

CO GEO

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA APPLICATA
FLAVIO CASTIGLIONI - MARIO LUCINI
GEOLOGI

Coop. ABITARE COMO

**Realizzazione di n. 4 unità abitative
in Comune di Bregnano**

**RELAZIONE GEOLOGICA
ai sensi del DM 14/01/2008 – NTC (R1)**

giugno 2016

1 - PREMESSA

In conformità all'incarico conferito dalla **Coop. ABITARE COMO**, si è proceduto all'esame delle caratteristiche geotecniche dei depositi presenti nel primo sottosuolo dell'area di proprietà, sita **Comune di Bregnano** ed interessata dal **progetto di realizzazione di n. 4 fabbricati residenziali**.

A tale scopo, in data 01/06/2016 sono state eseguite **n. 2 prove penetrometriche dinamiche continue SCPT** con attrezzatura DPSH "Emilia", spinte sino alla profondità massima di 7.5 m dal piano campagna.

Per la definizione del profilo verticale delle onde di taglio sino alla profondità di 30 metri da p.c. (Vs30), utile per la caratterizzazione del tipo di suolo secondo le normative tecniche nazionali, è stata eseguita un'**indagine sismica passiva (HVSr)**.

Infine, allo scopo di valutare la possibilità di smaltimento nel sottosuolo delle acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabilizzate, è stata eseguita una **prova di percolazione** entro una fossa predisposta a mezzo escavatore approfondita sino ad 1.1 m dal piano campagna.

È stata altresì valutata la compatibilità dell'intervento in progetto con le prescrizioni della **Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio (PGT) del Comune di Bregnano**, che ha inserito il comparto in **classe 2b** di fattibilità geologica (con modeste limitazioni).

L'illustrazione delle modalità di esecuzione dell'indagine e dei risultati della stessa forma l'oggetto della presente relazione, redatta **ai sensi del DM 14/01/2008 – NTC (R1)**.

2 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO

L'area in esame si ubica nel settore settentrionale del Comune di Bregnano, immediatamente a sud del nucleo abitativo di Puginate, ad una quota di circa 295 m sul livello del mare (**Tav. 1**).

Le morfologie che caratterizzano la zona risultano chiaramente influenzate dall'azione modellatrice esercitata in età pleistocenica dalla lingua glaciale abduana, che, scendendo dalla Valtellina lungo il solco del Lario, con le successive fasi di avanzata e ritiro, andò a costituire nell'alta pianura lombarda il complesso di depositi continentali sciolti denominato **Anfiteatro Morenico del Lario**.

I blandi rilievi collinari allungati in direzione Est-Ovest che ospitano gran parte degli abitati di Lomazzo, Bregnano e Cermenate, rappresentano lembi della cerchia morenica frontale rissiana e risultano formati da accumuli caotici di elementi litoidi eterometrici immersi in abbondante matrice limoso-sabbiosa, ricoperti da una coltre pedogenetica limo-argillosa di spessore metrico (**Morenico Riss**).

I pianalti che delimitano a Nord e a Sud i dossi morenici (**Tav. 2**) sono occupati dai depositi del terrazzo diluviale rissiano e risultano costituiti da sabbie, ghiaie e argille, con la frazione fine argillosa che tende a prevalere nettamente sulle altre nella coltre di alterazione superficiale di spessore metrico (**Fluvioglaciale Riss**).

La continuità dell'apparato è interrotta, circa 1.2 km ad ovest dell'area in esame, dall'incisione valliva in cui scorre il Torrente Lura, occupata da **depositi alluvionali recenti ed attuali**, di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa.

La **stratigrafia-tipo** della zona, al di sotto delle coltri superficiali sopra descritte (spessore 20 - 40 m), è caratterizzata dalla presenza di potenti banchi conglomeratici più o meno cementati (spessore prossimo ai 40 m), ascrivibili all'Interglaciale Gunz-Mindel ("Ceppo Lombardo").

Questi ultimi sovrastano a loro volta depositi prevalentemente limosi di colore grigio-giallastro, con sottili intercalazioni lenticolari sabbioso-ghiaiose ("Argille sotto il Ceppo" - Villafranchiano).

Per quanto riguarda la **circolazione idrica nel sottosuolo**, i dati relativi ai pozzi esistenti nella zona indicano che la prima falda significativa, ubicata alla base dei conglomerati del Ceppo, si livella a profondità prossime ai 90 m dal piano campagna; piccole falde sospese possono essere talora ospitate all'interno dei livelli più permeabili delle coltri superficiali.

3 - STATO DEI LUOGHI ED INTERVENTI IN PROGETTO

Il comparto d'interesse si colloca in fregio alla Via Kennedy, nell'ambito dell'esteso pianalto in leggerissimo declivio verso sud che si estende a settentrione del concentrico principale di Bregnano.

Nella zona non si rilevano dissesti in atto nè particolari evidenze di fenomeni di instabilità a carico delle coltri di copertura.

Si segnala che al limite meridionale del comparto di proprietà corre una roggia, ascritta al reticolo idrico minore, che contraddistinta da andamento nord-sud ad est dell'area d'interesse, assume poi un assetto est-ovest in corrispondenza del comparto d'interesse per orientarsi infine a nordest-sud ovest sino all'immissione nel torrente Lura.

Il progetto in esame, nell'ambito del P.A. per l'*Ambito di trasformazione C5*, prevede la realizzazione di n. 4 palazzine distribuite su due pian fuori terra.

4 - INDAGINI IN SITO

4.1 - Prove penetrometriche SCPT

Allo scopo di verificare le caratteristiche geotecniche dei depositi presenti nel sottosuolo dell'area in esame, in data 01/06/2016, si è proceduto all'esecuzione di **n. 2 prove penetrometriche dinamiche SCPT (Tav. 3)**.

Le prove, effettuate con attrezzatura DPSH "Emilia" montata su affusto semovente, sono state spinte sino ad una profondità massima di 7.5 m dall'attuale piano campagna (vedi Allegato I - diagrammi prove penetrometriche).

In entrambe è stata rilevata la presenza di un **orizzonte superficiale "soffice"** dello spessore di 1.5 m, caratterizzato da valori di N_p (numero di colpi necessari per determinare un avanzamento di 30 cm della punta) inferiori a 3 colpi/piede.

Inferiormente, è stato poi individuato un **orizzonte da poco a moderatamente addensato** sino a profondità variabili tra -3.9 m (prova 2) e -4.8 m (prova 1), contraddistinto da valori di N_p perlopiù oscillanti tra 4 e 8 colpi/piede, al di sotto del quale si registra un graduale incremento della resistenza a penetrazione, con valori di N_p che si portano al di sopra dei 15 colpi/piede.

Le due prove raggiungono il "rifiuto" ($N_p > 100$), rispettivamente, alle quote di -7.5 m e di -6.6 m da piano campagna (**orizzonte compatto di fondo**)

Nel corso della fase esecutiva delle indagini, è stata rilevata la presenza di acqua libera nel sottosuolo, correlata alla presenza di una modesta falda sospesa, **livellata alla profondità di circa 1.3 m dal piano campagna.**

4.2 - Indagine sismica passiva HVSR

Allo scopo di stimare gli effetti di sito e la vulnerabilità sismica dell'opera, si è proceduto alla realizzazione di un'indagine sismica passiva HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratios*) mediante l'utilizzo di un tromografo digitale, un sismometro a stazione singola in grado di registrare il rumore di fondo ambientale (microtremori), ovvero la continua vibrazione del suolo dovuta sia a cause antropiche (traffico veicolare, produzione industriale, ecc.) che naturali (vento, pioggia, moto ondoso, ecc.), lungo le direzioni orizzontali (X, Y) e verticale (Z), in un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per un tempo volutamente lungo (10-20 min).

Con questa tecnica viene valutato, in particolare, il rapporto di ampiezza fra le componenti orizzontali e verticali del moto (H/V) ed analizzando misure di questo tipo è possibile identificare le modalità di vibrazione del terreno e individuare la frequenza fondamentale (f) di questa vibrazione. Sapendo che, in generale, esiste una relazione semplice fra f , lo spessore della parte più soffice del terreno (ovvero la parte di materiali sovrastante il bed-rock) e la velocità media delle onde simiche di taglio nel sottosuolo (V_s), attraverso le misure HVSR è possibile risalire alle discontinuità sismiche che sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che al contatto copertura-bedrock.

Per la determinazione delle V_s e per una corretta caratterizzazione (dal punto di vista geofisico) dei litotipi presenti e del substrato roccioso, si è proceduto all'interpretazione delle curve H/V sintetiche create con il codice di calcolo *Grilla*, basato sulla simulazione del campo d'onde di superficie (Rayleigh e Love) in sistemi multistrato a strati piani e paralleli, secondo la teoria descritta in AKI (1964), Ben-Menahem e Singh (1981).

Si evidenzia come, per una corretta determinazione delle V_s , sia necessario conoscere, anche in maniera indicativa, la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia e riconoscibile nella curva H/V. In questo caso l'indagine di sismica passiva HVSR è stata eseguita in corrispondenza del punto di ubicazione della prova 1 (Tav. 3).

I risultati ed i grafici ottenuti dalla modellazione sono riportati nell'**Allegato II**, mentre il valore della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità ($V_{s,30}$), necessario per l'identificazione della categoria di sottosuolo ai sensi del DM 14/01/2008 (NTC), risulta pari a **278 m/s**.

4.3 - Prova di percolazione

Al fine di valutare la possibilità e le modalità di smaltimento nel sottosuolo delle acque meteoriche raccolte dalle superfici impermeabilizzate, è stata verificata la **capacità di dispersione idrica** del terreno mediante l'effettuazione di una **prova di percolazione in sito**.

In particolare, in data 01/06/2016, a mezzo escavatore, si è proceduto all'apertura di uno scavo ed al suo approfondimento sino a 1.1 m dal piano campagna: scavo che, al di sotto di un modesto spessore di terreno agrario, ha evidenziato la presenza di un unico orizzonte limo argilloso di colore nocciola (vedi Allegato III - documentazione fotografica).

Sul fondo fossa è stato quindi predisposto un cavo quadrato di 48 cm di lato e profondità pari a 20 cm (vedi documentazione fotografica allegata).

Lo stesso è stato riempito d'acqua per un'altezza iniziale pari a 9 cm (h_1) e, dopo un tempo di 20 min (Δt), si è registrato un abbassamento di livello pari a 3 cm (h_2).

La determinazione del valore di **permeabilità del terreno (K)**, secondo il metodo proposto dalle norme A.G.I. (1977), ha fornito il seguente risultato:

$$\begin{aligned} K &= (h_2 - h_1 / t_2 - t_1) \times [1 + (2h_m / b)] / [27h_m / b + 3] = \\ &= 0.00045 \text{ cm/s } (4.5 \times 10^{-6} \text{ m/s}) \end{aligned}$$

5 - CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*" (pubblicata sulla G.U. n. 105 del 08/05/2003, Supplemento ordinario n. 72), vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. L'Ordinanza è in vigore, per gli aspetti inerenti la classificazione sismica, dal 23/10/2005; di tale nuova classificazione, la Regione Lombardia ha preso atto con D.G.R. n. 14964 del 07/11/2003.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica, dal 5 marzo 2008 è in vigore il D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni", che sostituisce il precedente D.M. 14/09/2005.

Con riferimento ai succitati disposti normativi, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si specificano i seguenti parametri caratteristici del sito (**lat. 45,7062; long. 9,0579**), a cui si ritiene di attribuire, ai sensi del punto 3.2.2 delle NTC, una **Categoria di sottosuolo C** ed una **Categoria topografica T1**:

Zona sismica	4
Tipo di costruzione	2
Classe d'uso	II
Vita nominale	50 anni
Coefficiente Cu	1
Periodo di riferimento	50 anni
SLV	
Probabilità superamento	10%
Tr	475 anni
ag	0.041 g
Fo	2.643
Tc*	0.285
Ss	1.500
Cc	1.590
St	1.000
Kh	0.012
Kv	0.006
Amax	0.606
Beta	0.200

6 - CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

6.1 - Caratteristiche geotecniche

Per la definizione delle principali caratteristiche geotecniche dei depositi rinvenuti nel sottosuolo (riportate nella tabella riassuntiva in chiusura di paragrafo) e, di conseguenza, del modello geologico del sito, si è fatto riferimento ai **tre orizzonti** individuati in base ai risultati delle prove SCPT, ritenuti rappresentativi della situazione.

Il primo strato (terreno di coltura) non è stato considerato, in quanto ritenuto non caratterizzabile.

Essendo in presenza di terreni a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa, la stima dei parametri è stata effettuata procedendo in termini di condizioni drenate e considerando pertanto una **coesione nulla**.

A ciascuno degli strati è stato innanzitutto attribuito un valore di **Np caratteristico** (colpi/piede), da cui sono stati successivamente ricavati, sulla base delle tabelle di correlazione disponibili in letteratura (Terzaghi-Peck, 1948; Gibbs-Holz, 1957; Peck, Hanson e Thornburn, 1974, De Mello, 1979), i rispettivi valori di **densità relativa Dr** e di **angolo di attrito interno ϕ'** .

Il **peso di volume del terreno γ'** [kN/m³] è stato stimato in base alla evidenze litologiche ed al raffronto con dati analitici riferiti a condizioni analoghe a quelle riscontrate nell'area di indagine.

Per quanto concerne i **parametri di deformazione**, è stato dapprima preso in esame il **modulo di elasticità E'**. Poiché il comportamento dei terreni sabbioso-ghiaiosi risulta fortemente non lineare anche in corrispondenza di livelli di sollecitazione indotte relativamente modeste, per non incorrere in una sovrastima di tale parametro, si è fatto riferimento a valori associabili a gradi di mobilitazione della resistenza al taglio ultima e a deformazioni indotte, pari rispettivamente al 25% e a 1×10^{-3} (valori generalmente riscontrabili nelle vicinanze di strutture di fondazione caratterizzate da fattori di sicurezza nei confronti della rottura pari a 2.5-3).

La stima di tale parametro per i tre strati considerati (sempre basata sui risultati delle prove penetrometriche) è stata effettuata utilizzando le due seguenti correlazioni:

$$a) \dot{E}_{25} = (10.5 - 3.5 \times Dr) \times Np \quad [\text{kg/cm}^2] \quad (\text{Jamolkowski et al., 1988})$$

con

$\dot{E}_{25}$ = modulo di elasticità secante, cui corrisponde un grado di mobilitazione della resistenza ultima pari al 25%

$$b) E' = S_a \times N_p + S_b \quad [\text{MPa}] \quad (\text{Webb, 1970})$$

con

$$S_a = 0.478$$

$$S_b = 7.170$$

Il **coefficiente di sottofondo o di Winkler k_{sv}** [kg/cm^3], definito come il cedimento di un elemento di fondazione di dimensioni unitarie caricato con una pressione unitaria, è stato stimato in base alla tabella di correlazione proposta da Terzaghi, basata anch'essa sui risultati di prove penetrometriche.

Il **coefficiente di Poisson**, sulla base dei dati disponibili in letteratura, assume in genere, per terreni prevalentemente sabbioso-ghiaiosi come quelli in esame, valori compresi **tra 0.3 e 0.4** (Bowles, 1988).

Tabella riassuntiva parametri caratteristici

	N_p (c/p)	D_r (%)	φ' (°)	γ' (kN/m^3)	$\dot{E}_{25}$ (kPa)	$\dot{E}$ (kPa)	k_{sv} (kg/cm^3)
1° orizzonte	2	<20	-	18	-	-	-
2° orizzonte	5	20	27°	9	4900	9560	0,6
3° orizzonte	15	45	32°	9	13400	14300	2,0

6.2 - Aspetti fondazionali

Alla luce delle indicazioni progettuali che prevedono il collocamento del piano fondazionale a -0.6 m dal piano campagna e della presenza, al di sotto di tale quota, di spessori significativi di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti, **si reputa indispensabile l'adozione di interventi atti a migliorare ed uniformare le caratteristiche geotecniche del terreno.**

La sequenza operativa dovrebbe prevedere:

- l'approfondimento dello scavo previsto per la posa delle fondazioni sino alla quota di -1.2 m da piano campagna, ed il suo ampliamento sino ad una larghezza doppia rispetto a quella della struttura;
- l'accurato costipamento del fondo scavo mediante ripetuti passaggi di un rullo statico pesante (7-8 t) o, in subordine, di una macchina operatrice di peso significativo;
- la posa di uno strato di tessuto non tessuto con eminente funzione di separatore;
- la sostituzione - sino alla quota d'imposta delle strutture di fondazione in progetto - del materiale asportato con un misto di cava naturale privo di frazione fine e di elementi grossolani di diametro eccedente i 5 cm (o, in alternativa, con frantumato certificato derivante da impianti di riciclaggio inerti con le medesime caratteristiche granulometriche) costipato per strati successivi di spessore unitario non superiore a 30 cm secondo le stesse modalità indicate in precedenza.

Il tutto finalizzato all'induzione della massima percentuale possibile dei cedimenti cui i materiali indagati - sottoposti a carico - andrebbero comunque incontro e, a fronte dell'attenta conduzione delle operazioni di cui sopra, alla formazione di uno strato omogeneo contraddistinto da caratteristiche geotecniche più che buone.

La valutazione del carico ammissibile sul terreno dopo l'intervento prospettato è stata effettuata ipotizzando, su indicazione della committenza, l'adozione di **fondazioni continue di larghezza B pari a 1.2 m.**

Per il calcolo è stato adottato lo schema del doppio strato (Vesic 1970), secondo cui il **carico limite a rottura** (ipotesi di carico verticale e centrato) è dato da:

$$q_{lim} = q_0 \times e^{2(1+B/L)(H/B)K \tan \varphi_1}$$

dove:

- B = larghezza della fondazione (1.2 m)
- L = lunghezza della fondazione (21 m)
- H = spessore del 1° strato (0.6 m)
- φ_1 = angolo d'attrito interno del 1° strato (40°)

$$K = (1 - \sin^2 \varphi_1)(1 + \sin^2 \varphi_1)$$

q_0 = carico limite a rottura della fondazione fittizia posta alla sommità del 2° strato

e

$$q_0 = \gamma_2 \times B/2 \times N_\gamma$$

dove:

γ_2 = peso di volume del terreno del II strato

N_γ = fattore di capacità portante (funzione dell'angolo d'attrito interno del 2° strato)

Al primo strato, rappresentato dall'insieme "sottofondo rullato/riporto stabilizzato" è stato assegnato cautelativamente un angolo di attrito interno $\varphi_1 = 40^\circ$.

Per il secondo strato, rappresentato dal terreno naturale sottostante, è stato assunto un valore di peso di volume $\gamma_2 = 9 \text{ kN/mc}$, con un angolo di attrito interno $\varphi_2 = 27^\circ$.

Il calcolo ha fornito i seguenti risultati:

$$q_{lim} = 9 \times 0.6 \times 14.47 \times e^{0.8747870} = 163 \text{ kN/mq}$$

Il calcolo del **carico ammissibile** è stato effettuato applicando un coefficiente di sicurezza F uguale a 3 al carico limite, ottenendo:

$$q_{amm} = 163/3 = 54 \text{ kN/m}^2$$

(pari a 65 kN/m per la fondazione considerata)

La validità dei risultati esposti è strettamente condizionata dalla corretta formazione dello strato di terreno "stabilizzato"; si raccomanda pertanto la dovuta attenzione e cura nella scelta del terreno da utilizzare per la bonifica (granulometria eterogenea, con assenza di frazioni fini e di elementi grossolani) e nella conduzione delle operazioni di costipamento.

7 - CONCLUSIONI

Le indagini esperite hanno consentito di accertare le buone condizioni di stabilità dell'area in esame, che non risulta soggetta a particolari rischi di carattere geologico.

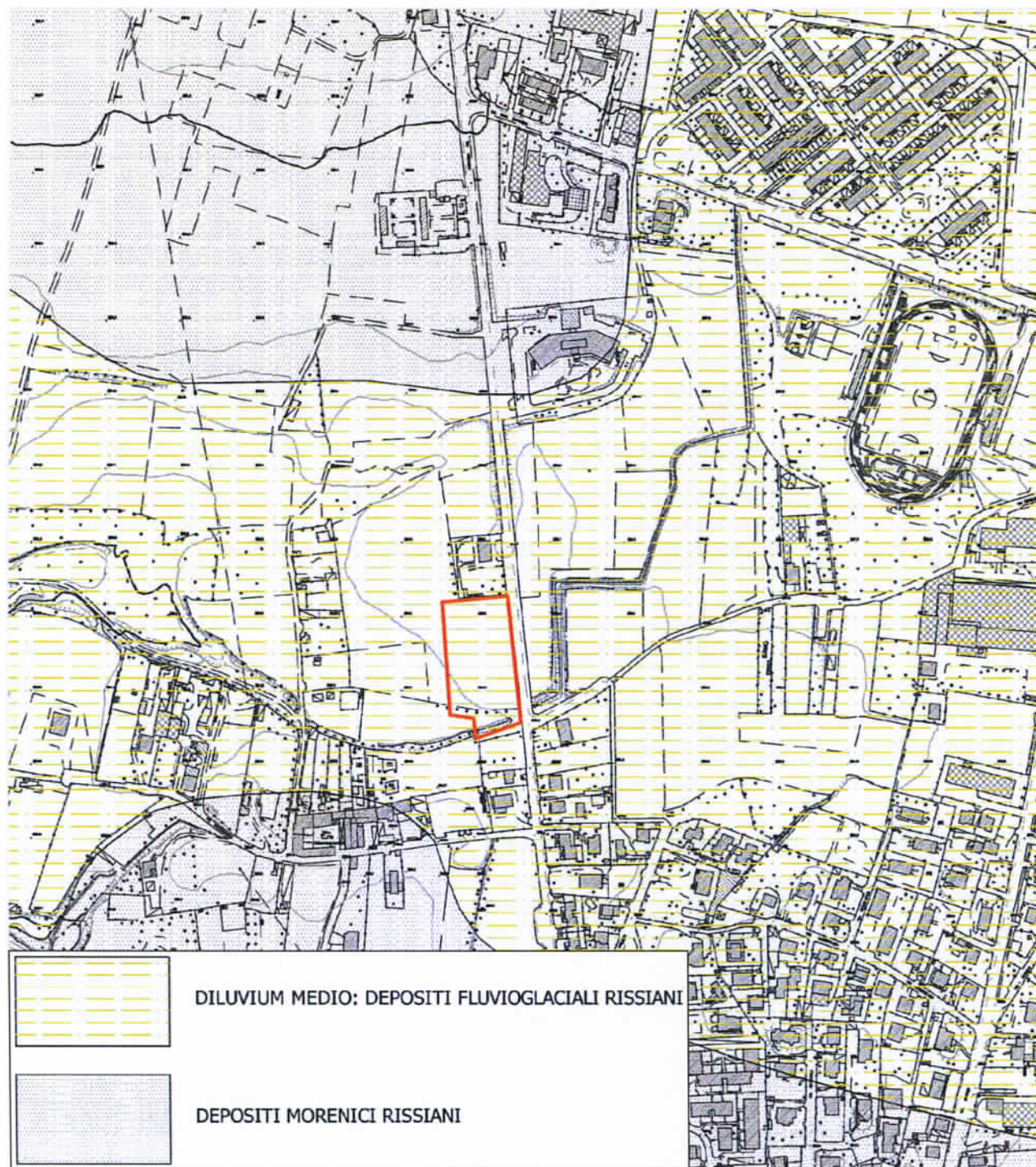
In ragione delle caratteristiche geologiche del sito, oltre che del suo assetto morfologico, si reputa altresì che gli interventi in oggetto non siano destinati ad influire negativamente sulle condizioni di stabilità globale della zona.

Per quanto concerne gli aspetti idrogeologici, si rileva che l'esecuzione delle opere non determina interruzioni, deviazioni od occlusioni di vie preferenziali di deflusso delle acque meteoriche, nè significative alterazioni dei flussi idrici sotterranei.

Sulla base di quanto sin qui esposto, fatte salve le indicazioni precedentemente espresse in relazione agli aspetti fondazionali, non si ravvisano impedimenti di carattere geologico alla fattibilità dell'intervento edificatorio.

Si attesta altresì la compatibilità di quest'ultimo con le risultanze della Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Bregnano, che ha inserito il comparto in classe 2 di fattibilità geologica (Tav. 4).





Area d'interesse

Coop. ABITARE COMO
Realizzazione di n. 4 fabbricati residenziali
in Comune di Bregnano

CARTA GEOLOGICA
(Componente geologica, idrogeologica e sismica
del PGT del Comune di Bregnano - stralcio)
Scala 1:5000

Coop. ABITARE COMO
Realizzazione n. 4 fabbricati residenziali
in Comune di Bregnano

DETTAGLI DI PROGETTO
Planimetria generale / sezione
Scala 1:500

Tav. 3



Traccia di sezione



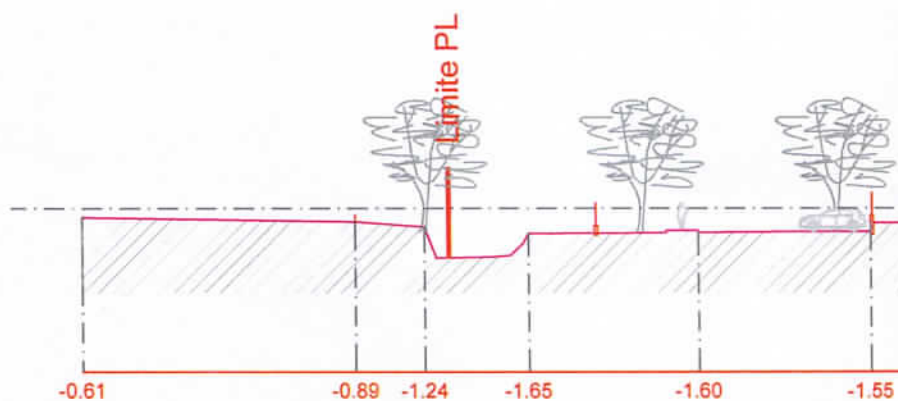
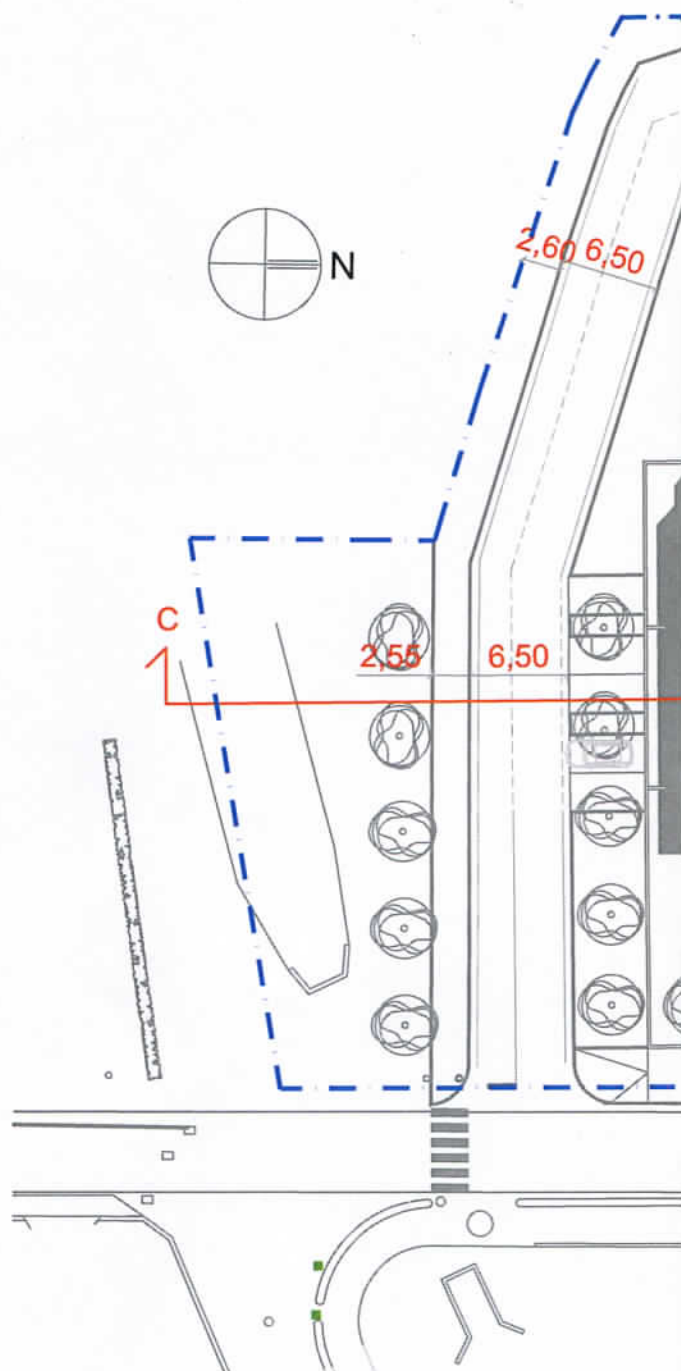
Prova Scpt e
relativa numerazione

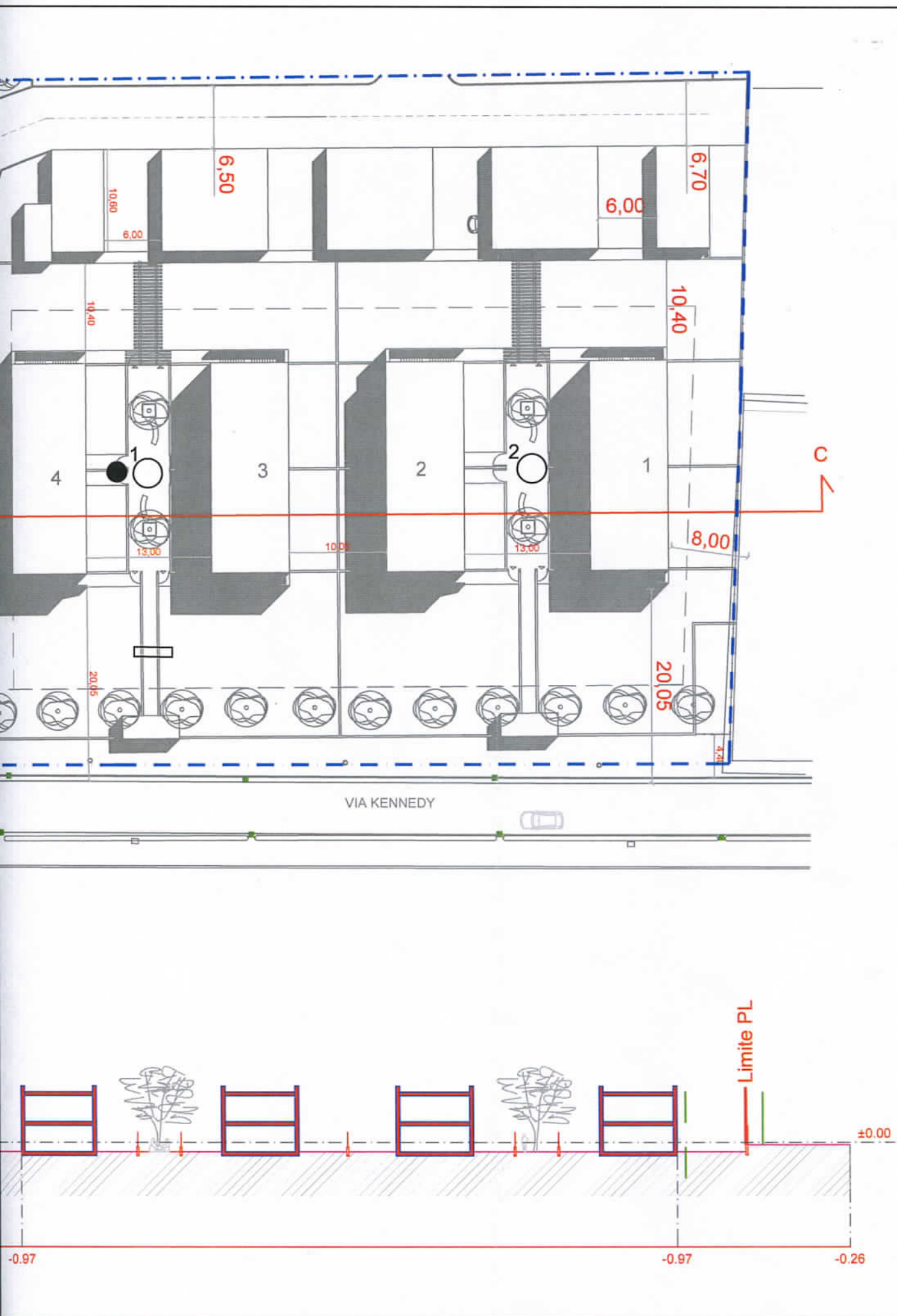


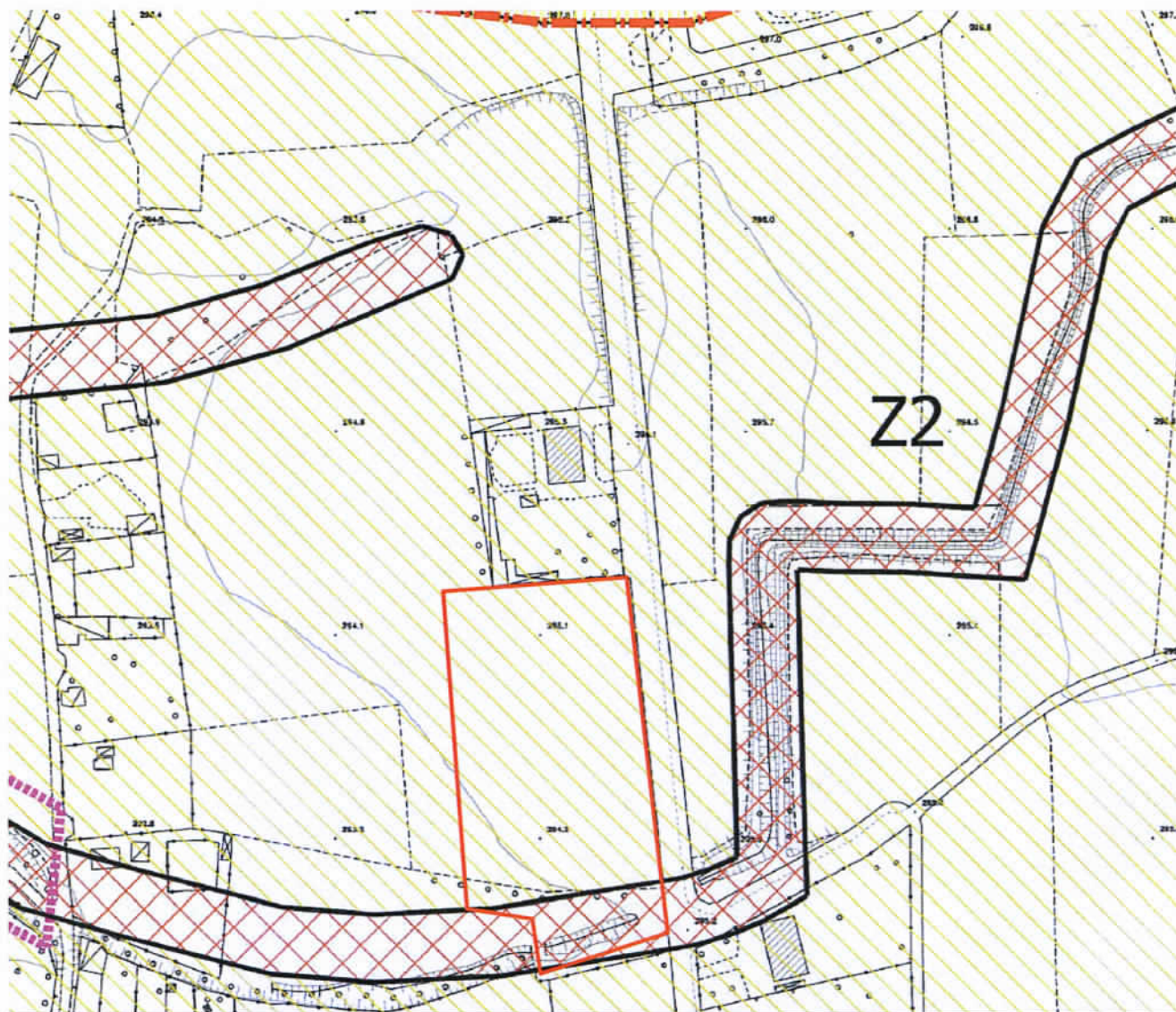
Indagine di sismica passiva



Prova di percolazione







CLASSE 2b - FATTIBILITA' CON MODESTE LIMITAZIONI

ZONA INTERMORENICA E/O DI PIANA FLUVIOGLACIALE: TERRENI CON CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DA MEDIOCRI A SCADENTI, DI NATURA COESIVA DOMINANTE, CON PRESUMIBILI FENOMENI DI RISTAGNO SUB-SUPERFICIALE E/O PICCOLE FALDE SOSPESSE



CLASSE 4 - FATTIBILITA' CON GRAVI LIMITAZIONI

AREE VULNERABILI SOTTO L'ASPETTO IDRAULICO PER POTENZIALI ESONDAZIONI
ZONA TUTELA ASSOLUTA POZZI PUBBLICI (r=10m)
LIMITE DI INEDIFICABILITA' FASCE DI RISPETTO FLUVIALI

— Confine di proprietà

Coop. ABITARE COMO
 Realizzazione di n. 4 fabbricati residenziali
 in Comune di Bregnano

FATTIBILITA' GEOLOGICA
 (Componente geologica, idrogeologica
 e sismica del PGT del Comune di Bregnano)
 Scala 1:2000

ALLEGATO I
Diagrammi prove penetrometriche

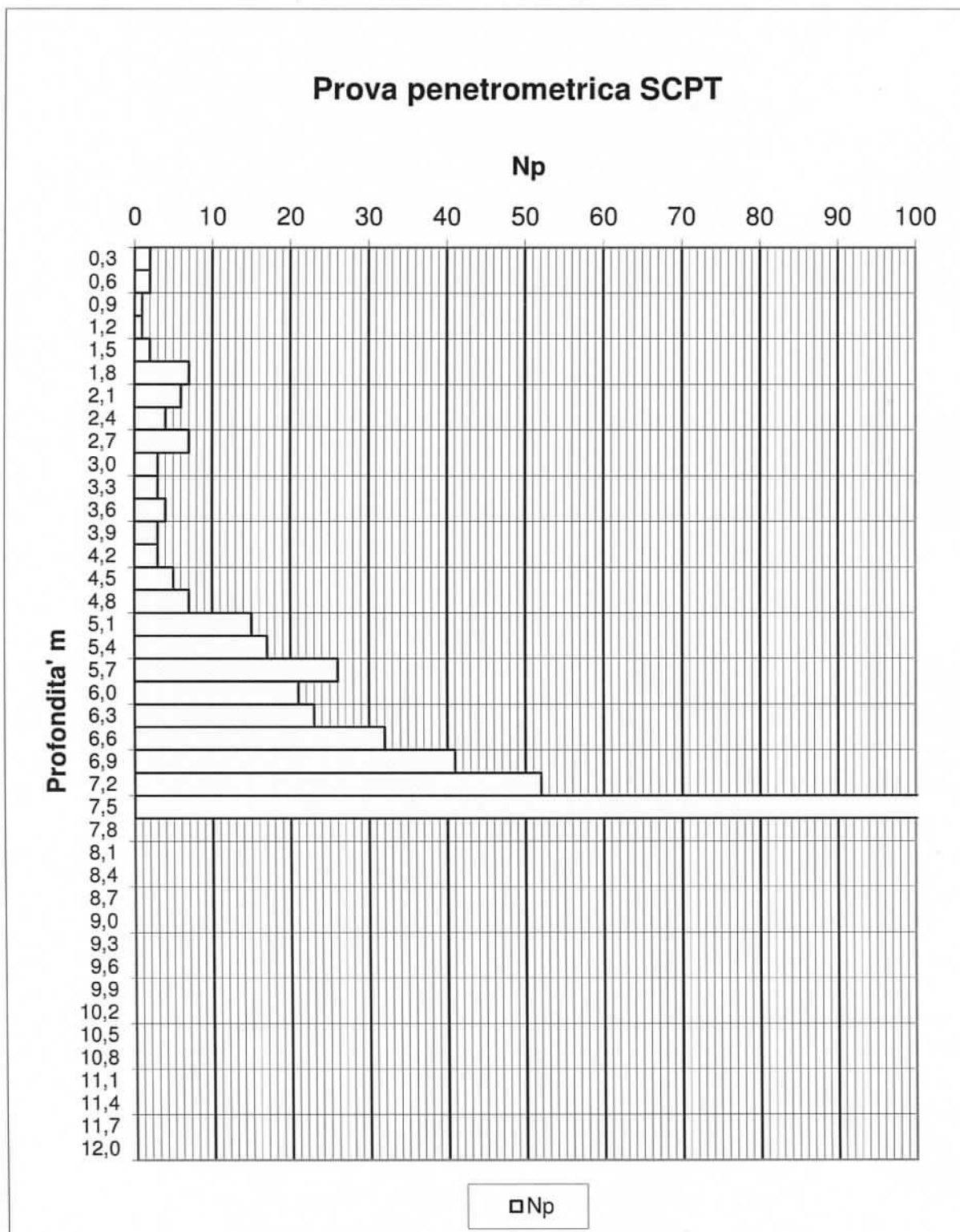
Cliente: **Coop. Abitare Como**

Prova n. **1**

Località: **Bregnano**

Data: **01/06/2016**

Livello falda: **-1.25 m**



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

Geotecnica

SCPT

Cliente: **Coop. Abitare Como**

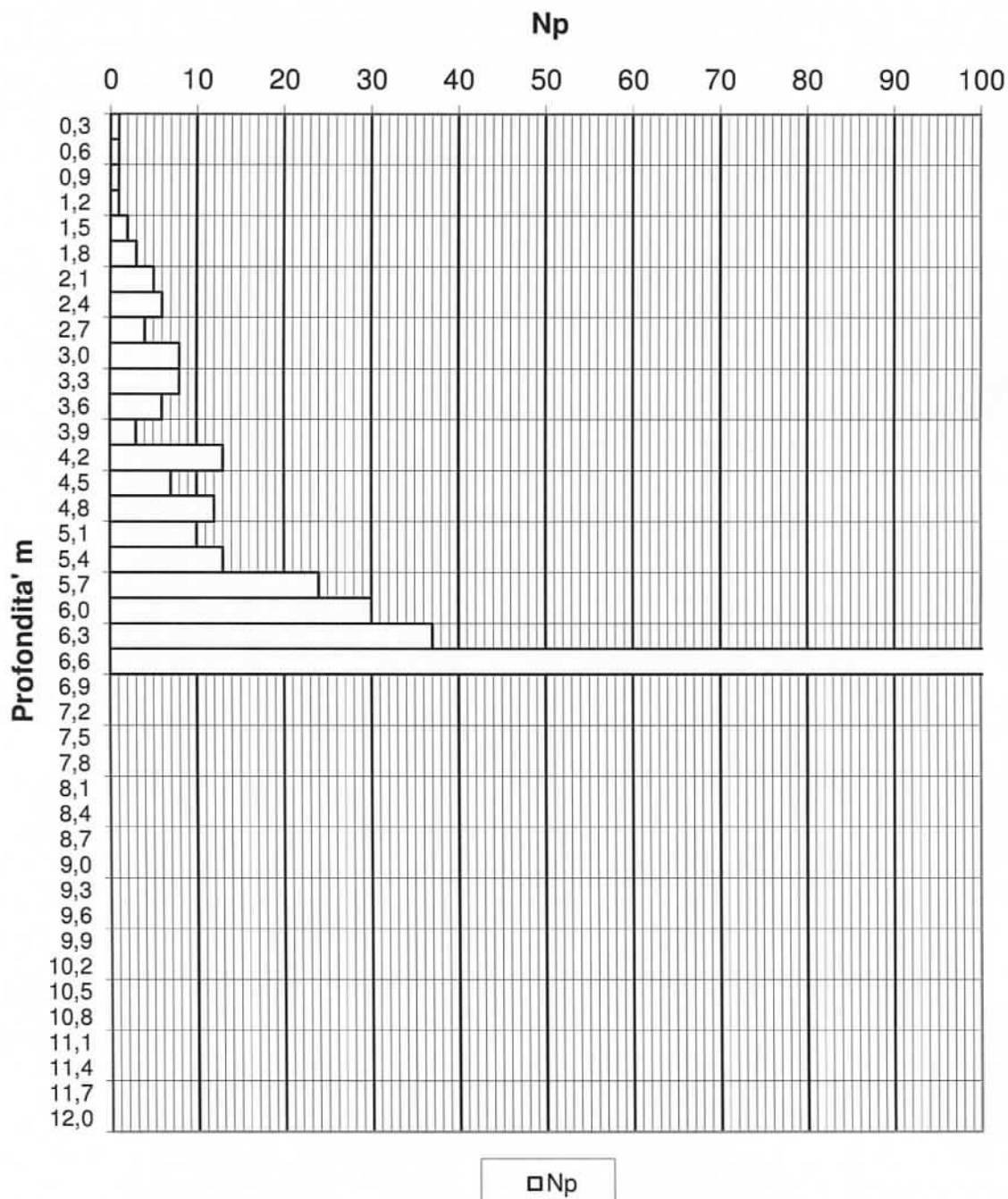
Prova n. 2

Località: **Bregnano**

Data: **01/06/2016**

Livello falda: **-1.25 m**

Prova penetrometrica SCPT



CO GEO

Studio associato di geologia
Via S. Fermo 65
22020 CAVALLASCA

tel. 031536344
fax 0312170119

Geotecnica

SCPT

ALLEGATO II
Indagine sismica passiva HVSR

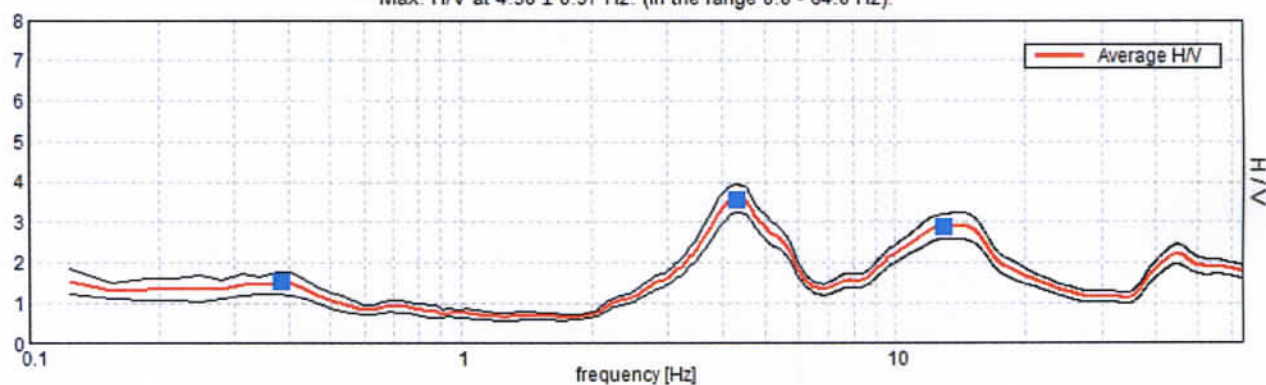
INDAGINE SISMICA PASSIVA HVSR

Strumento: TEP-0146/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 01/06/16 10:28:45
Fine registrazione: 01/06/16 10:42:45
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN
Dato GPS: non disponibile

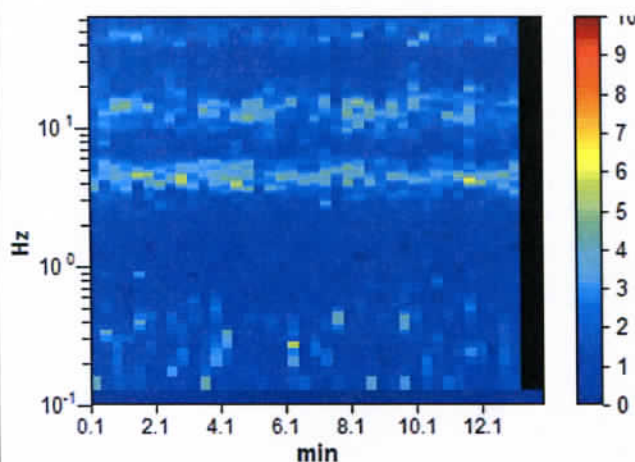
Durata registrazione: 0h14'00" (Analizzato da 5 s per 13.92 min)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

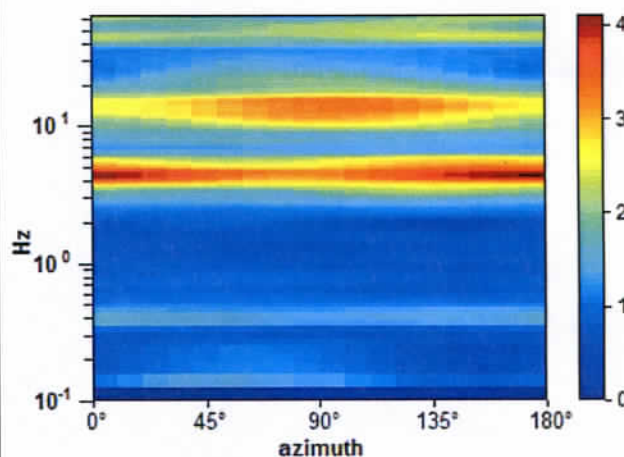
Max. H/V at 4.38 ± 0.97 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



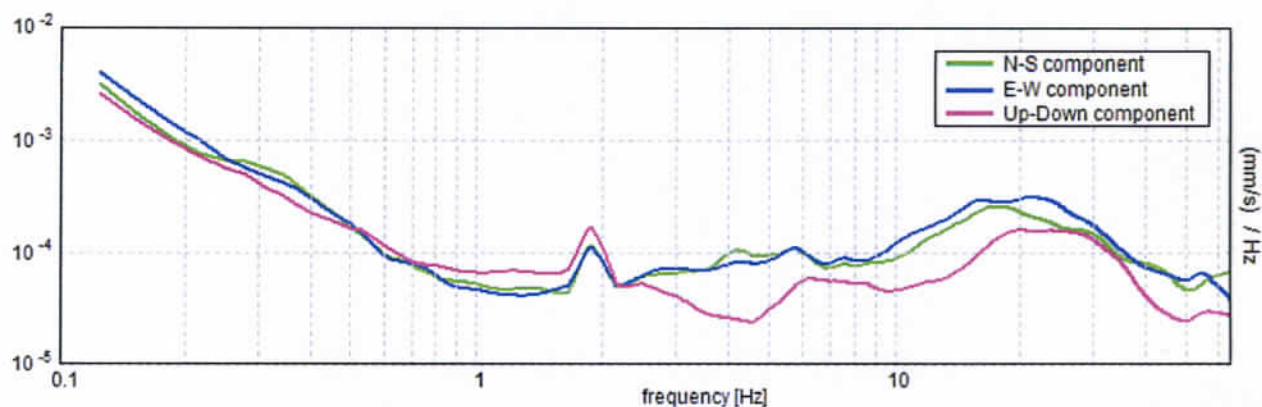
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

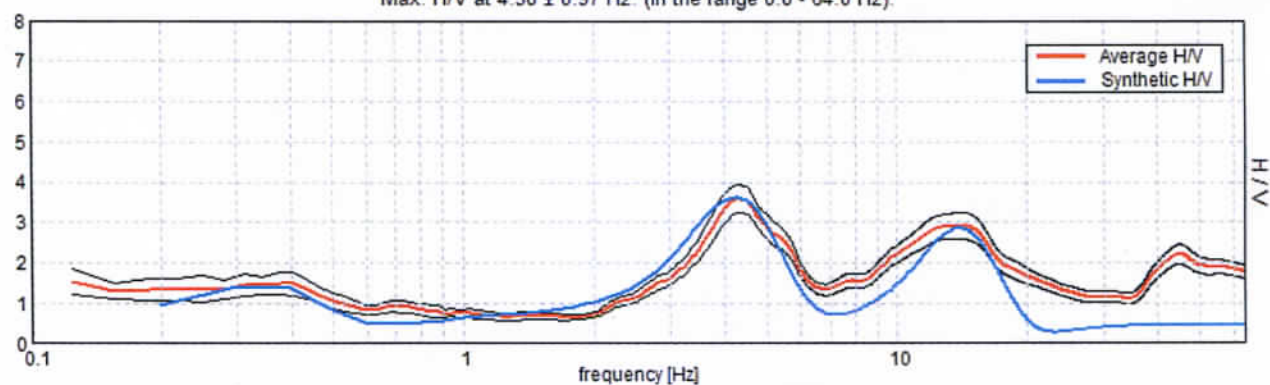


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



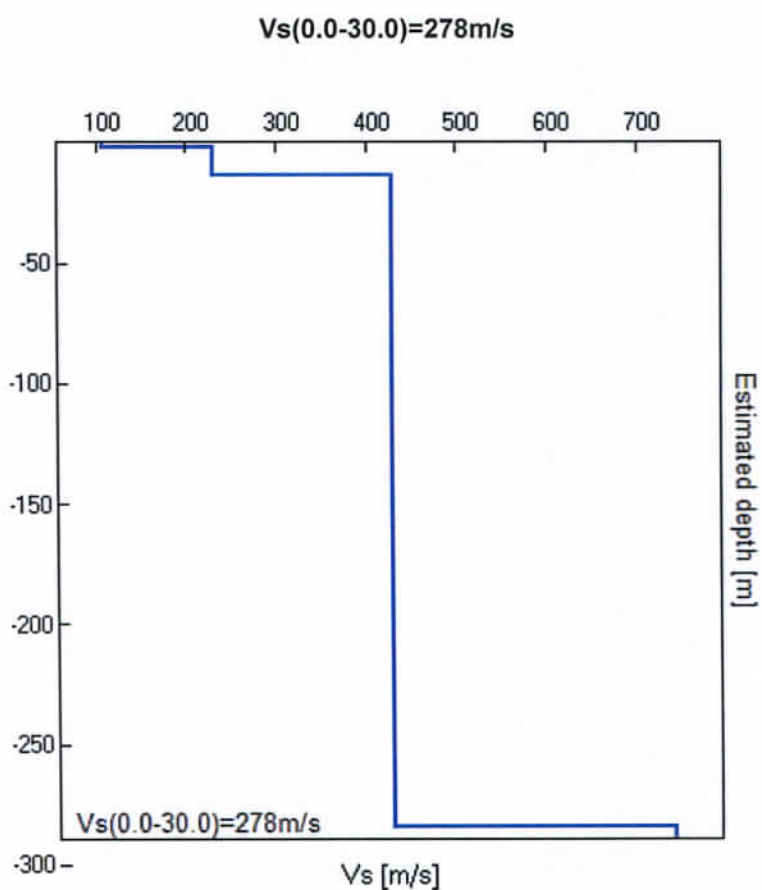
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 4.38 ± 0.97 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
2.00	2.00	107	0.42
14.00	12.00	230	0.42
284.00	270.00	430	0.42
inf.	inf.	744	0.42



ALLEGATO III
Documentazione fotografica



Coop. ABITARE COMO
Realizzazione n. 4 fabbricati residenziali
in Comune di Bregnano

Campagna d'indagini 2016

Documentazione fotografica

Assaggio esplorativo



Coop. ABITARE COMO
Realizzazione n. 4 fabbricati residenziali
in Comune di Bregnano

Campagna d'indagini 2016

Documentazione fotografica

Cavo di fondo



Coop. ABITARE COMO
Realizzazione n. 4 fabbricati residenziali
in Comune di Bregnano

Campagna d'indagini 2016

Documentazione fotografica

Prova di percolazione