



COMUNE DI GENOVA

**DIRIGENTE RESPONSABILE:**

arch. Luca Patrone

**RESPONSABILE UNICO DEL  
PROCEDIMENTO:**

arch. Mirco Grassi

**PROGETTAZIONE  
ARCHITETTONICA:**

**Capogruppo**

Migliore+Servetto Architects

arch. Ico Migliore

arch. Mara Servetto

arch. Paolo Andrea Raffetto

arch. Nicola Valentino Canessa

arch. Maddalena Piccini

**PROGETTAZIONE  
STRUTTURALE:**

Studio P.R.D

ing. Giovanni Damonte

ing. Alessandro Romelli

**PROGETTAZIONE  
IMPIANTISTICA:**

ing. Luca Pizzorni

**DIAGNOSI ENERGETICA:**

ing. Alberto Messico

**PROGETTAZIONE  
MULTIMEDIALE:**

Inglobe Thecnologyes s.r.l.

**COMUNE DI GENOVA**

AREA DELLE RISORSE TECNICO OPERATIVE

DIREZIONE PROGETTAZIONE

AREA DEI SERVIZI ALLA COMUNITÀ - DIREZIONE BENI E  
ATTIVITÀ CULTURALI

**INTERVENTO OPERA:**

MUSEO DELLA CITTÀ DI GENOVA - GENOA CITY MUSEUM

Municipio I-centro EST

Quartiere Centro Storico

CUP (B39G19000220002)

MOGE (20335)

**LIVELLO DI PROGETTAZIONE:**

DEFINITIVO

**CONTENUTO DEGLI ELABORATI:**

RELAZIONE GEOLOGICA

**DATA:**

06 OTTOBRE 2020

**TAVOLA N°:**

002

**SCALA:**

-

**CODICE ELABORATO:**

LGB D ST RE 002  
REV01

REDATTO:

CONTROLLATO:

VERIFICATO:

APPROVATO:

filename: 2020.10.06\_Loggia Banchi\_geologica.indd

I disegni e le informazioni in essi contenute sono proprietà esclusiva del comune di Genova e non possono essere modificati, riprodotti, resi pubblici o utilizzati per usi differenti da quelli per cui sono stati redatti, salvo autorizzazione scritta.

**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO**  
GEOLOGO CONSULENTE AMBIENTALE  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE  
VIA LUIGI CIBRARIO 31/6 – 16154 GENOVA  
CELL 335 6450816 TEL/FAX 010/6049472  
PEC EBARBORO@EPAP.SICUREZZAPOSTALE.IT

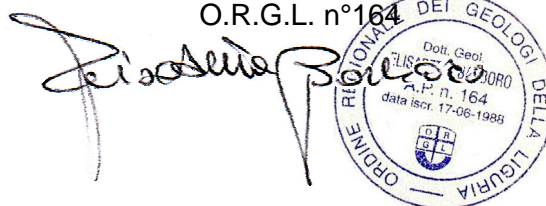
**CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA**  
**COMUNE DI GENOVA**

MUSEO DELLA CITTA' DI GENOVA  
CITY MUSEUM IN PIAZZA BANCHI



**RELAZIONE GEOLOGICA**

Dott.ssa Elisabetta Barboro  
O.R.G.L. n°164



rif. 28/2020

Genova, MARZO 2020

PIVA 03035720105 C.F BRB LBT 63R45 H5810

# RELAZIONE GEOLOGICA INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DI UNA STRUTTURA MUSEALE IN PIAZZA BANCHI IN GENOVA

## PREMESSA

La scrivente ha ricevuto l'incarico di redigere una relazione geologica inerente l'intervento di cui all'oggetto in Piazza Banchi in Genova.

Presa visione degli elaborati progettuali, la sottoscritta si è recata nei luoghi in oggetto allo scopo di rilevare l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei terreni.

Il progetto prevede la realizzazione di una struttura museale nell'attuale struttura pubblica situata in Piazza Banchi.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della normativa vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico, il quale è propedeutico per la redazione del modello geotecnico, facente parte integrante della relazione d'opera geotecnica; si intende inoltre che i contenuti della presente relazione risultano a livello di progettazione preliminare e quindi i argomenti trattati raggiungono l'obiettivo dell'accertamento della fattibilità dell'opera così come definito dai dettami delle NTC 2018.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati sono state ottenute, in via preliminare, da dati bibliografici, e successivamente da rilevamenti ed informazioni desunte in situ.

In base agli elementi emersi dall'indagine di dettaglio si espongono di seguito le considerazioni e conclusioni scaturite.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

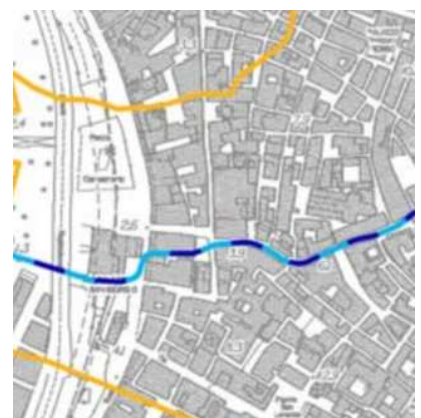
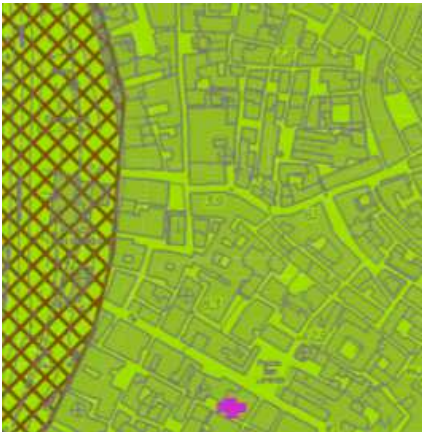
- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1988)
- Eurocodice 7.1 (1997) -Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) –Progettazione geotecnica- Parte II : Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI
- D.G.R. n°216 del 17/03/2017
- Regolamento Regionale N.1/2016
- Piano di Bacino stralcio “Ambito 14”
- L.R. n.4/99 ed annesse circolari regionali emanate a riguardo
- PUC di Genova “Norme Geologiche di Attuazione”.

## VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

L'area in esame è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del P.U.C. del Comune di Genova in massima parte come “Zona C urbanizzata - Aree suscettività d'uso limitata-”  
Il progetto non prevede nuove impermeabilizzazioni del terreno.



Per quanto riguarda il Piano di Bacino stralcio “Ambito 14”, sulla “Carta della suscettività al dissesto”, l'area ricade all'interno di una zona classificata Pg1 “Suscettività bassa”; il lotto di terreno in esame non è interessato da corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico. Sulla base della “Carta delle Fasce Fluviali” l'area rientra in Fascia B\* ; inoltre rientra nella fascia di rispetto di un rivo significativo



L'area non è sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi della L.R.4/1999

### MODELLO GEOLOGICO LOCALE

#### CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'assetto idrografico-geomorfologico di questa parte di Genova rappresenta la risultante di un complesso di componenti che operano incessantemente su mezzi anisotropi, quali possono essere considerate le formazioni rocciose. Nel caso di una sola formazione rocciosa le linee tettoniche rappresentano le vie di un primo e più facile attacco da parte degli agenti del modellamento, divenendo quindi vie preferenziali di incanalamento delle acque meteoriche. Inoltre considerando ancora una sola formazione litologica, le forme risultano grossomodo regolari e simmetriche per la mancanza di soluzioni di continuità.

Nel caso di più formazioni rocciose al contatto tra di loro il modellamento inizia dapprima dal tipo litologico meno tenace, nel nostro caso dalle marne, determinando in tal modo una già ben marcata differenziazione complessiva delle forme.

I valloni dell'anfiteatro di Genova sono profondamente incassati nella formazione rocciosa che li ospita. I loro profili longitudinali hanno notevole inclinazione, presentando un forte dislivello tra l'origine ed il livello di base. Ne consegue una morfologia prettamente giovanile, con forme molto aspre e versanti inclinati. Considerando poi la direzione dei loro assi emerge che per grande parte dell'anfiteatro di Genova ciascun fossato mostra la sponda orografica destra con stratificazione a franapoggio e quella sinistra a reggipoggio. Lo stadio giovanile implica l'esistenza di versanti assai acclivi.

La morfologia dei fondali nella zona centrale del Golfo di Genova presenta particolari caratteristiche a causa dei due profondi ed estesi canyon sottomarini la cui testate si aprono al limite della piattaforma continentale in corrispondenza delle foci dei torrenti Bisagno e Polcevera; i canyon interessano tutta la scarpata e parte dell'ampio precontinente sino a 1200 mt di profondità.

La piattaforma continentale presenta una morfologia piuttosto regolare originata da successivi episodi di sedimentazione dal Pliocene fino ai gironi nostri ed ha il proprio ciglio in corrispondenza delle isobate 100-1200 mt.

Sulla base di dati geologici si può affermare che la piattaforma litorale antistante l'area urbana genovese risulta prevalentemente costituita da sedimenti accumulatisi nel corso del Plio-Quaternario ed ah subito successivamente, durante il Pleistocene, alterne vicende di sommersione ed emersione correlabili alle oscillazioni glaciali.

Nell'ambito della piattaforma si notano differenziazioni morfologiche nette tra la zona ad est e la zona ad ovest dell'area portuale genovese.

Nella zona orientale il substrato roccioso, costituito da flysch ad helmintoidi, affiora al di sopra della isobata 80 mt circa, ricoperto da sedimenti di esigui spessore. Il sedimento Pilo-Quaternario è presente solo al di sotto di tale batimetria.

Nella zona occidentale non si notano affioramenti del substrato e al sedimentazione olocenica è notevole soprattutto sotto costa.

Per quanto riguarda le testate dei canyon, l'accumulo sedimentario Plio-Quaternario giunge fino al ciglio con potenze notevoli, mentre non si nota una struttura di accumulo frontale.

La zona interposta tra i due canyon antistante la zona portuale genovese presenta caratteristiche intermedie tra quelle descritte.

In generale i sedimenti quaternari si concentrano nella parte occidentale dell'area in esame, da Voltri a Genova, assumendo le massime potenze sottocosta nella parte più interna del Golfo di Genova.

Nella parte est dell'area in esame, invece la copertura sedimentaria è assai modesta con la sola eccezione del tratto prospiciente la Foce del T. Bisagno dove si raggiungono potenze considerevoli.

La distribuzione dei sedimenti mostra inoltre come ad occidente vi sia una concentrazione di lutiti argillose nella zona di maggiore sedimentazione, questo sta ad indicare la presenza di una prevalente trasporto in sospensione delle lutiti da est verso ovest, in accordo con la circolazione generale delle correnti del Mar Ligure.

In tardo Pliocene e Quaternario la variazione del livello del mare ha prodotto piattaforme sottomarine, le quali si mostrano come superfici spianate ed allineate a varie quote a seconda dei diversi periodi di sommersione e, quindi, di elaborazione, tra cui quello su cui è individuata l'area di progetto.

L'area in oggetto è situata in un ampio anfiteatro naturale delimitato da un crinale spartiacque di separazione dalle contigue valli Polcevera e Bisagno attraversate dagli omonimi torrenti.

Il colle è ben strutturato nella formazione rocciosa di base, la quale costituisce il contrafforte più elevato tra la valle Bisagno e quella del Polcevera.

In tardo Pliocene e Quaternario la variazione del livello del mare ha prodotto piattaforme sottomarine, le quali si mostrano come superfici spianate ed allineate a varie quote a seconda dei diversi periodi di sommersione e, quindi, di elaborazione, tra cui quello su cui è individuata l'area di progetto.

Quindi l'intera area, anche se intensamente urbanizzata e modificata da frequenti riempimenti per colmare i dislivelli, fa intravedere ancora una sua morfologia originaria di terrazzo marino con pareti strutturate nella formazione rocciosa di base, con pendenze elevate, soprattutto in corrispondenza della linea di costa.

Non sono stati evidenziati nell'area di interesse particolari elementi geomorfologici, inoltre non si



sono rilevati evidenti fenomeni di dissesto attivi o quiescenti.

L'area in oggetto risulta quindi, da un punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, idonea all'intervento previsto.

### CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Nell'ambito dell'area portuale genovese si riconoscono due formazioni geologiche ben differenziate per età, genesi e caratteristiche litologiche: i Calcari del Monte Antola e la formazione delle Argille di Ortovero. Sovrastanti le due formazioni si rinvencono talvolta depositi fluvio-marini costituiti da materiale a granulometria eterogenea e/o riempimenti antropici.

In sintesi risulta che:

- i rapporti geometrici tra i Calcari del Monte Antola e la Formazione di Ortovero sono controllati da un sistema di faglie orientate E-W nell'area urbana genovese, mentre nella parte centrale del porto vecchio sembrano governati da faglie con andamento quasi N-S

- la deposizione argillosa pliocenica si è verificata all'interno di un affossamento tettonico che in precedenza aveva interessato i calcari marnosi

- i calcari molto fratturati adiacenti alle faglie costituiscono una via di circolazione preferenziale per le acque sotterranee data l'elevata permeabilità.

L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

Per la locuzione dei litotipi incontrati nel corso del rilevamento geologico, si è fatto riferimento alla nuova cartografia geologica del progetto CARG Foglio 213-230 "Genova" - Sezione 213/2 "Genova".

L'ossatura geologica del versante in oggetto è rappresentata dalla Formazione delle Argille di Ortovero, espressione sedimentaria degli eventi deposizionali verificatisi durante il Pliocene, deposito post-Messiniano.

Il Messiniano rappresenta una cesura di primaria importanza dal punto di vista dell'evoluzione fisiografica del territorio, poiché l'abbassamento drastico del livello base dell'erosione in un certo senso ha "congelato", con il repentino approfondimento, il reticolato idrografico esistente. Le principali strutture vallive e le dorsali montuose si delineano quindi in modo già simile all'attuale. Nel contesto delle unità recenti questo dato è significativo poiché tutti i depositi posteriori suturano una paleogeografia continentale complessa e morfologicamente matura, in cui gli assi vallivi corrispondono generalmente a quelli attuali e su cui la sedimentazione è funzione del tasso di sollevamento della catena e delle variazioni eustatiche del livello del mare. Si assiste quindi a eventi polifasici di erosione e deposizione all'interno delle valli.

Nell'area rilevata la linea di costa si presentava frastagliata, con valli in cui sfociavano i corsi d'acqua. L'ambiente prossimale ad una costa ripida sviluppata ai margini di una catena in sollevamento è quindi caratterizzato da depositi fini schiettamente marini e da depositi grossolani derivati sia dagli apparati deltizi che dal detrito di versante della costa alta.

La Formazione delle Argille di Ortovero è l'espressione sedimentaria degli eventi deposizionali verificatisi durante il Pliocene.

Si tratta di argille marnose, limi e sabbie fini, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro, oppure giallastro; disposte in strati da centimetrici a decimetrici. Al contatto con il substrato lapideo è sempre presente un orizzonte basale di 2-5 m di spessore contenente ciottoli e blocchi, talora spigolosi, derivati dai versanti soprastanti; in corrispondenza degli sbocchi vallivi questi depositi basali grossolani aumentano significativamente di spessore, costituendo veri e propri coni di deiezione interni al bacino.

La geometria dei depositi segue l'andamento del substrato, colmando depressioni strutturali sub-parallele alla linea di costa e guidate da lineamenti diretti ENE-WSW.

Le Argille di Ortovero affiorano in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben); si ritrovano in buona parte della Riviera di Ponente e nel centro di Genova, che attraversano per diversi chilometri in direzione est-ovest.

La formazione affiora in lembi isolati nei pressi della linea di costa ligure, spesso come riempimento di fosse tettoniche plioceniche (graben); si ritrova in buona parte della Riviera di Ponente e nel centro di Genova, che attraversa per diversi chilometri in direzione Est-Ovest.

Nel territorio del Comune di Genova è presente con due corpi principali, il primo a Nord dell'abitato di Sestri Ponente e il secondo (a cui appartiene l'area in esame) esteso dal porto antico fino al quartiere di Sturla.

In ragione della loro posizione stratigrafica, hanno spessori estremamente variabili e comunque di difficile valutazione: dai pochi metri dei lembi esterni alle fosse, agli oltre 200 metri ritrovati in sondaggi del capoluogo ligure. In prossimità della zona in esame lo spessore della formazione è dell'ordine di 30-50 mt.

Le Argille di Ortovero si presentano come argille marnose, di colore da grigio cinereo a grigio-azzurro oppure giallastro, disposte in strati. Sono presenti sottili intercalazioni di limi e sabbie fini. Sono generalmente da consistenti a molto consistenti e sovraconsolidate. Al contatto con il substrato lapideo e sempre presente un orizzonte basale di 2-5 mt di spessore contenente ciottoli e blocchi, talora spigolosi, derivati dai versanti soprastanti.

In corrispondenza del sito in esame il substrato pliocenico è costituito da argille e marne argillose consistenti, con rare intercalazioni di livelli maggiormente sabbiosi.

Considerate anche le caratteristiche morfologiche, le condizioni di stabilità appaiono buone poiché dagli studi effettuati non si sono rilevate particolari strutture geomorfologiche attive, né fenomeni di dissesto in atto e/o quiescenti.

L'area in oggetto risulta quindi, da un punto di vista geomorfologico ed idrogeologico, idonea all'intervento previsto.

#### MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE DEFINITO MEDIANTE INDAGINI GEOGNOSTICHE EFFETTUATE NELLE VICINANZE DEL COMPARTO IN ESAME



Da un'attenta ricerca bibliografica, fatta presso la Banca dati Ambiente Liguria, sono emerse le seguenti informazioni di carattere geologico nelle porzioni limitrofe al comparto in esame. Nello specifico è stato individuato un sondaggio a carotaggio continuo, la cui stratigrafia ha riportato la seguente stratigrafia:

- 0-1,5 m: riporti antropici eterogenei ed eterometrici
- 1,5-6,2 m: terreno rimaneggiato composto da elementi lapidei calcarei in matrice sabbiosa e ciottoli debolmente cementati
- 6,2-15 mt: argille limose molto consistenti di color grigio cenere

Viene inoltre marcata la presenza di una piezometrica impostata sui -2,9 dal p.c.

#### LINEAMENTI TETTONICI

Le geometrie dei sistemi rocciosi possono essere meglio interpretate se inserite in una trattazione più specifica riguardante soprattutto gli aspetti salienti della tettonica ivi determinata.

Lo stretto rapporto tra fenomeni morfogenetici e fenomeni neotettonici sarebbe inoltre testimoniato dall'asimmetria degli affluenti dei corsi d'acqua principali, da fenomeni di confluenza con-

trocorrente nonché da una generale subsidenza attualmente in atto della fascia costiera ligure.

L'area esaminata fa parte dell'Appennino Settentrionale e si trova compresa tra il vasto affioramento di rocce calcaree ad ovest ed a sud, che caratterizzano l'intero litorale tra Genova e Chiavari, ed i ricoprimenti ofiolitici della zona del Bracco ad est.

Come noto l'assetto strutturale della Liguria Orientale è sinteticamente definibile come un sistema a falde a direzione NW-SE impostasi durante l'orogenesi Appenninica.

In realtà sono stati riconosciuti fenomeni tettonici recenti realizzatisi nel Quaternario, che hanno condizionato l'evoluzione morfologica dell'Appennino ligure dando origine a sistemi di lineazione:

- a direzione appenninica;
- a direzione anti-appenninica;
- a direzione N-S ed intersecanti i due precedenti sistemi.

Lo stretto rapporto tra fenomeni morfogenetici e fenomeni neotettonici sarebbe inoltre testimoniato dall'asimmetria degli affluenti dei corsi principali, da fenomeni di confluenza controcorrente nonché da una generale subsidenza attualmente in atto della fascia costiera ligure.

Tuttavia l'andamento della morfologia e della rete idrografica non sempre appare legato alla tettonica, poiché fortemente condizionato dal reticolo di faglie presenti nell'areale, le quali hanno dislocato e rimodellato l'originale morfologia dei versanti, distribuendo lungo particolari direzioni e lineazioni gli affioramenti di rocce diversamente resistenti all'erosione ed alla denudazione.

La tettonica dell'anfiteatro urbano di Genova, nella sua schematica semplicità, è del tipo prevalentemente plastico, considerata la stessa natura del litotipo affiorante con maggior frequenza: i calcari marnosi. Essa presenta aspetti assai interessanti soprattutto perché dalla sua impostazione "antiappenninica" sono derivati sia l'assetto morfologico ed idrologico del territorio urbano, che l'equilibrio di pendii collinari.

Per la trattazione di questo specifico argomento l'aerea presa in considerazione è compresa tra il colle di Carignano e quello di Albaro.

La formazione calcarea è costituita da strati regolari non molto potenti, prevalentemente marnosi e marnoscistosi, sempre gradati e con intercalazioni assai frequenti di argilliti siltose nerastre.

L'assetto tettonico è dato da un blando ripiegamento, con pieghe anticlinali e sinclinali più o meno asimmetriche giustapposte. La direzione degli assi delle pieghe è sempre N-S o NNE-SSW, con orientamento decisamente "antiappenninico".

Nella collina di Albaro il ripiegamento è ancora evidente per il succedersi da ovest ad est di numerose strutture sinclinali ed anticlinali, in gran parte composite e ricche di palesi culminazioni assiali.

Dalla struttura sinclinale più ad ovest, incisa nella valle del Bisagno, si può osservare la gamba orientale da S.Pietro della Foce fino a Punta Vagno, ove un piccolo motivo anticlinale si inserisce fra essa ed una seconda importante struttura sinclinale. Quest'ultima, partendo dalla depressione di Via Piave, attraversa da SSW e NNE tutta la collina giungendo forse fino all'altezza di via Corridoni.

Il blando ripiegamento, costituito da ondulazioni, non porta mai a ribassamenti. Nei punti di maggiore flessione degli strati, le inclinazioni non superano di solito il valore massimo di 20°. Ciò fa assimilare la zona in oggetto ad una grande placca in cui, conservando gli assi di ripiegamento un andamento sub-orizzontale o lievemente scendente a mare, l'assetto generale è riconducibile all'orizzontalità.

Tale considerazione, del resto, trova conferma nel fatto che la collina di Albaro e l'attigua collina di Carignano si trovano ribassate tettonicamente sia rispetto all'anfiteatro dei Genova che ai colli a nord i S.Martino, a causa di una importante dislocazione ad orientamento appenninico nettamente localizzata lungo il canale pliocenico di Terralba-via XX Settembre. L'evento tettonico, che ha contribuito ad evidenziare ancor più la diversità di assetto esistente tra le varie zone.



Il territorio indagato, fatte salve le complicazioni già riferite, non ha tuttavia evidenziato alcuna situazione riferibile a tangibili aspetti neotettonici attivi.

## CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Il comparto in esame fa carte della parte terminale del bacino ideografico del rio Sant'Anna il quale scorre per il suo sviluppo tombinato

L'accumulo e le defluenze superficiali vengono essenzialmente regolate dalla complessa rete di smaltimento urbana, attraverso tombinature e canalizzazioni, più che dalle caratteristiche granulometriche dei depositi superficiali e dal grado di permeabilità dei terreni costituenti il sottosuolo, nella quasi totalità ricoperti da un'urbanizzazione compatta sostanzialmente impermeabile.

Dal punto di vista idrogeologico l'aspetto fondamentale è rappresentato ovviamente dalla permeabilità delle formazioni considerate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sotterraneo.

In questo studio non sono state fatte indagini idrogeologiche specifiche, ma è stato possibile individuare le caratteristiche ed il comportamento dei vari tipi di terreno, sul piano idrogeologico, in base dello stato di fratturazione e/o alterazione degli ammassi rocciosi ed alla presenza ed alle caratteristiche granulometriche degli accumuli detritici.

I materiali sciolti, comunque essi siano disposti, sono permeabili per porosità; la permeabilità per porosità è infatti dovuta alla presenza nella formazione di pori, spazi di dimensioni idonee, che formano una rete continua per cui l'acqua può passare filtrando da un poro all'altro. Pertanto, sui versanti, le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale, penetrando più o meno agevolmente nelle coltri, possono raggiungere il substrato roccioso, in corrispondenza del quale trovano una superficie che determina meccanismi di deflusso per gravità verso gli impluvi e, comunque, verso il fondovalle.

Il sottile strato di riporti grossolani presenta una permeabilità primaria per porosità medio-alta, mentre la coltre detritica rimaneggiata è caratterizzata da permeabilità primaria bassa, in funzione della granulometria argillosa, che limita la circolazione idrica alle fasce con maggiore frazione lapidea.

Il substrato pliocenico, costituito da argille e marne argillose, con rare intercalazioni di livelli maggiormente sabbiosi, è caratterizzato da una permeabilità molto bassa.

Si tratta presumibilmente di una permeabilità secondaria derivante dalla presenza di livelletti più sabbiosi delle argille sovraconsolidate, che può comunque dare origine ad una debole circolazione di acqua all'interno della Formazione.

A seguito di esperienze maturate in terreni simili e situazioni geologiche identiche, si rileva infatti che all'interno della Formazione delle Argille di Ortovero sono presenti livelli idrici concertati e confinati negli strati più sabbiosi e la loro alimentazione non è direttamente collegata ad eventi meteorici ma da apporti provenienti da monte e dai lati impostati sui Calcari dell'Antola, i quali, essendo molto più permeabili delle argille, saturano la formazione di Ortovero proprio in corrispondenza dei livelli più permeabili della stessa formazione.

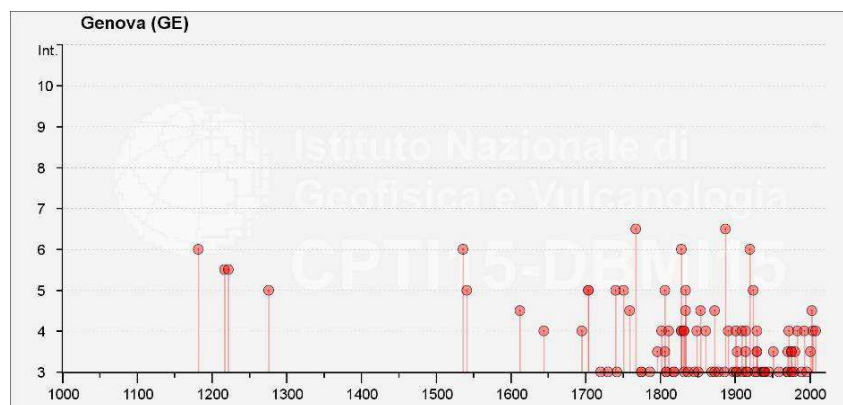
Quindi non si è in presenza di una vera e propria falda, ma di livelli più sabbiosi intrisi di acqua, molto frequentemente non collegati tra di loro, e debolmente risalenti.

## ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO NEL TERRITORIO DI GENOVA SISMICITÀ STORICA ED EFFETTI MACROSISMICI DOCUMENTATI NEL COMUNE DI GENOVA (DAL 1000 AL 2008)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato vengono esaminati i dati riportati nel D.M.I. 2011 che contiene 86.071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1.684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno dell'area CPT111; i dati sono riferiti a 15.416 località di cui

14.150 in territorio italiano; in particolare sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Genova.

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno), l'area epicentrale (località, intensità epicentrale e magnitudo momento) e una descrizione degli effetti risentiti a Genova (dati estratti da Guidoboni et al. 2007 e da Camassi et al. 2011).



*Intensità macrosismiche dal 1000 al 2008 nel Comune di Genova*

Dalla consultazione del catalogo emerge che le intensità sismiche massime osservate sono pari a  $IS = 6$  per gli eventi del 1182, 1536, 1828 e 1920 ed  $IS=6-7$  per gli eventi del 1767 e 1887.

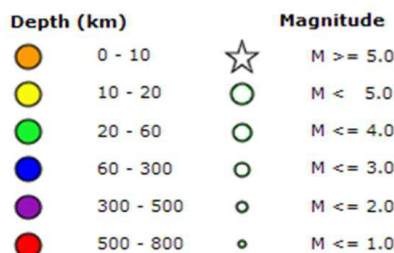
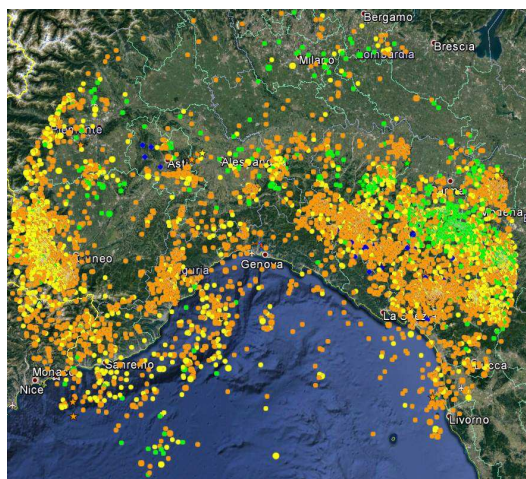
Gli eventi per i quali sono noti danni al tessuto urbano nel capoluogo ligure e nelle località limitrofe sono i seguenti:

- 9 ottobre 1828 con epicentro in Valle Staffora (Io 8; M 5,72; IGE 6,5);
- 23 febbraio 1887 con epicentro nel Mar Ligure al largo della costa imperiese (Io 9; M 6,27; IGE 6,5);
- 7 settembre 1920 con epicentro nella Garfagnana (Io 10; M 6,53; IGE 6).
- Danni sono stati segnalati, sia pure dubitativamente, anche per l'evento del 12 maggio 1802 con epicentro nella Valle dell'Oglio (Io 8; M 5,60; IGE 4).

Il terremoto avvenuto il 23 febbraio 1887 risulta associato ad onde di tsunami.

#### SISMICITÀ RECENTE (DAL 1985 AL 2017)

Per quanto concerne i sismi che hanno interessato l'area di Genova dal 05 gennaio 1985 al 31 dicembre 2017, i dati sono stati recuperati dal database ISIDE dell'INGV considerando un'area di raggio 150 km dal Comune di Genova che include le aree epicentrali dei terremoti più intensi di cui al paragrafo precedente



Database ISIDE: distribuzione terremoti periodo 1985-2017.

Dalla planimetria si possono distinguere le seguenti aree sorgenti:

- lungo l'arco appenninico da Alessandria alla Toscana (in quest'area avvengono i terremoti con maggior profondità e magnitudo);
- un'area interessa la Liguria sud-occidentale e l'arco alpino
- si nota la presenza di alcuni epicentri in mare soprattutto nell'area di ponente, ubicati per lo più in corrispondenza della prosecuzione in mare dei canyon.

In generale le profondità sono per la maggior parte entro i 20 km (60 km per l'area appenninica) e le magnitudini più rappresentate variano tra 1 e 2.

#### FAGLIE CAPACI

Il termine “faglie capaci” è utilizzato per descrivere le faglie “sismiche” con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni potenzialmente “capaci” di produrre deformazioni in superficie.

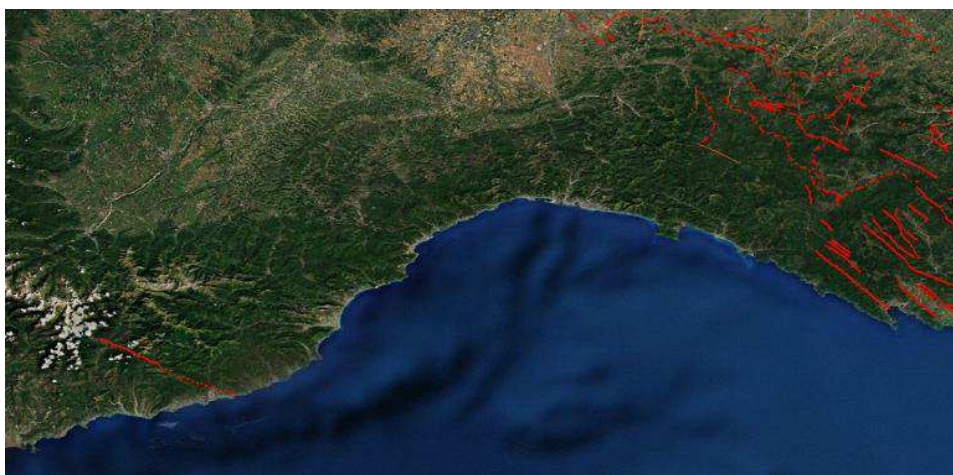
La riattivazione di faglie capaci è in grado di produrre fenomeni di neoformazione (ecosismi) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere  $\geq$  VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio oggetto di studio è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA “ITaly HAZard from Capable faults”, disponibile online all'indirizzo [http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA\\_-\\_Catalogo\\_delle\\_faglie\\_capaci](http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Progetti/ITHACA_-_Catalogo_delle_faglie_capaci).

Il data base del Progetto ITHACA, raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.

Dall'analisi della cartografia, viene confermato quanto già evidenziato per i sismi storici e recenti; nell'area di studio non sono presenti faglie sensibili, che interessano invece la zona tra Alessandria, la Lunigiana e la Garfagnana (Sistema Torino-Cremona, Sistema Appenninico, Sistema Val di Vara e di Aulla) e la Liguria occidentale (linea Saorge-Taggia)

Nella seguente figura si riporta uno stralcio planimetrico della distribuzione delle faglie capaci del Progetto ITHACA relativamente ad un ampio areale contenente la tratta in oggetto.



*Distribuzione faglie capaci "Progetto ITHACA"*

#### STRUTTURE SISMOGENETICHE

Benché le moderne investigazioni della sismotettonica regionale siano iniziate più di 30 anni fa, la conoscenza delle sorgenti sismogenetiche è ancora incerta. Questo dipende soprattutto dal fatto che l'attività tettonica è collegata ai movimenti di sistemi di faglie cieche, le cui caratteristiche (es. lunghezza del singolo segmento, entità del scivolamento ecc.) non può essere definita solamente attraverso la classica analisi geomorfologica ma derivano dall'applicazione di algoritmi che permettono di definire la geometria della sorgente dai dati puntuali di distribuzione dell'intensità dei terremoti storici. L'identificazione di tali sorgenti, concisamente definite silenti, permette di definire le aree potenzialmente affette da un alto livello di pericolosità sismica.



Con riferimento al “Database of Individual Seismogenic Sources - DISS 3”, si osserva che l'edificio in progetto si colloca in un'area a sismicità generalmente bassa, governata principalmente dalle aree sismogenetiche Imperia (ITCS022), Rivanazzano-Stradella (ITCS018), Lunigiana (ITCS026), Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga (ITCS027) e Garfagnana (ITCS083), tutte distanti più di 50 km. La figura seguente evidenzia le aree sismogenetiche prossime al tracciato di progetto (poligoni color marrone), definite quali proiezione in superficie dei sistemi di strutture sismogenetiche ritenuti attivi, caratterizzabili da un punto di vista geometrico e parametrico in maniera coerente con le sorgenti sismogenetiche incluse (poligoni arancioni); le campiture in rosso indicano i sistemi di faglia.



Mapa delle aree sismogenetiche di interesse (Fonte: Database of Individual Seismogenic Sources

- DISS 3 - <http://diss.rm.ingv.it/diss/>)

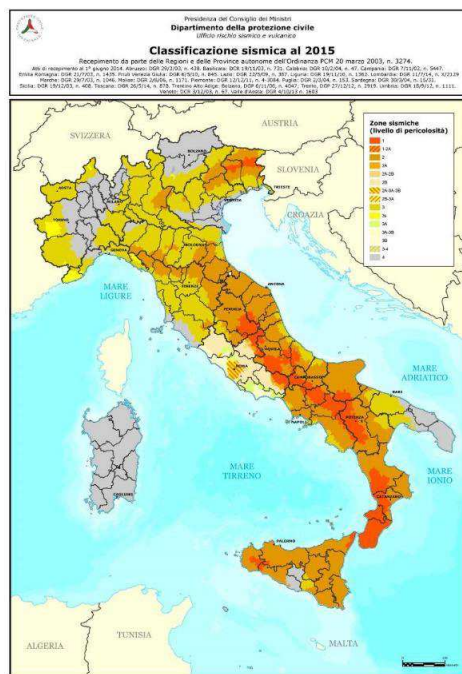
Di seguito si riporta una tabella di sintesi relativa alle strutture sismogenetiche di interesse per l'area oggetto di studio. La codifica utilizzata nel database per identificare le strutture include 4 caratteri e 3 numeri:

- i primi due caratteri si riferiscono al Paese considerato (IT per Italia):
- gli altri due caratteri identificano il tipo di dati:
- IS per Individual Seismogenic Source
- CS per Composite Seismogenic Source
- DS per Debated Seismogenic Source

Code	Name	Compiled By	Latest Update	Min Depth (km)	Max Depth (km)	Strike (deg)	Dip (deg)	Rake (deg)	Slip Rate (mm/y)	Max Magnitude (Mw)
ITCS018	Rivanazzano-Stradella	Burrato, P., and S. Mariano	07/09/2007	2	8	30 - 50	20 - 45	60 - 90	0.1 - 0.5	5.5
ITCS022	Imperia	Fracassi, U., and S. Mariano	03/08/2006	3	10	250 - 270	25 - 35	80 - 100	0.1 - 1	6.3
ITCS026	Lunigiana	Burrato, P., and G. Valensise	14/05/2010	1	10	310 - 330	30 - 45	260 - 280	0.1 - 1	6
ITCS027	Bore-Montefeltro-Fabriano-Laga	Burrato, P., and S. Mariano	24/09/2007	12	22	90 - 160	20 - 55	70 - 110	0.1 - 1	6.2
ITCS083	Garfagnana	Burrato, P., S. Mariano and G. Valensise	14/05/2010	1	10	300 - 310	30 - 45	260 - 280	0.1 - 1	6.4

## CLASSIFICAZIONE SISMICA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche". I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.



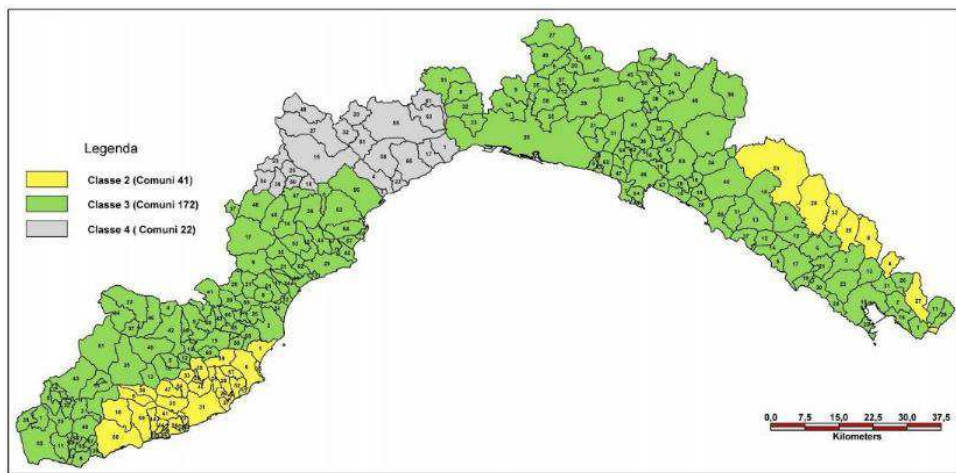
*Classificazione Sismica al 2015 (Dipartimento di Protezione Civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico)*

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

La normativa nazionale è stata recepita dalla Regione Liguria con il DGR n. 530/2003, che ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica; il più recente DGR n.1308/2008 (pubblicata sul Burl n. 47 del 19 novembre 2008) ha portato alla nuova classificazione sismica della Regione Liguria.

Nel 2017 in data 17 marzo la Giunta della Regione Liguria, con delibera n. 216, ha aggiornato la classificazione delle zone sismiche. Tra le principali novità risalta la reintroduzione della zona 2 e il reinserimento in zona 3 dei Comuni di Genova e Savona. In conformità a tale normativa l'area ricade in Zona sismica 3.





*Classificazione Sismica della Regione Liguria da DGR 216/2017*

Sulla base della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°216 del 17/03/2017, il Comune di Genova ricade in Zona 3 (bassa pericolosità).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo quanto espresso dalle NTC 2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La presenza degli strati di terreno più superficiali induce una modificazione nelle onde sismiche, tale modificazione è una delle cause più importanti degli estesi danneggiamenti prodotti da alcuni terremoti, in ragione degli effetti locali o effetti di sito.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio,  $V_s$ .

Ciò premesso si è provveduto ad una classificazione sismica dei terreni investigati in termini di "Categorie di sottosuolo" ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Da indagini effettuate dalla scrivente su terreni simili il sito di progetto ricade nella Categoria di sottosuolo B secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni":

B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti*, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 mt/sec e 800 mt/sec.

Le condizioni topografiche nel nostro caso T1

#### ELEMENTI MODELLO GEOTECNICO LOCALE CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA (VALORI MEDI) COSTITUZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Per la ricostruzione della stratigrafia geotecnica tipo dei terreni indagati sono state atinte informazioni su indagini geognostiche eseguite dalla scrivente; di seguito la successione stratigrafica può essere riassunta come di seguito:

1. Il primo orizzonte comprende coltre detritica rimaneggiata con materiali di riporto eterogeneo, il quale risulta sciolto, con percentuali di ghiaia e sabbia; tale livello ha comportamento granulare



2. Il secondo orizzonte comprende il substrato pliocenico alterato; tale livello ha un comportamento coesivo plastico



3. Il terzo orizzonte comprende il substrato pliocenico non alterato; tale livello ha un comportamento coesivo



### PARAMETRIZZAZIONE

Per la definizione del modello geotecnico locale è stato fatto riferimento al modello stratigrafico definito nella parte I.

I parametri geotecnici e geomeccanici medi, ai sensi delle NTC 2018, riportati di seguito, sono stati ricavati sulla base delle indagini geognostiche eseguite, da prove di laboratorio eseguite dalla scrivente su terreni simili, e delle conoscenze già acquisite sul territorio.

Va sottolineato che, come richiesto dalla NTC 2018, i parametri geotecnici riportati nella presente relazione, in fase progettuale, dovranno essere eventualmente corretti in ragione delle specifiche verifiche e tipologie di intervento.

#### 1. Coltre detritica rimaneggiata

$$\gamma = 1,8 \text{ t/mt}^3$$

In condizioni drenate:

$$\varphi' = 28^\circ$$

$$c' = 5 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 40 \text{ kPa}$$

#### 2. Argille plioceniche alterate

$$\gamma = 1,8 \text{ t/mt}^3$$

$$\varphi' = 29^\circ$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 80-100 \text{ kPa}$$

#### 3. Argille e marne plioceniche compatte con intercalazione di livelli maggiormente sabbiosi

$$\gamma = 1,9 \text{ t/mt}^3$$

$$\varphi' = 31^\circ$$

$$c' = 15 \text{ kPa}$$

In condizioni non drenate:

$$c_u = 160-270 \text{ kPa}$$

### VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ AL PIANO DI BACINO ED AL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Alla luce della situazione geologico-geomorfologica esistente, valutata in rapporto alle caratteristiche progettuali di irrilevante incidenza sul territorio, la scrivente ritiene che l'intervento di progetto non apporterà stravolgimenti sulla sistemazione del comparto intero sotto il profilo idrogeologico e che è conforme alle norme di carattere geologico di Piano di Bacino Ambito 14, va

verificata la conformità idraulica per la Fascia B\*.

### IDONEITA' DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO PER UN LORO RIUTILIZZO

Di seguito verranno definite le condizioni di fattibilità del riutilizzo delle terre e rocce da scavo provenienti dagli scavi del progetto in esame.

Considerato che:

- le buone caratteristiche geologiche della coltre e della roccia
- l'area di progetto non ricade in siti contaminati o siti sottoposti ad interventi di bonifica
- lo scavo non è soggetto a potenziali fonti di inquinamento e non ricade nelle Pietre Verdi
- allo stato attuale ed in tempi pregressi l'area è sempre stata utilizzata ad edifici residenziali e/o ricettivi

si ritiene fattibile che le terre e rocce provenienti dallo scavo in progetto possano essere riutilizzate in situ, previo accertamento analitico in laboratorio, al fine di definire le caratteristiche chimiche così come disposto dal DPR 210/2017; tali accertamenti dovranno essere eseguiti anche per un loro riutilizzo al di fuori del cantiere in oggetto.

### PRESCRIZIONI ESECUTIVE DI CARATTERE GEOLOGICO E CONCLUSIONI

Alla luce della situazione geomorfo-geologica esistente e delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche riscontrate, valutata in rapporto alle caratteristiche dell'intervento, la scrivente ritiene fattibile progetto di cui trattasi.

Ciò premesso di seguito verranno fornite alcune indicazioni di carattere geologico-tecnico:

- i calcoli per le opere di rifacimento e rinforzo possono fare riferimento ai dati geotecnici forniti nella presente relazione;
- dovrà essere prestata la massima attenzione alla captazione ed allo smaltimento dell'acqua eventualmente incontrata nel corso dell'attività di scavo;
- livello di appoggio delle fondazioni potrà essere valutato in base ai coefficienti geotecnici sopraesposti dei vari livelli litologici investigati

L'indagine geologica illustrata nella presente relazione ha permesso di ricostruire il quadro dei lineamenti geologici, geomorfologico ed idrogeologici del contesto in esame e di valutare le problematiche indotte dal progetto, nonché di fornire le prescrizioni geologico-tecniche di competenza per la progettazione definitiva delle opere, tenuto conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali in sottosuolo.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018 ed alle norme geologiche di attuazione del PUC di Genova

IL TECNICO INCARICATO



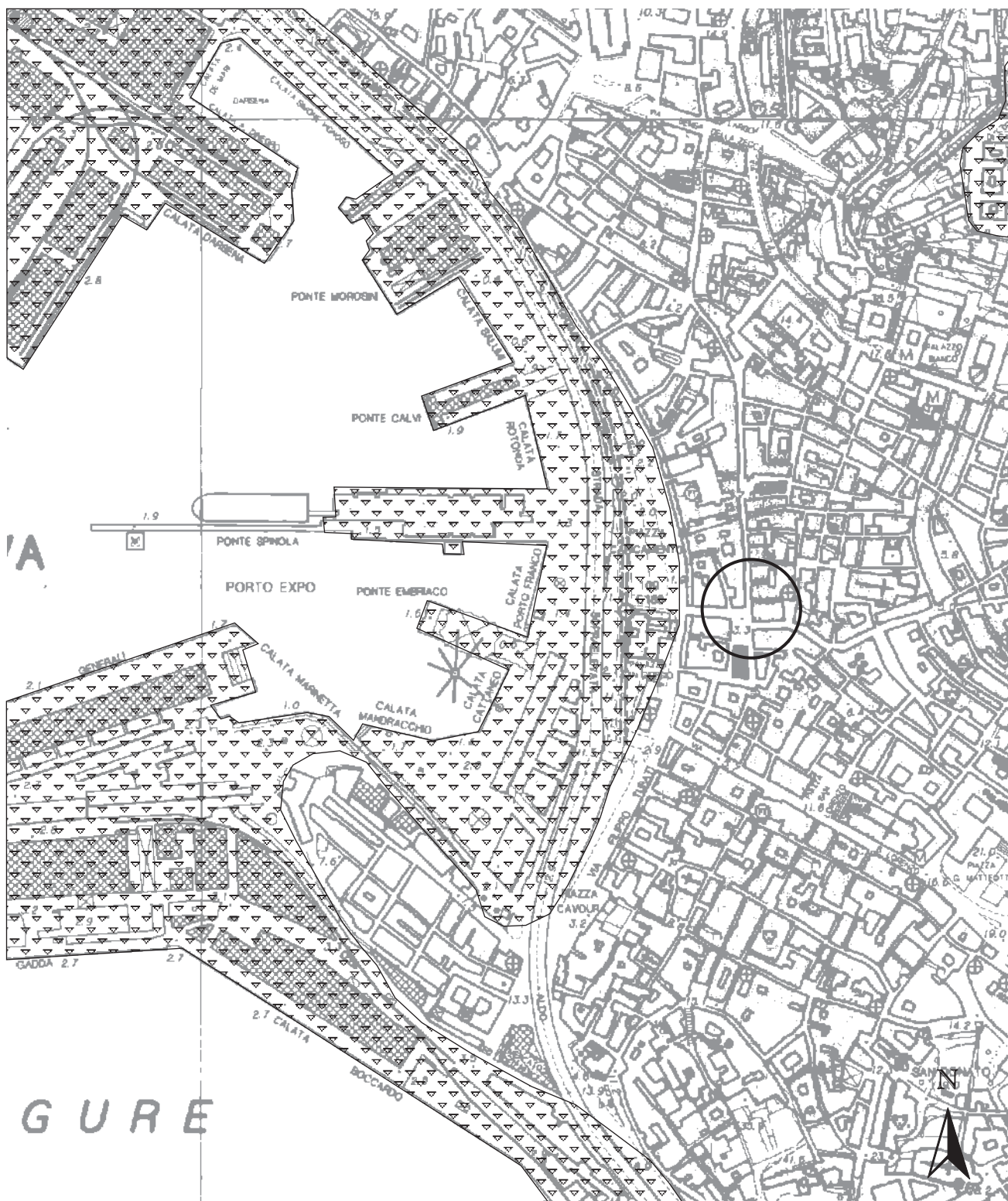
The image shows a handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Elisabetta Barbato'. To the right of the signature is a circular professional stamp. The stamp contains the text 'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA' around the perimeter. Inside the circle, it says 'Dott. Geol. ELISABETTA BARBATO', 'n. 164', and 'data iscr. 17-06-1988'. There is also a small logo of the Liguria region.

### ALLEGATI

TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:5.000

TAV. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000

## TAV. 2





# CARTA GEOLOGICA

Scala 1: 5000  
(Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)


TAV. 1

## LEGENDA


### UNITA' DEL M. ANTOLA

Cret. Paleoc.  Formazione dei "Calcari di M. Antola"


### ARGILLE DI ORTOVERO


Plioc.  Marne argillose, sabbie fini e siltiti


### QUATERNARIO

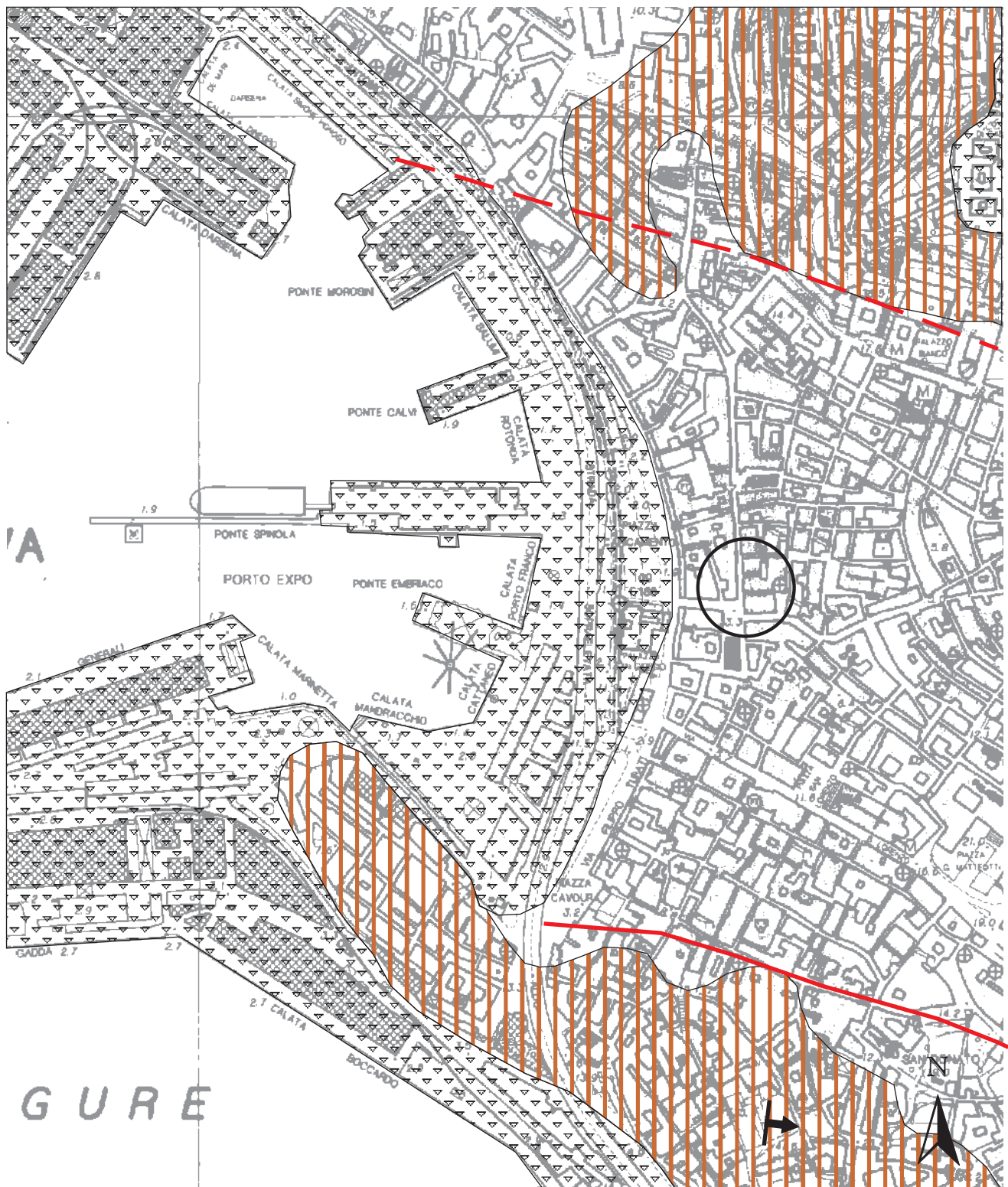
 Riporti artificiali e discariche  
Depositi vari rimaneggiati

### DATI STRUTTURALI

 Giaciture inclinate di stratificazione

 Faglie certe e presunte

 Ubicazione dell'area di intervento

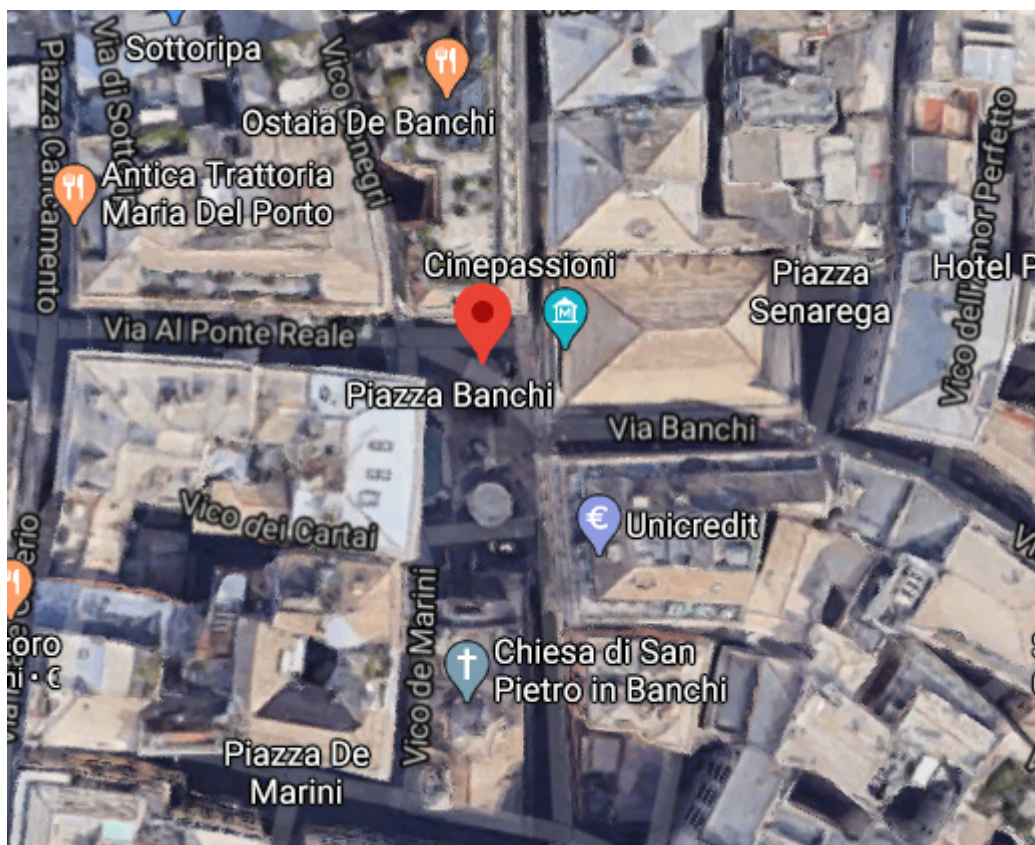




**STUDIO DI GEOLOGIA**  
**DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO**  
GEOLOGO CONSULENTE AMBIENTALE  
PIANIFICAZIONE TERRITORIALE  
VIA LUIGI CIBRARIO 31/6 – 16154 GENOVA  
CELL 335 6450816 TEL/FAX 010/6049472  
PEC EBARBORO@EPAP.SICUREZZAPOSTALE.IT

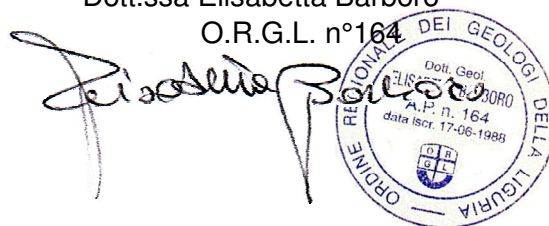
**CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA**  
**COMUNE DI GENOVA**

MUSEO DELLA CITTA' DI GENOVA  
CITY MUSEUM IN PIAZZA BANCHI



**RELAZIONE GEOLOGICA INTEGRAZIONI**

Dott.ssa Elisabetta Barboro  
O.R.G.L. n°164



rif. 28/2020

Genova, MARZO 2020-Novembre 2020

PIVA 03035720105 C.F. BRB LBT 63R45 H5810

A seguito delle indagini geofisiche eseguite, le cui risultanze rispecchiano la stratigrafia descritta nella relazione geologica, redatta dalla scrivente nel marzo 2020, si è ritenuto opportuno fare le seguenti precisazioni:

-il livello individuato come riporti antropici risulta avere Vs molto basse, tipiche di un materiale molto sciolto e poco costipato. Tale informazione può dimostrare la presenza di massi e blocchi immersi in rara matrice sabbiosa.

- i dati geotecnici precedentemente forniti, a seguito dell'approfondimento geognostico sono di seguito modificati

1. Riporti

-peso di volume  $\gamma = 1,9-2 \text{ t/mt}^3$

-coesione  $c = 0 \text{ kPa}$

-angolo di attrito efficace  $\phi' = 20-22^\circ$

Infine vengono ribadite le prescrizioni di carattere geologico già contenute nella relazione geologica del marzo 2020