



**Comune di Campi Bisenzio
(Città Metropolitana di Firenze)**

OGGETTO

**ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE VIGENTI
DELLA SCUOLA SECONDARIA DI I GRADO “GARIBALDI”
BLOCCO 6 PALESTRA**

ALLEGATO B - Relazione Geologica

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Campi Bisenzio, lì Dicembre 2022

IL PROGETTISTA

Ing. Maria Teresa Cecchi

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. junior Mario Berni

TAVOLA N° 01.2

COMUNE DI CAMPI BISENZIO

TITOLO PROGETTO:

**RIQUALIFICAZIONE E ADEGUAMENTO ALLE
NORMATIVE VIGENTI DELLA SCUOLA SECONDARIA DI
1° GRADO "GARIBALDI"**

UBICAZIONE:

VIA VILLA

PROGETTISTA:

ING. PIERFRANCESCO MINIATI

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE GEOLOGICA

IL GEOLOGO:

Dr. Geol. Gianni Focardi

N. 659 O.d.G. della Toscana



CODIFICA INTERNA:

104gt19

DATA DOCUMENTO:

26 Marzo 2020

Viale della Cristallina n. 48, 50019 - Sesto Fiorentino (FI)

Tel.: 0554937392, fax 0550988172, cell. 3486703422; e mail: info@studiogeologicofocardi.it

www.studiogeologicofocardi.it / pec : giannifocardi@epap.sicurezzapostale.it

Cod. Fisc. : FCRGNN67E03D612U - P. IVA : 05395830481

INDICE

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA..... | 4 |
| 2. BREVE DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI | 5 |
| 3. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA | 6 |
| 3.1 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA | 7 |
| 3.2 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA..... | 7 |
| 3.3 LA PERICOLOSITÀ SISMICA | 8 |
| 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO | 9 |
| 4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE | 9 |
| 4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE | 9 |
| 5. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO | 10 |
| 6. I DATI DI ARCHIVIO | 10 |
| 7. LE INDAGINI..... | 12 |
| 7.1 GLI ESITI DEI SONDAGGI..... | 12 |
| 7.2 LE PROVE PENETROMETRICHE..... | 13 |
| 7.3 LE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO | 15 |
| 7.4 LA PROVA DOWN-HOLE E HVSR | 16 |
| 8. IL MODELLO GEOLOGICO | 18 |
| 9. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI..... | 18 |
| 9.1 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE | 19 |

FIGURE

Fig. 1 : Corografia;

Fig. 2 : Carta della Pericolosità Geologica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 3 : Carta della Pericolosità Idraulica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 4 : Carta della Pericolosità Sismica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 5 : Carta Geomorfologica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 6 : Carta Geologica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 7 : Carta Litotecnica da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 8 : Carta Idrogeologica e delle Permeabilità da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig. 9 : Carta delle Problematiche Idrogeologiche da variante al Regolamento Urbanistico;

Fig.10: Carta delle indagini;

Fig. 11 : Carta delle MOPS da variante al Regolamento Urbanistico.

ALLEGATI

Allegato 1: Pericolosità PGRA;

Allegato 2: Reticolo Idrografico e di Gestione;

Allegato 3: DATI DI ARCHIVIO – stratigrafia sondaggio, prove geotecniche, MASW, HVSR

Allegato 4: Colonna stratigrafica e documentazione fotografica carotaggio

Allegato 5:Certificato prove penetrometriche

Allegato 6: Certificato prove geotecniche di laboratorio

Allegato 7: Certificato prova sismica Down-Hole e HVSR

1. PREMESSA

La presente relazione geologica è stata redatta a supporto del progetto relativo ai lavori di riqualificazione e adeguamento alle normative vigenti della Scuola Secondaria di 1° grado "Garibaldi" ubicata in via la Villa, una parallela di via Barberinese nel comune di Campi Bisenzio (vedi fig. 1).

Per l'espletamento dell'incarico sono state esaminate e opportunamente verificate le informazioni derivanti dall'esame della cartografia tematica di supporto alla Variante del Regolamento Urbanistico e quella di supporto al PGRA dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (Bacino del Fiume Arno).

L'Amministrazione Comunale ha fornito inoltre gli esiti di uno studio geologico, eseguito dal Dott. Geol. Lorenzo Innocenti per conto della medesima Amministrazione, relativo al "progetto esecutivo per la realizzazione dell'ampliamento della scuola primaria "Pablo Neruda" ubicata in prossimità all'edificio scolastico di progetto. In tale occasione furono eseguite indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche che sono state utilizzate anche nel presente studio.

Per la caratterizzazione litostratigrafica e sismica locale sono state in più effettuate le seguenti prove:

- ✓ una campagna di indagini geognostiche con sondaggi e prove penetrometriche;
- ✓ prove geotecniche di laboratorio;
- ✓ una campagna di prospezioni sismiche con prova Down-Hole e misure HVSR;

Il presente lavoro è redatto in ottemperanza alle seguenti normative:

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 - Testo unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Consiglio Superiori dei Lavori Pubblici -Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018. Circolare del 27 luglio 2018;
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale n.42 del 20/02/2018

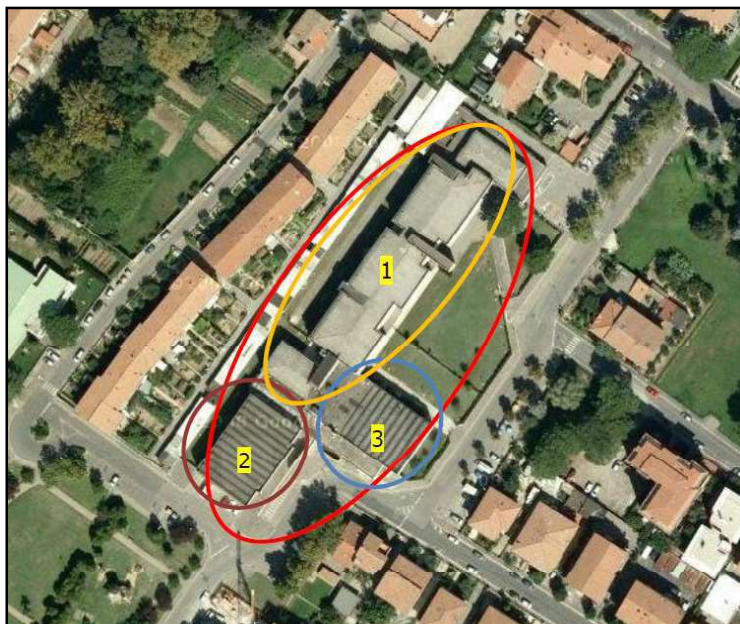
- DPGRT 9/07/2009 n° 36/R -Regolamento di attuazione dell'articolo 117, commi 1 e 2 della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento delle attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico;
- D.P.G.R.T 25 ottobre 2011 n° 53/R – Regolamento di attuazione dell'art. 62 della L.R. 3 gennaio 2005 n.1 in materia di indagini geologiche;
- Strumento Urbanistico vigente.

Con riferimento alle NTC 2018 i contenuti della presente relazione rispettano quanto previsto all'art. 6.2.1 "Caratterizzazione e modellazione geologica del sito" e pertanto comprende, "sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, la struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche". Inoltre, secondo quanto riportato all'art 6.2.2 "della definizione del piano delle indagini, della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il Progettista"; pur tuttavia si suggerisce nel presente elaborato anche una modellazione geotecnica sulla scorta degli elementi acquisiti.

2. BREVE DESCRIZIONE DEGLI EDIFICI

Come risulta dall'esame della relazione generale l' edificio è realizzato da sei unità strutturali divise da cinque giunti strutturali. Una di queste parti è la palestra e un'altra l'auditorium. Le restanti unità strutturali, seppur distinte da giunti, sono considerate come un'unica unità.

Il loro sviluppo è riportato nell'illustrazione seguente.



In sintesi le principali caratteristiche di ciascuna unità sono le seguenti:

- La scuola (unità 1) è un unico corpo di fabbrica, libera su ogni lato da edifici adiacenti e circondato da giardino. L'edificio, realizzato nel 1980, è costituito da setti e talai in c.a., tramezzi in muratura o cartongesso e solai in latero-cemento. I telai sono costituiti da una serie di pilastri, travi in spessore e travi ricalate.
- La palestra (unità 2) è un unico corpo di fabbrica, libera su tre lati da edifici adiacenti e confinante su uno con la scuola. Realizzata nel 1980, è costituita da setti e talai in c.a. e solaio di copertura in pannelli prefabbricati di c.a.
- L'auditorium (unità 3) è un unico corpo di fabbrica, libero su tre lati da edifici adiacenti e confinante su uno con la scuola. Realizzato nel 1980, è costituito da setti e talai in c.a. e solaio di copertura in pannelli prefabbricati di c.a.

Su tutti gli edifici non sono stati rilevati dissesti.

3. LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA

Per l'analisi della pericolosità geomorfologica, idraulica e sismica della zona di progetto, è stata consultata la cartografia di supporto alla Variante del Regolamento Urbanistico.

3.1 LA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Dalla consultazione della carta della pericolosità geologica di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.2) risulta la **classe G.1, pericolosità geologica bassa**, così descritta:

"Pericolosità geologica bassa (G.1): *Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi".*

Le Perimetrazioni redatte dal P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeomorfologico del Bacino dell'Arno) suddividono il territorio del Bacino del fiume Arno in quattro classi di pericolosità P.F.1 moderata, P.F. 2 media , P.F. 3 elevata e P.F. 4 molto elevata) in funzione della Pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante (frane, erosione etc.). L'area di progetto risulta però esterna alle zone con pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica del PAI.

3.2 LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Dalla consultazione della carta della pericolosità idraulica di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.3) , il complesso dei fabbricati risulta ricadere in **classe I.2, pericolosità idraulica media**, al margine con la **classe I.3, pericolosità idraulica elevata** che interessa una ristretta porzione degli edifici, e così descritte:

"Pericolosità idraulica media (I.2) : *Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < TR < 500$ anni.*

Fuori dalla UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino ed in assenza di studi idrologici ed idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorra le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda".

"Pericolosità idraulica elevata (I.3) : *Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < TR < 200$ anni.*

Fuori dalla UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino ed in assenza di studi idrologici ed idraulici rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;*
- b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda".*

Il PGRA redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno definisce la pericolosità idraulica del territorio compreso nel bacino idrografico dell'Arno riguardo al rischio di alluvione. La pericolosità è definita su tre classi di livello crescente in base al tempo di ritorno del fenomeno che provoca l'evento alluvionale.

La pericolosità da alluvione bassa (P1) corrisponde ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni;

La pericolosità da alluvione media (P2) corrisponde ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno compresa tra 30 e 200 anni;

La pericolosità da alluvione elevata (P3) corrisponde ad aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minori o uguali di 30 anni.

In particolare l'edificio oggetto di studio ricade in **pericolosità bassa (P1)** e in **pericolosità media (P2)** (vedi all.1). Il limite del contatto tra le due classi corrisponde a quello della pericolosità idraulica dello strumento urbanistico

3.3 LA PERICOLOSITÀ SISMICA

Dalla consultazione della carta della pericolosità sismica di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.4), risulta la **classe S.2, pericolosità sismica locale media**, così descritta:

"Pericolosità sismica locale media (S.2) : Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali".

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Il territorio comunale di Campi Bisenzio si inserisce all'interno del Sistema della Piana di Firenze-Prato-Pistoia, a sua volta facente parte del settore centrale della pianura del medio Valdarno.

La suddetta Piana è compresa fra i rilievi dei Monti della Calvana – Monte Morello a Nord, e il Monte Albano a Sud. La piana rappresenta una depressione lacustre villafranchiana, il cui paleo-invaso, poggiante su un substrato roccioso con formazioni appartenenti al Dominio Ligure s.l. e alla Falda Toscana, è stato colmato da depositi fluvio-lacustri.

Il bacino presenta una profondità che va da circa 500-550 m dal piano campagna, nella zona compresa tra Campi Bisenzio e Calenzano fino a valori non superiori ai 50 m in corrispondenza dell'abitato di Firenze, con valori intermedi di circa 400-450 m in corrispondenza del settore compreso fra Prato e Pistoia. Il substrato della depressione lacustre in oggetto presenta una natura variabile in funzione delle diverse litologie affioranti lungo le i margini della pianura fluvio-lacustre. In corrispondenza della porzione centrale del bacino, il substrato è costituito da calcari marnosi appartenenti alla Formazione di Monte Morello associati ad elementi del complesso ofiolitico e ad arenarie dell'Unità Cervalora.

I depositi fluvio-lacustri di riempimento del bacino sono costituiti da argille limose, talvolta leggermente sabbiose, con livelli di lignite e torba. Sono presenti strati e/o lenti di ghiaie in matrice limosa, che si intercalano agli orizzonti prevalentemente argillosi, con uno spessore decrescente spostandosi dal margine della piana verso il centro.

4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO LOCALE

L'intero edificio oggetto di studio si instaura in un contesto urbanizzato e pianeggiante, con quote del piano di campagna comprese tra 38 e 39 m s.l.m.. Dalla carta geomorfologica di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.5) non sono censiti elementi di rilievo, così come dallo stato dei luoghi. La zona è pertanto stabile.

La carta geologica e quella litotecnica (vedi fig.6 e 7) mostrano l'area di progetto costituita da depositi di natura antropica e depositi alluvionali di conoide; quest'ultimi sono caratterizzati da terreni limosi e/o limoso argillosi da consistenti

a moderatamente consistenti con presenza rara di orizzonti e/o lenti sabbiose e/o ghiaiose).

5. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

La zona d'intervento è ubicata nella pianura alluvionale del Fiume Bisenzio (corso d'acqua del reticolo idrografico secondo la LR 79/2012 aggiornata con DCRT 20/2019 e cartografato in allegato 2), a circa 160 metri a sud dalla sponda sinistra di quest'ultimo. Trattandosi di area urbanizzata il drenaggio superficiale delle acque meteoriche è svolto dalla locale rete fognaria locale.

Indicazioni circa la circolazione freaticometrica locale derivano dalla carta idrogeologica e delle permeabilità di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.8); da tale cartografia, risulta una permeabilità dei terreni medio-bassa e la presenza di una falda freatica con quota a circa 38 metri s.l.m. (mediamente 1 metro dal p.c.).

L'acquifero è stato classificato a vulnerabilità da bassa a molto bassa dalla cartografia di supporto alla Variante del R.U. (vedi fig.9). Inoltre sono individuate in tale cartografia le zone a diversa disponibilità di acque sotterranee definite dall'Autorità di Bacino del fiume Arno sulla base degli studi realizzati a supporto del Piano Stralcio Bilancio Idrico realizzato al fine di mettere in evidenza condizioni di criticità della risorsa idrica superficiale e sotterranea, e per l'imposizione di vincoli di sfruttamento sostenibile della stessa. La zona ricade in zona D1 (*aree ad elevata disponibilità di ricarica*) e D2 (*aree a disponibilità prossima alla capacità di ricarica*). L'area di progetto è infine esterna alle zone di rispetto e di 200 metri per pozzi potabili ad uso acquedottistico secondo artL.91, c.6 152/2006 e s.m.i..

6. I DATI DI ARCHIVIO

Come riportato in premessa, l'Amministrazione Comunale ha fornito gli esiti di uno studio geologico, eseguito nell'anno 2017 dal Dott. Geol. Lorenzo Innocenti per conto della medesima Amministrazione, relativo al "*Progetto esecutivo per la realizzazione dell'ampliamento della scuola primaria Pablo Neruda*" ubicata in un'area prospiciente all'edificio scolastico di progetto, immediatamente a sud.

In tale occasione è stato eseguito n. 1 sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 15 metri, prove geotecniche di laboratorio, prova MASW e misure HVSR. L'ubicazione delle prove in situ è riportata in figura 10.

Le indagini geognostiche e geofisiche sono state realizzate dalla società MAPPO GEOGNOSTICA SRL, le prove geotecniche dalla società LABOTER snc.

Dall'analisi dei certificati di prova risultano le seguenti indicazioni (vedi anche allegato 3)

Dall'esame della colonna stratigrafica risulta la presenza di litotipi limoso argillosi prevalenti fino alla massima profondità indagata.

Nel corso della perforazione sono state eseguite alcune prove S.P.T., gli esiti delle quali sono di seguito riportati:

| n. S.P.T. | Profondità m da p.c. | Numero colpi | N _{SPT} |
|-----------|-------------------------|--------------|------------------|
| SPT 1 | da 1,5 | 6-13-18 | 31 |
| SPT 2 | da 6,5 | 6-7-9 | 16 |

Da tali valori risulta un discreto grado di consistenza del terreno limoso argilloso . Sui campioni prelevati nel corso della prospezione sono state effettuate alcune prove geotecniche di laboratorio; nella tabella seguente si riporta la sintesi dei dati maggiormente significativi estratti dal certificato di prova:

| Campione | C1 | C2 |
|--|------------------|------------------|
| Profondità prelievo (m) | 2,0-2,5 | 4,0-4,5 |
| Descrizione | Limo con argilla | Argilla con limo |
| Peso volume γ (kN/mc) | 18,6 | 19,1 |
| Angolo d'attrito interno ϕ' (°) | 25,2 | 23,9 |
| Coesione c' (kPa) | 19 | 21 |
| Modulo Edometrico (49-98 kPa) Eed (kpa) | 4187 | -- |
| Modulo Edometrico (98-196 kPa) Eed (kpa) | 4433 | -- |
| Ciottoli+ghiaia (%) | 0 | 0 |
| Sabbia(%) | 1 | 0,3 |
| Limo(%) | 54,1 | 18,3 |
| Argilla(%) | 44,9 | 81,4 |

Dalla prova MASW deriva la seguente modellazione sismo-stratigrafica:

| strato | 1 | 2 | 3 |
|--------------|--------|--------|-----|
| VSh (m/sec) | 195 | 286 | 322 |
| spessore (m) | 4.9432 | 2.1833 | |

Il parametro $V_{s,eq}$ (corrispondente in questo caso alla V_{s30}) risulta essere pari a 288 m/s, considerando come riferimento il piano campagna. Sulla base del profilo sismostratigrafico ottenuto il sito risulta compatibile con la categoria di sottosuolo C secondo le NTC 2018 - Tabella 3.2.II.

Infine in nessuna delle 2 postazioni di misura HVSR è stato registrato un picco di amplificazione significativo secondo le specifiche del SESAME. I picchi a 51Hz e 48 Hz sono molto probabilmente dovuti ad attività antropiche e quindi di nessun interesse ai fini della caratterizzazione del sottosuolo.

7. LE INDAGINI

Come precedentemente accennato in premessa, per la caratterizzazione litostratigrafica e sismica del sito è stata effettuata un'ulteriore campagna di indagini consistita in:

- N. 2 Sondaggi a carotaggio continuo;
- N.2 prove penetrometriche statiche meccaniche CPT;
- Prove geotecniche di laboratorio;
- Indagine sismica Down-Hole e n. 3 prove HVSR.

La loro ubicazione è riportata in figura 10.

Le indagini geognostiche sono state eseguite dalla società TECNA SRL, le prove geotecniche dalla società ELLE TI Laboratorio Terre SRL e le prospezioni sismiche dalla società IGEA sas.

7.1 GLI ESITI DEI SONDAGGI

Le prospezioni, realizzate in data 12-13/02/2020, hanno raggiunto le profondità di 30 (S1) e 15 m (S2) dal locale p.c.. I fori di prova sono stati attrezzati rispettivamente con tubo per prova down-hole e piezometro del tipo Norton.

Dall'esame del relativo certificato (vedi allegato 4) risulta in sintesi la seguente successione litostratigrafica principale:

- dal p.c. fino a circa 1,5/1,7 metri : terreno di riporto;

- per profondità maggiori e fino alla massima indagata si riscontra del limo con argilla tendente ad argilla con limo in profondità, localmente debolmente sabbiosi.

Nel corso della perforazione sono state eseguite alcune prove S.P.T., gli esiti delle quali sono di seguito riportati:

| num. S.P.T. | Profondità m da p.c. | S1 | | S2 | |
|----------------|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | | Numero colpi | N _{SPT} | Numero colpi | N _{SPT} |
| SPT 1 | da 3,50 a 3,95 | 5-9-14 | 23 | 5-10-12 | 22 |
| SPT 2 | da 6,50 a 6,95 | 5-10-14 | 24 | 7-9-14 | 23 |
| SPT 3 | da 11,00 a 11,45 | 11-15-13 | 28 | -- | -- |
| SPT 4 | da 14,00 a 14,45 | 10-15-18 | 33 | -- | -- |
| SPT 5 | da 20,00 a 20,45 | 12-16-18 | 34 | -- | -- |

Da tali valori risulta un grado di consistenza elevata dei terreni.

La misura del livello di falda, eseguita nel piezometro alcuni giorni dopo la terminazione del sondaggio, ha rilevato la presenza di un livello freaticometrico molto superficiale e corrispondente alla profondità di circa 1,0 metro dal p.c..

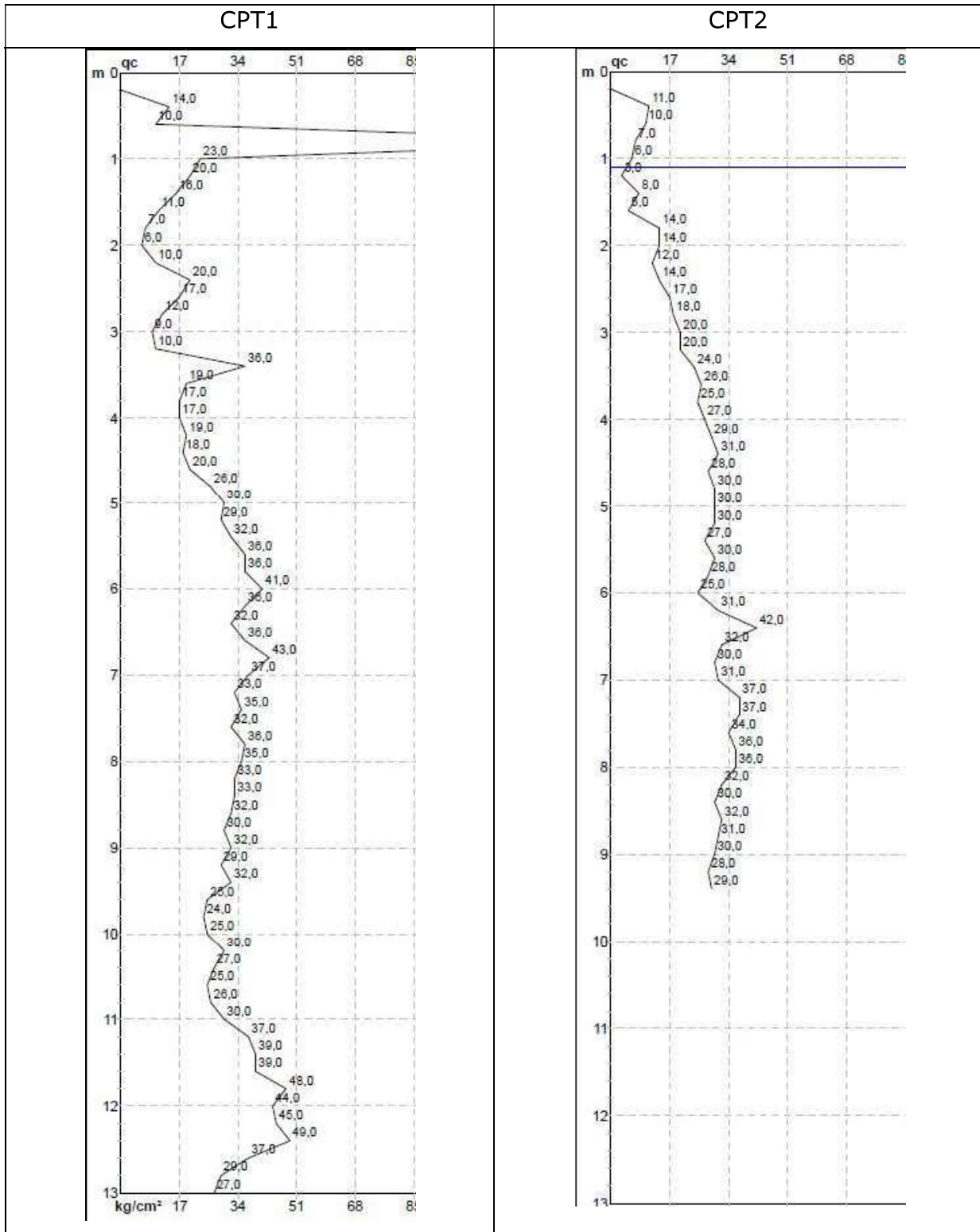
7.2 LE PROVE PENETROMETRICHE

Le penetrometrie, realizzate in data 10/02/2020, sono state spinte fino alle seguenti profondità:

- CPT1 → 13,0 m;
- CPT 2 → 9,4 metri.

In entrambi i casi le prove si sono arrestate per disancoramento del mezzo d'opera .

Dall'esame del rapporto di prova (vedi allegato 5) e dal confronto con gli esiti dei sondaggi risulta in sintesi come i litotipi limoso argillosi abbiamo una consistenza inferiore nei primi 3 metri , per profondità maggiori le caratteristiche litologiche e litotecniche sono omogenee (vedi anche il confronto dei grafici dei valori di resistenza alla punta, alla pagina seguente).



7.3 LE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

Sui campioni prelevati nel corso delle indagini sono state eseguite le seguenti determinazioni e prove geotecniche di laboratorio

- Determinazione del peso di volume
- Analisi granulometrica (setacciatura e sedimentazione) e comparazione con fuso di liquefazione;
- Prove di taglio diretto con scatola di Casagrande C.D.
- Prove edometriche

Nella tabella seguente si riporta la sintesi dei dati maggiormente significativi estratti dal certificato di prova (vedi all. 6); alcuni dei parametri derivano dall'elaborazione dei dati sperimentali (all. 6-bis).

| SONDAGGIO | S1 | S1 | S1 | S2 | S2 |
|--|--------------------------------|--|------------------|----------------|----------------|
| Campione | C1 | C2 | C3 | C1 | C2 |
| Profondità prelievo (m) | 3,0-3,5 | 6,0-6,5 | 10,0-10,50 | 3,0-3,5 | 6,0-6,5 |
| Descrizione | Limo con argilla deb. sabbioso | Argilla con limo deb sabbiosa e ghiaiosa | Argilla con limo | Argilla limosa | Argilla limosa |
| Peso volume γ (kN/mc) | 18,2 | 19,8 | 19,1 | 19,6 | 19,7 |
| Coesione non drenata cu (kPa) | 36 | 114 | 76 | -- | -- |
| Angolo d'attrito interno ϕ' (°) | 27 | 16 | 19 | 23 | -- |
| Coesione c' (kPa) | 13 | 30 | 25 | 21 | -- |
| Modulo Edometrico (49-98 kPa) Eed (kpa) | -- | -- | -- | 4601 | 9890 |
| Modulo Edometrico (98-196 KPa) Eed (kpa) | -- | -- | -- | 6909 | 7986 |
| Ciottoli+ghiaia (%) | 1 | 10 | 0 | -- | -- |
| Sabbia (%) | 8 | 6 | 2 | -- | -- |
| Limo (%) | 48 | 32 | 33 | -- | -- |
| Argilla (%) | 43 | 52 | 65 | -- | -- |

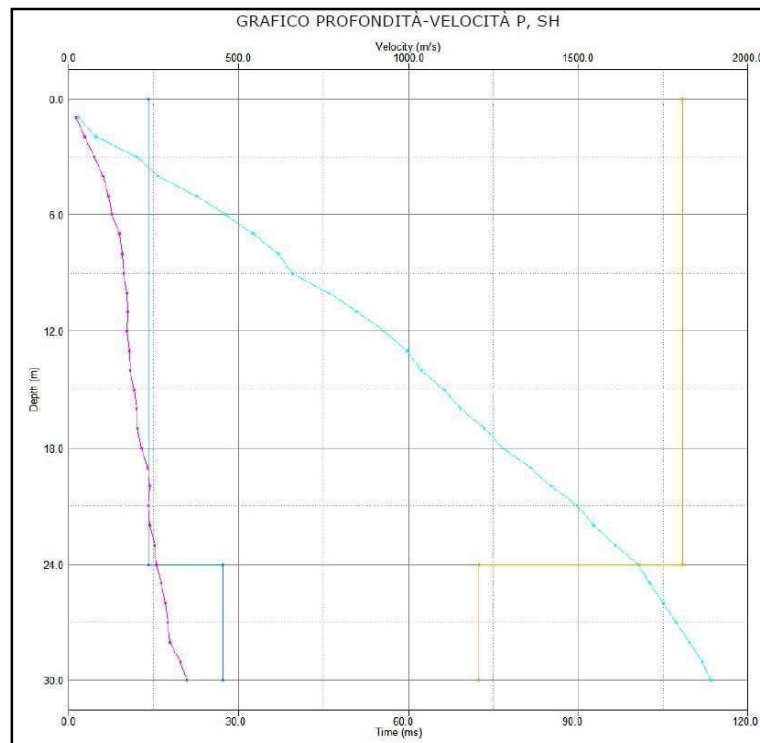
7.4 LA PROVA DOWN-HOLE E HVSR

Per valutare la risposta sismica del terreno in termini di parametro Vs30 ci si è avvalsi di una prova down-hole eseguita nel foro del sondaggio S1, opportunamente allestito e di n. 3 misure HVSR.

Le metodologie d'indagine, lo schema operativo, le operazioni di campagna, le strumentazioni e le modalità di analisi dei dati, ed infine l'interpretazione dei dati elaborati sono riportati nello specifico rapporto di prova.

Dalla lettura di tale relazione derivano le seguenti indicazioni principali:

Dalla prova Down-Hole risulta un andamento piuttosto costante delle velocità con la profondità, con un lieve incremento alla profondità di 24 metri:



I valori relativi ai moduli sismici dinamici dei 2 sismostrati sono riportati nella tabella seguente:

| | r | E | n | k | m | l | Vp | Vs | Vp/Vs |
|--------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|---------------|--------|----------|
| | densità | Young | Poisson | Bulk | Rigidità | Lamè-1 | Longitudinale | Taglio | rapporto |
| Vp, Vs | 1900 | 3.11E+08 | 0.49 | 6.07E+09 | 1.04E+08 | 6.00E+09 | 1807.9 | 234.1 | 7.723 |
| Vp, Vs | 1900 | 1.11E+09 | 0.42 | 2.25E+09 | 3.93E+08 | 1.99E+09 | 1207.6 | 454.6 | 2.656 |

Con:

| | |
|------|-------------------|
| Vp | m/s |
| Vs | m/s |
| r | Kg/m ³ |
| k, m | Pa |
| E | Pa |
| l | Pa |

Considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, si ottiene dal piano di campagna, un valore della $V_{s,eq}$ (corrispondente in questo caso alla V_{s30}) pari a 259 m/s.

Dalle misure HVSR si ottengono i seguenti profili sismi stratigrafici

HVSR1

| Unità geotecnica | h [m] | z [m] | Densità [kg/m ³] | Vs [m/s] | Vp [m/s] |
|------------------|-------|-------|------------------------------|----------|----------|
| 1 | 24 | -24 | 1800 | 234 | 1807 |
| 2 | 0 | -∞ | 1800 | 456 | 1207 |

Frequenza del picco della curva H/V sperimentale [Hz] 2,5
 Frequenza del picco della curva H/V numerica [Hz] 2,1

HVSR2

| Unità geotecnica | h [m] | z [m] | Densità [kg/m ³] | Vs [m/s] | Vp [m/s] |
|------------------|-------|-------|------------------------------|----------|----------|
| 1 | 24 | -24 | 1800 | 234 | 1807 |
| 2 | 0 | -∞ | 1800 | 456 | 1207 |

Frequenza del picco della curva H/V sperimentale [Hz] 2,2
 Frequenza del picco della curva H/V numerica [Hz] 2,1

HVSR3

| Unità geotecnica | h [m] | z [m] | Densità [kg/m ³] | Vs [m/s] | Vp [m/s] |
|------------------|-------|-------|------------------------------|----------|----------|
| 1 | 24 | -24 | 1800 | 234 | 1807 |
| 2 | 0 | -∞ | 1800 | 456 | 1207 |

Frequenza del picco della curva H/V sperimentale [Hz] 2,4
 Frequenza del picco della curva H/V numerica [Hz] 2,6

8. IL MODELLO GEOLOGICO

Le prospezioni effettuate (insieme ai dati ai dati di archivio) hanno consentito di verificare le caratteristiche geologiche della zona e la locale successione litostratigrafica.

In superficie è risultato un modesto strato di terreno di riporto connesso alle locale sistemazioni antropiche superficiali; si ritiene non significativo ai fini geotecnici in quanto si presume che le fondazioni lo oltrepassino.

Il quadro stratigrafico relativo ai terreni naturali risulta estremamente omogeneo con litotipi caratterizzati da limi con argille in rapporti vicendevoli con la profondità. Localmente vi possono essere intercalazioni sabbiose non significative.

Relativamente alla circolazione freaticometrica il livello risulta a profondità prossima al piano di campagna (circa 1 metro).

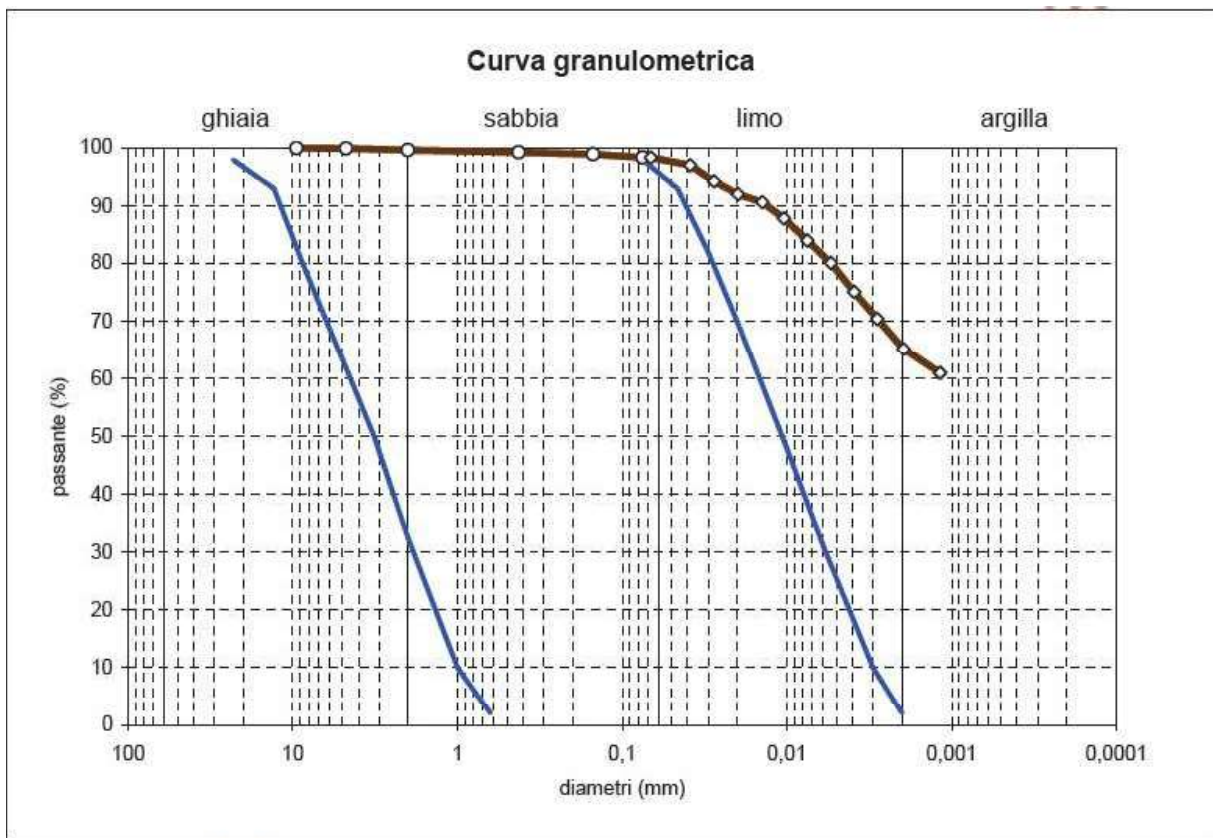
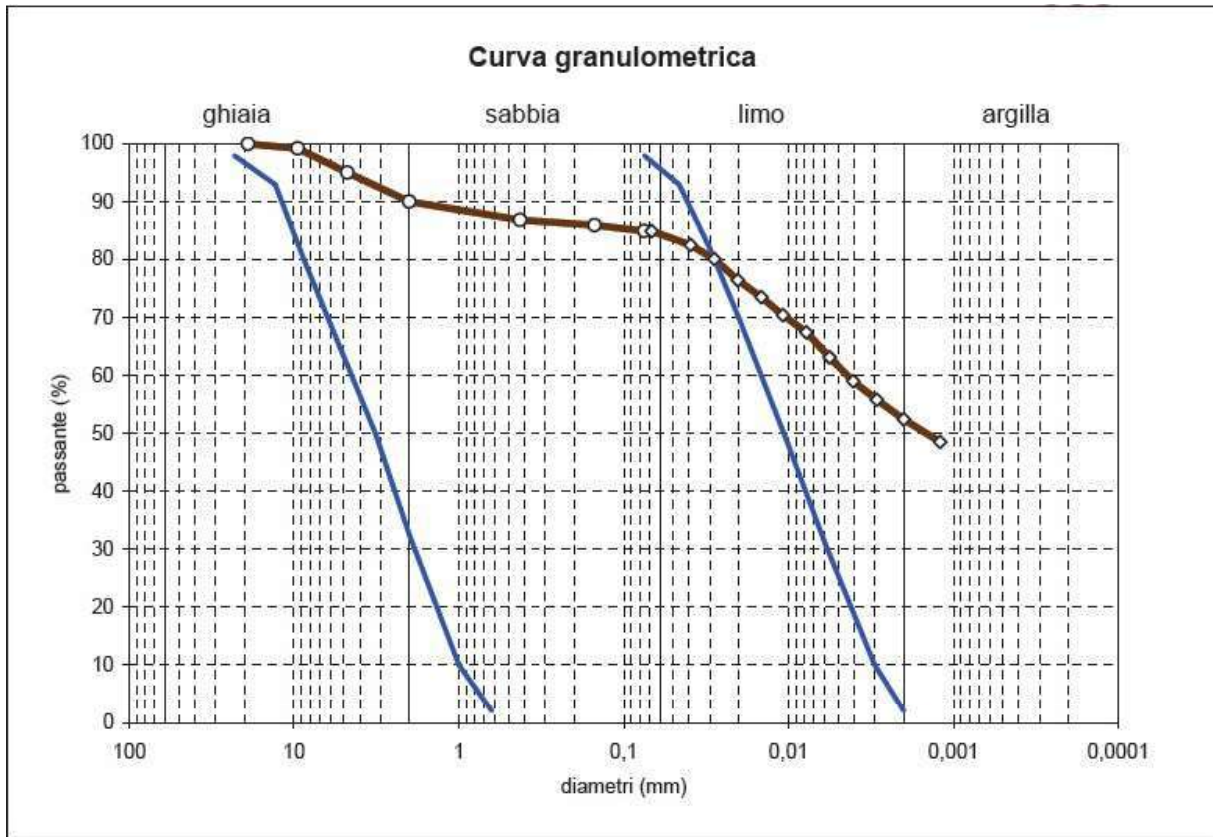
Pur considerando che della caratterizzazione e della modellazione geotecnica è responsabile il Progettista (art 6.2.2 NTC 2018) si suggerisce di seguito una possibile modellazione geotecnica dell'unica unità litologica riconosciuta (trascurando il terreno di riporto superficiale)

| | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Litologia | limi e argille |
| Peso di volume | $\gamma = 19,5 \text{ kN/mc}$ |
| Coesione drenata | $c' = 10 \text{ kPa}$ |
| Angolo d'attrito interno drenato | $\Phi' = 20^\circ$ |
| Coesione non drenata | $c_u = 50 \text{ kPa}$ |
| Modulo edometrico | $E_{ed} = 4.000 \text{ kPa}$ |
| S.P.T. | $N_{SPT} = 20 \text{ colpi}$ |

9. CARATTERISTICHE SISMICHE LOCALI

Dalla carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (vedi Fig.12) si nota come l'area ricada nelle zone stabili suscettibili di amplificazione locale, con una stratigrafia del sottosuolo coerente con quanto descritto in precedenza. Il substrato geologico risulta a profondità notevoli (circa 400-500 metri).

L'analisi tramite sistema HVSR ha evidenziato dei picchi, alle frequenze di circa 2,0-2,5 Hz.



Si evidenzia come una percentuale molto rilevante delle curve granulometriche ricada esternamente all'area di possibile liquefazione per le presenza di una considerevole componente fine, pertanto si esclude tale verifica.

Sesto Fiorentino, 26 Marzo 2020

Fig. 1 - Corografia
Estratto da CTR scala 1:2000

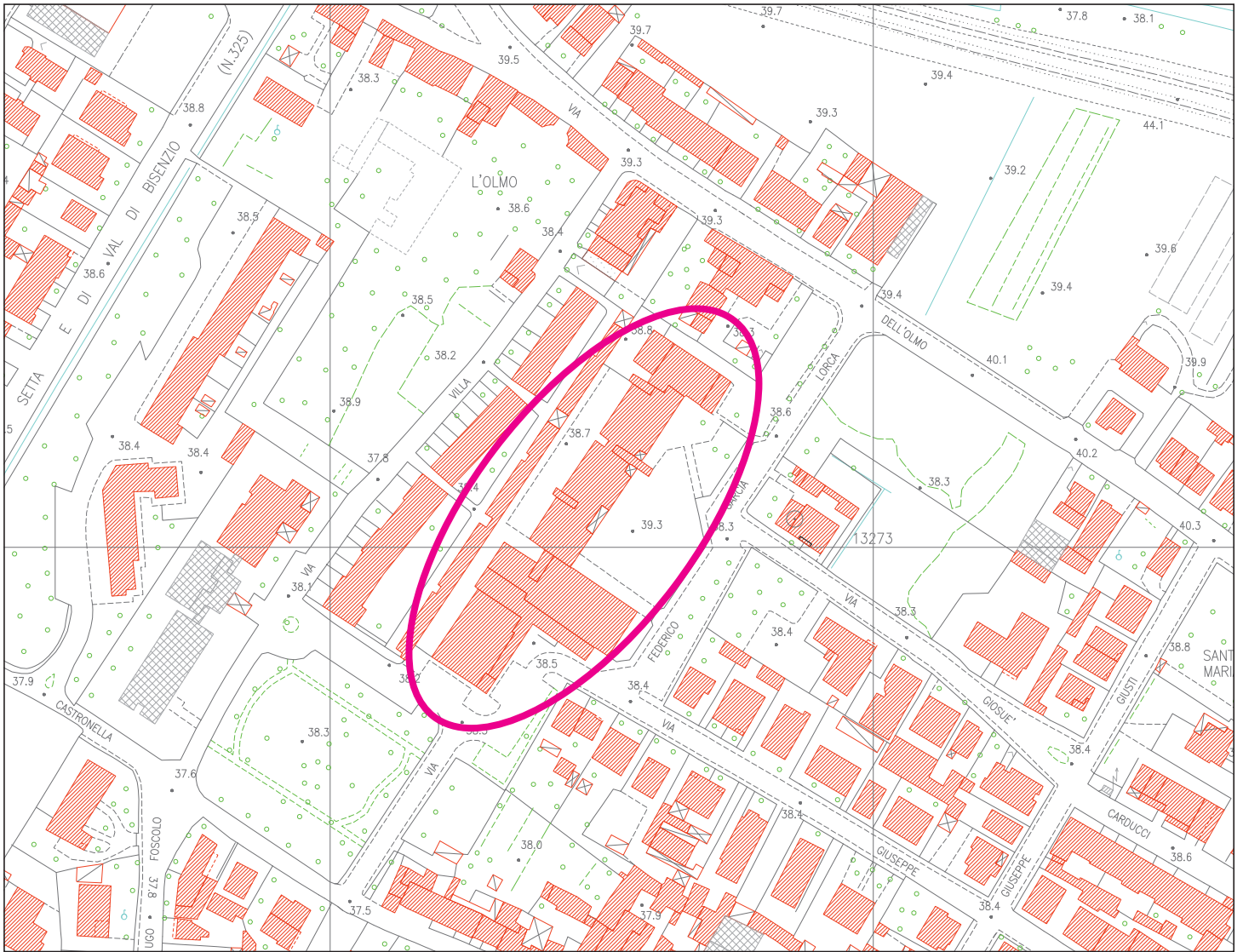


Fig. 2 - Carta della Pericolosità Geologica

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico

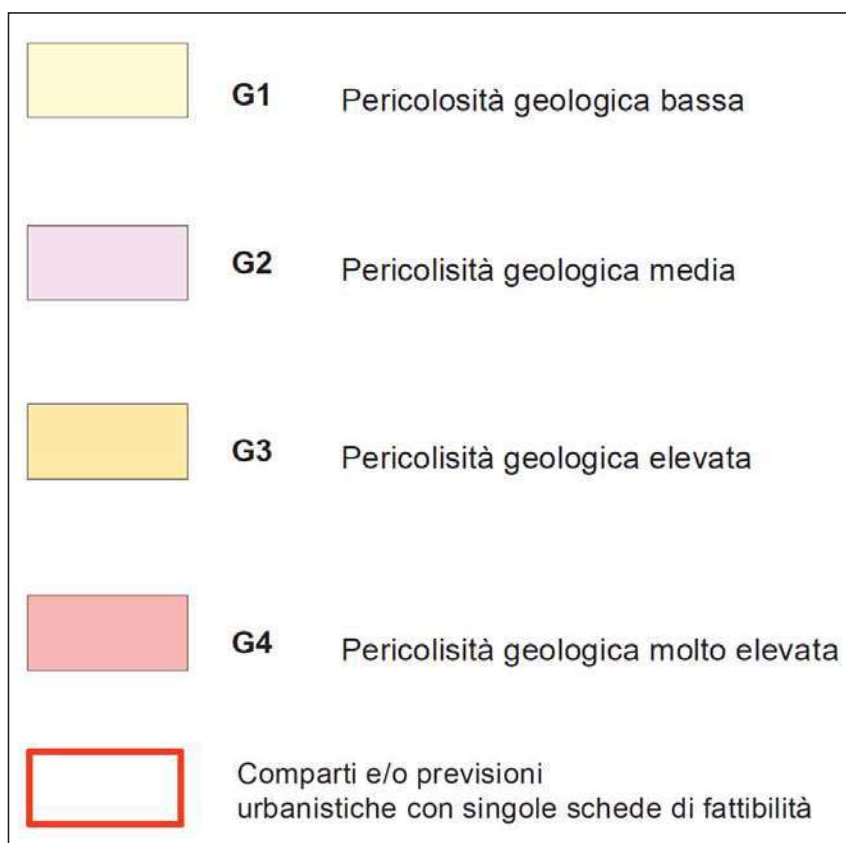
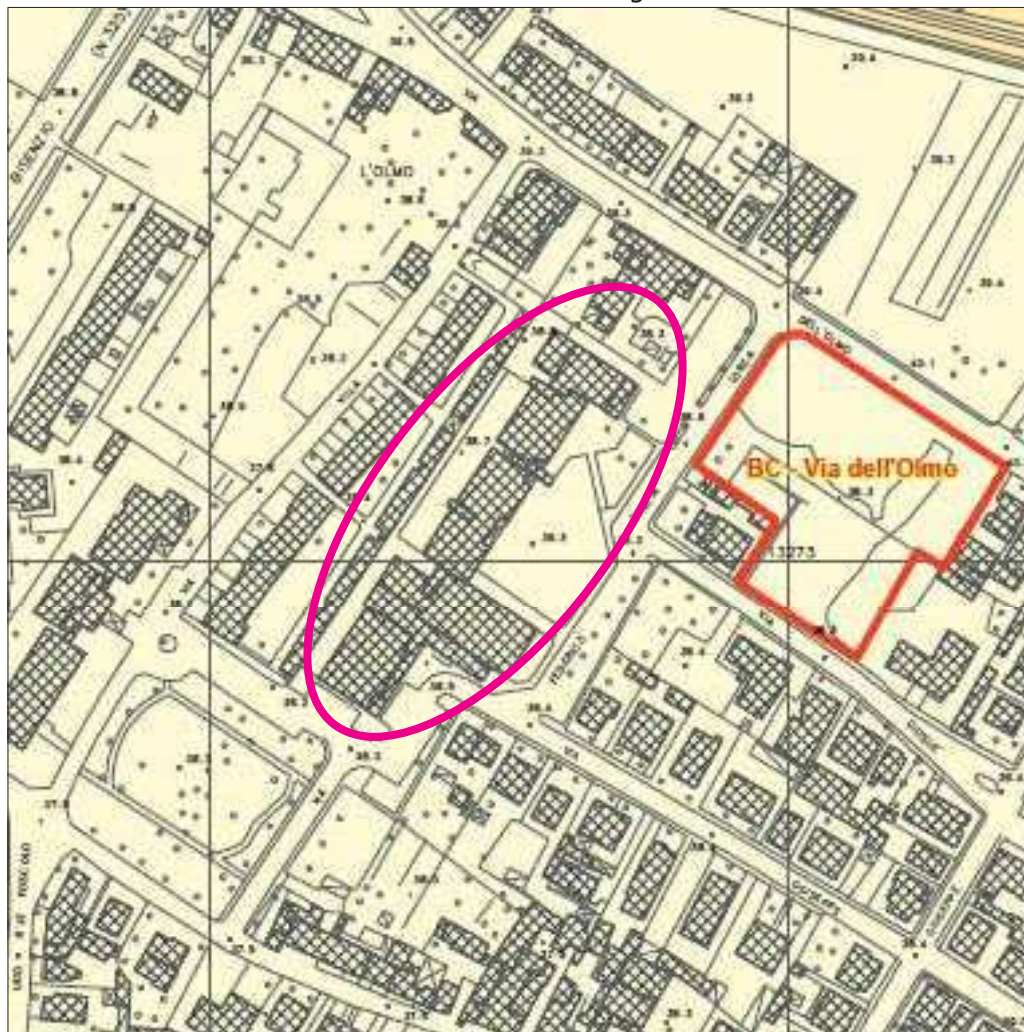


Fig. 3 - Carta della Pericolosità Idraulica

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico

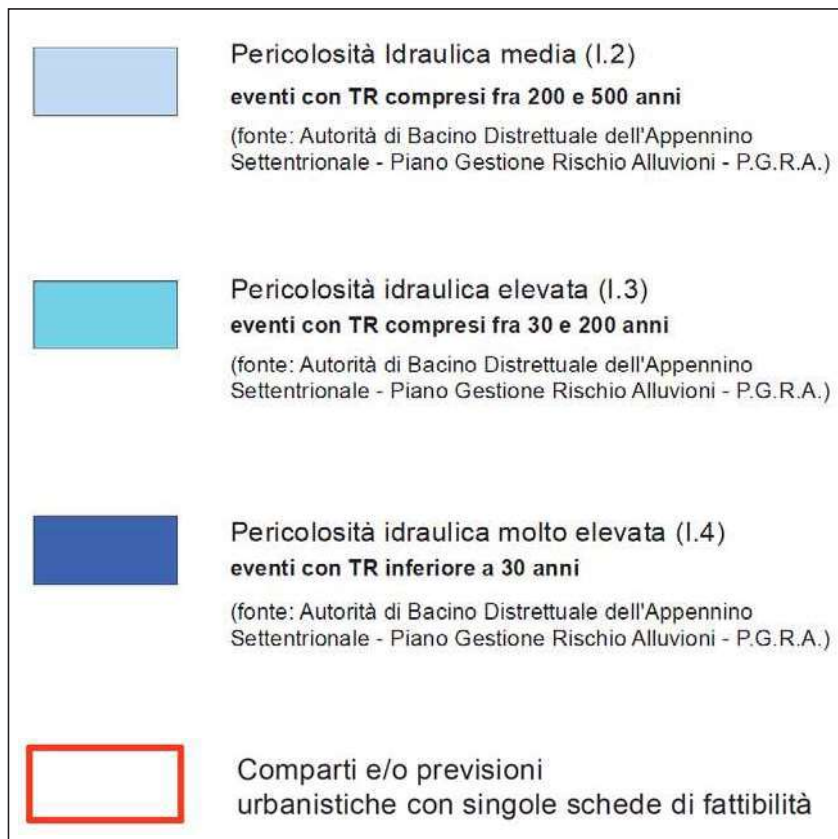
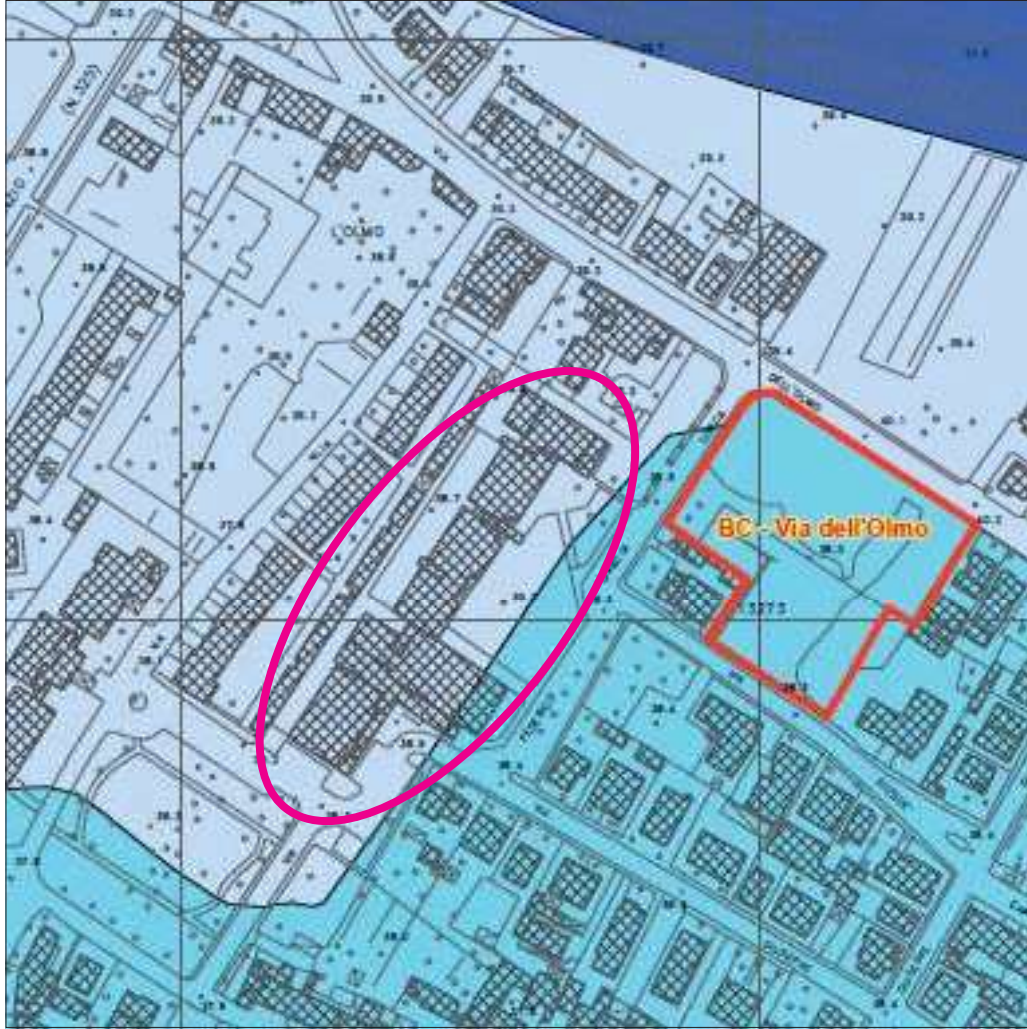


Fig. 4 - Carta della Pericolosità Sismica

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico

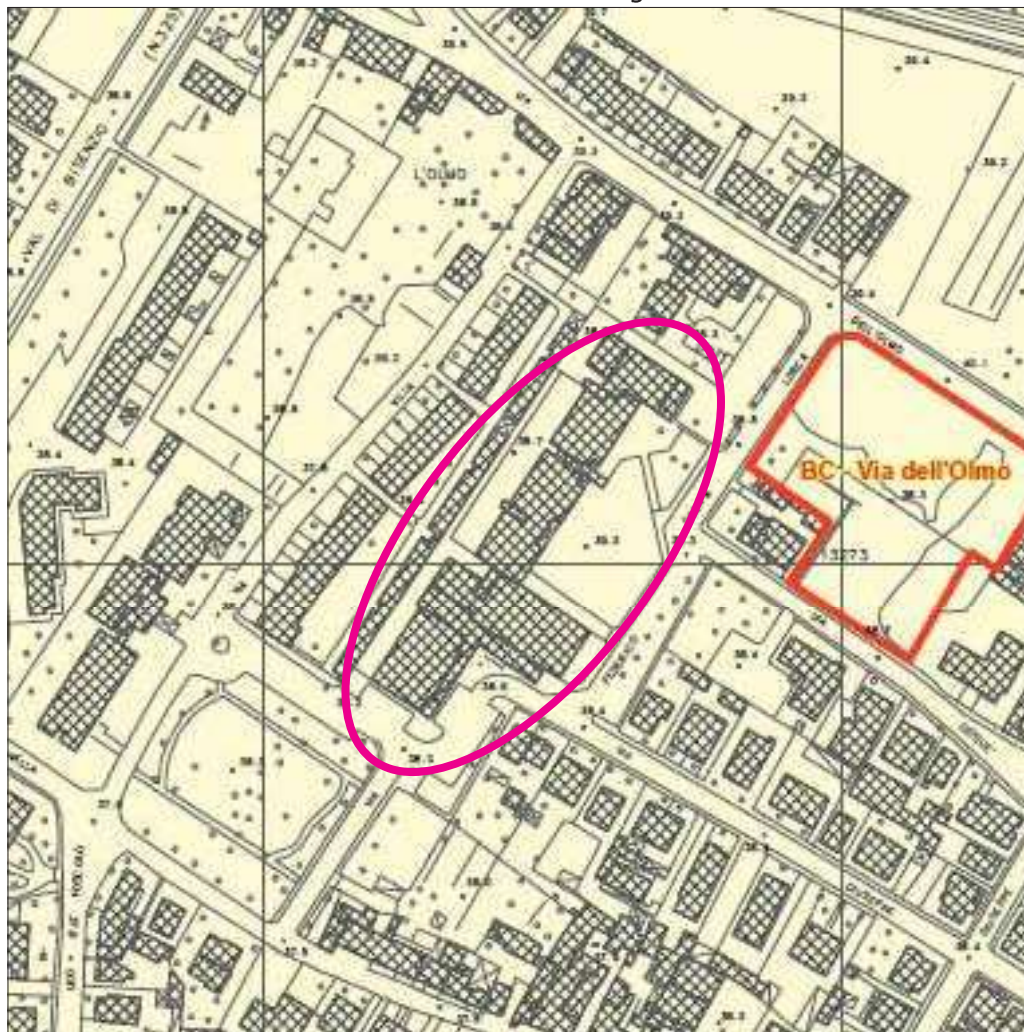


Fig. 5 - Carta Geomorfológica

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico

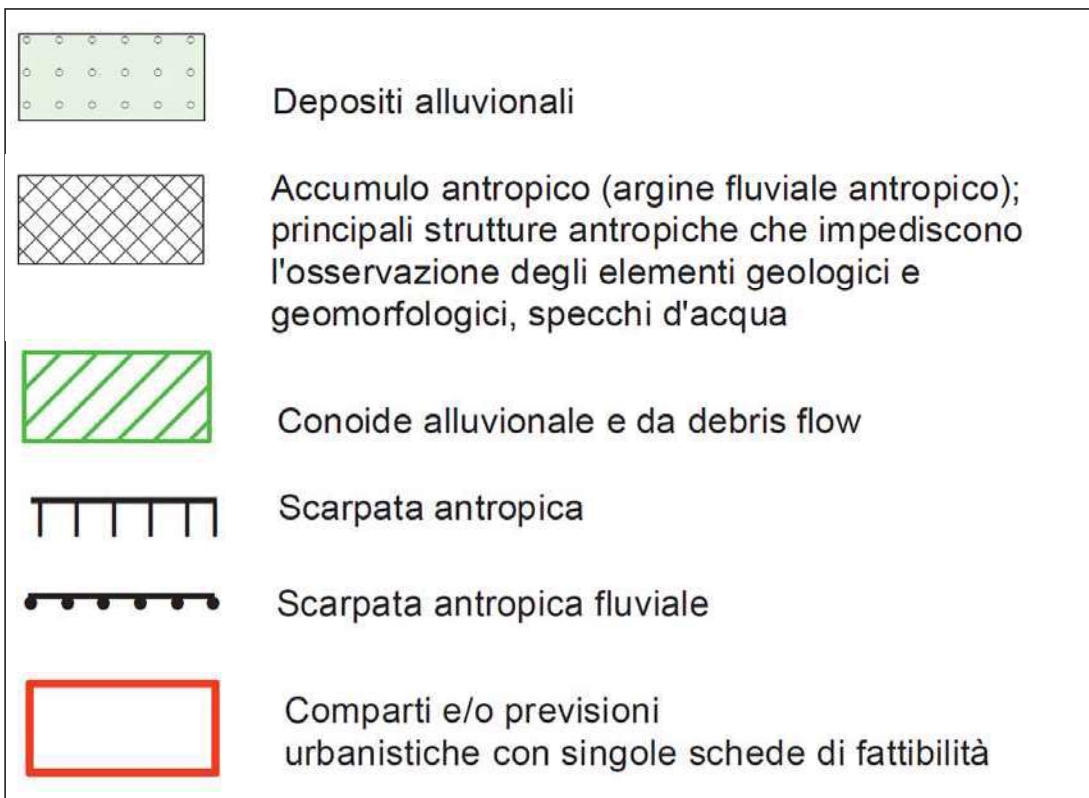
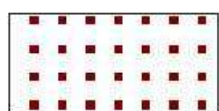


Fig. 6 - Carta Geologica

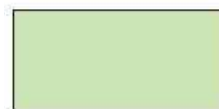
Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico



h5 Depositi antropici



Conoide alluvionale e da debris flow



bna1
bna2 Depositi alluvionali terrazzati



Comparti e/o previsioni
urbanistiche con singole schede di fattibilità



Fig. 7 - Carta Litotecnica

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico



Terreno di riporto:
zone urbanizzate, rilevati stradali e ferroviari



Unità F1.s3-4 - Depositi alluvionali.
Granulometria dominante: Terreni limosi e/o
limosi-argillosi da consistenti a moderatamente
consistenti con presenza rara di orizzonti e/o
lenti sabbiose e/o ghiaiose



Comparti e/o previsioni
urbanistiche con singole schede di fattibilità



Fig. 8 - Carta Idrogeologica e delle Permeabilità

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico modificato

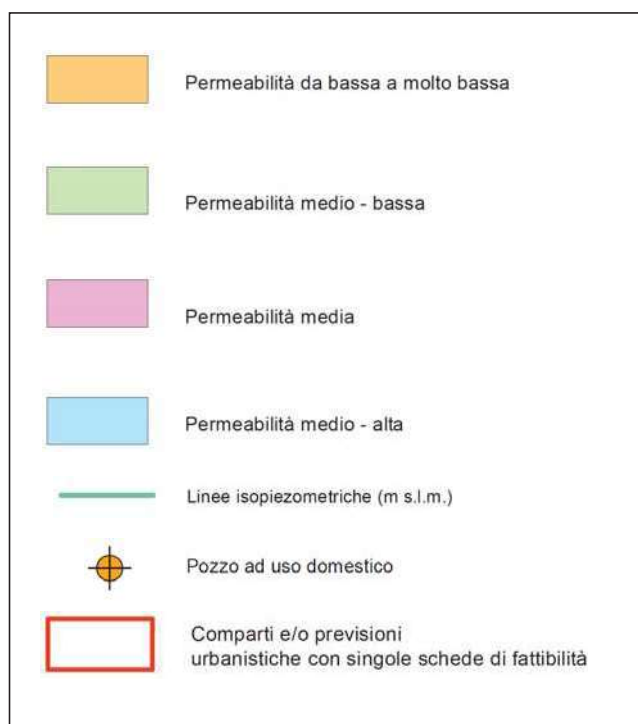


Fig. 9 - Carta delle Problematiche Idrogeologiche

Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico

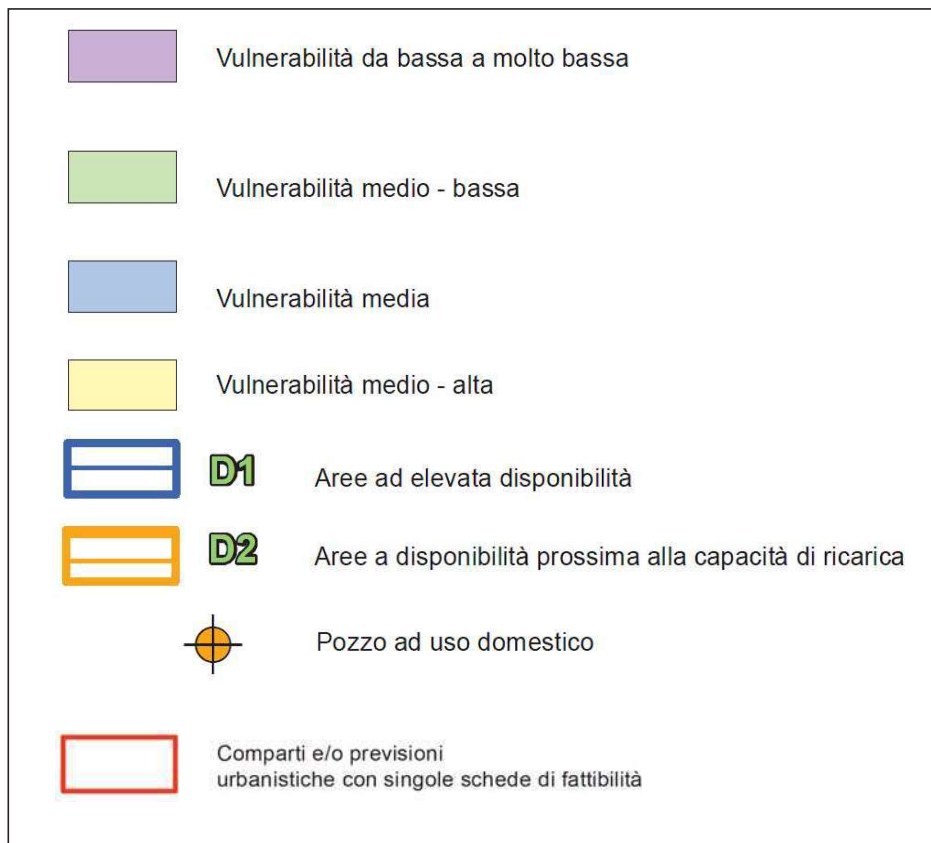
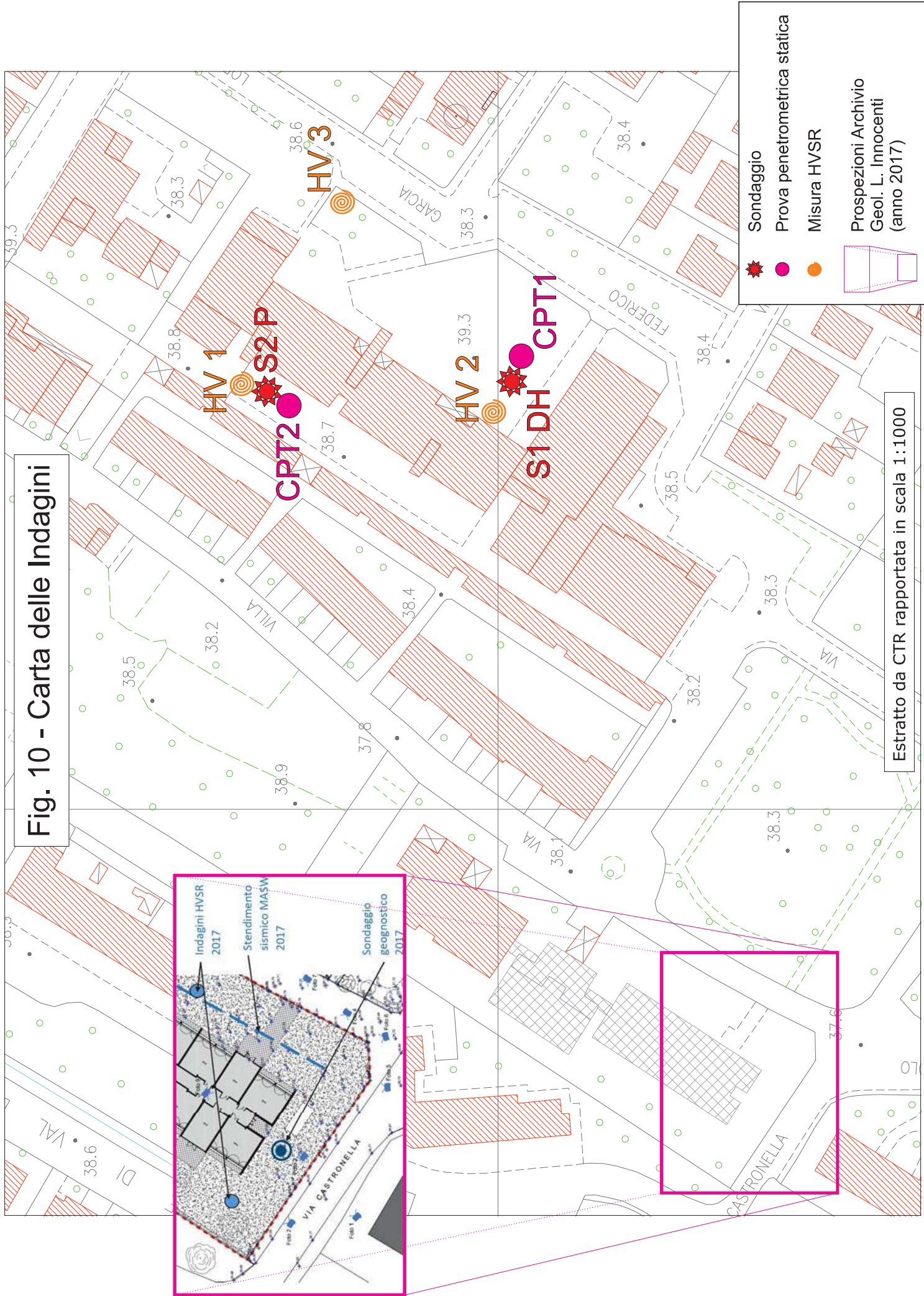


Fig. 10 - Carta delle Indagini



Estratto da CTR rapportata in scala 1:1000

Fig. 11 - Carta delle MOPS

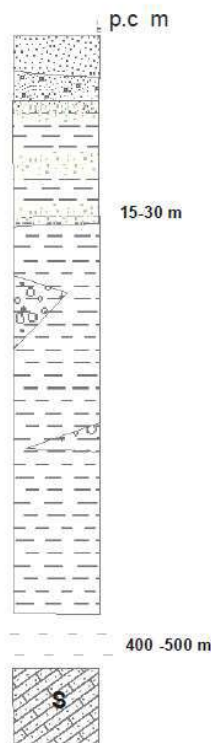
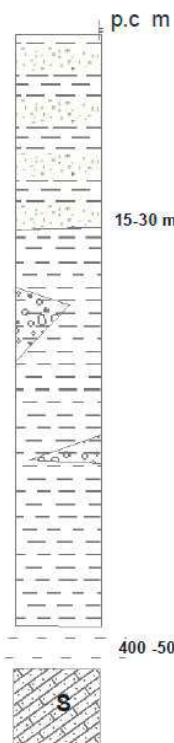
Estratto non in scala da variante a Regolamento Urbanistico



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2001

2002



Depositi limosi e/o limosi argillosi con presenza da media a scarsa di lenti e/o orizzonti sabbiosi /ghiaiosi di spessore massimo di circa 5 m



Depositi limosi e/o limosi argillosi con presenza da media a scarsa di lenti e/o orizzonti sabbiosi /ghiaiosi di spessore massimo di circa 5 m. L'orizzonte presenta nei primi metri una lente di sabbie e ghiaie dello spessore massimo di 5 m.



Depositi argillosi e/o argilloso limosi con presenza da media a scarsa di lenti e/o orizzonti sabbiosi /ghiaiosi di spessore massimo di circa 5 m



Limo sabbioso e/o sabbia limosa con presenza di orizzonti e/o lenti ghiaiose



Argilla e/o argilla limosa con presenza di orizzonti e/o lenti sabbiose o ghiose in matrice sabbiosa e/o argillosa di spessore massimo registrato di circa 10 m



Substrato rigido



Comparti e/o previsioni urbanistiche con singole schede di fattibilità

