

Studio di Geologia - Dott. Geol. Luigi Renna - Dott. Geol. Niccolò Crestana
Viale Michelangelo, 40 – 25015 Desenzano del Garda (BS)
Cell: 349 2936733 - 347 9428449
mail: renna@crestanasrls.com - crestana@crestanasrls.com

COMUNE DI LONATO DEL GARDA

PROVINCIA DI BRESCIA
Regione Lombardia

PIANO DI LOTTIZZAZIONE RESIDENZIALE "AREA EX DROMOKART", IN VIA REGIA ANTICA, NEL COMUNE DI LONATO DEL GARDA

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

ai sensi della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 "Norme di Piano"

Committente: *Sig. Giovanni Goffi*

Data:

22 Febbraio 2019

I Tecnici:

Dott. Geol. Niccolò Crestana

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1691

Dott. Geol. Luigi Renna

Ordine dei Geologi della Lombardia n°1667



INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Metodologia di lavoro	3
1.2 Riferimenti Normativi	4
2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	5
2.1 Inquadramento Geografico e Geologico	5
2.2 Assetto Geomorfologico	7
2.3 Caratteri Idrogeologici locali	7
2.4 Rete Idrografica locale	8
2.5 Piano di Gestione Rischio Alluvioni	10
3. INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE STRATIGRAFICO	11
3.1 Caratteristiche geotecniche indicative del sito di interesse	11
3.2 Caratteri idrogeologici locali	11
4. SISMICITÀ DELL'AREA E AZIONE SISMICA	13
4.1 Inquadramento sismotettonico	13
4.2 Sismicità locale	14
4.3 Normativa sismica vigente	15
4.4 Carta della Pericolosità Sismica Locale	15
5. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO	17
6. CONCLUSIONI	19

1. PREMESSA

Su incarico conferito dal Sig. Giovanni Goffi, ed a seguito dei colloqui intercorsi con l'Arch. Paolo Faricciotti ed il Geom. Roberto Abate, è stato eseguito uno Studio di Fattibilità Geologica a supporto del Piano di Lottizzazione residenziale "Area Ex Dromokart", in Via Regia Antica, nel Comune di Lonato del Garda (BS).

Lo studio viene eseguito in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme di Piano redatte secondo la D.G.R. 30/11/2011 n. IX/2616 in attuazione della Legge Regionale n.12 del 2005.

Per gli aspetti puramente applicativo-geologici il presente elaborato anticipa inoltre quanto prescritto dal Testo Unico sulle Costruzioni (D.M. 14/01/08) e relativo aggiornamento (D.M. 17/01/18), considerando quanto previsto dalle Norme di Piano (D.G.R. 30/11/2011 n. IX/2616) e dalle normative regionali in materia di vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche (DGR 5001/2016, LR 33/2015) e dall'aggiornamento della classificazione sismica regionale (DGR 2129/2014).

1.1 Metodologia di lavoro

Scopo del lavoro è stato quello di valutare la natura litologica dei terreni di fondazione presenti nell'area, verificare la fattibilità delle opere di progetto secondo i regolamenti urbanistici comunali e regionali vigenti e considerare le problematiche realizzative.

Lo studio degli aspetti geomorfologici ed idrografici del territorio d'interesse e delle caratteristiche geotecniche dei terreni, si è articolato in una prima fase di rilievi geologico-geomorfologici di campagna, eseguiti in un intorno significativo dell'area di progetto.

Quindi si è proceduto ad una seconda fase che ha riguardato l'acquisizione dei dati reperibili in letteratura consultando, tra gli altri, lo studio della "*Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio*" di Lonato del Garda, sulla base del quale è stata considerata la fattibilità dell'opera di progetto e vari studi geologici eseguiti dal Dott. Geol. G. Crestana (di cui si dispone dell'archivio personale), in aree limitrofe a quella oggetto di studio e più in generale nel territorio comunale di Lonato del Garda (BS).

Per la caratterizzazione litologico-stratigrafica dei terreni sono stati considerati i dati derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T., da precedenti indagini eseguite dal Dott. Geol. Giorgio Crestana in aree limitrofe ed in contesti geologici omologhi, e dalle stratigrafie di alcuni Pozzi terebrati in aree limitrofe a quella oggetto di studio, con stratigrafia in allegato.

L'analisi della Pericolosità Sismica Locale preliminare è stata eseguita secondo quanto previsto dalle norme vigenti regionali come recepite dal P.G.T. vigente di Lonato del Garda. Inoltre è stato fornito un dettagliato inquadramento delle norme di Fattibilità Geologica e di Vincolo vigenti nell'area d'interesse e delle rispettive limitazioni previste all'interno del Piano di Governo del Territorio comunale. Sono stati infine prodotti alcuni allegati cartografici e tecnici a supporto della presente relazione, come di seguito elencati:

- ✓ Tav. 1 - Corografia con ubicazione dell'area d'indagine e dei pozzi con stratigrafia
- ✓ Tav.2 - Planimetria di progetto con ubicazione dei punti d'indagine
- ✓ Stratigrafia scavi esplorativi
- ✓ Stratigrafie pozzi

1.2 Riferimenti Normativi

- D.M. 14 Gennaio 2008 *"Approvazione delle Norme Tecniche per la Costruzioni"* (G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008) e relativo aggiornamento (D.M. 17 Gennaio 2018); che sancisce l'obbligo di effettuare la progettazione antisismica e la relazione geologica e geotecnica.
- Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici *"Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni"* di cui al Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008.
- Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006 n. 3519, recante *"Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"* (G.U. n. 108 del 11/5/2006).
- L.R. 11 Marzo 2005 - n.12 Piani di Governo del Territorio; DGR 22 Dicembre 2005 n.8/1566 *"Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"*.
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 *"Norme in materia ambientale"* con riferimento alla Parte Terza *"Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche"* - Sezione II *"Tutela delle acque dall'inquinamento"*.
- D.G.R. 30 Novembre 2011 – n. IX/2616 *"Aggiornamento dei criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"* (art. 57 comma 1 della l.r. 11 Marzo 2005 n. 12).
- D.G.R. 11 Luglio 2014 – n. X/2129 *"Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art. 3, c. 108, lett. d)"*.
- L.R. 12 Ottobre 2015 - n. 33 *"Disposizioni in materia di opere o di costruzioni e relativa vigilanza in zone sismiche"* BURL n. 42, suppl. del 16 Ottobre 2015).
- D.G.R. 30 Marzo 2016 – n. X/5001 *"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)"*.
- D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 *"Disposizioni regionali concernenti l'attuazione del piano di 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"*.
- *Raccomandazioni per la redazione della "Relazione Geologica" ai sensi delle norme tecniche sulle costruzioni* secondo quanto approvato con delibera n.1 del 14/04/2015 dal Centro Studi del Consiglio Nazionale dei Geologi e con delibera n. 111/2015 del 28/04/2015 del C.N.G..
- Associazione Geotecnica Italiana *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche in sito"* (1977).

2. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Nel presente capitolo viene redatto, sulla base di tutti i dati raccolti in letteratura, un inquadramento geografico-geologico, geomorfologico, idrografico ed idrogeologico generale e di dettaglio, dell'area di progetto.

2.1 Inquadramento Geografico e Geologico

L'area di intervento, identificata dai *Mappali n°56-479-480 del Foglio 20*, è ubicata in Via Regia Antica, in direzione Ovest rispetto al centro abitato di Lonato del Garda (BS) (**Fig. 1**).

Il lotto d'interesse, in particolare, individuato nella CTR RL (*Carta Tecnica Regionale della Regione Lombardia*) alla scala 1:10.000 nella tavola D6e2 e possiede, nel punto mediano, le seguenti coordinate geografiche (Gauss-Boaga): 5035599,30 latitudine N – 1615228,94 longitudine E.



Fig. 1 - Individuazione dell'area oggetto d'interesse su mappa catastale
(fonte Viewer Geografico Regione Lombardia).

L'area di progetto, si colloca immediatamente ad ovest del centro storico di Lonato del Garda, in un ambito a morfologia sub-collinare posto in adiacenza alla terminazione di un cordone morenico ad andamento prevalentemente N-S; l'area d'interesse si colloca quindi in un ambito caratterizzato da depositi fluvioglaciali.

Dal punto di vista geologico il territorio di Lonato del Garda si colloca entro il Basso Garda Bresciano, nell'ambito dell'anfiteatro morenico del Garda, caratterizzato da un complesso ambiente deposizionale di origine glaciale formatosi a seguito del verificarsi di fasi glaciali e interglaciali susseguitesesi in epoca Quaternaria.

I depositi glaciali, che costituiscono le colline moreniche sono caratterizzati da materiali eterogenei a deposizione caotica (ghiaie, sabbie e ciottoli, limi e argille), a supporto di

matrice, nel quale sono presenti, frequentemente, trovanti di grosse dimensioni tipici dell'ambiente deposizionale glaciale. Durante le fasi interglaciali lo scioglimento delle masse glaciali originava torrenti fluvioglaciali che smantellavano i cordoni morenici già formati e deponevano il materiale nelle depressioni rimaste entro le diverse cerchie, formando delle valli di dimensioni a volte molto variabili. I depositi fluvioglaciali sono generalmente costituiti da ghiaie e sabbie eterogenee, spesso a deposizione stratificata, con percentuale di frazione fine limosa e/o argillosa variabile e con intercalazioni di lenti o livelli più principalmente sabbioso-limosi o limoso-argillosi.

All'interno dell'anfiteatro morenico, verso il lago, sono presenti depositi di contatto glaciale e depositi morenici di fondo. Tali depositi sono caratterizzati da blande ondulazioni superficiali e sono ampiamente riconoscibili perché interposti ai rilievi correlabili ai depositi glaciali di cordone morenico.

L'area d'indagine è ubicata al limite dell'anfiteatro morenico dove, trasportati dalle acque di scioglimento glaciale, si sono formati depositi fluvioglaciali a formare un'ampia pianura proglaciale (Fig. 2), corrispondente alla piana di Bettola-Molini-Campagna, caratterizzata 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. Verso Est si rinvencono i depositi glaciali dell'Unità di Sedena (Pleistocene medio-superiore) che costeggiano la piana occidentale di Lonato secondo un andamento sviluppato in direzione NNE-SSW.

I depositi fluvioglaciali, sono costituiti prevalentemente da spessori considerevoli, anche dell'ordine di centinaia di metri, di ghiaie e sabbie eterogenee, generalmente a deposizione stratificata, nell'ambito dei quali si rinvencono lenti e livelli sabbioso-limosi associate a fasi deposizionali di minore energia.

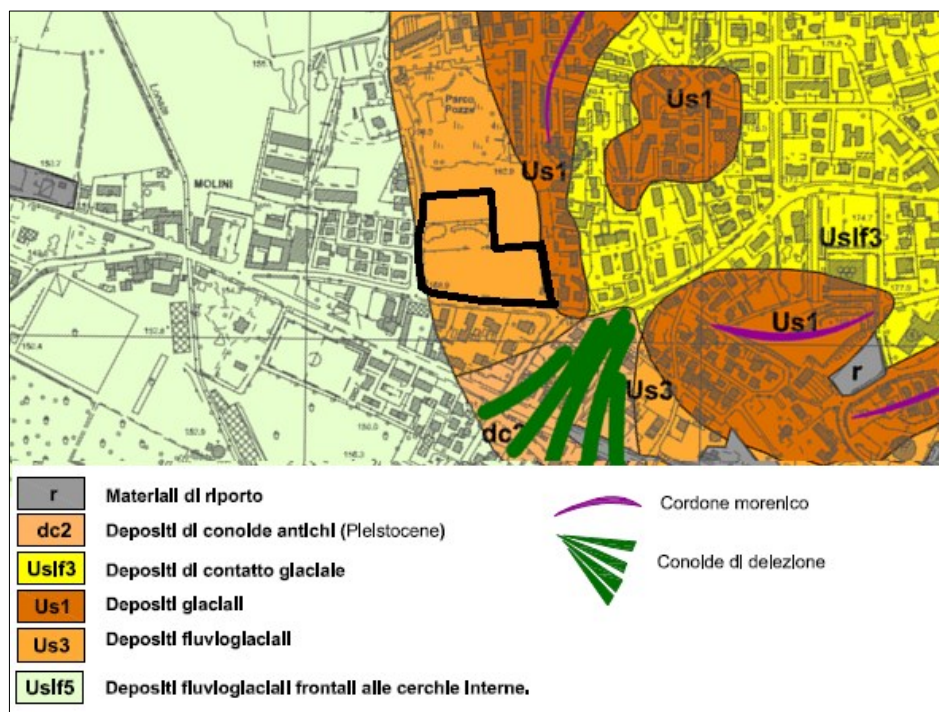


Fig. 2 - Stralcio della "Carta Geologica con elementi geomorfologici e strutturali" (All.1), allegata allo Studio di Microzonazione Sismica comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.2 Assetto Geomorfológico

L'assetto geomorfologico del settore meridionale gardesano ed in particolar modo del Comune di Lonato del Garda è caratterizzato dalla presenza di cerchie moreniche concentriche rispetto al lago, talvolta discontinue, a morfologia piuttosto arrotondata, alternate a fasce fluvioglaciali o di depressione intramorenica.

La porzione occidentale del centro cittadino nello specifico ricade nella piana fluvioglaciale con assetto subpianeggiante, con debole pendenza generale da Est a Ovest. Nell'ambito della piana, sono presenti limitate ondulazioni topografiche, soprattutto a ridosso dei versanti morenici, legate in origine allo scorrimento canalizzato delle acque di scioglimento glaciale e successivamente allo sviluppo di alcuni corsi d'acqua olocenici provenienti dall'ambito morenico. Il transito verso le condizioni climatiche attuali ha estinto i fenomeni glaciali, quest'ultimi sostituiti dagli eventi geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità, apportando ulteriori modifiche al paesaggio. In tempi recenti, l'azione antropica di modifica della topografia, nell'area in esame essenzialmente legata alle nuove pratiche edificatorie.

Il sito in esame è posto ad una quota altimetrica di 161 m s.l.m. e ricade in una porzione di territorio subpianeggiante, appartenente ad un ambiente deposizionale di tipo fluvioglaciale; alla data dei rilievi e delle indagini in sito, stabile e non interessata da fenomeni geomorfici in atto di alcun tipo.

2.3 Caratteri Idrogeologici locali

L'assetto idrogeologico del territorio lonatese è legato alla circolazione idrica sotterranea che si instaura in funzione della permeabilità delle unità litologiche sopra descritte e ai loro rapporti stratigrafici. Nell'area d'indagine, appartenente ad un ambito morenico, il modello idrogeologico di riferimento è caratterizzato da un acquifero superficiale legato alle falde freatiche che circolano nei depositi fluvioglaciali superficiali. Tale falda, scarsamente produttiva è delimitata alla base da orizzonti impermeabili o semimpermeabili, alimentata essenzialmente dall'infiltrazione diretta delle acque meteoriche nelle zone di ricarica e dall'apporto degli acquiferi circolanti negli ambiti collinari.

Più in profondità sono presenti falde confinate o semiconfinite contenute negli acquiferi ghiaioso-sabbiosi compresi tra intervalli prevalentemente argilloso-limosi della sequenza deposizionale fluvioglaciale. Nel territorio in esame le falde profonde sono contenute al di sotto di un livello argilloso-limoso continuo e di spessore variabile. Esse risultano possedere un discreto grado di artesianesimo e un tipo alimentazione distale, quindi non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche.

Nello specifico nell'area oggetto di indagine, caratterizzata da depositi di origine fluvioglaciale può essere interessata da acquiferi superficiali, freatici o sospesi, a scarsa profondità dal p.c. (-2,5 / -3,0 m dal p.c.) circolanti nei depositi più grossolani delimitati alla base dai depositi a minore permeabilità, della medesima sequenza fluvioglaciale.

Più in profondità, dati provenienti dalle stratigrafie dei pozzi adiacenti al lotto di progetto (in allegato), segnalano la presenza di una falda profonda a partire da circa -70,0 m dal p.c.

Per il sito in esame, nella "Carta Idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi" allegata allo Studio Geologico Idrogeologico e Sismico del P.G.T. del Comune di Lonato del Garda (Tav. 6 - 1:10.000), si segnala, un grado di vulnerabilità alto, correlato alla

presenza, in superficie, da depositi caratterizzati da agglomerati massivi a supporto clastico e talora di matrice limoso-argillosa, con un basso contenuto di frazione fine, appartenenti all'unità fluvioglaciale con permeabilità da media a medio-elevata. (**Fig. 3**).

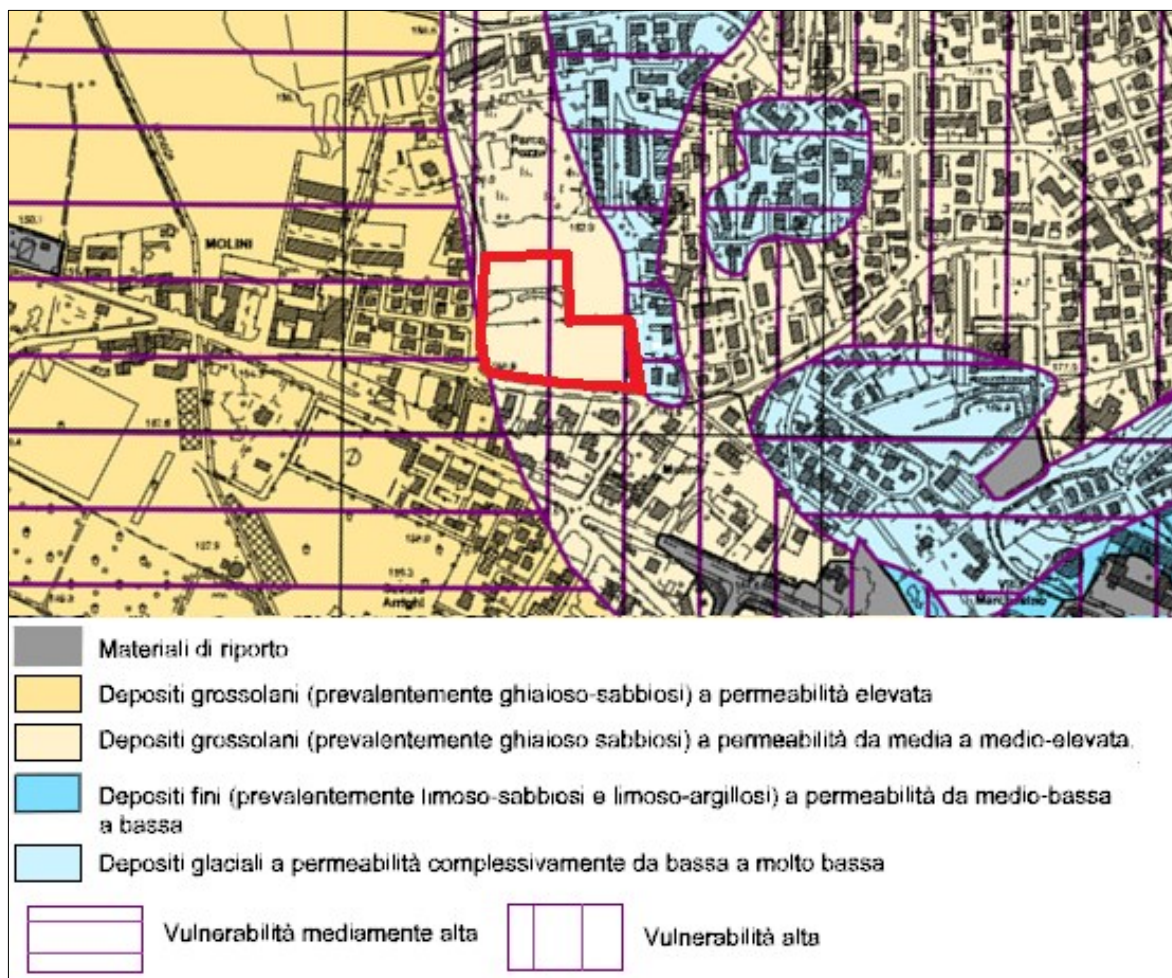


Fig. 3 - Stralcio della "Carta Idrogeologica con indicazioni sulla vulnerabilità degli acquiferi superficiali" (Tav. 6), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.4 Rete Idrografica locale

L'idrografia della zona di interesse è poco sviluppata. Si individuano, infatti, solo alcuni corsi d'acqua, afferenti al reticolo idrico consortile, appartenenti al bacino idrografico che si estende entro la piana fluvioglaciale occidentale. I corsi d'acqua di natura effimera, spesso caratterizzati da alvei artificiali con canalette in prefabbricato, scendono da versanti verso il bordo collinare e sboccano verso la vasta pianura occidentale di Lonato.

Il deflusso idrico superficiale entro l'area di indagine ed in quelle limitrofe avviene essenzialmente per spaglio superficiale e non si segnala alcuna problematica idraulica.

L'area di progetto non è interessata in alcun modo da nessuno di questi elementi del reticolo idrico, così come segnalato dallo Studio del Reticolo Idrico Minore comunale e nella carta del Reticolo Idrico con indicazioni della Fasce di Tutela (Tav. 3/B – G. Crestana et al. – 2009).

Per quanto riguarda il reticolo idrografico superficiale, si segnala la presenza di un tratto di corso d'acqua appartenente al Reticolo Idrografico Principale, il quale scorre a circa 300 m in direzione Ovest rispetto all'ingombro del fabbricato di progetto (**Fig.4**). L'area progettuale, come riportato nella Carta delle Fasce di Tutela del Reticolo Idrico Principale e Minore (Tav. 3/A – Studio Geologico del P.G.T. comunale – 2016), non risulta interessata dal corso d'acqua descritto e non rientra nella fascia di tutela per esso istituita.

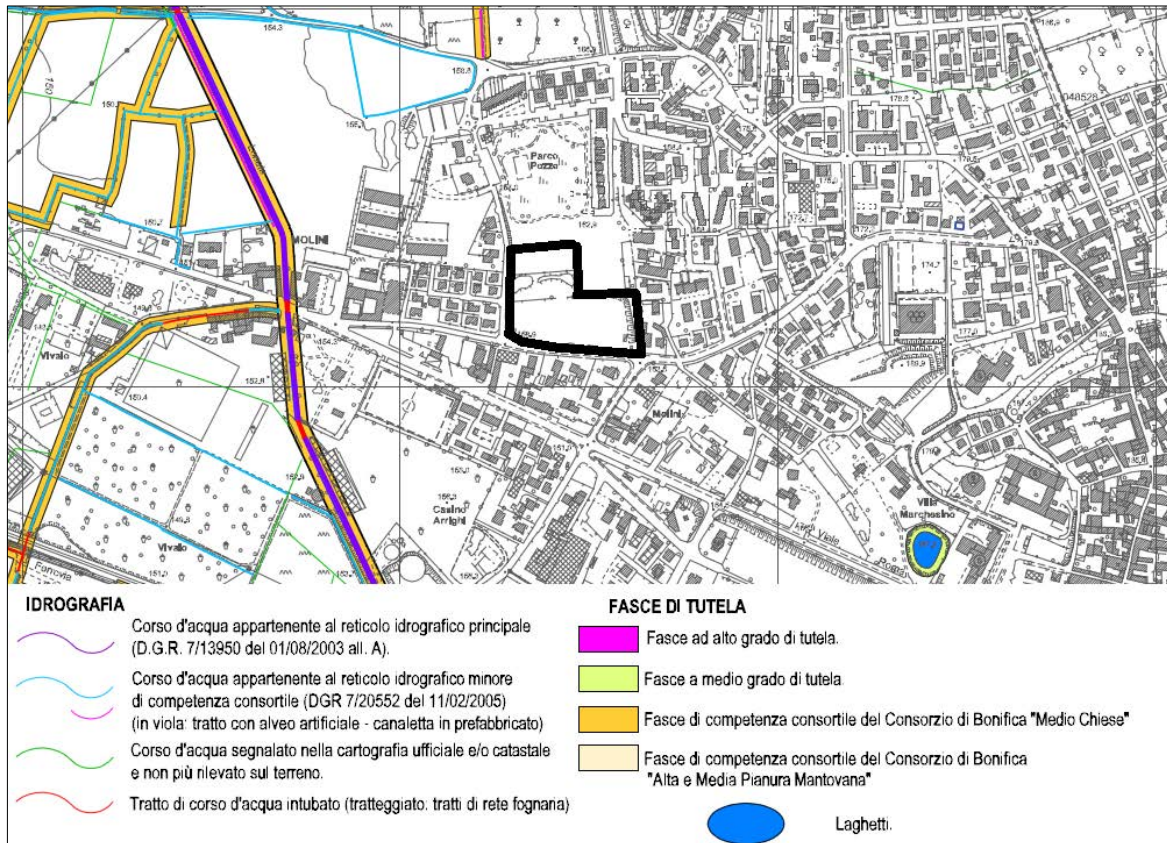


Fig. 4 - Stralcio della "Carta del Reticolo Idrico con indicazioni delle fasce di tutela" (Tav. 3/B), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

2.5 Piano di Gestione Rischio Alluvioni

Il **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)** è lo strumento operativo previsto dalla legge italiana, in particolare dal d.lgs. n. 49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE, per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali. Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

Per **alluvione** si intende qualsiasi evento che provoca un allagamento temporaneo di un territorio non abitualmente coperto dall'acqua, purché direttamente imputabile a cause di tipo meteorologico. Per il Distretto Padano, cioè il territorio interessato dalle alluvioni di tutti i corsi d'acqua che confluiscono nel Po, dalla sorgente fino allo sbocco in mare, è stato predisposto il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (PGRA-Po).

Il PGRA, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

I dati in termini di pericolosità e di rischio da alluvione, in attuazione a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 e dai successivi indirizzi del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare, come previsti nell'ultimo Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po, evidenziano l'assenza di limitazioni derivanti da quanto previsto dalla D.G.R. X/6738 del 19/06/2017 vigente in materia (nessun scenario di pericolosità e rischio).

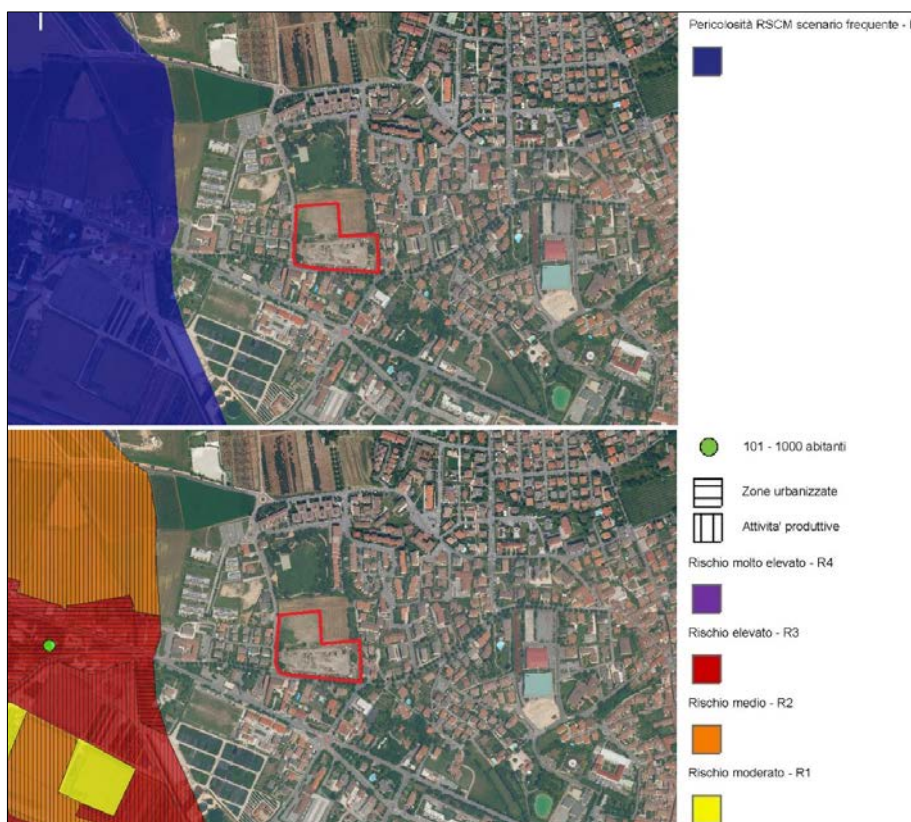


Fig. 5 - Mappa degli Scenari di Pericolosità da alluvione e Mappa del Rischio Alluvioni stralciata dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Po (Ottobre 2016).

Fonte Viewer Geografico del Geoportale della Regione Lombardia.

3. INDICAZIONI PRELIMINARI DI CARATTERE STRATIGRAFICO

Nel presente elaborato è stato redatto un **modello stratigrafico** del sito di progetto, utilizzando dati geologici e geotecnici derivanti dallo Studio Geologico allegato al P.G.T. del Comune di Lonato d/G, e sulla base di indagini geognostiche eseguite dal sottoscritto sia nell'area di progetto che in aree limitrofe ed in contesti omologhi a quello di studio.

3.1 Caratteristiche geotecniche indicative del sito di interesse

L'area di progetto, come sopra riportato, ricade in un ambito sub-pianeggiante contraddistinto dalla presenza di depositi fluvioglaciali di natura prevalentemente ghiaiosa-sabbiosa con ciottoli subarrotondati. Secondo quanto riportato nella *Carta di Ubicazione delle indagini e di prima caratterizzazione geotecnica dei terreni (Tav.4)* allegata Studio Geologico del PGT di Lonato del Garda, sono previsti terreni con caratteristiche geotecniche buone e costituiti come già detto da depositi appartenenti alla *sequenza Fluvioglaciale*.

In generale, su tutto il lotto è possibile supporre che l'area d'interesse sia caratterizzata dalla presenza, oltre un primo spessore pari a circa 1,0/2,0 m di Terreno Rimaneggiato (**Unità R**), di Depositi Fluvioglaciali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli, con buone caratteristiche geotecniche (Unità A), quest'ultime da verificare in sede di ottenimento dell'autorizzazione sismica mediante realizzazione di prove in sito.

MODELLO LITO-STRATIGRAFICO – Lonato del Garda- Via Repubblica angolo vicolo Restelli		
Unità geologica	Descrizione litologica	Caratteristiche geotecniche preliminari
Unità R - Terreno Rimaneggiato	Terreno di riporto sabbioso	Moderatamente addensato
Unità A – Depositi Fluviolaciali	Terreno naturale ghiaioso-sabbioso con ciottoli	Da addensato a molto addensato

Le considerazioni riportate sono solo indicative delle caratteristiche medie ipotizzate dei litotipi, pertanto si ribadisce che dovranno essere necessariamente verificate mediante approfondite indagini geologiche e geotecniche di dettaglio (come previsto dal D.M. 17 Gennaio 2018) da realizzarsi in fase esecutiva del progetto. Esse permettono comunque di esprimere una valutazione di massima dell'area oggetto di studio e rappresentano un valido elemento per la programmazione futura di specifiche e mirate indagini geotecniche (Sondaggi a carotaggio e Prove penetrometriche dinamiche DPSH), da progettare coerentemente una volta redatto il progetto definitivo. Le prove in sito dovranno essere mirate alla ricerca e alla caratterizzazione geotecnica degli strati litologici idonei all'appoggio degli edifici previsti.

3.2 Caratteri idrogeologici locali

Nell'area d'interesse, sulla base delle suddette indagini, non si esclude la presenza di corpi idrici discontinui, a scarsa profondità dal p.c. (-2,5/-3,0 m di profondità dal p.c.) e con rese piuttosto basse, contenuti entro i depositi superficiali.

Questa ipotesi risulterebbe compatibile con l'assetto idrogeologico dell'area, caratterizzato dalla presenza di acquiferi superficiali, sospesi e discontinui, non sempre rilevabili, circolanti in lenti a maggiore permeabilità, sostenuti alla base da strati più

francamente limosi impermeabili o semipermeabili appartenenti alla medesima sequenza fluvioglaciale.

L'escursione stagionale della falda freatica può presentare variazioni massime di pochi metri. Si specifica tuttavia che in fase di realizzazione delle opere che prevedano uno o più piani interrati, si potrà intercorrere in fenomeni di umidità dovuti essenzialmente all'infiltrazione delle acque meteoriche. Si chiede quindi di tenere conto di questo aspetto durante l'esecuzione delle indagini geognostiche, mediante l'installazione di tubi piezometrici per il monitoraggio di eventuali livelli acquiferi intercettati, ed in fase esecutiva adottando di conseguenza congrue scelte progettuali. La scelta di realizzare piani interrati sarà quindi perseguibile adottando idonee tecniche realizzative e di messa in opera di adeguati interventi di impermeabilizzazione dei manufatti di fondazione e delle strutture murarie interrate, qualora in fase di scavo si presentassero fenomeni di umidità.

4. SISMICITÀ DELL'AREA E AZIONE SISMICA

4.1 Inquadramento sismotettonico

La regione benacense è collocata nel quadro tettonico della formazione delle Alpi, legato ai movimenti della placca euroasiatica e di quella africana, che con la loro collisione produssero l'innalzamento della catena alpina, con formazione della struttura a coltri di ricoprimento. Quest'ultima si interrompe a sud della Linea Insubrica, la quale costituisce il confine tra le Alpi e le Alpi Meridionali che comprendono la regione del Lago di Garda. Il tratto interessato, della Linea Insubrica, alla quale è imputata la formazione dei più importanti elementi strutturali dell'area gardesana, è quella denominata Linea delle Giudicarie. Questa è caratterizzata da strutture aventi direzione NNE-SSW, tra le quali, l'elemento più noto, è la doppia piega anticlinale e sinclinale del monte Baldo, situato lungo la sponda est del lago. Il sistema giudicariense è caratterizzato da sovrascorrimenti con presenza di faglie trasversali, che determinano un assetto strutturale irregolare (**Fig. 6**).

In particolare, gli affioramenti del substrato roccioso nel Medio e Basso Garda sono da mettere in relazione ad un pronunciato sistema di *thrust*. Tra gli affioramenti delle formazioni paleogeniche, collegate a questo sistema strutturale, rientrano quelle affioranti nella parte settentrionale della penisola di Sirmione. Tale sistema tettonico è correlabile principalmente a fasi compressive neogeniche, ma l'attività tettonica persiste anche durante il Plio-Pleistocene e l'Olocene, così come documentato dalla sismicità storica e recente dell'area gardesana.

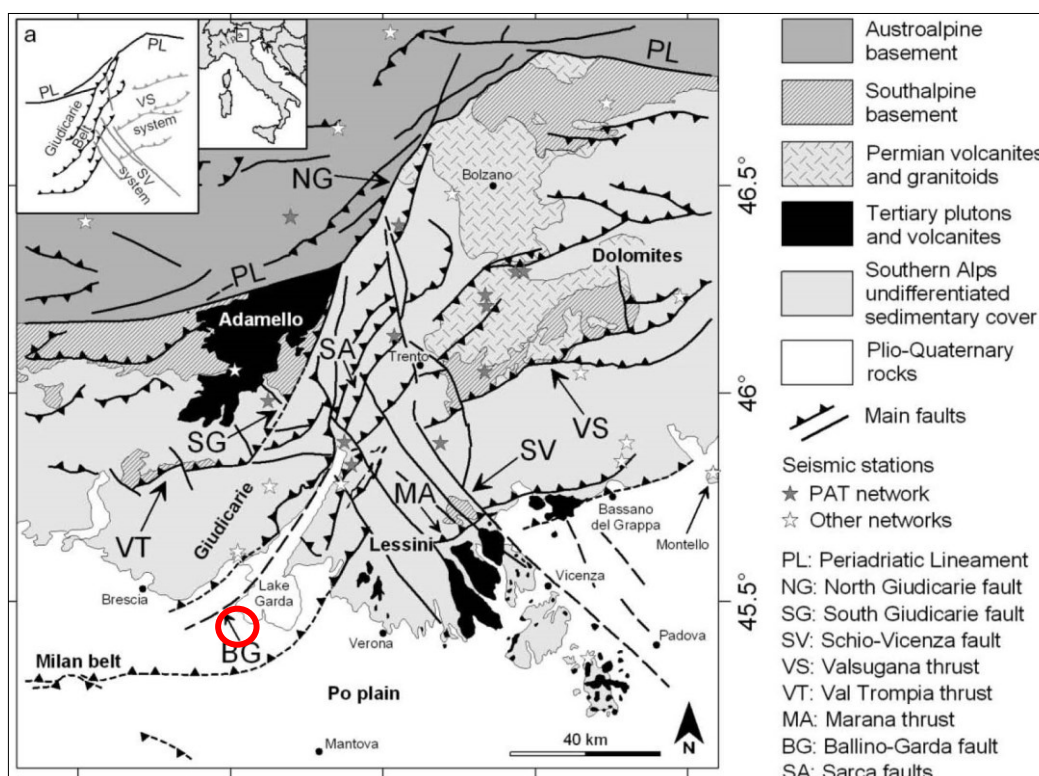


Fig. 6 - Schema tettonico delle Alpi meridionali (tratta dal Viganò et al. 2009).

4.2 Sismicità locale

L'attività sismica storica nel basso Garda e più ingenerale nel bresciano rappresenta la naturale continuazione di quella pliocenica e quaternaria e risulta correlata alla collocazione, delle aree di studio, tra zone sismogenetiche riferibili, da una parte al fronte alpino e dall'altra al fronte appenninico, sepolti al di sotto della coltre fluvioglaciale-alluvionale della Pianura Padana. Storicamente, nella porzione del basso Garda, si risente di effetti macroscopici in funzione della relativa vicinanza alle aree epicentrali dei forti terremoti storici, che colpiscono le provincie di Brescia e Verona. Alcuni sismi recenti, con le massime intensità storiche, si sono risentiti, per la relativa vicinanza con l'area sismogenetica del Reggiano-Ferrarese-Parmense e dell'edificio appenninico sepolto al di sotto delle coltri quaternarie dei depositi di pianura.

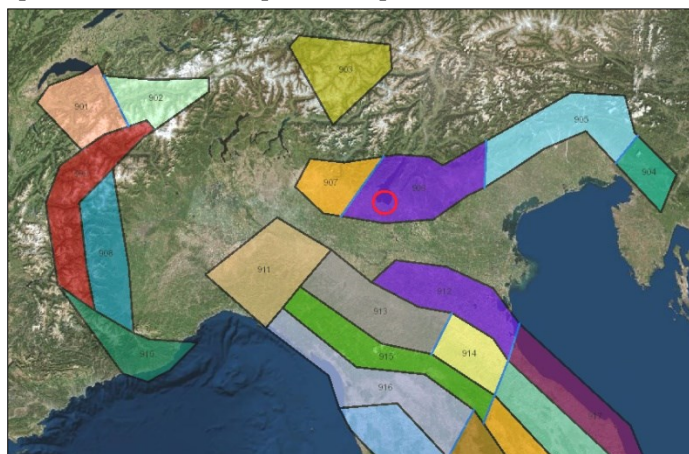
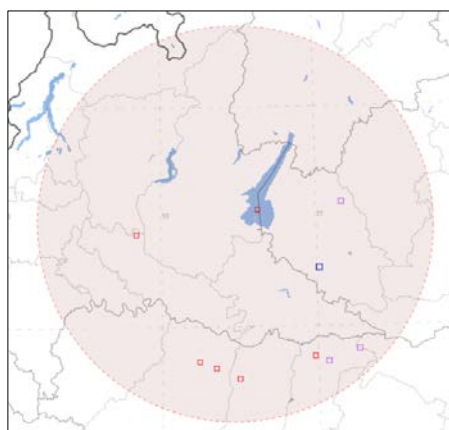


Fig. 7 - Schema Zonazione Sismogenetica ZS9
(tratta dal Geoportale del Ministero dell'Ambiente).

Gli eventi sismici storici sono consultabili nel Catalogo Parametrico dei Terremoti (CPTI15 – progetto INGV-T3 anno 2016) e sono assegnati mediante l'individuazione della "Zonazione sismogenetica ZS9 (Fig. 7) – App. 2 al Rapporto Conclusivo – Marzo 2004" a cura di C. Meletti e G. Valensise (Gruppo di lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica - OPCM 3274/2003 - INGV)

L'area in esame, secondo il modello sismotettonico riassunto nella zonazione sismogenetica ZS9, ricade nella zona sorgente 906. Per tale zona sorgente e per quelle limitrofe, si elencano i terremoti, con epicentro collocabile in un'area circolare di raggio pari a circa 100 km e centro in corrispondenza del **Comune di Lonato del Garda**:

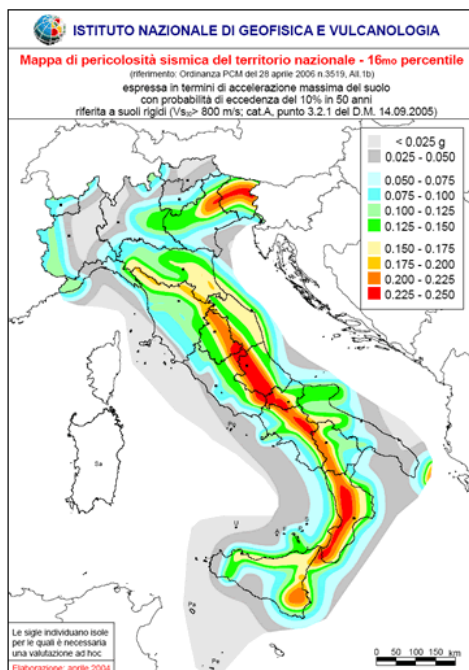


Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
1117	01	03	15	15		Veronese	55	9	6.52
1222	12	25	12	30		Bresciano-Veronese	18	7-8	5.68
1438	06	11	02			Parmense	4	8	5.56
1802	05	12	09	30		Valle dell'Oglio	94	8	5.60
1832	03	13	03	30		Reggiano	97	7-8	5.51
1891	06	07	01	06	14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
1971	07	15	01	33	23	Parmense	228	8	5.51
2012	05	20	02	03	50	Pianura emiliana	53	7	6.09
2012	05	29	07	00	02	Pianura emiliana	87	7-8	5.90
2012	05	29	10	55	56	Pianura emiliana			5.50

Fig. 8 - Catalogo multiparametrico dei terremoti italiani con magnitudo (M_w) > 5,5 verificatisi in un'area di raggio pari a 100 km dall'area d'indagine (CPTI15 – progetto INGV-T3 anno 2016).

4.3 Normativa sismica vigente

Con il Testo Unico (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 sono state adottate definitivamente le stime di pericolosità sismica del progetto S1 già comprese nella citata Ordinanza 3519/2006 (**Fig. 9**). Accedendo



al link <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, si possono scaricare i dati di pericolosità sismica rappresentati dai valori di a_g per diverse frequenze annuali di superamento, relativamente ai 10751 punti di una griglia in cui è stato diviso il territorio nazionale. Per qualsiasi punto del territorio Italiano è quindi possibile calcolare i parametri di azione sismica grazie a formule di interpolazione definite nella Circolare esplicativa 617/09. Tali stime superano il concetto di classificazione a scala comunale sulla base di 4 zone sismiche. Il concetto di zona sismica comunale tuttavia mantiene una funzione prevalentemente amministrativa così come chiarito, dalla DGR Lombardia 9/2616/2011 e come regolamentato dalle recenti normative regionali in termini di nuova classificazione sismica (D.G.R. 11 Luglio 2014 - n. X/2129) e di normative di indirizzo per la vigilanza sulle costruzioni in zona sismica (LR 33/2015, e DGR 5001/2016).

Fig. 9 - Mappa di pericolosità sismica secondo l'OPCM n. 3519 del 28/4/2006.

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 che il **Comune di Lonato del Garda** risulta interessato da una fascia con accelerazione sismica **a_g compresa tra 0,150 g e 0,175g** (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) riferibile quindi a una **Zona sismica 2**. La D.G.R. 11 Luglio 2014 - n. X/2129 che ha aggiornamento recentemente le zone sismiche in Regione Lombardia, ha lasciato tutto il territorio di Lonato del Garda in Zona sismica 2, indicando un valore di a_{gmax} pari a 0,159 g.

4.4 Carta della Pericolosità Sismica Locale

Per l'intero territorio comunale di Lonato del Garda è stata eseguita la valutazione del rischio sismico correlato alle condizioni geologiche e geomorfologiche. È stata quindi valutata l'amplificazione sismica locale secondo la metodologia e le procedure indicate nell'All. 5 della D.G.R. n° 8/7374 del 28/05/2008.

Dal punto di vista della Pericolosità Sismica Locale l'area d'intervento è stata classificata, nello "Studio di Microzonazione Sismica" di Lonato del Garda, entro lo scenario di pericolosità sismica **Z4a** "Zona di fondovalle di falda di detrito con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali e/o coesivi" (**Fig. 10**).

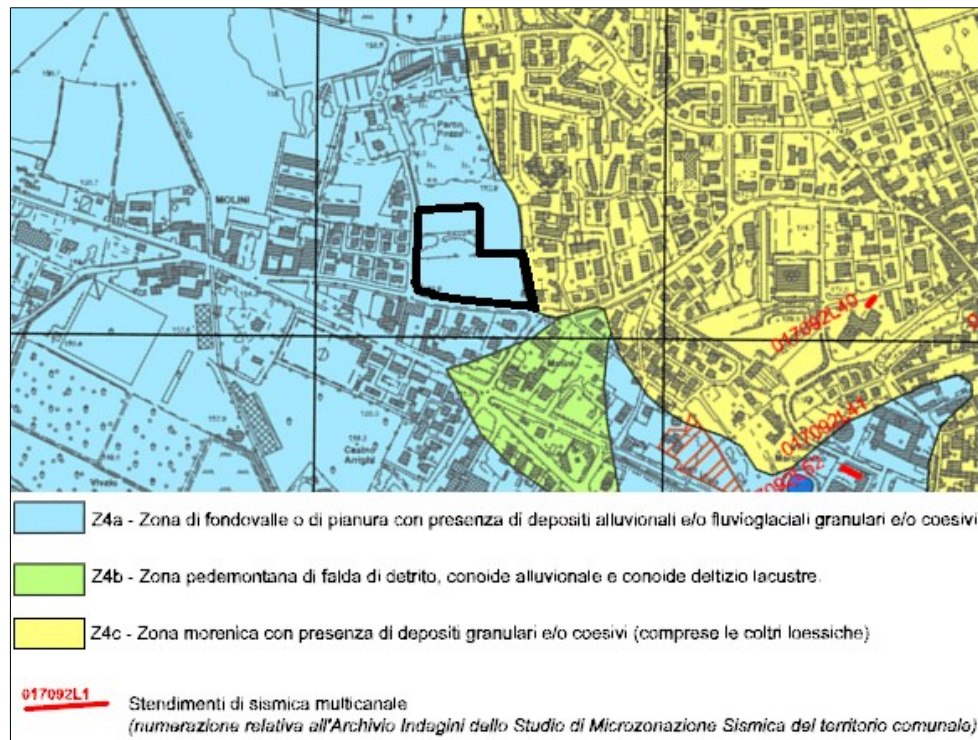


Fig. 10 - Stralcio della "Carta della pericolosità Sismica Local (PSL) – Livello 1" allegata allo Studio di Microzonazione Sismica comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

Per quanto concerne gli aspetti legati all'Azione Sismica di Progetto comprensivi della determinazione della categoria topografica e di sottosuolo, dell'analisi della Pericolosità sismica Locale, della verifica dei possibili fenomeni di amplificazione litologica e di suscettibilità a liquefazione e della determinazione dei parametri sismici di riferimento, si rimanda alle apposite Relazioni Geologica e Geotecnica e relativi moduli di asseverazione, da redigere ai sensi delle normative vigenti (D.M. 2018, DGR X/2616/2011) e da allegare alla richiesta di "richiesta di autorizzazione sismica del progetto" (L.R. 33/2015).

5. FATTIBILITÀ GEOLOGICA E VINCOLI DELL'AREA DI PROGETTO

Dall'analisi della cartografia allegata allo Studio Geologico redatto per la "Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano di Governo del Territorio" di Lonato del Garda è stato verificato che il sito di progetto ricade nella **Classe di Fattibilità 2, con modeste limitazioni d'uso (Fig. 11)**.

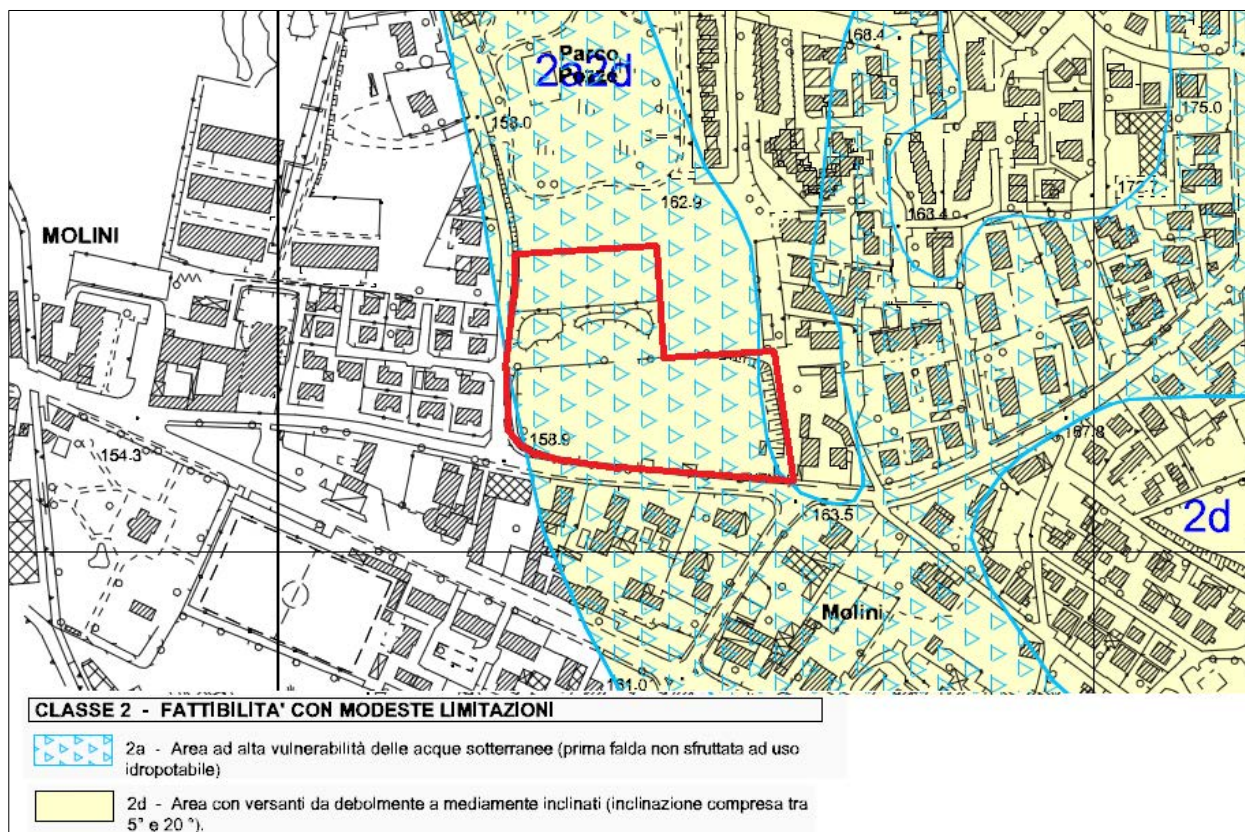


Fig. 11 - Stralcio della "Carta della Fattibilità geologica per l'applicazione delle norme geologiche di piano" (Tav. 14b), allegata allo Studio Geologico del P.G.T. comunale, con ubicazione dell'area d'interesse.

Per tale classe di Fattibilità Geologica, lo Studio Geologico allegato P.G.T. comunale prevede solo alcune limitazioni ed eventuali approfondimenti da effettuare in funzione delle specifiche costruttive degli interventi edificatori, in funzione delle sottoclassi individuate, di seguito enunciate:

✓ **CLASSE 2a** (Area a media vulnerabilità delle acque sotterranee, prima falda)

Per questa sottoclasse sono consentite tutte le tipologie di intervento; la loro realizzazione è in ogni caso subordinata ad uno studio idrogeologico che accerti la compatibilità dell'intervento con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee, valutando il possibile impatto sulle acque sotterranee, e che preveda, se necessario, l'adozione di accorgimenti in grado di tutelare la falda acquifera e di sistemi di controllo. A tal proposito, entro il sito di progetto, non si possono escludere fenomeni di umidità a partire da -2,0/-3,0 m dal p.c. esistente. Si ritiene quindi che le operazioni di scavo per la realizzazione di eventuali nuove strutture interrato, possano intercettare livelli umidi o,

in condizioni di falda elevata, acquiferi superficiali. In questo specifico caso, la salvaguardia delle risorse idriche sotterranee, dovrà essere garantita operando in cantiere mediante procedure non potenzialmente idroinquinanti e adoperando idonei materiali e tecniche costruttive per l'isolamento delle strutture di fondazione e delle strutture in elevazione verso il piano terra di progetto. Si ritiene inoltre che, l'intervento di realizzazione delle opere progettuali, sia compatibile con lo stato di vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee, non introducendo alcun impatto sulle acque di falda, prevedendo la messa in opera delle idonee reti fognarie di smaltimento reflui e di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

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

Per questa sottoclasse sono previste le tipologie di opere di progetto proposte e per essa è stata valutata la compatibilità dell'intervento con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area, con particolare attenzione alla caratterizzazione geotecnica, accertando lo spessore delle coperture superficiali e i parametri caratteristici dei terreni indagati. È stata verificata inoltre la stabilità dell'area in oggetto; in merito è stato eseguito un rilievo geomorfologico di campo, valutando l'andamento della superficie topografica del sito come debolmente inclinata immergente verso sud, ed escludendo fenomeni geomorfici in atto.

Nell'area in esame, non si segnalano pertanto, per le classi di Fattibilità Geologica prevista e per le corrispondenti limitazioni, situazioni e fenomeni in atto in grado di modificare le caratteristiche idrogeologiche, idrografiche e geomorfologiche dell'area. Inoltre, si ritiene che gli interventi di progetto non risultino in grado di indurre situazioni di dissesto o modificare il valore morfologico-paesaggistico del territorio.

Nonostante nello Studio Geologico allegato al P.G.T. del Comune di Lonato d/G, per l'area d'interesse, vengano ipotizzati terreni con caratteristiche geotecniche buone, idonei all'appoggio delle strutture di fondazioni di progetto previste, la realizzazione di quest'ultime è subordinata comunque alla predisposizione di una Relazione Geologica e Geotecnica da eseguire ai sensi del D.M. 17/01/2018, così come ampiamente prescritto nel presente elaborato.

La Relazione Geologica e Geotecnica dovrà essere supportata da indagini geognostiche mediante prove in situ come sondaggi, prove penetrometriche dinamiche e indagini sismostratigrafiche, che verifichino puntualmente le caratteristiche geotecniche dei terreni di appoggio e i loro rapporti stratigrafici in termini di spessori e variabilità laterale.

Dovranno inoltre essere inoltre eseguite *prospezioni sismiche* di superficie per la definizione di un modello sismostratigrafico e della categoria di sottosuolo dei terreni di fondazione, e più in generale dei parametri sismici da assumere nel progetto.

Nello stesso Studio Geologico comunale non si segnala la presenza, presso l'area di progetto, di **Normative di vincolo** (*Carta dei vincoli – Tav. 11*) correlate ad elementi idrografici (zone di tutela e fasce di rispetto dei pozzi pubblici e fasce di rispetto del reticolo idrografico principale e consortile) o ad altre problematiche geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche.

6. CONCLUSIONI

Il presente elaborato, conforme a quanto previsto della D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011, è redatto a supporto della procedura di rilascio del "Permesso di costruire", relativo al Piano di Lottizzazione residenziale "Area Ex Dromokart", in Via Regia Antica, nel Comune di Lonato del Garda (BS) e contempla i requisiti urbanistici e normativi di rilevanza geologica prescritti dal P.G.T. comunale, costituendo documento idoneo da allegare alla relativa documentazione progettuale presentata.

Lo Studio di Fattibilità Geologica ha valutato la compatibilità di nuovi interventi di edificazione, con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrografiche ed idrogeologiche dell'area e con quanto previsto sia dallo *Studio Geologico allegato al P.G.T.* comunale vigente (Luglio 2009), sia dallo studio di *Microzonazione Sismica* (Agosto 2015).

È stato redatto un inquadramento geologico, geomorfologico idrografico ed idrogeologico dell'area in oggetto e sono state fornite indicazioni preliminari di carattere stratigrafico e geotecnico e sismico, propedeutiche alle Relazioni Geologica e Geotecnica da redigere ai sensi del D.M. 2018 in fase esecutiva.

Quindi, per quanto concerne la procedura di modellazione geotecnica e sismica, si rimanda ad un elaborato dedicato redatto ai sensi del D.M. 17/01/2018, da presentare nella successiva fase mediante nuova procedura di "*richiesta di autorizzazione sismica del progetto*" in zona sismica 2 (L.R. 33/2015). In tale elaborato, dovranno inoltre essere affrontate nello specifico, le problematiche realizzative, e forniti i parametri per la Verifica agli Stati Limite come previsto dalla normativa vigente. In tal senso è stata prescritta un'indagine geognostica sito-specifica, che verifichi le caratteristiche geotecniche, sismiche ed idrogeologiche dei futuri terreni di fondazione, relative al progetto edificatorio previsto.

Nel presente elaborato è stato verificato che l'area in esame ricade in una **Classe di Fattibilità 2 con modeste limitazioni d'uso**: per la classe di Fattibilità Geologica prevista e per le corrispondenti limitazioni, non si segnalano situazioni e fenomeni in atto in grado di modificare le caratteristiche idrogeologiche, idrografiche e geomorfologiche dell'area. Inoltre, si ritiene che gli interventi di progetto non risultino in grado di indurre situazioni di dissesto o modificare il valore morfologico-paesaggistico del territorio.

La realizzazione dell'opera edificatoria, risulta compatibile con le caratteristiche litologiche dell'area a condizione che in fase esecutiva si preveda che per le strutture di fondazione la quota di posa di progetto risulti coerente con la profondità del terreno ad idonee caratteristiche geotecniche.

In accordo con la cartografia ufficiale allegata allo Studio Geologico Comunale, si suppone la presenza, a pochi metri dal p.c., di depositi idonei all'appoggio di nuove strutture di fondazione, le cui caratteristiche e profondità di rinvenimento dovranno essere verificate puntualmente mediante indagini geotecniche in situ da allegare ad una Relazione Geologica e Geotecnica ai sensi del punto 6.2.1 e 6.2.2 del D.M. 17/01/18 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Nel caso in cui la campagna di indagine geognostica di dettaglio accerti la presenza di terreni superficiali poco addensati, in fase esecutiva potranno essere ammissibili, su decisione dei progettisti incaricati, diverse ipotesi sulla scelta progettuale più idonea, riguardo le strutture di fondazione da adoperare.

Per la classe di fattibilità in cui ricade il lotto di progetto, e alla luce delle scelte progettuali e della destinazione d'uso, si sono esclusi fenomeni in atto e potenziali, in grado di modificare le caratteristiche idrogeologiche e idrografiche dell'area. Gli interventi di progetto, se idoneamente realizzati subordinatamente alle verifiche delle caratteristiche geotecniche, risultanti dalla campagna d'indagine prescritta, non risultano in grado di alterare le condizioni del sito in oggetto, né di instaurare situazioni di pericolo.

Si rimane quindi a completa disposizione per l'esecuzione d'indagini geotecniche, idrogeologiche e sismiche di sito prescritte, e per redigere la Relazione Geologica e Geotecnica conformi a quanto previsto dal **D.M. 17/01/2018** e mediante le procedure indicate dalle nuove normative regionali in materia di vigilanza sulle costruzioni in zone sismiche (**L.R. 33/2015, D.G.R. 5001/2016**) e aggiornamento della classificazione sismica regionale (**DGR 2129/2014**), con predisposizione del Modulo 9 di dichiarazione/asseverazione del Geologo e del Modulo 10 di dichiarazione/asseverazione dell'estensore della Relazione Geotecnica, firmati anche digitalmente per l'eventuale gestione informatica della pratica sui portali web dedicati.

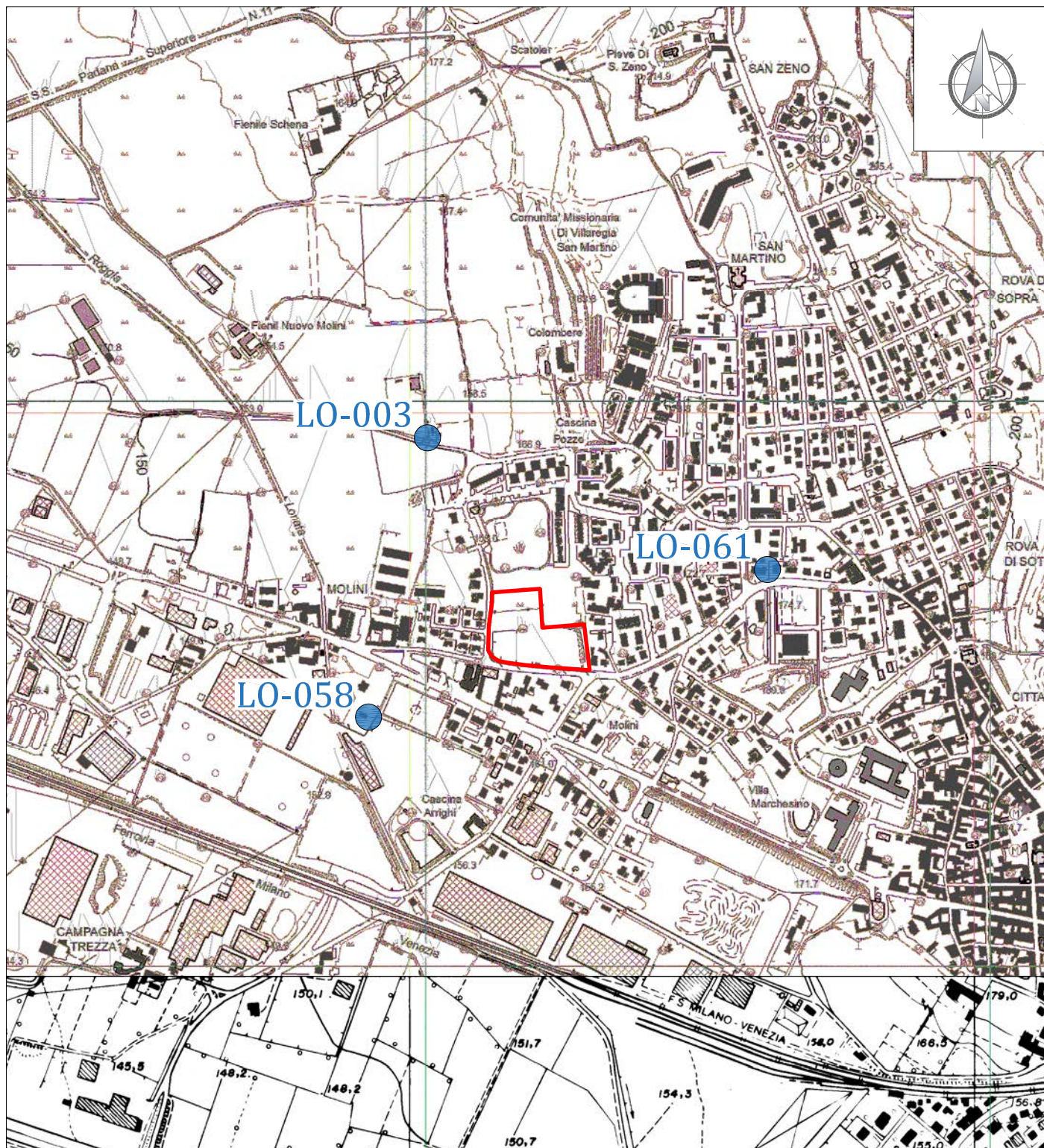
Desenzano del Garda, 22 Febbraio 2019

Dott. Geol. Niccolò Crestana



COROGRAFIA CON UBICAZIONE DELL'AREA D'INDAGINE E DEI POZZI CON STRATIGRAFIA
SCALA 1:10.000

Tav. 1



LEGENDA



Area in esame

LO-061



Pozzo comunale con
stratigrafia in allegato

PLANIMETRIA DI PROGETTO CON UBICAZIONE DEI PUNTI D'INDAGINE
SCALA 1:1.000

Tav. 2



LEGENDA

T1



Scavo esplorativo



Area di progetto



CRESTANA S.r.l.s.

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE ED AMBIENTALI

Viale Michelangelo, 40 - 25015 Desenzano del Garda (BS)

Cell: N. Crestana 347.9428449 - L. Renna 349.2936733

mail: info@crestanasrls.com

web: www.crestanasrls.com

P.IVA e C.F. 03632850982

Località: Via Regia Antica - Lonato del Garda (BS)

DATA 28/02/2018

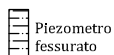
Committente: Sig. Giovanni Goffi

SCAVO T1

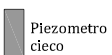
Tecnico: Dott. Geol. L. Renna, Dott. Geol. N. Crestana

Escavatore: Terex-Schaeff HR 20

QUOTA INIZIO p.c.



Piezometro fessurato



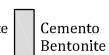
Piezometro cieco



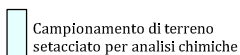
Ghiaietto



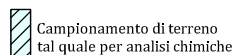
Compactonite



Cemento Bentonite



Campionamento di terreno setacciato per analisi chimiche



Campionamento di terreno tal quale per analisi chimiche

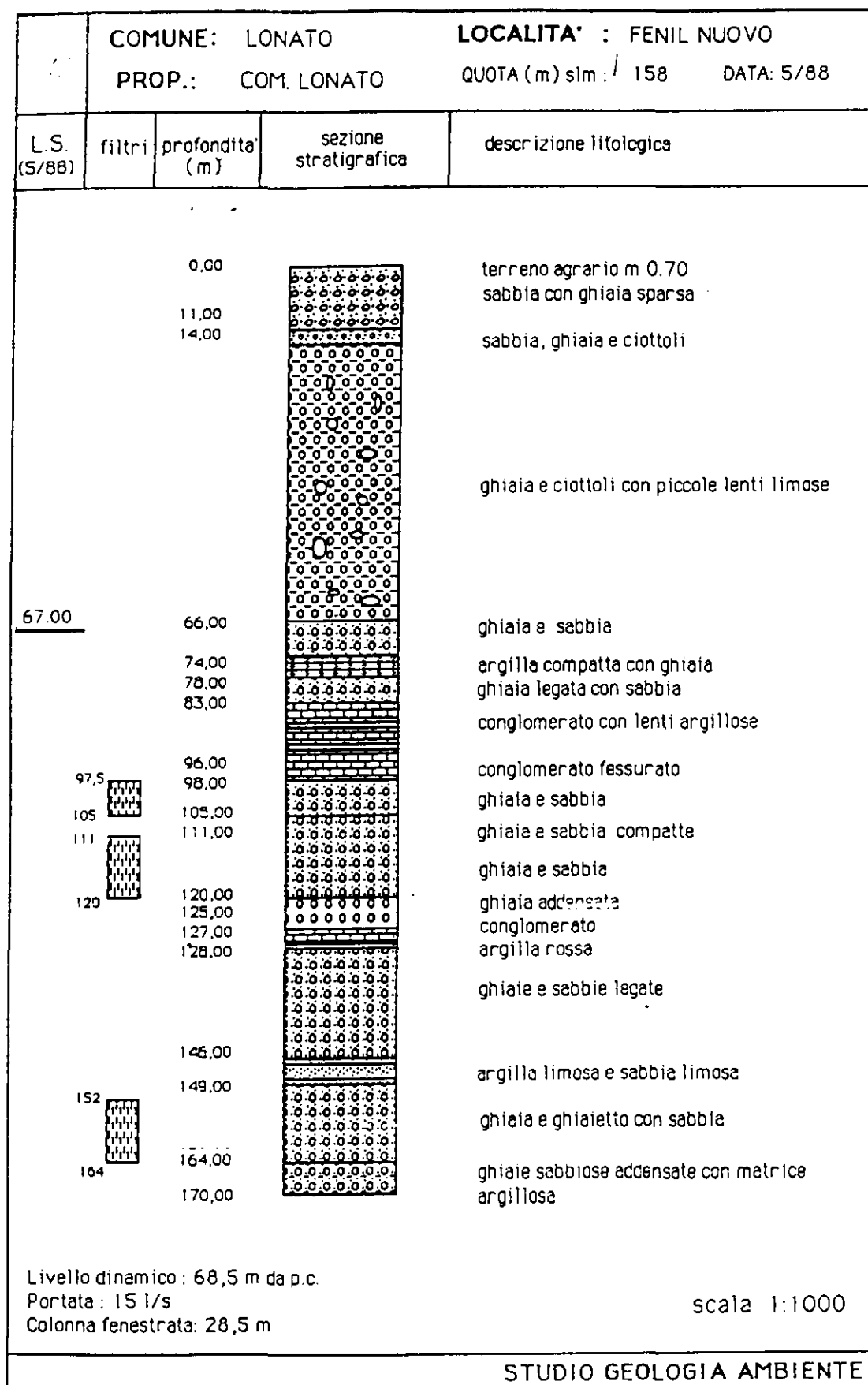
Dimensioni scavo:
2,00 x 0,50 m

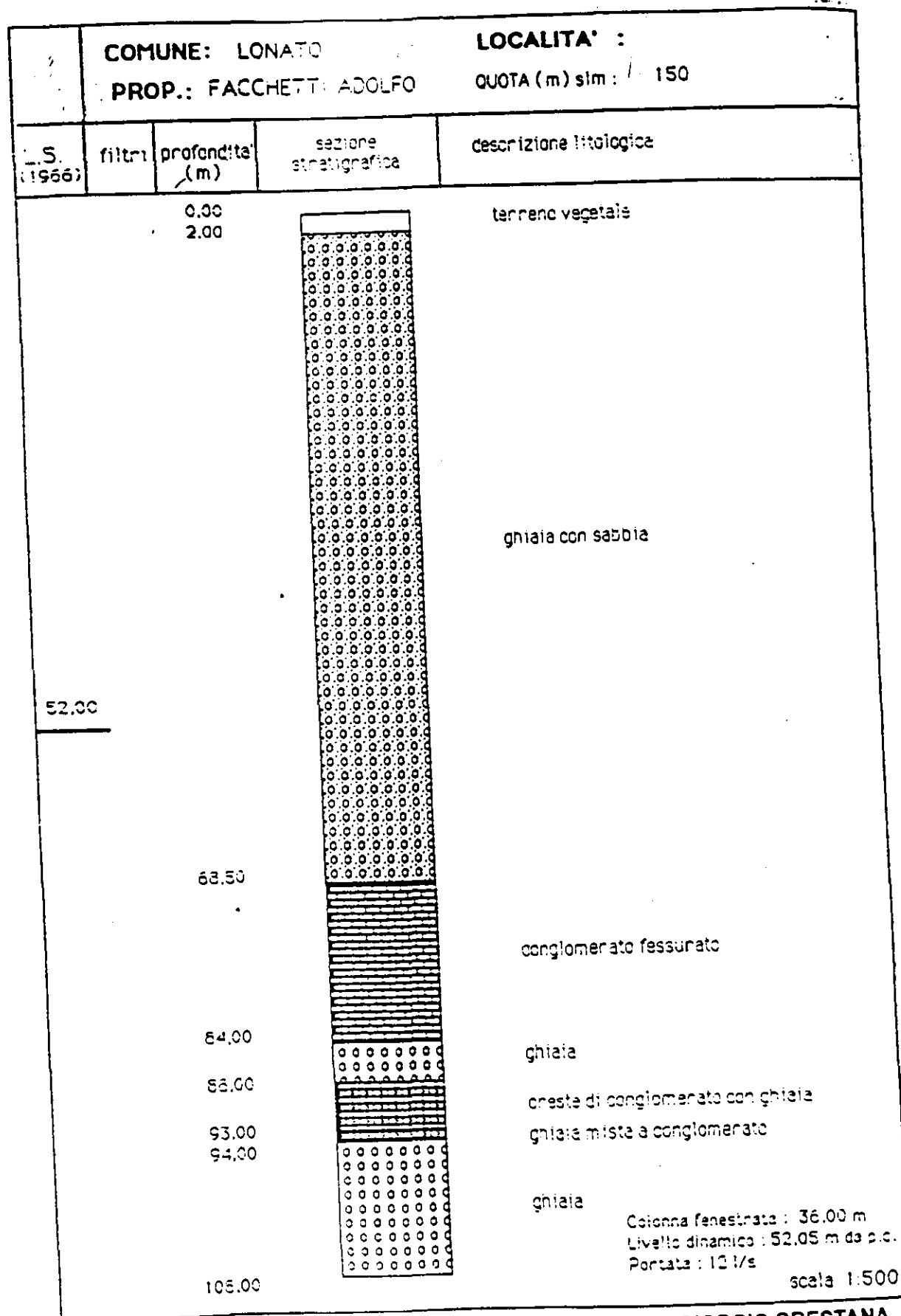
Profondità m da p.c.	Stratigrafia	Campioni profondità m da p.c.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	VOC	Profondità m da p.c.	Falda
0,00			Ghiaia sabbiosa, asciutta, di colore marrone chiaro.			
1,00		T1-C1	Descrizione eseguita utilizzando il criterio granulometrico per le terre (AGI 1977), secondo cui il terreno viene denominato gerarchicamente con il nome della frazione con percentuale maggiore. Successivamente, la frazione gerarchicamente inferiore viene preceduta dal termine "con" se la percentuale è compresa tra il 25% e il 50%, dal 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%.			

FOTO SCAVO



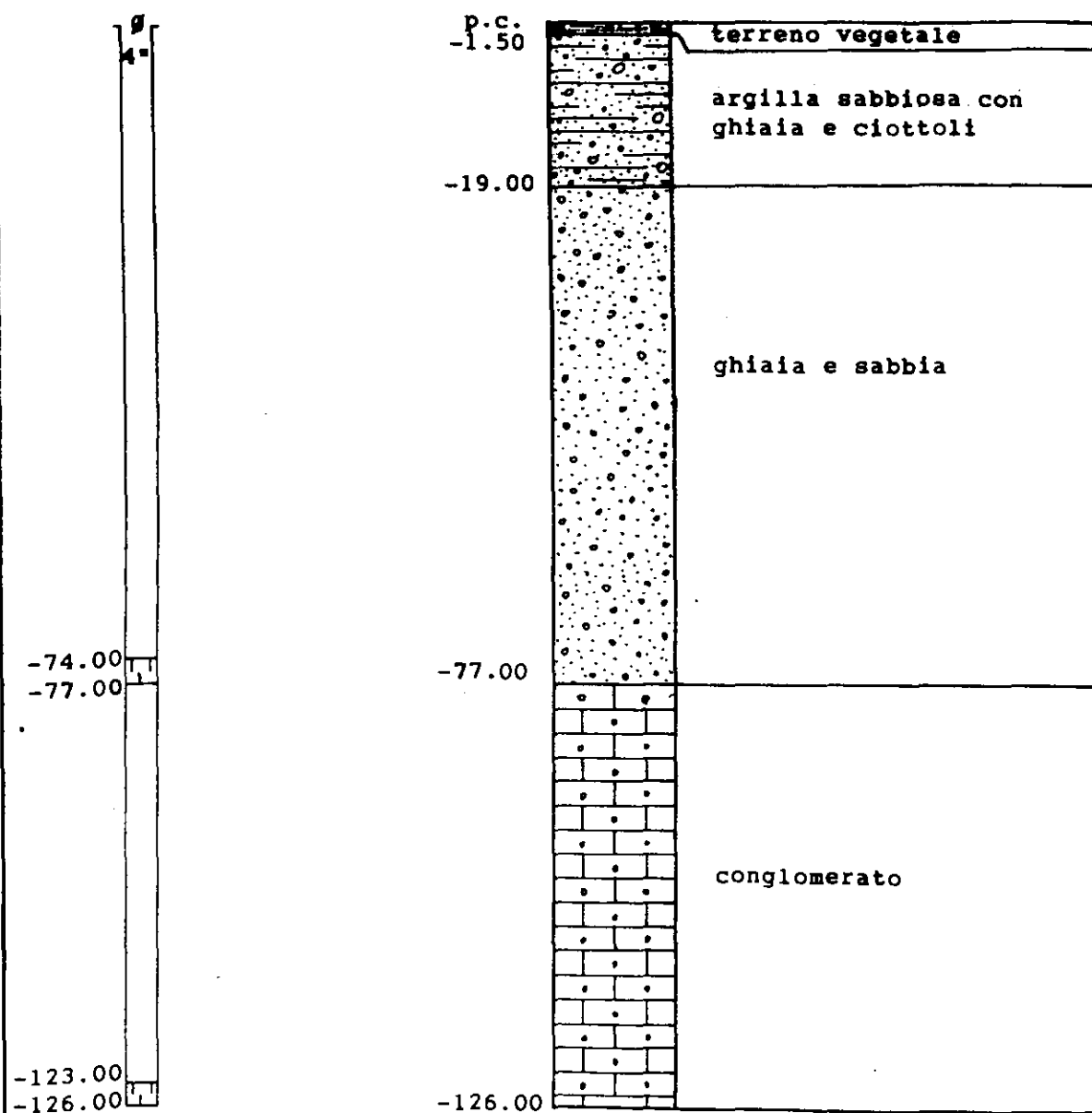
T1 - 0,0/-1,0 m dal p.c.





Committente: SIG. BRUNO BERNARDI
Località: LONATO (BS)
Anno di esecuzione: 1993

scala vert. 1:20
scala orizz. 1:700



Profondità: mt.126
Colonna cieca: mt.120
Colonna finestrata: mt.6
Livello statico: -mt.75 da p.c.

