di $(N_1)_{60}$ calcolati.

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo

3.2 Modello geotecnico di riferimento

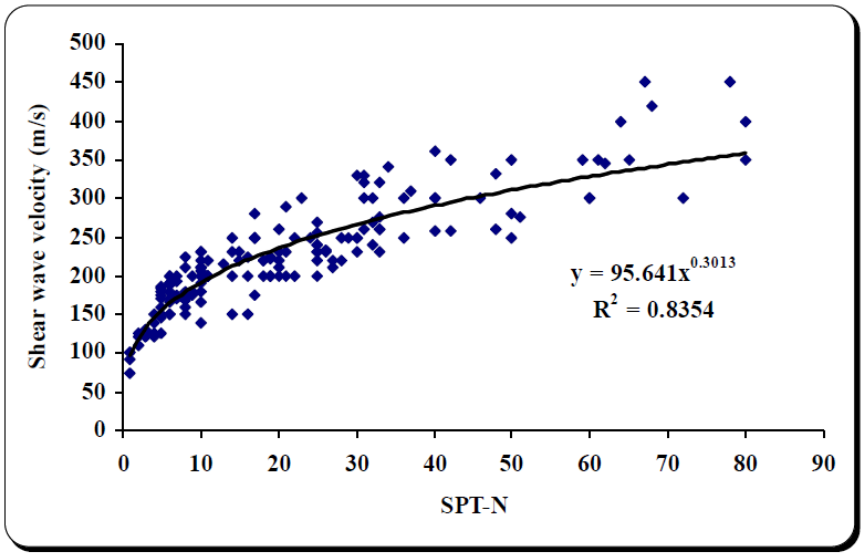
Nella ricostruzione della stratigrafia e del modello geotecnico locale sono emersi i seguenti aspetti:

1) il substrato delle strutture in progetto è costituito da unità geotecniche che presentano caratteristiche differenti;

2) durante l'esecuzione delle prove in sito è stata rilevata acqua sotterranea ad una profondità di circa 1.3 m nel sondaggio S1bis (Parcheggio Spertini) e di circa 2.5 m nel sondaggio S2 (via A. Canevaro); La differente soggiacenza dipende dalla diversa quota delle due postazioni e dalle oscillazioni di marea: si segnala che, nel corso delle prove geognostiche, è stata rilevata un'oscillazione dei livelli piezometrici, correlabili con le escursioni di marea della vicina superficie marina.

Sulla base delle prove eseguite (sondaggi geognostici, prove sismiche e analisi di laboratorio) è stato ricostruito il seguente modello geologico e geotecnico, rappresentativo dell'area in esame. Per quanto riguarda le profondità delle singole prove, esse sono riferite al piano campagna su cui sono state eseguite le verticali d'indagine (che differiscono tra loro circa 0.5 m).

Unità R	Sotto la pavimentazione superficiale è presente un orizzonte di riporto grossolano di spessore variabile sino a un massimo di ca. 3 m sulla verticale S2 di via Canevaro. L'unica prova S.P.T. eseguita nel sondaggio S2 è giunta a rifiuto (causa le dimensioni granulometriche dei terreni), ragione per la quale non è stato possibile definirne le caratteristiche geotecniche.
Unità A	E' un deposito sciolto quaternario, a comportamento incoerente, costituito da ghiaia con ciottoli di dimensioni anche decimetriche in una matrice subordinata e in percentuale variabile di natura limoso-sabbiosa. Rielaborando i valori di Nspt (normalizzati), attraverso le correlazioni di De Mello e di Shioi&Fukuni (per l'angolo di attrito) e di Schultze e Menzebach, di Tornaghi et al. e di D'Appolonia et Alii (per il modulo di deformazione), sono stati calcolati un angolo d'attrito Φ = 31°-33° e un modulo di deformazione E=250-350 kg/cm^2. Va precisato che nel deposito che costituisce l'unità geotecnica sono state eseguite numerose prove SPT, la maggior parte delle quali sono giunte a rifiuto

	ad eccezione delle due indicate nel precedente capitolo. I valori geotecnici calcolati, caratteristici di un deposito di buone proprietà geotecniche, sono da considerarsi cautelativamente rappresentativi dei depositi ghiaiosi dell'unità A.
Unità B	Sotto i depositi sciolti quaternari è stato rinvenuto un substrato di argilliti o marne molto fratturate che, nonostante il doppio carotiere e l'impiego di corona diamantata, sono giunti in superficie in carote di scarsa qualità. Si tratta di una forma di alterazione di spessore metrico del substrato roccioso pre-quaternario (Flysch di M. Antola) che rende il substrato assimilabile (per caratteristiche geomeccaniche) più a un terreno che a una roccia (c.d. "*weak rocks*" in letteratura anglosassone): i valori di RQD sono molto scarsi (inferiori al 25%) ed eventuali prove di laboratorio sui frammenti di carota giunti integri in superficie non avrebbero consentito una corretta caratterizzazione geotecnica/geomeccanica dell'ammasso roccioso. Le prove SPT sulle argilliti, invece, sono sempre giunte a rifiuto. Per la definizione dell'angolo di resistenza al taglio ϕ' dell'unità B, pertanto, si è fatto riferimento alla correlazione empirica proposta da *Uma Maheswari et al.* (2010) che mette in relazione i valori di Vs (prove geofisiche MASW) con quelli di N_{SPT}.  Successivamente, utilizzando le stesse correzioni descritte per l'unità A, è stato ricavato il valore dell'angolo di resistenza la taglio e il modulo di deformazione.

	Considerando una velocità media delle onde S pari a 350-400 m/s si ottiene un valore di N_{SPT} pari a 65-70 a cui può essere associato un valori di ϕ' pari a 34-35° e un modulo di deformazione E=400-500 kg/cm^2. Come evidenziato nei sondaggi geognostici eseguiti nelle due posizioni planimetriche, lo spessore dell'unità varia significativamente, a conferma del modello meglio rappresentato nei profili a rifrazione in onde P (l'unità B corrisponde a R_1 nel profilo tomografico) che ne descrivono la geometria.
Unità C	Affiorante a profondità di ca. 9-10.5 m, l'unità C costituita da argilliti, marne o marne calcaree, è caratterizzata da una percentuale di recupero (RQD) migliore della sovrastante, compresa tra 25% e 75%. Per la definizione delle sue caratteristiche sono state prelevate e inviate a laboratorio alcune carote di roccia, sulle quali sono state eseguite prove di compressione mono-assiale per determinare i parametri geomeccanici attraverso il sistema classificativo RMR di Bieniawski (Bieniawski, 1989); in particolare, il metodo utilizzato è il seguente: ✓ i parametri necessari per la classificazione (*tabella 1*) sono stati desunti analizzando l'affioramento roccioso posto in prossimità dell'Hotel Miramare, i dati ottenuti dai sondaggi effettuati ed i risultati delle analisi di laboratorio geotecnico.

RMR (Bieniawski, 1989)	
R1	resistenza alla compressione monoassiale
R2	indice RQD
R3	spaziatura delle discontinuità
R4	condizioni delle discontinuità
R5	venute d'acqua
R6	orientamento delle discontinuità in relazione al manufatto

Tabella 1*: Parametri utilizzati nelle classificazioni geomeccaniche.*

✓ Resistenza a compressione monoassiale (eseguite su provini di carota) σc:

ID	*[MPa]*
S2bis_C4 (9.7-10.0 m)	8
S2bis_C5 (10.2-10.5 m)	24
S3_C5 (11.0-11.2 m)	50.5
S3_C6 (12.8-13.0 m)	102.6
Media	**50.8**

- ✓ RQD, definito come la percentuale di recupero di carotaggio in roccia di spezzoni con lunghezza superiore ai 10 cm rispetto alla lunghezza totale perforata (sondaggi S2, S2bis e S3);

- ✓ Spaziatura delle discontinuità: è definita come la distanza media tra le discontinuità appartenenti ad una stessa famiglia, misurata perpendicolarmente alle discontinuità stesse e con persistenza lineare superiore al 90%; l'ammasso roccioso in affioramento è costituito da 3 principali discontinuità (S1=giunti sub-verticali; S2=giunti con inclinazione di 45° rispetto all'orizzontale; S3=giunti con inclinazione compresa tra 15° e 30° rispetto all'orizzontale) e dalla superficie di stratificazione (S). Il valore utilizzato per rappresentare il parametro "*spaziatura delle discontinuità*" rappresentativo delle condizioni dell'ammasso roccioso in situ è pari a 20-60 cm;

- ✓ Condizione delle discontinuità: questo parametro tiene conto dell'apertura, del riempimento ed alterazione delle discontinuità. Le discontinuità presentano superfici da lisce ad ondulate con pareti mediamente/leggermente alterate, apertura < 1mm e riempimento di materiale argilloso;

- ✓ Venute d'acqua: le discontinuità si presentano in superficie generalmente con giunti debolmente umidi;

In *tabella 2* si riportano i valori dei parametri per il calcolo della classe di qualità dell'ammasso roccioso secondo Bieniawski:

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in arrivo

Classificazione Rock Mass Rating (RMR)			*Valori*
1	**JCS (σc)**	51	**7**
2	**RQD**	25-50	**8**
3	**Spaziatura discontinuità**	20 cm	**8**
4	**Condizioni delle discontinuità**	sup. deb. rugose-legg. alt. apert. < 1mm	**18**
5	**Venute d'acqua**	umida	**10**
		RMR	**51**
	RMR_b (condizioni favorevoli fondazioni)		**49**
		CLASSE	**III**

Tabella 2 – *Classi di qualità dell'ammasso roccioso secondo Bieniawski (1989).*

Come mostrato in *tabella 3*, l'ammasso roccioso rientra nella classe di qualità III, corrispondente ad un ammasso roccioso di qualità "discreto".

Qualità ammasso roccioso RMR*					
Indice di qualità	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
N° classe	I	II	III	IV	V
Descrizione ammasso roccioso	ottimo	buono	discreto	scadente	pessimo

Tabella 3 *– Classi di qualità dell'ammasso roccioso (Bieniawski, 1989).*

Nella seguente tabella si riportano i valori dei parametri meccanici relativamente alla classe di qualità dell'ammasso roccioso secondo Bieniawski.

Classe	V	**IV**	**III**	II	I
Qualità	pessimo	**scadente**	**discreta**	buona	ottima
C (kPa)	<100	**100-200**	**200-300**	300-400	>400
Φ (°)	<15	**15-25**	**25-35**	35-45	>45
Tempo di autosostentamento	30 minuti per 1,0 m	**10 ore per 2,5 m**	**1 settimana per 5,0 m**	1 anno per 10,0 m	20 anni per 25,0 m

Tabella 4: *Valori di coesione e di angolo d'attrito secondo Bieniawski (1989).*

La stima della coesione e dell'angolo d'attrito viene effettuata in

relazione alla classe di roccia di appartenenza. Dal valore di RMR_b si derivano i parametri caratteristici dell'ammasso roccioso che, secondo Beniawsky, si calcolano con le seguenti equazioni:

- per la coesione $c(kPa)=5*RMR_b$
- per l'angolo di attrito $\phi(°)=0.5*RMR_b+5$
- per il modulo di deformazione è stata utilizzata la relazione di Serafim e Pereira E(GPa)=10^(RMRb-10/40)

ottenendo i seguenti risultati:

Unità Geotecnica	**γ [kN/m^3]**	**ϕ [°]**	**c [kPa]**	**E' [GPa]**
C	21-22	29.5	245	9.4

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo

3.3 Determinazione dei valori di conducibilità idraulica dei terreni

Per la determinazione dei valori di conducibilità idraulica dei depositi di substrato dell'area d'indagine sono state eseguite alcune prove di permeabilità a carico costate e a carico variabile sia nei fori di sondaggio che in piezometri debitamente allestiti; in particolare sono state eseguite:

- n. 3 prove a carico variabile e n. 3 prove a carico costante eseguite nel sondaggio S2 alle profondità rispettivamente di 4.40 m, 6.60 m, 9.0 m dal piano campagna, con l'obiettivo di determinare la permeabilità dei depositi quaternari sciolti;
- n. 1 prova a carico costante eseguita nel piezometro installato all'interno del foro di sondaggio S2 fenestrato tra 3 e 10 m di profondità, ovvero in corrispondenza dei depositi quaternari sciolti;
- n. 4 prove di permeabilità in laboratorio su depositi sciolti;
- n. 1 prova a carico variabile eseguita nel piezometro installato all'interno del foro di sondaggio S1bis, fenestrato tra 3 e 10 m di profondità in corrispondenza delle argilliti fratturate isolando (mediante un tampone di argilla idrorigonfiante) i depositi sciolti quaternari (con l'obiettivo di determinare la permeabilità dell'ammasso roccioso di substrato maggiormente alterato).

Le prove insito sono state tutte eseguite con acqua dolce approvvigionata mediante autocisterna dal vicino porto; la portata idrica per l'esecuzione delle prove è stata monitorata mediante volume tarato e cronometro e i livelli piezometrici sono stati misurati attraverso sonda freatimetrica.

La prova a carico costante consiste nel misurare la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua all'interno del foro.
Per l'interpretazione della prova, il coefficiente di permeabilità è fornito dalla seguente espressione:

$$\mathbf{K=q*(FHc)^{-1}\ (m*s^{-1})}$$

dove:

- q = portata immessa o emunta in m^3/sec
- H_C = differenza di altezza del livello dell'acqua per effetto dell'immissione o emungimento dell'acqua mantenuto costante mediante la portata d'acqua prelevata o immessa.
- F = coefficiente di forma che varia in funzione delle differenti condizioni stratigrafiche e delle geometrie del foro nel tratto di prova.

Dall'analisi della stratigrafia dei sondaggi, in base al posizionamento dei filtri e alla particolare granulometria dell'acquifero, si è optato per un coefficiente di forma pari a:

$$F = \frac{2 \Pi L}{\mathrm{Log}_e \left[\frac{L}{R} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{R} \right)^2} \right]}$$

Prova a carico variabile: prevede la misura degli abbassamenti piezometrici nel tempo necessari per riequilibrare la falda dopo l'immissione di acqua nel foro.
Il coefficiente di permeabilità viene determinato mediante la seguente espressione:

$$\mathbf{K=A*(FT)^{-1}\ (m*s^{-1})}$$

dove:

- A = Area della sezione trasversale del rivestimento in cui avvengono le misure del livello dell'acqua nel foro o piezometro espressi in metri.
- F = Coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sondaggio e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto espresso in metri
- T = Tempo di equilibrio

3.3.1 Esiti delle prove di permeabilità sui sedimenti sciolti quaternari

I risultati delle prove di permeabilità sono i seguenti:

SONDAGGIO S2 – prove di permeabilità in foro				
Profondità	**Carico variabile K ($m*s^{-1}$)**	**Carico costante K ($m*s^{-1}$)**	**Valore medio K ($m*s^{-1}$)**	**Tipo di terreno**
4.4 m	$2.83*10^{-5}$	$1.11*10^{-3}$	$5.69*10^{-4}$	Ghiaia con limo sabbioso
6.6 m	$1.03*10^{-4}$	$9.51*10^{-4}$	$5.37*10^{-4}$	Ghiaia con limo sabbioso
9.0 m	$2.29*10^{-6}$	$4.32*10^{-6}$	$3.3*10^{-6}$	Sabbia limosa ghiaiosa

Prima di un'analisi dei risultati, si segnala che le prove di permeabilità in foro di sondaggio restituiscono dei valori puntuali sul singolo orizzonte in corrispondenza del quale la prova viene eseguita e, secondo esperienza, determinano valori sottostimati (per effetto del disturbo prodotto dall'operazione di sondaggio) rispetto a quelli reali; le prove di laboratorio, invece, conducono a risultati sovrastimati se i depositi sono molto addensati in sito (per effetto del rimaneggiamento del campione) o sottostimati se i depositi sono poco addensati (per effetto dell'addensamento artificiale che viene eseguito in laboratorio prima della prova).
Le prove di permeabilità condotte sui campioni rimaneggiati (e ricostituiti artificialmente) in laboratorio (*Allegato 11*) hanno determinato i seguenti valori (sensibilmente più bassi di quelli ottenuti da prove in foro).

SONDAGGIO S2 - Prove di permeabilità in laboratorio			
Profondità	**K ($cm*s^{-1}$)**	**K ($m*s^{-1}$)**	**Tipo di terreno**
3.5-4.0 m	$2.0*10^{-3}$	$2*10^{-5}$	Ghiaia sabbiosa limosa
4.5-5.0 m	$2.1*10^{-3}$	$2.1*10^{-5}$	Ghiaia sabbiosa
6.0-7.0 m	$1.3*10^{-3}$	$1.3*10^{-5}$	Ghiaia sabbiosa limosa
8.30-9.0 m	$8.4*10^{-4}$	$8.4*10^{-6}$	Ghiaia sabbiosa limosa

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

Nel dettaglio dei risultati delle prove in foro, si evince come la permeabilità si attesti intorno a valori medi di 10^{-4} $m*s^{-1}$ che, secondo letteratura, sono caratteristici di depositi sabbiosi grossolani o di miscele di sabbie e ghiaie (figura seguente).

k (cm/s)	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}
k (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB / Impermeabile						
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie	Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte						

Classi di permeabilità (tratta da: Casadio & Elmi, 1995).

Per stimare meglio un valore medio di permeabilità, all'interno del piezometro fenestrato nei depositi quaternari allestito nel foro di sondaggio S2 è stata eseguita una prova di permeabilità a carico costante che ha dato il seguente risultato.

SONDAGGIO S2 – piezometro	
Profondità tratto filtrante	**Carico costante K ($m*s^{-1}$)**
3-10 m	$1.68*10^{-3}$

Le prove in piezometro, secondo letteratura, meglio approssimano il valor medio della permeabilità e risentono meno del disturbo locale rispetto alle prove in foro di sondaggio; tuttavia, il valore così stimato non si discosta eccessivamente dai valori medi di permeabilità degli orizzonti ghiaiosi ricavati direttamente in foro e conferma un range di variabilità caratteristico per depositi ghiaioso-sabbiosi.

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in arrivo

3.3.2 Esiti delle prove di permeabilità sui terreni rocciosi pre-quaternari

Per definire la permeabilità anche dell'ammasso roccioso alterato è stata eseguita una prova di permeabilità in piezometro allestito nel foro di sondaggio S1bis che ha fornito il seguente risultato.

SONDAGGIO S1bis – piezometro	
Profondità tratto filtrante	**Carico variabile K ($m*s^{-1}$)**
3-10 m	$1.16*10^{-7}$

Si tratta di un valore molto basso, caratteristico soprattutto della permeabilità secondaria (fratturazione, stratificazione ecc.) dell'ammasso roccioso alterato.

3.4 Suggerimenti e considerazioni conclusive

Attraverso le indagini dirette, indirette e di laboratorio è stato definito il modello geologico e geotecnico sito-specifico, caratterizzato dalla presenza di materiale di riporto superficiale e poi da depositi quaternari sciolti di spessore variabile (generalmente limitato alla prima decina di metri), a copertura di un substrato roccioso pre-quaternario (argilliti e marne o marne/calcaree) dapprima alterate e fratturate e più compatte in profondità. I rapporti geometrici/stratigrafici appaiono complessi, ben evidenziati sia dal profilo stratigrafico in onde P realizzato lungo la spiaggia di intervento, sia dall'osservazione diretta lungo il litorale immediatamente a S dell'area d'intervento: il substrato roccioso, che segue geometrie e linee proprie dell'assetto stratigrafico e giaciturale nonché dei fenomeni di alterazione millenaria, è in alcuni casi coperto da sedimenti quaternari e in altri affiorante direttamente a piano campagna.

Nel suo complesso, il substrato roccioso presenta buone caratteristiche geotecniche anche laddove appare fratturato e/o alterato, analogamente ai depositi quaternari più superficiali, sebbene quest'ultimi abbiano moduli di deformazioni e caratteristiche geotecniche più modesti rispetto al loro substrato.

Sulla scorta di dette considerazioni, è evidente come la disomogenea distribuzione spaziale e verticale dei terreni possa essere responsabile di comportamenti differenziali anche a parità di azioni strutturali e di geometria di fondazione, da valutare debitamente in fase di progettazione strutturale. Una buona soluzione per limitare il rischio di comportamenti differenziali potrebbe essere la ripartizione dei carichi strutturali su ampie superfici (platee di fondazione) che, soprattutto nel caso di volumi interrati, ben si concilia con le esigenze di isolare le strutture da una falda molto superficiale, in equilibrio con il livello del mare ed esposta a oscillazioni periodiche secondo i cicli di marea.

I volumi interrati, infatti, andranno debitamente impermeabilizzati e, nel calcolo delle azioni strutturali, sarà necessario valutare anche le spinte idrostatiche derivanti dalla presenza di acqua nel sottosuolo. In relazione alle acque sotterranee, si rammenta che esse potranno interferire, sotto una certa quota (ovvero sotto il livello marino raggiunto dalla massima escursione di marea) con gli scavi, per i quali si potrebbe dover ricorrere a specifiche opere provvisionali. Se necessario operare sotto un certo battente idrico (soprattutto per il volume interrato destinato a parcheggio), considerata la permeabilità dei depositi sciolti e la loro granulometria, è sconsigliato l'impiego di impianti di dewatering (pompaggio forzato) che

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2019 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

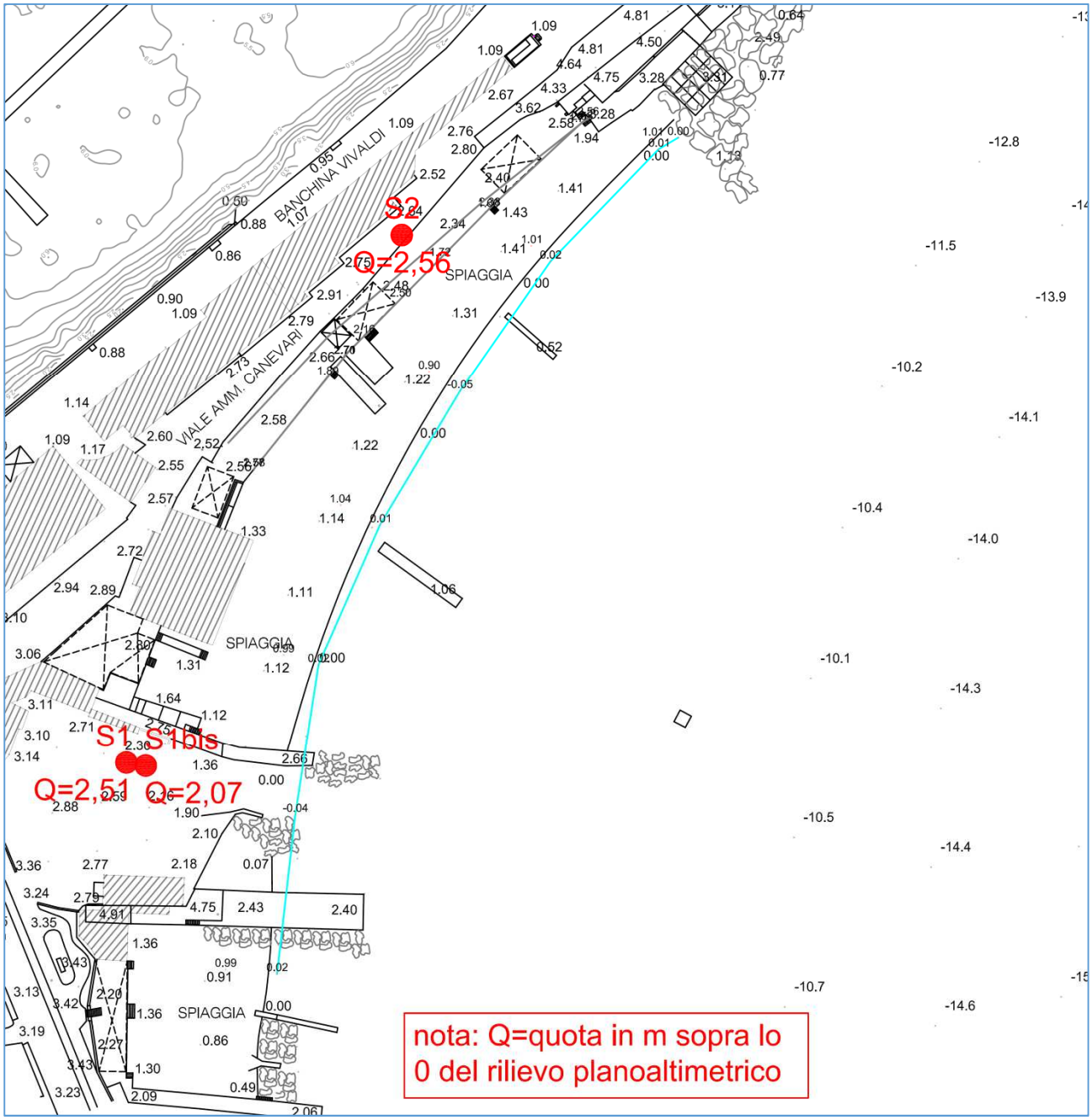
potrebbero condurre a moti di filtrazione in regime turbolento tali da asportare la frazione più fine e alterare gli equilibri tensionali delle fondazioni pre-esistenti a danno degli edifici più vicini. Una soluzione alternativa potrebbe essere quella del ricorso alla realizzazione di pareti perimetrali e di un tappo di fondo con tecnologia di jet-grouting, anch'essa da valutare debitamente in fase di progettazione strutturale.

Nella definizione della tipologia e del piano di posa delle fondazioni si dovrà tenere in debita considerazione la presenza di una spiaggia sul lato S, esposta a mareggiate e conseguenti fenomeni erosivi; dovranno pertanto essere assunte tutte le cautele affinché non si generino fenomeni di erosione che possano minare la stabilità nel tempo delle strutture di fondazione.

Codogno, 07.12.2017

GEOLAMBDA Engineering S.r.l.
dott. geol. Marco Daguati

ALLEGATO 8 – Ubicazione dei sondaggi



Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 24-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 in arrivo

ALLEGATO 9 – Sondaggi

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 15-03-2019 in arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009215 del 15-03-2019 in partenza

GEOLAMBDA Engineering S.r.l.
Via A. Diaz,22
26845 Codogno (LO)

Committente: Comune di Santa Margherita Ligure
Località: Santa Margherita Ligure (GE)

Scala: 1:100 Data: 14/11/2017 Sondaggio n. S1

Attrezzatura e metodo di perforazione:

- ☐ Campione rimaneggiato
- ☐ Campione S.P.T.
- ☐ Campione da Vane Test
- ☐ Campione a percussione
- ☐ Campione ind. a percussione
- ☐ Campione ind. rotativo
- prova di permeabilità
- ☐ LEFRANC
- ☐ LUGEON

Quota di riferimento (m)	Profondità (m)	Sezione terreno	Campione	Descrizione litologica	Piezometro	Completamento	Falda	S.P.T.	% Carotaggio 20% 40% 60% 80% 100%	Pocket Test	Max	Vane test	Residuo
	0.30			soletta in calcestruzzo									
	0.70			argilla con limo e ghiaia									
				ghiaia (ciottoli da centimetrici a decimetrici) di colore grigio			1.39						
	3.00			argillite molto fratturata di colore grigio scuro									
	6.00												

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 15-03-2018 in arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 15-03-2018 in partenza

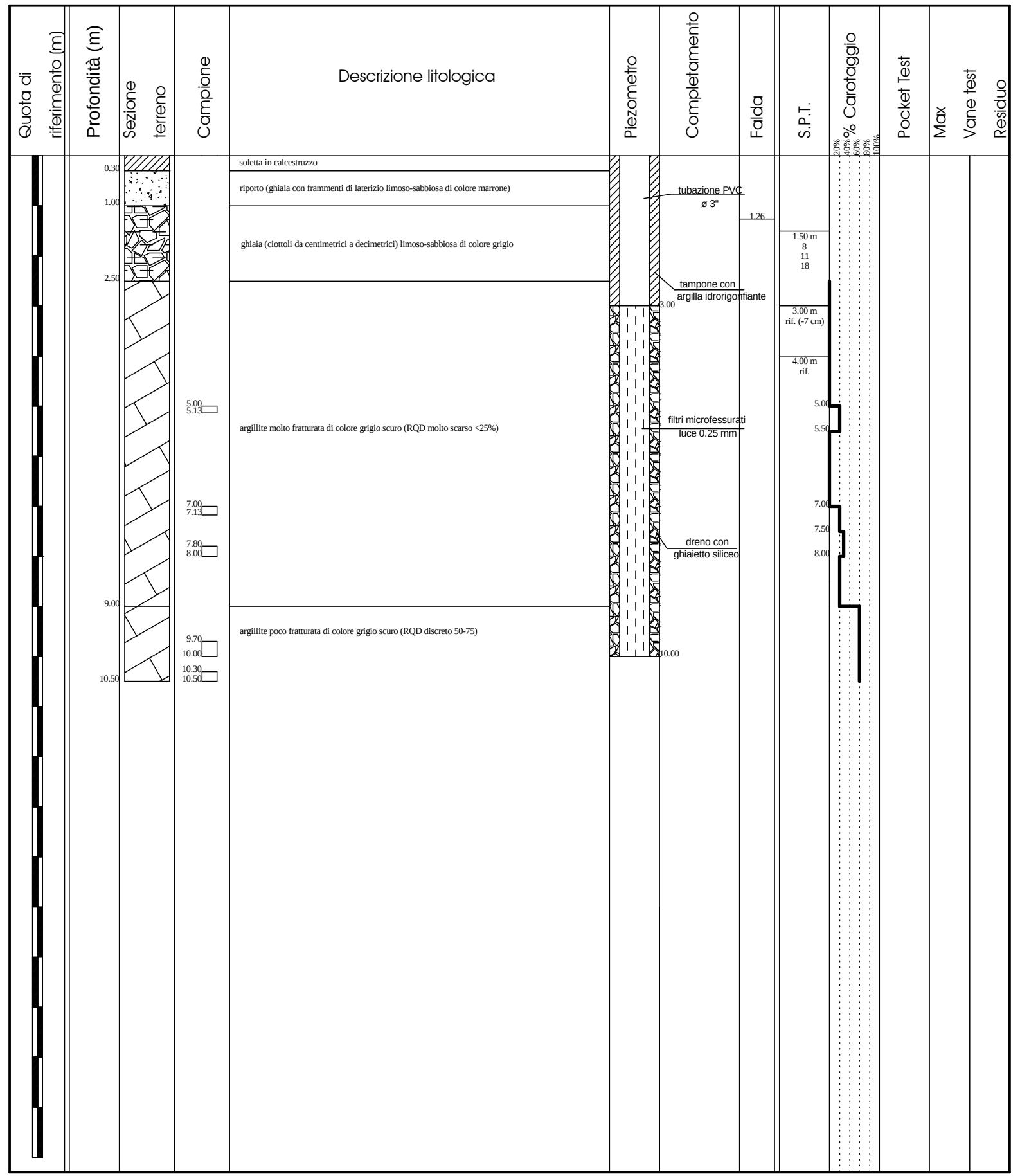
GEOLAMBDA Engineering S.r.l.
Via A. Diaz,22
26845 Codogno (LO)

Committente: Condominio Pergolese & Sopridge
Località: Santa Margherita Ligure (GE)

Scala: 1:100 Data: 14/11/2017 Sondaggio n. S1 Bis

Attrezzatura e metodo di perforazione:

- ☒ Campione rimaneggiato
- ☐ Campione S.P.T.
- ☐ Campione da Vane Test
- ☐ Campione a percussione
- ☐ Campione ind. a percussione
- ☐ Campione ind. rotativo
- prova di permeabilità
- ☒ LEFRANC
- ☐ LUGEON



Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 15-03-2019 in arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 15-03-2019 in partenza

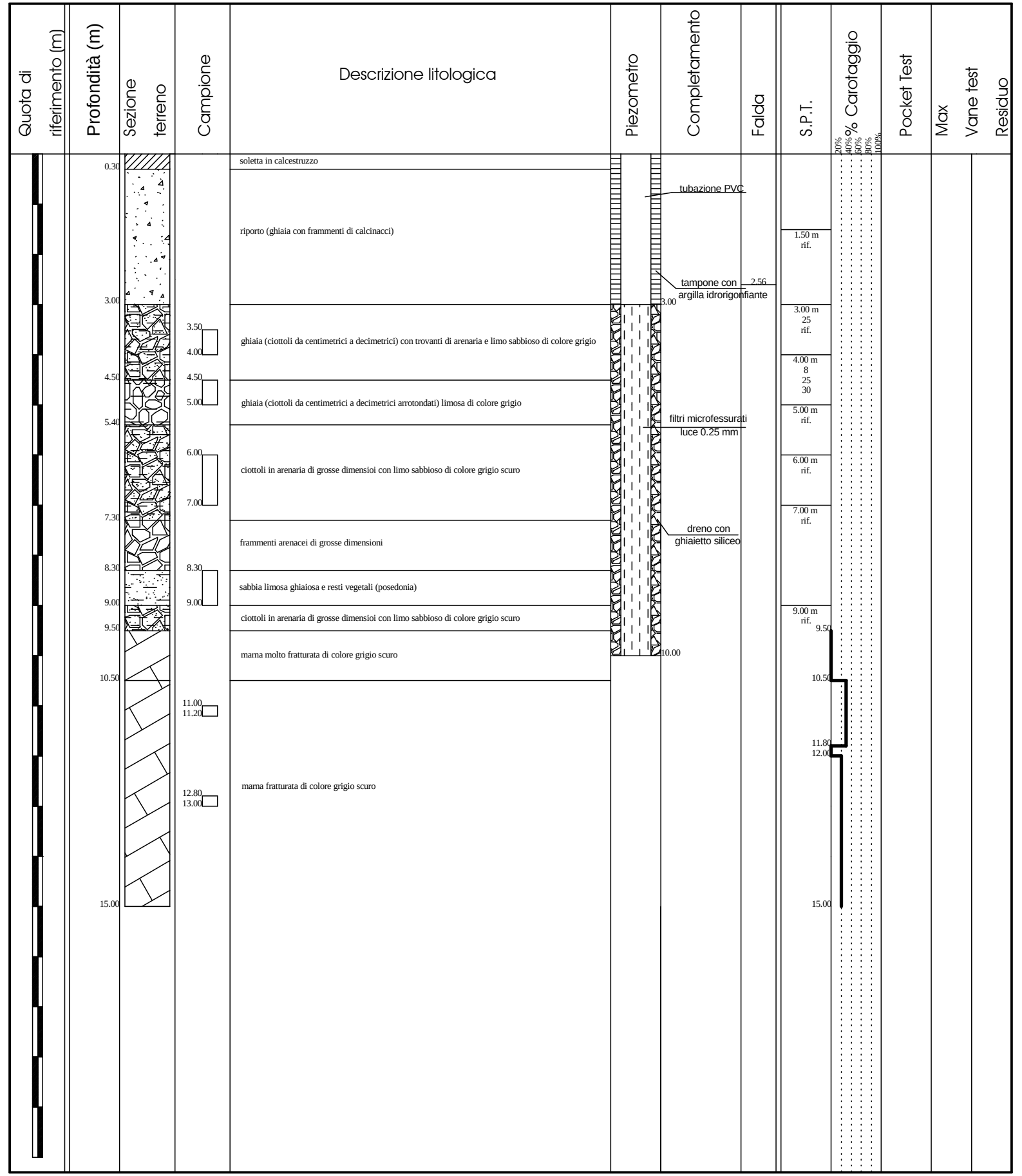
GEOLAMBDA
Engineering S.r.l.
Via A. Diaz,22
26845 Codogno (LO)

Committente:
Località: Santa Margherita Ligure (GE)

Scala: 1:100 Data: 15/11/2017 Sondaggio n. S2

Attrezzatura e metodo di perforazione:

- ☒ Campione rimaneggiato
- ☐ Campione S.P.T.
- ☐ Campione da Vane Test
- ☐ Campione a percussione
- ☐ Campione ind. a percussione
- ☐ Campione ind. rotativo
- prova di permeabilità
- ☒ LEFRANC
- ☐ LUGEON



ALLEGATO 10 – Documentazione fotografica



Foto 1: ubicazione sondaggio S1



Foto 2: sondaggio S1 da 0 a 5 m

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2021 in arrivo



Foto 3: sondaggio S1 da 5 a 6 m

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2021 in arrivo

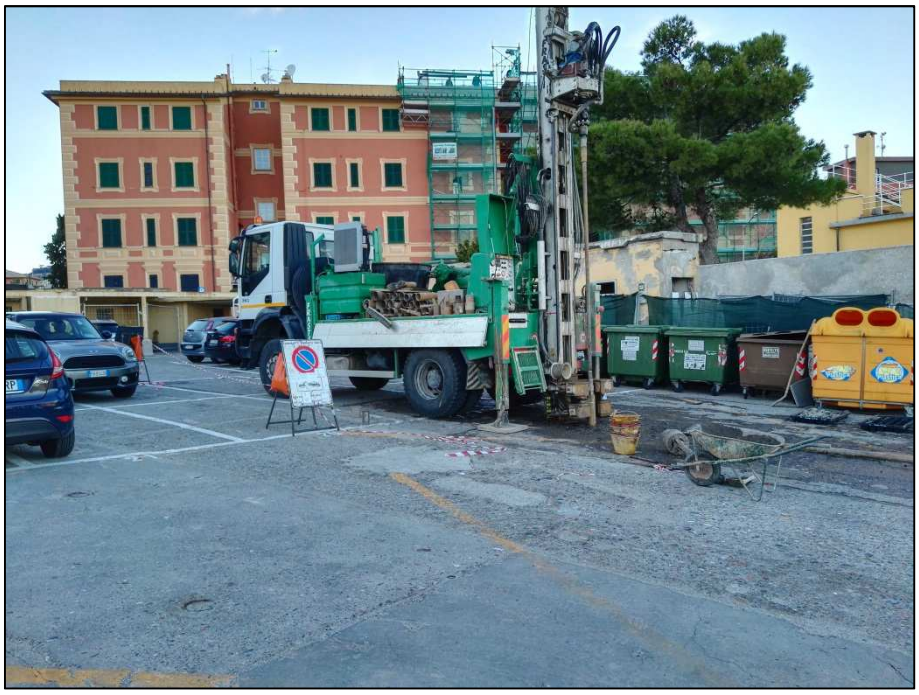


Foto 4: ubicazione sondaggio S1 bis



Foto 5: sondaggio S1 bis da 0 a 5 m



Foto 6 sondaggio S1 bis da 5 a 10 m



Foto 7: sondaggio S1 bis da 10 a 10.50 m



Foto 8: ubicazione sondaggio S2



Foto 9: sondaggio S2 da 0 a 5 m

Comune di Santa Margherita Ligure - Prot. N. 0009210 del 13-02-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009210 del 13-02-2021 in arrivo



Foto 10: sondaggio S2 da 5 a 10 m



Foto 11 sondaggio S2 da 10 a 15 m

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

ALLEGATO 11 – Certificati di laboratorio geotecnico: granulometrie e risultati delle prove di permeabilità

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173790 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C1, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 3,50 e m 4,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini

E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173790 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI

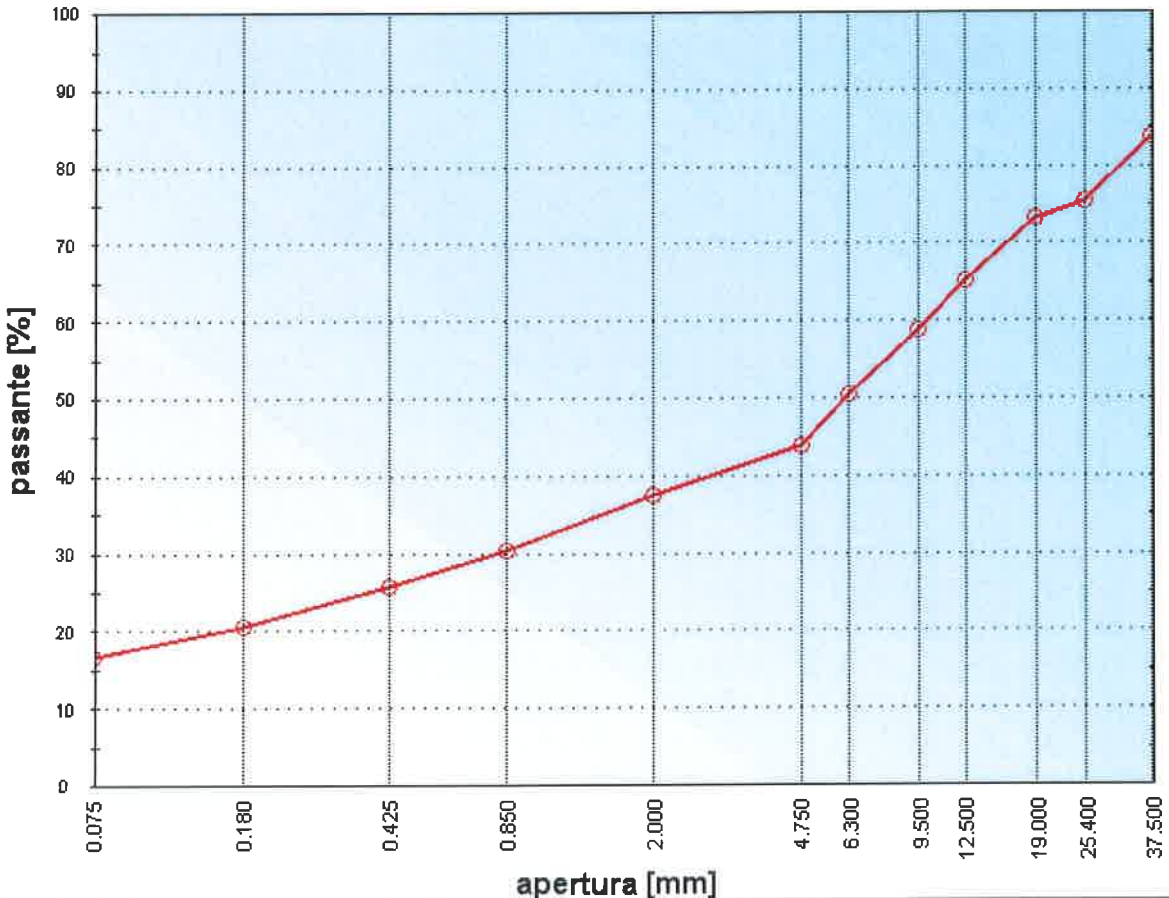
CNR BU n.23/1971

Per via umida

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

passante al setaccio	ASTM 1 1/2"	(37.500 mm)	**84%**
passante al setaccio	ASTM 1"	(25.400 mm)	**75%**
passante al setaccio	ASTM 3/4"	(19.000 mm)	**73%**
passante al setaccio	ASTM 1/2"	(12.500 mm)	**65%**
passante al setaccio	ASTM 3/8"	(9.500 mm)	**59%**
passante al setaccio	ASTM 1/4"	(6.300 mm)	**50%**
passante al setaccio	ASTM 4	(4.750 mm)	**44%**
passante al setaccio	ASTM 10	(2.000 mm)	**38%**
passante al setaccio	ASTM 20	(0.850 mm)	**30%**
passante al setaccio	ASTM 40	(0.425 mm)	**26%**
passante al setaccio	ASTM 80	(0.180 mm)	**20%**
passante al setaccio	ASTM 200	(0.075 mm)	**16,5%**

osservazioni: passante al setaccio # 45 mm = 100%



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173790 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C1, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 3,50 e m 4,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173790 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

umidità	3,8	%

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173790 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C1, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 3,50 e m 4,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173790 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO

CNR BU n.63/1978

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

massa volumica apparente dei granuli	2,69	g/cm³

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173790 / 4

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C1, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 3,50 e m 4,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)

ASTM D 2434/1994

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 28/11/2017

descrizione del materiale	Ghiaia sabbiosa limosa	
massa volumica apparente secca iniziale	2,23	g/cm³
massa volumica apparente secca a saturazione	2,23	g/cm³
indice dei vuoti	0,20	
gradiente idraulico	13,30	
permeabilità verticale media K [cm/sec]	2,0 E-03	

osservazioni : Determinazione effettuata su provino addensato in laboratorio con modalità AASHTO standard e in condizioni di umidità naturale.

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173791 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C2, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 4,50 e 5,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173791 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI

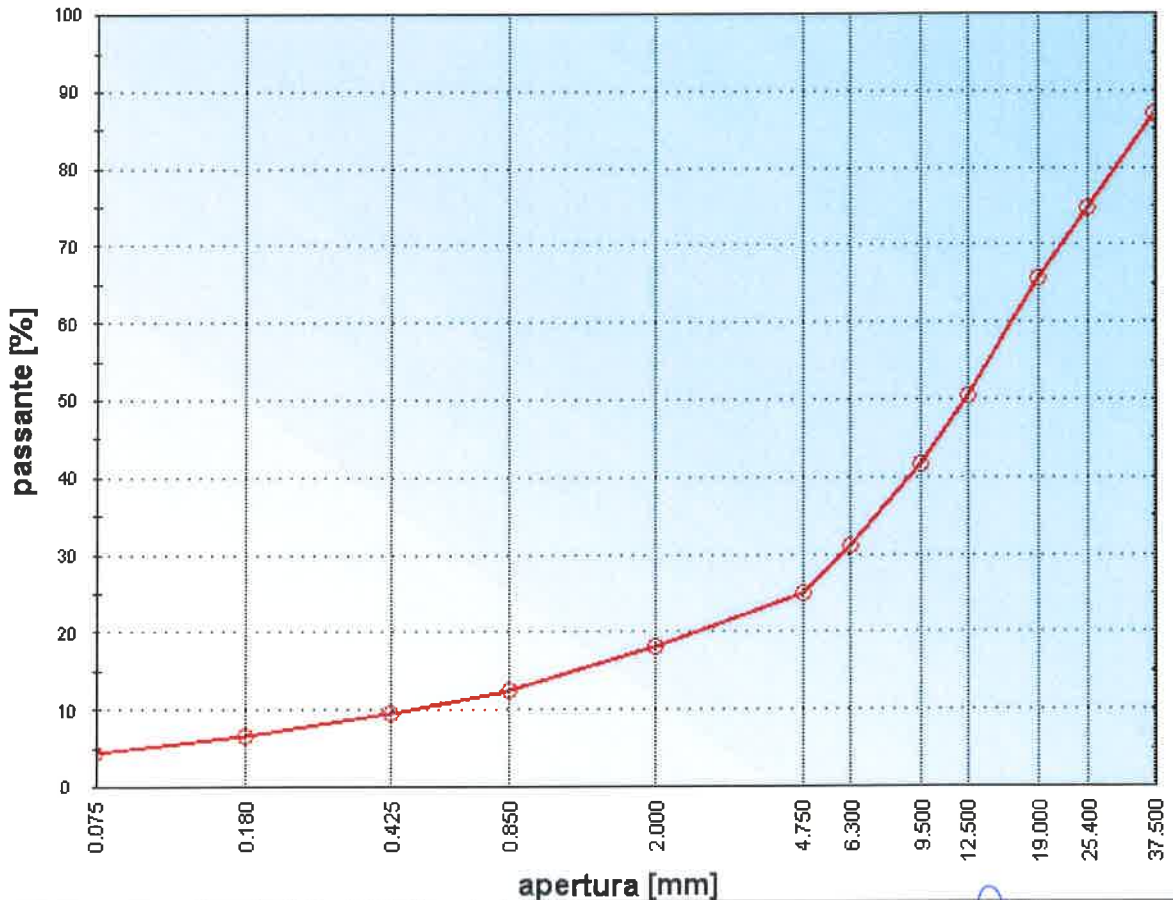
CNR BU n.23/1971

Per via umida

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

passante al setaccio	ASTM 1 1/2"	(37.500 mm)	**87%**
passante al setaccio	ASTM 1"	(25.400 mm)	**75%**
passante al setaccio	ASTM 3/4"	(19.000 mm)	**66%**
passante al setaccio	ASTM 1/2"	(12.500 mm)	**50%**
passante al setaccio	ASTM 3/8"	(9.500 mm)	**42%**
passante al setaccio	ASTM 1/4"	(6.300 mm)	**31%**
passante al setaccio	ASTM 4	(4.750 mm)	**25%**
passante al setaccio	ASTM 10	(2.000 mm)	**18%**
passante al setaccio	ASTM 20	(0.850 mm)	**12%**
passante al setaccio	ASTM 40	(0.425 mm)	**10%**
passante al setaccio	ASTM 80	(0.180 mm)	**6%**
passante al setaccio	ASTM 200	(0.075 mm)	**4,4%**

osservazioni: passante al setaccio # 45 mm = 100%



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173791 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C2, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 4,50 e 5,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173791 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

umidità	3,3	%

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173791 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C2, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 4,50 e 5,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO

CNR BU n.63/1978

Data inizio - termine prova : 27/11/2017 - 29/11/2017

massa volumica apparente dei granuli	2,71	g/cm³

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173791 / 4

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C2, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 4,50 e 5,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)

ASTM D 2434/1994

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

descrizione del materiale	Ghiaia sabbiosa	
massa volumica apparente secca iniziale	2,27	g/cm³
massa volumica apparente secca a saturazione	2,27	g/cm³
indice dei vuoti	0,20	
gradiente idraulico	13,30	
permeabilità verticale media K [cm/sec]	2,1 E-0,3	

osservazioni : Determinazione effettuata su provino addensato in laboratorio con modalità AASHTO standard e in condizioni di umidità naturale.

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173792 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C3, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 6,00 e m 7,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173792 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI

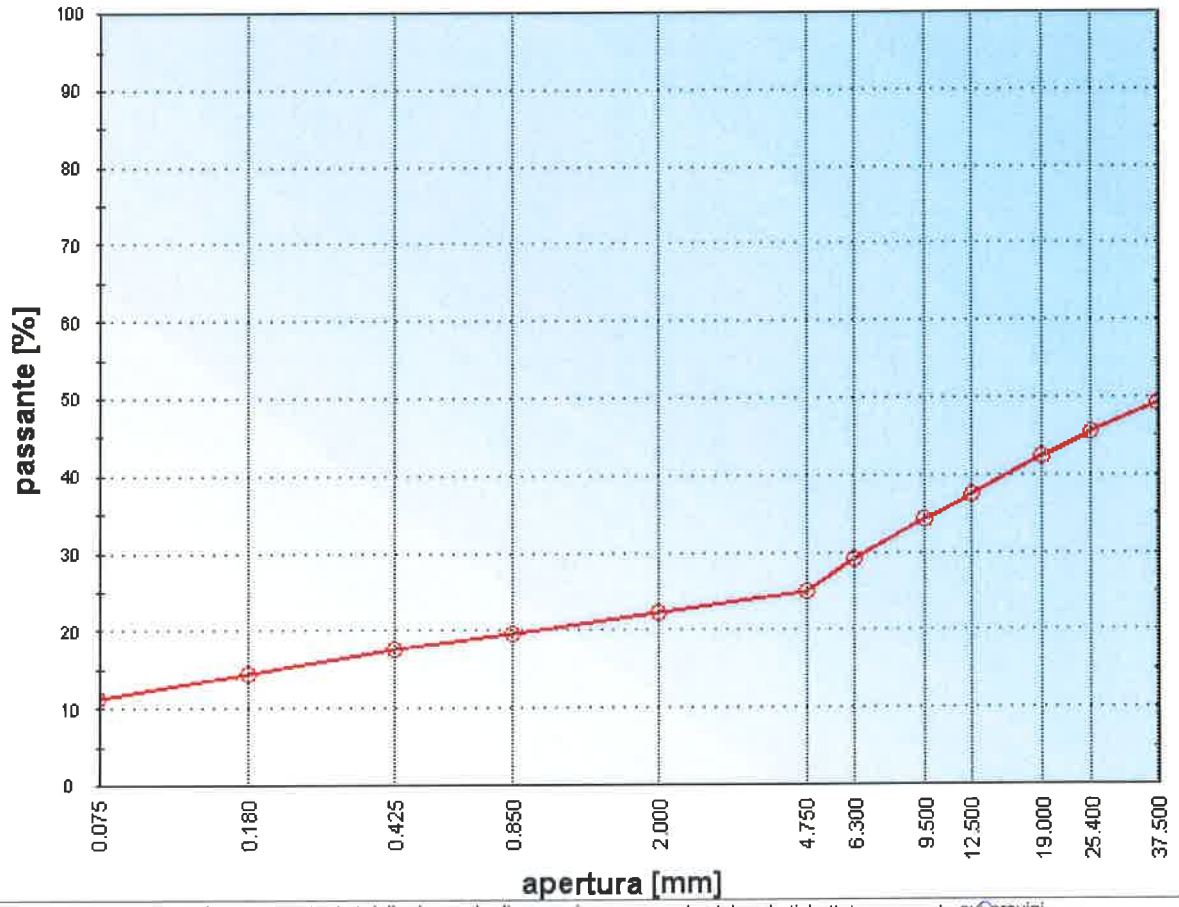
CNR BU n.23/1971

Per via umida

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

passante al setaccio	ASTM 1 1/2"	(37.500 mm)	**49%**
passante al setaccio	ASTM 1"	(25.400 mm)	**46%**
passante al setaccio	ASTM 3/4"	(19.000 mm)	**42%**
passante al setaccio	ASTM 1/2"	(12.500 mm)	**37%**
passante al setaccio	ASTM 3/8"	(9.500 mm)	**34%**
passante al setaccio	ASTM 1/4"	(6.300 mm)	**29%**
passante al setaccio	ASTM 4	(4.750 mm)	**25%**
passante al setaccio	ASTM 10	(2.000 mm)	**22%**
passante al setaccio	ASTM 20	(0.850 mm)	**19%**
passante al setaccio	ASTM 40	(0.425 mm)	**18%**
passante al setaccio	ASTM 80	(0.180 mm)	**14%**
passante al setaccio	ASTM 200	(0.075 mm)	**11,2%**

osservazioni: passante al setaccio # 45 mm = 100%



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173792 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C3, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 6,00 e m 7,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO

CNR BU n.63/1978

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

massa volumica apparente dei granuli	2,72	g/cm³

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173792 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C3, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 6,00 e m 7,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173792 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

umidità	5,7	%

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173792 / 4

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C3, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 6,00 e m 7,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173792 / 4

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)

ASTM D 2434/1994

Data inizio - termine prova : 29/11/2017 - 30/11/2017

descrizione del materiale	Ghiaia sabbiosa limosa	
massa volumica apparente secca iniziale	2,17	g/cm³
massa volumica apparente secca a saturazione	2,17	g/cm³
indice dei vuoti	0,25	
gradiente idraulico	13,30	
permeabilità verticale media K [cm/sec]	1,3 E-03	

osservazioni : Determinazione effettuata su provino addensato in laboratorio con modalità AASHTO standard e in condizioni di umidità naturale.

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173793 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C4, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 8,30 e m 9,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI

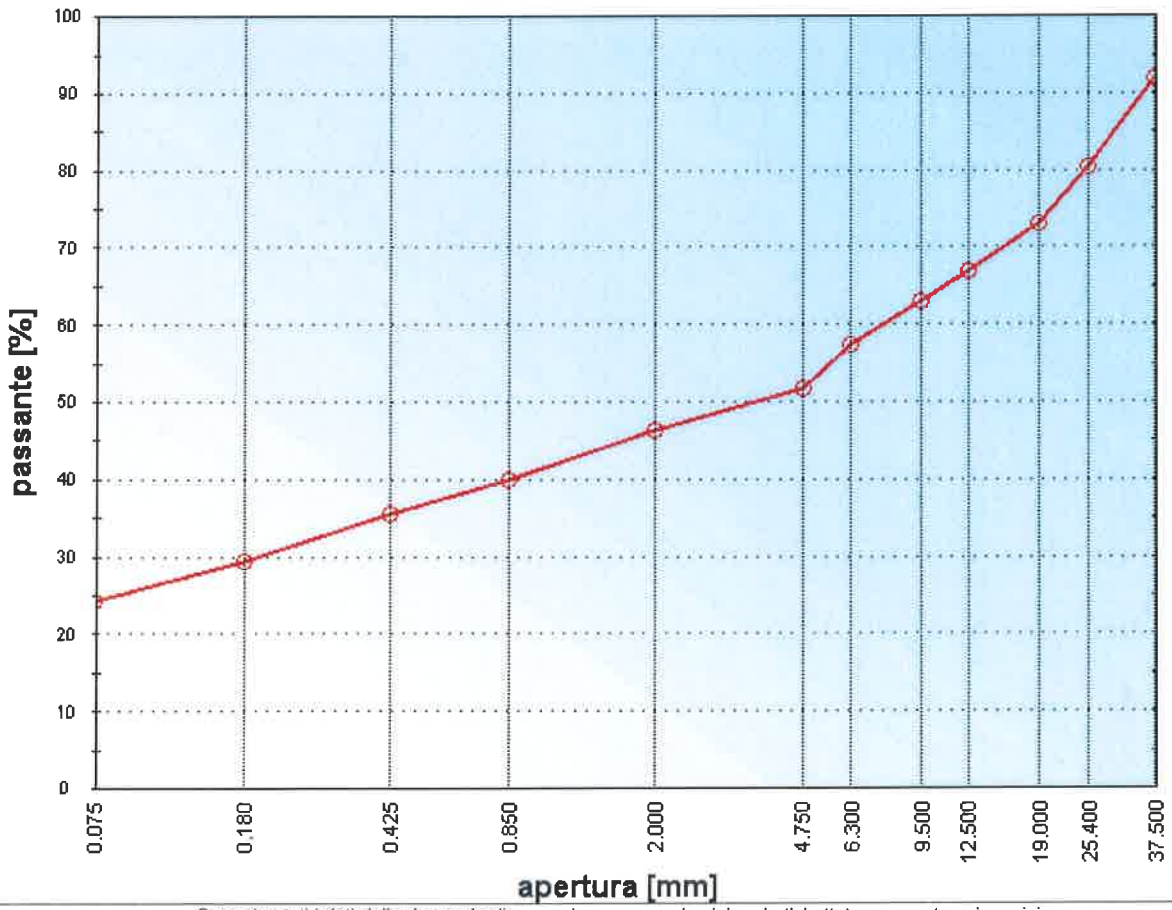
CNR BU n.23/1971

Per via umida

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

passante al setaccio	ASTM 1 1/2"	(37.500 mm)	**92%**
passante al setaccio	ASTM 1"	(25.400 mm)	**80%**
passante al setaccio	ASTM 3/4"	(19.000 mm)	**73%**
passante al setaccio	ASTM 1/2"	(12.500 mm)	**67%**
passante al setaccio	ASTM 3/8"	(9.500 mm)	**63%**
passante al setaccio	ASTM 1/4"	(6.300 mm)	**57%**
passante al setaccio	ASTM 4	(4.750 mm)	**52%**
passante al setaccio	ASTM 10	(2.000 mm)	**46%**
passante al setaccio	ASTM 20	(0.850 mm)	**40%**
passante al setaccio	ASTM 40	(0.425 mm)	**35%**
passante al setaccio	ASTM 80	(0.180 mm)	**29%**
passante al setaccio	ASTM 200	(0.075 mm)	**24,2%**

osservazioni: passante al setaccio # 45 mm=100%



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173793 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C4, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 8,30 e m 9,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173793 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA

UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

umidità	9,5	%

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173793 / 3

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C4, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 8,30 e m 9,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini

E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO

CNR BU n.63/1978

Data inizio - termine prova : 28/11/2017 - 29/11/2017

massa volumica apparente dei granuli	2,67	g/cm³

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173793 / 4

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Campione di ghiaia limosa denominato C4, prelevato dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 8,30 e m 9,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta** dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- ANALISI GRANULOMETRICA DI UNA TERRA MEDIANTE CRIVELLI E SETACCI	CNR BU n.23/1971
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA	UNI CEN ISO/TS 17892-10/2005
- DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA APPARENTE DEI GRANULI DI UN AGGREGATO	CNR BU n.63/1978
- PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)	ASTM D 2434/1994

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

PERMEABILITA' DI TERRENO GRANULARE (A CARICO COSTANTE)

ASTM D 2434/1994

Data inizio - termine prova : 30/11/2017 - 01/12/2017

descrizione del materiale	Ghiaia sabbiosa limosa	
massa volumica apparente secca iniziale	2,06	g/cm³
massa volumica apparente secca a saturazione	2,06	g/cm³
indice dei vuoti	0,30	
gradiente idraulico	13,30	
permeabilità verticale media K [cm/sec]	8,4 E-04	

osservazioni : Determinazione effettuata su provino addensato in laboratorio con modalità AASHTO standard e in condizioni di umidità naturale.

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 in partenza

ALLEGATO 12 – Certificati di laboratorio geotecnico: prove di compressione monoassiale su provini di roccia (unità C)

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173788 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C4 prelevata dal sondaggio S1bis ad una profondità compresa tra m 9,70 e m 10,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173788 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA

Data inizio - termine prova : 29/11/2017 - 04/12/2017



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173788 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C4 prelevata dal sondaggio S1bis ad una profondità compresa tra m 9,70 e m 10,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini

E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173788 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

UNI EN 1926

Data di esecuzione : 30/11/2017

nome petrografico: calcare
direzione piani anisotropia:assenti
preparazione superfici:cappatura a cera

Contrassegno	Data Prelievo	Data Prova	Dimensioni Ø (mm)	Dimensioni H (mm)	Umidità Provino	Carico (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm^2)
173788	15/11/2017	30/11/2017	77	195	asciutto	37,1	8,0

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173789 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C5 prelevata dal sondaggio S1bis ad una profondità compresa tra m 10,20 e m 10,50**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173789 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA

Data inizio - termine prova : 29/11/2017 - 04/12/2017



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173789 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C5 prelevata dal sondaggio S1bis ad una profondità compresa tra m 10,20 e m 10,50**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173789 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

UNI EN 1926

Data di esecuzione : 30/11/2017

nome petrografico: calcare
direzione piani anisotropia:assenti
preparazione superfici:cappatura a cera

Contrassegno	Data Prelievo	Data Prova	Dimensioni Ø (mm)	Dimensioni H (mm)	Umidità Provino	Carico (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm^2)
173789	15/11/2017	30/11/2017	77	227	asciutto	111,7	24,0

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173794 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C5 prelevata dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 11,00 e m 11,20**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA

Data inizio - termine prova : 29/11/2017 - 04/12/2017



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173794 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C5 prelevata dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 11,00 e m 11,20**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo in partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173794 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

UNI EN 1926

Data di esecuzione : 30/11/2017

nome petrografico: calcare
direzione piani anisotropia:assenti
preparazione superfici:cappatura a cera

Contrassegno	Data Prelievo	Data Prova	Dimensioni Ø (mm)	Dimensioni H (mm)	Umidità Provino	Carico (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm^2)
173794	15/11/2017	30/11/2017	77	235,2	asciutto	235,2	50,5

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173795 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C6 prelevata dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 12,80 e m 13,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova
n. 173795 / 1

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA

Data inizio - termine prova : 29/11/2017 - 04/12/2017



Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-04-2021 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173795 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

Campione ricevuto il 27/11/2017

Verbale di accettazione N. **2019**

Committente	**SANTA BENESSERE & SOCIAL SPA** Piazza Mazzini, 12/4 - 16043 CHIAVARI (GE)
Descrizione	**Carota di roccia denominata C6 prelevata dal sondaggio S2 ad una profondità compresa tra m 12,80 e m 13,00**
Data prelievo	**15/11/2017**
Prelievo effettuato da	**Direzione Lavori**
Dati forniti da	**Direzione Lavori**
Osservazioni	**Domanda di prova sottoscritta dal Direttore Lavori Dott. Geol. Marco Daguati**

IL PRESENTE CERTIFICATO E' COMPOSTO DAI SEGUENTI RISULTATI DI PROVA

- FOTOGRAFIA PROVINO DOPO PROVA
- DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE — UNI EN 1926/2000

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli

Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Arrivo
Comune di Santa Margherita Ligure, Prot. N. 0009218 del 13-02-2019 - Partenza

GEOLAB s.r.l.
Via Cernaia, 24 - 25124 Brescia (BS)
Telefono 030/3543925 Fax 030/3532405
www.geolab.bs.it - geolab@geolab.bs.it
Partita i.v.a. 01985350170

Certificato di prova n. 173795 / 2

Laboratorio autorizzato all'esecuzione di prove ai sensi dell'art. n.8, comma 6, del DPR n.246 del 21/04/1993 per le prove di laboratorio su terreni e rocce

Brescia li 04/12/2017

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

UNI EN 1926

Data di esecuzione : 30/11/2017

nome petrografico: calcare
direzione piani anisotropia:assenti
preparazione superfici:cappatura a cera

Contrassegno	Data Prelievo	Data Prova	Dimensioni Ø (mm)	Dimensioni H (mm)	Umidità Provino	Carico (kN)	Resistenza alla compressione (N/mm^2)
173795	15/11/2017	30/11/2017	77	477,8	asciutto	477,8	102,6

Sono riportati i dati della domanda di esecuzione prove e le sigle ed etichettature apposte sui provini
E'vietata la riproduzione parziale del presente documento senza autorizzazione scritta di GEOLAB srl

TIMBRO A SECCO SULL'ORIGINALE

Lo Sperimentatore
P.i. Marco Ducoli

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Silvia Ragnoli