

Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana

Località Castiglioni 56 50068 Rufina (FI)

Tel. 055/8397382 Fax: 055/8397382

C.F. TTI LRT 67 S04 F 7041 Part.IVA 02574710964

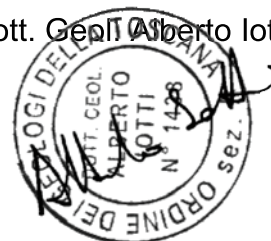
BUREAU MAGHRABY ITALIA S.R.L.

RELAZIONE GEOLOGICA FINALIZZATA ALLA REALIZZAZIONE
DI UN PUC PER L'IMPLEMENTAZIONE TURISTICO RICETTIVA DELL'HOTEL RESORT VILLA
LA BORGHETTA, POSTA IN LOCALITÀ "LA BORGHETTA",
IN COMUNE DI FIGLINE E INCISA VALDARNO (FI).

(ai sensi del N.T.C 2018, D.P.G.R. 53 /R 2011, D.P.G.R. 36 /R 2009,
Legge Forestale della Toscana e sua modifica L.R. 02.01.2003, n.1)

Ottobre 2019

Dott. Geol. Alberto Iotti



1. PREMESSA

su incarico affidatoci dalla committenza, è stata condotta un'indagine finalizzata al PUC per l'implementazione turistico ricettiva dell'Hotel Resort Villa la Borghetta, posta in località "la Borghetta", in comune di Figline e Incisa Valdarno (Fi). (TAV. 1).

A tale scopo verranno realizzati i seguenti interventi:

- Realizzazione nuovo fabbricato con incremento del numero delle camere di 23 unità.
- Riorganizzazione spazi nell'attuale edificio denominato Villa La Borghetta.
- Realizzazione ex novo la SPA nel nuovo edificio, sito dall'altra parte della strada comunale, realizzando in interrato (senza utilizzazione di SUL), anche alcuni locali di appoggio, quali servizi igienici, spogliatoi, depositi, di altezza non superiore a ml. 2,40, oltre a cavedi tecnici.
- Realizzazione di un collegamento interrato che collegherà la hall-living sita nel corpo originale di Villa la Borghetta al grande atrio della zona fitness sito nel nuovo corpo di fabbrica.

Lo studio in oggetto è stato condotto in ottemperanza alle normative: N.T.C. 2018, DPGR 53R 2011, DPGR 36R 2009 e Legge Forestale n.1/2003 e ss mm.

2. METODOLOGIA E FINALITÀ

Sulla base di quanto richiesto dalle normative sopracitate, per la definizione delle classi di fattibilità degli interventi previsti dal Piano Unitario Convenzionato (P.U.C.) in oggetto, sono state utilizzate le carte tematiche redatte a supporto dello Strumento Urbanistico Generale del Comune di Figline Valdarno.

Inoltre, come indicato dalle N.T.C. 2018, la presente indagine comprende la Relazione Geologica.

L'indagine in oggetto è stata quindi articolata secondo le seguenti fasi:

Relazione Geologica

- a) rilievi geologici, geomorfologici ed idrogeologici di superficie;
- b) osservazione di foto aeree stereoscopiche dell'area in esame;
- c) esecuzione n. 2 sondaggi a carotaggio continuo con installazione di un tubo per Indagine Sismica Down Hole (S2) e di un piezometro (S1).
- c) esecuzione n. 2 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH
- e) esecuzione indagine sismica Down Hole nel Foro di Sondaggio S2 ed esecuzione di sismica a rifrazione e indagine MASW su uno stendimento di lunghezza 100 mt; n.2 misurazioni di Microtremori per indagine HVSR con sistema Tromino
- f) analisi di laboratorio su campioni di terreno.
- g) carta della Pericolosità e carta della Fattibilità degli interventi
- h) considerazioni conclusive

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico, nella cartografia geologica allegata al PS del Comune di Figline e Incisa Valdarno, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso che risulta costituito dalle arenarie della formazione del “**Macigno**” (**mg**): arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche alternanti a straterelli di scisti siltosi, affioranti sui versanti del dosso della Borghetta e lungo il Borro del Cesto.

In particolare, come rilevato dalle indagini geognostiche condotte in sito, l'area d'intervento è caratterizzata nella parte superficiale da un'alternanza di strati arenacei molto alterati con superfici delle fratture di colore bruno scuro (patina di ossidazione) e strati Siltitico Marnosi prevalenti con rari livelli Argillitici, che presentano nel sondaggio S1 uno spessore di circa 14 mt dal p.c.; mentre nel sondaggio S2 uno spessore di circa 9 mt dal p.c.; tale litofacies alterata ricopre le sottostanti marne, siltiti prevalenti compatte di colore grigio più o meno chiaro anch'essi con all'interno livelli arenacei e che rappresentano una litofacies Marnoso Siltitica non alterata presente nel Macigno.

Tali spessori sono confermati sia dall'indagine sismica a rifrazione di superficie, sia dall'Indagine DownHole effettuata sul Foro di Sondaggio S2.

Al di sotto di tali formazioni sono presenti arenarie grossolane stratificate compatte grigie (rilevate nel solo sondaggio S2 ad una profondità di circa 25 mt).

4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dal P.U.C. è ubicata sulla sommità di un dosso, in sponda sinistra del Borro del Cesto, ad una quota di circa 233 m. s.l.m.. Tale dosso presenta versanti acclivi, la cui pendenza è rotta da numerosi terrazzamenti antropici coltivati ad olivi.

Anticamente, come evidenziato dalle foto aerea del 1965 (Geoscopio Regione Toscana) si può osservare che l'intera area risultava coltivata; attualmente invece sia i terrazzamenti dove era presente l'oliveta, sia la sottostante zona un tempo coltivata, risultano in stato di abbandono.

Nella Carta geomorfologia allegata al P.S del Comune di Figline e Incisa Valdarno, risultano annotate due frane attive, una posta a NNO rispetto al Fabbricato de La Borghetta esistente, ed una posta a OSO che si sviluppa fino al sottostante Torrente Cesto, a valle dell'attuale parcheggio in prossimità dell'area dove è prevista la realizzazione del nuovo Fabbricato.

L'area dove sono previste le strutture oggetto di PUC risultano comunque esterne alla perimetrazione del corpo di frana ed anche dalle Carte di Pericolosità Geomorfologica molto elevata del PAI, nella quale è considerato anche il Buffer di possibile evoluzione.

Nella Carta geomorfologica sono inoltre annotate anche delle scarpate morfologiche.

Nell'area non sono presenti Permanent Scatterers (Interferometria SAR - Dati ERS e ENVISAT - Fonte Geoportale Nazionale).

5. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La regimazione delle acque superficiali è scarsamente regolata in zona da fossi campestri in quanto l'area, un tempo coltivata e con olivete su terrazzamenti antropici, risulta attualmente in stato di abbandono. La regimazione delle acque è regolata solamente da canalette laterali alla strada della Borghetta che convoglia le acque raccolte fino al borro del Cesto presente a Sud.

Per quanto concerne la permeabilità dei terreni affioranti, l'area in esame è caratterizzata da terreni mediamente permeabili in superficie, mentre in profondità, la presenza di fratturazione all'interno delle arenarie fa presupporre una buona circolazione idrica che risulta comunque da ricercarsi ad elevate profondità. Nel Piezometro installato nel foro di perforazione del Sondaggio S1 nella misura del 22 Dicembre 2018 e del 10 Ottobre 2019 non risulta presenza di acqua.

6. INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO (TAV.9)

Trattandosi della realizzazione nuovi volumi per l'implementazione turistico ricettiva dell'Hotel Resort Villa la Borghetta, la **Classe geologica di indagine dell'intervento** in oggetto, così come normato dal D.P.G.R. n.36/R del 09/07/2009, risulta **CLASSE DI INDAGINE N.4**. Nell'area di intervento, per caratterizzare i terreni sotto il profilo litostratigrafico e geomeccanico, sono stati eseguiti n. 2 sondaggi fino alla profondità di 20 mt (S1 - installato piezometro) e 35 mt (S2 - installato tubo per inclinometro e Down Hole) e sono state effettuate n. 4 prove penetrometriche SPT. Sono state inoltre effettuate n. 2 Prove penetrometriche DPSH (TAV 8)

Sondaggi a carotaggio continuo

S1	Quota 232.4	s.l.m.	Camp.	SPT
Liv.	prof. p.c.	Litologia	prof.	
a₀)	0.00 - 1.80	Terreno Vegetale, limi sabbioso argillosi litico marnosi		
b₁)	1.80 - 14.40	Alternanza di strati Arenacei fortemente alterati, marne, siltiti prevalenti e rari livelli argillitici, alterati, di colore ocra con superfici delle fratture di colore bruno scuro (patine di ossidazione).	C1S1 2.5 mt	SPT1 2.80 mt (rifiuto) SPT2 7.40 mt (rifiuto)
c₁)	14.40 - 20.00	Alternanza irregolare di Siltiti e Marne prevalenti compatte, di colore grigio più o meno chiaro anc'h'essi con all'interno livelli arenacei.		

Camp.S1C1 $\Phi' = 22.0^\circ$ $c' = 43.8 \text{ kPa}$ $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

S2 Quota 223.9 s.l.m.			Camp.	SPT
Liv.	prof. p.c.	Litologia	prof.	
a₀)	0.00 - 1.50	Terreno Vegetale, limi sabbioso argillosi litico marnosi		
b₁)	1.50 - 9.00	Alternanza di strati Arenacei fortemente alterati, Marne, siltiti prevalenti e rari livelli argillitici alterati, di colore ocra con superfici delle fratture di colore bruno scuro (patine di ossidazione).	C1S2 2.8 mt C1S2 6.0 mt	SPT1 3.0 mt (rifiuto) SPT2 6.2 mt (rifiuto)
c₁)	9.00 - 25.00	Alternanza irregolare di Siltiti e Marne prevalenti compatte, di colore grigio più o meno chiaro anc'h'essi con all'interno livelli arenacei.		
d₁)	25.00- 35.00	Arenarie grossolane compatte di colore grigio intercalate a sottili livelli di siltiti		

Prova penetrometrica (DPSH1) quota 230 mt.

- a) 0,00 - 1.40 mt. - Terreno Vegetale, limi sabbioso argillosi litico marnosi
- b) 1.40 - 10.00 mt. - Alternanza di strati arenacei alterati, Marne, siltiti prevalenti e rari livelli argillitici, alterati. Nella prova è presente un livello meno compatto tra 5 e 7 mt dal p.c.

Prova penetrometrica (DPSH2) quota 232.5 mt.

- a) 0,00 - 1.40 mt. - Terreno Vegetale, limi sabbioso argillosi litico marnosi
- b) 1.40 - 6.20 mt. - Alternanza di strati arenacei alterati, marne, siltiti prevalenti e rari livelli argillitici, alterati.

Entrambe le prove sono andate a rifiuto all'infissione

Parametri Caratteristici

Vista la natura dei terreni, considerata l'impossibilità di prelevare campioni in fustella, i parametri geologico tecnici sono stati definiti sulla base dei risultati effettuati su un campione (estremamente disturbato e prelevato da cassetta); sulla base delle prove SPT effettuate nei fori di sondaggio (essendo andate tutte a rifiuto nei primi centimetri, le prove SPT possono essere utilizzate soltanto

per evidenziare le buone caratteristiche geotecniche dei terreni indagati); dalle prove penetrometriche superpesanti (DPSH) e da dati di letteratura sui litotipi presenti, oltre all'utilizzo del Software RocLab per la stima cautelativa dei parametri:

Livello b (Livello alterato – siltiti, marne con livelli arenacei fortemente alterati)

$$\phi' = 22.0^\circ \quad c' = 0.438 \text{ kg/c}^2 \quad \gamma = 19 \text{ (kN/m}^3\text{)} \text{ (derivanti dall'analisi di laboratorio)}$$

Livello c (Substrato – siltiti, marne con livelli maggiormente arenacei)

$$\phi' = 22.0^\circ \quad c' = 1.0 \text{ kg/c}^2 \quad \gamma = 19 \text{ (kN/m}^3\text{)} \text{ (derivati da classificazione ammassi rocciosi)}$$

Livello d (Arenarie compatte intercalate a sottili livelli di siltiti)

$$\phi' = 35.0^\circ \quad c' = 3.0 \text{ kg/c}^2 \quad \gamma = 22 \text{ (kN/m}^3\text{)} \text{ (derivati da classificazione ammassi rocciosi)}$$

7. AZIONE SISMICA LOCALE

7.1 Indagine sismica a rifrazione

Nell'area in oggetto, al fine di poter correlare spazialmente le stratigrafie evidenziate nei fori di sondaggio, è stata effettuata un'indagine sismica a rifrazione che ha evidenziato la presenza di n. tre orizzonti. È possibile riconoscere tre orizzonti un primo orizzonte con velocità di propagazione delle onde p fino a 600-800 m/s con spessore massimo variabile da 1 a 6 m interpretabile come depositi copertura alterazione, un secondo orizzonte con velocità delle onde p fino a 1500 m/s con spessore massimo investigato di circa 8-10 m, interpretato come roccia-substrato alterato, al di sotto si hanno velocità maggiori legate ad un rifrattore interpretabile come roccia substrato non alterato.

7.2 MASW sullo stendimento

Sullo stendimento sismico è stata effettuata un'indagine MASW per la definizione del tipo di suolo sismico.

In base a quanto definito nelle NTC 2018 la categoria di suolo deve essere definita in funzione della velocità equivalente calcolata secondo l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- h_i spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

La tabella 3 riporta le categorie di suolo come definite nelle NTC 2018.

Categoria	Caratteristiche della stratigrafia
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3 - Categorie di suolo NTC 2018

La velocità V_e per il terreno in esame è pari a 410 riconducibile ad un **suolo di categoria B**.

7.3 Down Hole

Nel Foro di Sondaggio S2, per la definizione della Categoria Sismica dei terreni di fondazione e per la misurazione della velocità media delle onde sismiche di taglio “s” nei primi 30 mt. di profondità (V_{eq}), è stata eseguita una misurazione Down Hole, per la valutazione dell’andamento della velocità delle onde di taglio V_s nei primi 35 m. (allegato 5).

L’acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto da:

- sismografo Daq LinkIII 24 bit 24 canali,

In base al valore di velocità misurato, il suolo ($V_{eq} = 586 \text{ m/s}$) può essere classificato come suolo di **tipo B**, che prevede un valore di velocità di propagazione delle onde di taglio compreso tra 360 e 800 m/s.

Osservando le misurazioni Down Hole effettuate nel foro di sondaggio ed in particolare le Onde P, si può notare un notevole incremento di Velocità a 8 mt di profondità, ben correlabili con il passaggio tra i terreni di copertura e i livelli sottostanti rilevati nel sondaggio S2.

7.4 Letture HVSR

Nell'area sono state effettuate n. 2 misure con sistema Tromino per la verifica di contrasti d'impedenza e quindi la determinazione di eventuali fenomeni di amplificazione.

Nelle curve Frequenza-Ampiezza si nota, nelle frequenze di interesse, nella misura 1 un picco con frequenza 5.02 e ampiezza 2.47 e nella misura 2 un picco con frequenza 5.59 e ampiezza 2.22 (Vedi Allegato)

7.5 Definizione dei parametri sismici

Nell'area di studio sono stati definiti i parametri sismici relativi al sito di interesse in riferimento alla Delib. GRT 431/06 ed alla normativa NTC 2018. Tali parametri dovranno essere utilizzati dal progettista per i calcoli strutturali.

Sottozona sismica regionale	Zona 3
Accelerazione orizzontale max regionale	0.15 g
Categoria Sismica terreno di fondazione	B (360<Veq <800)
Coefficiente di importanza (γ_i)	1.0 (opera ordinaria)
Classe d'uso dell'opera di progetto	II
Coefficiente amplificazione stratigrafica (Ss)	1.20 Cat. Suolo Tipo B
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20 (T3)
Attitudine alla liquefazione	nulla

8. VERIFICHE DI STABILITÀ

Le verifiche di stabilità del versante sono state effettuate su n. 2 sezioni (TAV.8) ricavate utilizzando il DTM Lidar (fonte Regione Toscana - Geoportale Nazionale), facendo riferimento ai parametri litostratigrafici e geomeccanici riportati nella presente relazione.

A tali parametri sono state applicate le riduzioni relative alle N.T.C. 2018.

Le verifiche sono state effettuate utilizzando il programma Slope di Geostru. Tale programma utilizza la metodologia di verifica di stabilità secondo vari modelli, nell'analisi è stato impiegato il metodo di Bishop che rappresenta un metodo cautelativo rispetto ad altri disponibili (Janbu). Questa metodologia permette di ottenere il valore del Fattore di Sicurezza (Fs, rapporto tra le forze resistenti e quelle destabilizzanti) di una data superficie di scivolamento, utilizzando una tecnica di integrazione numerica (metodo dei conci).

Ripetendo tale metodo n volte, si definiscono n fattori di sicurezza per n superfici di scivolamento. In questo modo è possibile definire la superficie di scivolamento più critica, calcolando quindi il Fattore di Sicurezza minimo. Le verifiche sono state eseguite considerando una riduzione dei parametri caratteristici e l'applicazione della sollecitazione sismica come da normativa considerando parametri drenati quindi secondo un approccio maggiormente cautelativo,

I Fattori di sicurezza calcolati risultano essere:

Stato Attuale Sezione 1 $F_s = 1.52$

Stato Attuale Sezione 2 $F_s = 1.22$

RELAZIONE DI CALCOLO

Stato Attuale Sezione 1

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	43.594764/11.450076
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	72.28 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	250.23 m
Ascissa vertice destro superiore xs	108.7 m
Ordinata vertice destro superiore ys	275.63 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

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:	B
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.58	0.26
S.L.D.	50.0	0.52	2.61	0.27
S.L.V.	475.0	1.22	2.39	0.3
S.L.C.	975.0	1.55	2.4	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6192	0.2	0.0126	0.0063
S.L.D.	0.7488	0.2	0.0153	0.0076
S.L.V.	1.7568	0.24	0.043	0.0215
S.L.C.	2.232	0.24	0.0546	0.0273

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.043
 Coefficiente azione sismica verticale 0.0215

Vertici profilo

N	X m	y m
1	53.65	186.92
2	62.36	187.61
3	66.97	188.62
4	74.14	190.82
5	79.27	192.64
6	84.39	194.65
7	88.49	195.3
8	95.66	196.53
9	97.71	197.96
10	98.73	197.96
11	104.88	199.99
12	106.93	201.31
13	108.98	201.37
14	112.06	202.25
15	115.13	204.73
16	118.2	205.0
17	120.25	206.29
18	121.28	206.74
19	123.33	207.04
20	124.35	207.58
21	126.4	209.57
22	128.45	210.3
23	129.48	210.48
24	131.01	210.54
25	135.11	211.15

26	140.75	211.48
27	142.8	212.01
28	153.04	212.74
29	162.27	213.16

Falda

Nr.	X m	y m
1	53.65	184.48
2	54.58	184.64
3	78.83	188.65
4	123.31	195.54
5	162.05	200.28

Vertici strato1

N	X m	y m
1	53.65	179.75
2	67.16	184.63
3	95.66	196.53
4	97.71	197.96
5	98.73	197.96
6	104.88	199.99
7	106.93	201.31
8	108.98	201.37
9	112.06	202.25
10	115.13	204.73
11	118.2	205.0
12	120.25	206.29
13	121.28	206.74
14	123.33	207.04
15	124.35	207.58
16	126.4	209.57
17	128.45	210.3
18	129.48	210.48
19	131.01	210.54
20	135.11	211.15
21	140.75	211.48
22	142.8	212.01
23	162.27	213.16

Vertici strato2

N	X m	y m
1	53.65	179.75
2	67.16	184.63
3	67.16	184.63
4	72.86	187.01
5	110.77	192.8
6	136.3	196.4
7	162.27	199.15

Vertici strato3

N	X m	y m
1	53.65	169.44
2	110.45	176.84
3	162.27	183.48

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coazione efficace	1.25
Coazione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coazione; cu: coazione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia
1	0.05		22	1900	2100.00	0.00	
2	0.4		22	1900	2100	0.00	
3	1		22	2000	2100	0.00	
4	3		35	2200	2300	0.00	

Risultati analisi pendio [NTC 2018: [A2+M2+R2]]

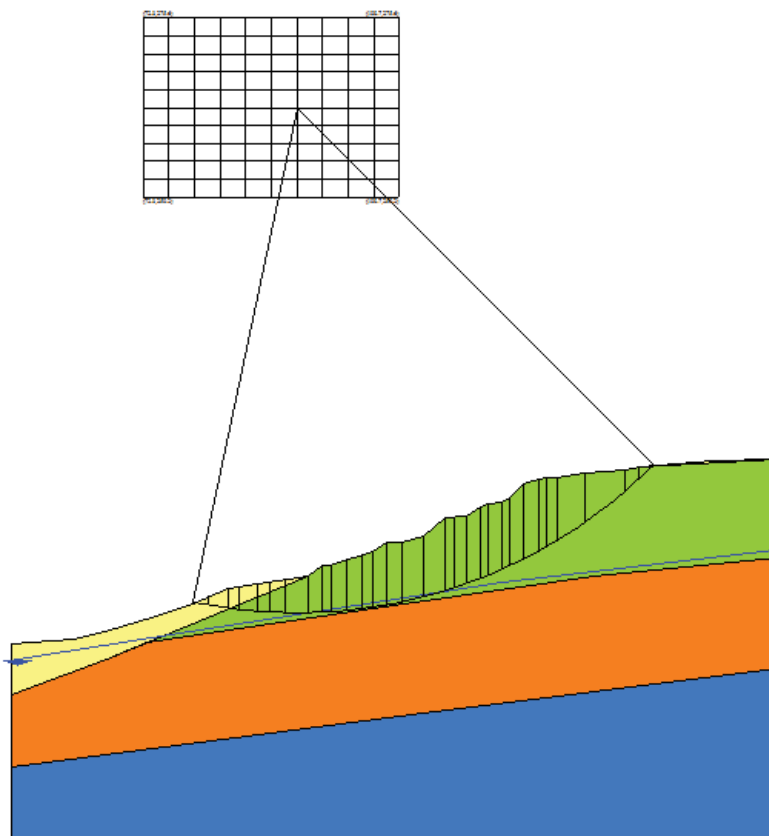
Fs minimo individuato	1.52
Ascissa centro superficie	94.14 m
Ordinata centro superficie	262.93 m
Raggio superficie	71.75 m

B: Larghezza del conchio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del conchio; Li: Lunghezza della base del conchio; Wi: Peso del conchio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coazione.

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 94.136 yc = 262.932 Rc = 71.754 Fs=1.5194

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2.18	-11.0	2.22	2674.45	115.0	57.5	0.04	17.9	0.0	2936.8	1099.5
2	2.79	-8.9	2.83	10887.56	468.17	234.08	0.04	17.9	0.0	11476.6	2895.9
3	1.57	-7.2	1.58	9035.52	388.53	194.26	0.32	17.9	0.0	9724.9	4908.8
4	2.53	-5.5	2.54	17224.35	740.65	370.32	0.32	17.9	0.0	18115.2	28369.2
5	1.83	-3.8	1.84	14334.35	616.38	308.19	0.32	17.9	0.0	14786.9	6374.3
6	2.18	-2.2	2.18	18923.46	813.71	406.85	0.32	17.9	0.0	19237.6	7898.5

7	3.16	0.0	3.16	30488.66	1311.01	655.51	0.32	17.9	0.0	30497.911949.4
8	2.05	2.0	2.05	23514.28	1011.11	505.56	0.32	17.9	195.1	22832.58341.9
9	1.33	3.4	1.33	16938.37	728.35	364.18	0.32	17.9	376.8	16129.55673.9
10	2.18	4.8	2.19	29187.26	1255.05	627.53	0.32	17.9	523.1	27350.19479.0
11	2.18	6.5	2.19	31326.32	1347.03	673.52	0.32	17.9	644.3	28992.19809.3
12	1.48	8.0	1.49	22313.49	959.48	479.74	0.32	17.9	693.9	20534.56832.3
13	2.05	9.4	2.08	33371.22	1434.96	717.48	0.32	17.9	696.2	30733.19921.3
14	2.05	11.1	2.09	34589.25	1487.34	743.67	0.32	17.9	642.1	31912.010170.2
15	3.07	13.2	3.16	51311.8	2206.41	1103.2	0.32	17.9	487.1	47589.615249.0
16	3.07	15.7	3.19	56300.55	2420.92	1210.46	0.32	17.9	170.0	53321.216426.9
17	1.36	17.6	1.42	26451.48	1137.41	568.71	0.32	17.9	0.0	25331.77624.6
18	1.72	18.9	1.81	32255.56	1386.99	693.49	0.32	17.9	0.0	30860.49442.3
19	2.05	20.5	2.19	38684.02	1663.41	831.71	0.32	17.9	0.0	37053.111354.1
20	1.02	21.8	1.1	19879.46	854.82	427.41	0.32	17.9	0.0	19088.65804.4
21	2.05	23.1	2.23	38746.38	1666.09	833.05	0.32	17.9	0.0	37233.911467.1
22	1.02	24.5	1.13	18872.08	811.5	405.75	0.32	17.9	0.0	18155.15666.3
23	2.05	25.8	2.28	39864.3	1714.17	857.08	0.32	17.9	0.0	38566.911817.3
24	2.05	27.6	2.31	41143.66	1769.18	884.59	0.32	17.9	0.0	40067.312178.2
25	1.02	29.0	1.17	19843.79	853.28	426.64	0.32	17.9	0.0	19371.25990.2
26	1.54	30.2	1.78	27989.02	1203.53	601.76	0.32	17.9	0.0	27328.48690.7
27	4.1	32.9	4.88	63780.98	2742.58	1371.29	0.32	17.9	0.0	62136.921360.8
28	5.64	37.7	7.12	55926.14	2404.82	1202.41	0.32	17.9	0.0	52317.723749.5
29	1.91	41.5	2.55	9126.73	392.45	196.22	0.32	17.9	0.0	6720.46177.5
30	2.18	43.8	3.02	4093.99	176.04	88.02	0.32	17.9	0.0	113.35801.8



Stato Attuale Sezione 2

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Lat./Long.	43.594764/11.450076
Normativa	NTC 2018
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	30.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	139.54 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	267.64 m
Ascissa vertice destro superiore xs	252.76 m
Ordinata vertice destro superiore ys	343.35 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

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:	B
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.43	2.58	0.26
S.L.D.	50.0	0.52	2.61	0.27
S.L.V.	475.0	1.22	2.39	0.3
S.L.C.	975.0	1.55	2.4	0.3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.6192	0.2	0.0126	0.0063
S.L.D.	0.7488	0.2	0.0153	0.0076
S.L.V.	1.7568	0.24	0.043	0.0215
S.L.C.	2.232	0.24	0.0546	0.0273

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.043
Coefficiente azione sismica verticale 0.0215

Vertici profilo

N	X m	y m
1	155.6	170.66
2	168.12	174.51
3	175.64	175.07
4	191.3	180.42
5	200.69	186.27
6	208.21	191.71
7	216.97	198.18
8	223.86	198.63
9	229.5	202.65
10	238.27	204.06
11	243.28	204.73
12	250.79	207.97
13	252.05	208.03
14	257.06	210.34
15	258.31	210.65
16	265.82	211.95
17	267.08	213.41
18	270.83	215.93
19	272.09	216.13
20	274.59	217.45
21	274.59	217.45
22	280.85	218.44
23	283.36	219.21
24	288.37	220.13
25	297.14	221.0
26	307.16	221.94
27	318.43	222.5
28	348.49	224.35

Falda

Nr.	X m	y m
1	156.05	169.54
2	183.18	176.18
3	196.08	182.07

4	216.32	192.49
5	223.59	195.91
6	229.58	198.27
7	237.5	200.4
8	253.76	204.04
9	301.18	208.63
10	348.42	210.33

Vertici strato1

N	X m	y m
1	155.6	167.76
2	162.12	169.54
3	165.34	170.3
4	169.9	171.44
5	177.11	173.34
6	188.49	176.75
7	194.37	179.98
8	203.1	185.1
9	217.39	190.99
10	227.87	195.48
11	245.2	200.4
12	289.9	207.04
13	313.6	208.26
14	348.49	209.37

Vertici strato2

N	X m	y m
1	155.6	163.35
2	219.93	182.31
3	281.6	190.48
4	313.6	194.26
5	348.49	195.4

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

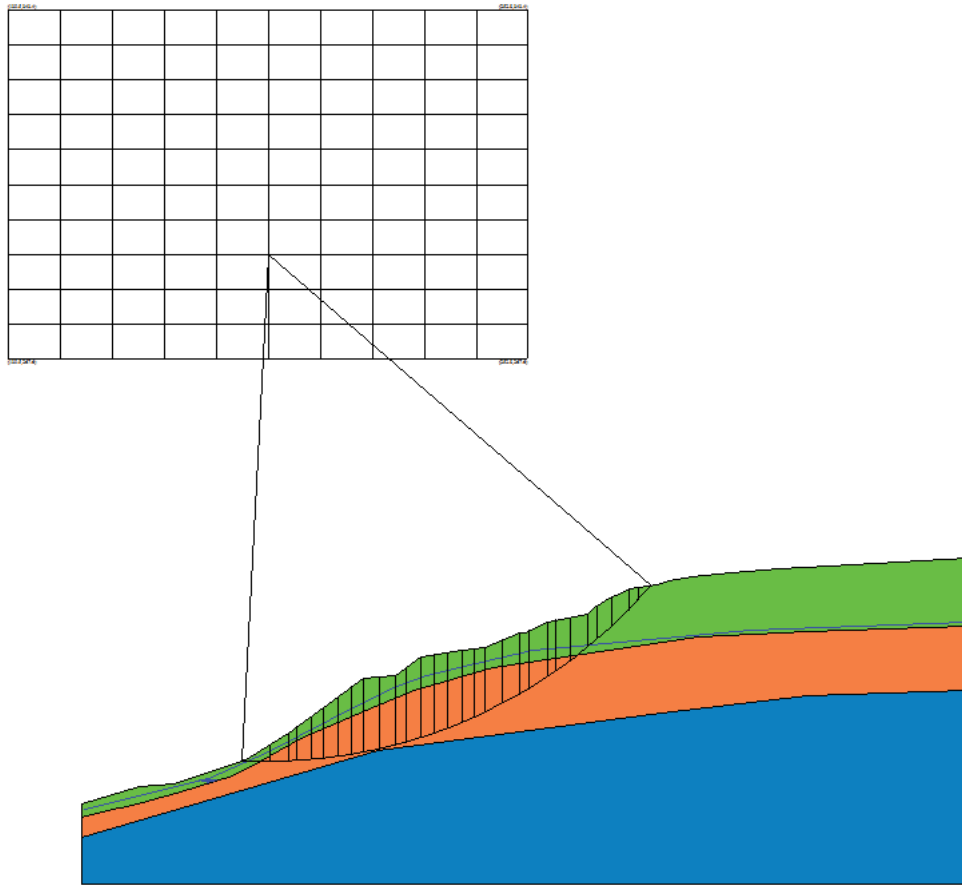
Strato	c (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Fi (°)	G (Kg/m ³)	Gs (Kg/m ³)	K (Kg/cm ³)	Litologia	
1	0.4		22	1900	2100	0.00		
2	1		22	2000	2100	0.00		
3	3		35	2200	2300	0.00		

Risultati analisi pendio [NTC 2018: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.22
Ascissa centro superficie	196.15 m
Ordinata centro superficie	290.35 m
Raggio superficie	110.34 m

Analisi dei conchi. Superficie...xc = 196.152 yc = 290.351 Rc = 110.337 Fs=1.2208

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.76	-2.7	0.76	212.86	9.15	4.58	0.32	17.9	0.0	302.4	1878.7
2	5.19	-1.2	5.19	20703.13	890.23	445.12	0.32	17.9	1028.7	15703.9	16138.7
3	4.21	1.3	4.21	42097.0	1810.17	905.09	0.8	17.9	3314.7	27452.8	31688.8
4	1.73	2.8	1.74	23863.27	1026.12	513.06	0.8	17.9	4739.3	14984.4	13944.5
5	2.97	4.0	2.98	50361.77	2165.56	1082.78	0.8	17.9	5810.2	31397.1	25301.3
6	2.81	5.5	2.82	58235.02	2504.11	1252.05	0.8	17.9	7057.3	36102.5	25515.0
7	3.13	7.1	3.16	76588.24	3293.29	1646.65	0.8	17.9	8258.7	47363.4	30197.4
8	2.97	8.7	3.01	83679.35	3598.21	1799.11	0.8	17.9	9407.3	51735.8	30358.3
9	2.67	10.2	2.71	83763.84	3601.85	1800.92	0.8	17.9	10390.7	51826.3	28608.7
10	3.28	11.7	3.35	106724.8	4589.17	2294.58	0.8	17.9	11243.5	64029.6	35348.7
11	3.61	13.6	3.72	114514.8	4924.14	2462.07	0.8	17.9	12090.0	63816.6	37501.0
12	2.33	15.2	2.41	74921.73	3221.64	1610.82	0.8	17.9	12616.4	40623.1	24157.6
13	3.31	16.7	3.45	114126.7	4907.45	2453.73	0.8	17.9	12922.3	63763.6	35915.1
14	2.64	18.3	2.78	93266.41	4010.46	2005.23	0.8	17.9	13001.4	52495.8	29172.6
15	2.97	19.9	3.16	102094.8	4390.08	2195.04	0.8	17.9	12785.6	56456.3	32407.4
16	3.16	21.6	3.4	104430.1	4490.49	2245.25	0.8	17.9	12451.5	56577.2	33868.7
17	2.78	23.2	3.03	87419.79	3759.05	1879.53	0.8	17.9	11929.4	46493.6	29217.3
18	2.23	24.6	2.45	66556.8	2861.94	1430.97	0.8	17.9	11378.3	34771.0	22983.1
19	3.71	26.4	4.14	106971.1	4599.76	2299.88	0.8	17.9	10626.2	56395.8	38258.6
20	3.8	28.6	4.33	106320.5	4571.78	2285.89	0.8	17.9	9515.1	58190.0	39799.2
21	2.14	30.3	2.48	56108.46	2412.66	1206.33	0.8	17.9	8503.4	30932.9	22211.8
22	4.12	32.2	4.87	102832.1	4421.78	2210.89	0.8	17.9	7145.3	59407.9	43340.6
23	1.82	34.1	2.2	42116.21	1811.0	905.5	0.8	17.9	5492.4	25745.3	19278.4
24	2.97	35.6	3.65	61019.64	2623.85	1311.92	0.8	17.9	4057.8	38074.2	30930.9
25	3.98	37.8	5.04	64863.79	2789.14	1394.57	0.32	17.9	1803.2	53690.3	24927.7
26	1.96	39.8	2.56	27952.41	1201.95	600.98	0.32	17.9	0.0	26078.9	12371.4
27	3.05	41.5	4.07	41383.68	1779.5	889.75	0.32	17.9	0.0	38490.0	18962.0
28	3.76	44.0	5.22	39690.11	1706.68	853.34	0.32	17.9	0.0	35014.9	20866.5
29	2.11	46.1	3.04	15129.94	650.59	325.29	0.32	17.9	0.0	11427.8	10000.5
30	2.97	48.0	4.44	8180.97	351.78	175.89	0.32	17.9	0.0	360.6	10676.8



Le verifiche di stabilità dello stato di progetto dovranno essere predisposte sulla base della definitiva progettazione strutturale utilizzando i parametri geotecnici presenti nella presente relazione e/o da implementare sulla base delle indicazioni fornite dai progetti strutturali.

9. CARTA DELLE MOPS (TAV 6a)

la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) individua, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici, le microzone ove possono verificarsi diverse tipologie di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica. Nell'area in oggetto l'esecuzione di sondaggi geognostici e indagini sismiche in foro e di superficie, nonché l'esecuzione di misurazioni HVSR, dove sono stati evidenziati picchi di risonanza di ampiezza superiore a 2 (2,47 e 2,22) a frequenze di 5.02 e 5.47 Hz.; hanno permesso di individuare *zone stabili suscettibili di amplificazione del moto sismico*, come effetto della situazione litostratigrafica e topografica, e *zone suscettibili di instabilità di versante* per le aree di frana mappate nelle cartografie allegate al PS di Figline e Incisa Valdarno.

10. CARTE DELLE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA, SISMICA E IDRAULICA

Piano Strutturale

In riferimento alle classi di pericolosità dello strumento urbanistico del Comune di Figline e Incisa Valdarno, realizzate in scala 1:10.000, si riporta quanto segue:

Carta della Pericolosità Geomorfologica (Tav.4):

L'area in oggetto ricade in Classe di Pericolosità Geomorfologica G.2, G.3 e G.4.

Carta della Pericolosità Idraulica (Tav.5):

Per quanto riguarda la pericolosità Idraulica, l'area di PUC risulta esterna a perimetrazioni di carattere idraulico.

Carta della Pericolosità Sismica (Tav.6b):

L'area in oggetto ricade in Classe di Pericolosità Sismica S.2, mentre le aree interessate dalla da coltri di frana (mappatura del Piano Strutturale) sono inserite in pericolosità S.4. Durante la campagna di indagine Sismica (Sismica di Superficie, Down Hole e Microtremori) è stata misurata una velocità delle onde sismiche V_{eq} nel Down Hole pari a 586 m/s e sono stati evidenziati picchi di risonanza di ampiezza superiore a 2 (2,47 e 2,22) a frequenze di 5.02 e 5.47 Hz.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale PAI (TAV.7)

In riferimento alla Cartografia del PAI redatta dall'Autorità di Bacino, l'area in oggetto ricade in classe di pericolosità P.F.1 e P.F.4 rispettivamente per le aree esterne o interne alle perimetrazioni delle frane e relativi Buffer. Le strutture oggetto di PUC sono state posizionate in area PF1 relativamente al PAI.

11. FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali possono essere differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

La definizione delle Classi di Fattibilità deriva dalla sovrapposizione delle Carte della Pericolosità e delle destinazioni d'uso previste nell'area di intervento.

All'area in oggetto, sulla base delle classi di pericolosità definite rispettivamente nella Carta della Pericolosità Geomorfologica, nella Carta della Pericolosità Idraulica e nella Carta della Pericolosità Sismica, sono state attribuite le **Classi di Fattibilità Geomorfologica, Idraulica e Sismica**.

Fattibilità Geomorfologica

Come riportato in Tav.9, all'area del PUC è stata attribuita una **Fattibilità Geomorfologica condizionata (FG3)** per le aree dove è prevista la realizzazione dei nuovi fabbricati. La condizione di Fattibilità risulta essere la realizzazione nella zona a valle rispetto ai nuovi fabbricati, di una paratia di pali di presidio ubicata come da Tavole 9,10,11.

Nelle aree di Pericolosità P.G.4 derivanti dalla perimetrazione dei corpi di frana e relativi Buffer posti a valle della palificata di presidio non devono essere previste infrastrutture.

Carta della Fattibilità Sismica

Come riportato in Tav.10, all'area di Variante è stata attribuita una **Fattibilità Condizionata (F.S.2)**, per le aree ricadenti in classe P.S.2 di Pericolosità Sismica dove risultano ubicati gli edifici di progetto, una **Fattibilità Condizionata (F.S.3)** per le aree ricadenti in Classe di Pericolosità P.S.4.

dove risulta essere prevista la realizzazione di un parcheggio che dovrà comunque essere realizzato a raso e senza movimenti terra. **Nelle aree di Pericolosità S.4. dove non sono previste infrastrutture, viene assegnata una Fattibilità F.S.2.**

Carta della Fattibilità Idraulica

Come riportato in Tav.11, vista l'assenza di perimetrazioni di aree di Pericolosità di carattere idraulico, all'area in oggetto viene assegnata una **Fattibilità Idraulica senza Condizioni F.I.1.**

12. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E PRESCRIZIONI

Sulla base di quanto precedentemente esposto, gli interventi previsti nel PUC in oggetto risultano fattibili a condizione del rispetto delle seguenti prescrizioni di carattere geologico:

- Per la prevista porzione di edificio interrata, dovendo procedere con uno scavo profondo in prossimità della strada Comunale presente a monte, si prescrive di realizzare, prima di effettuare sbancamenti, una struttura di contenimento costituita da paratia di pali o Micropali per procedere allo scavo in piena sicurezza. Si rimanda comunque al progettista la valutazione della paratia da realizzare e le modalità di esecuzione degli scavi. Per la realizzazione del collegamento interrato tra l'Attuale edificio denominato Villa La Borghetta ed il nuovo fabbricato di progetto, dovranno essere previsti scavi protetti (micropali).
- Una volta effettuati gli sbancamenti, vista la tipologia di intervento, visti i terreni di fondazione superficiali (Alternanza di strati arenacei alterati, marne, siltiti prevalenti e rari livelli argillitici, alterati, di colore ocra con superfici delle fratture di colore bruno scuro) e vista la presenza di una frana a valle dell'area in oggetto, mappata sia dallo SU del Comune di Figline e Incisa, sia dal PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, si prescrive la realizzazione di una paratia di pali e/o micropali a presidio della struttura di progetto da realizzarsi nella zona a valle dello stesso edificio, tale da garantire in modo inequivocabile la stabilità generale dell'area.
- Ricadendo gli interventi previsti dal PUC in classe **F.S.2**, per i calcoli strutturali dovranno essere utilizzati i dati evidenziati dall'indagine sismica Down Hole definiti nel paragrafo 7.
- Nelle aree ricadenti in **Pericolosità molto elevata - G.4 e S.4, presenti a valle della paratia di Presidio**, non dovranno essere previste infrastrutture. In tali aree potranno essere realizzate soltanto opere di manutenzione ordinaria dello stato dei luoghi o la realizzazione di soli percorsi pedonali. Si prescrive comunque la realizzazione, all'interno delle suddette aree, di sistemazioni ambientali atte alla manutenzione dell'attuale morfologia con particolare riguardo alla corretta regimazione delle acque meteoriche che rappresentano sicuramente un aspetto migliorativo dell'attuale stato di abbandono di tali aree.
- La progettazione degli interventi edilizi previsti dal PUC dovrà in ogni caso prevedere le necessarie opere per la corretta regimazione delle acque superficiali; suddette opere di

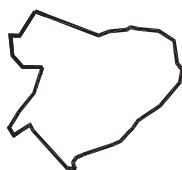
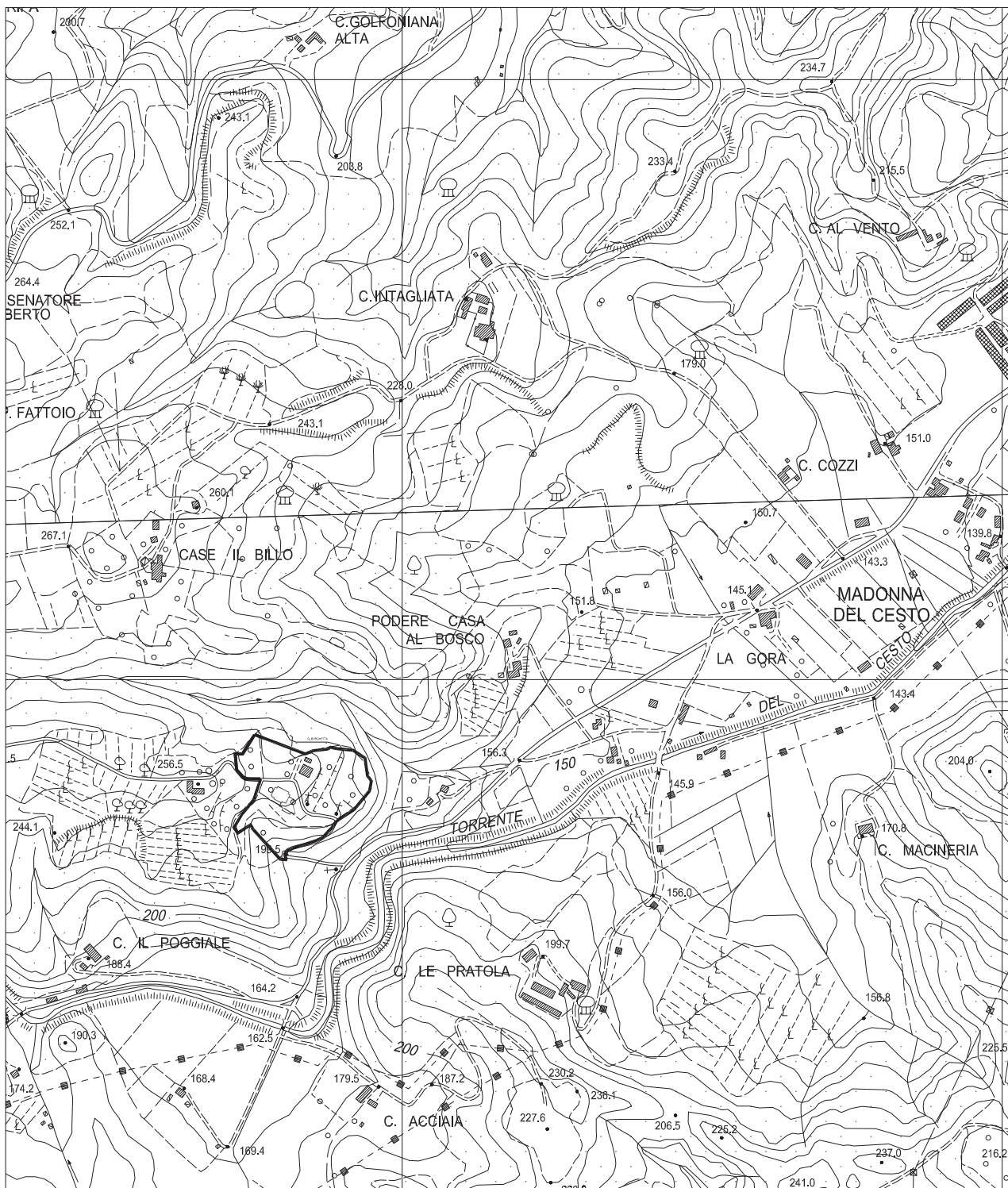
drenaggio dovranno garantire il deflusso delle acque meteoriche a valle senza determinare fenomeni erosivi o di ristagno.

- Per la progettazione delle palificate di monte e di valle, si prescrive di implementare l'attuale campagna geognostica sulla base delle indicazioni dei progettisti strutturali. Tali indagini hanno la funzione di definire puntualmente e in maggior dettaglio quelle che sono le caratteristiche meccaniche dei terreni presenti, oltre a dare la possibilità di implementare il sistema di monitoraggio che al momento consiste di un solo punto di controllo.

Geol. Alberto Iotti



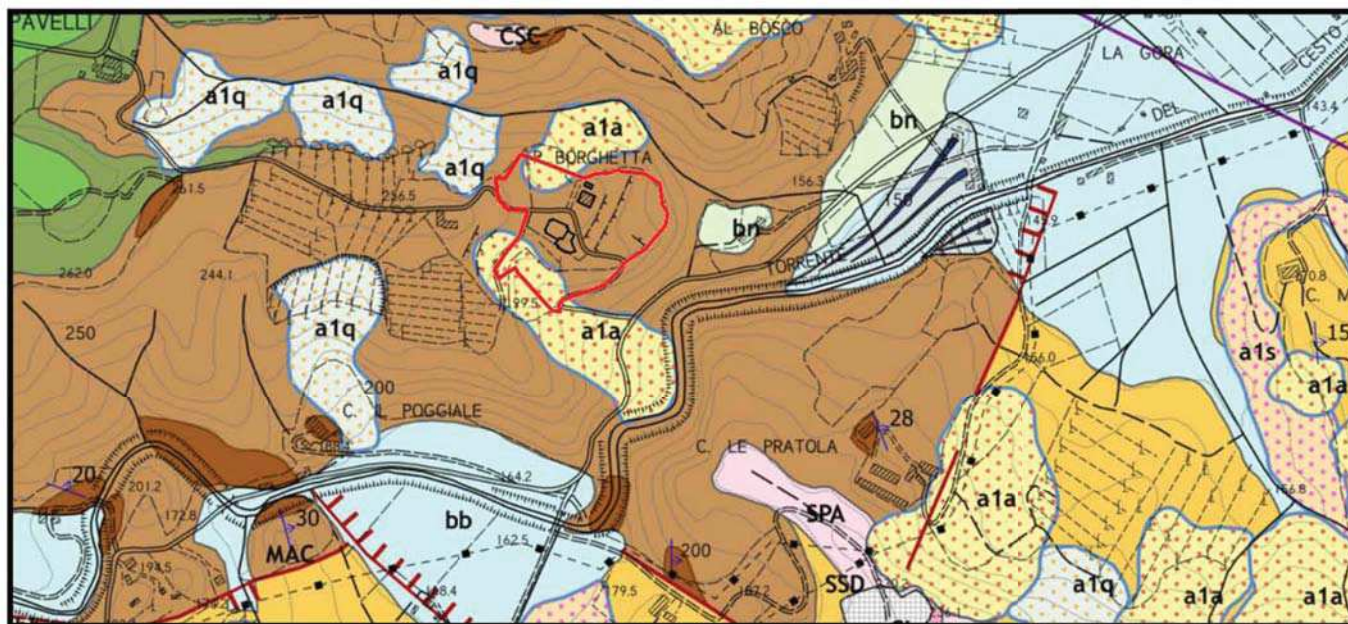
CARTA DI UBICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO



Ubicazione area di studio

Scala 1:10.000

CARTA GEOLOGICA



LEGENDA

COPERTURE ANTROPICHE

	Diga
	Cava inattiva
	Coperture antropiche
	Discariche minerarie

DEPOSITI QUATERNARI CONTINENTALI

	a1a	Frana attiva
	a1s	Soliflusso generalizzato - franosità diffusa
	a1f	Soliflusso localizzato
	es	Erosione superficiale
	a1b	Frana indeterminata
	a1q	Frana quiescente
	a1i	Frana inattiva
	a3	Detrito di falda
	b2	Coltri eluvio-colluviali
		Conoide alluvionale

DEPOSITI ALLUVIONALI

	ba	Depositi alluvionali in evoluzione
	bb	Depositi alluvionali recenti
	bn	Depositi alluvionali terrazzati

SEGNI CONVENZIONALI

	Contatto stratigrafico		Traccia di sezione geologica
	Contatto tettonico		Glacitura degli strati (diritto, rovescia e orizzontale)
	Faglia diretta		Livello guida fossilifero
	Faglia inversa		Località di interesse mineralogico e petrografico
	Faglia incerta o sepolta		Cava a cielo aperto attiva
			Cava a cielo aperto inattiva

SUCCESIONE DEL BACINO DEL VALDARNO SUPERIORE

SINTEMA DEL TORRENTE CIUFFENNA

	LAT	Limi di Latereto e di Pian di Togna
	STA	Sabbie del Tasso
	LOC	Sabbie di La Loccaia
	SLE	Sabbie di Levane

SINTEMA DI MONTEVARCHI

	CCQ	Ciottolami di Casa la Querce
	SBC	Sabbie di Borro Cave
	LSO	Limi e Sabbie del Torrente Oreno
	ASC	Argille del Torrente Ascione
	TER	Limi di Terranuova
	CSC	Ciottolami e sabbie di Caposelvi
	SPA	Sabbie di Palazzetto

SINTEMA DEL FOSSO DI SALCETO

	FP	Formazione di Palazzuolo
	ATB	Argille del Torrente Bagnani

SINTEMA DI CASTELNUOVO DEI SABBIONI

	SSD	Sabbie di San Donato
	AME	Argille di Meleto
	CSS	Ciottolami e Sabbie di Spedalino

UNITA' TETTONICA - FALDA TOSCANA

SUCCESIONE DEI MONTI DEL CHIANTI

	MAC	Formazione del Macigno
	MACd	Litofacies argillitica
	MACe	Litofacies marnosa
	MACf	Litofacies pelitico-arenacea
	MACg	Litofacies argillitico-marnosa

SCAGLIA TOSCANA

	STO4	Membro delle Calcareniti di Dudda, Litofacies argillitico-calcarenitica
--	------	---

UNITA' TETTONICA FALTERONA

ARENARIE DEL MONTE FALTERONA

	FAL3	Membro di Montalto, Litofacies arenaceo-pelitica
--	------	--

UNITA' TETTONICHE LIGURI

UNITA' TETTONICA MORELLO

	MLL	Formazione di Monte Morello
	SIL	Formazione di Sillano

CARTA GEOMORFOLOGICA

Legenda

PROCESSI E FORME DI ORIGINE GRAVITATIVA

	a1a Frana attiva
	a1s Soliflusso generalizzato
	fd Franosità diffusa
	a1q Frana quiescente
	ds Deformazione e/o Erosione superficiale
	a1i Frana inattiva stabilizzata



Soliflusso localizzato



Frana puntuale non cartografabile



Orlo di scarpata morfologica



Orlo di scarpata morfologica in erosione attiva



Nicchia di distacco di frana quiescente



Orlo di scarpata e/o nicchia di distacco di frana in evoluzione

PROCESSI E FORME DI ORIGINE FLUVIALE



Orlo di terrazzo o scarpata fluviale



Scarpata fluviale in erosione attiva



Erosione incanalata



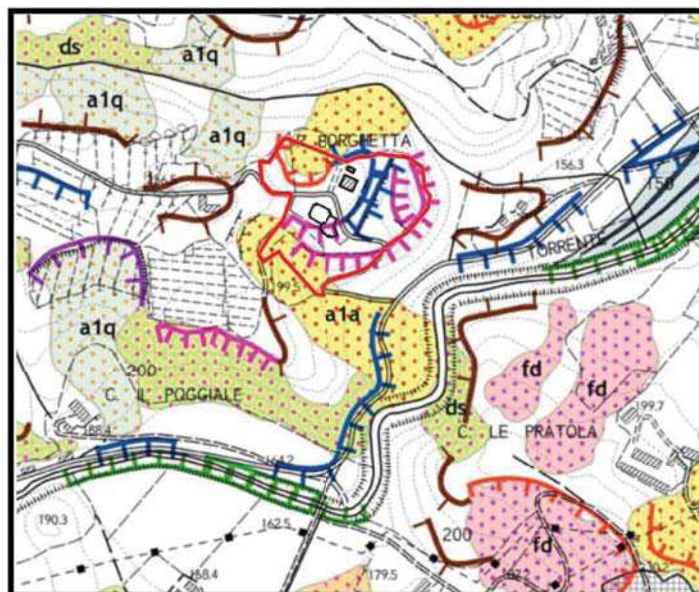
Traccia di paleoalveo



Erosione laterale di sponda

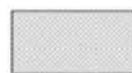


Difesa fluviale di sponda, argini e briglie



Conoide alluvionale

PROCESSI E FORME DI ORIGINE ANTROPICA



Area mineraria, discarica



Riperti e rilevati



Cava attiva



Cava inattiva



Impianto di trattamento inerti



Diga



Depuratore



Orlo di scarpata rimodellata artificiale

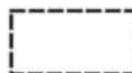


Orlo di scarpata antropica



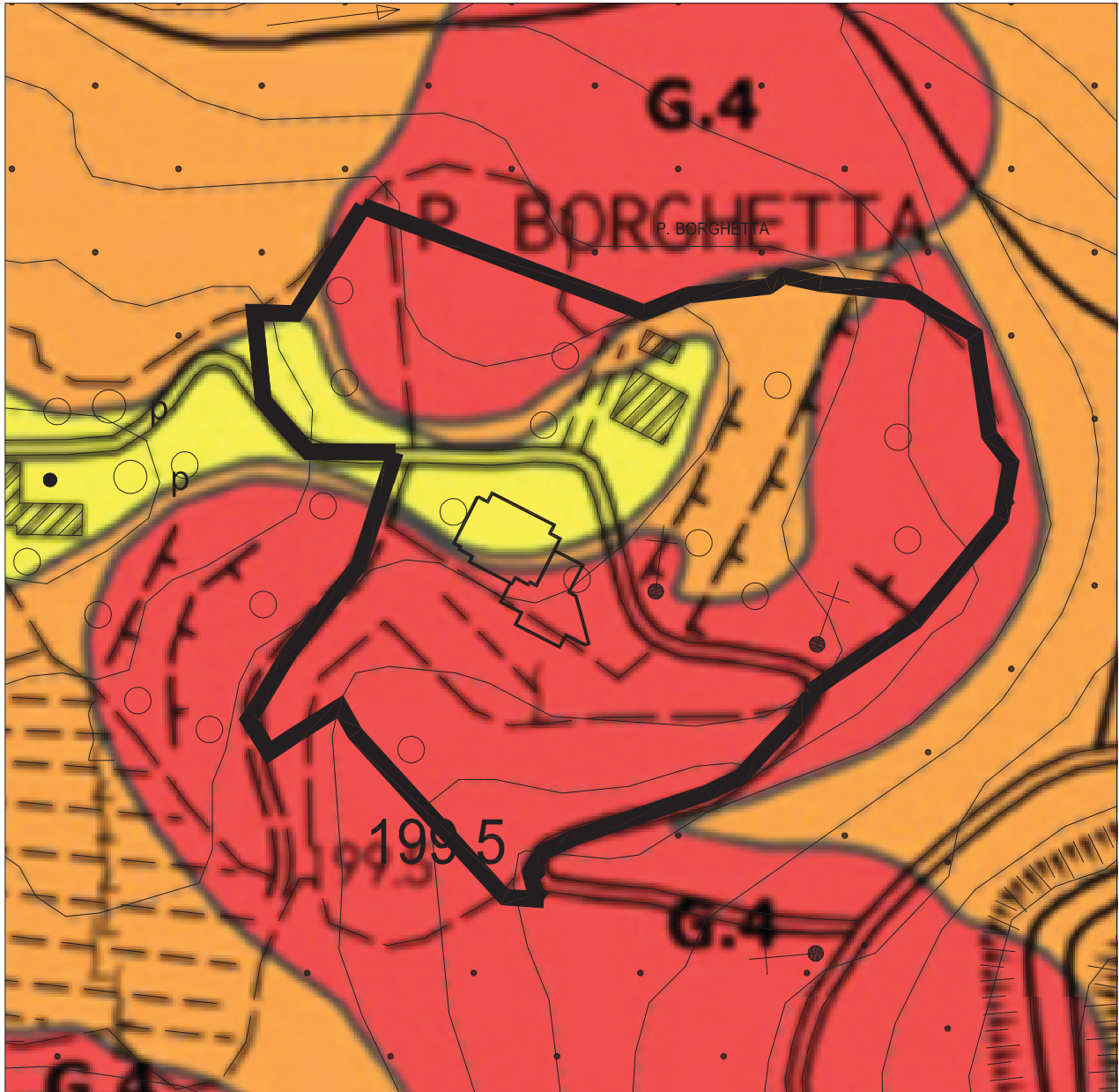
Cava a cielo aperto inattiva

SEGNI CONVENZIONALI







Confine comunale

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
PIANO STRUTTURALE

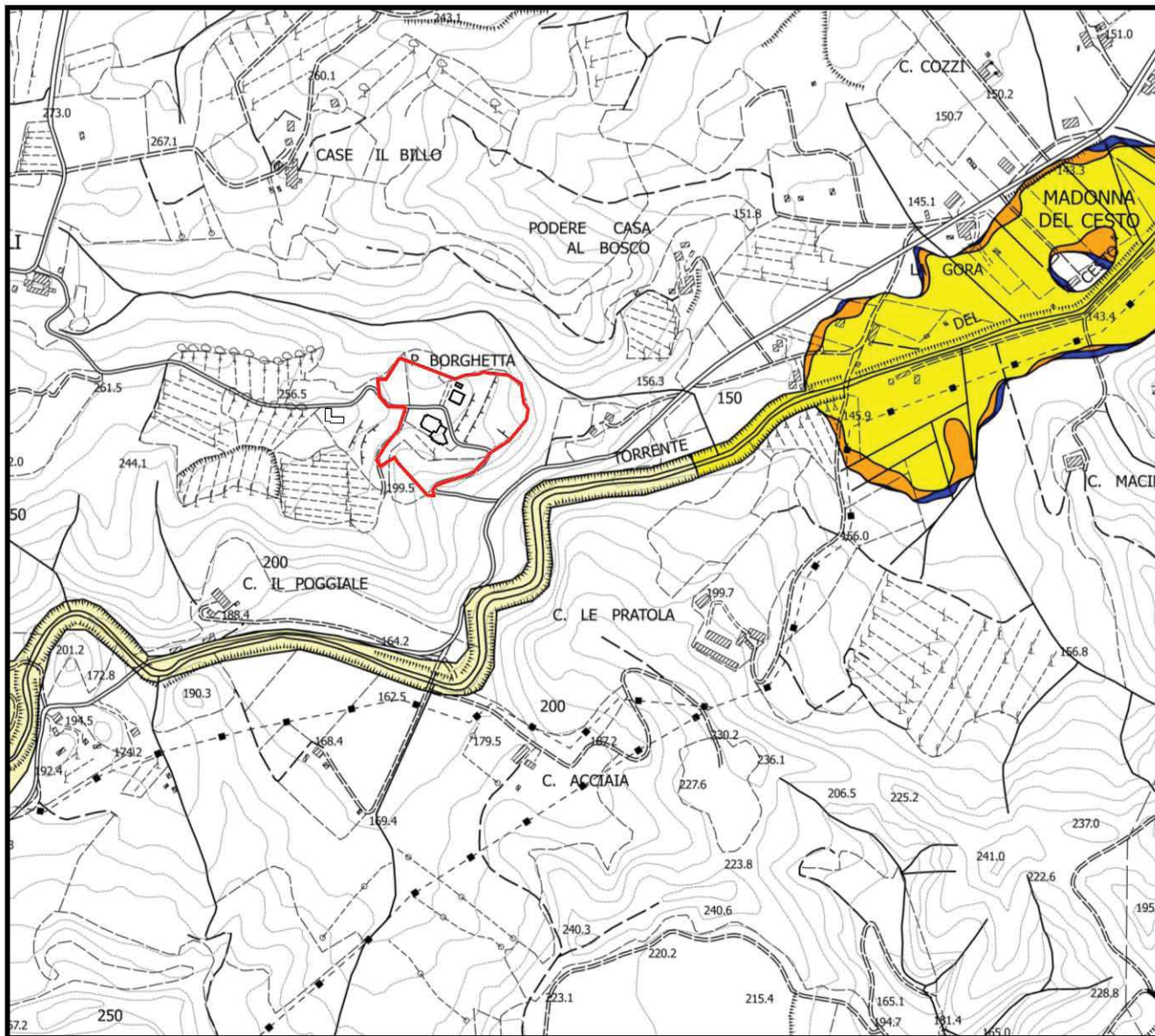


Legenda

-  G.1
-  G.2
-  G.3
-  G.4

Scala 1:2.000

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



Pericolosità Idraulica



Aree a Pericolosità Idraulica Media (I2)



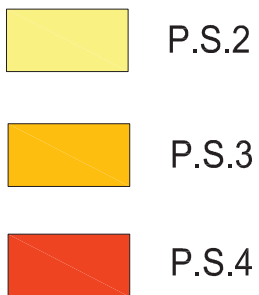
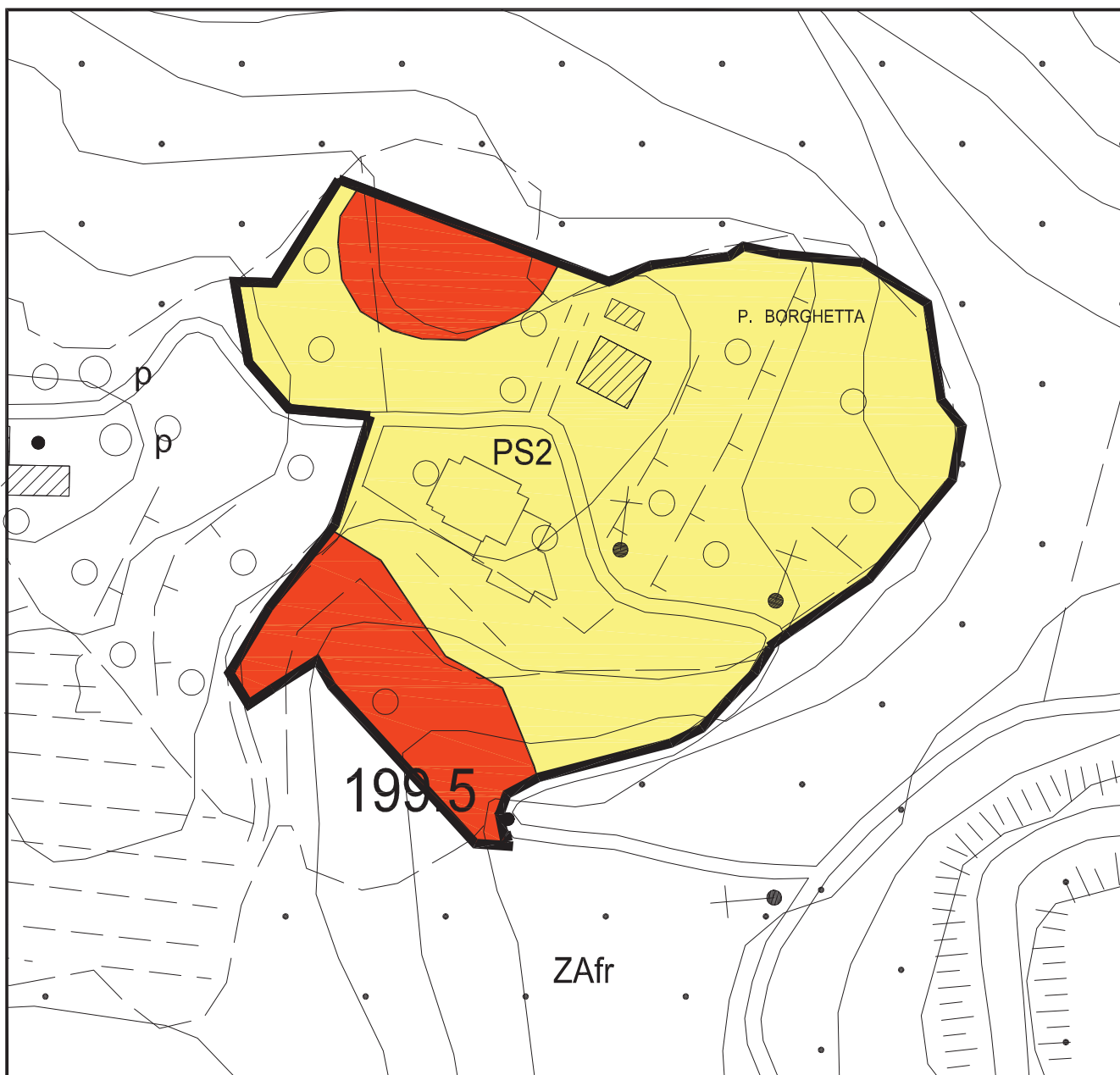
Aree a Pericolosità Idraulica Elevata (I3)



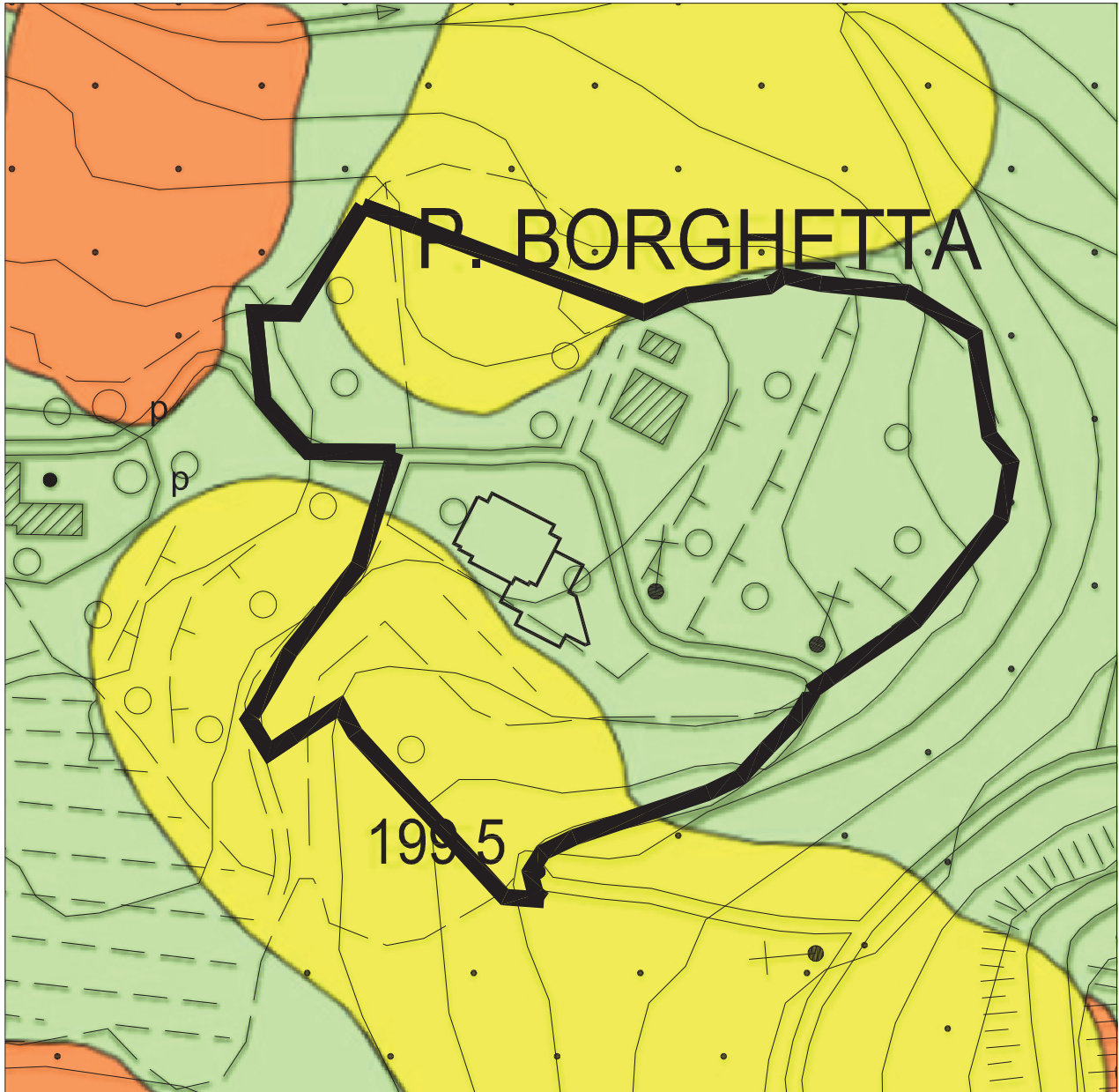
Aree a Pericolosità Idraulica Molto Elevata (I4)

CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA




scala 1:2.000



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME ARNO
PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (PAI)



Legenda

-  PF1
-  PF2
-  PF3
-  PF4

Scala 1:2.000

Stendimento di Sismica a Rifrazione e MASW

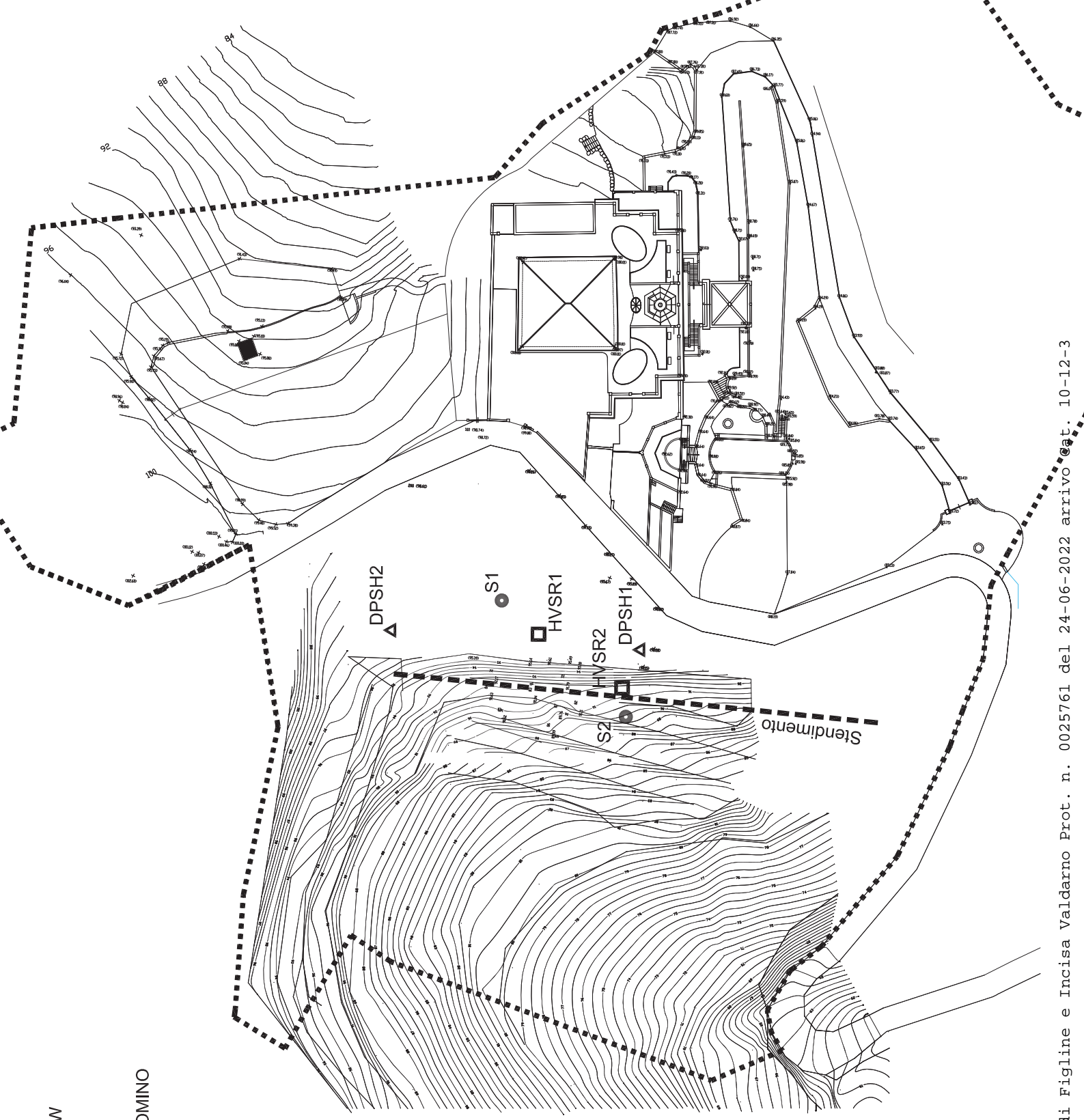
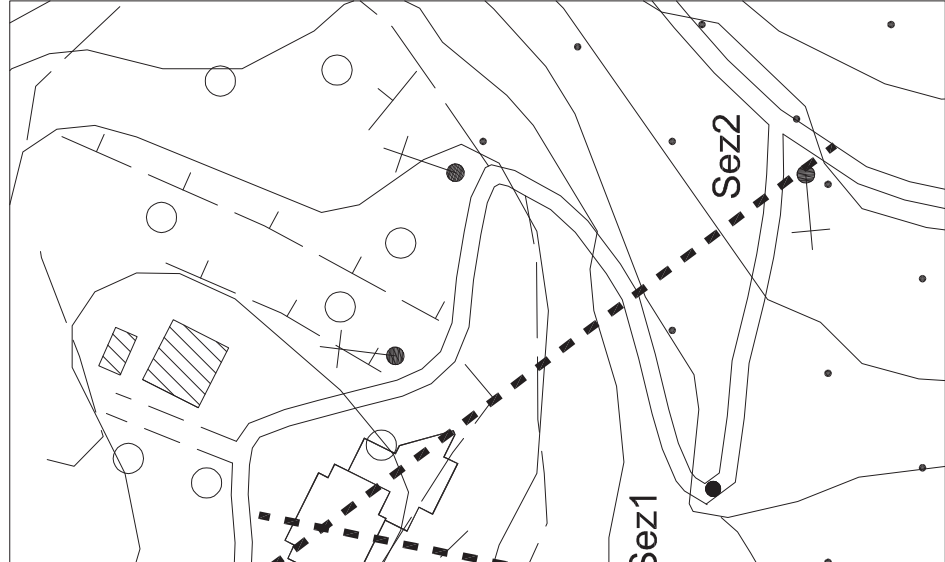
Misura HVSR microtremeri con sistema TROMINO

Prova penetrometrica dinamica

Sezioni per Verifiche di stabilità

SR1

SH1





- Palificata
- Opera di

ALLEGATO 1

Sondaggi a Carotaggio continuo
analisi di Laboratorio

Sondaggio S1



0 1 2 3 4

1 2 3 4 5

10 11 12 13 14



11 12 13 14 15



5 6 7 8 9 mt

6 7 8 9 10 mt

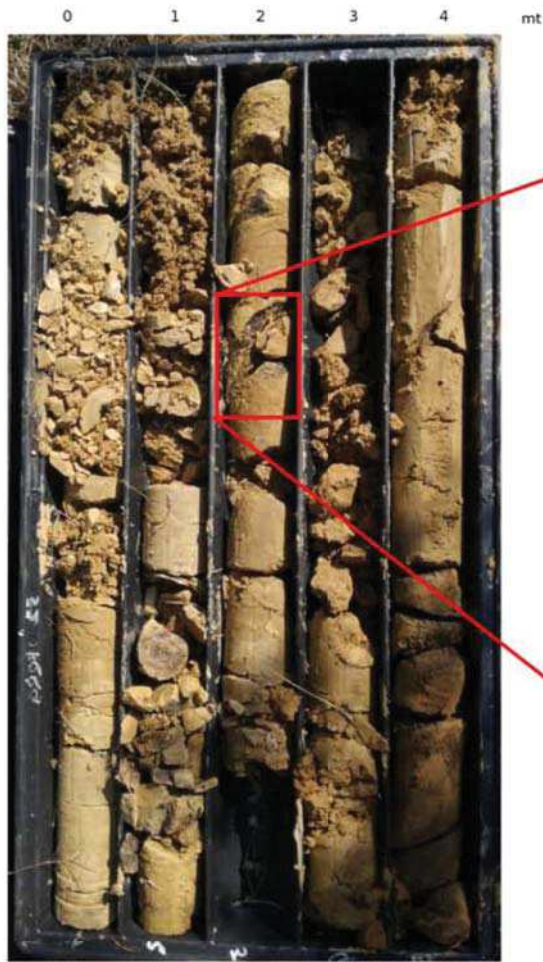
15 16 17 18 19 mt



16 17 18 19 20 mt

Diametro del foro (mm)	Profondità (m)	Spessore strati (m)	Campione	Prof. Campione (m)	SPT	Carotaggio % di recupero				Distribuzione	Piezometria	Scala riferimento (m)	Profilo	Diametro del foro (mm)	Descrizione litologica	Poket penetrometrico (m) (kg/cmq)	Vane test
						10	30	60	90								
	25.00																
		10.00													Alternanza irregolare di Siltiti e Marne prevalenti compatte, di colore da grigio a ocra, con sottili livelli arenacei.		
	35.00														Arenarie medio grossolane compatte di colore grigio intercalate a sottili livelli di siltiti		

Sondaggio S2



Sondaggio S2

15 16 17 18 19



20 21 22 23 24 mt



16 17 18 19 20
25 26 27 28 29



21 22 23 24 25 mt
30 31 32 33 34 mt



26 27 28 29 30

31 32 33 34 35 mt



Autorizzazione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Settore A – Prove di laboratorio su terre

Decreto 2436 del 14/03/2013 – ART. 59 DPR 380/2001 – Circolare 7618/STC 2010

L A B O T E R snc di Paolo Tognelli e C .
L a b . G e o t e c n i c o - C . S . L L . P P . D e c r . 2 4 3 6 / 1 3

Committente : Dott. Geologo Carlo Staderini
Cantiere : La Borghetta - Figline-Incisa

Verbale Accettazione n° : 38 del 21/01/2019
Data Certificazione : 24/01/2019
Campioni n°: 3
Certificati da n° a n° : 00237 a 00239





CERTIFICATO DI PROVA N°: 00237	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/01/19	Inizio analisi: 21/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 38 del 21/01/19		Apertura campione: 21/01/19	Fine analisi: 22/01/19

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini			
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-2.8

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216-10

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 12,8 %

Struttura del materiale:

Omogeneo
 Stratificato
 Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C





CERTIFICATO DI PROVA N°: 00238	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 24/01/19	Inizio analisi: 21/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 38 del 21/01/19		Apertura campione: 21/01/19	Fine analisi: 21/01/19

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini			
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-2.8

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15/E

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19,0 kN/m³



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00239	Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 38 del 21/01/19	

DATA DI EMISSIONE: 24/01/19	Inizio analisi: 22/01/19
Apertura campione: 21/01/19	Fine analisi: 24/01/19

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini		
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa		
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m 2.5-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	196	294	392
Tensione a rottura (kPa):	124	161	204
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95	4,52	6,68
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,19	0,35	0,54
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,6	--- 22,0	--- 21,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,5 23,8	19,0 25,5	19,6 26,5

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

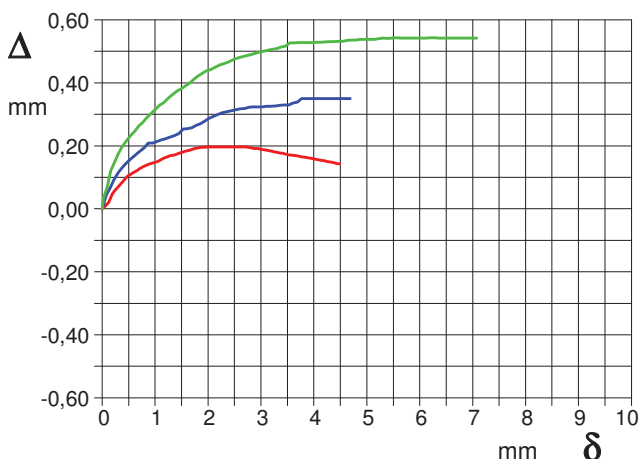
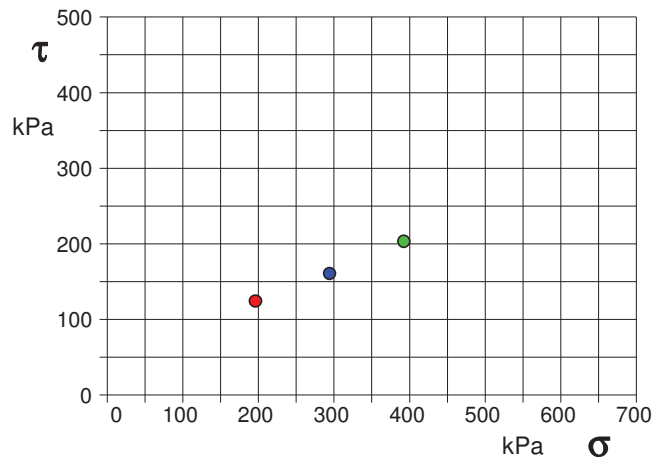


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

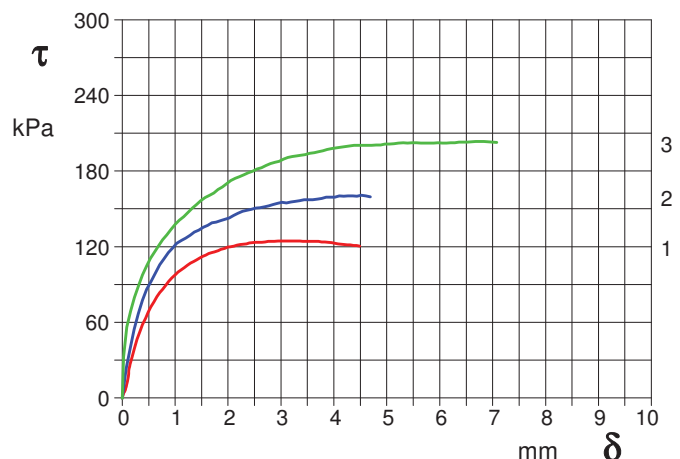


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

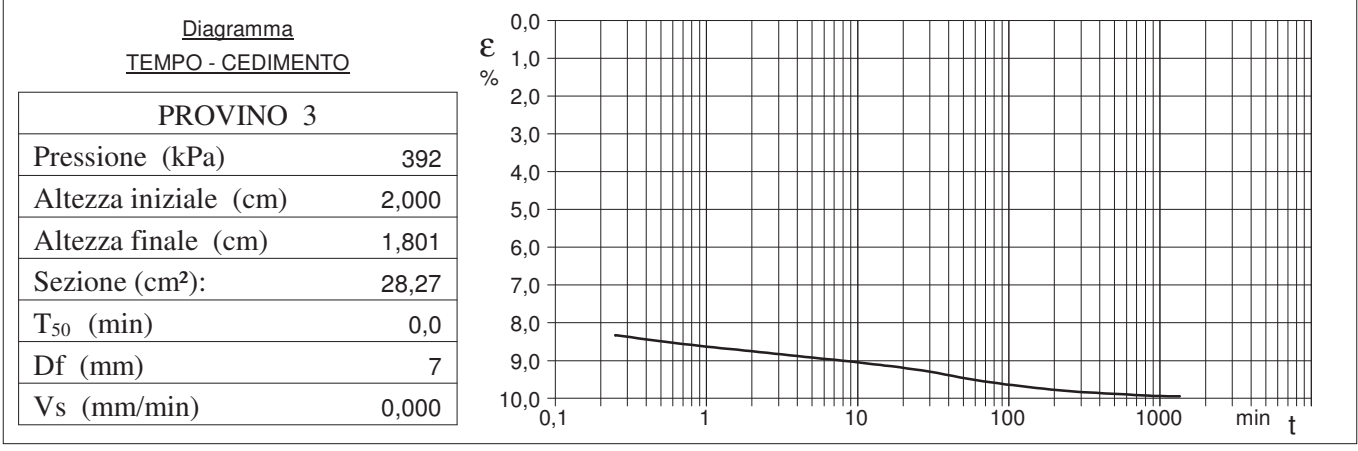
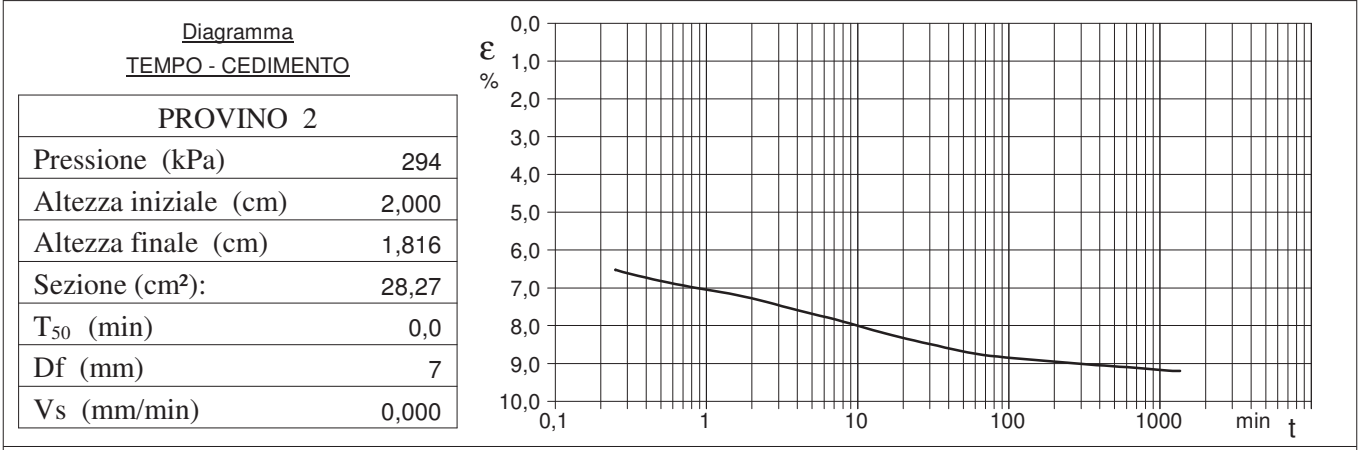
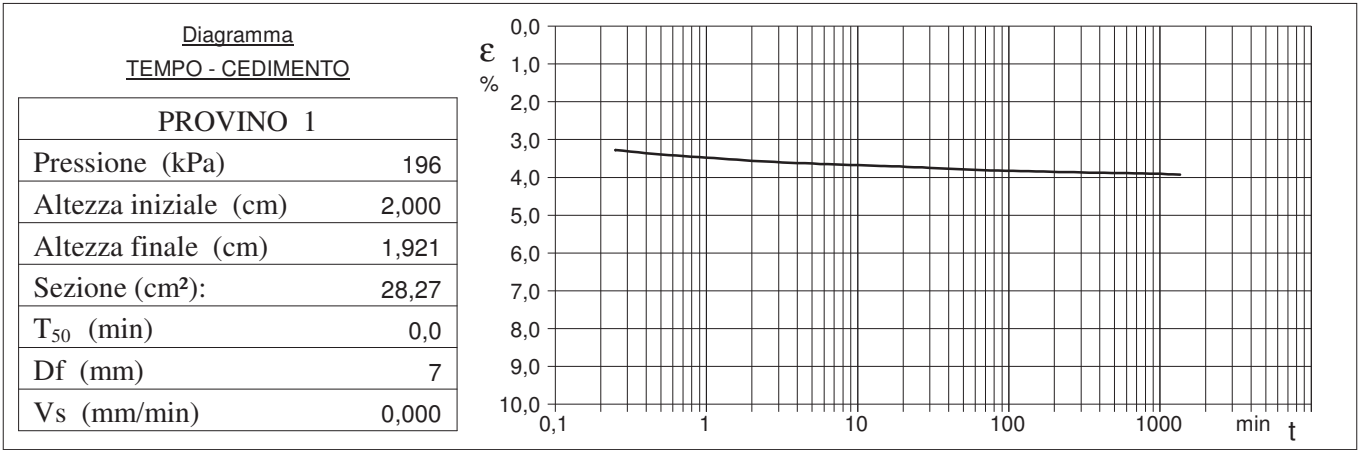


CERTIFICATO DI PROVA N°: 00239	Pagina 3/4	DATA DI EMISSIONE: 24/01/19	Inizio analisi: 22/01/19
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 38 del 21/01/19		Apertura campione: 21/01/19	Fine analisi: 24/01/19

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini			
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - FASE DI CONSOLIDAZIONE

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04



$V_s = \text{Velocità stimata di prova}$
 $D_f = \text{Deformazione a rottura stimata}$
 $t_f = 50 \times T_{50}$
 $V_s = D_f / t_f$

Comune di Figline e Incisa Valdarno Prot. n. 0025761 del 24-06-2022 arrivo Cat. 10-12-3



CERTIFICATO DI PROVA N°: 00239	Pagina 1/4
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 38 del 21/01/19	

DATA DI EMISSIONE: 24/01/19	Inizio analisi: 22/01/19
Apertura campione: 21/01/19	Fine analisi: 24/01/19

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini			
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	196	294	392
Tensione a rottura (kPa):	124	161	204
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95	4,52	6,68
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,19	0,35	0,54
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,6	--- 22,0	--- 21,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,5 23,8	19,0 25,5	19,6 26,5

DIAGRAMMA
Tensione - Pressione verticale

Tipo di prova:	Consolidata - lenta
Velocità di deformazione:	0,010 mm / min
Tempo di consolidazione (ore):	24

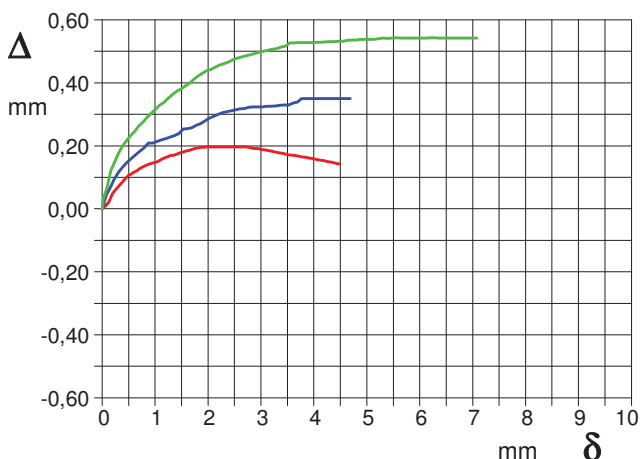
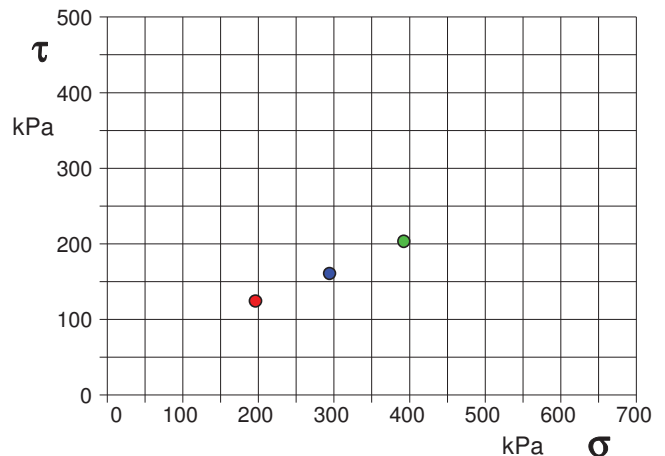


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

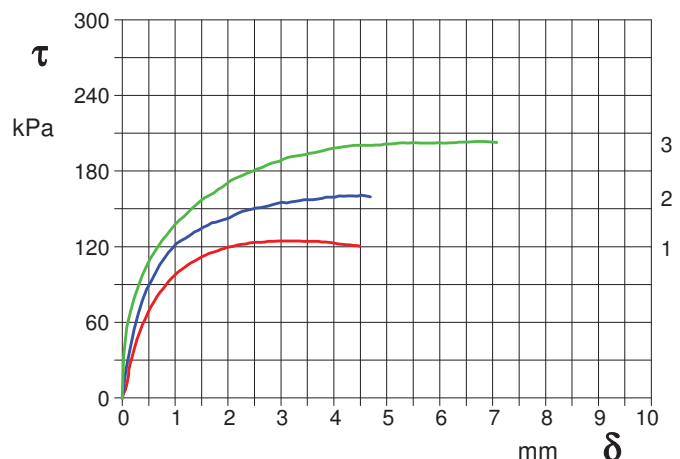


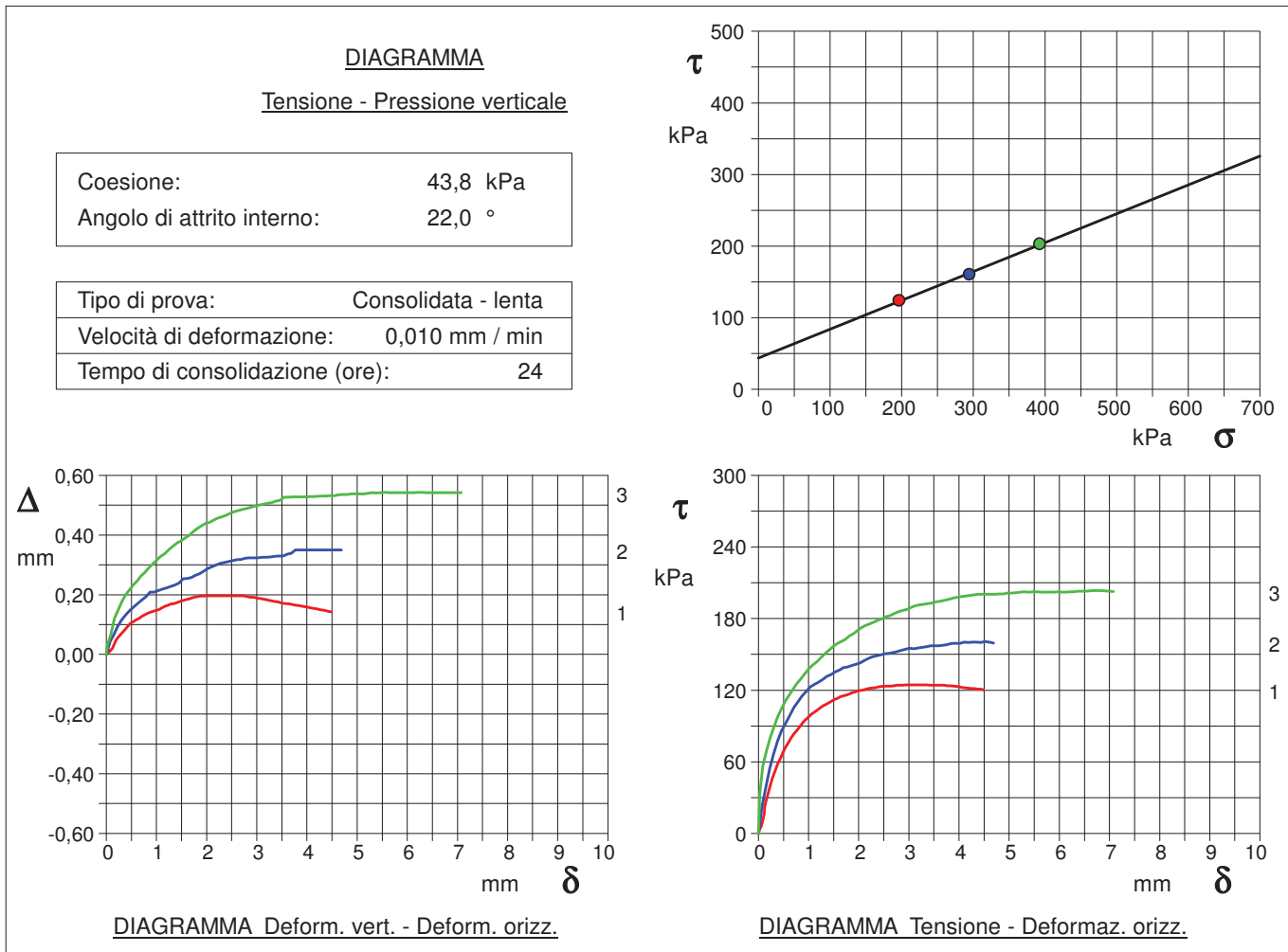
DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

COMMITTENTE: Dott. Geologo Carlo Staderini			
RIFERIMENTO: La Borghetta - Figline-Incisa			
SONDAGGIO: 1	CAMPIONE: 1	PROFONDITA': m	2.5-2.8

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080-04

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	196	294	392
Tensione a rottura (kPa):	124	161	204
Deformazione orizzontale a rottura (mm):	2,95	4,52	6,68
Deformazione verticale a rottura (mm):	0,19	0,35	0,54
Umidità iniziale e umidità finale (%):	--- 23,6	--- 22,0	--- 21,8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18,5 23,8	19,0 25,5	19,6 26,5



ALLEGATO 2

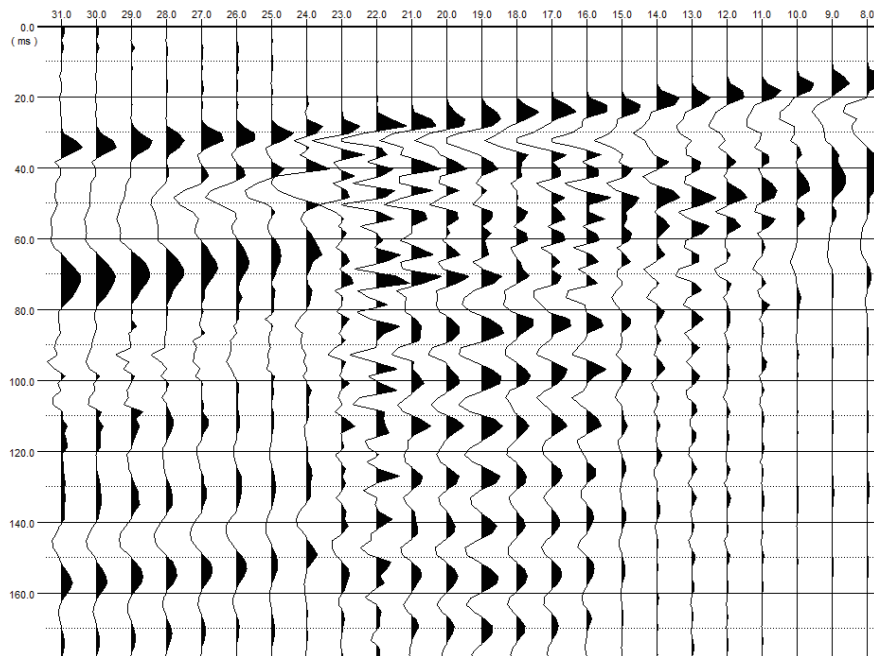
Down Hole

Prospezione Superficiale Sismica a Rifrazione

Indagine MASW

Dott. Geol. Alberto Iotti – n° 1438 - OdG Regione Toscana
Località Castiglioni 56 50068 Rufina (FI)
Tel. 055/8397382 Fax: 055/8397382
C.F. TTI LRT 67 S04 F 704I Part.IVA 02574710964

Comune di Figline e Incisa Valdarno
Località La Borghetta
Indagine Down Hole



Committente:

.....
Bureau Maghraby Italia S.r.l.

FIRENZE, GENNAIO 2019

SOMMARIO

1 - PREMESSA..... 3

2 - PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO 3

 Riconoscimento dei picchi di risonanza **Errore. Il segnalibro non è definito.**

Riconoscimento della Vs 30 e del profilo di appartenenza 7

 ALL. 1 – TABELLA DATI INDAGINE SISMICA DOWNHOLE

 ALL. 2 – GRAFICO VELOCITÀ/PROFONDITÀ.....

 ALL. 3 – GRAFICO TEMPI/PROFONDITÀ.....

1 - PREMESSA

Per incarico della Società Bureau Maghraby Italia S.r.l. è stata eseguita una prova downhole in Località la Borghetta, Comune di Incisa e Figline Valdarno (FI) (Fig. 1).

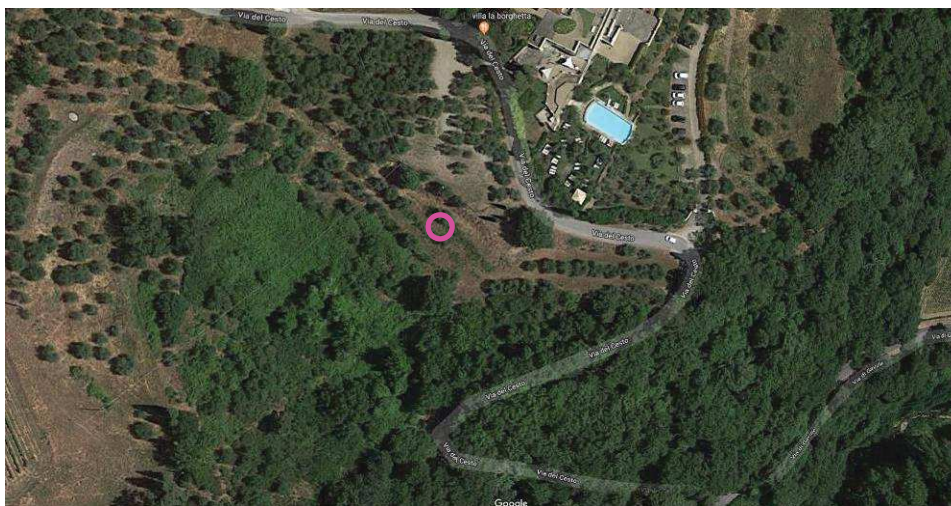


Figura 1 IMMAGINE AEREA DELL'AREA DI STUDIO

2 - PROSPEZIONI SISMICHE IN FORO

Considerando che l'intervento in progetto appartiene alla classe d'indagine n. 4 secondo il D.P.G.R. n. 36/R, per la determinazione della categoria di sottosuolo e delle geometrie sepolte si è fatto ricorso a prove sismiche in foro

Il metodo downhole, il più utilizzato, prevede la sistemazione della sorgente in superficie e la misura delle onde d'arrivo in foro. La sonda, contenente il geofono a 3 componenti (una verticale e due orizzontali disposte ortogonalmente tra di loro), si fissa meccanicamente alle pareti del tubo in PVC all'interno del foro di sondaggio.

Tale tubo in PVC viene preventivamente reso solidale con le pareti del foro a mezzo di cementazione con opportune malte introdotte nell'intercapedine tra le pareti del foro e il tubo stesso.

Tale prospezione viene a determinare i parametri elastici del terreno, utilizzando onde S a polarizzazione orizzontale (SH) e onde P, quale componente delle onde trasmesse con una predisposta piastra di battuta ancorata al terreno mediante sovrapposizione di carico adeguato, e consente di qualificare i suoli nella profondità di investigazione e verificare la situazione stratigrafica tecnica con maggiore dettaglio.

L'apparato impiegato nell'indagine e' consistito in un "geofono" tridimensionale dotato di sensori da 14 Hz, del diametro esterno di mm 48, della lunghezza complessiva di mm 700 della Geostuff, connesso ad un sismografo della Seismic Source DaqLink III.

L'energizzazione e' stata prodotta mediante massa battente di Kg 10 in caduta con movimento rotatorio sulla piastra di battuta. La direzione di impatto è perpendicolare alla direttrice energizzazione/perforo come illustrato nello schema di seguito riportato (Fig. 2).

Una preliminare analisi qualitativa dei dati, opportunamente filtrati mediante contrasto del segnale, attenuazione delle interferenze ed analisi di fase, ha permesso di determinare i tempi di arrivo delle onde prime e seconde ai sensori in foro, in corrispondenza delle successive postazioni di prova, programmate ad intervalli di m 1 da bocca foro con la prima rilevazione a 1.00 m di profondità.

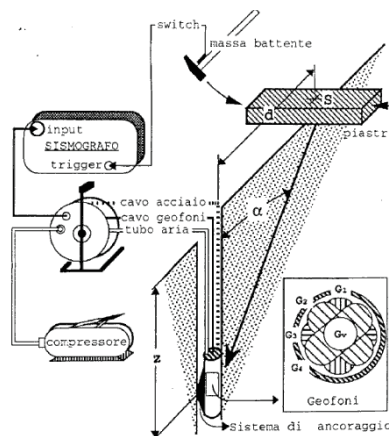


Figura 2 SCHEMA DI ACQUISIZIONE DOWN HOLE

L'indagine sismica in foro ha fornito risultati che collocano i terreni oggetto d'indagine in categoria B del NTC 2018 (Tab. 1).

Questa categoria è stata ricavata, come da normativa, dalla relazione:

$$V_{s_{30}} = 30 / \sum(h_i / V_i)$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo per un totale di N strati presenti nei primi 30 m di profondità.

Prospezione sismica	V_{eq} (m/s)	Categoria Suoli di Fondazione (NTC 2018)
DOWNHOLE	586 (da piano campagna)	B

In allegato sono riportati tutti i dati relativi ai tempi e le velocità ottenuti ad ogni metro dell'indagine.

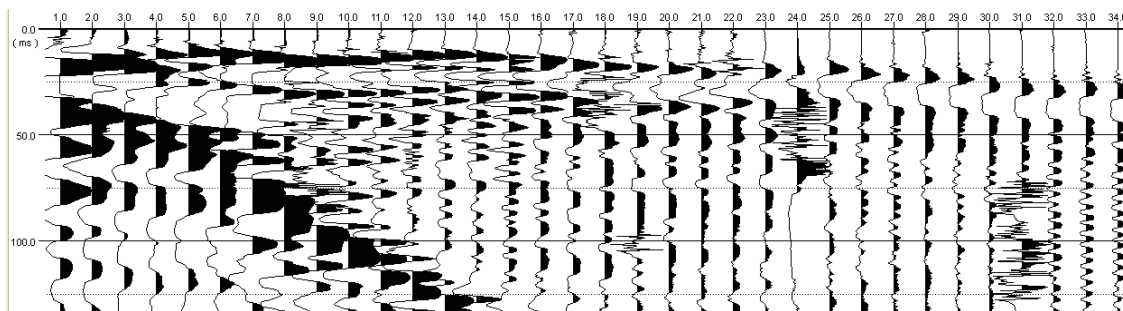


Figura 2 TRACCE ONDE P REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

Dall'indagine sismica effettuata nell'area in esame, è stato possibile derivare i seguenti parametri dinamici, tenendo presente che la densità geofisica può essere calcolata indirettamente in condizioni dinamiche in relazione alla velocità delle onde compressionali P attraverso la relazione

$$\rho = 0.51 \cdot (V_p)^{0.19}$$

- *Modulo di taglio a piccole deformazioni (G_0)*

$$G_0 = \rho \cdot (V_s)^2$$

- *Modulo di elasticità o di Young dinamico*

$$Ed = V_p^2 \cdot \rho \cdot \frac{(1+\nu) \cdot (1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

dove:

V_p = velocità delle onde longitudinali

ν = modulo di Poisson

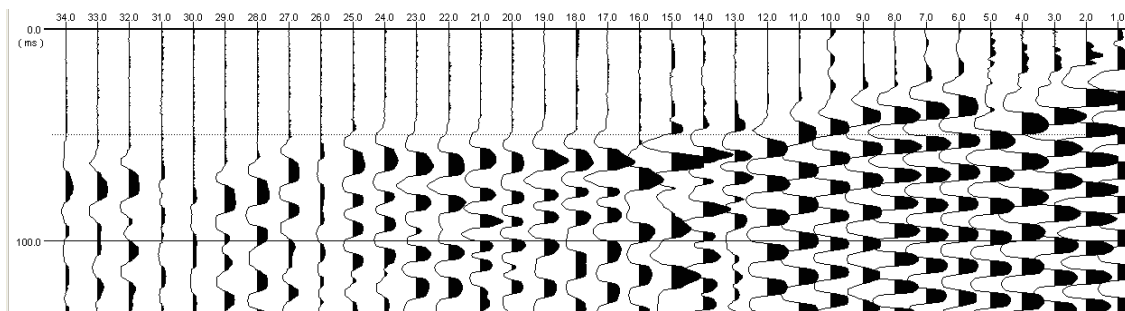


Figura 3 TRACCE ONDE SH REGISTRATE SUL SITO IN ESAME

- Modulo di compressibilità o di bulk dinamico

$$Kd = \frac{2 \cdot G_0 \cdot (1 + \nu)}{3 \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}$$

dove:

G_0 = modulo di taglio

ν = modulo di Poisson

Nella tabella viene inoltre riportato il valore del Modulo di elasticità statico (E_s) che deriva dalla seguente relazione sperimentale di Rzhnevsky e Novik (1971)

$$Edin = 8.3(E_s) + 0.97$$

RICONOSCIMENTO DELLA Vs 30 E DEL PROFILO DI APPARTENENZA

La velocità V_{eq} per il terreno in esame è pari a 586 m/s; per quanto concerne la velocità di propagazione delle onde di taglio è possibile classificare il terreno in esame come **un suolo di categoria B** che prevede velocità delle onde V_s maggiori di comprese tra 360 e 800 m/s nello spessore compreso tra il piano campagna ed il substrato sismico.



Dott. Alberto Iotti n° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana

strato	prof. (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	v	ρ (kg/m3)	G0 (kg/cm2)	Ed (kg/cm2)	Kd (kg/cm2)	Es (kg/cm2)	R (t/s*m2)
h1	1	800	350	0.38	1816.17	2225	6148	8657	740.6	636
h2	2	802	370	0.37	1817.25	2485	6784	8390	817.3	672
h3	3	825	355	0.39	1826.91	2302	6383	9371	769.0	649
h4	4	912	363	0.41	1862.13	2451	6893	12235	830.4	676
h5	5	909	373	0.40	1860.90	2591	7248	11931	873.1	694
h6	6	1027	385	0.42	1904.44	2828	8020	16316	966.1	734
h7	7	997	391	0.41	1893.76	2893	8152	14969	982.1	740
h8	8	1458	406	0.46	2035.66	3348	9763	38832	1176.2	826
h9	9	2168	441	0.48	2194.85	4263	12604	97439	1518.4	967
h10	10	1868	569	0.45	2133.75	6898	19989	65282	2408.1	1213
h11	11	2254	621	0.46	2211.29	8524	24873	101021	2996.6	1373
h12	12	1758	617	0.43	2109.32	8028	22958	54516	2765.9	1301
h13	13	1901	624	0.44	2140.74	8328	23980	66235	2889.1	1335
h14	14	2607	626	0.47	2273.15	8915	26199	142576	3156.4	1424
h15	15	2701	648	0.47	2288.57	9607	28234	154165	3401.6	1483
h16	16	2681	642	0.47	2285.32	9422	27694	151704	3336.5	1467
h17	17	2315	632	0.46	2222.48	8881	25927	107276	3123.6	1405
h18	18	2668	638	0.47	2283.17	9284	27290	150117	3287.8	1456
h19	19	2379	649	0.46	2234.04	9411	27476	113911	3310.2	1450
h20	20	2741	654	0.47	2294.95	9829	28892	159317	3480.8	1502
h21	21	2431	663	0.46	2243.18	9852	28765	119414	3465.6	1487
h22	22	2800	668	0.47	2304.28	10283	30227	166963	3641.7	1539
h23	23	2467	672	0.46	2249.47	10167	29684	123341	3576.3	1512
h24	24	2555	696	0.46	2264.58	10980	32058	133240	3862.3	1577
h25	25	2322	701	0.45	2223.82	10913	31647	105398	3812.8	1558
h26	26	2743	747	0.46	2295.29	12820	37431	155628	4509.7	1715
h27	27	3149	751	0.47	2356.29	13274	39022	215991	4701.3	1769
h28	28	2394	784	0.44	2236.67	13731	39545	109878	4764.3	1752
h29	29	2655	801	0.45	2281.02	14620	42398	141244	5108.0	1826
h30	30	3111	847	0.46	2350.89	16883	49298	205073	5939.3	1992
h31	30	2711	887	0.44	2290.21	18034	51938	144314	6257.5	2032
h32	30	2979	899	0.45	2331.60	18823	54587	181869	6576.6	2095
h33	30	3315	903	0.46	2379.31	19387	56608	235548	6820.1	2148
h34	30	3799	905	0.47	2441.76	19991	58771	325705	7080.7	2209

Figura 4 - TABELLA RIASSUNTIVA PARAMETRI DINAMICI.

					Sondaggio Sismico Down-Hole		
Data: 25/01/19		Down-Hole: DH1		Profondità: (m) 34			
Sondaggio : S1				Distanza foro sorgente (onde P): 1.6			
Quota :				Distanza foro sorgente (onde S): 1.6			
C o m m i t t e r Dott. Carlo Staderini				Acqua nel foro (m da p.c.): n.p.			
R i f e r i m e n t o :				V s e q da p.c. (m/s) 586			
L o c a l i t à : B o r g h e t t a							
Profondità	Tempi misurati onde P	Tempi misurati onde S	Tempi corretti onde P	Tempi corretti onde S	Velocità intervallo onde P	Velocità intervallo onde S	Coeff. Poisson
m	ms	ms	ms	ms	m/s	m/s	
1	1.19	2.70	0.63	1.43	800	350	0.38
2	2.40	5.29	1.87	4.13	802	370	0.37
3	3.50	7.88	3.09	6.95	825	355	0.39
4	4.50	10.45	4.18	9.71	912	363	0.41
5	5.55	13.01	5.28	12.39	909	373	0.40
6	6.47	15.51	6.26	14.98	1027	385	0.42
7	7.45	17.99	7.26	17.54	997	391	0.41
8	8.10	20.40	7.94	20.01	1458	406	0.46
9	8.54	22.62	8.41	22.28	2168	441	0.48
10	9.05	24.34	8.94	24.03	1868	569	0.45
11	9.48	25.91	9.38	25.64	2254	621	0.46
12	10.04	27.51	9.95	27.27	1758	617	0.43
13	10.56	29.09	10.48	28.87	1901	624	0.44
14	10.93	30.66	10.86	30.47	2607	626	0.47
15	11.30	32.19	11.23	32.01	2701	648	0.47
16	11.66	33.73	11.61	33.57	2681	642	0.47
17	12.09	35.30	12.04	35.15	2315	632	0.46
18	12.46	36.86	12.41	36.72	2668	638	0.47
19	12.88	38.39	12.83	38.26	2379	649	0.46
20	13.24	39.91	13.20	39.79	2741	654	0.47
21	13.65	41.41	13.61	41.29	2431	663	0.46
22	14.00	42.90	13.97	42.79	2800	668	0.47
23	14.41	44.39	14.37	44.28	2467	672	0.46
24	14.80	45.82	14.76	45.72	2555	696	0.46
25	15.23	47.24	15.19	47.14	2322	701	0.45
26	15.59	48.57	15.56	48.48	2743	747	0.46
27	15.90	49.90	15.88	49.81	3149	751	0.47
28	16.32	51.17	16.29	51.09	2394	784	0.44
29	16.70	52.42	16.67	52.34	2655	801	0.45
30	17.02	53.59	16.99	53.52	3111	847	0.46
31	17.38	54.72	17.36	54.65	2711	887	0.44
32	17.72	55.83	17.70	55.76	2979	899	0.45
33	18.02	56.93	18.00	56.87	3315	903	0.46
34	18.28	58.04	18.26	57.97	3799	905	0.47

Dott. Alberto Iotti – Geologo – Loc. Castiglioni 5650068 Rufina (FI)
Tel/Fax 055 8397218 - C. Fisc TTI LRT 67504 F704I - Part. IVA 02574710964 - e-mail: albertoiotti.ai@gmail.com

Tabella Riassuntiva

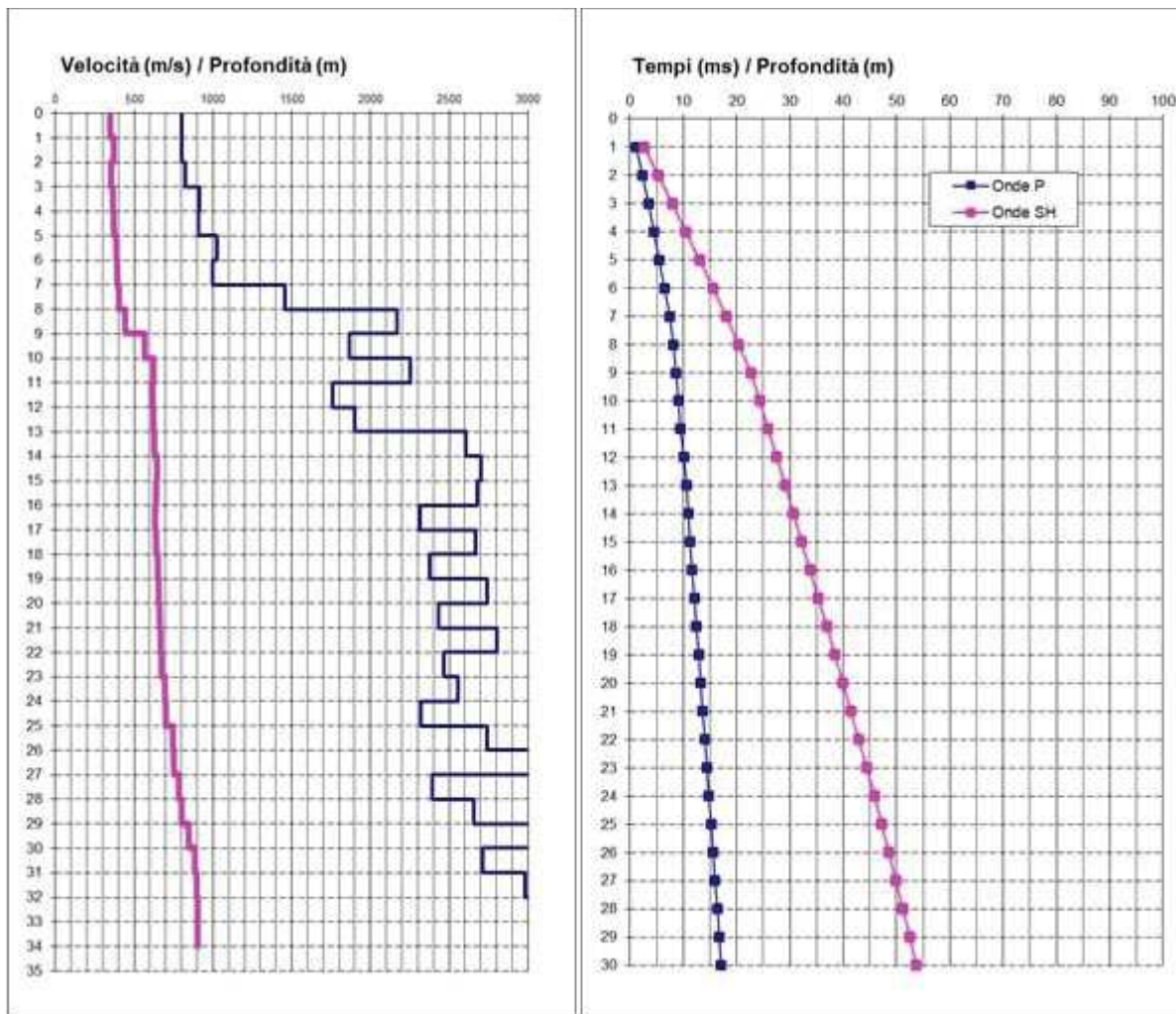


Grafico velocità (m/s) – profondità (m)

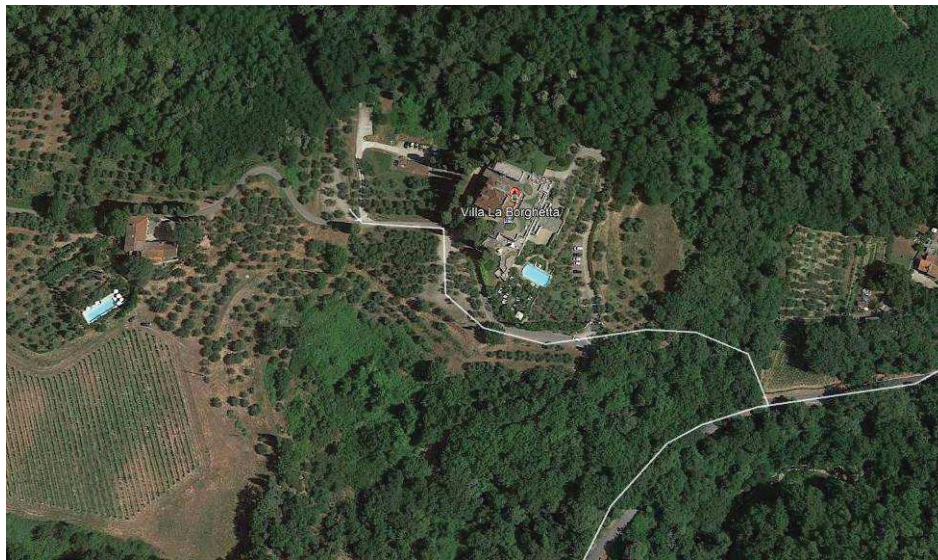
IBT Prospezioni S.a.s. di Alberto Iotti

C.F. P.IVA 06802820487

Località Castiglioni 56 Rufina Firenze

Cel 3485844183 e-mail albertoiotti.ai@gmail.com

**Comune di Figline e Incisa Valdarno(FI)
Località La Borghetta
Sismica a rifrazione – Indagine MASW**



Committente:

.....
Bureau Maghraby S.r.l.

FIRENZE, DICEMBRE 2018

1.1 Premessa

Su incarico della Società Bureau Maghraby Italia S.r.l. è stata condotta una campagna di indagini sismiche a rifrazione per individuare l'andamento dei principali rifrattori. Sono stati eseguiti uno stendimento di sismica a rifrazione in onde P, un'analisi tipo MASW per la valutazione della categoria di suolo ai sensi delle NTC 2018. È stata inoltre eseguita una misura HVSR per valutare la presenza di picchi di risonanza legati al contrasto di impedenza sismica.

Le indagini sismiche costituiscono un metodo indiretto per la stima di parametri meccanici e geometrici del sottosuolo, le valutazioni conseguenti possono dare un'idea di queste quantità ma non costituiscono una misura certa di questi valori.

Di seguito sono riportati i risultati delle indagini eseguite.

1.1.1 Ubicazione dell'area in esame

La figura 1 Riporta l'ubicazione del punto di misura L'area si trova nel Comune di Figline e Incisa Valdarno località La Borghetta.



Figura 1 – Ubicazione delle indagini eseguite

2 Sismica a rifrazione

Le onde elastiche provocate da una vibrazione si trasmettono nel suolo con velocità differenti per ogni litotipo. Nella prospezione sismica a rifrazione, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P) e o trasversali (onde S), Le prime sono più veloci fra le diverse onde elastiche entrambe possono essere utilizzate per determinare spessori e andamento dei livelli presenti.

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o trasversale nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza, maglio o esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione fino agli apparecchi di ricezione (*geofoni*) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (*Legge di Snell*). La rifrazione si verifica in corrispondenza delle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni è costituita da una serie di ricevitori (*geofoni*) diversi per tipologia a seconda che si vogliano misurare le onde P o S che vengono spaziate lungo un determinato allineamento (stendimento) e da un cronografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono. Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (*dromocrona*) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p e/o V_s) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo presenta ampie variazioni; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di *ismo* strati; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali (onde P), diversamente da quelle trasversali (onde S) che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione.

Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali (ad esempio roccia fortemente fratturata e materiale detritico saturo con velocità V_p dell'ordine di 1400÷1700 m/sec), per cui non necessariamente l'interpretazione *ismo* stratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

Il metodo sismico a rifrazione è soggetto inoltre alle seguenti limitazioni:

- un livello può essere evidenziato soltanto se la velocità di trasmissione delle onde longitudinali in esso risulta superiore a quella dei livelli soprastanti (effetto della inversione di velocità);
- un livello di spessore limitato rispetto al passo dei geofoni e alla sua profondità può non risultare rilevabile;
- un livello di velocità intermedia compreso tra uno strato sovrastante a velocità minore ed uno sottostante a velocità sensibilmente maggiore può non risultare rilevabile perché mascherato dagli “arrivi” dallo strato sottostante (effetto dello strato nascosto e “zona oscura”);
- aumentando la spaziatura tra i geofoni aumenta la profondità di investigazione, ma può ovviamente ridursi la precisione nella determinazione della profondità dei limiti di passaggio tra i diversi livelli individuati. In presenza di successioni di livelli con velocità (crescenti) di poco differenti tra loro, orizzonti a velocità intermedia con potenza sino anche ad 1/3 del passo adottato possono non essere evidenziati. Il limite tra due orizzonti può quindi in realtà passare “attraverso” un terzo intermedio non evidenziabile;
- analogamente, incrementi gradualmente di velocità con la profondità danno origine a dromocroni che consentono più schemi interpretativi. Il possibile errore può essere più contenuto potendo disporre di sondaggi di taratura e “cercando” sulle dromocroni delle basi sismiche i livelli che abbiano velocità il più possibile simili a quelle ottenute con le tarature.

Per contro i moderni metodi di elaborazione del dato sismico, come il *Generalized Reciprocal Method* (GRM: PALMER, 2001), consentono di ricostruire la morfologia sepolta di più rifrattori sovrapposti, variamente “accidentati” e con velocità variabili lungo il profilo, anche in presenza di morfologie di superficie non piane: la buona precisione raggiungibile, specie se si dispone di sondaggi di taratura, consente talora di elevare la prospezione sismica da semplice valutazione qualitativa a valido supporto quantitativo dell’indagine geognostica. In particolare nel caso in esame viene proposta una interpretazione di tipo tomografico ottenuta mediante l’impiego del software RAY-FRACT.

2.1 Sistema di acquisizione

L’acquisizione dei dati in campagna è stata eseguita utilizzando un sistema composto dalle seguenti parti:

- sismografo: Daq Link III, 24 canali, 24 bit

- sorgente energizzante: cannone e/o mazza 20kg
- trigger: innesco a molla
- apparecchiatura di ricezione: 24 geofoni orizzontali con frequenza propria di 4.5 e 10 Hz.

2.2 I risultati nell'aera in esame

Le caratteristiche della geometria dello stendimento sono riassunte in Tabella 1.

Stendimento	Lunghezza	N° Shot	Onde	N° geofoni
St1 N-S	100	5	P - MASW	24

Tabella 1 - Geometria dello stendimento.

L'indagine sismica ha permesso di valutare la presenza di diversi orizzonti rifrattori e l'elaborazione tomografica ha permesso di valutare la presenza di variazioni di velocità di propagazione delle onde S all'interno di uno stesso orizzonte.

2.2.1 Stendimento St1 onde P

Questo stendimento si allunga lungo l'area con orientazione circa NW-SE. La Figura 2 riporta le dromocrone relative ai primi arrivi per questo stendimento.

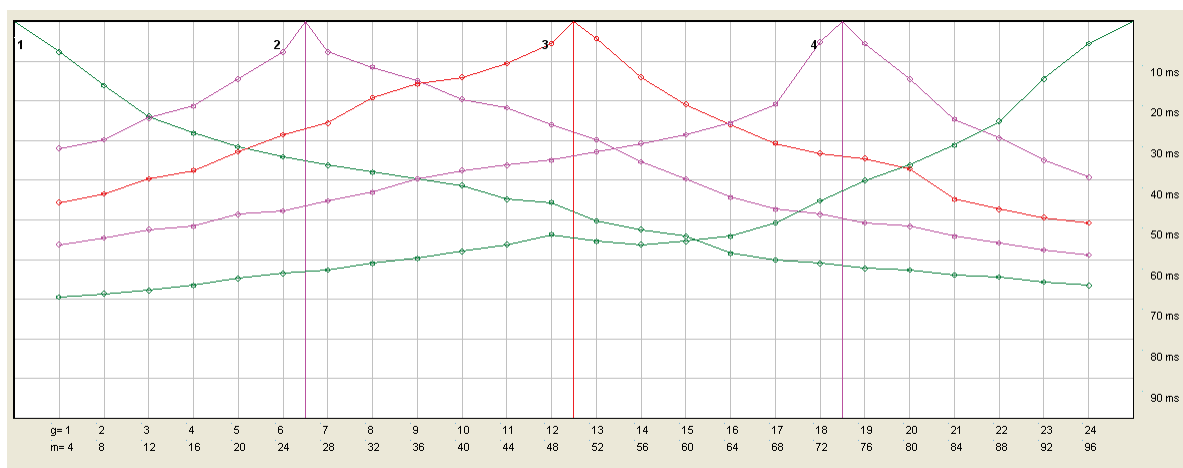


Figura 2 - Dromocrone stendimento St1 onde p.

È possibile riconoscere tre orizzonti un primo orizzonte con velocità di propagazione delle onde p fino a 600-800 m/s con spessore massimo variabile da 1 a 6 m interpretabile come depositi copertura

alterazione allentati, un secondo orizzonte con velocità delle onde p fino a 1500 m/s con spessore massimo investigato di circa 8-10 m, interpretato come roccia-substrato alterato, al di sotto si hanno velocità maggiori legate ad un rifrattore interpretabile come roccia substrato non alterato.

La Figura 3 riporta l'interpretazione e tomografica per lo stendimento 1

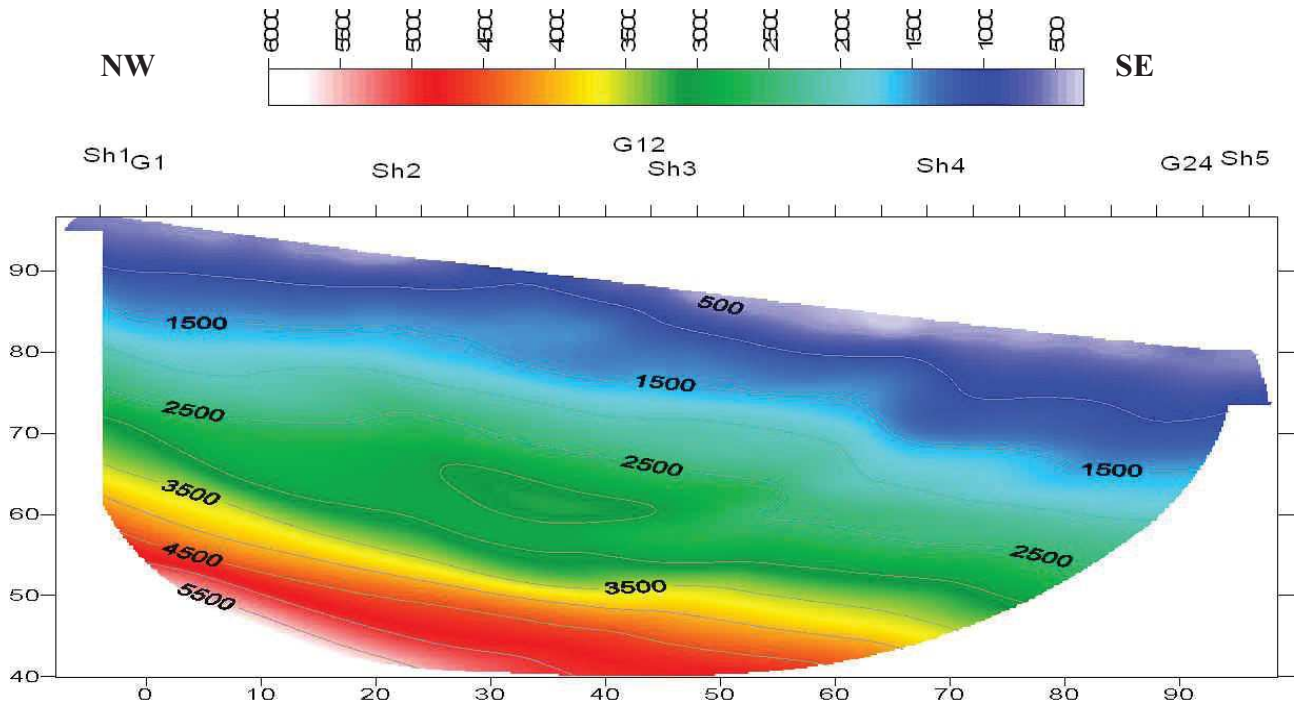


Figura 3 - Tomografia stendimento 1 onde p (distanze e profondità in m).

3 Indagine MASW

Sulla linea di stendimento si è proceduto ad una acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30.

3.1 Indagine MASW

È stato eseguito uno stendimento per l'acquisizione dei dati da sottoporre ad una elaborazione MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) per la valutazione dell'andamento della velocità delle onde di taglio nei primi 30 m Vs30. È stato impiegato il metodo *attivo* che consente in genere di ottenere una velocità di fase (quindi una curva di dispersione) sperimentale apparente nell'intervallo di frequenza compreso tra 5 e 70 Hz che da quindi informazioni sulla fascia più superficiale di terreno.

Le fasi del procedimento applicato prevedono:

- calcolo della velocità di fase e ricostruzione della curva di dispersione
- calcolo della velocità di fase apparente numerica
- individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali vs per interazione e confronto con i dati sperimentali fino ad una sovrapposizione ottimale
- calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità
- Riconoscimento della categoria sismica del suolo secondo la normativa sismica OPCM 3274 e le NTC 2018.

3.1.1 Acquisizione dei dati

I dati sono stati acquisiti con un sismografo Daq LinkIII 24 bit 24 canali lungo una linea sismica con interasse geofonico pari a 2 m intervallo di campionamento di 2 ms e finestra di campionamento pari a 2 s. La Figura 4 riporta le tracce registrate dei dati acquisiti.

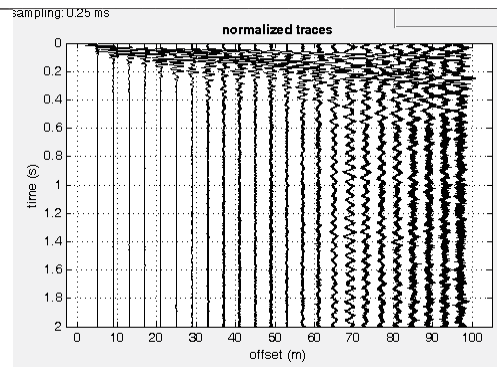


Figura 4 - Tracce dei dati acquisiti

3.1.2 Ricostruzione della curva di dispersione

A partire dalla rappresentazione delle velocità verticali dell'intero campo di moto nel dominio frequenza numero d'onda (Figura 5) viene estratta la curva di dispersione apparente sperimentale nell'intervallo di frequenza compreso tra 2 e 70 Hz che come detto caratterizza gli strati più superficiali (30 m).

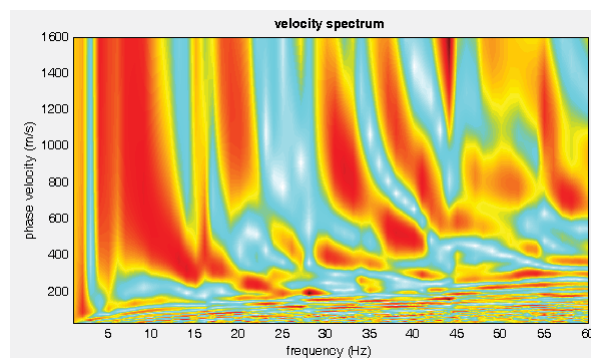


Figura 5 - Spettro delle velocità dell'intero campo di moto

3.1.3 Confronto tra la curva sperimentale e quelle calcolata

Una volta ricostruita e discretizzata la curva di dispersione sperimentale ne viene generata una calcolata e sovrapposta a quella sperimentale modificando la curva calcolata fino ad avere una buona sovrapposizione con quella sperimentale (Figura 6).

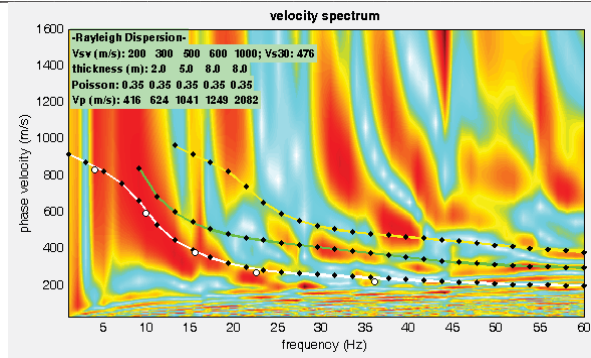


Figura 6 - Confronto tra la curva sperimentale e quella calcolata

È a questo punto possibile passare a definire un profilo di velocità del substrato sul quale calcolare la Vs 30 (Figura 7).

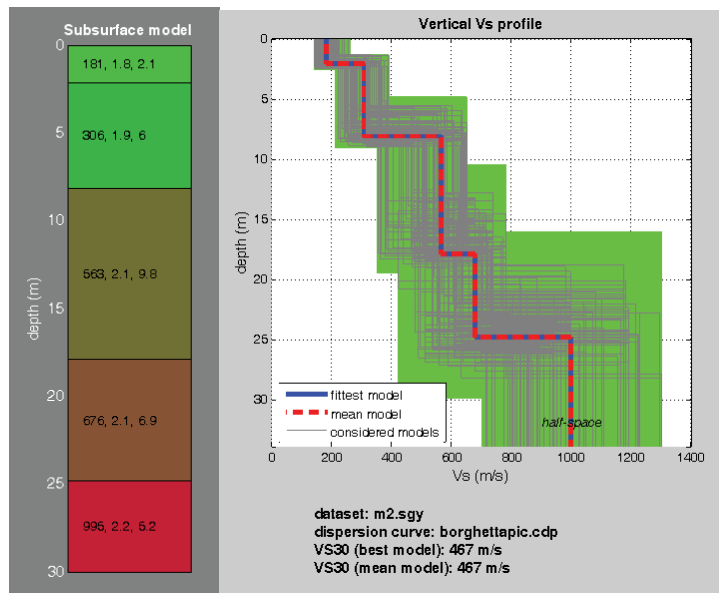


Figura 7 – Andamento della velocità Vs con la profondità

4 Misure HVSR – picchi di risonanza

4.1 Misura HVSR

Il rumore sismico ambientale è conosciuto anche con il termine microtremore, dato che si manifesta con oscillazioni di piccola ampiezza (1~10 μm) e nettamente inferiori rispetto a quelle presenti nel campo prossimo all'epicentro di un terremoto. È costituito in piccola parte da onde di volume (P o S) e per lo più da onde superficiali (in particolare onde di Rayleigh) prodotte da interferenza delle prime e con velocità prossime alle onde S. La sua permanente presenza sull'intera superficie terrestre è dovuta a fenomeni atmosferici, ad attività antropica, ad attività dinamica terrestre.

L'acquisizione dei microtremori viene effettuata con strumenti a metodologia passiva, in quanto agiscono direttamente come sorgente di eccitazione e non richiedono pertanto l'utilizzo di battute o esplosioni classiche della sismica attiva.

La tecnica maggiormente sfruttata per lo studio dei microtremori è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale e conosciuta come HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio). È opinione accettata in letteratura che le singole componenti del rumore ambientale possono presentare ampie variazioni in funzione dei disturbi naturali ed antropici, mentre il rapporto delle componenti orizzontali e della componente verticale tende a rimanere costante conservando così il picco della frequenza di risonanza fondamentale. Le registrazioni dei microtremori sono un supporto per ricavare indicazioni in merito alle variazioni litostratigrafiche e per la determinazione della velocità delle onde di taglio, in considerazione di ciò sono utilizzate anche per il calcolo del parametro V_e (NTC 2018).

La figura 8 riporta un'immagine relativa ai dati registrati per le tre componenti di misura nei due punti di indagine.

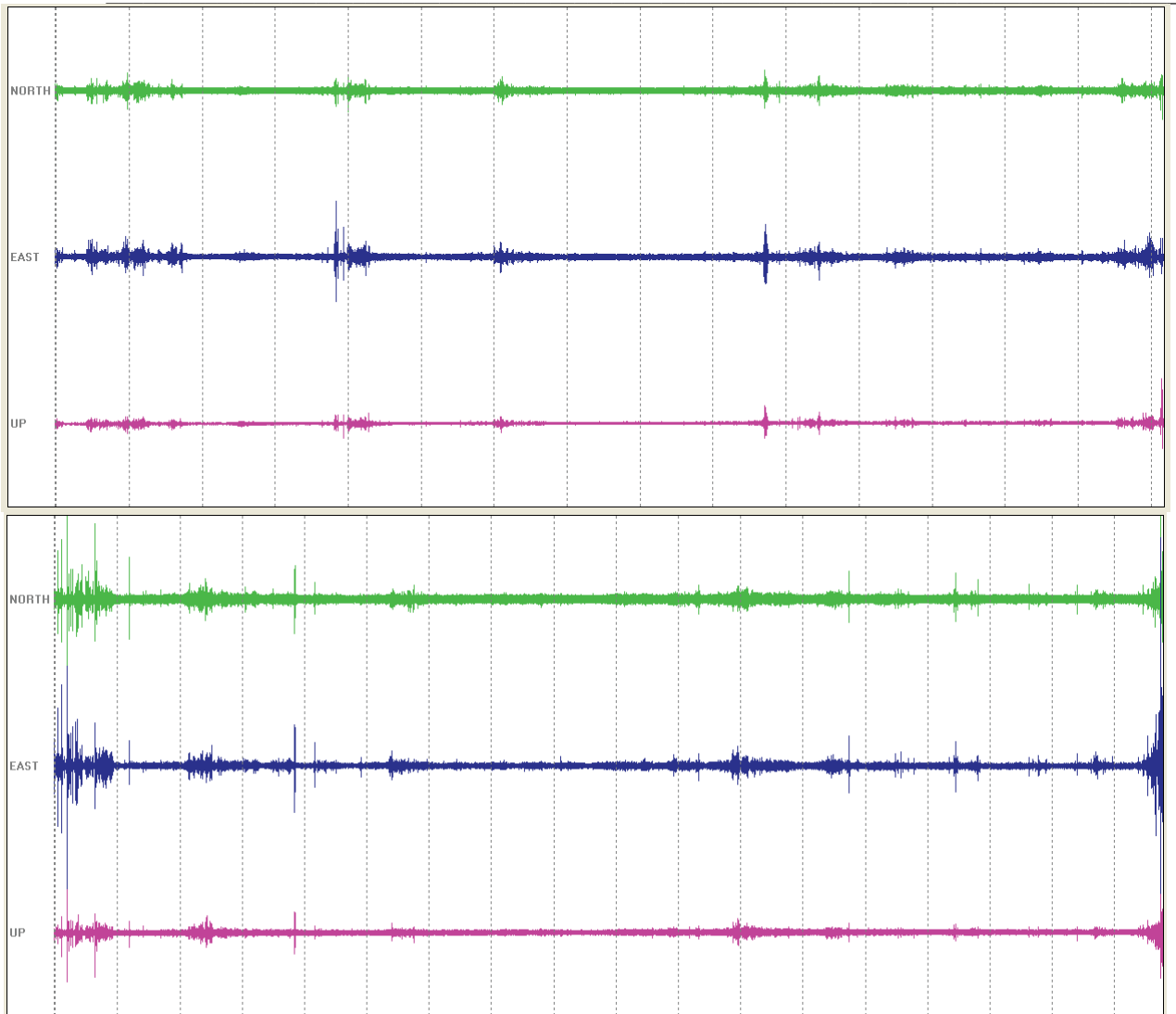


Fig. 8 - Andamento delle registrazioni delle tre componenti di microtremore nei punti di misura

Da segnale misurato è possibile per ogni componente ottenete lo spettro di risposta frequenza contro velocità su frequenza sintetizzato per le tre componenti nella figura 9

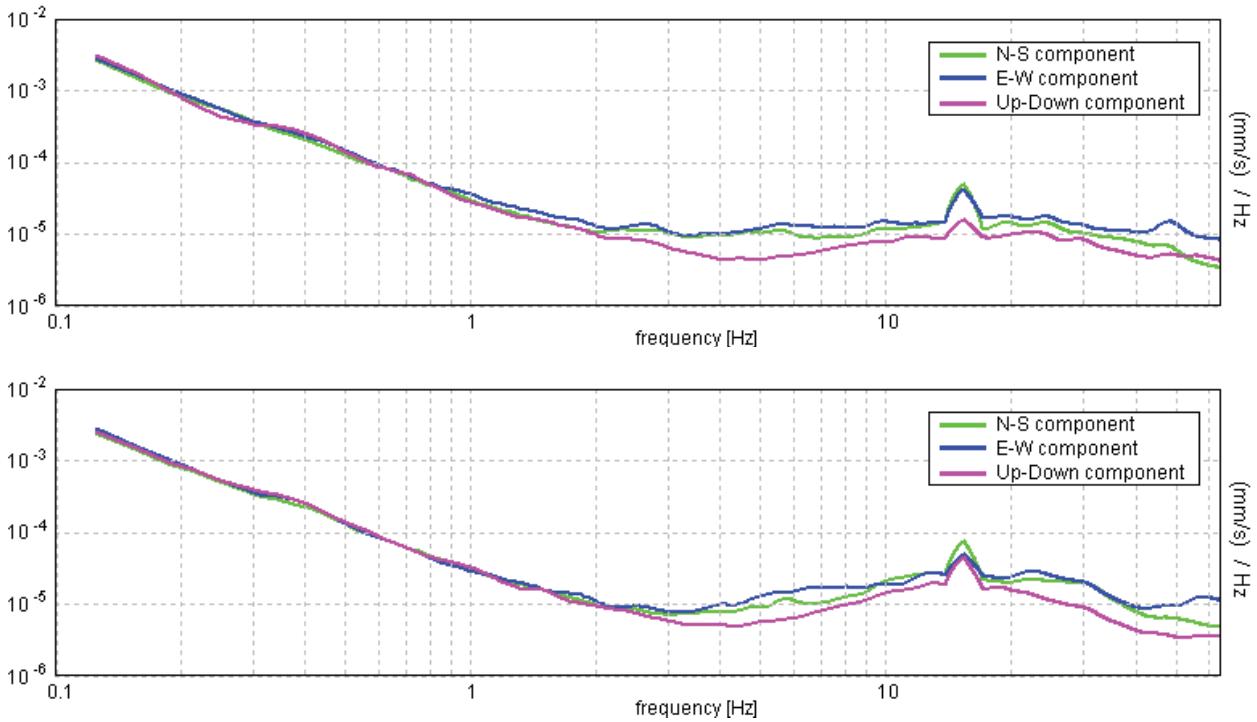


Fig. 9 - Andamento degli spettri $f-v/f$ nelle tre componenti nei punti di misura e cumulata

Dall'analisi degli spettri è possibile ottenere per le varie frequenze il rapporto H/V che indica la presenza di fenomeni di risonanza (figura 11). L'analisi del rapporto deve considerare la direzionalità del picco. Un picco strutturale e non influenzato ad esempio da una sorgente esterna si mostrerà costante nelle diverse direzioni. La figura 10 mostra il valore del rapporto H/V in un diagramma Azimuth-Frequenza. La presenza di un picco costante nelle varie direzioni si manifesta con una linea orizzontale continua, una fascia stretta indica una frequenza precisa di risonanza, una fascia di colore più alta indica una dispersione nel valore della frequenza.

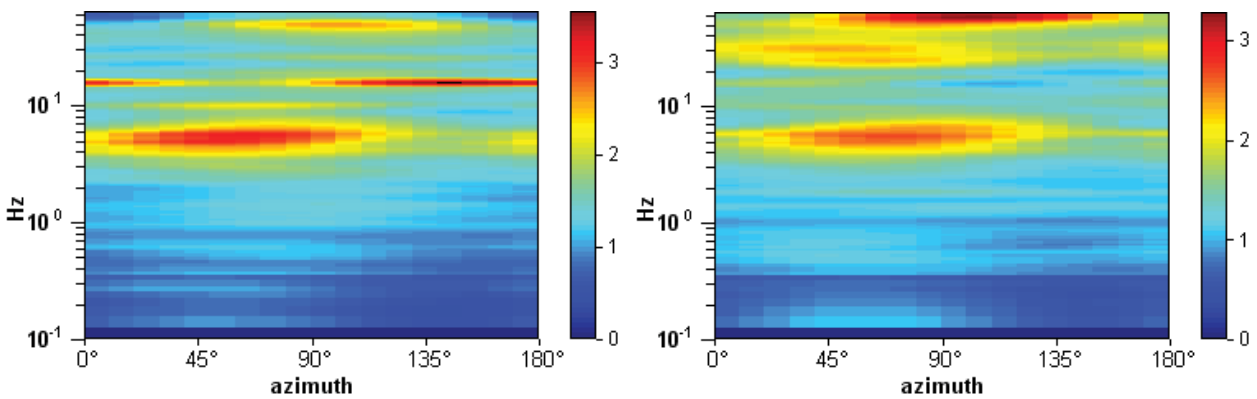


Fig. 10 - Andamento del rapporto H/V in un diagramma Azimuth – Frequenza misure nei punti di esame

La figura 11 riporta L'andamento del rapporto H/V in funzione della Frequenza.

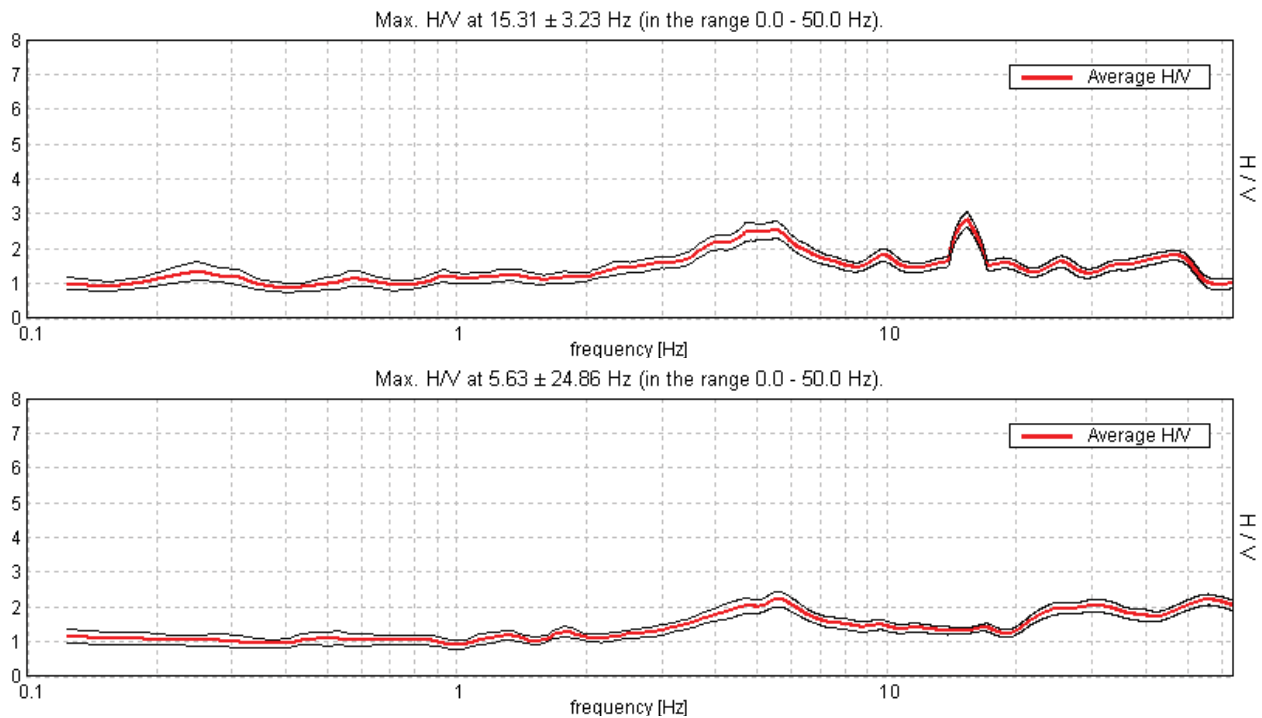


Fig. 11 – Andamento del rapporto H/V alle varie frequenze nei punti di misura.

Nelle curve Frequenza-Ampiezza si nota, nelle frequenze di interesse, nella misura 1 un picco con frequenza 5.02 e ampiezza 2.47 e nella misura 2 un picco con frequenza 5.59 e ampiezza 2.22.

4.1.1 Riconoscimento della V_e (NTC 2018) e del profilo di appartenenza

In base a quanto definito nelle NTC 2018 la categoria di suolo deve essere definita in funzione della velocità equivalente calcolata secondo l'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- h_i spessore dell' i -esimo strato;
- $V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

La tabella 3 riporta le categorie di suolo come definite nelle NTC 2018.

Categoria	Caratteristiche della stratigrafia
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3 - Categorie di suolo NTC 2018

La velocità V_e per il terreno in esame è pari a 410 riconducibile ad un suolo di categoria B.

Firenze dicembre '18

Dott. Alberto Iotti

N° 1438 Ordine dei Geologi della Regione Toscana

ALLEGATO 3
Prove penetrometriche

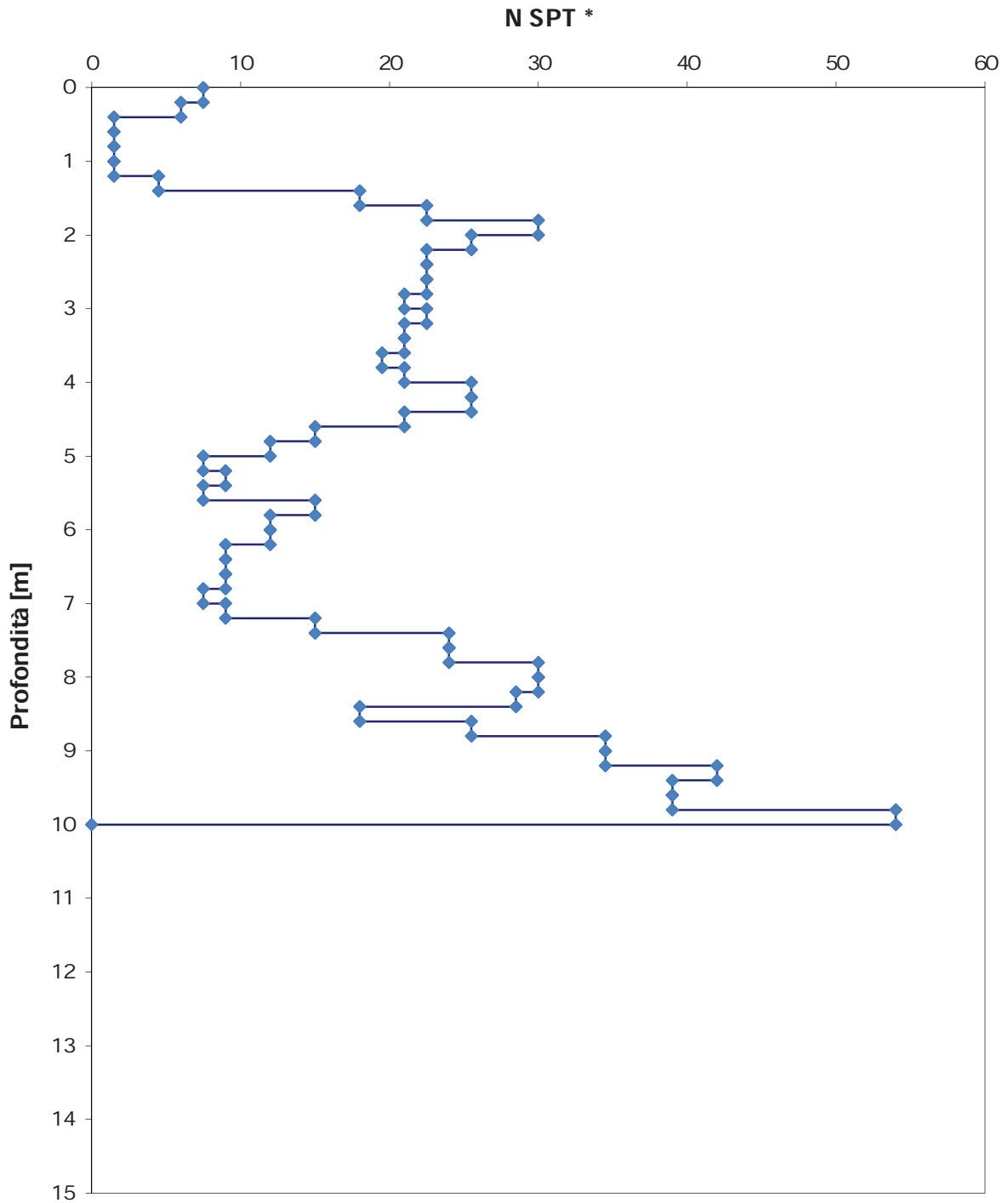


Alberto Iotti Geologo
Tel - 0558397218 - 3485844183
Località Castglioni 56 Rufina Firenze 50068
e-mail albertoiotti@virgilio.it

Prova Penetrometrica dinamica 1

Resistenza alla penetrazione [N spt] - Profondità [m]

Committente	Bureau Maghraby Italia S.r.l.	Data	4/2/19
località	Figline Valdarno	Certificato n°	0
Intervento	La Borghetta		





Prova Penetrometrica dinamica

2

Diametro punta 51 mm angolo apicale 60°

Committente

Bureau Maghraby Italia S.r.l.

Peso maglio 63.5 kg

località

Figline Valdarno

Altezza di caduta 75 cm

Intervento

La Borghetta

Data

04/02/2019

Certificato n°

Parametri geotecnici

Strumentazione impiegata - Penetrometro Pagani TG 63/200

Correl. SPT 1.5

Livello freatico (m) da p.c.

n fattore di cor. 0.5

Gamma 0.18

Camp.

|N SPI*

|Depth

|Sigma

|Cn

|N SPI

|Dr%

|1

|2

|φ

|3

|4

|a

|b

|c

	N SPI*	Depth	Sigma	Cn	N SPI	Dr%	1	2	φ	3	4	a	b	c
1	1.5	0.2	0.04	1.99	3.0	12.10	39.2	36.2	32.9	29.93	0.4	0.3	0.2	
2	3	0.4	0.07	1.99	6.0	23.23	40.0	37.3	34.2	31.44	0.8	0.6	0.4	
1	1.5	0.6	0.11	1.99	3.0	12.10	39.2	36.2	32.9	29.93	0.4	0.3	0.2	
2	3	0.8	0.14	1.99	6.0	23.23	40.0	37.3	34.2	31.44	0.8	0.6	0.4	
2	3	1	0.18	1.99	6.0	23.23	40.0	37.3	34.2	31.44	0.8	0.6	0.4	
1	1.5	1.2	0.22	1.99	3.0	12.10	39.2	36.2	32.9	29.93	0.4	0.3	0.2	
1	1.5	1.4	0.25	1.99	3.0	12.10	39.2	36.2	32.9	29.93	0.4	0.3	0.2	
4	6	1.6	0.29	1.86	11.2	37.96	41.1	38.8	35.9	33.42	1.4	1.1	0.8	
5	7.5	1.8	0.32	1.76	13.2	42.25	41.5	39.2	36.4	34.00	1.7	1.3	0.9	
5	7.5	2	0.36	1.67	12.5	40.87	41.4	39.1	36.2	33.82	1.6	1.3	0.9	
7	10.5	2.2	0.40	1.59	16.7	48.34	41.9	39.8	37.1	34.83	2.1	1.7	1.1	
8	12	2.4	0.43	1.52	18.3	50.56	42.1	40.1	37.3	35.13	2.3	1.9	1.2	
7	10.5	2.6	0.47	1.46	15.3	46.21	41.8	39.6	36.8	34.54	1.9	1.6	1.0	
7	10.5	2.8	0.50	1.41	14.8	45.26	41.7	39.5	36.7	34.41	1.9	1.5	1.0	
5	7.5	3	0.54	1.36	10.2	35.62	41.0	38.6	35.6	33.11	1.3	1.0	0.7	
6	9	3.2	0.58	1.32	11.9	39.49	41.3	38.9	36.0	33.63	1.5	1.2	0.8	
5	7.5	3.4	0.61	1.28	9.6	34.04	40.9	38.4	35.4	32.89	1.2	1.0	0.7	
5	7.5	3.6	0.65	1.24	9.3	33.32	40.8	38.3	35.3	32.80	1.2	1.0	0.6	
4	6	3.8	0.68	1.21	7.3	27.38	40.4	37.7	34.6	32.00	0.9	0.7	0.5	
3	4.5	4	0.72	1.18	5.3	20.91	39.9	37.1	33.9	31.12	0.7	0.5	0.4	
4	6	4.2	0.76	1.15	6.9	26.27	40.3	37.6	34.5	31.85	0.9	0.7	0.5	
5	7.5	4.4	0.79	1.12	8.4	30.87	40.6	38.1	35.0	32.47	1.1	0.9	0.6	
4	6	4.6	0.83	1.10	6.6	25.28	40.2	37.5	34.4	31.71	0.8	0.7	0.4	
4	6	4.8	0.86	1.08	6.5	24.83	40.2	37.5	34.4	31.65	0.8	0.7	0.4	
4	6	5	0.90	1.05	6.3	24.40	40.1	37.4	34.3	31.59	0.8	0.6	0.4	
6	9	5.2	0.94	1.03	9.3	33.28	40.8	38.3	35.3	32.79	1.2	0.9	0.6	
8	12	5.4	0.97	1.01	12.2	40.17	41.3	39.0	36.1	33.72	1.5	1.2	0.8	
12	18	5.6	1.01	1.00	17.9	50.12	42.1	40.0	37.3	35.07	2.3	1.8	1.2	
23	34.5	5.8	1.04	0.98	33.8	67.31	43.3	41.7	39.2	37.39	4.3	3.4	2.3	
21	31.5	6	1.08	0.96	30.3	62.13	43.0	41.2	38.6	36.69	3.8	3.1	2.1	
35	52.5	6.2	1.12	0.95	49.7	85.86	44.7	43.6	41.4	39.89	6.3	5.1	3.4	

Campagna: Dati rilevati al momento della prova --N SPT*: Numero di colpi corretto per il peso del maglio differente dalla prova SPT e per la differente lunghezza di misura - **Depth:** Profondità di misura--**Sigma:** Tensione verticale nel punto in kg/cm²--**Cn:** Fattore di correzione per la normalizzazione del valore di resistenza alla tensione di confinamento di 1kg/cm² (Liao & Whitman, 1985)--**N SPT:** Valore di SPT corretto per la tensione di confinamento -- **Dr%:** Valore di densità relativa valido per terreno granulari -- **φ:** Relazioni per la valutazione dell'angolo di attrito in materiali granulari (Schmertmann J.H., 1977)--- (1: Sabbia fine uniforme; 2 Sabbia media uniforme - fine ben gradata; 3 Sabbia grossa uniforme - media ben gradata; 4 Sabbia e ghiaia - ghiaietto uniforme. **Cu:** Relazioni per la valutazione della coesione non drenata in materiali coesivi (Sanglerat G., 1965): .a: Argilla; b: Argilla limosa; c: Argilla sabbiosa.

Comune di Figline e Incisa Valdarno Prot. n. 0025761 del 24-06-2022 arrivo Cat. 10-12-3

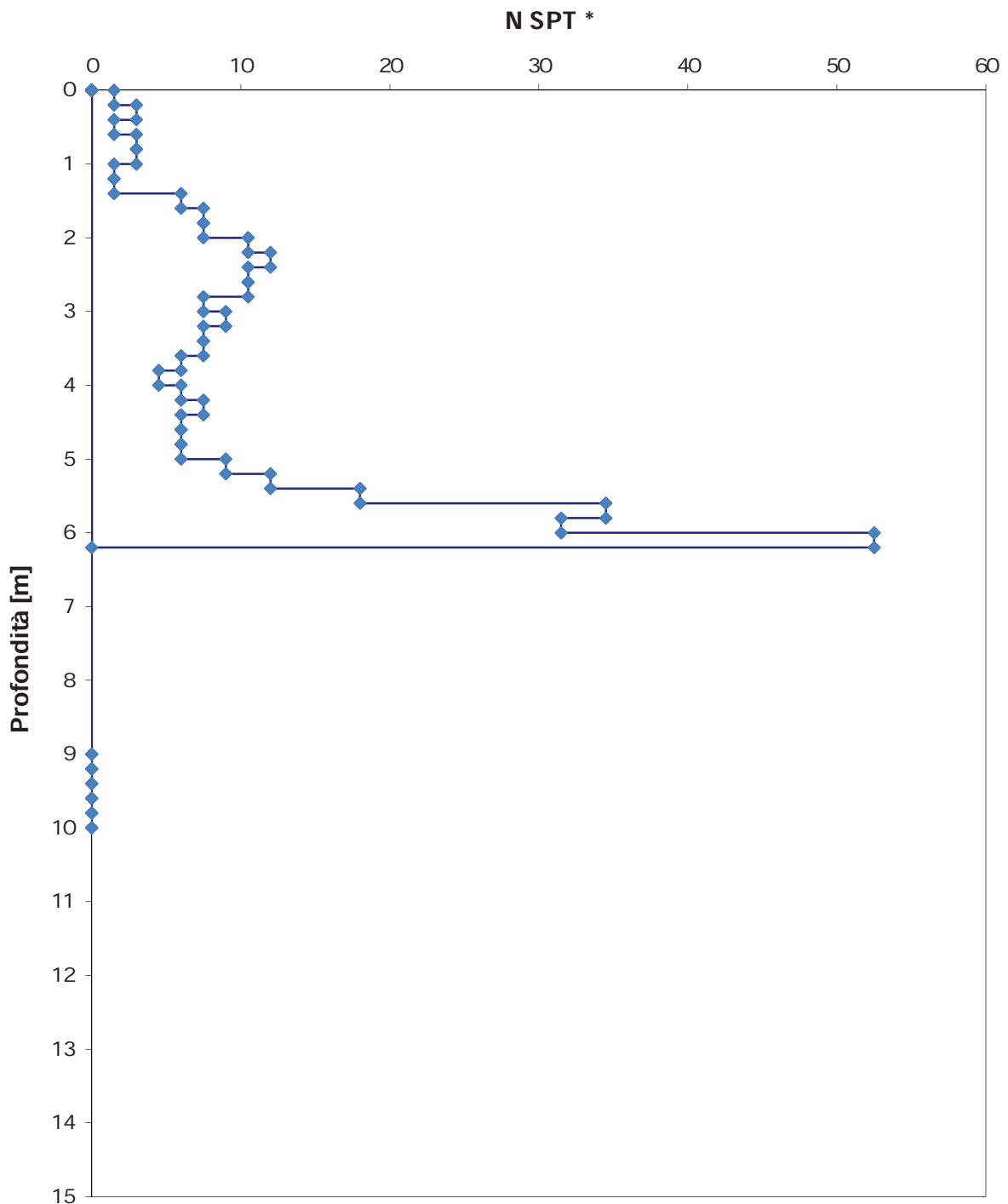


Alberto Iotti Geologo
Tel - 0558397218 - 3485844183
Località Castglioni 56 Rufina Firenze 50068
e-mail albertoiotti@virgilio.it

Prova Penetrometrica dinamica 2

Resistenza alla penetrazione [N spt] - Profondità [m]

Committente	Bureau Maghraby Italia S.r.l.	Data	4/2/19
località	Figline Valdarno	Certificato n°	0
Intervento	La Borghetta		



ALLEGATO 4
Parametri Sismici

Parametri sismici

determinati con GeoStru PS

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Sito in esame.

latitudine: 43,595724 [°]

longitudine: 11,451052 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	20727	43,616530	11,418400	3502,0
Sito 2	20728	43,617730	11,487400	3814,8
Sito 3	20950	43,567750	11,489030	4362,7
Sito 4	20949	43,566540	11,420090	4092,8

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T3

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,044	2,584	0,255
Danno (SLD)	63	50	0,053	2,612	0,268
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,124	2,393	0,300
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,158	2,404	0,304

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,450	1,200	0,013	0,006	0,621	0,200
SLD	1,200	1,430	1,200	0,015	0,008	0,746	0,200
SLV	1,200	1,400	1,200	0,043	0,021	1,751	0,240
SLC	1,200	1,400	1,200	0,054	0,027	2,227	0,240

Geostru