

RIQUALIFICAZIONE COMPENSORIO EX POLSTRADA A ROIANO

STAZIONE APPALTANTE

COMUNE DI TRIESTE

Piazza dell'Unità d'Italia, 4
34121 Trieste
0406751

AREA LAVORI PUBBLICI

SERVIZI EDILIZIA SCOLASTICA E SPORTIVA

CIG: 7592120F9B

CUP:F99J13000580007

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

CAPOGRUPPO
PROGETTAZIONE STRUTTURE,
ARCHITETTURA,
IMPIANTI,
ANTINCENDIO,
CORDINAMENTO SICUREZZA



GEOLOGIA, ACUSTICA, ENERGETICA

EUTECNE s.r.l.
architettura | ingegneria

RAPPORTO CON GLI ENTI

ING. DENIS ZADNIK

ESPERTO PAESAGGIO



ESPERTO CAM

ARCH. COCCO CARLOTTA

ESPERTO FORESTALE

DOTT. SIARDI ENRICO

PROGETTO

**PROGETTO ASILO NIDO, AUTORIMESSA
SEMINTERRATA, AREA VERDE E BOSCO
URBANO ALL'INTERNO DEL COMPENSORIO
EX POLSTRADA A ROIANO**

DISCIPLINA

GEOLOGIA E GEOTECNICA

EMISSIONE

PROGETTO ESECUTIVO / lotto A

TITOLO

Relazione geologica

REV.	DATA	OGGETTO	DIS.	APPR.

ELABORATO N.

Ger_A002_0

DATA: 03/03/2020	SCALA: -----	FILE: 1247_Ger_A002_0	J.N. 1247
PROGETTO R. Chiappini	DISEGNO	VERIFICA	APPROVAZIONE T. Tassi

**Regione Friuli Venezia Giulia
Provincia di Trieste
Comune di Trieste**

OMNIA COSTRUZIONI S.r.l.

**Relazione geologica e di parametrizzazione geotecnica dei
terreni a supporto del progetto di riqualificazione del
comprensorio ex Caserma Polstrada a Roiano.**

*Il professionista incaricato
dott. geol. Roberto Chiappini*



Giugno 2019

**Regione Friuli Venezia Giulia
Provincia di Trieste
Comune di Trieste**

OMNIA COSTRUZIONI S.r.l

Relazione geologica e di parametrizzazione geotecnica dei terreni a supporto del progetto di riqualificazione del comprensorio ex Polstrada a Roiano.

Giugno 2019

1. Generalità

Su incarico e per conto della società OMNIA COSTRUZIONI S.r.l., nel mese di giugno 2019, è stata redatta la presente relazione geologica e di parametrizzazione geotecnica dei terreni a supporto degli interventi in oggetto.

Il presente studio raccoglie gli elaborati riguardanti la valutazione delle condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche della zona in esame e delle aree adiacenti, nonché la valutazione dei parametri geotecnici dei terreni interessati dal progetto.

Per la stesura della presente relazione geologica-geotecnica sono stati eseguiti:

- *un accurato sopralluogo nell'area ed in quelle immediatamente contermini;*
- *n. 3 carotaggi geotecnici a rotazione a carotaggio continuo spinti per alcuni metri oltre la profondità del substrato roccioso flyschoidale scarsamente alterato, nel corso dei quali sono state effettuate:*
 - *n. 15 prove SPT a punta chiusa,*
 - *n. 3 prove di permeabilità Lefranc a carico variabile*
 - *sono stati prelevati n. 1 campioni indisturbati e n° 3 campioni rimaneggiati su cui sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio*
 - *è stato installato un piezometro a tubo aperto;*
 - *sono state eseguite n° 2 prove dilatometriche in roccia (alterata e scarsamente alterata)*
- *sono stati inoltre rielaborati i dati dell'indagine geofisica eseguita dal dott. geol. Stefano Davini per la definizione del modello geologico del sottosuolo per la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$, come definita nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018.*

È stata inoltre presa attenta visione dei seguenti documenti:

- *“Relazione geologica di progetto di integrazione delle indagini ai fini progettuali ed antisismici finalizzata alla riconversione dell'ex Comprensorio Industriale Stock UMI 4 e 5 ed alla riqualificazione della sede della Polstrada”, datata agosto 2015 e redatta dal dott. geol. Stefano Davini;*
- *“Indagine geognostica per il parcheggio interrato nell'area della polizia stradale a Roiano (TS)”, datata dicembre 1999 e redatta dalla società Mecasol s.r.l..*

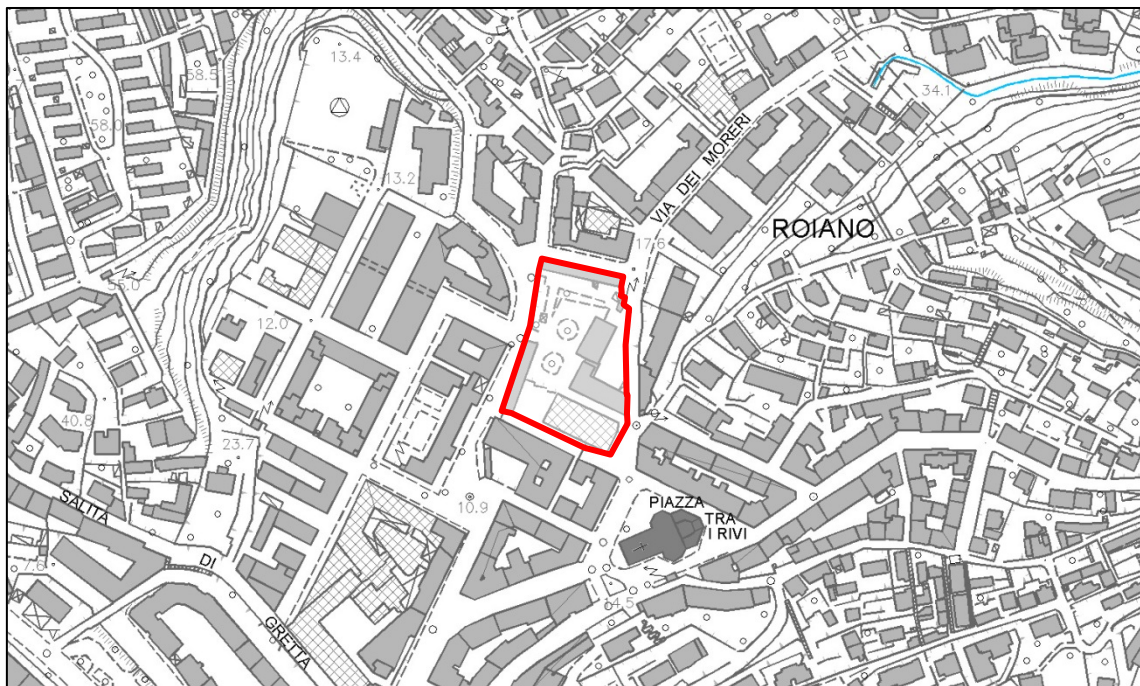
2. Ubicazione dell'area di intervento

Il fondo in oggetto è ubicato nel rione di Roiano ed al suo interno, prima delle opere di demolizione, le quote variavano all'incirca tra 13 e 17 m s.l.m.m. (da CTRN - EPSG3004 Gauss-Boaga fuso Est, Layer 4P000QP_QUOTA_PIEDE).



Stralcio CRN Tavoleta **110** S.O. TRIESTE

scala 1 : 25.000



Stralcio CTRN Elemento **110103** TRIESTE NORD-OVEST

scala 1 : 5.000



3. Elementi di progetto.

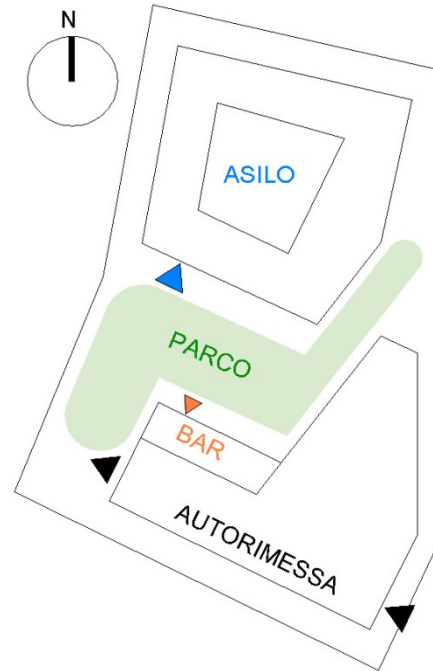
Le opere in progetto saranno realizzate all'interno dell'area Stock del comprensorio "Ex Polstrada" di Roiano (TS).

L'area Stock è stata destinata alla progettazione di due edifici, uno dedicato all'asilo e l'altro ad autorimessa su due livelli, di cui uno interrato; entrambi gli edifici hanno la copertura a verde.

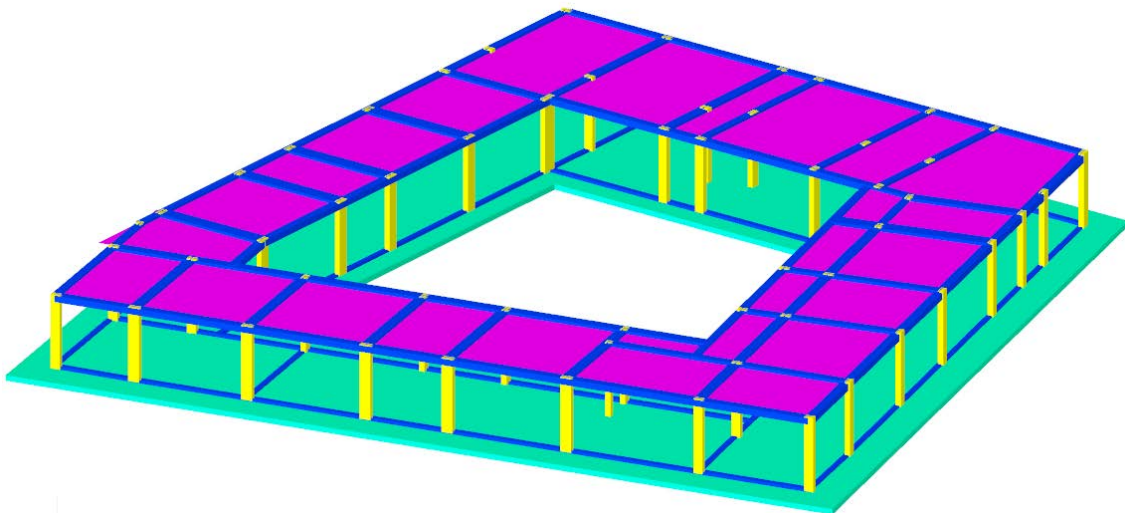
Le strutture dell'asilo sono costituite da un telaio in c.a., formato da una platea di fondazione, da pilastri e da travi a spessore con solaio in latero-cemento; le strutture dell'autorimessa sono costituite da pareti perimetrali in c.a. affiancate, lato terra, da una berlinese, da pilastri interni prefabbricati e da solai alveolari prefabbricati; invece il Bar, ha strutture in C.A. costituite da pilastri e travi in C.A. e solai in latero-cemento.

Tra le due strutture dell'autorimessa/bar è previsto un giunto sismico di costruzione dimensionato in funzione del sisma.

Di seguito vengono riportate alcune immagini del modello di calcolo.

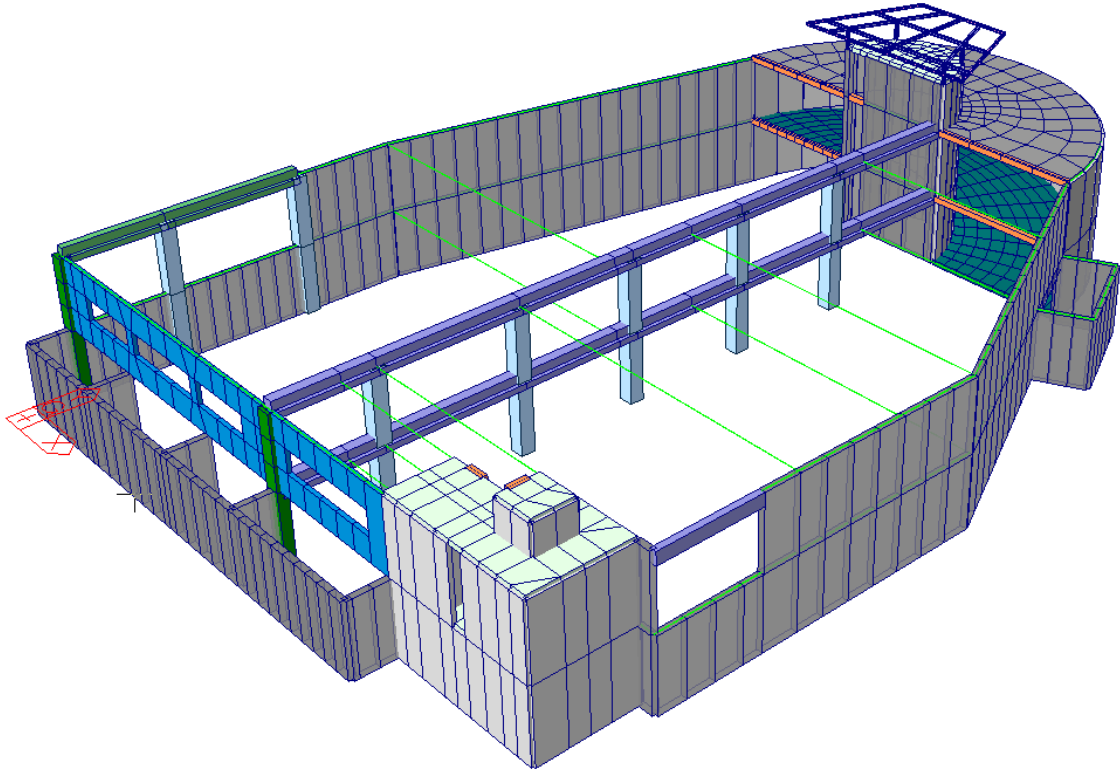


ASILO



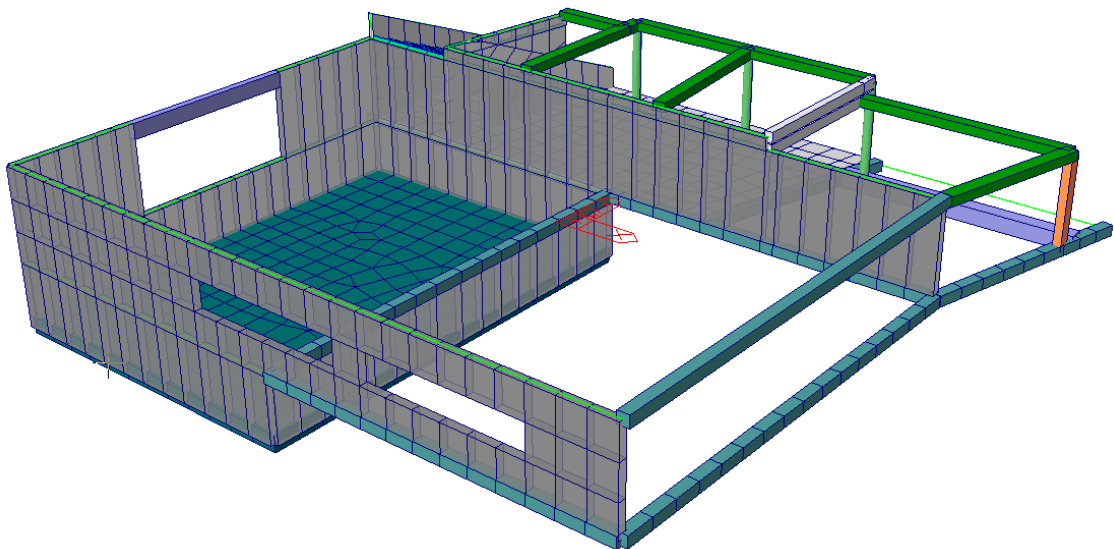
Strutture a telaio in c.a. dell'Asilo

AUTORIMESSA CORPO PRINCIPALE



Strutture a telaio/pareti in c.a. dell'Autorimessa con Interrato

AUTORIMESSA CORPO SECONDARIO CON BAR



Strutture a telaio/pareti in c.a. dell'Autorimessa/Bar - Monopiano

4. Riferimenti normativi

Il presente studio è stato redatto ai sensi delle LL.RR. 9 maggio 1988, n. 27 “Norme sull’osservanza delle disposizioni sismiche ed attuazione dell’articolo 20 della legge 10 dicembre 1981, n. 741” ed 11 agosto 2009, n. 16 “Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio”.

La L.R. 27/1988 è abrogata dall’art. 19, comma 1, lettera b) della L.R. 16/2009, ma le sue disposizioni continuano ad applicarsi fino all’adozione dei provvedimenti attuativi indicati all’art. 3, commi 2, 3 e 4 ed all’art. 17 della legge medesima.

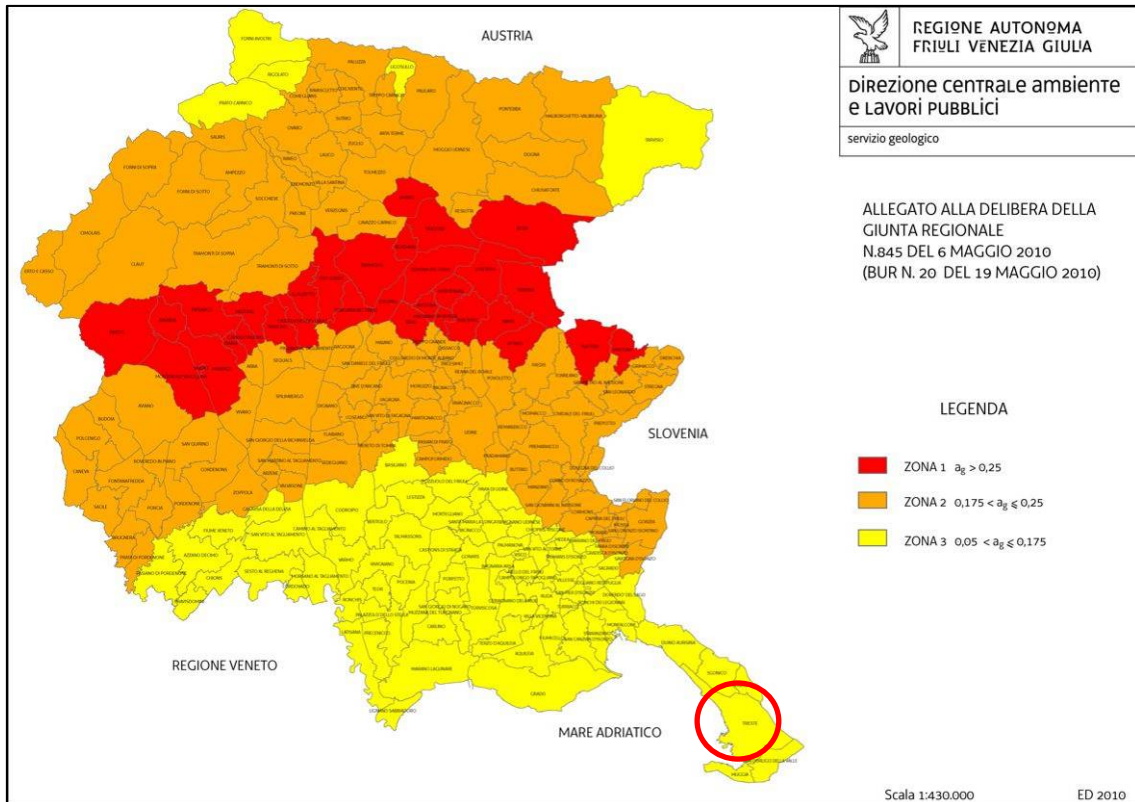
La relazione si basa sulla normativa vigente, con particolare riferimento a:

- *D.M. 11 marzo 1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e relative istruzioni applicative (Circolare LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483) con le relative istruzioni applicative (Circolare LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483);*
- *D.M. 14 gennaio 2008 “Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni” (NTC2008) e relative istruzioni applicative (Circolare LL.PP. 2 febbraio 2009, n. 617);*
- *Circolare 02/02/2009 - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008;*
- *Decreto 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».*
- *Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”*
- *L.R. 23 aprile 2007, n. 9 “Norme in materia di risorse forestali”;*
- *O.P.C.M. 28 aprile 2006, n. 3519 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”.*

Con Deliberazione di Giunta 6 maggio 2010, n. 845, il territorio della Regione F.V.G. è classificato, ai sensi dell’art. 3, comma 2, lettera a) della L.R. 16/2009, assegnando ciascun Comune ad una zona sismica ed individuando l’area di alta/bassa sismicità di appartenenza, come riportato nell’Allegato 1 della D.G.R. stessa.

In base a tale allegato il Comune di Trieste (Codice ISTAT 6032006) ricade in zona sismica 3 (definita area di bassa sismicità in recepimento dei pareri del Consiglio Superiore dei LL.PP. 16 novembre 2005, n. 234 e 13 dicembre 2005, n. 264, secondo i quali le zone sismiche 3 e 4 sono da considerarsi a “bassa sismicità”).

Nell’O.P.C.M. 28 aprile 2006, n. 3519 “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”, la zona sismica 3 è individuata dai seguenti valori di accelerazione massima del suolo ag con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a suoli orizzontali rigidi su campo libero caratterizzati da $VS_{30} > 800$ m/s: $0,05 < a_g \leq 0,175$ g.



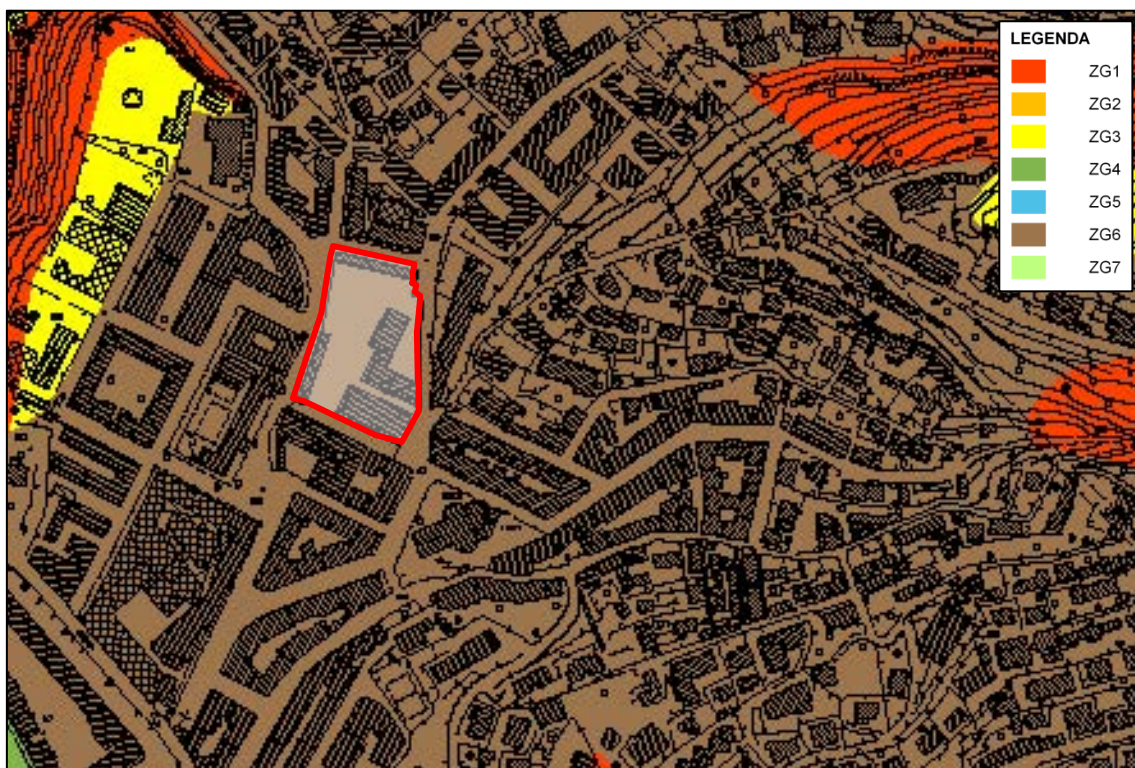
Tale Ordinanza Ministeriale rappresenta, seppur in via transitoria ed in attesa dei criteri generali approvati ai sensi dell'art. 83, comma 2, del D.P.R. 380/2001, il riferimento nazionale per le Regioni nel provvedere alla formazione ed all'aggiornamento degli elenchi delle zone dichiarate sismiche ai sensi del comma 3 del medesimo articolo.

5. Zonizzazione geologico-tecnica

5.1 Piano regolatore

In riferimento al Nuovo Piano Regolatore Generale Comunale - delibera di adozione 16.04.2014, i terreni in oggetto rientrano in classe ZG6.

Come riporta l'articolo 119 delle norme di piano (Compatibilità degli interventi con le condizioni geologiche, idrauliche e sismiche del territorio), "Lo studio geologico costituisce parte integrante del Piano (Allegato 1) ed ha carattere cogente in quanto determina le condizioni necessarie ad assicurare la compatibilità delle previsioni urbanistiche con la situazione geologica, idraulica e sismica del territorio. Qualsiasi intervento deve essere attuato nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme geologico-tecniche relative alle Classi di appartenenza, come individuate nella Carta della zonizzazione geologico tecnica (elaborati «GZ»)".



Stralcio Tav. 4 dell'Elaborato GZ (Zonizzazione geologico-tecnica) scala 1 : 5.000

Art. 10.6 - Classe ZG6

In questa classe rientra la formazione marnoso arenacea in facies di Flysch caratterizzata generalmente dalle seguenti problematiche geologiche:

- assetto giaciturale irregolare;
- elevata variabilità delle caratteristiche geomeccaniche sia per anisotropia (lungo strato e trasverso strato) che per grado di fratturazione, detensionamento ed alterazione;
- presenza di percolazioni di acqua di interstrato anche in pressione;
- possibile presenza di piccole cave talora ritombate e mascherate al di fuori delle aree estrattive storicamente note;
- potenziali instabilità superficiali puntuali.

Le aree rientranti nella classe ZG6 sono edificabili nel rispetto delle norme tecniche attuative del P.R.G.C.

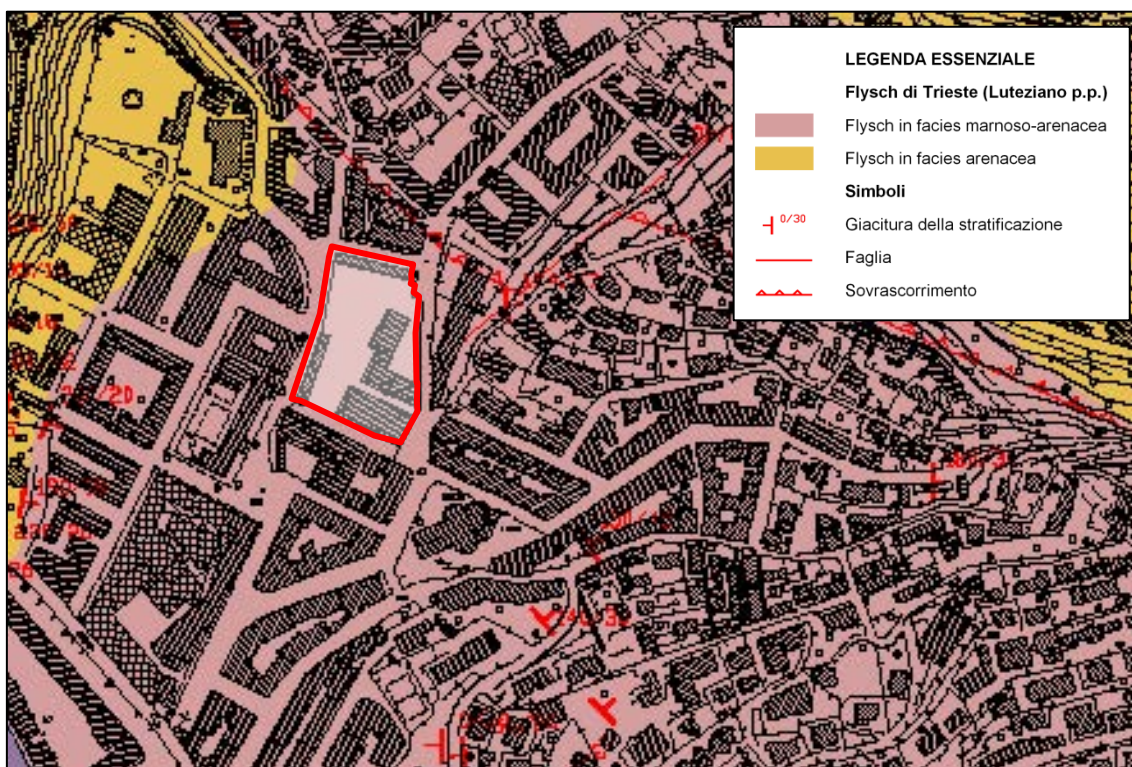
In sede di rilascio degli atti abilitativi dovranno essere acquisite, quale documentazione di progetto, le seguenti relazioni:

- *relazione geologica e relazione geotecnica per nuove edificazioni, ampliamenti, incrementi di carico fondazionale anche in relazione ad adeguamento sismico, consolidamenti, sbancamenti, terrazzamenti e riporti. La relazione dovrà fare riferimento a quanto previsto all'art. 14 - Note generali sui contenuti della relazione geologica e geotecnica.*

In particolare, la relazione geologica dovrà individuare, descrivere e cartografare nel dettaglio l'eventuale presenza di rischi geologici gravanti sulle aree interessate dall'intervento, indicando le soluzioni progettuali da adottare per eliminare o ridurre, in base all'opera prevista ed all'utilizzo dell'area, i rischi rilevati.

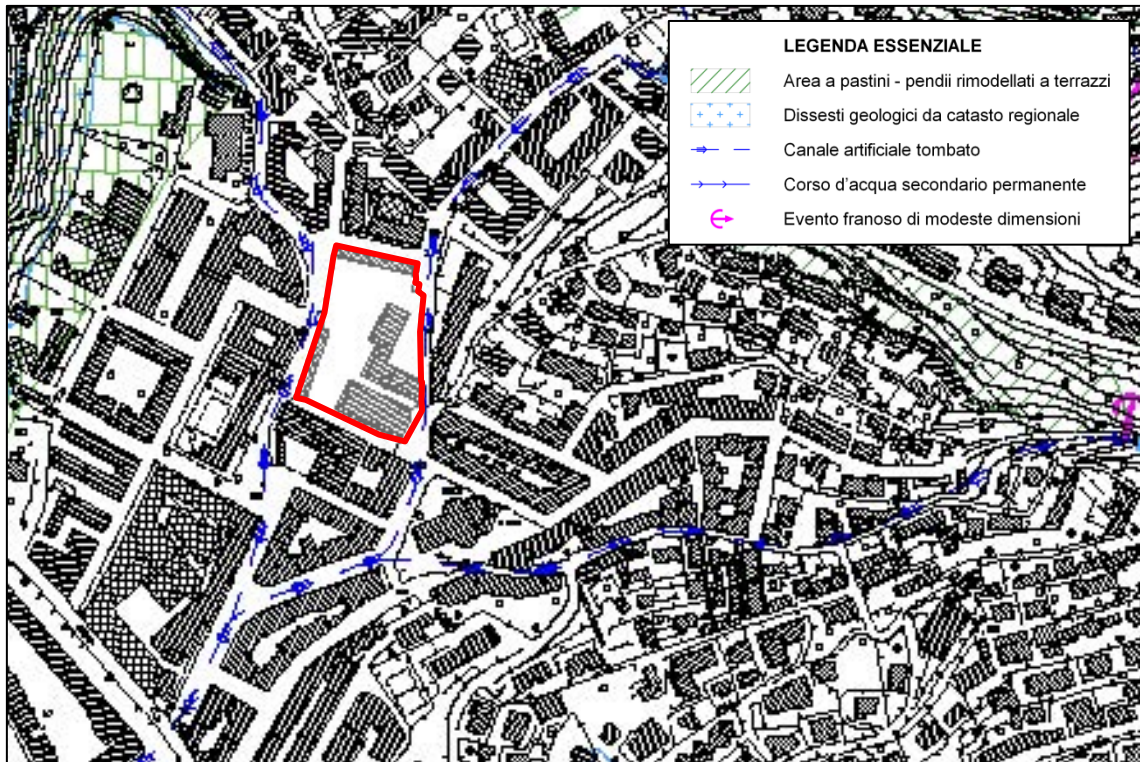
Le indicazioni contenute nella suddetta relazione dovranno essere integralmente recepite nel progetto delle opere di cui si prevede l'esecuzione. Lo stesso redattore della relazione geologica dovrà dichiarare, per quanto di competenza, la completa compatibilità degli interventi in progetto in relazione agli eventuali rischi geologici rilevati ed all'equilibrio idrogeologico e geostatico dell'area.

Fatto salvo quanto prescritto nelle norme particolari di salvaguardia (art. 15), indagini di carattere speciale dovranno essere eseguite nelle aree dove per motivate ragioni geologiche (aree carsiche – depositi di terra rossa – riporti antropici) o relative al precedente uso del territorio possano essere presenti cavità sotterranee, possano manifestarsi fenomeni di subsidenza ed altri fenomeni che condizionino il comportamento statico dei manufatti (Par. C.3 del D.M. 11.03.1988).



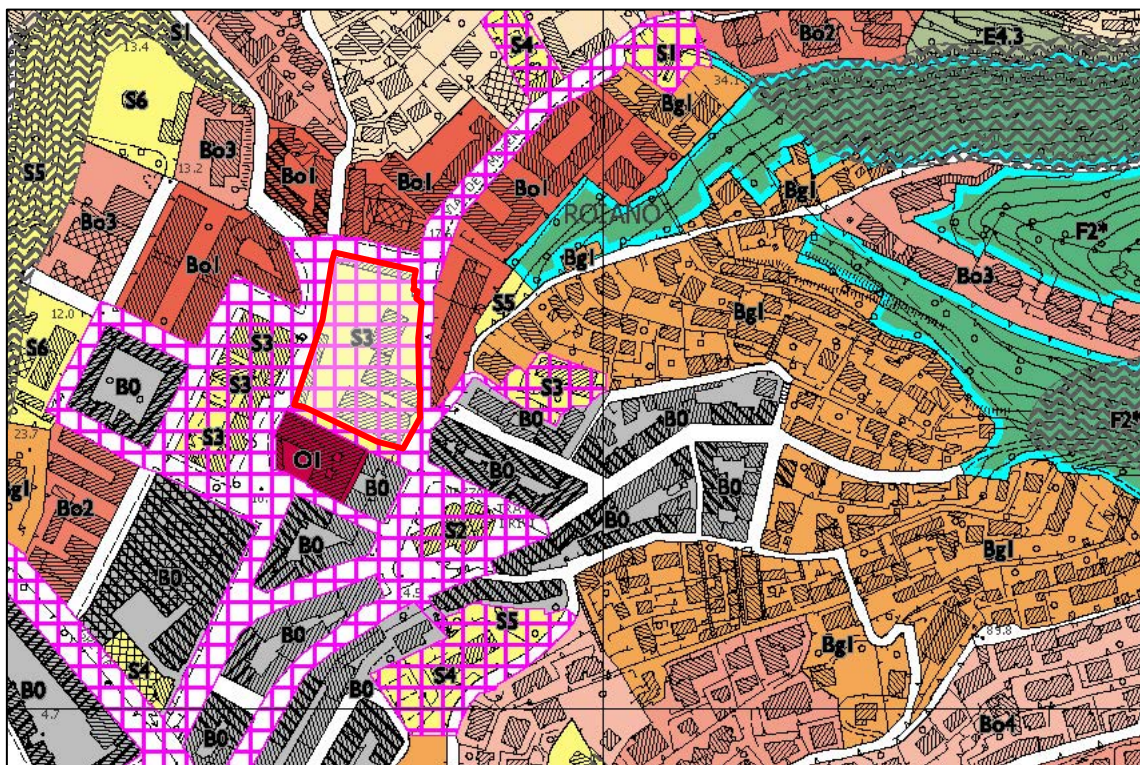
Stralcio Tav. 4 dell'Elaborato GL (Litologia superficiale)

scala 1 : 5.000



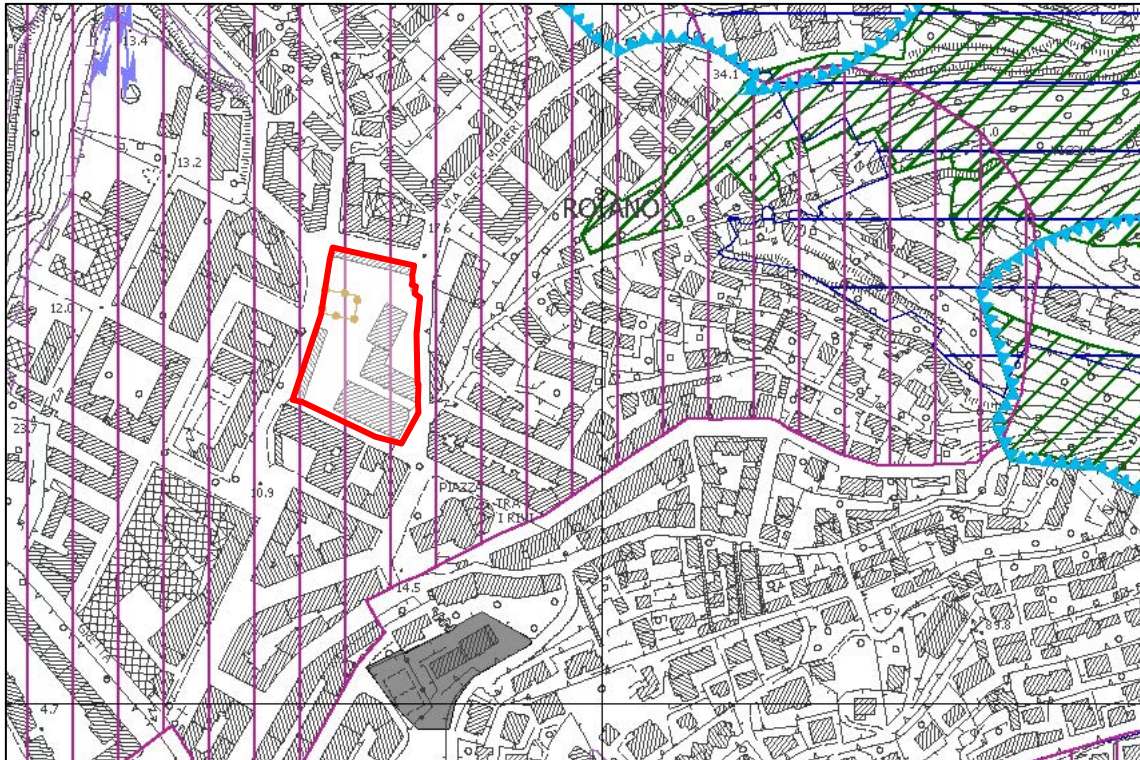
Stralcio Tav. 4 dell'Elaborato GG (Geomorfologia e idrografia superficiale) scala 1 : 5.000

5.2 Piano Regolatore e Vincoli



Stralcio Tav. 4 dell'Elaborato PO2 (Zonizzazione urbanistica)

scala 1 : 5.000



Stralcio Tav. 4 dell'Elaborato A5 (Vincoli)

scala 1 : 5.000

LEGENDA ESSENZIALE

Beni soggetti alla tutela - D.Lgs. 42/04 e ss.mm.ii.



Beni culturali – Art. 10 commi I - 3 lett. a)-d) - 4 lett. f)-g)



Immobili ed aree di notevole interesse pubblico – Art. 136



Territori contermini a corsi d'acqua (fascia di 150 m da ciascuna sponda) – Art. 142 c)



Terreni coperti da foreste e da boschi – Art. 142 comma I lett. g)

Vincolo idrogeologico - R.D.L. 3267/23



Terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici (non aggiornato alla L.R. 9/07)

Rischi ambientali



Aree inquinate individuate dalla Provincia – D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.

Vincoli particolari



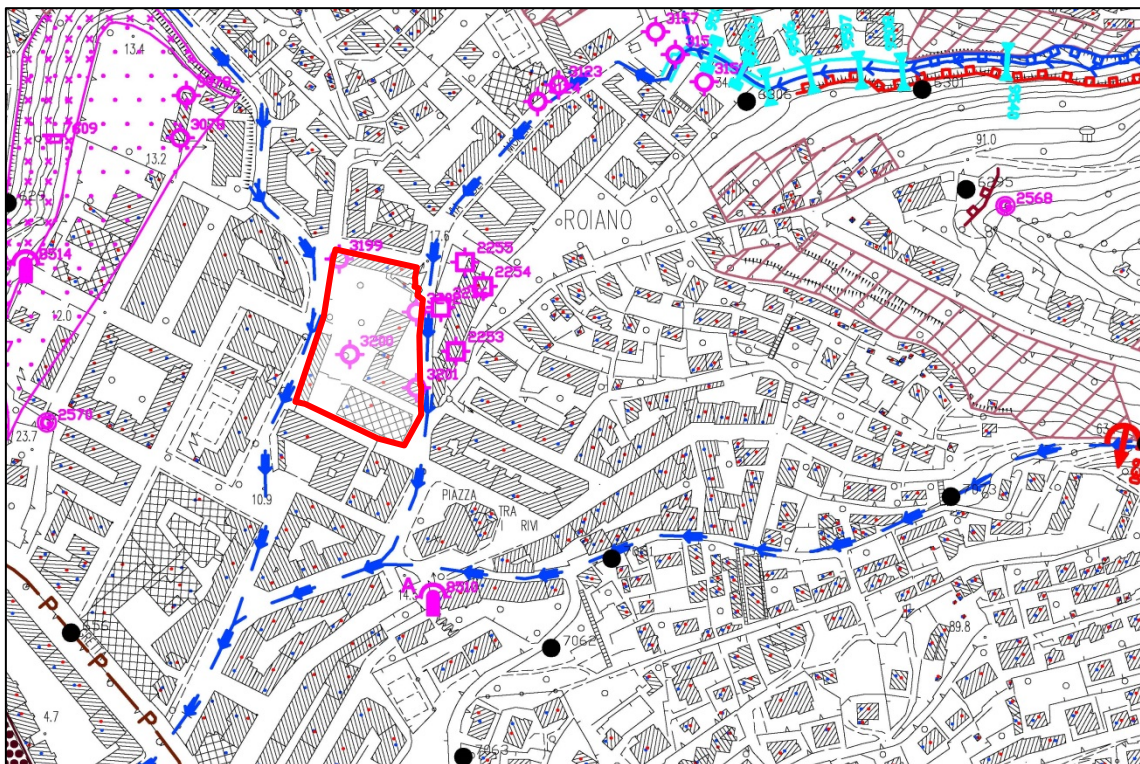
Elettrodotto

6. Geomorfologia

Il sito, completamente urbanizzato e topograficamente suborizzontale, è collocato nella parte bassa della Valle di Roiano (o Val Martinàga), che si estende dal ciglione carsico tra i colli di Gretta e Scorcola ed è sede del bacino idrografico del Torrente Montorsino (vedi § 8, pag. 16 - Idrologia ed idrogeologia).

Viene di seguito riportato il “layout geomorfologico” della Carta di sintesi geologico-tecnica del territorio realizzata dal Servizio Geologico della Direzione centrale ambientale e LL.PP. della Regione F.V.G., di cui è disponibile in rete l'aggiornamento dd. 31 ottobre 2005. (<http://www.regione.fvg.it/geologia/geo-pop.htm#>).

Questo “layout” è composto dalla carta idrogeologica, dalla carta delle aree dissestate e dalla carta geomorfologica applicata.



Carta geologico-tecnica (layout geomorfologico)

Scala 1 : 5.000



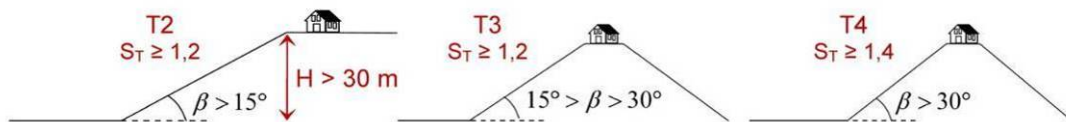
7. Categoria topografica

La conformazione del terreno è importante nella definizione dell'azione sismica in quanto, a seguito di fenomeni di riflessione e all'interazione tra campo d'onda incidente e campo diffratto, le onde elastiche si concentrano in corrispondenza di creste e rilievi. In base alle NTC2018 per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale (RSL), mentre per configurazioni superficiali semplici si può ricorrere alla sottostante tabella.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tale suddivisione in categorie recepisce lo schema proposto nell'Eurocodice 8-5 (2002), che introduce il coefficiente di amplificazione topografica per opere e/o strutture di una certa importanza realizzate in prossimità o sopra pendii con $\beta > 15^\circ$ ed $H > 30$ m.



Coefficienti di amplificazione topografica S_T secondo l'EC8 per pendii e rilievi isolati (T2) e rilievi con larghezza in cresta molto inferiore di quella alla base (T3 e T4); S_T decresce linearmente dalla sommità verso la base del pendio, dove assume valore unitario.

Una situazione morfologica che si presenta con una certa frequenza è quella dei “Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ ”.

È opportuno evidenziare che un pendio inclinato non è di per sé un elemento sufficiente per focalizzare le onde sismiche; un valore medio di 15° non andrebbe quindi considerato in termini assoluti, ma valutato nel contesto con una tolleranza di circa $\pm 2^\circ$, che sperimentalmente si rivela adeguata nella maggior parte dei casi.

Gli elementi morfologici posti a valle di un'opera e/o struttura in grado di produrre un'amplificazione sismica sono infatti i cigli di scarpata, in corrispondenza dei quali è consigliabile valutare anche altezze comprese tra 10 e 30 m (vedi “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” del Dipartimento della Protezione Civile, settembre 2008).

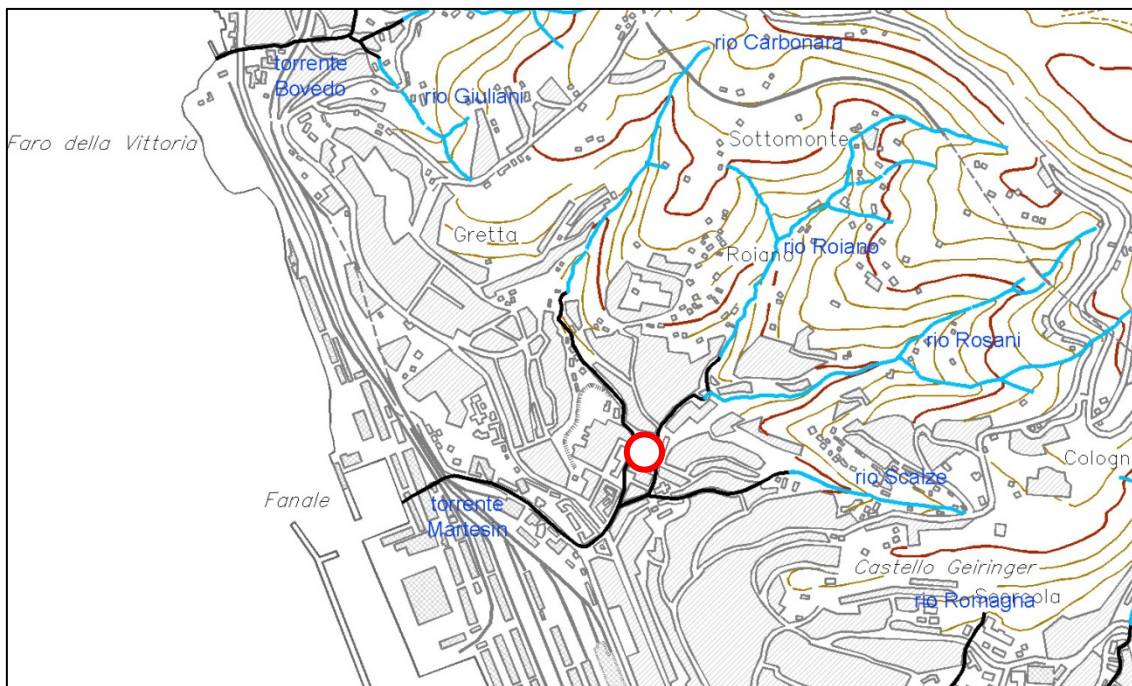
cigli di scarpata	naturali →	orli di terrazzo, nicchie di distacco di fenomeni franosi importanti, orli di scarpata di degradazione e rotture di pendenza generiche;
	artificiali →	pendii scoscesi che delimitano dighe in terra, terrazzi in terreni di riporto, cave di inerti ed altre morfologie acclivi.

Nel caso in esame in direzione di massima pendenza non si riscontrano cigli di scarpata e l'inclinazione media del versante è di circa 2° ; al sito va di conseguenza attribuita una categoria topografica T1 (coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1$).

8. Idrologia ed idrogeologia

L'area è priva di un reticolo idrografico superficiale e di emergenze idriche epigee.

Ai lati est ed ovest del fondo sono invece presenti dei torrenti tombati in galleria: sotto Via dei Moreri, dopo aver ricevuto le acque del Rio Rosani, scorre il Rio di Roiano, mentre sotto Via Montorsino scorre il Rio Carbonara.



Idrografia su CRN Tavoletta 110 S.O. TRIESTE

scala 1 : 25.000

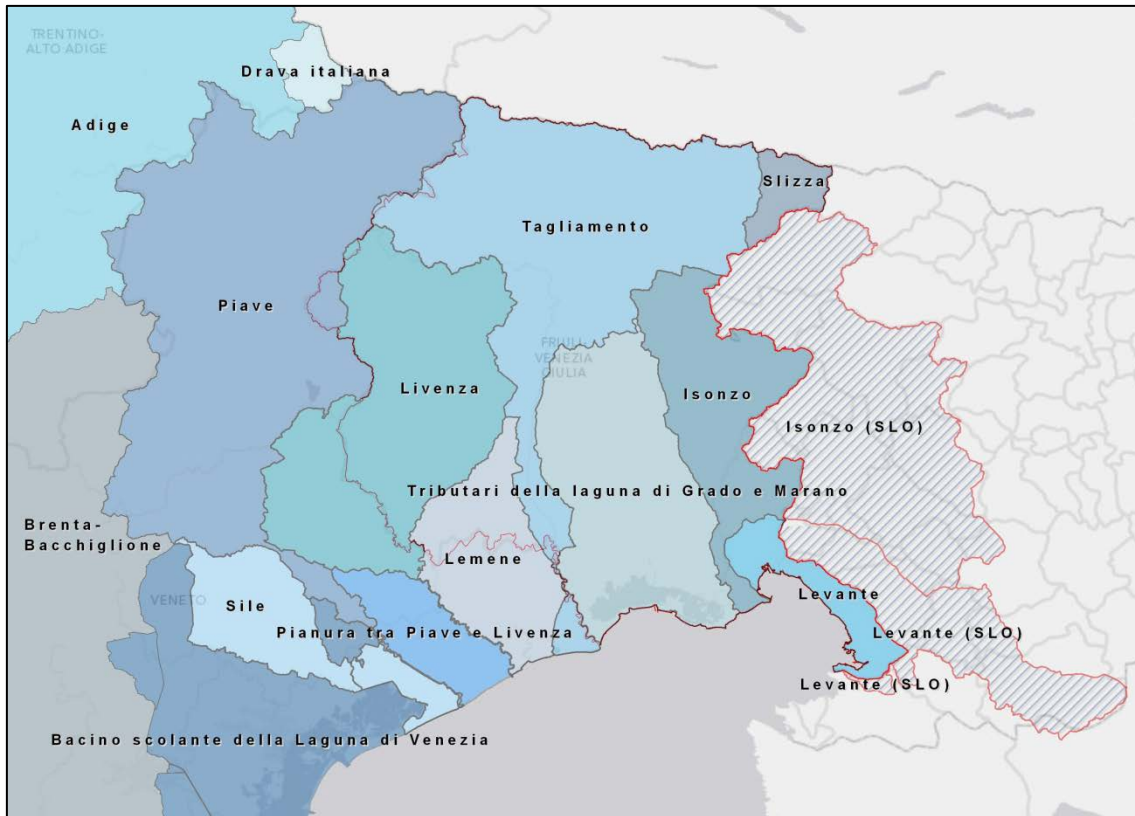
Entrambi i torrenti appartengono al bacino idrografico del Torrente Montorsino, che ha un'area di drenaggio di circa 4,2 km² ed una densità di drenaggio pari a 0,19 km/km².

Il Torrente Montorsino (Rio Martesin) è formato dalla confluenza del Rio Carbonara, del Rio Roiano (Roja), del Rio Rosani (Rio Moràri), e del Rio Scalze (Rio Conti); scorre sepolto sotto via di Roiano, via Lionello Stock, via Santa Teresa e viale Miramare, per poi sfociare nel Bacino n. 0 del Porto Vecchio.

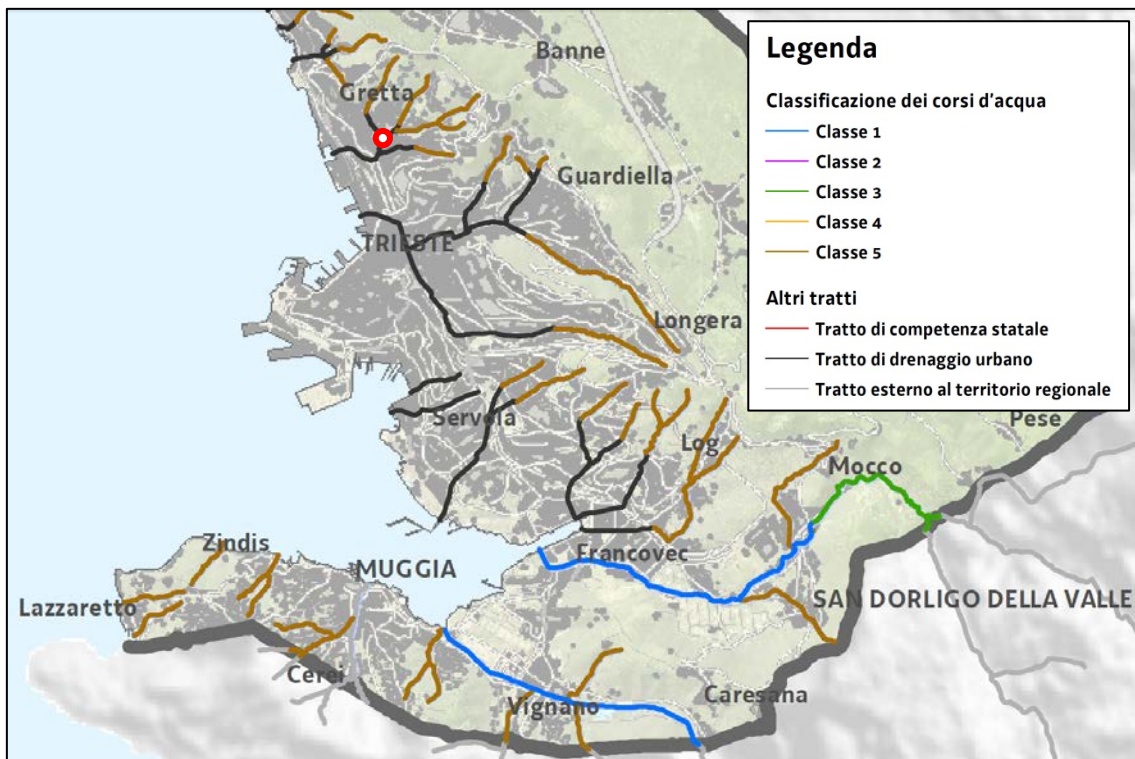
I rii Roiano e Scalze sono iscritti nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Trieste previsto dal R.D. 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici" ed il loro tratto epigeo è quindi tutelato ai sensi dell'art. 142, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

Come tutti i corsi d'acqua della Provincia di Trieste, a più ampia scala queste aste torrentizie appartengono al bacino idrografico di Levante, delimitato e classificato bacino di rilievo regionale dall'art. 4 della L.R. 3 luglio 2002, n. 16 "Disposizioni relative al riassetto organizzativo e funzionale in materia di difesa del suolo e di demanio idrico". La cartografia riportata a pagina seguente è uno stralcio estratto dal P.A.I.R. 2016, approvato con D.P.Reg. 1° febbraio 2017, n. 28/Pres., All. 01 - Relazione Tecnica).

In base all'art. 4, comma 2 della L.R. 29 aprile 2015, n. 11 "Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque", la classificazione dei corsi d'acqua del territorio regionale, finalizzata all'allocazione delle funzioni di gestione a essi connesse, è rappresentata dalla cartografia contenuta nell'Allegato A.



Suddivisione dei Bacini idrografici nel Triveneto (Distretto idrografico delle Alpi Orientali)



Stralcio estratto dall'Allegato A della L.R. 29 aprile 2015, n. 11

I percorsi epigei dei corsi d'acqua appartenenti al bacino idrografico del Torrente Montorsino sono classificati in Classe 5, mentre quelli ipogei rientrano nei tratti di drenaggio urbano.

Nel lotto non sono stati notati fenomeni erosivi o di deposito dovuti al ruscellamento delle acque meteoriche, né tantomeno sono da prevedersi a seguito della realizzazione delle opere in progetto, fermo restando il mantenimento delle strutture di captazione e smaltimento attualmente esistenti o il loro miglioramento.

Le peculiarità litologico-strutturali che caratterizzano le rocce flyschoidi determinano quasi sempre uno schema idrogeologico piuttosto complesso, per cui la circolazione delle acque sotterranee è difficilmente prevedibile prima dell'esecuzione degli scavi.

Le vene idriche caratterizzano con maggior o minor frequenza tutti i versanti marnoso-arenacei del territorio provinciale, dove di solito si instaurano in prossimità del contatto fra roccia e terreno di copertura (alcuni autori parlano di ruscellamento idrico ipogeo o di falda collinare), ed hanno quasi sempre carattere temporaneo.

È ben noto che in terreni di questa origine non è raro trovare delle ramificazioni di vene d'acqua, che nella maggior parte dei casi presentano un andamento dendritico e si attivano a seguito delle precipitazioni.

Si rinvenivano con maggior probabilità nelle porzioni di territorio collocate in vicinanza del confine tettonico con le carbonatiti calcaree, dove l'elevato grado di fratturazione fa sì che il Flysch non agisca da tampone alla dispersione idrica ipogea verso quote inferiori.

Il piezometro installato nel sondaggio S2 eseguito da Italsurghi, ed i piezometri realizzati da Mecasol S3 e S4, realizzati in buona parte nel substrato flyschoidale alterato, indicano infatti la presenza di possibili venute d'acqua all'interno del substrato flyschoidale (quota a -2,00 - - 3,00 m dal p.c.).

Al tempo stesso, i sondaggi eseguiti ove i livelli di copertura, costituita dai depositi quaternari dei rii già citati in precedenza, hanno evidenziato la presenza di acqua a quote variabili, ma che sono riconducibili ad una "falda" collegata al rio Martesin.

Relativamente alla profondità della superficie di falda è lecito ritenere la stessa, correlabile all'alveo / superficie libera dell'acqua del Torrente Martesin all'interno della galleria; si valuta pertanto la profondità della falda compresa tra m -2,0 e m -4,0 di quota relativa.

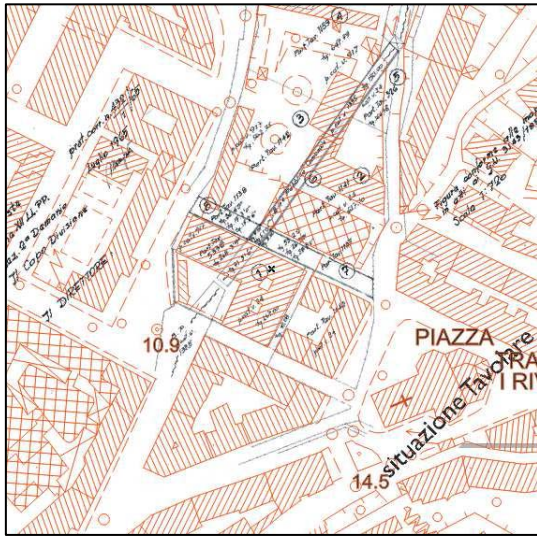
Sulla base delle prove Lefranc a carico variabile eseguite nei depositi alluvionali, la permeabilità dei suddetti depositi risulta compresa tra 2 e 7×10^{-6} m/sec.

Per la realizzazione del livello interrato saranno intercettate sicuramente acque di falda o di percolazione all'interno della massa rocciosa e sarà necessario incanalare le acque in uno o più tubi di drenaggio in modo da allontanare i deflussi dall'area di intervento ed indirizzarli lungo le principali linee di impluvio senza influenzare le aree finitime, per poi convogliarli, se possibile, nella rete pubblica delle acque bianche.

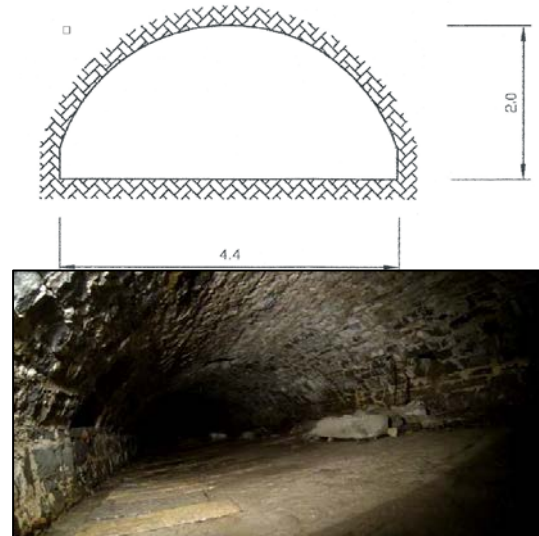
Per quanto riguarda la stabilità nei confronti della liquefazione dei terreni superficiali sciolti (NTC2018, § 7.11.3.4), questi materiali non possono essere suscettibili a tale fenomeno in ragione del loro fuso granulometrico – si vedano risultati delle prove di laboratorio geotecnico allegati al verbale delle indagini geognostiche di Italspurghi.

In base alla relazione geologica redatta dal dott. geol. Stefano Davini nell'agosto del 2015, nell'area di intervento è stata individuata una galleria idraulica che raccorda le acque provenienti dalla vallecchia a monte con il bacino ricettore a valle.

La quota della galleria, che viene riportata nelle tavole di progetto, varia all'estradosso tra -0,40 ÷ -0,50 m dal p.c.. Le figure in basso sono estratte dall'elaborato sopra citato.



Situazione tavolare su CTRN

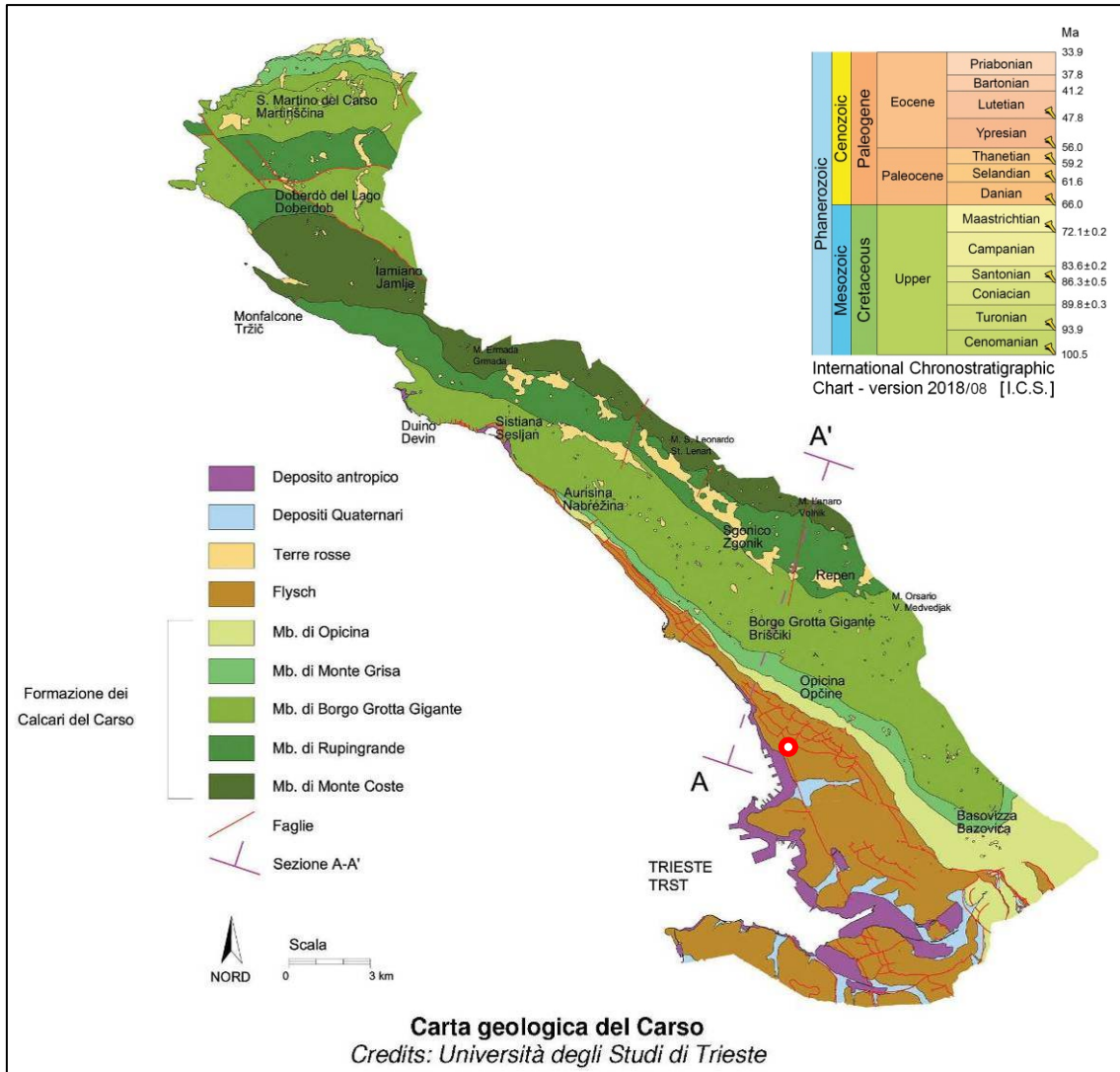


Vista da nord

Per quanto riguarda il PAIR “Progetto di Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini idrografici dei tributari della Laguna di Marano - Grado, della Laguna medesima, del bacino idrografico del torrente Slizza e del bacino idrografico di Levante e corrispondenti misure di salvaguardia” (D.P.Reg. 1 febbraio 2017, n. 28/Pres.), nel comprensorio la cartografia allegata alle norme di Piano non individua condizioni di pericolosità geologica o idraulica (assenza di “elementi a rischio” e “zone di attenzione”).

9. Inquadramento geologico

Nell'area il substrato litoide è caratterizzato dalla successione sedimentaria del *Flysch*; si tratta di una sequenza clastica tipica e costitutiva dei rilievi compresi tra il Golfo di Trieste e le formazioni carbonatiche del Carso Triestino.



Con il termine *Flysch* si fa riferimento ad una alternanza ritmica di arenaria e marna, variabile nelle diverse località sia per quanto riguarda le potenze individuali dei due litotipi, sia per il rapporto percentuale di un litotipo sull'altro; ciò è riscontrabile anche in porzioni di territorio molto prossime tra loro.

Le arenarie che caratterizzano il *Flysch* della Provincia di Trieste sono delle grovacche quarzoso-feldspatiche a cemento calcareo, molto compatte e discretamente classate.

Risultano mediamente composte per il 50% almeno da quarzo e selce e per il resto da feldspati (20% in media) fra cui predominano i plagioclasti, carbonati (20% in media) e da una serie di minerali accessori in minima quantità (ossidi di ferro, glauconite, tormalina, granati).

Sono praticamente sterili, se si escludono frammenti di resti organici rimaneggiati.

Dotate solitamente di altissima resistenza meccanica, presentano un colore alla rottura da grigio a grigio-scuro, mentre i processi di alterazione conferiscono loro una

pigmentazione ocracea; tessituralmente evidenziano una struttura granulare medio-fine, talvolta laminata secondo piani suborizzontali.

Le superfici di discontinuità sono spesso riempite da calcite bianca.

Le marne hanno una composizione mineralogica praticamente simile, fatta salva una maggior percentuale di carbonati a spese degli altri componenti, e sono scarsamente fossilifere (predominano i foraminiferi dei generi globigerina e globorotalia).

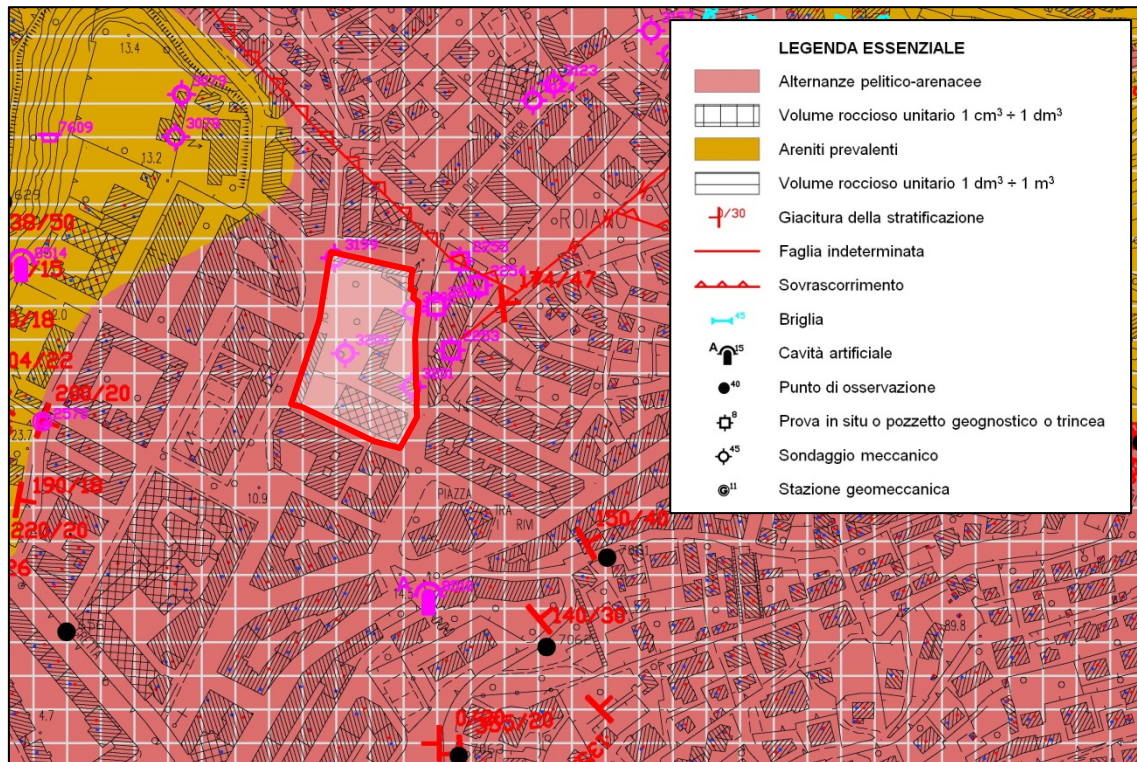
Presentano una struttura compatta e laminata con piani di scistosità suborizzontali, e sono sovente fogliettate ed abbastanza fragili; la roccia sana ha un colore da grigio ceruleo a grigio cupo, mentre assume un colore ocraceo nelle porzioni alterate.

Le superfici di discontinuità sono per lo più rappresentate da fratture secondo i piani di laminazione e secondo dei piani ad essi ortogonali.

La massa rocciosa nel suo insieme è da considerarsi semi-impermeabile e di ottima portanza, anche se, date le sue caratteristiche petrografiche e fisico-meccaniche, in volumi particolarmente tettonizzati la buona qualità geotecnica generale può scadere anche notevolmente.

Il materiale argilloso derivante dalla degradazione totale della marna può venir trasportato in punti più o meno lontani dal luogo di origine (spesso inglobando al suo interno elementi litoidi arenacei), oppure può riempire eventuali discontinuità presenti nella massa rocciosa; soprattutto in questo secondo caso il comportamento meccanico del Flysch può essere profondamente modificato e scadere di molto a causa della forte igroscopicità della marna.

L'inquadramento viene completato dal "layout sottosuolo" della Carta di sintesi geologico-tecnica del territorio regionale, realizzata dal Servizio Geologico della Direzione centrale ambientale e lavori pubblici della Regione Autonoma FVG.



Carta geologico-tecnica (layout sottosuolo)

scala 1 : 5.000

10. Situazione stratigrafica locale

La situazione stratigrafica locale nel comprensorio ex Caserma Polstrada a Roiano è stata ricostruita sulla base dei carotaggi geotecnici eseguiti dalle società ITALSPURGH I s.r.l. nel giugno 2019 e MECASOL s.r.l. nel dicembre 1999.

Nei mesi di giugno-luglio 2015, la società PENTA PROGETTI s.r.l., per conto del dott. geol. Stefano Davini, ha effettuato nell'area n. 9 sondaggi ambientali a carotaggio continuo con carotiere semplice e senza circolazione di fluido, spinti fino alla profondità di 5 m dal p.c. ed utili al solo riconoscimento dei materiali sciolti.

Escludendo i livelli di pavimentazione (conglomerato bituminoso e massicciata arida di fondazione), nel sito sono state in sintesi individuate le seguenti unità stratigrafiche, non sempre presenti in tutta l'area (in particolare i livelli della formazione marnoso arenacea fortemente alterata (eluvio-colluviale o parzialmente alterata).

L'area dunque nel suo complesso è interessata da rocce sedimentarie clastiche, stratificate, tutte riferibili al complesso arenaceo – marnoso in facies flyschoide.

Tale formazione costituisce l'ossatura dei rilievi del settore collinare:

Il fondovalle risulta coperto da terreni quaternari quali depositi alluvionali, di apporto fluviale e torrentizio, e detrito di falda ai piedi delle pareti rocciose.

A suddette alluvioni e ai sovrastanti versanti in Flysch si sovrappongono, in corrispondenza delle fasce pedecollinari a più lento declivio, modesti accumuli di materiali fini legati al "colluvium" dei rilievi eocenici.

Ai piedi delle scarpate di mare si raccolgono cumuli di frana dovuti a processi abrasivi marini. Una coltre terrosa di alterazione ("eluvium"), variabile in potenza da luogo a luogo, ricopre con continuità la formazione flyschoide.

La stratigrafia è quindi rappresentata in superficie da un primo livello costituito da terreni di riporto, eterogenei e con scadenti caratteristiche meccaniche, seguito da un secondo strato consistente di depositi alluvionali di potenza variabile, granulometricamente assortiti ma prevalentemente ghiaiosi e con la frazione fina sensibile all'acqua e ad elevato comportamento plastico; segue un terzo strato, costituito da alternanze stratificate di marne ed arenarie fratturate e de-cementate giacente sulla formazione flyschoide marnoso arenacea.

Complessivamente si può sintetizzare la successione litostratigrafica come segue:

Livello 1 (depositi detritico-fluviali parzialmente rimaneggiati)

Ghiaie in matrice sabbiosa e limosa parzialmente rimaneggiate. Clasti prevalentemente di natura arenacea centimetrici e pluricentimetrici di forma da spigolosa a subarrotondata. Il deposito, di colore marrone, risulta moderatamente addensato.

Livello 2 (depositi detritico-fluviali)

Ghiaie con sabbie e limo passanti a limi con ghiaia e sabbia. Clasti prevalentemente di natura arenacea centimetrici e pluricentimetrici di forma da spigolosa a subarrotondata. Il deposito, di colore marrone, risulta da moderatamente addensato ad addensato.

Livello 3 - complesso C1 (depositi eluviali di origine flyschoide)

Cappellaccio di alterazione della formazione marnoso-arenacea. Limo argilloso dsabbioso includente clasti arenacei millimetrici e centimetrici spigolosi – non è riconoscibile la struttura originaria.

Livello 4 - complesso C2 (roccia flyschoide parzialmente alterata)

Formazione marnoso arenacea parzialmente alterata: Le marne appaiono alterate, degradate e parzialmente argillificate; i livelli arenacei sono intensamente fratturati e parzialmente decementati.

Livello 5 - complesso C3 (roccia flyschoide poco alterata)

Formazione marnoso arenacea del Flysch di colore grigio scarsamente alterata, a tratti intensamente fratturata; i singoli livelli hanno potenza prevalentemente decimetrica. Presenza di rare fratture con riempimento di calcite spatica secondaria e di patine di ossidazione lungo le fratture dell'ammasso roccioso.

Lo spessore dei livelli di copertura che “sigilla” il substrato roccioso aumenta progressivamente da nord verso sud e da est verso ovest.

Infatti, i sondaggi S4 ed S3 eseguiti da Mecasol hanno evidenziato che il substrato roccioso è prossimo al piano di campagna; il substrato si approfondisce verso il centro della valle ed in prossimità del sondaggio S1 Mecasol la formazione litoide è stata rinvenuta a 8 metri di profondità, coperta in buona parte da un livello di ghiaie e di depositi eluvio-colluviali. Al centro dell'area di progetto i sondaggi S2 di Mecasol e S1 di Italspurghi hanno evidenziato un livello alluvionale di copertura del basamento roccioso pari a 9 – 10 m che si approfondisce in direzione sud (sondaggio S3 Italspurghi) fino ad una potenza massima di poco superiore a 12 metri.

Nel sondaggio S2 di Italspurghi eseguito più vicino al fianco vallivo, il substrato litoide è stato nuovamente rinvenuto prossimo al p.c. (4 metri).

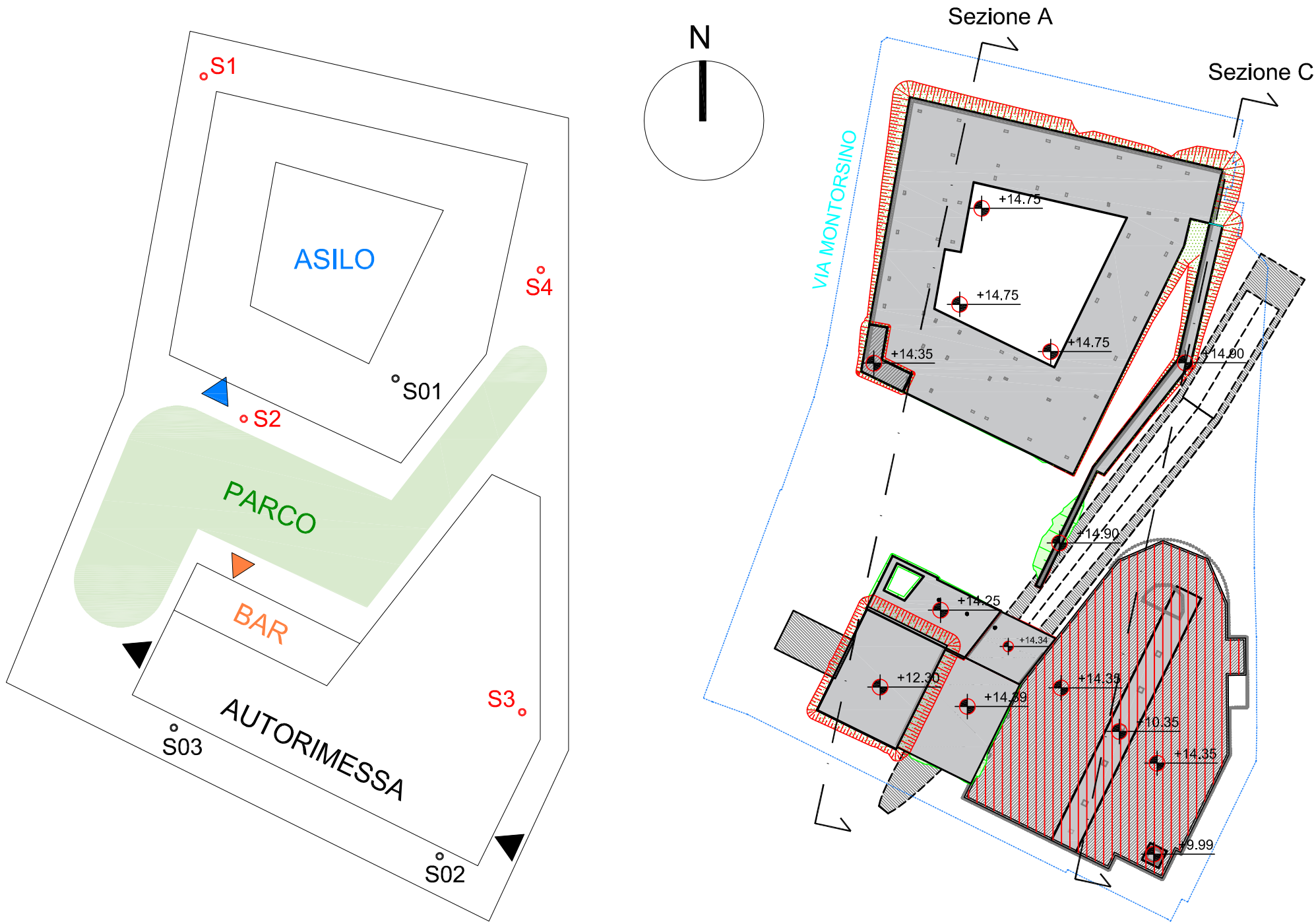
Si allegano di seguito sezioni geologiche esplicative.

PLANIMETRIA GENERALE DI PROGETTO in scala 1: 750

UBICAZIONE DEI CAROTAGGI GEOTECNICI E TRACCIA DELLE SEZIONI GEOLOGICHE

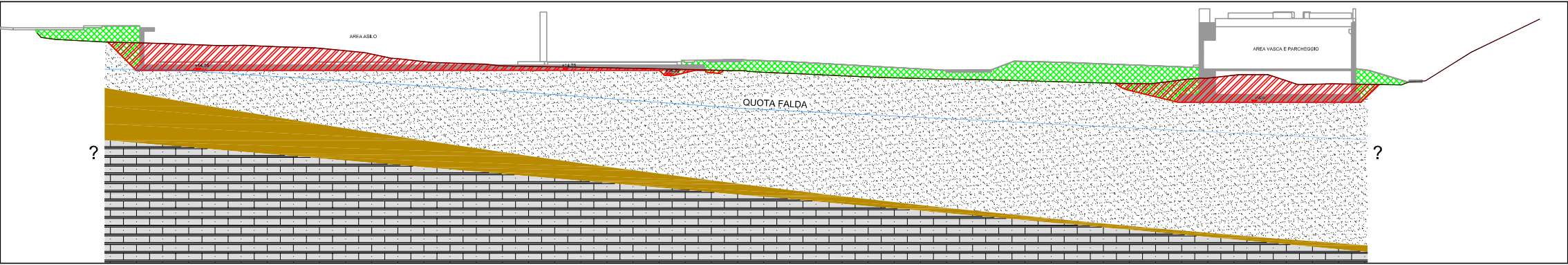
° S01 Sondaggi ITALSPURGHI (giugno 2019)

° S1 Sondaggi MECASOL (dicembre 1999)

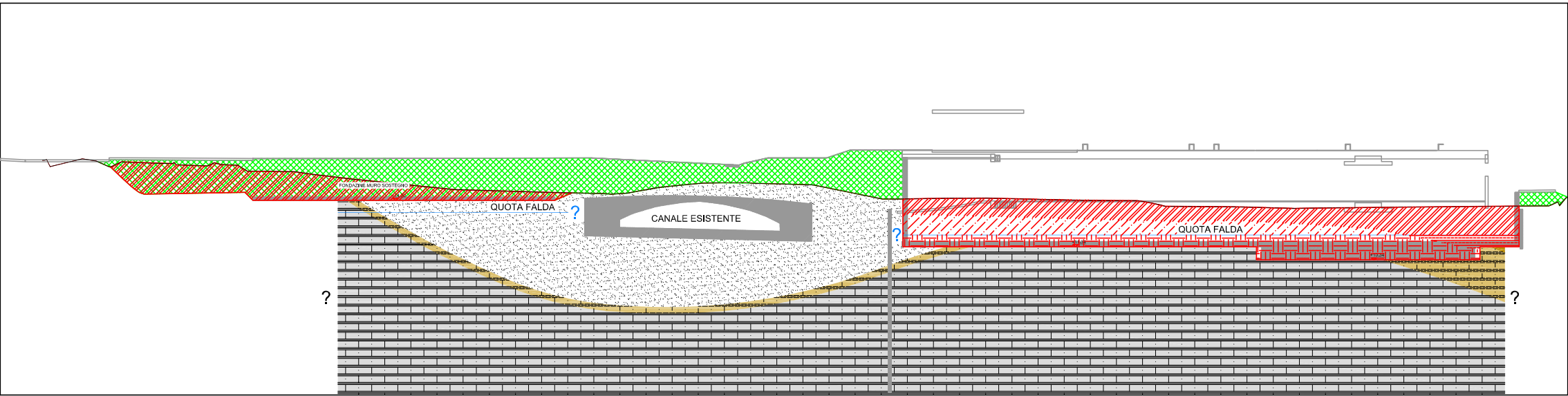


SEZIONI GEOLOGICHE in scala 1 : 400

Sezione A



Sezione C



LEGENDA

- SCARPATA DI RIPORTO
- SCARPATA DI SCAVO
- RIPORTO
- SCAVO STRATO SUPERFICIALE
- SCAVO STRATO SUPERFICIALE (SOTTO FALDA)
- SCAVO STRATO FLYSCH
- SCAVO STRATO FLYSCH
- QUOTA DI FALDA

LEGENDA

- D: depositi superficiali detritico-alluvionali
- C1: "cappellaccio" di alterazione del flysch
- C2: flysch litoide parzialmente alterato
- C3: flysch litoide sano

11. Classificazione Litologico-Tecnica del Flysch

Secondo R. Onofri (Caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche del Flysch nella Provincia di Trieste, Studi Trentini di Scienze Naturali, Vol. 59, Acta Geologica, Trento 1982), il Flysch locale può essere suddiviso in 5 categorie («tipi» T1, T2, T3, T4 e T5) in funzione del periodo, della costanza di stratificazione e del rapporto marna/arenaria.

- T1:** *Flysch costituito in prevalenza da strati di arenaria di potenza > 30 cm, alternati a pacchetti di lamine di marna dallo spessore globale di ordine centimetrico; stratificazione distinta e spessore del singolo strato notevolmente costante.*
- T2:** *Flysch costituito in prevalenza da strati di arenaria di potenza < 30 cm, alternati in modo a volte discontinuo a pacchetti di lamine di marna dallo spessore globale di ordine centimetrico; stratificazione distinta e spessore del singolo strato notevolmente costante.*
- T3:** *Flysch costituito da un'alternanza ritmica di marne ed arenarie in strati di uguale spessore, variabile di solito tra 1 e 20 cm; stratificazione distinta e spessore del singolo strato, o pacchetto, notevolmente costante.*
- T4:** *Flysch costituito in prevalenza da marna in pacchetti di spessore variabile tra 10 e 50 cm, alternati in modo a volte discontinuo a strati di arenaria con potenza compresa tra 1 e 20 cm; stratificazione abbastanza distinta e spessore del singolo pacchetto, o strato, notevolmente costante.*
- T5:** *Flysch costituito prevalentemente da strati di arenaria a buona consistenza litoide, ma che hanno subito notevoli processi deformativi; stratificazione talora poco distinta e periodo di stratificazione poco costante, di solito < 10 cm circa.*

In ciascun tipo di Flysch sono inoltre riconoscibili 3 livelli («complessi» C1, C2 e C3) a seconda del grado di alterazione della roccia, che diminuisce più o meno regolarmente con la profondità; più in particolare il livello di alterazione varia anche in rapporto all'assetto strutturale ed al grado di suddivisione dell'ammasso litoide.

- C1:** *complesso che nelle porzioni più prossime al piano di campagna è costituito per lo più da terreno vegetale, a cui in profondità si sostituisce una matrice limoso-argillosa che ingloba, in proporzioni molto variabili, corpi detritici arenacei.*
- C2:** *complesso che caratterizza un Flysch solo in parte degradato e disarticolato in cui risulta solitamente riconoscibile l'assetto originario della stratificazione, anche se talora sono presenti livelli caotici e/o plastici.*
- C3:** *complesso costituito da Flysch che, nonostante possa ancora presentare tracce di degrado, da un punto di vista geotecnico può essere definito quasi integro.*

Non è sempre facile riconoscere i depositi coesivi naturali («complesso» C1), costituenti il prodotto di alterazione finale del Flysch, dai materiali derivanti dal loro rimaneggiamento; questi terreni di riporto (R_{C1}) sono spesso indistinguibili al solo esame di superficie e talvolta difficilmente individuabili anche a seguito di uno scavo geognostico, specie se la ridistribuzione meccanica è avvenuta in tempi non recenti o addirittura molto antichi.

Sulla base dei carotaggi geotecnici eseguiti dalle società ITALSPURGHI s.r.l. nel giugno 2019 e MECASOL s.r.l. nel dicembre 1999, nel comprensorio ex Caserma Polstrada a Roiano il Flysch è prevalentemente di tipo T2.

12. Caratterizzazione geotecnica

In base alla classificazione proposta da Roberto Onofri nel 1982, a partire dal piano campagna ed escludendo i materiali di riporto (R), nella formazione marnoso-arenacea si possono individuare 3 livelli di alterazione, denominati «complessi» C1, C2 e C3.

Tali «complessi» risultano sufficientemente omogenei da poter essere caratterizzati da parametri fisico-meccanici con valori ricadenti entro ben definiti limiti.

Livelli 1 e 2 - Depositi continentali

Si tratta di depositi che possono essere molto eterogenei, in quanto generalmente di origine colluviale, cioè dovuti al trasporto da parte di un corso d'acqua sotto forma di materiale fangoso e masse detritiche arenacee tratte dalle colline circostanti e privo di classazione granulometrica. Il deposito è costituito prevalentemente da limi argillosi di colore marrone chiaro. Sulla base delle prove di laboratorio ed in situ realizzate nelle campagne di indagine geognostica già citate, si possono attribuire le seguenti caratteristiche fisico meccaniche.

Valori medi dei parametri geotecnici	Simbolo	Unità	Valore
Angolo di attrito efficace	φ'	°	30 ÷ 35
Coesione efficace	c'	kPa	0
Peso dell'unità di volume	γ	kN/m ³	17 ÷ 18

C1 → Cappellaccio di alterazione della formazione marnoso arenacea

Materiali superficiali sciolti derivanti dalla totale degradazione della massa rocciosa. Sono sedimenti prevalentemente coesivi costituiti da limi sabbioso-argillosi di colore nocciola che inglobano una frazione più o meno abbondante di clasti arenacei.

La porzione corticale di questi depositi ha subito un naturale trasporto con successiva risedimentazione ad opera di agenti gravitativi (colluvium) e ha una consistenza minore del prodotto di alterazione in posto (eluvium), soprattutto se raffrontata a quella del livello duro prossimo alla roccia facente parte del “cappellaccio” di alterazione.

Valori medi dei parametri geotecnici	Simbolo	Unità	Valore
Angolo di attrito efficace	φ'	°	30 ÷ 35
Coesione efficace	c'	kPa	0 ÷ 30
Peso dell'unità di volume	γ	kN/m ³	18 ÷ 20

C2 → Flysch litoide parzialmente alterato

Roccia flyschoide parzialmente alterata di colore marrone ocraceo, talora decementata, disarticolata e decompressa, in cui è comunque riconoscibile la struttura originaria ed in particolare l'andamento della stratificazione.

Valori medi dei parametri geotecnici	Simbolo	Unità	Valore
<i>Angolo di attrito efficace</i>	φ'	°	30 ÷ 35
<i>Coesione efficace</i>	c'	kPa	30 ÷ 40
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	kN/m ³	20 ÷ 22

C3 → Flysch litoide sano

Roccia flyschoide che da un punto di vista geotecnico può essere definita quasi integra, di colore tipicamente grigio che a volte in profondità diventa azzurro-blu; le arenarie si presenteranno compatte e ben cementate, le marne integre e tenaci.

Valori medi dei parametri geotecnici	Simbolo	Unità	Valore
<i>Angolo di attrito efficace</i>	φ'	°	35 ÷ 45
<i>Coesione efficace</i>	c'	kPa	50 ÷ 120
<i>Peso dell'unità di volume</i>	γ	kN/m ³	22 ÷ 24

13. Inquadramento Neotettonico

Da un punto di vista strutturale sia le aree marnoso-arenacee della provincia di Trieste che il Carso Triestino fanno parte di una vasta unità che, in accordo con le definizioni date da Ladislav Placer (1981), viene definita “Piattaforma di Comeno”.

Insieme ad altre due unità allungate in senso dinarico (la “Piattaforma di Capodistria” e la “Struttura embriciata della Ciceria”), la “Piattaforma di Comeno” compone un complesso parautoctono che risulta sovrascorso sull’autoctono istriano.

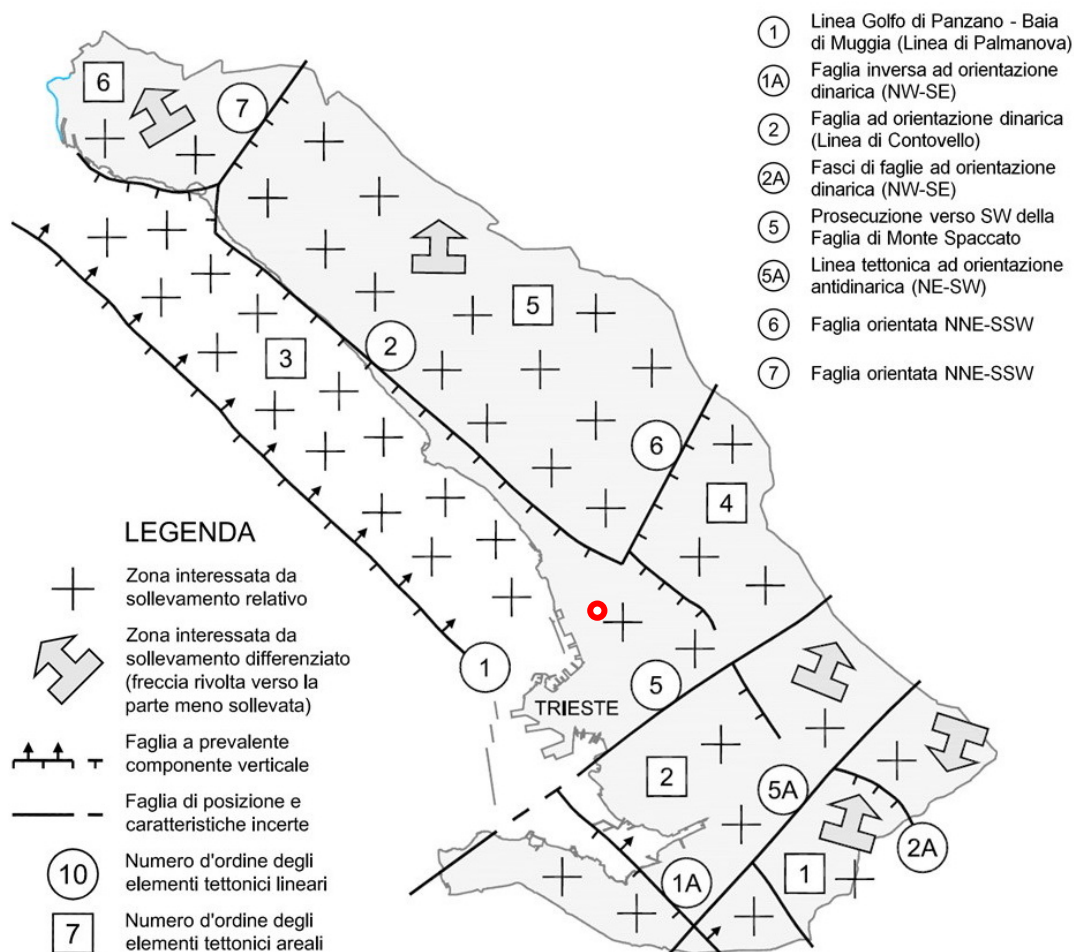
Nella Struttura embriciata della Ciceria va inserita anche la Val Rosandra, sebbene non sia ancora ben noto il ruolo delle linee tettoniche che interessano questa valle fluvio carsica.

13.1 Lineamenti Strutturali Attivi

Secondo studi condotti da G.B. Carulli e L. Carobene (1980), a scala regionale il sito è compreso in una zona interessata da un sistema di dislocazioni all’incirca ortogonali tra loro (1), (2) e (5) che delimitano un’area di sollevamento relativo accertato [3].

Le linee di dislocazione riportate in figura sono elementi strutturali plio-quaternari attivi riconosciuti in base ad analisi di carattere geofisico e compendiate in “Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia - Pubblicazione n. 356 del Progetto Finalizzato Geodinamica (C.N.R.) - Sottoprogetto Neotettonica”.

EVOLUZIONE PLIO-QUATERNARIA DELLA PROVINCIA DI TRIESTE



[da Giovanni Battista Carulli e Luigi Carobene (1980), ridisegnata]

Elemento strutturale (1)

Linea Golfo di Panzano - Baia di Muggia: faglia inversa ad asse dinarico (NW-SE) ed immersione NE, con marcato carattere di sovrascorrimento, la cui ubicazione in mare è stata dedotta dalla morfologia della roccia flyschoides sottostante alla coltre dei sedimenti marini recenti. Questo elemento sembra costituire la prosecuzione verso SE della cosiddetta «Linea di Palmanova».

Elemento strutturale (2)

Faglia a direzione dinarica (NW-SE), nota anche col nome di «Linea di Contovello», che segna il contatto tra calcari eocenici e flysch eocenico. Morfologicamente questo elemento si manifesta con una tipica e marcata contropendenza, che verso SE (Longera) assume le caratteristiche di una valle stretta e parallela al ciglione carsico.

Elemento strutturale (5)

Prosecuzione verso SW della faglia di Monte Spaccato, a probabile scorrimento orizzontale destrorso; questa linea presenta direzione antidinarica (NE-SW) ed è individuabile in base ad alcune evidenze morfologiche fra le quali i bruschi angoli nel corso del Torrente Longera e la netta sella fra il Monte Spaccato ed il Monte Calvo.

Le sopra citate linee tettoniche profonde, pur risultando attive, non influiscono sulla sismicità dell'area in quanto non attualmente interessate da sufficienti accumuli di energia elastica, come invece accade, ad esempio, nella parte più settentrionale del Friuli.

Recentemente D. Slejko, G.B. Carulli, J. Garcia ed M. Santulin hanno effettuato una Analisi Probabilistica della Pericolosità Sismica (PSHA) a Trieste applicando il metodo SSHAC (1997) riferito ad un periodo di ritorno T_R maggiore di 2475 anni, in modo da poter ipotizzare l'attivazione di tutte le sorgenti sismogenetiche (Considerations on the seismic design of critical facility in Trieste, GNGTS 2008).

Dalla pubblicazione emerge che agli elementi strutturali ⑤ “Monte Spaccato line” e ⑦ “Sistiana line”, se considerati continui e nel presupposto che in loro corrispondenza si verifichi una rottura di lunghezza pari ad 1/3 della loro estensione, sono associabili eventi sismici di magnitudo 6,4. All'elemento strutturale ① “Palmanova line”, tagliato dalle due linee precedenti, sono invece associabili eventi sismici di magnitudo 6,6.

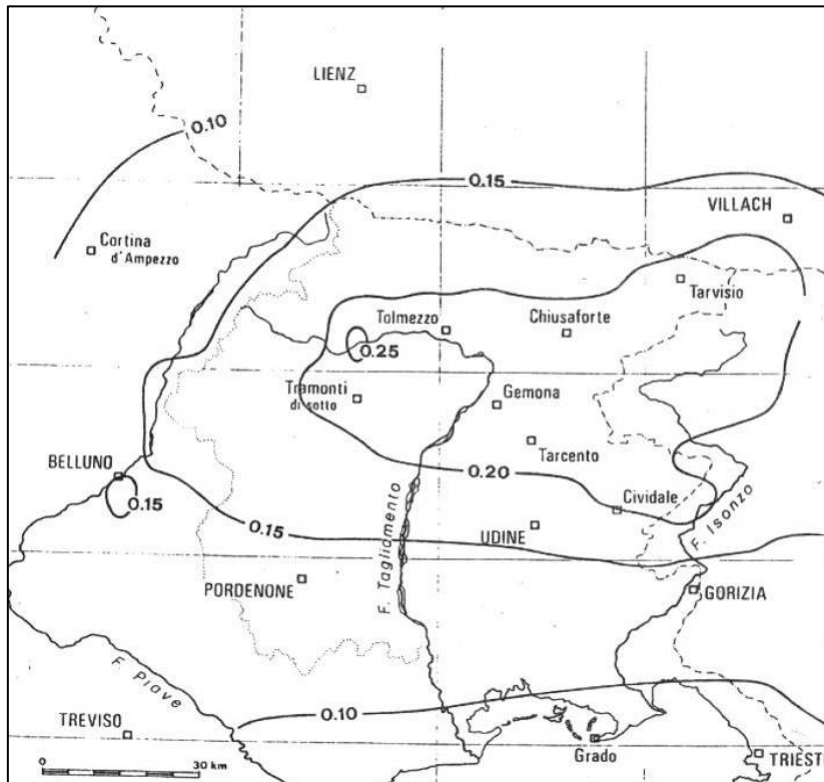
13.2 Geodinamica e sismicità dell'area

Profondi processi dislocativi della crosta terrestre hanno interessato l'intera area, prevalentemente nel periodo Pliocenico inferiore.

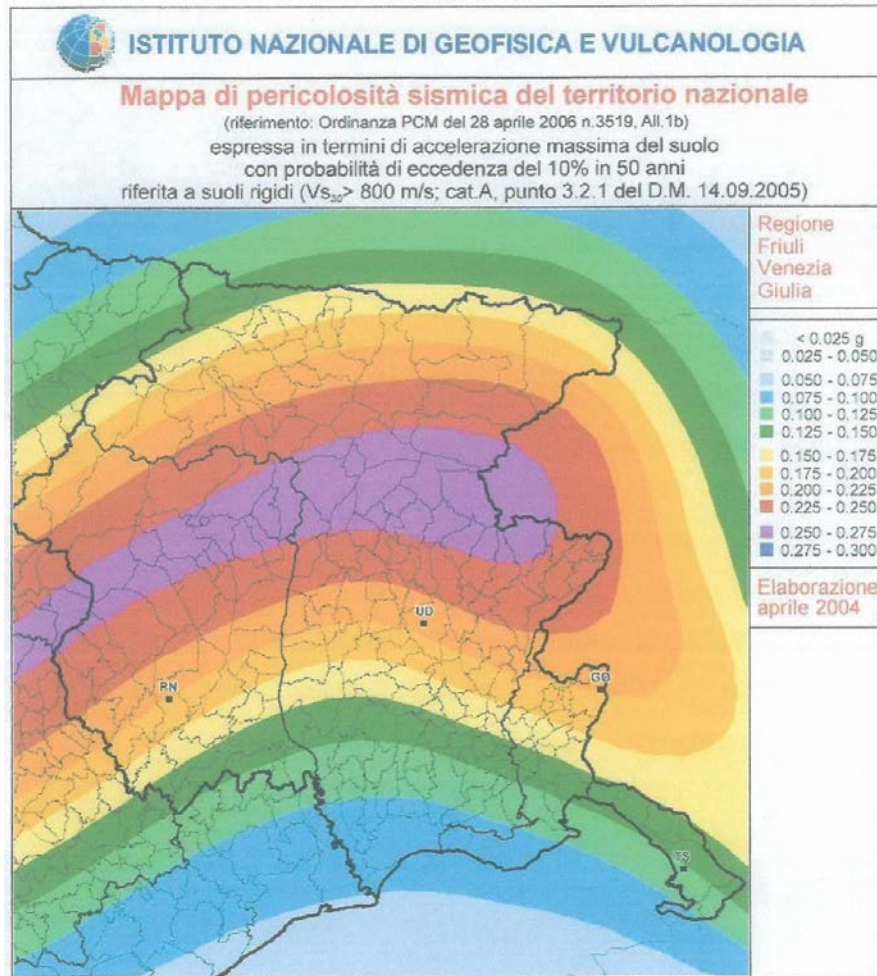
Il principale episodio sismico riferibile ad epoche attuali è quello del 1348 avente come epicentro Villaco con un'intensità XI (M.C.S.); in seguito si verificò nel 1511 un sisma che colpì le città di Idria e Gemona con intensità X (M.C.S.), Cividale con intensità IX (M.C.S.); nuovamente Villaco nel 1690 con intensità IX (M.C.S.), Tolmezzo nel 1794 con intensità IX (M.C.S.), Belluno con intensità X (M.C.S.), Verzegnis nel 1928 con intensità IX (M.C.S.), il Cansiglio nel 1936 con intensità IX (M.C.S.); da registrare infine gli eventi del 1976 che ebbero Gemona come epicentro ed aventi un'intensità pari a X (M.C.S.).

La prima delle mappe sotto riportate mostra le isolinee dei valori di accelerazione orizzontale massima con probabilità di non superamento del 70% in 100 anni ottenute con i programmi GRISK e successivi, mentre la seconda, elaborata nel 2004 dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mostra la mappa di pericolosità sismica del territorio espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi. Secondo la prima delle due mappe, sarebbe corretto assumere valori per accelerazioni orizzontali di inferiori a 0,10g, mentre con riferimento alla seconda mappa l'area è inserita in una fascia compresa tra 0,100 e 0,125g.

Il territorio comunale di Trieste, in base alla delibera Numero 845 del 6 maggio 2010, è classificato in zona 3 (Zona a bassa sismicità)



Mappa dell'accelerazione orizzontale massima (in g) prevista con probabilità di non superamento del 70% in 100 anni.

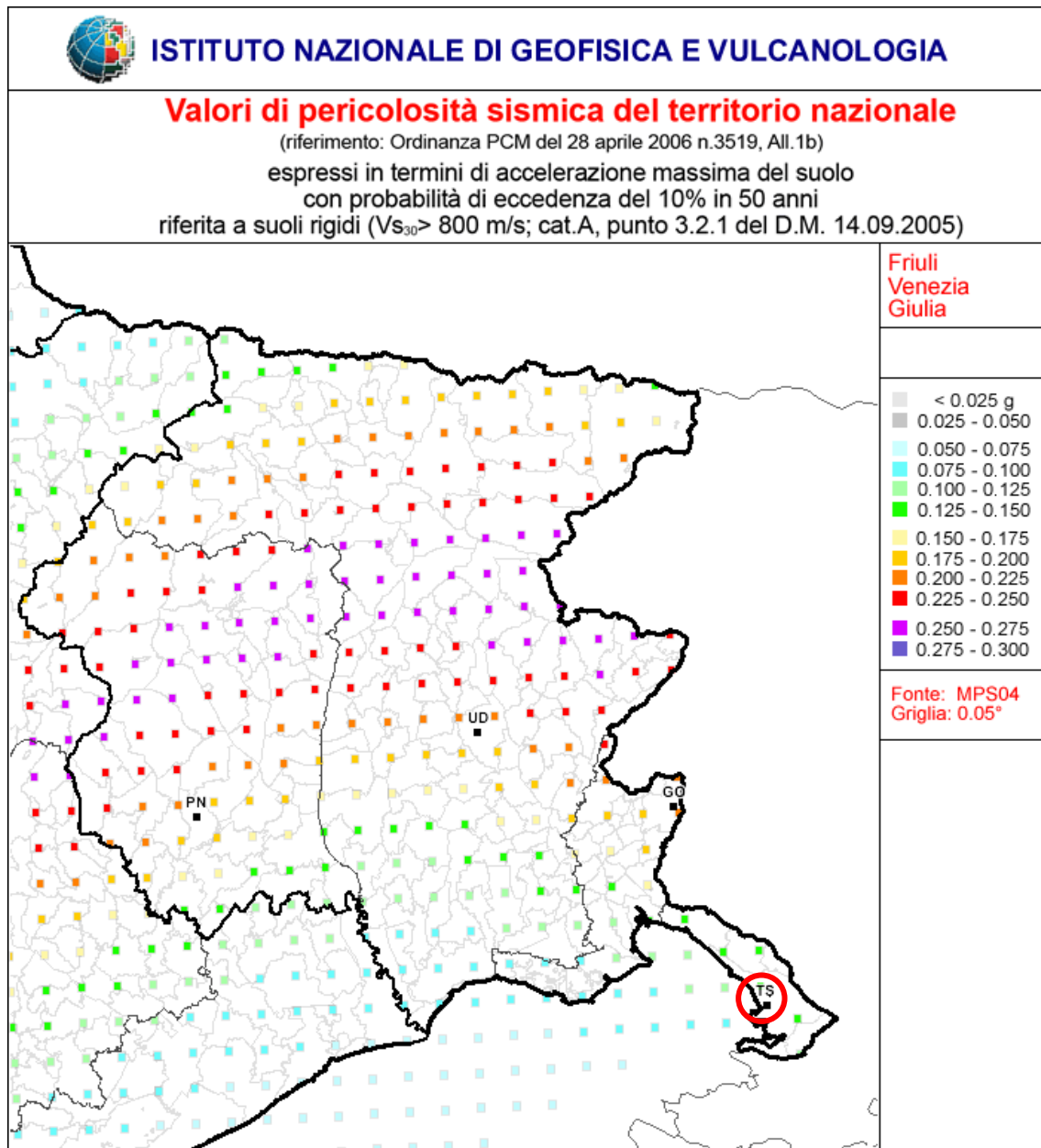


Ai sensi dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni), alle aree classificate in zona 3 compete un valore di accelerazione orizzontale pari a 0,15 g (vedi tabella)

- b) Ciascuna zona sarà individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema seguente:

zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Di seguito si riporta la mappa dei valori di pericolosità sismica del territorio nazionale relativa alla Regione Friuli Venezia Giulia ai sensi dell'ordinanza PCM n° 3519 del 28/04/2006. Per la zona in oggetto i nodi sismici mostrano valori di accelerazione massima del suolo (con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi) pari a 0,100 – 0.125g.



13.3 Storia sismica dell'area

Per quanto riguarda gli eventi pregressi, la storia sismica nell'area può essere desunta dal Database Macrosismico Italiano (DBMI) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che, a seguito del Progetto INGV-DPC S1, fornisce in rete i dati della pericolosità sismica in Italia.

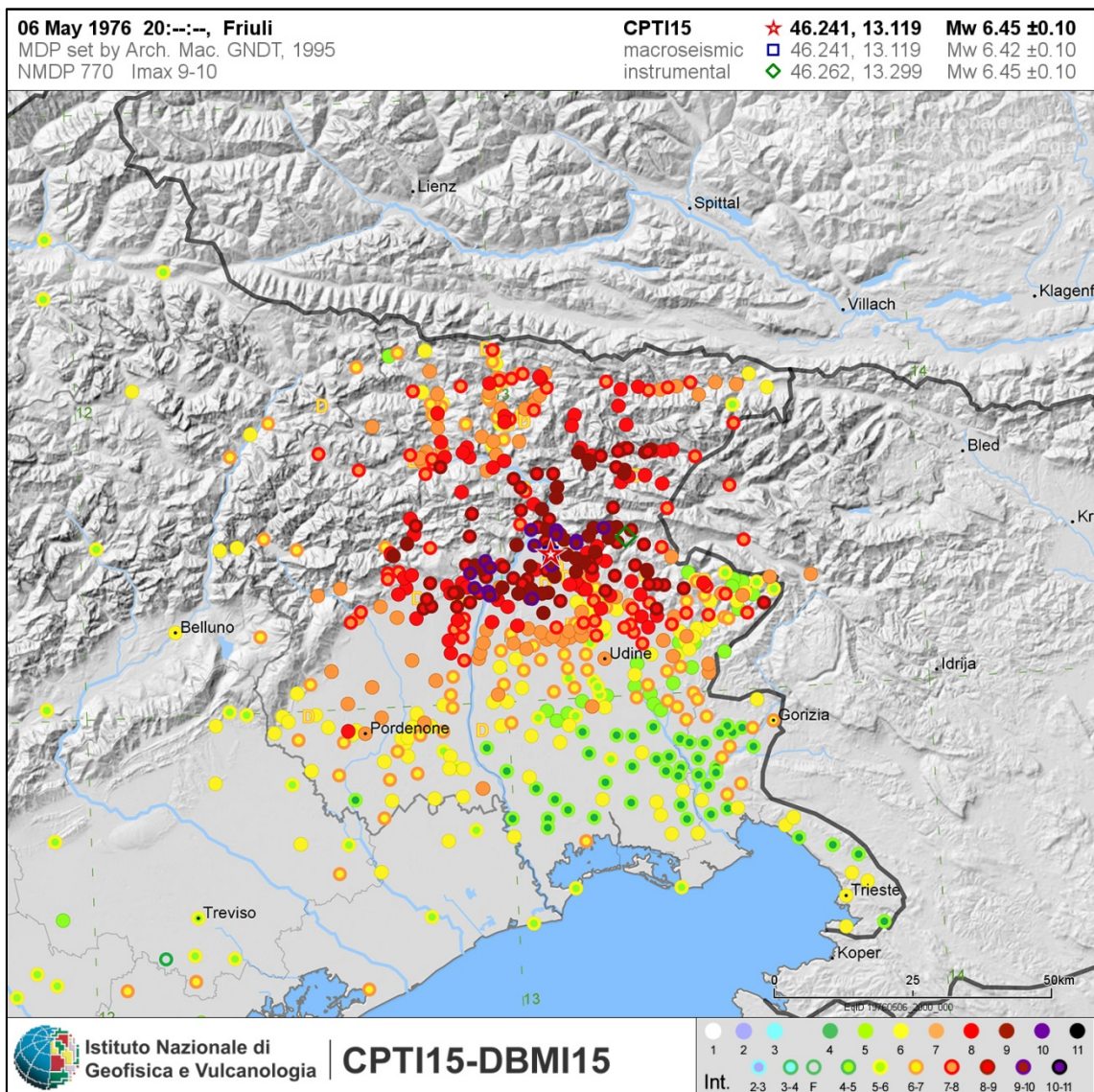
È disponibile su web all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15> la 4ª versione pubblica di questo database (DBMI15), che copre la finestra temporale 1000 ÷ 2014 e può essere liberamente utilizzata per scopi scientifici e tassativamente non a fini di lucro, citando la fonte di origine (come sopra indicato).

Il precedente DBMI11 conteneva 8607 MDP (Macroscopic Data Points), relativi a 1684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno della area CPTI (CPTI11); i dati erano riferiti a 15416 località, di cui 14150 in territorio italiano.

Il DBMI15 risulta quindi contenere 1192 terremoti in più rispetto a CPTI11.

Gran parte di questa differenza è sicuramente dovuta all'abbassamento delle soglie energetiche a intensità 5 e Mw 4.0, che ha causato l'ingresso di 757 terremoti non presenti in CPTI11.

A titolo di esempio, la figura sottostante è un plot del terremoto riportato nel DBMI15 del 6 maggio 1976 con i valori rilevati.



In Provincia di Trieste sono presenti le località IT_32009 Duino-Aurisina (Aurisina), IT_32026 Monrupino (Zolla), IT_32032 Muggia, IT_32054 San Dorligo della Valle ed IT_32084 Trieste.

Il database IT_32084 di Trieste viene riportato nelle pagine seguenti:

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Trieste				
PlaceID	IT_32084				
Coordinates (lat, lon)	45.650, 13.772				
Municipality (ISTAT 2015)	Trieste				
Province	Trieste				
Region	Friuli-Venezia Giulia				
No. of reported earthquakes	78				
Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
7	1511 03 26 15 30	Friuli-Slovenia	120	9	6,32
6	1690 12 04 14	Carinthia, Villach	60	8-9	6,16
5	1776 04 24 16 36	Costa croata settentrionale	3	7	5,1
4	1776 07 10	Prealpi Friulane	19	8-9	5,82
F	1781 04 04 21 20	Faentino	96	9-10	6,12
3	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5,66
NF	1788 10 20 21 10	Carnia	9	7-8	5,19
6	1794 06 07 00 45	Prealpi Friulane	19	8-9	5,96
F	1802 01 04	Slovenia	8		
F	1810 12 25 00 45	Pianura emiliana	33	6	5,06
4-5	1812 10 25 07	Pordenonese	34	7-8	5,62
4-5	1828 04 11 22 25	Appennino umbro-marchigiano	22	5-6	4,93
3-4	1840 08 27 12 05	Tuhinj Valley	49	7	5,28
4-5	1845 12 21 20 40	Ljubljana	5	5	4,16
F	1850 07 10 02 30	Slovenia nord-occidentale	9	5	4,64
4-5	1857 03 07	Stiria	13	6-7	5,21
3	1859 01 20 07 55	Prealpi Trevigiane	36	6	4,8
3	1860 07 19	Prealpi Trevigiane	10	6-7	4,92
3	1870 02 28 11 20	Rijeka	8	5	4,56
5	1870 03 01 20	Costa croata settentrionale	29	8	5,62
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
6	1873 06 29 03 58	Alpago Cansiglio	197	9-10	6,29
2-3	1875 03 17 23 51	Costa romagnola	144	8	5,74
F	1879 06 22 04 15	Friuli	16	5-6	4,74
3	1881 01 24 16 14	Bolognese	38	7	5,22
3	1881 02 12	Russi	13	5-6	4,69
2	1885 12 29	Alpago Cansiglio	47	6	4,96
2-3	1891 06 07 01 06 14.00	Valle d'Illasi	403	8-9	5,87
F	1892 06 23 23 20	Dolomiti Friulane	71	5-6	4,58

3	1893 10 27 16 31	Bellunese	54	5	4,42
5-6	1895 04 14 20 17 30.00	Ljubljana	810	8-9	5,98
F	1895 06 10 01 47	Prealpi Trevigiane	73	6	4,85
2-3	1895 08 09 17 38 20.00	Adriatico centrale	103	6	5,11
4	1897 07 15 05 53	Ljubljana	325	6-7	4,99
4	1898 02 20 04 57 26.00	Valli del Natisone	155	7	5,12
NF	1898 11 16	Garda occidentale	43	6	4,63
4	1901 10 30 14 49 58.00	Garda occidentale	289	7-8	5,44
2-3	1908 07 10 02 13 35.00	Carnia	119	7-8	5,31
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
4-5	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
5	1924 12 12 03 29	Carnia	78	7	5,42
7	1926 01 01 18 04 03.00	Carniola interna	63	7-8	5,72
4	1928 03 27 08 32	Carnia	359	9	6,02
3-4	1930 10 30 07 13	Senigallia	268	8	5,83
3	1931 12 25 11 41	Friuli	45	7	5,25
3	1934 05 04 13 56	Carnia	80	6	4,69
4	1934 06 08 03 16	Dolomiti Friulane	21	5-6	4,93
5	1934 11 30 02 58 23.00	Adriatico settentrionale	51	5	5,3
2-3	1935 06 05 11 48	Faentino	27	6	5,23
5	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
2-3	1939 07 10 16 27 53.00	Pordenonese	8	5	4,75
2	1943 07 24 01 44	Feltrino	29	7	5,07
3-4	1954 10 11 16 45 25.00	Friuli	36	6	4,76
4-5	1956 01 31 02 25 33.80	Carniola interna	7		5,03
3	1956 11 05 19 45	Carnia	27	6	5,04
3	1959 04 26 14 45	Carnia	122	7-8	5,21
4	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4,35
3-4	1963 08 09 06 05	Romagna	16	5	5,23
6-7	1964 03 18 16 43 20.79	Carso	2		4,36
NF	1967 12 09 03 09 56.00	Adriatico centrale	22		4,36
2	1968 06 22 12 21 37.00	Val Lagarina	27	6-7	4,74
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
3	1975 03 24 02 33 32.00	Carnia	24	5-6	4,51
6	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
6	1976 09 11 16 35 02.44	Friuli	40	7-8	5,6
7	1976 09 15 09 21 19.01	Friuli	54	8-9	5,95
4	1977 04 03 03 18 14.07	Friuli	25	5	4,51
4-5	1977 09 16 23 48 07.64	Friuli	94	6-7	5,26
3	1978 12 05 15 39 04.00	Romagna	34	4-5	4,61
3-4	1978 12 12 15 14 49.22	Dolomiti Friulane	56	5-6	4,35
3-4	1979 04 18 15 19 19.28	Friuli	72	6-7	4,66
F	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
2-3	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
4	1990 11 11 22 16 25.00	Slovenia occidentale	101	5-6	4,59

3	1992 02 21 20 50 32.40	Costa croata settentrionale	29	5-6	4,31
2-3	1998 03 13 15 14 56.40	Carniola interna	46		4,25
3	1998 08 31 02 32 05.00	Slovenia centrale	77		4,31
3-4	2004 07 12 13 04 06.00	Slovenia nord-occidentale	353		5,12

Glossario dei record DBMI15

I (MCS) : Intensità registrata al sito (scala Mercalli-Cancani-Sieberg)

Data : data e ora della registrazione

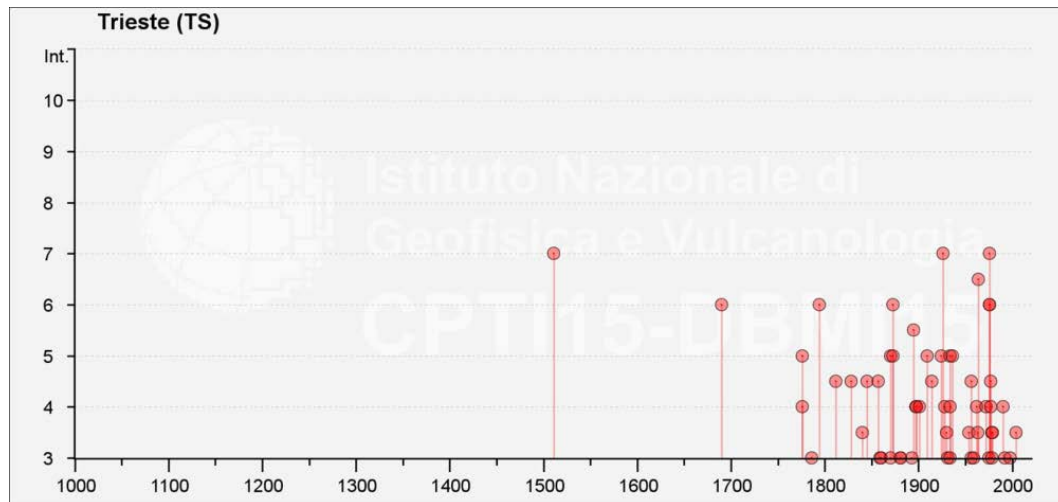
AX : denominazione dell'area epicentrale

NP : numero di osservazioni macrosismiche

I0 : Intensità epicentrale (scala Mercalli-Cancani-Sieberg)

MW : Magnitudo momento

Tutti i terremoti avvertiti con una certa intensità (sopra la soglia di $5 \div 6$ MCS) hanno un epicentro lontano più di 100 km dal Comune di Trieste e sono avvenuti lungo le principali direttrici sismotettoniche sudalpine (Bellunese, Alto Friuli) e dinariche (Slovenia). In base al DBMI15 il sito può quindi essere considerato un'area sismicamente tranquilla, sebbene circondata da regioni a medio-elevato carattere sismico e quindi con concreta possibilità di risentire a distanza di eventuali effetti tellurici, anche se con lievi conseguenze.



Intensità dei terremoti avvertiti a Trieste nella finestra temporale 1000 ÷ 2014

Il terremoto del 26 marzo 1511, con epicentro in Slovenia presso Idria, è oggi ritenuto il più forte evento sismico che abbia mai interessato la Regione F.V.G. (lo storico Vincenzo Scussa narra che Trieste fu travolta da uno tsunami che distrusse le banchine portuali). In seguito sono da segnalare i terremoti del 4 dicembre 1690, con epicentro a Villaco, del 7 giugno 1794, con epicentro a Tolmezzo, del 29 giugno 1873, con epicentro a Belluno, e del 14 aprile 1895, con epicentro vicino a Lubiana. Per quanto riguarda il XX secolo, si possono citare le scosse sismiche in Slovenia del 1 gennaio 1926, con epicentro presso Postumia, e del 18 marzo 1964, con epicentro presso Bisterza - Monte Nevoso.

La memoria recente, non solo locale, va tuttavia al tragico terremoto del 6 maggio 1976, che, con un'intensità epicentrale a Gemona di 10 MCS ed una magnitudo di 6,3 nella scala Richter, portò alla morte di quasi 1000 persone ed a 45000 senza tetto.

13.4 Terremoto di scenario

Lo studio dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia fornisce anche informazioni riguardanti la disaggregazione della pericolosità in termini di peak ground acceleration (PGA) riferita a substrati rigidi.

Tutti i dati sono accessibili e visualizzabili mediante mappe interattive di pericolosità sismica al sito web dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

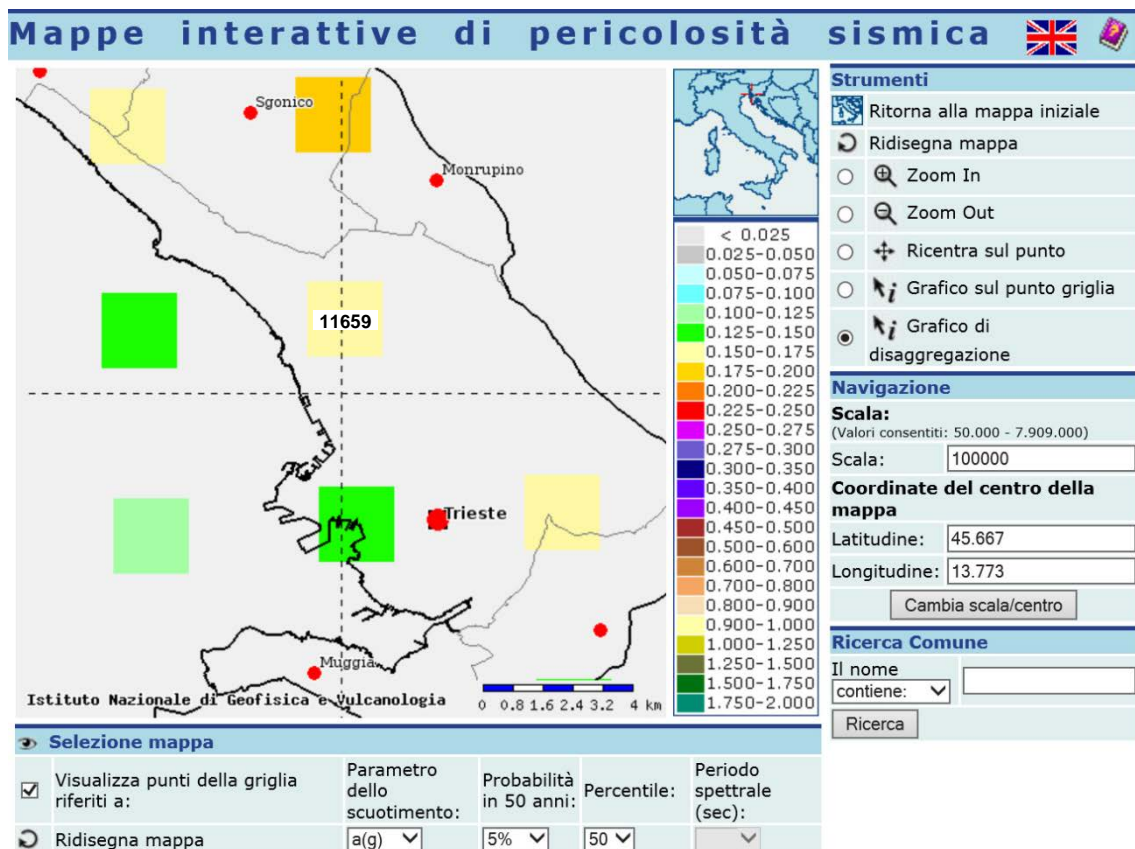
La disaggregazione (McGuire, 1995; Bazzurro and Cornell, 1999) è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito.

La disaggregazione bidimensionale in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario), inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito in oggetto che contribuisce maggiormente al seismic hazard del sito stesso.

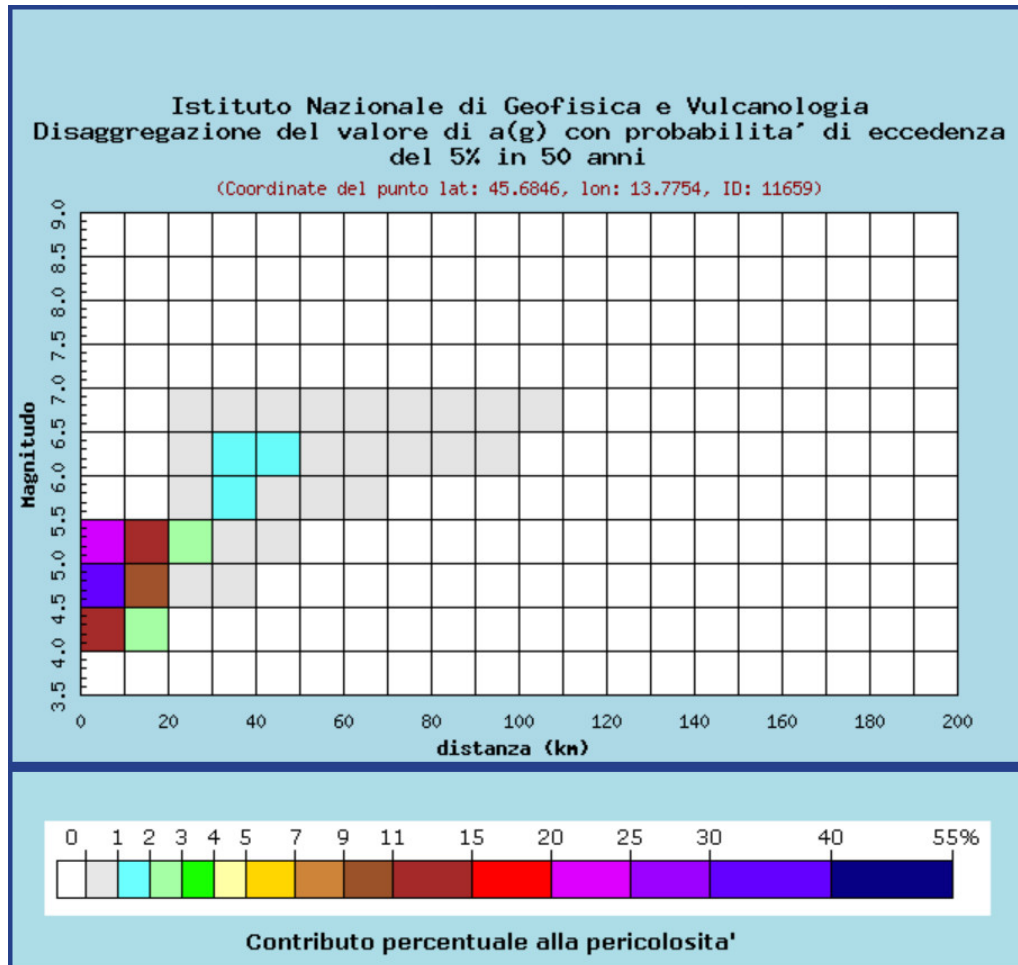
Analogamente è possibile definire la disaggregazione tridimensionale in M-R- ϵ , dove ϵ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R .

Nel nostro caso il nodo del reticolo di riferimento più vicino al fondo di intervento è quello con Codice Identificativo **ID 11659**, che dista 1938 m dalle coordinate ED50 considerate.

Non essendo possibile considerare un tempo di ritorno di 712 anni, la disaggregazione del valore dell'accelerazione orizzontale di picco viene eseguita per una probabilità di superamento del 5% in 50 anni ($T_R = 975$ anni, condizione più severa).



Di seguito vengono riportati tutti gli elaborati grafici necessari per definire i **parametri del terremoto di scenario**, cioè i valori medi della coppia Magnitudo (M) - Distanza (R) e relativa deviazione standard (ϵ) della sorgente che maggiormente contribuisce alla pericolosità sismica del sito ottenuti a seguito della disaggregazione della pericolosità.



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 5% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.6846, lon: 13.7754, ID: 11659)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	14.400	30.400	20.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.730	9.820	11.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.575	2.430	0.115	0.130	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.022	0.640	1.100	1.480	0.309	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.068	0.647	1.220	0.288	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.165	0.612	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.267	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.106	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Valori medi				
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000					
							Magnitudo	Distanza	Epsilon		
							4.960	11.000	1.200		

14. Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. Nelle NTC2018 la misura diretta di V_s è ancor più fortemente raccomandata che nelle NTC2008; per motivi economico-logistici si ricorre in genere a delle prospezioni simiche di tipo “non convenzionale” riconosciute idonee, ad esempio tecniche attive MASW o passive HVSR.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, sotto riportata, si può fare riferimento a un approccio semplificato.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
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 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (m/s):

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

h_i = spessore dell' i -esimo strato (m);

$V_{s,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato (m/s);

N = numero di strati;

H = profondità del substrato (m), definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Per fondazioni superficiali e muri di contenimento di terrapieni la profondità del substrato è riferita al piano di imposta dei manufatti, mentre nel caso di fondazioni su pali e muri di sostegno di terreni naturali è riferita alla testa delle opere.

Se $H > 30$ m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H = 30$ m nell'espressione [3.2.1] e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In base all'indagine sismica MASW allegata al termine della presente relazione, il terreno attribuibile al substrato sismico (-22,70 m dal p.c.), ha evidenziato un valore di $V_{s,eq}$ pari a 473 m/s, per cui **il sottosuolo del sito va ascritto alla categoria B.**

15. Pericolosità sismica

Allo stato attuale la pericolosità sismica di base su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it>).

Siccome è alquanto improbabile che un generico sito d'indagine ricada su uno dei 10751 nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri $p = f(a_g, F_o, T^*c)$ d'interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto devono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Per i valori di a_g , F_o e T^*c si fa ancora riferimento agli Allegati A e B al D.M. 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti (NTC2018, § 3.2).

Nell'intento di facilitare le operazioni di valutazione puntuale della pericolosità sismica, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha reso disponibile sul suo sito internet (<http://www.cslp.it/cslp/index.php>) il programma Spettri-NTC, giunto alla versione 1.03, che effettua tutte le operazioni di interpolazione sia geografica che temporale richieste per la valutazione dell'azione sismica.

Allo stesso fine, visto anche l'orientamento dei seminari di A.P.C., la maggior parte dei professionisti ricorre al software online Geostru-PS, che è sicuramente più pratico da utilizzare (http://www.geostru.com/geoapp/Parametri_Sismici.aspx).

Coordinate geografiche sessadecimali ED50 del sito:

Latitudine 45,667300°
Longitudine 13,772900°



Nodi del reticolo di riferimento

Sito 1 ID: 11658	Lat: 45,6848	Lon: 13,7040	Distanza: 5697,225
Sito 2 ID: 11659	Lat: 45,6846	Lon: 13,7754	Distanza: 1938,114
Sito 3 ID: 11881	Lat: 45,6346	Lon: 13,7752	Distanza: 3636,024
Sito 4 ID: 11880	Lat: 45,6348	Lon: 13,7038	Distanza: 6474,877

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tipo di costruzione 2 → opere ordinarie ($V_N = 50$ anni) Classe d'uso III ($C_U = 1,5$)

Periodo di riferimento per le azioni sismiche $V_R = V_N \times C_U = 75$ anni

Via n°

Comune Cap

Provincia

WGS84 (°)

Latitudine

Longitudine

Isole

(1)* Coordinate WGS84 (°)
 Latitudine Longitudine

(1)* Coordinate ED50 (°)
 Latitudine Longitudine

Classe dell'edificio

$C_U = 1.5$

Vita nominale
 (Opere provvisorie ≤ 10 , Opere ordinarie ≥ 50 , Grandi opere ≥ 100)

Interpolazione

Mappa ☒ Satellite

45.666411, 13.771943

☒ Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c [s]
Operatività (SLO)	45	0.041	2.570	0.229
Danno (SLD)	75	0.053	2.569	0.253
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.134	2.536	0.330
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0.170	2.578	0.343

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 75

CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI (av)Label

☐ Muri di sostegno ☐ Paratie

☒ Stabilità dei pendii e fondazioni

☐ Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss * Amplificazione stratigrafica	1.20	1.20	1.20	1.20
Cc * Coeff. funz categoria	1.48	1.45	1.37	1.36
St * Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.00

☐ Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.013	0.039	0.049
kv	0.005	0.006	0.019	0.024
Amax [m/s²]	0.486	0.626	1.580	2.000
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

(1)* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84.

(2)* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi GeoStru.

16. Sintesi e Conclusioni

- *L'area Stock è stata destinata alla realizzazione di due edifici, uno dedicato all'asilo e l'altro ad autorimessa su due livelli, di cui uno interrato; entrambi gli edifici hanno la copertura a verde.*
- *Sulla base del PRGC vigente le aree, dal punto di vista geologico, rientrano in classe ZG6.*
- *Tipo di costruzione 2 opere ordinarie ($VN = 50$ anni); Classe d'uso III ($CU = 1,5$).*
- *Periodo di riferimento per le azioni sismiche $VR = VN \times CU = 75$ anni.*
- *Il fondo ricade in un'area nel centro del rione di Roiano la cui morfologia è completamente obliterata dall'intervento antropico.*
- *Categoria topografica T1 - pendii con inclinazione media $i < 15^\circ$.*
- *La categoria di sottosuolo accertata con l'indagine sismica è la B.*
- *La stabilità dei materiali di copertura nei confronti della liquefazione (NTC2008, § 7.11.3.4.2) è avvalorata dal fatto che questi terreni non possono essere suscettibili a tale fenomeno in ragione del loro fuso granulometrico.*
- *La situazione stratigrafica locale, ricostruita sulla base dei numerosi sondaggi eseguiti nell'area, ha evidenziato la presenza di materiale alluvionale, derivate dagli apporti quaternari del rio Martesin, che sigillano il basamento roccioso flyshoide. I suddetti depositi aumentano come spessore all'interno dell'area da nord verso sud e da est verso ovest.*
- *Il progetto prevede la realizzazione di opere di contenimento degli scavi, per la realizzazione dei vani interrati, realizzata con micropali accostati verticali e pali/tirante inclinati. Per il dimensionamento delle suddette opere si rimanda alla relazione strutturale che la presente accompagna.*
- *Alla luce di quanto esposto, si ritiene di poter dichiarare la compatibilità del progetto con le caratteristiche geologiche e geotecniche del sito d'intervento; non sono infatti emersi fattori ostativi o criticità che possano relazionarsi con il contesto paesistico-ambientale, vincoli normativi, pericolosità sismica locale, peculiarità fisico-meccaniche dei terreni in posto, assetto geostrutturale o aspetti morfologici, idrologici ed idrogeologici del territorio.*
- *Si raccomanda ad ogni modo di interpellare lo scrivente qualora in fase esecutiva venisse evidenziata una situazione stratigrafica o giaciturale dell'ammasso roccioso che si discosti significativamente da quella descritta e/o aggravi il modello geologico previsto.*

INDICE

1.	GENERALITÀ.....	2
2.	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	3
3.	ELEMENTI DI PROGETTO.....	5
4.	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	7
5.	ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA	9
5.1	PIANO REGOLATORE	9
5.2	PIANO REGOLATORE E VINCOLI.....	11
6.	GEOMORFOLOGIA	13
7.	CATEGORIA TOPOGRAFICA	14
8.	IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA.....	15
9.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	19
10.	SITUAZIONE STRATIGRAFICA LOCALE	21
11.	CLASSIFICAZIONE LITOLOGICO-TECNICA DEL FLYSCH	23
12.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	24
13.	INQUADRAMENTO NEOTETTONICO.....	26
13.1	LINEAMENTI STRUTTURALI ATTIVI	26
13.2	GEODINAMICA E SISMICITÀ DELL'AREA	28
13.3	STORIA SISMICA DELL'AREA.....	31
13.4	TERREMOTO DI SCENARIO.....	35
14.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	37
15.	PERICOLOSITÀ SISMICA.....	38
16.	SINTESI E CONCLUSIONI	40
17.	INDAGINE SISMICA	42
18.	INDAGINI ITALSPURGHİ ECOLOGIA S.R.L.....	47
19.	INDAGINI MECASOL S.R.L.	51

17. Indagine sismica

Metodologia

L'analisi delle caratteristiche di un segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione ha messo in luce che la quasi totalità dell'energia si propaga tramite onde S; nonostante ciò a seguito della facile trattazione analitica delle onde P, in passato si è preferito concentrarsi su questo tipo di onde, finendo per considerare le onde S come un disturbo. Studi recenti hanno invece consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante le più diffuse tecniche MASW-SASW, HS, HVSr e REMI viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale.

In questo dominio, detto dominio trasformato, la separazione tra il segnale delle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, risulta decisamente semplificata.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde. La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta curva di dispersione, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La curva, facilmente estraibile dallo spettro del segnale, è approssimativamente posizionata sui massimi del valore assoluto dello spettro.

Dal confronto della curva di dispersione sperimentale con quella relativa ad un modello sintetico, che verrà successivamente adattato in base alle differenze tra le due curve, si procede per approssimazioni successive fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale coincidente con la curva sperimentale. Questa fase di interpretazione è comunemente detta inversione.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione solo matematicamente più precisa, ma spesso non coincidente con la reale sequenza sismostratigrafica.

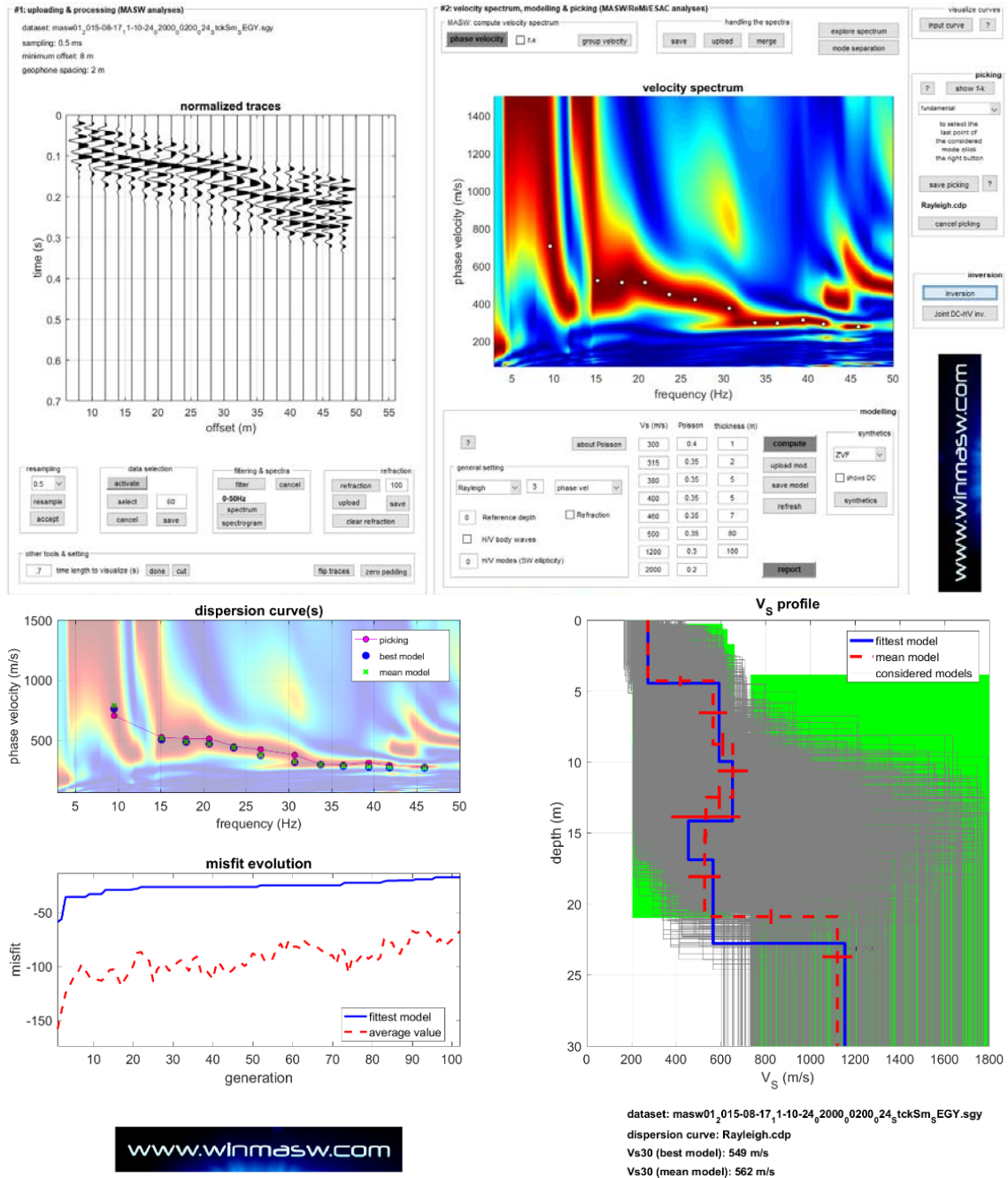
Acquisizione dati

Sono stati rielaborati, secondo quanto richiesto dalle NTC 2018, i dati dell'indagine MASW eseguita dal dott. geol. Stefano Davini per la stesura della "Relazione geologica di progetto di integrazione delle indagini ai fini progettuali ed antisismici finalizzata alla riconversione dell'ex Comprensorio Industriale Stock UMI 4 e 5 ed alla riqualificazione della sede della Polstrada", datata agosto 2015.

Elaborazione dei dati

L'analisi dei dati si è fondata sulla definizione di un modello stratigrafico iniziale in prima istanza ottimizzato sulla curva base di risposta delle componenti di Rayleigh.

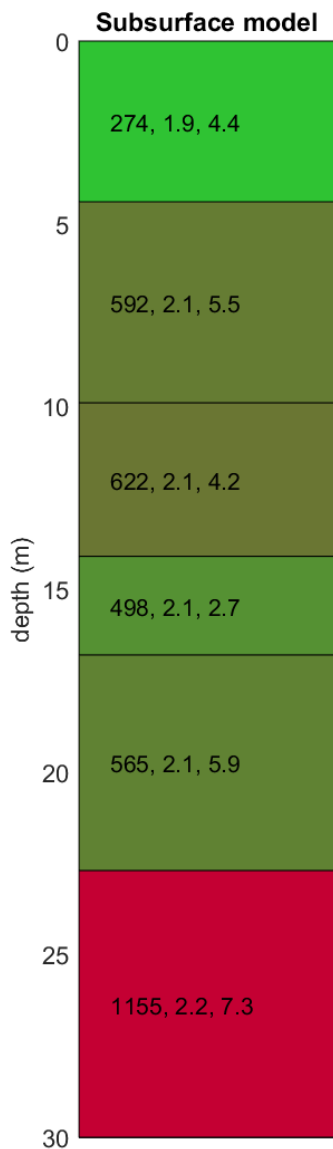
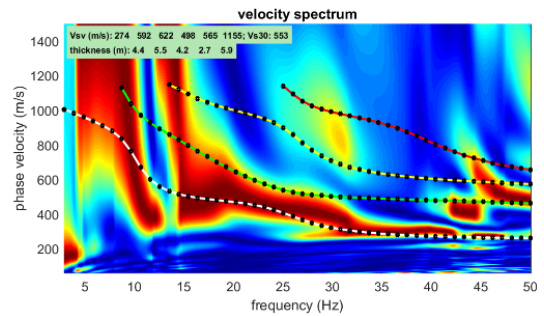
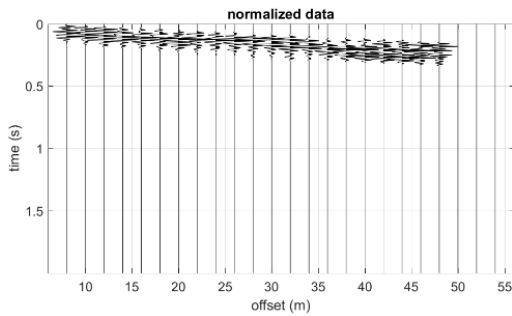
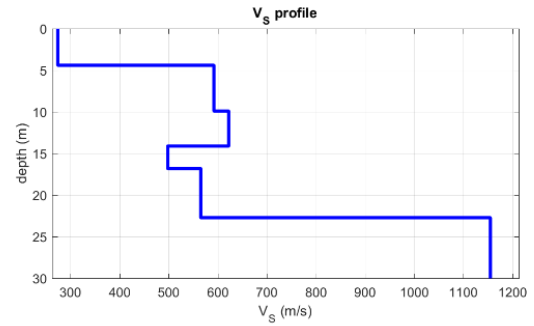
Dal modello iniziale si è quindi proceduto all'ottimizzazione della sequenza sismostratigrafica.



Elaborazione iniziale dei dati

Nel diagramma sottostante viene quindi indicata la sequenza stratigrafica tipica basata sul fitting ottimizzato del modello.

www.winmasw.com



V_s density thickness

(m/s) (gr/cm³) (m)

Sequenza sismostratigrafica Masw01*Subsurface model*

Shear-wave velocities (m/s): 274 592 622 498 565 1155

Thicknesses (m): 4.4, 5.5, 4.2, 2.7, 5.9 ∞

La sequenza mette in evidenza una limitata inversione di velocità intorno a 15m, con riduzione molto limitata, che può naturalmente verificarsi nell'ambito della stessa tipologia litologica del sottosuolo.

In fase di valutazione dei dati le leggere variazioni sono perciò da ritenersi ininfluenti ai fini di un'eventuale amplificazione degli effetti di un sisma.

La sequenza mette quindi in evidenza una omogeneità sufficiente della colonna stratigrafica che, in base alle NTC 18, vigenti al momento dei rilievi, consente un approccio semplificato dell'analisi di risposta sismica locale.

Calcolo di $V_{s,eq}$

Con il D.M. 17/01/2018 è stata aggiornata la normativa sismica del D.M. 14/01/2008, che attribuisce alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo.

Il decreto propone l'adeguamento del precedente un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica della sequenza stratigrafica dei terreni da edificare; sono così state ridefinite le cinque tipologie base di terreni (A - B - C - D - E), mentre sono state abolite le due speciali (S1 e S2), la cui definizione era, in precedenza, in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

In particolare la nuova classificazione è basata sui valori assunti dal parametro $V_{s,eq}$, definito dalla formula:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

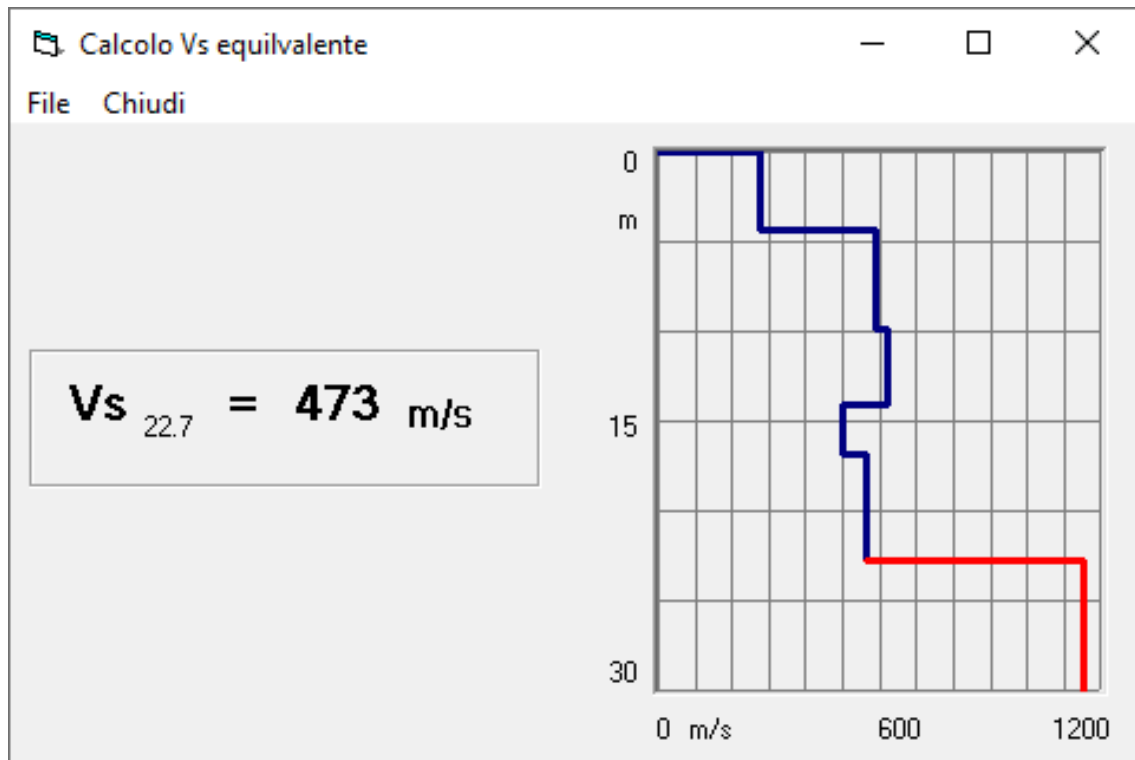
dove: N=numero di strati

h_i = spessore dell'i esimo strato

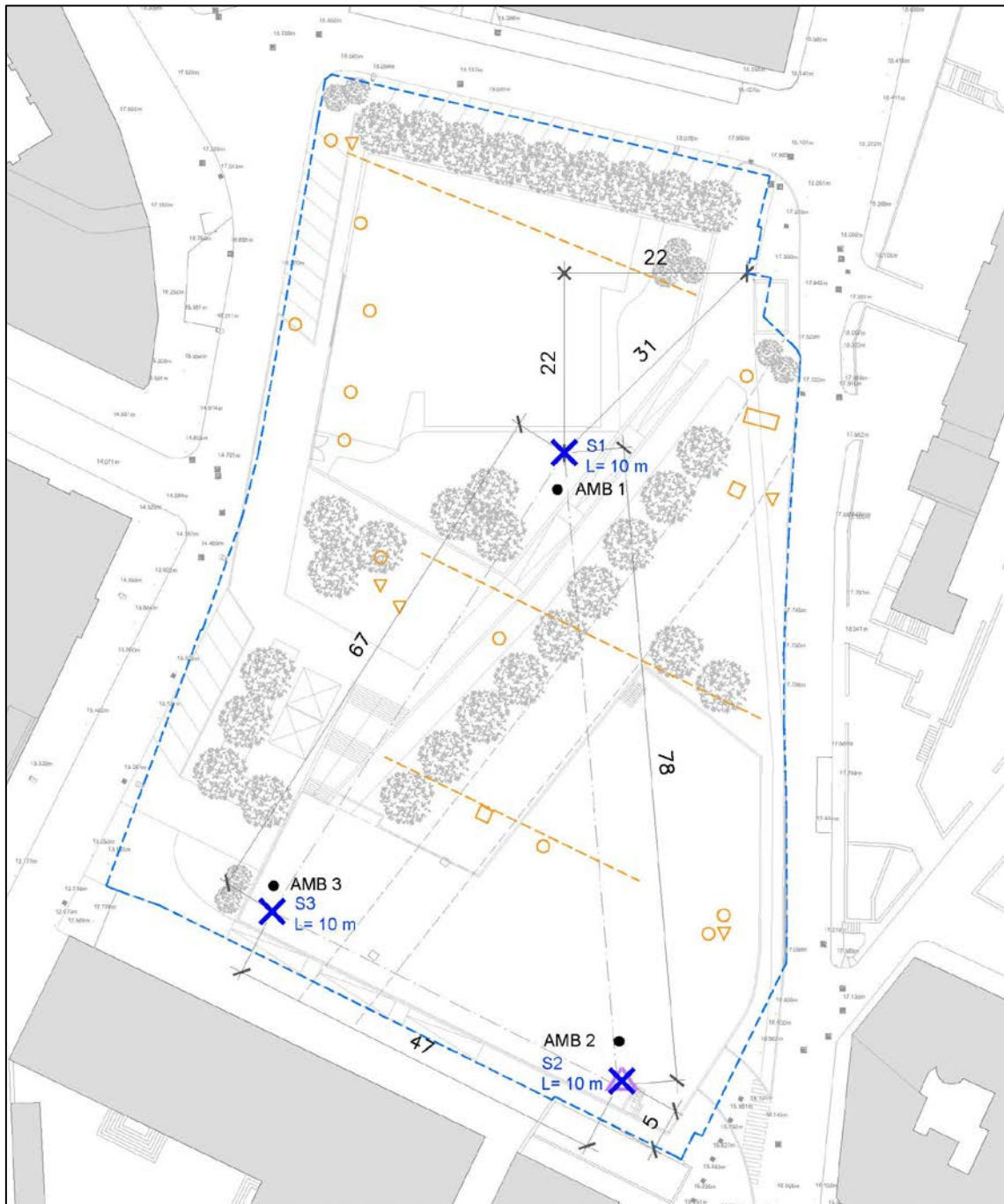
$V_{s,i}$ = velocità delle onde S nel corrispondente i esimo strato

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s.

Il calcolo del parametro per la sequenza stratigrafica in oggetto, che presenta il livello attribuibile al substrato sismico alla profondità di 22,70 m, ha evidenziato un valore $V_{s,eq}$ = 473 m/s, che determina l'ascrizione della zona alla categoria B.



18. Indagini Italspurghi Ecologia S.r.l.




Ubicazione punti di indagine Italspurghi Ecologia S.r.l.

SONDA: PUNTEL PX1000

2.30

3.00	Prova Lefranc carico variabile sotto falda. Permeabilità: 5.6 E-6 m/sec
------	---

 ITALSPURGHIECOLOGIA	COMMITTENTE: OMNIA COSTRUZIONI S.R.L. PROGETTO: RICONVERSIONE EX CASERMA LOCALITA': ROIANO - TRIESTE (TS) UBICAZIONE: PLANIMETRIA ALLEGATA	Sondaggio: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">S02</div> Foglio: 1 File: C:\...S01.cdr
SUPERVISORE: dott. geol. Roberto Chiappini	SONDA: PUNTEL PX1000	

Data	Tipo e altre analisi Rilevamenti	Prof. relativa m	Prof. assoluta m	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Percorso sondaggio	Manovre	R.Q.D. %	Campioni		Standard Penetration Test				Pondus Penetrometer Kg/cm ²	Valore Test Kg/cm ²	Livello falda	Piazzamento	Prove dilatometriche	Note		
									Disturbati	Indisturbati	N. Colpi			N. S.P.T.							Puntagente Punta Dilata	Lunghezza Punta Dilata
											0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm									

Giugno 2019		Semplifica 101 mm		Diam. 127 mm		Doppio TGS 101 mm = Diam.															
0.00	0.00																				
1.00																					
2.00	2.00																				
3.00																					
3.60																					
4.00																					
5.00																					
6.00																					
7.00																					
7.40																					
8.00																					
9.00																					
10.00	10.00																				
11.00																					
12.00																					
13.00																					
14.00																					
15.00																					

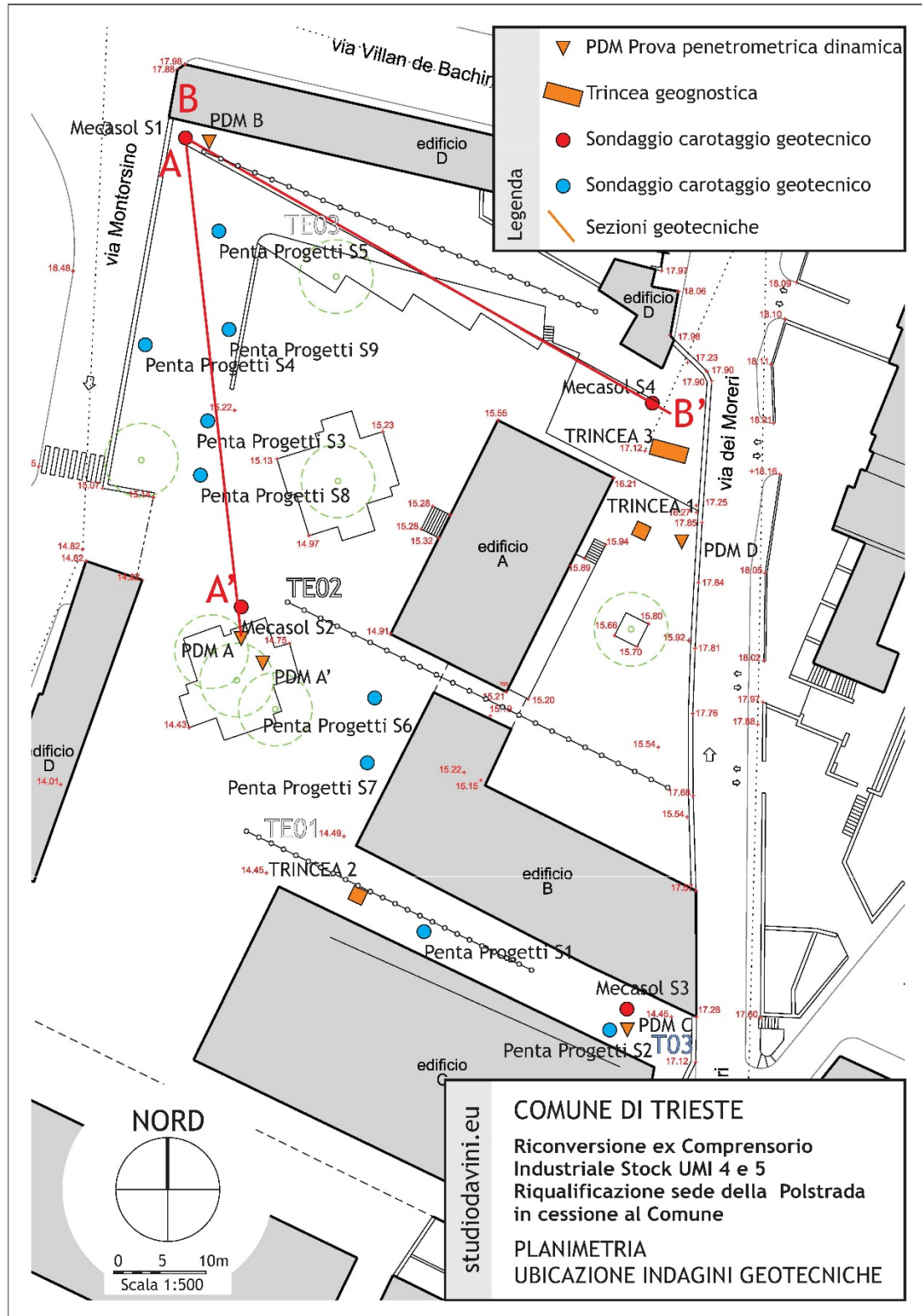
1.50 1.47	5	6	7	13	●	/													
3.00 2.98	18	40	R		●	/													

SUPERVISORE: dott. geol. Roberto Chiappini

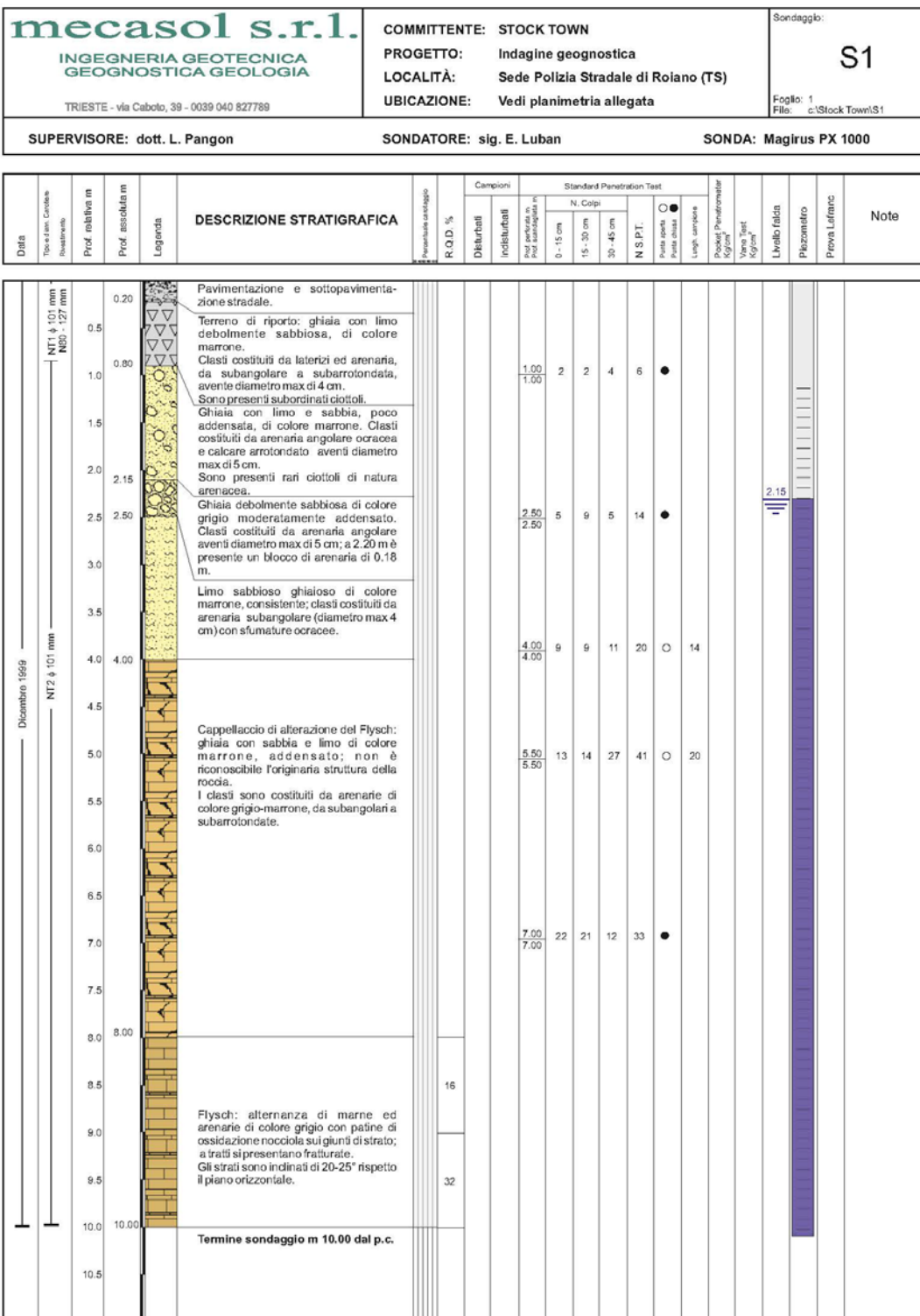
SONDA: PUNTEL PX1000

4.10

19. Indagini Mecasol S.r.l.



In Rosso - Ubicazione punti di Indagine Mecasol S.r.l.



mecasol s.r.l. INGEGNERIA GEOTECNICA GEOGNOSTICA GEOLOGIA TRIESTE - via Caboto, 39 - 0039 040 827789	COMMITTENTE: STOCK TOWN PROGETTO: Indagine geognostica LOCALITÀ: Sede Polizia Stradale di Roiano (TS) UBICAZIONE: Vedi planimetria allegata	Sondaggio: S2 Foglio: 1 File: c:\Stock Town\S2
	SUPERVISORE: dott. L. Pangon SONDATORE: sig. E. Luban SONDA: Magirus PX 1000	

Data	Tore e dim. Cavo Riduzione	Prof. relativa m	Prof. assoluta m	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pendenza sondaggio R.Q.D. %	Campioni Disturbi Indisturbi	Prof. perforata in Prof. sondaggio in	Standard Penetration Test			N. colpi	N. S.P.T.	Punte aperta Punte chiusa	Lunghezza campione	Prodotto Penetratore Kg/cm²	Vento Test Kg/cm²	Livello falda	Piezometro	Prova Luffman	Note
					Pavimentazione e sottopavimentazione stradale.																
					Ghiaia con limo e sabbia di colore marrone. Clasti costituiti da arenaria e calcare, da arrotondati a subarrotondati, aventi diametro max di 3 cm.																
					Ghiaia e ciottoli di arenaria grigia con calcite; a 2.70 m ciottolo di 18 cm di																
					Sabbia con limo argillosi di colore marrone; è presente rara ghiaia con clasti costituiti da arenaria ocracea subangolare (diametro max 5 cm).																
					Da 8.60 m a 9.00 m: limo argilloso con sabbia e ghiaia di colore verde-grigio.																
					Cappellaccio di alterazione del Flysch: Ghiaia con sabbia e limo di colore marrone; non è riconoscibile l'originale struttura della roccia. I clasti sono costituiti da arenarie di colore grigio-marrone, da subangolari a subarrotondate.																
					Flysch: alternanza di marne ed arenarie di colore grigio con patine di ossidazione nocciola sui giunti di strato; A tratti si presentano fratture. Gli strati sono inclinati di 20-25° rispetto il piano orizzontale.	13															

Termine sondaggio m 11.00 dal p.c.

mecasol s.r.l. INGEGNERIA GEOTECNICA GEOGNOSTICA GEOLOGIA TRIESTE - via Caboto, 39 - 0039 040 827789		COMMITTENTE: STOCK TOWN PROGETTO: Indagine geognostica LOCALITÀ: Sede Polizia Stradale di Roiano (TS) UBICAZIONE: Vedi planimetria allegata		Sondaggio: S3 Foglio: 1 File: c:\Stock Town\S3	
SUPERVISORE: dott. L. Pangon		SONDATORE: sig. E. Luban		SONDA: Magirus PX 1000	

Data	Tiro e dati Cessione Ristrutturato	Prof. relativa m	Prof. assoluta m	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pendenza sondaggio R.Q.D. %	Campioni		Standard Penetration Test			N. colpi	N.S.P.T.	Punte aperte Punte chiuse	Lunghezza campione	Prodotto Penetratore Kg/cm²	Vento Test Kg/cm²	Livello falda	Piezometro	Prova Luffman	Note
							Disturbati	Indisturbati	N. colpi												
									0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm										
					Pavimentazione e sottopavimentazione stradale.																
					Terreno di riporto: ghiaia con limo debolmente sabbiosa di colore marrone. Clasti angolari costituiti da calcare avente diametro max di 5 cm.																
					Limo argilloso debolmente sabbioso di colore verde-marrone, molto consistente.																
					Ghiaia con limo e sabbia di colore marrone. Clasti costituiti da arenaria angolare ocrea e calcare arrotondato aventi diametro max di 5 cm. Sono presenti rari ciottoli di natura arenacea.																
					Cappellaccio di alterazione del Flysch: Ghiaia con sabbia e limo di colore marrone; non è riconoscibile l'originale struttura della roccia. I clasti sono costituiti da arenarie di colore grigio-marrone, da subangolari a subarrotondate.																
					Flysch: alternanza di marne ed arenarie di colore grigio con patine di ossidazione nocciola sui giunti di strato; Atratti si presentano fratture. Gli strati sono inclinati di 20-25° rispetto il piano orizzontale.																
					Termine sondaggio m 5.50 dal p.c.																

mecasol s.r.l. INGEGNERIA GEOTECNICA GEOGNOSTICA GEOLOGIA TRIESTE - via Caboto, 39 - 0039 040 827789		COMMITTENTE: STOCK TOWN PROGETTO: Indagine geognostica LOCALITÀ: Sede Polizia Stradale di Roiano (TS) UBICAZIONE: Vedi planimetria allegata		Sondaggio: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">S4</div> Foglio: 1 File: c:\Stock Town\S4	
SUPERVISORE: dott. L. Pangon		SONDATORE: sig. E. Luban		SONDA: Magirus PX 1000	

Data	Tore e dati Censura Riduzione	Prof. relativa m	Prof. assoluta m	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Pendenza sondaggio	R.Q.D. %	Campioni	Standard Penetration Test	N. Colpi	N. S.P.T.	Punte aperte	Punte chiuse	Lunghe - complete	Pocket Penetrometer Kg/cm²	Vane Test Kg/cm²	Livello falda	Piezometro	Prova Lefranc	Note	
					Pavimentazione e sottopavimentazione stradale. Terreno di riporto di colore marrone; ghiaia con limo debolmente sabbiosa. Classi angolari costituiti da calcare avente diametro max di 5 cm. Limo argilloso debolmente sabbioso di colore verde-marrone, molto consistente. Ceppellaccio di alterazione del Flysch: Ghiaia con sabbia e limo di colore marrone; non è riconoscibile l'originale struttura della roccia. I clasti sono costituiti da arenarie di colore grigio-marrone, da subangolari a subarrotondate. Flysch: alternanza di marne ed arenarie di colore grigio con patine di ossidazione nocciola sui giunti di strato; Atratti si presentano fratture. Gli strati sono inclinati di 20-25° rispetto il piano orizzontale.					1.00 1.00	7	9	16	25	●						
							14														
							0														
							69														
					Termine sondaggio m 5.00 dal p.c.																