

COMUNE DI VERONA		PROVINCIA DI VERONA
P.U.A.		Piano Urbanistico Attuativo per l'urbanizzazione di un' area sita all'interno della ATO 3 - S. Massimo - Verona, Via Marche - Scheda Norma 186 <i>(ai sensi del Piano degli Interventi del Comune di Verona approvato con D.C.C. n. 91 del 23/12/2011)</i>
DATA	TAV.	RICHIEDENTI:
GIUGNO 2014	6	ANTONIO BENINI - MIRIAM CINQUETTI
		TITOLO
PROGETTISTA		ANALISI GEOLOGICA ELABORATO DESCRITTIVO
RICHIEDENTE		
architetto alma coltri via Palladio, 28 - 37138 - Verona - tel. 0456303899		

**Piano Urbanistico Attuativo
per l'urbanizzazione di un'area sita all'interno
della ATO 3 - S.Massimo - Verona, via Marche**

**Analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica
dell'intervento**

In allegato:

- corografia geologica in scala 1:10.000
- estratto dalla carta della fragilità del P.A.T.
- ubicazione da GOOGLE Earth
- ubicazione indagini geognostiche in scala 1:500
- stratigrafie:
sondaggi S1-2-3 eseguiti in zone limitrofe
trincee T1-2-3-4 eseguite nell'area d'intervento
- prova di permeabilità eseguita nel sondaggio S1
- prove di laboratorio eseguite su campioni recuperati dal sondaggio S1
- linea sismica MASW M1 eseguita in area adiacente:
colonna sismostratigrafica della linea sismica MASW M1
velocità Vs del sottosuolo indagato dalla linea sismica MASW M1
- parametri sismici del sito in conformità alle NTC 2008

1.0. - PREMESSA

L'area sottesa dal P.U.A. in esame giace alla periferia occidentale dell'area urbana e della frazione di S.Massimo, restando in fregio e ad Ovest di via Marche, poche decine di metri a Sud dell'incrocio con via Lugagnano.

Essa corrisponde al mappale n.7 al Foglio n.246 del catasto terreni comunale, e si estende su di una superficie di 2.845 mq.

Come evidenziato dalle riprese di Google Earth dal 2003 al 2009, l'area è da lungo tempo incolta.

Nella fascia più orientale dell'area in fregio a via Marche sarà realizzato un ampio marciapiede delimitato ad Ovest da parcheggi ad uso pubblico.

La rimanente area di 2.238 mq sarà suddivisa in n.6 lotti sui quali sarà realizzato un unico fabbricato a schiera che si estenderà su di una superficie di circa 800 mq occupando la fascia settentrionale del P.U.A.: esso si eleverà per non più di 3 piani fuori terra e comprenderà altresì un piano del tutto interrato; la corsia di manovra dell'interrato giungerà assai prossima al confine settentrionale del lotto.

La fascia meridionale ed occidentale del P.U.A. sarà destinata a verde privato.

I reflui domestici dei costruendi fabbricati saranno convogliati alla rete fognaria comunale.

2.0. - ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

2.1. - Inquadramento geologico e stratigrafico

L'area sottesa dal P.U.A. giace a quota prossima ai 77 m s.l.m.; essa insiste nell'alta pianura veronese ed è compresa (cfr. SORBINI et al.: "Geologia e geomorfologia di una porzione della pianura a S.E. di Verona", 1984) entro la piana del c.d. "conoide antico" del fiume Adige, che circa un chilometro più ad Est è troncato da una scarpata di terrazzo alluvionale di una decina di metri di altezza che sovrasta il sottostante piano di divagazione recente del fiume.

Entro il conoide antico il paesaggio morfologico si presenta subpianeggiante, ed è stato estesamente livellato dall'urbanizzazione (talora con la stesa di riporti).

Il sottosuolo è costituito da depositi alluvionali di granulometria prevalentemente ghiaio-sabbiosa con ciottoli poligenici, celati da coltre di suolo agrario eluviale di spessore raramente superiore al metro: in base alla "Carta della fragilità" del P.A.T. del Comune di Verona le alluvioni ghiaio-sabbiose del conoide antico atesino costituiscono un terreno "ottimo", ovvero senza alcun limite all'edificabilità, ai sensi dell'art.37.03 del P.A.T. medesimo.

Le alluvioni ghiaio-sabbiose del conoide antico atesino sono state sfruttate per la produzione di inerti e materiali da sottofondo in numerose cave, approfondite anche per qualche decina di metri ovvero fino alla superficie freatica: una di tali cave, da tempo dismessa ed il cui fondo era stato scavato fin quasi ai 50 m s.l.m., si estende tra via Lugagnano e via Brigata Aosta poco a S.O. dell'area in esame; un'altra cava, del tutto colmata fino alla medesima quota dell'originario piano di campagna, si allungava alcune centinaia di metri più ad Sud-Est dell'area in esame.

In tre sondaggi geognostici eseguiti per precedenti studi all'intorno dell'area d'intervento (di cui sono allegate alla presente le relative stratigrafie schematiche) ed approfonditi da 15 a 25 metri sotto il piano di campagna, le alluvioni atesine risultano del tutto costituite da depositi di granulometria ghiaio-sabbiosa e ciottolosa, celati da esigua coltre di suolo eluviale o di riporto.

2.2. - Idrogeologia

Il materasso alluvionale ghiaio-sabbioso ospita un potente acquifero freatico alimentato dagli afflussi meteorici ed irrigui, che si estende per parecchie decine di chilometri quadrati all'intorno del capoluogo provinciale.

Da tale acquifero attingono numerosi pozzi per uso irriguo ed acquedottistico: i più vicini pozzi ad uso potabile (rappresentati da quelli della centrale di "Acque veronesi" di S.Massimo) restano peraltro almeno un chilometro lungi dal

P.U.A. in esame.

In base alla “Carta idrogeologica dell’alta pianura dell’Adige” (DAL PRA’ & DE ROSSI, 1989) all’intorno dell’area sottesa dal P.U.A. la superficie freatica ha raggiunto, nel corso del periodo di piena dell’agosto 1986, quota prossima ai 52 m s.l.m. restando quindi di norma più di 20 metri al di sotto del pavimento dei costruendi interrati.

Il regime dell’acquifero è caratterizzato da piene tardo-estive e da magre invernali, con un’escursione media annua contenuta in 3-4 metri; in base alla summenzionata “Carta idrogeologica”, la superficie freatica declina verso Sud-Est con gradiente quivi inferiore allo 0,1%, e viene a giorno in corrispondenza di risorgive che peraltro distano più di 7 chilometri dall’area in esame.

A fronte dell’elevata porosità del materasso alluvionale e della limitata soggiacenza della superficie freatica, la già menzionata “Carta della fragilità” del P.A.T. ascrive l’area in esame all’Unità “A” cui corrisponde una “vulnerabilità intrinseca alta” del sottostante acquifero.

2.3. - Reticolo idrografico superficiale e permeabilità del sottosuolo

Il materasso alluvionale ghiaio-sabbioso costituisce un mezzo dotato di elevata permeabilità per porosità, entro il quale rapidamente s’infiltrano le acque meteoriche e irrigue; ciò ha impedito che s’instaurasse un reticolo idrografico superficiale naturale: gli unici corsi d’acqua sono rappresentati da canali rivestiti in cls, che convogliano ai fondi agricoli le acque irrigue.

In base a misure registrate nel corso di prove di assorbimento condotte a carico costante in trincee scavate nell’alta pianura (cfr. ANTONELLI & DAL PRA’ in “Caratteristiche del sottosuolo nella pianura veronese in relazione alla possibilità di smaltimento di acque bianche per dispersione”, 1974), il coefficiente di permeabilità delle alluvioni ghiaio-sabbiose più superficiali risulta compreso tra 1×10^{-1} e 3×10^{-2} cm/s.

Il coeff. di permeabilità delle ghiaie sabbiose superficiali è stato altresì valutato (con la correlazione di NASBERG riportata da CASSAN, 1986, valida per terreni come quelli in esame che restano ben al di sopra della superficie freatica) in una prova condotta con carico costante ed a pochi metri di profondità entro il foro del già citato sondaggio S1, ubicato alcune centinaia di metri più ad Ovest presso l’ex Seminario per l’America Latina; come riportato nelle allegate tabelle di prova, il coeff. di permeabilità risultò compreso tra 9×10^{-3} e 1×10^{-2} cm/s.

2.4. - Situazione locale

Al fine di verificare l'effettiva natura e profondità dell'immediato sottosuolo, sul quale insisteranno le pavimentazioni dei parcheggi ed entro il quale saranno realizzati gli scavi richiesti per alloggiare i piani interrati e le opere disperdenti delle acque meteoriche, si sono eseguite n.4 trincee geognostiche a mezzo di escavatore meccanico, elencate con le sigle T1-2-3-4 e rispettivamente ubicate come illustrato nell'allegata planimetria.

Le trincee sono state approfondite per 1,5-2 m sotto il piano di campagna e, come illustrato nelle stratigrafie allegate, a profondità variabile da 0,7 a 0,9 m dal piano di campagna hanno raggiunto il sottosuolo ghiaio-sabbioso di color chiaro con inclusi ciottoli poligenici di dimensioni pluridecimetriche isoorientati sull'orizzontale.

Il deposito ghiaioso si presenta ben addensato e tenace allo scavo, e localmente risulta mediocrementemente cementato e di colore biancastro al tetto per l'essiccamento superficiale.

Al sottosuolo ghiaioso si sovrappone il suolo agrario eluviale, terroso con sparsa ghiaia e di colore brunastro.

Com'era lecito attendersi, non si sono rilevate emergenze idriche entro gli scavi i cui fianchi subverticali si sono conservati stabili anche se localmente sconfigurati per la rimozione dei ciottoli di maggiori dimensioni.

3.0. - COMPORTAMENTO MECCANICO DEL SOTTOSUOLO

3.1. - Caratteristiche geotecniche

Il comportamento meccanico del sottosuolo ghiaio-sabbioso è assimilabile a quello di un mezzo incoerente, la cui resistenza al taglio è quasi esclusivamente governata dalla resistenza d'attrito tra i clasti; all'angolo d'attrito di tale materiale possono essere assegnati i seguenti valori indicativi:

- angolo d'attrito drenato di picco: $\phi'p = 45^\circ$
- angolo d'attrito drenato a volume costante: $\phi'cv = 32^\circ$

Si tratta di un orizzonte rapidamente drenante e dotato di mediocre compressibilità, che per la maggior parte si esaurisce immediatamente all'atto di applicazione dei sovraccarichi.

Come riportato da ANTONELLI & DAL PRA' in op.cit., esso è prevalentemente costituito da ciottoli e ghiaia (oltre il 60% del totale) con subordinata frazione sabbiosa e trascurabile tenore di fine limo-argilloso: infatti il passante al setaccio da 0,075 mm è raramente eccedente il 5% del totale.

Tali valutazioni trovano conferma nelle analisi di laboratorio condotte su campioni recuperati dal summenzionato sondaggio S1, in base alle quali il materiale ghiaio-sabbioso risulta ascritto al gruppo A-1-a secondo UNI-HRB ed alla classe GW secondo U.S.C.S.

Le prove S.P.T. condotte nei fori dei due sondaggi S1 ed S2 (riportate nelle allegate colonne stratigrafiche dei sondaggi medesimi) hanno quasi sempre raggiunto il rifiuto (che convenzionalmente si assume quando si superano i 50 colpi per conseguire un'infissione di 15 cm della punta o campionatore S.P.T.), vuoi per l'elevato addensamento del materiale che per la presenza di grossi ciottoli; in ogni caso solo occasionalmente le prove hanno riscontrato una resistenza normalizzata S.P.T. inferiore a $N_{60}=30$.

3.2. - Sollecitazioni sismiche

3.2.1. Sismicità storica

In base al "Modello sismo-tettonico dell'Italia nord-orientale" (CNR-GNDT, 1987), la città di Verona è caratterizzata da sismicità anche elevata: essa è stata interessata da "terremoti storici (precedenti il XVI° secolo) forse i più forti tra quelli che hanno interessato l'arco alpino".

Il rischio sismico è documentato da numerosi eventi riportati nel "Catasto dei terremoti dal 238 al 1984 d.C.", la cui intensità è stata desunta dalle descrizioni dei

cronisti dell'epoca, e solo nell'ultimo secolo da registrazioni sismografiche: in particolare, terremoti distruttivi (con intensità compresa tra l'8° ed il 10° grado della scala MCS) con epicentro presso Verona sono segnalati nel 254, 894, 1001, 1095, 1183, 1277, 1298, 1367, 1403, 1410, 1487, 1492 e 1891 d.C.; nel 1117 la città fu sconvolta da un sisma che forse raggiunse l'11° grado MCS.

Il sisma più recente di apprezzabile rilevanza è occorso il 24/01/2012 con epicentro pochi chilometri a Nord della città ove per la sua vicinanza è stato avvertito con carattere sussultorio: esso ha raggiunto una magnitudo $M_l=4,2$.

In base alla più recente zonazione sismica (ZS9) redatta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il veronese e le zone limitrofe sono comprese nella "zona sismogenetica 906" che si estende nella fascia pedemontana dalla sponda bresciana del lago di Garda ad Ovest fin oltre il territorio vicentino ad Est.

Nella zona sismogenetica 906 della ZS9 la profondità degli ipocentri è di norma prossima agli 8 km; vi è la probabilità che, una volta ogni 1000 anni, essa sia interessata da un terremoto distruttivo di magnitudo $M = 6,6$ (cui corrisponde un'intensità sismica del 10° grado secondo la MCS).

A fronte di tale situazione, le OPCM n.3274 del 2003 e n.3519 del 2006 hanno ascrivito il territorio del Comune di Verona, precedentemente non classificato, a zona sismica n.3.

3.2.2. Indagini sismiche

Nell'ambito di precedenti studi, la velocità di propagazione delle onde trasversali o di taglio V_s nel sottosuolo ghiaio-sabbioso è stata verificata lungo una linea sismica denominata M1, eseguita con procedura MASW a cura di Geogtesting s.r.l. nel lotto immediatamente a settentrione del P.U.A. in esame.

Come illustrato nella allegata colonna sismostratigrafica desunta dalla linea MASW, fino ai 30 metri sotto il piano di campagna sono stati individuati 5 successivi sismostrati caratterizzati da V_s crescente con la profondità (da poco meno di 200 m/s presso la superficie a poco più di 500 m/s a 9,5 m sotto il piano di campagna).

Il valor medio V_{s30} (calcolato entro i 30 m di profondità con la relazione riportata al c.3.2.2 delle NTC 2008) è pari a 406 m/s.

I valori di V_s sono direttamente correlabili correlati al peso di volume naturale γ ed al modulo di taglio a piccole deformazioni G_0 , rispettivamente con le relazioni (riportate in FHWA NHI-01-031 del maggio 2002):

$$\gamma \text{ (t/mc)} = [8,32 \times \log(V_s) - 1,61 \times \log(z)]/10$$

$$G_o = \rho \times (V_s)^2 = \gamma/g \times (V_s)^2$$

essendo z = profondità valutata al centro di ciascun sismostrato considerato

ρ = densità del materiale di ciascun sismostrato

g = accelerazione di gravità.

Come riportato nella tabella allegata, il peso di volume del sottosuolo ghiaio-sabbioso di norma varia da poco meno di 1,9 presso la superficie a quasi 2,1 t/mc in profondità; il modulo G_o aumenta con la profondità al pari di V_s , variando da poco più di 50 MPa presso la superficie a quasi 600 MPa in corrispondenza al sismostrato basale.

3.2.3. Sismicità attesa e categoria di sottosuolo

In conformità all'OPCM n.3519 del 28/04/06, il territorio comunale corrisponde ad aree di sismicità medio-bassa con un valore di ancoraggio dell'accelerazione orizzontale del suolo che, come segnalato nelle mappe di pericolosità sismica redatte da INGV per l'OPCM medesima, può variare tra 0,15 e 0,175 g per un tempo di ritorno $T_r=475$ anni ovvero con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

I valori delle azioni sismiche sono stati ulteriormente precisati dalle NTC del gennaio 2008, entrate in vigore dal 01/07/09: nella tabella allegata si sono riportati i valori dei parametri a_g (accelerazione orizzontale massima), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale), T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale) su sito di riferimento rigido orizzontale e per tempi di ritorno T_r compresi fra 30 e 2475 anni (cui corrispondono rispettivamente probabilità di superamento $P_{vr}\%$ in 50 anni variabili dall'81 al 2%), desunti dal foglio di calcolo "Spettri NTC ver.1.0.3" del C.S.L.P. in funzione delle coordinate geografiche dell'area sottesa dal P.U.A. in esame.

In particolare sulla verticale del sito in esame, per $T_r=475$ anni e $P_{vr}=10\%$, risulta $a_g=0,158$ g; per tale valore va calcolato lo SLV di opere con vita utile o nominale $V_N = 50$ anni e classe d'uso II di cui alla Tab.2.4.2. delle NTC 2008 la cui vita di riferimento V_R vale:

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni}$$

Come segnalato in precedenza, il sottosuolo è quivi rappresentato da depositi ghiaio-sabbiosi caratterizzati da $V_{s30}=406$ m/s; in tale situazione il sottosuolo può essere ascritto alla categoria B definita al comma 3.2.2. delle NTC 2008; in base alla Tab.3.2.V delle NTC 2008 si assume quindi:

- coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s :
 $1,00 \leq (1,4 - 0,4 \times F_o \times a_g/g) \leq 1,20$

- coefficiente C_c :

$$1,10 \times (T_c^*)^{-0,20}$$

e nella tabella allegata sono riportati i relativi valori in funzione di T_r ; in particolare, per lo SLV (ovvero per $T_r=475$ anni) risulta $S_s = 1,20$.

Il sito giace in zona del tutto pianeggiante, sicché ai sensi della Tab.3.2.4. delle NTC 2008 va ascritto alla categoria topografica T1 cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografica $S_t=1,0$.

In conformità al comma 3.2.3.2. delle NTC 2008, il coeff. di amplificazione che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche vale quindi per lo SLV:

$$S = S_s \times S_t = 1,2 \times 1,0 = 1,2$$

sicché l'accelerazione orizzontale di picco sulla verticale del sito per la classe d'uso II è pari a:

$$a_{max} = a_g \times S = 0,158 \times 1,2 = 0,190 \text{ g}$$

Come segnalato in 2.2., il sottosuolo è di norma anidro per più di 20 metri sotto il piano di campagna: non vi è quindi il rischio né di deformazioni conseguenti a fenomeni di liquefazione, né di riduzioni della resistenza al taglio del sottosuolo per le pressioni interstiziali indotte da eventi sismici.

4.0. - PRESCRIZIONI E RACCOMANDAZIONI

4.1. - Fattori di pericolosità geologica

Come segnalato nei precedenti paragrafi l'area interessata dal P.U.A. in esame è del tutto pianeggiante: essa è senz'altro stabile e non risulta coinvolta da fenomeni franosi od erosivi, nè è soggetta al rischio di sommersione per tracimazione di corsi d'acqua, ristagno di acque superficiali o risalita di acqua di falda.

Il sottosuolo naturale è celato da meno di un metro di suolo agrario terroso ed è localmente spessore alterato e reso mediocrementemente cementato dall'essiccamento; al di sotto di tale coltre d'alterazione, di 10-20 decimetri di spessore, esso risulta costituito da materasso alluvionale di granulometria quasi esclusivamente ghiaio-sabbiosa dotato di un'elevata permeabilità per porosità: tale deposito si estende per parecchie decine di metri di profondità ed ospita un acquifero freatico la cui superficie piezometrica resta di norma più di 20 metri sotto il piano di campagna; peraltro, non essendo protetto da intercalazioni limo-argillose, l'acquifero è caratterizzato da un'elevata vulnerabilità a fronte del rischio di contaminazione dalla superficie.

Il territorio comunale è stato ascrivito a zona sismica di tipo 3 dall'OPCM n.3274; in prima approssimazione ed in base ai risultati di tre linee sismiche MASW, peraltro eseguite alcune centinaia di metri più a Sud e S.O., il sottosuolo risulta ascrivito alla categoria B di cui alla Tab.3.2.II; vi corrisponde un'accelerazione sismica orizzontale di picco per lo SLV di opere con classe d'uso II e vita di riferimento VR=50 anni pari a:

$$a_{max} = 0,190 g$$

4.2. - Opere di fondazione

Ad evitare l'insorgere di cedimenti differenziali anche elevati è opportuno che il piano di posa, sia delle opere di fondazione dei costruendi edifici che del sottofondo di marciapiedi e parcheggi, sia sempre approfondito al di sotto della coltre di suolo agrario terroso, così da attestarsi sul sottosuolo naturale ghiaio-sabbioso.

Tale idoneo piano di sedime, che costituisce un mezzo rapidamente drenante e di trascurabile compressibilità, sarà di norma raggiunto a meno di un metro di profondità sotto il piano naturale di campagna.

Ferma restando l'esigenza che la progettazione dei singoli manufatti sia condotta sulla base di indagini geognostiche e geotecniche, in prima approssimazione il carico unitario limite di fondazioni superficiali attestate sul sedime ghiaio-sabbioso può essere valutato in funzione di un peso di volume naturale $\gamma \approx 1,9 \text{ t/mc}$ e di un angolo d'attrito a volume costante $\phi'_{cv} = 32^\circ$ (cfr.3.1.), senza alcuna riduzione dovuta a sovrappressioni interstiziali indotte dal sisma di progetto dal momento che il sottosuolo

resta insaturo per più di 20 metri di profondità; il cedimento può essere stimato con un modulo elastico equivalente stimato in funzione di una resistenza normalizzata S.P.T. $N_{60} \geq 30$ del terreno di fondazione, calcolato con la correlazione empirica (da AASHTO, 1996) :

$$E_s = 1.200 \times N_{60} \geq 36.000 \text{ KPa}$$

Le pavimentazioni dei parcheggi potranno essere dimensionate in funzione di un indice C.B.R. non inferiore al 10%, a condizione che il piano di posa costituito sul sottosuolo naturale ghiaio-sabbioso sia adeguatamente compattato con rullo vibrante.

4.3. - Scavi

Gli scavi richiesti per alloggiare i vani interrati si svolgeranno all'asciutto e risulteranno per buona parte realizzati entro il sottosuolo naturale ghiaio-sabbioso.

In virtù della cementazione superficiale e della coesione apparente conferita dall'essiccamento più in profondità, i fronti di scavo potrebbero conservarsi stabili sul breve termine anche con inclinazione subverticale: ma con tale geometria essi restano esposti al rischio di crolli anche improvvisi vuoi per vibrazioni sismiche od indotte dai mezzi d'opera, che in presenza di filtrazioni idriche (p.e. dovute ad acque meteoriche od irrigue, od anche a perdite di condotte interrate); la stabilità di fronti subverticali può risultare compromessa anche dalla sconfigurazione conseguente alla rimozione dei ciottoli di dimensioni pluridecimetriche

Per la sicurezza del personale, è quindi opportuno che i fronti siano profilati con inclinazione non superiore ai 45°, cui corrisponde l'angolo d'attrito di picco del materiale ghiaio-sabbioso incassante (cfr.3.1.); eventuali fronti subverticali dovranno essere preventivamente sostenuti o profilati per piccoli campioni immediatamente contenuti da opere provvisorie.

4.4. - Destinazione del materiale derivante dagli scavi

Gli scavi richiesti dalle opere di lottizzazione e per alloggiare i vani interrati saranno condotti entro suolo e sottosuolo naturali.

Il suolo terroso potrebbe essere utilizzato per la sistemazione delle aree verdi in progetto; il sottosuolo ghiaio-sabbioso potrà trovare impiego per costituire i sottofondi di marciapiedi e parcheggi ed il rinterro drenante steso sui fronti di scavo a tergo dei muri perimetrali di vani interrati, oltre che per la produzione di inerti.

4.5. - Smaltimento di acque reflue e meteoriche

Come già segnalato, l'acquifero freatico che satura il sottosuolo alluvionale è del tutto privo di protezione e caratterizzato, in base al P.A.T. del Comune di Verona, da una vulnerabilità intrinseca alta: è quindi necessario adottare tutti gli accorgimenti atti ad evitare il rischio che eventuali contaminanti vengano dispersi nel sottosuolo dove rapidamente raggiungerebbero la falda freatica.

A tale scopo, le acque reflue dovranno essere convogliate alla rete fognaria comunale; le acque meteoriche potranno invece essere disperse sul suolo o nel sottosuolo ghiaio-sabbioso: è comunque opportuno che la dispersione delle acque di dilavamento di parcheggi, corsie di manovra, piani interrati e relative rampe di accesso preveda l'installazione di dispositivi idonei a trattenere completamente scarichi di oli minerali, benzine, liquami leggeri.

In ogni caso le opere disperdenti dovranno essere collocate il più possibile lungi da opere di fondazione e dal perimetro dei costruendi fabbricati, al fine di evitare il dilavamento del sottostante terreno; per conseguire un'efficace dispersione è opportuno che il loro tratto filtrante sia realizzato entro il sottosuolo ghiaio-sabbioso e ciottoloso, al di sotto del suolo terroso e della coltre cementata di alterazione.

Ai fini del dimensionamento di opere disperdenti, in prima approssimazione e sulla scorta dei risultati di prove di permeabilità eseguite in scavi e fori di sondaggio ubicati all'intorno dell'area in esame, al sottosuolo ghiaio-sabbioso può essere attribuito un coefficiente iniziale di permeabilità $K = 0,01 \text{ cm/sec}$.

In ogni caso le modalità di dispersione delle acque meteoriche dovranno essere definite in conformità al Piano di Tutela delle Acque in D.C.R. n.107 del 05/11/2009.

Dott. Geol. Alessandro Rebonato

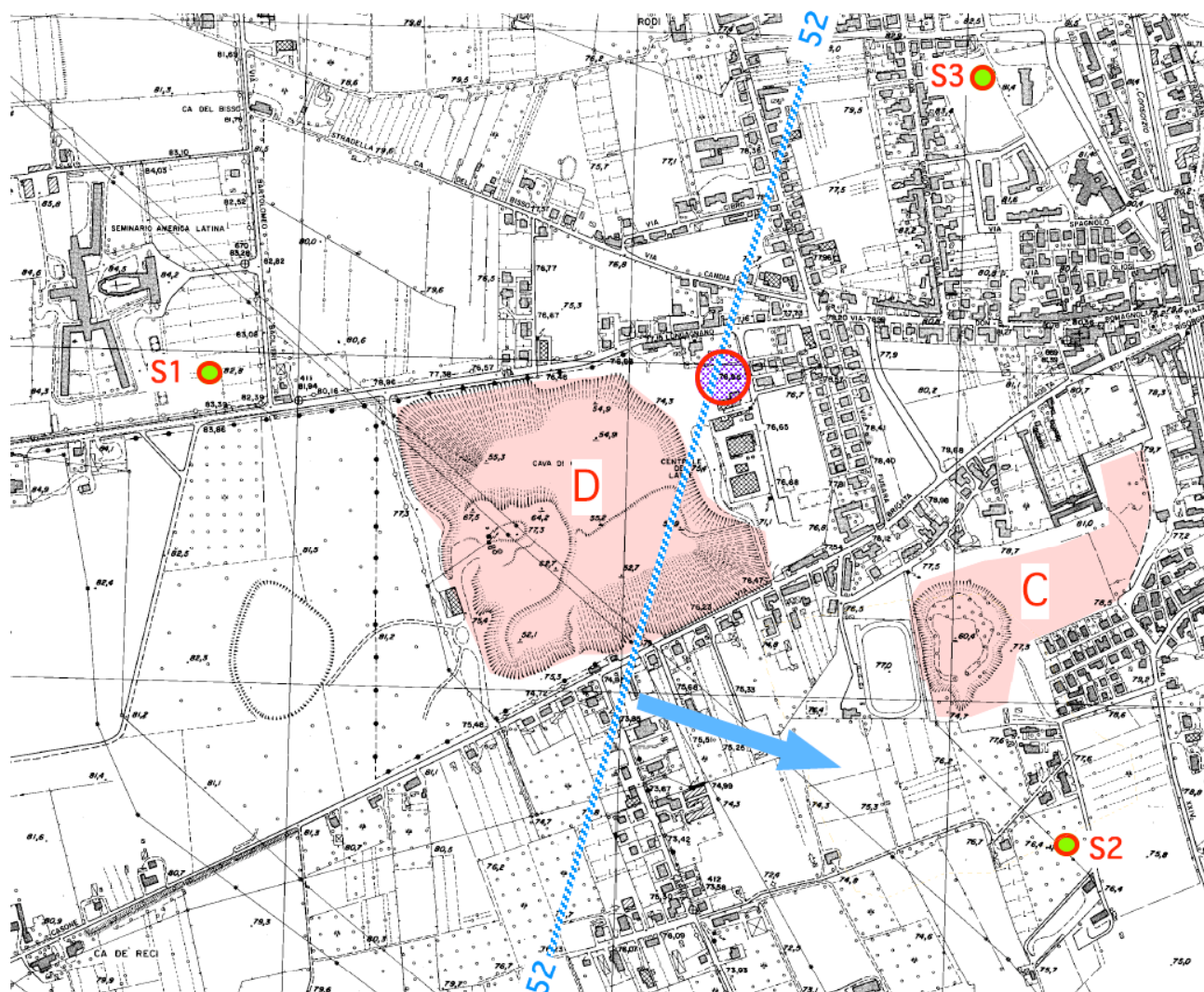


Verona, 07/05/2014

COROGRAFIA GEOLOGICA

scala 1:10.000

(estratto dalla C.T.R. el. 123164)



Simboli:



area in esame



cave di ghiaia (C = colmate; D = dismesse)

S3

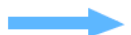


sondaggi a carotaggio continuo con prove S.P.T.

52

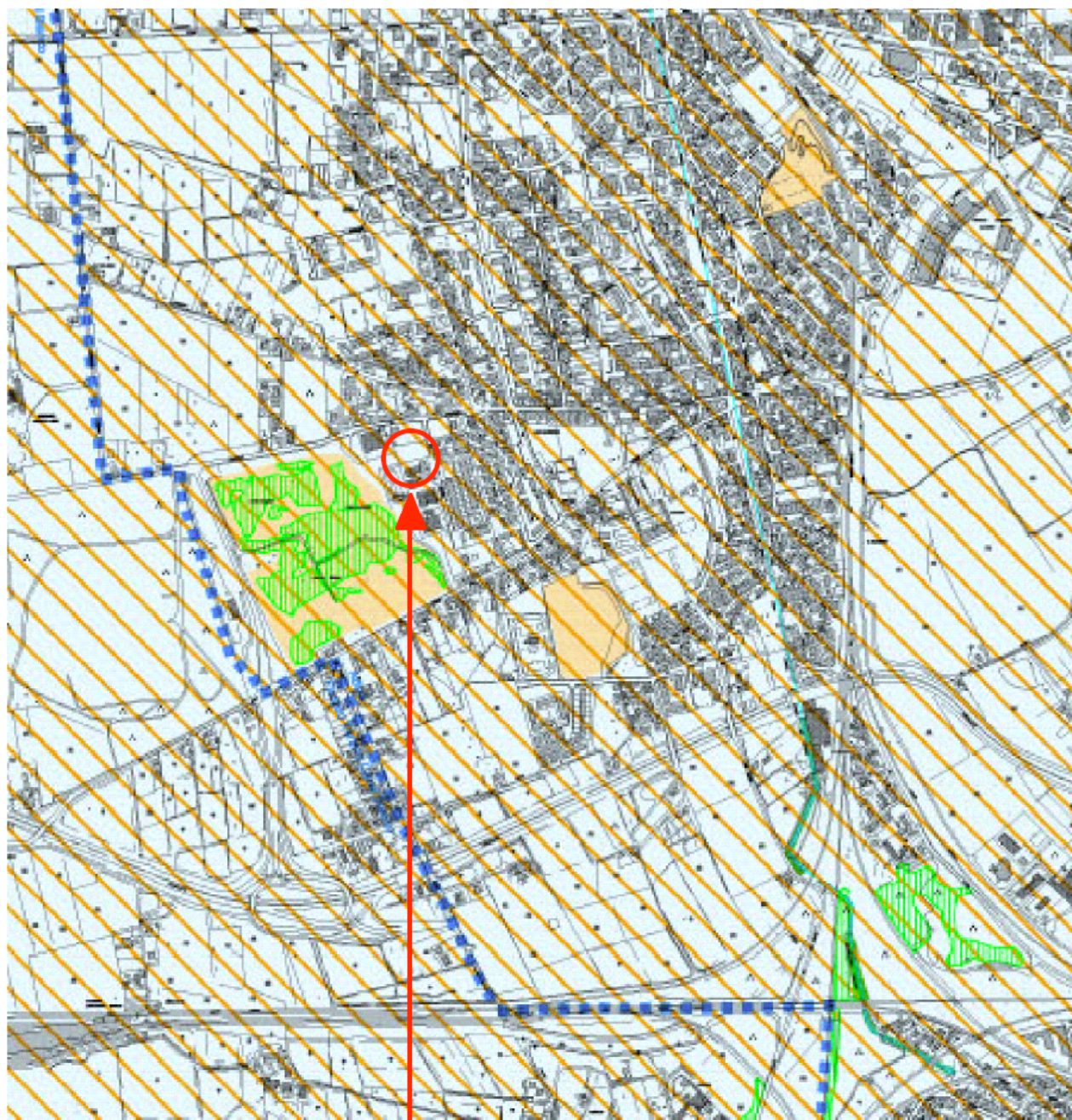


isofreatiche di piena del 1986 (da DAL PRA' & DE ROSSI, 1989)



direzione di deflusso della falda freatica

Carta della fragilità
(estratto dal quadro 3 del P.A.T.)
scala 1:15.000



area di intervento

P.U.A. in S.Massimo, via Marche

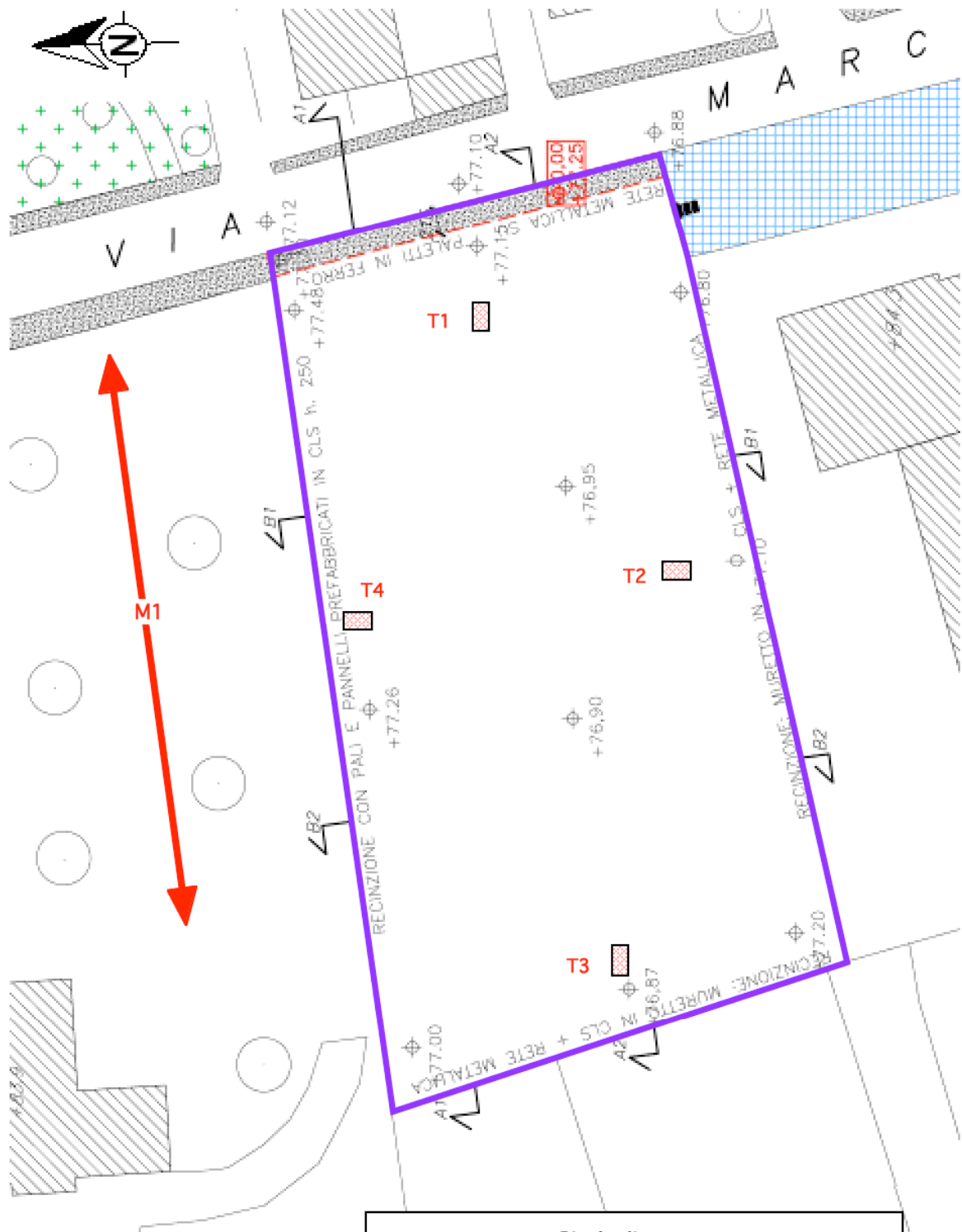
- ubicazione da GOOGLE Earth - ripresa del 2009 -



perimetro del P.U.A. in esame

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

scala: 1:500

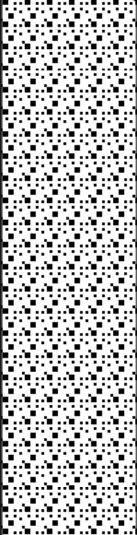


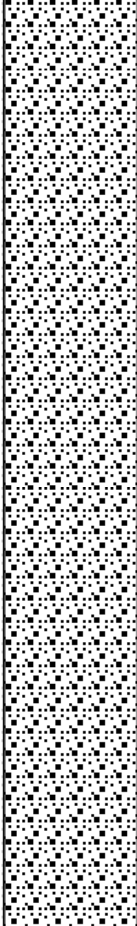
Simboli

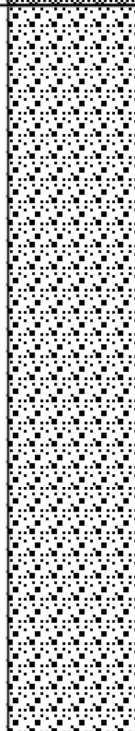
-  perimetro dell'area d'intervento
-  trincee geognostiche
-  stendimento sismico MASW

STRATIGRAFIE SCHEMATICHE DI SONDAGGI GEOGNOSTICI

scala 1:200

quota	sondaggio	prof.	SPT	K
83,0	S1	0,0	N60	cm/s
82,0		1,0		
			48	0,009
			>100	
			89	
			29	
68,0		15,0		

quota	sondaggio	prof.	SPT
76,9	S2	0,0	N60
76,0		0,9	
			76
			99
			>100
			>100
			>100
			100
			>100
			>50
51,9		25,0	

quota	sondaggio	prof.
81,0	S3	0,0
79,8		1,2
		
61,0		20,0

Legenda



suolo agrario ciottoloso



ghiaia sabbiosa con ciottoli <= 3 cm

dott. geol. Alessandro Rebonato
via Da Mosto 35 - Verona
tel:3493617052
mail: rebonato.geo@libero.it

Località: via Marche - S.Massimo - Verona
Cantiere: P.U.A. di via Marche
Committente: Antonio Benini e Miriam Cinquetti
Data: 06/05/2014

TRINCEA T1 ad Est

Profondità	Colonna stratigrafica		venute idriche	cu	qu	osservazioni
	log	Descrizione	metri	kg/cmq	kg/cmq	
0,7		Suolo terroso bruno-rossastro con ghiaia e ciottoli poligenici, infiltrato dalle radici	assenti	n.p.	n.p.	tenace allo scavo
		Ghiaia sabbiosa con ciottoli poligenici <=30 cm, isoorientati sull'orizzontale				

Simboli:
cu = coesione non drenata della matrice argillificata, verificata con scissometro da tasca (fondo scala: 1,0 kg/cmq)
qu = resistenza a E.L.L. della matrice argillificata, verificata con Pocket Pen. (fondo scala: 5,0 kg/cmq)

TRINCEA T2 ad Sud

Profondità	Colonna stratigrafica		venute idriche	cu	qu	osservazioni
	log	Descrizione	metri	kg/cmq	kg/cmq	
0,7		Suolo terroso bruno-rossastro con ghiaia e ciottoli poligenici, infiltrato dalle radici	assenti	n.p.	n.p.	tenace allo scavo
		Ghiaia sabbiosa con ciottoli poligenici <=30 cm, isoorientati sull'orizzontale				

Simboli:
cu = coesione non drenata della matrice argillificata, verificata con scissometro da tasca (fondo scala: 1,0 kg/cmq)
qu = resistenza a E.L.L. della matrice argillificata, verificata con Pocket Pen. (fondo scala: 5,0 kg/cmq)

dott. geol. Alessandro Rebonato
via Da Mosto 35 - Verona
tel:3493617052
mail: rebonato.geo@libero.it

Località: via Marche - S.Massimo - Verona
Cantiere: P.U.A. di via Marche
Committente: Antonio Benini e Miriam Cinquetti
Data: 06/05/2014

TRINCEA T3 ad Ovest

Profondità	Colonna stratigrafica		venute idriche	cu	qu	osservazioni
	log	Descrizione	metri	kg/cmq	kg/cmq	
1	0,9	Suolo terroso bruno-rossastro con ghiaia e ciottoli poligenici, infiltrato dalle radici	assenti	n.p.	n.p.	
		Ghiaia sabbiosa con ciottoli poligenici <=30 cm, isoorientati sull'orizzontale; mediocremenet cementata al tetto				tenace allo scavo
2						

Simboli:
cu = coesione non drenata della matrice argillificata, verificata con scissometro da tasca (fondo scala: 1,0 kg/cmq)
qu = resistenza a E.L.L. della matrice argillificata, verificata con Pocket Pen. (fondo scala: 5,0 kg/cmq)

TRINCEA T4 ad Nord

Profondità	Colonna stratigrafica		venute idriche	cu	qu	osservazioni
	log	Descrizione	metri	kg/cmq	kg/cmq	
1	0,8	Suolo terroso brunastro con ghiaia e ciottoli poligenici, infiltrato dalle radici	assenti	n.p.	n.p.	
		Ghiaia sabbiosa con ciottoli poligenici <=30 cm, isoorientati sull'orizzontale; loc. mediocrementemente cementata al tetto				tenace allo scavo
2						

Simboli:
cu = coesione non drenata della matrice argillificata, verificata con scissometro da tasca (fondo scala: 1,0 kg/cmq)
qu = resistenza a E.L.L. della matrice argillificata, verificata con Pocket Pen. (fondo scala: 5,0 kg/cmq)

PROVA DI PERMEABILITA' IN FORO DI SONDAGGIO

Cantiere ex-seminario America Latina - Verona
Data: 14 luglio 2009

Coefficiente di permeabilità a carico costante: $K = 8 \times 0 / \pi \times L^2 \times [1 - (16 \times h / L + 1)^{0.5}]^2$
(per prove sopra falda: cfr. NASBERG in CASSAN, 1986)

Sondaggio	n.	S1
Diametro rivestimento: D =	m	0,127
Profondità foro =	m	2,63
Profondità rivestimento =	m	2,43
Altezza rivestimento su p.c. =	m	0,43
Altezza colonna H2O: h =	m	2,60
Lunghezza filtro: L =	m	0,20

prova a carico costante

tempo	portata	coeff. permeabilità K	
t	Q	parziale	cumulativo
minuti	litri	f(dQ/dt)	f(Q/t)
0,00	0	cm/sec	cm/sec
0,53	10	1,1E-02	1,1E-02
1,08	20	1,1E-02	1,1E-02
1,85	30	7,6E-03	9,5E-03
2,40	40	1,1E-02	9,8E-03
3,15	50	7,8E-03	9,3E-03
3,67	60	1,1E-02	9,6E-03
4,50	70	7,0E-03	9,1E-03
5,17	80	8,8E-03	9,1E-03
5,90	90	8,0E-03	8,9E-03
6,63	100	8,0E-03	8,8E-03
7,32	110	8,6E-03	8,8E-03
7,80	120	1,2E-02	9,0E-03
8,47	130	8,8E-03	9,0E-03
9,08	140	9,5E-03	9,0E-03
9,75	150	8,8E-03	9,0E-03
10,40	160	9,0E-03	9,0E-03
11,03	170	9,3E-03	9,0E-03
11,67	180	9,3E-03	9,0E-03
12,35	190	8,6E-03	9,0E-03
13,00	200	9,0E-03	9,0E-03
13,67	210	8,8E-03	9,0E-03
14,32	220	9,0E-03	9,0E-03
15,00	230	8,6E-03	9,0E-03
15,67	240	8,8E-03	9,0E-03
16,33	250	8,8E-03	9,0E-03
17,00	260	8,8E-03	9,0E-03
17,67	270	8,8E-03	9,0E-03
18,35	280	8,6E-03	8,9E-03
19,00	290	9,0E-03	8,9E-03
19,67	300	8,8E-03	8,9E-03
20,33	310	8,8E-03	8,9E-03
20,97	320	9,3E-03	8,9E-03
21,63	330	8,8E-03	8,9E-03
22,28	340	9,0E-03	8,9E-03
23,63	360	8,7E-03	8,9E-03
24,30	370	8,8E-03	8,9E-03
24,95	380	9,0E-03	8,9E-03
25,60	390	9,0E-03	8,9E-03
26,25	400	9,0E-03	8,9E-03
26,92	410	8,8E-03	8,9E-03
27,58	420	8,8E-03	8,9E-03
28,23	430	9,0E-03	8,9E-03
28,88	440	9,0E-03	8,9E-03
29,55	450	8,8E-03	8,9E-03

schema grafico

sommità rivestimento m	0,00
livello H2O su p.c. m	0,03
piano campagna m	0,43
fondo rivestimento m	2,43
fondo foro m	2,63

Ex-seminario America Latina - Verona
PROVE DI LABORATORIO SU CAMPIONI RIMANEGGIATI - TABELLA RIASSUNTIVA

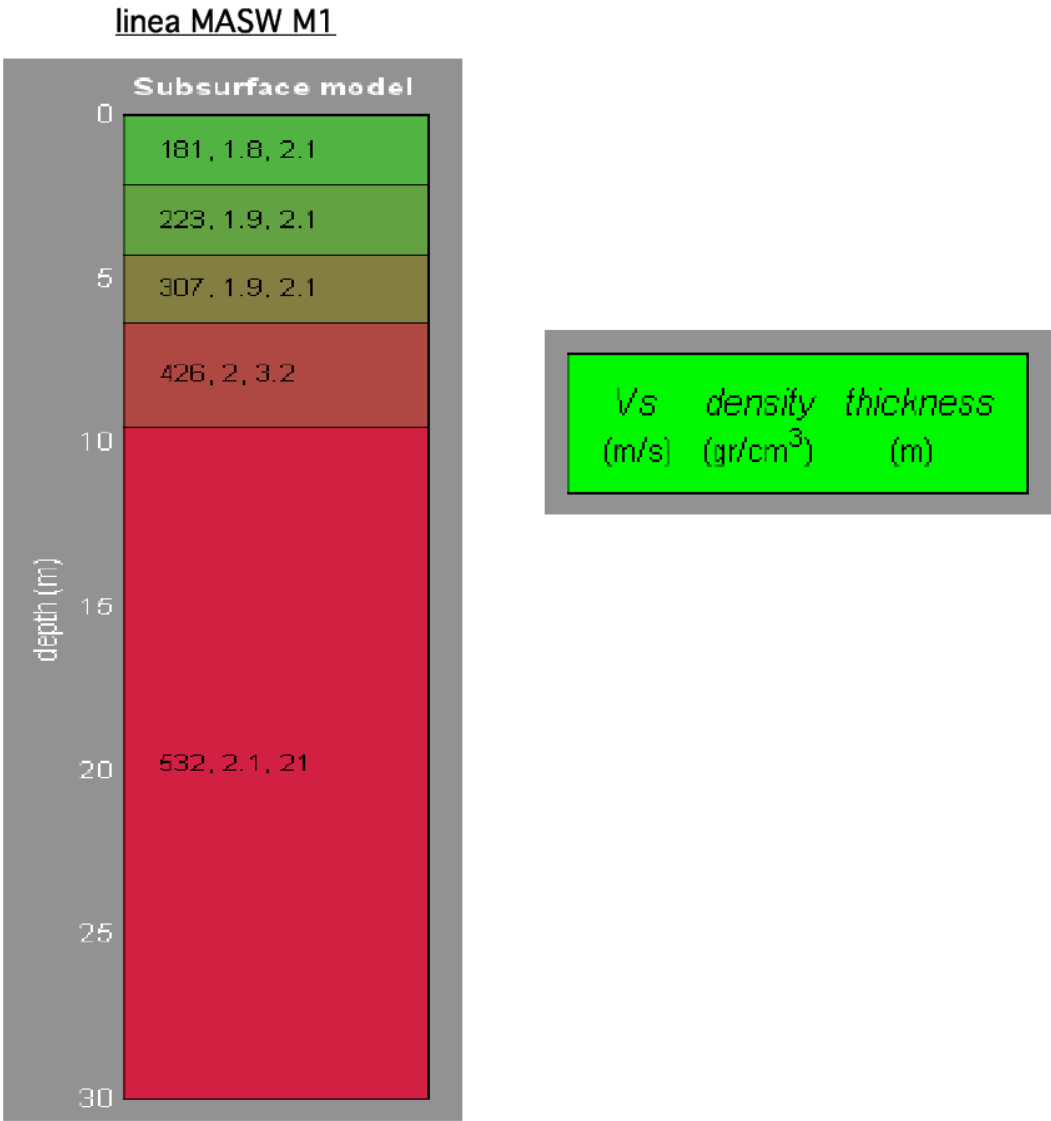
Sondaggio		fuso granulometrico										classificazione	
		Prof.	WL	WP	IP	<0,075 mm	D60	D20	D10	Uc		Gruppo	Classe
n.		m	%	%	%	%	mm	mm	mm		D60/D10	UNI-HRB	USCS
S1		3,2	0	0	0	2,5	16,145	1,007	0,493		33	A-1-a	GW
S1		6,2	0	0	0	1,6	32,136	5,361	2,118		15	A-1-a	GW
S1		9,0	0	0	0	4,9	9,352	0,671	0,250		37	A-1-a	GW
S1		12,0	0	0	0	2,4	16,792	2,082	0,456		37	A-1-a	GW

Simboli: WL = limite liquido

Wp = limite plastico

IP = WL-Wp = indice plastico

COLONNA SISMOSTRATIGRAFICA DA LINEA SISMICA MASW
(da rapporto GEORGETESTING s.r.l.)



Velocità Vs e parametri geotecnici del sottosuolo indagato dalla linea sismica RE.MI

velocità di propagazione delle onde trasversali o di taglio: Vs
peso di volume saturo: $\gamma = 0,1 \times (8,32 \times \text{LOG}(Vs) - 1,61 \times \text{LOG}(z)) \text{ t/mc}$ ove z = profondità
modulo di taglio a piccole deformazioni: $G_o = \rho \times (Vs)^2 = \gamma/g \times (Vs)^2$ essendo γ = peso di volume saturo e g = accelerazione di gravità

dati della linea MASW					
Spessore strati	Prof. strati	γ strati	Vs strati	G _o strati	
m	da m	t/mc	m/s	Mpa	
2,1	0,0	1,87	181	63	
2,1	2,1	1,87	223	95	
2,1	4,2	1,95	307	188	
3,2	6,3	2,04	426	378	
≈21	9,5	2,06	532	594	
				Vs30 = 406	

P.U.A. in via Marche - S,Massimo - Verona

categoria di sottosuolo: tipo

B

coordinate del sito: Lat. = 45,438° Long. = 10,938°

Valori dei parametri ag, Fo, Tc* elaborati con "Spettri NTC ver.1.0.3" per vita di riferimento VR

tempo di ritorno Tr anni	probabilità di eccedenza in 50 anni %	parametri del sito per sottosuolo di tipo A		amplificazione stratigrafica		amplificazione topografica St		amplificazione S = Ss x St	accelerazione al suolo	
		ag	Fo	Tc*	Ss	Cc	-		a max = ag x S	
		g	-	sec	-	-	-	-	g	
30 = SLO	81	0,042	2,511	0,235	1,200	1,470	1,000	1,200	0,050	
50 = SLD	63	0,056	2,525	0,245	1,200	1,457	1,000	1,200	0,067	
72	50	0,068	2,509	0,253	1,200	1,448	1,000	1,200	0,082	
101	39	0,080	2,469	0,260	1,200	1,440	1,000	1,200	0,096	
140	30	0,095	2,418	0,264	1,200	1,436	1,000	1,200	0,114	
201	22	0,112	2,407	0,271	1,200	1,428	1,000	1,200	0,134	
475 = SLV	10	0,158	2,430	0,276	1,200	1,423	1,000	1,200	0,190	
975 = SLC	5	0,205	2,469	0,280	1,198	1,419	1,000	1,198	0,245	
2475	2	0,288	2,382	0,290	1,126	1,409	1,000	1,126	0,324	