



COMUNE DI AREZZO  
Servizio Opere Pubbliche  
e Manutenzione

Ufficio Opere Pubbliche

REALIZZAZIONE EDIFICIO POLIFUNZIONALE  
(cucina / bar / servizi)  
AL SERVIZIO CAS PRATANTICO

PROGETTO DEFINITIVO  
aggiornato

*Elaborato/Documento.*

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA,  
GEOTECNICA e TECNICA SULLE INDAGINI

*Elab./Doc.:*

*scala:*

*doc. 09*

*Progettisti:*

*Geom.* Sauro CEROFOLINI  
(progettazione generale)

*Arch.* Elisa DI TRAPANI  
(progettazione generale)

*Per. Ind.* Stefano CARRAI  
(progettazione impianti)

*Progettista Strutture Fondali e Sicurezza:*

*Ing.* Claudia GABBRIELLI

*Indagini geologiche:*

*Geol.* Vito CRESCI

*CUP: B18C18000090004*

*Data:*

*Protocollo/fascicolo:*

*dicembre 2018*

*174526/L.01.06/2018*

Responsabile Unico del Procedimento:

Geom. Luca Marchi



SPAZIO PER LGI ENTI PREPOSTI

**CRESCI  
VITO  
GEOLOGO**

ALBO REGIONE  
UMBRIA N.464

Via SETTEMBRINI 15  
07073 - S. MARIANO  
DI CORCIANO (PG)

Cell. 347.6004574

e-mail  
cresci@geoap.it

p. I.V.A.  
02952980544  
c.f.  
CRSVTI79B16G062H

Timbro e firma



PAGINE: N. 19

ALLEGATI: pag. 14

TAVOLE: 1-6

**REALIZZAZIONE DI EDIFICIO  
POLIFUNZIONALE AL SERVIZIO  
DEL CAS DI PRATANTICO**

**RELAZIONE GEOLOGICA (NTC 2018)  
RELAZIONE SISMICA  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE TECNICA SULLE INDAGINI**

**COMUNE DI AREZZO**  
PROVINCIA DI AREZZO

**LOCALITA': PRATANTICO**

COMMITTENTE:  
AMM.NE COMUNALE DI AREZZO  
UFFICIO OPERE PUBBLICHE

DATA: DICEMBRE 2018

Il progettista (P.P.V.)

## PREMESSA

Su incarico e per conto della committenza, lo scrivente ha redatto il presente lavoro, riferito alla realizzazione di un fabbricato polifunzionale (cucina, servizi, bar) al servizio del CAS di Pratantico. Lo scopo di questo elaborato è quello di caratterizzare dal punto di vista geologico s.l. e sismico i terreni, ai sensi delle normative vigenti ed in particolare delle NTC 2018.



**VISTA SATELLITARE AREA D'INTERVENTO**

L'indagine geologica si è svolta secondo le seguenti fasi operative:

- Raccolta dei dati bibliografici, tecnici e cartografici;
- Rilevamento geologico di superficie dell'area in esame;
- Esecuzione indagini penetrometriche (n. 3 DPSH);
- Esecuzione sismica MASW;
- Interpretazione - elaborazione dei dati e stesura della presente relazione.

Si allegano i seguenti elaborati:

- ✓ Estratto Tavoleta IGM in scala 1:25.000
- ✓ Estratto Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000;
- ✓ Estratti IFFI-PAI-PSC con foto aerea
- ✓ Estratto carta litologica.
- ✓ Planimetria ubicazione indagini.
- ✓ Sezione interpretativa (litostratigrafica e litotecnica).

## INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di indagine è situata a NW della Città di Arezzo, in area pianeggiante; la cartografia di riferimento è la seguente:

- Foglio 114 II N.O. - Cartografia I.G.M su scala 1:25.000
- ELEMENTO 288100 - C.T.R. AL 10.000
- Coordinate geografiche LAT 43.478255° LON 11.816378° (WGS84)
- Coordinate UTM: 727774.89 m E, 4817780.00 m N (zona 32 T)
- Quota assoluta 258 m s.l.m.
- DATI CATASTALI : FOGLIO 45 P.LLA 739
- PERICOLOSITA' IDRAULICA : 1
- PERICOLOSITA' GEOLOGICA: 2
- PERICOLOSITA' SISMICA: 3
- CLASSE INDAGINI ART. 7 D.P.G.R. 36/R/2009: 2

## CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE

La zona oggetto di studio è situata nella località di Pratantico, in area urbanizzata ma con molte zone verdi, oltre alla superficie del limitrofo campo sportivo (calcio).

L'area è prevalentemente pianeggiante, con blande ondulazioni e quote comprese tra i 355 m ed i 360 m s.l.m. un km verso est si ha una zona ribassata, corrispondente all'erosione fluviale dell'attuale alveo del Canale Maestro della Chiana, stretto ed inciso e che prosegue prima verso nord e poi verso NW. Altre forme degne di nota sono gli alvei dei corsi minori ed i rilevati di origine antropica su cui corrono le strade e le ferrovie. Verso Quarata si hanno forme più articolate con diverse depressioni dovute all'intensa attività estrattiva di ghiaie. A SW si hanno rilievi alto collinari a formare un'ampia zona sopraelevata, con forme regolari e quote inferiori ai 500 m

Più in dettaglio la nuova struttura sorgerà in area pianeggiante che ospita un campetto di pallavolo che sul lato di settentrione è delimitato da un salto di quota di circa 1 m.

In accordo con i tematismi PAI, PRG, IFFI, dal rilievo geomorfologico di dettaglio, non sono emersi indizi di dissesti idrogeologici in atto o latenti e l'opera di progetto non andrà ad alterare significativamente gli equilibri esistenti.

Dal punto di vista geolitologico affiorano terreni sabbioso ghiaiosi, con subordinati livelli limosi, risalenti al Pleistocene Superiore; lo spessore di tali depositi è piuttosto ridotta e, di norma, non supera i 10 m. Localmente si passa ai coevi Ciottoli di Maspino o alle Argille di Maspino. Nei pressi dei corsi idrici principali si hanno alluvioni recenti e/o terrazzate (Olocene). Il substrato litoide è costituito dalle Arenarie del M. Cervarola (Miocene Inf. – Oligocene Sup) in Litofacies Arenaceo Pelitica. **La pericolosità geomorfologica è la 2.**

## CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia superficiale dell'area è caratterizzata dalla presenza di vari impluvi secondari che drenano la zona pianeggiante circostante mentre perimetralmente si hanno corsi d'acqua Maggiori. Come già accennato, 1 km ad Est si ha il Canale Maestro della Chiana che drena verso nord per poi deviare verso NW e quindi s'immette nel F. Arno.

A sud sono degni di nota il B.ro del Barancione ed il B.ro Granchiaia, con una fitta rete d'impluvi in destra idrografica, con pattern dendritico fortemente asimmetrico.

La permeabilità sarà quindi medio alta nelle coltri sabbiose-ghiaiose e più bassa in corrispondenza degli orizzonti limosi ed argillosi. Ovviamente si ha permeabilità per porosità (primaria). Nella sottostante arenaria, la permeabilità sarà medio bassa e secondaria, legata cioè alla fratturazione-alterazione della roccia.

Dalla cartografia tematica del PSC ( carta idrogeologica) il livello delle isofreatiche in tale area è ricostruito con buon dettaglio e l'area ricade tra le isopieze 246-245, fatto che colloca la falda freatica a 10-12 m di profondità. Il pozzo limitrofo è risultato chiuso e non ispezionabile.

**La pericolosità idraulica è la 1.**

## SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO ( MODELLO GEOLOGICO)

Integrando i dati cartografici, il rilievo geologico di superficie e le indagini geognostiche ( n.3 DPSH) è stato ricostruito il modello geologico del sito in esame. La verticale penetrometrica N. 3 è stata eseguita ad 80-100 cm di quota inferiore rispetto alle prime due. I sondaggi penetrometrici hanno messo in evidenza la presenza di una coltre superficiale scadente, attribuibile a **limi sabbioso argillosi** (FACIES A) di addensamento basso (Nspt=2-5) e di spessore di 140-180 cm e con una prima porzione di riporto proveniente dall'urbanizzazione del medesimo sito. Seguono **sabbie limose** (FACIES B) di medio addensamento (Nspt=10-11) spesse solo 60 cm in DPSH 1 e con letto da 2.2 m a 3.0 m. si passa a depositi eterometrici più addensati ( Nspt=15-16) classificabili come **sabbie grossolane** (FACIES C) con letto a 4.6 m ma assenti in DPSH 1. Più in profondità si passa a **detrito grossolano** (FACIES D) addensato (Nspt=47-53) con letto, per rifiuto strumentale, oltre i 5 m investigati, con presumibile passaggio all'alterazione del substrato litoide sottostante.

In sintesi si ha:

<b>LIMI SABBIOSO ARGILLOSI</b>	<b>FACIES A</b>
<b>SABBIE LIMOSE</b>	<b>FACIES B</b>
<b>SABBIE GROSSOLANE</b>	<b>FACIES C</b>
<b>DETRITO GROSSOLANO</b>	<b>FACIES D</b>

## INDICAZIONI GEOTECNICHE (VALORI CARATTERISTICI)

Riassumendo quanto detto precedentemente, partendo dai valori nominali (ottenuti con le indagini geognostiche), elaborati con le opportune formule statistiche, si è giunti ai seguenti valori caratteristici:

litologia	litofacies	$\varphi_k (^\circ)$	$Cu_k$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$C'_k$ ( $\text{kN/m}^2$ )	$\gamma n_k$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$\gamma sat_k$ ( $\text{kN/m}^3$ )	$E_{ed_k}$ ( $\text{kN/m}^2$ )
LIMI SABBIOSO ARGILLOSI	FACIES A	26.7	0	0	16.4	17.5	1420
SABBIE LIMOSE	FACIES B	29.88	0	0	17.2	17.9	7560
SABBIE GROSSOLANE	FACIES C	31.19	0	0	17.6	18.3	9780
DETRITO GROSSOLANO	FACIES D	34.32	0	0	19.3	19.8	13450

Il progetto prevede la realizzazione una struttura leggera costituita dal solo pian terreno.

I parametri da utilizzare per il calcolo sono quelli (caratteristici) riportati nella tabella precedente e nella relazione geotecnica, per la geotecnica, mentre l'azione sismica è riportata più avanti (suolo di categoria E, classe topografica T1). Necessaria la corretta regimazione idrica superficiale, con realizzazione di dreni perimetrali ed isolamento della fondazione e pareti per il primo metro fuori terra (oltre alla porzione controterra), per evitare qualsiasi risalita-infiltrazione di umidità.

Le fondazioni potranno essere di tipo diretto ma dovranno essere intestate sulle sabbie limose, quindi ad 1.6 m di profondità rispetto alla prova DPSH 3 e -2.4-2.6 rispetto alle prove n.1-2.

Poggiando le fondazioni sulla medesima litologia, si avranno cedimenti accettabili sia in valore assoluto che in termini differenziali, come da seguente verifica geotecnica, a firma dello scrivente e che verrà eventualmente adeguata una volta realizzati i calcoli strutturali ed il progetto esecutivo. Da evitare l'utilizzo di fondazioni "scalettate" cioè su due o più livelli, per la differenza risosta sismica.

Secondo le considerazioni precedenti la tipologia fondale più idonea, vista la tipologia di struttura da realizzarsi, è la trave rovescia. Tali fondazioni verranno realizzate con scavi a sezione obbligata sino alla profondità di posa prescritta in precedenza, compensando poi con cemento magro sino ad arrivare al piano di calpestio finale. Nel lato in cui si presumono scavi maggiori di 2 m si adotterà una pendenza della scarpata di 1:1, data la natura delle coltri superficiali. Le verifiche geotecniche sono state condotte ipotizzando un carico di  $80 \text{ kN/m}^2$ , compatibile con la struttura di progetto e verranno eventualmente riviste per il deposito al Genio Civile, su indicazione del tecnico strutturista incaricato. I cedimenti sono stati poi calcolati ai 3 vertici corrispondenti alle DPSH effettuate, con l'assunzione che il quarto vertice sia analogo al terzo.

Dalle verifiche si ha sempre  $E_d < R_d$  ed i cedimenti assoluti sono minimi ed anche quelli differenziali, poiché si ha meno di 0.5 cm nei nodi 1 e 2 e circa 1 cm nei nodi 3 (e 4), con cedimento differenziale massimo (centro fondazione) di 0.5 cm circa.

## DATI GENERALI – NODO 1

Normativa	NTC 2008
Lat./ Long. [WGS84]	43.478336/11.816369
Larghezza fondazione	0.6 m
Lunghezza fondazione	4.0 m
Profondità piano di posa	2.6 m
Altezza di incastro	0.2 m
Profondità falda	10.0
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0.2/2 m

## SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.244
Effetto sismico secondo	NTC 2018

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.51	2.53	0.26
S.L.D.	50.0	0.62	2.54	0.27
S.L.V.	475.0	1.5	2.41	0.29
S.L.C.	975.0	1.87	2.43	0.3

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.816	0.2	0.0166	0.0083
S.L.D.	0.992	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	2.3917	0.24	0.0585	0.0293
S.L.C.	2.7868	0.24	0.0682	0.0341

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.8	16.4	17.5	26.7	0.0	0.0	1780.0	1420.0	0.0	0.0	0.0	
0.6	17.2	17.9	29.88	0.0	0.0	7870.0	7560.0	0.0	0.0	0.0	
6.0	19.3	19.8	34.32	0.0	0.0	14670.0	13450.0	0.0	0.0	0.0	

### Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A2+M2+R2	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	72.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

4	S.L.D.	73.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
---	--------	-------	------	------	------	------	------	----------

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
2	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	2.3	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 237.07 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto[Rd] 131.71 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 80.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 2.96

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 9482.89 kN/m<sup>3</sup>

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	15.8
Fattore [Nc]	27.1
Fattore [Ng]	16.16
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.38
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.11
Fattore profondità [Dq]	1.36
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.93
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 237.07 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 131.71 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**Sisma**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	15.8
Fattore [Nc]	27.1
Fattore [Ng]	16.16
Fattore forma [Sc]	1.12
Fattore profondità [Dc]	1.38
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.11
Fattore profondità [Dq]	1.36

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.93
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	237.07 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	131.71 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	5.0
Distanza	0.04 m
Angolo	296.85 °
Cedimento totale	0.132 cm
Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.	

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
3	5	90.02	3.691	Edometrico	0.1317	--	0.1317

### CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	73.0 kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	5.0 m
Profondità substrato roccioso	0.0 m
Modulo Elastico	0.0 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.0
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.73
Coefficiente di influenza I2	0.1
Coefficiente di influenza Is	0.79
=====	
Cedimento al centro della fondazione	1.05 mm
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.5
Coefficiente di influenza I2	0.13
Coefficiente di influenza Is	0.58
Cedimento al bordo	0.39 mm
=====	

### CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Tempo	5.0
Profondità significativa Zi (m)	1.282
Media dei valori di Nspt all'interno di Zi	51
Fattore di forma fs	1.452
Fattore strato compressibile fh	1
Fattore tempo ft	1.344
Indice di compressibilità	0.007
Cedimento	0.406 mm
=====	

## DATI GENERALI –NODO 2

Normativa	NTC 2008
Lat./ Long. [WGS84]	43.478336/11.816369
Larghezza fondazione	0.6 m
Lunghezza fondazione	7.0 m
Profondità piano di posa	2.6 m
Altezza di incastro	0.3 m
Profondità falda	10.0
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0.2/2 m

## SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.244
Effetto sismico secondo	NTC 2018

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.51	2.53	0.26
S.L.D.	50.0	0.62	2.54	0.27
S.L.V.	475.0	1.5	2.41	0.29
S.L.C.	975.0	1.87	2.43	0.3

### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.816	0.2	0.0166	0.0083
S.L.D.	0.992	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	2.3917	0.24	0.0585	0.0293
S.L.C.	2.7868	0.24	0.0682	0.0341

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.8	16.4	17.5	26.7	0.0	0.0	1780.0	1420.0	0.29	0.0	0.0	
1.0	17.2	17.9	29.88	0.0	0.0	7870.0	7560.0	0.28	0.0	0.0	
1.6	19.3	19.8	31.19	0.0	0.0	14670.0	13450.0	0.27	0.0	0.0	
6.0	19.3	19.8	43.32	0.0	0.0	14670.0	13450.0	0.25	0.0	0.0	

### Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazioni	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A2+M2+R2	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	72.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	73.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
2	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	2.3	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 148.0 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto [Rd] 82.22 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 80.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 1.85

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 5920.12 kN/m<sup>3</sup>

**A2+M2+R2**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	10.32
Fattore [Nc]	20.27
Fattore [Ng]	8.56
Fattore forma [Sc]	1.06
Fattore profondità [Dc]	1.42
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.38
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.96
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 148.0 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 82.22 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**Sisma**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	10.32
Fattore [Nc]	20.27
Fattore [Ng]	8.56
Fattore forma [Sc]	1.06
Fattore profondità [Dc]	1.42
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.06
Fattore profondità [Dq]	1.38
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0

Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.96
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	148.0 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	82.22 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	5.0
Distanza	0.15 m
Angolo	286.22 °
Cedimento totale	0.398 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.7	45	28.624	Edometrico	0.0757	--	0.0757
3	3.6	62.16	15.728	Edometrico	0.1871	--	0.1871
4	7.4	135.5	3.028	Edometrico	0.1351	--	0.1351

### CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	73.0 kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	5.0 m
Profondità substrato roccioso	0.0 m
Modulo Elastico	7870.0 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.28
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.55
Coefficiente di influenza I2	0.13
Coefficiente di influenza Is	0.63
=====	
Cedimento al centro della fondazione	2.94 mm
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.33
Coefficiente di influenza I2	0.14
Coefficiente di influenza Is	0.42
Cedimento al bordo	0.98 mm
=====	

### CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Tempo	5.0
Profondità significativa Zi (m)	1.282
Media dei valori di Nspt all'interno di Zi	31.5
Fattore di forma fs	1.498
Fattore strato compressibile fh	1
Fattore tempo ft	1.344
Indice di compressibilità	0.014
Cedimento	0.828 mm
=====	

# DATI GENERALI –NODI 3 E 4

Normativa	NTC 2008
Lat./ Long. [WGS84]	43.478336/11.816369
Larghezza fondazione	0.6 m
Lunghezza fondazione	8.0 m
Profondità piano di posa	1.6 m
Altezza di incastro	0.4 m
Profondità falda	10.0
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0.2/1 m

## SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0.244
Effetto sismico secondo	NTC 2018

## Coefficienti sismici [N.T.C.]

### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	E
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.51	2.53	0.26
S.L.D.	50.0	0.62	2.54	0.27
S.L.V.	475.0	1.5	2.41	0.29
S.L.C.	975.0	1.87	2.43	0.3

## Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.816	0.2	0.0166	0.0083
S.L.D.	0.992	0.2	0.0202	0.0101
S.L.V.	2.3917	0.24	0.0585	0.0293
S.L.C.	2.7868	0.24	0.0682	0.0341

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.4	16.4	17.5	26.7	0.0	0.0	1780.0	1420.0	0.29	0.0	0.0	
1.6	17.2	17.9	29.88	0.0	0.0	7870.0	7560.0	0.28	0.0	0.0	
1.6	19.3	19.8	31.19	0.0	0.0	14670.0	13450.0	0.27	0.0	0.0	
6.0	19.3	19.8	43.32	0.0	0.0	14670.0	13450.0	0.25	0.0	0.0	

## Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A2+M2+R2	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	72.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.D.	73.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Cap acità portante orizzontale
1	No	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
2	Si	1.25	1.25	1.4	1	1	1.8	1.1
3	No	1	1	1	1	1	2.3	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult] 166.76 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto[Rd] 92.64 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 80.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 2.08

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 6670.24 kN/m<sup>3</sup>

A2+M2+R2

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	10.32
Fattore [Nc]	20.27
Fattore [Ng]	8.56
Fattore forma [Sc]	1.06
Fattore profondità [Dc]	1.35
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.05
Fattore profondità [Dq]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.96
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 166.76 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 92.64 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	10.32
Fattore [Nc]	20.27
Fattore [Ng]	8.56
Fattore forma [Sc]	1.06
Fattore profondità [Dc]	1.35
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.05
Fattore profondità [Dq]	1.32
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.96
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0
=====	
Carico limite	166.76 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	92.64 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

#### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

##### \*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento dopo T anni	5.0
Distanza	0.13 m
Angolo	327.84 °
Cedimento totale	0.889 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione; Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
2	2.3	38.44	31.132	Edometrico	0.5765	--	0.5765
3	3.8	65.92	12.458	Edometrico	0.1482	--	0.1482
4	7.6	139.26	3.683	Edometrico	0.1643	--	0.1643

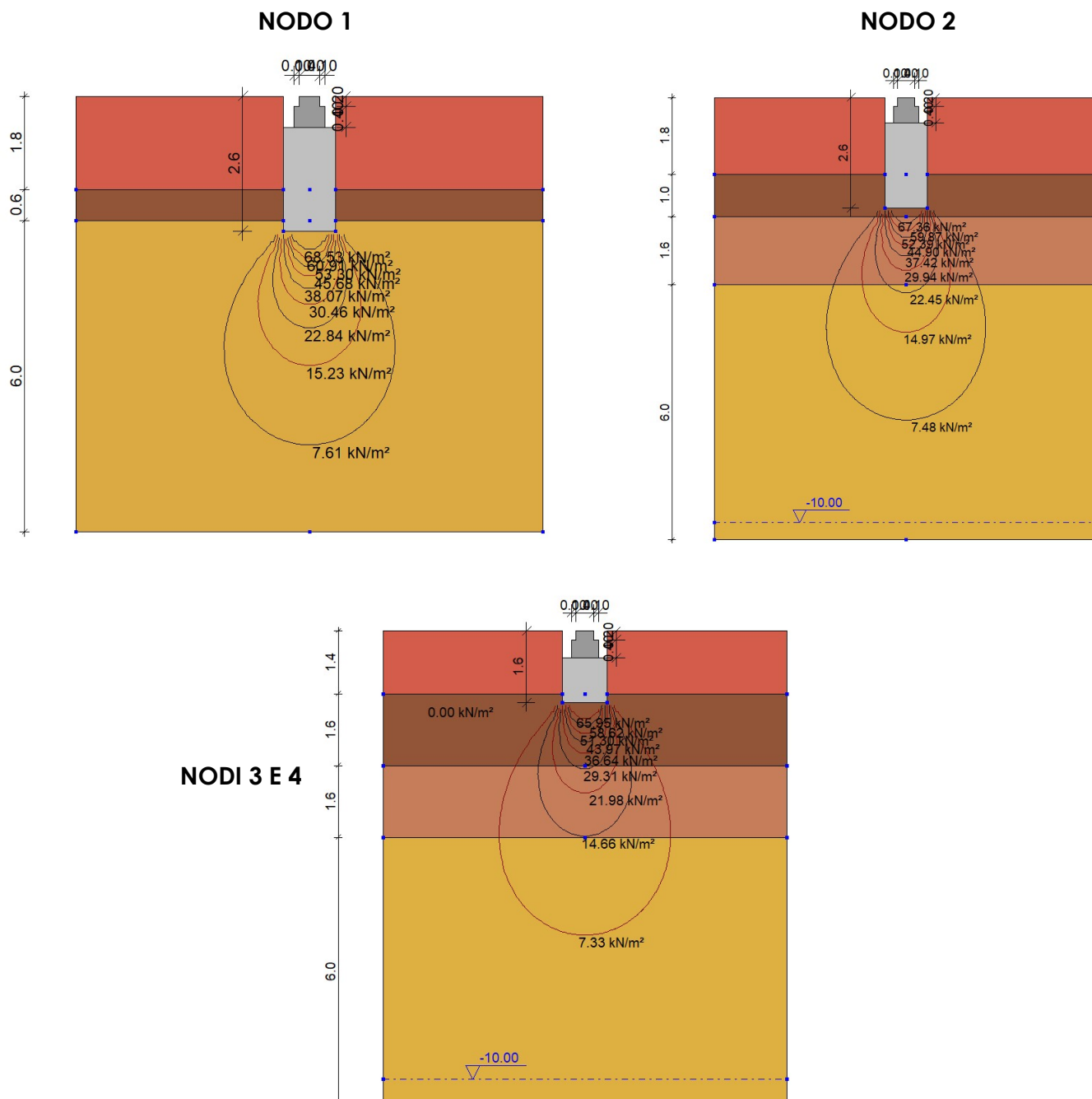
#### CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto	73.0 kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	5.0 m
Profondità substrato roccioso	0.0 m
Modulo Elastico	7870.0 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.28
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.39
Coefficiente di influenza I2	0.14
Coefficiente di influenza Is	0.48
=====	
Cedimento al centro della fondazione	3.62 mm
=====	
Coefficiente di influenza I1	0.2
Coefficiente di influenza I2	0.14
Coefficiente di influenza Is	0.29
Cedimento al bordo	1.09 mm
=====	

#### CEDIMENTI BURLAND E BURBIDGE

Pressione normale di progetto	72.0 kN/m <sup>2</sup>
Tempo	5.0
Profondità significativa Zi (m)	1.282
Media dei valori di Nspt all'interno di Zi	26
Fattore di forma fs	1.506
Fattore strato compressibile fh	1
Fattore tempo ft	1.344
Indice di compressibilità	0.018
Cedimento	1.373 mm
=====	

## SEZIONI-BULBI DI TENSIONE



## TERRE E ROCCE DA SCAVO

I lavori in oggetto prevedono l'escavazione dei terreni necessari alla realizzazione delle opere di fondazione, quantificabili in poche decine di metri cubi, stimabili in 150-200 m<sup>3</sup>.

Tali TRS verranno trattate secondo il DPR 13 giugno 2017, n. 120 che prevede anche la caratterizzazione analitica da consegnare almeno 15 giorni prima dell'inizio lavori. Tale documentazione andrà firmata dal committente, che si assume la responsabilità in caso di omissioni o dichiarazioni mendaci (ad esempio omissione del superamento delle CSC).

## LIQUEFAZIONE TERRENI FONDALI ( E NON)

Sintetizzando quanto previsto dalle NTC 2018 per la presenza di falda a 10-12 m ma nel substrato litoide, la liquefazione è esclusa naturalmente e la verifica numerica non è quindi necessaria.

## AZIONE SISMICA (RSL E RELAZIONE SISMICA)

Per quanto riguarda la classificazione introdotta dalla O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 (EUROCODICE 8) e s.m. ed i. (D.M. 14.01.2008, N.T.C. e NTC 2018), per la valutazione della risposta sismica è necessario che la relazione geotecnica fornisca almeno (cap.7.11.2, 3° capoverso) la categoria di suolo corrispondente, in caso di approccio semplificato. Vista la natura dell'intervento, appare ovvio fare ricorso a tale approccio, senza ricorrere alle modellazioni numeriche rigorose di RSL. E' stata quindi effettuata una linea sismica con metodologia MASW, secondo planimetria allegata, dalla quale è emerso un di **SUOLO DI CATEGORIA "E"**, i quanto si ha il bedrock sismico a 5.1 m di profondità con la velocità equivalente delle onde di taglio sino a tale quota rientrante nella categorie di suolo C-D.  **$V_{seq5.1} = 295$  m/s**. Tale indicazione concorda con **la pericolosità sismica 3**.

**L'Amplificazione stratigrafica** (7.11.3.2) può essere valutata quindi con la categoria di suolo individuata.

In relazione alla morfologia, ossia **l'Amplificazione Topografica** (7.11.3.3.; 3.2 tab. IV e VI) si può assumere la **Classe Topografica T1** essendo le pendenze nulle.

Il **rischio di liquefazione** (7.11.3.4.2) è da considerarsi nullo, secondo la verifica condotta in precedenza.

Per quanto concerne la **Stabilità dei Pendii**, in accordo con la classe topografica e la morfologia, non è necessaria alcuna verifica.

I valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  potranno essere verificati-estrapolati dalla Tab. 1 della citata normativa o potranno più semplicemente essere estrapolati da programmi come "Spettri" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, o equivalenti, in base agli stati limite da considerare Per quel che riguarda le caratteristiche delle strutture si avrà:

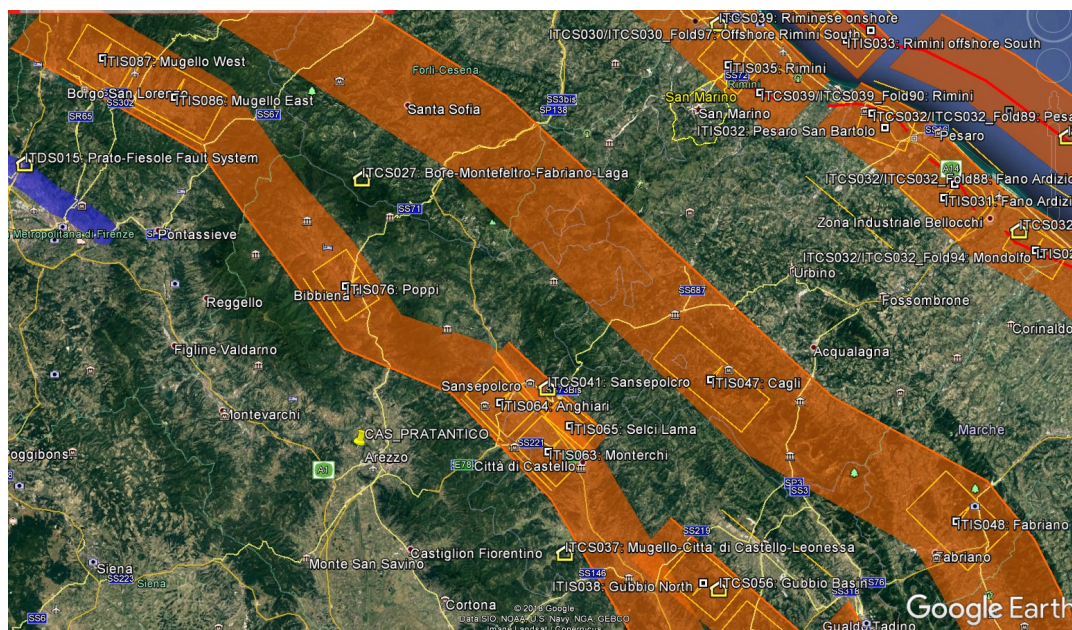
$V_n$  = vita nominale (2.4.1 tab 2.4 I)=50 anni

Classe d'Uso (2.4.2) = II ( con  $C_u=1$  = coeff. Classe d'uso, tab.2.4. II)

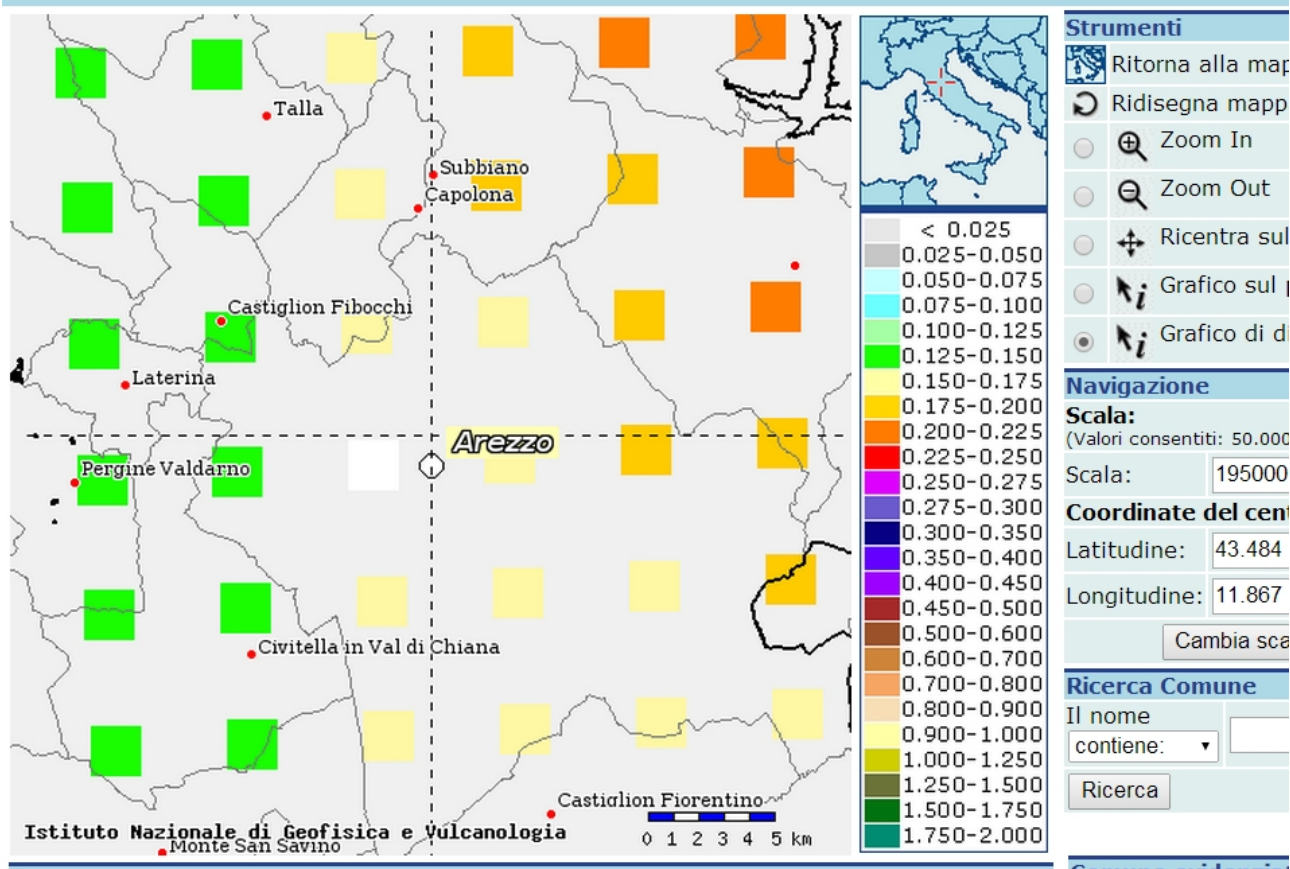
$V_r$  = valore di riferimento =  $C_u \times V_n = 50$  anni.

## DATABASE DISS

Sito lontano da  
faglie capaci,  
faglie attive

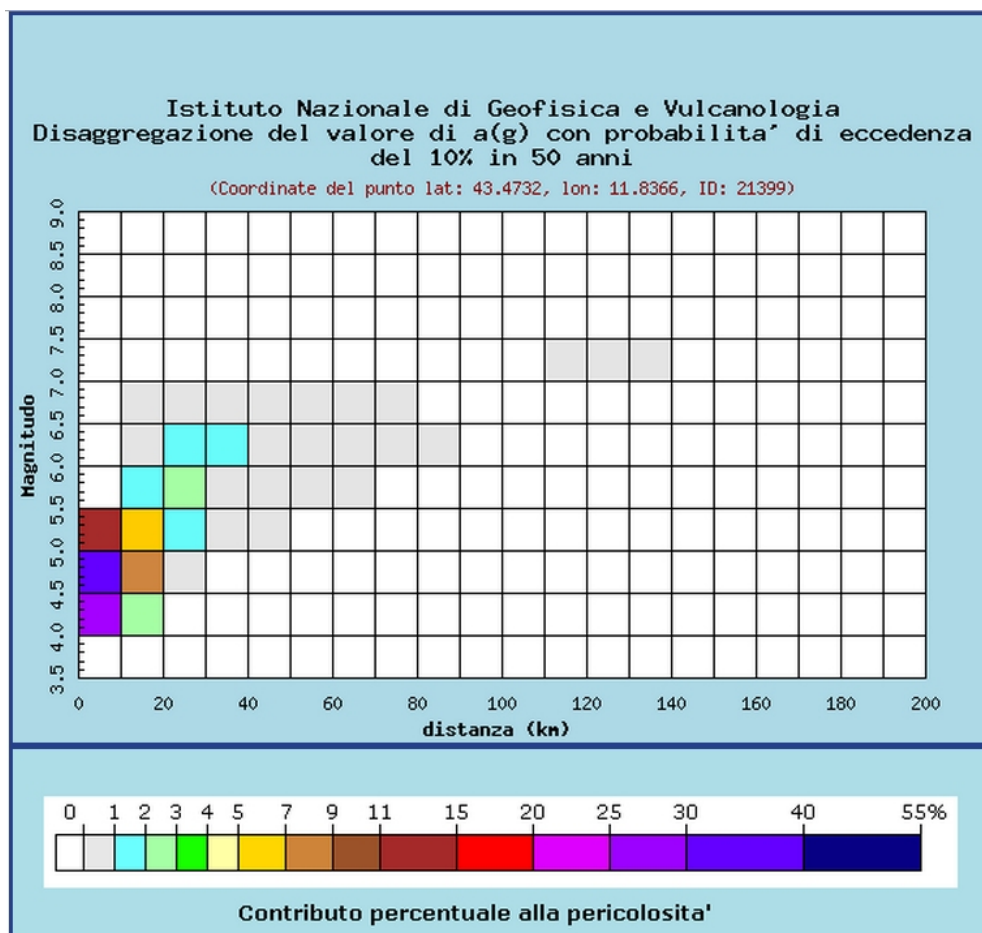


## Mappe interattive di pericolosità sismica



# MAPPE ITERATIVE DI PERICOLOSITA' SISMICA

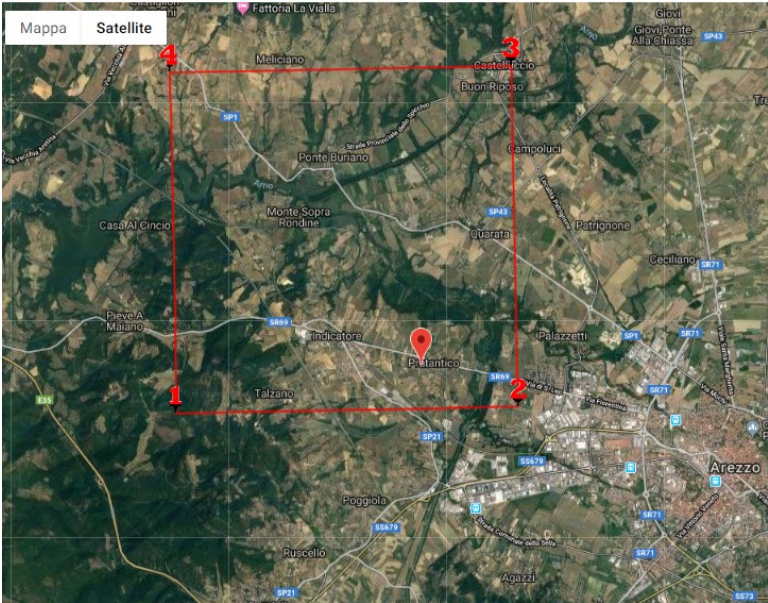
## Parametri di disaggregazione



Distanza in km	Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.4732, lon: 11.8366, ID: 21399)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	26.800	35.100	11.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.980	7.120	5.050	1.260	0.905	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.471	1.740	2.010	1.850	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.169	0.786	1.030	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.193	0.424	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.147	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.043	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.830	8.550	1.070

SINTESI AZIONE SISMICA



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale

50

Interpolazione

Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>0</sub>	T <sub>c</sub> <sup>*</sup> [s]
Operatività (SLO)	30	0.052	2.525	0.260
Danno (SLD)	50	0.063	2.544	0.273
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.153	2.413	0.294
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.191	2.426	0.300

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

1

us (m)

0.1

Cat. Sottosuolo

E

Cat. Topografica

T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,60	1,60	1,59	1,49
CC Coeff. funz categoria	1,97	1,93	1,88	1,86
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.017	0.020	0.058	0.068
kv	0.008	0.010	0.029	0.034
Amax [m/s²]	0.821	0.996	2.380	2.796
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

## CONCLUSIONI

Per quanto la realizzazione delle opere di progetto, il sito è idoneo sotto il punto di vista geologico s.l. (geomorfologico, idraulico e litostratigrafico) e sismico. Questo anche in considerazione che le opere di progetto comportano limitati movimenti terra e non modificheranno l'attuale geomorfologia. In sintesi:

- Non sono emersi segni di instabilità in atto o latente, in accordo con la morfologia locale. Il progetto non minerà la stabilità locale dell'area.
- La falda è stimabile intorno ai 10-12 m di profondità, con possibili fluttuazioni nei periodi particolarmente piovosi ma non interferente con le fondazioni superficiali e/o con le opere di scavo. Tale falda è nella roccia sottostante, le coperture sono prive di falde.
- Sono state determinate (secondo le NTC 2018) la categoria di suolo (E), quella topografica (T1) ed i valori caratteristici dei terreni fondali e non.
- Il dimensionamento delle opere fondali è stato realizzato considerando travi rovesce a profondità differenti, compensando le differenze di quota con cemento magro; una volta effettuate le verifiche da parte dello strutturista, con relativo progetto esecutivo, si potrà procedere con eventuali modifiche.
- Non vi sono problemi per quel che riguarda gli aspetti idrogeologici e l'opera di progetto non li muterà in maniera significativa;
- Per quel che riguarda le terre e rocce da scavo, saranno rispettate le direttive del DPR 13 giugno 2017, n. 120 con consegna degli elaborati previsti (con annessa caratterizzazione analitica) prima dell'inizio lavori, a carico del committente che è il responsabile di tale comunicazione.

Si rimane a disposizione di chiarimenti e/o integrazioni.

Corciano, 10 dicembre 2018

Geol. Vito Cresci



# ALLEGATI

- ELABORAZIONE INDAGINI PENETROMETRICHE
- ELABORAZIONE SISMICA MASW
- TAVOLE:
  - 1) CARTOGRAFIE IGM E CTR
  - 2) ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE
  - 3) CARTOGRAFIE DEI VINCOLI
  - 4) CARTA GEOLITOLOGICA
  - 5) PLANIMETRIA UBICAZIONE INDAGINI
  - 6) SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE-LITOTECNICHE

## PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

<b>Committente: COMUNE DI AREZZO</b>  <b>Cantiere: CAS PRATANTICO</b>  <b>Località: PTRATANTICO, AREZZO</b>	
---	--

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

<b>Rif. Norme</b>	<b>DIN 4094</b>
<b>Peso Massa battente</b>	<b>63,5 Kg</b>
<b>Altezza di caduta libera</b>	<b>0,75 m</b>
<b>Peso sistema di battuta</b>	<b>0,63 Kg</b>
<b>Diametro punta conica</b>	<b>51,00 mm</b>
<b>Area di base punta</b>	<b>20,43 cm<sup>2</sup></b>
<b>Lunghezza delle aste</b>	<b>1 m</b>
<b>Peso aste a metro</b>	<b>6,31 Kg/m</b>
<b>Profondità giunzione prima asta</b>	<b>0,40 m</b>
<b>Avanzamento punta</b>	<b>0,20 m</b>
<b>Numero colpi per punta</b>	<b>N(20)</b>
<b>Rivestimento/fanghi</b>	<b>No</b>
<b>Angolo di apertura punta</b>	<b>90 °</b>

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof.  $< 5$  mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof.  $< 5$  mt. per terreni sopra falda e  $< 8$  mt. per terreni in falda (tensioni  $< 8-10$  t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof.  $< 4$  mt. sopra falda e  $< 7$  mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito  $< 38^\circ$ .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof.  $> 2$  m. e per valori di angolo di attrito  $< 38^\circ$ ).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONAL RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof.  $> 8$  mt. sopra falda e  $> 15$  mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo  $< 5\%$  a profondità  $< 5$  mt. e con % di limo  $> 5\%$  a profondità  $< 3$  mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

### Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

### Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

### Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

### Peso di volume saturo

- Terzaghi-Peck 1948-1967

### Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

## PROVA ...DPSH\_1

Strumento utilizzato...  
 Prova eseguita in data  
 Profondità prova  
 Falda non rilevata

DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)  
 06/12/2018  
 3.20 mt

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	10	0.855	83.05	97.18	4.15	4.86
0.40	7	0.851	57.87	68.02	2.89	3.40
0.60	2	0.847	16.46	19.44	0.82	0.97
0.80	2	0.843	16.39	19.44	0.82	0.97
1.00	1	0.840	7.55	8.99	0.38	0.45
1.20	2	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.40	2	0.833	14.97	17.98	0.75	0.90
1.60	2	0.830	14.92	17.98	0.75	0.90
1.80	2	0.826	14.86	17.98	0.74	0.90
2.00	5	0.823	34.42	41.82	1.72	2.09
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	10	0.817	68.34	83.63	3.42	4.18
2.60	24	0.714	143.36	200.72	7.17	10.04
2.80	31	0.661	171.48	259.26	8.57	12.96
3.00	37	0.659	190.54	289.28	9.53	14.46
3.20	44	0.606	208.47	344.01	10.42	17.20

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	8.5	82.6	Incoerente	0	1.79	1.93	0.04	1.49	12	MASS.
1.8	1.86	17.11	Incoerente	0	1.4	1.87	0.17	1.5	2	L.A.S.
2.4	7	58.54	Incoerente	0	1.73	1.92	0.32	1.51	10	S.L.
3.2	34	273.32	Incoerente	0	2.24	2.15	0.46	1.51	51	DETR.

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - MASS.	12	0.40	44.75	84.81	100	37.24
[2] - L.A.S.	2	1.80	8.16	31.85	37.95	12.38
[3] - S.L.	10	2.40	34.41	65.77	69.38	32.99
[4] - DETR.	51	3.20	72.03	100	100	81.21

## Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - MASS.	12	0.40	12	30.43	23.43	31.36	36.26	34.41	39.87	<30	28.42	30.6	40.56	30.49
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	27.57	20.57	28.56	29.98	30.37	0	<30	20.48	27.6	24.41	21.32
[3] - S.L.	10	2.40	10	29.86	22.86	30.8	31.21	33.67	0	<30	27.25	30	37.89	29.14
[4] - DETR.	51	3.20	51	41.57	34.57	42.28	33.05	42.53	42	>38	42.66	42.3	51.57	46.94

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertman (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - MASS.	12	0.40	12	247.26	96.00	142.30	270.00	135.00
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	---	16.00	---	---	---
[3] - S.L.	10	2.40	10	225.72	80.00	118.70	---	---
[4] - DETR.	51	3.20	51	509.75	408.00	602.50	562.50	330.00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - MASS.	12	0.40	12	72.00	52.11	85.20	91.52
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	---	31.57	14.20	46.92
[3] - S.L.	10	2.40	10	---	48.00	71.00	82.60
[4] - DETR.	51	3.20	51	306.00	132.22	362.10	265.46

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - MASS.	12	0.40	12	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[3] - S.L.	10	2.40	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[4] - DETR.	51	3.20	51	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
[1] - MASS.	12	0.40	12	Meyerhof et al.	1.79
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	Meyerhof et al.	1.40
[3] - S.L.	10	2.40	10	Meyerhof et al.	1.73
[4] - DETR.	51	3.20	51	Meyerhof et al.	2.24

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] - MASS.	12	0.40	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.87
[3] - S.L.	10	2.40	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[4] - DETR.	51	3.20	51	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.15

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - MASS.	12	0.40	12	(A.G.I.)	0.33
[2] - L.A.S.	2	1.80	2	(A.G.I.)	0.35
[3] - S.L.	10	2.40	10	(A.G.I.)	0.33
[4] - DETR.	51	3.20	51	(A.G.I.)	0.25

## PROVA ... DPSH\_2

Strumento utilizzato... **DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**  
 Prova eseguita in data **06/12/2018**  
 Profondità prova **5.80 mt**  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0.20	3	0.855	24.92	29.15	1.25	1.46
0.40	3	0.851	24.80	29.15	1.24	1.46
0.60	5	0.847	41.16	48.59	2.06	2.43
0.80	3	0.843	24.59	29.15	1.23	1.46
1.00	2	0.840	15.10	17.98	0.75	0.90
1.20	2	0.836	15.04	17.98	0.75	0.90
1.40	3	0.833	22.46	26.97	1.12	1.35
1.60	5	0.830	37.29	44.95	1.86	2.25
1.80	8	0.826	59.43	71.92	2.97	3.60
2.00	8	0.823	55.08	66.91	2.75	3.35
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	7	0.817	47.84	58.54	2.39	2.93
2.60	8	0.814	54.48	66.91	2.72	3.35
2.80	11	0.811	74.65	92.00	3.73	4.60
3.00	12	0.809	75.87	93.82	3.79	4.69
3.20	11	0.806	69.32	86.00	3.47	4.30
3.40	11	0.803	69.10	86.00	3.45	4.30
3.60	11	0.801	68.88	86.00	3.44	4.30
3.80	10	0.798	62.42	78.18	3.12	3.91
4.00	10	0.796	58.43	73.40	2.92	3.67
4.20	8	0.794	46.61	58.72	2.33	2.94
4.40	9	0.791	52.28	66.06	2.61	3.30
4.60	14	0.739	75.97	102.76	3.80	5.14
4.80	24	0.687	121.04	176.17	6.05	8.81
5.00	24	0.685	113.72	166.01	5.69	8.30
5.20	24	0.683	113.39	166.01	5.67	8.30
5.40	27	0.681	127.19	186.76	6.36	9.34
5.60	39	0.579	156.23	269.77	7.81	13.49
5.80	46	0.577	183.68	318.19	9.18	15.91

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.6	3.29	30.68	Incoerente	0	1.49	1.88	0.12	1.49	4	L.A.S.
2.6	7.4	62.89	Incoerente	0	1.76	1.92	0.33	1.51	11	S.L.
4.6	10.7	82.3	Incoerente	0	1.91	1.96	0.61	1.52	16	S.GR.
5.8	30.67	213.82	Incoerente	0	2.23	2.15	0.93	1.54	47	DETR.

## TERRENI INCOERENTI

## Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - L.A.S.	4	1.60	20.42	46.4	57.97	18.12
[2] - S.L.	11	2.60	36.3	68.75	72.21	35.16
[3] - S.GR.	16	4.60	39.63	73.52	73.46	44.79
[4] - DETR.	47	5.80	60.72	100	100	77.9

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	28.14	29.12	31.86	31.25	0	<30	22.75	28.2	30.65	23.94
[2] - S.L.	11	2.60	11	30.14	31.08	31.32	34.05	37.62	<30	27.85	30.3	38.69	29.83
[3] - S.GR.	16	4.60	16	31.57	32.48	30.58	35.81	38.29	30-32	30.49	31.8	40.9	32.89
[4] - DETR.	47	5.80	47	40.43	33.43	41.16	31.39	42.25	42	35-38	41.1	49.08	45.66

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	---	32.00	---	---	---
[2] - S.L.	11	2.60	11	236.74	88.00	130.50	262.50	130.00
[3] - S.GR.	16	4.60	16	285.52	128.00	189.50	300.00	155.00
[4] - DETR.	47	5.80	47	489.35	376.00	555.30	532.50	310.00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	---	35.68	28.40	55.84
[2] - S.L.	11	2.60	11	66.00	50.06	78.10	87.06
[3] - S.GR.	16	4.60	16	96.00	60.33	113.60	109.36
[4] - DETR.	47	5.80	47	282.00	124.00	333.70	247.62

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - S.L.	11	2.60	11	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - S.GR.	16	4.60	16	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - DETR.	47	5.80	47	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume(t/m <sup>3</sup> )
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	Meyerhof et al.	1.49
[2] - S.L.	11	2.60	11	Meyerhof et al.	1.76
[3] - S.GR.	16	4.60	16	Meyerhof et al.	1.91
[4] - DETR.	47	5.80	47	Meyerhof et al.	2.23

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo(t/m <sup>3</sup> )
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
[2] - S.L.	11	2.60	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[3] - S.GR.	16	4.60	16	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
[4] - DETR.	47	5.80	47	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.15

**Modulo di Poisson**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - L.A.S.	4	1.60	4	(A.G.I.)	0.35
[2] - S.L.	11	2.60	11	(A.G.I.)	0.33
[3] - S.GR.	16	4.60	16	(A.G.I.)	0.32
[4] - DETR.	47	5.80	47	(A.G.I.)	0.26

**PROVA ...DPSH\_3**

Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)  
 Prova eseguita in data 06/12/2018  
 Profondità prova 5.20 mt  
 Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	16.61	19.44	0.83	0.97
0.40	2	0.851	16.54	19.44	0.83	0.97
0.60	6	0.847	49.39	58.31	2.47	2.92
0.80	4	0.843	32.78	38.87	1.64	1.94
1.00	4	0.840	30.20	35.96	1.51	1.80
1.20	3	0.836	22.55	26.97	1.13	1.35
1.40	5	0.833	37.44	44.95	1.87	2.25
1.60	7	0.830	52.20	62.93	2.61	3.15
1.80	7	0.826	52.00	62.93	2.60	3.15
2.00	6	0.823	41.31	50.18	2.07	2.51
2.20	6	0.820	41.15	50.18	2.06	2.51
2.40	7	0.817	47.84	58.54	2.39	2.93
2.60	8	0.814	54.48	66.91	2.72	3.35
2.80	8	0.811	54.29	66.91	2.71	3.35
3.00	8	0.809	50.58	62.55	2.53	3.13
3.20	12	0.806	75.62	93.82	3.78	4.69
3.40	11	0.803	69.10	86.00	3.45	4.30
3.60	8	0.801	50.09	62.55	2.50	3.13
3.80	11	0.798	68.67	86.00	3.43	4.30
4.00	10	0.796	58.43	73.40	2.92	3.67
4.20	9	0.794	52.43	66.06	2.62	3.30
4.40	10	0.791	58.09	73.40	2.90	3.67
4.60	11	0.789	63.73	80.74	3.19	4.04
4.80	23	0.687	116.00	168.83	5.80	8.44
5.00	38	0.635	166.92	262.85	8.35	13.14
5.20	43	0.583	173.41	297.44	8.67	14.87

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unità di volume (t/m³)	Peso unità di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	3.71	34.85	Incoerente	0	1.76	1.88	0.12	1.49	5	L.A.S.
3	7.12	60.14	Incoerente	0	1.97	2.17	0.4	1.51	10	S.L.
4.6	10.25	77.75	Incoerente	0	1.88	1.95	0.71	1.52	15	S.GR.
5.2	34.67	243.04	Incoerente	0	2.25	2.16	0.93	1.53	53	DETR.

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH\_3****TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - L.A.S.	5	1.40	24.42	51.75	63.94	20.83
[2] - S.L.	10	3.00	32.91	63.2	65.24	32.99
[3] - S.GR.	15	4.60	36.6	68.45	68.27	43.02
[4] - DETR.	53	5.20	63.99	100	100	82.97

**Angolo di resistenza al taglio**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasa ki & Iwasaki
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	28.43	21.43	29.4	32.15	31.67	0	<30	23.66	28.5	32.58	25
[2] - S.L.	10	3.00	10	29.86	22.86	30.8	30.7	33.67	0	<30	27.25	30	37.57	29.14
[3] - S.GR.	15	4.60	15	31.29	24.29	32.2	30.12	35.47	37.58	30-32	30	31.5	39.94	32.32
[4] - DETR.	53	5.20	53	42.14	35.14	42.84	31.59	42.61	42	>38	43.2	42.9	50.13	47.56

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	---	40.00	---	---	---
[2] - S.L.	10	3.00	10	225.72	80.00	118.70	---	---
[3] - S.GR.	15	4.60	15	276.45	120.00	177.70	292.50	150.00
[4] - DETR.	53	5.20	53	519.65	424.00	626.10	577.50	340.00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	---	37.73	35.50	60.30
[2] - S.L.	10	3.00	10	---	48.00	71.00	82.60
[3] - S.GR.	15	4.60	15	90.00	58.28	106.50	104.90
[4] - DETR.	53	5.20	53	318.00	136.33	376.30	274.38

**Classificazione AGI**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - S.L.	10	3.00	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[3] - S.GR.	15	4.60	15	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[4] - DETR.	53	5.20	53	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità di Volume(t/m <sup>3</sup> )
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	Meyerhof et al.	1.54
[2] - S.L.	10	3.00	10	Meyerhof et al.	1.73
[3] - S.GR.	15	4.60	15	Meyerhof et al.	1.88
[4] - DETR.	53	5.20	53	Meyerhof et al.	2.25

**Peso unità di volume saturo**

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo(t/m <sup>3</sup> )
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
[2] - S.L.	10	3.00	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[3] - S.GR.	15	4.60	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[4] - DETR.	53	5.20	53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16

**Modulo di Poisson**

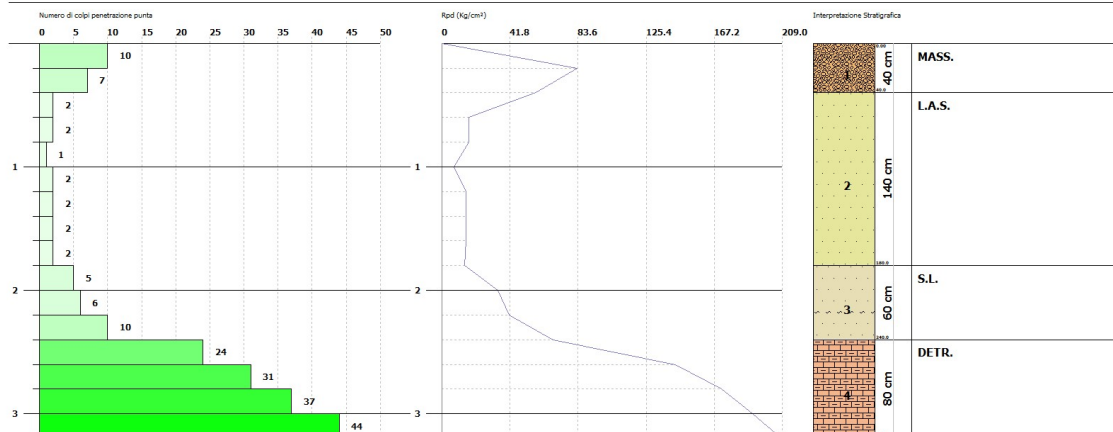
	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - L.A.S.	5	1.40	5	(A.G.I.)	0.34
[2] - S.L.	10	3.00	10	(A.G.I.)	0.33
[3] - S.GR.	15	4.60	15	(A.G.I.)	0.32
[4] - DETR.	53	5.20	53	(A.G.I.)	0.25

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH\_1  
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Comitente: COMUNE AREZZO  
Descrizione: CAS PRATANTICO  
Località: PTATANTICO

Data: 06/12/2018

Scala 1:50

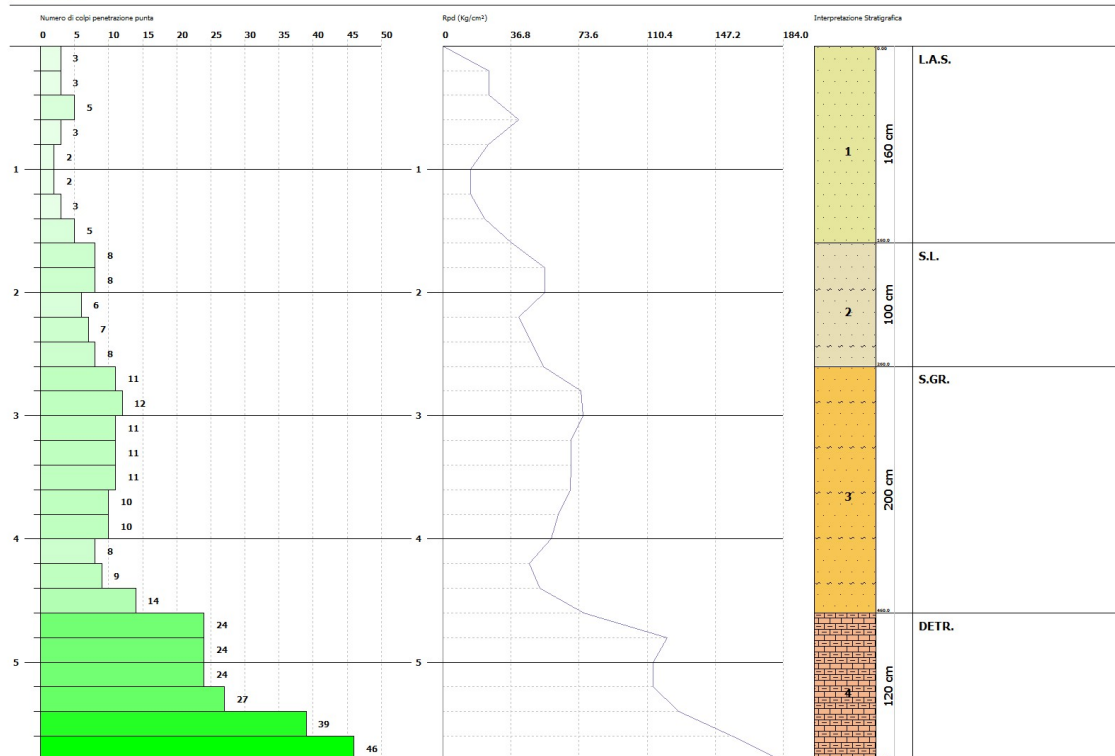


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH\_2  
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Comitente: COMUNE AREZZO  
Descrizione: CAS PRATANTICO  
Località: PTATANTICO

Data: 06/12/2018

Scala 1:50

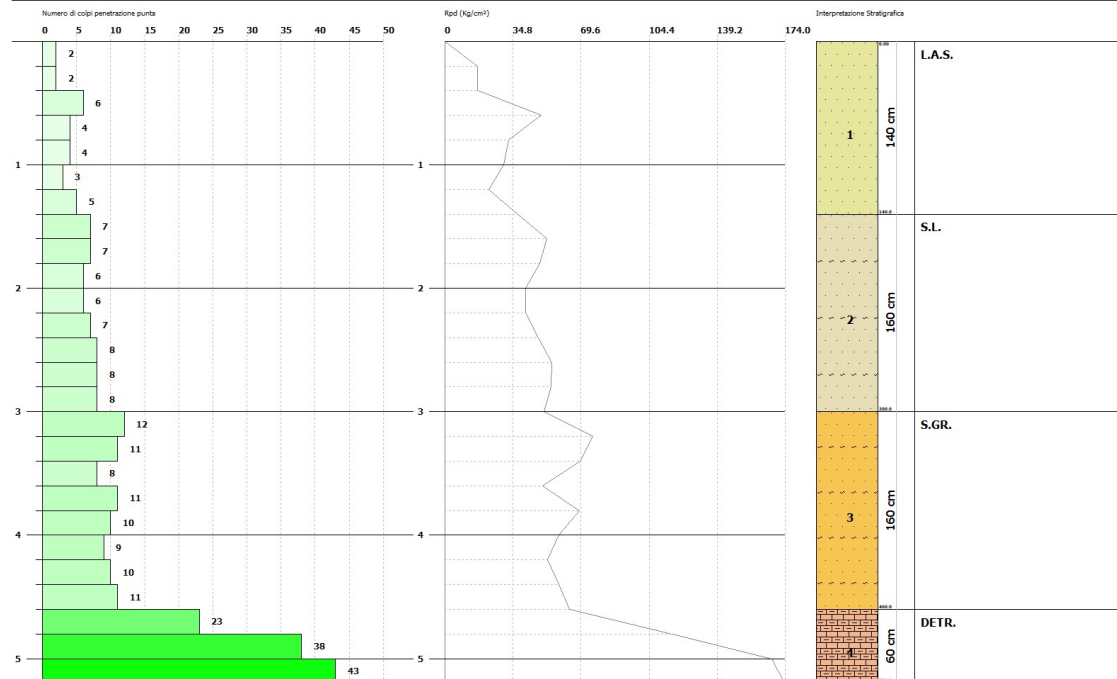


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH\_3  
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Comune/Basta: COMUNE AREZZO  
Descrizione: CAS PRATANTICO  
Località: PRATANTICO

Data: 06/12/2018

Scala: 1:50



**Elaborazione indagine M.A.S.W. effettuata in Pratantico di Arezzo.****Dettaglio e scopo delle indagini:**

La finalità dell'intervento è quella di determinare la velocità delle onde di taglio "SH" nei primi 30 m di profondità dei terreni interessati dal progetto.

A tale scopo è stata effettuata una stesa di 24 geofoni verticali da 4.5 Hz, posti ad interasse costante di 2.0 m e con energizzazione tramite massa battente di 8 kg. Per ottenere un dato attendibile sono state effettuate 6 registrazioni, 2 a 10 metri dal geofono 1, 2 a 10 m e 2 a 5 m dal geofono 24.

In fase di elaborazione sono stati selezionati 2 scoppi, i risultati riportati tengono conto del modello migliore ricavato. Nelle immagini seguenti si osserva come nel file di acquisizione sia stata selezionata la finestra (in grigio) delle onde superficiali, trascurando il rumore ambientale.

**Note sulla metodologia d'intervento**

Lo studio delle onde superficiali (Rayleigh) con acquisitore multicanale (Multichannel Analysis of Surface Waves) permette la stima della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m di profondità, così come richiesto dalle NTC (euro codici), poiché si assume che  $V_{sh} * 0.9 = V_{Ray}$ .

Operativamente si dispongono sul terreno dei sensori (geofoni) lungo i profili da indagare e si sollecita il terreno in posizioni e predeterminate a lungo i profili stessi.

I dati acquisiti vengono trasformati nel dominio della frequenza e si ricava quindi la curva di distribuzione sperimentale  $V_{fase}$ -frequenza; questa viene paragonata a quella teorica e quindi le due vengono fatte convergere (successive iterazioni, algoritmi di calcolo) in modo da ricavare il modello medio più attendibile. Per modello medio si intende la curva che meglio approssima (giustifica) la stratigrafia "sismica" locale ed il relativo profilo di velocità.

E' stato quindi realizzato un profilo sismico costituito da una stesa di 24 geofoni (verticali da 4.5 Hz delle "GEOSPACE") equispaziati di metri 2.0; la registrazione degli impulsi sismici è stata effettuata con un sismografo digitale ECHO 12-24 2002 della "AMBROGEO", ad incremento di segnale ed il  $T_0$  è stato ottenuto con trigger meccanico. L'energizzazione è avvenuta mediante colpi di massa battente da 8 kg su piattello metallico.

## Analisi dei risultati

Secondo la procedura descritta sinteticamente in precedenza, è stato ricavato il profilo di velocità medio (allegato) e sono state identificate 4 unità (strati) sismiche (si precisa che le unità sismiche, proprio per la modalità di determinazione, differiscono solitamente da quelle stratigrafiche ma forniscono la corretta velocità di propagazione delle onde di compressione e di taglio nei terreni investigati).

Il modello iniziale è stato tarato sulle DPSH effettuate contestualmente sullo stesso sito.

Nella tabella seguente vengono riassunte le velocità sismiche ricavate:

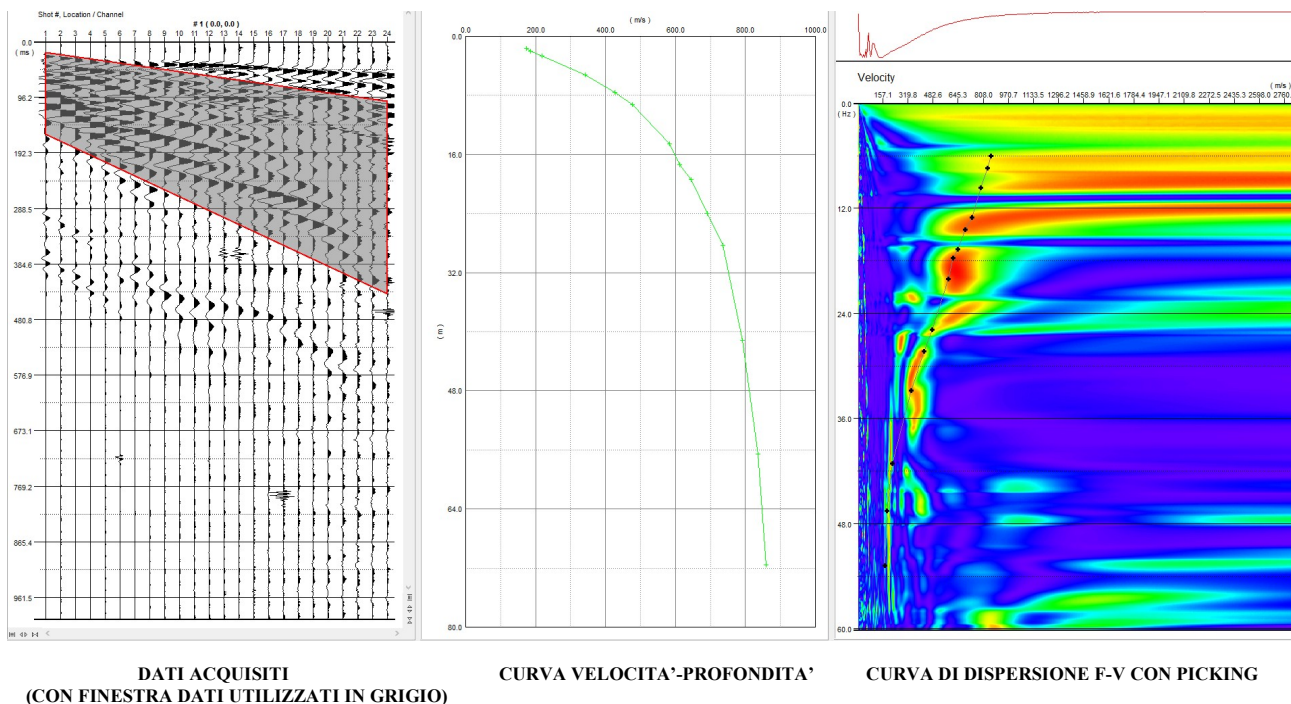
### SINTESI Vs e Vp

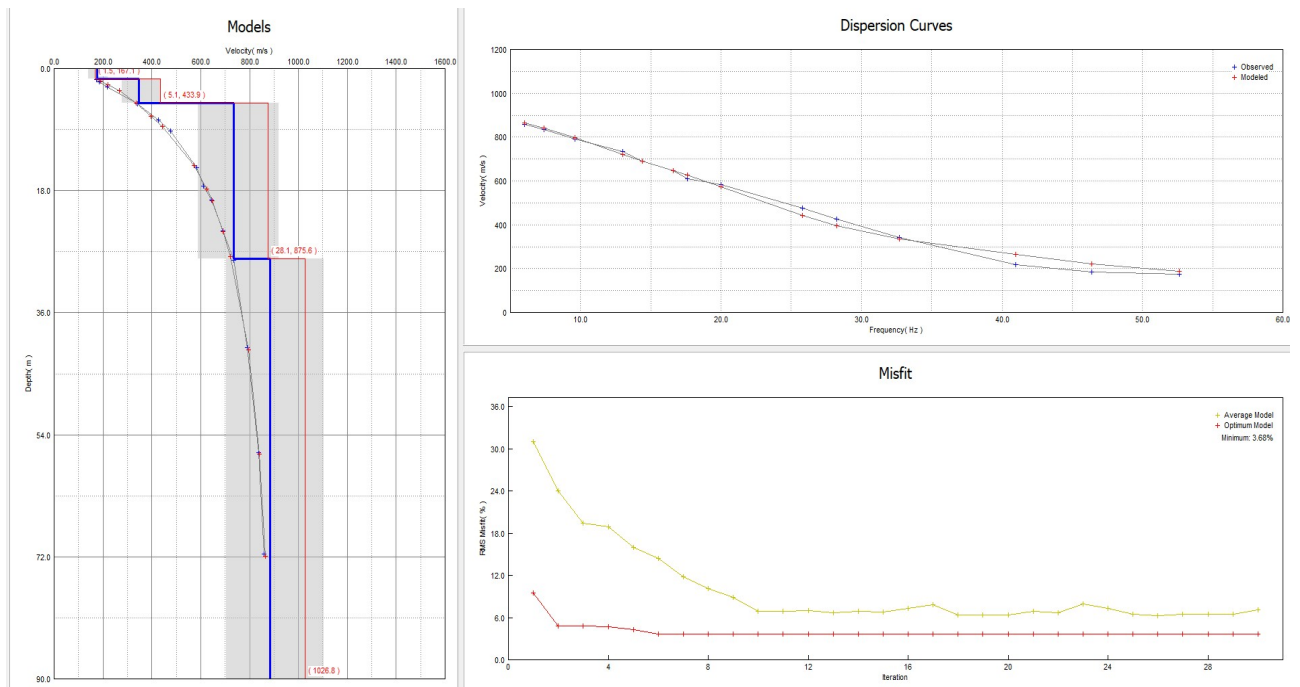
UNITA' SISMICHE	SPESSORE	PROFONDITA'	Vs (m/s)
Unità 1	1.5	0-1.5	167
Unità 2	3.6	1.5-5.1	434
Unità 3	23	5.1-28.1	876
Unità 4	---	>28.1	1027

### CALCOLO $V_{Sequivalente}$ :

Il passo successivo è stato quello di determinare la Vs equivalente del profilo, dal piano campagna:

$$V_{Seq5.1} = 295 \text{ 800 m/s BEDRCOK} < 30\text{m} = \text{SUOLO E}$$



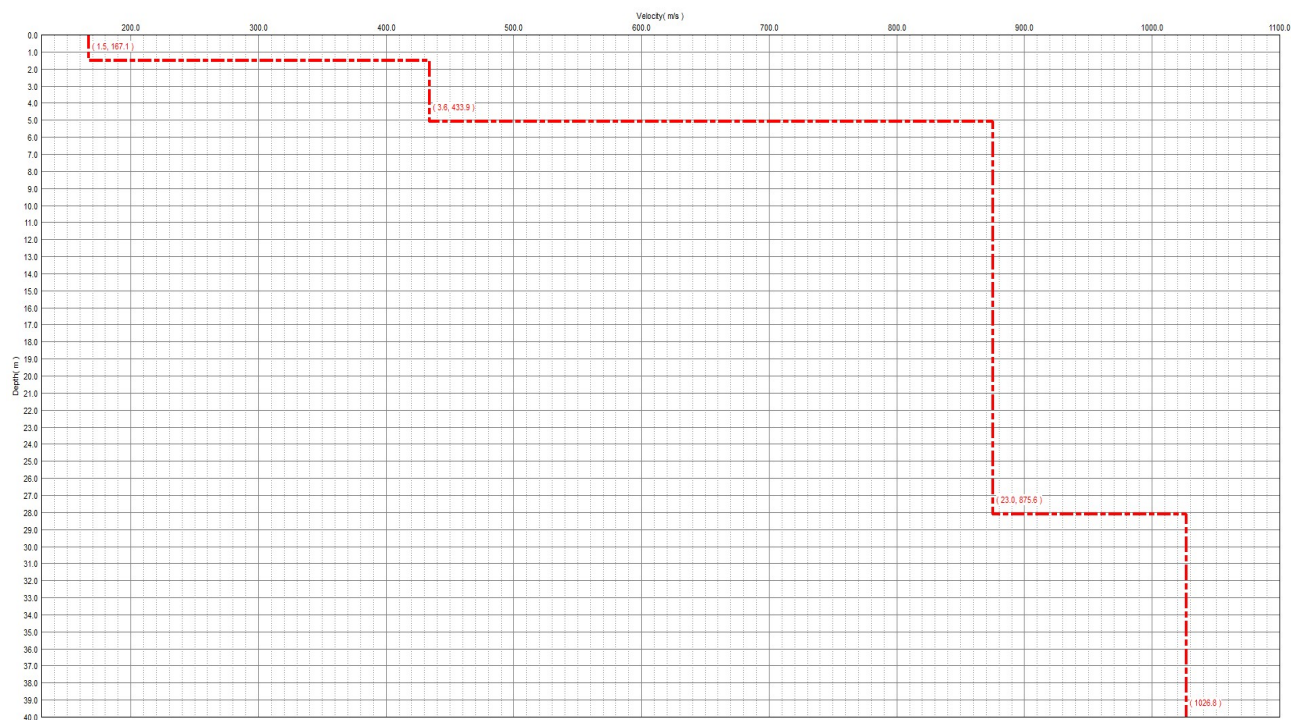


**SOVRAPPOSIZIONE DI:**

**MODELLO DI VELOCITA' MISURATO (BLU) E CALCOLATO (ROSSO)**

**CURVA DI DISPERSIONE MISURATA ( MODELLO INIZIALE) E CALCOLATA ( MODELLO FINALE)**

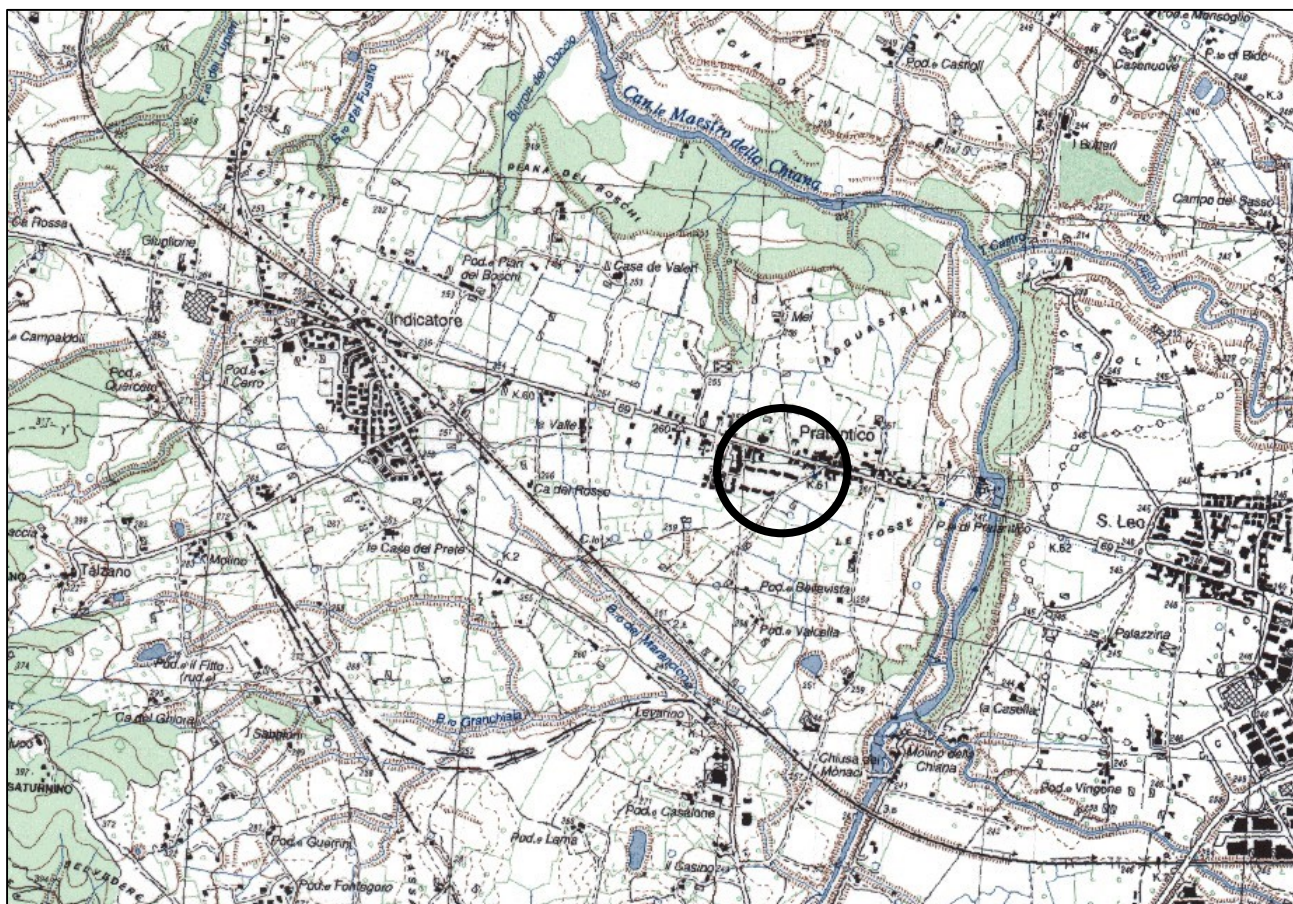
**ERRORE DEL MODELLO MEDIO ED OTTIMALE (<4 %) COL PROCEDERE DELLE ITERAZIONI.**



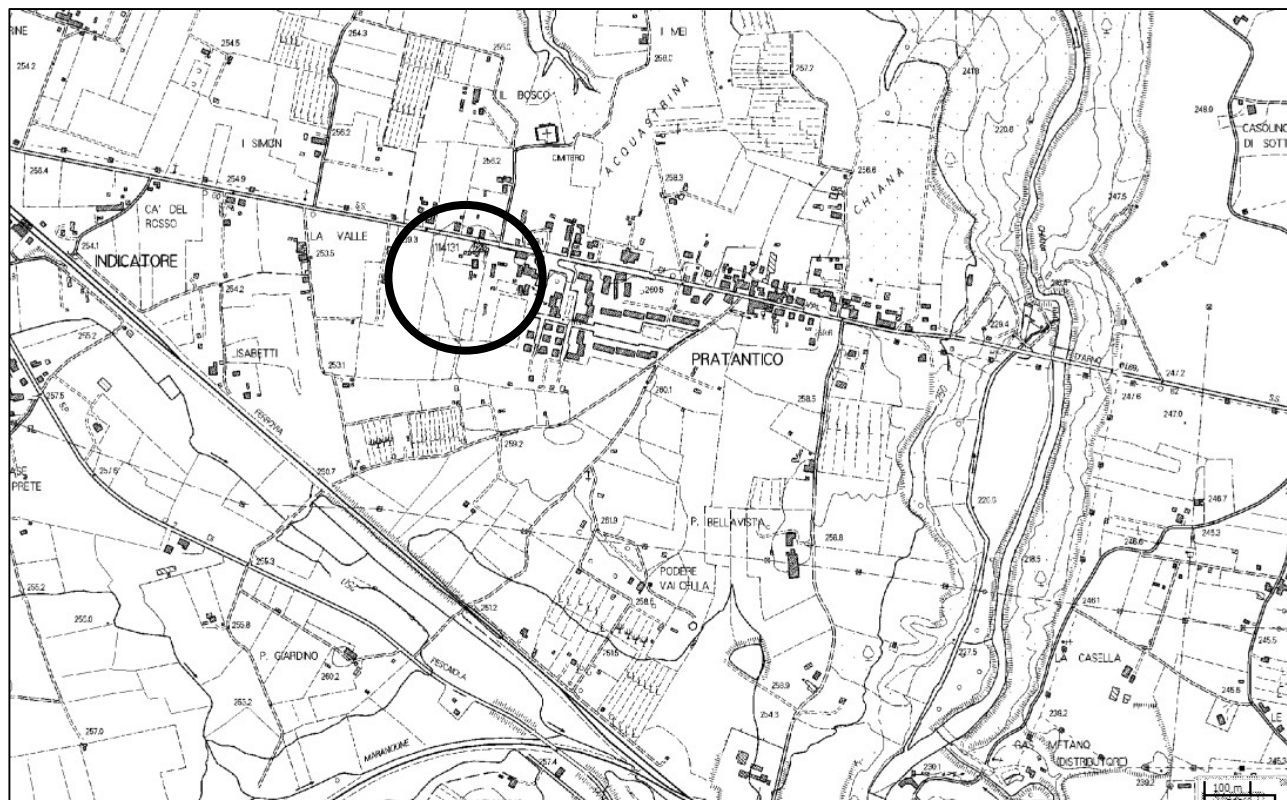
**Profilo Vs equivalente**

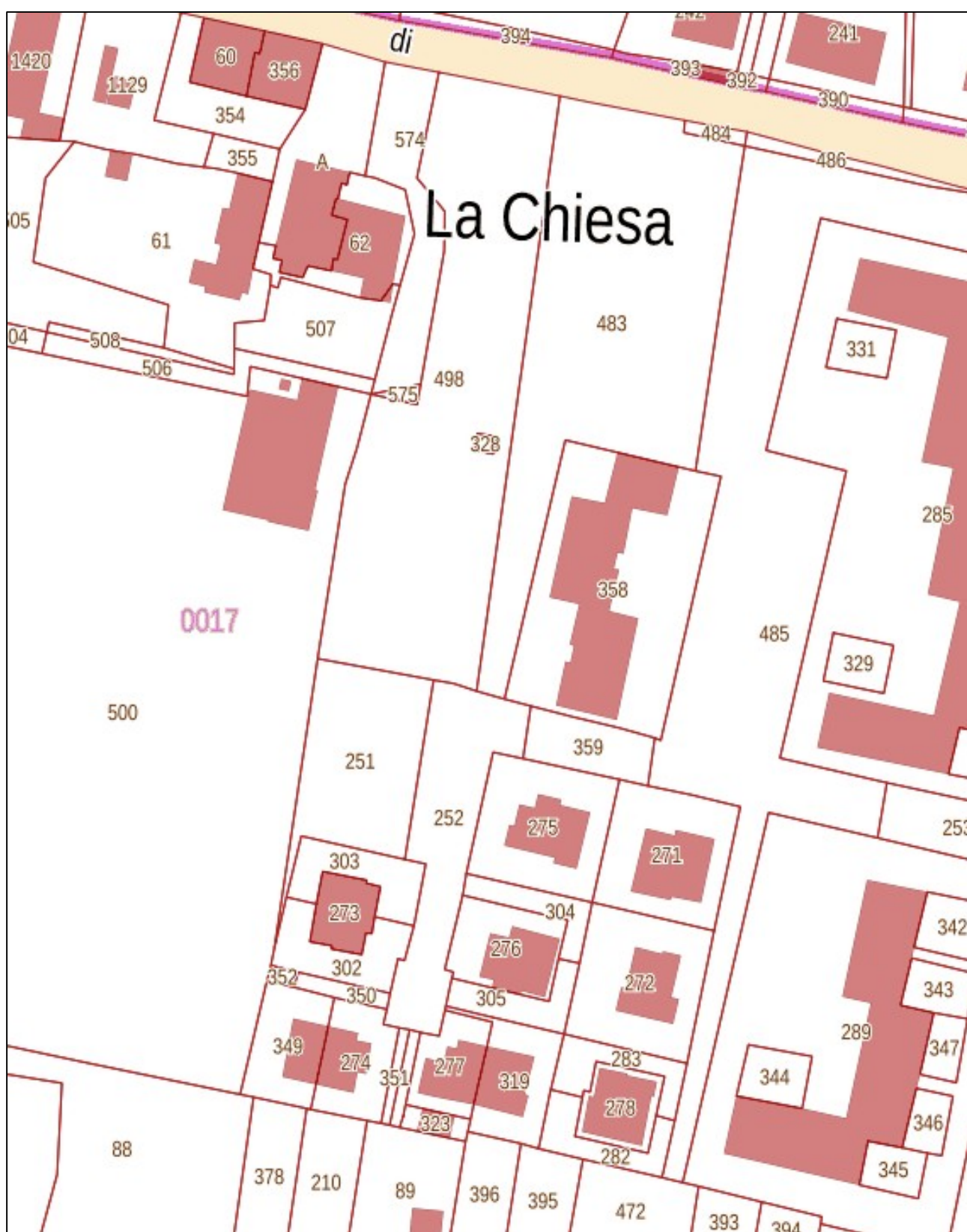
TAVOLA 1

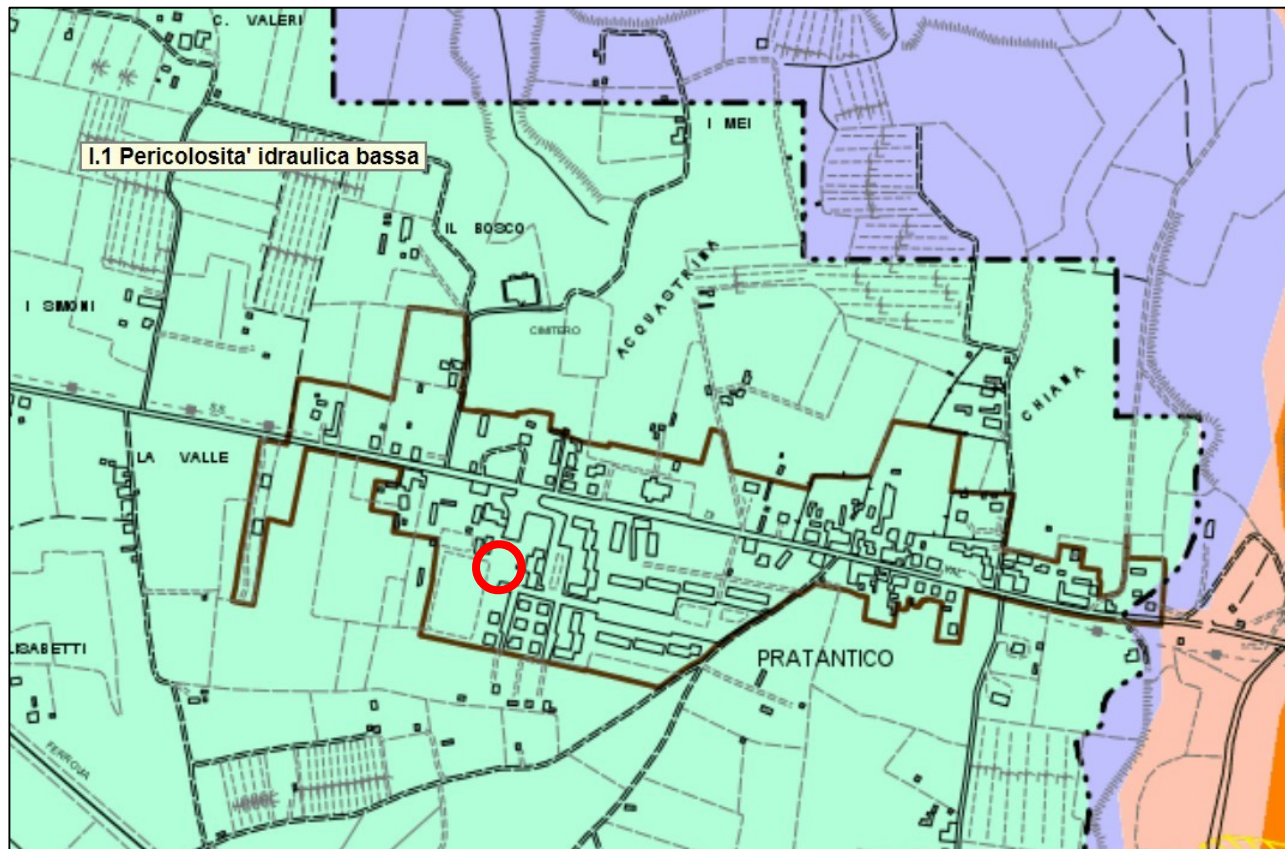
CARTOGRAFIE GENERALI  
ESTRATTO IGM AL 25.000



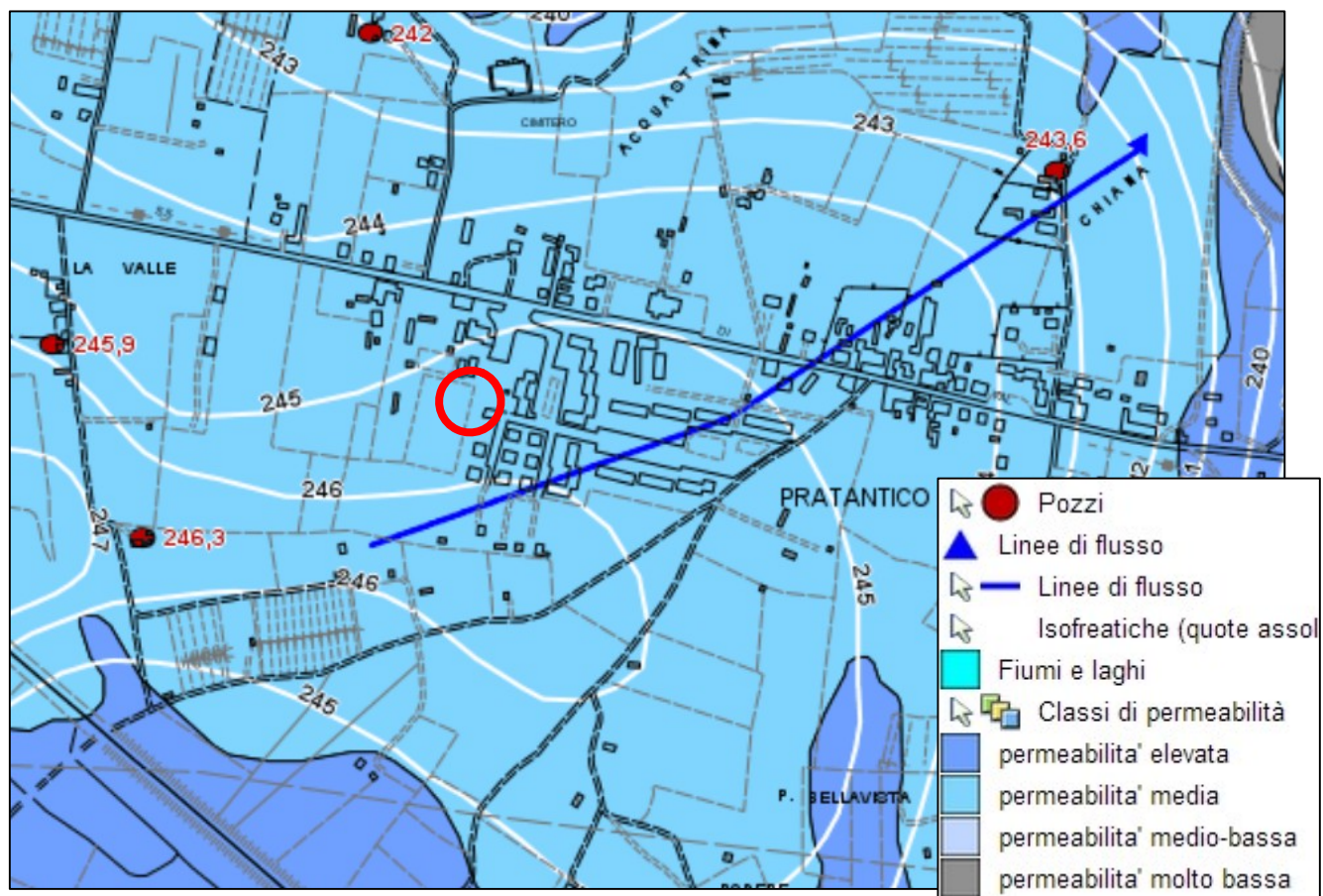
ESTRATTO CTR AL 10.000







ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA DA PSC





ESTRATTO CARTA GEOMORFOLOGICA DA PSC

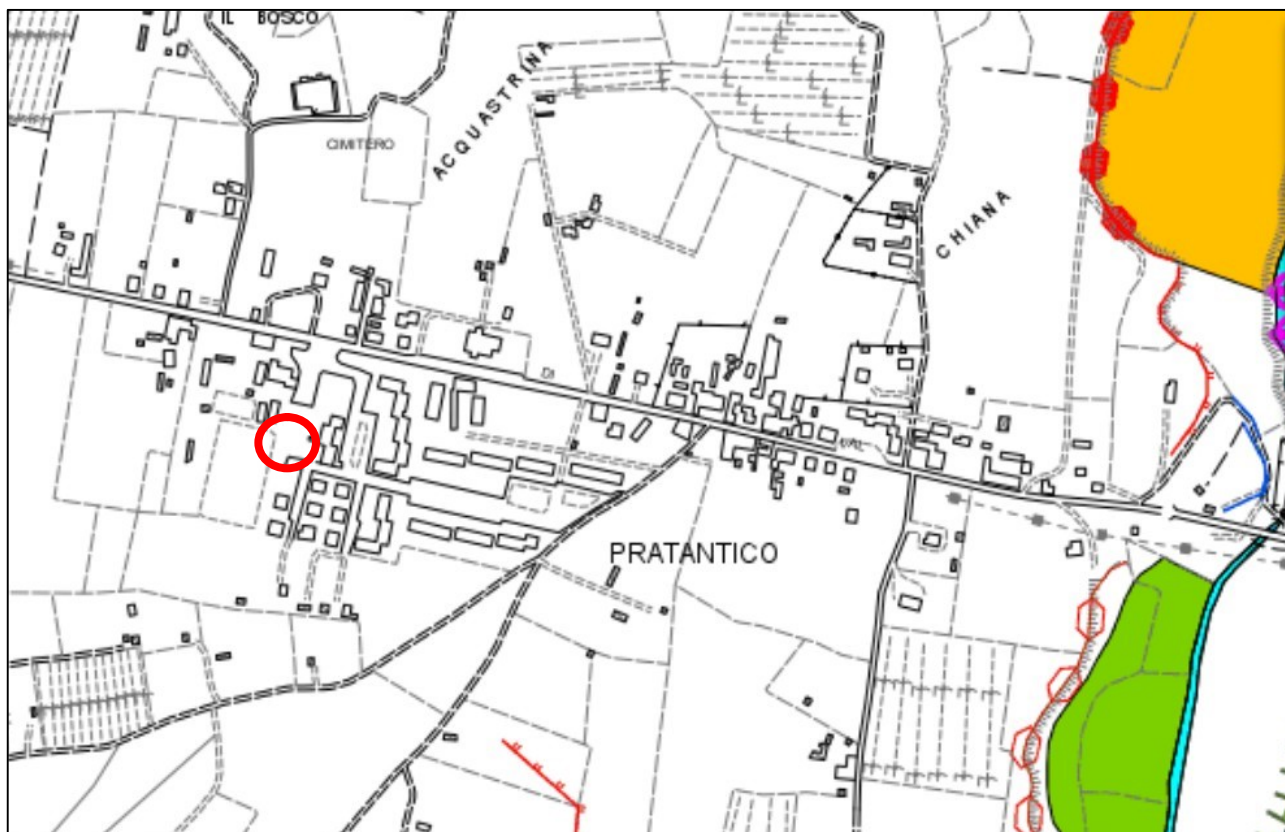
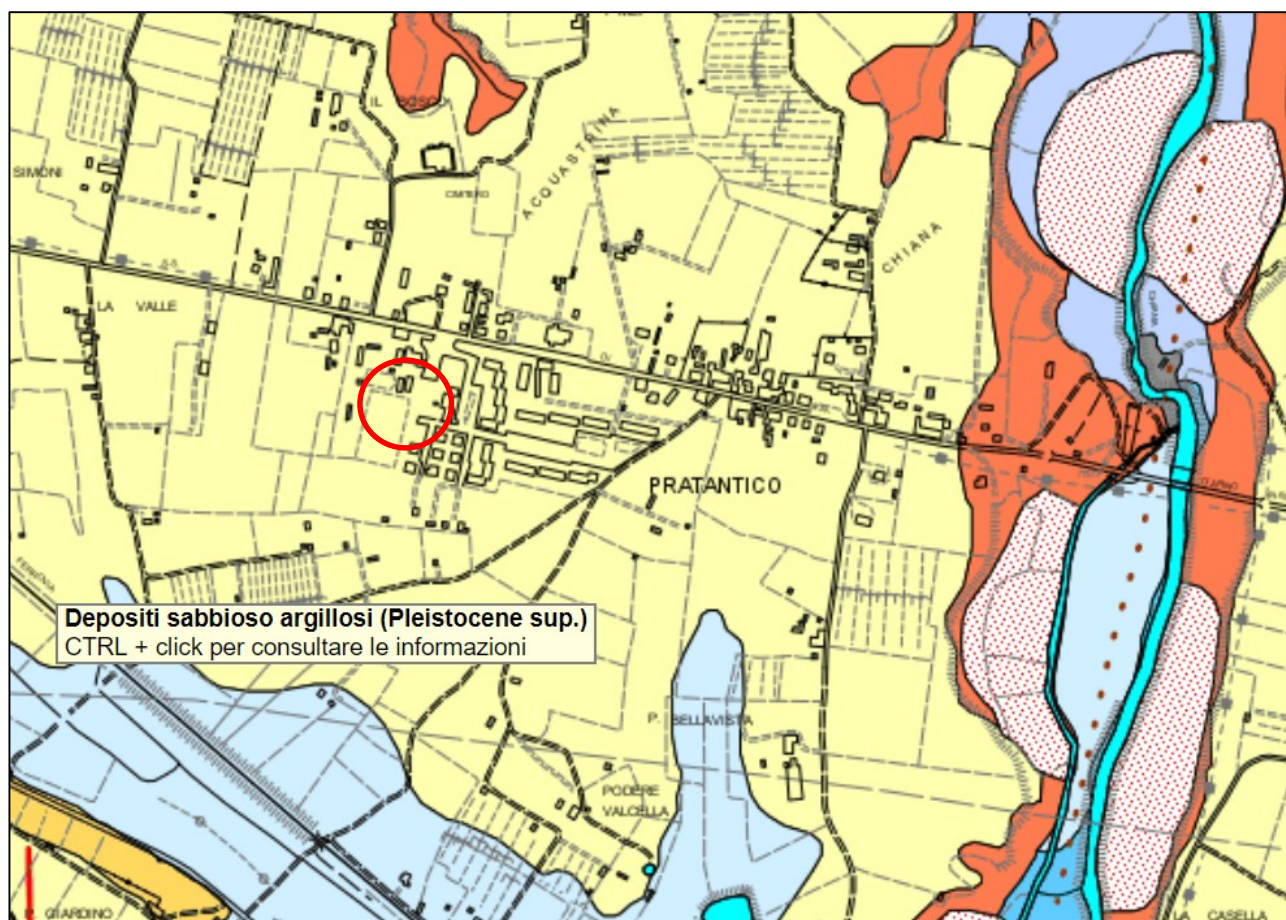
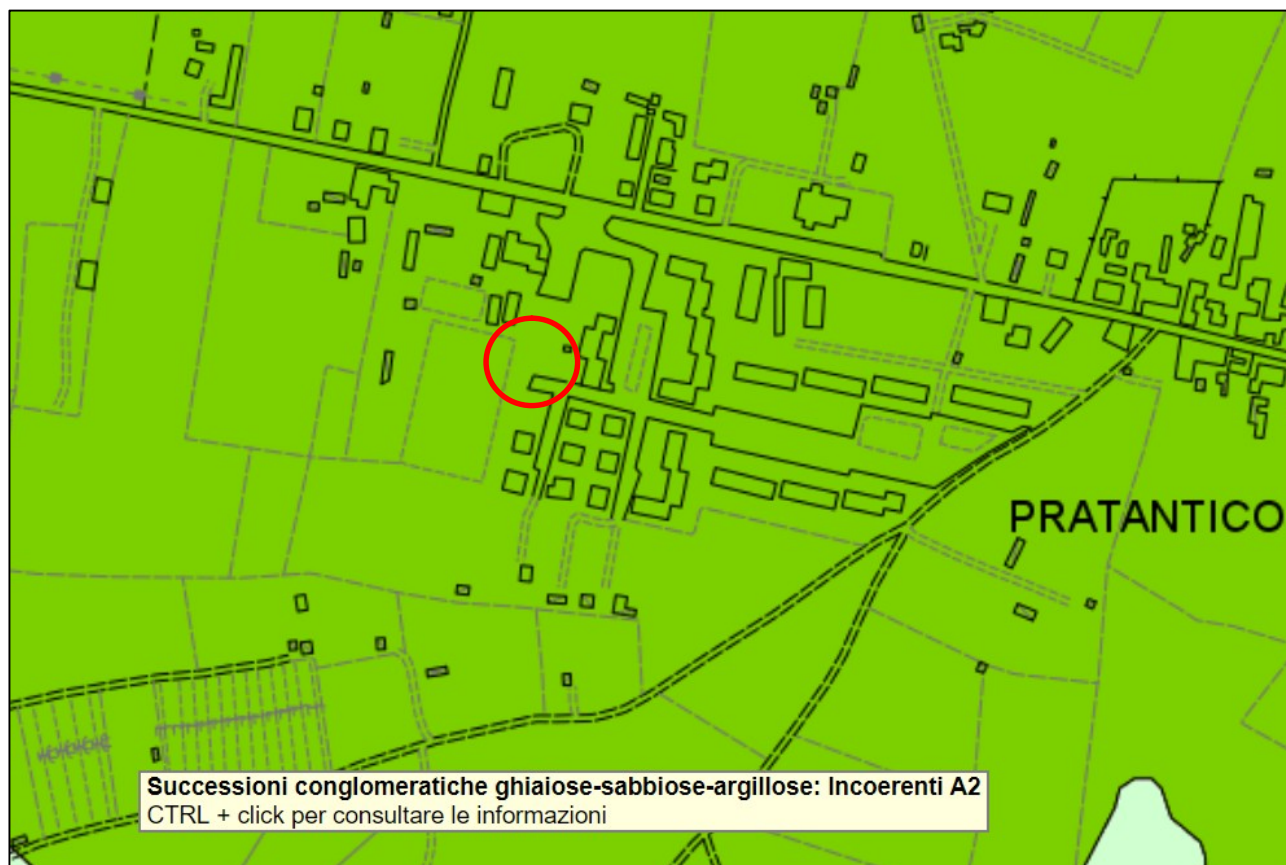


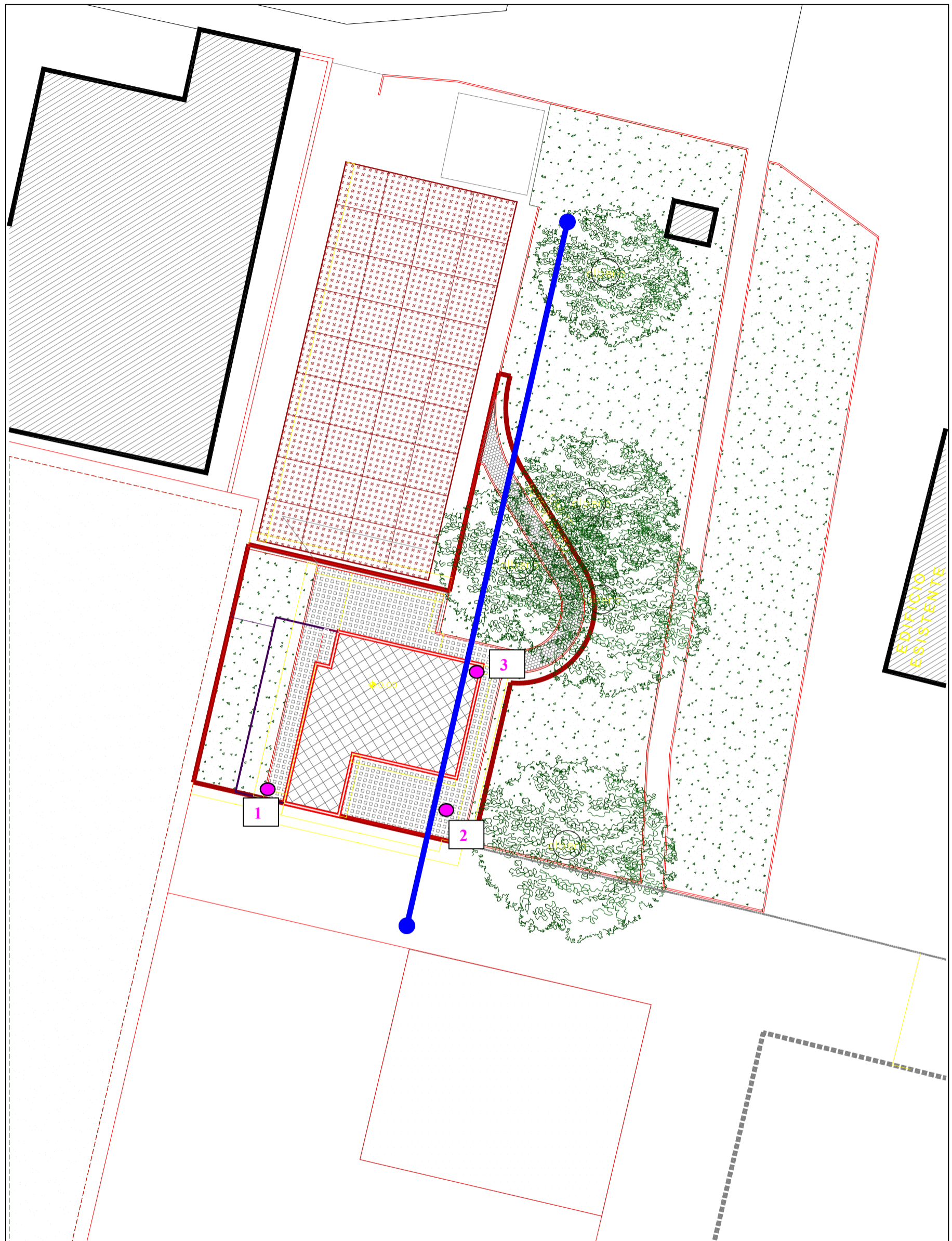
TAVOLA 4

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DA PSC



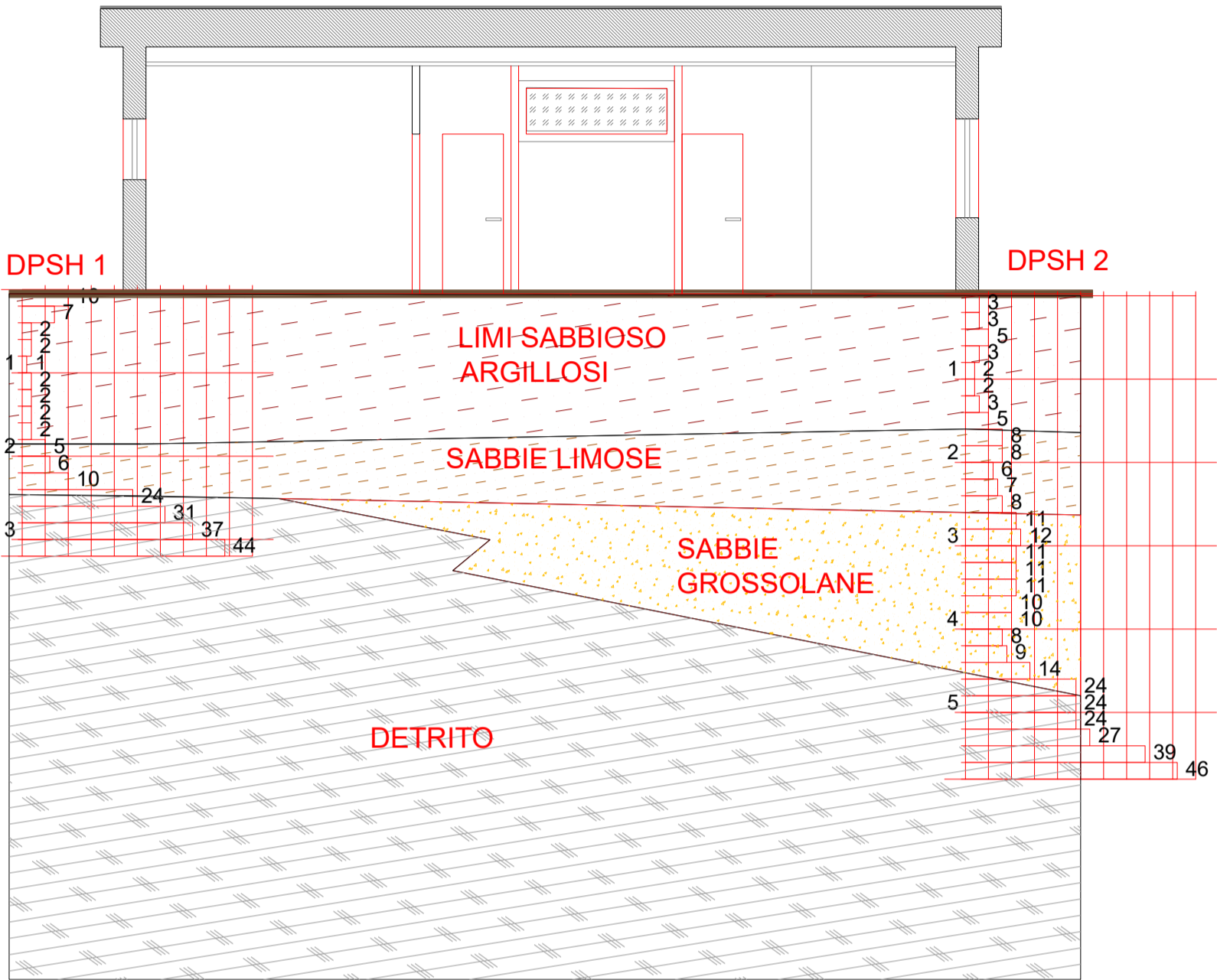
ESTRATTO CARTA LITOTECNICA DA PSC




**MASW**

 **DPSH**

SEZIONE BB'



SEZIONE AA'

