

---

## Doc. GE-01

# RELAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA

ai sensi del D.M. 17/01/2018 (R1) e della DGR IX/2616/2011 (R3)

- Caratterizzazione e modellazione geologica del sito
- Sismicità
- Indagini geognostiche
- Risposta sismica del sito
- Compatibilità dell'intervento di progetto con le risultanze dello Studio Geologico Comunale e con le normative geologiche di fattibilità, di vincolo e di Pericolosità sismica.

---

## Piano di Lottizzazione "Campagnoli AdT 12 – U.M.I.2

---

**COMUNE DI LONATO DEL GARDA**

Provincia di Brescia

Committente:

**Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., Rambaldini Loretta, SGH S.r.l.**

---

*Il Tecnico*

*Dott. Geol. Damiano Scalvini*

---

*Lonato del Garda, 07/07/2021*

## Sommario

1.	PREMESSA .....	3
1.1.	Esame delle norme di fattibilità e di vincolo vigenti sull'area.....	4
1.2.	Metodologia di lavoro .....	5
2.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....	8
2.1.	Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale.....	8
2.2.	Inquadramento di dettaglio del sito – Modello Geologico del sito .....	12
3.	SISMICITA' .....	14
3.1.	Tettonica regionale e locale.....	14
3.2.	Sismicità storica.....	15
3.3.	Normativa sismica vigente e valori di $a_g$ .....	16
4.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO .....	18
4.1.	Scavi esplorativi.....	18
4.2.	Prove penetrometriche SCPT.....	19
4.3.	Sondaggi geognostici.....	20
4.4.	Pozzi .....	21
4.5.	Dati sismostratigrafici - Indagine sismica MASW.....	22
4.6.	Permeabilità del sito .....	22
5.	PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO E GEOFISICO DEL SITO .....	24
6.	RISPOSTA SISMICA LOCALE - Metodo semplificato e Analisi di 1° e 2° livello.....	26
6.1.	Scenario di Pericolosità Sismica Locale, Categoria di Sottosuolo e Categoria Topografica .....	27
6.1.1.	Categoria di Sottosuolo –Effetti di Amplificazione Litologica - Analisi di 1° Livello e Approfondimento Sismico Analisi di 2° Livello.....	27
6.1.2.	Categoria Topografica.....	27
6.2.	Pericolosità Sismica del Sito - Parametri sismici di riferimento per la definizione dell'Azione Sismica (Metodo semplificato).....	28
6.3.	Stabilità nei confronti della liquefazione – Esclusione della verifica a liquefazione .....	30
6.4.	Stabilità dei pendii.....	31
7.	RACCOMANDAZIONI .....	32
8.	OPERAZIONI DI SCAVO .....	33
8.1.	Modalità esecutive degli scavi in condizioni di sicurezza – Interventi di impermeabilizzazione e drenaggio.....	33
8.2.	Linee guida generali di utilizzo del materiale escavato.....	33
9.	COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO DI PROGETTO CON LE RISULTANZE DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE E CON LE NORMATIVE GEOLOGICHE DI FATTIBILITÀ, DI VINCOLO E DI PERICOLOSITÀ SISMICA .....	39

---

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

## 1. PREMESSA

Per conto di Lorenzi Antonio e Giovanni S.S., Rambaldini Loretta e SGH S.r.l., su incarico di Architettura & Urbanistica SIGURTA' è stato richiesto uno **studio geologico di fattibilità** relativo all' **"AMBITO DI TRASFORMAZIONE A.d.T. 12 – UMI2"** a Lonato del Garda (BS) su area identificata in mappa al foglio 54 mappali, 22, 24p, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 93 (Umi2), Comune Censuario di Lonato del Garda (BS)

Con **D.G.R. X/2129/14** la Regione Lombardia ha approvato un **"Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia"** (L.R. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)", che recepisce definitivamente la classificazione dell'OPCM 3519/2006 e che è entrato in vigore a partire dal 10 Aprile 2016.

La recente **L.R. 33 del 12/10/2015** definisce le **"Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"** e di fatto trasferisce ai comuni, singoli o associati, numerose funzioni prima assegnate alla Regione (di cui agli art. 61, 90 comma 2, 93 comma 1, 94 comma 1, 96, 97, 99, 100 e 104 del D.P.R. 380/2001) ed in particolare inerenti **"Norme per le costruzioni in zone sismiche"** e **"Vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche"**; essa è definitivamente entrata in vigore con la pubblicazione della **D.G.R. 10/5001 del 30/03/2016** **"Approvazione delle Linee di indirizzo e coordinamento per l'esercizio delle funzioni trasferite ai Comuni in materia sismica (artt.3, comma 1 e 13, comma 1, della l.r. 33/2015)"**, sul B.U. di Regione Lombardia del 07 Aprile 2016.

Ciò comporta, tra l'altro, specifiche prescrizioni nella redazione degli elaborati tecnici a corredo dei progetti e, in zona sismica 2 (ai sensi del DPR 380/2001 come modificato dalla L. 55 del 14/06/2019), l'obbligo di acquisire **l'Autorizzazione Sismica di cui all'Art.8 comma 1 della L.R. 33/2015**, da rilasciare a carico dei Comuni o della Regione entro 60 gg dalla data di protocollo (fatto salvo il ricorso da parte del comune al parere regionale) o **l'Attestazione di avvenuto Deposito di cui all'Art.7 comma 1 della L.R. 33/2015**, da rilasciare a carico dei Comuni all'atto del deposito stesso.

Si rimanda al Progettista la classificazione della tipologia di intervento **ai sensi dell'art. 94 bis del D.P.R 380/2001 e s.m.i.** e la conseguente idonea applicazione degli adempimenti richiesti dalla L.R. 33/2015.

Si segnala infine l'entrata in vigore della **D.G.R. X/6738 del 19 Giugno 2017** **"Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano gestione dei rischi di alluvione (PGRA) nel settore urbanistico e di pianificazione dell'emergenza ai sensi dell'art.58 delle norme di attuazione del piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) del bacino del fiume Po così come integrate dalla variante adottata in data 7 Dicembre 2016 con deliberazione n.5 del comitato istituzionale di bacino del Fiume Po"**, che integra la **D.G.R. 9/2616/2011** con particolare riferimento all'introduzione del nuovo Titolo V delle Norme di Attuazione

---

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

(N.D.A.) del PAI ed alle disposizioni relative all'attuazione della variante normativa PAI nel settore urbanistico alla scala comunale. Tali disposizioni e le norme correlate sono vigenti a partire dalla data di pubblicazione della D.G.R. e pertanto dal 19 Giugno 2017.

Con l'entrata in vigore della **L.R. 19 del 08/07/2014**, che apporta sostanziali modifiche alla L.R. 31 del 05/12/2008 è divenuto a carico dei Comuni (commi 2 e 3 dell'Art. 44 della L.R. 31/2008 come modificato dalla L.R.19/2014), autorizzare la trasformazione d'uso del suolo dei terreni soggetti a vincolo idrogeologico di cui all'Art. 1 del R.D. 3267 del 30/12/1923, in conformità alle indicazioni ed alle informazioni idrogeologiche contenute negli studi geologici comunali, nei piani territoriali e nei piani forestali di cui all'art.47 della L.R.31/2008. In particolare, ai sensi del comma 2 Art. 44 della L.R. 31/2008 come modificato dalla L.R.19/2014, per i comuni dotati di piano di governo del territorio (PGT) i titoli abitativi edilizi devono essere provvisti di tale autorizzazione che va rilasciata previa verifica di conformità delle trasformazioni d'uso del suolo rispetto alla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT prevista dall'art. 57 comma 1 lettera b) della L.R. 12/2005.

Dovrà pertanto essere predisposta una **relazione geologica di fattibilità**, in ottemperanza alle vigenti normative nazionali ed alle norme di fattibilità/vincolo/pericolosità sismica regionali individuate nel PGT per il sito di progetto (par. 6.1.2 e 6.2.1 NTC 18; D.G.R. 9/2616/2011)

Pertanto, in ottemperanza alla D.G.R. 9/2616/2011 ed alla D.G.R. 10/5001/2016 è stata presa preliminare visione della Classe di Fattibilità, di Vincolo e di Pericolosità Sismica vigenti per l'area di progetto in relazione alle Norme di PGT del territorio Comunale di Lonato del Garda nonché delle aree di pericolosità e rischio individuate dal PGRA.

Si specifica che in adempimento alla normativa vigente (D.M. 17/01/18) la presente relazione geologica può essere utilizzata solo per il sito indicato in premessa ed in riferimento agli interventi progettuali così come definiti nei paragrafi illustrativi e nelle tavole cartografiche e tecniche e non può essere quindi utilizzata per altri e diversi interventi progettuali successivi, se non previa presa in esame di eventuali nuovi interventi progettuali e di eventuale nuova normativa da parte del professionista Geologo.

### ***1.1. Esame delle norme di fattibilità e di vincolo vigenti sull'area***

Il Comune di Lonato del Garda è dotato di **Studio Geologico** redatto dal Dott. Geol. Rosanna Lentini nel maggio 2010, secondo i *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/05 n° 12”*, emanate con **D.G.R. n° 8/7374 del 28/06/2008**.

A partire dal 22/06/2021 vige in salvaguardia il nuovo **Studio Geologico** aggiornato nel Dicembre 2019/Marzo 2021, dal Dott. Geol. Rosanna Lentini e dal Dott. Geol. Damiano Scalvini secondo i *“Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica,*

---

## **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della L.R. 11/03/05 n° 12", emanate con **D.G.R. n° 9/2616/2011**. Il nuovo Studio Geologico recepisce:

- le risultanze dello “**Studio di Microzonazione Sismica**” secondo i “Criteri regionali per la realizzazione di studi di Microzonazione Sismica di cui all'O.P.C.M. n° 4007/2012 e s.m.i. e all'O.C.D.P.C 52/2013 e Devc. C. D. PC 15 Aprile 2013” (All.1 alla nota Z1.2012.0020672 del 08/08/2012 ed alla nota Z1.2013.0017362 del 07/11/2013) redatto dal Dott. Geol. R. Lentini e Dott. Geol. D. Scalvini nell'Agosto 2015.
- le **Aree Allagabili PGRA**, ai sensi della D.G.R X/6738/2017.
- Lo **Studio aggiornato del Reticolo Idrografico** ai sensi della DGR 10/7581/2017 e s.m.i., redatto nel Gennaio 2020 dal Dott. Geol Rosanna Lentini e dal Dott. Geol. Damiano Scalvini.

L'area interessata dalle Umi2 e Umi3 ricade nelle **Classi di fattibilità**:

**2a - Aree ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda, non sfruttata ad uso idropotabile)**

**2d – Area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°).**

Essa è inoltre inserita nello **Scenario di pericolosità sismica**:

#### **AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE**

- **Z4a Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi**  
aratterizzato da potenziale amplificazione litologica con Fa di sito (FAC) < Fa di soglia (FAS).

L'area interessata dell'edificio di progetto non è compresa in aree soggette a vincolo relative alla pianificazione di bacino del PAI.

**L'edificio e le opere di progetto** non risultano comunque interessati da vincoli di Polizia Idraulica.

**Nell'ambito del P.G.R.A.** l'area in esame **NON** è inclusa entro **aree a pericolosità e aree a rischio**.

**L'area in esame non risulta inserita in aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico.**

Stralci di tutte le cartografie vengono riportate in allegato.

### **1.2. Metodologia di lavoro**

La **relazione geologica-sismica di fattibilità** sarà redatta sulla base di tutti i dati geognostici raccolti avendo come finalità la valutazione del **Modello Geologico** (D.M. 17/01/18) e **Geofisico** (D.M. 16/01/96, Ord. 3274/2003, Ord. 3519/2006, D.M. 17/01/18, D.G.R. 9/2616/2011 e D.G.R 10/5001/2016) del sito di progetto. In essa si dovrà inoltre procedere alla verifica della compatibilità dell'intervento con le Norme di PGT e sovramunicipali vigenti, individuando eventuali prescrizioni/interventi

---

#### **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

necessari per la sua realizzazione. Nella relazione si prevede quindi l'inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area nonché l'inquadramento della sismicità regionale e la determinazione dei parametri relativi alla Pericolosità Sismica di Sito (Categoria di sottosuolo-Categoria Topografica, Amplificazione Stratigrafica e Topografica, Parametri Sismici Normativi  $-a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ - stimati per varie frequenze annuali di superamento, ecc.) con applicazione dei livelli di approfondimento richiesti dalla normativa regionale (D.G.R. 9/2616/2011 e D.G.R. 10/5001/2016), tenuto conto delle Norme di PGT vigenti. In particolare verranno eseguite le verifiche delle condizioni di stabilità del sito come previsto al cap. 11 del DM 17/01/18.

Si prevede quindi il rilascio del ***“Modulo 9 – Dichiarazione/Asseverazione della congruità della Relazione Geologica ai requisiti richiesti dal punto 6.2.1 delle NTC DM 17/01/18 e/o dalla D.G.R. 9/2616/2011”***.

Si rimanda alle singole **relazioni geotecniche**, da predisporre in riferimento agli interventi previsti nell'ambito di trasformazione, la valutazione del ***Modello Geotecnico*** (D.M. 17/01/18). le verifiche della sicurezza e delle prestazioni, ai sensi dello stesso Decreto, utili per una corretta progettazione degli edifici di progetto e l'emissione del ***“Modulo 10 – Dichiarazione/Asseverazione dell'Estensore della Relazione Geotecnica di congruità dei contenuti della Relazione Geotecnica ai requisiti richiesti dal punto 6.2.2 delle NTC DM 17/01/18”***.

Dal punto di vista metodologico è stato dapprima eseguito il rilievo geolitologico e geomorfologico dell'area in oggetto e di quelle ad essa limitrofe.

Per la caratterizzazione geologica-geotecnica dei terreni, in adempimento alle norme di fattibilità geologica e per gli scenari di PSL individuati, non è stata eseguita una specifica indagine geotecnica in loco. Sono state in ogni caso reperite e selezionate indagini geognostiche eseguite nei dintorni del sito di indagine, in analogo contesto geologico geomorfologico, secondo quanto previsto al cap 6.2.2 del DM 17/01/18, utili per la verifica della natura litologica dei terreni presenti.

Per la caratterizzazione sismica e per la valutazione delle velocità  $V_{seq}$  di sito, secondo quanto previsto al cap 6.2.2 del DM 17/01/18, si è fatto riferimento all'indagine sismica MASW eseguita entro l'Ambito di Trasformazione in fase di predisposizione dello Studio geologico del Comune di Lonato del Garda.

Sono stati inoltre consultati numerosi dati derivanti da indagini geognostiche e geofisiche precedenti condotte in prossimità del sito di intervento ed in contesti geologici omologhi e correlabili, reperite nell'ambito del Database delle Indagini dello Studio di Microzonazione Sismica (Agosto 2015, Dott. Geol. R. Lentini) del Comune di Lonato del Garda, alla cui predisposizione il sottoscritto ha partecipato.

Si allega:

- Corografia (sc. 1:10.000)
- Estratti cartografici del PGT vigente e del PGRA
- Indagini reperite
- Stratigrafe pozzi
- Schede di prove di permeabilità
- Allegato 1: classificazione sismica e parametri di calcolo

---

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

- Tabelle di classificazione dei terreni ( DM 17/01/2018)
- Mappa di pericolosità sismica (INGV)
- Scheda dei parametri di calcolo per il sito d'intervento
- Grafico degli spettri di risposta elastici per i diversi SL
- Grafico dei valori di progetto dei parametri sismici in funzione di TR
- Scheda di Verifica Amplificazione Litologica – All. 5 DGR 9/2616/2011
- Allegato 2: Metodologie di calcolo adottate nel predimensionamento delle fondazioni
- Allegato 3: Indagini sismiche

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnioscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnioscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## 2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

(par. 6.2.1. del DM 17/01/18)

### 2.1. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale

Il territorio del comune di Lonato, posto nella regione del Basso Garda, è inserito nell'ambito dell'**anfiteatro morenico del Garda**, caratterizzato da un complesso ed articolato ambiente deposizionale di origine glaciale formatosi a seguito del verificarsi di almeno cinque avanzate glaciali successive avvenute in epoca Quaternaria.

Tali avanzate glaciali hanno interessato la profonda depressione di erosione fluviale della "valle del Garda", originata da un importante solco strutturale ad andamento giudicariense sviluppatosi a partire dal tardo Mesozoico e per tutto la fase dell'orogenesi alpina.

**Dal punto di vista strutturale** la grande depressione del Lago di Garda rappresenta un'area "chiave" per l'interpretazione dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica di gran parte della regione alpina. Il territorio montano dell'Alto Garda, compreso nel settore prealpino bresciano orientale, è caratterizzato da una successione stratigrafica con formazioni di età compresa tra il Trias ed il Miocene, sovrapposte stratigraficamente e tettonicamente, costituendo sistemi di thrust embricati riconducibili strutturalmente alle direttrici regionali, identificabili con il Sistema Orobico o della Val Trompia, il Sistema Giudicariense e il Sistema Dinarico.

La fascia strutturale arcuata definita da questi sistemi rappresenta una cintura tettonica molto pronunciata determinatasi a seguito di meccanismi di inversione strutturale degli elementi tettonici distensivi del rifting mesozoico ad opera delle intense compressioni

neogeniche. Tale cintura si sviluppa sui margini Est e Sud del massiccio dell'Adamello e si propaga ampiamente sia verso Sud che verso Est, incorporando al suo interno la regione del Lago di Garda.

L'orientazione delle strutture risulta prevalente secondo la direzione NNE-SSW e NE-SW (Sistema Giudicariense) ed in subordine E-W (Linea della Val Trompia).

Il sistema giudicariense è dominato da sovrascorrimenti a vergenza orientale e sud-orientale, con presenza diffusa di faglie trasversali di trasferimento. Ciò determina un assetto irregolare di tipo en echelon.

In particolare gli affioramenti del substrato roccioso nel Medio e Basso Garda sono da mettere in relazione ad un pronunciato sistema di thrust.

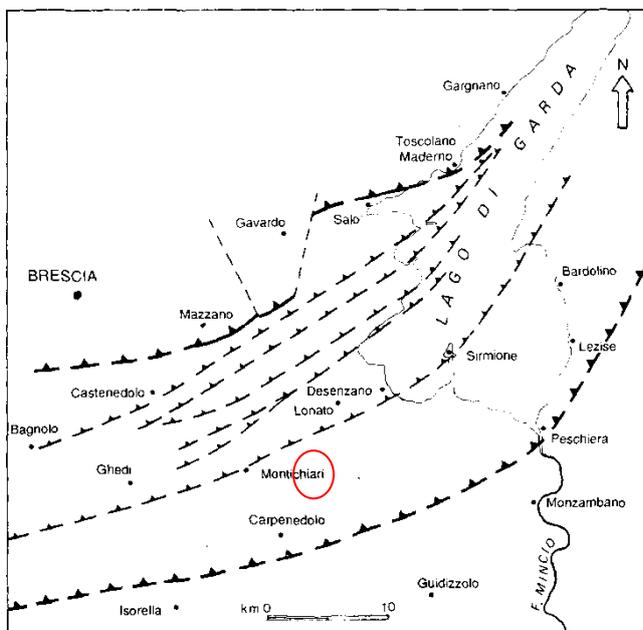


Fig. 7 - Sistema di embricazione nell'area del sottosuolo attorno alla sponda meridionale del Garda.

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

Tutti gli affioramenti delle formazioni paleogeniche presenti lungo la sponda occidentale del lago (Rocca di Manerba, Isola del Garda, Scogli dell'Altare, Isola dei Conigli e Punta San Sivino, Penisola di Sirmione) presentano un rigido controllo strutturale collegato a questo sistema frontale.

Sebbene il sistema tettonico individuato per l'area a Sud di Salò sia correlabile a fasi compressive essenzialmente neogeniche va sottolineato che il carattere di attività persiste anche durante il Plio-Pleistocene e l'Olocene. L'attività tettonica lungo tali strutture è documentata dalla sismicità storica e recente dell'area.

L'ambiente **morenico gardesano**, studiato nel corso del XX secolo da diversi autori ed in ultimo da Cremaschi<sup>1</sup>, è costituito, in linea generale, da diversi ordini di **colline moreniche**, disposte sostanzialmente ad anfiteatro ed in modo concentrico a chiudere a ovest, sud ed est la parte più meridionale del Lago di Garda.

**Dal punto di vista geologico** nel territorio di Lonato d/G è riconoscibile quasi esclusivamente l'avanzata glaciale più recente, (**Fase di Solferino –USlf- Pleistocene superiore<sup>1</sup>**), riferibile al Pleistocene superiore, che costituisce tutti i rilievi morenici della parte nordorientale, centroorientale e sudorientale, nonché la piana fluvioglaciale occidentale. Al limite tra il settore morenico e quello fluvioglaciale sono presenti lembi di depositi morenici testimoni di una fase più antica (**Fase di Sedena –US – Pleistocene medio superiore<sup>1</sup>**).

I depositi morenici di cordone, (Uslf1-US1) che costituiscono le colline moreniche sono caratterizzati in linea generale da materiali eterogenei a deposizione caotica (ghiaie, sabbie e ciottoli, limi e argille), a supporto di matrice (Dmm), nel quale sono presenti frequentemente anche massi e trovanti di grosse dimensioni tipici dell'ambiente deposizionale glaciale, ed in subordine a supporto elastico (Dcm)

Interposte tra i vari cordoni morenici sono presenti **valli, vallette e piane intermoreniche** di dimensione piuttosto variabile che, in coincidenza con i vari stazionamenti del fronte glaciale in fase di ritiro, hanno ospitato le acque di scioglimento glaciale nel loro scorrere verso la pianura. Sul fondo di queste vallette sono quindi presenti **depositi fluvioglaciali** –Uslf4- di spessore variabile, frequentemente maggiore nelle aree depocentrali di tali vallette e via via di spessore minore lateralmente e alla base dei cordoni morenici. I depositi fluvioglaciali sono generalmente costituiti da ghiaie e sabbie eterogenee, spesso a deposizione stratificata (Gh, Sh) o gradata (Sg), con frazione fine limosa e/o argillosa in percentuale variabile, intercalati da lenti e/o livelli più francamente sabbioso limosi o limoso argillosi

Laddove l'energia del trasporto delle acque di scioglimento glaciale era minore, si è verificata la deposizione di **depositi glaciolacustri di depressione intermorenica** –Uslf2- costituiti generalmente da depositi di materiale prevalentemente fine sabbioso e sabbioso limoso, con frazione ghiaiosa subordinata, in percentuale variabile, sovente a disposizione stratificata (Sh, St) o gradata (Sg) talvolta con presenza, nelle aree di basso topografico, di depositi fini e/o torbosi legati alla presenza di specchi lacustri intermorenici, presenti o bonificati in tempi storici.

---

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

Il lento arretramento del fronte glaciale ha permesso, spesso, la formazione di **terrazzi di contatto glaciale** –Uslf3- (*“terrazzi di kame”* in letteratura), che si presentano oggi come ripiani suborizzontali di varia ampiezza posti a quote variabili lungo i versanti degli argini morenici esposti a lago. I depositi di contatto glaciale sono caratterizzati da depositi eterogenei, variabili a seconda della posizione e della durata dello stazionamento del fronte glaciale, generalmente costituiti da materiali morenici rielaborati dalle acque di scioglimento glaciale e quindi costituiti da ghiaia e sabbia eterogenea, a supporto prevalentemente clastico, con subordinata matrice fine sabbioso limosa, limoso sabbiosa, limoso argillosa o argillosa in quantità variabile, a deposizione più o meno stratificata (Dcs) o talvolta laminata (Dcl), spesso intercalati da stratificazioni di sabbie e ghiaie (Sh, Gh) o materiali fini limosi e argillosi (Fm, Fl).

All'interno dell'anfiteatro morenico, tra gli ultimi argini morenici e il lago, sono presenti **depositi di contatto glaciale** (vedi sopra) e **depositi morenici di fondo** generalmente sovraconsolidati a causa del peso delle masse glaciali che hanno stazionato nell'area, caratterizzati da blande ondulazioni superficiali. Tali depositi sono ampiamente riconoscibili soprattutto nel settore di San Martino-Colombare-Lugana ma sono rinvenibili anche altrove, come per esempio nell'area di piana di Maguzzano o nella piana di Pieve di Manerba. Essi sono spesso caratterizzati da depositi morenici fini limoso argillosi (Dmm, Fm) con frazione grossolana subordinata, generalmente sabbiosa.

All'esterno dell'anfiteatro morenico, verso ovest, i materiali morenici trasportati dalle acque di scioglimento glaciale si sono depositati a formare un'ampia **pianura proglaciale** (Uslf5), (*“sandur”* in letteratura) che dall'area di Carzago si estende a sud fino a Carpenedolo, caratterizzata sostanzialmente da ampie conoidi fluvioglaciali-fluviali, i cui depositi si interdigitano, verso sud, con i depositi alluvionali della Pianura Padana, mentre verso ovest sono contenuti entro la cerchia morenica esterna, più antica, di Ponte San Marco-Calcinato (*“Fase di Carpenedolo”* in letteratura). Tali depositi sono costituiti prevalentemente da spessori considerevoli, anche dell'ordine di centinaia di metri, di ghiaie e sabbie eterogenee, generalmente a deposizione stratificata (Gh, Sh), nell'ambito dei quali si rinvengono lenti e livelli più francamente sabbioso-limosi (Sl, Sh...) collegati a fasi deposizionali di minore energia.

Allo sbocco delle principali valli intermoreniche verso la piana proglaciale sono talvolta presenti diversi **conoidi** (dc) di origine fluvioglaciale, di dimensioni variabili e anche rilevanti, che testimoniano l'alta energia delle acque di scioglimento glaciale nelle fasi di stazionamento del fronte glaciale. Tali dimensioni non sarebbero infatti giustificate in relazione ai rii ed ai fossi che oggi occupano, generalmente, i fondi delle valli intermoreniche. Queste conoidi sono caratterizzate da alternanze di depositi sabbioso limosi, sabbioso ghiaiosi e limoso argillosi, generalmente a disposizione gradata, testimonianti il trasporto in ambiente fluvioglaciale.

---

<sup>1</sup> “*Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development?*” – Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987

Alla base dei versanti morenici sono spesso presenti **coperture colluviali** costituite generalmente da depositi sabbioso limosi, ed in subordine sabbioso ghiaiosi, di spessore variabile e granulometria eterogenea, derivanti dalla continua azione di trasporto delle acque lungo i versanti.

**L'assetto geomorfologico** del settore meridionale gardesano è caratterizzato quindi dalla presenza di cerchie moreniche concentriche al lago, talvolta discontinue a morfologia piuttosto arrotondata. Il modellamento dei cordoni morenici è avvenuto ad opera degli scaricatori fluvioglaciali, in grado di smantellare parzialmente i rilievi morenici precedentemente depositi e di formare piane e valli talora piuttosto articolate. Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità si sostituirono a quelli glaciali, apportando modifiche al paesaggio. Si è così impostata gradualmente la rete idrografica diretta, limitatamente, verso il lago e più in generale verso il fronte esterno delle cerchie moreniche. In corrispondenza delle depressioni intramoreniche si formarono talora torbiere e stagni.

**La rete idrografica superficiale** in ambito morenico è quindi caratterizzata da un reticolo piuttosto articolato di fossi, le cui aste principali sono posizionate in corrispondenza dei settori più bassi delle varie valli e vallette intermoreniche. Tali fossi seguono quindi in linea generale lo sviluppo articolato di queste vallette, convogliando le acque, a seconda dei casi, o verso il lago o in direzione sud, sud-est ed est nell'ambito del bacino idrografico del Mincio. Nella piana retroglaciale di Sirmione, Lugana e Desenzano/Rivoltella il reticolo idrografico è invece "catturato" dalla presenza dello specchio lacustre del Garda: per tal motivo l'area è solcata da numerosi fossi e ganfi con andamento generalmente da sud verso nord, in direzione del lago.

Il **Lago di Garda** rappresenta un **corpo idrico significativo ai sensi del D. Lgs. 11 Maggio del 1999, n° 152 e s.m.i.** ed è il maggiore specchio lacustre italiano.

**L'assetto idrogeologico** del territorio di Lonato d/G è fortemente condizionato dalla presenza di una vasta area riconducibile ad un **ambito morenico**, piuttosto articolato con presenza di numerose cerchie collinari interrotte da piane intermoreniche e/o fluvioglaciali ad andamento sinuoso e con sedimenti di spessore variabile e per lo più contenuto, cui si contrappone l'**ambito fluvioglaciale della piana occidentale**, ampio settore pianeggiante, caratterizzato da spessori considerevoli di sedimenti.

Nell'area di pertinenza dell'**anfiteatro morenico** interno si possono riconoscere *falde superficiali sospese* (settori collinari) o, più limitatamente, *freatiche* (settori pianeggianti). Più in profondità sono presenti *falde confinate o semiconfinate* circolanti in intervalli ghiaioso-sabbiosi, permeabili, intercalati entro la sequenza morenica ricca di frazione limoso-argillosa e quindi complessivamente poco permeabile. Tali falde risultano per lo più discontinue lateralmente in relazione alla variabilità litostratigrafica dei depositi morenici.

Descriviamo di seguito le caratteristiche principali di questi acquiferi:

*Falde superficiali freatiche*

Presso alcuni dei settori pianeggianti e/o depressi morfologicamente si hanno di norma falde freatiche confinate entro i depositi di contatto glaciale o glaciolacustri di

---

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoescalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoescalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

depressione intermorenica o fluvioglaciali, per lo più di modesto spessore. Questi acquiferi possiedono generalmente scarsa produttività. L'alimentazione è legata agli apporti delle acque di diretta infiltrazione, dei corsi d'acqua, delle acque raccolte dai versanti delle cerchie moreniche e/o provenienti dalle falde sospese circolanti nei depositi glaciali dei settori collinari. Gli acquiferi freatici presentano un andamento talora discontinuo, con bassa soggiacenza dal piano campagna. Il livello piezometrico subisce in ogni caso delle naturali oscillazioni stagionali in funzione della piovosità.

#### Falde superficiali sospese

Nei depositi glaciali e di contatto glaciale sono presenti, in relazione alle condizioni morfologiche ed idrogeologiche locali, acquiferi discontinui e poco produttivi circolanti al tetto di livelli limoso-argillosi impermeabili, generalmente di bassa potenzialità, alimentati prevalentemente dalle precipitazioni meteoriche. Tali falde possono dare origine, al piede delle colline moreniche, a manifestazioni sorgentizie di portata per lo più trascurabile. Numerosi pozzi superficiali, scavati a mano e prevalentemente in disuso, lungo i bordi collinari e/o sui rilievi morenici, interessano gli acquiferi sospesi. Particolarmente significativa appare la realizzazione, in passato, di numerosi pozzi di questo tipo presso il centro storico di Lonato o presso svariate cascine presenti nell'ambito collinare.

#### Falde edie e profonde: acquiferi multistrato semiartesiani

Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti falde medie e profonde confinate o semiconfinate che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area del Basso Garda. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori (*aquitard*). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

## **2.2. Inquadramento di dettaglio del sito – Modello Geologico del sito** **(par. 6.2.1. del DM 17/01/18)**

L'area dell'Ambito di Trasformazione AdT 12 è ubicata nel contesto della piana intermorenica dei Campagnoli di Lonato, ovvero una delle più ampie piane intermoreniche dell'anfiteatro morenico del Garda.

La piana è interposta tra ordini successivi di cordoni morenici riferibili alla Fase di Solferino (USIf) del Pleistocene Sup.

Per la precisione, l'Ambito è posizionato al margine occidentale della piana, ai piedi dei versanti orientali dei cordoni morenici di Tiracollo, Monte Pianiga, Monte della Gatta e Monte Slossaroli.

Il piano topografico dell'Ambito è rappresentato da quote comprese tra 130 e 133 m slm nel settore occidentale che scendono fino a 128-124 m slm nel settore centro orientale.

La Piana dei Campagnoli è costituita in superficie, in linea generale, da depositi fluvioglaciali (USIf4a) caratterizzati di ghiaie e sabbie eterogenee, spesso a deposizione stratificata (Gh, Sh) o gradata (Sg), con frazione fine limosa e/o argillosa in percentuale variabile, intercalati da lenti e/o livelli più francamente sabbioso limosi o limoso argillosi (vedi Carta Geologica in allegato).

---

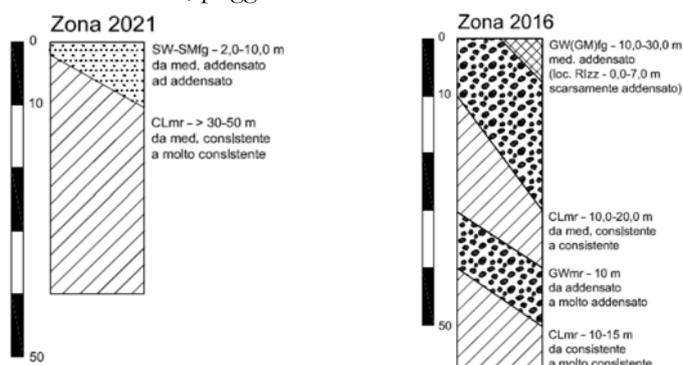
### **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

Nell'ambito della caratterizzazione geotecnica eseguita per la microzonazione sismica nel 2015 (vedi Carta geologico Tecnica in allegato) ai piedi dei cordoni morenici sopracitati ed allo sbocco della valletta intermorenica ad ovest di Monte Pianiga, grazie ad un approfondito esame delle indagini geotecniche disponibili sul territorio, sono stati individuati e cartografati in superficie depositi fluvioglaciali (USlf4a) più francamente sabbiosi, sabbioso ghiaiosi e sabbioso limosi a deposizione stratificata (Sh) o gradata (Sg), generalmente mediamente addensati.

L'Ambito di Trasformazione AdT12 risulta pertanto interessato nella sua porzione centrale e orientale dai depositi fluvioglaciali tipici della piana fluvioglaciale dei Campagnoli, mentre nella sua porzione più occidentale si riconoscono in superficie depositi più francamente sabbiosi.

Tale differenziazione ha avuto ricaduta sulla Carta delle Microzone Omogenee (vedi allegato) che ha differenziato i due settori con due sezioni rappresentative distinte: la **sezione 2016** rappresenta la piana di Campagnoli in senso stratto, caratterizzata in profondità dall'alternanza di depositi grossolani di tipo fluvioglaciale e depositi fini e/o eterogenei di tipo morenico; le **sezione 2021** rappresenta invece il settore più occidentale, dove i depositi fluvioglaciali sabbioso ghiaiosi e sabbioso limosi, di spessore variabile tra 2 e 10 m, poggiano direttamente sul substrato morenico.



L'area dell'Ambito di Trasformazione non è interessata da alcun elemento idrico di rilievo. Esternamente all'area, verso est, è presente un piccolo laghetto artificiale che intercetta la falda acquifera superficiale presente nella piana.

La circolazione idrica sotterranea nell'area di interesse è rappresentata dalla presenza di una prima falda, di carattere freatico che caratterizza la porzione centrale della piana dei Campagnoli (vedi cartografia allegata) con soggiacenze abbastanza ridotte, comprese tra 2,00 e 6,00 m dal p.c. Tale dato può riguardare principalmente la parte orientale dell'Ambito di Trasformazione. Nel settore centrale e occidentale la soggiacenza della falda freatica superficiale risulta dipendere dalla topografia dei luoghi, dall'avvicinarsi del substrato morenico alla superficie e dall'infiltrazione proveniente da monte ed è quindi di difficile determinazione. L'indagine mediante scavi (vedi successivo cap 4.1) ha mostrato la presenza della falda freatica nella parte centrale dell'Ambito di Trasformazione a -2,10 m dal p.c.

Falde di maggiore produttività sono comunque presenti a profondità maggiori, anche di varie decine di metri, sfruttate da diversi pozzi presenti nella zona, e risultano avere alimentazione più distale, non localmente collegata alle precipitazioni meteoriche.

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

### 3. SISMICITA'

#### 3.1. Tettonica regionale e locale

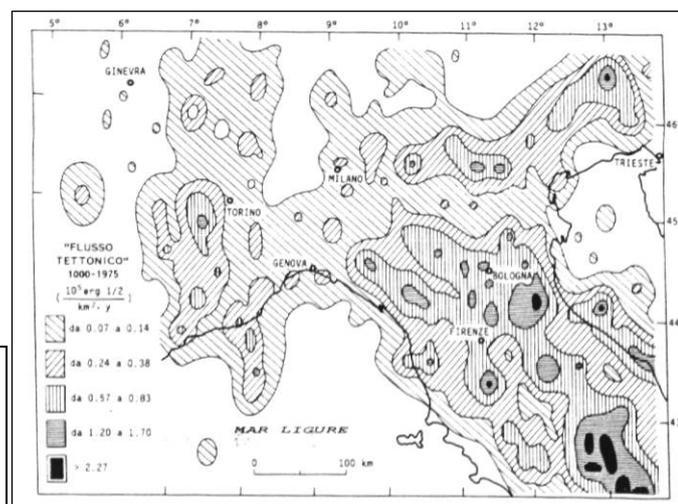
Il bacino padano risulta compreso tra due settori sismici di fondamentale importanza per tutta la sismicità del nord Italia.

Nel settore settentrionale della pianura è presente infatti il sistema di sovrascorrimenti S-vergenti che costituiscono la continuazione in pianura delle Prealpi Lombarde mentre nel settore meridionale si ha invece un pronunciato sistema di embricazione N-vergente che costituisce l'avanzata essenzialmente pliocenica dell'Appennino settentrionale.

I due sistemi entrano in collisione nella parte mediana della pianura; il fronte settentrionale è inquadrabile all'interno dei sistemi di deformazione del Miocene medio-superiore mentre quello meridionale è essenzialmente pliocenico. A partire dalla fine del Pleistocene inf. entrambi i margini del Bacino Padano sono in sollevamento in seguito alla formazione di un bacino flessurale più simmetrico.

Pertanto attraverso alcuni milioni di anni il progressivo moto di avvicinamento della Placca Africana e della Placca Europea ha determinato prima la nascita delle Alpi e degli Appennini e poi ne ha sollevato le porzioni assiali creando il paesaggio montuoso che oggi conosciamo, secondo un meccanismo ancora attivo alla velocità di 1-3 metri per millennio. L'avvicinamento di Alpi e Appennini secondo una direttrice circa N-S, e quindi il raccorciamento della Pianura Padana, è tuttora in atto, come mostrano i dati geodetici satellitari. In profondità questo raccorciamento si trasforma in uno sforzo di caricamento di faglie di tipo compressivo localizzate sia al piede delle Alpi Meridionali, sia al piede dell'Appennino Settentrionale, che risultano a tutti gli effetti le aree in cui si concentra l'attività sismica passata e recente.

“Flusso tettonico” medio (energia prodotta dai terremoti che attraversa l'unità di superficie nell'unità di tempo), valutato per gli ultimi 1000 anni nell'Italia settentrionale e in Lombardia. (Cattaneo et al., 1978).



La relativamente elevata sismicità rilevata recentemente nel territorio bresciano e veronese, nonché nel settore emiliano, è stata interpretata come indicativa di una consistente attività neotettonica nella zona.

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

Recenti studi<sup>2</sup> permettono di delineare un primo quadro interpretativo. In particolare la corrispondenza e la connessione tra le strutture geologiche e le zone sismicamente attive dimostrerebbero come siano ancora in atto movimenti tettonici connessi all'orogenesi alpina. Molti autori ritengono infatti che la maggior parte delle superfici tettoniche segnalate nella letteratura geologica rivestano un'elevata e significativa importanza nel quadro sismotettonico generale. Ciò è confermato dall'ubicazione degli ipocentri sismici del bresciano, posti in corrispondenza della parte più pellicolare della crosta (tra i 5 e i 15 km). Oltre ai movimenti lineari che si possono verificare lungo superfici di discontinuità preesistenti e che portano a classificare le faglie e le superfici tettoniche come attive, si sviluppano anche movimenti areali di carattere neotettonico. A tal proposito le strutture delineatesi a partire dal Pleistocene inf. possono costituire una sorgente sismogenetica, lungo le più recenti direzioni NE-SW e NW-SE o riattivando i sistemi già delineatisi nel neogene (E-W), riutilizzando le antiche superfici di sovrascorrimento e i loro frequenti svincoli trasversali.

Anche al di sotto dei sedimenti della Pianura Padana esistono quindi strutture tettoniche attive e capaci di generare terremoti, come testimonia sia la sismicità strumentale dell'area, sia il verificarsi di importanti terremoti storici o, più recentemente, la riattivazione dei thrust sepolti dell'Appennino Settentrionale durante la **sequenza dell'Emilia del 2012**. Una caratteristica comune delle sequenze emiliane del 1570, 1929 e 2012 è quella di essere costituite da più terremoti potenzialmente distruttivi, anche con magnitudo simile, che si susseguono nell'arco di giorni, settimane o mesi.

Ma il più forte terremoto di cui si ha notizia nell'area padana è quello che il **3 gennaio del 1117 ha duramente colpito Verona** e le aree poste a sud di essa (magnitudo stimata 6.7). La precisazione "di cui si ha notizia" è doverosa perché per molti secoli la Pianura Padana è stata sede di ampie aree paludose e di fitte e impraticabili foreste con sporadici nuclei abitati; esiste quindi la possibilità che altri forti terremoti accaduti nell'area siano stati poco risentiti dall'uomo o non siano stati risentiti affatto, e quindi che non siano stati adeguatamente documentati, apparendo come terremoti minori o scomparendo del tutto dalle fonti storiche.

Da questo complesso quadro sismotettonico deriva quindi la "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale" in vigore ai sensi dell'OPCM 3519/2006, riportata in fig. 1 dell'Allegato 1 alla presente relazione.

### **3.2. Sismicità storica**

Il settore prealpino e padano è caratterizzato dalla presenza di numerosi sistemi tettonici attivi, responsabili delle varie manifestazioni sismiche documentate storicamente ed in tempi recenti soprattutto nell'area bresciana, veronese e bergamasca, consultabili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI15<sup>3</sup>).

Nell'ambito del territorio regionale lombardo le aree bresciane sono quelle più frequentemente interessate da eventi sismici.

---

<sup>2</sup> P. Vannoli, P. Burrato, G. Valensise, *The Seismotectonics of the Po Plain (Northern Italy): Tectonic Diversity in a Blind Faulting Domain*, *Pure and Applied Geophysics*, 03 Jul 2014

<sup>3</sup> Locati M., Camassi R., Rovida A., Ervolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>

---

## **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

L'area gardesana, inserita in una situazione di confine tra due contesti tettonici differenti, quello lombardo e centro alpino da un lato e quello veneto-friulano dall'altro, è teatro di numerose e significative manifestazioni sismiche tra le quali ricordiamo i terremoti di Salò (1901, M=5,70 e 2004, M=5,06), Garda occidentale (1892, M=5,02), Monte Baldo (1866, M=4,92; 1876, M=4,89; 1882, M=4,99) Bassa Veronese (1117, M=6,69).

L'area di Brescia e della pianura bresciana e bergamasca è caratterizzata dalla presenza di strutture tettoniche sepolte sotto la coltre alluvionale, tuttora poco studiate, che secondo i più recenti studi sono state la causa delle numerose manifestazioni sismiche avvenute in tempi storici e in tempi più recenti, tra le quali ricordiamo i terremoti di Brescia (1065, M=5,14), del basso bresciano (1222, M= 5,84), di Castenedolo (1799, M=5,01), della Valle dell'Oglio (1802, M=5,64), di Franciacorta (1894, M=5,07).

Queste aree ricadono nella Zona 906-Garda Veronese della Zonazione sismogenetica ZS9

Nell'area emiliana si possono ricordare principalmente i recenti terremoti dell'Emilia (2012, M=6/5,8), ma anche i terremoti dell'Appennino Modenese (1501, M=5,9), Parma (1834, M=5,7), Emilia (1796, M=5,6), Parma e Reggio (1971, M=5,6), Parmense (1438, M=5,6).

Numerosi terremoti nel corso dei secoli sono segnalati anche nell'area di Bologna (1505 e 1779, 1929 M=5,3 e 2003 M=5,3) a Ferrara (1570, M=5,5 e 1909 M=5,5), Argenta (1624, M=5,5), Alfonsine (1967, M=5,3)

Queste aree ricadono nella Zona 912-Dorsale Ferrarese e 913-Appennino Emiliano Romagnolo della Zonazione sismogenetica ZS9

### **3.3. Normativa sismica vigente e valori di $a_g$**

Negli ultimi anni la normativa sismica italiana, parallelamente a quella Europea, ha subito una forte evoluzione per adeguarsi alle nuove conoscenze ed esperienze acquisite in ambito scientifico e per adottare nuove e più recenti metodologie di lavoro.

La normativa sismica (**D.M. 16 Gennaio 1996**) in Italia, anteriormente al marzo 2003, suddivideva il territorio nazionale in tre categorie di pericolosità (elevata, media e bassa).

Per ciascuna categoria erano assegnati un grado di sismicità (S) ed un coefficiente di intensità sismica ( $C=(S-2)/100$ ). Lo spettro di progetto  $Sa(T)$  si otteneva moltiplicando il coefficiente C (pari a 0.10g - 0.07g - 0.04g in ordine decrescente di pericolosità sismica) per una forma spettrale  $R(T)$  indipendente dalle condizioni del sottosuolo. Questa normativa sismica non teneva conto, però, del ruolo del terreno sulla modifica di forme ed ordinate spettrali, se non con la moltiplicazione dello spettro per il coefficiente di fondazione e che di regola è unitario, salvo che per "terreni particolarmente compressibili" per i quali si consiglia di incrementare e fino a 1.3.

L' **Ordinanza n°3274 del 20/03/03** e Norme Tecniche allegate, fa riferimento a metodologie più recenti in cui il moto sismico è caratterizzato anche in relazione alle condizioni locali. In tale direzione si è già mosso l'Eurocodice 8 (EC8) che stabilisce le regole per il progetto e la costruzione di strutture in zona sismica per i paesi membri della Comunità Europea.

Secondo l'EC8, come anche secondo l'OPCM n. 3274, i territori nazionali vengono suddivisi in zone sismiche in funzione della pericolosità locale, descritta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa alla superficie di un sito rigido di riferimento ( $a_g$ ).

I valori di accelerazione massima fissati nella nuova ordinanza per le **zone 1, 2, 3 e 4** (rispettivamente **0.35g - 0.25g - 0.15g - 0.05g**) recepiscono la proposta del G.N.D.T.

---

## **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

(1985) e risultano maggiori di quelli della precedente normativa. La norma richiedeva quindi alle Regioni di eseguire la valutazione di  $a_g$  sul proprio territorio, a partire dalla “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” (vedi fig.1 in All.1 a fine relazione) allegata all’**Ordinanza 3519/2006** e quindi di assegnare i comuni ad una delle zone della nuova classificazione. La Regione Lombardia, con **D.G.R. 7/14964 del 7/11/03**, forniva allora solo alcune disposizioni preliminari per l’attuazione dell’ordinanza, confermando la classificazione dei territori comunali lombardi riportata nell’OPCM 3274/2003 e l’adeguamento alle norme tecniche allegate.

**Con il D.M. 14/01/08**, entrato in vigore con la L.77/2009 di conversione del DL 39/2009 (Decreto “Abruzzo”), è divenuto vigente l’obbligo di eseguire la progettazione in prospettiva sismica in tutte le aree classificate in zona sismica. In particolare, con l’**Allegato A** del citato D.M. sono state adottate definitivamente le stime di pericolosità sismica del progetto S1 già comprese nella sopracitata Ordinanza 3519/2006, concludendo il percorso iniziato nel 2003. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale e sulla base di 4 zone sismiche. Tuttavia le 4 zone sismiche mantenevano una funzione prevalentemente amministrativa così come chiarito dalle DGR Lombardia 9/2616/2011 e 8/7374/2008.

Accedendo al link <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, si possono quindi ottenere dati di pericolosità sismica e di  $a_g$  per diverse frequenze annuali di superamento, relativamente ai 10751 punti di una griglia in cui è stato diviso il territorio nazionale, (vedi anche **All. A e Tab. A del D.M. 14/01/08**). Per qualsiasi punto del territorio Italiano è quindi possibile calcolare i parametri di azione sismica grazie a formule di interpolazione definite nel suddetto allegato e nella **Circolare esplicativa 617/09**.

Con l’entrata in vigore del nuovo **D.M. 17/01/2018** vengono apportate alcune modifiche al D.M. 14/01/08, che però non modificano l’approccio alla classificazione sopra descritto. Tutti gli edifici compresi in aree nelle quali, nei confronti degli SLV,  $a_g S > 0,075g$  devono essere progettati mettendo in conto l’azione sismica di progetto; gli edifici che restano esclusi da tale limite possono utilizzare prescrizioni definite al cap. 7.0 del D.M. 17/01/2018. Con la soppressione del cap. 2.7 del DM 14/01/08 viene peraltro esclusa la possibilità di usufruire, in particolari casi, dell’uso delle verifiche alle Tensioni ammissibili.

**Nella Regione Lombardia**, in ottemperanza alla D.G.R. 7/14964 del 7/11/03, in zona sismica 4 la progettazione in prospettiva sismica è considerata obbligatoria per gli edifici e le opere di interesse strategico e/o rilevante, come definite dal D.d.u.o. 19904 del 21/11/03.

L’O.P.C.M. 3274/2003 includeva **il territorio comunale di Lonato del Garda precedentemente non classificato come area sismica, in zona sismica 3.**

La redazione della “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” (espressa come accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) allegata all’O.P.C.M. n. 3519/2006 indica però che il comune di **Lonato del Garda** risulta interessato da una fascia con accelerazione sismica  **$a_g$  compresa tra 0.150g e 0.175g** (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) riferibile quindi a una **Zona sismica 2.**

La nuova classificazione sismica del territorio regionale, emanata con DGR X/2129, ed entrata in vigore il 10/4/2016, recependo la Mappa dell’O.P.C.M. n. 3519/2006 classifica definitivamente il **Comune di Lonato del Garda in Zona Sismica 2 con valore di  $a_{gmax}=0,15926$ .**

---

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

## 4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

(par. 6.2.2. del DM 17/01/18)

Vengono di seguito esposti i dati geologici e geotecnici reperiti per l'area in esame finalizzati alla definizione dei seguenti punti:

- ricostruzione stratigrafica e sismostratigrafica dei terreni presenti;
- caratterizzazione geotecnica e geofisica dei terreni di fondazione;
- verifica della presenza di eventuali falde acquifere superficiali ed eventuale misura della soggiacenza.

Per le finalità sopraindicate sono stati raccolti dati geognostici e geofisici, derivanti da indagini eseguite dalla scrivente in siti prossimi a quello d'interesse e/o ubicati in contesti omologhi. Tutte le indagini raccolte sono state eseguite secondo le Prescrizioni e gli oneri contenuti nelle Raccomandazioni A.G.I. (1977) ed alla presenza costante del geologo.

Sono stati inoltre consultati i dati presenti nell'ambito del Database delle Indagini allegato allo Studio di Microzonazione Sismica Comunale.

I dati d'indagine raccolti possono essere considerati idonei ad ottemperare a quanto richiesto dal contesto geologico come descritto nei precedenti capitoli di inquadramento (Cap. 2), con riferimento alla caratterizzazione geotecnica-geofisica-idrogeologica del sito di progetto ed in ogni caso in relazione a quanto richiesto dalle norme di Classe di Fattibilità 2 con modeste limitazioni d'uso correlate ad alta vulnerabilità della prima falda e acclività da debole a media.

Sono stati inoltre consultati i dati geofisici provenienti da un'indagine MASW eseguita nell'AdT12 nell'ambito dello Studio Geologico Comunale, da utilizzare in funzione degli scenari PSL Z4a e dell'applicazione delle normative vigenti (D.M. 17/01/2018).

### 4.1. Scavi esplorativi

*Nel giugno 2013 nell'ambito dell'Adt 12* è stato eseguito dal sottoscritto uno “Studio di permeabilità dei terreni per il predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane lungo l'asse viario di Via Croce di Venzago (Via Mantova)”

Per la redazione di detto studio sono stati eseguiti **n. 3 scavi esplorativi** ubicati come nella planimetria che segue.

Nella tabella si riassumono i dati degli scavi eseguiti, con riferimento alle quote di rilievo.

Scavo	Quota inizio scavo (m) da 0,00 di rilievo	Quota fondo scavo (m)	Profondità scavo	Soggiacenza falda (m)
S1	-8,30	-11,20	2,80	-
S2	-12,20	-15,10	2,90	-
S3	-14,00	-16,10	2,10	-16,10

Le stratigrafie degli scavi eseguiti sono allegate in appendice.

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)



Si evidenzia la diversa quota di piano campagna di inizio scavo, con una differenza di 5,70 m tra Sc1 e Sc3. Lo scavo Sc3 risulta quindi topograficamente ribassato di -5,70 m rispetto a Sc1

Gli scavi, con riferimento al piano campagna, hanno mostrato, al di sotto del terreno di coltivo con spessori di 0,4/0,5 m, la presenza di **depositi di ghiaia e sabbia eterogenea con ciottoli da subangolari a subarrotondati di diametro massimo 10 cm, a tratti deolmente limosi, di colore beige**, localmente con livelli di ghiaia e sabbia eterogenea debolmente limosa di colore beige biancastro.

A fondo scavo SC3 (-2,10 m da p.c) è stata rilevata la falda acquifera.

#### 4.2. Prove penetrometriche SCPT

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni dell'area dell'AdT 12 sono state reperite nell'ambito del Database delle Indagini dello Studio di Microzonazione Sismica comunale alcune prove penetrometriche dinamiche standard (SCPT) eseguite nel 2002 a sud dell'Ambito di interesse, presso l'attuale Multisala King. Le indagini sono archiviate con **codice 017092P173**

*La prova penetrometrica dinamica SCPT è una prova puntuale che consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta di acciaio prolungabile con una batteria di aste di diametro 36 mm, le quali possono scorrere all'interno ed alternativamente ad un rivestimento, anch'esso in acciaio, avente un diametro di 48 mm. L'energia di infissione è fornita da un maglio del peso di 73 kg che cade da un'altezza costante di 75 mm, per mezzo di un dispositivo di sganciamento automatico, compiendo per ogni battuta un lavoro specifico pari a 234 kJ/mq. Nel corso della prova si rileva il numero di colpi necessari per la penetrazione di 30 cm della punta ed alternativamente del rivestimento. La diffusione di questo tipo di prova e la sua standardizzazione consentono di ottenere una soddisfacente caratterizzazione dei terreni indagati ed un'interpretazione dei fondamentali parametri geotecnici attraverso l'utilizzo delle principali correlazioni presenti in bibliografia.*

*Dal valore di  $N_{SCPT}$  (numero di colpi per 30 cm di infissione delle aste) può essere ricavato il corrispondente valore di N S.P.T. mediante la relazione:  $N_{DPSH} = 0.6 N_{S.P.T.}$*

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

L'indagine geognostica è stata eseguita secondo le prescrizioni e gli oneri contenuti nelle raccomandazioni A.G.I. (1977), mediante l'utilizzo di penetrometro DPSH "Pagani" TG 63/200. Le prove, posizionate entro l'ingombro del sedime della struttura in progetto, sono state spinte a profondità massima compresa tra -6,00 e -8,10 m dal p.c.

I dati sperimentali ottenuti, con riferimento a partire dal piano campagna (p.c.) possono essere così schematizzati:

- **Da 0,00 m a -1,20/-2,10 m: Terreno agrario e/o rimaneggiato, prevalentemente limoso-sabbioso, da scarsamente a mediamente addensato, ( $N_{SPT}$  caratteristico =3-6 colpi)**
- **Unità geotecnica A – Da -1,20/-2,10 m a -5,40/-6,30 m da p.c.:** sabbie eterogenee e sabbie limose a tratti debolmente ghiaiose, con livelli di limi e limi sabbiosi intercalati, da mediamente addensati ad addensati ( $N_{SPT}$  caratteristico 15-19 colpi, 23-30 colpi, 35-42 colpi,)
- **Unità geotecnica B – Da -5,40/-6,30 m a -6,60/-8,10 m da p.c.:** sabbie eterogenee da ghiaiose a con ghiaia, molto addensate ( $N_{SPT}$  caratteristico > 50 colpi,)
- **Unità geotecnica C – Oltre -6,60/-8,10 m da p.c.:** sabbie e ghiaie eterogenee con ciottoli a supporto di matrice limosa e argillosa, da addensate a molto addensate ( $N_{SPT}$  caratteristico > 50 colpi,)

Nelle prove d'indagine non è stata rilevata la presenza della falda.

#### **4.3. Sondaggi geognostici**

Nella vasta area di lottizzazione del Centro Commerciale "Il Leone" sono stati eseguiti nel corso degli anni numerosi sondaggi geognostici. I dati dei sondaggi esaminati per il presente studio sono stati forniti dallo Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale Dott. Geol. Rosanna Lentini.

Si tratta di n. 5 sondaggi (S6, S7, S8, S9, S10) eseguiti nel 2012 presso un'area di futura urbanizzazione nei pressi del C.C. Il Leone, recentemente destinata all'edificazione di un punto vendita OBI (vedi corografia).

I sondaggi sono stati eseguiti a partire dal p.c. attuale, coincidente con il piano di campagna naturale esistente in precedenza alla realizzazione del Centro Commerciale e hanno raggiunto la profondità di 8,00 m dal p.c., tranne S8 che ha raggiunto i 10 m.

A meno della coltre vegetale superficiale tutti i sondaggi mostrano la presenza di **depositi di ghiaia da grossolana a fine e sabbia, a tratti sabbia e ghiaia, da addensata a molto addensata**. Nella sequenza si rinvengono, a profondità variabili, livelli metrici isolati di **limi debolmente argillosi, consistenti, debolmente umidi** e, localmente, **limi ghiaiosi debolmente argillosi**.

---

### **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

Le prove SPT eseguite nei fori di sondaggio hanno restituito i seguenti risultati:

	<b>S6</b>	<b>S7</b>	<b>S8</b>	<b>S9</b>	<b>S10</b>
<b>1,50 m</b>	21-40-R	4-4-3	15-24-25	17-21-23	20-27-30
<b>3,00 m</b>	31-R		27-R	19-20-27	
<b>3,50 m</b>					27-15-12
<b>4,30 m</b>		29-R			

I valori sperimentali ottenuti indicano la presenza di depositi generalmente addensati, a meno di situazioni locali superficiali (S7) imputabili alla presenza di riporti chiaramente identificati in fase d'indagine.

Nei sondaggi S8, S9, S10 è stato inoltre misurato il **livello di falda**, che risultava compreso tra **-5,50 e -6,50 m dal p.c.**

#### **4.4. Pozzi**

Nei dintorni dell'Ambito di Trasformazione sono presenti numerosi pozzi (vedi corografia) realizzati nel corso degli anni.

Presso il Kartodromo il pozzo **cod 017092P273**, profondo 90 m, attraversa inizialmente 8 metri di ghiaia e quindi 22 metri di ghiaia in matrice argillosa. Seguono circa 54 metri di depositi ghiaioso sabbiosi ed infine un livello di argilla ghiaiosa..

Presso il C.C. Il Leone il **pozzo cod.017092P313**, profondo 150 m, attraversa inizialmente 34 m di ghiaie e sabbie e quindi 11 metri di limi argillosi e argille con ghiaietto. Seguono 46 metri di ghiaie e sabbie e quindi un livello di ghiaie argillose, e argille plastiche fino a 101 m e limi argillosi e sabbiosi fino a 118 m. Il pozzo raggiunge poi i 150 m attraversando depositi ghiaiosi e conglomeratici.

Sempre presso il C.C. il Leone il **pozzo 2**, profondo 90 m, riscontra fino a tale profondità una sequenza analoga al precedente, mostrando due livelli prevalentemente limoso argillosi tra 32 e 45 m e tra 75 e 90 m.

Riassumendo, i pozzi presso il C.C. "Il Leone" rappresentano la zona depocentrale della piana dei Campagnoli, indicando la presenza in superficie di depositi fluvioglaciali, con spessori di circa 32-34 m, poggianti su un primo livello prevalentemente limoso argilloso di 11-15 m. Segue un nuovo materasso ghiaioso sabbioso con spessori compresi fra 30 e 45 m e quindi un nuovo livello prevalentemente argilloso e limoso di 10-15 m.

Il pozzo presso il Kartodromo rappresenta invece un ambiente di transizione tra i cordoni morenici e la piana fluvioglaciale dei Campagnoli, presentando spessori ridotti a circa 8 m di depositi fluvioglaciali ghiaioso sabbiosi poggianti su circa 20-25 m di ghiaie in matrice argillosa che rappresentano le propaggini sepolte del cordone morenico del M. Slossaroli. Seguono quindi nuovamente circa 54 metri di depositi ghiaioso sabbiosi.

---

### **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

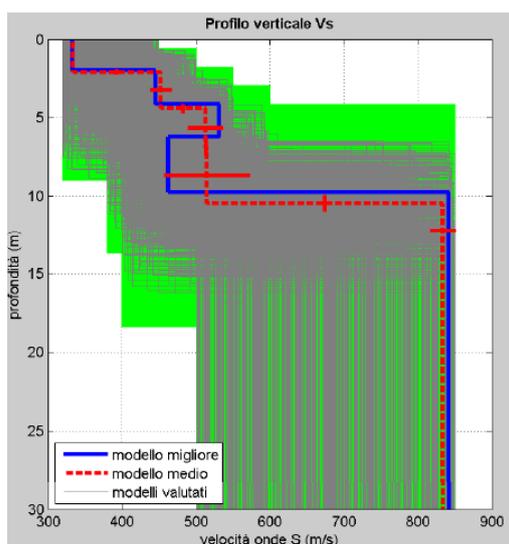
Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

#### 4.5. Dati sismostratigrafici - Indagine sismica MASW

Al fine di caratterizzare il comportamento sismico dei terreni di fondazione dell'AdT12 è stata reperita entro il Database delle Indagini dello Studio di Microzonazione Sismica, l'indagine cod. **017092L37MASW37** eseguita entro l'AdT. In particolare è stato eseguito n. 1 stendimento di sismica multicanale con acquisizione delle onde superficiali, anche a bassa frequenza, ed analisi dei dati mediante metodologia MASW, finalizzato alla definizione della velocità di propagazione delle onde S nel sottosuolo, come richiesto dalla normativa vigente.

L'elaborazione della linea MASW e dell'indagine HVSR sono riportate in Allegato 3. Si riassumono di seguito i risultati ottenuti dall'analisi congiunta MASW-HVSR

DENOMINAZIONE	SPESSORE	PROFONDITA BASE	V <sub>S</sub> (M/SEC)
Unità sismostratigrafica 1	2,1±0,2	1,9 - 2,3	334±2
Unità sismostratigrafica 2	2,3±0,3	4,1 - 4,7	453±14
Unità sismostratigrafica 3	2,5±0,5	6,4 - 7,4	513±23
Unità sismostratigrafica 4	3,6±0,5	10 - 11	515±58
Unità sismostratigrafica 5	19,5±	30,0	834±17



Per tale successione sismostratigrafica è possibile stimare un valore V<sub>s</sub> equivalente previsto dalle NTC2018,  $V_{s_{eq}} = V_{s_{10,5}}$  pari a 452 m/s.

Il valore di V<sub>s<sub>eq</sub></sub> è quindi relativo ad una **Categoria di Sottosuolo B**.

La categoria di sottosuolo B individuata andrà verificata con la successiva analisi di Risposta Sismica Locale.

Nel complesso è possibile definire la seguente sismostratigrafia:

#### 4.6. Permeabilità del sito

Nel giugno 2013 nell'ambito dell'Adt 12 è stato eseguito dal sottoscritto uno "Studio di permeabilità dei terreni per il predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane lungo l'asse viario di Via Croce di Venzago (Via Mantova)

Per la redazione di detto studio sono stati eseguiti n. 3 scavi esplorativi ubicati come nella seguente planimetria:

Nello scavo Sc3 è stata rilevata la **presenza della falda alla profondità di -2,10 dal p.c..**

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

Entro gli scavi Sc1 e Sc2 sono state eseguite n. 2 prove di permeabilità a carico variabile che hanno dato i seguenti risultati:

*Sc 1*  $k = 1,48 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

*Sc 2*  $k = 1,51 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

Il dato considerato indica generalmente **una permeabilità medio-alta** dei terreni presenti nell'area.

## 5. PROPOSTA DI MODELLO GEOTECNICO E GEOFISICO DEL SITO

In base all'interpretazione dei dati geognostici e litostratigrafici raccolti e dell'indagine sismica eseguita viene schematizzata, nelle seguenti tabelle, la successione stratigrafica dei terreni presenti nell'area d'indagine ed un **Modello Geotecnico Preliminare del Sito**, partendo dall'alto verso il basso e prendendo come quota di riferimento il p.c.

Per quanto concerne la stima dei parametri geotecnici principali sono state utilizzate formule di letteratura applicate in funzione della natura litologica di ciascuna unità, della loro profondità e delle condizioni di saturazione (vedi modellazione schematica sottoriportata).

Si evidenzia inoltre che la modellazione stratigrafica-litologica e la definizione dei parametri geotecnici mediante dati derivanti dalle prove penetrometriche SCPT, presenta sempre un certo grado di variabilità ed incertezza ritenuto tuttavia compatibile con la conoscenza dei luoghi della scrivente, l'assetto geologico dei luoghi e la tipologia di intervento.

Il modello geofisico è stato ipotizzato correlando i dati geotecnici con quelli sismici ottenuti in loco.

Si propone quindi il seguente modello geotecnico-sismostratigrafico preliminare:

### SETTORE CENTRALE E ORIENTALE

(Riferimento Sondaggi S6-S7-S8-S9-S10, Pozzi C.C. Il Leone, Scavi, MASW)

<i>Profondità dal piano Campagna</i>	<i>Descrizione litologica</i>	$\Phi$ <i>Meyerhof</i> (°)	$\gamma$ ( $\gamma'$ ) kN/m <sup>3</sup>	$c_u$ kPa	Dens. Rel. %	Vs m/s
Da 0,00 m a 0,40,/0,50 m	Terreno superficiale naturale e/o rimaneggiato Limo sabbioso	--	--	--	--	
Da 0,40/0,50 m a 8,00/10,00 m	Unità 1 – US1f4a Ghiaia da grossolana a fine e sabbia, a tratti sabbia e ghiaia, da addensata a molto addensata con locali livelli di limi debolmente argillosi, consistenti, debolmente umidi e limi ghiaiosi debolmente argillosi	38° 42°	22	--	80 100	A 2 m: 330 A 4,50: 450 A 10 m: 510
Da 8,00/10,00 m a 30,00/35,00 m	Unità 2 – US1f4a Ghiaie e sabbie	--	--	--	--	> 800

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## SETTORE OCCIDENTALE

(Riferimento Prove SCPT Kartodromo, Pozzo Kartodromo, Scavi, MASW)

<i>Profondità dal piano Campagna</i>	<i>Descrizione litologica</i>	$\Phi$ <i>Meyerhof</i> (°)	$\gamma$ ( $\gamma'$ ) kN/m <sup>3</sup>	$c_u$ kPa	Dens. Rel. %	Vs m/s
Da 0,00 m a 0,40, /0,50 m	Terreno superficiale naturale e/o rimaneggiato Limo sabbioso	--	--	--	--	
Da 0,40/0,50 m a 5,40/6,30 m	Unità 1 – USIf4a sabbie eterogenee e sabbie limose a tratti debolmente ghiaiose, con livelli di limi e limi sabbiosi intercalati, da mediamente addensati ad addensati	31° 34°	20 21	--	40 60	330 450 510
Da 5,40/6,30 m a 6,60/8,10 m	sabbie eterogenee da ghiaiose a con ghiaia, molto addensate	37° 39°	22	--	80 90	510
Da 6,60/8,10 m a 30,00/35,00 m	Unità 3 – USIf1 sabbie e ghiaie eterogenee con ciottoli a supporto di matrice limosa e argillosa, da addensate a molto addensate	36* 40°	21 22	--	100	> 800

Nel settore centrale e orientale si prevede la presenza della falda freatica con soggiacenza compresa tra 2 e 6 m dal p.c.

Nel settore occidentale le indagini consultate non hanno rilevato la presenza della falda, la cui soggiacenza dovrà essere attentamente indagata in fase di intervento (vedi anche cap. 7)

La successione di Vs indicata consente di calcolare per l'area d'indagine un valore Vs equivalente  $V_{seq} = V_{s10,5}$  previsto dalle NTC2018 pari a 452 m/s. s, riferibile quindi ad una **Categoria di sottosuolo B**.

Questa categoria andrà verificata con la successiva analisi di Risposta Sismica Locale.

La caratterizzazione geotecnica preliminare indicata nel presente capitolo dovrà essere approfondita e definita nelle singole Relazioni Geotecniche che dovranno essere redatte per la realizzazione degli interventi nei singoli lotti in cui verrà suddiviso l'ambito.

Pertanto per ogni intervento previsto andrà sviluppato uno specifico Modello Geotecnico ai sensi del par. 6.2.2. del DM 17/01/18.

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## 6. RISPOSTA SISMICA LOCALE - Metodo semplificato e Analisi di 1° e 2° livello

(D.M. 17/01/18 - D.G.R. 9/2616/2011)

Per la valutazione dell'Azione Sismica il **D.M. 17/01/2018** richiede l'utilizzo dei metodi, delle formule e delle tabelle in esso riportate, nonché l'applicazione di quanto previsto ai paragrafi 3.2.3.2, 3.2.3.3, 3.2.3.4 e 3.2.3.5. Non sono state condotte specifiche analisi di Risposta Sismica Locale; sono stati quindi utilizzati i metodi semplificati previsti dal D.M. 17/01/18.

L'indagine geognostica e lo studio geologico hanno quindi permesso di definire un modello geotecnico-stratigrafico e di analizzare le caratteristiche geomorfologiche del sito al fine di definire la **Categoria di Sottosuolo** e la **Categoria Topografica**, che potranno essere utilizzate per la stima dell'Azione Sismica e più in generale per la progettazione delle opere.

Mediante il programma Excel "Spettri-NTC (ver. 1.0.3)" è possibile definire gli Spettri di Risposta Elastici ed i Parametri di Pericolosità Sismica normativi definiti per il sito di progetto sulla base dei risultati del progetto S1 – INGV (**Fase 1** del programma).

Lo sviluppo delle Fasi 2 e 3 del programma, per la definizione degli Spettri di Risposta Elastici di progetto, relativi ai vari Stati Limite, necessita la conoscenza e/o la scelta di parametri progettuali di competenza dei Tecnici Progettisti delle opere. Nei paragrafi successivi si forniscono quindi, per quanto di pertinenza del Geologo, i dati inerenti la Risposta Sismica Locale.

La consultazione dello Studio Geologico Comunale consente quindi di individuare lo Scenario di Pericolosità Sismica Locale assegnato per l'area in esame ed il relativo Fattore di Amplificazione sismica Calcolato (FAC). Il confronto tra questo parametro ed il Fattore di Amplificazione sismica di Soglia comunale (FAS), riferito alla Categoria di sottosuolo del sito, consente di definire se  $FAC > FAS$  o se  $FAC \leq FAS$ .

Nel primo caso la normativa richiede l'impiego di una Categoria di Sottosuolo superiore a quella individuata nel sito o una analisi di risposta sismica locale di 3° livello.

L'area di progetto non è stata classificata, nello Studio della Componente Geologica del PGT vigente entro alcun scenario di pericolosità sismica Z2a o Z2b quali ambiti soggetti a cedimenti e liquefazione e riferiti rispettivamente a "Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti" e "Zone con depositi granulari fini"; pertanto non è richiesto un Approfondimento sismico di 3° livello, secondo le procedure indicate nel § 2.3.2 dell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011.

E' stata in ogni caso presa in esame la stabilità del sito nei confronti della liquefazione, come richiesto al paragrafo 7.11.3.4 del D.M. 17/01/18 e sono stati predisposti gli eventuali Approfondimenti Sismici richiesti dalla normativa comunale e regionale vigente e/o ritenuti opportuni.

---

### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## **6.1. Scenario di Pericolosità Sismica Locale, Categoria di Sottosuolo e Categoria Topografica**

### **6.1.1. Categoria di Sottosuolo – Effetti di Amplificazione Litologica - Analisi di 1° Livello e Approfondimento Sismico Analisi di 2° Livello**

Sulla base della successione sismostratigrafica individuata nel modello geotecnico, è possibile stimare i valori di  $V_{s_{eq}}$ , e la conseguente **categoria di sottosuolo** secondo la tabella 3.2.II del D.M. 17/01/18, (riportata in allegato a questa relazione).

Per l'area d'indagine è stato calcolato un valore di  $V_{s_{eq}} = V_{s_{10,5}}$  pari a **452 m/s**. riferibile quindi ad una **Categoria di sottosuolo B**.

**Le Norme di PGT non richiedono alcun approfondimento sismico specifico inerente l'amplificazione litologica.**

**Lo studio geologico del territorio comunale di Lonato del Garda** redatto ai sensi della DGR 9/2616/2011, con l'**Analisi di 1° Livello** individua per l'area d'indagine il seguente scenario di pericolosità sismica locale:

#### **AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE**

- **Z4a Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi**

caratterizzato da potenziale amplificazione litologica con  $F_a$  di sito (FAC) <  $F_a$  di soglia (FAS).

La successiva applicazione delle procedure di **Analisi di 2° Livello per effetti litologici** previste dalla DGR 9/2616/2011, hanno definito per il sito in esame un  $F_a$  di sito (FAC) < dell' $F_a$  di soglia comunale (FAS).

**La procedura di 2° Livello consente di definire, in relazione al periodo T dell'edificio di progetto, se i parametri sismici definiti dal DM 17/01/18 siano o meno cautelativi rispetto ai fenomeni di amplificazione sismica di sito. In particolare:**

- **se FAC < FAS, la Categoria di sottosuolo è confermata e potranno essere utilizzati i relativi parametri sismici del DM 17/01/18;**
- **se FAC > FAS, la Categoria di sottosuolo non è confermata e dovranno essere utilizzati i parametri sismici della Categoria di Sottosuolo inferiore del DM 17/01/18.**

**Per l'area di interesse la procedura indica che i parametri sismici della normativa più recente (DM 17/01/18) sono sufficientemente cautelativi rispetto ai fenomeni di amplificazione sismica di sito in terreni di Categoria B e per edifici ricadenti nelle due classi di periodo T considerato**

### **6.1.2. Categoria Topografica**

Per quanto riguarda la categoria topografica, facendo riferimento alla tabella 3.2.III del DM 17/01/18 (in allegato), per il sito in esame, inserito in un contesto debolmente acclive (inclinazione media del penio < 15°), si potrà tener conto di:

---

#### **STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

**Categoria topografica: T1.**

Le Norme di PGT non richiedono alcun approfondimento sismico specifico inerente l'amplificazione topografica.

**6.2. Pericolosità Sismica del Sito - Parametri sismici di riferimento per la definizione dell'Azione Sismica (Metodo semplificato)**

Per l'area d'indagine, possono essere stimati, per varie frequenze annuali di superamento, i valori dei parametri sismici normativi ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ ) relativi alla Pericolosità Sismica mediante il programma Spettri-NTC ver.1.0.3, utilizzando le coordinate geografiche.

Per gli edifici previsti nell'Ambito di Trasformazione – Umi2 si possono considerare in prima analisi la **Classe d'uso II** e la **Classe d'uso III** – (paragrafo 2.4.2 NTC 2018) ed una vita nominale  $V_N = 50$  anni.

Si propongono, quindi, i seguenti parametri progettuali ed i relativi periodi di riferimento da utilizzare per i diversi Stati Limite:

Classe d'uso dell'edificio		II				Par 2.4.2.
Vita Nominale della costruzione (in anni)	$V_N$	50				Tab. 2.4.I.
Coefficiente d'uso della costruzione	$C_U$	1,0				Tab. 2.4.II.
Probabilità di superamento	$P_{VR}$	<b>SLO</b> 81 %	<b>SLD</b> 63 %	<b>SLV</b> 10 %	<b>SLC</b> 5 %	Tab. 3.2.I.
Periodo di riferimento per la definizione sismica (in anni)	$T_R$	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>475</b>	<b>975</b>	Tab.C.3.2.1. Circ 617/09

I valori dei parametri sismici normativi ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ ) relativi alla pericolosità sismica stimati secondo questa strategia sono di seguito elencati:

$P_{VR}$	$T_R$	$a_g$ (*)	$F_0$ (*)	$T_c^*$ (*)
<b>SLO – 81%</b>	30	0,040	2,603	0,226
<b>SLD – 63%</b>	50	0,055	2,487	0,247
<b>SLV – 10%</b>	475	0,155	2,450	0,275
<b>SLC – 5%</b>	975	0,201	2,484	0,277

Classe d'uso dell'edificio		III				Par 2.4.2.
Vita Nominale della costruzione (in anni)	$V_N$	50				Tab. 2.4.I.
Coefficiente d'uso della costruzione	$C_U$	1,0				Tab. 2.4.II.
Probabilità di superamento	$P_{VR}$	<b>SLO</b> 81 %	<b>SLD</b> 63 %	<b>SLV</b> 10 %	<b>SLC</b> 5 %	Tab. 3.2.I.
Periodo di riferimento per la definizione sismica (in anni)	$T_R$	<b>45</b>	<b>75</b>	<b>712</b>	<b>1462</b>	Tab.C.3.2.1. Circ 617/09

I valori dei parametri sismici normativi ( $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ ) relativi alla pericolosità sismica stimati secondo questa strategia sono di seguito elencati:

$P_{VR}$	$T_R$	$a_g$ (*)	$F_0$ (*)	$T_c^*$ (*)
<b>SLO – 81%</b>	45	0,051	2,510	0,243
<b>SLD – 63%</b>	75	0,067	2,496	0,253
<b>SLV – 10%</b>	712	0,180	2,469	0,277
<b>SLC – 5%</b>	1462	0,233	2,456	0,283

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoescalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoescalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

Si allegano gli spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascuno SL, nonché i diagrammi con la variabilità dei valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$  associati a ciascun SL.

Si rimanda al Tecnico Progettista delle Strutture, o ad un'eventuale valutazione congiunta, la scelta di parametri diversi da quelli fin qui proposti nonché la determinazione dell'Azione di Progetto e quindi dello Spettro di Progetto Elastico (SLE) o Inelastico (SLU), proposti nella Fase 3 del citato programma.

In mancanza di tali determinazioni, per le componenti orizzontali del moto e per la categoria di sottosuolo di fondazione definita al capitolo precedente, si adotta una **procedura semplificata** nella quale la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico  $S_s$ , il coefficiente topografico  $S_T$  e il coefficiente  $C_c$  che modifica il valore del periodo  $T_c$ .

Il coefficiente di **amplificazione stratigrafica  $S_s$  ed il coefficiente  $C_c$** , vengono calcolati in base alla tab. 3.2.IV del DM 17/01/18 (riportata in allegato), relativamente al punto di indagine.

Per le verifiche allo **Stato Limite di Danno (SLD)** ed allo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)** delle strutture in progetto si possono utilizzare i seguenti coefficienti:

CLASSE II		Cat. sottosuolo	$S_s$	$C_c$
Stati Limite di Esercizio S.L.E.	SLD – 63%	B	1,200	1,455
Stati Limite Ultimi S.L.U.	SLV – 10%	B	1,200	1,424

CLASSE III		Cat. sottosuolo	$S_s$	$C_c$
Stati Limite di Esercizio S.L.E.	SLD – 63%	B	1,200	1,448
Stati Limite Ultimi S.L.U.	SLV – 10%	B	1,200	1,422

Per la quantificazione dell'**amplificazione topografica  $S_T$**  si fa riferimento alla tabella 3.2.V del D.M. 17/01/18 (riportata in allegato). Per l'intervento di progetto si deve quindi tenere conto di una **categoria topografica T1**, che comporta un valore pari a:

$$S_T = 1,000$$

Nella “Scheda di pericolosità sismica del sito d'intervento”, allegata, vengono riassunti i parametri fin qui valutati in base al “metodo semplificato”.

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

### 6.3. Stabilità nei confronti della liquefazione – Esclusione della verifica a liquefazione

(par. 7.11.3.4. del DM 17/01/18)

L'area di progetto non è stata classificata, nello Studio della Componente Geologica del PGT vigente entro alcun scenario di pericolosità sismica Z2a o Z2b quali ambiti soggetti a cedimenti e liquefazione e riferiti rispettivamente a “Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti” e “Zone con depositi granulari fini”; pertanto non è richiesto un Approfondimento sismico di 3° livello, secondo le procedure indicate nel § 2.3.2 dell'All.5 della D.G.R. 9/2616/2011.

Il DM 17/01/18 prevede in ogni caso che la verifica di stabilità del sito nei confronti della liquefazione dei terreni debba essere omessa quanto si verifichi almeno una delle seguenti circostanze:

#### FATTORI SISMICI

1. Accelerazione massima attesa al piano campagna in assenza di manufatti (in campo libero) < 0,1 g;

#### FATTORI GEOLOGICI-GEOTECNICI

2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c.;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con valori di  $(N_1)_{60} > 30$  o  $q_{cIN} > 180$ ;
4. Distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici indicati nel DM per coefficienti di Uniformità  $U_c > 3,5$  e  $U_c < 3,5$ .

Nel caso non siano verificate le condizioni relative ai fattori sismici 1) si dovranno determinare i parametri necessari a verificare i fattori geologici-geotecnici 2), 3), 4).

L'accelerazione massima attesa al sito, calcolata preliminarmente in riferimento alle due classi di edificio, risulta pari a:

per classe di edificio II:  $a_{max} = a_g * S_s * S_T = 0,155 * 1,2 * 1,0 = 0,186$ .

per classe di edificio III:  $a_{max} = a_g * S_s * S_T = 0,180 * 1,2 * 1,0 = 0,216$ .

FATTORI LEGATI ALL'EVENTO SISMICO		
Condizione di esclusione dalla verifica	Condizioni di sito	ESCLUSIONE
$a_{g\ max} < 0,1\ g$	$a_{g\ max} = 0,186\ g$ $a_{g\ max} = 0,216\ g$	NO

Non potendo escludere la condizione sismica, si procede quindi a verificare le restanti condizioni relative ai fattori predisponenti:

FATTORI GEOLOGICI - GEOTECNICI		
Condizione di esclusione dalla verifica	Condizioni di sito	ESCLUSIONE
Profondità Falda > 15 m	Falda presente a profondità d'indagine; soggiacenze 2-6 m	NO
$(N_1)_{60} > 30$ o $q_{cIN} > 180$	$(N_1)_{60} > 40$	SI
Granulometria esterna ai fusi granulometrici	Litologia prevalentemente ghiaioso sabbiosa	SI

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

Essendo presenti caratteri litologici e di resistenza del terreno che escludono i fenomeni di liquefazione, **si ritiene quindi di escludere, per il sito in esame, la possibilità che possano verificarsi fenomeni di liquefazione** in caso di scosse sismiche di magnitudo paragonabile a quella usata per la verifica.

#### **6.4. Stabilità dei pendii**

**(par. 7.11.3.5. del D.M. 17/01/18).**

In relazione alle condizioni stratigrafiche e topografiche del sito fin qui esposte si escludono fenomeni di instabilità dei pendii, così come definiti al par. 7.11.3.5. del D.M. 17/01/18.

## 7. RACCOMANDAZIONI

Le indagini geotecniche e geofisiche reperite e consultate e le cartografie tematiche consultate a supporto della presente relazione geologica di fattibilità hanno permesso di ricostruire il modello geologico e geofisico di riferimento per l'Ambito di Trasformazione AdT 12 – Umi2

L'elaborazione dei dati reperiti ha permesso di proporre una prima caratterizzazione geotecnica dell'area (cap. 5) , che va considerata in via del tutto preliminare.

**La caratterizzazione geotecnica preliminare indicata al Cap 5 dovrà essere approfondita e definita nelle singole Relazioni Geotecniche che dovranno essere redatte per la realizzazione degli interventi nei singoli lotti in cui verrà suddiviso l'ambito. Pertanto per ogni intervento previsto andrà sviluppato uno specifico Modello Geotecnico ai sensi del par. 6.2.2. del DM 17/01/18.**

Per ogni singolo intervento dovrà quindi essere predisposta una adeguata campagna d'indagine geotecnica mediante sondaggi geognostici, prove penetrometriche e scavi esplorativi al fine di caratterizzare puntualmente i siti di intervento.

Le indagini dovranno caratterizzare i singoli siti dal punto di vista geotecnico ed individuare puntualmente la soggiacenza della falda, in relazione alla quale sarà possibile valutare correttamente le pressioni limite, i cedimenti ed eventuali problematiche connesse alla eventuale realizzazione di piani interrati.

Le scelte progettuali ed i criteri realizzativi previsti entro l'Ambito dovranno essere finalizzati a garantire, in ogni caso, la stabilità dei luoghi, l'esecuzione dei lavori in condizioni di sicurezza, la verifica della pressione limite e delle resistenze dei terreni di fondazione anche in funzione dei cedimenti previsti in fase d'esercizio, nonché la compatibilità con l'assetto idrogeologico del territorio e la stabilità dei luoghi.

Per l'esecuzione di eventuali operazioni di scavo si raccomanda di mantenere le inclinazioni dei fronti compatibili con le caratteristiche geotecniche individuate nel modello geotecnico preliminare indicato nella presente relazione, e di adottare tutte le precauzioni di prassi e previste dalla normativa vigente in materia di sicurezza.

Per la gestione dello scavo si rimanda al successivo cap. 9.

## 8. OPERAZIONI DI SCAVO

### ***8.1. Modalità esecutive degli scavi in condizioni di sicurezza – Interventi di impermeabilizzazione e drenaggio***

Al fine di garantire l'esecuzione degli eventuali interventi di scavo nel rispetto delle condizioni di stabilità dei fronti, si dovrà operare con cautela mantenendo altezze ed inclinazioni rapportabili con le caratteristiche geotecniche dei terreni esistenti e con particolare attenzione laddove si operi al piede dei muri perimetrali esistenti.

In funzione della stratigrafia ricostruita e delle caratteristiche geotecniche riscontrate per il sito in esame potrebbero essere considerate sufficienti le garanzie di tenuta dello **scavo a breve termine**, con **fronti di inclinazione non superiore a circa 60°-80°**.

In relazione all'assetto idrogeologico ricostruito, nell'ipotesi di scavi piuttosto profondi si potrebbero verificare interferenze tra le operazioni di scavo e fenomeni di filtrazione idrica. Pertanto, oltre a raccomandare specifiche indagini al fine di identificare con precisione la soggiacenza della falda (vedi cap. 7), si dovranno prevedere specifiche tecniche realizzative al fine di eseguire le operazioni di scavo in condizione di sicurezza.

Per tutti gli sbancamenti si raccomanda, infine, di non abbandonare i fronti di scavo aperti per periodi di tempo prolungati. A seguito di piogge intense tali fronti possono essere soggetti a fenomeni di dilavamento con conseguenti crolli delle pareti di scavo. In caso di pioggia i fronti di scavo dovranno essere protetti dal dilavamento superficiale mediante teloni impermeabili.

### ***8.2. Linee guida generali di utilizzo del materiale escavato***

Nell'ambito della realizzazione delle opere si prevede la produzione di materiale derivanti da operazioni di scavo.

Il materiale escavato ha la possibilità di:

- **essere destinato allo stato naturale a fini di costruzione nello stesso sito in cui è stato escavato** (art. 185 D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e art. 24 del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017).

**185. Esclusioni dall'ambito di applicazione**  
(articolo così sostituito dall'articolo 13 del d.lgs. n. 205 del 2010)

1. Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto:

- a) le emissioni costituite da effluenti gassosi emessi nell'atmosfera;
- b) il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli artt. 239 e ss. relativamente alla bonifica di siti contaminati;
- c) il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale scavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato scavato;
- d) i rifiuti radioattivi;
- e) i materiali esplosivi in disuso;
- f) le materie fecali, se non contemplate dal comma 2, lettera b), paglia, sfalci e potature, nonché altro materiale agricolo o forestale naturale non pericoloso utilizzati in agricoltura, nella selvicoltura o per la produzione di energia da tale biomassa mediante processi o metodi che non danneggiano l'ambiente né mettono in pericolo la salute umana.

Questo articolo è stato sottoposto ad "Interpretazione Autentica" di Legge mediante l'Art. 3 – **Disposizioni in materia di matrici materiali di riporto e ulteriori disposizioni in materia di rifiuti**- della **L. 28 del 24/03/2012** (Conversione in legge con modificazioni del D. L. 2 del 25/01/2012 recante *Misure Straordinarie e urgenti in materia ambientale*).

Ai sensi dell'Art. 3 comma 1 della L. 28 del 24/03/2012 come modificato dall'art. 41 comma 3 lett. a) della L. 98/2013 (Decreto del Fare) "...omissis... i riferimenti al **suolo** contenuti all'art. 185 commi 1, lettere b) e c), e 4 del D. Lgs.152/06, si interpretano come riferiti anche alle **matrici materiali di riporto** di cui all'All. 2 alla parte IV del medesimo D. Lgs.", costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica quali residui e scarti di produzione e di consumo e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito e utilizzate per la realizzazione di riempimenti rilevati e reinterri. Al comma 2 dell'Art. 3 della L. 28 del 24/03/2012 come modificato dall'art. 41 comma 3 lett. b) della L. 98/2013 si specifica che "Fatti salvi gli accordi di programma per la bonifica sottoscritti prima della data di entrata in vigore della presente disposizione che rispettano le norme in materia di bonifica vigenti al tempo della sottoscrizione, ai fini dell'applicazione dell'Art. 185 comma 1 lettere b) e c) del D. lgs. 152/06, le matrici materiali di riporto devono essere sottoposte a test di cessione effettuato sui materiali granulari ai sensi dell'art.9 del D. M. Amb. Del 5 Febbraio 1998 ....omissis... ai fini delle metodiche da utilizzare per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee e, ove conformi ai test di cessione, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di siti contaminati."

Recentemente il **Titolo IV del D.P.R. 120/2017 (Art.24)**, fermo restando quanto previsto dal sopracitato art. 3, c. 2 del D.L. 25/01/2012 n. 2 ha specificato che **la non contaminazione**, per il riutilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina rifiuti, **deve essere verificata ai sensi dell'All. 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali"** del Regolamento D.P.R. n. 120 del 13/06/2017 mediante prelievo di campioni ed analisi chimiche (Art. 24 comma 1)

Nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga in siti sottoposti a VIA o AIA si applicano anche i commi 3-4-5 dell'Art. 2 e risulta necessario predisporre un **Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti** redatto ai sensi dell'art. 24 comma 3 D.P.R. n. 120/17). L'art. 4 del D.P.R. 120/2017 stabilisce la **predisposizione in fase di progettazione o prima dell'inizio dei lavori delle analisi chimiche** (in conformità

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

al Piano preliminare) **e di un progetto specifico delle attività da inviare ad ARPA ed all'autorità competente prima dell'avvio dei lavori.**

- **essere gestito con la qualifica di “rifiuto speciale”**, quindi trasportato all'esterno dal sito e conferito in discarica autorizzata (art. 184 D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.) nel rispetto di tutte le normative sui rifiuti vigenti:

3. Sono rifiuti speciali:

- a) i rifiuti da attività agricole e agro-industriali, ai sensi e per gli effetti dell'[art. 2135 c.c.](#); *(lettera così modificata dall'articolo 11 del d.lgs. n. 205 del 2010)*
- b) i rifiuti derivanti dalle attività di demolizione, costruzione, nonché i rifiuti che derivano dalle attività di scavo, fermo restando quanto disposto dall'articolo 184-bis;** *(lettera così sostituita dall'articolo 11 del d.lgs. n. 205 del 2010)*
- c) i rifiuti da lavorazioni industriali; *(lettera così modificata dall'articolo 2, comma 21-bis, d.lgs. n. 4 del 2008)*
- d) i rifiuti da lavorazioni artigianali;
- e) i rifiuti da attività commerciali;
- f) i rifiuti da attività di servizio;
- g) i rifiuti derivanti dalla attività di recupero e smaltimento di rifiuti, i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi;
- h) i rifiuti derivanti da attività sanitarie;

Sulla base del recente **D.P.R. 120/2017 (Art. 23)** è stata disciplinata la possibilità di disporre il deposito temporaneo, in attesa del conferimento:

<b>Art. 23.</b> <i>Disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti</i>	
<p>1. Per le terre e rocce da scavo qualificate con i codici dell'elenco europeo dei rifiuti 17.05.04 o 17.05.03* il deposito temporaneo di cui all'articolo 183, comma 1, lettera <i>bb)</i>, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, si effettua, attraverso il raggruppamento e il deposito preliminare alla raccolta realizzati presso il sito di produzione, nel rispetto delle seguenti condizioni:</p> <p><i>a)</i> le terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti contenenti inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) 850/2004 sono depositate nel rispetto delle norme tecniche che regolano lo stoccaggio dei rifiuti contenenti sostanze pericolose e sono gestite conformemente al predetto regolamento;</p>	<p><i>b)</i> le terre e rocce da scavo sono raccolte e avviate a operazioni di recupero o di smaltimento secondo una delle seguenti modalità alternative: 1) con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito; 2) quando il quantitativo in deposito raggiunga complessivamente i 4000 metri cubi, di cui non oltre 800 metri cubi di rifiuti classificati come pericolosi. In ogni caso il deposito temporaneo non può avere durata superiore ad un anno;</p> <p><i>c)</i> il deposito è effettuato nel rispetto delle relative norme tecniche;</p> <p><i>d)</i> nel caso di rifiuti pericolosi, il deposito è realizzato nel rispetto delle norme che disciplinano il deposito delle sostanze pericolose in essi contenute e in maniera tale da evitare la contaminazione delle matrici ambientali, garantendo in particolare un idoneo isolamento dal suolo, nonché la protezione dall'azione del vento e dalle acque meteoriche, anche con il convogliamento delle acque stesse.</p>

- **essere qualificato e destinato ad utilizzo come sottoprodotto (terre e rocce da scavo)** ai sensi dell'art. 184 bis comma 1 del *D.Lgs 152/06* e art. 4 del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017:

**184-bis. Sottoprodotto**  
*(articolo introdotto dall'articolo 12 del d.lgs. n. 205 del 2010)*

1. È un sottoprodotto e non un rifiuto ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa tutte le seguenti condizioni:

- a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;
- b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;
- c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Riguardo le modalità con cui verificare la conformità all'art. 184 bis del D.Lgs 152/06 e s.m.i. ed attuare in fase progettuale ed esecutiva l'utilizzo delle terre e rocce da scavo,

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

sono negli ultimi anni occorse numerose modifiche legislative soprattutto tra il 2012 ed il 2013.

Ad Agosto 2017 è entrato infine in vigore il *D.P.R. 120/2017 del 13/06/2017 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione terre e rocce da scavo, ai sensi dell'Art.8 del D.L. 12 settembre 2014, n.133, convertito con modificazioni dalla Legge 11 Novembre 2014, n. 164)* che ha introdotto una disciplina completa che sostituisce ed integra la precedente.

In particolare l'Art. 4 stabilisce i Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti:

#### Art. 4.

##### *Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti*

1. In attuazione dell'articolo 184-bis, comma 1, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, il presente Capo stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri di piccole dimensioni, in cantieri di grandi dimensioni e in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili. Il presente Capo definisce, altresì, le procedure per garantire che la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti avvenga senza pericolo per la salute dell'uomo e senza recare pregiudizio all'ambiente.

2. Ai fini del comma 1 e ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti:

a) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;

b) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza:

1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;

2) in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;

c) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;

d) soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).

3. Nei casi in cui le terre e rocce da scavo contengano materiali di riporto, la componente di materiali di origine antropica frammisti ai materiali di origine naturale non può superare la quantità massima del 20% in peso, da quantificarsi secondo la metodologia di cui all'allegato 10. Oltre al rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui al comma 2, lettera d), le matrici materiali di riporto sono sottoposte al test di cessione, effettuato secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla *Gazzetta Ufficiale* n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

Con il *D.P.R. 120/17 (Regolamento recante disciplina semplificata della gestione terre e rocce da scavo ai sensi dell'art. 8 del D.L. n. 133 12/09/2014 con modificazioni dalla L. 11/11/2014 n. 164)*, vigente dal 22/08/2017, si perviene ad un quadro normativo che può essere così sintetizzato:

---

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

REGIME DI APPLICAZIONE DELL'ART. 184 BIS – D. Lgs. 152/05 e s.m.i.  
RIFERIMENTI NORMATIVI

<p><b>Siti di grandi dimensioni soggetti a VIA e AIA</b> <i>Come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera u del D.P.R. 120/270</i></p>	<p><b>Siti di piccole dimensioni</b> <i>come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera t del D.P.R. 120/270</i></p> <p><b>Siti di grandi dimensioni non soggetti a VIA o AIA</b> <i>Come definiti nell'articolo 2, comma 1, lettera v del D.P.R. 120/270</i></p>
<p><b>Ai sensi dell'art. 8 del D.P.R. 120/17</b> per verificare il regime di applicazione dell'articolo 184 bis per <b>Siti di grandi dimensioni soggetti a VIA e AIA</b> devono essere rispettati i requisiti di cui all'Art. 4 del D.P.R. 120/17 e si applica il <b>Capo II dello stesso D.P.R. che comprende gli artt. da 9 a 18</b> solo se, <i>sulla base della caratterizzazione ambientale effettuata in conformità agli allegati 1 e 2 del D.P.R. 120/17 siano soddisfatti i requisiti di qualità ambientale previsti dall'Allegato 4 dello stesso D.P.R. 120/2017 per le modalità di utilizzo specifico.</i></p> <p>Per questi siti si applicano le procedure dell'<b>Allegato 1 e 2 del DPR 120/2017</b> ed è necessario redigere un <b>Piano di Utilizzo delle terre e rocce da scavo</b> (art. 9 del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017 e <b>All. 5</b>) al fine di comprovare la sussistenza dei requisiti da soddisfare affinché i materiali da scavo siano considerati sottoprodotti e non rifiuti (ai sensi dell'Art. 183 c.1 lett. qq del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.). Il Piano di Utilizzo deve essere presentato dal proponente all'Autorità Competente ed all'Agenzia di protezione ambientale almeno <b>90 gg prima dell'inizio dei lavori</b> e, nel caso di opera soggetta a VIA o AIA, prima della conclusione del procedimento. Per la redazione del Piano di Utilizzo è indispensabile l'esecuzione di una <b>caratterizzazione ambientale del sito</b> predisposta con prelievo di campioni di terreno fino alle profondità di scavo e secondo un numero minimo di punti d'indagine pari a 3 (siti con superficie di scavo &lt;2500 mq) ed in ogni caso in stretta conformità con quanto prescritto dagli allegati dello stesso D.P.R. 120/2017.</p>	<p><b>Ai sensi dell'art. 20 e dell'art. 22 del D.P.R. 120/17</b> per verificare il regime di applicazione dell'articolo 184 bis per <b>siti di piccole dimensioni &lt; 6000 mc e siti di grandi dimensioni (&gt; 6000 mc) non soggetti a VIA o AIA</b> devono essere rispettati i requisiti di cui all'Art. 4 del D.P.R. 120/17 e si applicano il <b>Capo III (artt. 20 e 21) e Capo IV (art. 22)</b> se <i>il produttore dimostra, qualora siano destinate a recuperi, ripristini, rimodellamenti, riempimenti ambientali o altri utilizzi sul suolo, che non siano superati i valori delle concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alle caratteristiche delle matrici ambientali e alla destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione, e che le terre e rocce da scavo non costituiscono fonte diretta o indiretta di contaminazione per le acque sotterranee, fatti salvi i valori di fondo naturale.</i></p> <p>Per la gestione delle terre e rocce da scavo <i>il produttore attesta il rispetto dei requisiti richiesti mediante la predisposizione e la trasmissione della dichiarazione di cui all'Art. 21 - Dichiarazione di utilizzo per i cantieri di piccole dimensioni" secondo le procedure e le modalità indicate negli articoli 20 e 21."(All. 6 alla D.P.R. 120/2017)</i> da trasmettere almeno <b>15 gg prima dell'inizio lavori di scavo</b> al comune del sito di produzione ed all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente (ARPA).</p>
<p>Per tutti i tipi di sito si applicano gli <b>Artt. 4, 5, 6 e 7 del D.P.R. 120/2017</b> e pertanto in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• devono essere verificati i requisiti di qualità ambientale dei materiali di scavo mediante una <b>procedura di caratterizzazione chimico fisica e accertamento delle qualità ambientali</b> in applicazione dell'<b>Allegato 4 al D.P.R. 120/2017</b> con prelievo di campioni di terreno e successiva analisi chimica.</li> <li>• Deve essere utilizzato il <b>Modulo di trasporto</b> di cui all'<b>Allegato 7 al D.P.R. 120/2017</b></li> <li>• Deve essere prodotta la <b>Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo (DAU – Allegato 8 al D.P.R. 120/2017)</b> entro i termini di validità del Piano di Utilizzo (siti di grandi dimensioni soggetti a VIA o AIA) o della dichiarazione di cui all'art. 21 (siti di piccole dimensioni o di grandi dimensioni non soggette a VIA o AIA)</li> </ul>	

**Vengono inoltre definitivamente abrogati dal D.P.R. 120/2017 il D.M. n. 161 del 10/08/2012, l'art. 184-bis comma 2-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e gli articoli 41, comma 2, e 41-bis del decreto legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito, con modificazioni, dalla legge 9 agosto 2013, n. 98.**

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

Nel caso di **attività da scavo da realizzare in siti oggetto di bonifica** (già caratterizzati ai sensi dell'articolo 242 del D.lgs 152/2006) si applica il Titolo V (Artt. 25 e 26) e risulterà necessario un ***piano di dettaglio*** comprensivo della lista degli analiti da ricercare concordato con ARPA; quest'ultima rilascia parere ed eventuali prescrizioni entro 30 gg dalla presentazione della richiesta. Il proponente 30 gg prima dell'avvio dei lavori trasmette e predispone di un *piano operativo degli interventi* e dettagliato cronoprogramma con indicazione della data di inizio lavori (art. 25 D.P.R. 120/17). Sarà necessario in ogni caso garantire la conformità dei materiali da scavo alle CSC per la specifica destinazione d'uso o ai valori di fondo naturale (art. 26 D.P.R. 120/17).

Si ritiene pertanto opportuno per l'intervento di progetto, laddove sia verificata la mancanza di procedure VIA o AIA, **scegliere la procedura di utilizzo (in situ o fuori situ ovvero quale rifiuto speciale) e definire la normativa più idonea da adottare.**

Alla luce del quadro normativo esposto, sia in caso di utilizzo entro sito che riutilizzo fuori sito viene richiesta la predisposizione di analisi chimiche dei terreni; in funzione alle procedure prettamente tecniche e qualificate richieste dal D.P.R. 120/2017 si consiglia vivamente di predisporre un Piano di Caratterizzazione Ambientale sotto la direzione del Geologo e/o di idonea figura professionale che potrà essere utilizzato, comunque, sia ai sensi del Capo III e IV del D.P.R. 120/2017 per l'applicazione del regime di art. 184 bis del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (riutilizzo fuori sito) sia ai sensi del Titolo IV del D.P.R.120/2017 per la verifica dei "suoli non contaminati" per l'applicazione del regime dell'art. 185 del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. (ri-utilizzo in sito).

## 9. COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO DI PROGETTO CON LE RISULTANZE DELLO STUDIO GEOLOGICO COMUNALE E CON LE NORMATIVE GEOLOGICHE DI FATTIBILITÀ, DI VINCOLO E DI PERICOLOSITÀ SISMICA

Lo Studio Geologico vigente allegato al P.G.T del Comune di Lonato del Garda (BS) nonché il nuovo Studio Geologico “vigente in salvaguardia” evidenziano, per l'area oggetto d'indagine, le seguenti **CLASSI DI FATTIBILITÀ**:

**2a - Aree ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda, non sfruttata ad uso idropotabile)**

**2d – Area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°).**

Per quanto riguarda gli **SCENARI DI PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE**, l'area d'indagine risulta inserita entro lo scenario **Z4a Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi** per la quale, a seguito dell'applicazione delle procedure di II Livello previste dalla DGR 9/2616/2011, è definito un Fa di sito (FAC) < dell'Fa di soglia comunale (FAS).

L'area interessata dell'edificio di progetto non è compresa in aree soggette a vincolo relative alla pianificazione di bacino del PAI.

**L'edificio e le opere di progetto** non risultano comunque interessati da vincoli di Polizia Idraulica.

**Nell'ambito del P.G.R.A.** l'area in esame **NON** è inclusa entro **aree a pericolosità e aree a rischio**.

**L'area in esame non risulta inserita in aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico.**

**Nella presente relazione** sono state prese in esame le condizioni geologiche-geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area di intervento (Cap. 2) e di quelle ad essa limitrofe ed è stato affrontato un inquadramento sismotettonico e della sismicità dell'area (Cap. 3).

Si è quindi pervenuti alla definizione del Modello Geologico del Sito ai sensi del par. 6.2.1. del DM 17/01/18 (Cap. 2.2)

Le indagini geotecniche e i dati geotecnici e sismici reperiti e consultati per la presente relazione (Cap. 4) hanno consentito la ricostruzione con buona precisione di un **modello geotecnico - geofisico** preliminare del sito.

**La caratterizzazione geotecnica preliminare sviluppata nella presente relazione** dovrà essere approfondita e definita nelle singole Relazioni Geotecniche che

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

dovranno essere redatte per la realizzazione degli interventi nei singoli lotti in cui verrà suddiviso l'ambito. Pertanto per ogni intervento previsto andrà sviluppato uno specifico Modello Geotecnico ai sensi del par. 6.2.2. del DM 17/01/18.

In relazione alle problematiche evidenziate nelle norme relative alla Classe di Fattibilità le indagini consultate hanno indicato la probabile presenza della falda freatica con soggiacenza compresa tra 2 e 6 m dal p.c. Pertanto la progettazione dovrà tener conto di questo sia in relazione alle condizioni di stabilità del sito e delle strutture, sia in relazione alle condizioni di vulnerabilità della falda stessa.

**La verifica di 2° livello secondo le procedure dell'all. 5 della D.G.R. 9/2616/2011 ha mostrato che nel sito in esame FAC <FAS e che i parametri sismici della normativa più recente (DM 17/01/18) sono sufficientemente cautelativi rispetto ai fenomeni di amplificazione sismica di sito in terreni di Categoria B e per edifici ricadenti nelle due classi di periodo T considerato.**

In relazione al modello geotecnico-sismostratigrafico e geomorfologico del sito sono state quindi definite rispetto alla Risposta Sismica del Sito con Metodo Semplificato (Cap.6) la **Categoria di Sottosuolo** e la **Categoria Topografica**, per una prima stima dell'Azione Sismica e per la progettazione delle opere (Cap. 6.1).

Sono quindi stati indicati (Cap. 6.2) gli Spettri di Risposta Elastici ed i Parametri di Pericolosità Sismica definiti dalle normative con l'applicazione delle metodologie semplificate per il sito di progetto (risultati del progetto S1 – INGV). Tenuto conto della tipologia di edificio in progetto (paragrafo 2.4.2 NTC 2018) e della conseguente strategia di progettazione, sono stati definiti i periodi di ritorno TR, ed i relativi Spettri di Risposta Elastici e quindi i parametri  $F_0$  e  $T_c^*$ , associati a ciascun Stato Limite. Sono stati infine valutati, sempre con la metodologia semplificata, i valori di amplificazione litologica (Ss) e morfologica di sito (St) per alcuni Stati Limite (Cap. 6.2).

Per quanto concerne la **stabilità alla liquefazione** (Cap. 6.3) si è ritenuto il sito d'interesse non soggetto ad esclusione alla verifica alla liquefazione ai sensi del D.M. 17/01/18. Per tale sito non sussistono potenziali rischi di liquefazione.

**Per la progettazione delle opere si rimanda alle indicazioni del Cap.7**

**Sulla base di quanto sopradescritto si ritiene che gli edifici di progetto, eseguiti secondo le prescrizioni del presente studio, risultino compatibili con la Classe di Fattibilità Geologica individuata e con le Normative di Vincolo Geologico e di Pericolosità Sismica vigenti e con l'assenza di limitazioni derivanti dal PGRA.**

Si specifica che in adempimento alla normativa vigente (D.M. 17/01/18) la presente relazione geologica può essere utilizzata solo per il sito indicato in premessa ed in riferimento agli interventi progettuali così come definiti nei paragrafi illustrativi e nelle tavole cartografiche e tecniche e non può essere quindi utilizzata per altri e diversi interventi progettuali successivi, se non previa presa in esame di eventuali nuovi

---

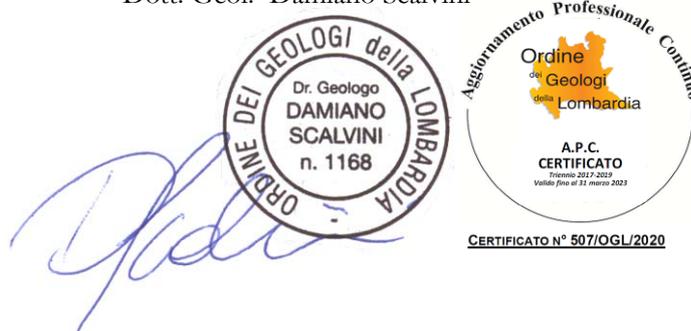
## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

interventi progettuali e di eventuale nuova normativa da parte del professionista Geologo.

Lonato del Garda, 07/07/2021

Dott. Geol. Damiano Scalvini



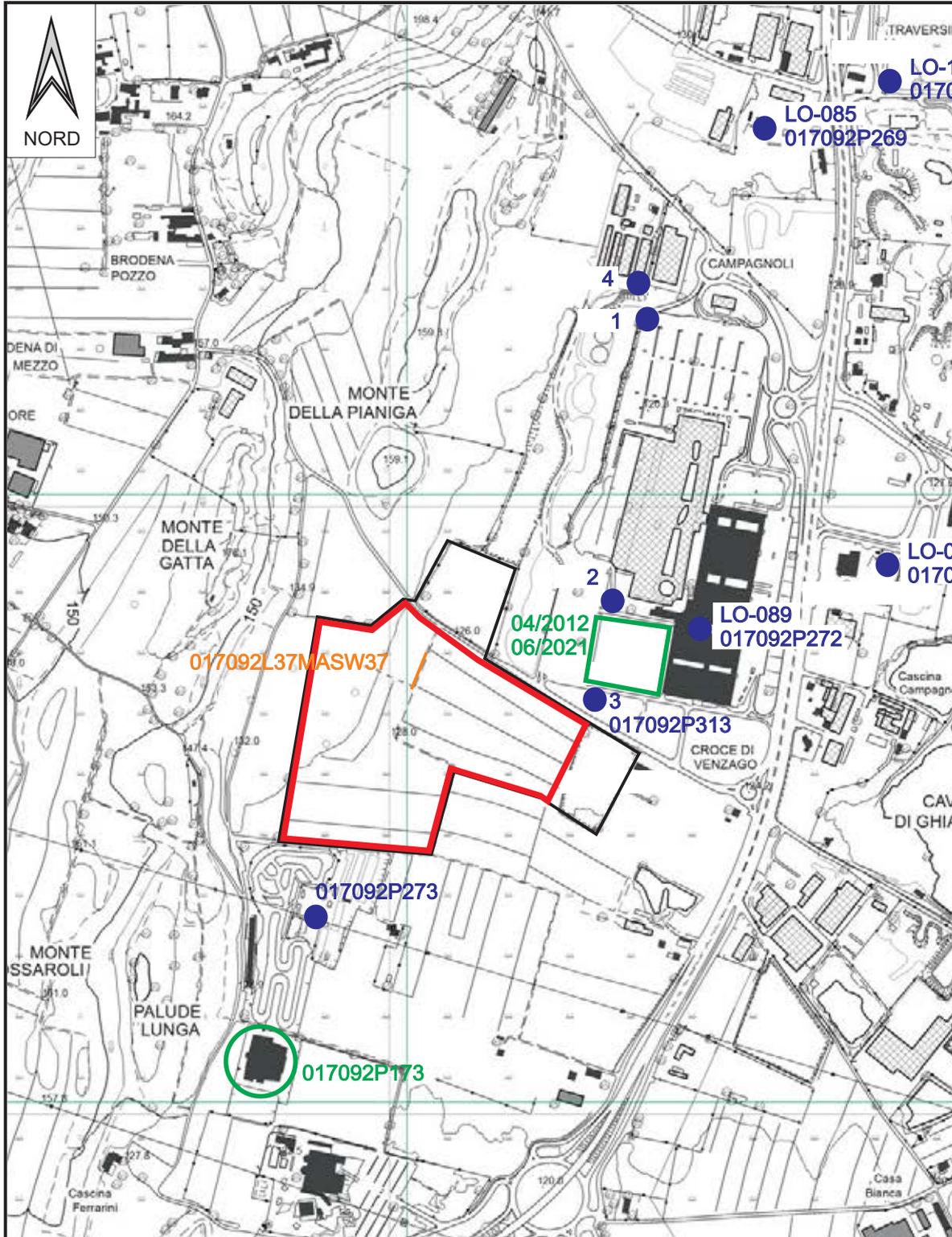
---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

# COROGRAFIA CON UBICAZIONE DI INDAGINI PRECEDENTI

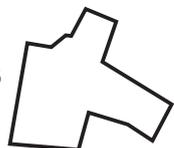
Scala 1:10.000



## Legenda



Umi2 e Umi 3



AdT12

LO-088



Pozzo con stratigrafia



017092P173

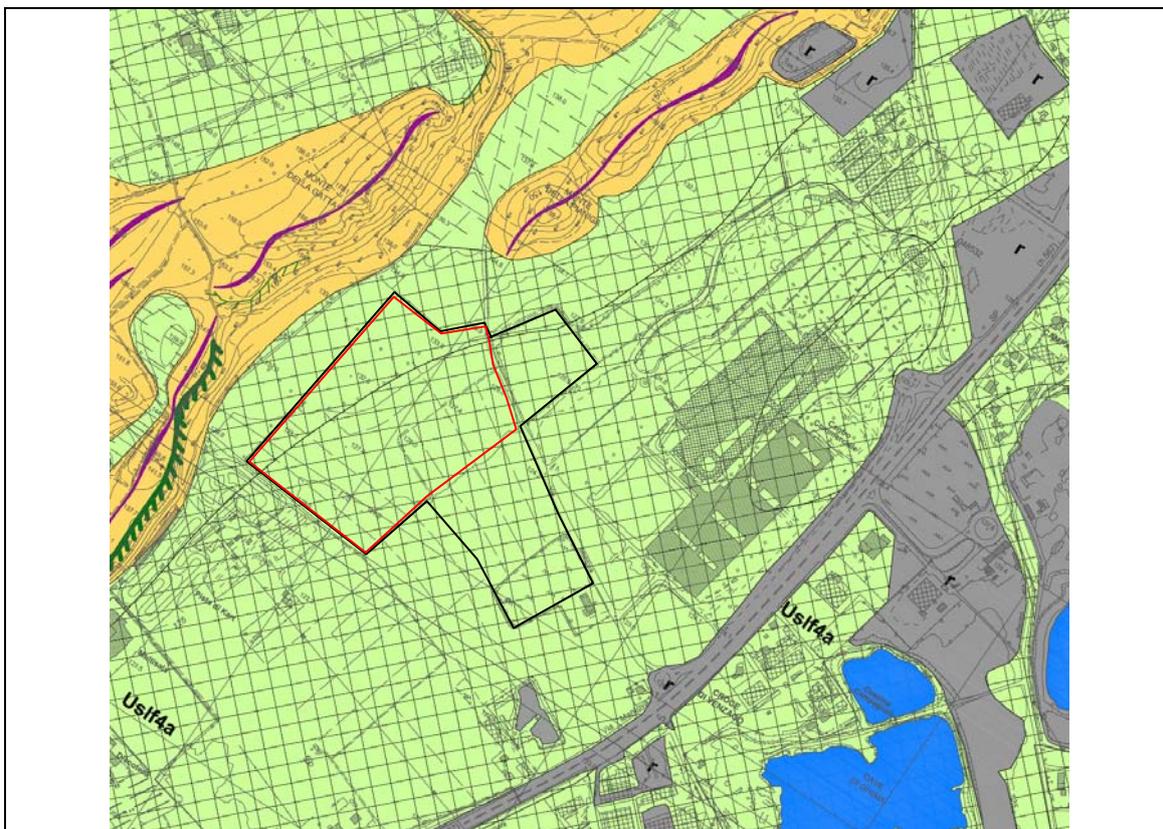
Indagini precedenti reperite  
(indicata data o Cod. archivio MOPS)



Stendimento di sismica multicanale

## CARTA GEOLOGICA

(Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT  
Lonato d/G SG TAV01 Dicembre 2019)



### UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE



Materiali di riporto

#### COPERTURE QUATERNARIE

##### UNITA' DI SOLFERINO (Pleistocene superiore)



Depositi glaciali



Depositi glaciolacustri di depressione intermorenica o di fronte glaciale



Depositi di contatto glaciale



Depositi fluvio-glaciali delle cerchie interne



a) Depositi grossolani prevalentemente ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi, sabbiosi



b) Depositi fini prevalentemente sabbioso limosi, limoso sabbiosi, limoso argillosi



Depositi fluvio-glaciali frontali alle cerchie interne.

#### ELEMENTI GEOMORFOLOGICI



Orlo di scarpata di contatto glaciale < 10 m



Orlo di scarpata di contatto glaciale > 10 m



Laghetti



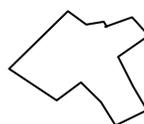
Cordone morenico



Conoide di deiezione



Conoide di deiezione antico



Adt 12

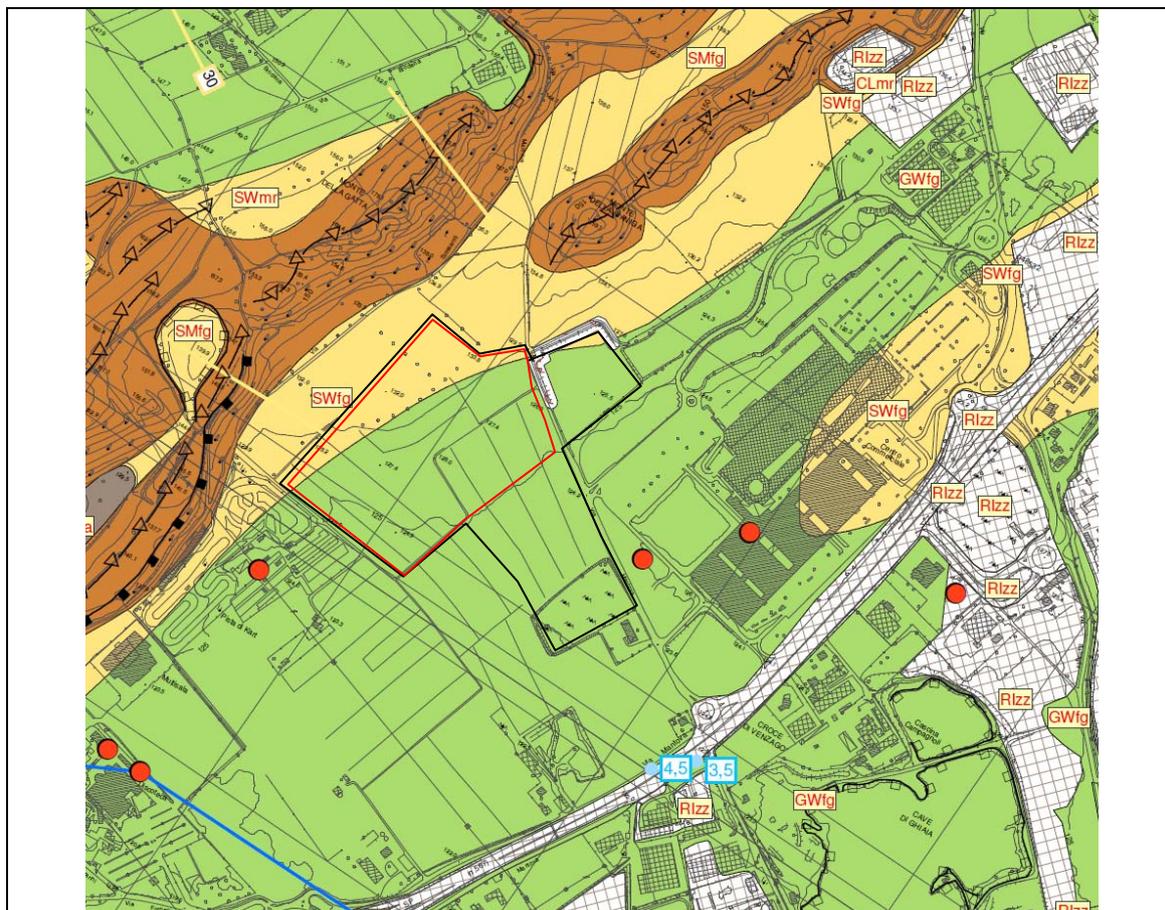


Umi 2

## STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

**CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA**  
 (Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT”  
 Lonato d/G Aprile 2015)



**SWfg**

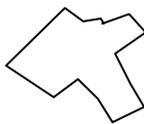
Sabbie e sabbie ghiaiose ed in subordinate limose, mediamente addensate. Locali materiali di riporto superficiali - Deposito fluvio-glaciale: Fase di Solferino (Pleistocene superiore).  
 Sabbie e sabbie ghiaiose, ed in subordinate sabbie limose e limi sabbiosi, mediamente addensati - Depositi di contatto glaciale: Fase di Solferino (Pleistocene superiore).  
 Sabbie, sabbie ghiaiose e sabbie limose da poco a mediamente addensate - Deposito glaciolacustre: Fase di Solferino (Pleistocene superiore).

**GWfg**

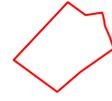
Ghiaie sabbiose, da debolmente limose a limose, da mediamente addensate ad addensate - Depositi fluvio-glaciali: Fase di Sedena (Pleistocene medio-sup.)  
 Ghiaie eterogenee, ghiaie sabbiose, ghiaie sabbioso limose, in subordinate ghiaie debolmente limose, da mediamente a molto addensate, localmente ricoperte da sabbie ghiaiose o sabbie limose, da poco a mediamente addensate - Deposito fluvio-glaciale: Fase di Solferino (Pleistocene sup.)  
 Ghiaie e ghiaie sabbiose mediamente addensate - Depositi di contatto glaciale: Fase di Solferino (Pleistocene sup.)  
 Ghiaie e ghiaie sabbiose addensate - Depositi glaciolacustri: Fase di Solferino (Pleistocene sup.)

**CLmr**

Argille, argille limose e limi argillosi da debolmente ghiaiosi a ghiaiosi, da mediamente consistenti a consistenti, ed in subordinate ghiaie argillose, da mediamente addensate ad addensate - Deposito morenico: Fase di Solferino (Pleistocene sup.)



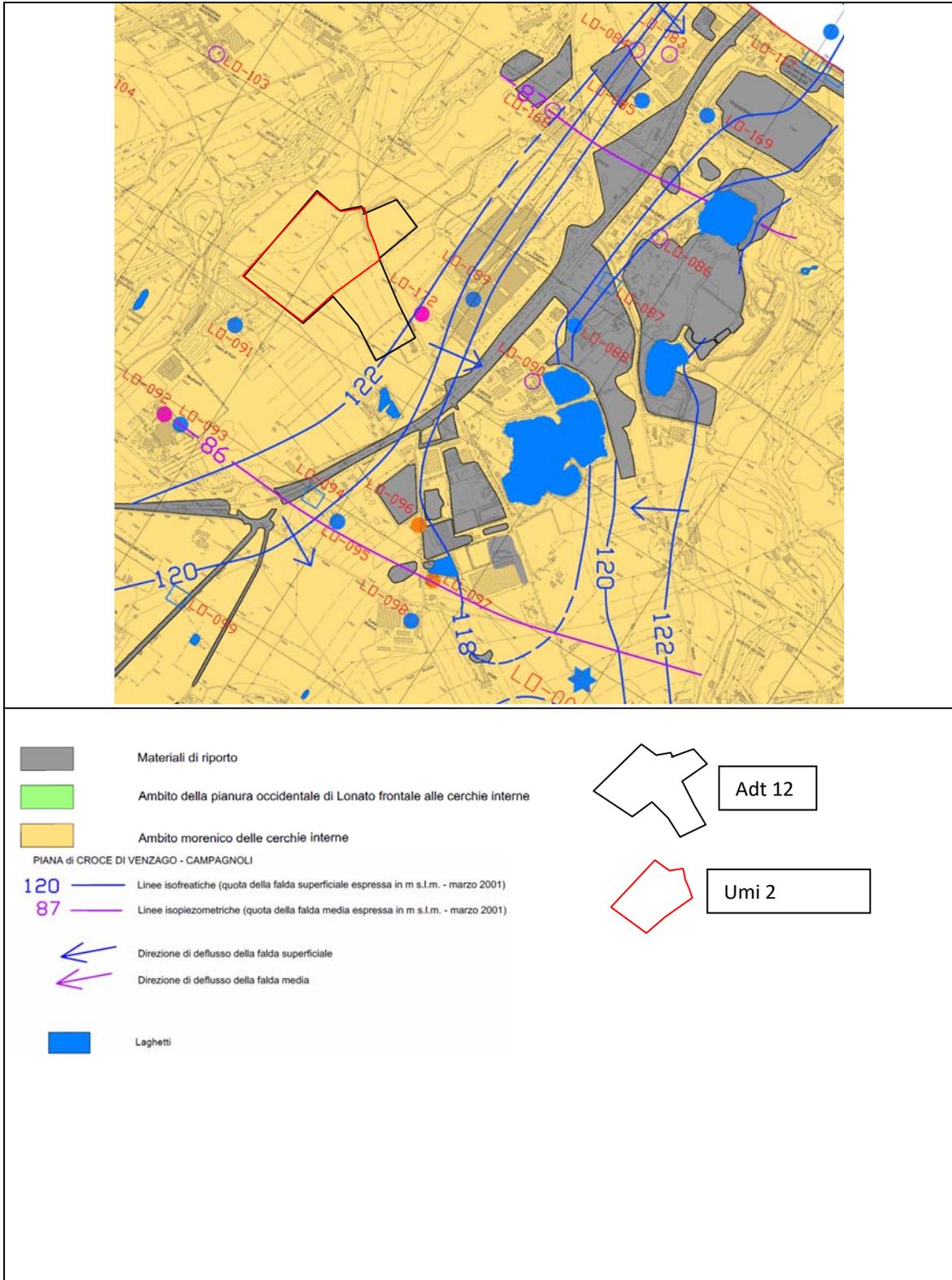
Adt 12



Umi 2

## CARTA IDROGEOLOGICA

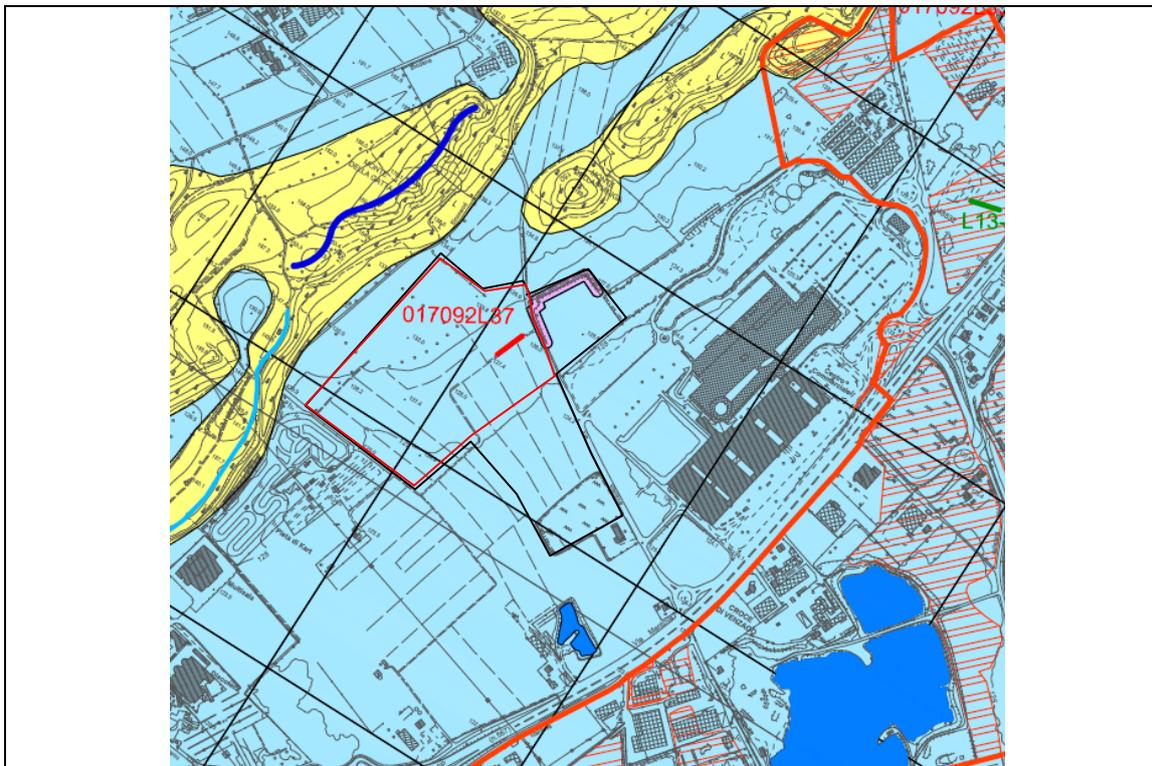
(Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT  
Lonato d/G SG TAV05 Rev 02 Marzo 2021)



### STUDIO GEOLOGICO SCALVINI

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoescalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoescalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

**CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**  
 (Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT  
 Lonato d/G SG TAV08 – Rev01 - Dicembre 2019)



**SCENARI DI PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**  
 (Rif. Tab. 1, All. 5 della D.G.R. 9/2616 del 30/11/2011)

**AMPLIFICAZIONI CORRELATE AD EFFETTI DI INSTABILITA'**

Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta al rischio di frana



**AMPLIFICAZIONI CORRELATE AD EFFETTI DI CEDIMENTI E/O LIQUEFAZIONI**

Z2a - Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc...)



Z2b - Zona con depositi granulari fini saturi



**AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE**

Z3a - Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)



Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo (appuntite - arrotondate)



**AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE**

Z4a - Zona di fondovalle o di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi



Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoidi alluvionali e conoidi detritici lacustri.



Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)



Ambito oggetto di attivita' di cava

017092L1 - Stendimenti di sismica multicanale  
 (numerazione relativa all'Archivio Informatico delle Indagini dello Studio di Microzonazione Sismica del territorio comunale)



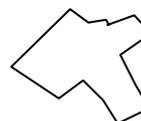
L1+19 - Stendimenti di sismica multicanale  
 (numerazione relativa al presente studio di Aggiornamento dello Studio Geologico al P.G.T. vigente)



Lagheti



Confine Comunale



Adt 12



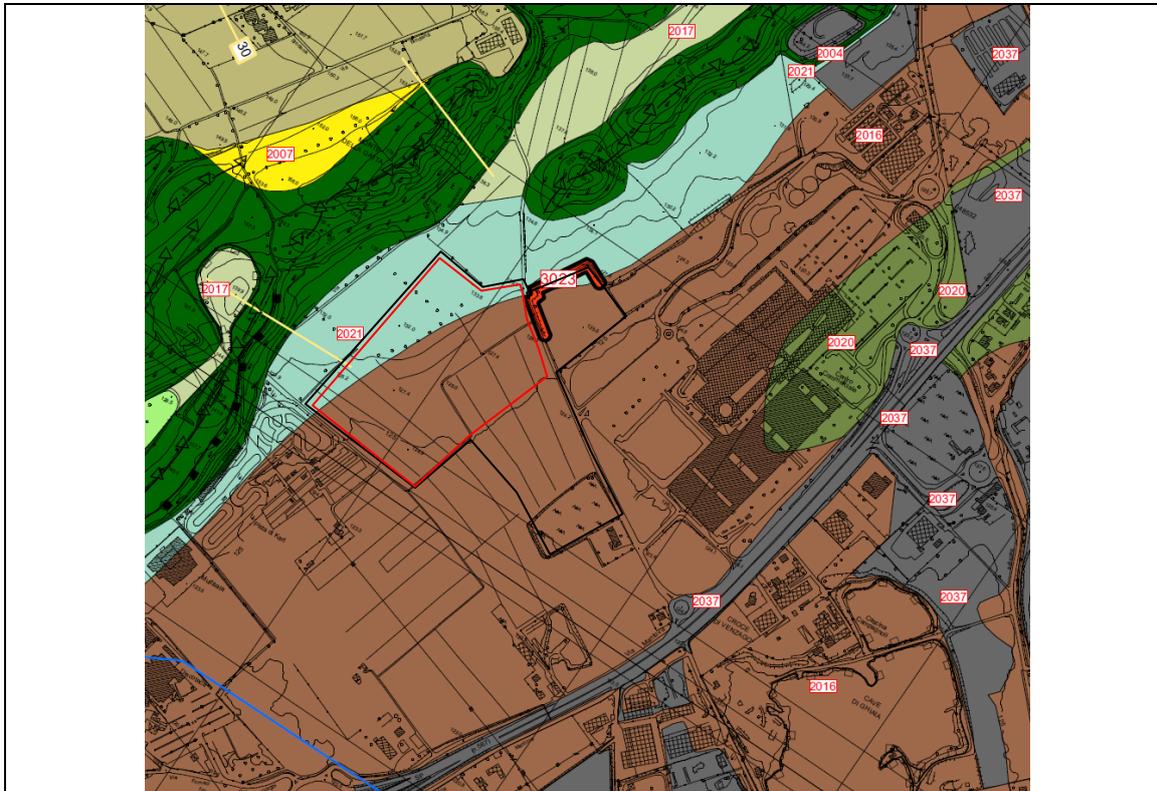
Umi 2

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

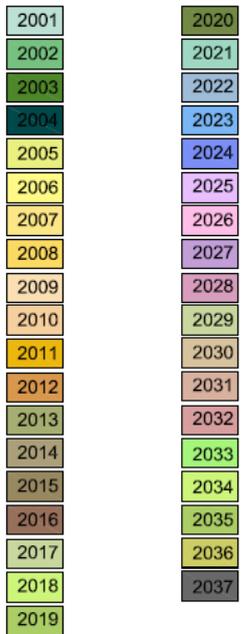
Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
 E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

# CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA LIVELLO 1

(Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT  
Lonato d/G SG - Agosto 2015)



Zone stabili suscettibili di  
amplificazioni locali



Le numerazioni fanno riferimento alle microzone omogenee individuate ed alle colonne litostratigrafiche sintetiche riportate nella relazione illustrativa che le rappresentano.

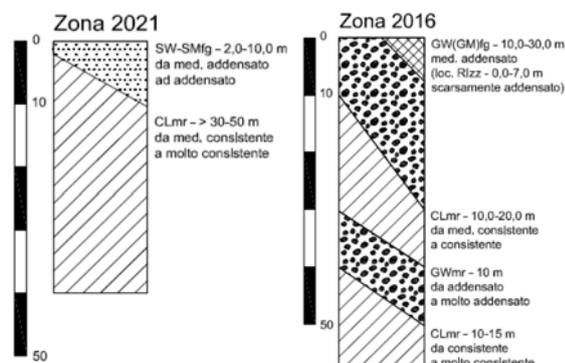


Adt 12



Umi 2

Sezioni stratigrafiche rappresentative di  
interesse dell'AdT12 (MOPS 2015)

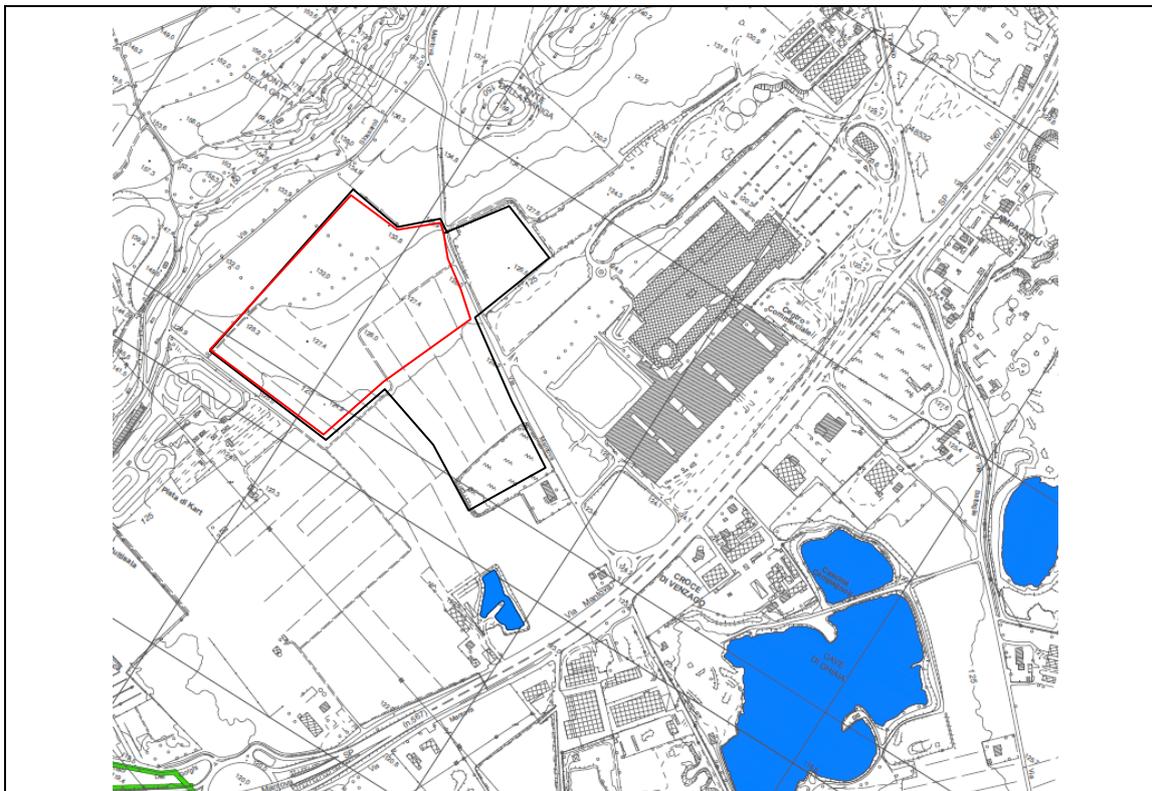


**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)

## CARTA DEI VINCOLI

(Estratto della “Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT  
Lonato d/G SG TAV11 – Rev03 - Marzo 2021)



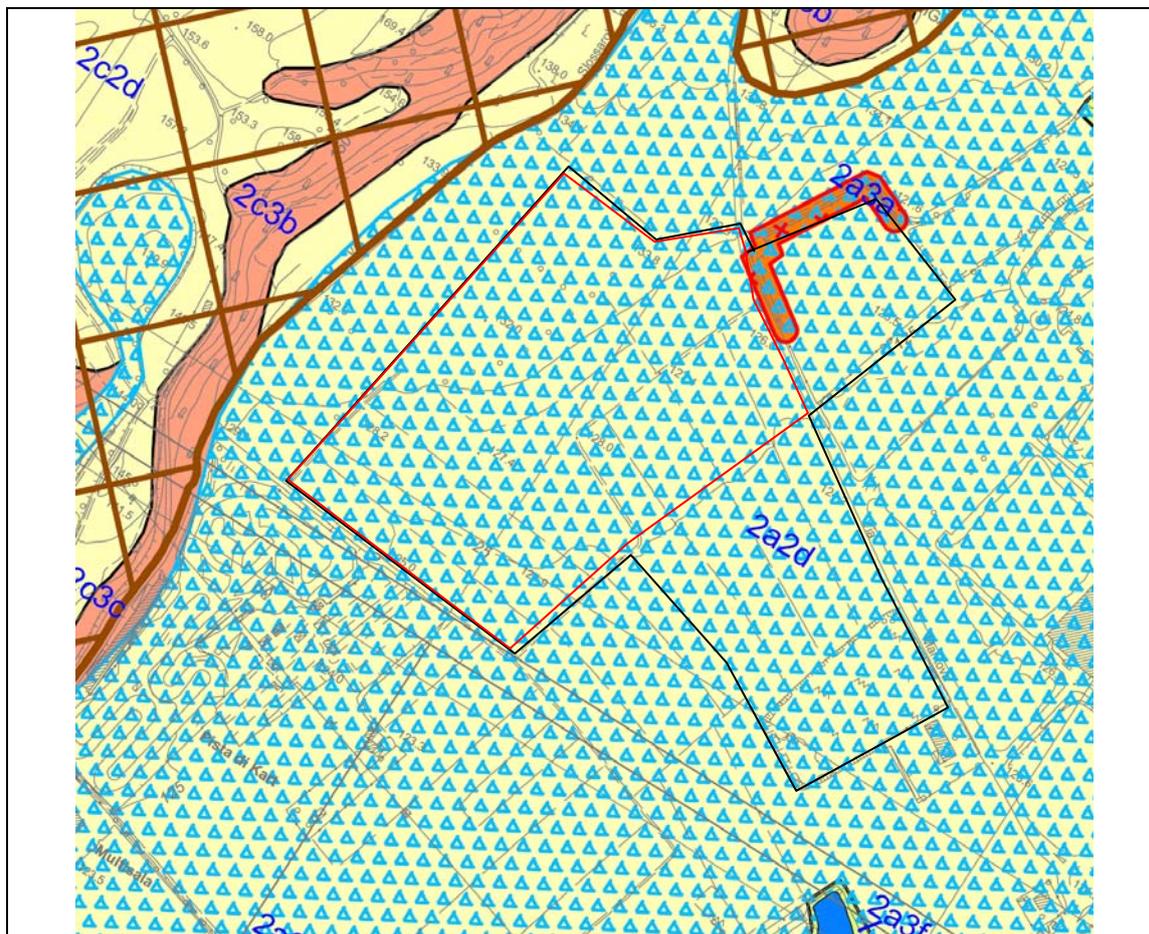
Nessun vincolo per l'area di interesse

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

(Estratto della "Componente Geologica Idrogeologica e Sismica del PGT"  
Lonato d/G SG TAV13 – Rev01 - Dicembre 2019)



### TITOLO II - NORME GEOLOGICHE DI PIANO CORRELATE ALLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

#### CLASSE 3 - FATTIBILITA' CON CONSISTENTI LIMITAZIONI - ART. 2

 3a - Area interessata da diffusi fenomeni di intensa erosione e/o di instabilità superficiale e/o fronti di scavo subverticali abbandonati.

#### CLASSE 2 - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI - ART. 3

 2a - Area ad alta vulnerabilità delle acque sotterranee (prima falda non sfruttata ad uso idropotabile)

 2d - Area con versanti da debolmente a mediamente inclinati (inclinazione compresa tra 5° e 20°).

### TITOLO III - NORME GEOLOGICHE DI PIANO CORRELATE AL RISCHIO SISMICO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (PSL)

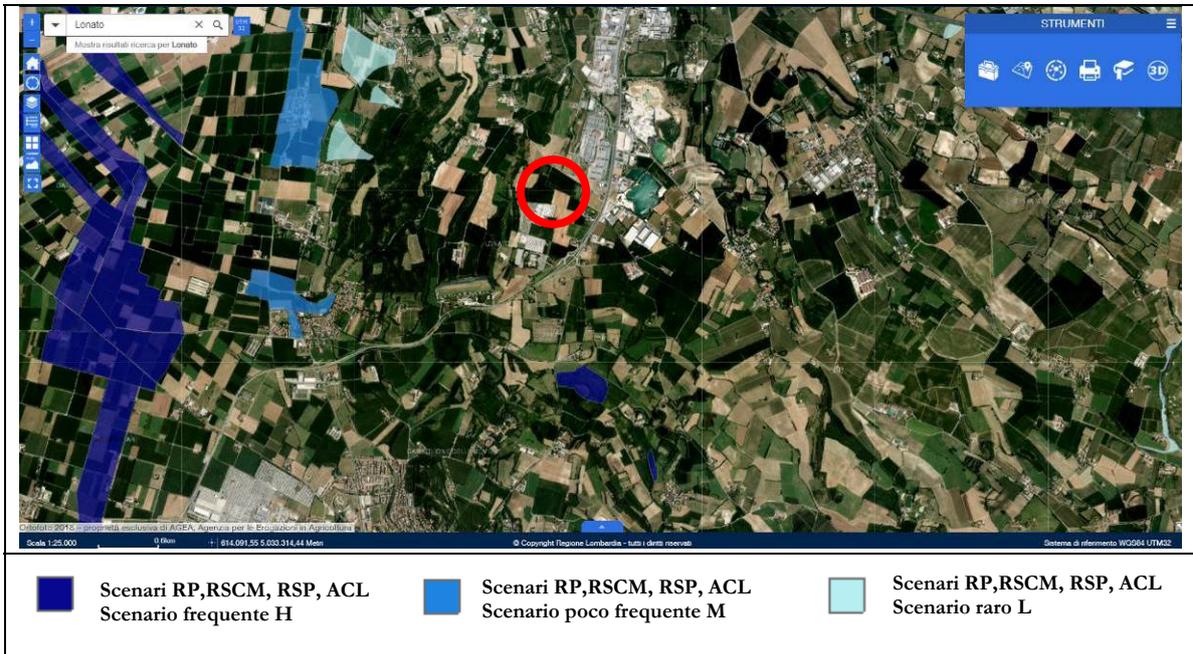
 ART. 9: Aree con obbligo di approfondimento di 3° livello (D.G.R. 9/2616/2011)  
Scenari PSL Z1c-Z2a-Z2b

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

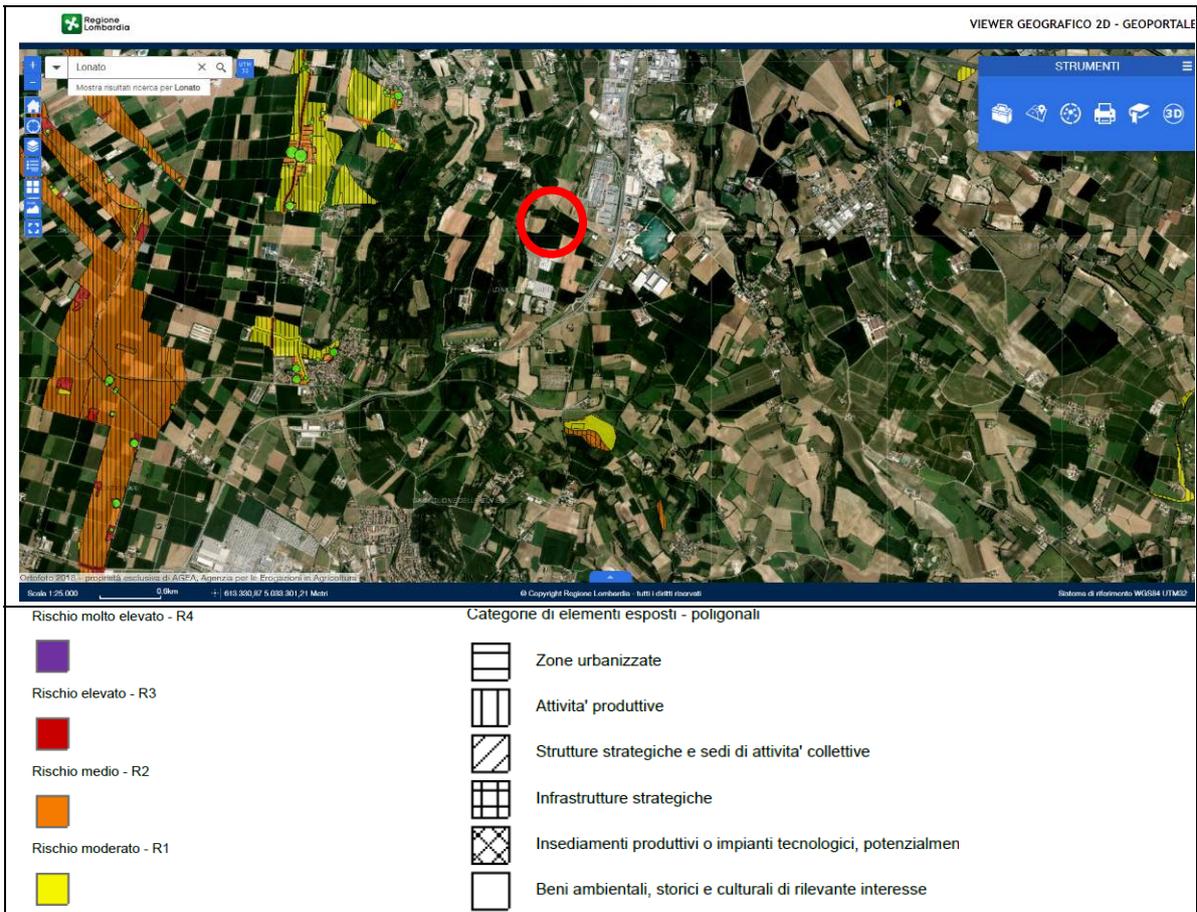
Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

**PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI**  
Stralcio da *Viewer Geografico - Geoportale – Regione Lombardia:*

*PERICOLOSITA'*



*RISCHIO*



**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

**ALLEGATO 1**

**CLASSIFICAZIONE SISMICA E PARAMETRI DI CALCOLO**

**TABELLE DI CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI E VALORI DEI PARAMETRI PER IL CALCOLO DEGLI SPETTRI DI RISPOSTA (D.M. 17/01/20018)**

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

<b>Categoria</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

**Tab. 3.2.III – 3.2.V**

<b>Categoria Topografica</b>	<b>Caratteristiche della superficie topografica</b>	<b>Ubicazione dell'opera o dell'intervento</b>	<b>S<sub>T</sub></b>
T <sub>1</sub>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi con inclinazione $i < 15^\circ$	-	1,0
T <sub>2</sub>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T <sub>3</sub>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo con pendenza media minore o uguale a $30^\circ$	1,2
T <sub>4</sub>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i \geq 30^\circ$	In corrispondenza delle cresta del rilievo con pendenza media maggiore di $30^\circ$	1,4

**Tab 3.2.IV**

<b>Categoria di sottosuolo</b>	<b>S<sub>s</sub></b>	<b>C<sub>c</sub></b>
<b>A</b>	1,00	1,00
<b>B</b>	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 * F_0 * a_g / g \leq 1,20$	$1,10 * (T_c^*)^{-0,20}$
<b>C</b>	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 * F_0 * a_g / g \leq 1,50$	$1,05 * (T_c^*)^{-0,33}$
<b>D</b>	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 * F_0 * a_g / g \leq 1,80$	$1,25 * (T_c^*)^{-0,50}$
<b>E</b>	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 * F_0 * a_g / g \leq 1,60$	$1,15 * (T_c^*)^{-0,40}$

Per i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza postale.it)

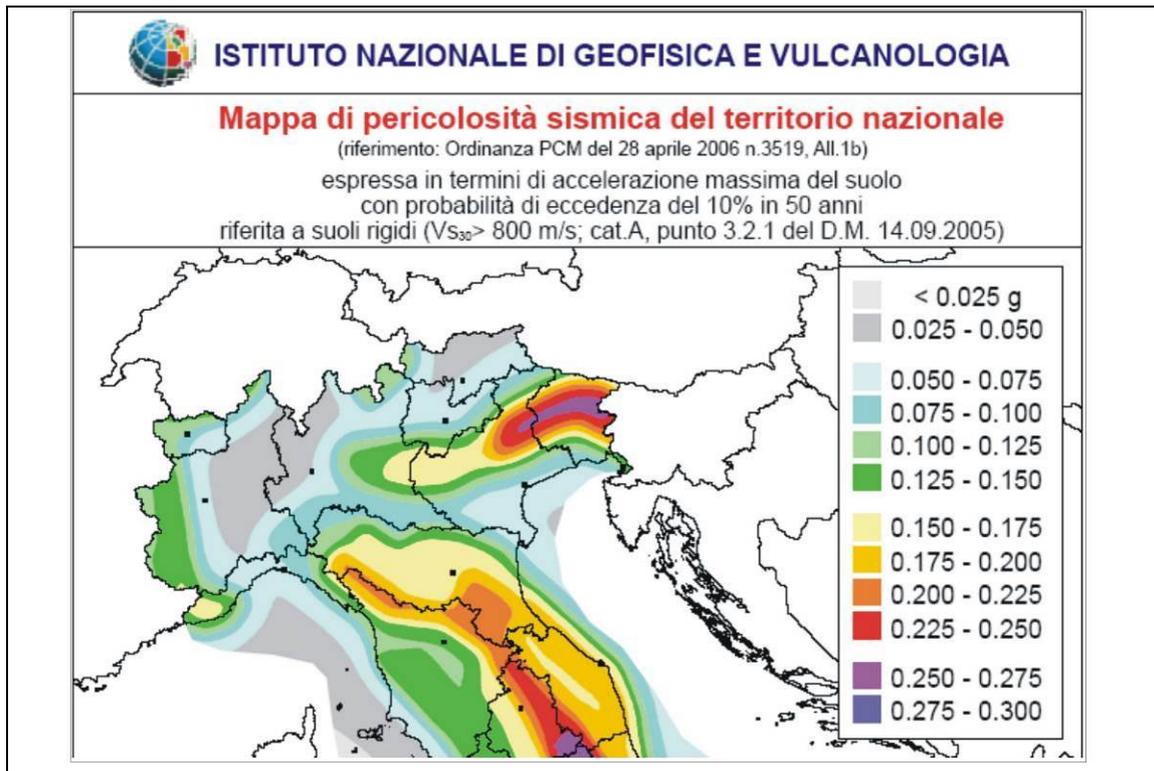


Fig. 1. Mapa di pericolosità sismica secondo l'OPCM n. 3519 del 28/4/2006, all. 1b

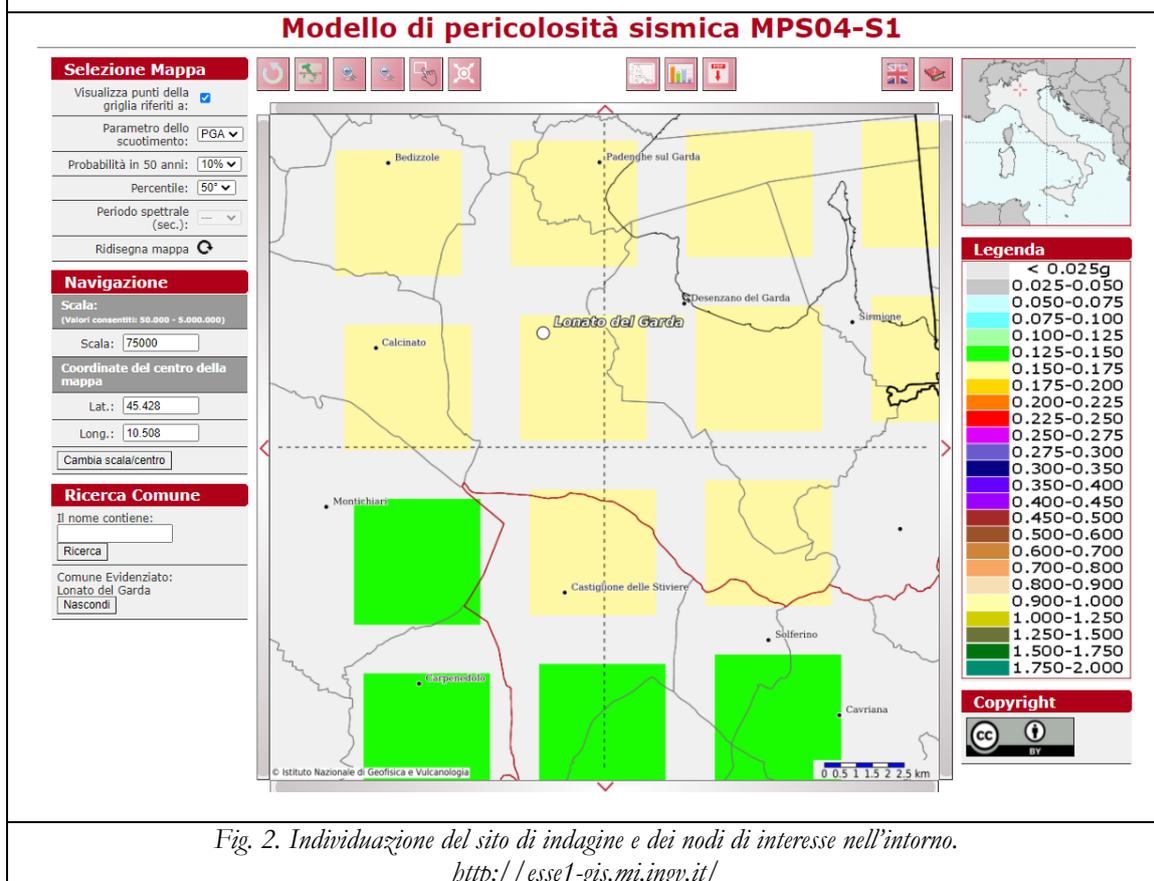
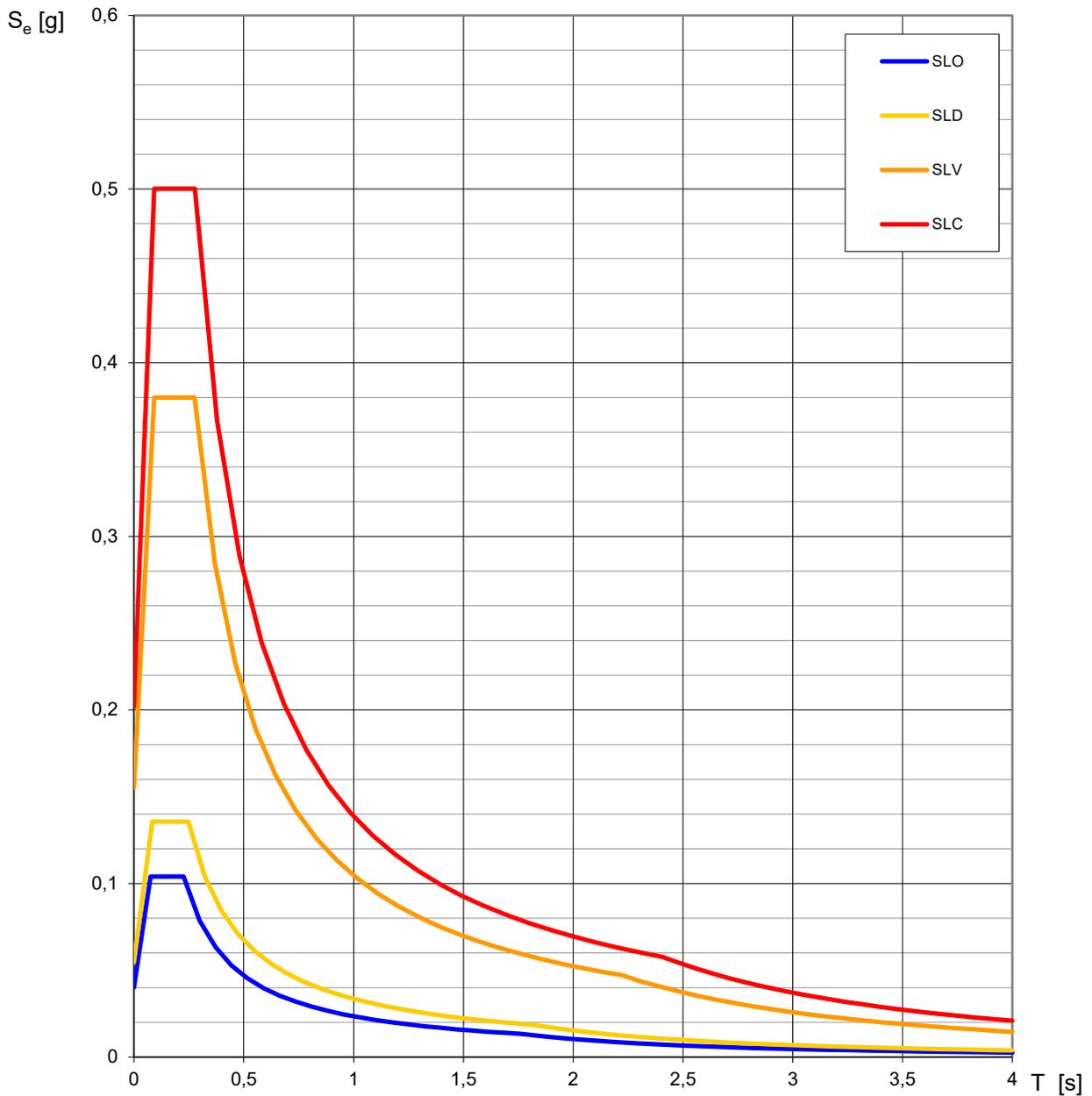


Fig. 2. Individuazione del sito di indagine e dei nodi di interesse nell'intorno.  
<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

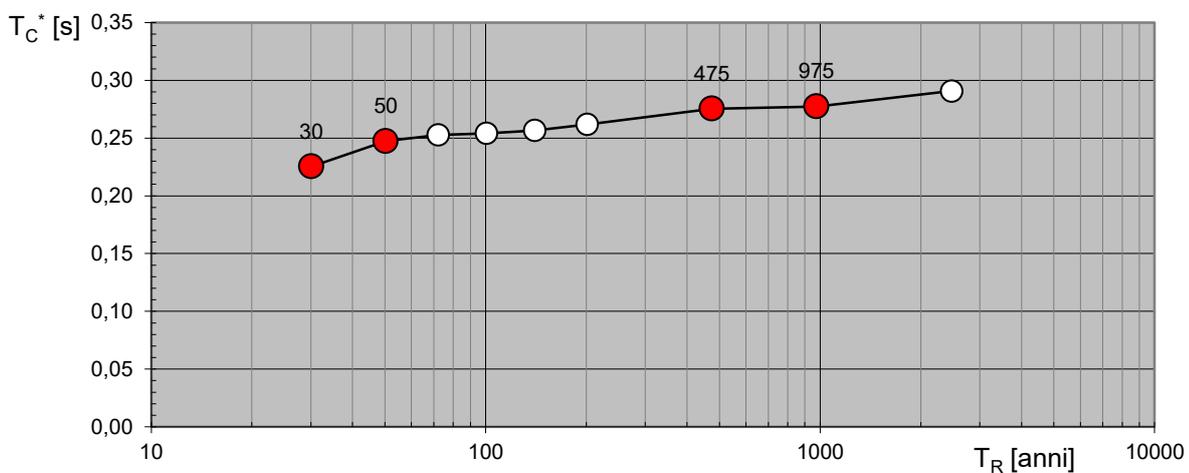
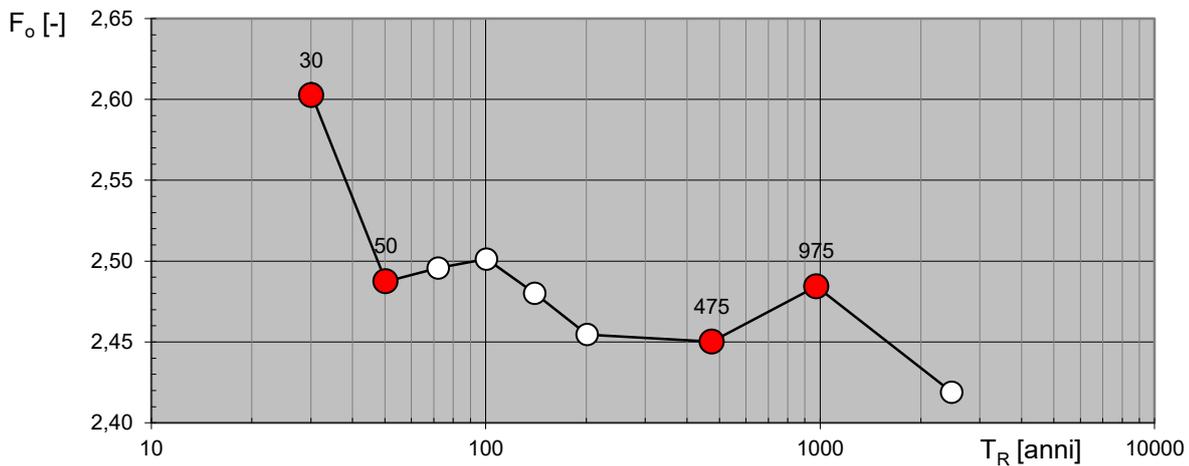
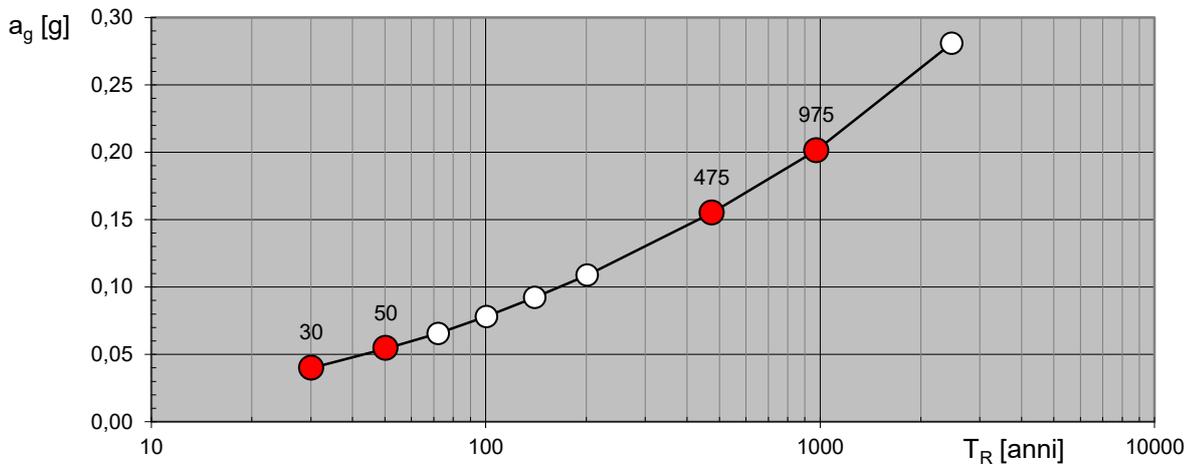
Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
 E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezza-postale.it)



**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**

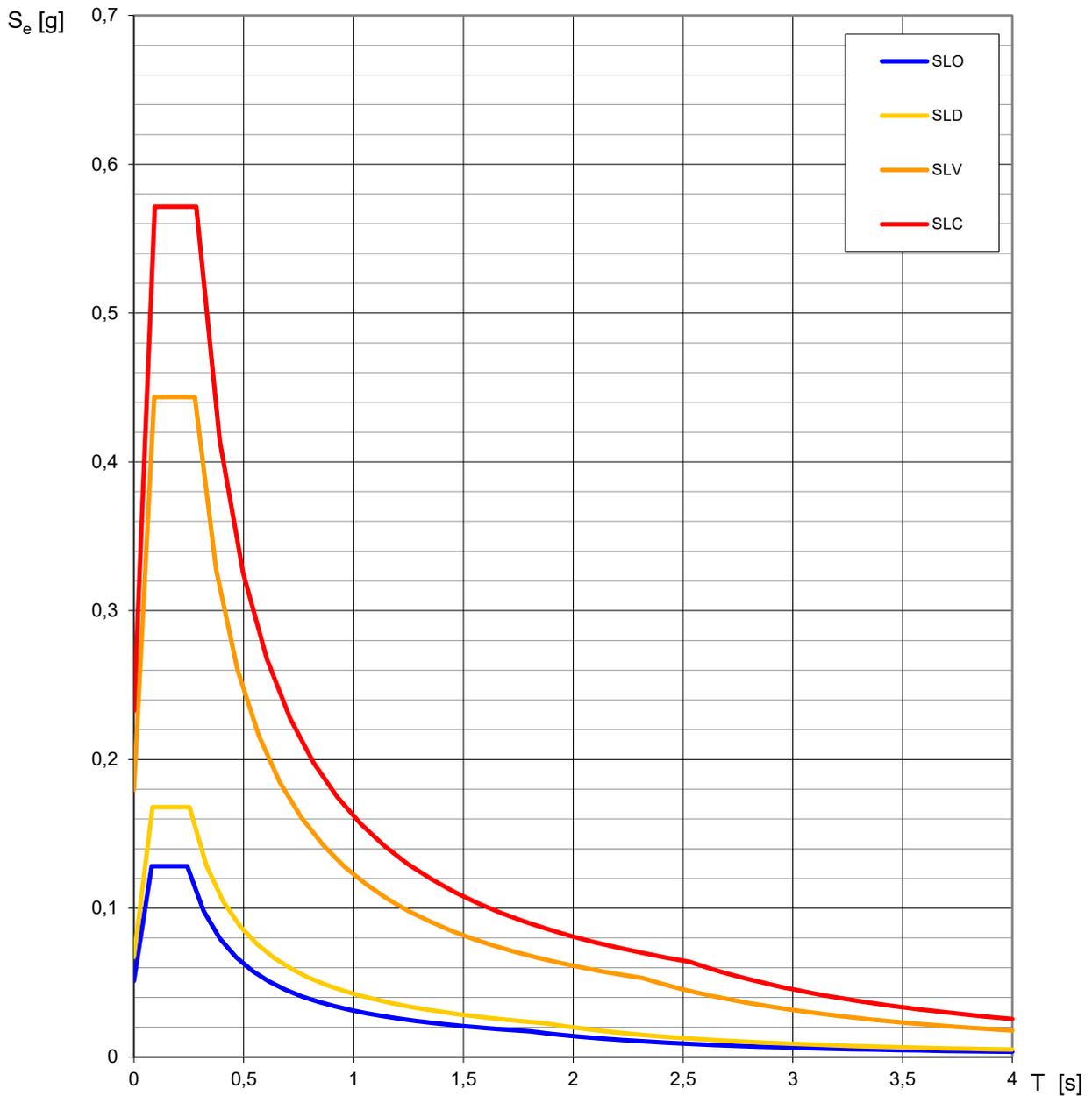
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**



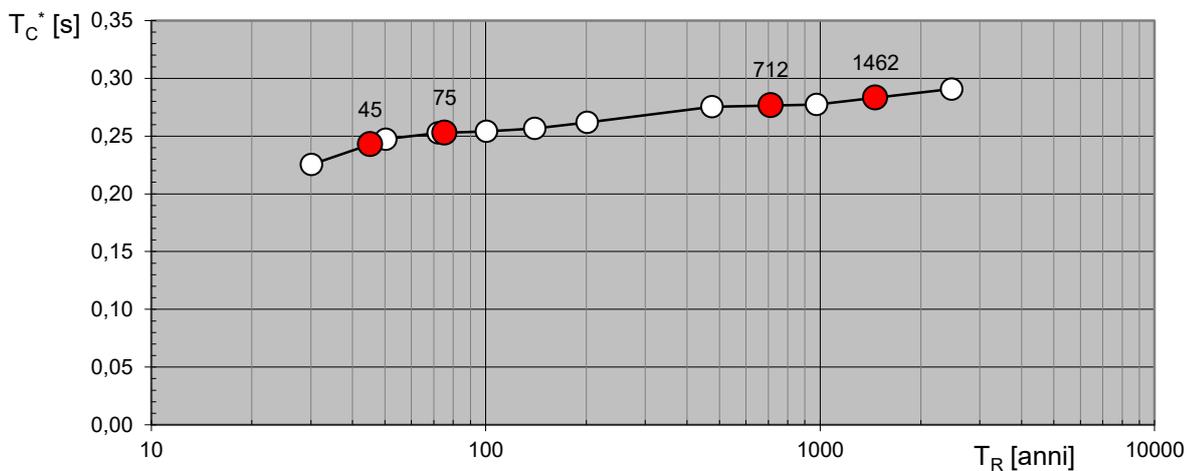
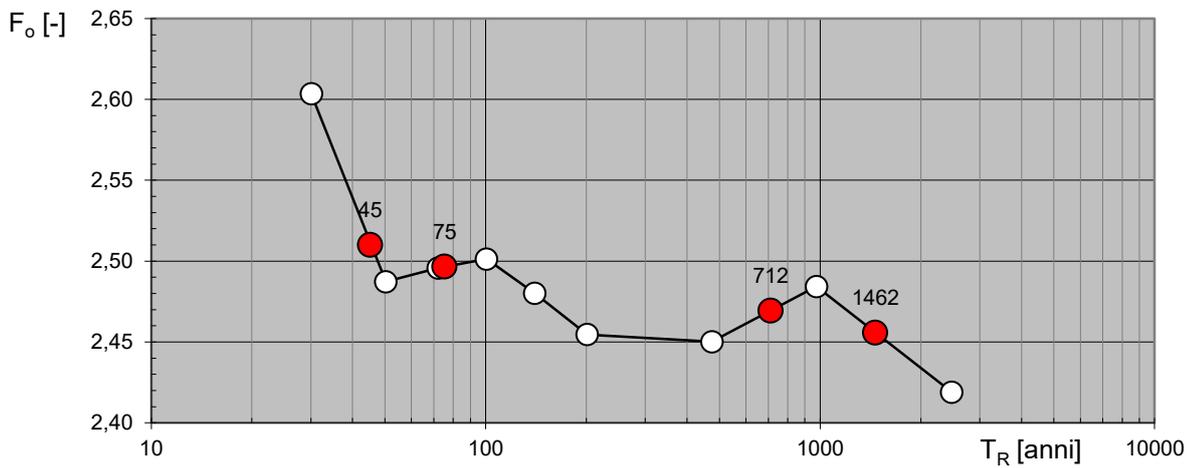
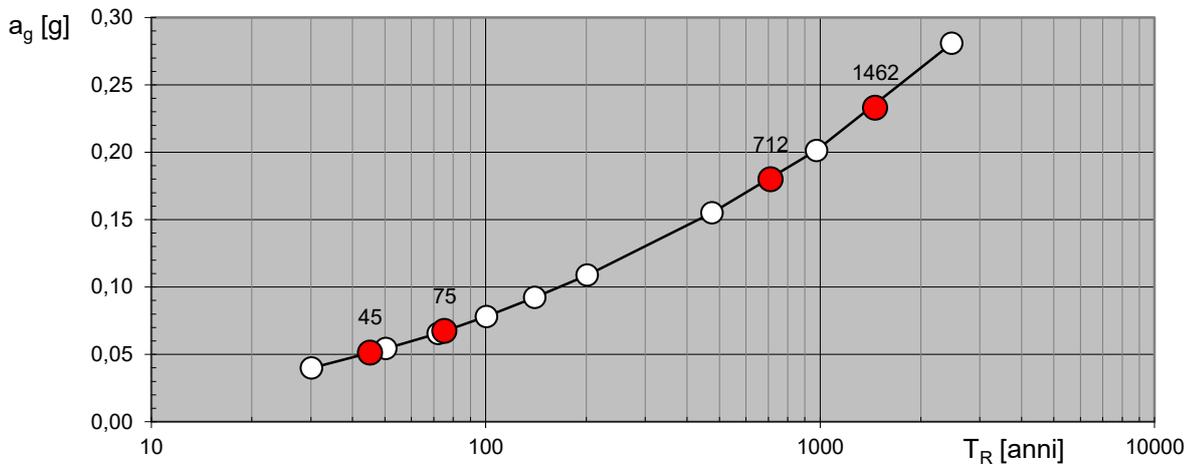
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

**Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_C^*$  in funzione del periodo di ritorno  $T_R$**

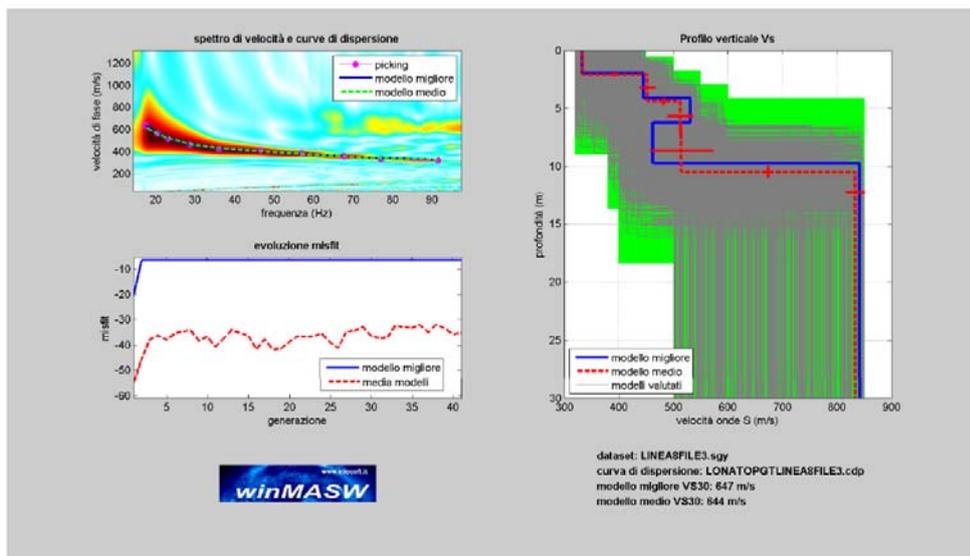


La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

## INDAGINI SISMICHE

## LINEA SISMICA 8 – AMBITO 12

Dati relativi all'elaborazione dello shot 2:  
 dataset: LINEA8FILE3.sgy - offset minimo (m): 10 - distanza intergeofonica (m): 2  
 campionamento (ms): 0.25 - curva di dispersione: LONATOPGTLINEA8FILE3.cdp  
 Numero di individui: 40 - Numero di generazioni: 41  
 Numero di modelli utilizzati per il calcolo del modello medio: 1052



## Velocità medie stimate:

VS (m/s):	334	453	513	515	834
Deviazione standard (m/s):	2	14	23	58	17
Spessore (m):	2.1	2.3	2.5	3.6	
Deviazione standard (m):	0.2	0.3	0.5	0.5	

## Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima della Vp (m/s):	690	963	1132	1005	1597
Stima della densità (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.96	2.04	2.08	2.06	2.17
Rapporto VP/VS:	2.07	2.13	2.21	1.95	1.91
Modulo di Poisson:	0.35	0.36	0.37	0.32	0.31
Modulo di Young (MPa):	590	1140	1504	1441	3958
Modulo di Taglio (MPa):	219	420	548	545	1508
Costante di Lamé (MPa):	497	1057	1574	986	2513
Modulo di compressione (MPa):	643	1337	1939	1349	3518

Si sottolinea che i parametri geotecnici, sopra riportati, sono riferiti a condizioni di bassa deformazione. I valori ottenuti sono stati infatti stimati in base alle deformazioni indotte nel terreno dalla propagazione delle onde sismiche. L'entità ridotta di tali deformazioni comporta alti valori dei moduli dinamici calcolati, superiori di circa un ordine di grandezza rispetto a quelli ottenibili, per lo stesso tipo di terreno, in situazione di grandi deformazioni. Per deformazioni significativamente superiori, come di norma nei calcoli geotecnici, i valori stimati dovranno quindi essere idoneamente corretti tenendo conto della funzione matematica che ne regola la diminuzione in funzione dello sforzo applicato e della deformazione risultante.

## Modello Medio

VS5 del modello medio: 405 m/s - VS20 del modello medio: 579 m/s

VS30 del modello medio: 644 m/s

Possibile Tipo di Suolo: B (stimato sulla base del modello medio)

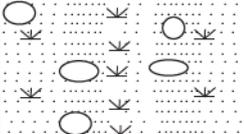
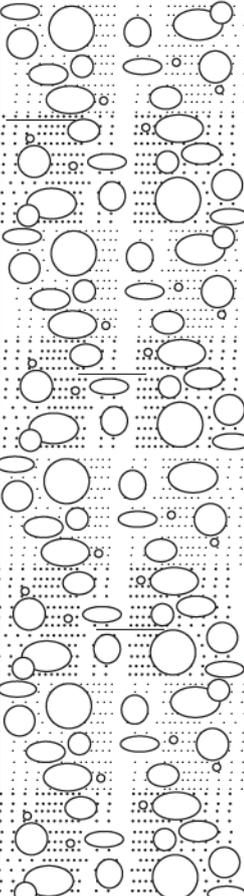
winMASW 4.0 Software per la determinazione dello spettro di velocità e l'inversione della curva di dispersione secondo il metodo MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves [www.eliosoft.it](http://www.eliosoft.it)

***INDAGINI REPERITE***  
***Scavi esplorativi giugno 2013***

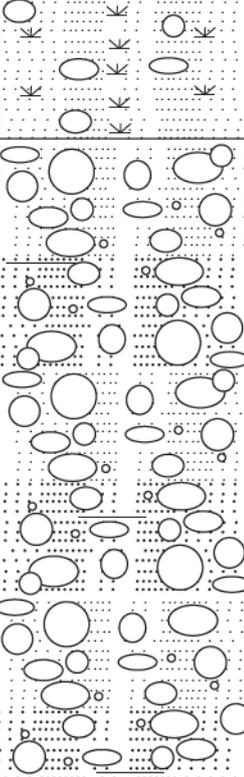
---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

Quota di Riferimento	Profondità m	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	Pocket Penetrometer Kg/cm <sup>2</sup>	Vane Test t/mq	Falda Acquifera
	-0,40		<p>Terreno agrario: sabbia da fine a medio grossolana con ghiaia eterogenea di colore marrone</p>				
	-2,80		<p>Ghiaia e sabbia eterogenea con ciottoli da subangolari a subarrotondati diam. Max. 10 cm, a tratti debolmente limoso, di colore beige</p>				



Quota di Riferimento	Profondità m	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	Pocket Penetrometer Kg/cm <sup>2</sup>	Vane Test t/mq	Falda Acquifera
	-0,40		<p>Terreno agrario: sabbia da fine a medio grossolana con ghiaia eterogenea di colore marrone</p> <p>Ghiaia e sabbia eterogenea con ciottoli da subangolari a subarrotondati diam. Max. 10 cm, a tratti debolmente limoso, di colore beige</p>				-2,10
	-2,10						



Scavo 1



Scavo 2





Scavo 3

***INDAGINI REPERITE***  
***Prove penetrometriche 2002***  
***Cod. Indagine MOPS 017092P173***

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

## PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE



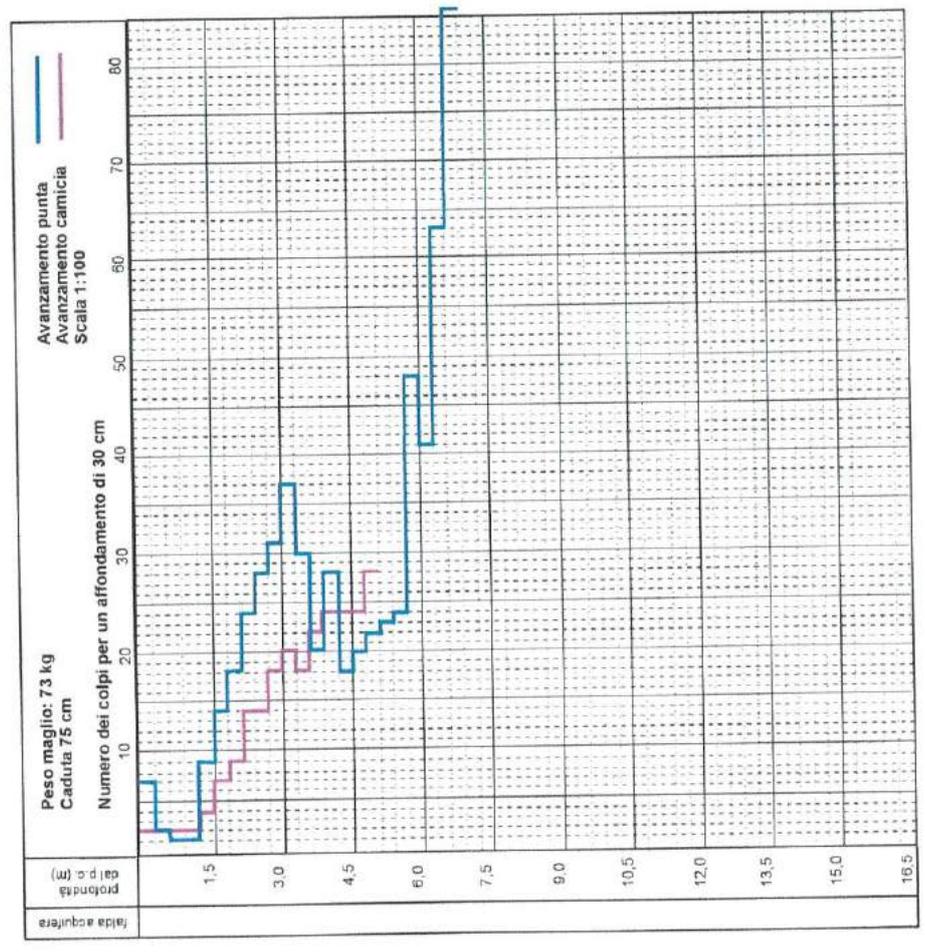
### LEGENDA

- P1 ● Prove penetrometriche dinamiche standard

Data: 05/06/2002

PROVA PENETROMETRICA N° 2

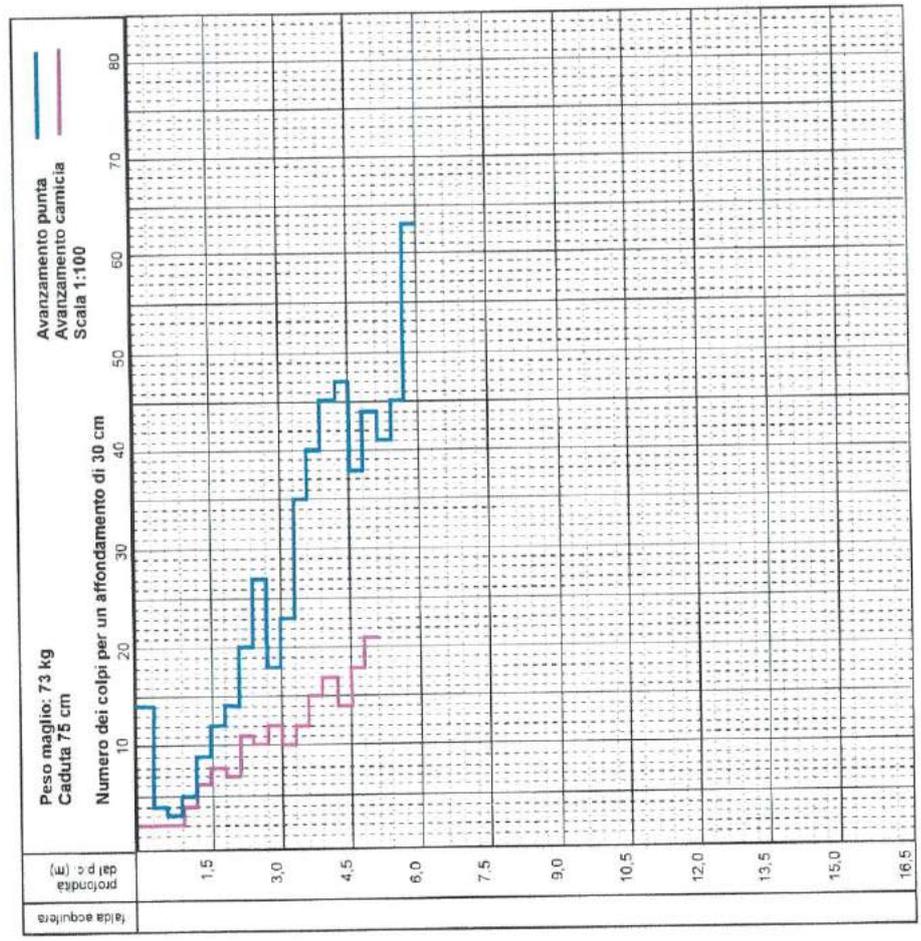
Località: Campagnoli - Lonato (BS)



Data: 04/06/2002

PROVA PENETROMETRICA N° 1

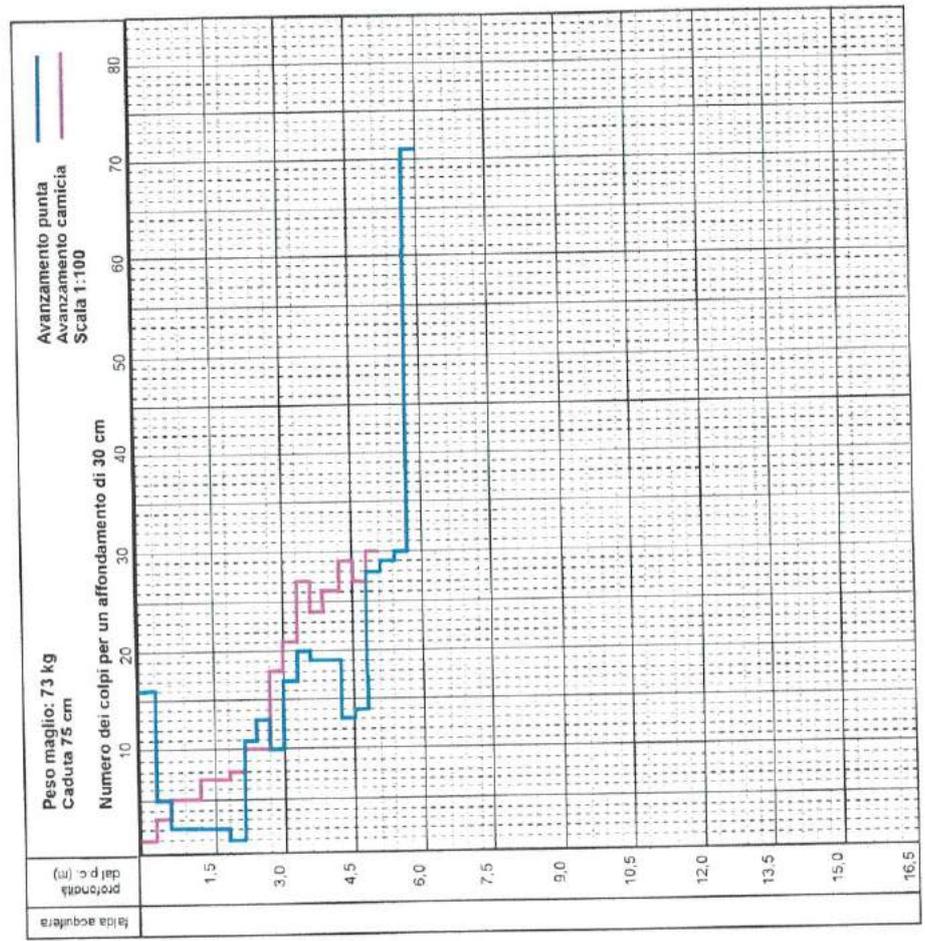
Località: Campagnoli - Lonato (BS)



Data: 04/06/2002

PROVA PENETROMETRICA N° 4

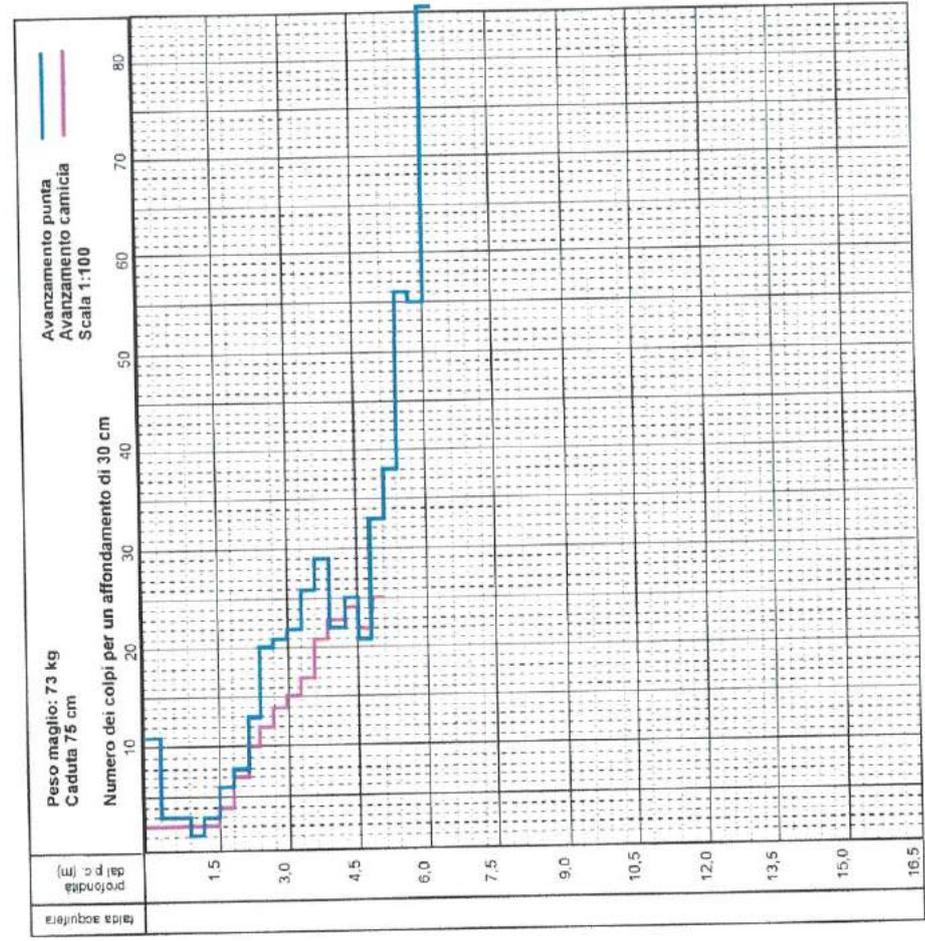
Località: Campagnoli - Lonato (BS)



Data: 04/06/2002

PROVA PENETROMETRICA N° 3

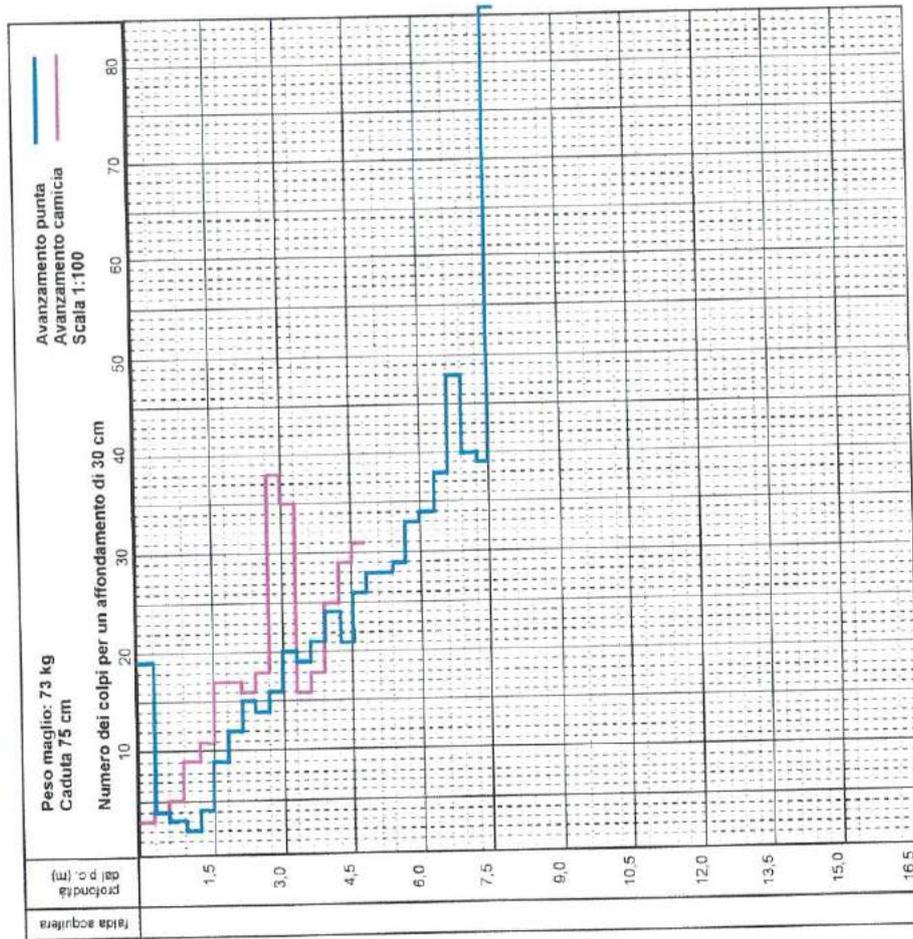
Località: Campagnoli - Lonato (BS)



PROVA PENETROMETRICA N° 5

Località: Campagnoli - Lonato (BS)

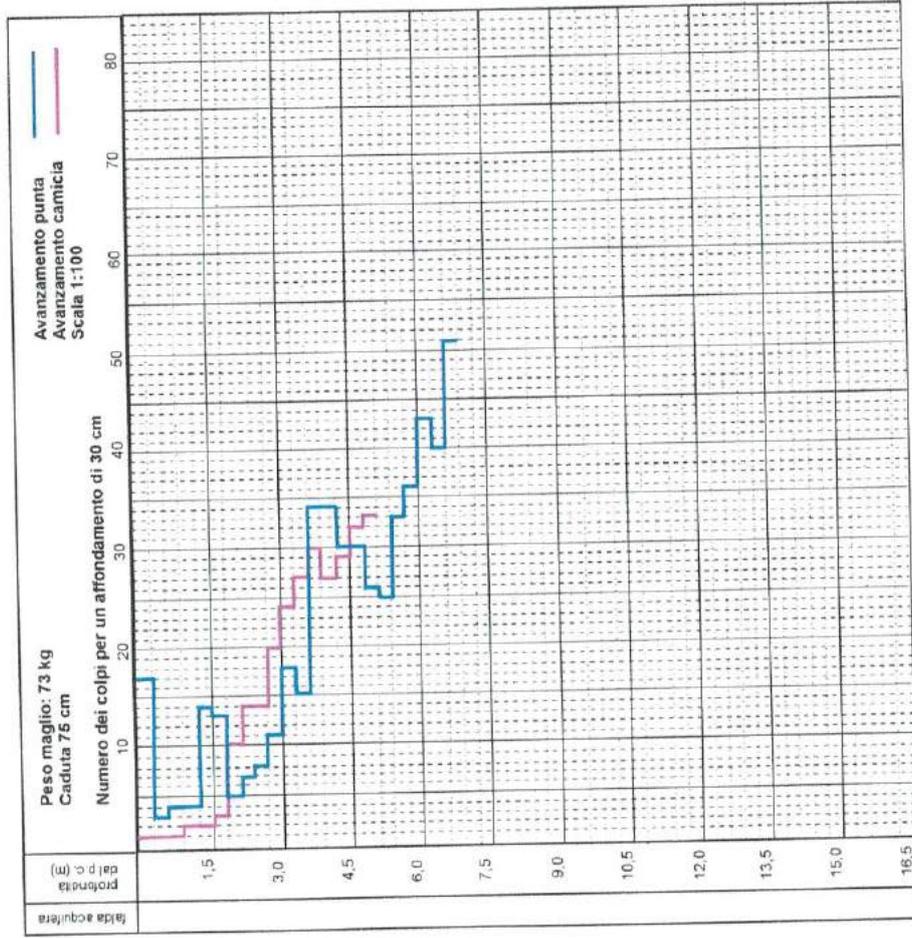
Data: 06/06/2002



PROVA PENETROMETRICA N° 6

Località: Campagnoli - Lonato (BS)

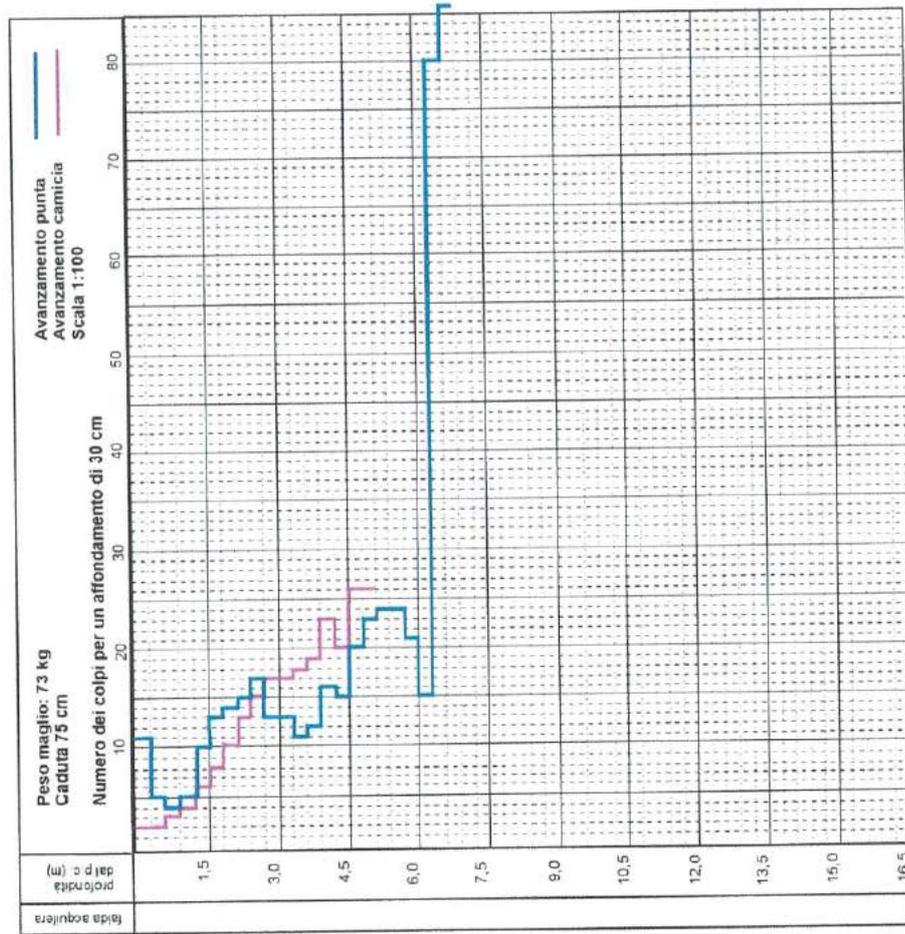
Data: 06/06/2002



PROVA PENETROMETRICA N° 7

Località: Campagnoli - Lonato (BS)

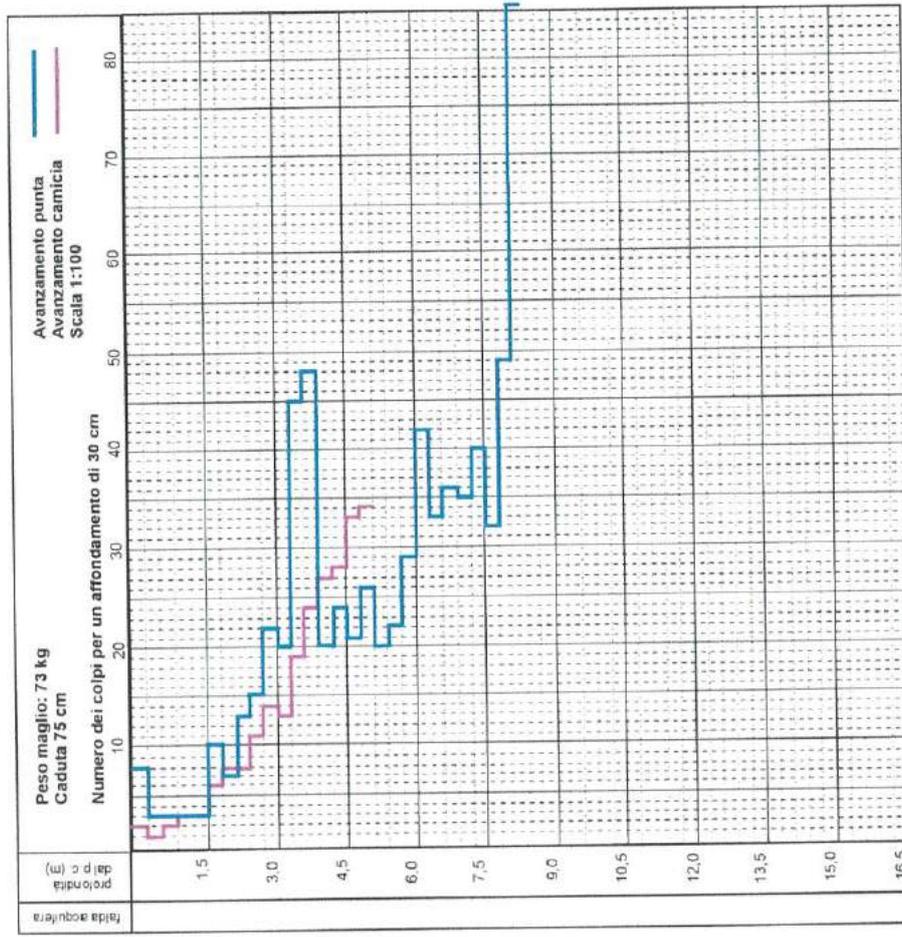
Data: 06/06/2002



PROVA PENETROMETRICA N° 8

Località: Campagnoli - Lonato (BS)

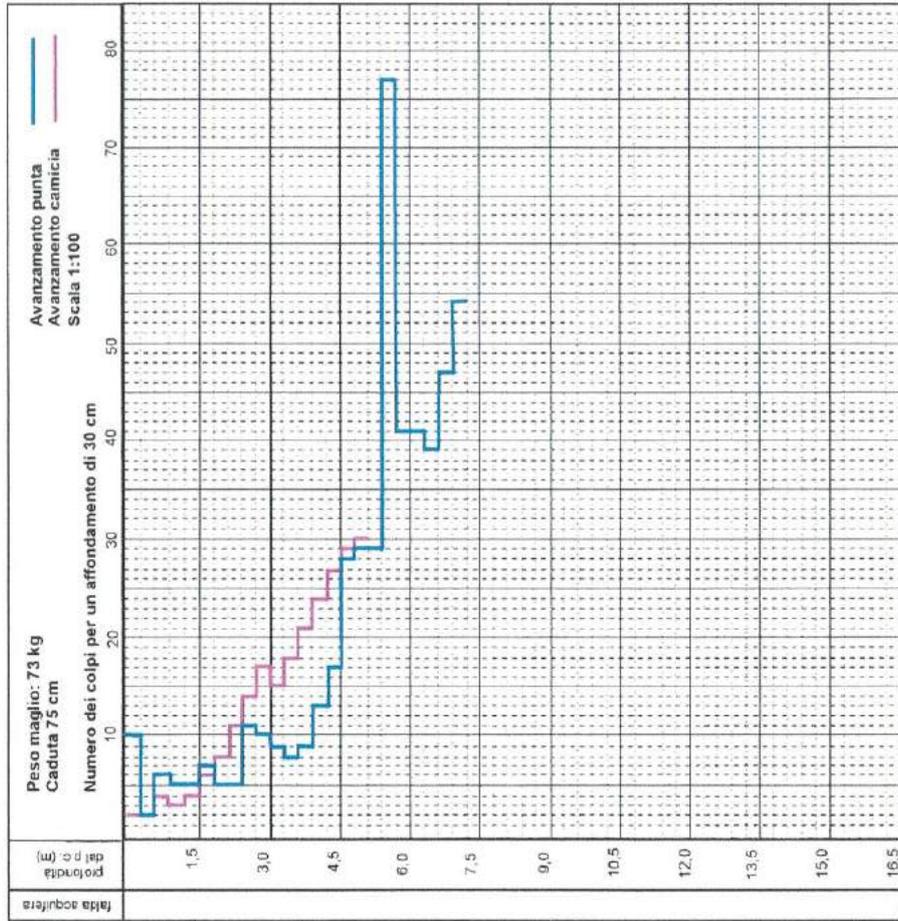
Data: 05/06/2002



PROVA PENETROMETRICA N° 9

Località: Campagnoli - Lonato (BS)

Data: 06/06/2002



***INDAGINI REPERITE***  
***Sondaggi Geognostici 2012***  
***(Dott. Geol. Rosanna Lentini)***

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

LOCALITA': Lonato del Garda - Via Mantova (BS)

SONDAGGIO S 6

Quota d'Inizio

DATA 17/04/2012

Operatore:

Geologo: -

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica

Prova di permeabilità

Piezometro cieco

Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

CARICO VARIABILE

Piezometro fessurato

CARICO COSTANTE

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq) max/res	Pocket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità	SPT	Falda acquifera
	0,25		0,00 S6/C1 1,00  2,00 S6/C2 3,00  5,00 S6/C3 6,00	<p><b>COLTRE VEGETALE</b> Limo sabbioso-gliaioso, scarsamente addensato, debolmente umido, di colore marrone.</p> <p><b>TERRENO NATURALE</b> Ghjaia da grossolana a fine e sabbia a tratti sabbia e ghjaia, da addensata a molto addensata, asciutta, di colore dalgrigio chiaro a beige.</p>	AVANZAMENTO A CAROTAGGIO CONTINUO $\phi=101$ mm	$\phi=127$ mm				1,50 21 40 R(8)  3,00 31 R(4)		
	6,00											
<p>La descrizioni dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.</p>												

LOCALITA': Lonato del Garda - Via Mantova (BS)

SONDAGGIO S 7

Quota d'Inizio

DATA 16/04/2012

Operatore:

Geologo: -

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica

Prova di permeabilità

Piezometro cieco

Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

CARICO VARIABILE

CARICO COSTANTE

Piezometro fessurato

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq)	Poket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità	SPT	Falda acquifera
	0,20		0,00	<b>COLTRE VEGETALE</b> Limo sabbioso-ghiaioso, scarsamente addensato, debolmente umido, di colore marrone.	AVANZAMENTO A CAROTAGGIO CONTINUO $\phi=101$ mm	$\phi=127$ mm				1,50	4 4 3	
			S7/C1	<b>TERRENO DI RIPORTO</b> Limo ghiaioso con sabbia e ciottoli, scarsamente addensato, da asciutto a debolmente umido, di colore marrone scuro.								
	2,20		2,20	Limo ghiaioso debolmente argilloso debolmente sabbioso con ciottoli, scarsamente addensato, debolmente umido, di colore da nocciola a grigio scuro.								
	3,45		3,45	<b>TERRENO NATURALE</b> Ghiaia da grossolana a fine e sabbia a tratti sabbia e ghiaia, da addensata a molto addensata, asciutta, di colore da grigio chiaro a belge.					4,50	29 R(10)		
	6,00		5,00									
			6,00									

La descrizione dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.



LOCALITA': Lonato del Garda - Via Mantova (BS)

SONDAGGIO S9

Quota d'Inizio

DATA 13/04/2012

Operatore  
Geologo: .

SONDA: BERETTA T41

PAG. 1/1

Campione rimaneggiato prelevato per analisi granulometrica

Prova di permeabilità

Piezometro cieco

Campione per analisi chimiche prelevato ai sensi del D.Lgs 152/06

CARICO VARIABILE

Piezometro fessurato

CARICO COSTANTE

LIVELLI ACQUA

PROFONDITA'		SERA		MATTINO	
Rivestimento	Foro	Data	H	Data	H
		16/04/2012	-6,40 m		
		17/04/2012	-6,40 m		
				04/05/2012	-6,45 m

Manovre	Profondità (m)	Sezione Terreno	Campioni	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Carotiere	Rivestimento	Prove di permeabilità	Vane Test (kg/cmq) max/res	Pocket Penetrometer (kg/cmq)	Profondità	SPT	Falda acquifera	Piezometro $\phi = 2''$
	0,00			<b>COLTRE VEGETALE/RIMANEGGIATO</b> Limo ghiaioso-sabbioso, scarsamente addensato, debolmente umido, di colore marrone.									
	1,00		S9/C1										
	2,00			<b>TERRENO NATURALE</b> Ghiaia da grossolana a fine e sabbia, da addensata a molto addensata ad addensata, asciutta, di colore da grigio chiaro a beige.							17 21 23		
	3,00		S9/C2										
	5,00			Sabbia con ghiaia da fine a media, addensata, asciutta, di colore beige scuro.							19 20 27		
	5,70		S9/C3										
	6,00			Limo debolmente argilloso, consistente, umido, di colore nocciola.				0,3 0,3	1,9 2,2				
	8,00			Ghiaia da grossolana a fine e sabbia, da addensata a molto addensata, da molto umida a bagnata, di colore beige scuro.								-6,45	
				<p>La descrizione dei terreni è stata eseguita utilizzando il criterio granulometrico per la descrizione delle terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene introdotta con il termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50% oppure con il suffisso "...oso" se la percentuale è compresa tra il 10% e il 25%, oppure dal suffisso "debolmente ...oso" se la percentuale è compresa tra il 5% e il 10%. Nella nomenclatura si trascura la frazione inferiore al 5%.</p>									



# *STRATIGRAFIE DI POZZI*

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnicoscalvini.com](mailto:damiano@studiotecnicoscalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

017092P273

# Maltini Geom. Dionigio e Renato S.N.C.

## TRIVELLAZIONI POZZI ACQUA

Via S. Martino, 31 - Tel. 0376/854043 - 46040 Solferino (Mn)

Partita IVA: 01221500208



Solferino li. Ottobre 1988

Spett/le

SO.FIN.PA srl  
C.SO MATTEOTTI, 21 BIS  
B R E S C I A

Pozzo in Loueto (Bs)

PROFONDITA'	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE	TUBI - FILTRI
0.00		8.00 Ghiaia	
10.00		Ghiaia in matrice argillosa	<div style="text-align: center;">                     Tubo cieco                      Ø 160/168                 </div>
20.00			
30.00		30.00	
40.00			
50.00		Ghiaia e sabbia	
60.00			
70.00		70.00	69.00
80.00		Ghiaia e sabbia con piccole lenti di conglomerato	<div style="text-align: center;">                     Filtro a ponte                      Ø 160/168                 </div>
		84.00	84.00
90.00		90.00 Argilla grigia con ghiaia	90.00

Livello statico ml. 35,50

Livello dinamico ml. 40,30

Portata acqua lt./secondo 13.00

017092P313

Maltini geom. Dicrioglio e Renzo s.n.c.

SEDE: 40040 BOLLERINO (BO)  
Via Pellegrina, n. 3 m.  
tel. e fax: 0376 854043

7 210 10 2 0121000000  
C.C.I.A.A. BOLOGNA  
C.A.P. 40138  
C.F. 017092P313



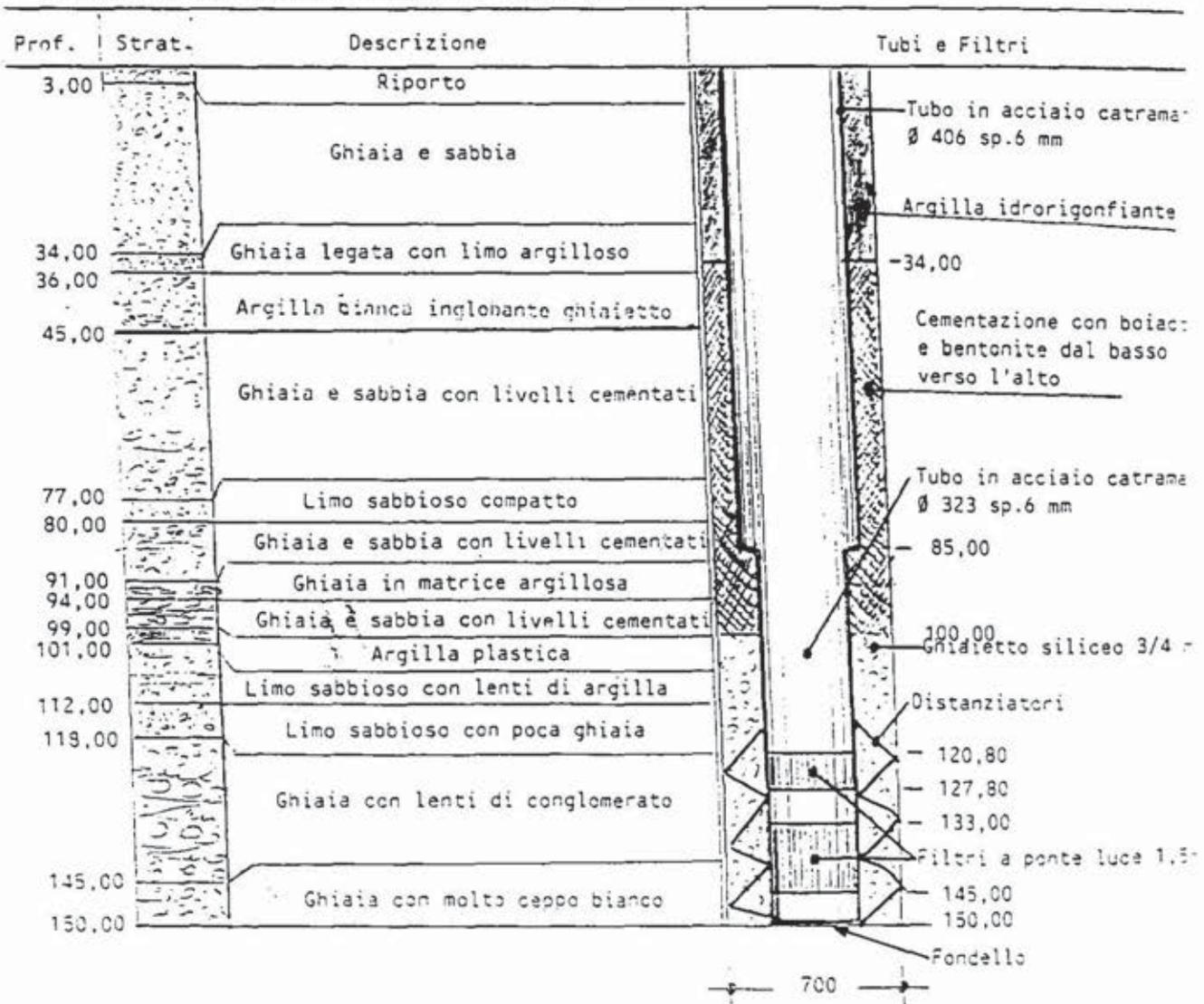
QUALIFICAZIONE SCA  
CATEGORIA OG.06 N.5235 10 CC

Associazione ANIPA - Associazione  
Nazionale Imprese Pozzi Acqua

Liv. Statico ml. 48,60  
Liv. Dinamico ml. 49,25 lt/sec. 18  
Liv. Dinamico ml. 49,80 lt/sec. 28  
Liv. Dinamico ml. 50,30 lt/sec. 37  
Liv. Dinamico ml. 50,90 lt/sec. 42

Spett.Le  
CEDRO 99 S.R.L.  
Via Ponchielli, 7  
20122 MILANO

Rif. CENTRO COMMERCIALE IL LEONE DI LONATO (BS)



**MALTINI**  
TRIVELLAZIONI POZZI ACQUA • ELETTROPOMPE SOMMERSE

om. Dionigio e Renato s.n.c.

SOLFERINO (MN)

ne. n.c.m.

x 0376 854043



2

C. F. 01221500208  
A. MN 144190  
Ab. MN 1C750  
C. 82624C9

QUALIFICAZIONE SOA  
CATEGORIA: OG 06 N.5285/10/00

Associata ANIPA - Associazione  
Nazionale Imprese Pozzi Acqua

Liv. Statico ml. 38,80

Liv. Dinamico ml. 40,10

Portata lt./sec. 22,00

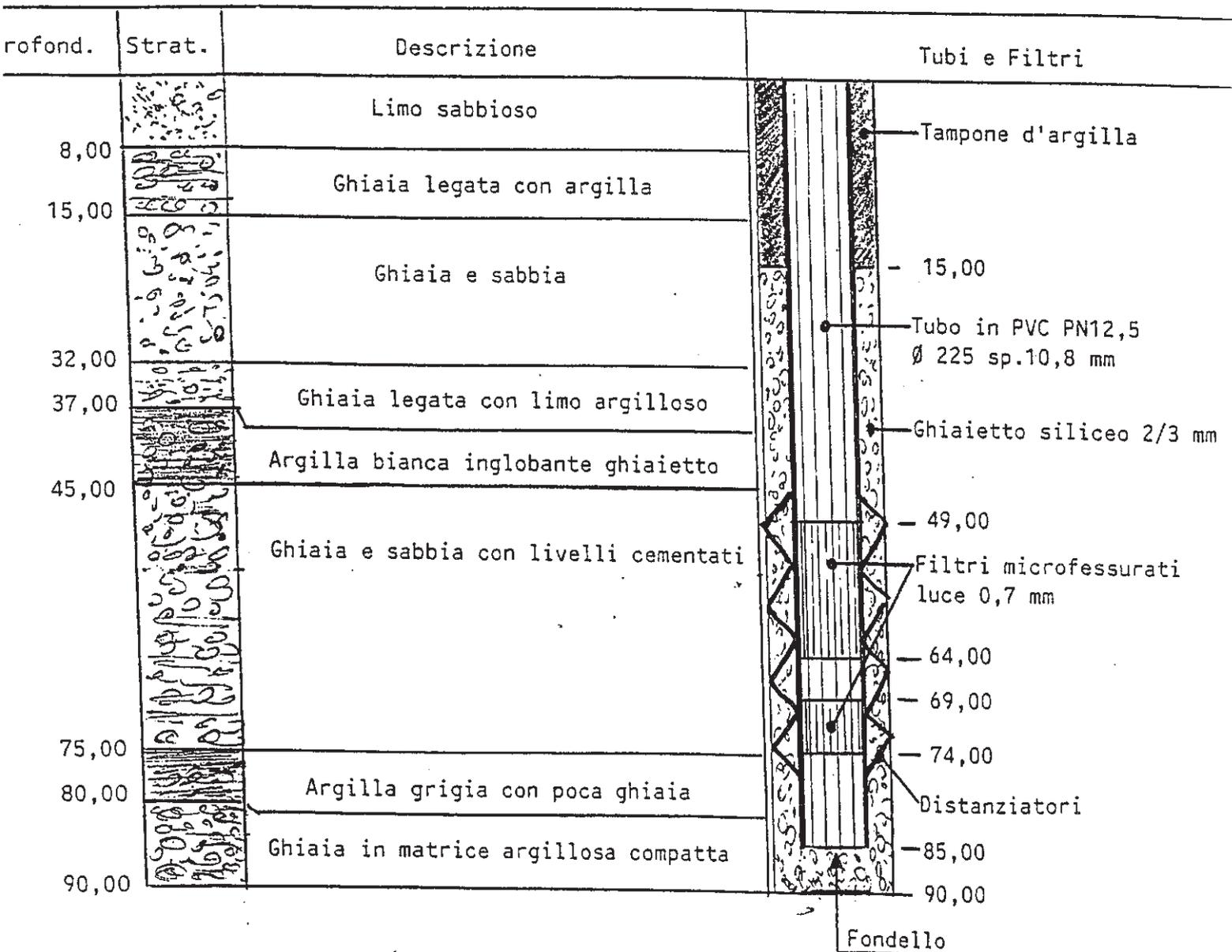
Spett.Le

TIP IMPIANTI S.R.L.

Via Poli G. 44/46

25018 MONTICHIARI (BS)

POZZO IN LONATO (BS) - RIF. IPER



**MALINI**

TRIVELLAZIONI POZZI ACQUA • ELETTROPOMPE SOMMERSE

***PROVE DI PERMEABILITA'***  
***In scavi esplorativi giugno 2013***

---

**STUDIO GEOLOGICO SCALVINI**

Via San Giuseppe 8 – 25017 – LONATO DEL GARDA (BS) Cell. 333.8506030 - Tel 030.618.2811  
E mail: [damiano@studiotecnico-scalvini.com](mailto:damiano@studiotecnico-scalvini.com) PEC: [damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it](mailto:damianoscalvini@epap.sicurezzapostale.it)

Committente: -

Località: Campagnoli - Lonato d/G

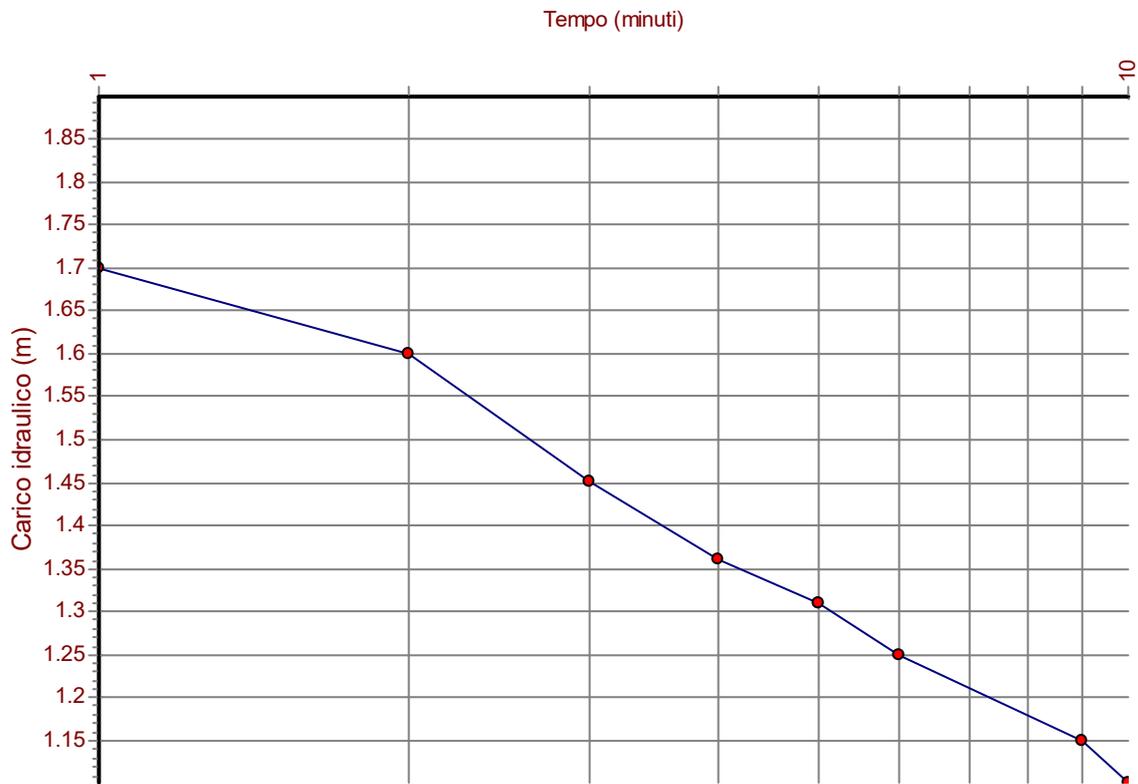
Descrizione:

Note:

Sigla: S1

## Prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile

Tempo (minuti)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	1.9	
1	1.7	0.000311
2	1.6	0.000158
3	1.45	0.000241
4	1.36	0.000147
5	1.31	8.28E-5
6	1.25	0.0001
9	1.15	5.66E-5
10	1.1	8.63E-5



Diametro o lato del pozzetto (m):

1.3

Permeabilità media (m/s):

1.48E-4

Certificato n. del

Firma:

Committente: -

Località: Campagnoli - Lonato d/G

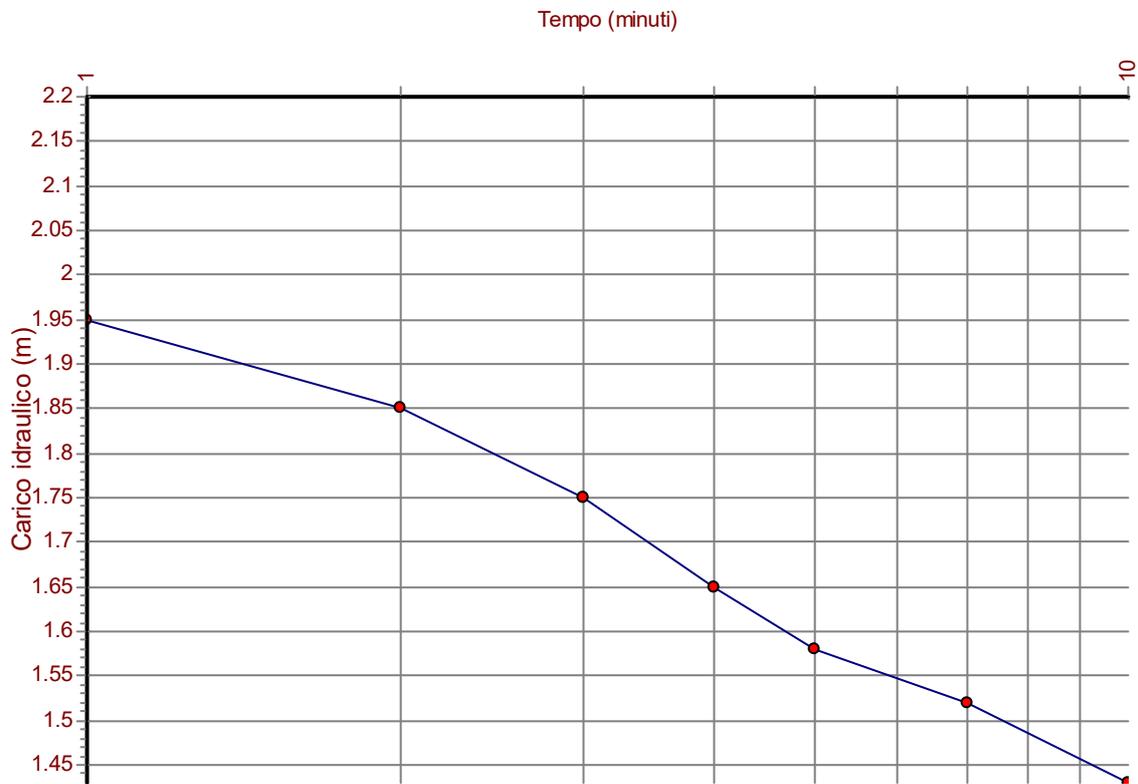
Descrizione:

Note:

Sigla: S2

### Prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile

Tempo (minuti)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	2.2	
1	1.95	0.000379
2	1.85	0.000154
3	1.75	0.000156
4	1.65	0.000157
5	1.58	0.000111
7	1.52	4.81E-5
10	1.43	4.86E-5



Diametro o lato del pozzetto (m):

1.3

Permeabilità media (m/s):

1.51E-4

Certificato n. del

Firma: