

COMUNE DI
VIGNATE



DESCRIZIONE LAVORI

**PIANO ATTUATIVO "APCC1"
DELLA CITTA' CONSOLIDATA
PREVALENTEMENTE ARTIGIANALE
E PRODUTTIVA COSTITUENTE
VARIANTE AL PIANO DELLE REGOLE
ED AL PIANO DEI SERVIZI DEL PGT**

SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO

PROPRIETA':

MARTEC S.p.a.
Via dell'Industria, 1
20060 VIGNATE MI

C.C.	Foglio	Mappali
L883	2	970, 972

timbro e firma

PROGETTO E DIREZIONE DEI LAVORI:

STUDIO ING. VASCOTTO
Via San Donato, 158/71
40127 BOLOGNA BO
tel. 051 512645

timbro e firma

INCARICO N° DEL

Allegato

H

**STUDIO DI COMPATIBILITA'
GEOLOGICA, GEOTECNICA E SISMICA**

scala

-

Fase	Preliminare				
Data	agosto 2013				
Redazione	MC/LV				

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	3
2. OPERE E INTERVENTI.....	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
4.1 GEOLOGIA DELLA PIANURA PADANA.....	5
4.2 GEOLOGIA DELL'AREA MILANESE.....	7
5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	10
6. GEOLOGIA DELL'AREA.....	11
7. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA.....	12
8. IDROGRAFIA DELL'AREA	12
8.1 ACQUE SUPERFICIALI	12
8.2 ACQUE SOTTERRANEE.....	12
9. RISCHI GEOLOGICI, NATURALI E INDOTTI	12
10. VINCOLI	13
11. UNITÀ LITOTECNICHE E PARAMETRI GEOTECNICI	13
12. ASPETTI SISMICI.....	14
12.1 CARATTERI GENERALI	14
12.2 CARATTERIZZAZIONE GEOFISICA	14
12.3 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....	15
13. BIBLIOGRAFIA.....	17

ALLEGATI

1. INQUADRAMENTO COROGRAFICO 1:10.000
2. STRATIGRAFIA DA POZZO DI VIA CAMPANIA
3. ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA
4. ESTRATTO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA
5. ESTRATTO DELLA CARTA DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA DELLE AZIONI DI PIANO
6. ESTRATTO DELLA CARTA DEI VINCOLI
7. PROVE PENETROMETRICHE
8. ASSEVERAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA DELL'INTERVENTO

1. Introduzione

Lo scrivente “Studio Geologico – Dottor Diego Servida”, con sede a Cassina de’ Pecchi in via Roma 18, è stato incaricato da MARTEC S.p.A. con sede in via dell’Industria 1, Vignate di eseguire le valutazioni necessarie a esprimere un parere di compatibilità geologica, geotecnica e sismica a supporto dell’intervento di realizzazione di nuova palazzina ad uso misto da eseguirsi nel Comune di Vignate in via dell’Industria, 1 (Fig. 1) identificato al N.C.E.U. foglio 2; mappale 970 e 972.



Fig. 1 – Area edificabile situata in via dell’Industria, 1 (da Google Maps)

2. Opere e interventi

Si riportano di seguito le informazioni ricevute dal progettista riguardo alle caratteristiche di strutture e interventi:

L’intervento che come anzidetto consisterà nella realizzazione di un edificio costituito da un piano interrato e da due/tre piani fuori terra. L’opera verrà realizzata nel comune di Vignate in via dell’Industria, 1. identificato al N.C.E.U. foglio 2; mappale 970 e 972.

Si riportano di seguito pianta (al piano interrato) e sezione dell’edificio:

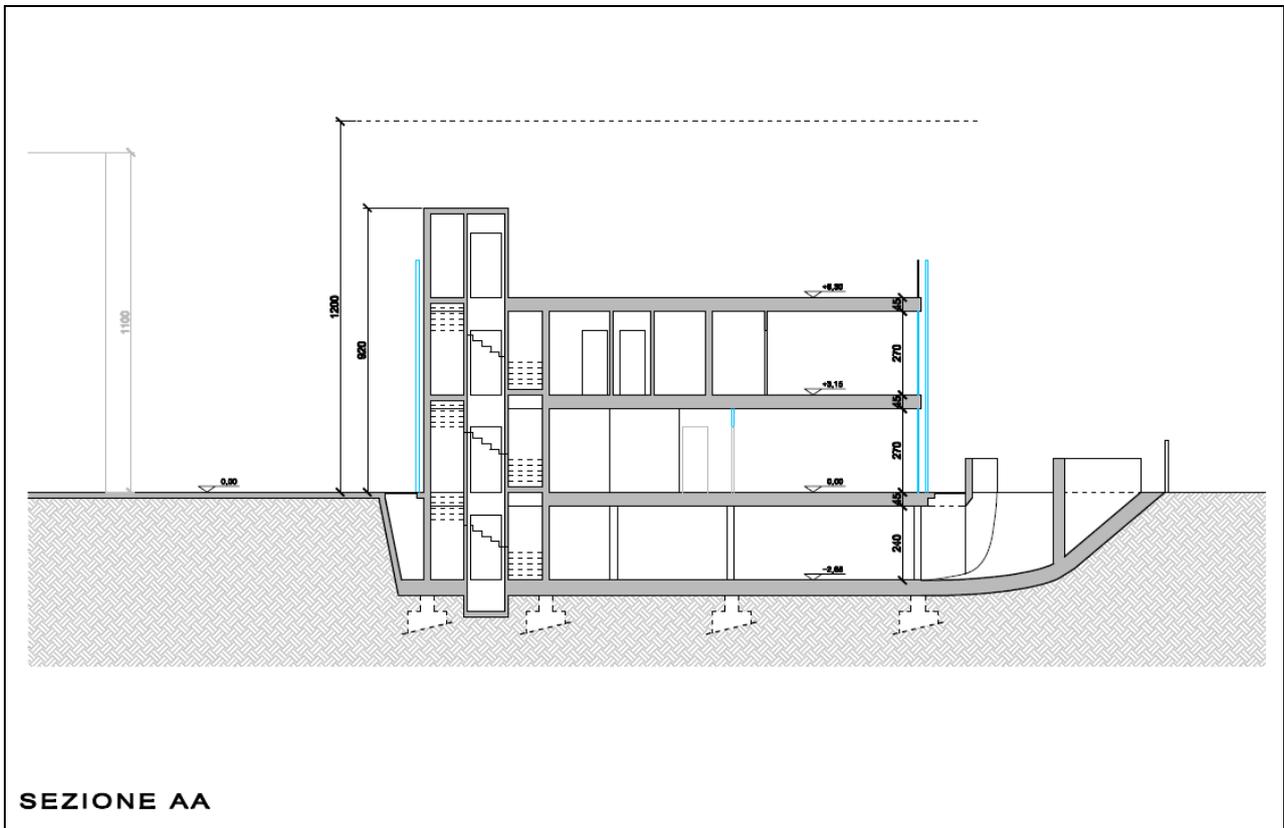
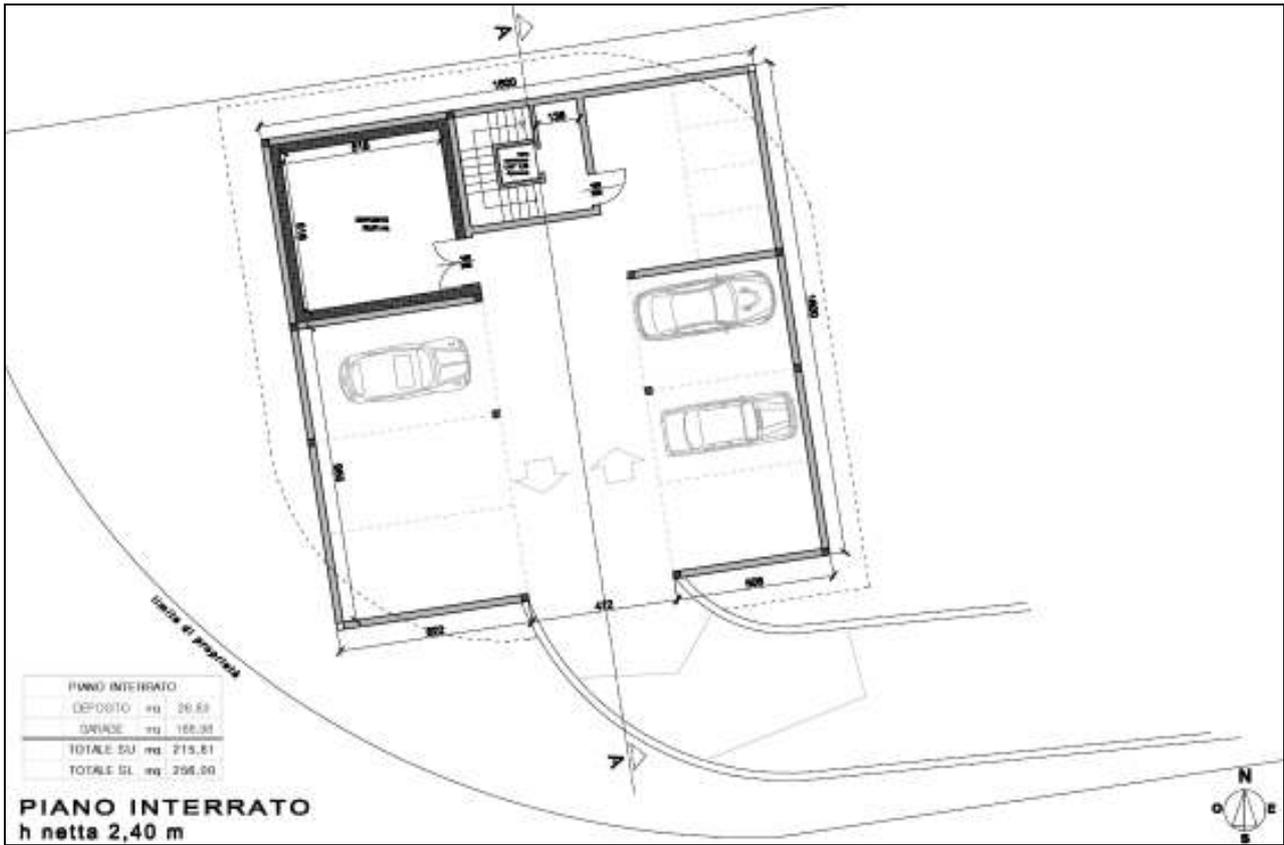


Fig. 2 – Pianta (al piano interrato) e sezione dell'edificio

3. Inquadramento geografico

Il comune di Vignate è ubicato a est di Milano e confina con i seguenti comuni: Cassina de' Pecchi a Nord, Cernusco sul Naviglio a Nord-Ovest, Rodano a Ovest, Settala a sud, Liscate a Sud-Est e Melzo a Est.

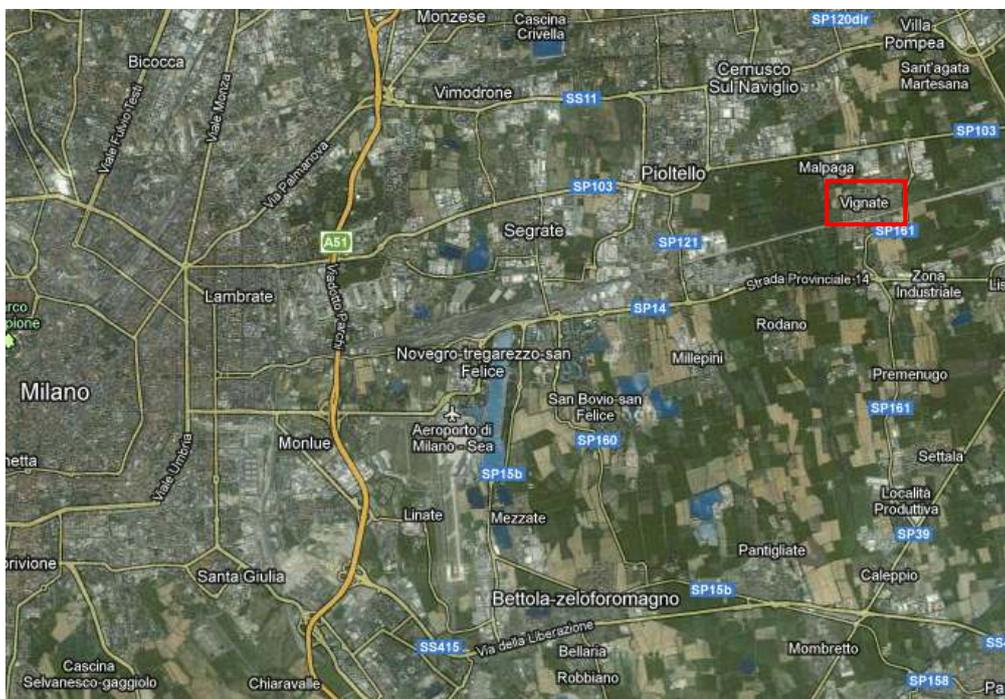


Fig. 3 – Ubicazione del comune di Vignate (da Google Maps)

Il comune è inquadrato nelle sezioni B6d1 e B6d2 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 (**Allegato 1**).

Il sito in oggetto si trova all'interno della zona industriale, nella porzione nord-orientale del comune, alla quota di 122 m s.l.m.. Le coordinate geografiche (WGS84) che lo identificano sono: Latitudine 45°30'05.00" N, Longitudine 9°23'12.00" E, calcolate posizionando il sito su Google Earth.

L'area è inoltre accatastata al Foglio 2 Mappale 970 e 972 del Comune di Vignate (MI).

4. Inquadramento geologico

Nel presente capitolo vengono sintetizzati i caratteri geologici e idrogeologici generali dell'area, propedeutici alla corretta interpretazione dei risultati delle indagini geotecniche svolte in sito.

4.1 Geologia della Pianura Padana

La Pianura Padana è un bacino sedimentario che rappresenta, sin dal tardo Cretaceo, l'avampese di due catene con vergenza opposta generate dalla collisione tra la placca Adria e quella Europea: le Alpi Meridionali (sud-vergenti) e gli Appennini (nord-vergenti). Il carico litostatico delle due catene ha causato la flessione della crosta continentale creando spazio per la deposizione di una potente sequenza clastica sin-orogena (Doglioni, 1993). A causa degli alti tassi di subsidenza, il fronte più esterno delle due catene è sepolto sotto la pianura. Il movimento relativo delle due placche è attualmente attivo, con una direzione NNW-SSE e un tasso di convergenza minore di 1 cm l'anno (Ward, 1994; Anzidei et al.,

2001). Parte di questa deformazione viene accomodata dal fronte sepolto delle due catene.

A partire dal Messiniano, la tettonica alpina gioca un ruolo minore, mentre i sollevamenti e avanzamenti delle falde appenniniche influenzano direttamente la geometria deposizionale del bacino: il margine meridionale, a ridosso del fronte appenninico, risente in modo consistente di tali movimenti mentre al margine settentrionale i movimenti tettonici sono registrati da superfici di erosione molto estese dalla riattivazione di strutture mioceniche sepolte e della deposizione di livelli detritici fini legati ai movimenti eustatici (Regione Lombardia & ENI Divisione Agip, 2002).

Nel Pliocene il bacino padano viene colmato da sedimenti marini e, a partire dal tardo Pliocene - inizio Pleistocene, avviene il passaggio alla sedimentazione continentale (Regione Lombardia & ENI Divisione Agip, 2002). I ghiacciai quaternari giocano un ruolo importante sia per l'apporto sedimentario sia per la definizione della morfologia della pianura.

La successione sedimentaria plio-quaternaria è sede della maggior parte degli acquiferi sfruttabili a scopo idropotabile della pianura padana; per questo, negli ultimi decenni, è stata studiata a fondo, soprattutto dal punto di vista idrogeologico. Allo scopo di elaborare modelli per la gestione delle risorse idriche, la stratigrafia del sottosuolo padano, quindi, è stata trattata riferendosi anche alle caratteristiche idrologiche con la definizione di unità idrostratigrafiche.

Recentemente Regione Lombardia & ENI Divisione Agip (2002) hanno integrato i dati esistenti con dati provenienti da pozzi per l'esplorazione petrolifera, da profili sismici e da carotaggi continui. Tale integrazione, unita all'applicazione della stratigrafia sequenziale, ha permesso di aggiornare significativamente le conoscenze sull'architettura del sottosuolo padano.

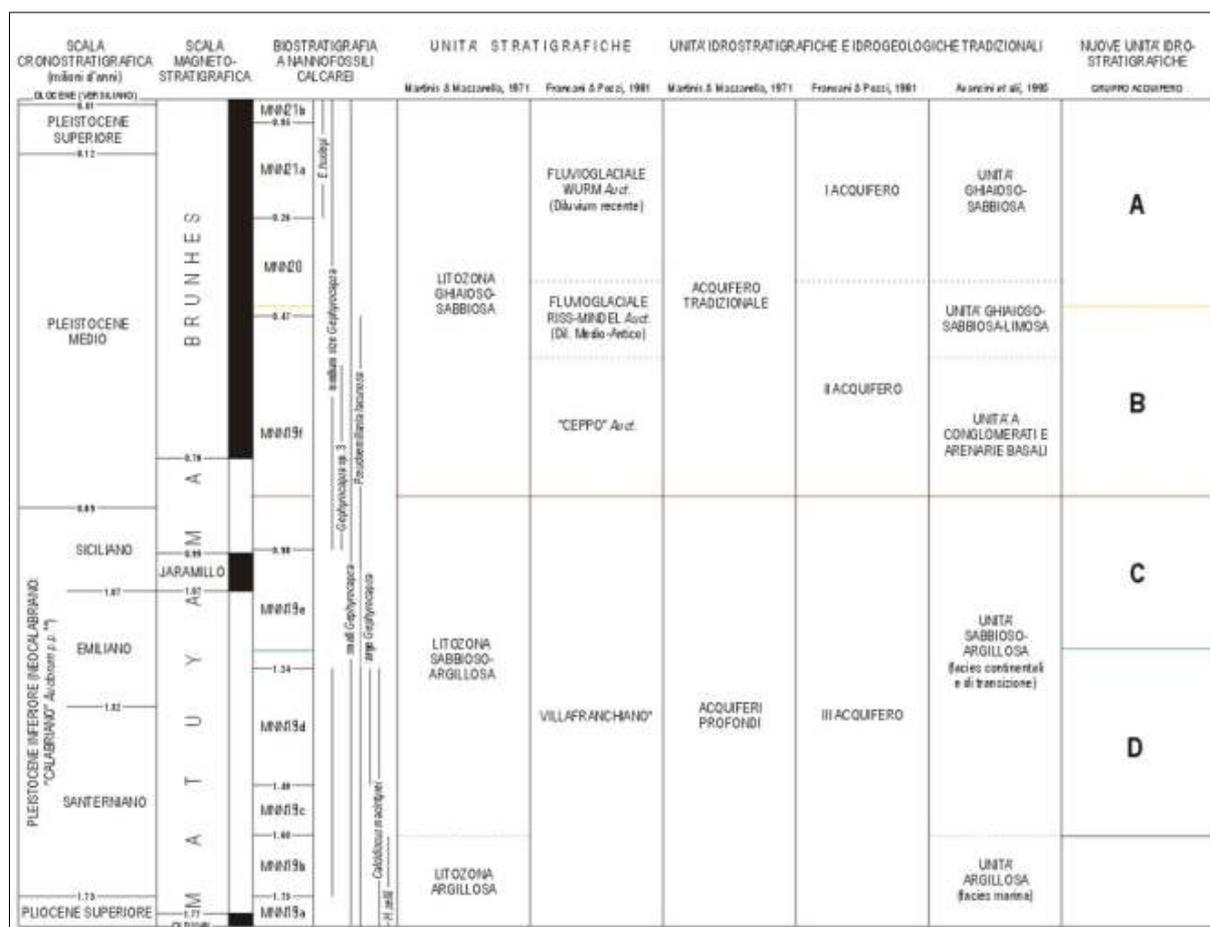


Fig. 4 - Schema dei rapporti stratigrafici. Sono messe a confronto le unità idrostratigrafiche definite più recentemente con le unità idrostratigrafiche, idrogeologiche e stratigrafiche di Autori precedenti (da Regione Lombardia & ENI Divisione Agip, 2002).

La successione sedimentaria plio-quadernaria padana ha carattere generalmente regressivo: alla base sono presenti depositi torbiditici di mare profondo ricoperti da un prisma sedimentario progradante costituito da facies sedimentarie di scarpata, di piattaforma esterna, litorali, deltizie/lagunari, fluviali e fluvio-glaciali. Nei profili sismici si riconoscono due direzioni prevalenti di progradazione dei corpi sedimentari: la prima assiale rispetto al bacino Padano, Est-vergente, originata dal paleo-delta del Po, la seconda trasversale, Sud-Est vergente, originata dai sistemi deltizi ad alimentazione alpina.

L'interpretazione dell'evoluzione del bacino padano attraverso la stratigrafia sequenziale ha permesso di individuare quattro limiti di sequenza principali con valenza bacinale e datazione assoluta. Tali limiti suddividono la successione in quattro unità idrostratigrafiche principali, ognuna delle quali rappresenta un gruppo acquifero: A, B, C, D (fig. 4).

Ognuna di queste unità è composta da sistemi deposizionali a loro volta caratterizzati da un'organizzazione verticale di facies diverse, con un'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine. Le sequenze deposizionali riconosciute hanno spessore dell'ordine dei metri per gli ordini gerarchici inferiori e dell'ordine delle decine di metri per gli ordini gerarchici superiori.

4.2 Geologia dell'area milanese

Nell'area milanese la successione sedimentaria è stata studiata in dettaglio sulla base dei dati provenienti dai pozzi per il prelievo di acqua. Le due interpretazioni più diffuse sono a cura di Martinis & Mazzarella (1971) e Pozzi & Francani (1981) (cfr. fig. 4).

Mazzarella & Martinis (1971) hanno suddiviso la successione sedimentaria da tetto a letto in 3 unità litostratigrafiche (o litozone) con le seguenti caratteristiche:

1) **Litozona "Ghiaioso-Sabbiosa"**: costituita da ghiaie e sabbie di ambiente continentale e fluvio-glaciale, talora localmente cementate (conglomerati ed arenarie), con spessori variabili da un minimo di 35 m (a nord di Milano) ad un massimo di 120 m (a sud di Milano). All'interno di questa litozona sono presenti numerose intercalazioni di argille gialle più o meno estese, che aumentano in spessore e frequenza dall'alto verso il basso della successione sedimentaria, con conseguente diminuzione della granulometria media dei sedimenti più grossolani. All'interno di questa litozona sono identificabili due differenti unità:

- *Unità superiore*: più superficiale, costituita da depositi prevalentemente grossolani, grossi ciottoli, ghiaie e sabbie, sabbie cementate, con rare intercalazioni di lenti argillose di colore giallo-ocra o rossastro, di origine fluvio-glaciale (da 0 a 40 m circa dal p.c.);
- *Unità inferiore*: caratterizzata da sabbie medie e fini, sabbie con ghiaie, con frequenti lenti di argille di colore giallo-grigiastro, di potenza metrica (da 40 a 120 m circa dal p.c.).

2) **Litozona "Sabbioso-Argillosa"**: costituita in prevalenza da argille, talvolta torbose, limi con intercalazioni di sabbie e rari livelli ghiaiosi. Paleogeograficamente, tali depositi possono essere ricondotti a facies costiere e fluviali con apporti continentali (argille con intercalazioni di ghiaie e sabbie con torbe) e facies marino-costiere rappresentate da argille di colore grigio-azzurro. Nel sottosuolo di Milano questa litozona si trova ad una profondità di circa 120 m dal p.c., con uno spessore variabile valutabile in 130-200 m.

3) **Litozona "Argillosa"**: costituita da argille ed argille marnose con resti fossili, rappresentanti il Pliocene marino, rinvenute nei pozzi esplorativi più profondi esistenti nell'areale milanese, a profondità superiori ai 300-350 m dal.p.c.

Francani & Pozzi (1981) hanno suddiviso la successione sedimentaria da tetto a letto in 4 unità idrostratigrafiche con le seguenti caratteristiche:

1) **Fluvioglaciale Wurm Auct.** (detto anche “Diluvium Recente”), costituito da:

- *Morenico Wurm Auct.*: depositi costituiti da ghiaie, ciottoli e limi prevalenti con tessitura caotica spesso inglobanti massi erratici anche di notevoli dimensioni con debole strato di alterazione.
- *Fluvio-glaciale Wurm Auct.*: depositi caratterizzati da ghiaie e sabbie in matrice limosa con locali lenti d’argilla. Costituiscono il cosiddetto “livello fondamentale della pianura”, in essi è rilevabile una variazione dai termini più fini passando dal settore settentrionale a quello meridionale. Tali depositi si estendono su gran parte della media e della bassa pianura e presentano superiormente un livello di natura sabbioso-argillosa che convoglia grosse quantità d’acqua verso gli orizzonti sottostanti che, per l’elevata porosità, costituiscono un ottimo serbatoio per l’acqua di falda.

2) **Fluvioglaciale Riss – Mindel Auct.** (detto anche “Diluvium Medio-Antico”), costituito da:

- *Morenico Mindel Auct.*: depositi costituiti da limo inglobante materiali ciottolosi, sabbiosi e argillosi, ricoperti da un potente strato di alterazione.
- *Fluvio-glaciale Mindel Auct.*: depositi costituiti da ciottoli arrotondati con un alto grado di selezione, deposti in letti sub-orizzontali ed immersi in una matrice sabbiosa argillosa con colorazione giallastra-rossiccia. Gli affioramenti sono facilmente riconoscibili per la caratteristica alterazione che ne ricopre la superficie, denominato “Ferretto”, spesso oltre 3-4 m, caratterizzato da un colore rossastro e da una elevata compattazione che lo rende poco permeabile alle acque di infiltrazione. Alla sommità è talvolta presente un deposito limoso di probabile origine eolica. Il fluvio-glaciale mindeliano affiora nel settore settentrionale della provincia.
- *Morenico Riss Auct.*: depositi caotici, ghiaiosi e sabbiosi con abbondante matrice argillosa in cui sono frequentemente inglobati blocchi di cospicue dimensioni provenienti dall’arco alpino e prealpino.
- *Fluvio-glaciale Riss Auct.*: depositi costituiti da ciottoli grossolani arrotondati con ghiaie in matrice sabbiosa giallo-ocracea, con locale presenza di lenti conglomeratiche. Sono difficilmente distinguibili da fluvio-glaciali mindeliani e sono soggetti ad alterazione superficiale con caratteristiche analoghe a quelle del “Ferretto”; localmente i depositi di alterazione sono ricoperti da loess.

3) **Ceppo Auct.** (detto anche “Ceppo dell’Adda” o “Ceppo Lombardo”): costituito da arenarie e conglomerati, in genere molto cementati (soprattutto a est del fiume Seveso e in parte nella valle del fiume Olona), sovente passanti a ghiaie e sabbie dalle quali si sono originati. Testimoniano un ambiente fluviale a canali anastomizzati. Hanno uno spessore variabile: nella parte meridionale della provincia il Ceppo è ridotto a pochi banchi e lenti; a Milano questi livelli si trovano a profondità compresa fra gli 80 e i 100 m. Questa unità mostra chiare tracce di sollevamento dopo la sua deposizione: è infatti modellata dall’erosione ed è in molti affioramenti fortemente inclinata, in particolare nella parte settentrionale della provincia di Milano. Gli affioramenti sono abbondanti nella parte alta della pianura (dove talora si nota come essi siano contenuti all’interno dei solchi vallivi scavati nel Villafranchiano), soprattutto in corrispondenza dei corsi d’acqua (Olona, Adda, Molgora e Umbro) che hanno inciso i terreni sovrastanti, permettendo così a questa unità di affiorare.

4) **Villafranchiano**: costituito da argille e limi intercalate a lenti di sabbia di ambiente deposizionale deltizio-lagunare ed anche di piccoli bacini lacustri intermorenici (presenti soprattutto nel settore nord-ovest della provincia di Milano). Affiorante lungo le valli del fiume Lambro e del fiume Adda, nel sottosuolo questa unità è rappresentata da potenti spessori di sedimenti argillosi passanti verso l’alto a

sabbioso-argillosi che aumentano di spessore spostandosi verso sud. In corrispondenza di Milano rappresentano il passaggio da un ambiente marino (litozona argillosa) ad uno di transizione e continentale (litozona sabbioso-argillosa). Lo spessore di questa unità può essere anche superiore ai 100,0 m; l'erosione della sua parte superiore ad opera di fiumane più recenti, impedisce generalmente di valutarne la potenza originaria. Dal punto di vista idrogeologico questa unità presenta permeabilità generalmente ridotta.

È possibile osservare come:

- l'unità litostratigrafica Ghiaioso-Sabbiosa comprenda le unità idrostratigrafiche Fluvioglaciale Wurm Auct., Fluvioglaciale Riss – Mindel Auct. e Ceppo Auct.;
- l'unità litostratigrafica sabbioso-argillosa corrisponda all'unità idrostratigrafica Villafranchiano;
- la litozona argillosa non abbia un'unità idrostratigrafica corrispondente.

Più recentemente, Giudici et al. (2007) riprendono le unità idrostratigrafiche definite da Regione Lombardia & ENI Divisione Agip (2002) caratterizzandole in dettaglio per l'area della città di Milano (fig. 5).

Chronostratigraphic scale (10 ⁶ year)		Traditional hydrostratigraphic units		Aquifer groups
0.01	Olocene	Traditional aquifer	Gravel-sandy unit	A
0.12	Upper Pleistocene			
0.89	Middle Pleistocene		Gravel-sandy-silty unit	B
			Conglomerate and basal sandstones unit	
		Sandy-silty unit (continental and transitional facies)	C	
1.73	Lower Pleistocene	Deep aquifers	Silty-clay unit (marine facies)	D

Fig. 5 - Unità idrostratigrafiche tradizionali e gruppi acquiferi A, B, C e D (da Giudici et al., 2007).

L'unità A è costituita da ghiaie e sabbie di origine alluvionale e glaciale, con uno spessore di poche decine di metri (Olocene-Pleistocene superiore).

La sottostante unità B è rappresentata da sabbie e ghiaie di origine glaciale e fluvio-glaciale con uno spessore variabile tra 50 m e 90 m (Pleistocene medio).

I gruppi acquiferi A e B sono chiaramente separati nell'area della città di Milano, mentre la distinzione è meno evidente verso Nord. Inoltre, sono presenti livelli conglomeratici a determinati

intervalli di profondità, con un'estensione limitata nell'area della città di Milano, ma con spessore e continuità laterale che aumentano verso Nord. I gruppi acquiferi A e B insieme corrispondono al cosiddetto “acquifero tradizionale”.

L'unità C è costituita da sedimenti depositi in un ambiente di delta o marino, con una predominanza di silt e argilla, in cui sono intrappolati livelli acquiferi sabbiosi comunemente chiamati “acquiferi profondi” (Pleistocene medio).

L'unità D è costituita da depositi marini rappresentati da argille siltose (Pleistocene inferiore).

5. Inquadramento idrogeologico

Dal punto di vista idrologico nella media pianura lombarda si osserva lo sviluppo di una complessa rete idrica alterata in maniera determinante dall'influsso antropico, che trova espressione nei numerosi canali (Villoresi e Martesana) e navigli, e dominata dalla presenza dei fiumi Olona e Lambro, i cui corsi si articolano rispettivamente ad ovest e ad est della città.

La provincia di Milano è inoltre caratterizzata dalla “fascia dei fontanili”, sorgenti che si sviluppano naturalmente al passaggio fra l'alta pianura ghiaiosa e la medio-bassa pianura prevalentemente sabbiosa.

Dal punto di vista idrogeologico, la litozona Ghiaioso-Sabbiosa è sede, a scala regionale, di un acquifero monostrato (detto “**Acquifero Tradizionale**”, Fig. 4), delimitato inferiormente dai depositi impermeabili argillosi tipici delle litozone Sabbioso-Argillosa e Argillosa nelle quali sono presenti acquicludi o acquitardi (detti “**Acquiferi Profondi**”, Fig. 4).

Tuttavia, a scala locale, la presenza all'interno della litozona Ghiaioso-Sabbiosa di intercalazioni argillose con notevole continuità laterale permette di identificare (Fig. 6):

- un acquifero superficiale freatico (detto **I Acquifero**, Fig. 4), costituito dalle ghiaie e sabbie dell'unità superiore, ad elevate permeabilità ($K > 10^{-3}$ m/s) e porosità efficace ($p_e = 15\%$);
- diversi acquiferi profondi (detti **II Acquifero**, Fig. 4), costituiti dagli orizzonti permeabili dell'unità inferiore, liberi, semiconfinati (per il comportamento da acquitardi dei livelli argillosi) o confinati, qualora le lenti impermeabili si presentano sufficientemente potenti ed estese.

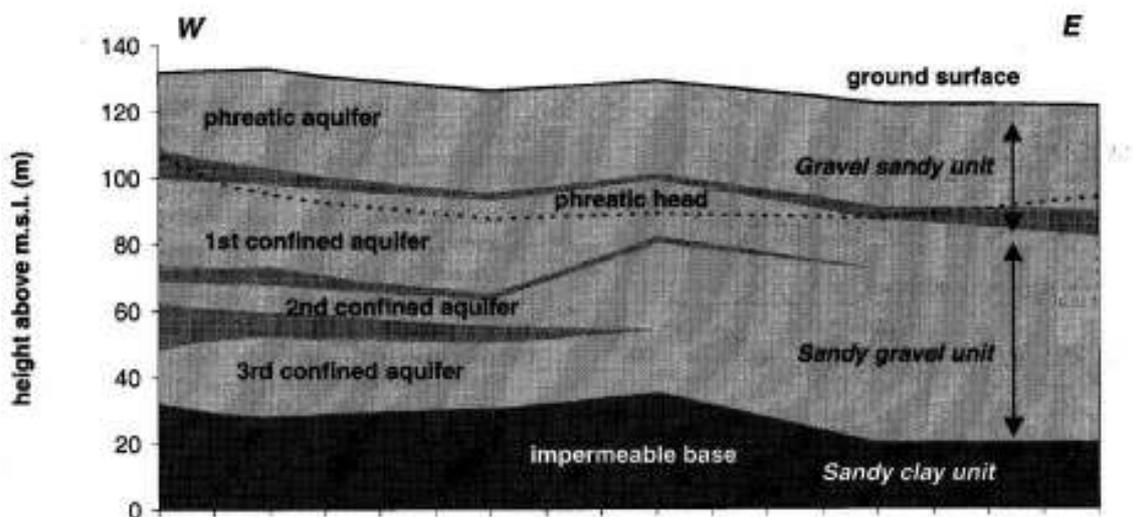


Fig. 6 – Schema della struttura idrogeologica della litozona Ghiaioso-Sabbiosa (Giudici et al., 2000)

6. Geologia dell'area

L'area in oggetto è ubicata in corrispondenza dell'affioramento della Litozona Ghiaioso-Sabbiosa (Martinis & Mazzarella, 1971) o unità idrostratigrafica del Fluvioglaciale Wurm Auct. (Pozzi & Francani, 1981), come evidenziato nello stralcio della Carta Geologica d'Italia (Fig. 7)

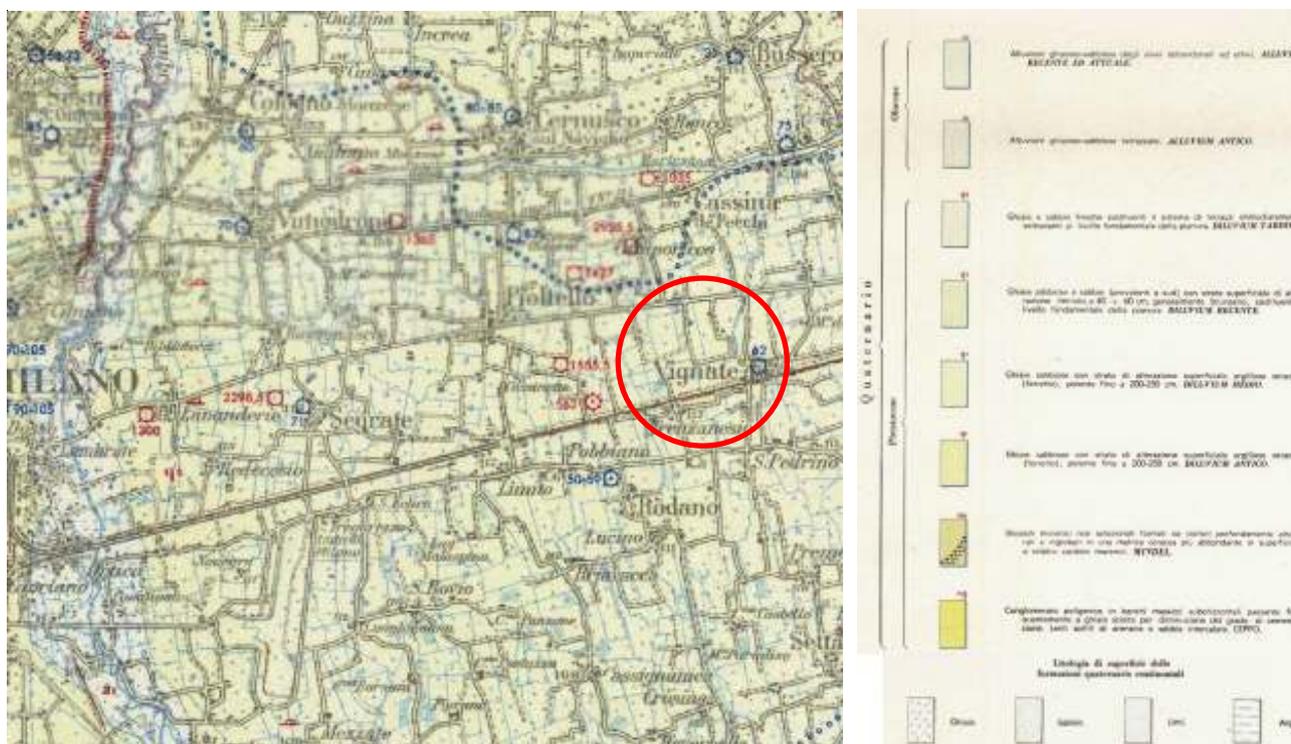


Fig. 7 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia comprendente la provincia di Milano. L'area in oggetto è evidenziata dal cerchio rosso

In prossimità dell'area è presente un pozzo per il prelievo di acqua ad uso idropotabile (pozzo n 4, via Strettone), per il quale è disponibile la stratigrafia di sondaggio, messa a disposizione dal Comune di Vignate. La suddetta stratigrafia è sintetizzata in tabella, mentre per quella completa si rimanda all'Allegato 2.

Tetto (m da p.c.)	Letto (m da p.c.)	Descrizione strato
0,00	1,00	Terreno vegetale
1,00	6,50	Argilla rossastra con elementi di ghiaia
6,50	27,70	Ciottoli, ghiaia con sabbia
27,70	44,00	Silt sabbioso argilloso
44,00	47,50	Silt argilloso giallastro
47,50	48,30	Sabbia siltosa giallastra
48,30	53,40	Conglomerato compatto
53,40	59,50	Argilla siltosa giallastra
59,50	62,50	Ghiaia, ghiaietto e sabbia medio siltosa
62,50	67,000	Argilla siltosa giallastra

67,00	80,00	Sabbia argillosa compatta
80,00	88,00	Argilla compatta scura
88,00	95,00	Argilla sabbiosa scura

7. Geomorfologia dell'area

Il Comune di Vignate è ubicato nell'area morfologica identificata come “media pianura irrigua e dei fontanili”.

Le quote topografiche nel territorio comunale diminuiscono verso Sud con valori compresa tra i 128 m s.l.m. della parte più settentrionale e i 111 m s.l.m. di quella più meridionale sviluppando pendenze intorno allo 4 - 5‰.

L'area comunale è caratterizzata dalla presenza di paleoalvei con andamento prevalente Nord - Sud, principalmente nella parte centrale del territorio (**Allegato 3**)

Un altro elemento caratteristico è legato alla presenza di fontanili attivi e inattivi che alimentano i numerosi canali irrigui e le rogge.

8. Idrografia dell'area

8.1 Acque superficiali

Il comune di Vignate è caratterizzato da una fitta rete di canali e rogge ad uso irriguo che costituiscono il reticolato idrografico locale, alimentato prevalentemente dal Naviglio Martesana che scorre poco più a Nord. Nella parte meridionale del territorio questo è alimentato e costituito anche da fontanili.

8.2 Acque sotterranee

La freaticimetria della falda nel comune di Vignate, è stata elaborata dalle indagini geologico-ambientali per la redazione dello studio della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PGT (EuroGeo, 2008). Essa risulta compresa fra i 118,0 m s.l.m. nella parte settentrionale e i 109,0 m s.l.m. nella parte meridionale, con direzione generale del flusso da Nord-Est a Sud-Ovest e localmente da Nord a Sud (nella porzione orientale del territorio comunale) (**Allegato 4**).

La soggiacenza raggiunge valori massimi di circa 8 m p.c. nella parte settentrionale del territorio riducendosi fino a circa 2,5 m p.c. al margine meridionale.

9. Rischi geologici, naturali e indotti

In base alla carta di fattibilità allegata allo studio della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PGT (EuroGeo, 2008), l'area oggetto di studio risulta essere ubicata in Classe 2, ovvero aree con modeste limitazioni (**Allegato 5**). Tali limitazioni sono prevalentemente dovute all'elevata vulnerabilità della falda freatica legata al basso livello di soggiacenza (sg2 - area a bassa soggiacenza della falda) ed alle caratteristiche tessiturali del terreno (gt2 - area con discrete caratteristiche geotecniche e discreta capacità portante).

10. Vincoli

Dalla carta relativa ai vincoli allegata allo studio della componente geologica, idrogeologica e sismica a supporto del PGT (EuroGeo, 2008), relativamente all'area oggetto di studio non emerge nessun vincolo né di interesse storico-paesaggistico, né di interesse naturalistico-ambientale o di altra natura (**Allegato 6**).

11. Unità litotecniche e parametri geotecnici

Nel seguito si farà riferimento ai dati forniti dal comune di Vignate relativamente alle "Indagini geologiche e geotecniche sui terreni di fondazione e definizione dell'azione sismica di progetto" svolte dal GEOLAMBDA per Immobiliare 2C S.p.A. in un area limitrofa (via del Lavoro) e ritenuta assimilabile dal punto di vista geotecnico e sismico.

Sulla base di n.5 prove penetrometriche dinamiche SCPT (Standard Cone Penetration Test) effettuate utilizzando un Penetrometro Dinamico Superpesante (DPSH) avente le seguenti caratteristiche:

- maglio di battuta: 73 kg;
- caduta del maglio: 75 cm;
- apertura della punta conica: 60°;
- diametro della punta: 50,8 mm;
- massa delle aste: 4,6 kg;

e dall'analisi dei dati ottenuti (**Allegato 7**) è stato possibile ricostruire un modello geologico-tecnico del sottosuolo rappresentato da 3 unità litotecniche, brevemente descritte di seguito.

Unità A

Si tratta dell'orizzonte di alterazione più superficiale, sviluppato sotto il terreno vegetale e caratterizzato da una diffusa matrice limosa a comportamento da incoerente a semicoesivo, per descrivere il quale sono stati calcolati un angolo di attrito $\Phi = 22-24^\circ$ e un modulo di deformazione $E = 40-60 \text{ kg/cm}^2$.

Unità B

Ad una profondità massima di circa 1,5 - 1,8 m si registra un progressivo incremento del numero di colpi (N_{spt}), i quali descrivono un deposito granulare (sabbia e ghiaia) di buone proprietà geotecniche. Sono stati calcolati un angolo di attrito $\Phi = 29-30^\circ$ con un modulo di deformazione $E = 200-250 \text{ kg/cm}^2$ sino ad una profondità compresa fra 3 e 4 m (subunità B1), oltre la quale i valori di N_p descrivono un miglior addensamento ed una maggior presenza di elementi ghiaioso-ciottolosi ($\Phi = 32-35^\circ$; $E = 300-500 \text{ kg/cm}^2$), responsabili del rifiuto penetrometrico registrato sulle verticali nn. 1, 2, e 4 (subunità B2).

Unità C

Ad una profondità di circa 6-7 m, si registra una diminuzione dei valori di N_p, caratteristici di un deposito granulare (sabbia prevalente) poco addensato per il quale sono stati calcolati un angolo di attrito $\Phi = 27-29^\circ$ e un modulo di deformazione $E = 80-200 \text{ kg/cm}^2$.

12. Aspetti sismici

12.1 Caratteri generali

In funzione dei valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (rif. classificazione sismica dell'area secondo la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV) i nodi di indagine più vicini presentano valori di a_g compresi tra 0,050 e 0,075.

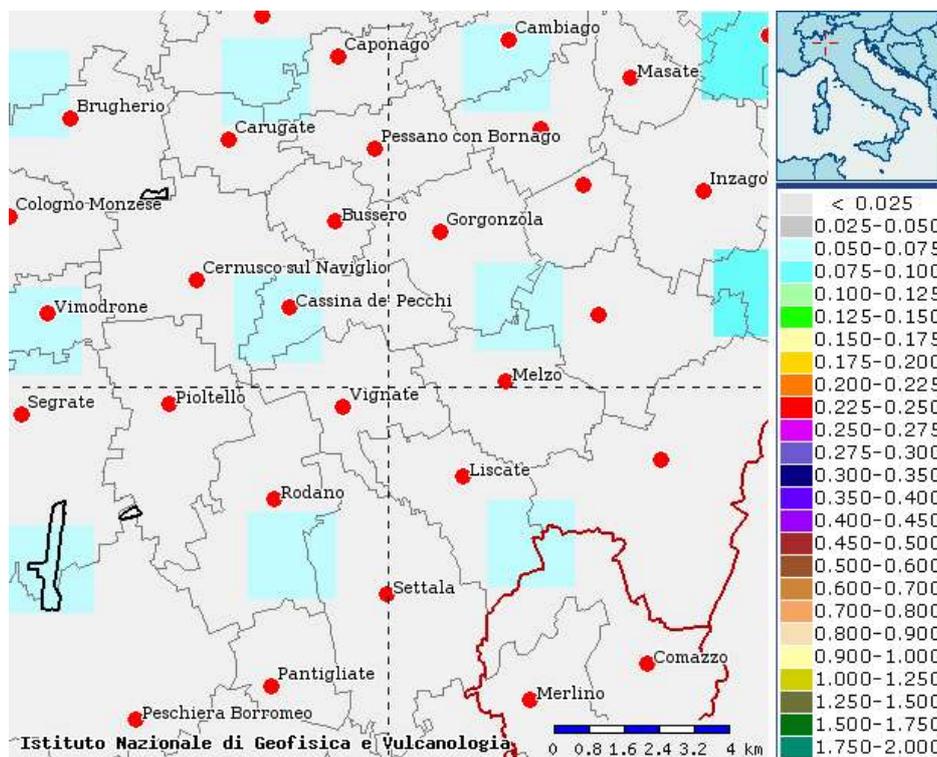


Fig. 8 – Modello Classificazione sismica dell'area secondo la mappa interattiva di pericolosità sismica dell'INGV.

Sulla base delle indicazioni nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale della Lombardia n. 14964/2003, il comune di Vignate viene classificato in "zona 4" (pericolosità sismica molta bassa).

12.2 Caratterizzazione geofisica

Occorre comunque ricordare che ai fini del progetto sono vigenti le norme del D.M. 14 gennaio 2008. A tal proposito, come per i paragrafi 11 e 12 si farà riferimento ai dati forniti dal comune di Vignate relativamente alla indagini svolte dal GEOLAMBDA per Immobiliare 2C S.p.A. ("Caratterizzazione sismica") per l'area limitrofa di via del Lavoro e ritenuta assimilabile dal punto di vista sismico.

E' stato effettuato n.1 profilo sismico MASW, in modalità sia attiva che passiva, con stendimento lineare a 24 geofoni (da 4,5 Hz) e distanza intergeofonica pari a 1,5 m. Per la prova attiva, l'energizzazione è stata effettuata con mazza battente da 8 kg.

L'analisi dei dati consente la ricostruzione di un modello medio di velocità delle onde sismiche di taglio in funzione della profondità, rappresentativo dell'area indagata e di seguito riportato:

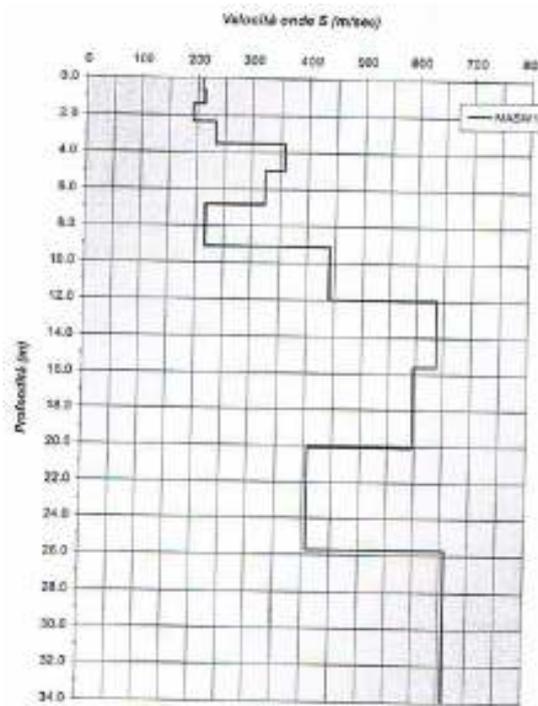


Fig. 9 – Modello di velocità delle onde V_s

Dal modello sismico è stato calcolato il valore di V_{s30} ottenendo i seguenti risultati:

- $V_{s30} = 416,2$ m/s a 1,5 m p.c.
- $V_{s30} = 427,1$ m/s a 2,0 m p.c.

a cui corrisponde, per entrambi i valori, la categoria di suolo di fondazione di tipo B.

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	V_{s30} (m/s)	Nspt	C_u (kPa)
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360 - 800	>50	>250

12.3 Definizione dell'azione sismica di progetto

Nel calcolo dell'azione sismica si è fatto riferimento a quanto contenuto nel D.M. 14-01-2008 sempre con riferimento ai dati forniti dal comune di Vignate relativamente alla indagini svolte dal GEOLAMBDA per Immobiliare 2C S.p.A. ("Caratterizzazione sismica") per l'area limitrofa di via del Lavoro.

Le ipotesi assunte per la definizione degli spettri di risposta elastici in accelerazione sono:

- Zona sismica 4
- Vita nominale della struttura 50 anni
- Classe d'uso II

- Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = 50$ anni ($C_u=1.0$)
- Valori di accelerazione massima orizzontale e dei parametri spettrali per i diversi stati limite

	Pvr	Tr (anni)	a_g (g/10)	Fo	Tc* (s)
SLO	81%	30	0.228	2.533	0.1800
SLD	63%	50	0.293	2.524	0.2045
SLV	10%	475	0.657	2.599	0.2881
SLC	5%	975	0.832	2.610	0.2919

- Categoria di suolo di fondazione B, categoria topografica T1 e coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5\%$ a cui corrispondono i seguenti valori:

	Ss	Cc	S	Tb (s)	Tc (s)	Td (s)	Fv
SLO	1.20	1.55	1.20	0.09	0.28	1.69	0.52
SLD	1.20	1.51	1.20	0.10	0.31	1.72	0.58
SLV	1.20	1.42	1.20	0.13	0.40	1.86	0.90
SLC	1.20	1.41	1.20	0.14	0.41	1.93	1.02

Si riporta di seguito la rappresentazione prevista dalla normativa antisismica degli spettri elastici per gli stati limite SLV e SLC

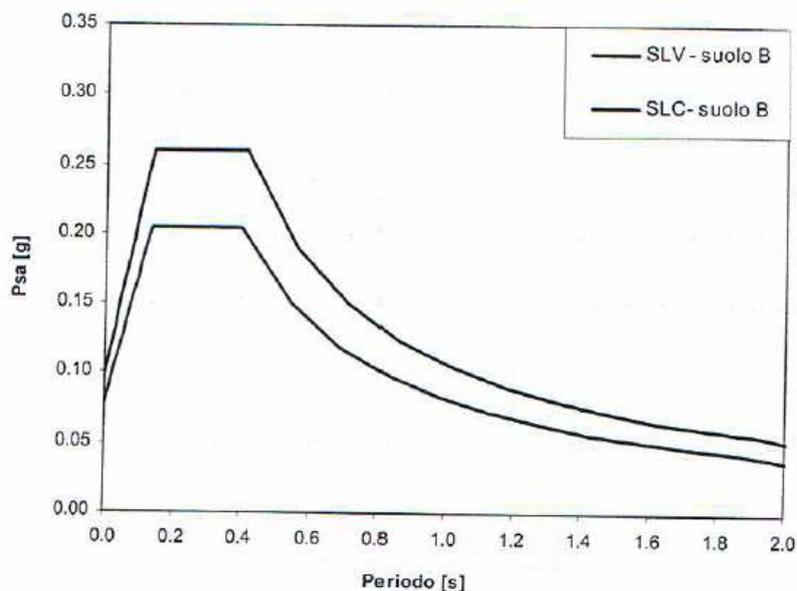


Fig. 10 – Rappresentazione degli spettri elastici (SLV e SLC)

13. Bibliografia

Anzidei M., Baldi P., Casula G., Galvani A., Mantovani E., Pesci A., Riguzzi F., Serpelloni E., 2001. Insights into present-day crustal motion in the Central Mediterranean area from GPS surveys. *Geophys. J. Int.*, 146 (1), pp. 98-110.

Avanzini M., Beretta G.P., Francani V., Nespoli, 1995. Indagine preliminare sull'uso sostenibile delle falde profonde nella Provincia di Milano. C.A.P. Milano.

Doglioni C., 1993: Some remarks of the origin of foredeeps. *Tectonophysics*, 228, pp. 1-20.

Martinis B. & Mazzarella S., 1971. Prima ricerca idrica profonda nella Pianura Lombarda. Società cooperativa tipografica, 1971. Estr. da: Memorie degli istituti di geologia e mineralogia dell'Università di Padova, 28, 52 pag.

Pozzi R. e Francani V., 1981. Condizioni di alimentazione delle riserve idriche del territorio milanese. *La Fiaccola*, 1981. Estr. da: *Vie e trasporti*, anno XLIX, n 470.

Regione Lombardia & ENI Divisione Agip, 2002. Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia. A cura di Cipriano Carcano e Andrea Piccin. S.EL.CA. Firenze.

Giudici M., Foglia L., Parravicini G., Ponzini G. e Sincich B., 2000. A quasi three dimensional model of water flow in the subsurface of Milano (Italy): the stationary flow. *Hydrology and earth sistem sciences*, 4(1), pp. 113-124.

Giudici M., Ponzini G., Romano E., Vassena C., 2007 Some Lessons from Modeling Ground Water Flow in the Metropolitan Area of Milano at Different Scales. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It. LXXVI (2007)*, pp. 207 – 218.

Ward S.N., 1994. Constraints on the seismotectonics of the Central Mediterranean from very long baseline interferometry. *Geophys. J. Int.*, 117, pp. 441-452.

Cassina de' Pecchi, li 08/03/2013

Dott. Geol. Diego Servida

Allegato 1

INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Allegato 2
STRATIGRAFIE DA POZZO DI VIA STRETTONE
(POZZO 4)

EUROGEO

Via Giorgio e Guido Paglia, 21
24122 BERGAMO

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 200 Pagina 1/2

Riferimento: COMUNE DI VIGNATE	Sondaggio: P4
Località: VIA STRETTONE	Quota: 119,5
Impresa esecutrice: ROVERE	Data: 1981
Coordinate: 1529700 5038339	Redattore:
Perforazione:	

metri bar.	LITOLOGIA	prof. m	Spes. m	DESCRIZIONE	A	FORO	prof. m	Ø mm	POZZO	L.R. m	L.P. m	DATI TECNICI
1		1,0	1,0	Terreno vegetale								
2				Argilla rossastra con elementi di ghiaia								
3												
4												
5												
6		6,5	5,5									
7				Ciottoli, ghiaia con sabbia								
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24										49,0		
25												
26												
27		27,7	21,2									
28				Silt sabbioso argilloso								
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44		44,0	16,3									
45				Silt argilloso giallastro								
46												
47		47,5	3,5									
48				Sabbia siltosa giallastra								

EUROGEO

Via Giorgi e Guido Paglia, 21
24122 BERGAMO

STRATIGRAFIA

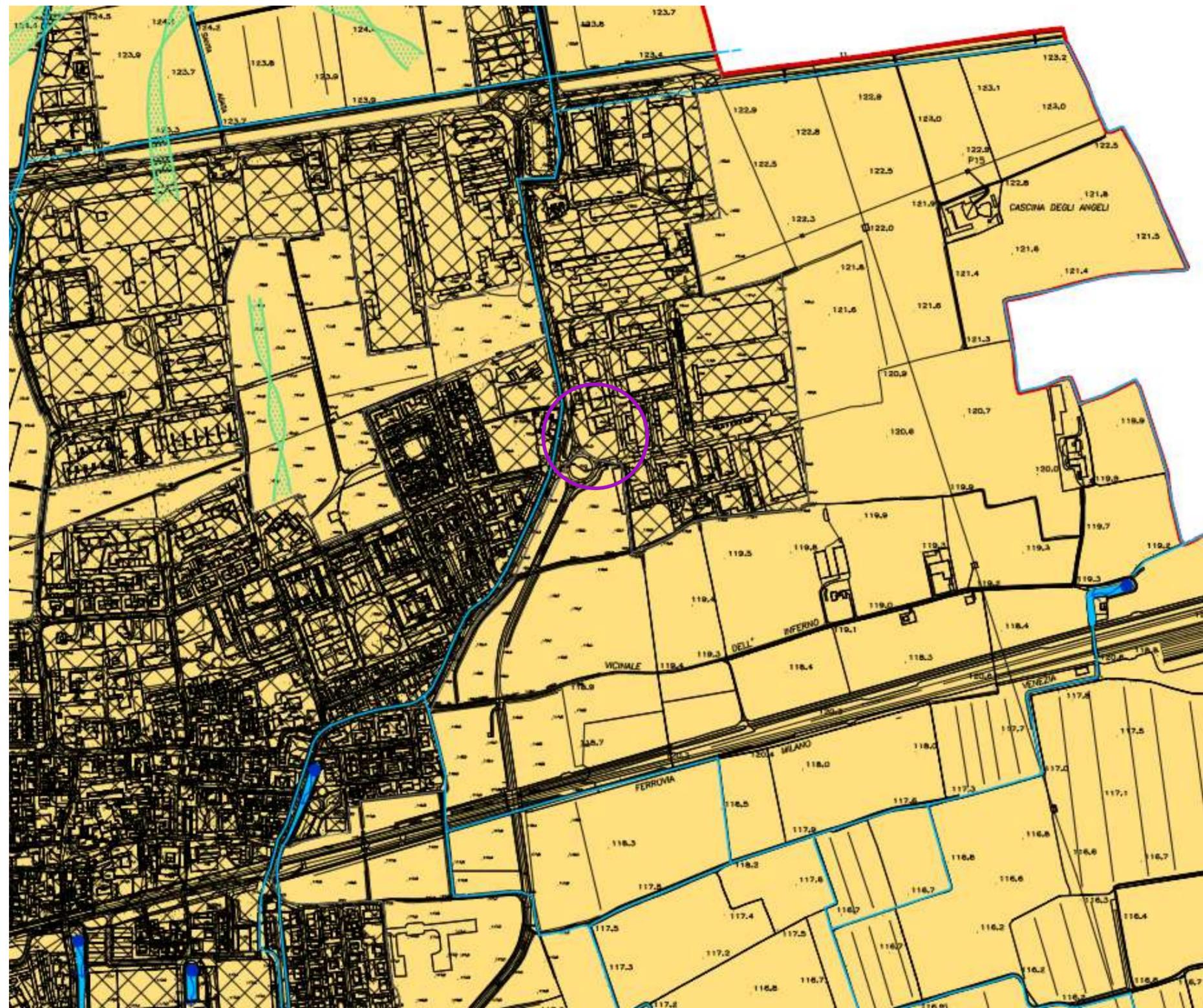
SCALA 1 : 200 Pagina 2/2

Riferimento: COMUNE DI VIGNATE	Sondaggio: P4
Località: VIA STRETTONE	Quota: 119,5
Impresa esecutrice: ROVERE	Data: 1981
Coordinate: 1529700 5038339	Redattore:
Perforazione:	

metri vert.	LITOLOGIA	prof. m	Spes. m	DESCRIZIONE	A	FORO	prof. m	Ø mm	POZZO	L.R. m	L.P. m	DATI TECNICI
49		48,3	0,0	Sabbia siltosa giallastra					49,0	49,0		
50				Conglomerato compatto					51,0	2,0		
51												
52		53,4	5,1	Argilla siltosa giallastra						9,0		
53												
54												
55												
56		59,5	6,1	Ghiaia, ghiaietto e sabbia medio siltosa			350		60,0	2,0		
57												
58												
59		62,5	3,0	Argilla siltosa giallo giallastra					62,0			
60												
61		67,0	4,5	Sabbia argillosa compatta						8,0		
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69		80,0	13,0	Argilla compatta scura								
70												
71												
72		88,0	8,0	Argilla sabbiosa scura								
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80		95,0	7,0									
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												

Allegato 3

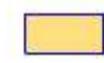
ESTRATTO DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA



CARTA GEOMORFOLOGICA

LEGENDA

Unità fisiografiche

 "Livello fondamentale della pianura"
Suoli moderatamente profondi (A/Bsolt-Inceptisols)
limitati da substrato calcareo zibbiano

Forme legate alle acque correnti superficiali

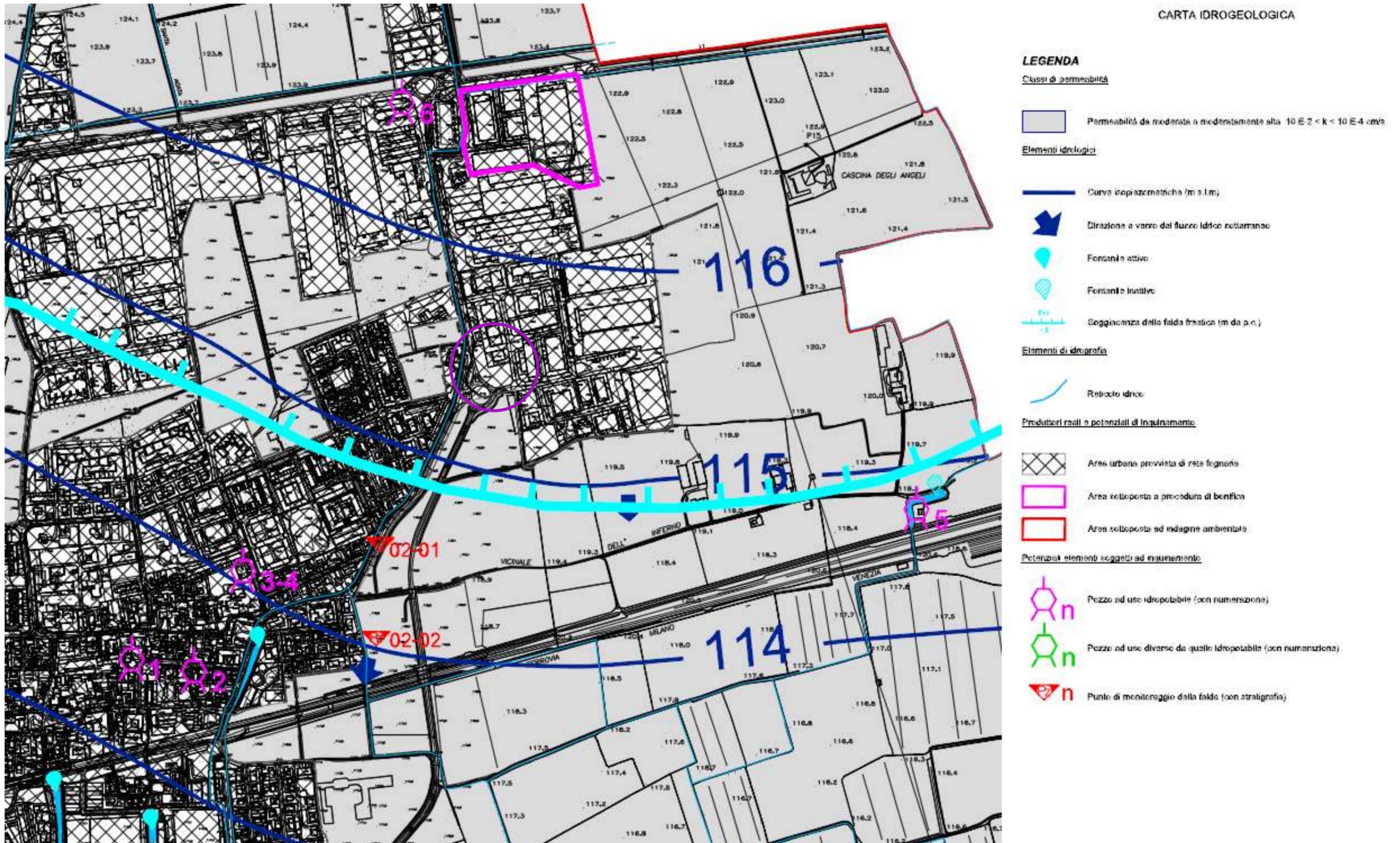
-  Traccia di corso d'acqua estinto
-  Rete idrica
-  Incisioni di riargivia

Forme legate all'attività antropica

-  Area urbanizzata
-  Terreni di riparo

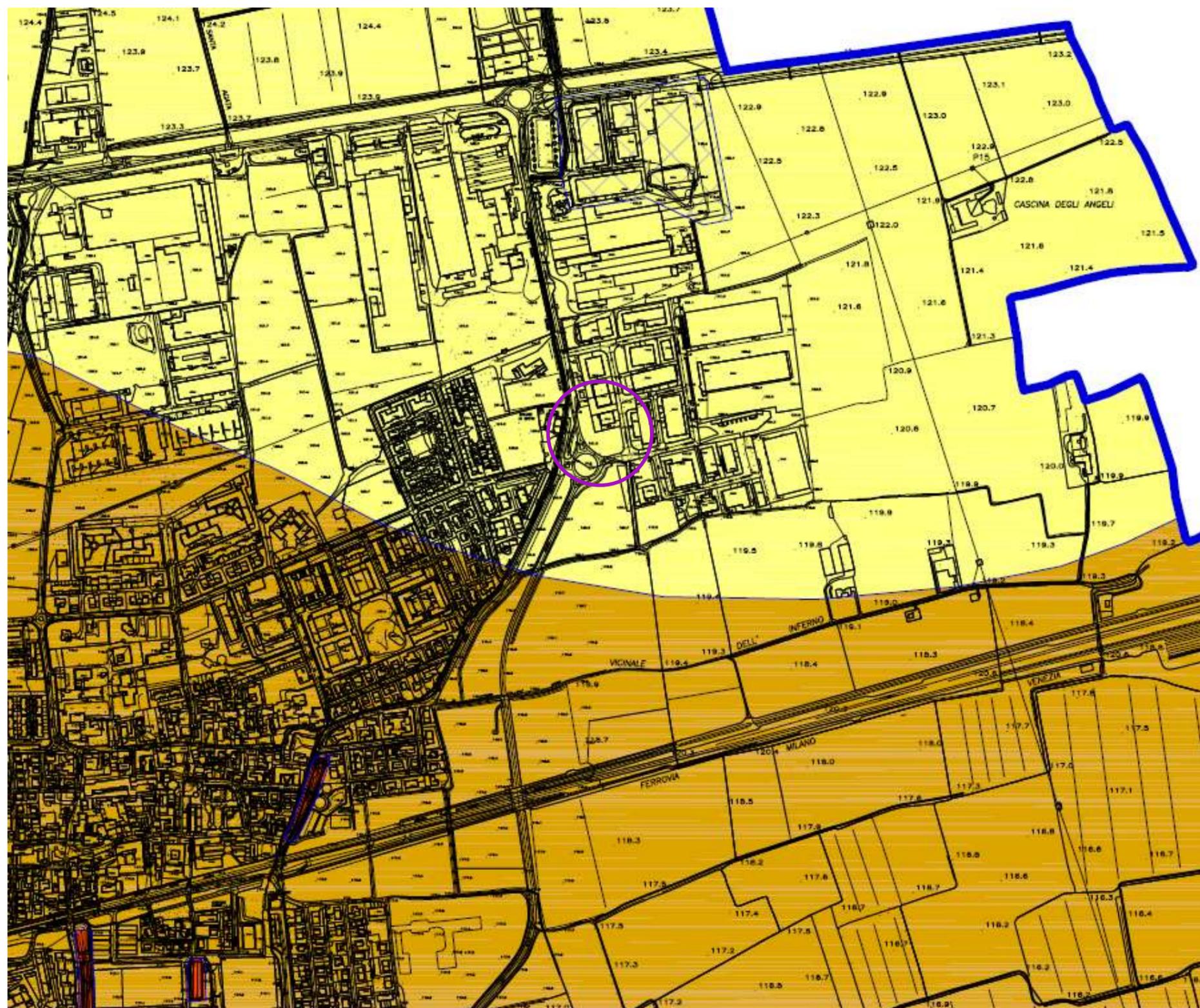
In viola è indicata l'area in oggetto

Allegato 4
ESTRATTO DELLA CARTA IDROGEOLOGICA



In viola è indicata l'area in oggetto

Allegato 5
ESTRATTO DELLA CARTA DI
FATTIBILITÀ GEOLOGICA
DELLE AZIONI DI PIANO



CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

LEGENDA

Classi di fattibilità

- Classe 2
- Classe 2a
- Classe 3
- Classe 4

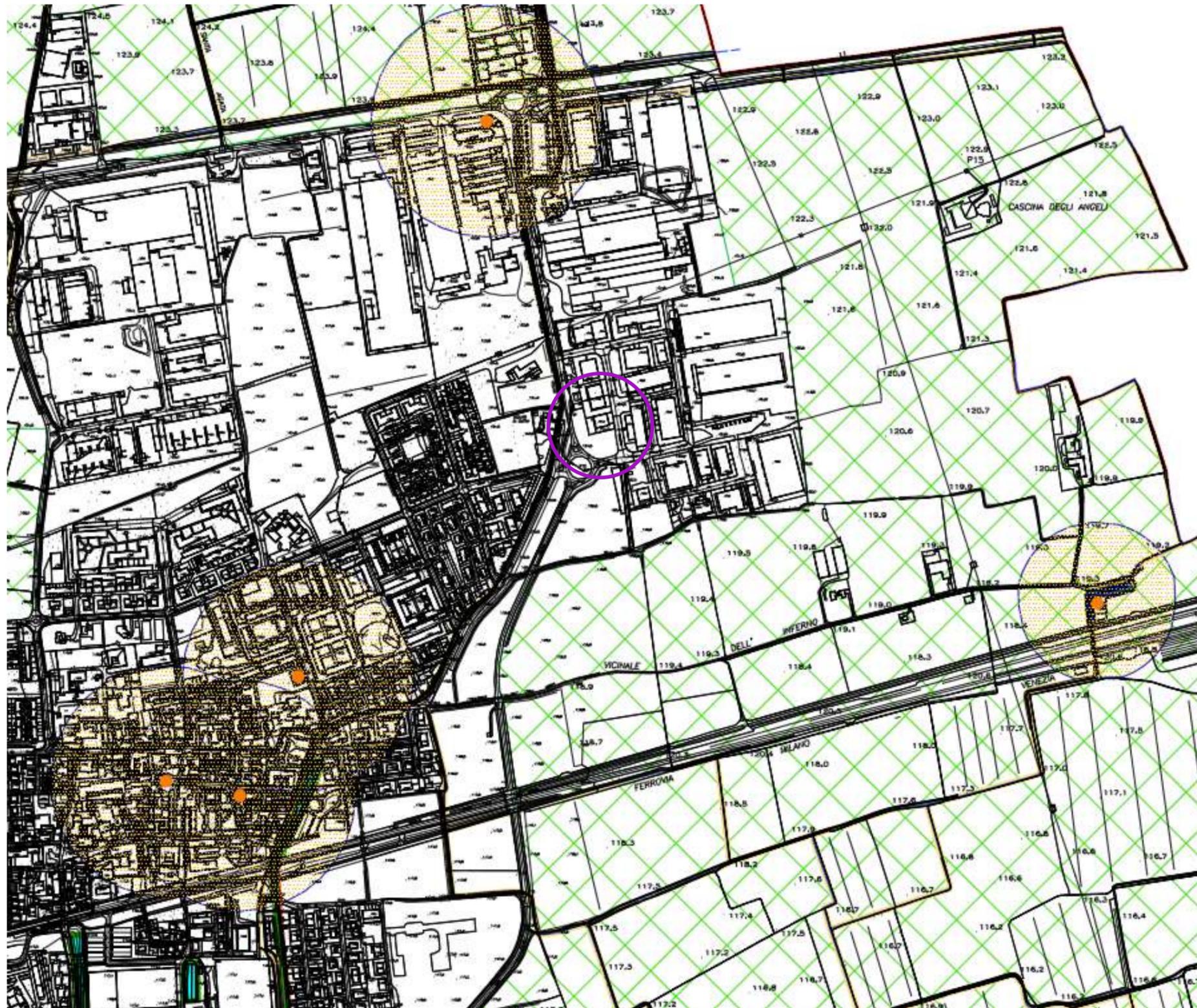
Classe sismica

- Z4 - Z2
Per progetti di edifici strategici e rilevanti (elenco topologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03) applicazione del 2° livello di approfondimento sismico per analisi problemi di amplificazione litologiche e geomorfiche e applicazione del 3° livello di approfondimento per analisi problemi di liquefazione (Allegato 1 OPCM 3274/2006)

In viola è indicata l'area in oggetto

Allegato 6

ESTRATTO DELLA CARTA DEI VINCOLI



CARTA DEI VINCOLI

LEGENDA

R.D. 368/1904: reticolo idrico consortile e fascia di rispetto

Reticolo idrico consortile e rispettiva fascia di rispetto di 4 m

R.D. 523/1904: reticolo idrico minore e fascia di rispetto

Reticolo idrico minore e rispettiva fascia di rispetto di 10 m

Reticolo idrico minore e rispettiva fascia di rispetto di 5 m

D.L. 152/99, D.L. 253/00, D.G.R. 7/12663/03: aree di salvaguardia delle cascazioni ad uso idropotabile

Aree di tutela assoluta: raggio 10 m

Fascie di rispetto

L.R. 8/83, art. 34: Parchi locali di interesse sovracomunale

Parco agricolo sud Milano

In viola è indicata l'area in oggetto

Allegato 7

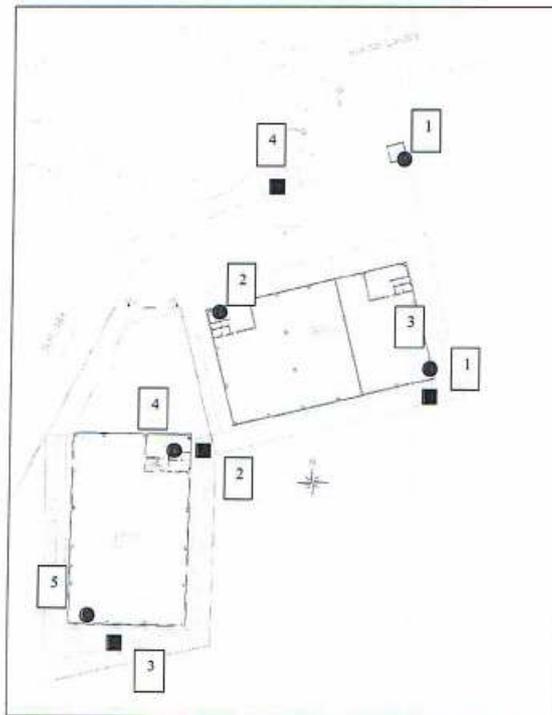
PROVE PENETROMETRICHE

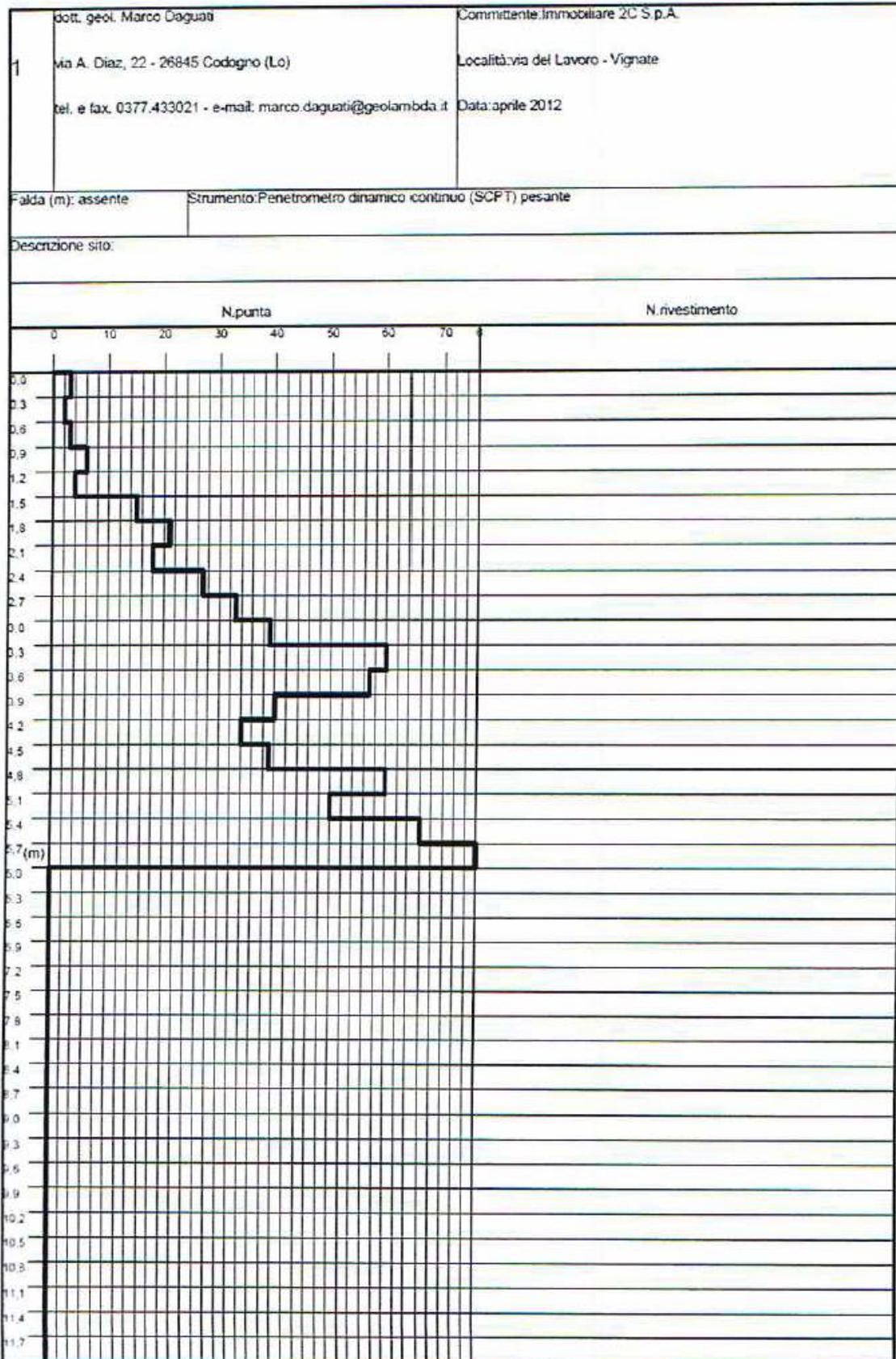


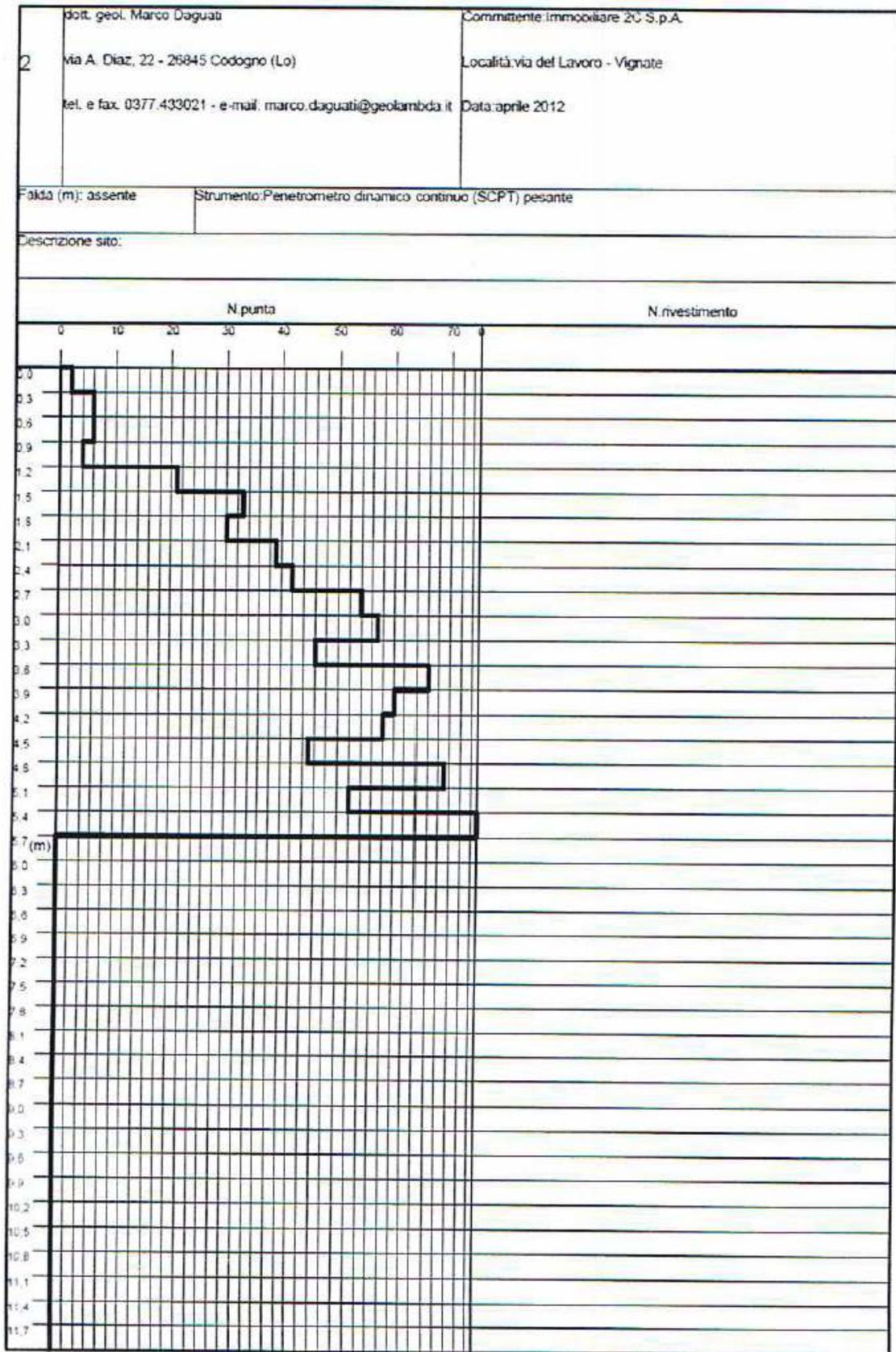
In viola è identificata l'area oggetto della presente relazione, in rosso l'area nella quale sono state eseguite le prove penetrometriche a cui si fa riferimento

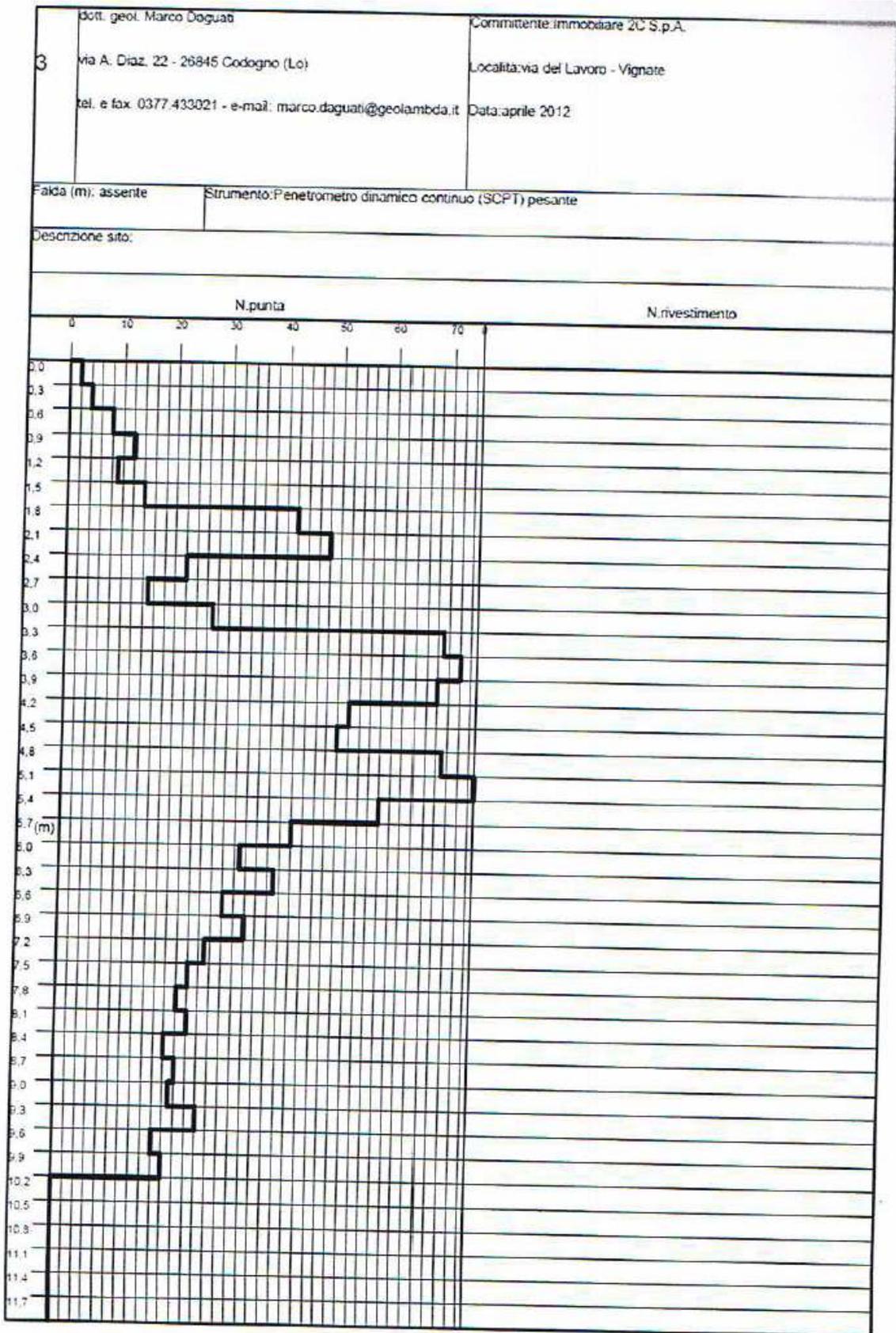
PLANIMETRIA DELL'AREA

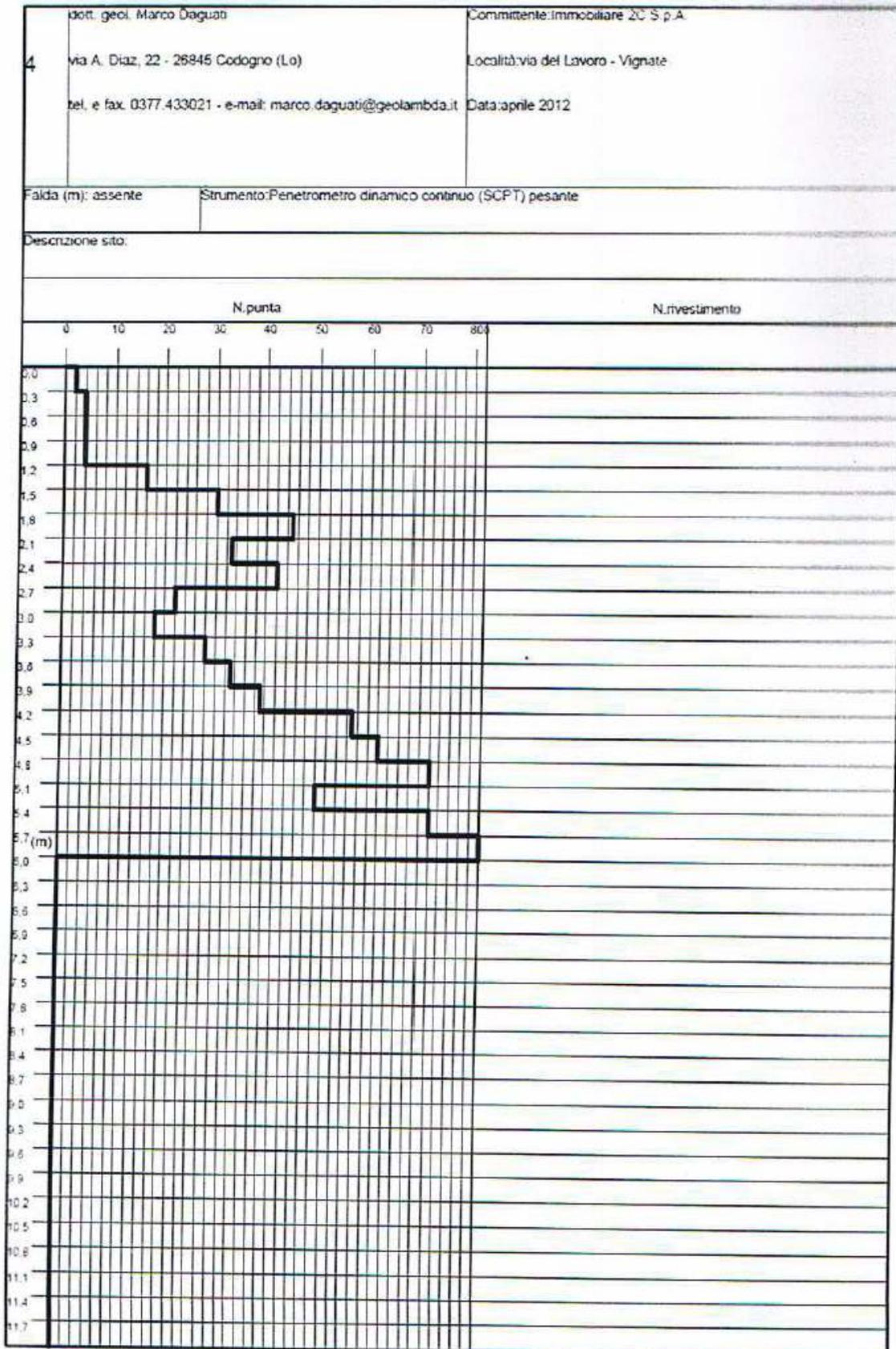
- 1 Ubicazione delle postazioni penetrometriche e relativa numerazione
- 1 Ubicazione dei pozzetti esplorativi e relativa numerazione

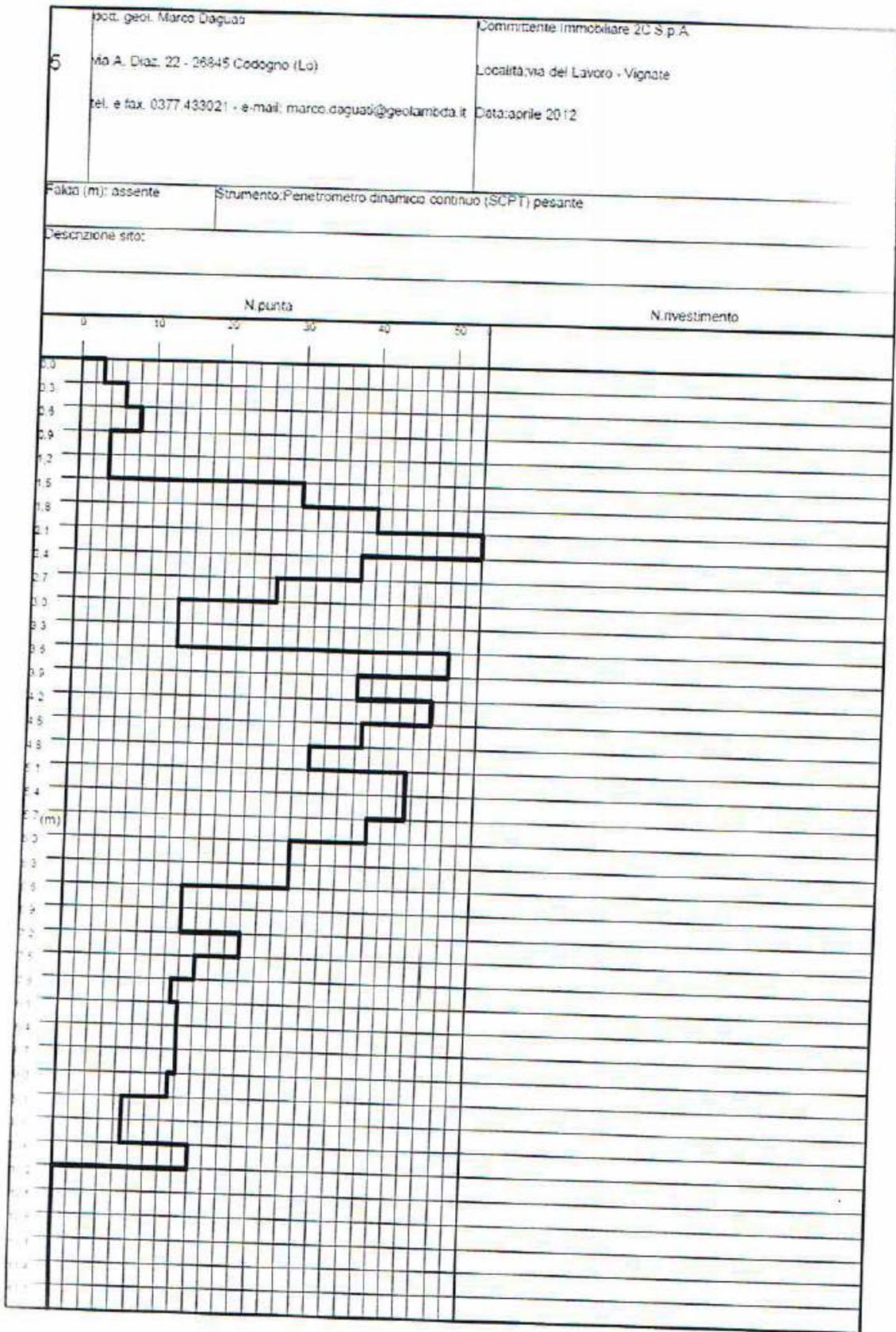












Allegato 8
ASSEVERAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA
DELL'INTERVENTO

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(Art. 47 D.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Il/I sottoscritto/i **SERVIDA DIEGO**.....
nata/o a **MILANO**.....il 18/02/1980.....
.....
residente a **CASSINA DE' PECCHI** in via **ROMA** n **18**
iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione **LOMBARDIA** n **1503**
incaricato/i dal Comune di (prov.) con Det./Del. n..... del.....

- di redigere lo studio relativo alla componente geologica del Piano di Governo del Territorio ¹ ai sensi dei "Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell'art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12"
- di aggiornare lo studio geologico comunale vigente ² realizzato nell'anno da relativamente ai seguenti aspetti:
 - analisi sismica;
 - estensione/revisione carta dei vincoli
 - estensione/revisione carta di sintesi
 - estensione/revisione carta di fattibilità e relativa normativa
 - altro.....

- X** di redigere uno studio geologico parziale a supporto di variante urbanistica o strumento di pianificazione negoziata (di cui all'art. 25, comma 1 della l.r.12/05³);
- di realizzare uno studio di dettaglio ai sensi degli allegati 2 e 3 dei citati criteri;
 - di realizzare uno studio di dettaglio ai sensi dell'allegato 4 dei citati criteri;

consapevole che in caso di dichiarazione mendace sarà punito ai sensi del Codice Penale secondo quanto prescritto dall'art. 76 del succitato D.P.R. 445/2000 e che, inoltre, qualora dal controllo effettuato emerga la non veridicità del contenuto di taluna delle dichiarazioni rese, decadrà dai benefici conseguenti al provvedimento eventualmente emanato sulla base della dichiarazione non veritiera (art. 75 D.P.R. 445/2000);

1 in caso di prima realizzazione della componente geologica del PGT.

2 in caso di preesistenza di uno studio geologico del territorio comunale; in questo caso deve essere indicato l'anno e l'autore dello studio preesistente e le tematiche e/o gli ambiti territoriali oggetto di approfondimento.

3 Specificare se il comune è privo di studio geologico o se è dotato di uno studio che non copre l'ambito di variante.

DICHIARA

X di aver redatto lo studio di cui sopra conformemente ai “Criteri ed indirizzi per la redazione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della l.r. 11 marzo 2005, n. 12”, affrontando tutte le tematiche e compilando tutti gli elaborati cartografici previsti;

X di aver consultato ed utilizzato come riferimento i dati e gli studi presenti nel Sistema Informativo Territoriale Regionale e presso gli archivi cartacei delle Strutture Regionali ;

X di aver assegnato le classi di fattibilità geologica conformemente a quanto indicato nella Tabella 1 dei citati criteri; oppure

di aver assegnato una classe di fattibilità geologica **diversa** rispetto a quella indicata nella Tabella 1 dei citati criteri per i seguenti ambiti;

ambito1.....
per i seguenti motivi.....
.....

ambito2.....
per i seguenti motivi.....
.....

ambito3.....
per i seguenti motivi.....
.....

ambito4.....
per i seguenti motivi.....
.....

DICHIARA INOLTRE

che lo studio redatto propone aggiornamenti al quadro del dissesto contenuto nell’Elaborato 2 del PAI vigente;

X che non si è resa necessaria la redazione della Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI perché lo studio redatto non propone aggiornamenti al quadro del dissesto contenuto nell’Elaborato 2 del PAI vigente;

X che non si è resa necessaria la redazione della Carta del dissesto con legenda uniformata a quella del PAI perché non vengono individuate aree di dissesto:

che lo studio redatto propone la ripermimetrazione dell’area a rischio idrogeologico molto elevata identificata con il n..... nell’Allegato 4.1 del PAI;

che lo studio redatto propone aggiornamenti globali / parziali al mosaico della fattibilità geologica in quanto prima versione dello studio geologico comunale / aggiornamento del precedente studio geologico comunale;

ASSEVERA

(solo per le varianti al P.G.T.)

X la congruità tra le previsioni urbanistiche e i contenuti dello studio geologico del Piano di Governo del Territorio.

Dichiara infine di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 10 della legge 675/96 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Cassina de' Pecchi, 08/03/2013

**Il Dichiarante
DOTT. GEOL. DIEGO SERVIDA**

Ai sensi dell'art. 38, D.P.R. 445 del 28 dicembre 2000, la dichiarazione è sottoscritta dall'interessato in presenza del dipendente addetto ovvero sottoscritta o inviata insieme alla fotocopia, non autenticata di un documento di identità del dichiarante, all'ufficio competente via fax, tramite un incaricato, oppure a mezzo posta.

La mancata accettazione della presente dichiarazione costituisce violazione dei doveri d'ufficio (art. 74 comma D.P.R. 445/2000). Esente da imposta di bollo ai sensi dell'art. 37 D.P.R. 445/2000.