
Comune di Crema
PROVINCIA DI CREMONA

**aggiornamento della valutazione di
FATTIBILITA' GEOLOGICA
della Variante al Piano Attuativo
"LAGO GERUNDO" approvato il 12/12/2005
del. 365/2005 e in variante al PGT vigente**

Relazione Geologica

committente
Gerundo Center S.r.l.
Via Bombelli, 3
26013 Crema (CR)
P. IVA e C.F. 01655270195

20 dicembre 2017



INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	4
4	COMPATIBILITA' CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRAORDINATA	11
4.1	Fattibilità geologica comunale (L.R. n° 12/2005)	11
4.2	Vincoli di natura geologica	12
4.3	Piano per l'Assetto Idrogeologico e fasce fluviali; aggiornamento al Piano Generale Rischio Alluvioni.....	14
4.4	Classificazione sismica dell'area.....	16
4.5	Analisi della suscettibilità alla liquefazione del terreno	21
5	CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE ..	23

ALLEGATI

1. Inquadramento geografico (scala 1:10.000)
2. Inquadramento geologico
3. Report tecnico indagine geofisica
4. Parametri sismici di sito e di progetto



1 PREMESSA

Su richiesta della Soc. Gerundo Center S.r.l. viene redatta la presente Relazione Geologica, finalizzata alla valutazione della fattibilità geologica, in aggiornamento a quella già definita nella Componente Geologica del Piano di Governo del Territorio, preliminare all'approvazione della variante al Piano Attuativo Lago Gerundo in variante al PGT vigente, relativamente a un sito posto in comune di Crema (CR) – via Lago Gerundo angolo via Indipendenza, attraverso la definizione delle linee generali dell'assetto geologico e idrogeologico locale e la revisione del regime vincolistico.

Si sottolinea il fatto che la verifica di compatibilità con gli strumenti di pianificazione vigenti a livello comunale e sovracomunale (e in particolare con quelli entrati in vigore dopo l'approvazione del PGT di Crema) è stata finalizzata esclusivamente alla verifica generale dell'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico, sismico e vincolistico dell'ambito di futuro intervento, e non può in alcun modo sostituirsi o ritenersi esaustiva degli specifici approfondimenti di carattere geotecnico e antisismico che dovranno essere realizzati a supporto della progettazione di nuovi edifici e opere e del recupero, completamento e modifica di quelli esistenti o solo in parte realizzati (e basati sul progetto esecutivo e strutturale dei medesimi, ai sensi del D.M. 14/01/2008 NTC), le cui relazioni **geotecniche** interpretative dovranno essere allegate agli atti di Dichiarazione Inizio Attività (DIA o SCIA) o Richiesta di Permesso di Costruire, come parte integrante e imprescindibile degli stessi e dei documenti progettuali. Il presente elaborato non contiene pertanto la definizione del modello geologico e del modello geotecnico secondo il dettame delle NTC 2008.

Di seguito vengono descritti i principali lineamenti geologici che caratterizzano l'ambito nel quale si inserisce l'ambito di trasformazione in esame.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area su cui si sviluppa l'intervento previsto si trova in comune di Crema (CR), all'angolo tra le vie Lago Gerundo e Indipendenza (figura 1), ed è inquadrata nel foglio C6b5 della Carta Tecnica (scala 1:10.000) della Regione Lombardia (stralcio in allegato 1).

In particolare il lotto di terreno investigato, ora completamente pianeggiante per effetto delle operazioni di livellamento preliminari al cantiere delle opere ora oggetto di completamento, originariamente presentava una debole pendenza verso ovest e verso la depressione valliva del sistema idraulico dei canali Cresmiero e roggia Pino dei Mosi (la seconda confluisce nella prima poche decine di m a nord del sito in esame, oltre via Lago Gerundo), si trova ad una quota di circa 76,5 m s.l.m., nella porzione occidentale dell'abitato di Crema.

L'area è oggi in parte edificata e occupata dall'edificio oggetto di completamento, avente un sedime di forma triangolare e posto alla quota del p.c. verso ovest mentre risulta seminterrato nella parte

est verso via Indipendenza, per effetto della modifica al profilo della scarpata morfologica originaria sopra citato.



Figura 1: ripresa fotografica aerea dell'area in esame (l'edificio esistente è posto al centro del circolo rosso)

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 Suolo e sottosuolo: geologia e geomorfologia dell'area

Il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato in particolare sul territorio di Crema a ovest del centro abitato ha evidenziato che l'elemento morfologico principale è costituito dalla pianura terrazzata, la cui formazione è dovuta ai fenomeni di erosione ed alluvionamento legati all'attività dei corsi d'acqua.

Il particolare assetto geomorfologico dell'area, riscontrabile con frequenza nella Pianura Padana, evidenzia una netta incisione del mantello alluvionale e vede quale protagonista il fiume Serio, che è responsabile dello sviluppo di tutti i principali terrazzamenti presenti nella zona, segnati dalla presenza di notevoli scarpate ben conservate, che comportano lo sviluppo di dislivelli di ordine plurimetrico, sebbene localmente l'originaria morfologia risulti spesso obliterata dall'intervento antropico occorso negli anni e finalizzato innanzitutto all'urbanizzazione, alla regolarizzazione dei confini degli appezzamenti di terreno o alla regimazione delle acque irrigue.

L'area investigata si inserisce all'interno di un panorama caratterizzato dalla presenza di depositi superficiali di origine fluviale-alluvionale e fluvioglaciale, legati all'attività deposizionale del fiume Serio. Tali



depositi risultano organizzati in strutture terrazzate costituite da alluvioni antiche e medie (Olocene antico) delimitate da scarpate di erosione e formate da depositi da molto fini (argille e limi) a medio grossolani (sabbie e ghiaie). Facendo un comodo riferimento al Foglio n. 46 "Treviglio" della Carta Geologica d'Italia (allegato 2) è possibile osservare che i depositi costituenti il Livello Fondamentale della Pianura risultano incisi dai diversi affluenti del Po che, dopo una fase erosiva, sono passati in fase sedimentaria formando una serie di depositi organizzati in fasce grossomodo parallele ai corsi d'acqua. A seguito dell'alternarsi ripetuto di periodi di deposito e fasi di erosione si ha la formazione di una serie di terrazzi, come evidente nell'area esaminata.

Partendo dalle quote topografiche più elevate è possibile distinguere con facilità:

- Livello Fondamentale della Pianura, o Piano Generale Terrazzato: formato nell'area in esame da alluvioni di origine fluvioglaciale sabbioso-argillose con lenti di ghiaia a ciottoli minuti, ricoperte da suoli bruni o rossastri (allegato 2, sigla fg^{WR}). Su questa unità geomorfologica sorge e si è sviluppato l'abitato di Crema nella parte, preponderante, esterna alla valle del Serio. La morfologia di questo esteso ambito è piuttosto uniforme, contraddistinta da una sostanziale e monotona regolarità plano-altimetrica priva di significative evidenze, a costituire un ampio tavolato ben delimitato dalla serie di orli di scarpata principali e convergenti di origine fluviale che lo raccordano alle depressioni vallive del Serio, in questi tratti ben incise, e dei corsi d'acqua minori quali ad es. il Tormo, il Cresmiero e alcune rogge irrigue (come nel caso in esame dove l'area in esame è posta a cavallo di una debole convergenza topografica – originariamente non una vera e propria scarpata – che raccorda il Livello Fondamentale alla valle del Cresmiero, incisa e incassata nella pianura più elevata.) In particolare il più vicino orlo di terrazzo principale del fiume Serio corre longitudinalmente alla città di Crema poco a est del centro storico, a indicare il passaggio all'ampia depressione valliva. Su questa prima unità sorge il lotto su cui si intende agire, a seguito di un precedente intervento che ha portato inizialmente alla modifica del dislivello naturale originario presente (ancora manifestato dalla pendenza del tratto iniziale di via Lago Gerundo da via Indipendenza), creando l'orlo di scarpata antropico di circa 3 m lungo il marciapiede ovest di via Indipendenza.
- Valle alluvionale del Serio (allegato 2, sigle a¹ e a²), formata da un duplice terrazzamento: terrazzo intermedio, a quote inferiori rispetto al Livello Fondamentale e costituente un areale sviluppato principalmente in sponda sinistra; si tratta di depositi più recenti di quelli del Livello Fondamentale e litologicamente costituiti da sabbie grigie, non alterate, con rara presenza di ciottoli e frequenti intercalazioni di argilla e torba. Segue un terrazzamento secondario formato dai depositi più prossimi all'alveo del fiume, litologicamente costituiti da sabbia mista a ghiaia e rari ciottoli, sede del deflusso ordinario della corrente.

La litologia prevalente nel sottosuolo di queste aree è data da depositi alluvionali fluviali e fluvioglaciali prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi, con lenti limose e argillose, contraddistinte da un'elevata discontinuità laterale e verticale. Secondo il già citato Studio Geologico Comunale nell'area sono presenti terreni prevalentemente argillosi e/o argilloso limosi al di sotto di una coltre organica superficiale (figura 2),

ascrivibili al contesto paleogeografico delle paludi alluvionali del Moso, che si sviluppa a ovest verso Bagnolo Cremasco, sebbene molto prossimi al passaggio, che si presume graduale ed eteropico, a terreni sabbiosi e sabbioso limosi.

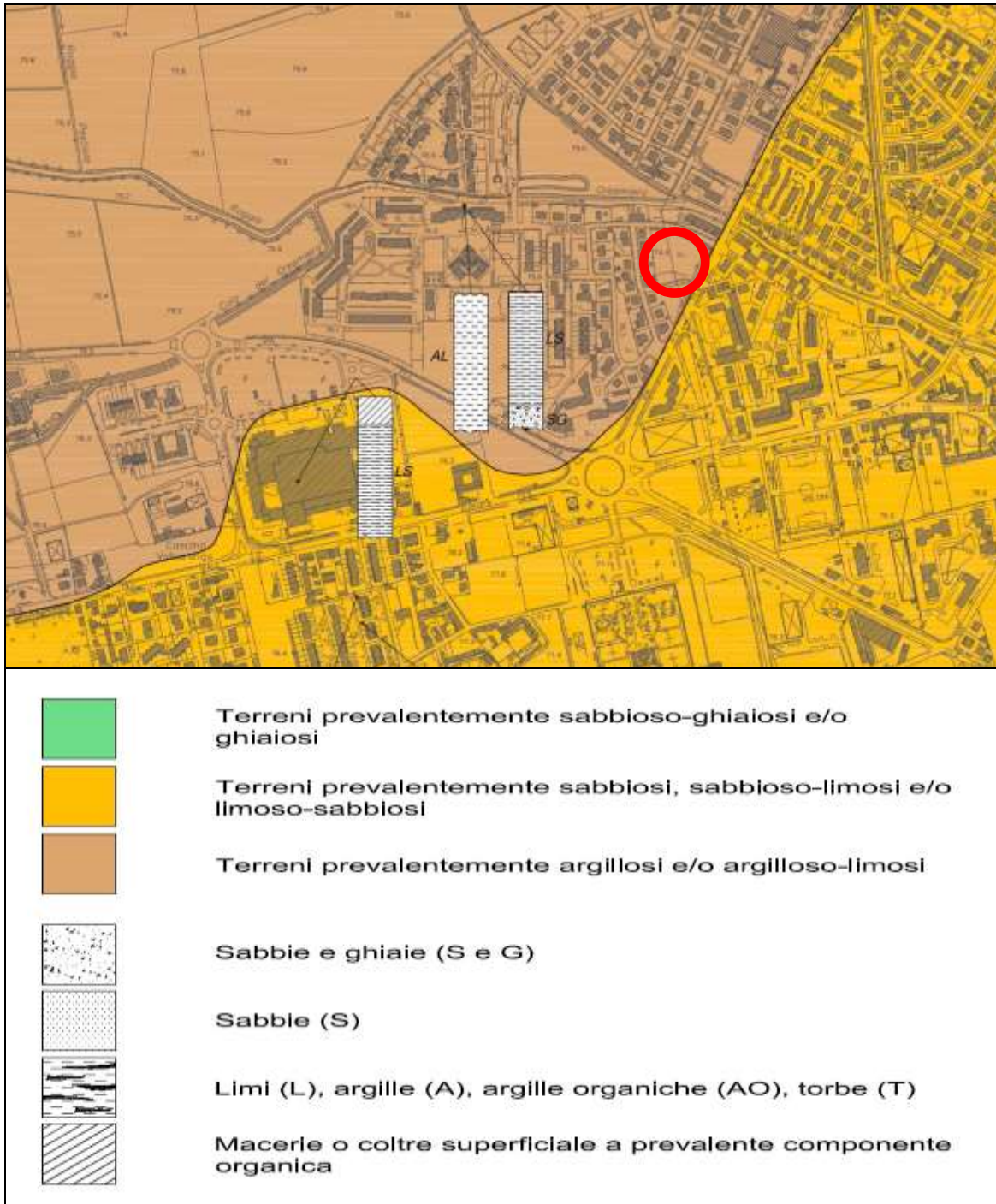


figura 2: stralcio della Carta Geologica e Geomorfológica allegata allo Studio Geologico del territorio comunale di Crema (ex L.R. 41/1997, ora L.R. 12/2005 - P.R.G. dott. Malerba, 2010). In rosso la zona di intervento

3.2 Le acque superficiali: elementi idrografici e idrologici

L'andamento idrografico del territorio di Crema è caratterizzato essenzialmente dalla presenza del fiume Serio, oltre che da una serie di canali, sia naturali che artificiali. Il fiume Serio scorre a est dell'area investigata a circa 2.5 km di distanza. Per quanto concerne i canali e le rogge si può affermare che questi abbiano uno scopo prevalentemente irriguo e rappresentano un intreccio di vie d'acqua tendente spesso a ramificarsi in derivazioni più o meno importanti.

L'esistenza di questa rete idrica superficiale risulta strettamente legata alle derivazioni di rogge e canali irrigui dai fiumi Adda e Serio e dal canale Vacchelli, oltre che al fenomeno delle risorgive, diffuse in tutta la pianura lombarda a nord e a ovest di Crema (figura 3), concentrate lungo una fascia ad andamento ovest-est di ampiezza variabile e caratterizzate ovunque dalla venuta a giorno di acque dal sottosuolo a elevata limpidezza e temperatura costantemente sui $12^{\circ}\div 14^{\circ}$.

Essi hanno origine nell'alta pianura dalle acque di risorgiva che affiorano in superficie in corrispondenza del passaggio dai sedimenti grossolani e permeabili (ciottoli e ghiaie) dell'alta pianura a quelli più fini e impermeabili (limi e argille) della bassa. In particolare le acque sorgive sono acque di prima falda alimentata a monte da estesi fenomeni di percolazione. La presenza dei fontanili lungo l'ampia fascia indicata rappresenta una condizione di bassissima soggiacenza della falda freatica, anche se in prossimità dell'area investigata non sono presenti capifonte.



Figura 3: la fascia dei fontanili nel territorio lombardo, con indicata la città di Crema

Come detto la rete idrografica presente, di impronta marcatamente antropica, è adibita alle attività di irrigazione dei campi immediatamente prossimi verso nord e ovest e al successivo col e smaltimento delle acque in eccesso derivanti dalla pratica irrigua per scorrimento; è costituita oltre che dalle rogge

principali e dai navigli (Vacchelli) da una fitta serie di cavi e canaline adacquatiche private in grado di convogliare l'acqua necessaria in ogni appezzamento agricolo oltre che allo scolo delle acque di risulta sia irrigue che piovane e meteoriche stradali. Nella zona vanno segnalate in particolare la roggia Pino dei Mosi che confluisce nel colatore Cresmiero a poche decine di metri di distanza dall'area in esame: entrambi i canali scorrono in una valletta debolmente incassata e incisa nella topografia circostante, fattore morfologico che porta e ritenere trascurabile il rischio idraulico per esondazione o alluvione del contesto in esame (figura 4).



Figura 4: la zona di confluenza nel Cresmiero della Roggia Pino dei Mosi, circa 30 m a nord del sito in esame. Si notino le scarpate di circa 4 m di altezza che bordano la depressione valliva di entrambi i canali, su entrambe le sponde idrografiche (la foto è ripresa dalla sponda destra, lato via Lago Gerundo).

L'intervento si colloca esternamente alle fasce di rispetto idraulico istituite lungo i canali pubblici e le rogge principali ai sensi dei R.D. 523/1904 e 368/1904, pertanto il progetto è pienamente ammissibile dal punto di vista idraulico.

3.3 Caratteristiche idrogeologiche e piezometria

Il sistema acquifero della Provincia di Cremona può essere suddiviso in:

acquifero superficiale: caratterizzato da una falda freatica con elevato gradiente idraulico, interconnessa con la rete idrica e prevalentemente libera nel settore settentrionale (a nord della confluenza del Serio in Adda), da un gradiente idraulico inferiore e prevalentemente semiconfinata in quello meridionale; viene alimentato essenzialmente dalle precipitazioni, dagli apporti idrici derivanti dalle perdite della rete dei corsi d'acqua superficiali e dalle infiltrazioni legate alle pratiche irrigue.



acquifero profondo: nel quale circola una falda che presenta un gradiente idraulico medio del 2‰ nel settore settentrionale, con un aumento verso il fiume Adda, ed un gradiente idraulico medio inferiore ad 1‰ nel settore meridionale; varia da semi-confinata a confinata (artesia); viene alimentato principalmente dalle falde che si alimentano nella medio alta pianura, a monte della fascia delle risorgive, e nelle zone di conoide alluvionale al passaggio tra ambiente di pianura e di collina, dalle falde di subalveo e dalle falde direttamente connesse con i subalvei stessi.

I due acquiferi sono separati da numerosi setti impermeabili, con spessori anche notevoli ed estensione più o meno continua, per la maggior parte del territorio provinciale, mentre tendono a diventare un acquifero monostrato nell'area settentrionale, lungo il corso del fiume Serio ed in parte del fiume Po.

In tutta l'area cremonese e cremasca non sono assolutamente riscontrabili affioramenti rocciosi; si nota, comunque, l'influenza esercitata sull'andamento delle linee isopiezometriche superficiali da parte dei corsi d'acqua principali e, a nord-est, dal pianalto di Romanengo. Le isopieze mostrano un naturale decrescere nei valori spostandosi verso sud. La prevalenza, specialmente per gli strati più superficiali, di litotipi più permeabili, quali sabbie e ghiaie, a discapito di quelli più impermeabili favorisce la ricarica naturale della superficie freatica che può, quindi, avvenire anche in buona parte mediante l'apporto meteorico in collaborazione con le infiltrazioni delle acque derivanti dagli alvei fluviali.

La sostanziale omogeneità geologica e geomorfologica del territorio di Crema lontano dal Serio si riflette anche sui meccanismi di circolazione sotterranea dell'acqua e sulla geometria delle unità litologiche ospitanti le diverse falde acquifere: la presenza nell'area in esame di un solo ambiente deposizionale uniforme per litologia e organizzazione tessiturale dei depositi (Livello Fondamentale della Pianura di dominio seriano), rende relativamente semplice la ricostruzione dell'assetto delle acque sotterranee, sottoposte peraltro, per quanto concerne la falda più superficiale, a un fortissimo controllo piezometrico da parte della rete idrografica superficiale e delle pratiche irrigue. In linea generale, nell'areale di stretto interesse per i fini perseguiti dal presente elaborato, il quadro idrogeologico locale appare in analogia con l'intero territorio padano a sud delle Alpi, fortemente predisposto alla formazione di falde acquifere impilate verticalmente.

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi potabili presenti in zona e con il riscontro dei dati disponibili in bibliografia e di quanto riportato nello *Studio Idrogeologico della Provincia di Cremona* (Associazione Cremona Ambiente) e nello studio *Realizzazione di un Modello Preliminare del Flusso Idrico nel Sistema Acquifero della Provincia di Cremona* è possibile delineare, con un'approssimazione accettabile, la successione delle diverse litozone:

- litozona superficiale, ospitante la falda acquifera più superficiale, formata da sedimenti di medio-alta permeabilità, a componente sabbiosa dominante, con alternanze di livelli a ghiaia fine. Lo spessore di tale litozona è pari a 30-40 m circa, oltre i quali la disponibilità di acqua si riduce. Questa falda, interagente con

la rete idrografica superficiale e a cui attingono i numerosi pozzi realizzati a bassa profondità e le risorgenze dei fontanili ove presenti, è alimentata sia direttamente dalla superficie oltre che dal deflusso sotterraneo, che ha la sua zona di alimentazione nelle conoidi pedemontane bergamasche, ed è fortemente governata dal fiume Serio e dal fiume Adda; essa fluisce verso sud e verso l'alveo dei fiumi, che ne costituiscono il livello idrogeologico di base controllandone le alterne fasi di alimentazione o drenaggio.

- seconda litozona: la disponibilità d'acqua si riduce sensibilmente in quanto le litologie divengono prevalentemente limoso-argillose con sottili e sporadiche intercalazioni di sabbia e ghiaia fine non sufficienti a garantire una portata idrica significativa. La profondità è compresa tra i 40 e gli 80 m da p.c.
- terza litozona: oltre gli 80-90 m di profondità è possibile presumere, all'interno dei sedimenti limoso-sabbiosi o argillosi a bassa permeabilità, la presenza di intervalli di sabbia e ghiaia di varia estensione laterale e potenza, ospitanti acquiferi dotati di buone potenzialità, isolati o protetti da eventuali carichi inquinanti provenienti dalla superficie e potenzialmente sfruttabili o sfruttati per scopi idropotabili.

La piezometria del territorio comunale mostra un andamento del livello di falda che risente delle influenze dei fiumi Adda (verso ovest) e Serio (verso est) come mostrano le incurvature delle linee isopiezometriche. La consultazione del documento "Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della provincia di Cremona" e della cartografia ad esso allegata, indica il livello piezometrico dell'acquifero posto a 75 m s.l.m. nell'area in studio di Crema (figura 5).

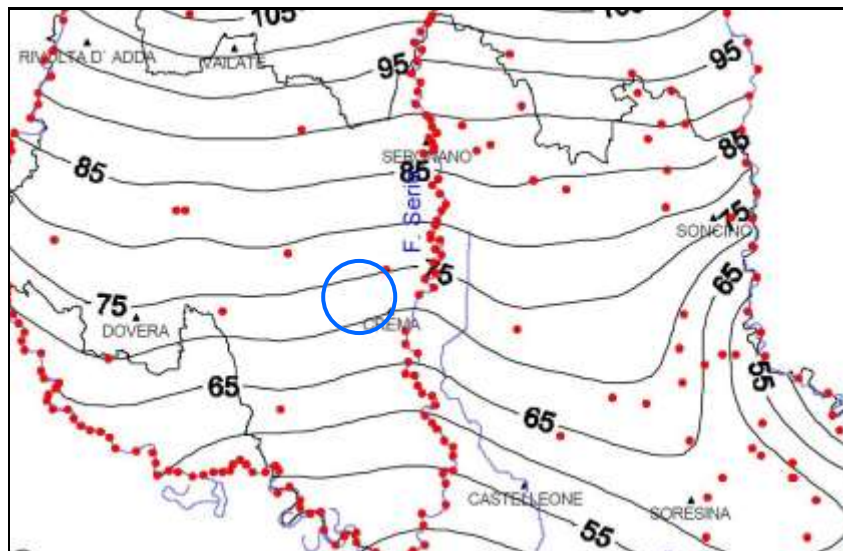


Figura 5: stralcio della tavola della "Piezometria di riferimento dell'acquifero freatico (equidistanza 5 m)", estratto da "Realizzazione di un modello preliminare del flusso idrico nel sistema acquifero della provincia di Cremona". Nel cerchio blu il territorio in osservazione.

La monotona anche se imprevedibile presenza di una successione di livelli permeabili e impermeabili e l'andamento sostanzialmente monoclinico del pacco alluvionale complessivo costituiscono quindi i fondamentali fattori predisponenti della situazione descritta, nella quale si individua un acquifero



superficiale a pelo libero, seguito in profondità da più falde sovrapposte generalmente in pressione. L'acquifero superficiale, che assume una potenza rilevante nel saturare e intridere d'acqua il sottosuolo di Crema, mantiene il proprio pelo libero a breve distanza dalla superficie topografica, con una soggiacenza attestata quasi costantemente attorno a 2 – 3 m (le prove penetrometriche dinamiche eseguite a supporto della caratterizzazione geotecnica dei terreni e meglio descritte in un successivo e futuro elaborato hanno consentito di **riscontrare la presenza del battente di falda freatica a quote comprese tra 120 cm e 180 cm dal p.c.**).

La profondità della falda, in sostanziale equilibrio con il regime di portata e il livello di deflusso o battente nel vicino Cresmiero, non si mantiene costante durante il corso dell'anno anche in conseguenza delle pratiche irrigue che in questa zona, come in gran parte della campagna cremasca adibita alla coltivazione intensiva del mais o ai prati stabili da foraggio, vengono massicciamente praticate a scorrimento, mentre assai minore appare l'effetto di variabili stagionali quali più o meno lunghi periodi di forti precipitazioni.

4 COMPATIBILITA' CON GLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRAORDINATA

4.1 Fattibilità geologica comunale (L.R. n° 12/2005)

Il Comune di Crema con l'adozione/approvazione dello *Studio Geologico del Territorio Comunale* realizzato ai sensi dell'art. 57 della L.R. 12/2005 nell'ambito del nuovo *Piano di Governo del Territorio* definisce la fattibilità geologica generale dell'intero territorio di sua competenza, attraverso il riconoscimento delle limitazioni all'uso e trasformazione dei suoli e delle aree dal punto di vista della pericolosità geologica (da intendersi sotto il profilo idrogeologico, idraulico, sismico e della caratterizzazione geotecnica preliminare dei terreni di fondazione).

Secondo i requisiti base previsti dalla fattibilità geologica contenuta nello strumento urbanistico comunale vigente e nella Carta di Fattibilità, con particolare riferimento alle *Norme Geologiche di Piano*, il sito in esame ricade nella **Classe di Fattibilità Geologica 3c/d** (figura 6), nella quale sono riconosciute scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni e una non trascurabile vulnerabilità idrogeologica. La limitazione prevista consente, nel rispetto delle prescrizioni contenute nei documenti sopra indicati, l'intervento nel sito in analisi, la sua trasformazione e l'insediamento di opere e infrastrutture.

Inoltre il sito è interessato da uno scenario di pericolosità sismica locale del tipo Z2, ambito nel quale si individuano potenziali cedimenti a seguito di un sisma.

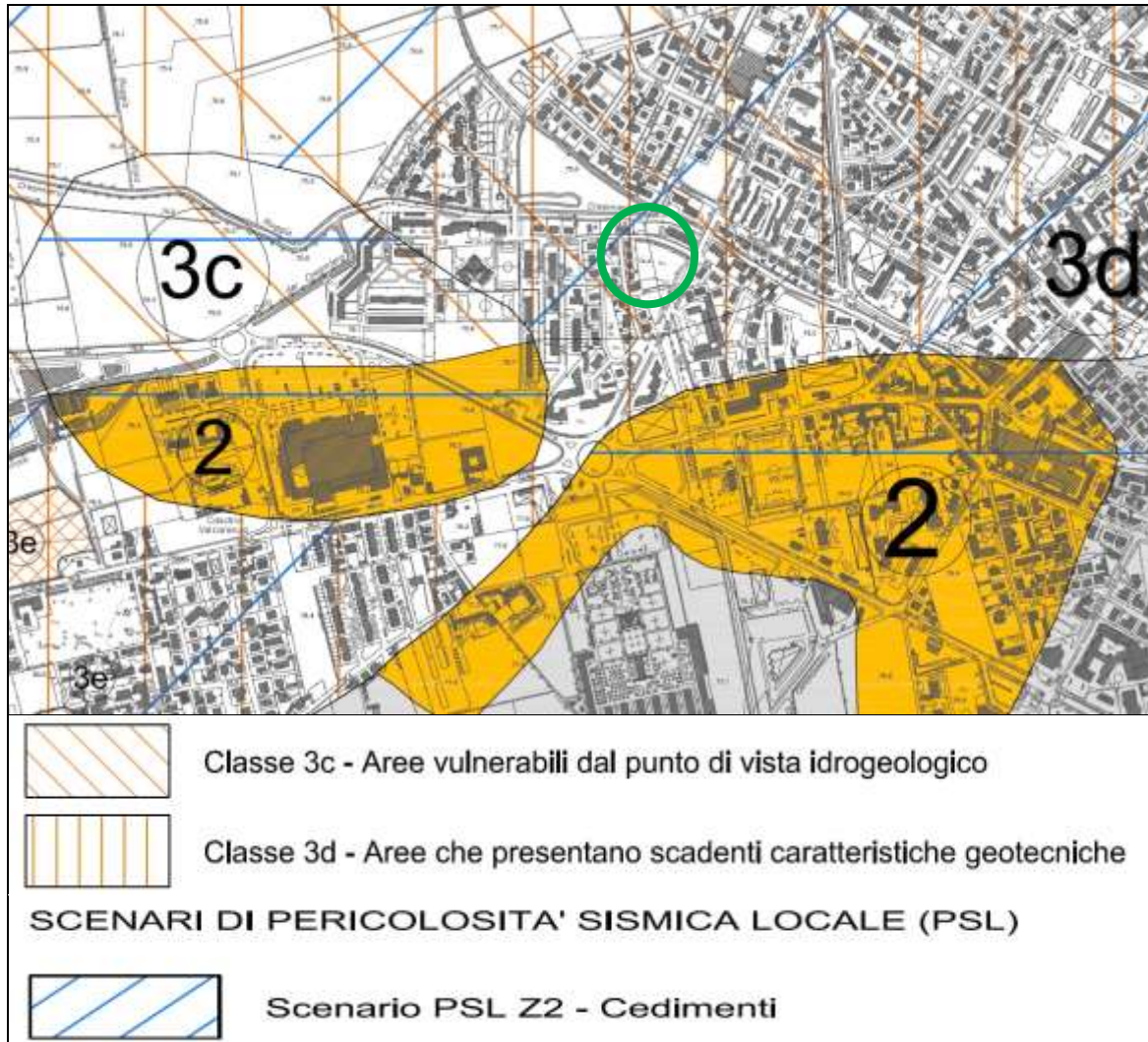


Fig. 6: stralcio della carta di fattibilità geologica comunale di Crema – L.R. 12/2005, art. 57. Nel circolo verde è racchiusa l'area in esame, appartenente alla classe 3c/d e allo scenario di amplificazione sismica locale Z2 (barrato inclinato azzurro).

4.2 Vincoli di natura geologica

Come si evince anche dalla cartografia riportata in figura 7 (stralcio della carta dei vincoli geologici del PGT) nell'area in esame non sono presenti particolari vincoli di natura geologica o idrogeologica tali da limitarne o vincolarne l'urbanizzazione e quindi l'edificazione per tutti gli scopi potenziali del sito.

In particolare l'area ricade esternamente alle fasce di ampiezza 10 metri ed estese lungo le sponde dei corsi d'acqua pubblici o consortili, oltre che del tutto esterna e molto lontana dalle fasce fluviali individuate e tracciate dall'Autorità di Bacino del Fiume Po lungo il Fiume Serio, secondo quanto contenuto nel Piano di Assetto Idrogeologico del Po e dei suoi affluenti.

Sempre in relazione al regime vincolistico attivo alla data di stesura del PGT, il sito ricade esternamente alle zone di rispetto presenti all'intorno delle captazioni di acqua sotterranea (pozzi) per approvvigionamento del pubblico acquedotto.

Allo stesso modo non sussistono vincoli di natura extracomunale, ovvero imposti dallo strumento di pianificazione sovraordinato al PGT, individuato nel PTCP provinciale. Infatti i siti e regimi di maggior tutela da questo individuati e riconosciuti nella propria cartografia non sono stati localizzati e previsti nel sito in analisi, quali fontanili, zone umide, bodri, lanche e scarpate morfologiche principali e secondarie lungo i corsi d'acqua, meritevoli di salvaguardia.

Nella Carta del Rischio Idrogeologico comunale (Tav. 6 della Componente Geologica del PGT) non sono indicati ambiti di pericolosità o rischio nel sito in esame.

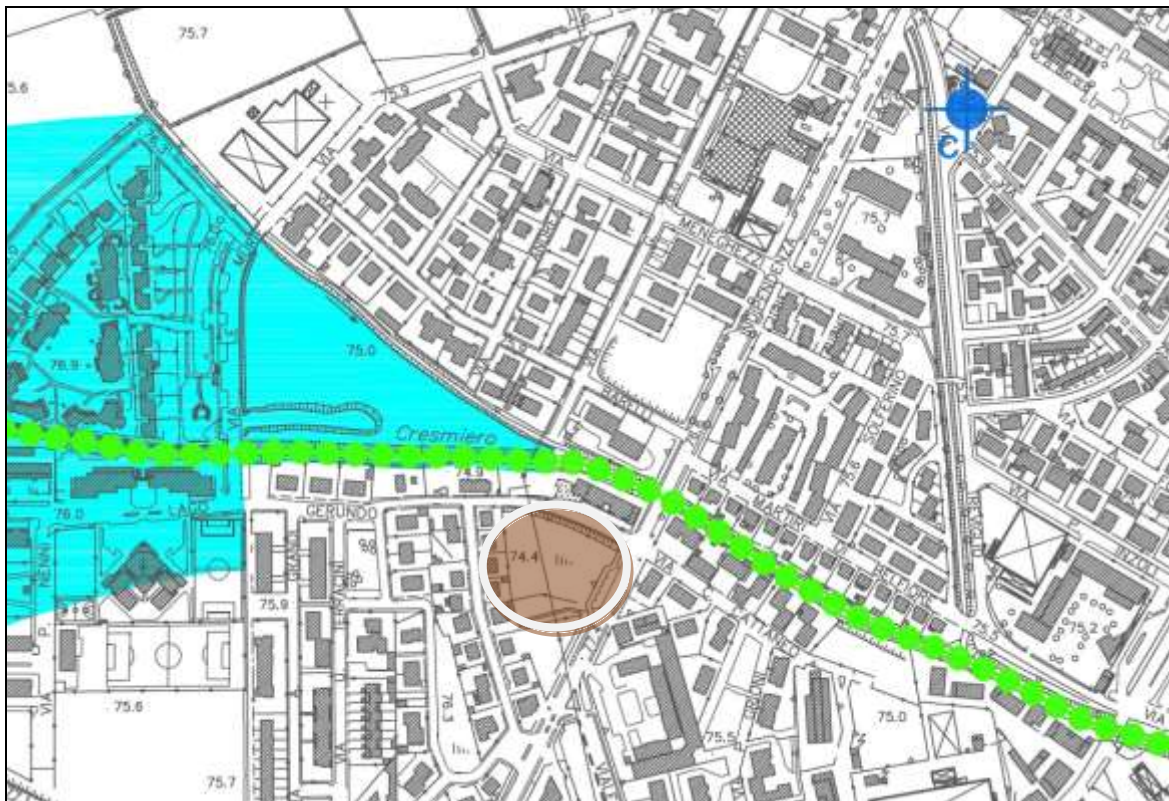


Figura 7: stralcio della Carta dei Vincoli geologici ai sensi della L. Reg. 12/2005 - Comune di Crema, 2010 - non in scala (evidenziata l'area di interesse, priva di campiture, colorature e simboli, ad indicare l'assenza di vincoli già imposti dal PGT)



4.3 Piano per l'Assetto Idrogeologico e fasce fluviali; aggiornamento al Piano Generale Rischio Alluvioni

Come già esposto, l'area in esame risulta completamente esterna al tracciamento delle fasce fluviali, previste dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po, lungo il Serio.

Allo stesso modo, la citata cartografia redatta dall'Autorità di Bacino, non individua nell'area la presenza di rischio idraulico legato ad altri corsi d'acqua minori o a rigurgiti dell'asta del Serio Morto a ritroso nei canali tributari.

In riferimento alla figura 8, l'area non è interessata da fasce di rispetto istituite lungo il Reticolo Idrico Minore.

In materia di prevenzione del rischio idraulico e definizione della pericolosità, la Regione Lombardia è intervenuta con un atto successivo alla redazione e approvazione della Componente Geologica comunale di Crema:

- Deliberazione di Giunta Regionale 19 giugno 2017 – n. X/6378 (B.U.R.L. Serie Ordinaria n. 25 di mercoledì 21 giugno 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 così come integrate dalla variante adottata in data 7 dicembre 2016 con deliberazione n. 5 dal comitato istituzionale dell'autorità di bacino del Fiume Po*".

In occasione della prima revisione del Documento di Piano e di Variante Generale al PGT, il nuovo strumento urbanistico dovrà essere reso conforme anche a questo atto legislativo, che in questa sede viene pertanto verificato limitatamente alla porzione del P.A. Lago Gerundo, oggetto di variante.

Dalla figura 9 si evince quindi che anche secondo questo nuovo strumento di pianificazione, che in sintesi estende le analisi di pericolosità/rischio idraulico anche ad ambiti non in precedenza compresi nel PAI (ovvero il Reticolo Secondario Collinare e Montano, il Reticolo Secondario di Pianura e le Aree Costiere Lacuali) e secondo una diversa classificazione del pericolo (alle Fasce A, B e C del PAI si affiancano gli scenari di piena frequente, poco frequente e rara, non solo lungo il Serio ma anche lungo i corsi d'acqua secondari: colori da blu scuro ad azzurro in figura 8), il sito in studio di via Lago Gerundo non è inserito in alcuna area con limitazioni particolari.

Figura 8: *stralcio relativo alla porzione di interesse del comune di Crema della cartografia del Piano Generale Rischio Alluvioni, relativamente alla pericolosità idraulica (Regione Lombardia, Geoportale). Il sito di via Lago Gerundo / via Indipendenza non risulta interessato da alcuna limitazione particolare in merito al rischio di alluvionamento*

VIEWER GEOGRAFICO 2D - GEOPORTALE

REGIONE Lombardia

Ricerca indirizzo di tempo

Gestisci contenuto
 Carica file multimediale e geospaziale

Ricerca
 Pericolosità

Pericolosità	Stato
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RP scenario frequente - R	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RSCM scenario frequente - H	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RSP scenario frequente - H	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità ACI, scenario frequente - H	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RD scenario poco frequente - M	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RSCM scenario poco frequente - M	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RSP scenario poco frequente - M	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità ACI, scenario poco frequente - M	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RP scenario raro - L	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità RSCM scenario raro - L	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Pericolosità ACI, scenario raro - L	<input checked="" type="checkbox"/>

Ricerca:

Strumenti:

Strumenti:

Ricerca:

Risultati trovati: 2
 Copertina High LEARN
 Derivata da WMS 0007/NOICE - Revisione 2015
 AGGIUNGI DETTAGLI

Limita la ricerca all'entità visualizzata:

Scale: 1:11.000

© Copyright Regione Lombardia - tutti i diritti riservati



4.4 Classificazione sismica dell'area

Ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (G.U. n. 105 del 8.5.2003), allegato 1, il territorio comunale di Crema era classificato in zona 4, definita come un'area con accelerazione orizzontale a_g/g , con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, inferiore a 0.05.

Con DGR 2129-2014 la Regione Lombardia ha tuttavia provveduto a riclassificare, dal punto di vista sismico, il territorio di propria competenza, e ha inserito il comune di **Crema in Zona Sismica 3**, definita come un'area con accelerazione orizzontale a_g/g , con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compresa tra 0,05 e 0,15: si tratta pertanto di una classificazione maggiormente cautelativa, anche se mantiene il Comune di Crema tra quelli definiti a bassa sismicità (aree in zona 3 e 4).

Tale ri-classificazione sismica è stata confermata da Regione Lombardia con **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 (L.R. 33/2015, art. 23 comma 1 e art. 13 comma 1)", entrata definitivamente in vigore il 10 aprile 2016. Pertanto tutti gli interventi di trasformazione del territorio, edificazione pubblica e privata e realizzazione di infrastrutture devono essere uniformati, a norma di legge, alla nuova classificazione sismica di Crema, ovvero alla Zona Sismica 3.

In tale ambito infatti la preventiva caratterizzazione in chiave antisismica dei suoli e dei terreni di fondazione è prevista dalla legislazione regionale lombarda per tutte le opere pubbliche e private, e non più, come in precedenza nella zona 4, esclusivamente per le opere sensibili definite a carattere strategico e rilevante, ricomprese nell'elenco contenuto nel Decreto D.U.O. n. 19904/2003 della Regione Lombardia. Pertanto, preso ora atto in sede di pianificazione della nuova classificazione sismica cui appartiene l'area in esame, sarà con la progettazione strutturale definitiva/esecutiva e sulla conoscenza del tipo e delle dimensioni (in particolare l'altezza) degli edifici in costruzione o in completamento/adequamento/trasformazione che si esplicherà o meno nelle diverse casistiche contemplate dalle norme la progettazione antisismica vera e propria, anche alla luce del dettame del D.M. 14/01/2009 "Norme Tecniche sulle Costruzioni", di recente entrato in vigore.

Al fine di agevolare il lavoro dei progettisti a partire da questa fase preliminare viene comunque fornita la classificazione sismica di dettaglio dell'area in esame e i relativi parametri (allegato 4), considerando la tipologia futura di edifici in progetto e la loro destinazione d'uso, come appartenenti alla terza categoria (Classe d'uso III), nella quale sono comprese "Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso".



La presenza, in parte dell'edificio già presente e incompleto nel sito, di una scuola e di altre aree aperte al pubblico e soggette ad affollamento, giustifica la definizione della Classe d'Uso individuata.

Infatti l'appartenenza degli edifici scolastici di ogni ordine e grado alla classe III è dovuta in particolare all'applicazione del D.M. 14/01/2008 - NTC, che a tale classe ascrive le opere non di competenza statale, ovvero di competenza regionale, da individuare con riferimento agli Allegati prodotti dalle Regioni in ottemperanza all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274/2003, art. 2, comma 3. Tale elenco è stato approvato dalla Regione Lombardia con D.D.U.O. Sicurezza, Polizia Locale e Protezione Civile n. 19904 del 21 novembre 2003. All'allegato A, punto 2, lettera a) sono indicati: "asili nido e scuole dalle materne alle superiori".

Proseguendo nella definizione dei parametri sismici di sito, le norme vigenti prevedono la definizione e il riconoscimento di una determinata e precisa categoria di suolo, che nel caso in esame è stata determinata sulla base di un'indagine specifica di carattere geofisico (allegato 3).

L'indagine geognostica e geofisica utilizzata consente quindi l'attribuzione della categoria di sottosuolo ai sensi del D.M. 14/01/2008 - Norme Tecniche sulle Costruzioni (tabella a seguire): quanto svolto ed esposto ha portato a definire quale categoria di suolo di fondazione la **C**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).</i>
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).</i>



Tuttavia l'area di intervento ricade all'interno di un ambito dove la Componente Geologica comunale riconosce lo scenario di Pericolosità Sismica Locale (PSL) Z2 (fig. 6) "cedimento e/o liquefazione" per la presenza di terreni di fondazione particolarmente scadenti (poco addensati, granulari, fini, con falda superficiale), e dove la DGR 2616/2011 prevede la realizzazione di un Terzo Livello di approfondimento per i comuni classificati in Zona Sismica 3.

Lo Studio Geologico del comune di Crema possiede tale studio di approfondimento esteso solo fino al secondo livello, e pertanto l'analisi richiesta sarà essere svolta a scala progettuale con la definizione o stima del cedimento potenziale in condizioni statiche (assenza di sisma) e dinamiche (presenza di sisma) che dovrà essere basata sul reale valore di azione o carico che la struttura trasmetterà al terreno (ovvero, il "peso" complessivo della struttura in elevazione).

Viene inoltre svolta la verifica a liquefazione del suolo di fondazione, compresa sia dallo scenario Z2 che già in precedenza dalle norme geologiche di più ampio grado.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite ultimi (SLU) dinamici sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

Gli stati limite di esercizio (SLE) dinamici sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella seguente.

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%



I quattro stati limite sono ordinati per azione sismica crescente e per probabilità di superamento decrescente.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento" VR espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la *probabilità* è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- accelerazione orizzontale massima attesa "ag" in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1);
- ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR.

Il periodo di riferimento VR si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU:

$$VR = VN \times CU$$

Il valore del coefficiente d'uso CU è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella sottostante tabella.

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

Valori del coefficiente d'uso CU

Come detto, in assenza della progettazione esecutiva dell'intervento edilizio in analisi, si ritiene probabile l'appartenenza delle future opere alla **classe III**.

La vita nominale di un'opera strutturale **VN** è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella sottostante.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Vita nominale VN per diversi tipi di opere

Nel caso specifico per le tipologie di costruzione in progetto si assume un valore di vita nominale pari ad almeno 50 anni.



Ne deriva che il periodo di riferimento **VR è pari a 75 anni.**

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag: accelerazione orizzontale massima al sito;
- Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti, ove viene fornita la terna di valori ag, Fo e T*C per nove distinti periodi di ritorno TR.

Il primo passo consiste nella determinazione di **ag** (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido), a partire dalle coordinate geografiche dell'opera da verificare, che vengono di seguito forniti. Il dettaglio di tutti i parametri sismici riferiti al sito e al progetto in esame è riportato in allegato 4 e nel prospetto grafico che segue.

La definizione dei parametri sismici medesimi, funzione della classe d'uso e della vita nominale dell'opera in progetto, risulta differente a seconda dei diversi stati limite a cui è riferita.

Si ricorda che, ai sensi della vigente normativa, il rispetto dei vari stati limite dinamici viene considerato conseguito nei confronti di tutti gli stati limite ultimi SLU quando siano soddisfatte le verifiche al solo SLV, mentre nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio SLE quando siano rispettate le verifiche relative al solo SLD.

Pertanto, nel caso in esame, per le verifiche all'SLV si dovrà utilizzare un'accelerazione massima di 1.496 m/s², a cui corrispondono valori di Kh e Kv rispettivamente pari a 0.037 e 0.018, mentre per le verifiche all'SLD si dovrà utilizzare un'accelerazione massima di 0.638 m/s², a cui corrispondono valori di Kh e Kv rispettivamente pari a 0.013 e 0.007.

Via: <input type="text" value="Lago Gerundo"/> n°: <input type="text"/> Comune: <input type="text" value="Crema"/> Cap: <input type="text" value="26013"/> Provincia: <input type="text" value="Cremona"/>	(1)* Coordinate WGS84 (°) Latitudine: <input type="text" value="45.361232"/> Longitudine: <input type="text" value="9.673966"/>																																													
WGS84 (°) Latitudine: <input type="text"/> Longitudine: <input type="text"/> Isole: <input type="text" value="Seleziona"/>	(1)* Coordinate ED50 (°) Latitudine: <input type="text" value="45.362165"/> Longitudine: <input type="text" value="9.675013"/>																																													
	Classe dell'edificio <input type="text" value="III. Afferimento significativo"/> <input type="text" value="50"/> Vita nominale {Opere provvisoria <=10, Opere ordinaria >=50, Grandi opere >=100} Interpolazione: <input type="text" value="Media ponderata"/>																																													
[1]* Il software converte i dati dal sistema WGS84 al sistema ED50, prima di elaborare i risultati è comunque possibile inserire direttamente le coordinate nel sistema ED50. I punti sulla mappa sono da considerarsi esclusivamente in coordinate WGS84. [2]* Il file creato con "Salva file" può essere importato automaticamente negli applicativi: GeoSbru.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Stato Limite</th> <th>Tr [anni]</th> <th>a_0 [g]</th> <th>Fo</th> <th>Tc' [s]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operatività (SLO)</td> <td>45</td> <td>0,035</td> <td>2,524</td> <td>0,213</td> </tr> <tr> <td>Danno (SLD)</td> <td>75</td> <td>0,043</td> <td>2,523</td> <td>0,236</td> </tr> <tr> <td>Salvaguardia vita (SLV)</td> <td>712</td> <td>0,102</td> <td>2,523</td> <td>0,291</td> </tr> <tr> <td>Prevenzione collasso (SLC)</td> <td>1462</td> <td>0,130</td> <td>2,535</td> <td>0,298</td> </tr> <tr> <td>Periodo di riferimento per l'azione sismica:</td> <td>75</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	Fo	Tc' [s]	Operatività (SLO)	45	0,035	2,524	0,213	Danno (SLD)	75	0,043	2,523	0,236	Salvaguardia vita (SLV)	712	0,102	2,523	0,291	Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,130	2,535	0,298	Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75																		
Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	Fo	Tc' [s]																																										
Operatività (SLO)	45	0,035	2,524	0,213																																										
Danno (SLD)	75	0,043	2,523	0,236																																										
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,102	2,523	0,291																																										
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,130	2,535	0,298																																										
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75																																													
	CALCOLO COEFFICIENTI SISMICI <input type="radio"/> Muri di sostegno <input type="radio"/> Paratie <input checked="" type="radio"/> Stabilità dei pendii e fondazioni <input type="checkbox"/> Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti. H (m): <input type="text" value="1"/> ua (m): <input type="text" value="0.1"/> Categoria sottosuolo: <input type="text" value="C"/> Categoria topografica: <input type="text" value="T1"/> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>SLO</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ss* Amplificazione stratigrafica</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>Cc* Coeff. funz. categoria</td> <td>1,75</td> <td>1,69</td> <td>1,58</td> <td>1,57</td> </tr> <tr> <td>St* Amplificazione topografica</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table> <input type="checkbox"/> Acc.ne massima attesa al sito (m/s²): <input type="text" value="0.5"/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Coefficienti</th> <th>SLO</th> <th>SLD</th> <th>SLV</th> <th>SLC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>kh</td> <td>0,011</td> <td>0,013</td> <td>0,037</td> <td>0,047</td> </tr> <tr> <td>kv</td> <td>0,005</td> <td>0,007</td> <td>0,018</td> <td>0,023</td> </tr> <tr> <td>Amix [m/s²]</td> <td>0,517</td> <td>0,638</td> <td>1,496</td> <td>1,908</td> </tr> <tr> <td>Beta</td> <td>0,200</td> <td>0,200</td> <td>0,240</td> <td>0,240</td> </tr> </tbody> </table>		SLO	SLD	SLV	SLC	Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50	Cc* Coeff. funz. categoria	1,75	1,69	1,58	1,57	St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00	Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC	kh	0,011	0,013	0,037	0,047	kv	0,005	0,007	0,018	0,023	Amix [m/s²]	0,517	0,638	1,496	1,908	Beta	0,200	0,200	0,240	0,240
	SLO	SLD	SLV	SLC																																										
Ss* Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50																																										
Cc* Coeff. funz. categoria	1,75	1,69	1,58	1,57																																										
St* Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00																																										
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC																																										
kh	0,011	0,013	0,037	0,047																																										
kv	0,005	0,007	0,018	0,023																																										
Amix [m/s²]	0,517	0,638	1,496	1,908																																										
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240																																										

4.5 Analisi della suscettibilità alla liquefazione del terreno

L'area di intervento viene riconosciuta ricadere, nella componente geologica locale annessa al PGT comunale, all'interno di una zona Z2 a potenziale rischio anche di liquefazione, che è un fenomeno di riduzione della resistenza al taglio causata dall'incremento della pressione neutra in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico.

Viene pertanto svolta apposita verifica, che in determinati casi può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. eventi sismici con magnitudo M inferiore a 5;

2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori a 0.1 g;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m da p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata maggiore di 30 colpi oppure resistenza penetrometrica statica normalizzata maggiore di 180;
5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1 (a) della NTC 2008 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$, ed in figura 7.11.1 (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

In assenza di dati in merito al quinto punto, ricavabili solo attraverso analisi granulometrica di campioni di terreno di fondazione, in base alle informazioni a disposizione, il sottosuolo e la sismicità dell'area d'intervento possiedono caratteristiche geotecniche e idrogeologiche che non consentono l'esclusione dalla possibilità di liquefazione dei terreni, secondo quanto riportato nei punti 3 e 4 sopra citati.

La consultazione della cartografia resa disponibile attraverso il sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), riconosce per il territorio di Crema (figura 9) un valore di accelerazione massima attesa al piano campagna con probabilità di superamento in 50 anni pari al 10% compreso fra 0,075 e 0,100 g, inferiore pertanto al valore soglia di 0,1 g di cui al punto 2.

L'area in esame non risulta pertanto soggetta al fenomeno della liquefazione in caso di sisma.

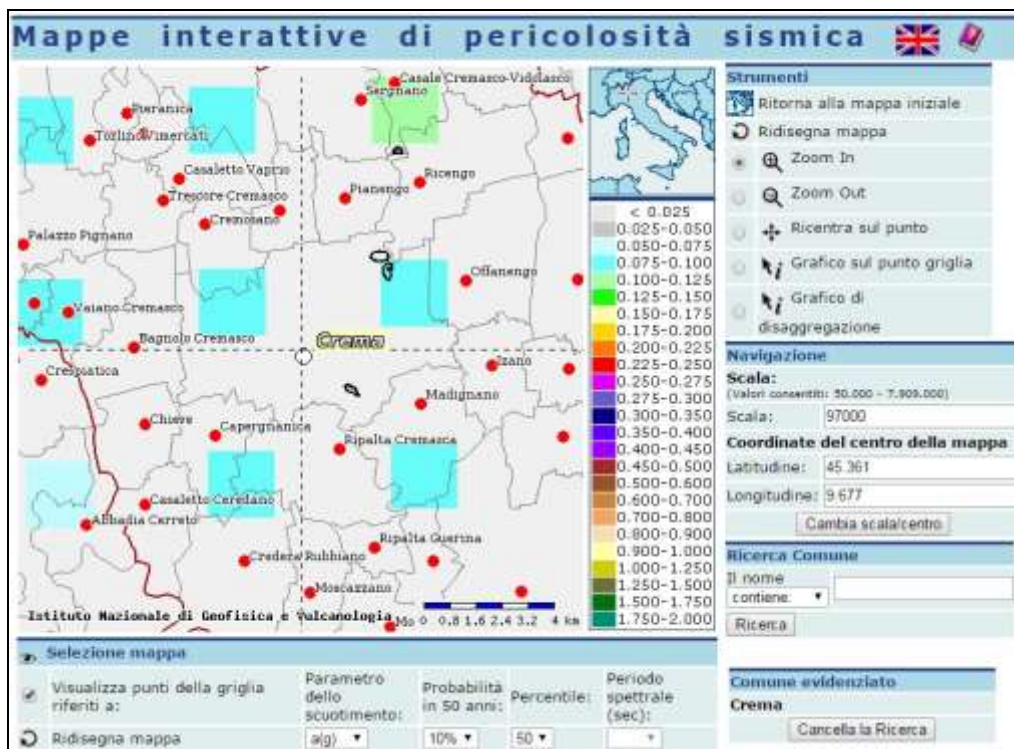


Figura 9: mappa interattiva della pericolosità sismica tratta dal sito dell'INGV



5 CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI DI CARATTERE GENERALE

Riepilogando, la Committenza ha affidato agli scriventi la realizzazione di una serie di verifiche preliminari di carattere geologico al fine di verificare la compatibilità degli interventi previsti e possibili nell'area di via Indipendenza angolo via Lago Gerundo sul territorio comunale di Crema, con l'assetto geologico, idrogeologico, geomorfologico e sismico del contesto nel quale si inseriscono.

Il lavoro è stato articolato in una fase d'indagine bibliografica preliminare, che ha consentito la ricostruzione dell'assetto geologico dell'ambito di intervento considerato nel suo insieme.

Tale assetto è stato successivamente verificato mediante speditivi rilievi geologici e geomorfologici di dettaglio, estesi all'area interessata e ad un suo immediato intorno, integrati da una campagna di indagini geofisiche dirette a mezzo di uno stendimento di sismica multicanale con elaborazione dei dati con metodologia Masw e da misure di microtremore sismico a stazione singola, per la misurazione della velocità di propagazione delle onde sismiche di taglio di tipo S nei primi 30 m di sottosuolo.

È stata quindi valutata la compatibilità degli interventi previsti con gli strumenti di pianificazione urbanistica comunali (Studio Geologico Comunale di supporto al PRG/PGT e vincolistica di carattere geologico) e sovraordinati (Piano per l'Assetto Idrogeologico come integrato e modificato dal Piano Generale Rischio Alluvioni e nuova Classificazione Sismica del territorio regionale).

Le indagini condotte e la documentazione consultata consentono di esprimere le seguenti considerazioni conclusive:

- le prove condotte hanno evidenziato caratteristiche stratigrafiche del terreno costituente il sottosuolo dell'area investigata tipiche dei contesti alluvionali di fondovalle quali quello in esame e tali da non pregiudicare l'intervento, pur nel rispetto delle prescrizioni di carattere geologico e geotecnico imposte dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni nazionali;
- la falda libera freatica è attestata a profondità tra ca - 1.8 m da p.c. (situazione pre scavo e verso via Indipendenza) e - 1.2 m da p.c. (riferiti al p.c. attuale post scavo e verso ovest), livello passibile di oscillazioni stagionali, tale da sconsigliare la realizzazione di vani interrati spinti al di sotto dell'attuale p.c. retrostante il fabbricato, che diversamente andrebbero adeguatamente impermeabilizzati;
- per quanto riguarda la compatibilità degli interventi previsti e/o possibili nell'area con gli strumenti di pianificazione territoriale vigenti a livello comunale e sovracomunale sull'ambito di futuro intervento e inerenti le tematiche geologiche e idrogeologiche, la consultazione dello Studio Geologico comunale e del P.A.I. - Delimitazione delle Fasce Fluviali unitamente al P.G.R.A. non ha evidenziato la presenza di vincoli che si pongano in contrasto con le opere in previsione;
- in particolare, l'ambito di futuro intervento appartiene ad aree inserite nella classe di fattibilità geologica 3C/D, definita con "consistenti limitazioni", a cui sono attribuite norme che consentono la



trasformazione di destinazione d'uso del territorio secondo le linee guida e le prescrizioni previste dalle Norme Geologiche di Piano del P.G.T. (linee guida e prescrizioni in parte assolute a mezzo del presente elaborato e per quanto non ancora analizzato si demanda alla futura relazione geologica e geotecnica, che incorporerà le relazioni R1, R2 E R3 previste dalla D.G.R. 5001/2016);

- per quanto riguarda la gestione delle acque bianche (pluviali e di dilavamento tetti, piazzali) si ricorda che la crescente urbanizzazione dei territori costituisce una concausa importante nello sviluppo di fenomeni di piena di fiumi e torrenti sempre più intensi (in termini di portata) e violenti (in termini di rapidità di sviluppo dell'onda di piena). Ciò è dovuto al fatto che le superfici impermeabili delle aree lottizzate impediscono la percolazione nel sottosuolo delle acque di origine meteorica, che viceversa tendono a ruscellare (con tempi di corrivazione piuttosto contenuti) e alimentano la rete fognaria (o direttamente i canali di scolo) che, sovraccaricata, sfiora il troppo pieno nei corsi d'acqua superficiali. Ciò, laddove non esista la rete separata delle acque bianche da quelle nere, comporta ulteriori conseguenze negative, rappresentate sia dall'immissione in corpi idrici superficiali di acque non propriamente bianche, sia dall'eccessiva diluizione di quelle nere che comporta il cattivo funzionamento degli impianti di depurazione. Pertanto, come previsto anche dal Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n. 2 *"Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26"*, all'art. 6 comma e) che prevede che "I progetti di nuova edificazione e gli interventi di recupero del patrimonio edilizio prevedono, per gli usi diversi da quello umano, ove possibile, l'adozione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici; nonché, al fine di accumulare liberamente le acque meteoriche, la realizzazione, ove possibile in relazione alle caratteristiche dei luoghi, di vasche di invaso, possibilmente interrate.....", al fine di determinare un risparmio della risorsa idrica, sempre più preziosa e oggetto della crescente sensibilità ecologica, si raccomanda, se tecnicamente possibile, l'accumulo delle acque meteoriche, ad esempio per un loro riutilizzo nell'irrigazione dei giardini; inoltre sul tema si richiama l'attenzione dei progettisti al disposto del recente Regolamento Regionale della Lombardia n. 7 del 23 novembre 2017 (BURL n. 48, Supplemento del 27/11/2017);
- si ricorda inoltre che, a seguito dell'entrata in vigore del D.P.R. 120/2017, le terre e rocce da scavo, anche di gallerie, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purché sia accertato che non provengono da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica e che le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da utilizzare non è contaminato con riferimento alle pregresse attività occorse nel sito oltre che alla destinazione d'uso del



medesimo. La sussistenza di tali requisiti, nonché i tempi dell'eventuale deposito in attesa di utilizzo, che non possono superare un anno, devono essere dimostrati e verificati nell'ambito della procedura per il permesso di costruire, se dovuto, o secondo le modalità della dichiarazione di inizio di attività (DIA/scia);

- infine si ritiene che le caratteristiche geologiche del contesto in cui si inserisce l'intervento in esame siano fortemente compatibili con la realizzazione di impianti di climatizzazione degli edifici basati sull'energia geotermica. Si suggerisce pertanto di valutare la scelta di tale fonte energetica alternativa ed ecocompatibile nella progettazione degli impianti di riscaldamento e raffrescamento delle strutture in previsione, in particolare attraverso la messa in opera di impianti di scambio termico a pompa di calore alimentata da acque di falda.

In conclusione, le indagini condotte non hanno rilevato la presenza di elementi di incompatibilità fra l'eventuale futuro cambiamento di destinazione d'uso e la variante al Piano in esame, in rapporto all'assetto geologico e idrogeologico delle aree di futuro intervento.

20/12/2017

Dott. Geol. Giulio Mazzoleni

Dott. Geol. Davide Incerti

La proprietà intellettuale e il diritto d'autore del presente elaborato appartengono in maniera esclusiva ai firmatari. Ogni riproduzione, anche parziale, deve essere autorizzata. Ogni utilizzo diverso da quello previsto deve considerarsi illegittimo.