

synthesis



geologia · idrogeologia · geotecnica · procedure e consulenze gestione siti contaminati

Synthesis s.r.l.

Piazza del Popolo, 13 Int. 5
44034 Copparo (Ferrara)
tel. 0039 0532 860546
fax 0039 0532 385035
info@synthesisrsl.com

www.synthesisrsl.com

REGIONE EMILIA ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

COMUNE DI FERRARA

PAROFIN s.r.l.

Via Pietro Mascagni civ. 1

20122 - Milano

COMUNE DI FERRARA

PROPOSTA DI INTERVENTO PER LA FORMAZIONE DEL POC

DI AREA DI TERRENO SITA IN

LOCALITA' FERRARA – VIA BEETHOVEN

ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.

CERTIFICATI E PLANIMETRIE

Ditta esecutrice

Pergeo s.r.l. - Via dell'Artigianato civ. 2

Ro - Ferrara

Responsabile interno

Dr. Geol. Emanuele Stevanin

Elaborazione dati

Dr. Geol. Emma Biondani

Data

26 ottobre 2012

Rif.: 132/12-S

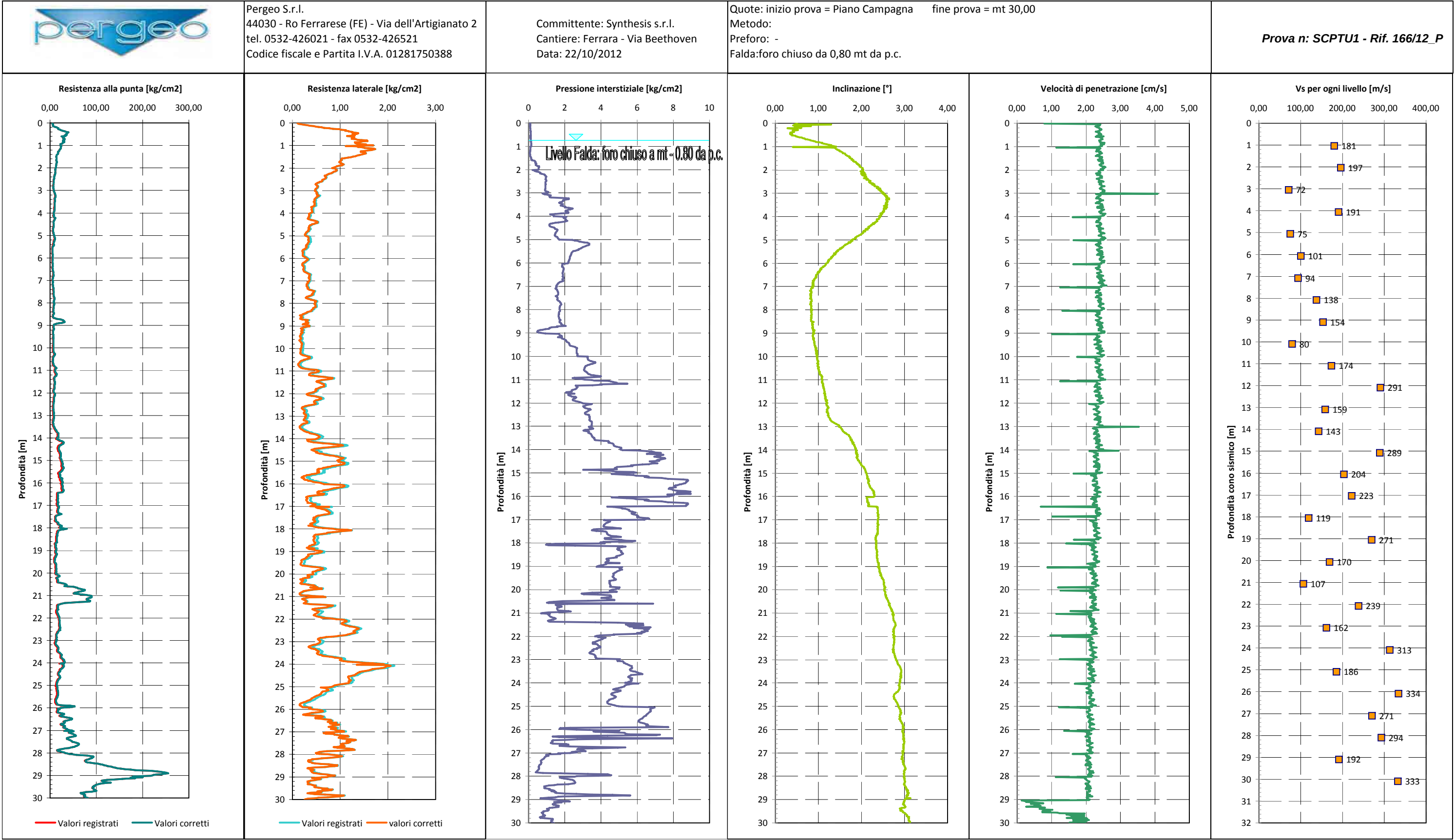


Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532
426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: FERRARA – VIA BEETHOVEN
DATA ESEC.: 22/10/2012
LIVELLO FALDA: FORO CHIUSO A MT 0.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
166/12_P**

Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	35,785	0,883	2,543	2,999	2,160
28,040	41,453	0,957	1,739	2,989	1,120
28,060	47,855	1,029	1,727	2,984	1,990
28,080	56,862	1,067	1,820	2,998	1,980
28,100	68,906	1,019	1,964	2,990	1,970
28,120	80,191	0,961	2,144	3,006	2,000
28,140	88,330	0,838	2,306	2,998	2,000
28,160	92,779	0,731	2,425	3,004	2,010
28,180	92,996	0,642	2,481	3,001	2,040
28,200	91,585	0,534	2,512	3,008	2,050
28,220	89,849	0,446	2,530	3,013	2,100
28,240	87,773	0,430	2,549	3,013	2,100
28,260	85,603	0,368	2,568	3,008	2,070
28,280	83,324	0,360	2,580	3,001	2,070
28,300	79,852	0,364	2,543	2,998	2,060
28,320	76,922	0,377	2,437	2,993	1,980
28,340	75,823	0,387	2,194	2,984	2,000
28,360	75,497	0,424	1,596	2,998	2,030
28,380	76,134	0,433	1,415	2,998	2,080
28,400	77,870	0,484	1,123	3,001	2,050
28,420	80,881	0,617	0,967	3,011	2,100
28,440	86,849	0,769	0,855	3,025	2,130
28,460	95,950	0,866	0,908	3,032	2,030
28,480	103,003	0,955	0,903	3,035	2,030
28,500	108,523	0,945	0,855	3,029	2,000
28,520	112,755	0,890	0,899	3,040	2,150
28,540	116,430	0,788	1,140	3,037	1,990
28,560	119,983	0,697	1,184	3,056	2,060
28,580	124,215	0,502	1,144	3,045	2,090
28,600	129,192	0,345	1,321	3,080	2,070
28,620	133,193	0,332	1,427	3,072	2,120
28,640	136,991	0,378	1,258	3,079	2,120
28,660	140,883	0,417	1,413	3,060	2,100
28,680	145,644	0,465	1,511	3,065	2,030
28,700	152,777	0,434	1,472	3,071	2,040
28,720	162,435	0,401	1,540	3,103	2,050
28,740	173,923	0,423	2,057	3,087	2,040
28,760	184,109	0,434	2,630	3,071	2,060
28,780	199,829	0,470	3,515	3,055	2,030
28,800	218,030	0,477	4,636	3,082	2,120
28,820	229,952	0,526	5,627	3,077	2,110
28,840	237,209	0,562	4,698	3,043	2,050
28,860	246,323	0,603	1,982	3,051	2,180
28,880	250,867	0,680	1,640	3,049	2,030
28,900	254,868	0,756	1,478	3,046	2,020
28,920	248,654	0,821	1,098	3,040	2,030
28,940	240,054	0,899	0,655	3,135	2,060
28,960	228,212	0,809	0,743	3,040	2,050
28,980	224,061	0,767	1,166	3,021	2,060
29,000	220,249	0,741	1,403	3,007	2,110
29,020	217,400	0,640	1,702	3,001	2,080
29,040	178,024	0,436	1,733	3,001	0,140
29,060	196,919	0,504	2,182	2,999	0,230
29,080	199,306	0,517	2,269	2,986	0,340
29,100	173,684	0,605	1,415	2,990	0,260
29,120	183,653	0,540	1,833	2,982	0,450
29,140	165,517	0,485	1,484	2,979	0,650
29,160	155,832	0,417	1,446	2,974	0,760
29,180	136,706	0,366	1,384	2,975	0,400
29,200	123,019	0,332	1,334	2,967	0,630
29,220	112,249	0,351	1,372	2,980	0,500
29,240	111,475	0,346	1,509	2,998	0,510
29,260	115,585	0,347	1,665	3,006	0,680
29,280	114,377	0,359	1,540	3,005	0,600
29,300	122,949	0,350	1,615	3,021	0,260
29,320	131,087	0,344	1,652	3,025	0,600
29,340	119,694	0,401	1,334	3,009	0,810
29,360	109,711	0,440	1,147	2,935	0,800
29,380	106,022	0,497	1,104	2,888	0,720
29,400	101,464	0,479	1,023	2,908	0,650
29,420	98,534	0,496	1,073	2,929	0,790
29,440	98,209	0,472	1,116	2,906	1,020
29,460	94,953	0,497	1,091	2,942	0,870
29,480	95,713	0,560	1,048	2,909	0,790
29,500	92,349	0,640	0,817	2,964	0,730
29,520	94,194	0,745	0,824	2,965	0,960
29,540	92,349	0,640	0,817	2,964	0,730
29,560	91,156	0,849	0,730	2,989	1,170
29,580	93,326	0,824	0,761	3,015	1,230
29,600	94,194	0,750	0,786	3,014	1,960
29,620	94,845	0,563	0,799	3,040	1,480
29,640	97,015	0,531	0,830	3,037	1,430
29,660	94,736	0,620	0,805	3,060	1,540
29,680	99,945	0,609	0,911	3,049	1,950
29,700	97,138	0,400	0,880	3,052	1,580
29,720	89,325	0,322	0,767	3,066	1,950
29,740	77,266	0,393	0,662	3,112	1,590
29,760	70,864	0,483	0,624	3,094	1,930
29,780	65,873	0,689	0,655	3,086	1,440
29,800	67,392	0,920	0,892	3,104	2,020
29,820	69,779	1,097	1,328	3,099	1,620
29,840	73,888	1,087	1,347	3,091	2,050
29,860	75,190	1,003	1,328	3,091	1,630
29,880	75,407	0,917	1,322	3,099	2,080
29,900	72,884	0,751	1,247	3,098	1,640
29,920	73,752	0,566	1,253	3,107	2,020
29,940	73,629	0,487	1,241	3,127	1,630
29,960	76,233	0,343	1,291	3,123	1,920
29,980	78,512	0,294	1,328	3,131	1,520
30,000	82,079	0,277	1,403	3,124	1,980



Sperimentatore: Dott. Geol. Fabio Zanella

Direttore Laboratorio: Dott. Geol. Marco Condotta

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesissrl.com – info@synthesissrl.com	COMMITTENTE: DATA ESECUZIONE: DITTA ESECUTRICE: CANTIERE: LAVORO:	PAROFIN S.R.L. VIA PIETRO MASCAGNI CIV. 1 20122 - MILANO 22/10/2012 PERGEO S.R.L. FERRARA – VIA BEETHOVEN POC	SCPTU_1
			Rif. 132/12_S

Profondità piezocono	Profondità cono sismico	Distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L)	T. d'arrivo dell'onda a S	Vel. del suono fra S ed L	L2-L1	t2-t1	Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1)
m	m	m	sec	m/sec	m	sec	m/sec
0,00	0,00	0,00	0,0000				
1,00	0,70	1,79	0,0100	179	1,79	0,0100	179
2,00	1,70	2,37	0,0130	182	0,58	0,0030	192
3,00	2,70	3,16	0,0243	130	0,80	0,0113	70
4,00	3,70	4,05	0,0290	140	0,89	0,0047	189
5,00	4,70	4,98	0,0415	120	0,93	0,0125	74
6,00	5,70	5,93	0,0510	116	0,95	0,0095	100
7,00	6,70	6,90	0,0614	112	0,97	0,0104	93
8,00	7,70	7,87	0,0685	115	0,97	0,0071	137
9,00	8,70	8,86	0,0749	118	0,98	0,0064	153
10,00	9,70	9,84	0,0873	113	0,98	0,0124	79
11,00	10,70	10,83	0,0930	116	0,99	0,0057	173
12,00	11,70	11,82	0,0964	123	0,99	0,0034	291
13,00	12,70	12,81	0,1026	125	0,99	0,0062	160
14,00	13,70	13,80	0,1095	126	0,99	0,0069	144
15,00	14,70	14,79	0,1129	131	0,99	0,0034	292
16,00	15,70	15,79	0,1177	134	0,99	0,0048	207
17,00	16,70	16,78	0,1221	137	0,99	0,0044	226
18,00	17,70	17,78	0,1305	136	1,00	0,0084	119
19,00	18,70	18,77	0,1342	140	1,00	0,0037	269
20,00	19,70	19,77	0,1401	141	1,00	0,0059	169
21,00	20,70	20,77	0,1495	139	1,00	0,0094	106
22,00	21,70	21,76	0,1537	142	1,00	0,0042	237
23,00	22,70	22,76	0,1599	142	1,00	0,0062	161
24,00	23,70	23,76	0,1631	146	1,00	0,0032	312
25,00	24,70	24,76	0,1685	147	1,00	0,0054	185
26,00	25,70	25,75	0,1715	150	1,00	0,0030	333
27,00	26,70	26,75	0,1752	153	1,00	0,0037	270
28,00	27,70	27,75	0,1786	155	1,00	0,0034	294
29,00	28,70	28,75	0,1838	156	1,00	0,0052	192
30,00	29,70	29,75	0,1868	159	1,00	0,0030	333

Vs 30
157 m/sec



Elaborazione dati
Dr. Geol. Emanuele Stevanin

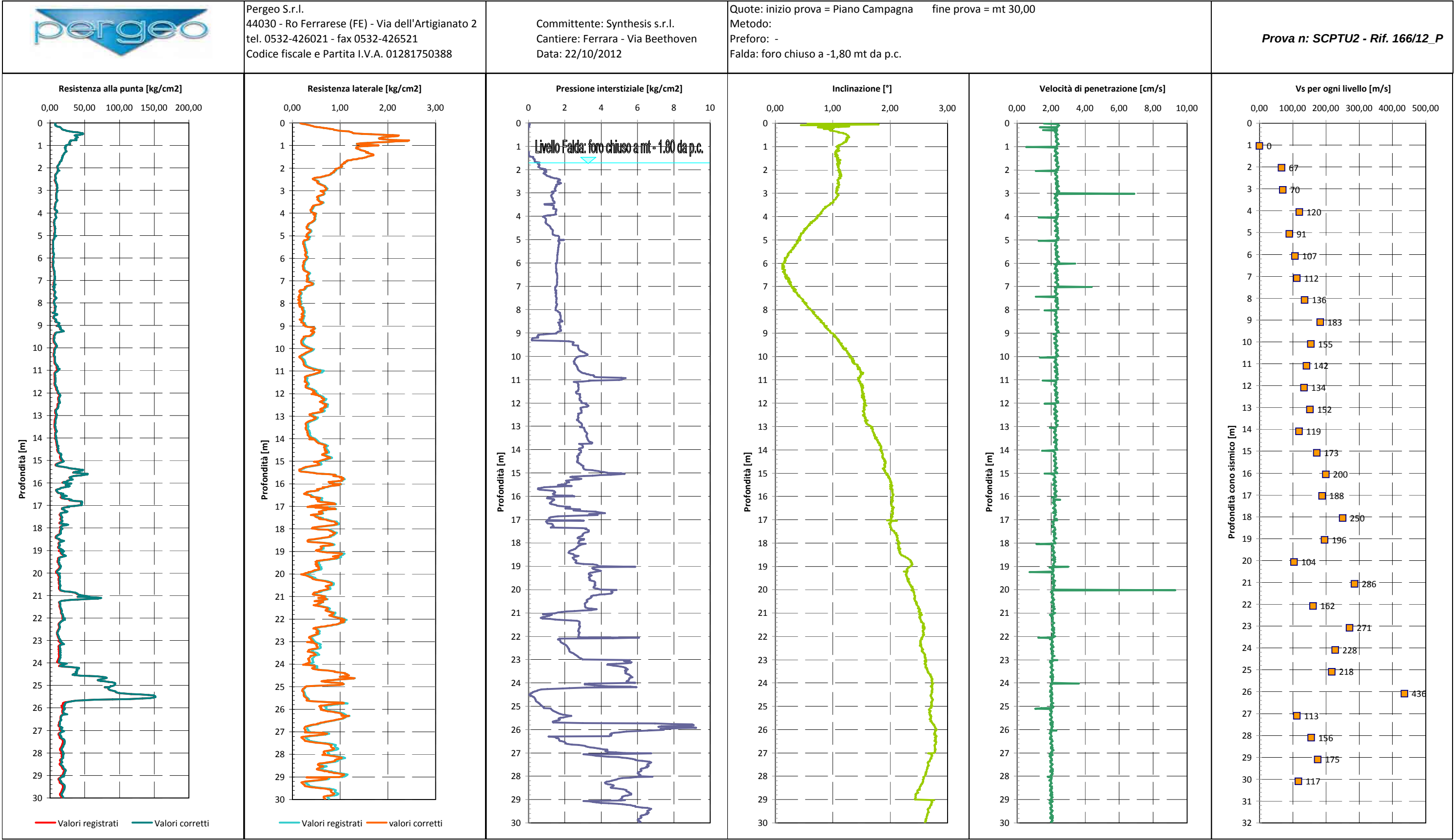


Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532
426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: FERRARA – VIA BEETHOVEN
DATA ESEC.: 22/10/2012
LIVELLO FALDA: FORO CHIUSO A MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
166/12_P**

Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	15,443	0,723	6,829	2,591	1,800
28,040	17,613	0,826	5,926	2,578	1,840
28,060	17,396	0,882	5,602	2,590	2,030
28,080	17,179	0,948	5,172	2,590	2,040
28,100	16,962	1,000	4,985	2,584	2,000
28,120	16,962	1,056	4,923	2,583	2,000
28,140	16,636	1,093	4,848	2,571	2,020
28,160	16,962	1,102	4,754	2,571	1,930
28,180	17,382	1,079	4,630	2,578	1,890
28,200	17,382	1,029	4,568	2,577	1,990
28,220	17,056	0,992	4,437	2,575	1,980
28,240	16,608	0,954	4,300	2,565	2,000
28,260	16,146	0,947	4,237	2,565	2,000
28,280	15,386	0,955	4,206	2,570	2,000
28,300	14,735	0,936	4,225	2,557	2,030
28,320	14,504	0,893	4,268	2,550	1,990
28,340	14,599	0,846	4,368	2,556	1,980
28,360	15,141	0,789	4,524	2,540	1,950
28,380	15,344	0,734	4,661	2,538	1,950
28,400	15,887	0,642	4,698	2,533	1,970
28,420	15,750	0,610	4,661	2,532	1,930
28,440	15,316	0,603	4,630	2,524	2,050
28,460	14,665	0,598	4,580	2,518	2,030
28,480	14,000	0,609	4,524	2,519	2,000
28,500	14,000	0,635	4,561	2,519	2,060
28,520	14,000	0,703	4,804	2,512	2,060
28,540	14,651	0,716	5,029	2,518	2,030
28,560	15,831	0,668	5,203	2,501	1,950
28,580	16,373	0,650	5,334	2,514	1,960
28,600	16,482	0,638	5,396	2,479	2,010
28,620	16,916	0,608	5,371	2,478	1,920
28,640	17,241	0,593	5,384	2,472	1,980
28,660	17,567	0,588	5,446	2,475	2,040
28,680	17,892	0,617	5,508	2,475	2,010
28,700	18,109	0,656	5,521	2,488	2,070
28,720	19,086	0,700	5,589	2,468	1,980
28,740	20,062	0,746	5,645	2,462	2,010
28,760	20,388	0,821	5,658	2,446	1,980
28,780	21,039	0,844	5,651	2,439	1,970
28,800	20,605	0,901	5,583	2,446	2,080
28,820	20,279	0,944	5,458	2,446	1,940
28,840	19,845	1,022	5,321	2,446	2,010
28,860	19,411	1,085	5,209	2,440	2,010
28,880	19,180	1,132	5,147	2,440	2,060
28,900	19,180	1,157	5,147	2,447	2,100
28,920	18,746	1,144	5,147	2,447	2,010
28,940	18,529	1,131	5,122	2,440	2,030
28,960	18,421	1,110	5,097	2,435	2,000
28,980	18,190	1,085	5,072	2,429	2,020
29,000	17,864	1,048	5,047	2,434	1,960
29,020	15,596	0,370	5,303	2,765	2,060
29,040	18,183	0,707	5,091	2,718	1,910
29,060	17,098	0,717	3,023	2,718	2,000
29,080	15,254	0,772	3,403	2,730	2,090
29,100	14,169	0,745	3,546	2,725	2,060
29,120	12,975	0,695	3,727	2,734	2,000
29,140	12,649	0,609	3,982	2,725	1,910
29,160	12,107	0,518	4,424	2,719	1,990
29,180	12,093	0,429	4,972	2,725	1,980
29,200	12,744	0,346	5,166	2,714	1,970
29,220	13,286	0,300	5,409	2,708	1,980
29,240	13,381	0,266	5,620	2,719	2,040
29,260	14,032	0,273	5,739	2,702	2,030
29,280	14,140	0,300	5,869	2,696	2,030
29,300	13,815	0,299	5,876	2,696	2,010
29,320	14,140	0,310	6,019	2,689	2,050
29,340	14,574	0,340	6,249	2,689	1,950
29,360	15,985	0,343	6,549	2,689	1,960
29,380	16,528	0,352	6,667	2,666	1,980
29,400	17,504	0,359	6,760	2,660	1,980
29,420	18,155	0,397	6,673	2,654	1,970
29,440	18,264	0,462	6,692	2,666	2,030
29,460	18,589	0,510	6,617	2,666	2,020
29,480	18,589	0,584	6,555	2,660	2,090
29,500	18,589	0,688	6,542	2,660	2,060
29,520	18,264	0,779	6,561	2,666	2,020
29,540	18,372	0,834	6,586	2,676	2,040
29,560	18,806	0,869	6,611	2,663	1,990
29,580	18,155	0,911	6,499	2,654	1,950
29,600	18,250	0,911	6,567	2,650	1,970
29,620	18,141	0,894	6,524	2,649	1,980
29,640	17,599	0,892	6,430	2,654	2,030
29,660	17,165	0,897	6,318	2,649	2,010
29,680	16,934	0,903	6,218	2,649	2,040
29,700	16,825	0,918	6,162	2,642	2,110
29,720	16,500	0,942	6,162	2,637	2,000
29,740	16,146	0,962	6,200	2,637	2,000
29,760	15,820	0,958	6,218	2,637	1,940
29,780	15,372	0,948	6,193	2,637	2,110
29,800	15,047	0,918	6,156	2,637	1,950
29,820	14,599	0,880	6,081	2,621	2,010
29,840	14,599	0,816	6,031	2,626	2,080
29,860	14,585	0,759	6,007	2,626	2,050
29,880	15,019	0,736	6,007	2,616	2,070
29,900	15,316	0,737	6,044	2,621	2,090
29,920	15,750	0,741	6,100	2,626	2,070
29,940	16,184	0,756	6,137	2,609	2,020
29,960	16,713	0,771	6,162	2,609	1,990
29,980	17,038	0,767	6,125	2,609	2,030
30,000	17,024	0,774	6,056	2,601	2,010



Sperimentatore: Dott. Geol. Fabio Zanella

Direttore Laboratorio: Dott. Geol. Marco Condotta

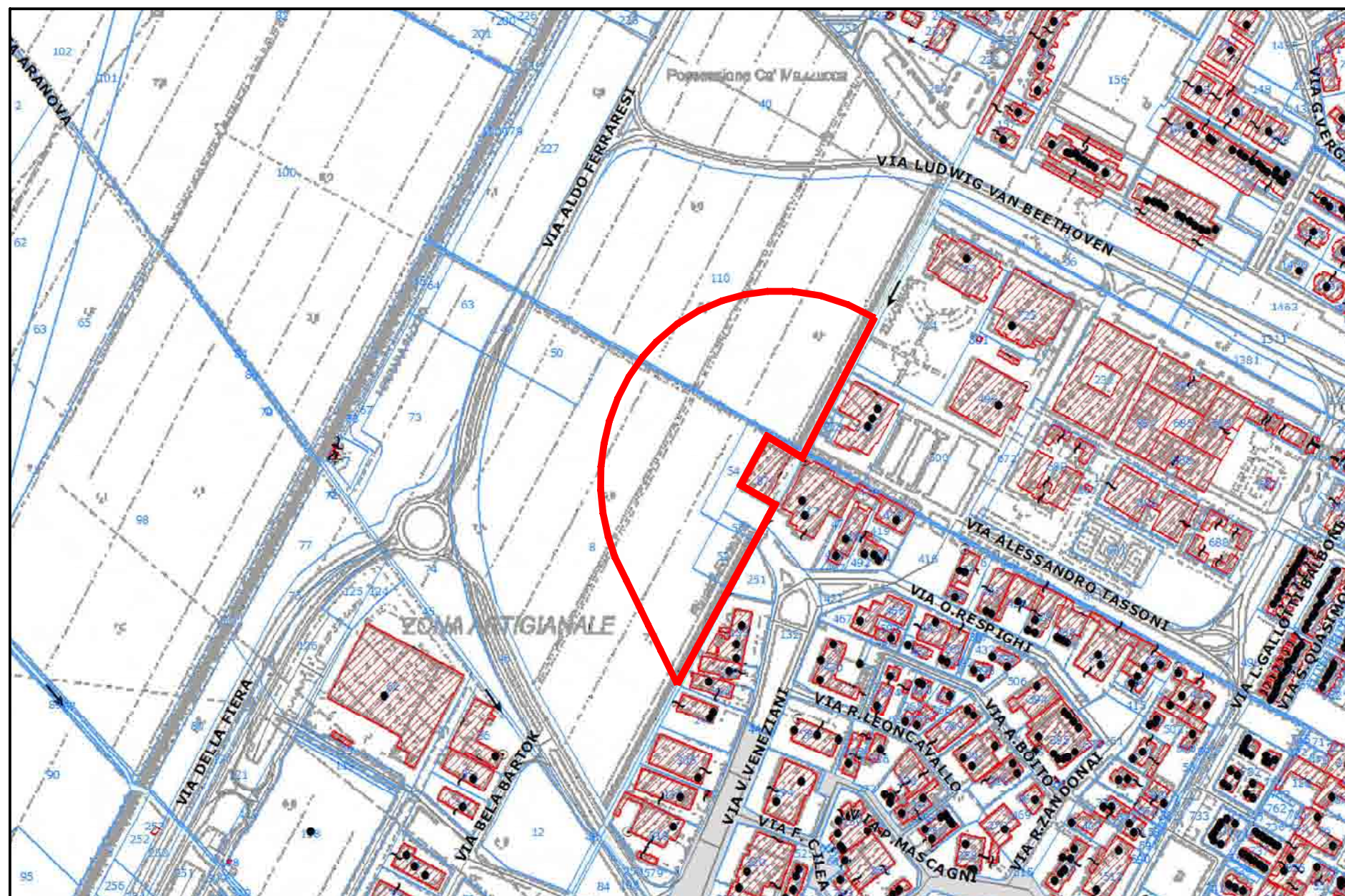
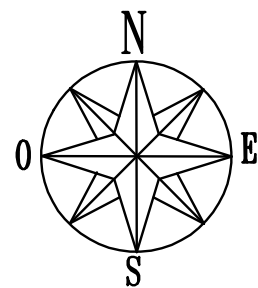
 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesissrl.com – info@synthesissrl.com	COMMITTENTE: DATA ESECUZIONE: DITTA ESECUTRICE: CANTIERE: LAVORO:	PAROFIN S.R.L. VIA PIETRO MASCAGNI CIV. 1 20122 - MILANO 22/10/2012 PERGEO S.R.L. FERRARA – VIA BEETHOVEN POC	SCPTU_2
			Rif. 132/12_S

Profondità piezocono	Profondità cono sismico	Distanza fra la sorgente del rumore S - geofono triassiale (L)	T. d'arrivo dell'onda a S	Vel. del suono fra S ed L	L2-L1	t2-t1	Vs per ogni livello (L2 - L1)/(t2 - t1)
m	m	m	sec	m/sec	m	sec	m/sec
0,00	0,00	0,00	0,0000				
1,00	0,70	1,79	0,0000	0	1,79	0,0000	0
2,00	1,70	2,37	0,0088	269	0,58	0,0088	66
3,00	2,70	3,16	0,0203	156	0,80	0,0115	69
4,00	3,70	4,05	0,0278	146	0,89	0,0075	118
5,00	4,70	4,98	0,0382	130	0,93	0,0104	89
6,00	5,70	5,93	0,0472	126	0,95	0,0090	106
7,00	6,70	6,90	0,0559	123	0,97	0,0087	111
8,00	7,70	7,87	0,0631	125	0,97	0,0072	135
9,00	8,70	8,86	0,0685	129	0,98	0,0054	182
10,00	9,70	9,84	0,0749	131	0,98	0,0064	154
11,00	10,70	10,83	0,0819	132	0,99	0,0070	141
12,00	11,70	11,82	0,0893	132	0,99	0,0074	134
13,00	12,70	12,81	0,0958	134	0,99	0,0065	152
14,00	13,70	13,80	0,1041	133	0,99	0,0083	120
15,00	14,70	14,79	0,1098	135	0,99	0,0057	174
16,00	15,70	15,79	0,1147	138	0,99	0,0049	203
17,00	16,70	16,78	0,1199	140	0,99	0,0052	191
18,00	17,70	17,78	0,1239	143	1,00	0,0040	249
19,00	18,70	18,77	0,1290	146	1,00	0,0051	195
20,00	19,70	19,77	0,1386	143	1,00	0,0096	104
21,00	20,70	20,77	0,1421	146	1,00	0,0035	285
22,00	21,70	21,76	0,1483	147	1,00	0,0062	161
23,00	22,70	22,76	0,1520	150	1,00	0,0037	270
24,00	23,70	23,76	0,1564	152	1,00	0,0044	227
25,00	24,70	24,76	0,1610	154	1,00	0,0046	217
26,00	25,70	25,75	0,1633	158	1,00	0,0023	434
27,00	26,70	26,75	0,1722	155	1,00	0,0089	112
28,00	27,70	27,75	0,1786	155	1,00	0,0064	156
29,00	28,70	28,75	0,1843	156	1,00	0,0057	175
30,00	29,70	29,75	0,1928	154	1,00	0,0085	117

Vs 30
144 m/sec



Elaborazione dati
Dr. Geol. Emanuele Stevanin



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA



SYNTHESIS S.R.L.

Piazza del Popolo, 13 Int.5 - 44034 COPPARO (FE)
Tel. 0532 880548 Fax 0532 395035
www.synthesisari.com - info@synthesisari.com

PAROFIN s.r.l.

via Pietro Mascagni civ.1
20122 Milano

COMUNE DI FERRARA
PROPOSTA DI INTERVENTO
PER LA FORMAZIONE DEL POC
DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA
VIA BEETHOVEN
ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.
CERTIFICATI E PLANIMETRIE

TAVOLA 2

Scala 1: 5.000

PLANIMETRIA CATASTALE
CON UBICAZIONE AREA

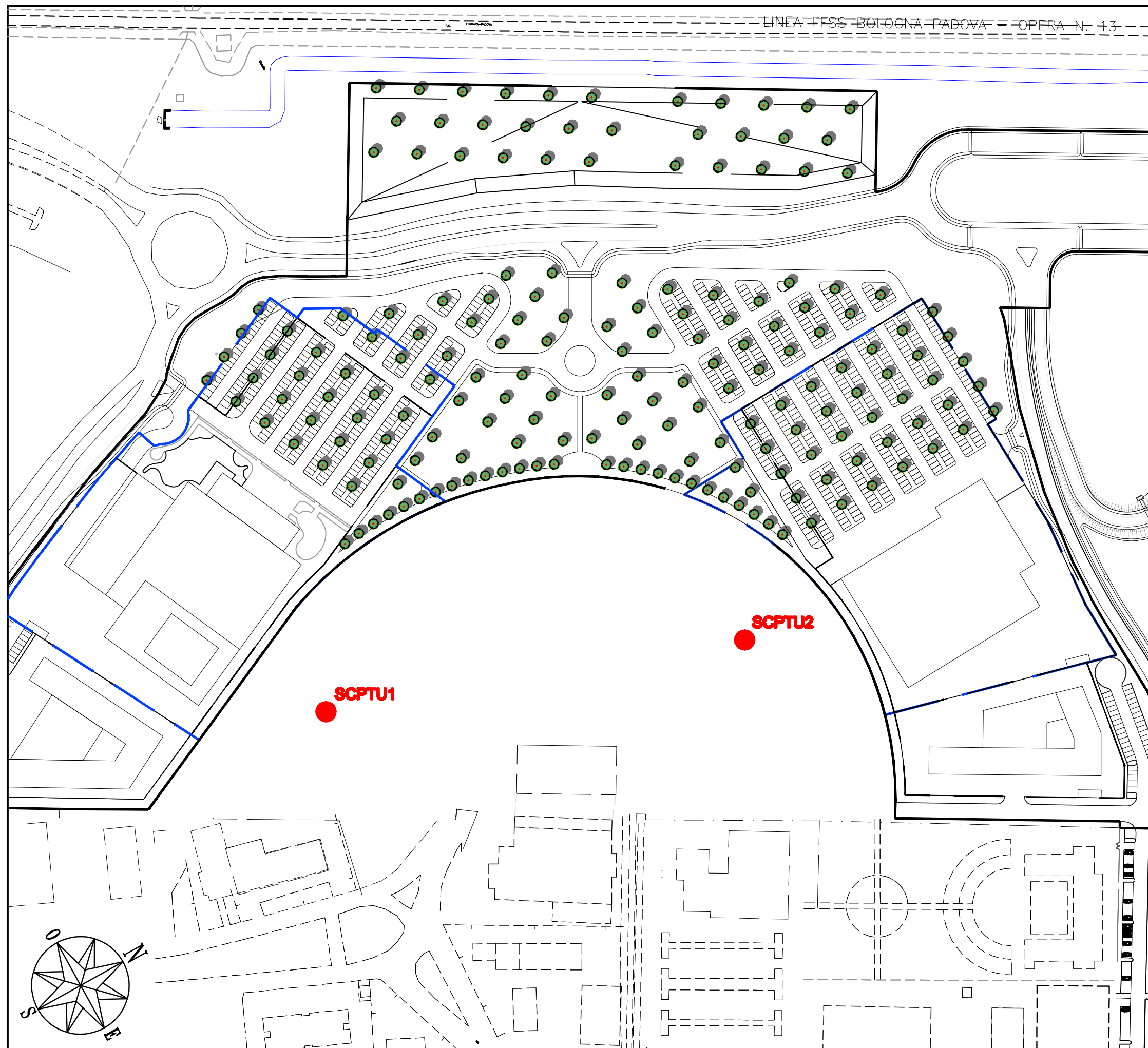
Responsabile interno:
Dott. Geol. Emanuele Stevanin

Elaborazione grafica:
Geom. Sabrina Boschetti

data compilazione:
26 Ottobre 2012

referimento interno:
132/12-S

Tavole_132_12_S.dwg



REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA



SYNTHESIS S.R.L.

Piazza del Popolo, 13 int.5 - 44034 COPPARO (FE)
Tel. 0532 860546 Fax 0532 385035
www.synthesisr.com -info@synthesisr.com

PAROFIN s.r.l.

via Pietro Mascagni civ.1
20122 Milano

COMUNE DI FERRARA
PROPOSTA DI INTERVENTO
PER LA FORMAZIONE DEL POC
DI AREA DI TERRENO SITA IN FERRARA
VIA BEETHOVEN
ESECUZIONE N. 2 PROVE S.C.P.T.U.
CERTIFICATI E PLANIMETRIE

TAVOLA 3

Scala 1: 2.000

**PLANIMETRIA DI PROGETTO
UBICAZIONI INDAGINI**

Responsabile interno:
Dott. Geol. Emanuele Stevanin

Elaborazione grafica:
Geom. Sabrina Boschetti

data compilazione:
26 Ottobre 2012

riferimento interno:
132/12-S

Tavole_132_12_S.dwg

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisrl.com – info@synthesisrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 5 -

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI – SOFTWARE GEOSTRU

SCPTU1 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Terzaghi	1,21
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Terzaghi	0,44
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Terzaghi	0,42
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Terzaghi	0,84
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Terzaghi	0,86
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Terzaghi	1,75

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Metodo generale del modulo Edometrico	48,54
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Metodo generale del modulo Edometrico	40,94
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Metodo generale del modulo Edometrico	39,52
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Metodo generale del modulo Edometrico	47,42
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Metodo generale del modulo Edometrico	46,96
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Metodo generale del modulo Edometrico	70,10

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Cancelli 1980	906,88
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Cancelli 1980	306,53
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Cancelli 1980	263,59
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Cancelli 1980	557,31
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Cancelli 1980	548,72
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Cancelli 1980	1205,43

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Piacentini Righi 1978	5,48
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Piacentini Righi 1978	1,85
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Piacentini Righi 1978	2,16
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Piacentini Righi 1978	2,59
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Piacentini Righi 1978	1,91

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Meyerhof	2,00
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Meyerhof	1,82
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Meyerhof	1,80
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Meyerhof	1,92
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Meyerhof	1,92
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Meyerhof	2,05

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0,86	24,27	1,03	0,09	0,09	Meyerhof	2,08
Strato 2	8,64	8,89	0,55	0,95	0,72	Meyerhof	1,90
Strato 3	13,46	8,37	0,36	2,21	1,34	Meyerhof	1,88
Strato 4	20,36	16,77	0,60	3,36	1,91	Meyerhof	2,00
Strato 6	25,72	17,20	0,97	4,68	2,57	Meyerhof	2,00
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Meyerhof	2,13

SCPTU1 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Jamiolkowski 1985	11,09
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Jamiolkowski 1985	5,00
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Jamiolkowski 1985	23,00

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Schmertmann	32,01
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Schmertmann	28,70
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Schmertmann	34,69

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Robertson & Campanella da Schmertmann	51,28
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Robertson & Campanella da Schmertmann	38,99
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Robertson & Campanella da Schmertmann	78,32

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Meyerhof	1,90
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Meyerhof	1,80
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 5	21,38	58,36	0,36	4,14	2,30	Meyerhof	2,20
Strato 7	28,10	35,05	0,82	5,36	2,91	Meyerhof	2,10
Strato 8	30,00	124,06	0,57	5,81	3,15	Meyerhof	2,20

SCPTU2 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Terzaghi	1,30
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Terzaghi	0,47
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Terzaghi	0,43
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Terzaghi	0,44
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Terzaghi	1,41
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Terzaghi	0,71
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Terzaghi	2,34
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Terzaghi	0,92
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Terzaghi	0,82

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Metodo generale del modulo Edometrico	52,06
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Metodo generale del modulo Edometrico	42,23
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Metodo generale del modulo Edometrico	39,92
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Metodo generale del modulo Edometrico	40,54
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Metodo generale del modulo Edometrico	56,32
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Metodo generale del modulo Edometrico	48,40
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Metodo generale del modulo Edometrico	93,70
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Metodo generale del modulo Edometrico	45,28
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Metodo generale del modulo Edometrico	47,75

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Cancelli 1980	973,56
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Cancelli 1980	328,59
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Cancelli 1980	278,95
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Cancelli 1980	273,23
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Cancelli 1980	986,82
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Cancelli 1980	456,34
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Cancelli 1980	1669,68
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Cancelli 1980	595,22
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Cancelli 1980	500,80

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Piacentini Righi 1978	6,95
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Piacentini Righi 1978	1,53
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Piacentini Righi 1978	2,19
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Piacentini Righi 1978	2,36
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Piacentini Righi 1978	2,2
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Piacentini Righi 1978	1,75
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Piacentini Righi 1978	1,8
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Piacentini Righi 1978	1,62

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Meyerhof	2,02
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Meyerhof	1,83
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Meyerhof	1,81
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Meyerhof	1,80
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Meyerhof	2,02
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Meyerhof	1,89
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Meyerhof	2,11
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Meyerhof	1,93
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Meyerhof	1,91

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	0,68	26,03	1,11	0,07	0,07	Meyerhof	2,10
Strato 2	7,46	9,41	0,63	0,81	0,65	Meyerhof	1,91
Strato 3	9,30	8,51	0,24	1,67	1,07	Meyerhof	1,89
Strato 4	15,26	8,74	0,46	2,44	1,45	Meyerhof	1,88
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Meyerhof	2,10
Strato 6	20,82	14,29	0,68	3,78	2,12	Meyerhof	1,97
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Meyerhof	2,19
Strato 8	24,66	18,39	0,67	4,57	2,52	Meyerhof	2,01
Strato 10	30,00	16,38	0,73	5,57	3,03	Meyerhof	1,99

SCPTU2 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Jamiolkowski 1985	5,00
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Jamiolkowski 1985	5,00
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Jamiolkowski 1985	19,71

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Schmertmann	29,10
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Schmertmann	30,84
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Schmertmann	33,87

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Robertson & Campanella da Schmertmann	28,66
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Robertson & Campanella da Schmertmann	44,65
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Robertson & Campanella da Schmertmann	68,18

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Meyerhof	1,80
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Meyerhof	1,90
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 5	17,08	28,16	0,63	3,22	1,84	Meyerhof	2,10
Strato 7	21,20	46,85	0,60	4,19	2,33	Meyerhof	2,20
Strato 9	25,70	95,69	0,47	5,03	2,75	Meyerhof	2,20

CPTU3 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVI**Coesione non drenata**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Terzaghi	0,76
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Terzaghi	0,29
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Terzaghi	0,47

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Metodo generale del modulo Edometrico	48,35
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Metodo generale del modulo Edometrico	30,71
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Metodo generale del modulo Edometrico	42,39

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Cancelli 1980	551,02
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Cancelli 1980	173,41
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Cancelli 1980	271,59

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Piacentini Righi 1978	8,18
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Piacentini Righi 1978	1,52
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Piacentini Righi 1978	1,44

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Meyerhof	1,92
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Meyerhof	1,73
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Meyerhof	1,80

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	5,84	15,22	0,60	0,58	0,53	Meyerhof	2,00
Strato 2	13,28	5,79	0,26	1,88	1,17	Meyerhof	1,81
Strato 4	20,00	9,48	0,48	3,94	2,24	Meyerhof	1,88

CPTU3 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Jamiolkowski 1985	25,69

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Schmertmann	34,14

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Robertson & Campanella da Schmertmann	58,61

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 3	18,92	75,50	0,31	3,22	1,85	Meyerhof	2,20

CPTU4 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Terzaghi	1,03
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Terzaghi	1,58
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Terzaghi	0,29
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Terzaghi	1,01
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Terzaghi	0,48
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Terzaghi	0,61

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Metodo generale del modulo Edometrico	41,04
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Metodo generale del modulo Edometrico	63,08
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Metodo generale del modulo Edometrico	30,79
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Metodo generale del modulo Edometrico	41,34
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Metodo generale del modulo Edometrico	42,53
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Metodo generale del modulo Edometrico	47,06

Modulo di deformazione non drenato Eu

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Eu (Kg/cm ²)
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Cancelli 1980	764,40
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Cancelli 1980	1163,32
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Cancelli 1980	189,77
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Cancelli 1980	725,88
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Cancelli 1980	305,64
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Cancelli 1980	375,42

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Piacentini Righi 1978	8,03
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Piacentini Righi 1978	2,33
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Piacentini Righi 1978	2,48
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Piacentini Righi 1978	1,41
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Piacentini Righi 1978	1,19

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Meyerhof	1,98
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Meyerhof	2,05
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Meyerhof	1,74
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Meyerhof	1,97
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Meyerhof	1,82
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Meyerhof	1,86

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	1,36	20,52	1,05	0,14	0,14	Meyerhof	2,06
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Meyerhof	2,13
Strato 3	5,98	5,81	0,25	1,01	0,75	Meyerhof	1,82
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Meyerhof	2,05
Strato 5	16,30	9,54	0,29	2,33	1,39	Meyerhof	1,90
Strato 7	20,00	12,19	0,39	3,89	2,18	Meyerhof	1,94

CPTU4 - STIMA PARAMETRI GEOTECNICI - TERRENI INCOERENTI**Densità relativa**

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Jamiolkowski 1985	51,23
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Jamiolkowski 1985	13,38
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Jamiolkowski 1985	27,44

Angolo di resistenza al taglio

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Schmertmann	34,47
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Schmertmann	30,11
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Schmertmann	34,64

Modulo Edometrico

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Robertson & Campanella da Schmertmann	43,51
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Robertson & Campanella da Schmertmann	23,07
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Robertson & Campanella da Schmertmann	63,11

Grado di sovraconsolidazione

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Ocr
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Larsson 1991 S.G.I.	2,02
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5

Peso unità di volume

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Meyerhof	1,80
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Meyerhof	1,90
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Meyerhof	1,90

Peso unità di volume saturo

	Prof. Strato (m)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	Tensione litostatica totale (Kg/cm ²)	Tensione litostatica efficace (Kg/cm ²)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 2	4,12	31,54	0,58	0,55	0,52	Meyerhof	2,10
Strato 4	7,32	20,26	0,32	1,33	0,90	Meyerhof	2,20
Strato 6	18,94	86,99	0,27	3,49	1,97	Meyerhof	2,20

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisrl.com – info@synthesisrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 6 -

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO TERRE– CAMPIONI DI TERRENO

5

Cantiere: VIA BEETHOVEN

DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

Limiti di consistenza di Atterberg



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato: 1152 - 15.193 - 001
Verbale: 1152
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA BEETHOVEN
Sondaggio: -
Campione: C1
Profondità: 0.60 - 1.20
Data ricevimento: 21/09/2015
Data inizio prove: 21/09/2015
Data fine prove: 24/09/2015
Data certificazione: 24/09/2015
Data apertura campione: 21/09/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g)	281.61								
	<table><tr><th>Pesate (g)</th><th>Passante (%)</th></tr><tr><td>setaccio 2 mm</td><td>0.00 100.00</td></tr><tr><td>setaccio 0,42 mm</td><td>0.06 99.98</td></tr><tr><td>setaccio 0,075 mm</td><td>0.29 99.88</td></tr></table>	Pesate (g)	Passante (%)	setaccio 2 mm	0.00 100.00	setaccio 0,42 mm	0.06 99.98	setaccio 0,075 mm	0.29 99.88
Pesate (g)	Passante (%)								
setaccio 2 mm	0.00 100.00								
setaccio 0,42 mm	0.06 99.98								
setaccio 0,075 mm	0.29 99.88								

Limiti

Numero colpi: 26
Massa tara (g): 71.73
Massa Campione umido + tara (g): 95.03
Massa Campione secco + tara (g): 86.79
umidità campione(g): 54.71
Limite liquido (%): 55

Massa tara (g): 74.92
Massa Campione umido + tara (g): 79.28
Massa Campione secco + tara (g): 78.3
Limite Plastico (%): 29

Indice Plastico 26

Classificazione CNR-UNI A 7-6

Indice di Gruppo 17.4

Classificazione USCS CH-OH

Direttore

Spesimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)

Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378

e-mail laboratorio.geotea@database.it

Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B5)



GEOTECA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Classificazione di una terra

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato: 1152 - 15.193 - 002
Verbale: 1152
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA BEETHOVEN
Sondaggio: -
Campione: C2
Profondità: 0.60 - 1.20
Data ricevimento: 21/09/2015
Data inizio prove: 21/09/2015
Data fine prove: 24/09/2015
Data certificazione: 24/09/2015
Data apertura campione: 21/09/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g)	260.39
	Pesate (g) Passante (%)
setaccio 2 mm	0.00 100.00
setaccio 0,42 mm	0.00 100.00
setaccio 0,075 mm	0.09 99.97

Limiti

Numero colpi: 18
Massa tara (g): 70.56
Massa Campione umido + tara (g): 95.7
Massa Campione secco + tara (g): 86.66
umidità campione(g): 56.15
Limite liquido (%): 54

Massa tara (g): 71.99
Massa Campione umido + tara (g): 76.64
Massa Campione secco + tara (g): 75.49
Limite Plastico (%): 33

Indice Plastico 21

Classificazione CNR-UNI A 7-5
Indice di Gruppo 15.2

Classificazione USCS MH-OH

Direttore

Sperimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998376
e-mail laboratorio.geoteka@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B5)

LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10 - ASTM D427-04

Certificato:	1152 - 15.193 - 003
Verbale:	1152
Committente:	SYNTHESIS S.R.L.
Località:	FERRARA
Cantiere:	VIA BEETHOVEN
Sondaggio:	-
Campione:	C3
Profondità:	2.00 - 2.60
Data ricevimento:	21/09/2015
Data inizio prove:	21/09/2015
Data fine prove:	24/09/2015
Data certificazione:	24/09/2015
Data apertura campione:	21/09/2015
Classe campione:	Q5
Numero colpi:	32
Massa tara (g):	70.07
Massa Campione umido + tara (g):	100.97
Massa Campione secco + tara (g):	89.27
Limite liquido (%):	63
Massa tara (g):	70.47
Massa Campione umido + tara (g):	72.58
Massa Campione secco + tara (g):	71.97
Limite Plastico (%):	41
Massa Campione umido + tara (g):	-
Massa Campione secco + tara (g):	-
Massa tara (g):	-
Volume tara (cm ³):	-
Volume mercurio (cm ³):	-
Massa campione umido (g):	-
Massa Campione secco (g):	-
Limite di Ritiro (%):	-
Media:	-
Lunghezza iniziale (mm):	-
Lunghezza finale (mm):	-
Ritiro lineare (%):	-

Provino1	Provino2
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-


Direttore


Spennimentatore





GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

LIMITI DI ATTERBERG

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10 - ASTM D427-04

Certificato: 1152 - 15.193 - 004
Verbale: 1152
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA BEETHOVEN
Sondaggio: -
Campione: C4
Profondità: 2.00 - 2.60
Data ricevimento: 21/09/2015
Data inizio prove: 21/09/2015
Data fine prove: 24/09/2015
Data certificazione: 24/09/2015
Data apertura campione: 21/09/2015
Classe campione: Q5

Numero colpi: 31
Massa tara (g): 71.09
Massa Campione umido + tara (g): 101.62
Massa Campione secco + tara (g): 90.48
Limite liquido (%): 59

Massa tara (g): 71.99
Massa Campione umido + tara (g): 75.90
Massa Campione secco + tara (g): 74.85
Limite Plastico (%): 37

	Provino1	Provino2
Massa Campione umido + tara (g):	-	-
Massa Campione secco + tara (g):	-	-
Massa tara (g):	-	-
Volume tara (cm ³):	-	-
Volume mercurio (cm ³):	-	-
Massa campione umido (g):	-	-
Massa Campione secco (g):	-	-
Limite di Ritiro (%):	-	-
Media:	-	-

Lunghezza iniziale (mm): -
Lunghezza finale (mm): -
Ritiro lineare (%): -

Direttore

Spesimentatore

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4998378
e-mail laboratorio.geotEA@database.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terre

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B20)

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisrl.com – info@synthesisrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 7 -

TABELLA RIASSUNTIVA EVENTI SISMICI - ISIDE

Valori ricercati dal 01/01/2005 al 22/09/2015 per il comune di Ferrara ed un'area con distanza di 50 km.

I valori della magnitudo ricercata sono compresi da 3.00 a 10.00. Il numero totale dei terremoti registrati è 213.

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
12/12/14 7.01	44,880	11,156	2,50	3,2--ML	SURVEY
6/9/13 1.45	44,886	11,277	11,40	3,4--ML	BULLETIN
4/9/13 7.03	44,900	11,259	10,20	3,3--ML	BULLETIN
4/5/13 5.11	44,869	11,521	11,10	3,8--ML	BULLETIN
24/3/13 3.08	44,906	11,268	10,00	3,0--ML	BULLETIN
5/1/13 21.26	45,114	11,660	5,60	3,0--ML	BULLETIN
13/11/12 15.09	44,902	11,353	7,60	3,0--ML	BULLETIN
14/9/12 2.47	44,828	11,439	8,70	3,0--ML	BULLETIN
6/8/12 18.26	44,870	11,259	9,80	3,0--ML	BULLETIN
16/7/12 10.06	44,851	11,230	9,20	3,0--ML	BULLETIN
1/7/12 21.02	44,857	11,225	9,20	3,2--ML	BULLETIN
25/6/12 6.18	44,856	11,417	7,40	3,0--ML	BULLETIN
23/6/12 20.18	44,863	11,272	9,20	3,1--ML	BULLETIN
19/6/12 21.48	44,881	11,024	2,70	3,5--ML	REMO
15/6/12 22.13	44,852	11,278	8,30	3,7--ML	REMO
15/6/12 8.59	44,849	11,237	8,00	3,6--ML	REMO
14/6/12 6.48	44,878	10,986	8,60	3,6--ML	REMO
12/6/12 19.09	44,838	11,226	9,80	3,1--ML	REMO
11/6/12 23.26	44,888	11,016	9,50	3,0--ML	REMO
9/6/12 13.25	44,871	11,084	8,00	3,4--ML	REMO
9/6/12 5.47	44,852	11,280	8,60	3,0--ML	REMO
7/6/12 18.00	44,859	11,128	6,90	3,3--ML	REMO
4/6/12 21.59	44,876	11,080	3,30	3,0--ML	REMO
4/6/12 4.47	44,881	11,053	7,90	3,2--ML	REMO
3/6/12 23.39	44,852	11,131	7,20	3,3--ML	REMO
2/6/12 10.15	44,883	11,016	6,80	3,2--ML	REMO
2/6/12 6.09	44,881	10,996	8,70	3,0--ML	REMO
1/6/12 22.50	44,885	11,236	4,80	3,2--ML	REMO
31/5/12 19.43	44,876	11,023	9,60	3,2--ML	REMO
31/5/12 11.18	44,792	11,452	9,40	3,2--ML	REMO
31/5/12 4.21	44,842	11,227	8,60	3,6--ML	REMO
30/5/12 14.15	44,861	11,082	7,80	3,0--ML	REMO
30/5/12 12.01	44,872	11,072	3,50	3,2--ML	REMO
30/5/12 8.48	44,831	11,160	9,80	3,2--ML	REMO
30/5/12 7.25	44,871	11,083	7,90	3,0--ML	REMO
30/5/12 3.15	44,897	11,038	7,50	3,1--ML	REMO
30/5/12 2.46	44,888	11,045	5,90	3,2--ML	REMO
29/5/12 21.17	44,861	11,081	8,60	3,0--ML	REMO
29/5/12 19.25	44,872	11,026	4,00	3,0--ML	REMO
29/5/12 18.59	44,853	11,178	7,70	3,0--ML	REMO
29/5/12 18.52	44,881	11,001	7,80	3,1--ML	REMO
29/5/12 18.44	44,855	11,106	3,30	3,1--ML	REMO
29/5/12 18.14	44,860	11,210	9,30	3,0--ML	REMO
29/5/12 16.22	44,887	11,045	6,40	3,0--ML	REMO
29/5/12 15.31	44,861	11,146	6,00	3,1--ML	REMO
29/5/12 15.11	44,917	10,986	7,90	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 14.57	44,862	11,117	3,70	3,0--ML	REMO
29/5/12 14.39	44,891	11,028	8,00	3,9--ML	REMO
29/5/12 14.31	44,896	11,008	7,90	3,5--ML	REMO
29/5/12 14.30	44,860	11,080	8,00	3,0--ML	REMO
29/5/12 11.44	44,889	10,988	7,80	3,1--ML	REMO

29/5/12 11.19	44,889	11,031	6,10	3,1--ML	REMO
29/5/12 11.18	44,875	11,028	7,50	3,1--ML	BULLETIN
29/5/12 11.13	44,871	11,047	21,60	3,3--ML	BULLETIN
29/5/12 11.10	44,880	11,040	2,90	3,2--ML	REMO
29/5/12 11.07	44,893	11,033	8,00	4,0--ML	REMO
29/5/12 10.27	44,870	11,102	9,90	3,6--ML	REMO
29/5/12 10.26	44,881	11,122	9,20	3,0--ML	REMO
29/5/12 10.03	44,857	11,101	2,50	4,0--ML	REMO
29/5/12 9.30	44,860	11,093	5,90	3,7--Mw	REMO
29/5/12 9.29	44,884	11,002	6,40	4,1--ML	REMO
29/5/12 9.24	44,861	11,007	9,50	3,4--ML	BULLETIN
29/5/12 9.14	44,890	11,028	7,50	3,5--ML	REMO
29/5/12 9.03	44,847	11,133	4,40	3,0--ML	REMO
29/5/12 9.01	44,896	11,010	6,20	3,5--ML	REMO
29/5/12 8.35	44,881	11,024	7,80	3,8--ML	BULLETIN
29/5/12 8.31	44,860	11,114	7,90	3,1--ML	BULLETIN
29/5/12 8.27	44,883	11,042	6,00	4,6--ML	REMO
29/5/12 8.18	44,855	11,025	8,60	3,0--ML	BULLETIN
29/5/12 8.15	44,860	11,084	6,80	3,8--ML	REMO
29/5/12 8.14	44,848	11,152	6,40	3,9--ML	REMO
29/5/12 8.12	44,890	11,028	7,40	3,5--ML	REMO
29/5/12 8.04	44,856	11,067	9,30	3,0--ML	REMO
29/5/12 8.00	44,886	11,116	18,80	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.59	44,876	11,056	7,40	3,3--ML	REMO
29/5/12 7.55	44,878	11,073	8,10	3,1--ML	REMO
29/5/12 7.54	44,872	11,051	10,50	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.49	44,861	11,130	4,20	3,7--ML	REMO
29/5/12 7.44	44,874	11,023	9,80	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.42	44,875	11,036	7,20	3,0--ML	REMO
29/5/12 7.35	44,882	11,068	10,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.34	44,906	11,006	8,40	3,8--ML	REMO
29/5/12 7.32	44,851	11,141	7,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.30	44,860	11,054	5,40	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.27	44,868	11,095	8,60	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.20	44,861	11,104	8,20	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 7.18	44,853	11,072	11,00	3,6--ML	REMO
29/5/12 7.17	44,865	11,071	8,50	3,2--ML	REMO
29/5/12 7.14	44,884	11,128	10,10	3,5--ML	REMO
29/5/12 7.13	44,850	11,149	7,80	3,2--ML	BULLETIN
29/5/12 7.12	44,858	11,159	6,50	3,8--ML	REMO
29/5/12 7.11	44,853	11,112	7,70	3,6--ML	REMO
29/5/12 7.09	44,864	11,102	7,70	3,6--ML	BULLETIN
29/5/12 7.08	44,811	11,189	9,30	3,6--ML	BULLETIN
29/5/12 7.07	44,846	10,990	3,50	4,0--ML	REMO
29/5/12 7.00	44,842	11,066	8,10	5,6--Mw	REMO
28/5/12 21.27	44,838	11,225	9,00	3,2--ML	REMO
27/5/12 20.25	44,857	11,168	4,50	3,8--ML	REMO
27/5/12 18.18	44,871	11,164	6,00	3,8--Mw	REMO
27/5/12 6.39	44,832	11,349	7,30	3,1--ML	REMO
27/5/12 2.55	44,841	11,357	5,00	3,2--ML	REMO
26/5/12 21.07	44,826	11,163	10,20	3,8--ML	REMO
26/5/12 16.46	44,842	11,230	8,90	3,2--ML	REMO
26/5/12 16.23	44,790	11,422	9,60	3,2--ML	REMO
26/5/12 5.51	44,841	11,226	8,90	3,4--ML	REMO
25/5/12 13.54	44,867	11,086	3,10	3,4--ML	REMO
25/5/12 13.14	44,869	11,090	4,00	3,7--Mw	REMO
25/5/12 12.45	44,865	11,087	3,80	3,8--ML	REMO

25/5/12 10.31	44,841	11,222	8,90	3,9--ML	REMO
25/5/12 5.27	44,858	11,315	7,50	3,2--ML	REMO
24/5/12 14.34	44,846	11,245	7,80	3,3--ML	REMO
24/5/12 6.26	44,837	11,160	8,50	3,4--ML	REMO
24/5/12 4.29	44,881	11,300	3,10	3,1--ML	REMO
23/5/12 23.27	44,873	11,133	3,80	3,0--ML	REMO
23/5/12 21.41	44,846	11,244	8,70	3,8--Mw	REMO
23/5/12 16.41	44,858	11,087	7,00	3,2--ML	REMO
23/5/12 14.17	44,864	11,084	6,70	3,0--ML	REMO
23/5/12 8.48	44,801	11,433	6,00	3,2--ML	REMO
23/5/12 6.51	44,853	11,189	6,20	3,7--ML	REMO
22/5/12 12.46	44,880	11,202	7,00	3,4--ML	BULLETIN
22/5/12 9.53	44,855	11,219	7,70	3,0--ML	REMO
22/5/12 9.31	44,859	11,234	7,50	3,8--ML	REMO
22/5/12 8.21	44,849	11,088	12,20	3,2--ML	REMO
22/5/12 6.11	44,858	11,070	9,00	3,7--ML	REMO
22/5/12 1.55	44,842	11,218	8,00	3,2--ML	REMO
21/5/12 18.36	44,862	11,293	4,20	3,3--ML	REMO
21/5/12 18.35	44,861	11,234	8,10	3,5--ML	REMO
21/5/12 18.30	44,852	11,396	4,00	3,0--ML	REMO
21/5/12 18.02	44,857	11,233	7,90	3,6--ML	REMO
21/5/12 18.00	44,856	11,238	4,00	3,4--ML	REMO
21/5/12 17.25	44,858	11,133	3,80	3,1--ML	REMO
21/5/12 16.37	44,866	11,306	3,60	4,1--ML	REMO
21/5/12 16.32	44,839	11,232	8,50	3,4--ML	REMO
21/5/12 13.06	44,885	11,259	4,00	3,3--ML	REMO
21/5/12 9.20	44,830	11,091	8,70	3,1--ML	REMO
21/5/12 8.04	44,872	11,222	6,30	3,0--ML	REMO
21/5/12 8.01	44,872	11,222	6,60	3,3--ML	REMO
21/5/12 2.35	44,854	11,173	5,80	3,1--ML	REMO
21/5/12 1.03	44,850	11,112	5,50	3,8--ML	REMO
20/5/12 23.04	44,841	11,323	6,90	3,7--ML	REMO
20/5/12 22.22	44,805	11,416	5,80	3,6--ML	REMO
20/5/12 19.26	44,862	11,160	4,10	3,1--ML	REMO
20/5/12 18.11	44,862	11,235	7,60	3,3--ML	REMO
20/5/12 17.52	44,856	11,226	8,30	3,1--ML	REMO
20/5/12 17.40	44,885	11,244	3,70	3,6--ML	REMO
20/5/12 17.38	44,880	11,253	3,70	4,6--ML	REMO
20/5/12 17.37	44,865	11,305	5,40	4,2--Mw	REMO
20/5/12 17.20	44,868	11,266	4,30	3,1--ML	REMO
20/5/12 16.50	44,865	11,209	4,00	3,0--ML	REMO
20/5/12 14.51	44,864	11,294	6,20	3,8--ML	REMO
20/5/12 13.21	44,833	11,351	8,30	4,1--ML	REMO
20/5/12 13.18	44,814	11,441	3,40	4,9--Mw	REMO
20/5/12 13.01	44,879	11,288	4,60	3,3--ML	REMO
20/5/12 12.50	44,852	11,298	8,50	3,9--ML	REMO
20/5/12 11.22	44,883	11,218	7,50	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 10.59	44,875	11,332	8,40	3,5--ML	BULLETIN
20/5/12 10.51	44,879	11,223	7,60	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 10.12	44,893	11,137	6,80	3,8--ML	BULLETIN
20/5/12 9.13	44,868	11,236	7,20	4,2--ML	BULLETIN
20/5/12 8.47	44,898	11,185	10,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 8.15	44,887	11,092	5,40	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 7.42	44,847	11,153	8,80	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 7.33	44,834	11,549	10,00	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 7.23	44,873	11,409	5,00	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 6.32	44,888	11,101	6,80	3,2--ML	BULLETIN

20/5/12 6.13	44,884	11,173	6,10	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 4.57	44,890	11,130	26,30	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 4.50	44,919	11,258	10,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 4.33	44,886	11,188	7,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.34	44,873	11,228	7,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.32	44,861	11,386	6,30	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 3.24	44,823	11,090	10,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 3.09	44,901	11,214	5,50	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 3.09	44,738	11,447	10,00	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 3.07	44,896	11,123	5,70	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 3.02	44,860	11,152	9,10	5,0--ML	BULLETIN
20/5/12 3.00	44,786	11,414	5,00	3,1--ML	BULLETIN
20/5/12 2.57	44,850	11,260	6,40	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.57	44,904	11,174	5,00	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.54	44,897	11,103	3,50	3,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.52	44,898	11,106	4,60	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.46	44,847	11,366	5,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 2.42	44,841	11,176	9,80	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.41	44,894	11,201	5,00	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.40	44,834	11,361	10,30	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 2.39	44,881	11,227	6,60	4,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.37	44,888	11,140	5,50	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.35	44,825	11,479	25,90	4,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.34	44,841	11,382	6,60	3,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.32	44,913	11,242	8,40	3,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.29	44,836	11,431	5,00	3,5--ML	BULLETIN
20/5/12 2.26	44,876	11,375	7,30	3,6--ML	BULLETIN
20/5/12 2.25	44,851	11,306	6,40	3,9--ML	BULLETIN
20/5/12 2.21	44,890	11,115	4,90	4,1--ML	BULLETIN
20/5/12 2.20	44,867	11,398	5,00	3,7--ML	BULLETIN
20/5/12 2.19	44,828	11,513	5,00	3,4--ML	BULLETIN
20/5/12 2.16	44,885	11,093	6,00	3,2--ML	BULLETIN
20/5/12 2.12	44,870	11,219	6,70	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.11	44,860	11,341	10,90	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.09	44,834	11,340	4,90	4,3--ML	BULLETIN
20/5/12 2.07	44,874	11,270	6,10	5,0--ML	BULLETIN
20/5/12 2.06	44,905	11,165	4,30	4,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.06	44,879	11,120	5,00	4,8--ML	BULLETIN
20/5/12 2.03	44,896	11,264	9,50	5,8--Mw	BULLETIN
19/5/12 23.13	44,911	11,247	9,30	4,0--Mw	BULLETIN
4/11/11 11.05	44,733	11,495	31,60	3,0--ML	BULLETIN
27/7/11 1.13	44,993	11,315	2,00	3,0--ML	BULLETIN
17/7/11 18.30	45,010	11,367	2,40	4,5--Mw	BULLETIN
17/7/11 18.22	45,023	11,300	4,40	3,1--ML	BULLETIN
16/9/10 6.20	44,417	10,987	25,20	3,3--ML	BULLETIN
16/11/09 22.21	44,878	11,415	1,00	3,0--ML	BULLETIN
23/7/08 3.22	44,893	11,193	2,00	3,2--ML	BULLETIN
7/6/08 4.25	44,890	11,271	1,30	3,0--ML	BULLETIN

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisrl.com – info@synthesisrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 8 -

ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE MEDIANTE APPROCCIO NON SEMPLIFICATO

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Provincia di Ferrara
Comune di Ferrara

Analisi di risposta sismica locale mediante approccio numerico
non semplificato dell'area di nuova lottizzazione sita tra le vie
Aldo Ferraresi e L. van Beethoven

RISPOSTA SISMICA LOCALE

Aggiornamenti	4				
	3				
	2				
	1				
	0	Settembre 2015	Stefano Maggi	Alessandro Zanna	Emissione
	N	Data	Redatto	Approvazione	Descrizione

Committente:

SYNTHESIS S.R.L.

Redatto da:



Fornitori:



MOD PROD14 REV00

Codice Cliente:

Codice interno: 15.193

Geotea s.r.l. - via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO) Tel 051 6255377- Fax 051 4998378
e-mail: info@geoteasrl.it

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	
-----------------	--	---

SOMMARIO

1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO _____	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO _____	4
3.	PREMESSE _____	5
4.	DEFINIZIONE DEL MODELLO DI SOTTOSUOLO _____	6
5.	CALCOLO DEL MOTO ATTESO IN SUPERFICIE _____	9
6.	SPETTRO DI RISPOSTA FINALE _____	12
7.	SPETTRO NORMALIZZATO _____	15

ALLEGATI

Report indagine geofisica

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	
-------------------------------	---	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 15.193 rev. 1, del nostro archivio interno.

Direzione indagini e coordinamento lavoro.

Dott. Geol. Stefano Maggi.

Redazione del documento.

Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 29/09/2015

Composizione del documento.

Il presente documento è formato da n°14 fogli di testo.

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
-----------------	--	---

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della seguente relazione è stata eseguita in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento elencate di seguito:

Circolare Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 02.02.2009

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

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario -Norme Tecniche per le Costruzioni

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

Delibera Assemblea Legislativa Prog. N. 112 oggetto 2131 02/05/2012

Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	 GEOTEIA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
-----------------	---	---

3. PREMESSE

Nel presente lavoro è stata condotta la valutazione degli effetti sismici di sito (Risposta Sismica Locale) dell'area di nuova lottizzazione sita tra via Aldo Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

L'analisi è stata eseguita mediante approccio numerico non semplificato come previsto dalle NTC 2008 e dalla Delibera Assemblea Legislativa Regione Emilia Romagna n. 112 del 02/05/2007, utilizzando il **codice di calcolo STRATA** (Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses; STRATA è distribuito con licenza GNU disponibile al sito <http://www.gnu.org/licenses/>).

L'analisi di risposta sismica locale del sito in questione è stata condotta secondo il seguente schema:

- **Definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo** attraverso indagini sia dirette che indirette (geofisiche), sulla base delle conoscenze geologiche dello scrivente e sulla base di dati provenienti dal database del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione E-R e dagli strumenti di pianificazione territoriale (es: PSC, PTCT) relativi al comune a cui appartiene il sito di interesse;
- **Selezione di una serie di accelerogrammi di input** (terremoti target di riferimento, componente orizzontale) rappresentativi del moto sismico atteso nel sito in esame;
- Calcolo del moto atteso al sito: **spettro di risposta finale in accelerazione** (spettro di risposta dell'oscillatore armonico tipo a un grado di libertà SDOF).

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	
-----------------	--	---

4. DEFINIZIONE DEL MODELLO DI SOTTOSUOLO

Nel sito in esame sono state eseguite le seguenti prove geognostiche:

- **n.2** prove penetrometriche statiche a punta sismica con piezocono (**SCPTU**) spinte fino a 30 m da p.c., eseguite dalla committenza;
- **n.1** misura a stazione singola con tecnica **HVSR** mediante tomografo digitale eseguita dallo scrivente.

Al fine di ottenere un quadro più preciso e dettagliato possibile circa la natura dei terreni costituenti il sottosuolo del sito investigato, fino al raggiungimento del bedrock sismico (caratterizzato da $V_s \geq 800$ m/s e che rappresenta il livello base del modello), lo scrivente ha consultato e fatto riferimento ai seguenti dati (prove geognostiche e sezioni geologiche più vicine al sito in questione) :

- **Sezione geologica n. 067** di spessore massimo pari a circa 250 m (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee);

Dalle prove dirette eseguite emerge che i terreni presenti in sito, fino alla massima profondità esplorata pari a 30 metri, sono costituiti da depositi alluvionali caratterizzati prevalentemente da argille limose e/o limi argillosi interrotti localmente da orizzonti sabbiosi e/o sabbioso limosi dello spessore di circa 1-2 metri.

Secondo quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica consultata, per profondità superiori a quelle raggiunte dalle indagini dirette eseguite nella presente campagna geognostica, pare che la natura dei terreni sia costituita da alternanze di intervalli decametrici di argilla e sabbia. Il sito investigato, in proiezione sulla sezione 67, si colloca a circa metà strada tra il pozzo Agip “Casaglia 1” situato a nord-ovest e il pozzo Agip “Montalbano 13” situato a sud-ovest rispetto all'area di interesse.

La curva HVSR ottenuta sperimentalmente è caratterizzata in bassa frequenza (< 2 Hz) da una modesta amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza con picco H/V a circa 0.9-1.0 Hz. (ampiezza del picco: bassa).

Per quanto riguarda lo strato rigido di base ($V_s \geq 800$ m/s) che delimita il modello di sottosuolo utilizzato per l'analisi (si vedano NTC 2008 – Circolare C7.11.3.1.2.1), si è tenuto conto di quanto riportato nelle stratigrafie della sezione geologica profonda e sono stati utilizzati i dati sperimentali estrapolando in profondità il profilo di V_s fino al raggiungimento del valore di 800 m/s.

Data l'incertezza associata alle misure, in via cautelativa nella presente analisi è stata ipotizzata una profondità del bedrock sismico variabile tra -250 m e -300 m.

La tabella nella pagina seguente mostra il modello di sottosuolo utilizzato per l'analisi:

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	 GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------	--	--

Coordinate Sito (ED50): 44.821342 N; 11.591766 E

Profondità tetto strato	Spessore strato	Tipologia di terreno	Veolocità onde S (m/s)
0.00	5.00	limo con argilla "sup"	90.00
5.00	10.00	argilla (idriss, 1990)	140.00
15.00	15.00	argilla (idriss, 1990)	200.00
30.00	25.00	argilla (idriss, 1990)	250.00
55.00	20.00	argilla (idriss, 1990)	320.00
75.00	20.00	sabbia seed e idris (mean)	320.00
95.00	55.00	argilla (idriss, 1990)	400.00
150.00	30.00	sabbie argillose id 33	400.00
180.00	70.00	sabbie argillose id 33	600.00
250.00	half-space	bedrock	800.00

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito in studio

Le curve di smorzamento impiegate per le coperture e per il bedrock sono riportate nelle figure seguenti (in assenza di prove di laboratorio fornite dalla committenza, per poter procedere con l'analisi sono state utilizzate curve di smorzamento provenienti da letteratura e ottenute da prove di laboratorio eseguite su materiali litologicamente simili e compatibili con quelli presenti in sito):

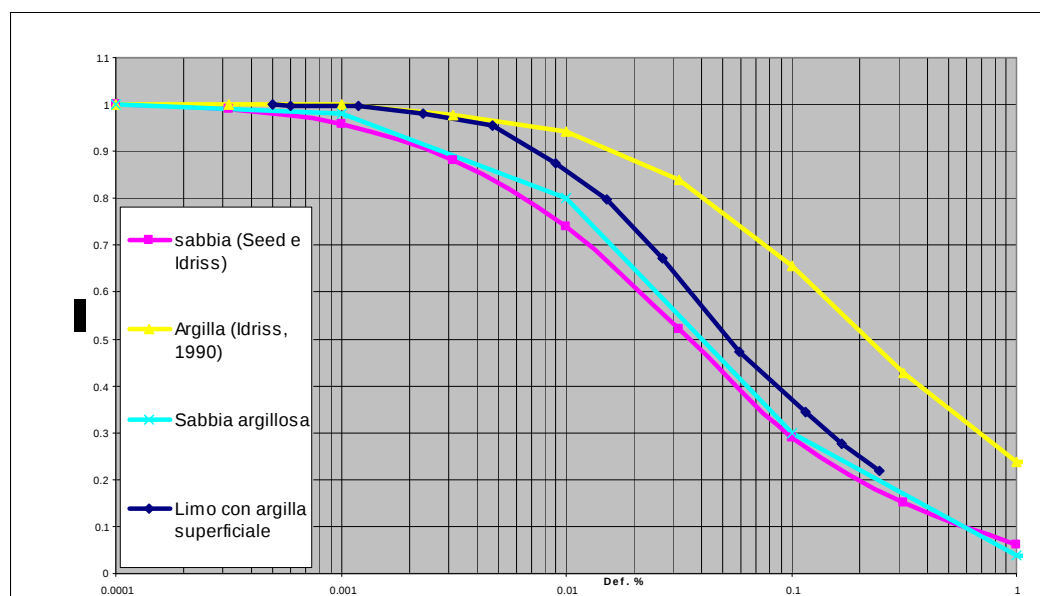


Figura 1 – Curve di degrado (G/G_0) dei terreni utilizzati nell'analisi.

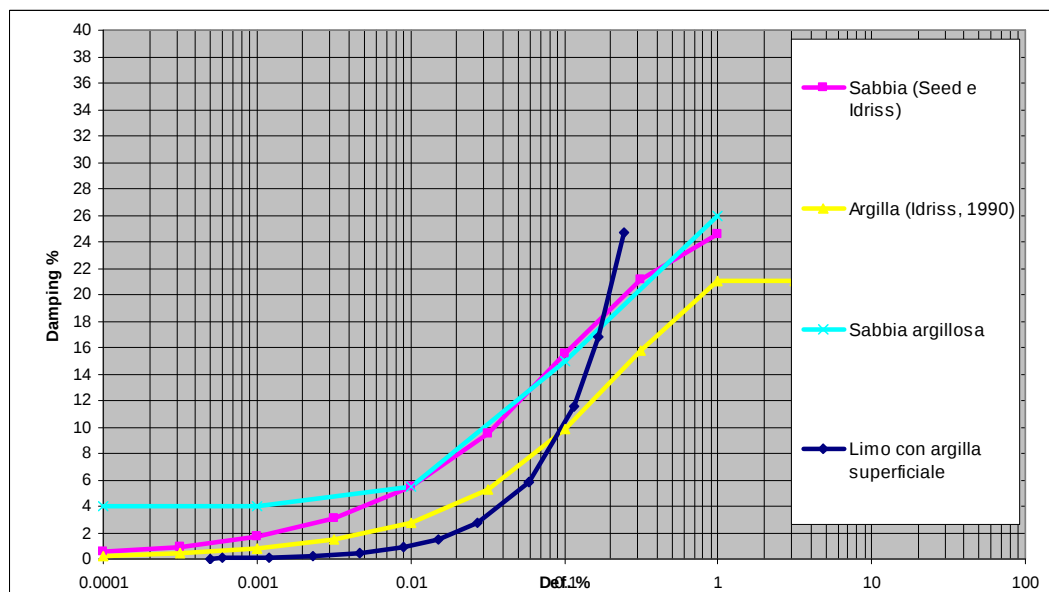


Figura 2 – Curve di smorzamento (Damping %) dei terreni utilizzati nell'analisi.

Le prove di laboratorio provengono dal seguente database:

- **Limo con argilla superficiale:** Prove geotecniche di laboratorio relative a campioni di terreno prelevati nel comune di Marciano della Chiana (S1C2-prof. circa 5 m), nell'ambito delle attività relative al programma valutazione degli effetti locali dei centri urbani (Programma VEL) e al programma di riduzione del rischio sismico nelle aree produttive (Programma DOCUP);
- **Argilla:** studio di Idriss (1990);
- **Sabbia:** studio di Seed e Idriss (mean);
- **Sabbie argillose:** Anastasiadis A. et alii (2001) – Thessaloniki's detailed microzoning: subsurface structure as bias for site response analysis. Pure appl.geophys, 158, 2597-2633 (studio eseguito su campioni provenienti da profondità variabili tra 20-160 m).

I dati forniti dalla Regione Toscana, relativamente alle prove cicliche di laboratorio geotecnico, sono disponibili sul sito:

http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/01informazione/banchedati/indagini_terreno/index.htm

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	
-----------------	---	---

5. CALCOLO DEL MOTO ATTESO IN SUPERFICIE

Come accennato in premessa per il calcolo delle accelerazioni e dello scuotimento attesi in superficie sono stati selezionati una serie di accelerogrammi di input, riferiti a siti in roccia ($V_s=800$ m/s), spettro compatibili in media con lo spettro del terremoto target (spettro di riferimento definito su suolo rigido orizzontale di categoria A – NTC 2008 per il sito di interesse).

Lo spettro del terremoto target è stato definito utilizzando i seguenti parametri di ingresso (da Documento Excel SPETTRI-NTC ver 1.0.3 D.M. 14 gennaio 2008 Approvazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni):

- Coordinate sito (ED50): **44.821342 N; 11.591766 E**
- Vita nominale (V_n) struttura: **50 anni**
- Classe uso: **II**
- Coefficiente d'uso (C_u): **1.0**
- Periodo di riferimento per l'azione sismica ($V_r = V_n \cdot C_u$): **50 anni**
- Stato limite considerato: **Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV)**
- Probabilità di superamento nel periodo di riferimento (P_v): **10% in 50 anni**
- Periodo di ritorno (T_r): **475 anni**

Utilizzando i parametri riportati sopra è stato definito il terremoto di scenario la cui PGA_0 ((*Pick Ground Acceleration*, pericolosità sismica di base del sito di interesse) è risultata pari a **$PGA_0 = 0.142$ (g)**.

I segnali di input sono stati ricavati mediante il software **Rexel** dalla banca dati **ITACA** (Italian Accelerometric Archive) utilizzando i seguenti parametri di ricerca (parametri con i quali è stato ottenuto il set migliore di segnali secondo lo scrivente):

- Intervallo di Magnitudo ricercata: **5.5 (min) – 6.14 (max)**
- Distanza epicentrale ricercata: **0 Km (min) - 30 Km (max)**
- Periodo spettrale: **0.15s-2.0s**

La coppia magnitudo-distanza utilizzata per la ricerca degli accelerogrammi di input è stata scelta tenendo conto di:

- Storia sismica del comune di appartenenza del sito in esame (Database Macrosismico Italiano 2011-DBM11): valore massimo di Intensità macrosismica al sito (comune di **Ferrara**) pari a **I (MCS) = 8**, **terremoto con epicentro = Ferrara (anno 1570)**, **$M_w = 5.46 \pm 0.25$** , **distanza epicentro-sito in studio = 3 Km circa**;
- Carta Sismogenetica d'Italia (ZS9 – INGV) secondo la quale il sito in studio ricade all'interno della **zona sismogenetica 912 (dorsale ferrarese)** alla quale corrisponde una **$M_w \text{ max} = 6.14$** ;
- Analisi di disaggregazione della pericolosità sismica di base (Progetto DPCINGV-S1; disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni): coppia Magnitudo-Distanza media rappresentativa pari a **$M = 4.950$; $D = 9.580$ Km; $Epsilon = 0.541$** ;

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	 GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
-----------------	--	--

- Effetti di scuotimento prodotti dal sisma emiliano del maggio 2012 (Mappe di scuotimento legge 122/2012 del 1 agosto 2012): scossa di magnitudo **M=5.9 (data 20/05/2012)**; Coord. epicentrali: **44.8890N, 11.2280E**; distanza epicentrale dal sito di interesse pari a **D=30 Km circa** (l'Intensità Macrosismica in scala Mercalli Modificata "MMI" misurata nella stazione accelerometrica più vicina al sito in studio, quella di Copparo-Coccanile "CPC", è risultata pari a pari a I = 5.4 effetto moderato).

Di seguito (tabella 2 e fig.3) si riportano le caratteristiche degli **accelerogrammi di input** estratti da **REXEL** utilizzati nel calcolo e i relativi spettri di risposta in accelerazione. La loro media è confrontata con lo spettro di riferimento delle NTC 2008 (spettro target).

Waveform ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s^2]	PGA_Y [m/s^2]	Classe sito
270	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	27.0005	0.63325	0.66285	A
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
270	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	27.0005	0.63325	0.66285	A
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
260	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	10.2931	0.98389	1.096	A
255	gubbio earthquake	29/04/1984	5.6	normal	16.7602	0.48837	0.65775	A
488	umbria-marche 3rd shock	14/10/1997	5.6	normal	22.0159	0.52517	0.62086	A
mean:			5.814286		19.41594	0.833461	1.228316	A

Tabella 2 – Terremoti di riferimento utilizzati nell'analisi (da ITACA – Roxel v3.5 beta)

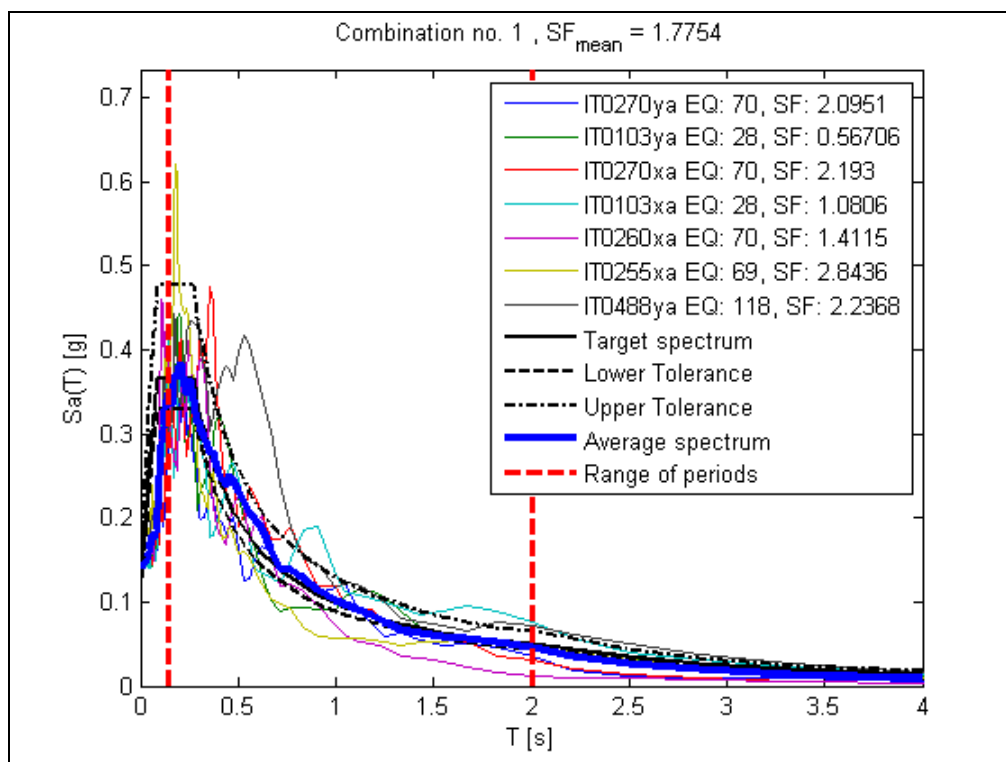


Figura 3- Spettri di risposta in accelerazione dei terremoti di input e confronto con lo spettro NTC 2008 (Target Spectrum).

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	
-----------------	--	---

In aggiunta sono stati utilizzati anche i 3 accelerogrammi di input forniti dalla Regione E-R (www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica) selezionati dalla banca dati accelerometrica “European Strong Motion Database” (ISESD). Questi accelerogrammi sono compatibili con lo spettro del terremoto target calcolato per una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni). I 3 segnali sono già scalati alla pericolosità sismica di base del comune di **Ferrara**.

6. SPETTRO DI RISPOSTA FINALE

A partire dagli accelerogrammi di input e dal modello di sottosuolo utilizzato, sono stati ottenuti gli spettri di risposta in accelerazione attesi al sito (spettri di risposta dell'oscillatore armonico tipo a un solo grado di libertà SDOF).

Il calcolo eseguito mediante il software **STRATA** è stato condotto con i seguenti vincoli:

- Variazione delle curve degrado-smorzamento relative ai materiali utilizzati nel calcolo (Darendeli);
- Variazione profondità del bedrock (distribuzione Log Normale; prof. min 250 m – prof. max 300 m; $\sigma = 0.50$)
- n° di profili calcolati: 50;
- n° terremoti input utilizzati: 10;
- n° spettri di risposta finali generati: 500.

La figura sottostante riporta l'involuppo degli spettri di risposta in accelerazione di output ottenuti (in blu continuo la media degli spettri, mentre in blu tratteggiato la media $\pm$ deviazione standard):

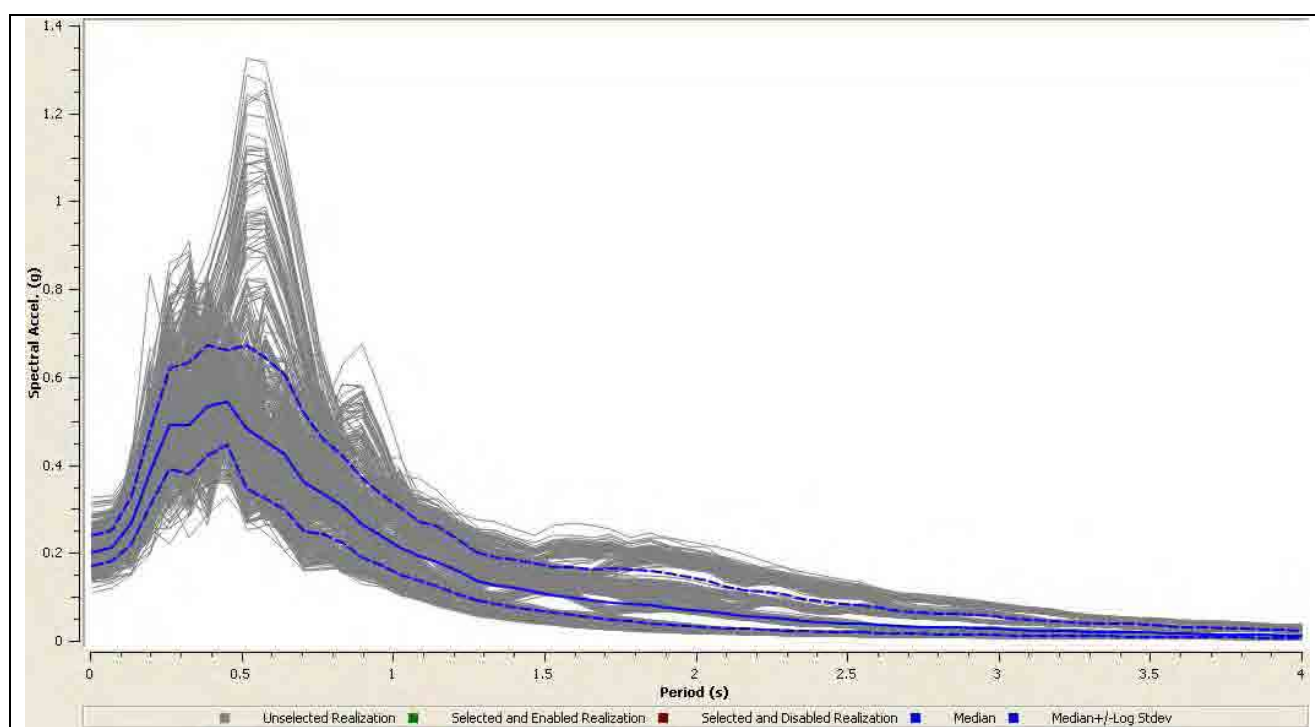


Figura 4 – spettri di risposta in accelerazione attesi al sito

La figura della pagina successiva riporta lo spettro di risposta finale scelto dallo scrivente come rappresentativo del sito investigato (il 75% degli spettri calcolati presenta accelerazioni minori o uguali a quello prescelto).

Lo spettro sopra descritto è stato messo a confronto con lo spettro di risposta elastico che si otterrebbe dall'applicazione dell'approccio semplificato basato sul parametro Vs30 (NTC 2008) per lo Stato Limite ultimo SLV ($T_R = 475$ anni e P_{VR} del 10% in 50 anni). Per il sito in esame la categoria di sottosuolo si sarebbe

la "D" (Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti con spessori sup a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30} < 180$ m/s).

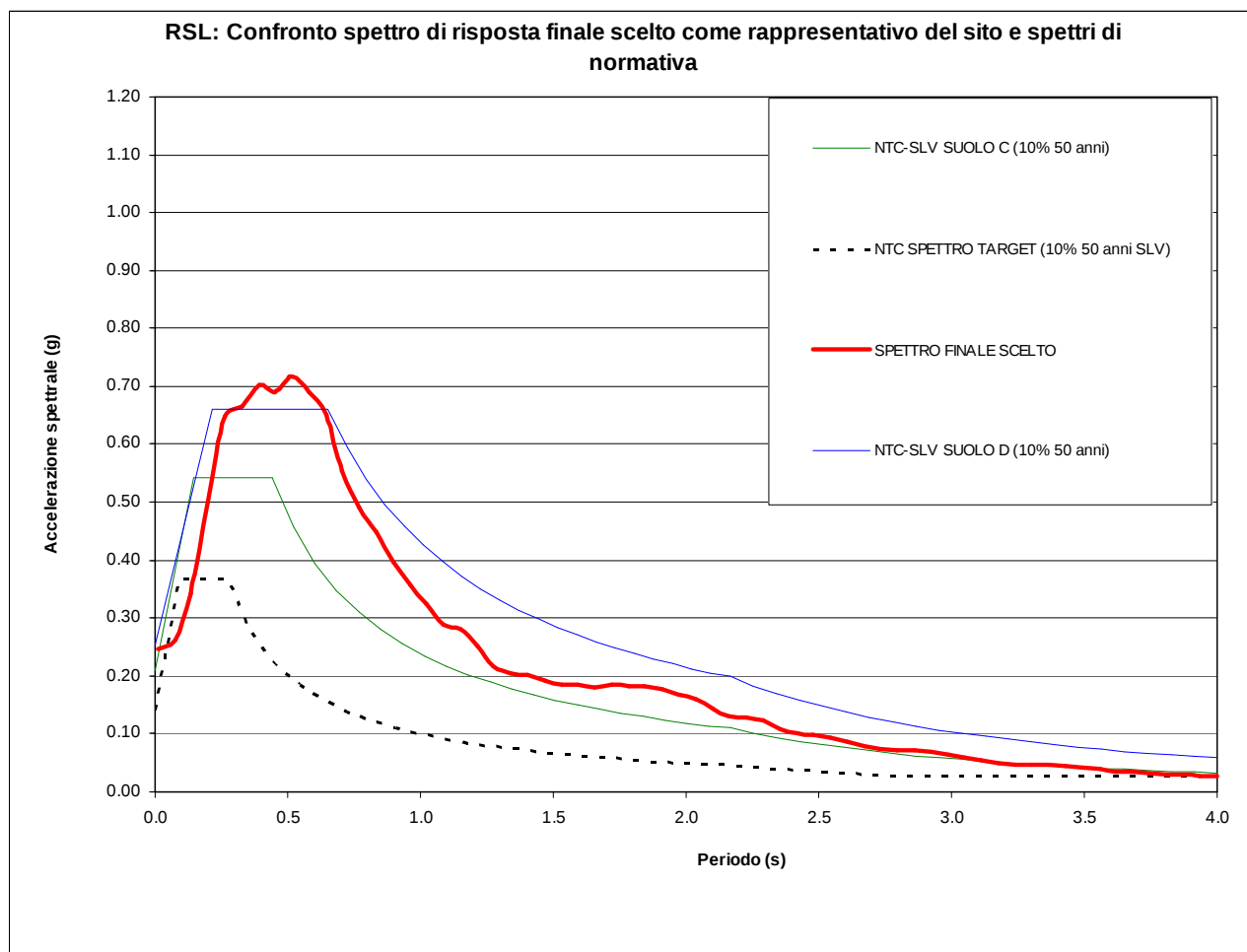


Figura 5 – Spettro di risposta finale scelto come rappresentativo del sito in esame (curva rossa) e confronto con spettri di normativa.

Il valore di PGA dello spettro finale scelto è risultato:

- **PGA = 0.247 g**
- **PGA/PGA₀ (F.A.) = 1.74**

Dove:

P.G.A. = Pick Ground Acceleration, accelerazione massima orizzontale al sito in superficie;

P.G.A./P.G.A.₀ (F.A.) = Rapporto tra accelerazione massima orizzontale al sito in superficie e accelerazione massima orizzontale di base (riferita a suolo rigido orizzontale di categoria A). Questo rapporto rappresenta il fattore di amplificazione sismica (F.A.) del sito in esame;

SYNTHESIS S.R.L	Risposta Sismica Locale Sito: Via Ferraresi – via Beethoven - Ferrara	 GEOTEA s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
------------------------	--	--

Nella pagina seguente vengono forniti i valori numerici dello spettro finale selezionato come rappresentativo del sito in esame.

T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)
0.01	0.248	1.40	0.202	2.80	0.071
0.07	0.260	1.47	0.191	2.86	0.070
0.14	0.342	1.53	0.185	2.92	0.069
0.20	0.499	1.59	0.185	2.99	0.064
0.26	0.647	1.66	0.181	3.05	0.058
0.33	0.665	1.72	0.186	3.11	0.054
0.39	0.703	1.78	0.183	3.18	0.050
0.45	0.689	1.85	0.183	3.24	0.047
0.52	0.717	1.91	0.178	3.30	0.046
0.58	0.690	1.97	0.168	3.37	0.046
0.64	0.650	2.04	0.159	3.43	0.045
0.71	0.555	2.10	0.142	3.49	0.042
0.77	0.489	2.16	0.131	3.56	0.039
0.83	0.449	2.23	0.128	3.62	0.036
0.90	0.396	2.29	0.123	3.68	0.034
0.96	0.356	2.35	0.109	3.75	0.032
1.02	0.326	2.42	0.102	3.81	0.030
1.09	0.289	2.48	0.097	3.87	0.029
1.15	0.281	2.54	0.095	3.94	0.028
1.21	0.251	2.61	0.087	4.00	0.027
1.28	0.218	2.67	0.078		
1.34	0.205	2.73	0.073		

Tabella 3 – Valori numerici dello spettro di risposta medio finale

7. SPETTRO NORMALIZZATO

Lo spettro finale calcolato è stato normalizzato:

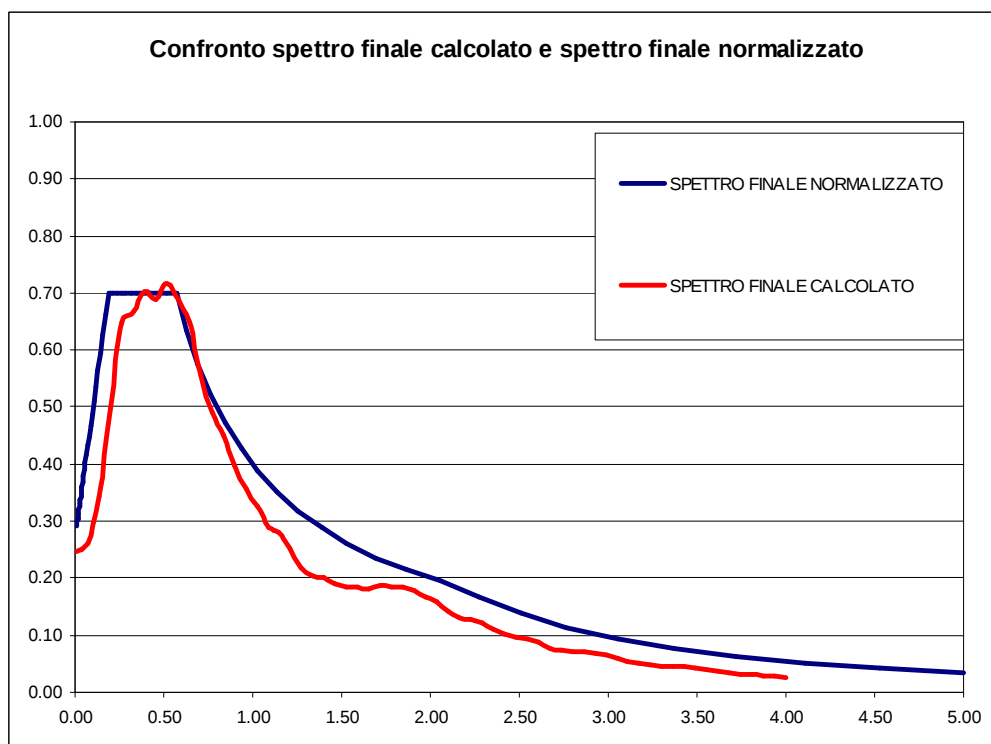


Figura 6 – Spettro di risposta finale normalizzato

Parametri sismici indipendenti del sito investigato:

- Accelerazione massima orizzontale di base = 0.142 g
- F_0 (amplificazione spettrale massima) = 2.593
- T^*_C = 0.272 s

I parametri derivati che definiscono lo spettro normalizzato sono i seguenti:

- S (coeff. di amplificazione) = 1.9
- C_c (coefficiente calcolato in funzione dei valori di F_0 e T^*_C) = 2.1
- Smorzamento convenzionale (5%) = 1
- T_B (inizio tratto spettro ad accelerazione costante) = 0.190s
- T_C (inizio tratto spettro a velocità costante) = 0.571 s
- T_D (inizio tratto spettro a spostamento costante) = 2.168 s



San Lazzaro di Savena (BO), 29/09/2015

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.l.com – info@synthesisr.l.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 9 -

RAPPORTO TECNICO INDAGINE SISMICA

COMUNE DI FERRARA

REGIONE EMILIA-ROMAGNA

PROVINCIA DI FERRARA

***Determinazione della categoria di suolo di fondazione
eseguita sulla base della velocità media equivalente di
propagazione delle onde di taglio S entro 30 m di
profondità (V_{s30}) dei terreni costituenti l'area sita tra via
A. Ferraresi e via L. van Beethoven***



GEOTEA SRL
Via della Tecnica 57/A4
40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel 0516255377 – Cell 349 7846581
Fax 0514998378
E-mail geotea.srl@database.it



Committente: **SYNTHESIS S.R.L.**

Dott. Geol. Stefano Maggi

Data indagine 18/09/2015

Commessa 15.193

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

SOMMARIO.....	
2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	3
3 PREMESSE	4
4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI	5
4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata.....	5
5 Risultati indagine	6
5.1 TECNICA HVSR	6
6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO.....	8
7 CONCLUSIONI	9
8 UBICAZIONE PROVE	10

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

- ☐ Il presente documento viene identificato con il numero 15.193 rev. n°0;
- ☐ Le indagini e il lavoro svolto sono stati coordinati dal Dott. Geol. Stefano Maggi;
- ☐ Il presente documento è stato redatto dal Dott. Geol. Stefano Maggi in data 24/09/2015;
- ☐ Il documento si compone di n°10 fogli

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

3 PREMESSE

Presso l'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven, in data 18/09/2015 è stata effettuata un'indagine geofisica mediante misura a stazione singola con tecnica *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)* al fine di ottenere la classificazione del tipo di suolo presente nel sito, sulla base della velocità media equivalente di propagazione delle onde di taglio verticali (V_s) entro i primi 30 m di profondità, in ottemperanza a quanto riportato nel decreto del Ministero delle Infrastrutture, 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni" (pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento ordinario n. 30).

La presente indagine geofisica è consistita nell'esecuzione di:

- N. 1 misura a stazione singola con tecnica H/V (HVSR1)

La misura a stazione singola è stata eseguita con tromografo digitale modello Tromino® Engy. Il modello di sottosuolo, in termini di V_s , è stato ottenuto fittando la misura HVSR1 con il profilo di V_s ottenuto da una prova SCPTU (prova penetrometrica a punta sismica con piezocono) spinta fino a 30 m da p.c. ed eseguita dalla committenza.

Il software utilizzato per l'elaborazione dei dati è "GRILLA"© Release 2010 ver. 6.0 beta (All rights reserved).

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI

4.1 *Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata*

Il metodo *HVSR* (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) proposto da Nogoshi e Igarashi (1970) e successivamente modificato da Nakamura (1989), si basa sull'analisi del rapporto spettrale tra le componenti orizzontale (H) e verticale (V) del rumore sismico registrato in un sito. Il rumore sismico è presente ovunque ed è generato sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) che dall'attività antropica. Il rumore sismico è indicato spesso come microtremore poiché è caratterizzato da oscillazioni molto deboli (dell'ordine dei $\mu\text{m/s}$). I microtremori sono in parte costituiti da onde di volume, P o S, ma soprattutto da onde superficiali, la cui velocità è comunque prossima a quella delle onde S (Mulargia et al., 2007). La tecnica di misura del rumore sismico richiede tempi di registrazione pari a 14-30 minuti e necessita di sensori tridirezionali da sismologia con messa in bolla, digitalizzatore 24 bit con elevata dinamica, elevato guadagno ed elevata frequenza di campionamento nativo, con minimizzazione del rumore elettro/meccanico.

L'acquisizione è stata eseguita utilizzando un tromografo digitale, "TROMINO ENGY" (*Micromed S.p.A.*) dotato di 3 canali velocimetrici (N-S, E-W, Up-Down) ad alto guadagno per l'acquisizione del microtremore sismico ambientale (fino a $\sim 1.5 \text{ mm/s}$); il sistema opera nell'intervallo di frequenze 0.1–1024 Hz. L'elaborazione dei dati di rumore sismico acquisiti è avvenuta mediante software *Grilla*.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

5 RISULTATI INDAGINE

5.1 TECNICA HVSR

Strumento: TROMINO MODELLO ENGY

Data registrazione: 18/09/2015

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00".

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

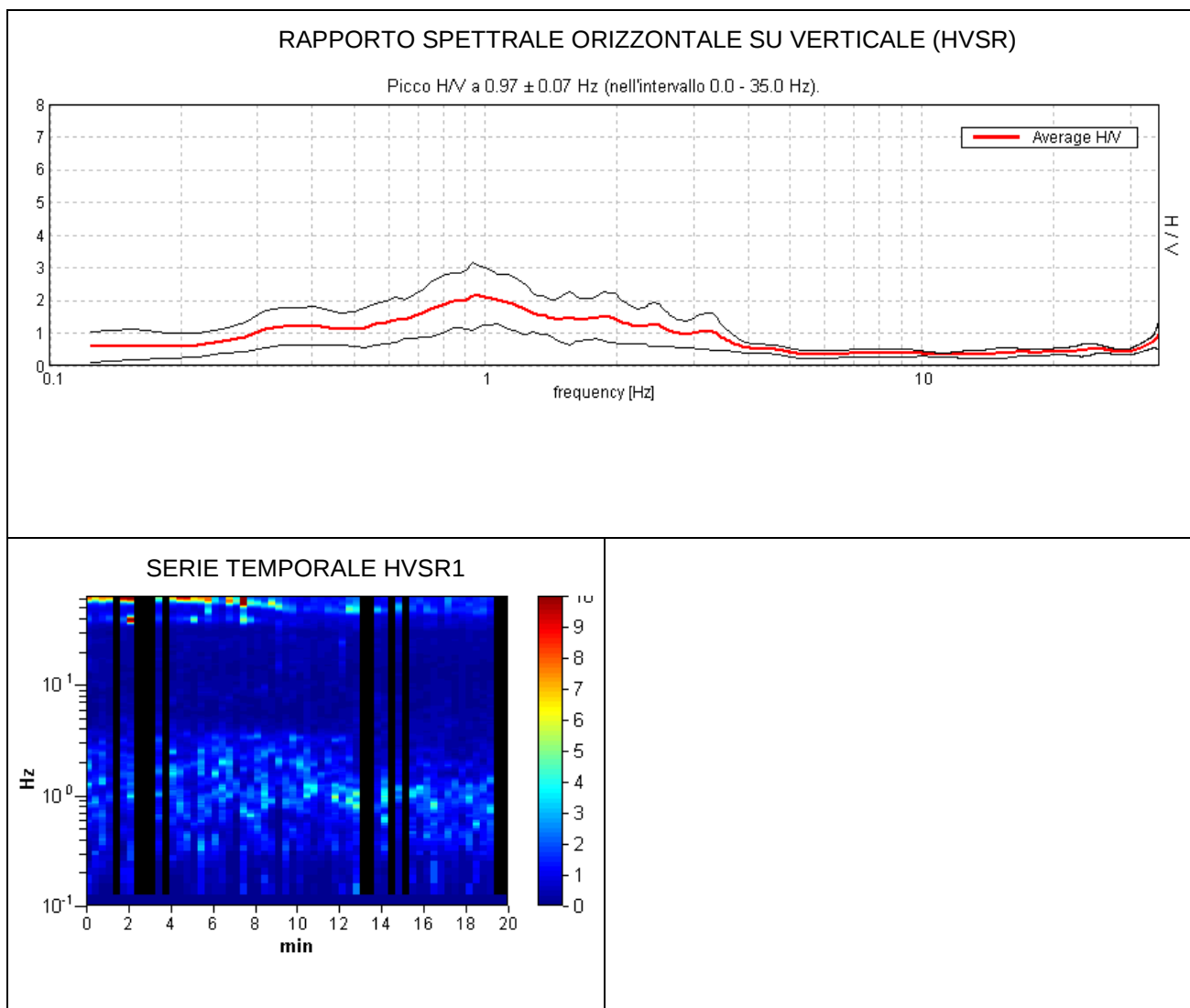


Figura 1 - Curva H/V (HVSR) registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSR1

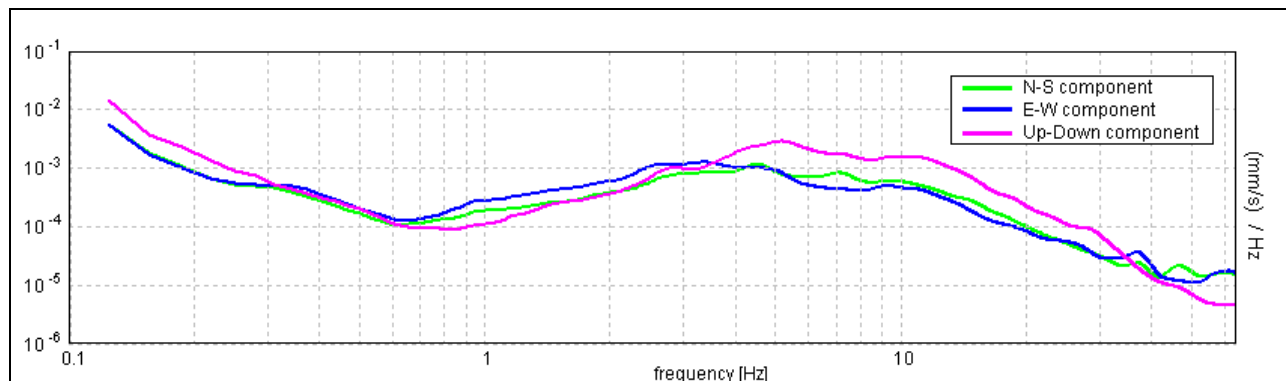


Figura 2 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

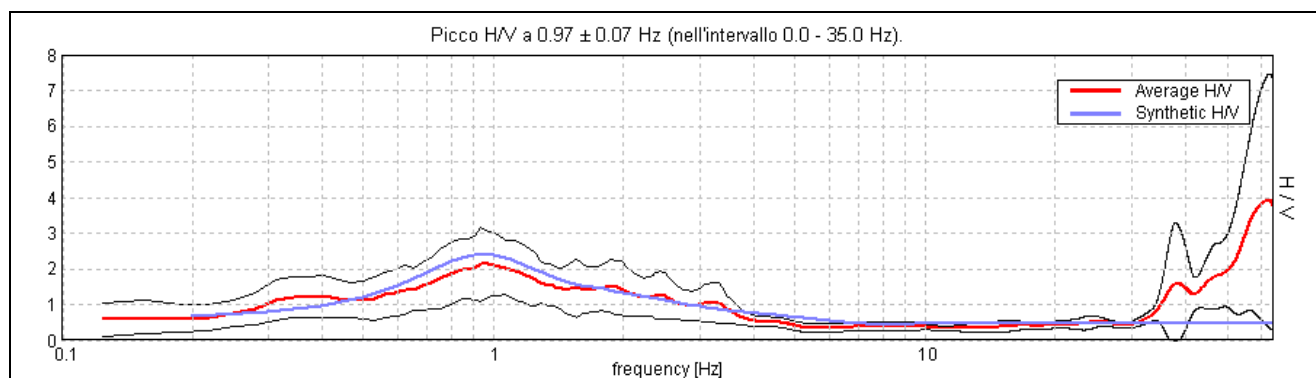


Figura 3 - confronto tra curva HVSR1 sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Sulla base dei risultati ottenuti e dell'interpretazione dei dati acquisiti il modello di sottosuolo proposto per il sito in studio, in termini di profilo verticale di Vs, è il seguente:

Profondità base strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)
5.00	5.00	90
15.00	10.00	140
30.00	15.00	200
55.00	25.00	250
95.00	40.00	320
inf.	inf.	400

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

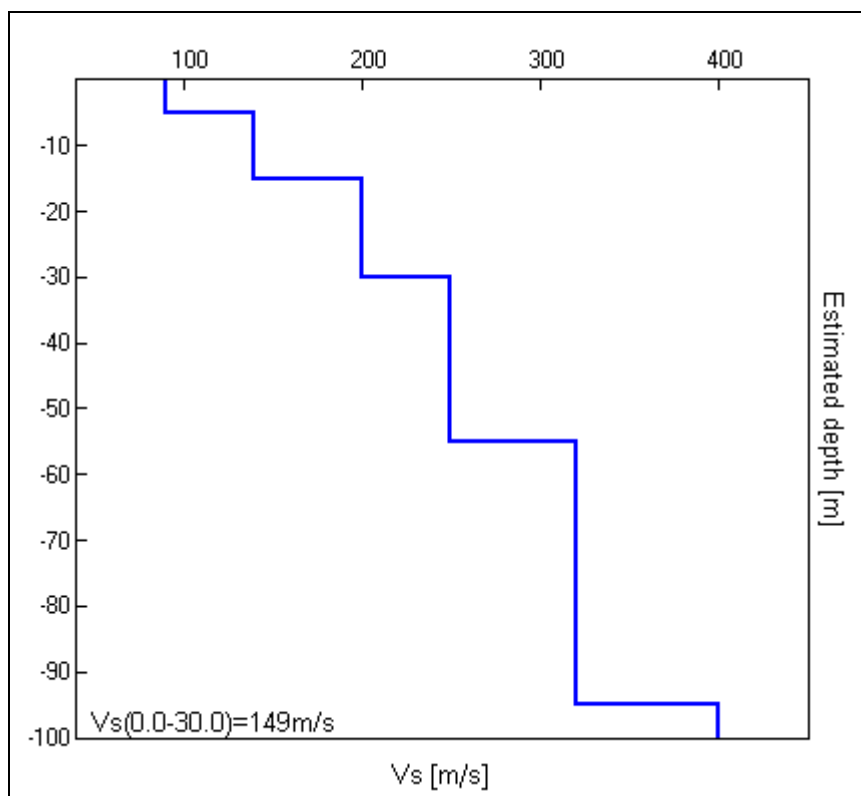


Figura 4 - Modello di velocità delle onde di taglio S

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

7 CONCLUSIONI

L'analisi della curva HVSR1, abbinata a n.1 prova SCPTU eseguita dalla committenza, ha permesso di ricostruire il profilo verticale di velocità delle onde S nel sito in esame e di individuare la presenza di contrasti di impedenza-rigidezza nel sottosuolo medesimo.

Vs30 [m/s] da quota piano campagna su cui è stato eseguito il profilo.....149

Nei primi 30 m da p.c., i terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S (Vs) caratteristici di terreni a consistenza da molto soffice a media.

La curva HVSR è caratterizzata da una modesta amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza con picco H/V a circa 0.9-1.0 Hz (contrasto d'impedenza basso).

La normativa applicata nel presente lavoro è il DM 14 gennaio 2008.

San Lazzaro di Savena, 24/09/2015



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita tra via A. Ferraresi e via L. van Beethoven nel comune di Ferrara.

8 UBICAZIONE PROVE

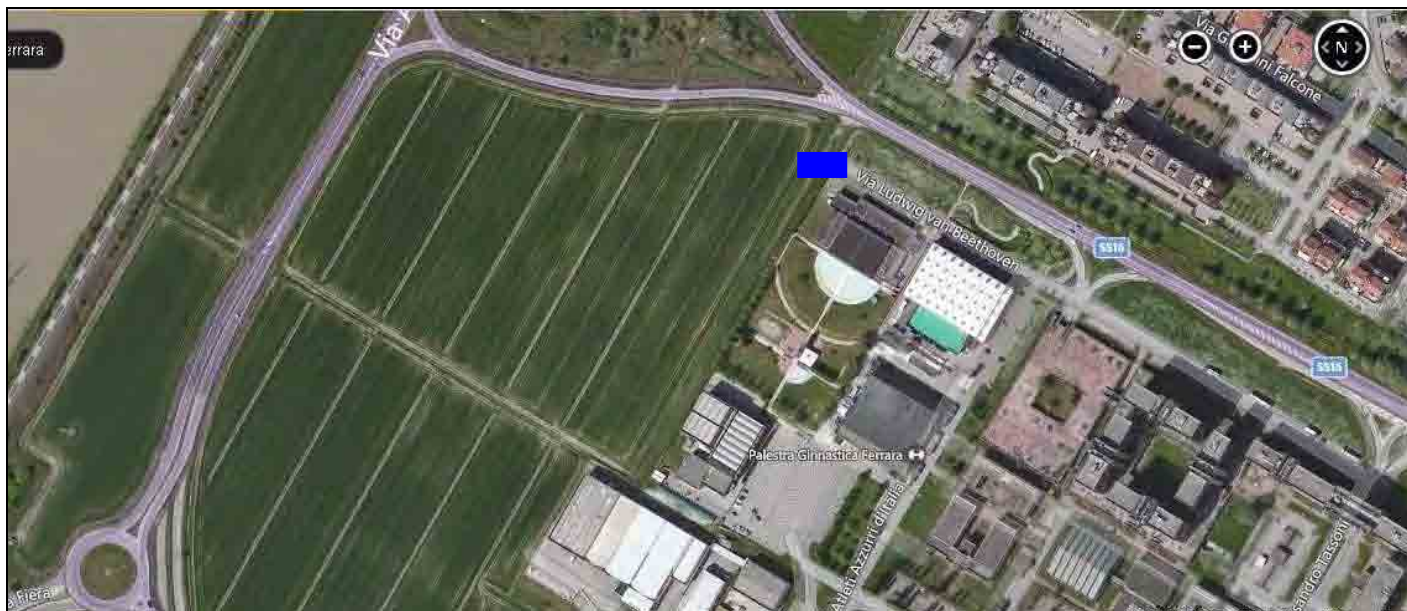


Figura 5 – Ubicazione indagini (bing maps)

Dove:

 Misura HVSR1

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisrl.com – info@synthesisrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	--	---

- Allegato 10 -

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesissrl.com – info@synthesissrl.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO RELATIVO ALL'AREA VIA FERRARESI – VIA VENEZIANI – VIA RESPIGHI – VIA TASSONI SCHEDA DI POC 4ANS-01 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 165/15-ES-REV00 DEL 22/09/2015 PI194/15-ES-REV00 DEL 08/09/2015
--	---	---	---

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

Ubicazione sito	Ferrara – via Ferraresi - via Veneziani – via Respighi – via Tassoni
Intervento previsto	PUA - Realizzazione di un nuovo insediamento residenziale in via Veneziani, riqualificazione e ampliamento del distributore di carburanti di Via Ferraresi e opere accessorie
Tipologia indagini analizzate ed eseguite	SCPTU + CPTU + HVSr + Analisi di laboratorio terre
Numero indagini analizzate ed eseguite	3 + 3 + 1 + 4
Profondità raggiunte con prove CPTU/SCPTU	30.00 – 20.00 mt
Profondità falda in data 21/09/2015	mt. 2.40 da p.c. – CPTU3 mt. 4.00 da p.c. – CPTU4
Zona sismica	3 (PGA 0.05 – 0.15 g)
PGA locale	0.247 g
Categoria topografica	T1
Dilatanza	Non attesa
Liquefazione	Si veda da pag. 86 a pag. 119
Classe d'uso	II
Coefficiente c_u	1.00
Vita nominale	50 anni
Stato limite	SLV