



COMUNE DI CREMA

Comune di: CREMA

Provincia di: CREMONA

Committente: CERIOLI Dott.ssa SILVIA
CERIOLI Ing. MARIO
CERIOLI Ing. GIULIO

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

COMPARTO ATU 04
SUBCOMPARTO 04.4
"VOLTINI"
VIA CARLO URBINO

Elab. n.

2

Titolo:

**RELAZIONE
GEOLOGICA**

Data:

01 LUGLIO 2019

Dott. Arch. CAMILLO CUGINI

Via Porzi n° 24, Crema (CR) - tel. 0373 250080

Collaboratori:

Dott. Arch. ANDREA GEROLA - Geom. LUCA DELLI PAOLI - Geom. MARCO PANELLI

Studio Geologico

di Raffaele Maioli

P.I. 01349310199

C.F. MLA RFL 71P21F205N

Via Izano 19 26013 Crema (CR)

Cel.: 349 8501778

PEC: maioliraf@epap.sicurezzapostale.it

SIG. CERIOLI

RELAZIONE GEOLOGICA R1 ai sensi del D.M. 17.01.18 NTC 2018

RELATIVA ALLE INDAGINI PRELIMINARI FINALIZZATE ALLA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, DELL'AREA DESTINATA AL PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO ATU04 "VOLTINI" SUBCOMPARTO 04.4, NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI CREMA, VIA CARLO URBINO ATU 4 SUB. 4.4.FG 29 MAPP. 363 E 365

VIA CARLO URBINO

LA COMMITTENZA

SIG.RI

- ING. GIULIO CERIOLI,
CREMA IN VIALE DE GASPERI N. 63,
C.F. CRLGLI63D06D142S

- ING. MARIO CERIOLI,
CREMA IN LARGO DELLA PACE N. 2,
C.F. CRLMRA58C11D142H

- DOTT. ^{SSA} SILVIA CERIOLI,
CREMA IN VIALE DE GASPERI N. 63,
C.F. CRLSLV56L54D142O

IL GEOLOGO

DOTT. R. MAIOLI



CANTIERE: Crema – Via Carlo Urbino

MAGGIO '19

Sommario

RELAZIONE GEOLOGICA R1 AI SENSI DEL D.M. 14.01.08	2
1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE, FATTIBILITA' GEOLOGICA E TIPI DI LIMITAZIONI	3
2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	3
3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	5
4. FATTIBILITA' IDROGEOLOGICA.....	6
5. IDROGEOLOGIA.....	7
5.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	7
5.2. VULNERABILITA' ACQUIFERO.....	8
5.3. COMPATIBILITA' COI CORPI IDRICI.....	10
6. CARTA DEI VINCOLI.....	10
7. CARTA DI SINTESI.....	10
8. FATTIBILITA' GEOLOGICA E DELLE AZIONI DI PIANO	10
9. CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA: INDICAZIONI GENERALI	11
10. LITOLOGIA DI SUPERFICIE.....	12
11. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	13
12. ANALISI DEI TERRENI	14
13. CONCLUSIONI CREMA, VIA CARLO URBINO	16

RELAZIONE GEOLOGICA R1 AI SENSI DEL D.M. 14.01.08

1. PREMESSA

Il presente lavoro, commissionato dai Sig. Cerioli Giulio, Mario e Silvia di Crema è costituito da un'indagine preliminare geologica senza indagini geognostiche finalizzata alla caratterizzazione geologica, dei terreni destinati alla realizzazione di Piano Integrato di intervento comparto atu.04 Voltini subcomparto 04.4 nel territorio del comune di Crema, via Carlo Urbino Fg. 29 Mapp. 363 e 365.

L'indagine geologica è stata eseguita in conformità a quanto disposto nel D.M. del 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni ecc." e nella successiva C.M. del 24/09/88 n. 30483, D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 N.T.C. 2018.

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno è stata realizzata un'indagine mediante l'analisi del territorio, di indagini geognostiche eseguite nelle vicinanze, di un'analisi di dati di letteratura e di documentazione già in nostro possesso, durante la quale si sono potute individuare le litologie, i livelli di separazione degli stessi e verificare il livello della falda freatica che è stata considerata nel PGT a -3,0 - -6,0 m da p.c..

Sulla base dei risultati della campagna d'indagine, nei capitoli seguenti sono esposti:

- la caratterizzazione litostratigrafica del sottosuolo dell'area in esame,
- indicazioni idrogeologiche e litologiche dell'area.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE, FATTIBILITA' GEOLOGICA E TIPI DI LIMITAZIONI TRATTO DAL PGT

2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il riferimento principale per l'analisi degli aspetti geologici e geomorfologici degli ambiti territoriali in esame è rappresentato dalla "Carta geologica e geomorfologica" (Fig.01 e Fig.02) dello studio geologico di supporto al P.G.T. comunale, redatta sulla base della cartografia geologica ufficiale (Fig. 46 "Treviglio" della

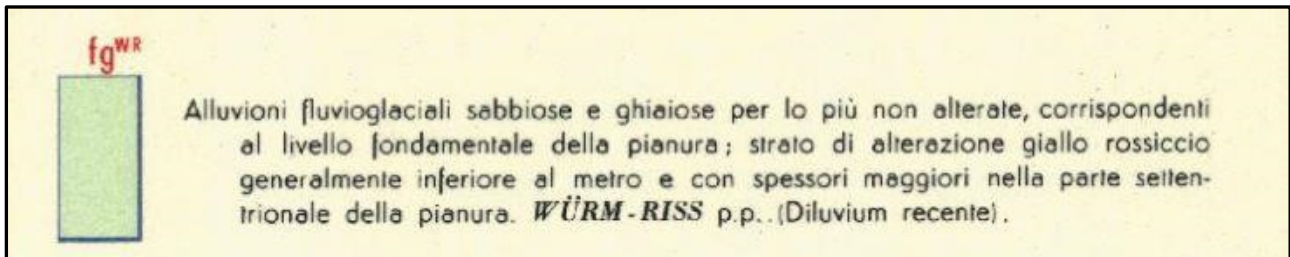


Fig. 01: Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (foglio n. 46, Treviglio). La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio giallo.

Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000) e delle relative note illustrative (Comizzoli, Gelati, Passeri & Desio, 1969).



FOTO AREA SITO DI

ESTRATTO MAPPA - Scala 1/1.000



Comune di Crema (CR) - Fg. 29 mapp. n. 363 e mapp. n. 365

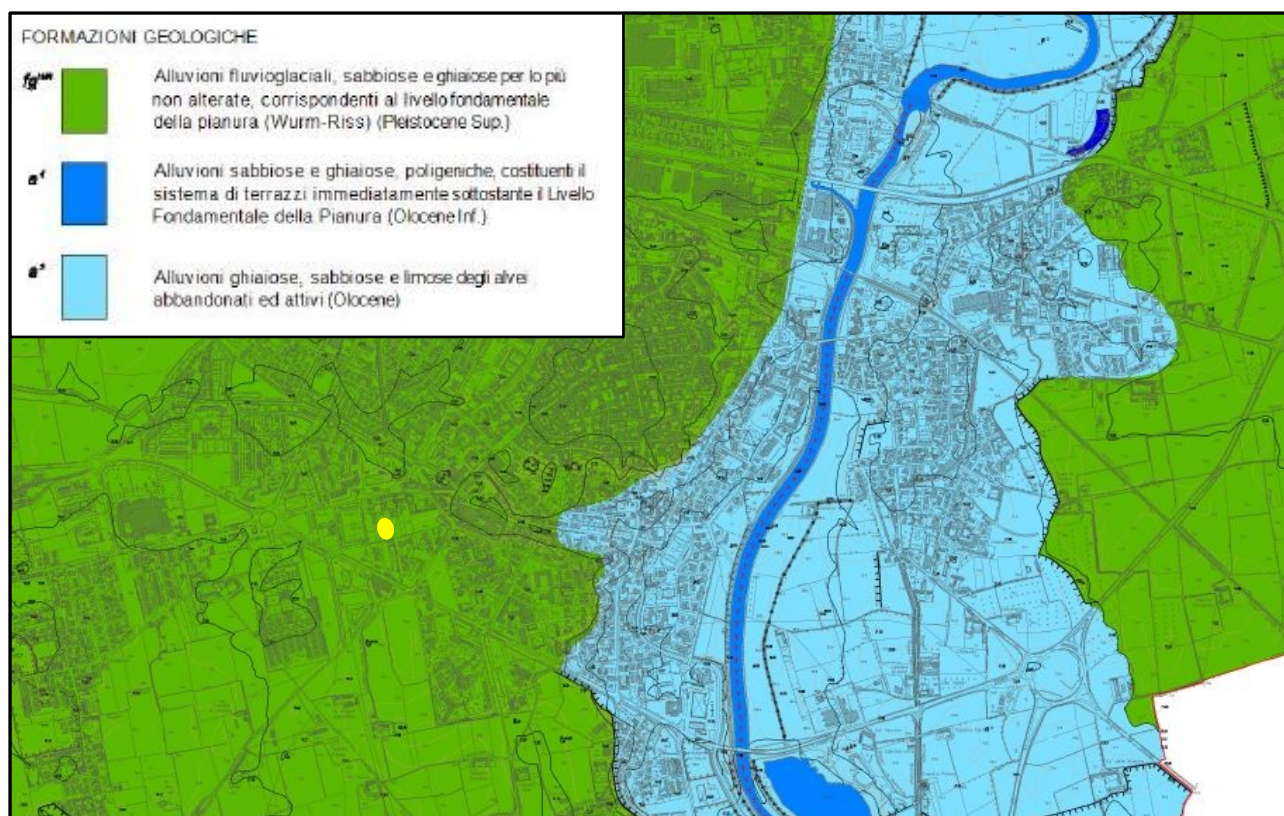


Fig.01: “Carta geologica e geomorfologica”.

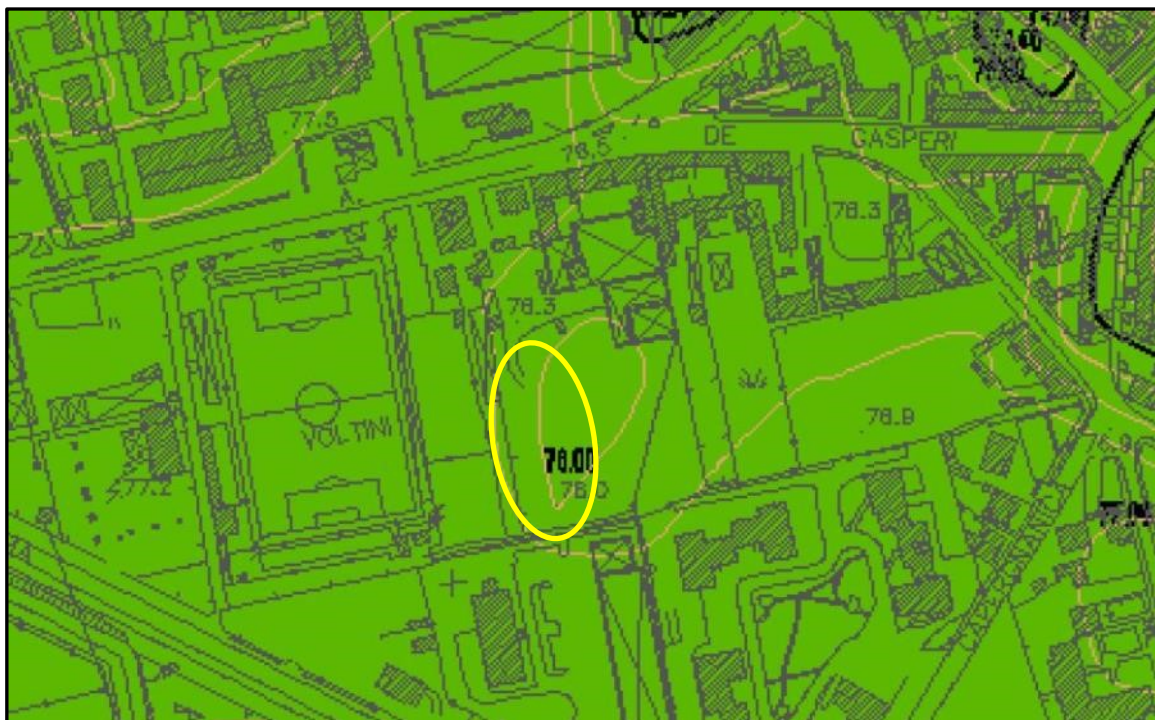
La posizione approssimativa dell’area di indagine è evidenziata dal pallino giallo.

Ad esclusione di una fascia di territorio che si sviluppa in direzione meridiana in prossimità del corso del fiume Serio, il territorio comunale di Crema è caratterizzato essenzialmente dai terreni alluvionali di origine continentale costituiti dai depositi fluviali e fluvioglaciali appartenenti alla formazione geologica pleistocenica denominata “Fluvioglaciale Wurm-Riss (fg^{WR})”, che definisce il ripiano terrazzato noto come “Livello Fondamentale della Pianura (L.F.P.)”, la cui litologia è rappresentata perlopiù da sabbie e sabbie ghiaiose, con presenza di livelli a maggiore componente limosa a profondità variabile e di livelli superficiali argillosi e limoso argillosi in corrispondenza della depressione dei Mosi, con strato di alterazione di copertura generalmente inferiore al metro.

I terreni che caratterizzano la valle alluvionale del fiume Serio appartengono a formazioni geologiche più recenti (Olocene) che definiscono il sistema dei terrazzi sottostanti il L.F.P. e che sono costituite da depositi alluvionali a granulometria essenzialmente sabbiosa e ghiaiosa, con quasi totale assenza dello strato di alterazione pedogenetica superficiale, e limoso argillosa o torbosa in corrispondenza dei meandri abbandonati, successivamente colmati, sviluppati ai piedi dei terrazzi fluviali.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio comunale è caratterizzato dalla depressione valliva del fiume Serio, una tipica valle fluviale “a cassetta” che si sviluppa in direzione N-S e che presenta una larghezza compresa tra m 1.700÷3.500, delimitata da scarpate morfologiche di rigetto variabile e per lunghi tratti smussate, obliterate e rimaneggiate dall’intervento antropico. In corrispondenza del tratto settentrionale del fiume Serio è possibile distinguere l’andamento arcuato delle scarpate morfologiche naturali, sottoposte all’azione erosiva del corso d’acqua a meandri liberi, mentre nel tratto meridionale le numerose opere di difesa spondale e di ricalibratura hanno determinato una parziale rettifica del tracciato originario.




La porzione nord occidentale del territorio comunale è caratterizzata dalla depressione morfologica denominata “Moso di Crema”, basso topografico con caratteristiche palustri impostato entro il L.F.P. e delimitato da scarpate morfologiche di modesta entità, la cui origine è legata ad un dinamismo fluviale attivo evoluto successivamente verso fasi di alveo abbandonato.



LEGENDA

— Confini comunali

FORMAZIONI GEOLOGICHE

-  Alluvioni fluvio-glaciali, sabbiose e ghiaiose per lo più non alterate, corrispondenti al livello fondamentale della pianura (Wurm-Riss) (Pleistocene Sup.)
-  Alluvioni sabbiose e ghiaiose, poligeniche, costituenti il sistema di terrazzi immediatamente sottostante il Livello Fondamentale della Pianura (Olocene Inf.)
-  Alluvioni ghiaiose, sabbiose e limose degli alvei abbandonati ed attivi (Olocene)

CURVE DI LIVELLO (e=0,5m)

- Isoipse principali
- Isoipse secondarie

Fig.02: "Carta geologica e geomorfologica" - Zoom di Fig.01

La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio giallo.

3. FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Il riferimento principale per l'analisi della fattibilità geologica degli ambiti territoriali in esame è rappresentato dalla "Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità" (Fig.03) dello studio geologico di supporto al P.G.T. comunale.

La maggior parte del territorio comunale è inserita in classe di fattibilità geologica 1 (fattibilità senza particolari limitazioni) e classe di fattibilità geologica 2 (fattibilità con modeste limitazioni), che caratterizzano aree con soggiacenza della falda freatica generalmente superiore a m. 2,00 da p.c. e con terreni di fondazione compatibili con il campo di tensioni applicato ai terreni dalle opere più comuni.

Le aree assegnate alla classe di fattibilità geologica 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) presentano limitazioni derivanti essenzialmente da problemi idraulici (potenziale inondazione), idrogeologici (soggiacenza della falda freatica inferiore a m. 2,00 da p.c.) e geotecnici (terreni argillosi ed argilloso limosi a scadenti proprietà geomeccaniche ed aree con presenza di riporto).

Le aree ricadenti in classe di fattibilità geologica 4 (fattibilità con gravi limitazioni) si sviluppano in prossimità dell'alveo del fiume Serio e sono potenzialmente soggette a rischio di inondazione.

Il citato aggiornamento della componente sismica del vigente studio geologico del P.G.T. non apporterà alcuna modifica alla delimitazione areale delle classi di fattibilità ma esclusivamente una modifica della normativa riportata nella tabella delle prescrizioni contenuta nella “Carta della fattibilità geologica delle azioni

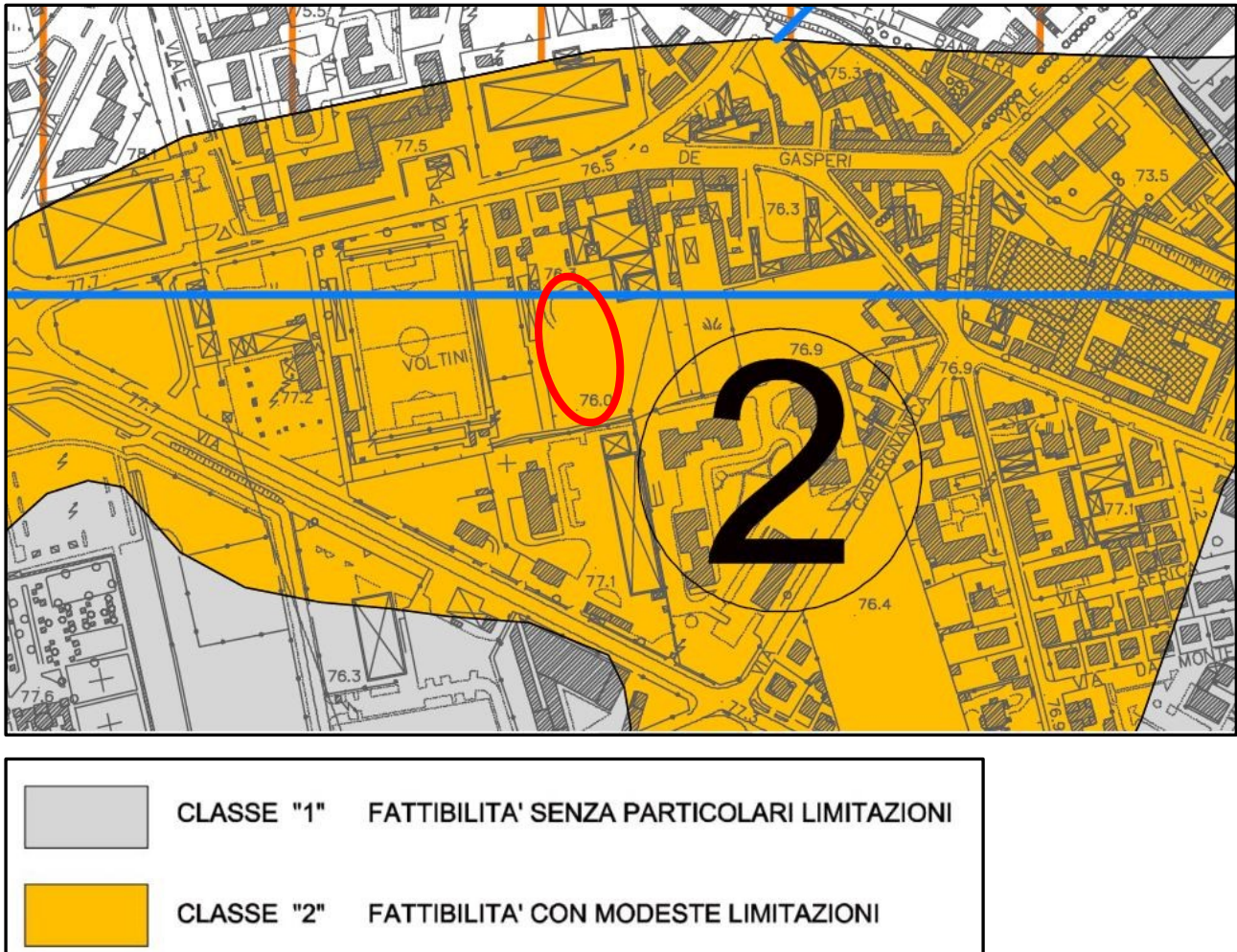


Fig.03: “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità”. La posizione approssimativa dell’area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

di Piano e classi di fattibilità”.

Dall’analisi della “Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità” (Fig.03) si evince che l’area in esame presenta modeste limitazioni. L’area edificatoria è infatti classificata come classe di fattibilità geologica “2”.

Per una completa descrizione della classe 2 di fattibilità geologica e delle norme geologiche ad essa relative si faccia riferimento al capitolo **FATTIBILITA’ GEOLOGICA E DELLE AZIONI DI PIANO** della presente relazione.

4. FATTIBILITA’ IDROGEOLOGICA

Per quanto riguarda l’analisi della fattibilità’ idrogeologica del sito edificatorio, i riferimenti principali sono la “Carta del rischio idrogeologico” e la “Carta della vulnerabilità integrata dell’acquifero freatico” (Fig.04) redatte a supporto dello studio geologico per il P.G.T. comunale.

Come vedremo nel capitolo **INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO**, il comune di Crema è interessato da un importante elemento idrografico principale: il Fiume Serio. Data tuttavia la posizione dell’area edificatoria, ubicata ad una distanza superiore al chilometro dal corso fluviale, tale

elemento non rappresenta una criticità in termini di rischio esondazione. Tale scenario è confermato dalla “Carta del rischio idrogeologico” che testimonia che l’area edificatoria non risulta interessata da alcuna delle fasce fluviali PAI.

Per quel che concerne invece la fattibilità idrogeologica in termini di vulnerabilità dell’acquifero freatico, dall’analisi della “Carta della vulnerabilità integrata dell’acquifero freatico” (Fig.04) si evince che l’area edificatoria presenta vulnerabilità moderata e falda tra -2 e -5 m da p.c..

Dalle analisi effettuate sul territorio e dalle indagini eseguite non risulta falda fino a circa -4,0 da p.c. ed è stata stimata a circa -3,0 metri da p.c., si può ragionevolmente pensare ad un intervallo nel tempo (max. – min.) compreso tra i -3,00 e i -6,00 m da p.c..

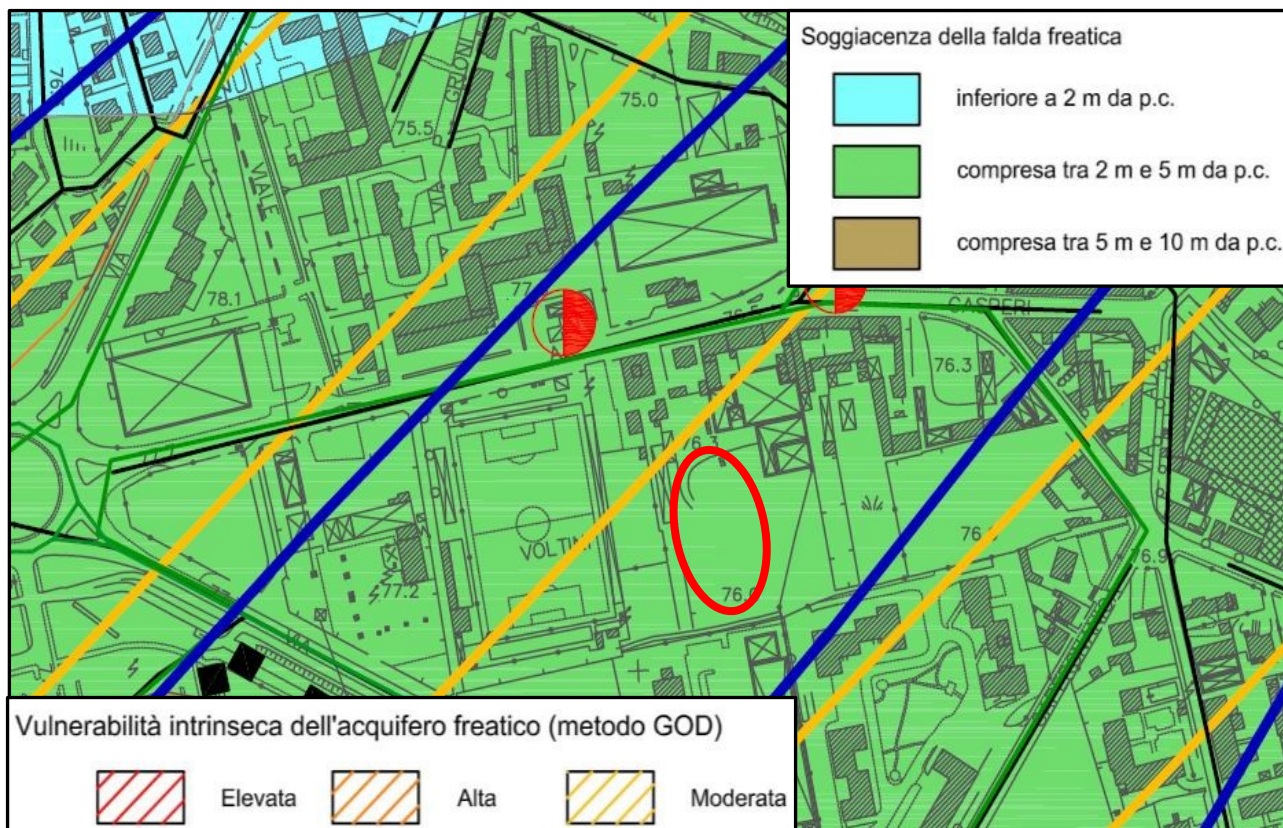


Fig.04: “Carta della vulnerabilità integrata dell’acquifero freatico”
La posizione approssimativa dell’area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

5. IDROGEOLOGIA

5.1. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

I riferimenti principali per l’analisi degli aspetti idrografici ed idrogeologici degli ambiti territoriali in esame sono rappresentati dalla “Carta idrogeologica con elementi idrografici” e dalla “Carta del rischio idrogeologico” dello studio geologico di supporto al P.G.T. comunale.

Il reticolo idrografico secondario che caratterizza il territorio comunale, caratterizzato da canali e rogge con funzione irrigua e di colò delle acque in eccesso, è strettamente connesso con il fiume Serio, che si sviluppa in direzione N-S incassato all’interno della sua valle alluvionale in parte a sviluppo meandriforme ed in parte rettificato a seguito di interventi antropici successivi. Le fasce di territorio che si sviluppano in prossimità del corso attuale del fiume Serio sono soggette a rischio di inondazione, connesso a criticità idrauliche diffuse (erosioni spondali e/o arginali, sormonti arginali) ed a criticità puntuali (sofferenza di strutture idrauliche); dette aree sono individuate dalla pianificazione di Bacino (P.A.I.) ed opportunamente recepite nella cartografia del P.G.T..

L'assetto idrostratigrafico del sottosuolo del territorio comunale è quello tipico della pianura alluvionale, caratterizzato da depositi continentali Quaternari che definiscono acquiferi permeabili multistrato a spessore variabile, costituiti in prevalenza da sabbie grossolane e ghiaie poligeniche di elevata permeabilità, alternati a livelli argillosi impermeabili a sviluppo lenticolare o continuo, che si estendono per uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri al di sopra dei fronti di avanzamento sepolti del Sistema Sud Alpino ed Appenninico.

La realizzazione delle curve isofreatiche, sulla base di valori di soggiacenza della falda freatica rilevati in corrispondenza di opportuni punti di misura del livello freatico, ha permesso di evidenziare la consistente azione drenante operata dall'alveo del fiume Serio, con cui le acque di falda sono in contatto idraulico, l'aumento della cadente idraulica in corrispondenza del centro abitato di Crema, presumibilmente connesso alla presenza della scarpata morfologica e di anomalie indotte da infrastrutture antropiche, tra cui l'effetto "trincea" prodotto dal diversivo Cresmiero, ed altre anomalie di flusso in corrispondenza di alcuni corsi d'acqua superficiali e dell'antica valle del fiume Serio Morto.

Dal confronto tra le quote della superficie topografica e le quote della superficie piezometrica della falda freatica sono stati individuati n. 3 principali intervalli di soggiacenza della falda freatica: inferiore a m. 2,00 da p.c. (in corrispondenza dei Mosi e di alcune zone in prossimità del Serio e nella porzione orientale del territorio), tra m. 2,00÷5,00 (in gran parte del territorio) e tra m. 5,00÷10,00 da pc. (in alcune aree del centro storico e nella porzione SO del territorio).

La ricostruzione della struttura idrogeologica è stata effettuata mediante la realizzazione di sezioni geologiche ricostruite sulla base delle colonne stratigrafiche di pozzi pubblici e privati presenti in territorio cremonese, che hanno permesso di individuare la seguente suddivisione all'interno del sistema acquifero:

- acquifero superficiale: caratterizzato da una falda freatica con elevato gradiente idraulico, interconnessa con la rete idrografica di superficie e prevalentemente libera nel settore settentrionale (a nord della confluenza del Serio in Adda), da un gradiente idraulico inferiore e prevalentemente semi-confinata in quello meridionale;

- acquifero profondo: nel quale circola una falda che presenta un gradiente idraulico medio del 2‰ nel settore settentrionale, con un aumento verso il Fiume Oglio, ed un gradiente idraulico medio inferiore ad 1‰ nel settore meridionale; varia da semi-confinata a confinata (artesiane).

L'acquifero superficiale 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.

L'acquifero profondo 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 meridionale, lungo il corso del Fiume Serio.

5.2. VULNERABILITA' ACQUIFERO

Con il termine "vulnerabilità intrinseca" di un acquifero viene indicata *"la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo"*.

La vulnerabilità intrinseca risulta funzione di differenti parametri, tra i quali i più importanti sono l'idrolitologia e l'idrostruttura del sistema idrogeologico, la natura del suolo e la geometria della copertura, il processo ricarica – flusso sotterraneo – efflusso ed i processi di interazione chimico – fisico – biologica che determinano la qualità naturale dell'acqua nel sistema.

Dalla definizione sopra esposta si evince che la definizione della vulnerabilità intrinseca di un acquifero in funzione delle variazioni spaziali risulta essere un utile strumento conoscitivo, tuttavia afflitto da scarso valore applicativo e pianificatorio. Questo "valore aggiunto" si raggiunge quando la valutazione della vulnerabilità intrinseca viene maggiormente contestualizzata al territorio esaminato attraverso informazioni

aggiuntive relative alla presenza di Centri di Pericolo, che comprendono “*tutte le attività che generano o possono generare e/o trasmettere un impatto sulle acque in genere e su quelle sotterranee in particolare*” (Civita, 1994), esistenti sul territorio, alla loro posizione topografica ed idrogeologica, ed alla loro tipologia.

La rappresentazione cartografica che ne deriva, come riportato nella “*Carta di vulnerabilità integrata dell’acquifero freatico*”, permette di definire la vulnerabilità s.s. (o vulnerabilità integrata) di un acquifero, ossia l’interazione tra la vulnerabilità intrinseca dell’acquifero caratterizzato ed i Centri di Pericolo esistenti sul territorio, al fine di individuare specifiche situazioni di rischio potenziale.

Si ritiene doveroso sottolineare che la determinazione del grado di vulnerabilità di un acquifero sotterraneo ha un significato di tipo dinamico, in quanto la variazione di uno o più dei fattori che la determinano può dar luogo, anche se entro certi limiti, alla variazione del grado di vulnerabilità.

Per valutare l’indice di vulnerabilità degli acquiferi **IV**, che indica la maggiore o minore facilità con cui un inquinante sparso sulla superficie del suolo raggiunge la superficie dell’acquifero, e di conseguenza il grado di rischio all’inquinamento delle acque sotterranee, si è ritenuto opportuno utilizzare una tra le metodologie più attendibili e verificate prodotte in letterature ed ampiamente accettate dalla comunità scientifica.

Nell’impossibilità di utilizzare metodi quantitativi o semi quantitativi (quali i metodi DRASTIC o SINTACS), che avrebbero richiesto un elevato numero di dati, non sempre disponibili, si è optato per l’utilizzo del metodo G.O.D. (Foster, 1987), sistema d’indagine qualitativo basato su tre parametri:

G (*Groundwater occurrence*): tipologia dell’acquifero

O (*Overall lithology of aquifer or aquitard*): litologia dell’insaturo

D (*Depth to groundwater table or strike*): profondità della superficie piezometrica ad ognuno dei quali viene attribuito un punteggio o “fattore di rischio” compreso tra 0 e 1.

La sovrapposizione delle rappresentazioni cartografiche riguardanti il tipo di acquifero, la litologia dell’insaturo e la soggiacenza della falda freatica superficiale, permette di individuare una serie di aree poligonali omogenee il cui indice di vulnerabilità è dato dall’equazione: $IV = G \cdot O \cdot D$

I risultati ottenuti per ogni poligono vengono rapportati direttamente a cinque gradi di vulnerabilità, variabili da trascurabile ad elevato, e permettono di rappresentare zone a rischio omogeneo.

Come presentato nel capitolo **FATTIBILITÀ IDROGEOLOGICA**, dall’analisi della “*Carta della vulnerabilità integrata dell’acquifero freatico*” (Fig.04) si evince che l’area edificatoria presenta vulnerabilità moderata con la soggiacenza della falda che si attesta tra -2 e -5 m da p.c..

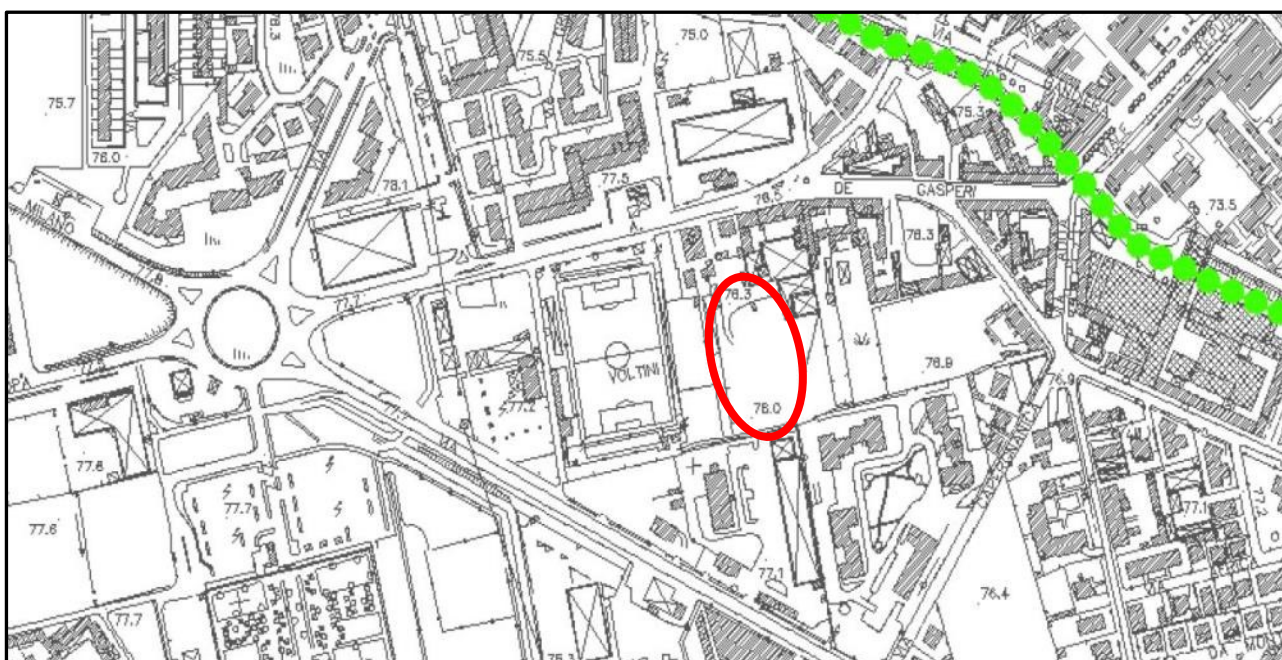


Fig.05: “*Carta dei Vincoli*”

La posizione approssimativa dell’area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

5.3. COMPATIBILITA' COI CORPI IDRICI

Per quanto concerne il rapporto con i corpi idrici si sono presi in considerazione due elementi: interferenza con le acque superficiali e interferenza con le acque sotterranee.

Nel primo caso, nell'ambito della zona di prevista costruzione non è stato individuato alcun ramo del reticolo idrico principale e/o secondario.

Nel secondo caso, in base alle indagini in nostro possesso e alle informazioni contenute nel PGT, si riscontra la presenza della falda freatica a profondità comprese fra i -3 e i -6 m dal p.c.. per cui la soggiacenza della falda non rappresenta una potenziale criticità in termini di incompatibilità delle strutture coi corpi idrici.

6. CARTA DEI VINCOLI

Dall'analisi della "Carta dei vincoli" (Fig.05) si evince che all'interno dell'area edificatoria non sono presenti particolari vincoli di carattere geologico, idrogeologico, geotecnico, sismico e legati al sottosuolo.

7. CARTA DI SINTESI

Nella sintesi degli elementi caratterizzanti l'area in oggetto (rappresentata dalla "Carta di Sintesi" – Fig.06) non vengono evidenziati particolari elementi di criticità. Vi è inoltre la mancanza di una classificazione dettagliata per eccessiva antropizzazione.

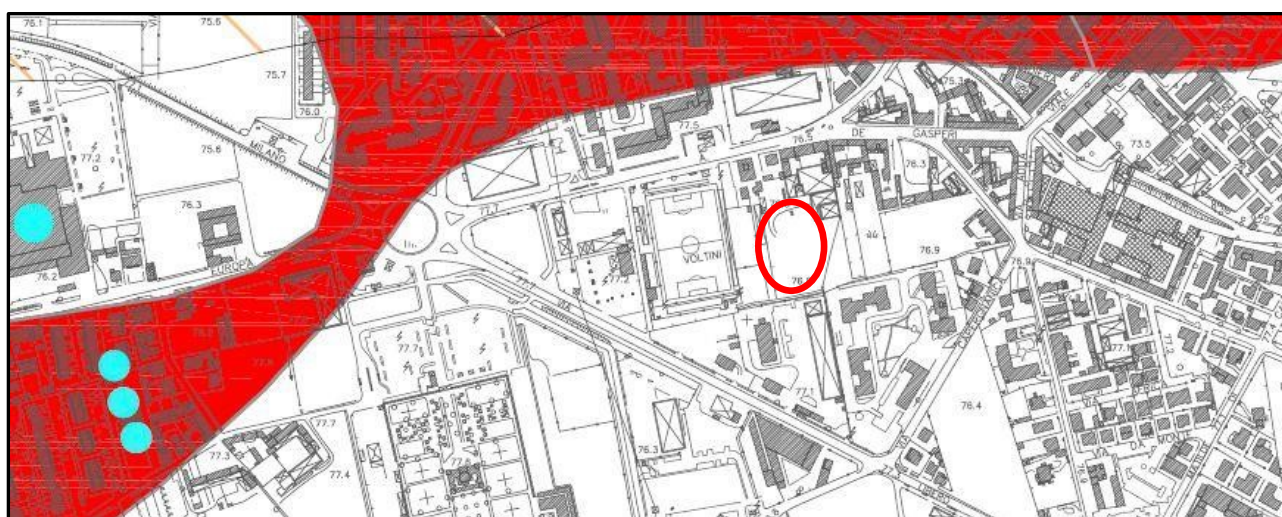


Fig. 06: "Carta di Sintesi".

La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

8. FATTIBILITA' GEOLOGICA E DELLE AZIONI DI PIANO

Il riferimento principale per l'analisi della fattibilità geologica degli ambiti territoriali in esame è rappresentato dalla "Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità" dello studio geologico di supporto al P.G.T. comunale.

La maggior parte del territorio comunale è inserita in classe di fattibilità geologica 1 (fattibilità senza particolari limitazioni) e classe di fattibilità geologica 2 (fattibilità con modeste limitazioni), che caratterizzano aree con soggiacenza della falda freatica generalmente superiore a m. 2,00 da p.c. e con terreni di fondazione compatibili con il campo di tensioni applicato ai terreni dalle opere più comuni.

Le aree assegnate alla classe di fattibilità geologica 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) presentano limitazioni derivanti essenzialmente da problemi idraulici (potenziale inondazione), idrogeologici (soggiacenza della falda freatica inferiore a m. 2,00 da p.c.) e geotecnici (terreni argillosi ed argilloso limosi a scadenti proprietà geomeccaniche ed aree con presenza di riporto).

Le aree ricadenti in classe di fattibilità geologica 4 (fattibilità con gravi limitazioni) si sviluppano in prossimità dell'alveo del fiume Serio e sono potenzialmente soggette a rischio di inondazione.

Come visto nel capitolo **1.2 FATTIBILITA' GEOLOGICA**, dall'analisi della “Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità” (Fig. 03) si evince che l'area in esame presenta modeste limitazioni. L'area edificatoria è infatti classificata come classe di fattibilità geologica “2”.

9. CLASSI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA: INDICAZIONI GENERALI

Qua di seguito viene descritta la classe 2 di fattibilità geologica, mentre le prescrizioni relative a tale classe sono riportate in Fig.09 (tabella estratta dalla “Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità”)

Classe 2 – Fattibilità con modeste limitazioni

Aree nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso.

Caratterizza gran parte della porzione centrale del territorio comunale, sia in destra che sinistra idrografica del Fiume Serio, comprensiva del centro abitato di Crema, nonché altri ambiti territoriali che si sviluppano sia nelle zone occidentali che orientali del territorio in esame.

L'assegnazione a dette aree della Classe di Fattibilità Geologica 2 deriva principalmente dalle caratteristiche idrogeologiche del territorio, caratterizzato da una soggiacenza della falda freatica compresa tra 2,00 m e 5,00 m dal p.c., valori che escludono e/o limitano la realizzazione di volumetrie interratoe o, nell'ipotesi di realizzazione delle stesse, impongono l'utilizzo di idonei sistemi di impermeabilizzazione delle strutture interratoe e di opportune tecniche di abbattimento delle acque sotterranee in fase di cantiere.

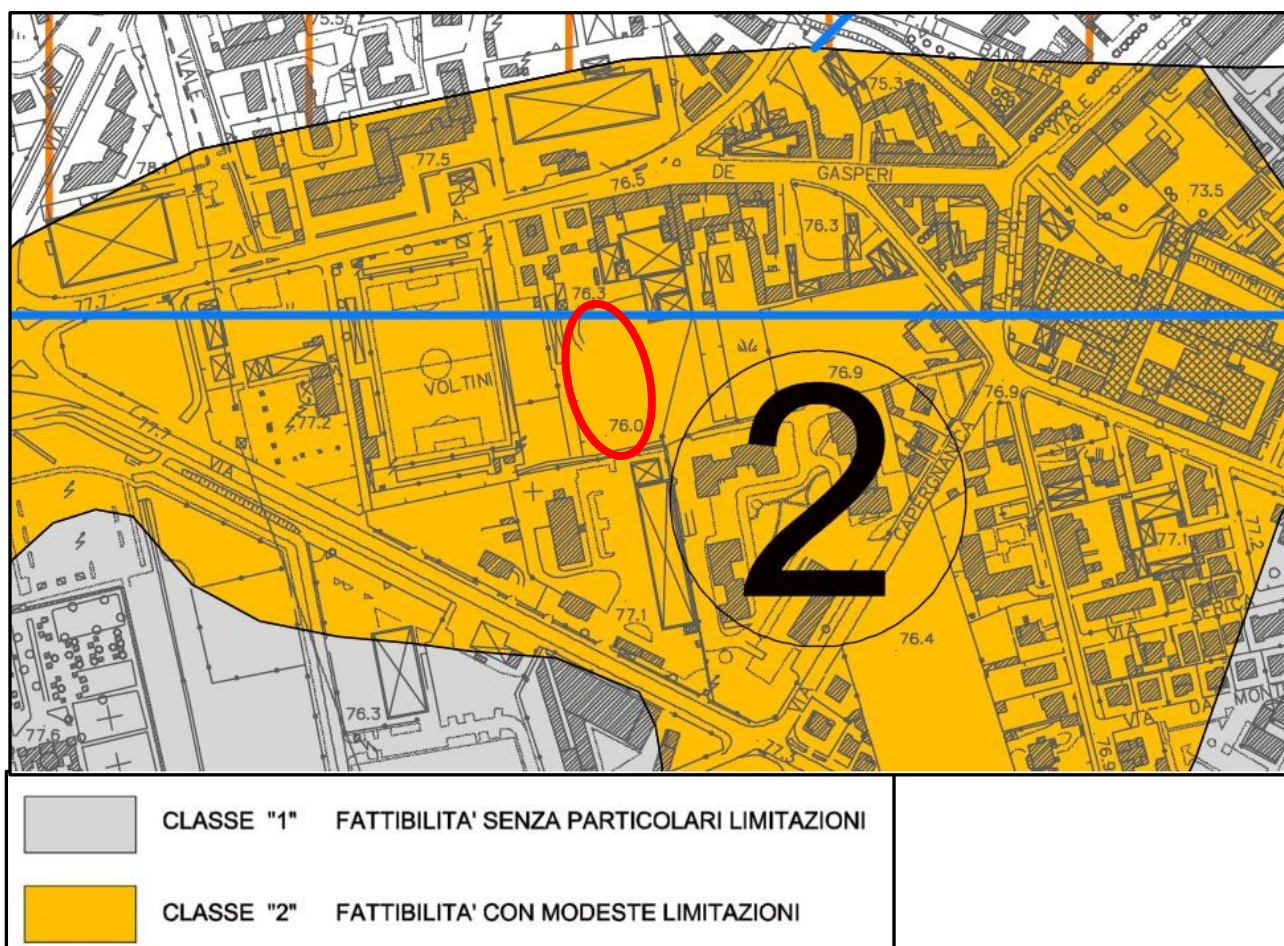


Fig.07: “Carta della fattibilità geologica delle azioni di piano e classi di fattibilità”. La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

I terreni di fondazione sono caratterizzati principalmente da materiali sabbiosi e sabbioso-limosi in superficie, da materiali sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi in profondità, compatibili con il campo di tensioni applicato ai terreni dalle opere più comuni, con cedimenti teorici poco significativi sulla stabilità delle strutture in superficie.

Classe	C1	C2	C3					C4	Prescrizioni	
Sottoclasse			3a	3b	3c	3d	3e			
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Qualsiasi intervento edificatorio che apporti variazioni dei sovraccarichi di progetto applicati ai terreni di fondazione attraverso le strutture di fondazione dovrà essere preceduto da specifiche indagini geologiche e sismiche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico del sito di intervento, dettagliatamente analizzato e descritto all'interno di una relazione geologica e sismica, a firma di tecnico abilitato iscritto all'Albo. Riferimento normativo: D.M. 14-01-08.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Indagini geotecniche, dirette e/o indirette, finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geotecnico del sottosuolo, necessario alla progettazione ed alle verifiche di sicurezza e delle prestazioni delle opere in progetto, dettagliatamente analizzato e descritto all'interno di una relazione geologico-tecnica o geotecnica, a firma di tecnico abilitato iscritto all'Albo. All'interno della relazione geotecnica dovrà essere riportata in modo dettagliato la verifica della capacità portante dei terreni di fondazione e la valutazione relativa ai cedimenti teorici assoluti e differenziali indotti dalle opere in progetto, utilizzando obbligatoriamente il "metodo agli stati limite". Riferimento normativo: D.M. 14-01-08.
		X	X	X	X	X	X	X	X	In caso di interventi che prevedano la realizzazione di piani interrati, posa di almeno un piezometro per la misura del livello piezometrico della falda freatica superficiale e delle relative escursioni nel tempo, nonché l'indicazione delle metodologie utilizzate per escludere eventuali interferenze reciproche tra le acque sotterranee e le opere in progetto (impermeabilizzazioni, abbattimento della falda freatica in fase di cantiere).
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Aree appartenenti allo scenario PSL Z4a: la normativa vigente è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi non è necessaria in fase di progettazione l'applicazione del 3° livello di approfondimento, fermo restando l'obbligo delle disposizioni previste per ciascuna classe di fattibilità geologica.
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Si rende obbligatoria in fase progettuale, per tutte le tipologie di opere, la definizione dell'azione sismica di progetto e la verifica della sicurezza e della stabilità del sito di intervento nei confronti della liquefazione, secondo le disposizioni del d.m. 14-01-08.

Fig 08: Tabella prescrizioni estratta dalla “Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano e classi di fattibilità”.

10. LITOLOGIA DI SUPERFICIE

Per quel che concerne la litologia di superficie, le tre litozone presenti all'interno dell'area comunale vengono di seguito descritte:

TERRENI PREVALENTEMENTE SABBIOSI, SABBIOSO-LIMOSI E/O LIMOSO-SABBIOSI

Si rilevano in linea di massima entro la maggior parte del territorio comunale; la loro presenza coincide con i termini più superficiali della formazione geologica attribuita al livello fondamentale della pianura alluvionale würmiana. Questi terreni sono infatti presenti entro le fasce marginali alla valle alluvionale del Serio, sia in sponda destra che in sponda sinistra: essi occupano, in corrispondenza della prima, tutto il

territorio sud-occidentale dell'ambito comunale, comprendente anche la maggior parte del nucleo storico e di quello di più recente formazione del capoluogo, e, in corrispondenza della seconda, la quasi totalità della porzione orientale del territorio. Sono costituiti in larga prevalenza da sabbie ad ampio spettro granulometrico, contenenti una frazione limosa in percentuale molto variabile, solo talora prevalente. Lo strato superficiale, generalmente a modesta componente organica, non è quasi mai fortemente caratterizzato, nè per quanto riguarda lo stato di alterazione, piuttosto modesto, nè per quanto concerne la potenza, pari a non più di qualche decimetro; la colorazione appare debolmente brunastra e talora tendente al bruno-nocciola. Anche in questo caso, come nella litozona precedente, il discreto grado di permeabilità assicura, nella quasi totalità dell'area, un efficace drenaggio e la quasi totale assenza di ristagni in superficie anche in periodi di accentuata piovosità. Ove non soggette ad opere di urbanizzazione entro questa zona vengono ovunque praticate efficacemente le coltivazioni agricole.

Dall'analisi della “*Carta della litologia di superficie*” (Fig.10) si evince che l'area edificatoria è caratterizzata da terreni prevalentemente sabbiosi, sabbioso-limosi e/o limoso-sabbiosi.

11. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Nella “*Carta geologico-tecnica*” (Fig.11). in corrispondenza di ogni indagine penetrometrica, è stata rappresentata una colonna litostratigrafia semplificata, all'interno della quale si riportano le caratteristiche

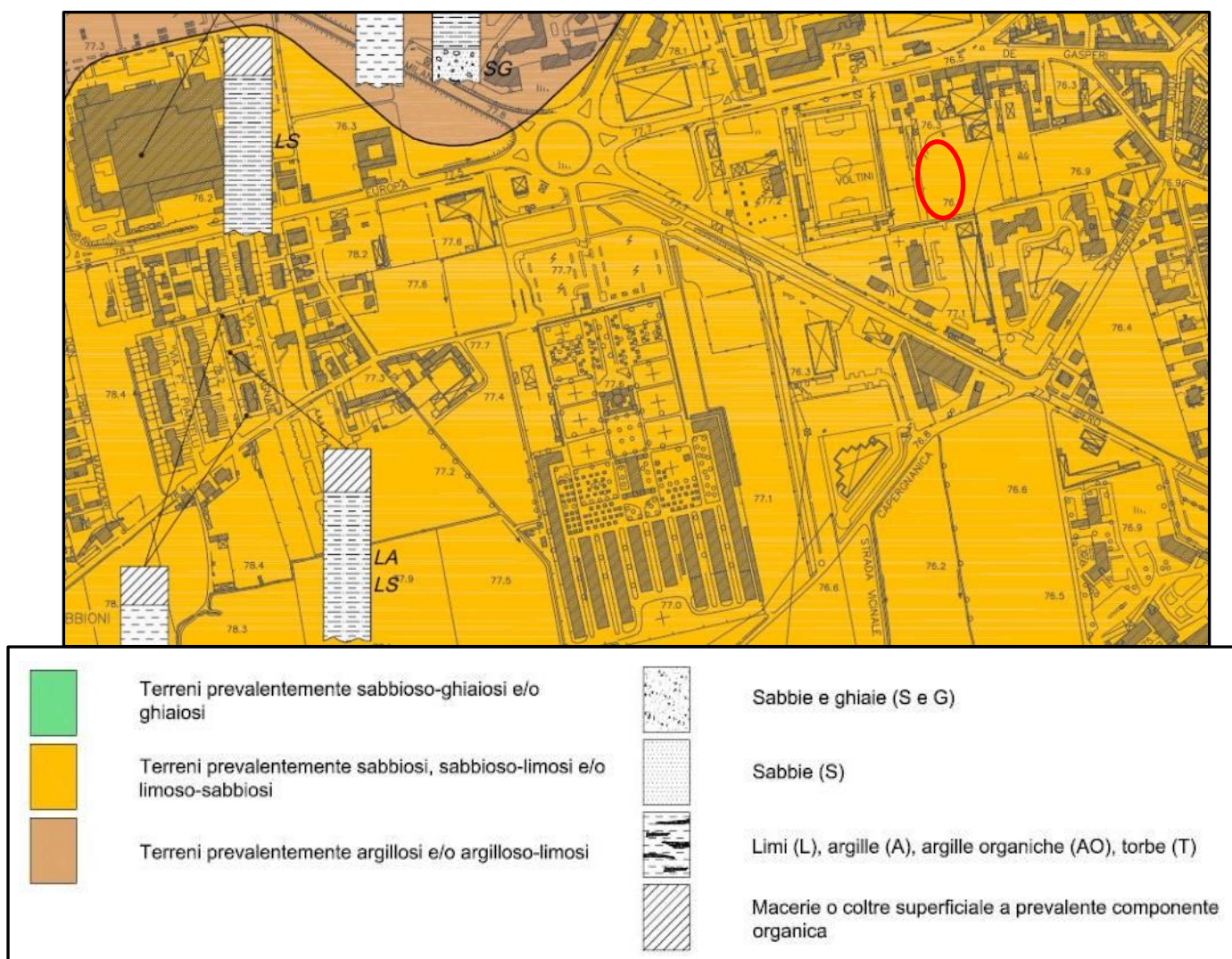


Fig.9: “*Carta della litologia di superficie*”.

La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

litologiche, espresse tramite sigle (G: ghiaia, S: sabbia, L: limo, A: argilla), i valori di N30 medio in corrispondenza di ciascuno strato, ovvero il numero di colpi medio necessario per un'infissione di 30 cm nel terreno della punta del penetrometro, il livello della falda freatica superficiale misurato durante l'esecuzione della prova. La stessa rappresentazione è stata utilizzata relativamente ai sondaggi geognostici noti, in cui viene riportata solamente la litologia corrispondente agli strati rilevati. Accanto ad ogni colonna litostratigrafica, si riporta una colonna nella quale viene indicato il giudizio sintetico sulle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione, secondo la metodologia di seguito descritta. Nell'individuazione dei livelli sopra riportati, è stato escluso lo strato superficiale pari ad 1,00 m, in quanto esso risulta generalmente poco adatto alla posa di opere di fondazione a causa della presenza della componente organica e dei problemi legati alla gelività. Ad ogni singolo intervallo di profondità è stato associato un tratteggio diverso, ossia verticale per il primo intervallo, orizzontale per il secondo intervallo ed obliquo per il terzo intervallo. Il giudizio sintetico relativo alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione viene espresso secondo la seguente modalità:

rosso: "scarse" qualità geomeccaniche

blu: "sufficienti" qualità geomeccaniche

verde: "buone" qualità geomeccaniche

Nella determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni si è tenuto conto, come descritto in precedenza, sia dei valori di N30 ottenuti attraverso le prove penetrometriche dinamiche S.C.P.T., sia della litologia indagata attraverso i sondaggi geognostici superficiali realizzati mediante escavatore meccanico, nonché delle colonne litostratigrafiche disponibili di pozzi pubblici e privati presenti in territorio comunale. Il giudizio sintetico espresso rappresenta un'indicazione soggettiva con cui si intende non solo fornire, in modo estremamente schematico, un'indicazione preliminare della capacità portante dei terreni, indipendentemente dalle caratteristiche e dalla tipologia delle strutture di fondazione, ma anche una generale valutazione relativa alle aree in cui è maggiormente prevedibile l'insorgere di cedimenti, sia assoluti che differenziali, in seguito all'applicazione di sovraccarichi. Le modalità di interpretazione dei dati espressi in carta fin qui descritte dovrebbero risultare immediate, in quanto i due elementi caratterizzanti, profondità dello strato considerato e relativo giudizio sintetico, sono chiaramente espressi sia dall'orientazione del tratteggio, sia dalle diverse colorazioni adottate. Si precisa che il confine tra le diverse aree va ritenuto puramente indicativo, poiché la transizione fra diverse situazioni, come avviene per ogni fenomeno naturale, non può essere rappresentata da una netta delimitazione.

Dall'analisi della "*Carta geologico-tecnica*" (Fig.11) si evince che l'area edificatoria presenta terreni superficiali (1-2.5 m da p.c.) con sufficienti caratteristiche geotecniche. L'elaborato mostra anche che la qualità dei terreni migliora con l'aumentare della profondità in quanto sotto i 2.5 m le caratteristiche geotecniche sono ritenute non più solo sufficienti ma buone.

12. ANALISI DEI TERRENI

Dall'analisi geologica e geomorfologica del territorio si può verificare che nel luogo di esecuzione del nuovo edificio i terreni sono naturali con l'assenza di evidenti inquinanti di natura antropica.

Per ottenere dati certi e inconfutabili devono essere effettuate costose analisi di laboratorio. Tali analisi risulterebbero puntiformi senza la garanzia che all'interno del lotto di terreno siano assenti eventuali parti non naturali.

Si rimanda così, alla DDLL e alla responsabilità dei loro tecnici professionalmente preparati, la verifica visivo-olfattiva dei terreni durante l'apertura degli scavi e solo allora, nel caso vengano riscontrate condizioni anomale, il prelievo di campioni da inviare in laboratorio per analisi approfondite e l'eventuale trasporto in discarica dei terreni di risulta.

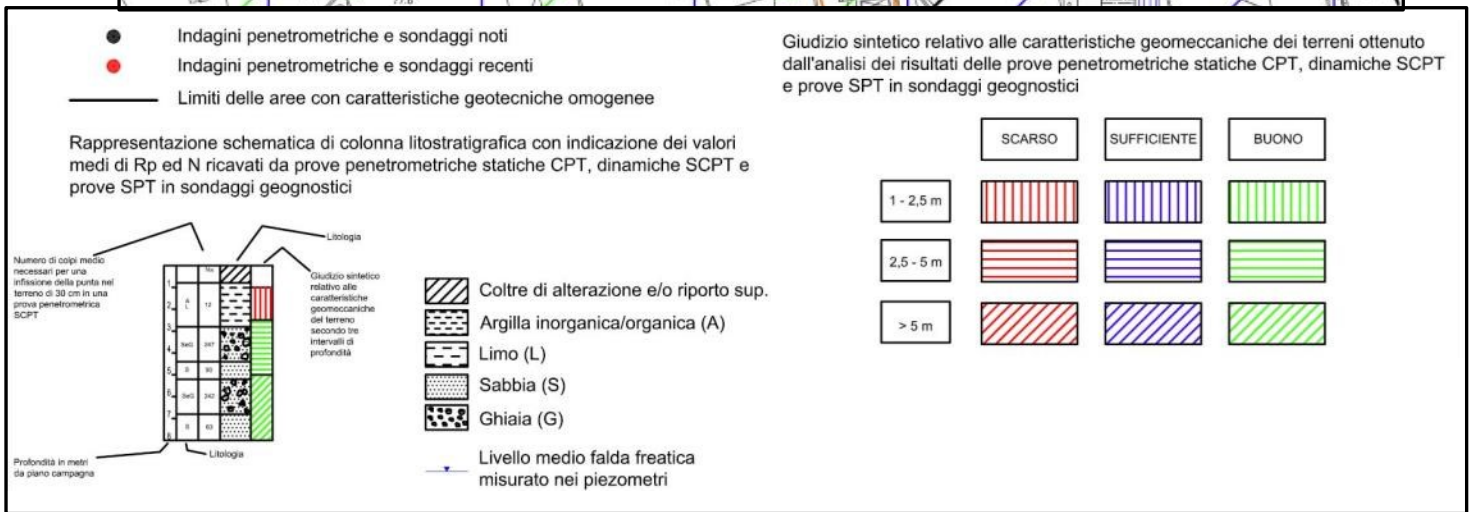
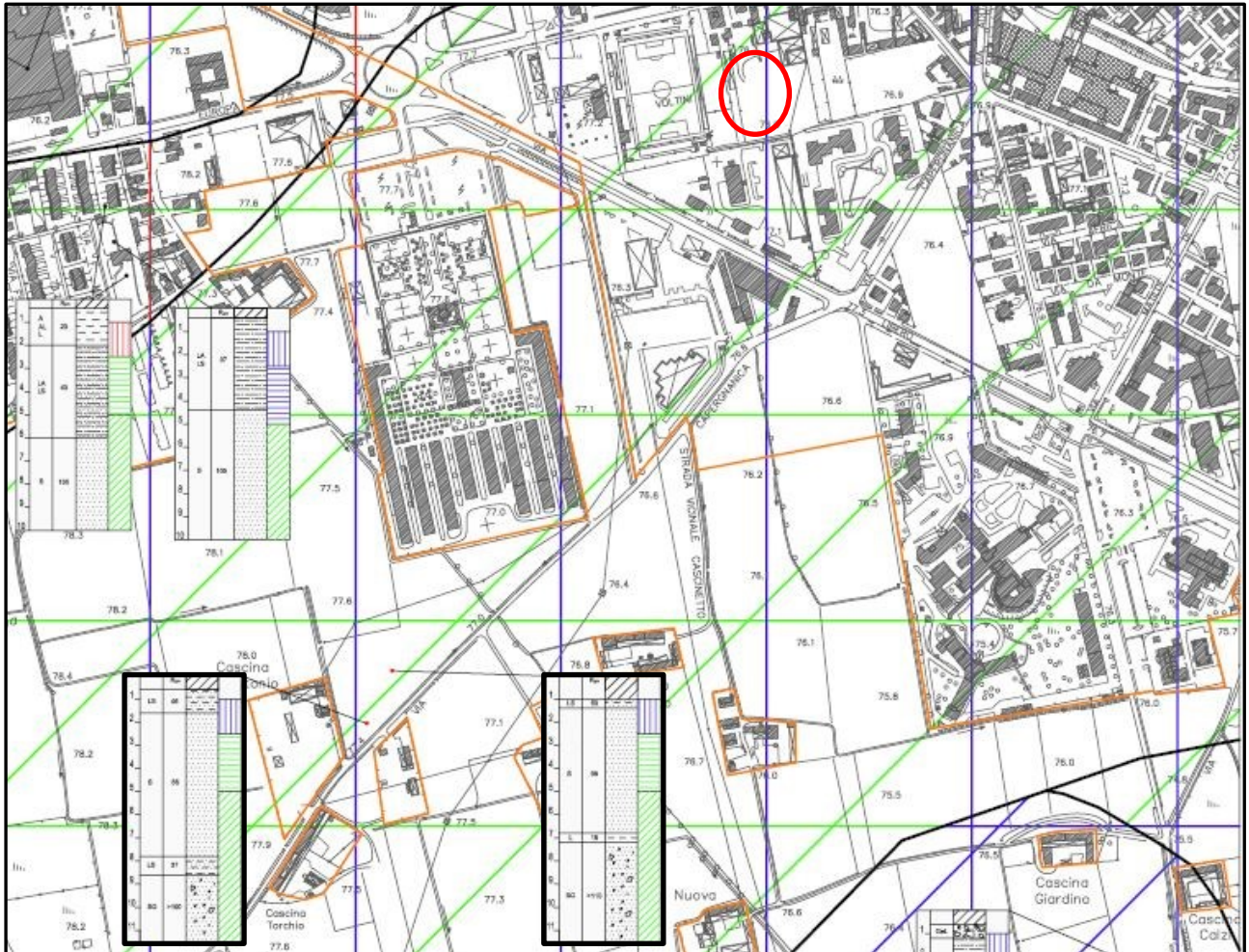


Fig.10: "Carta geologico-tecnica".

La posizione approssimativa dell'area di indagine è evidenziata dal cerchio rosso.

13. CONCLUSIONI CREMA, VIA CARLO URBINO

I risultati delle indagini geologico e geotecniche preliminari in situ hanno condotto alla caratterizzazione geologica e sismica dei terreni destinati alla realizzazione di piano Integrato di intervento comparto atu.04 Voltini subcomparto 04.4 nel territorio del comune di Crema, via Carlo Urbino Fg. 29 Mapp. 363 e 365.

I dati stratigrafici del PGT e le vecchie indagini danno informazioni generiche che andranno integrate da prove geognostiche puntuali in situ per ogni edificio e ad almeno 10-15 m l'una dall'altra.

I parametri geotecnici saranno da verificare con apposite indagini geognostiche, prove penetrometriche dinamiche e/o statiche, da eseguire direttamente sotto le strutture da edificare. Si consiglia la verifica periodica del livello di falda freatica tramite il posizionamento di un freaticometro.

Si è in grado inoltre di fornire i seguenti dati:

Caratteristiche generali dei terreni

- | | |
|---|--------------------------------------|
| - <u>tipo di terreno</u> : | Limi – limi sabbiosi – sabbie |
| - <u>Posizione falda freatica</u> (stimata da PGT): | tra -3 e -6 m da p.c. |
| - <u>Categoria suoli di fondazione</u> (da PGT): | C (secondo livello) |

Dott. Raffaele Maioli
Geologo



A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Dr. Raffaele Maioli, written over the professional stamp.