

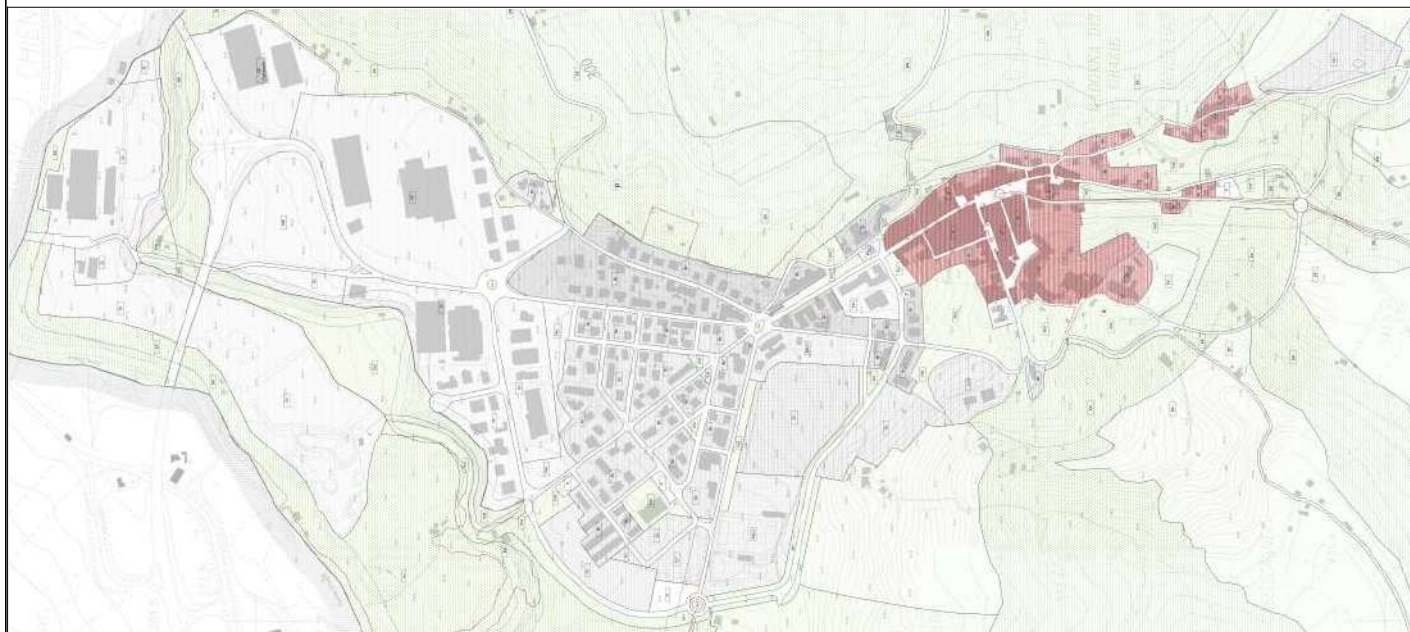


# COMUNE DI CALDAROLA

PROVINCIA DI MACERATA

## PIANO REGOLATORE GENERALE VARIANTE 1

(L.R. 34/1992 E S.M.I. - L.R. 25/2017 E S.M.I.)



RELAZIONE GEOLOGICA VIA LAGO\_FG.  
2 P.LLA 166

# TAV. E1

GRUPPO DI  
PROGETTAZIONE:

Ing. Andrea Spinaci  
Arch. Deborah Re  
Ing. Alex Grassi  
Arch. Cinzia Caprodossi

CONFERENZA SERVIZI

ADOZIONE

APPROVAZIONE DEFINITIVA



## **INDICE**

1. INTRODUZIONE	3
1.1 Normativa di riferimento	3
2. INDAGINE GEOGNOSTICA	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICO -TECNICA DEL SOTTOSUOLO	6
5. IDROGEOLOGIA	7
6. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	8
6.1 sismicità storica	8
6.2 Pericolosità sismica locale	12
7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE	14
8. OPERE DI FONDAZIONE	14
8.1 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO (Terzaghi)	15
9. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI	15

### Elenco tavole

Tav. 1	Corografia e stralcio Pai, scala 1:10.000
Tav .2	Planimetria, in scala 1:200
Tav. 3	Sezione litostratigrafica scala 1:200

### Elenco Allegati

All.1	Calcolo esemplificativo della capacità portante di un palo di fondazione
All.2	Indagini geofisiche: prova HVSR e prova M.A.S.W.
All.3	Diagrammi penetrometrici e stratigrafia reperita

## 1. INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono esposti i risultati di un'indagine geologica e sismica, effettuata su incarico del sig. Vincenzo Di Biagi in occasione del progetto di riparazione danni e miglioramento sismico della propria abitazione situata in Via Del Lago, nel Comune di Caldarola (MC).

L'edificio realizzato in muratura, a seguito delle scosse sismiche ha subito così tanti danni che il Comune ha deciso di demolirlo in quanto molto vicino alla S.P.12. Era costituito da 2 piani fuori terra senza piano interrato; con una lunghezza di 12,60m ed una larghezza di 11,20m.

La presente indagine è consistita nella caratterizzazione geologica, sismica e geotecnica del terreno di fondazione in collaborazione con il progettista in conformità alla normativa vigente (N.T.C.'18).

### 1.1 Normativa di riferimento

La normativa tecnica italiana in materia di costruzioni in zona sismica è la seguente:

**Decreto Ministeriale 17.01.2018**

Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Circolare 2 febbraio 2009.

**Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

**Eurocodice 8 (1998)**

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

**Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. - UNI

**Eurocodice 7.2 (2002)**

Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

**Eurocodice 7.3 (2002)**

Progettazione geotecnica–Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002).

## *1.2 Documenti di riferimento*

- Carta Tecnica Regionale, scala 1:10.000 – Foglio n°313070 (Tav.1)
- Carta geologica regionale sez. 313070 CALDAROLA
- Carta del Rischio Idrogeologico (Piano Assetto Idrogeologico) istituito dalla Regione Marche nel 2003 (delibera n°42 del comitato istituzionale), scala 1:10.000 (Tav.1)
- P.R.G. di Caldarola, adeguamento al P.P.A.R. (carta geomorfologica).

## **2. INDAGINE GEOGNOSTICA**

L'indagine geognostica di cui ci si è avvalsi per la stesura della presente relazione è consistita in:

- esame della documentazione geologica e geognostica esistente, con particolare riguardo alla carta geomorfologica comunale e alla carta geologica regionale (C.A.R.G.);
- esecuzione di un rilevamento geologico - geomorfologico di dettaglio nell'intorno dell'edificio, con particolare riguardo alle forme antropiche.
- esecuzione di indagine geofisica per la definizione della velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità mediante prove H.V.S.R. e Masw;
- esecuzione, in data 18/10/2017, di n°1 prova penetrometrica dinamica continua (D.P.S.H.) eseguite a cura della ditta Miriam di Colli al Metauro (PS).
- reperimento di un sondaggio geognostico eseguito dal geol. Mauro Cataldi in prossimità dell'edificio in esame.

Le indagini geognostiche eseguite e la conoscenza geomorfologica della zona hanno consentito di ricostruire con sufficiente chiarezza il quadro litostratigrafico idrogeologico e geotecnico del sito oggetto d'intervento.

Per l'ubicazione della prova penetrometrica del sondaggio reperito e delle prove geofisiche eseguite in sito, si rimanda alla planimetria di tavola 3 allegata in appendice.

In allegato sono riportati i diagrammi e le interpretazioni stratigrafiche e geotecniche delle prove penetrometriche ed i risultati delle indagini geofisiche.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'edificio in esame si trova nella porzione basale di un versante collinare, con inclinazione media di circa  $10^\circ$ , l'edificio è posto in corrispondenza di un ripiano morfologico naturale rimodellato dall'attività antropica; la quota è di 310 metri sul livello del mare.

La litologia è localmente rappresentata da depositi alluvionali del F. Chienti costituiti da limi argillosi mediamente consistenti, con rare ghiaie a granulometria da fine a media, lo spessore è di circa 4,6m, al disotto si rinvencono argille limose grigie con ghiaie frammiste, il substrato marnoso molto consistente si rinviene alla profondità di 7,4m si tratta della formazione Gessoso Solifera di origine sedimentaria marina, appartiene al periodo Messiniano, costituita da argille e marne bituminose nerastre a luoghi rossastre, da molto consistenti a estremamente consistenti (class. A.G.I.). La tettonica dell'area è piuttosto semplice ed è caratterizzata da una blanda sinclinale con asse disposto in direzione appenninica. Non sono visibili lineazioni tettoniche sismogenetiche.

Il Fosso delle Conce, tributario del F. Chienti, che scorre alla base del versante alla quota di 295m sul livello del mare, ben incassato nell'alveo, non rappresenta motivo di pericolosità per l'edificio in oggetto.

L'edificio e l'ambito significativo circostante risultano all'esterno delle aree a rischio idrogeologico individuate dal Pai regionale. Il rilevamento geomorfologico di dettaglio non ha individuato forme depositi o processi di versante degni di nota.



*Figura 1 - vista aerea del sito di indagine (l'edificio risulta già demolito)*



#### 4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICO -TECNICA DEL SOTTOSUOLO

Le indagini geognostiche e geotecniche eseguite e reperite (prova penetrometrica D.P.S.H. e sondaggio geognostico), integrate dalle indagini sismiche (H.V.S.R. e M.A.S.W.), hanno consentito di ricostruire la locale successione litostratigrafica:



Figura 2 esecuzione prova penetrometrica D.P.S.H. 1



Figura 3 esecuzione prova Masw + HVSR

**a) Limi argillosi:** sono presenti al disotto di un esiguo spessore di terreno vegetale o di riporto (0,5m), sono stati rinvenuti sia in corrispondenza del sondaggio reperito S.1, sia in corrispondenza della prova penetrometrica DPSH.1; si tratta di depositi alluvionali poco consistenti, depositati dal Fiume Chienti nei periodi interglaciali, sono presenti fino alla profondità di circa 4,6m. Questo litotipo accoglieva le fondazioni dell'edificio demolito. Di seguito si riportano i parametri geomeccanici medi e quelli caratteristici per fondazioni su pali, ricavati dall'interpretazione della prova penetrometrica P.1.

<b>Limi argillosi</b>		Valori medi	Valore Caratteristico (per fondazioni profonde)	
Peso di volume	$\gamma$	1,85 ÷ 1,90		t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\phi'$	18 ÷ 20	15	Gradi
Coesione drenata	$C'$	0,001	0,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione non drenata	$C_u$	0,54	0,40	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,38		Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico (fra 1,0 e 2,0Kg/cm <sup>2</sup> )	$E_d$	45		Kg/cm <sup>2</sup>

**b) Argille limose** con ghiaie frammiste: si tratta di depositi alluvionali del Fiume Chienti, mediamente consistenti. Lo spessore è di circa 2,8m, in corrispondenza del sondaggio di 3,6m in corrispondenza della prova penetrometrica DPSH.1. Di seguito si riportano i parametri geomeccanici medi e quelli caratteristici (per fondazioni su pali), ricavati dall'interpretazione della prova penetrometrica DPSH.1.

Limi argillosi		Valori medi	Valore Caratteristico (per fondazioni profonde)	
Peso di volume	$\gamma$	1,95		t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\phi'$	20	17	Gradi
Coesione drenata	$C'$	0,001	0,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione non drenata	$C_u$	1,47	1,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,38		Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico (fra 1,0 e 2,0Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed	100		Kg/cm <sup>2</sup>

**c) Marne argillose:** si tratta del locale substrato appartenete alla formazione Gessoso-Solfifera a consistenza molto elevata, generalmente molto fratturata di colore grigio scuro. I parametri geomeccanici medi e quelli caratteristici, desunti dall'interpretazione delle prove penetrometriche, sono i seguenti:

Limi argillosi		Valori medi	Valore Caratteristico (per fondazioni profonde)	
Peso di volume	$\gamma$	1,95		t/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito interno	$\phi'$	30	26	Gradi
Coesione drenata	$C'$	0,01	0,00	Kg/cm <sup>2</sup>
Coesione non drenata	$C_u$	>3,5	2,8	Kg/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	$\nu$	0,30		Kg/cm <sup>2</sup>
Modulo edometrico (fra 1,0 e 2,0Kg/cm <sup>2</sup> )	Ed	>250		Kg/cm <sup>2</sup>

*Per un maggior dettaglio sulle caratteristiche geotecniche si rimanda all'interpretazione delle prove penetrometriche riportate in allegato*

## 5. IDROGEOLOGIA

Nel corso della prova penetrometrica DPSH.1 e del sondaggio S.1 non sono state riscontrate percolazioni idriche. La permeabilità dei depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi è da ritenere molto bassa, anche il substrato marnoso presenta una bassissima permeabilità.

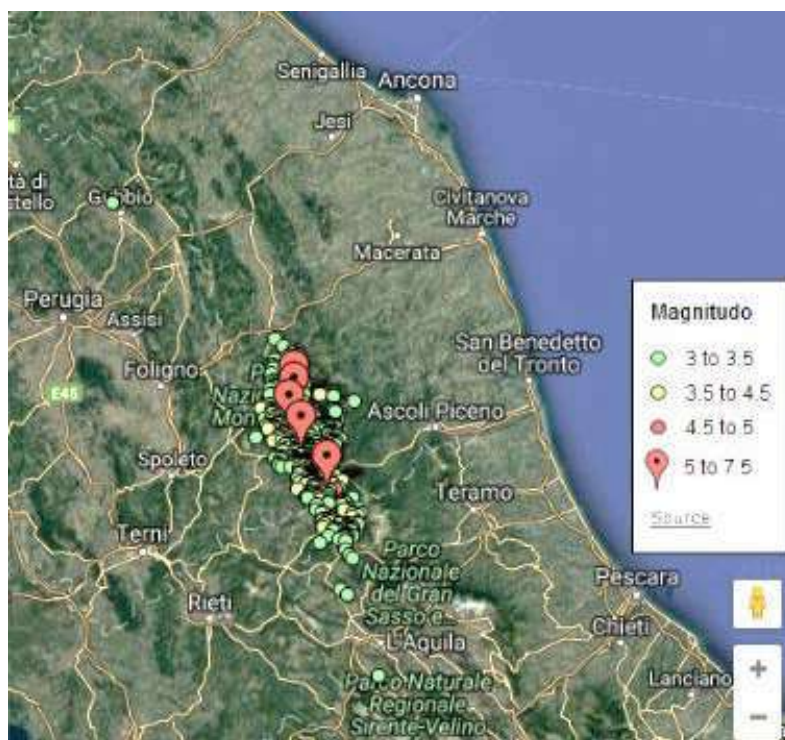
L'idrografia superficiale della zona è rappresentata dal Fosso delle Conce, affluente di destra del Fiume Chienti, che scorre ad una distanza di 100m dall'edificio e ad una quota notevolmente inferiore. Non rappresenta pertanto motivo di pericolosità. Il Fiume Chienti scorre ad una distanza di oltre 1200m.



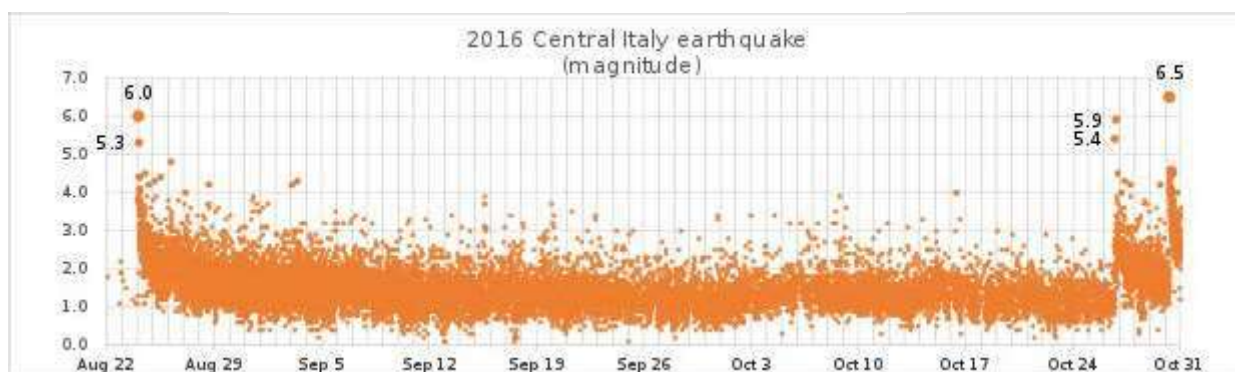
## 6. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

### 6.1 sismicità storica

Il territorio comunale di Caldarola è stato area epicentrale, con terremoti di intensità anche elevata e risente di eventi sismici limitrofi. In passato gli eventi più importanti sono stati registrati nel 1922, nel 1936 e nel 1997. Gravi effetti sono stati registrati anche nel corso del periodo parossistico che si è verificato a partire dal 24 agosto 2016 e soprattutto a causa delle scosse del 26 e 30 ottobre dello stesso anno.



*Figura 4 ubicazione degli epicentri*



*Figura 5 intensità delle scosse*

Emerge chiaramente l'orientamento NNO-SSE della struttura sismogenetica, che si estende in maniera congrua con l'orientamento della catena appenninica, per circa 25-30 km di lunghezza e per circa 10-12 km di larghezza interessando una fascia crostale che si estende dalla superficie alla profondità di 10 km.

Gli effetti nel comune di Caldarola sono rilevanti, lesioni gravi sono state prodotte soprattutto su edifici in muratura ma anche molti edifici di costruzione relativamente recente con telaio in c.a. sono stati dichiarati inagibili. L'abitazione del sig. Di Biagio ha subito lesioni così gravi che è stato necessario demolirla in quanto molto vicina alla Strada Provinciale n°16.

L'ordinanza n° 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 ha emanato nuove disposizioni in termini di classificazione sismica e normative tecniche, portando a 4 il numero delle zone sismiche, differenziate sulla base di quattro corrispondenti valori di accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni e relative stime del valore di accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico di risposta ( $ag/g$ ). In particolare CALDAROLA ricade nell'ambito della Zona sismica 2 cui corrisponde un valore di  $ag/g$  (accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro elastico di risposta) pari a 0,25 ed una accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresa tra 0,15 e 0,25.

La tabella che segue, tratta dal sito I.N.G.V. è una compilazione dei principali eventi risentiti nell'area dal 1799 al 2015, tratti dal DBMI15 (Database macrosismico 2015) disponibile sul sito dell'INGV con relativa rappresentazione degli eventi in funzione dell'anno. L'area, che risulta essere anche zona epicentrale, risente anche, degli effetti derivanti da sismi con epicentro in aree più o meno vicine. Da notare che le intensità avvertite nell'area ( $I_s$ ) raggiungono un massimo di 7,0 – 8,0.

# COMUNE DI CALDAROLA

Relazione geologica per la ricostruzione dell'edificio sito in Via Del Lago. Prop. Di Biagi

## Caldarola



PlaceID IT\_51576  
 Coordinate (lat, lon) 43.137, 13.226  
 Comune (ISTAT 2015) Caldarola  
 Provincia Macerata  
 Regione Marche  
 Numero di eventi riportati 79

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMMP	Io	Mw
8	1799	07	28	22	05		Appennino marchigiano	70	9	6.18
4-5	1889	11	28	19	10		Monti Sibillini	10	4-5	4.19
4	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
4	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.87
F	1893	08	02	00	59		Valnerina	84	5-6	4.55
NF	1895	05	18	19	55	1	Florentino	401	8	5.50
2-3	1895	05	20	15	32	5	Valle Umbra	27	5-6	4.49
2-3	1895	08	09	17	38	2	Adriatico centrale	103	6	5.11
2-3	1895	08	25	00	17	1	Sellano	13	5	4.25
6	1897	09	21				Marche settentrionali	44	7	5.40
F	1897	10	28	10	40		Fermano	25	4-5	4.16
3-4	1897	12	18	07	24	2	Alta Valtiberina	132	7	5.08
4	1898	06	27	23	38		Reatino	186	8	5.50
4	1898	08	25	16	37	4	Valnerina	67	7	5.03
5	1898	11	27	01			San Ginesio	35	5-6	4.39
3	1899	04	21	00	57	5	Narni	45	4	3.96
3-4	1899	06	22	13	20		Corridonia	30	5	4.08
4-5	1903	11	02	21	52		Valnerina	33	6	4.81
3	1904	06	20	01	24		Assisi	24	5	4.10
5	1904	09	02	11	21		Maceratese	59	5-6	4.83
2-3	1904	11	17	05	02		Pistoiese	204	7	5.10
4	1905	11	30	22			Caldarola	9	4	3.70
3	1905	12	09	21	41		Valle Umbra	42	5	4.24
3	1906	02	05	16	34		Valnerina	55	5	4.41
3-4	1907	01	23	00	25		Adriatico centrale	93	5	4.75
5	1908	03	17	03	59		Marche meridionali	54	5-6	4.61
3	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
3	1910	08	29	13	52		Valnerina	58	7	4.93
3	1910	12	22	12	34		Monti della Laga	19	5	4.30
4	1910	12	26	16	30		Monti della Laga	50	5-6	4.56
3	1911	02	18	07	18	3	Forlivese	181	7	5.26
7	1921	08	28	10	45		Monti Sibillini	12	7	4.66
6-7	1922	06	08	07	47		Valle del Chianti	47	6	4.73
2-3	1930	11	09	01	33		Monti Sibillini	17	5	4.31
4	1933	09	28	03	33	2	Maiella	329	9	5.90
7-8	1936	12	09	07	34		Caldarola	31	6-7	4.76
5-6	1943	10	03	08	28	2	Ascolano	170	8	5.67
6-7	1951	09	01				Monti Sibillini	80	7	5.25
4-5	1960	02	24	01	51		Appennino umbro-marchigiano	25	5	4.32
5-6	1962	10	05	23	00	4	Appennino maceratese	16	5-6	4.35
3	1971	04	02	01	43	5	Valnerina	68	6	4.50
5	1972	11	26	16	03		Marche meridionali	73	8	5.48
6	1979	09	19	21	35	3	Valnerina	694	8-9	5.83
5	1980	02	28	21	04	4	Valnerina	146	6	4.97
5-6	1980	05	24	20	16	0	Monti Sibillini	58	5-6	4.48

5	1980	02	28	21	04	4	Valnerina	146	6	4.97
5-6	1980	05	24	20	16	0	Monti Sibillini	58	5-6	4.48
4-5	1984	04	29	05	02	5	Umbria settentrionale	709	7	5.62
3	1986	10	13	05	10	0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
3	1989	09	11	02	46	2	Marche meridionali	60	5	4.04
2-3	1989	12	22	06	48	1	Valle Umbra	114	5	4.44
3-4	1993	06	04	21	36	5	Valle del Topino	90	5-6	4.39
3-4	1993	06	05	19	16	1	Valle del Topino	326	6	4.72
4-5	1995	12	30	15	22	0	Fermano	106	5	4.19
4	1996	01	01	12	21	4	Maceratese	91	5-6	4.20
4	1996	01	22	18	37	4	Fermano	76	5	3.96
3	1997	09	03	22	07	2	Appennino umbro-marchigiano	62	6	4.54
4	1997	09	07	23	28	0	Appennino umbro-marchigiano	57	5-6	4.19
3	1997	09	09	16	54	4	Appennino umbro-marchigiano	39	5-6	3.78
3	1997	09	10	06	46	5	Appennino umbro-marchigiano	47	5	3.85
6-7	1997	09	26	00	33	1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
6	1997	09	26	09	40	2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
5-6	1997	10	08	00	55	2	Appennino umbro-marchigiano	490	5	3.22
5	1997	10	06	23	24	5	Appennino umbro-marchigiano	497	5	4.47
5	1997	10	14	15	23	1	Valnerina	786	5	4.62
4	1997	10	23	08	58	4	Appennino umbro-marchigiano	56	3	3.86
4-5	1997	11	09	19	07	3	Valnerina	180	4	4.87
4	1998	02	07	00	59	4	Appennino umbro-marchigiano	62	4	4.41
5	1998	03	21	16	45	0	Appennino umbro-marchigiano	141	5	5.00
5-6	1998	03	26	16	26	1	Appennino umbro-marchigiano	409	5	3.26
5	1998	04	05	15	52	2	Appennino umbro-marchigiano	395	4	4.78
4	1998	06	02	23	11	2	Appennino umbro-marchigiano	83	4	4.25
4	1999	11	29	03	20	3	Monti della Laga	62	5-6	4.15
4	2000	09	02	05	17	0	Appennino umbro-marchigiano	115	5	4.40
4-5	2000	10	24	07	52	2	Monti Sibillini	65	5	4.11
3	2003	05	25	17	15	1	Ascolano	88	4-5	3.81
3	2004	12	09	02	44	2	Teramo	213	5	4.09
4	2005	04	12	00	31	5	Maceratese	131	4	3.74
3	2005	12	15	13	28	3	Val Nerina	350	5	4.14
3-4	2006	04	10	19	03	3	Maceratese	211	5	4.06
4	2006	10	21	07	04	1	Anconetano	287	5	4.21

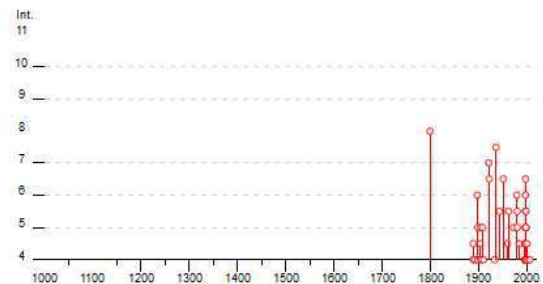
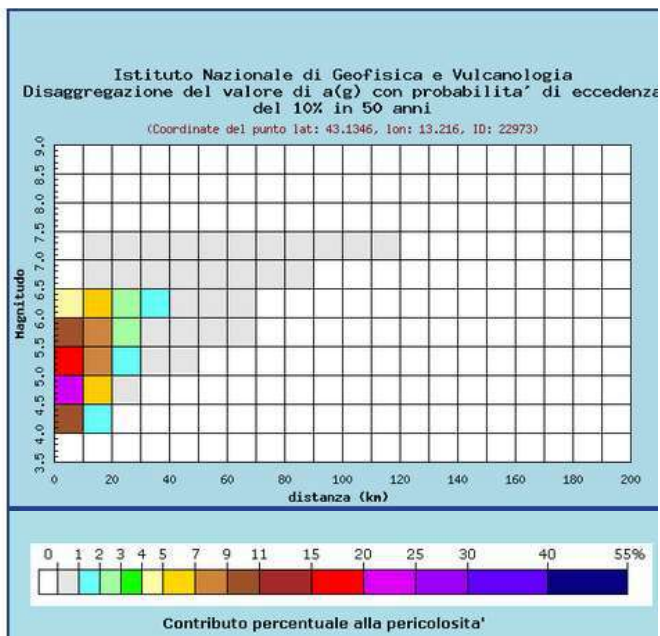
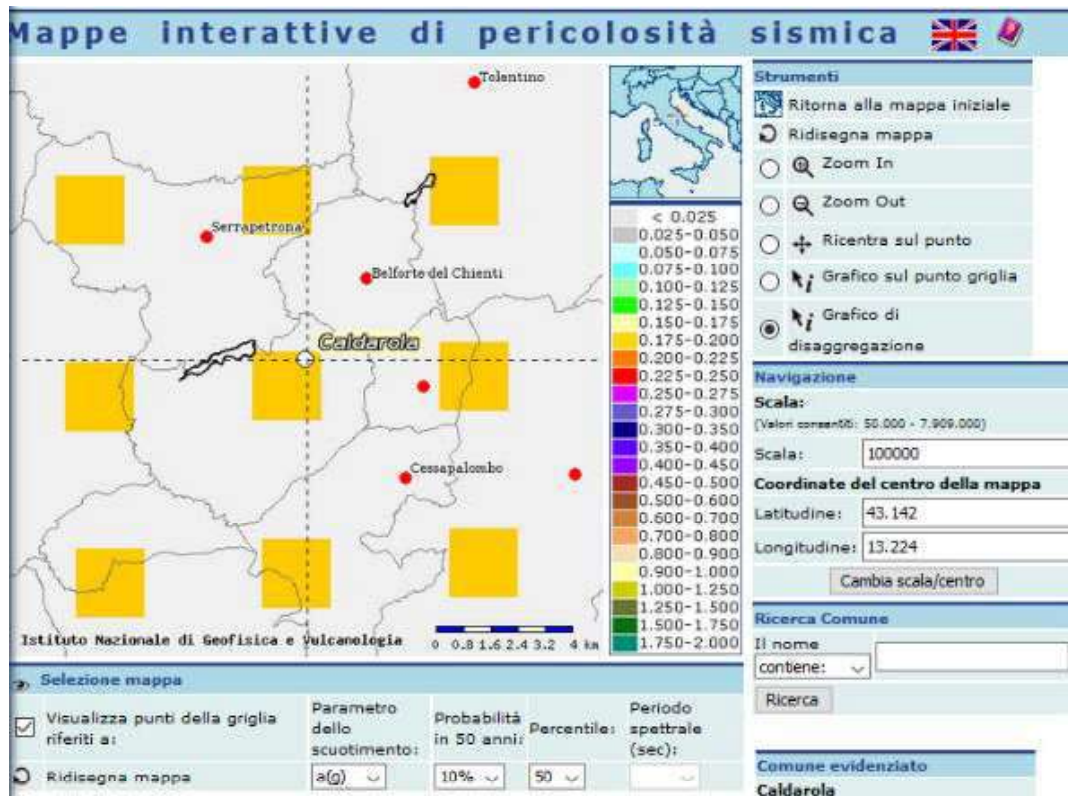


Figura 6 principali eventi sismici risentiti a Caldarola





Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.1346, lon: 13.216, ID: 22973)										
	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	9.920	21.700	15.600	9.500	4.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.230	5.110	7.080	7.370	5.150	0.360	0.185	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.210	1.340	2.630	2.780	0.712	0.443	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.108	0.762	1.070	0.472	0.360	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.003	0.156	0.361	0.263	0.241	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.087	0.135	0.152	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.089	0.089	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.042	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.019	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	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										
5.310	10.600										
	0.887										

Figura 7 mappe di disaggregazione della pericolosità sismica

I dati di disaggregazione della pericolosità sismica (variabilità in termini di Magnitudo e distanza) permettono di stimare in  $M= 5,31$  la magnitudo massima attesa nel sito con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

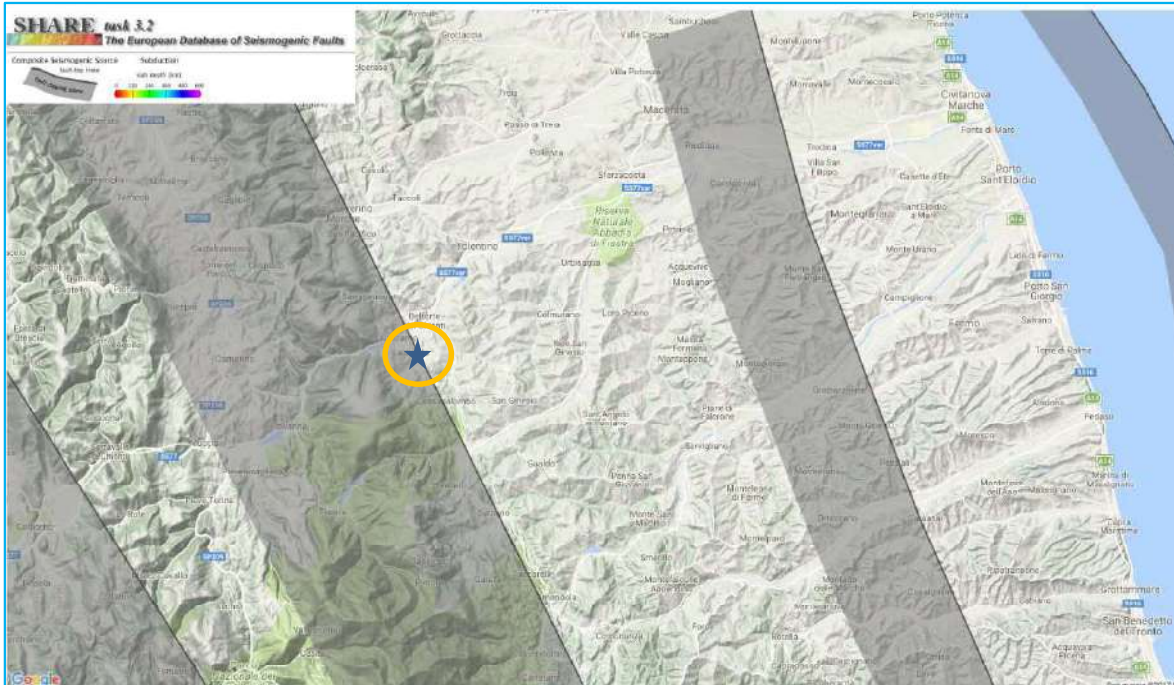


Figura 8 Faglie sismogenetiche

Secondo The European Database of Seismogenetic Faults dell'INGV, la sorgente sismogenetica più vicina a Caldara è localizzata poco ad Est del paese, lungo una lineazione con andamento appenninico (fig.8).

## 6.2 Pericolosità sismica locale

Nel caso specifico, la definizione dell'azione sismica locale è stata effettuata con approccio semplificato mediante determinazione delle  $V_{s30}$  attraverso indagine H.V.S.R. e Masw, (Allegato 1 indagini geofisiche).

Per la definizione delle azioni sismiche di progetto mediante approccio semplificato, il Nuovo Testo Unico per le costruzioni, definisce 5 categorie principali di sottosuolo a cui viene associato un valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica che moltiplica l'azione sismica di riferimento. Le categorie di sottosuolo vengono distinte sulla base del valore di velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  calcolata nei 30 metri di terreno posto al disotto della base fondale per fondazioni superficiali e a partire dalla testa dei pali per fondazioni su pali. Il calcolo viene effettuato utilizzando la seguente espressione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove  $h_i$  e  $V_i$  indicano rispettivamente: lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio (in m/s) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti nei 30 metri superiori a partire dalla base fondale.

A seguito dell'elaborazione dei dati acquisiti sul terreno, è stata definita la categoria di sottosuolo. Il tomografo digitale ha anche determinato la *frequenza di risonanza del sito*.

In appendice sono riportati i risultati analitici ottenuti. Si riporta di seguito la descrizione delle categorie di sottosuolo stabilite dalle N.T.C' 18:

**Categoria A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

**Categoria B** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s;

**Categoria C** Depositati 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.

**Categoria D** Depositati 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 fra 100 a 180 m/s.

**Categoria 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 30m.

La  $V_{s30}$  (velocità delle onde sismiche fino alla profondità di 30m) media delle misure eseguite in corrispondenza del sedime dell'edificio con le due metodologie utilizzate (H.V.S.R. e M.A.S.W.), è risultata compresa fra 180 e 360 m/sec, quindi secondo la tab. 3.2.II della normativa, il sottosuolo appartiene alla categoria **"C"**. In allegato sono riportati i risultati dettagliati delle indagini geofisiche eseguite.



<b>Categoria: C</b>	<i>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.</i>
---------------------	---

*La categoria topografica è = **T1** (superficie con inclinazione <15°)*

**LA FREQUENZA DI RISONANZA CARATTERISTICA DEL SITO È A 5,0 Hz**

Strutture con frequenza caratteristica analoga o leggermente superiore a quella rilevata sul terreno sono suscettibili degli effetti della doppia risonanza.

## 7. VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Le NTC08 stabiliscono che la verifica nei confronti della liquefazione di un terreno di fondazione possa, in determinati casi, essere omessa.

Nel caso specifico la verifica è stata omessa in quanto dai risultati della prova penetrometrica e dalla stratigrafia del sondaggio geognostico reperito, non sono risultati presenti livelli sabbiosi saturi con spessore significativo nei primi 15 metri di profondità.

## 8. OPERE DI FONDAZIONE

L'edificio danneggiato dal sisma e successivamente demolito era dotato di fondazioni superficiali continue, intestate nel litotipo a) limi argillosi, dotati di scadenti caratteristiche geotecniche e soggetti a variazioni di volume stagionali in relazione al contenuto d'acqua. In considerazione dell'elevata amplificazione sismica che genera il sito, dovuta al forte contrasto di impedenza fra il substrato rigido ed il terreno sovrastante dotato di caratteristiche geomeccaniche e sismiche scadenti, si consiglia di ricorrere a fondazioni profonde su pali intestati nel substrato integro presente a partire dalla profondità di 9,4m dal p.c. dotato di ottime caratteristiche geotecniche.

## 8.1 COEFFICIENTE DI SOTTOFONDO (Terzaghi)

### COEFFICIENTE DI REAZIONE ORIZZONTALE

(da correlazioni con prove di carico su piastra)

$$K_h = K_h^1 * (b / 1.5D)$$

con:

$K_h^1 = 2,0 \text{ Kg/cm}^3$  per i limi argillosi fino a -4,6m dal p.c.

$K_h^1 = 5,0 \text{ Kg/cm}^3$  per i limi argillosi fino a -8,4m dal p.c.

$K_h^1 = 8,0 \text{ Kg/cm}^3$  per le marne argillose del substrato integro

b = diametro della piastra (30 cm.)

D = diametro del palo

## 9. CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

L'indagine geologica e geotecnica ha permesso di evidenziare che il sito da edificare ricade in un'area stabile, esente da rischi di natura idrogeologica. Nell'allegato 1 è riportata, a titolo esemplificativo, la verifica della capacità portante di un palo di fondazione, a cui il progettista potrà far riferimento nelle *verifiche geotecniche*.

È necessario impedire infiltrazioni idriche al disotto del piano fondale, prevedendo l'adeguata regimazione delle acque di ruscellamento superficiale.

CERRETO D'ESI maggio 2018

Il geologo

Dr. Mario Conti



## ALLEGATO 1 – CALCOLO ESEMPLIFICATIVO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO DI FONDAZIONE

### Dati generali...

Descrizione	Palo in corrispondenza della prova P.2
Diametro punta	0.60 m
Lunghezza	10.00 m
Tipo	Trivellato
Densità relativa strato punta palo	72.00
Portanza di punta calcolata con:	Berezantzev
Calcestruzzo tipo	1
Acciaio tipo	1

### SISMA

Accelerazione sismica	0.218
Coefficiente di intensità sismico [Kh]	0.0523
Coefficiente di intensità sismico [Kv]	0.0261

### 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:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.47	2.42	0.28
S.L.D.	50.0	0.6	2.48	0.29
S.L.V.	475.0	1.78	2.46	0.31
S.L.C.	975.0	2.31	2.52	0.32

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.564	0.2	0.0115	0.0058
S.L.D.	0.72	0.2	0.0147	0.0073
S.L.V.	2.136	0.24	0.0523	0.0261
S.L.C.	2.6855	0.28	0.0767	0.0383

### Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente adesione attrito laterale. Vs: Velocità onde di taglio.

#### Strat. 1

Nr.	Hs	Peso unità di Volume [kN/m³]	Peso Unità di volume Saturato [kN/m³]	c [kN/m²]	Fi (°)	Attrito negativo	Alfa	Modulo elastico [MN/m²]	Descrizione litologica
1	4.60	18.50	19.00	54.00	0.00	No	0.47	48.00	limo argilloso
2	3.60	19.00	20.00	147.00	0.00	No	0.35	120.00	argilla limosa
3	5.00	20.00	21.00	280.00	0.00	No	0.35	280.00	argilla marnosa

**Carico limite**

Stratigrafia	Nq	Nc	Fi/C strato punta Palo (°)/[kN/m²]	Peso palo [kN]	Carico limite punta [kN]	Carico limite laterale [kN]	Carico limite [kN]	Attrito negativo [kN]	Carico limite orizzontale [kN]
A1+M1+R3	1.00	9.00	0/280.00	70.69	768.27	900.77	1598.35	--	--

**RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI**

=====

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione: A1+M1+R3

=====

Numero verticali di indagine 1

Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1.70

Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1.70

	Rc, Min [kN]	Rc, Media [kN]	Rc, Max [kN]
Base	768.27	768.27	768.27
Laterale	900.77	900.77	900.77
Totale	1598.35	1598.35	1598.35

Coefficiente parziale resistenza caratteristica R3

Base 1.35

Laterale 1.15

Resistenza di progetto base 334.76 kN

Resistenza di progetto laterale 460.75 kN

Resistenza di progetto 724.82 kN

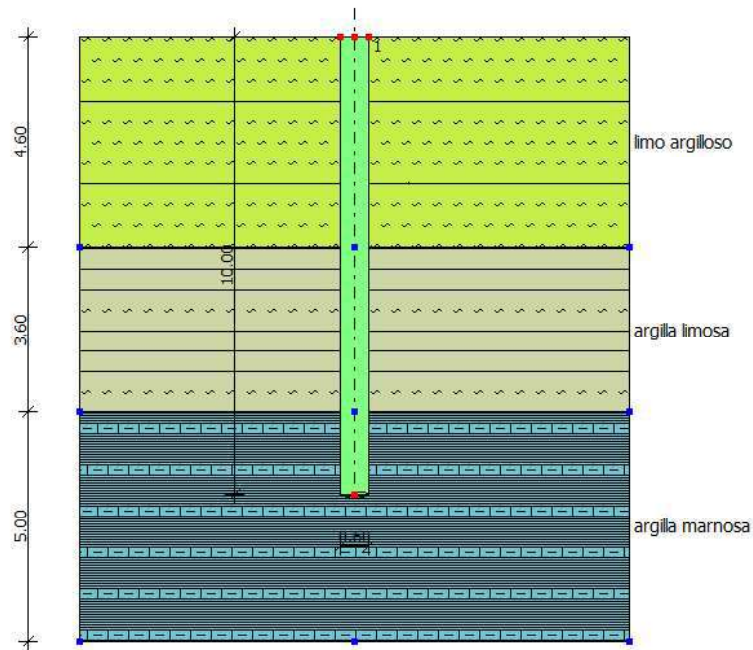


Figura 9 sezione litostratigrafica



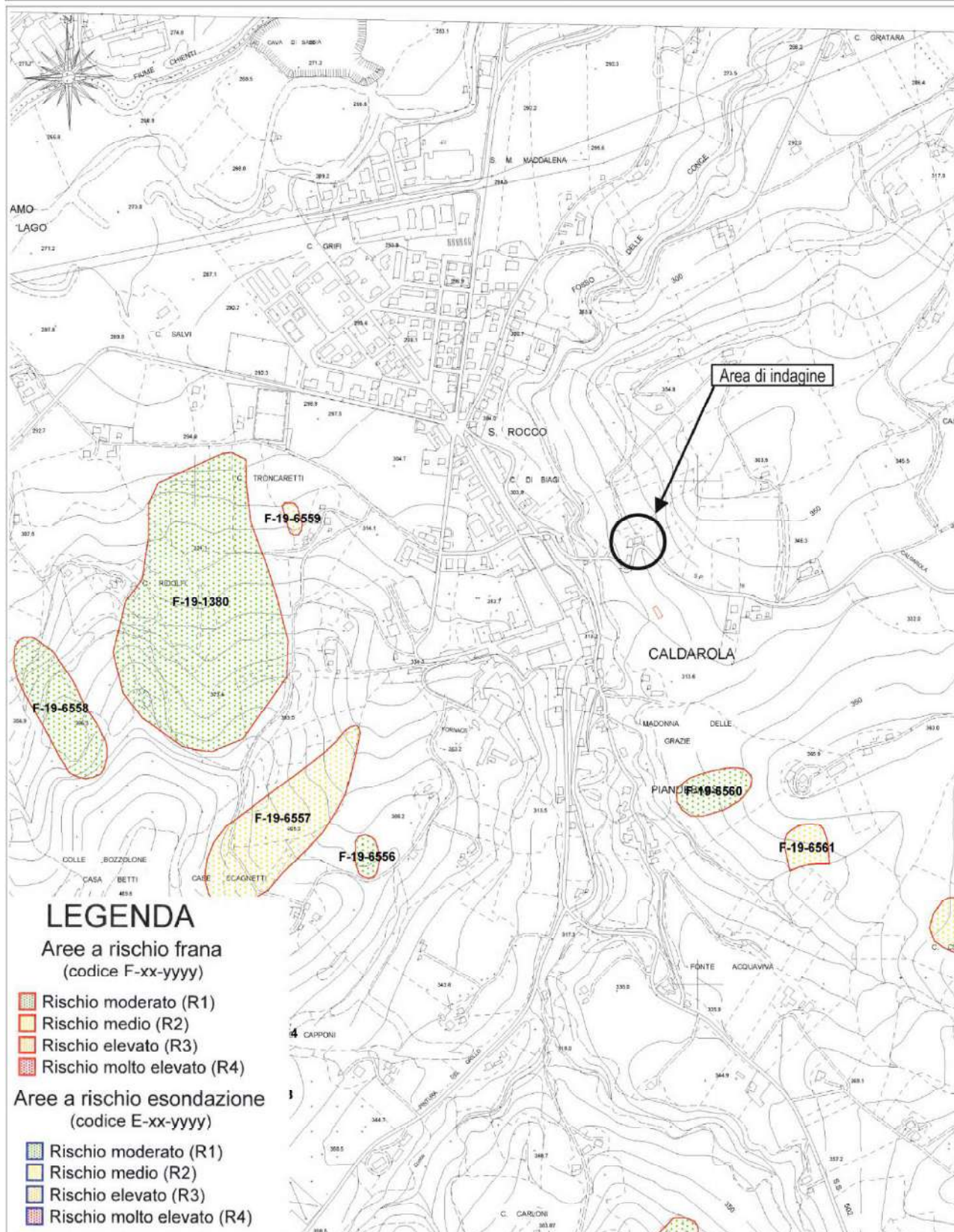
Studio di geologia Tecnica  
Dr. Geol. Mario Conti  
Via Orienti, 1 - Cerreto d'Isi (AN)  
Via Saragat, 59 - Civitanova Marche (MC)  
Tel/fax.: 0732-678496 / cell. 338-8303044  
mail: info@studiogeologoconti.com

Committente: Di Biagi Vincenzo

COROGRAFIA E STRALCIO PAI scala 1:10.000

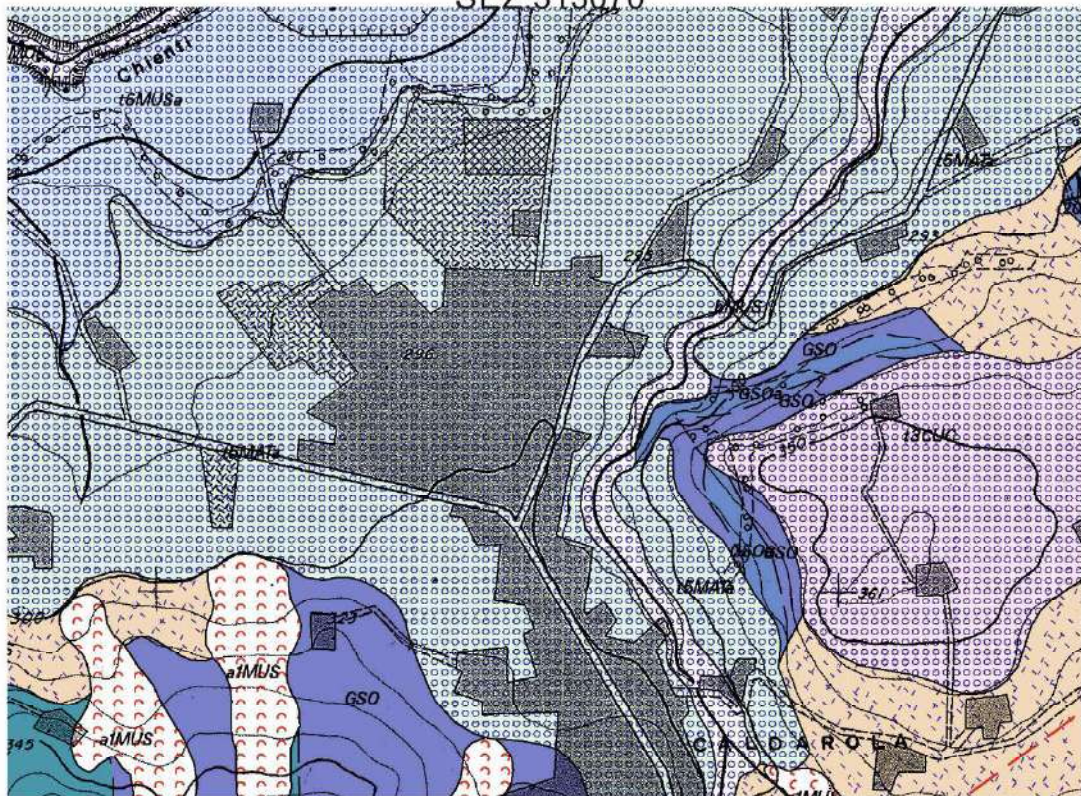
CTR 303070

Tav.1





# STRALCIO CARTA GEOLOGICA REGIONALE SC 1:10.000 TAV.2 SEZ.313070



## DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

### SISTEMA DEL FIUME MUSONE (Olocene)

- Alluvioni attuali - bMUS**  
Depositi ghiaiosi dell'alveo dei principali corsi d'acqua.
- Alluvioni terrazzate - t6MUS**  
a) Ghiaio-sabbioso: sedimenti sottotono-sabbiosi a stratificazione piano-parallela, a luoghi incoerente.  
b) Sabbioso-limoso: depositi massivi o a stratificazione piano-parallela, presenti prevalentemente al tetto.
- Depositi eluvio-colluviali - b2MUS**  
Depositi limoso-argillosi, di origine colluviale, con frazione sabbiosa e con elementi massivi o calcareo-marnosi in relazione alla natura del bacino di alimentazione.
- Detriti di versante - aMUS**  
Elementi rudali e spigoli vivi con matrice argillosa abbondante.
- Travertini - t1MUS**  
Pacche di travertini s.s. e concrezioni calcaree e incoerenti, talora tenere e friabili.
- Frane - a1MUS**  
Materiali argilloso-marnosi, calcareo-marnosi e calcarei.

- Depositi lacustri (a) - tMUS** Conoidi alluvionali (b)  
Conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.

### SISTEMA DI MATELICA (Pleistocene superiore)

- Alluvioni terrazzate - t5MAT**  
a) Ghiaio-sabbioso: ghiaie poligeniche massiva o a stratificazione incoerente con concrezioni di livelli limoso-sabbiosi. Alla base sono talora presenti sedimenti limoso-argillosi, torbosi. Al tetto si ha un suolo bruno.  
b) Sabbioso-limoso: depositi a stratificazione piano-parallela o incoerente, a geometrie essenzialmente lenticolare, disposti a varie altezze stratigrafiche.
- Depositi eluvio-colluviali - b2MAT**  
Sabbie limose e limi sabbiosi con elementi ghiaiosi arenacei e rari elementi calcarei.
- Detriti di versante - aMAT**  
Elementi calcarei e siltici e spigoli vivi o debolmente arrotondati in matrice argillosa scarsa. Possono essere stratificati oppure rimarginati da processi colluviali recenti.
- Travertini - t1MAT**  
Pacche di travertini s.s. e concrezioni calcaree e incoerenti, talora tenere e friabili.
- Depositi morenici - m5MAT**  
Depositi caotici eterometrici, fino alle dimensioni dei blocchi, con matrice siltosa, localmente molto cementati, conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.
- Depositi lacustri (a) - tMAT** Conoidi alluvionali (b)  
Conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.

### BACINO DI CAMERINO

- FORMAZIONE GESSOSO SOLIPERA**  
(Messiniano Inferiore-medio)  
Formazione Gessoso-Solipera (GSSo): Argille e marne blunche nerastre, lamine, a luoghi di colore bruno-rossastro Gessi incoerenti in strati sottili; Gessi rivestimenti lamine (GSSo).

- FORMAZIONE di Camerino**  
(Tortoniano più-Messiniano s.s.)  
Formazione di Camerino (CRo): Argille e puliti sabbie, arenati medio e fini, talora con base gessosa. Sono presenti numerose strutture sedimentarie mafiche e non. La formazione è di natura in situ che sono anche prevalentemente eterometriche sulla base del rapporto sabbia/argilla e dello spessore degli strati. L'argilla è arenosa (CRo); l'argilla è arenosa (CRo); l'argilla è arenosa (CRo).

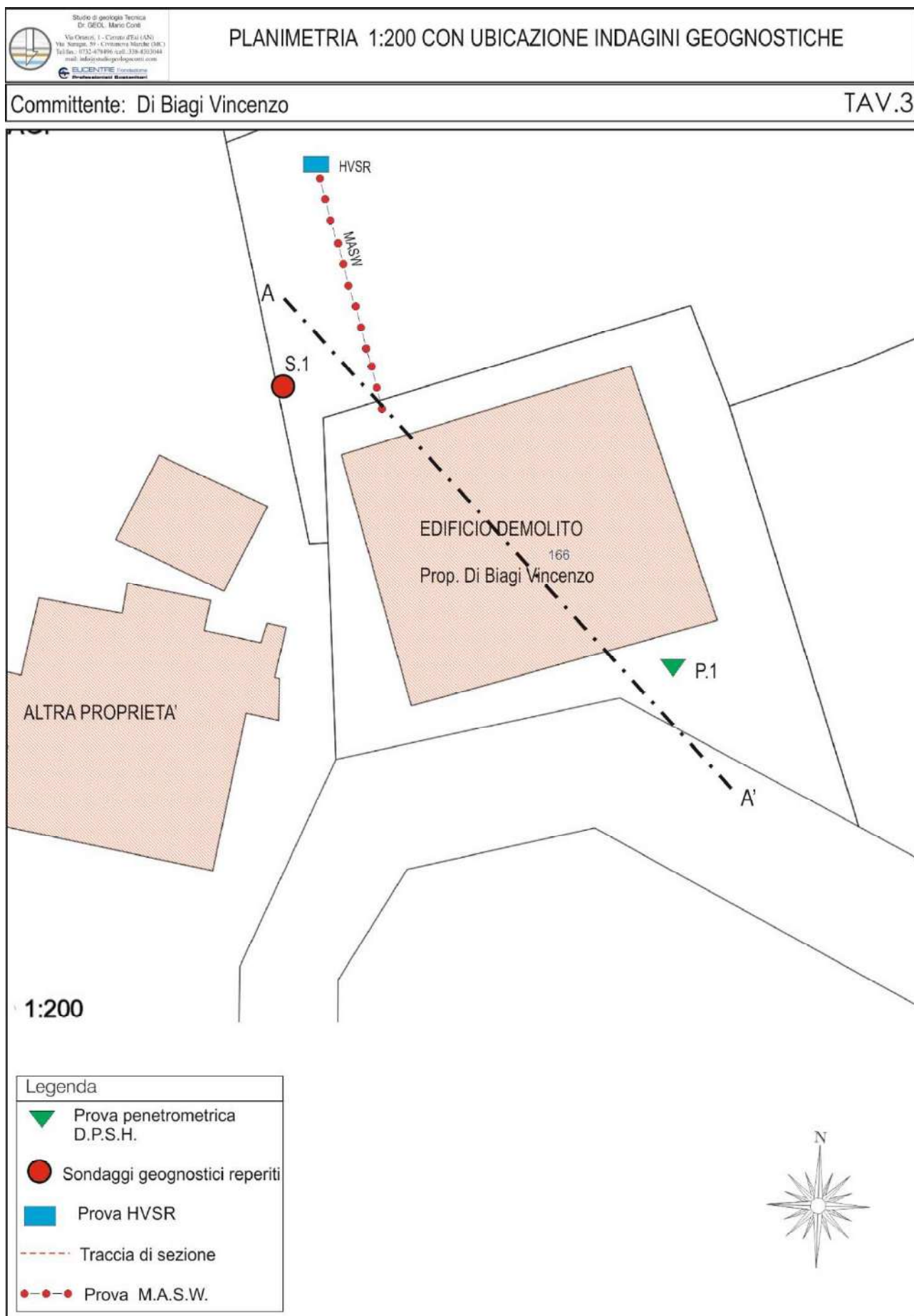
### SUPERSISTEMA DI COLLE ULIVO - COLONIA MONTANI (Pleistocene medio-fine)

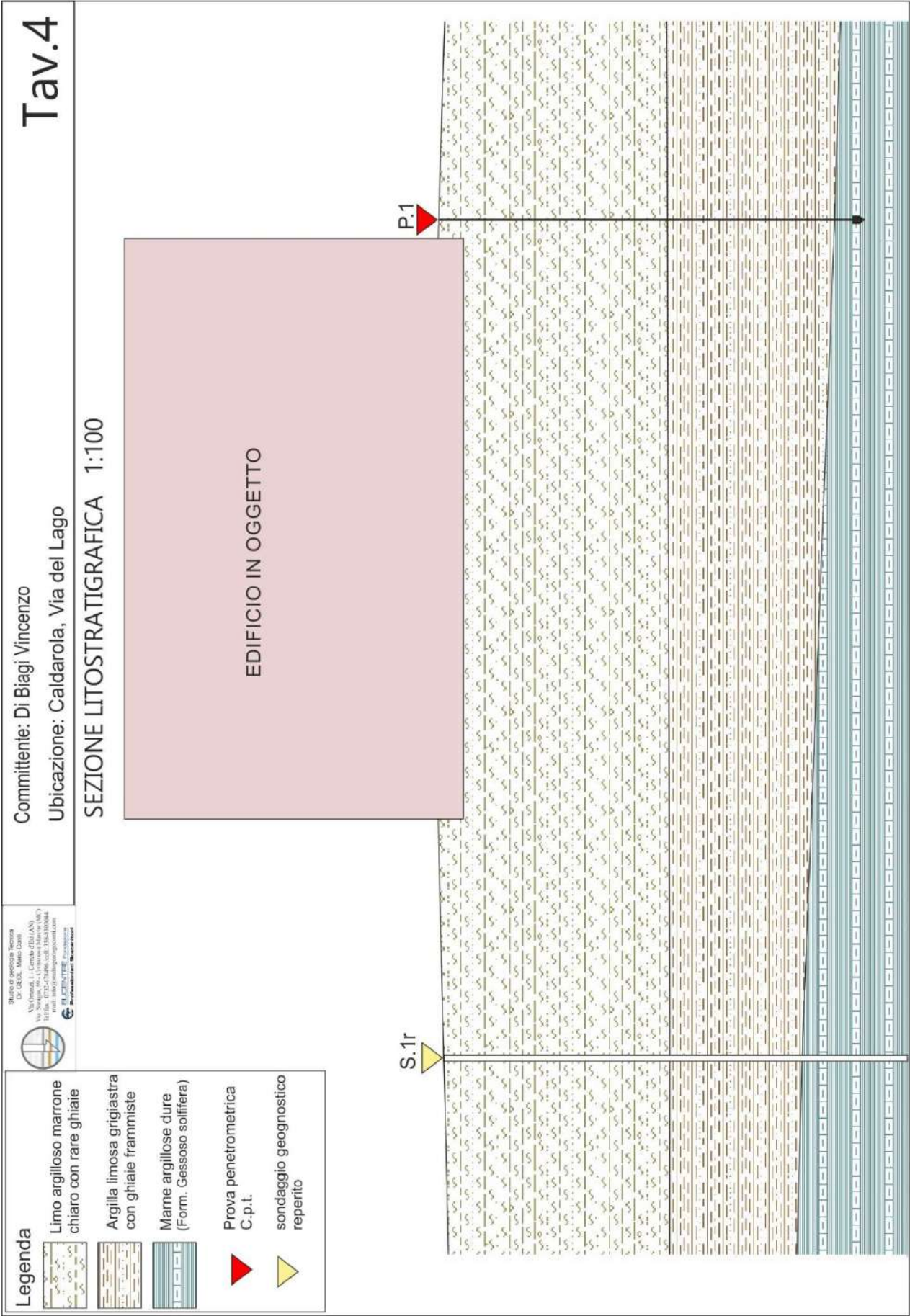
- Alluvioni terrazzate di Colonia Montani - t4CUC**  
Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da arrotondate a debolmente arrotondate, con prevalente stratificazione incoerente concava a basso angolo, frammentate e sabbie talora concentrate in livelli. La porzione sommitale è talora alterata da un suolo arido, lievemente e arrotondato.
- Alluvioni terrazzate di Colle Ulivo - t3CUC**  
Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da arrotondate a debolmente arrotondate, con prevalente stratificazione incoerente concava a basso angolo, frammentate e sabbie talora concentrate in livelli. La porzione sommitale è talora alterata da un suolo arido, lievemente e arrotondato.
- Depositi eluvio-colluviali - b2CUC**  
Sabbie limose e limi sabbiosi con elementi ghiaiosi arenacei e rari elementi calcarei.
- Detriti di versante - aCUC**  
Elementi calcarei e siltici e spigoli vivi o debolmente arrotondati in matrice argillosa, stratificati, talora cementati.
- Travertini - t1CUC**  
Pacche di travertini s.s. e concrezioni calcaree e incoerenti, talora tenere e friabili.
- Depositi morenici - m5CUC**  
Depositi caotici eterometrici, fino alle dimensioni dei blocchi, con matrice siltosa, localmente molto cementati, conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.
- Depositi lacustri - tCUC**  
Conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.

### SUPERSISTEMA DI URBISAGLIA (Pleistocene medio - medio/inferiore)

- Alluvioni terrazzate - t2URB**  
Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da subangolose a subarrotondate con al tetto relitti di suoli.
- Alluvioni terrazzate - t1URB**  
Ghiaie poligeniche ed eterometriche, da subangolose a subarrotondate con al tetto relitti di suoli.
- Depositi lacustri - tURB**  
Conglomerati poligenici, sabbie e livelli argillo-siltosi massivi o sottilmente stratificati con livelli di torba.
- Depositi di glacis antichi - gURB**  
Depositi prevalentemente limoso-sabbiosi con rare lenti ciottolose alla base.







## ALLEGATO 2 Indagini geofisiche

### PROVA H.V.S.R.

#### CALDAROLA, DI BIAGI 42

Instrument: TEP-0029/01-09

Data format: 16 byte

Full scale [mV]: n.a.

Start recording: 11/08/17 13:18:13 End recording: 11/08/17 13:30:13

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS location: 013°13.6552 E, 43°08.4073 N (324.7 m)

(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 + 0 samples

Satellite no.: 04

Trace length: 0h12'00". Analysis performed on the entire trace.

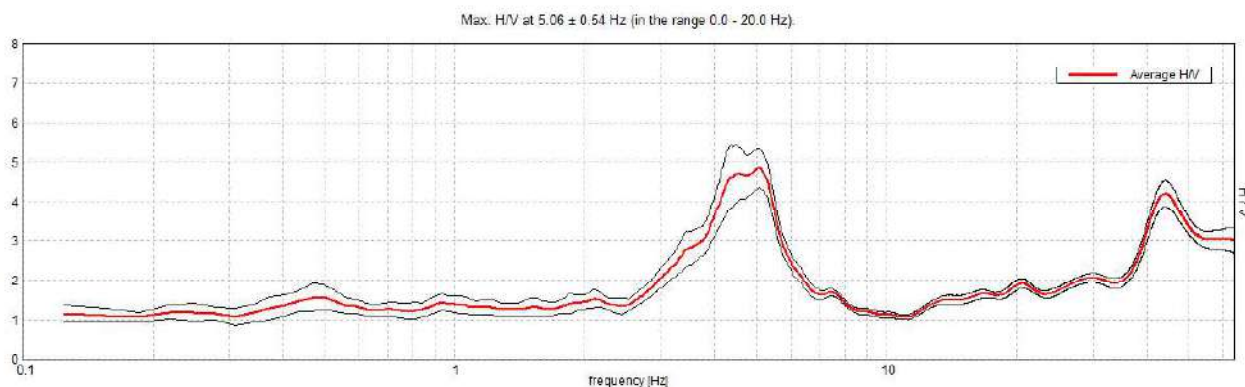
Sampling rate: 128 Hz

Window size: 20 s

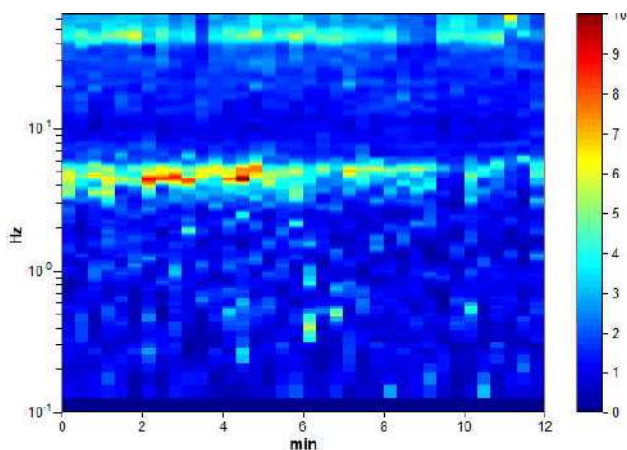
Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

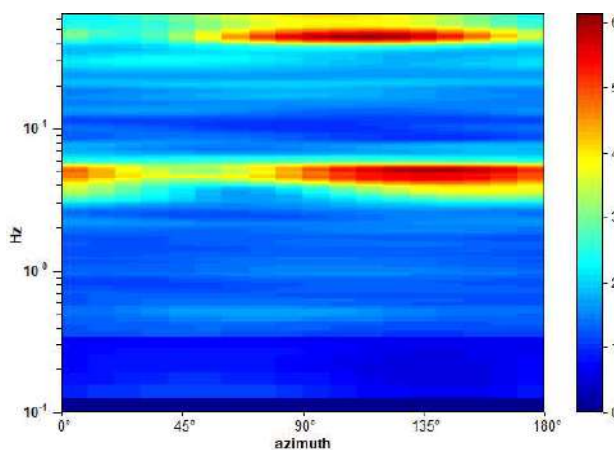
#### HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



#### H/V TIME HISTORY

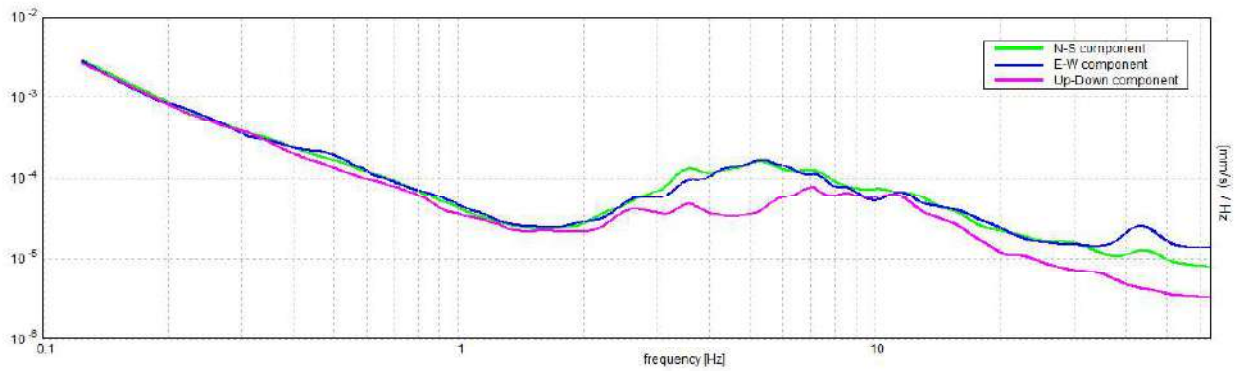


#### DIRECTIONAL H/V

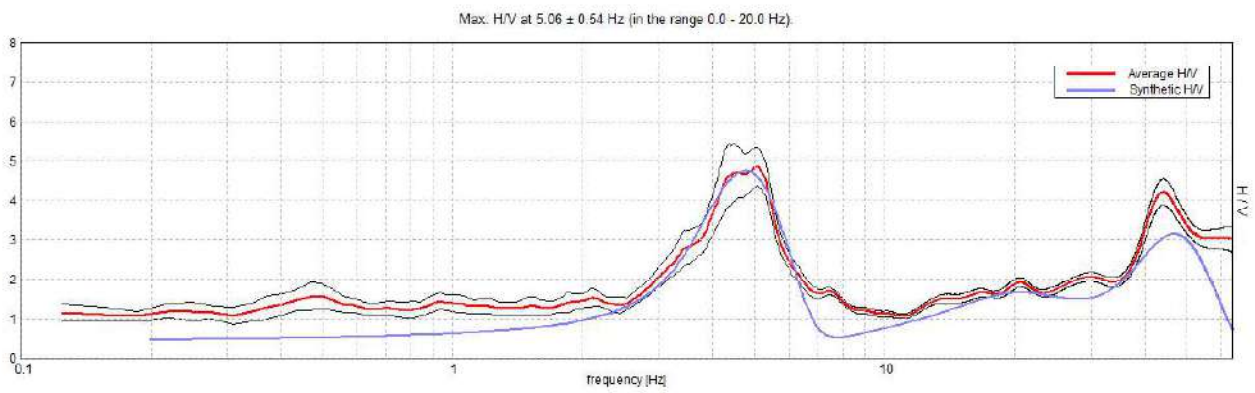




### SINGLE COMPONENT SPECTRA

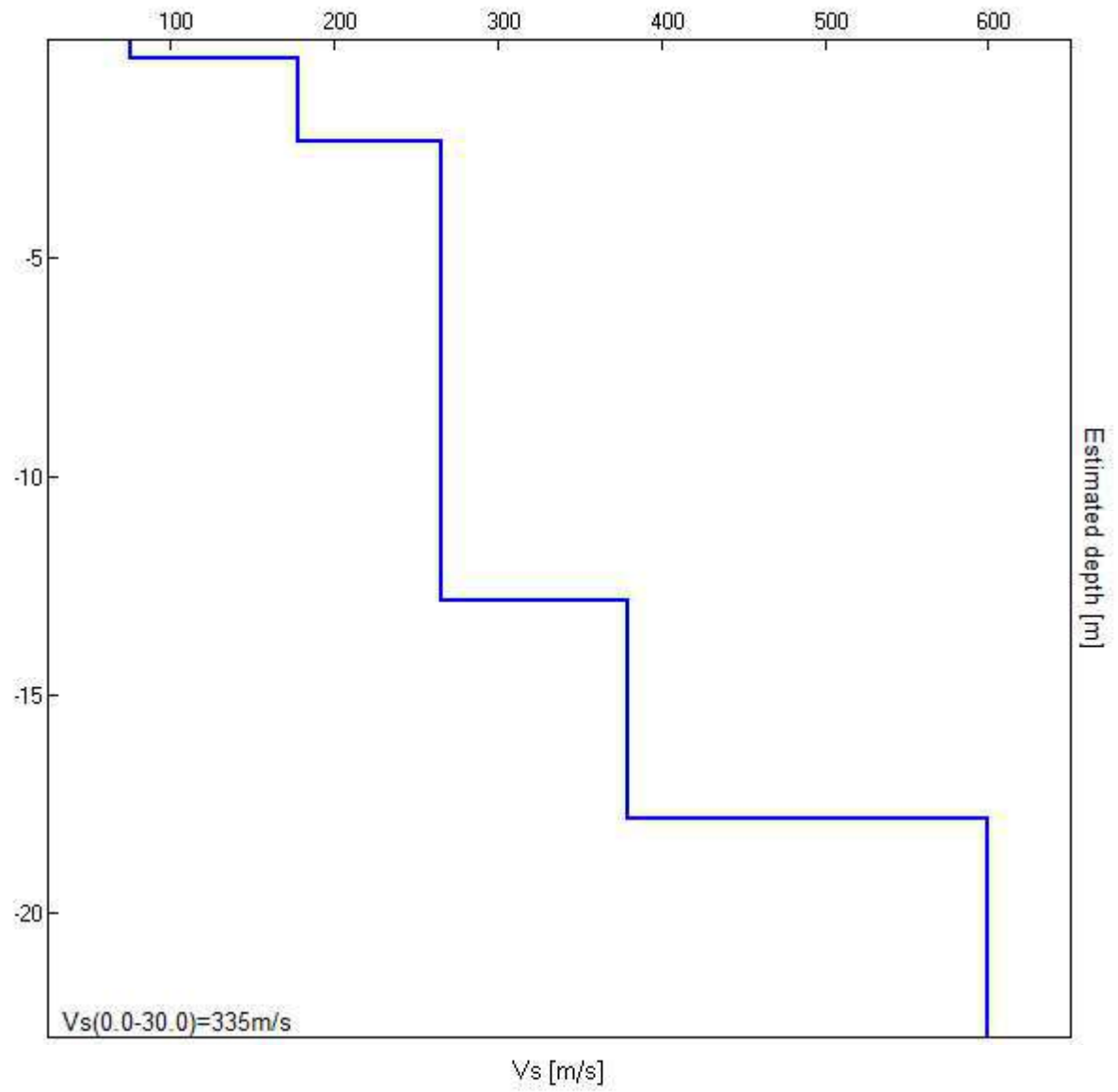


### EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.43	0.43	75	0.40
2.33	1.90	178	0.38
12.83	10.50	265	0.38
17.83	5.00	380	0.38
inf.	inf.	600	0.30

$$V_s(0.0-30.0) = 335 \text{ m/s}$$



**Max. H/V at 5.06 ± 0.54 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).**

**Criteria for a reliable H/V curve**

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$5.06 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$3645.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 244 times	<b>OK</b>	

**Criteria for a clear H/V peak**

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.219 Hz	<b>OK</b>	
Exists $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	6.063 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.85 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.10763  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.54489 < 0.25313$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4932 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for  $\sigma_f$  and  $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



## PROVA M.A.S.W.

### CALDAROLA, [Z] DI BIAGI MASW 41

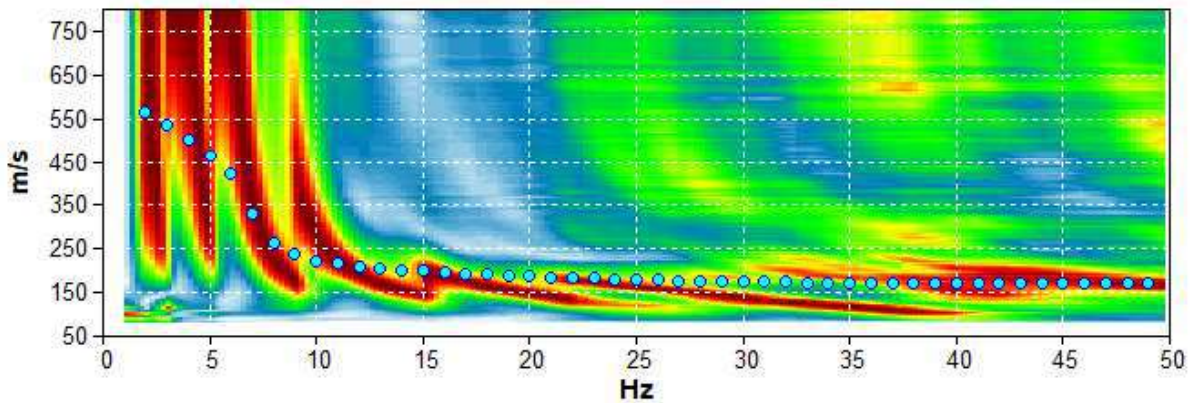
Inizio registrazione: 11/08/17 12:39:37 Fine registrazione: 11/08/17 13:01:05

Freq. campionamento: 512 Hz

Nomi canali: B1 ; B2 ; B3 ; B4 ; B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9  
 ; B10 ; B11 ; B12 ; B13 ; B14 ; B15 ; B16 ; B17 ; B18 ;  
 B19 ; B20 ; B21 ; B22 ; B23 ; B24

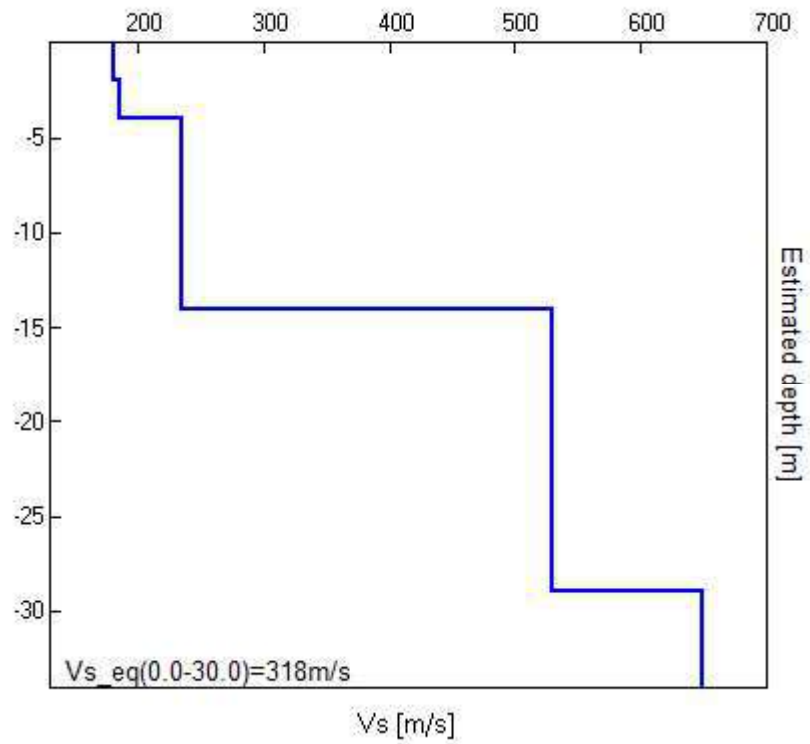
Array geometry (x): 0.0 1.4 2.8 4.2 5.6 7.0 8.4 9.8 11.2 12.6 14.0 15.4 16.8 18.2 19.6 21.0 22.4 23.8 25.2  
 26.6 28.0 29.4 30.8 32.2 m.

#### MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.00	2.00	180	0.35
4.00	2.00	185	0.35
14.00	10.00	235	0.35
29.00	15.00	530	0.35
inf.	inf.	650	0.35

**Vs\_eq (0.0-30.0) =318m/s**



## **ALLEGATO 3**

### **prova penetrometrica dinamica e stratigrafia reperita**

#### **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

Committente: DI BIAGI VINCENZO Descrizione: Via Del Lago Località: CALDAROLA	
--	--

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-100 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.472
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

**PROVA Nr.1**

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI  
 Prova eseguita in data 02/08/2017  
 Profondità prova 9.60 mt  
 Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

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	6	0.855	53.88	63.04	2.69	3.15
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	4	0.847	32.67	38.57	1.63	1.93
0.80	6	0.843	48.80	57.86	2.44	2.89
1.00	6	0.840	48.59	57.86	2.43	2.89
1.20	6	0.836	48.39	57.86	2.42	2.89
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	6	0.830	44.35	53.47	2.22	2.67
1.80	6	0.826	44.18	53.47	2.21	2.67
2.00	6	0.823	44.01	53.47	2.20	2.67
2.20	6	0.820	43.85	53.47	2.19	2.67
2.40	5	0.817	36.41	44.55	1.82	2.23
2.60	5	0.814	33.72	41.41	1.69	2.07
2.80	4	0.811	26.88	33.13	1.34	1.66
3.00	5	0.809	33.49	41.41	1.67	2.07
3.20	5	0.806	33.38	41.41	1.67	2.07
3.40	5	0.803	33.27	41.41	1.66	2.07
3.60	5	0.801	30.98	38.68	1.55	1.93
3.80	6	0.798	37.06	46.41	1.85	2.32
4.00	9	0.796	55.42	69.62	2.77	3.48
4.20	6	0.794	36.84	46.41	1.84	2.32
4.40	6	0.791	36.73	46.41	1.84	2.32
4.60	7	0.789	40.09	50.80	2.00	2.54
4.80	10	0.787	57.12	72.57	2.86	3.63
5.00	12	0.785	68.36	87.08	3.42	4.35
5.20	19	0.733	101.07	137.88	5.05	6.89
5.40	10	0.781	56.68	72.57	2.83	3.63
5.60	11	0.779	58.57	75.18	2.93	3.76
5.80	11	0.777	58.43	75.18	2.92	3.76
6.00	16	0.725	79.33	109.35	3.97	5.47
6.20	9	0.774	47.59	61.51	2.38	3.08
6.40	13	0.722	64.15	88.84	3.21	4.44
6.60	17	0.720	79.08	109.78	3.95	5.49
6.80	13	0.719	60.34	83.95	3.02	4.20
7.00	15	0.717	69.47	96.87	3.47	4.84
7.20	13	0.716	60.08	83.95	3.00	4.20
7.40	14	0.714	64.57	90.41	3.23	4.52
7.60	20	0.713	87.25	122.42	4.36	6.12
7.80	21	0.661	85.00	128.54	4.25	6.43
8.00	16	0.710	69.52	97.93	3.48	4.90
8.20	15	0.709	65.06	91.81	3.25	4.59
8.40	17	0.707	73.59	104.05	3.68	5.20
8.60	20	0.706	82.14	116.35	4.11	5.82
8.80	28	0.655	106.64	162.88	5.33	8.14
9.00	23	0.653	87.44	133.80	4.37	6.69
9.20	22	0.652	83.48	127.98	4.17	6.40
9.40	33	0.601	115.40	191.97	5.77	9.60
9.60	100	0.550	304.81	554.24	15.24	27.71



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
0.6	4.67	47.88	Coesivo	0	1.85	1.9	0.06	1.47	6.87	limo argilloso
2.2	6.12	56.87	Coesivo	0	1.94	2.13	0.27	1.47	9.01	limo argilloso
3.6	4.86	40.29	Coesivo	0	1.87	1.9	0.55	1.47	7.15	limo argilloso
4.6	6.8	51.93	Coesivo	0	1.97	2.17	0.78	1.47	10.01	limo argilloso
6.2	12.25	86.42	Coesivo	0	2.09	2.3	1.05	1.47	18.03	argilla limosa
7.4	14.17	92.3	Coesivo	0	2.1	2.11	1.34	1.47	20.86	argilla limosa
8.4	17.8	108.9501	Coesivo	0	2.12	2.26	1.57	1.47	26.2	argilla limosa
9.6	37.67	214.54	Coesivo	0	2.5	2.5	1.83	1.47	55.45	marna argillosa

**STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1****TERRENI COESIVI**

Coesione non drenata

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) limo argilloso	6.87	0.00-0.60	Terzaghi-Peck	0.43
Strato (2) limo argilloso	9.01	0.60-2.20	Terzaghi-Peck	0.61
Strato (3) limo argilloso	7.15	2.20-3.60	Terzaghi-Peck	0.45
Strato (4) limo argilloso	10.01	3.60-4.60	Terzaghi-Peck	0.68
Strato (5) argilla limosa	18.03	4.60-6.20	Terzaghi-Peck	1.22
Strato (6) argilla limosa	20.86	6.20-7.40	Terzaghi-Peck	1.41
Strato (7) argilla limosa	26.2	7.40-8.40	Terzaghi-Peck	1.77
Strato (8) marna argillosa	55.45	8.40-9.60	Terzaghi-Peck	3.74

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) limo argilloso	6.87	0.00-0.60	Robertson (1983)	13.74
Strato (2) limo argilloso	9.01	0.60-2.20	Robertson (1983)	18.02
Strato (3) limo argilloso	7.15	2.20-3.60	Robertson (1983)	14.30
Strato (4) limo argilloso	10.01	3.60-4.60	Robertson (1983)	20.02
Strato (5) argilla limosa	18.03	4.60-6.20	Robertson (1983)	36.06
Strato (6) argilla limosa	20.86	6.20-7.40	Robertson (1983)	41.72
Strato (7) argilla limosa	26.2	7.40-8.40	Robertson (1983)	52.40
Strato (8) marna argillosa	55.45	8.40-9.60	Robertson (1983)	110.90

**Modulo Edometrico**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) limo argilloso	6.87	0.00-0.60	Stroud e Butler (1975)	42.03
Strato (2) limo argilloso	9.01	0.60-2.20	Stroud e Butler (1975)	55.12
Strato (3) limo argilloso	7.15	2.20-3.60	Stroud e Butler (1975)	43.74
Strato (4) limo argilloso	10.01	3.60-4.60	Stroud e Butler (1975)	61.24
Strato (5) argilla limosa	18.03	4.60-6.20	Stroud e Butler (1975)	110.31
Strato (6) argilla limosa	20.86	6.20-7.40	Stroud e Butler (1975)	127.62
Strato (7) argilla limosa	26.2	7.40-8.40	Stroud e Butler (1975)	160.29
Strato (8) marna argillosa	55.45	8.40-9.60	Stroud e Butler (1975)	339.24

## Classificazione AGI

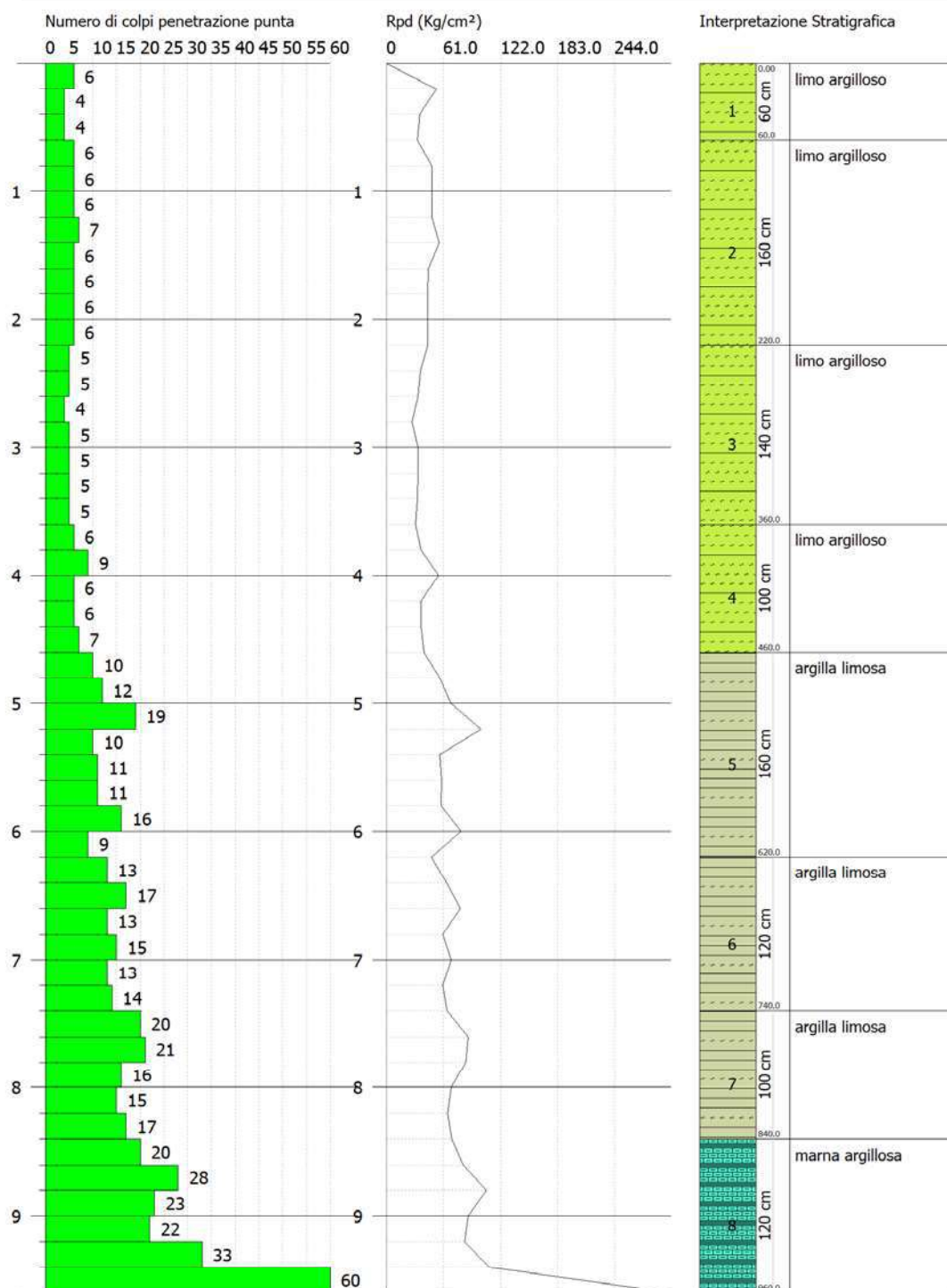
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) limo argilloso	6.87	0.00-0.60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) limo argilloso	9.01	0.60-2.20	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (3) limo argilloso	7.15	2.20-3.60	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (4) limo argilloso	10.01	3.60-4.60	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato (5) argilla limosa	18.03	4.60-6.20	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (6) argilla limosa	20.86	6.20-7.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (7) argilla limosa	26.2	7.40-8.40	A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato (8) marna argillosa	55.45	8.40-9.60	A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1  
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-100 PAGANI

Committente: DI BIAGI VINCENZO  
Descrizione:  
Località: CALDAROLA

Data: 02/08/2017

Scala 1:44





Committente: DIBIAGI LUCIA	STRATIGRAFIA REPERITA
Località: VIA LAGO - CALDAROLA (MC)	SONDAGGIO N. <b>1</b>
Data inizio/fine: 02/10/2017	Quota s.l.m. (m): 310
Metodo perforazione: ROTAZIONE CON TRIVELLA A SECCINO	Coordinate WGS84: 4777670,1 / 355861,1
Diametro perforazione (mm): 500	Scala: 1: 100

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione	Consistenza Dibaglio Dibaglio	Rocket penetrom. (kg/cm²)	Vane test (kg/cm²)	Carotaggio (m)	S.P.T.	Fratture	Inclinaz. superf. (°)	Livello falda (m)	Note
0,5	0,5		Terreno di riporto: limo sabbioso e/o sabbia limosa con ghiaie irregolari sparse, pezzame laterizio rossastro e apparati radicali.									Leggerm. umido
4,3			Limo argilloso di colore marrone chiaro con ghiaie eterometriche sparse. I clasti si presentano rossastri e/o biancastri, arrotondati. Concrezioni scarse. Coesivo e molto consistente.		3,0							Umido
			[DEPOSITI ALLUVIONALI]		3,0							Umido
4,8			Argilla limosa, colore grigio, con ghiaia sparsa e frequenti concrezioni minute e biancastre puntiformi. I clasti sono arrotondati e eterometrici di colore biancastro e rossastro. Coesivo e plastico. Moderatamente consistente.		2,0							Umido
7,0			Argilla limosa, colore grigio, con ghiaia sparsa e frequenti concrezioni minute e biancastre puntiformi. I clasti sono arrotondati e eterometrici di colore biancastro e rossastro. Coesivo e plastico. Moderatamente consistente.		1,5							Umido
7,6	0,6		Colore marrone/nocciola con livelli sabbiosi e screziature scure/nerastre.									Umido
			Pelite di colore grigio scuro/plumbeo, plastica al tatto, oleosa all'olfatto, compatta e uniforme.									Umido
			A -9,0 m argilla marnosa scagliosa, compatta.									Asciutto
10,0			[SUBSTRATO FRATTURATO]									
			FINE SONDAGGIO									

FC: Frattura chiusa    FA: Frattura aperta    S: Superficie strato  
a: Riempimento con argilla    c: Riempimento con calcite