Nome File: PP Piemonte - C - Relazione Geologica.dwg

COMUNE di RICCIONE

Provincia di Rimini

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO di Iniziativa Privata (PUA)

[Art. 4.10 del P.S.C.]

DENOMINATO "TRAMONTANA 3" COMPOSTO DA N.2 COMPARTI N.02.1, N.02.2

SITUATI IN RICCIONE, VIALE PIEMONTE

L.R. 20/2000 - PSC del C.C. N.84 del 23/04/2007 - POC del C.C. N.5 del 16/02/2012 (Comparto N.02.1 e N.02.2)

Richiedenti:

Montebelli Vilma e Savini Giuseppe
Fantini Wilma e Schiaratura Graziano
Schiaratura Cristian e Riminucci Cristina (dante causa di Schiaratura Cristina)
Conti Sabina e Fabrizio

TAVOLA - C
RELAZIONE GEOLOGICA

FIRME RICHIEDENTI

PROGETTO E
DIREZIONE LAVORI

ARCH. LIVIO LEPRI

ARCH. MONICA LEPRI

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE

MAGGIO 2013

LEPRI
ARCHITETTI ASSOCIATI

LIVIO LEPRI > MONICA LEPRI > Via Parma 2 > 47838 Riccione RN > Tel. e Fax 0541 646032 > P. Iva 03121940401 > www.lepriarchitetti.com > info@lepriarchitetti.com

La Direzione Lavori non si ritiene responsabile di eventuali opere eseguite prima del ritiro della prescritta Autorizzazione e/o dell'avvenuta comunicazione dell'inizio lavori, siano esse pertinenti o meno con il presente elaborato. - Elaborato grafico realizzato con AutoCAD LT Licenza n. 640-00495077 -

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
del Dott. Geol. Eugenio Fiorini

COMUNE DI RICCIONE
PROVINCIA DI RIMINI

INDAGINE GEOLOGICA – TECNICA RELATIVA AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA (PUA) [art. 4.10 del PSC] DENOMINATO " TRAMONTANA 3 " COMPOSTO DA N.2 COMPARTI N.02.1, N. 02.2 SITUATI IN RICCIONE, VIALE PIEMONTE

Committenti: SIG.RI MONTEBELLI VILMA, SAVINI GIUSEPPE, FANTINI WILMA, SCHIARATURA GRAZIANO, SCHIARATURA CRISTIAN E RIMINUCCI CRISTINA, CONTI SABINA E FABRIZIO

MARZO 2013

Via Giovagnoli, n° 28c – 47853 CORIANO (RN) – Tel./Fax. 0541/658170
Email:geol.fiorini@libero.it

INDICE:

- 1 – PREMESSE ……..-- PAG. 1
- 2 - CAMPAGNA DI INDAGINI ---------- PAG. 3
- 3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO ---------- PAG. 4
- 4 - CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI ---------- PAG. 9
- 5 - DETERMINAZIONE DELLA Vs30 ---------- PAG. 11
- 6 - CLASSIFICAZIONE SISMICA ---------- PAG. 13
- 7 - AZIONE SISMICA ---------- PAG. 15
- 8 - ANALISI DI LABORATORIO ---------- PAG. 19
- 9 - PARAMETRI GEOMECCANICI NOMINALI ---------- PAG. 20
- 10 - IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA ---------- PAG. 25
- 11 – EDIFICABILITA’ DELL’AREA ---------- PAG. 27
- 12 – VALUTAZIONI SUL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI ------- PAG. 28
- 13 – VERIFICHE E VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA ---------- PAG. 29
- 14 – CONCLUSIONI ---------- PAG. 32

- APPENDICE A – PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (C.P.T.) E ANALISI GRANULOMETRICA
- APPENDICE B – METODOLOGIA DI INDAGINE E CARATTERISTICHE DELLA PROVA MASW

COMUNE DI RICCIONE
PROVINCIA DI RIMINI

INDAGINE GEOLOGICA – TECNICA RELATIVA AL PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA (PUA) [art. 4.10 del PSC] DENOMINATO " TRAMONTANA 3 " COMPOSTO DA N.2 COMPARTI N.02.1, N. 02.2 SITUATI IN RICCIONE, VIALE PIEMONTE

- 1 – PREMESSE:

Su incarico dei committenti, è stato eseguito uno studio geologico-tecnico sui terreni interessati dal piano urbanistico attuativo in oggetto.

I dati raccolti sulla natura ed assetto del sottosuolo, hanno permesso di:

- verificare le caratteristiche geologiche e stratigrafiche presenti:
- determinare la velocità delle onde di taglio (Vs30) e classificare il terreno presente nei primi trenta metri di spessore, come prevede la normativa presente;
- ricavare i parametri geomeccanici nominali rinvenuti: angolo di attrito interno, coesione, peso di volume;
- indicare i criteri costruttivi di massima per ciò che concerne i vari tipi di fondazione da adottare;
- valutare il potenziale di liquefazione dei terreni;
- verificare la risposta sismica locale e la microzonizzazione dei terreni nel rispetto delle procedure indicate nella delibera dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 02/05/2007 " atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art.16 – Comma 1, della L.R. 20/2000 – Disciplina generale sulla tutela e uso del territorio ", in merito a " Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia Romagna, per la

pianificazione territoriale e urbanistica (Punto 4.2 dell’allegato A)”, seguita successivamente da una nota esplicativa redatta dai Servizi della Regione Emilia Romagna con prot. n. 20070166430 del 22/06/2007.

- 2 – CAMPAGNA DI INDAGINI:

Nell’ambito dello studio in oggetto, è stato eseguita una campagna geognostica, al fine di verificare l’andamento stratigrafico e le proprietà geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo nell’area in esame.

In particolare nell’area sono state eseguite le seguenti indagini in sito:

- n.4 prove penetrometriche statiche CPT (1), spinte a profondità Significative (eseguite dallo scrivente nel periodo Settembre 2007);
- prelievo di un campione di terreno indisturbato;
- esecuzione di n.2 indagini geofisiche MASW (MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES) per determinare la velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità (Vs30) e classificare i terreni sulla base della nuova normativa vigente (D.M. 14/01/2008).

Le prove penetrometriche statiche sono state spinte a profondità significative, rilevando in modo continuo i valori di resistenza alla punta (Rp) e laterale (Rl).

Nella Figura 1 è riportata la Planimetria di progetto (scala 1:2.000) con l’ubicazione delle indagini penetrometriche, le tracce delle sezioni significative e l’ubicazione degli stendimenti geofonici relativi alle prove Masw e l’ubicazione del punto di prelievo del campione (C1).

In Appendice A sono riportati gli elaborati grafici riguardanti le indagini penetrometriche e le analisi di laboratorio.

La metodologia di indagine e le caratteristiche della prova MASW sono riportate in App. B.

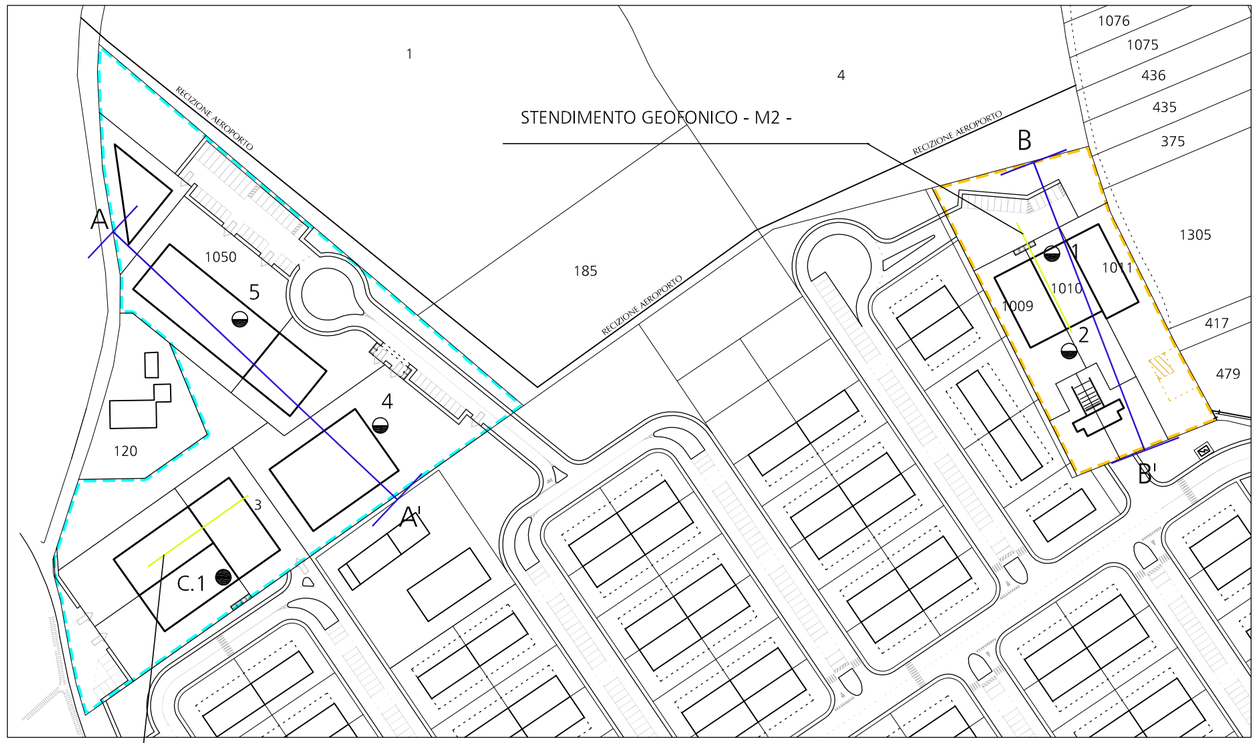
---

1) Caratteristiche dello strumento:

Penetrometro statico semovente, 200 Kn spinta,

Punta meccanica tipo Begemmann – manicotto laterale superficie 150 cmq.

PLANIMETRIA SCALA 1:2.000
FIG.1



LEGENDA:

PRELIEVO DI UN CAMPIONE DI TERRENO (C.1)

UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (C.P.T.)

TRACCE DELLE SEZIONI

UBICAZIONE DEI STENDIMENTI GEOFONICI

Le caratteristiche delle prove Masw sono:

Nome	Stendimento geofonico (m)	Energizzazione	Geofoni
M1	48	4	24
M2	48	4	24

- 3 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E MORFOLOGICO:

Le aree oggetto di studio sono situate nell'elemento 163 (Casalecchio) del Foglio 256 (Rimini) della Carta Tecnica Regione Emilia Romagna.

Più precisamente le aree oggetto di indagine sono site a Nord della località denominata Case Opera Pia nel Comune di Riccione.

Esse si collocano ad una quota altimetrica compresa tra 16.0 ÷ 18.0 m circa s. l. m. m..

In generale l'assetto morfologico è determinato da vari ordini di terrazzi che partendo dai fondovalle con terreni tipicamente pianeggianti si allargano a ventaglio verso il mare dove si unificano in una unica piana reincisa parzialmente da una rete idrografica più giovane.

Le opere in progetto ricadono sui terreni a morfologia praticamente pianeggiante.

Dal punto di vista geologico l'area di indagine ricade nel territorio di affioramento della formazione quaternaria denominata "a4" della Carta Geologica d'Italia (alluvioni e depositi di copertura terrazzati di bassa quota); essa è collocata all'altezza della parte centro-settentrionale del cono alluvionale del Fiume Marecchia – Torrente Uso dove è presente una fascia di paleoalvei di età altomedioevale (Zaghini M. e Toni G. 1988 – Idrogeologia e Geotecnica del Conoide del Fiume Marecchia).

La Carta Geologica della Regione Emilia Romagna qui rappresentata in stralcio (vedi Fig.3 – scala 1:5.000) inquadra l'area del subsistema di Ravenna (AES8) e descrive la successione locale di seguito specificato:

SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE(AES)

Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini.

Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo-regressivi formati da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali.

In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi marini.

Sistema parzialmente suddiviso in subsistemi (AES8, AES7 ed AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino-marginali e palustri su depositi di conoidi e di piana alluvionale.

I depositi fini di tracimazione fluviale dei terrazzi del margine appenninico non sono differenziati in subsistemi.

Nel sottosuolo presso lo sbocco vallivo del Fiume Marecchia i depositi grossolani di conoide si amalgamo fra loro ed i singoli subsistemi non sono più separabili.

Nel sottosuolo della pianura alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori che non hanno corrispettivi in affioramento e perciò non sono stati formalizzati.

Spessore massimo circa 200 mt (sottosuolo della pianura). Età: PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE.

Subsistema di Ravenna (AES8)

Depositi fluviali intravallivi e di pianura alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma.

Nella valle del Fiume Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille.

Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei.

I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2.5Y), spessore dell’orizzonte decarbonatato da 0.3 ed 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano.

I suoli calcarei appartengono all'Unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali del suolo non calcareo al tetto di AES7.

Subsistema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20 – 25 metri. Pleistocene superiore-Olocene.

Si tratta pertanto di depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale con limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei; limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali del suolo non calcareo.

Verso mare, a circa 1.000 mt di distanza, vi è una unità di rango gerarchico inferiore l'Unità di Modena (AES8a in Fig.3); età post-romana – Olocene) che rappresenta anche il termine di chiusura del Subsistema di Ravenna composta da depositi deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche di vario ordine gerarchico.

L'Unità di Modena è così definita:

AES8a: Unità di Modena.

Ghiaie e sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile; sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (2,5y) al tetto, privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (es. argini e bacini interfluviali).

Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura.

Include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b1 che pero, in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente.

Spessore massimo 3-4 metri.Età: post-romana (IV-IV sec. d.c.-Attuale; datazione archeologica).

Al di sotto della copertura alluvionali è rinvenibile la seguente formazione di origine marina:

IMO (Sabbie di Imola):

Formazione caratterizzata da arenaria e sabbia da medie e finissime, generalmente poco cementate, giallastra all'alterazione, in strati spessi e molto spessi, mal definiti, frequentemente amalgamati tra di loro.

La parte inferiore dell'unità è generalmente costituita da arenarie e sabbie fini e medie con rari livelli conglomeratici contenente ciottoli silicei bruni; sono presenti rare intercalazioni pelitiche, spesse fino ad alcune decine di centimetri.

Le arenarie sono caratterizzate da stratificazione incrociata ad alto angolo e piano-parallela; localmente sono presenti ripples da onda drappeggiati da sottili intercalazioni pelitiche.

La parte superiore generalmente costituita da sabbie fini e finissime in cui sono presenti sporadici livelli centimetrici di peliti grigie frequentemente interessate da formazioni di concrezioni carbonatiche.

L'età della formazione è stimata in 0,8 – 0,65 MA, corrispondente alla parte basale del Pleistocene medio (cicloQm3).

Questi depositi sono riferibili all'ambiente litorale, variabile da spiaggia sommersa a laguna di retrospiaggia.

In superficie è presente un livello di ricoprimento (“cappellaccio”), costituente il suolo, formato anch’esso da terreni limo-argillosi di alterazione variamente humificati e da resti vegetali.

I depositi alluvionali terrazzati sono costituiti mitologicamente, nel primo sottosuolo, da alternanze verticali ed orizzontali di limi e argille che si presentano con massivi o possiedono deboli laminazioni, talora sono alternati da sottili livelli limo-sabbiosi, e quindi possiedono caratteri tipici della sedimentazione in ambiente di piana inondabile da parte dei corsi d’acqua suindicati.

La presenza a luoghi abbondante da calcinelli e passerelle carbonatiche è indice di probabile esposizione subaerea.

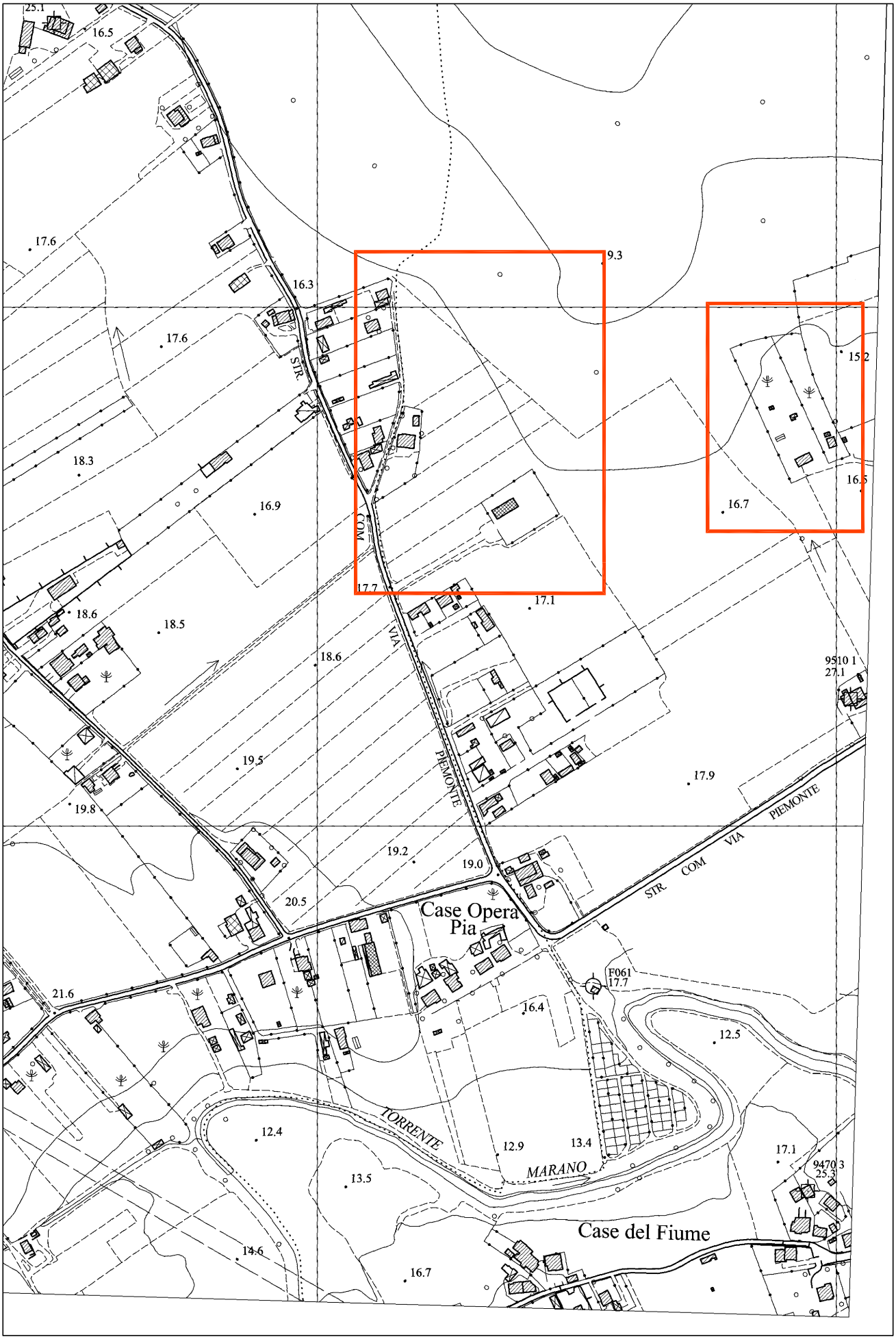
Più in profondità (40.0 ÷ 50.0 mt dal p.c.) tali terreni si trovano spesso alternati a ghiaie e sabbie permeabili i quali denotano un aumento di energia deposizionale che li fa interpretare come possibili strutture di rotta d’argine o di paleoalveo.

In Fig.2 (Corografia scala 1:5.000) sono riportate le aree oggetto di indagine.

In Fig.3 (Stralcio della Carta Geologica della Regione Emilia Romagna in scala 1:5.000) sono indicati i terreni affioranti nelle aree di indagine.

COROGRAFIA SCALA 1:5.000

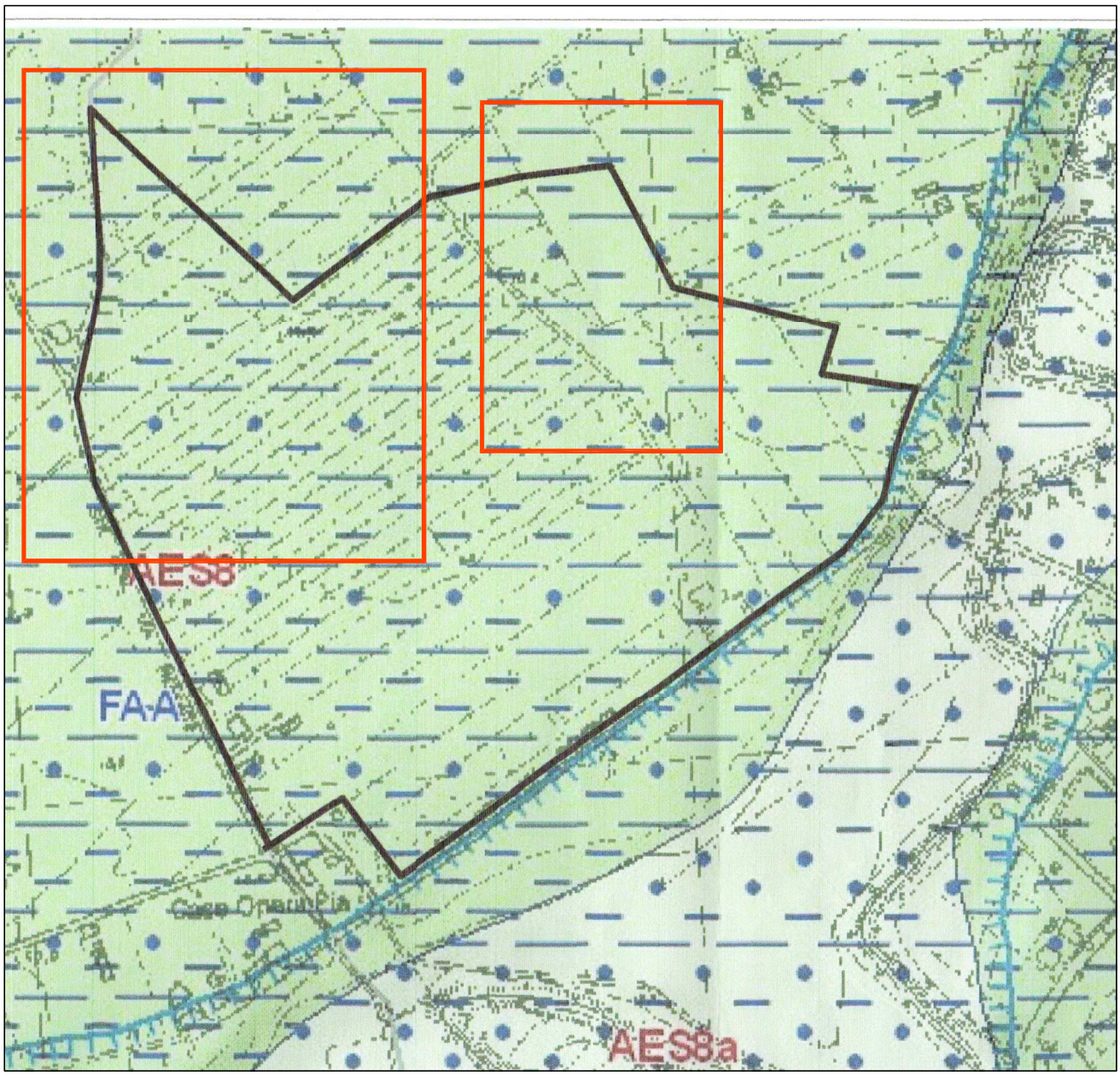
FIG.2



AREE DI INTERESSE

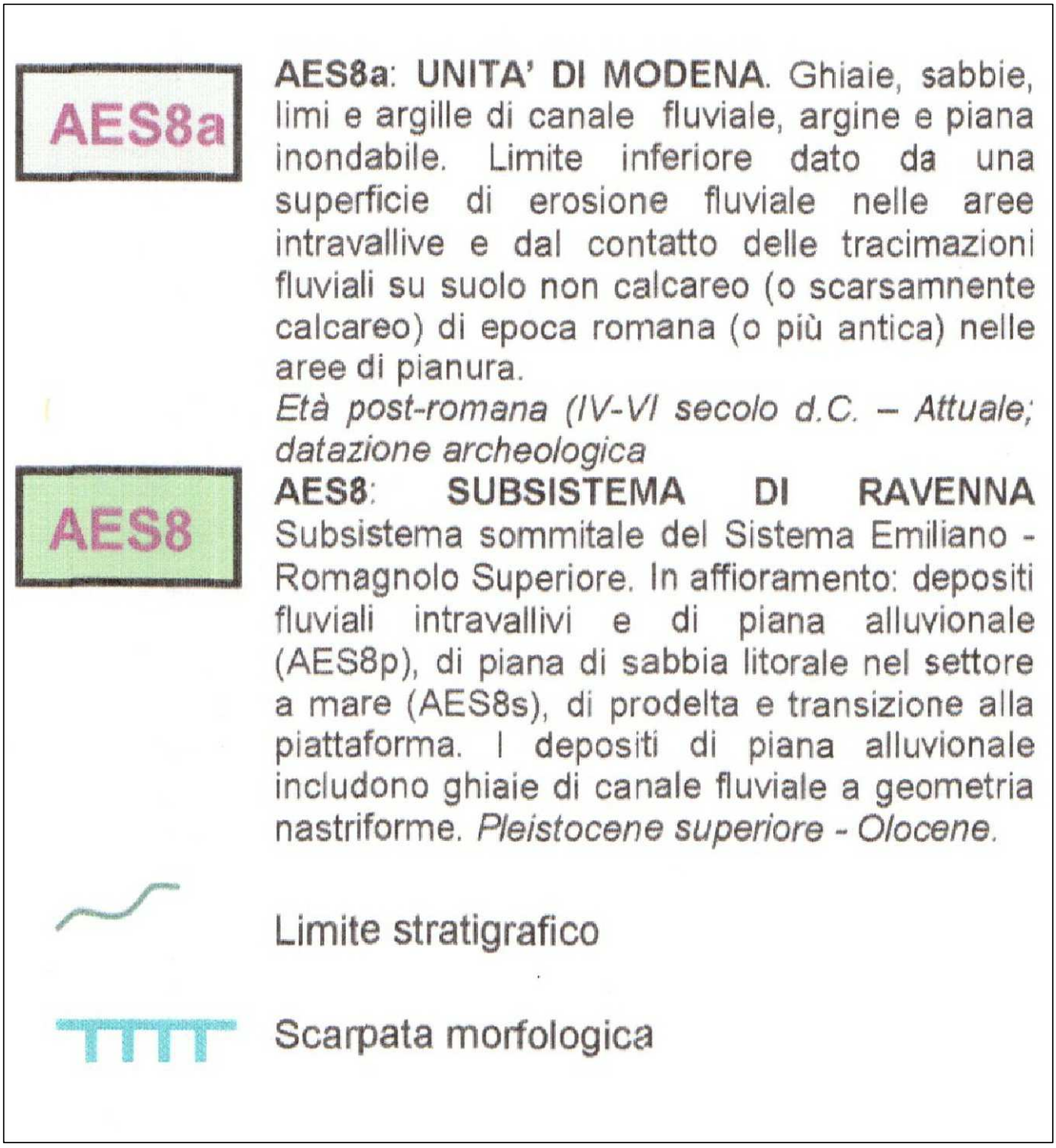
CARTA GEOLOGICA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA IN SCALA 1:5.000

FIG.3



AREE DI INTERESSE

LEGENDA:


AES8a
AES8a: UNITA' DI MODENA. Ghiaie, sabbie, limi e argille di canale fluviale, argine e piana inondabile. Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali su suolo non calcareo (o scarsamnente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura.
Età post-romana (IV-VI secolo d.C. – Attuale; datazione archeologica
AES8
AES8: SUBSISTEMA DI RAVENNA Subsistema sommitale del Sistema Emiliano - Romagnolo Superiore. In affioramento: depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale (AES8p), di piana di sabbia litorale nel settore a mare (AES8s), di prodelta e transizione alla piattaforma. I depositi di piana alluvionale includono ghiaie di canale fluviale a geometria nastriforme. Pleistocene superiore - Olocene.
Limite stratigrafico
Scarpata morfologica

- 4 – CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI:

Dai risultati delle prove penetrometriche statiche è stato possibile schematizzare le seguenti successioni litostratigrafiche locali:

- COMPARTO N.02.1 - SEZ. A – A':

- dal p.c. a – 0.80 m ÷ - 1.00 m:

  Livello superficiale -

  Limi argillosi di accumulo alluvionale (ALLUVIUM), in sup. terreno vegetale, con caratt. Meccaniche scadenti e talori segni di sovraconsolidazione (Livello A);

- da – 0.80 m ÷ - 1.00 m a – 6.60 m ÷ - 6.80 m:

  Limi argillosi da poco a med. Consistenti -

  di natura alluvionale, con caratt. Geotecniche da scarse a sufficienti e a media compressibilità; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelli sabbiosi (Livello B);

- da – 6.60 m ÷ - 6.80 m a – 9.00 m:

  Limi argillosi med. Consistenti-compatti -

  Di origine alluvionale con sufficienti caratteristiche geotecniche e a limitata compressibilità; litotipo dominante la successione stratigrafica; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelletti sabbiosi (Livello C);

- da – 9.00 m a – 10.0 m:

  Limi argillosi da poco a med. Consistenti -

  Di natura alluvionale, con caratteristiche geotecniche da scarse a Sufficienti e a media compressibilità; presenza talora frequente di Sottili e discontinui livelli sabbiosi (Livello B).

Nel periodo Ottobre 2007, durante l'esecuzione delle prove penetrometriche è stata rinvenuta la falda alle quote comprese tra - 2.20 m ÷ - 2.40 m circa dal p.c. attuale.

- COMPARTO N.02.2 - SEZ. B – B':

- dal p.c. a – 2.00 m ÷ - 2.10 m:

  Livello superficiale -

  Limi argillosi di accumulo alluvionale (ALLUVIUM), in sup. terreno vegetale, con caratt. Meccaniche scadenti e talori segni di sovraconsolidazione (Livello A);

- da – 2.00 m ÷ - 2.10 m a – 4.60 m ÷ - 4.80 m:

  Limi argillosi med. Consistenti-compatti -

  Di origine alluvionale con sufficienti caratteristiche geotecniche e a limitata compressibilità; litotipo dominante la successione stratigrafica; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelletti sabbiosi (Livello C);

- da – 4.60 m ÷ - 4.80 m a – 7.80 m:

  limi argillosi da poco a med. Consistenti -

  Di natura alluvionale, con caratteristiche geotecniche da scarse a Sufficienti e a media compressibilità; presenza talora frequente di Sottili e discontinui livelli sabbiosi (Livello B).

- da – 7.80 m a – 10.0 m:

  Limi argillosi med. Consistenti-compatti -

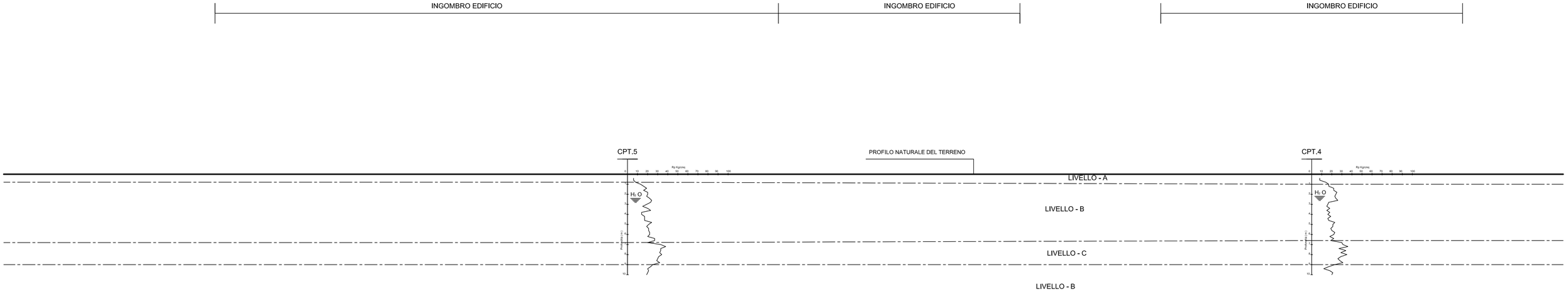
  Di origine alluvionale con sufficienti caratteristiche geotecniche e a limitata compressibilità; litotipo dominante la successione stratigrafica; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelletti sabbiosi (Livello C);

Nelle figure 4 e 5 (Correlazioni litostratigrafiche scala 1:200) sono riportati gli spessori verticali dei terreni incontrati.

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

SEZ. A - A' - COMPARTO N. 02.1

FIG.4



LEGENDA:

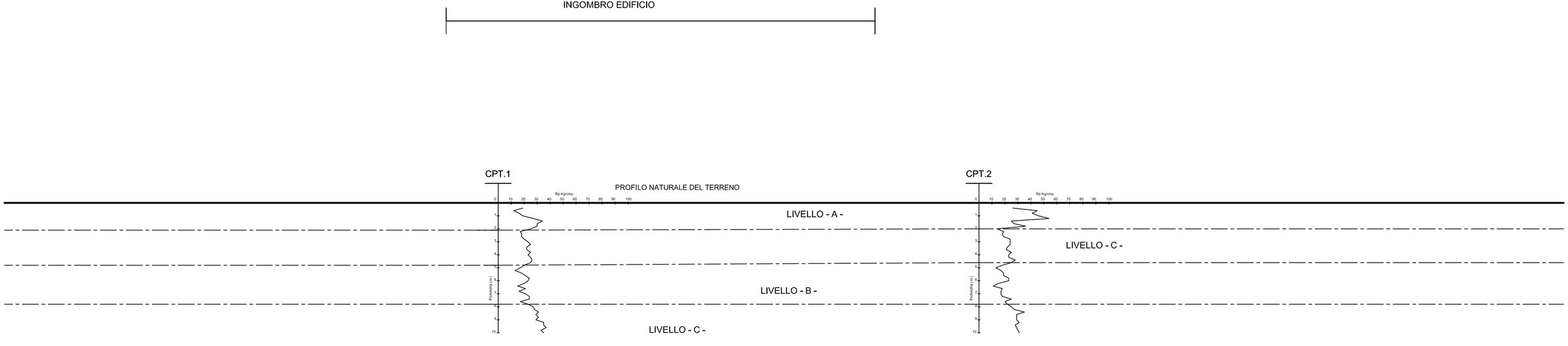
C.P.T. = PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

H_2O LIVELLO DI FALDA MISURATO NEL PERIODO SETTEMBRE 2007

CORRELAZIONE LITOSTRATIGRAFICA
SCALA 1:200

SEZ. B - B' - COMPARTO N. 02.2

FIG.5



LEGENDA:

C.P.T. = PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

H_2O LIVELLO DI FALDA MISURATO NEL PERIODO SETTEMBRE 2007

- 5 – DETERMINAZIONE DELLA Vs30:

Trattandosi di due aree distinte e distanti, l'una dall'altra, oltre duecento metri, si è ritenuto opportuno eseguire due indagini geofisiche del tipo Masw.

Negli allegati 1, 2, 3 (comparto N. 02.1) 4, 5 e 6 (comparto N. 02.2) sono riportati i risultati delle prove Masw eseguite in sito.

In particolare:

Negli allegati 1 e 4 sono riportate l'acqusizione delle onde.

Negli allegati 2 e 5 sono riportate le curve di dispersione misurate e calcolate.

Negli allegati 3 e 6 sono riportati i valori del parametro Vs30 calcolati utilizzando la stratigrafia Vs e la formula:

$$Vs30 = \frac{30}{\Sigma i = 1,N \; hi/Vi}$$

dove h1 e V1 indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Con la determinazione delle onde di taglio Vs i terreni indagati vengono classificati in una delle seguenti categorie:

. **A** – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 mt.

. **B –** Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessore di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero con Nspt>50 o cu>250 Kpa.

. **C** – **Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero con 15 < Nspt < 50 o 70 < cu < 250 Kpa).**

. **D** – Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s (ovvero con Nspt < 15 o cu < 70 Kpa).

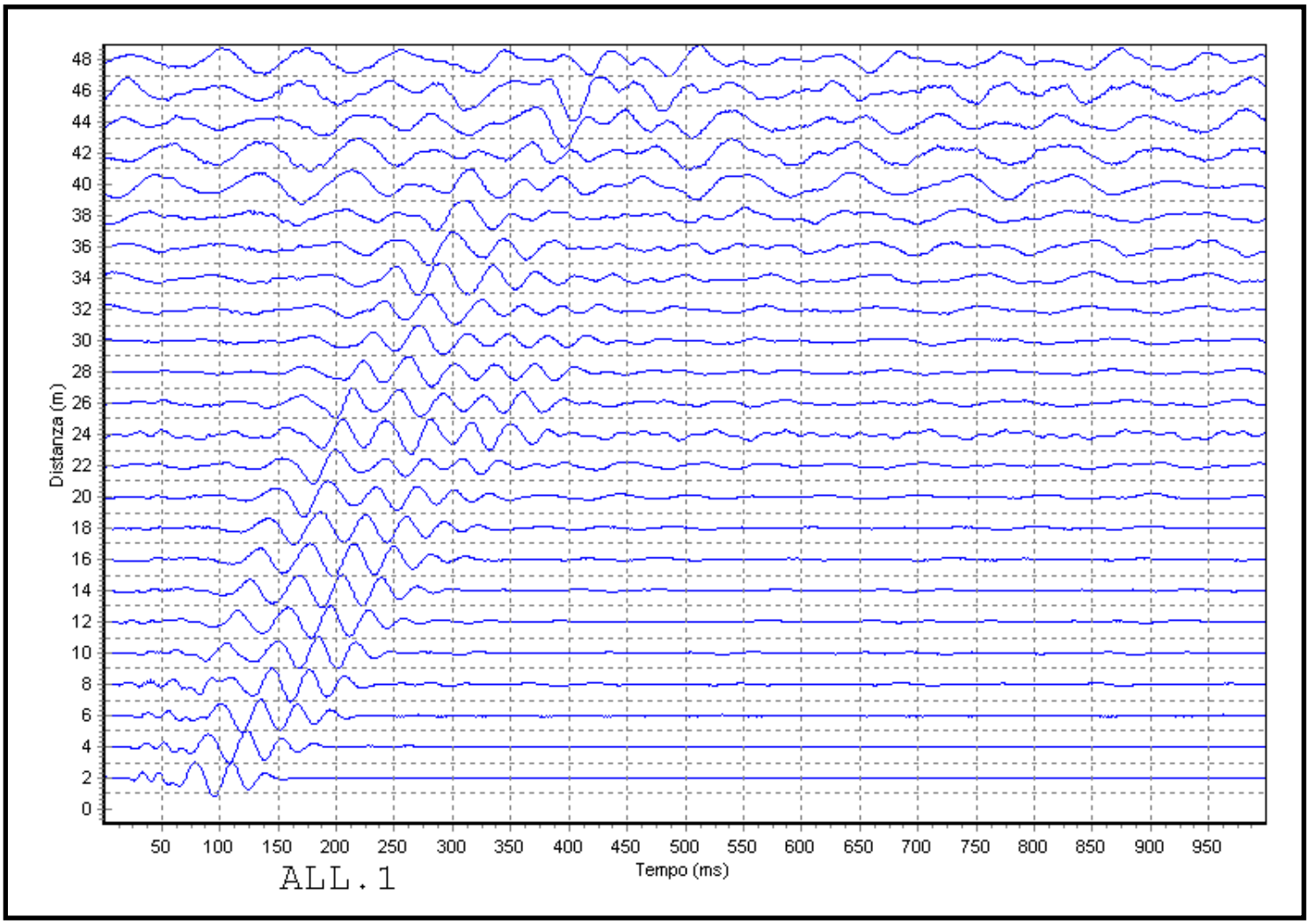
. **E** – Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionati, caratterizzati da valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 m e 20 m, giacenti su un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800 m/s.

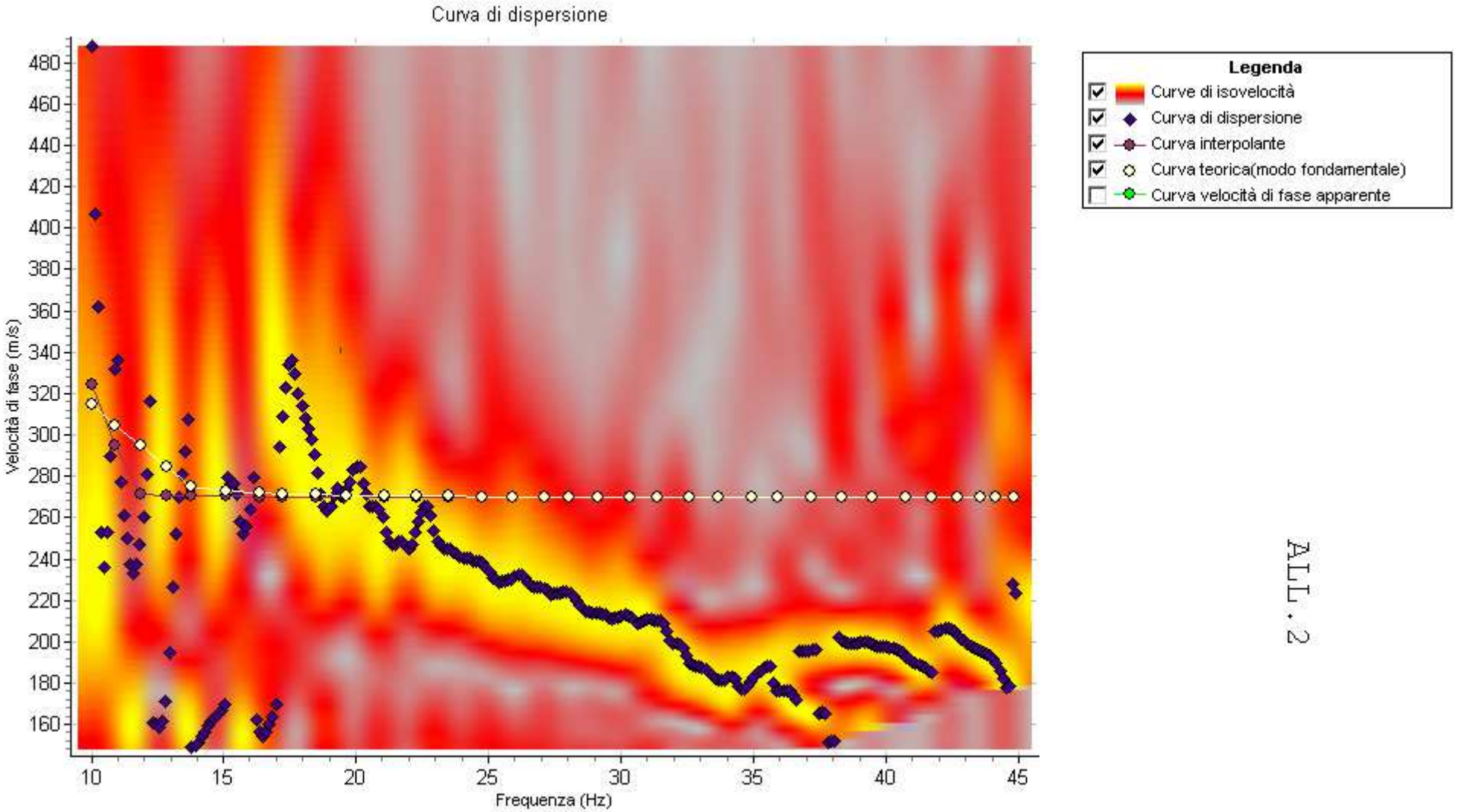
. **S1** – Depositi costituiti da o che includono, uno strato spesso almeno di 10 m. di argille/limi di bassa consistenza con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto d'acqua, caratterizzati da valori di Vs30 < 100 m/s (ovvero con 10cu < 20 Kpa).

. **S2** – Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altre categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

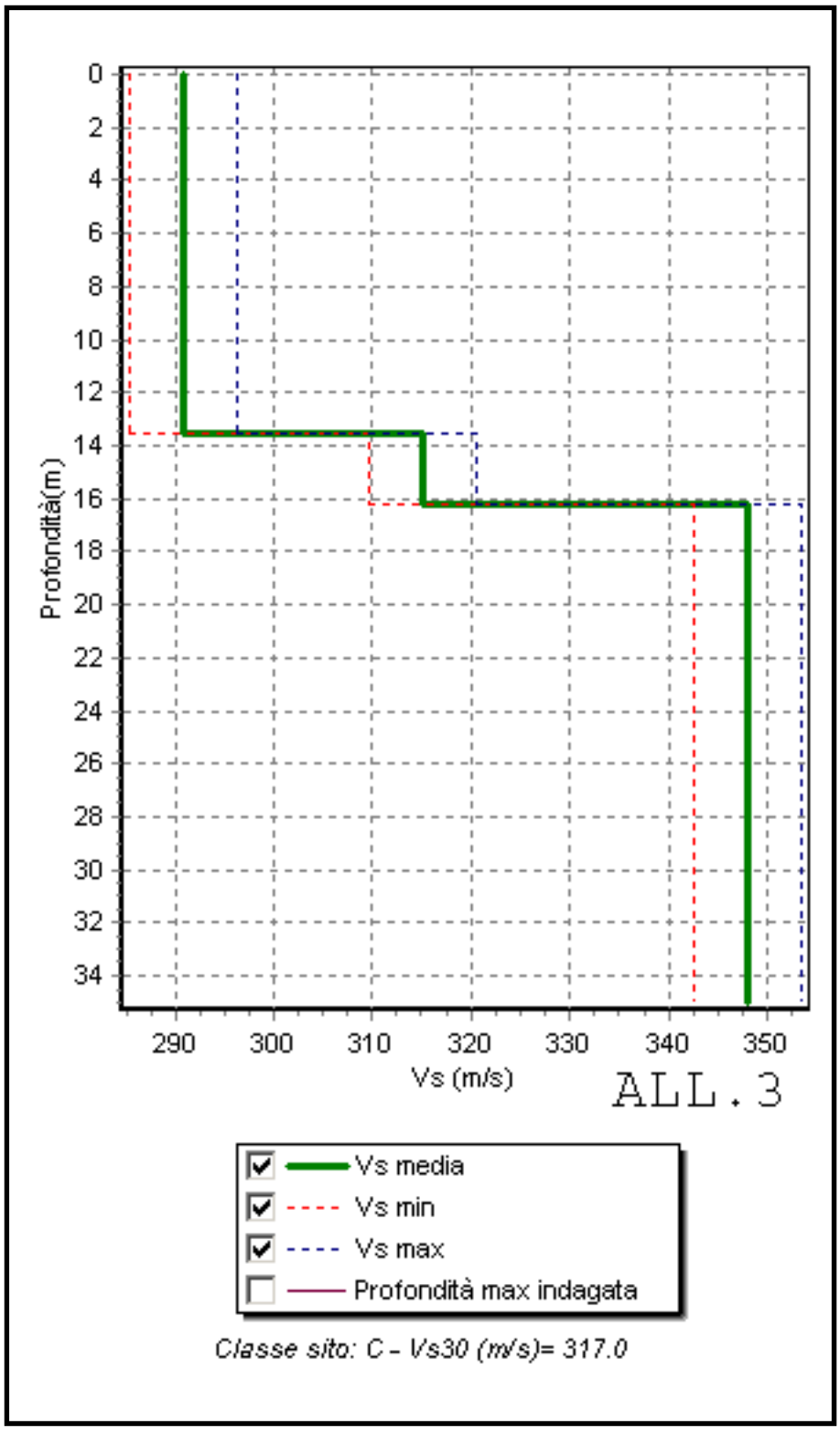
Dai risultati delle indagini MASW si può affermare che il sito corrispondente al comparto N. 02.1 – è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio (Vs30) di 317.00 m sec^{-1} mentre il sito, corrispondente al comparto N. 02.2, è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio (Vs30) di 235.60 m sec^{-1}.

In entrambi i casi si tratta di terreni di tipo C.

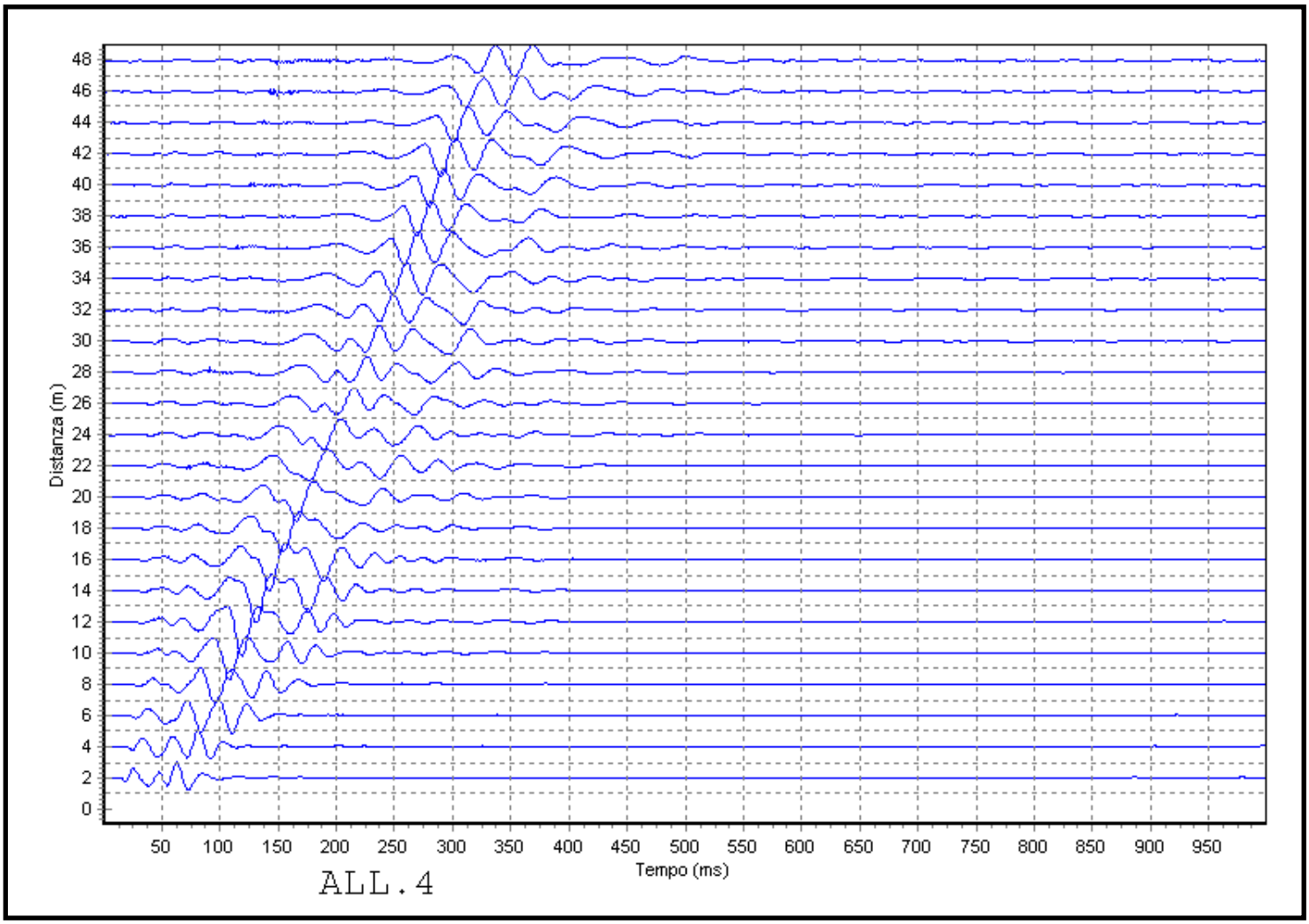

Distanza (m)
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
Tempo (ms)
ALL.1

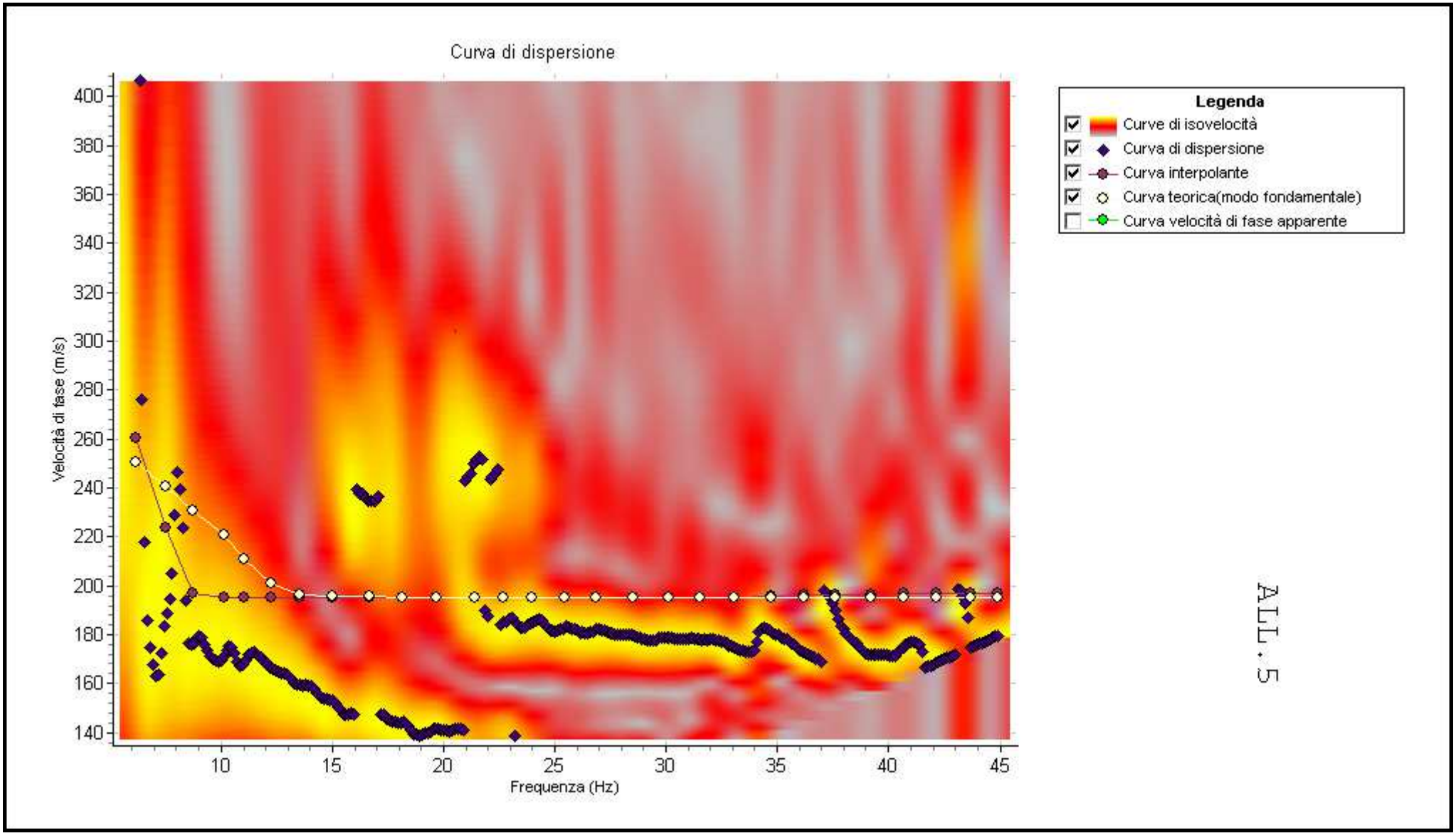

Curva di dispersione
Velocità di fase (m/s)
480
460
440
420
400
380
360
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
10
15
20
25
30
35
40
45
Frequenza (Hz)
Legenda
Curve di isovelocità
Curva di dispersione
Curva interpolante
Curva teorica(modo fondamentale)
Curva velocità di fase apparente

ALL. 2

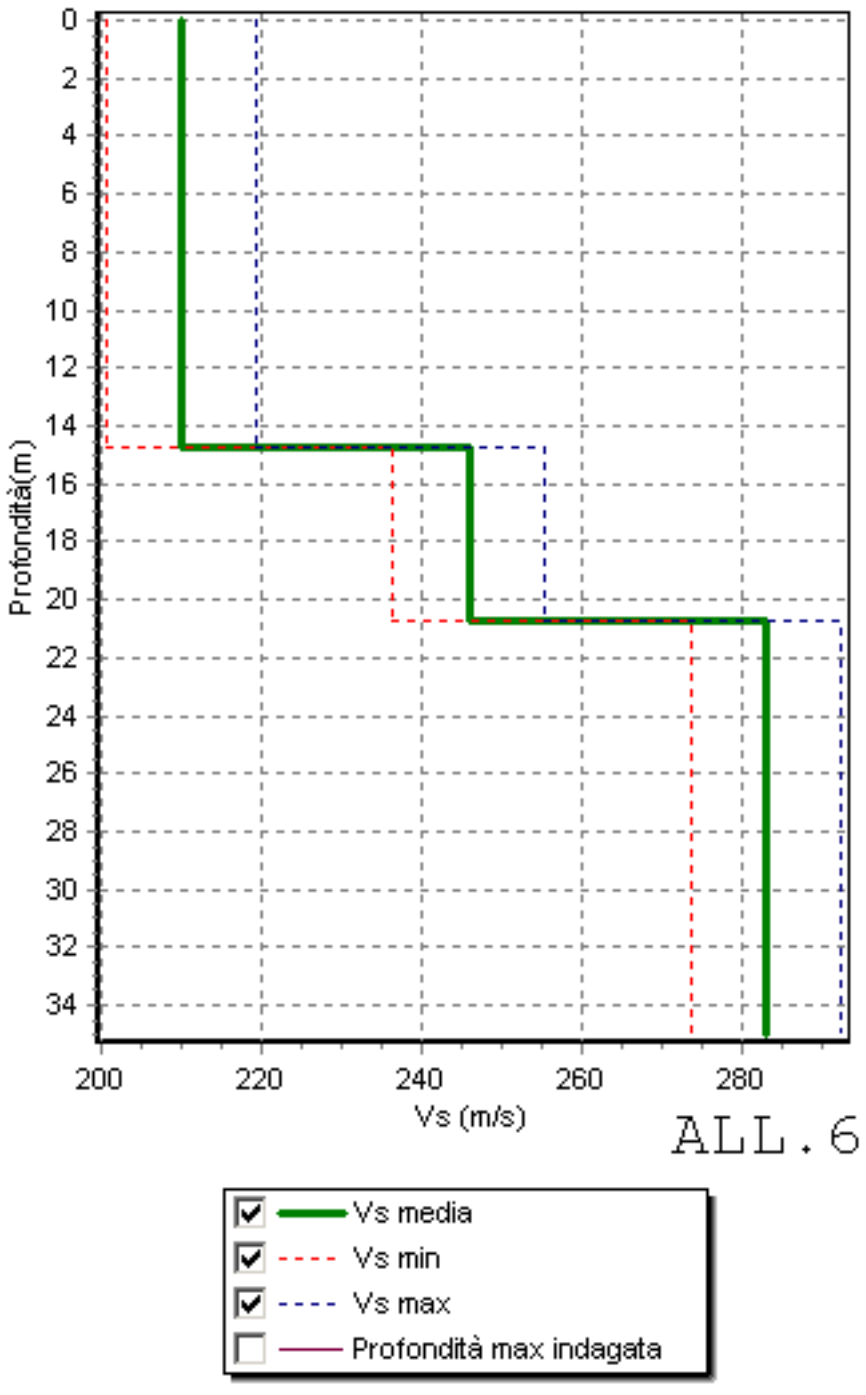


Classe sito: C - Vs30 (m/s)= 317.0


Distanza (m)
48
46
44
42
40
38
36
34
32
30
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
650
700
750
800
850
900
950
Tempo (ms)
ALL.4


Curva di dispersione
Velocità di fase (m/s)
400
380
360
340
320
300
280
260
240
220
200
180
160
140
10
15
20
25
30
35
40
45
Frequenza (Hz)
Legenda
Curve di isovelocità
Curva di dispersione
Curva interpolante
Curva teorica(modo fondamentale)
Curva velocità di fase apparente

ALL. 5



Classe sito: C - Vs30 (m/s)= 235.9

- 6 – CLASSIFICAZIONE SISMICA:

Sulla base della zonazione sismogenetica del territorio italiano e tenuto conto delle risposte dei differenti tipi di terreno alla propagazione delle onde sismiche è stata realizzata nel 1984 una prima classificazione sismica del territorio italiano basata su criteri scientifici (Tavola B, Decreto Ministero dei LL.PP. del 14/07/1984 e s.m.i.).

Questa prima classificazione ha individuato 3 classi di accelerazione del suolo, in base alle quali i comuni italiani furono ripartiti in 3 categorie: I, II e III categoria; oltre a queste fu introdotta una quarta categoria comprendente i comuni non classificati.

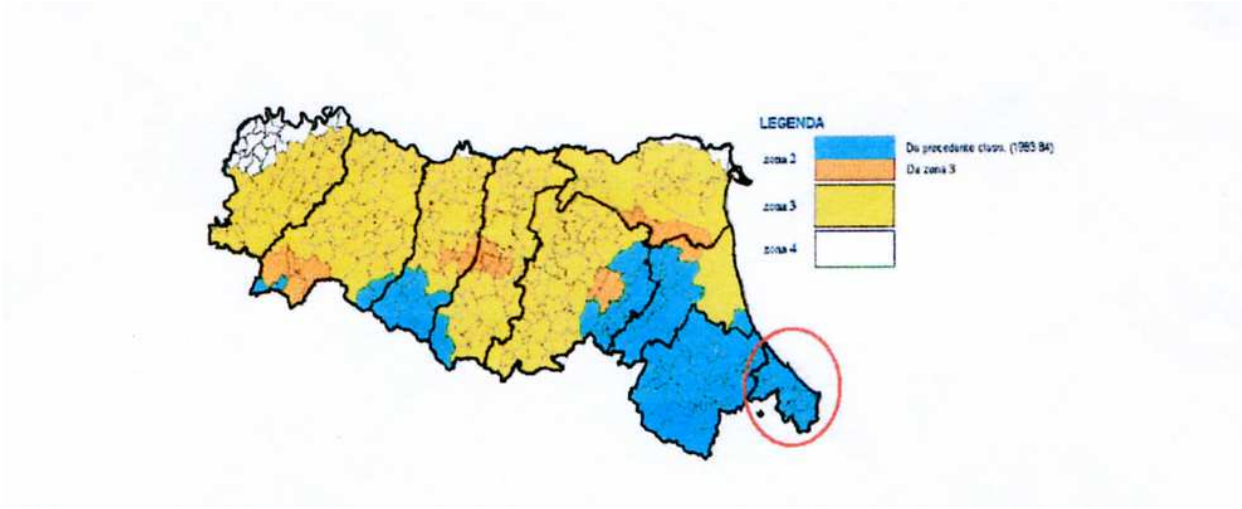
L’area del comune di Riccione, essendo zona sismica, era identificata appartenente alla II° categoria.

Gli studi e le conoscenze conseguite in merito alle caratteristiche di sismicità del territorio italiano negli ultimi anni hanno portato ad una rivisitazione della classificazione sismica, resa vigente con l’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e s.m.i. (DPCM-Dipartimento Protezione Civile del 21/0/2003; O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/2005).

In base a tale classificazione l’area del comune di Riccione è stata classificata appartenente alla Zona sismica 2, classificazione confermata anche dagli ultimi aggiornamenti normativi (Ordinanza PCM 3519 del 28 aprile 2006), definita a partire dalla mappe di pericolosità elaborata all’Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, a livello nazionale e regionale.

Secondo la classificazione di cui sopra, alle ZONE 2 vanno assegnati i seguenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (Ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari a 10% in 10 anni	Accelerazione orizzontale dello spettro di risposta elastico
0,15 ÷ 0,25	0,25



Classificazione sismica della Provincia di Rimini secondo la normativa vigente

- 7 – AZIONE SISMICA:

In base al D.M. 14-01-2008 “ Norme tecniche per le costruzioni “ per un determinato sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) si definisce una pericolosità sismica di base; in particolare vengono forniti i valori di accelerazione orizzontale massima ag e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale; ciò avviene in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 Km) e per diversi periodi di ritorno Tr ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

In particolare le tabelle allegate alle NTC forniscono i seguenti valori:

. Ag accelerazione orizzontale massima del terreno;
. Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in Accelerazione Orizzontale;
. T*c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Qualora il sito in esame non coincida con uno dei nodi del reticolo di riferimento i valori dei suddetti parametri possono essere calcolati come media pesata del valore da essi assunto nei quattro vertici della maglia all’interno della quale si trova il sito, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Per il Comune di Riccione si ricava la seguente tabella:

Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	T*c (s)
30	0,049	2,430	0,274
50	0,064	2,542	0,277
72	0,076	2,544	0,281
101	0,094	2,439	0,284
140	0,109	2,476	0,285
201	0,128	2,485	0,287
475	0,184	2,485	0,296
975	0,238	2,524	0,310
2475	0,336	2,480	0,322

Tabella 1: Valori dei parametri Ag, Fo, T*c per i periodi di ritorno Tr di Riferimento

L’azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, Per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

L’accelerazione orizzontale massima del terreno per un periodo di ritorno di 475 anni (corrispondente ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni – SLV) vale dunque Ag/g = 0,184.

Nel calcolo dell’azione sismica si considera una vita nominale delle costruzioni di 50 anni (pt 2.4.1 delle NTC) ed una classe d’uso II (costruzione di edifici artigianali - pt 2.4.2 delle NTC) a cui corrisponde una vita di riferimento delle costruzioni di Vr = Vn x Cu = 50 x 1.0 = 50 anni (Ag/g = 0,184 in 475 anni – SLV).

I parametri dell'azione sismica corrispondenti alla vita di riferimento sopra determinata sono riportati nella tabella che segue:

SLATO LIMITE	Tr (anni)	Ag (g)	Fo (-)	Tc° (s)
SLO	30	0,049	2,430	0,274
SLD	50	0,064	2,542	0,278
SLV	475	0,184	2,485	0,296
SLC	975	0,238	2,524	0,310

Tabella 2: Valori dei parametri Ag, Fo Tc* per i periodi di ritorno Tr di riferimento associati a ciascuno SL (considerato il coefficiente d'uso Cu = 1.0 – costruzione classe II)

Il suolo dei siti in cui si realizzano le opere sono di tipo C.

L'azione sismica, per le opere in progetto, è definita mediante un'accelerazione equivalente costante nello spazio e nel tempo.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
Ag	0,184 g
Fo	2,485
Tc*	0,296 s
Ss	1,426
Cc	1,569
St	1,000
g	2,400

Tabella 3: Parametri indipendenti dello spettro di risposta orizzontale per Lo stato limite SLV (fissata la categoria si sottosuolo C e quella topografica T.1).

PARAMETRI DIPENDENTI

S	**1,426**
ή	**0,417**
Tb	**0,155 s**
Tc	**0,464 s**
TD	**2,334 s**

Tabella 4: Parametri dipendenti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV (fissata la categoria del suolo C e quella topografica T.1).

- 8 – ANALISI DI LABORATORIO:

Nell’area oggetto di PUA è stato prelevato n.1 campione di terreno, indisturbato alle profondità comprese tra – 2.30 m ÷ - 2.70 m circa dal p.c. attuale (campione prelevato nel periodo Dicembre 2009).

Il campione è stato prelevato con l’ausilio di una benna meccanica con infissione, a pressione, di un apposita fustella in acciaio.

Sul campione è stata eseguita un’analisi granulometrica ed è stata fatta in parte con setacci e in parte mediante decantazione (areometria) in quanto trattasi di terreno a dominante frazione granulometrica limo-argillosa.

Il campione analizzato presenta una frazione argillosa del 37%, quella limosa del 52% e quella sabbiosa del 11%.

Si tratta di limi con argilla debolmente sabbiosi (Norme A.G.I.).

Il certificato dell’analisi granulometrica è riportato a fine relazione in appendice A.

- 9 – PARAMETRI GEOMECCANICI NOMINALI:

I parametri geomeccanici, da utilizzare per il dimensionamento delle opere di urbanizzazione, sono stati determinati dalle correlazioni tra le prove penetrometriche dinamiche statiche (CPT) e l'angolo d'attrito e la coesione secondo i diagrammi più diffusi in letteratura (vedi Fig. 6 e 7).

In particolare i terreni rinvenuti hanno evidenziato le seguenti resistenze statiche minime e medie alla punta:

Livello – A - Rp = 5.00 ÷ 10.0 Kgcm^{-2}

Livello – B - Rp = 15.0 ÷ 20.0 Kgcm^{-2}

Livello – C - Rp = 25.0 ÷ 30.0 Kgcm^{-2}

Visti i risultati ottenuti dalle prove penetrometriche, dalle numerose analisi di laboratorio eseguite su terreni analoghi campionati in aree limitrofe, è stato possibile attribuire ai terreni presenti i seguenti parametri geomeccanici:

- Livello superficiale -

Limi argillosi di accumulo alluvionale (ALLUVIUM), in sup. terreno vegetale, con caratt. Meccaniche scadenti e talori segni di sovraconsolidazione (Livello – A -):

. peso di volume naturale	$\gamma n = 1.85 \div 1.90$	ton m^{-3}
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\varphi' = 18° \div 20°$	
. coesione	$C' = 0.2 \div 0.3$	ton m^{-2}
parametri in valori totali		
. angolo di attrito	$\varphi u = 0.0$	
. coesione	$Cu = 2.5 \div 3.0$	ton m^{-2}

- Limi argillosi da poco a med. Consistenti -

di natura alluvionale, con caratt. Geotecniche da scarse a sufficienti e a a media compressibilità; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelli sabbiosi (Livello B):

. peso di volume naturale	$\gamma n = 1.90 \div 1.92$	ton m^{-3}
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\varphi' = 20° \div 21°$	
. coesione	$C' = 0.4 \div 0.5$	ton m^{-2}
parametri in valori totali		
. angolo di attrito	$\varphi u = 0.0°$	
. coesione	$Cu = 5.0 \div 6.0$	ton m^{-2}

- Limi argillosi med. Consistenti-compatti -

di origine alluvionale con sufficienti caratteristiche geotecniche e a limitata compressibilità; litotipo dominante la successione stratigrafica; presenza talora frequente di sottili e discontinui livelletti sabbiosi (Livello C);

. peso di volume naturale	$\gamma n = 1.92 \div 1.95$	ton m^{-3}
parametri in valori efficaci		
. angolo di attrito	$\varphi' = 22° \div 23°$	
. coesione	$C' = 0.7 \div 0.8$	ton m^{-2}
parametri in valori totali		
. angolo di attrito	$\varphi u = 0.0°$	
. coesione	$Cu = 8.0 \div 10.0$	ton m^{-2}

I parametri geotecnici, sopra riportati, rappresentano i valori minimi e medi dei terreni incontrati.

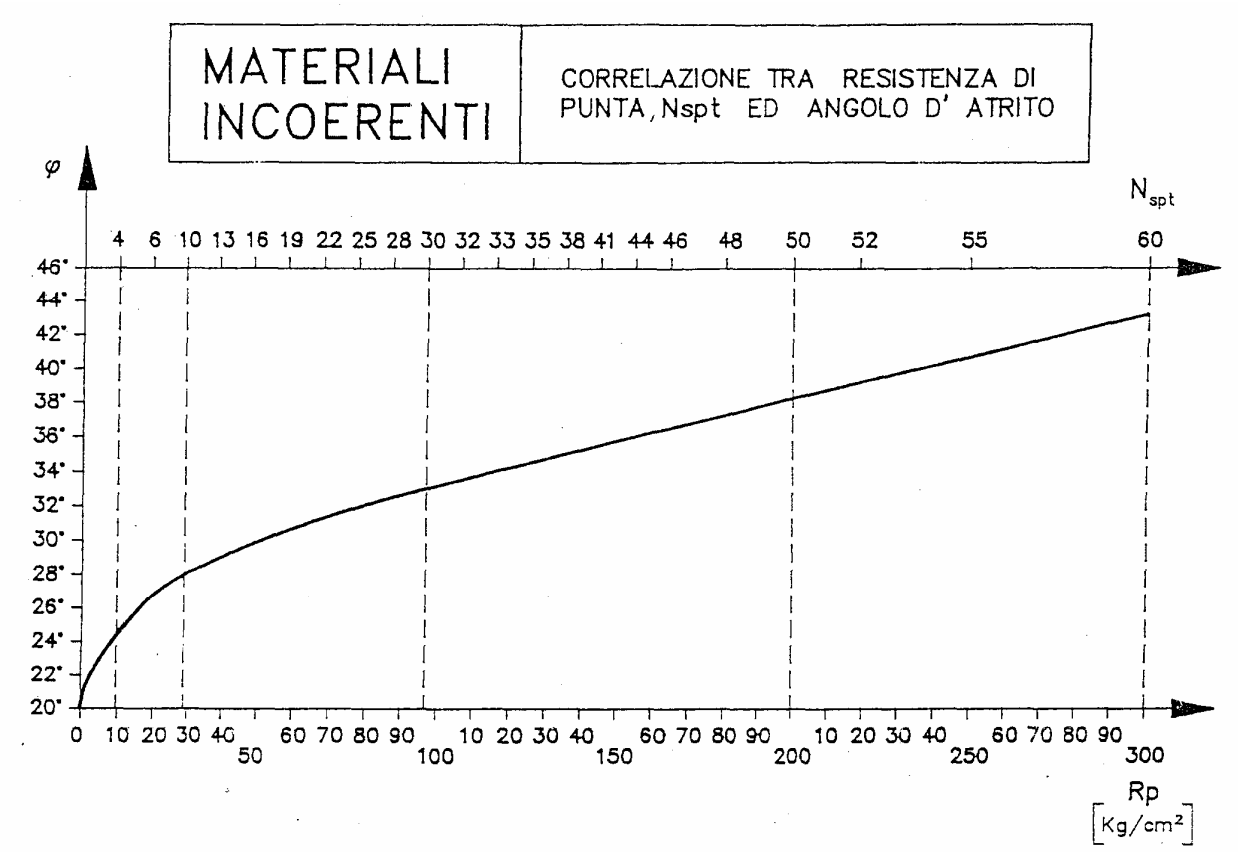
Le istruzioni del Consiglio Nazionale dei Lavori Pubblici (CSLP) riguardanti le N.T.C., per i lavori di modeste entità come nel nostro caso, indicano che i valori minimi o medi possono essere equiparati ai parametri geotecnici caratteristici.

In questo caso, a favore di sicurezza, si consiglia di adottare i parametri geotecnici minimi come parametri geotecnici caratteristici.

Nei problemi connessi al raggiungimento dello stato limite ultimo (SLU) del terreno (GEO) i parametri geotecnici caratteristici vengono ridotti e diventano parametri di progetto attraverso i seguenti coefficienti parziali:

PARAMETRI GEOTECNICI	COEFFICIENTI PARZIALI	
	M1	M2
γk	1	1
φ’k	1	1,25
tg(φ’k)	1	1,25
cuk	1	1,40

Fig.6


MATERIALI INCOERENTI
CORRELAZIONE TRA RESISTENZA DI PUNTA, Nspt ED ANGOLO D' ATRITO
φ
N spt
4 6 10 13 16 19 22 25 28 30 32 33 35 38 41 44 46 48 50 52 55 60
46°
44°
42°
40°
38°
36°
34°
32°
30°
28°
26°
24°
22°
20°
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 10 20 30 40 150 60 70 80 90 200 10 20 30 40 250 60 70 80 90 300
Rp
[Kg/cm²]

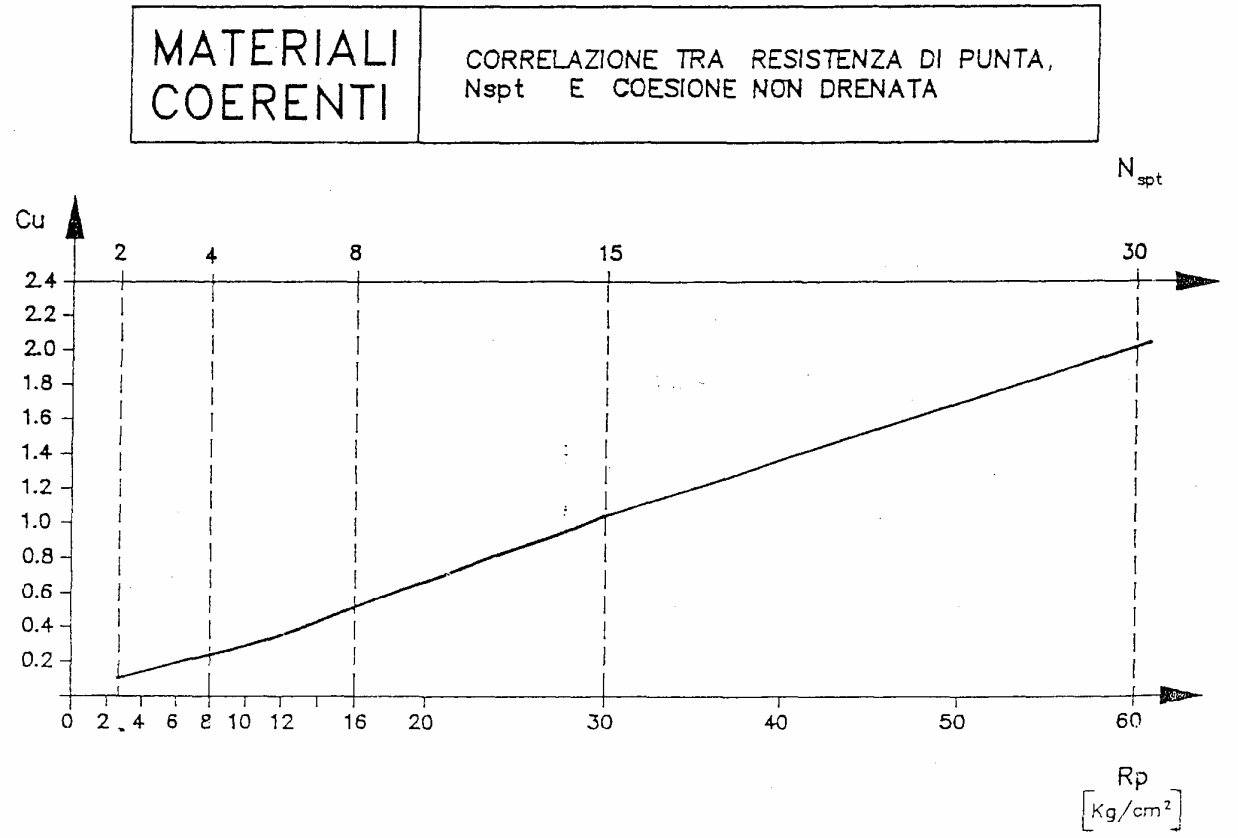

MATERIALI COERENTI
CORRELAZIONE TRA RESISTENZA DI PUNTA, Nspt E COESIONE NON DRENATA
N spt
Cu
2 4 8 15 30
2.4
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0 2 4 6 8 10 12 16 20 30 40 50 60
Rp
[Kg/cm²]

Fig.7 – DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI GEOTECNICI DA PROVE SPT E DA PENETROMETRIE STATICHE (TERZAGHI)

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

ARGILLA	qu Kg/cm^2	PENETROMETRO STANDARD n. COLPI PER PIEDE
MOLTO MOLLE	< 0.25	<2
MOLLE	0.25 – 0.5	2 – 4
MEDIAMENTE COMPATTA	0.5 - 1.0	4 – 8
CONSISTENTE	1.0 - 2.0	8 – 15
MOLTO CONSISTENTE	2.0 - 4.0	15 – 30
DURA	>4	>30

SABBIA	PENETROMETRO STANDARD n. COLPI X PIEDE	PENETROMETRO STATICO Kg/cmq Rp	ANGOLO D'ATTRITO
MOLTO SCIOLTA	<4	<20	<30°
SCIOLTA	4 – 10	20 – 40	30° - 35°
COMPATTA	10 – 30	40 – 120	35° - 40°
DENSA	30 – 50	120 – 200	40° - 45°
MOLTO DENSA	>50	>200	>45°

- 10 – IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA:

Le aree sono site in Sx. del Torrente Marano, da cui distano 425.0 m ÷ 475.0 m circa.

Dal punto di vista idrogeologico le zone in oggetto ricadono in un bacino compreso tra quelli del Torrente Ausa a nord e del Torrente Marano a Sud.

Nella Tabella seguente si fornisce un quadro esemplificativo dei valori del coefficiente di permeabilità K in funzione delle principali litologie di terreno riscontrate.

LIT.	DESCRIZIONE LITOLOGIE	K (cm/sec) Coefficiente di permeabilità
A	**Livello superficiale** Terreni limo-argillosi di accumulo alluvionale (Alluvium), in superficie terreno vegetale e/o di Riporto; caratteristiche meccaniche di permeabilità variabili ma generalmente scadenti.	
B	**Limi con argilla da poco a mediamente consistenti** Di origine alluvionale con presenza di sottili livelli sabbiosi; poco permeabili.	$10^{-5} \div 10^{-7}$
C	**Argilla con limo compatta** Di origine alluvionale con presenza di sottili livelli sabbiosi; da poco permeabili a impermeabili	$10^{-7} \div 10^{-9}$

Nel periodo Ottobre 2007, durante l’esecuzione dei sondaggi penetrometrici, è stata rinvenuta la falda alle profondità comprese tra - 2.20 m ÷ - 2.40 m circa dal p.c. attuale nel comparto N. 02.1 mentre nel comparto N. 02.2 non è stata rilevata la presenza di falda alle profondità investigate.

Viste le condizioni morfologiche e litologiche locali, nei periodi particolarmente piovosi e/o nevosi la falda può risalire fino a - 0.50 m ÷ - 1.00 m circa dal p.c. attuale.

Considerate le condizioni litologiche, morfologiche e idrogeologiche locali, per la realizzazione delle opere in progetto, non si riavvisa la necessità di eseguire particolari opere di regimazione delle acque, ne tantomeno

particolari opere di drenaggio.

Nell’area di interesse non esistono punti d’acqua censibili (pozzi, sorgenti, ecc..).

L’idrografia superficiale è totalmente assente, le opere in progetto non vanno ad interferire con fossi, paleofossi, canali, ecc..

Dal punto di vista idraulico la Cartografia allegata agli strumenti urbanistici di Pianificazione sovraordinata al P.S.C. (P.T.C.P. e P.A.I.) non indicano, per le aree in oggetto, problematiche connesse all’esondazione.

- 11 – EDIFICABILITA’ DELL’AREA:

Il piano urbanistico attuativo (PUA) prevede la costruzione delle opere di urbanizzazione (strada, marciapiedi, parcheggi, ecc.) per la realizzazione di lotti destinati ad edifici artigianali.

Le aree di imposta degli edifici e quelle limitrofe sono pianeggianti e quindi stabili (Categoria Topografica T.1).

Sulla base dei risultati delle prove penetrometriche, viste le condizioni morfologiche, come opere fondali sono sufficienti delle fondazioni superficiali, opportunamente dimensionate, costituite da plinti quadrati o rettangolari, collegati tra loro in senso longitudinale e trasversale.

In fase di progettazione esecutiva dei singoli edifici sarà necessario eseguire delle indagini geologiche puntuali, su ogni edificio, come prevede la nuova normativa sismica (D.M. 14-01-2008).

- 12 – VALUTAZIONI SUL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI:

I terreni della successione stratigrafica del primo sottosuolo sono di origine alluvionale.

In base ad una loro possibile liquefacibilità si possono fare le seguenti considerazioni:

- Nei terreni dei livelli A, B e C, la presenza di terreno limo argilloso è in percentuale superiore al 80% fa ricadere tali terreni al di fuori del fuso granulometrico dei sedimenti suscettibili al fenomeno ipotizzato da vari autori (Seed-Idriss 1967, Kishide 1970, Tsuchida, 1970);

- In tali terreni pur supponendo una locale presenza di minor contenuto di materiale limoso argilloso nei sottili livelli limo sabbiosi rilevati, essi possiedono uno spessore e continuità laterale molto limitata.

Viste le risultanze, in base anche alle suddette considerazioni, i terreni in oggetto, per natura e grado di addensamento, sono tali da non avere possibili o sensibili aumenti di pressione interstiziale, nel caso di sollecitazioni sismiche occasionali, tali da produrre il fenomeno della liquefazione.

- 13 – VERIFICHE E VALUTAZIONI DI MICROZONAZIONE SISMICA:

In merito all'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n. 112 del 02/05/2007, occorre verificare e valutare se l'area oggetto di Piano Urbanistico Attuativo ricade nelle situazioni qui di seguito elencate:

- aree soggette a liquefazione e densificazione (punto "a");
- aree instabili e potenzialmente instabili (punto "b");
- aree in cui le coperture hanno spessori fortemente variabili, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti (punto "c");
- aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico (punto "d").

Al fine di verificare se i terreni presenti nell'area sono soggetti a liquefazione e densificazione come prevede il **punto a**), si precisa che la geologia dell'area è caratterizzata dalla presenza di terreni di natura prettamente argillosa limosa fino a profondità >> 20.0 m (20.0 m circa è la profondità oltre la quale la pressione litostatica inibisce il fenomeno),.

Inoltre, analisi granulometriche eseguite in sito e su terreni analoghi campionati in aree limitrofe evidenziano percentuali di argilla e limo > 80% con curve granulometriche che non rientrano all'interno del campo di possibile liquefazione delle fasce granulometriche di riferimento di cui alla Fig.1 dell'allegato A3 della Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 02/05/2007.

Nel Cap. 12 (pag. 31) sono riportate le considerazioni a riguardo del Potenziale di liquefazione dei terreni in oggetto.

Pertanto i terreni interessati al Piano Urbanistico Attuativo in oggetto non presentano alcun rischio circa la possibilità di verificarsi del fenomeno di liquefazione.

Per le aree instabili e potenzialmente instabili di cui al **punto b**) è emerso quanto segue:

- l'area in oggetto sono pianeggianti (classe topografica T.1 – D.M. 14/01/2008) e pertanto gli effetti topografici di amplificazione sismica sono irrilevanti;

- sulla base della cartografia ufficiale P.A.I. e P.T.C.P. emerge quanto segue:
  . nella Tav. 4-3 del P.A.I. (Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico) Le aree non sono soggette a vincoli di alcun tipo;
  . nella Tavola D.1 del P.T.C.P. (Rischi Ambientali), le aree non sono soggette a vincoli di alcun tipo;

- la zona oggetto di P.U.A. non risulta interessata da movimenti franosi attivi e/o quiescenti;

- la zona, infine, non risulta essere potenzialmente instabili in quanto non si prevedono riattivazioni di frane, quiescenti o attivazioni di movimenti franosi (pendii con acclività inferiore a 10°, versanti con giacitura degli strati a traversapoggio, non coinvolgimento di aree prossime a zone instabili, assenza di scarpate subverticali e accumuli detriti incoerenti;

- Le aree in oggetto e quelle limitrofe sono pianeggianti e quindi stabili **Pertanto le aree non presentano rischi di instabilità gravitativa, ne di potenziale instabilità gravitativa e di effetti di sito a seguito della topografia.**

Per quanto riguarda il **punto C**) sulla base delle evidenze geologiche, geomorfologiche ricostruite in sito e dalle condizioni stratigrafiche locali evidenziate dalle indagini penetrometriche e più in generale dalla conoscenza geologica del territorio emerge come i siti presentino una successione stratigrafica omogenea e comunque lo spessore della copertura alluvionale al di sopra del substrato sia piuttosto consistente.

Pertanto sulla base di quanto sopra esposto si può affermare che le aree oggetto non presentano caratteristiche geologiche riconducibili alla situazione di “aree in cui le coperture hanno spessori fortemente variabili, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso di versanti “.

Per quanto riguarda il punto d), “opere di rilevante interesse pubblico”, si rimanda alla dichiarazione del Comune di Coriano come di competenza.

- 14 – CONCLUSIONI:

Nei comparti in esame è stata eseguita una campagna geognostica costituita da 2 + 2 prove penetrometriche statiche (CPT), il prelievo di un campione di terreno nel comparto N.02.1 e due indagini geofisiche Masw, una per comparto, per la determinazione delle velocità delle onde di taglio nei primi trenta metri di profondità (Vs30).

Dai risultati delle indagini geofisiche Masw si è accertato che il comparto N. 02.1 è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio ($VS30$) di 317.0 m sec^{-1} mentre il comparto N. 02.2 è caratterizzato da una velocità delle onde di taglio ($VS30$) di 235.60 m sec^{-1}.

In entrambi i casi si tratta di terreni di tipo C.

Il territorio del Comune di Riccione è considerato zona sismica 2.

Per quanto riguarda i terreni affioranti nelle aree di interesse, si rimanda al Cap.3 (pagine 4, 5, 6, 7 e 8) della presente relazione.

Nel periodo Settembre 2007, durante l’esecuzione delle indagini penetrometriche, è stata rinvenuta la falda alle profondità comprese tra - 2.20 m ÷ - 2.40 m circa dal p.c. attuale nel comparto N. 02.1 mentre nel comparto N. 02.2 non è stata rinvenuta la presenza di falda alle profondità investigate.

Viste le condizioni litologiche e morfologiche locali, nei periodi particolarmente piovosi e/o nevosi la falda può risalire fino a - 0.50 m ÷ - 1.00 m circa dal p.c. attuale.

Le aree in oggetto sono pianeggianti quindi stabili (Categoria Topografica T.1).

Visti i risultati delle indagini di campo, tenuto conto delle condizioni stratigrafiche e morfologiche locali, come opere fondali si potranno adottare delle fondazioni superficiali, opportunamente dimensionate e impostate nei terreni del livello A o B.

In fase di progettazione dei singoli edifici, si dovranno eseguire delle indagini geologiche, su ogni edificio, come previsto dalla nuova normativa sismica (D.M. 14-01-2008).

Relativamente all'allegato "A", punto 4.2, della Delibera di Assemblea Legislativa n. 112 del 02/05/2007 " terzo livello di approfondimento ", si dichiara che le aree in oggetto non ricadono nelle situazioni previste dai punti a, b, c..

Per quanto riguarda il punto d), " opere di rilevante interesse pubblico ", si rimanda alla dichiarazione del Comune di Riccione come di competenza.

Considerati i risultati del presente studio, le aree in oggetto sono da ritenersi compatibili all'edificazione di edifici artigianli o industriali.

Coriano, Marzo 2013

APPENDICE – A –

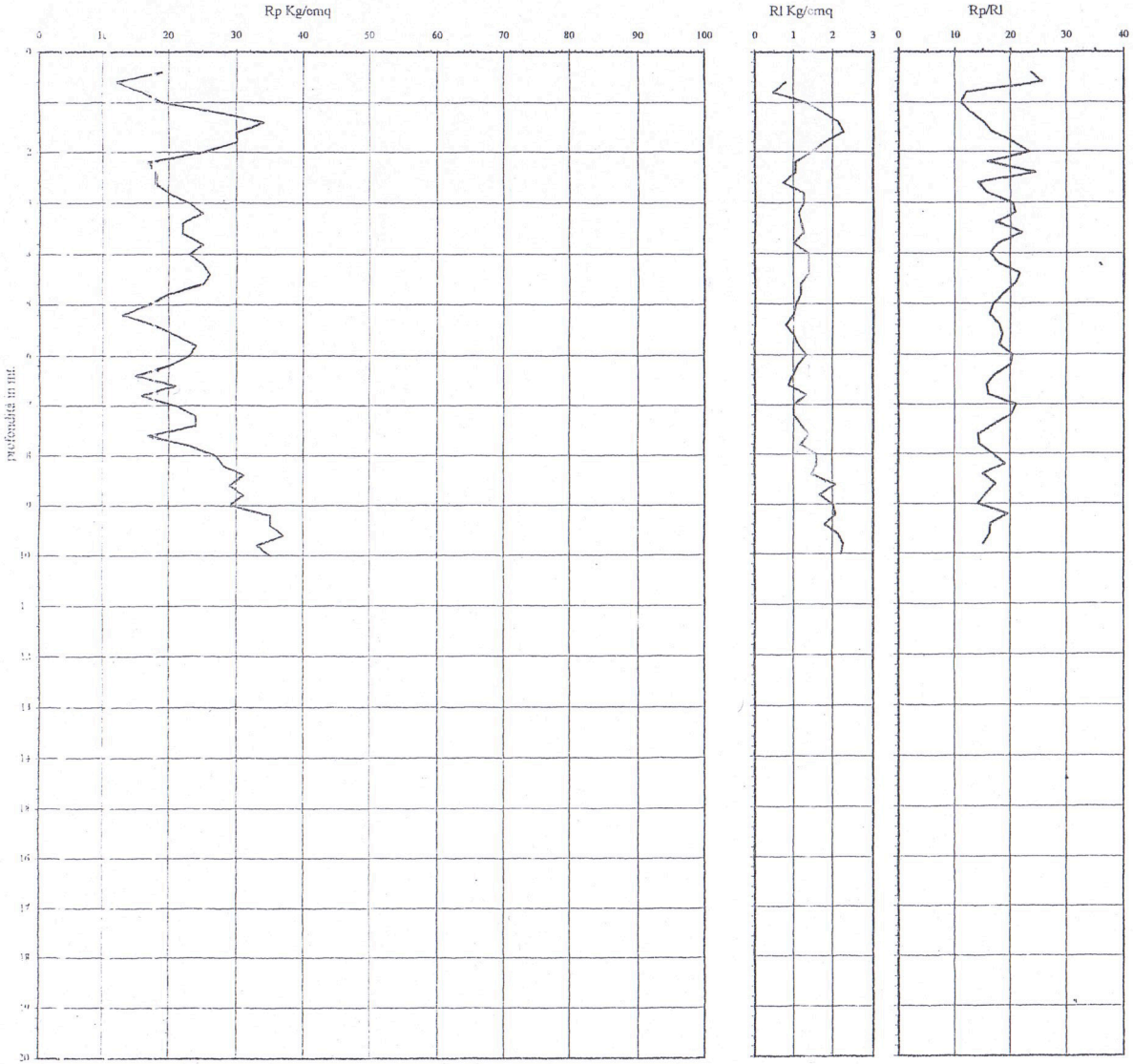
PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

ANALISI DI LABORATORIO

Prova Penetrometrica Statica

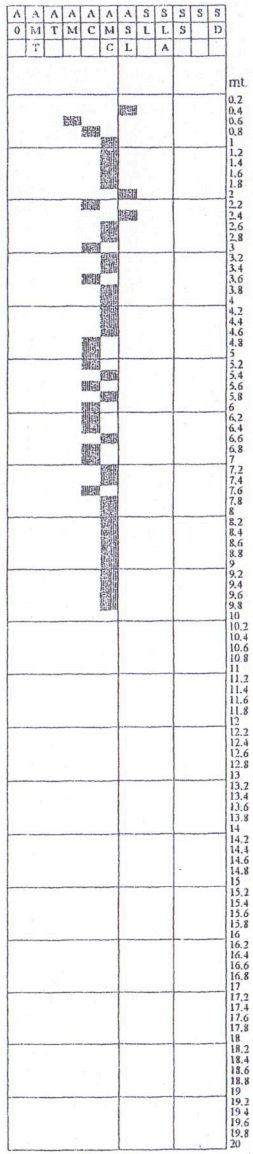
Prova n.: CPT1
Cantiere: Riccione (RN) - via Piemonte
Data: Settembre 2007

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: assente (foro chiuso -4,90 mt.)
Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	RI	Rp/RI	ϕ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt
0.2							
0.4	19		23.75	/	/	0.95	/
0.6	12	0.80	25.71	/	/	0.6	/
0.8	16	0.47	12.00	/	/	0.8	/
1	19	1.33	10.96	/	/	0.95	/
1.2	27	1.73	12.66	/	/	1.35	/
1.4	34	2.13	15.00	/	/	1.7	/
1.6	30	2.27	16.67	/	/	1.5	/
1.8	30	1.80	20.45	/	/	1.5	/
2	25	1.47	23.44	/	/	1.25	/
2.2	17	1.07	15.94	/	/	0.85	/
2.4	18	1.07	24.55	/	/	0.9	/
2.6	18	0.73	14.21	/	/	0.9	/
2.8	20	1.27	15.79	/	/	1	/
3	23	1.27	20.29	/	/	1.15	/
3.2	25	1.13	20.83	/	/	1.25	/
3.4	22	1.20	17.37	/	/	1.1	/
3.6	22	1.27	22.00	/	/	1.1	/
3.8	25	1.00	17.86	/	/	1.25	/
4	23	1.40	16.43	/	/	1.15	/
4.2	25	1.40	17.86	/	/	1.25	/
4.4	26	1.40	21.67	/	/	1.3	/
4.6	25	1.20	20.83	/	/	1.25	/
4.8	20	1.20	18.75	/	/	1	/
5	17	1.07	17.00	/	/	0.85	/
5.2	13	1.00	16.25	/	/	0.65	/
5.4	18	0.80	18.00	/	/	0.9	/
5.6	21	1.00	18.53	/	/	1.05	/
5.8	24	1.13	18.00	/	/	1.2	/
6	23	1.33	20.29	/	/	1.15	/
6.2	20	1.13	20.00	/	/	1	/
6.4	15	1.00	17.31	/	/	0.75	/
6.6	21	0.87	15.75	/	/	1.05	/
6.8	16	1.33	16.00	/	/	0.8	/
7	21	1.00	21.00	/	/	1.05	/
7.2	24	1.00	20.00	/	/	1.2	/
7.4	24	1.20	17.14	/	/	1.2	/
7.6	17	1.40	14.17	/	/	0.85	/
7.8	23	1.20	14.38	/	/	1.15	/
8	27	1.60	16.88	/	/	1.35	/
8.2	28	1.60	19.09	/	/	1.4	/
8.4	31	1.47	15.00	/	/	1.55	/
8.6	29	2.07	17.40	/	/	1.45	/
8.8	31	1.67	15.50	/	/	1.55	/
9	29	2.00	14.03	/	/	1.45	/
9.2	35	2.07	19.44	/	/	1.75	/
9.4	35	1.80	16.41	/	/	1.75	/
9.6	37	2.13	16.32	/	/	1.85	/
9.8	33	2.27	15.00	/	/	1.65	/
10	35	2.20					
10.2							
10.4							
10.6							
10.8							
11							
11.2							
11.4							
11.6							
11.8							
12							
12.2							
12.4							
12.6							
12.8							
13							
13.2							
13.4							
13.6							
13.8							
14							
14.2							
14.4							
14.6							
14.8							
15							
15.2							
15.4							
15.6							
15.8							
16							
16.2							
16.4							
16.6							
16.8							
17							
17.2							
17.4							
17.6							
17.8							
18							
18.2							
18.4							
18.6							
18.8							
19							
19.2							
19.4							
19.6							
19.8							
20							

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)

mt.	coefficiente di sicurezza
0.4	n.l.
0.6	n.l.
0.8	n.l.
1	n.l.
1.2	n.l.
1.4	n.l.
1.6	n.l.
1.8	n.l.
2	n.l.
2.2	n.l.
2.4	n.l.
2.6	n.l.
2.8	n.l.
3	n.l.
3.2	n.l.
3.4	n.l.
3.6	n.l.
3.8	n.l.
4	n.l.
4.2	n.l.
4.4	n.l.
4.6	n.l.
4.8	n.l.
5	n.l.
5.2	n.l.
5.4	n.l.
5.6	n.l.
5.8	n.l.
6	n.l.
6.2	n.l.
6.4	n.l.
6.6	n.l.
6.8	n.l.
7	n.l.
7.2	n.l.
7.4	n.l.
7.6	n.l.
7.8	n.l.
8	n.l.
8.2	n.l.
8.4	n.l.
8.6	n.l.
8.8	n.l.
9	n.l.
9.2	n.l.
9.4	n.l.
9.6	n.l.
9.8	n.l.

Legenda:

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

AO argilla organica o terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media; AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

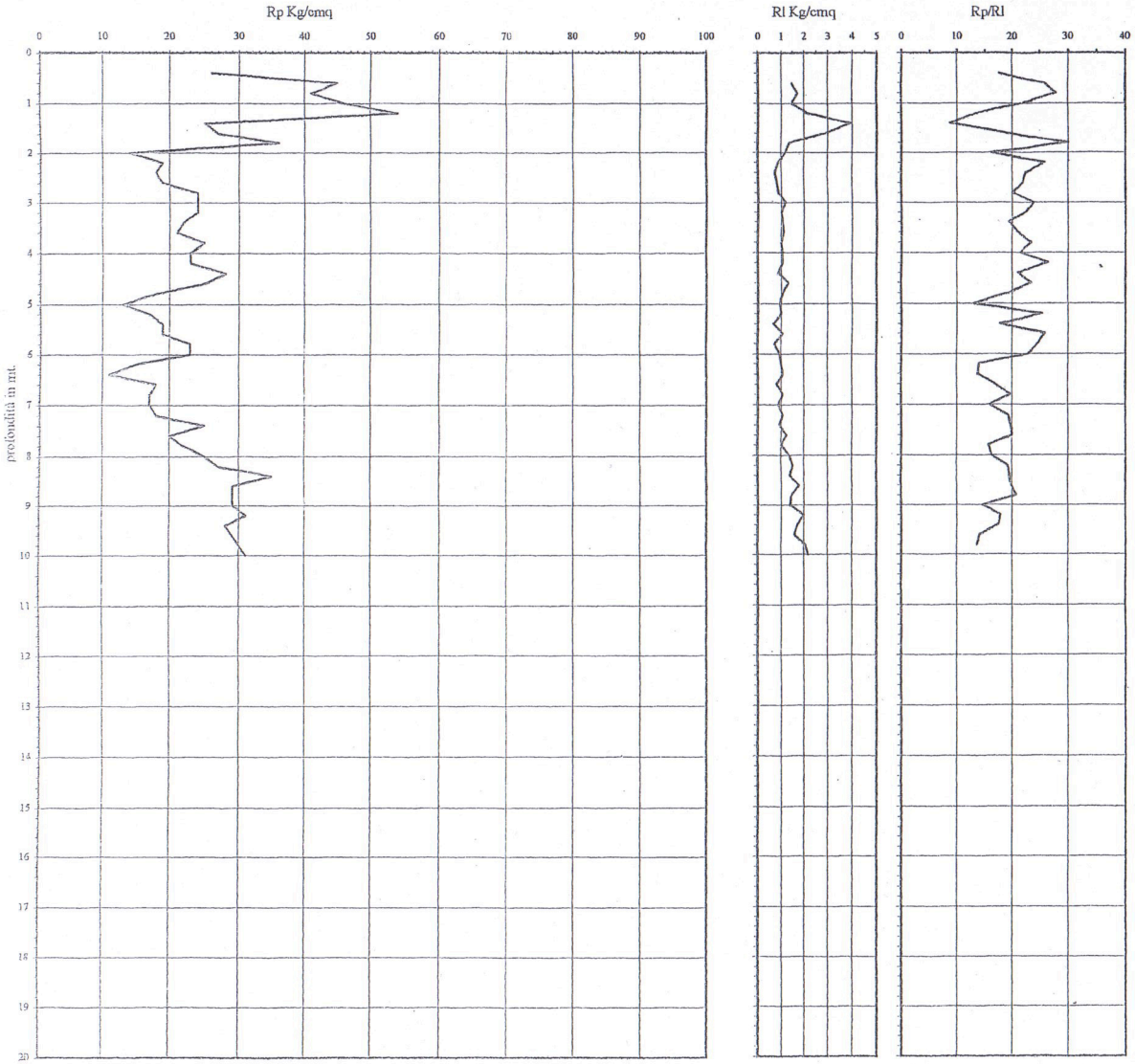
Cu media Kg/cmq 1,180208 | 0 Nspt media n. colpi

n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

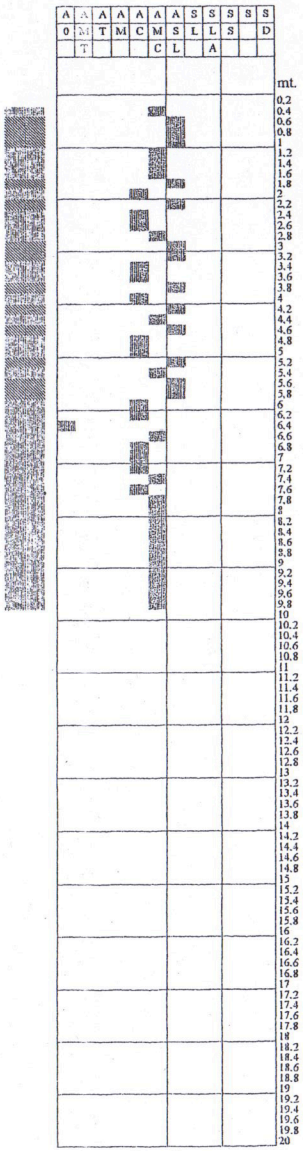
Prova n.: CPT2
Cantiere: Riccione (RN) - via Piemonte
Data: Settembre 2007

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: assente (foro chiuso -4,50 mt.)
Note:



Caratteristiche strumento:penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	Rl	Rp/Rl
0.2			
0.4	26		17.73
0.6	45	1.47	25.96
0.8	41	1.73	27.95
1	46	1.47	21.56
1.2	54	2.13	13.73
1.4	25	3.93	8.72
1.6	27	2.87	19.29
1.8	36	1.40	30.00
2	14	1.20	16.15
2.2	19	0.87	25.91
2.4	18	0.73	22.50
2.6	19	0.80	21.92
2.8	24	0.87	20.00
3	24	1.20	24.00
3.2	24	1.00	22.50
3.4	22	1.07	19.41
3.6	21	1.13	21.00
3.8	25	1.00	23.44
4	23	1.07	21.56
4.2	23	1.07	26.54
4.4	28	0.87	21.00
4.6	25	1.33	23.44
4.8	18	1.07	19.29
5	13	0.93	13.00
5.2	17	1.00	25.50
5.4	19	0.67	17.81
5.6	19	1.07	25.91
5.8	23	0.73	24.64
6	23	0.93	23.00
6.2	15	1.00	14.06
6.4	11	1.07	13.75
6.6	18	0.80	16.88
6.8	17	1.07	19.62
7	17	0.87	15.94
7.2	18	1.07	19.29
7.4	25	0.93	19.74
7.6	20	1.27	20.00
7.8	22	1.00	15.71
8	25	1.40	16.30
8.2	27	1.53	19.29
8.4	35	1.40	19.44
8.6	29	1.80	19.77
8.8	29	1.47	20.71
9	29	1.40	14.50
9.2	31	2.00	17.88
9.4	28	1.73	17.50
9.6	29	1.60	14.03
9.8	30	2.07	13.64
10	31	2.20	
10.2			
10.4			
10.6			
10.8			
11			
11.2			
11.4			
11.6			
11.8			
12			
12.2			
12.4			
12.6			
12.8			
13			
13.2			
13.4			
13.6			
13.8			
14			
14.2			
14.4			
14.6			
14.8			
15			
15.2			
15.4			
15.6			
15.8			
16			
16.2			
16.4			
16.6			
16.8			
17			
17.2			
17.4			
17.6			
17.8			
18			
18.2			
18.4			
18.6			
18.8			
19			
19.2			
19.4			
19.6			
19.8			
20			

Angolo d'attrito interno, densità relativa o coesione

mt.	ϕ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt
0.2				
0.4	/	/	1.3	/
0.6	/	/	2.25	/
0.8	/	/	2.05	/
1	/	/	2.3	/
1.2	/	/	2.7	/
1.4	/	/	1.25	/
1.6	/	/	1.35	/
1.8	/	/	1.8	/
2	/	/	0.7	/
2.2	/	/	0.95	/
2.4	/	/	0.9	/
2.6	/	/	0.95	/
2.8	/	/	1.2	/
3	/	/	1.2	/
3.2	/	/	1.2	/
3.4	/	/	1.1	/
3.6	/	/	1.05	/
3.8	/	/	1.25	/
4	/	/	1.15	/
4.2	/	/	1.15	/
4.4	/	/	1.4	/
4.6	/	/	1.25	/
4.8	/	/	0.9	/
5	/	/	0.65	/
5.2	/	/	0.85	/
5.4	/	/	0.95	/
5.6	/	/	0.95	/
5.8	/	/	1.15	/
6	/	/	1.15	/
6.2	/	/	0.75	/
6.4	/	/	0.55	/
6.6	/	/	0.9	/
6.8	/	/	0.85	/
7	/	/	0.85	/
7.2	/	/	0.9	/
7.4	/	/	1.25	/
7.6	/	/	1	/
7.8	/	/	1.1	/
8	/	/	1.25	/
8.2	/	/	1.35	/
8.4	/	/	1.75	/
8.6	/	/	1.45	/
8.8	/	/	1.45	/
9	/	/	1.45	/
9.2	/	/	1.55	/
9.4	/	/	1.4	/
9.6	/	/	1.45	/
9.8	/	/	1.5	/
10				
10.2				
10.4				
10.6				
10.8				
11				
11.2				
11.4				
11.6				
11.8				
12				
12.2				
12.4				
12.6				
12.8				
13				
13.2				
13.4				
13.6				
13.8				
14				
14.2				
14.4				
14.6				
14.8				
15				
15.2				
15.4				
15.6				
15.8				
16				
16.2				
16.4				
16.6				
16.8				
17				
17.2				
17.4				
17.6				
17.8				
18				
18.2				
18.4				
18.6				
18.8				
19				
19.2				
19.4				
19.6				
19.8				
20				
Cu media Kg/cmq			1,245833	0 Nspt media n. colpi

Verifica alla liquefazione
magnitudo di 6 g
accelerazione massima al suolo 0,25 g
(Seed et al. 1985)

mt.	coefficiente di sicurezza
0.2	
0.4	n.l.
0.6	n.l.
0.8	n.l.
1	n.l.
1.2	n.l.
1.4	n.l.
1.6	n.l.
1.8	n.l.
2	n.l.
2.2	n.l.
2.4	n.l.
2.6	n.l.
2.8	n.l.
3	n.l.
3.2	n.l.
3.4	n.l.
3.6	n.l.
3.8	n.l.
4	n.l.
4.2	n.l.
4.4	n.l.
4.6	n.l.
4.8	n.l.
5	n.l.
5.2	n.l.
5.4	n.l.
5.6	n.l.
5.8	n.l.
6	n.l.
6.2	n.l.
6.4	n.l.
6.6	n.l.
6.8	n.l.
7	n.l.
7.2	n.l.
7.4	n.l.
7.6	n.l.
7.8	n.l.
8	n.l.
8.2	n.l.
8.4	n.l.
8.6	n.l.
8.8	n.l.
9	n.l.
9.2	n.l.
9.4	n.l.
9.6	n.l.
9.8	n.l.

Legenda:

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

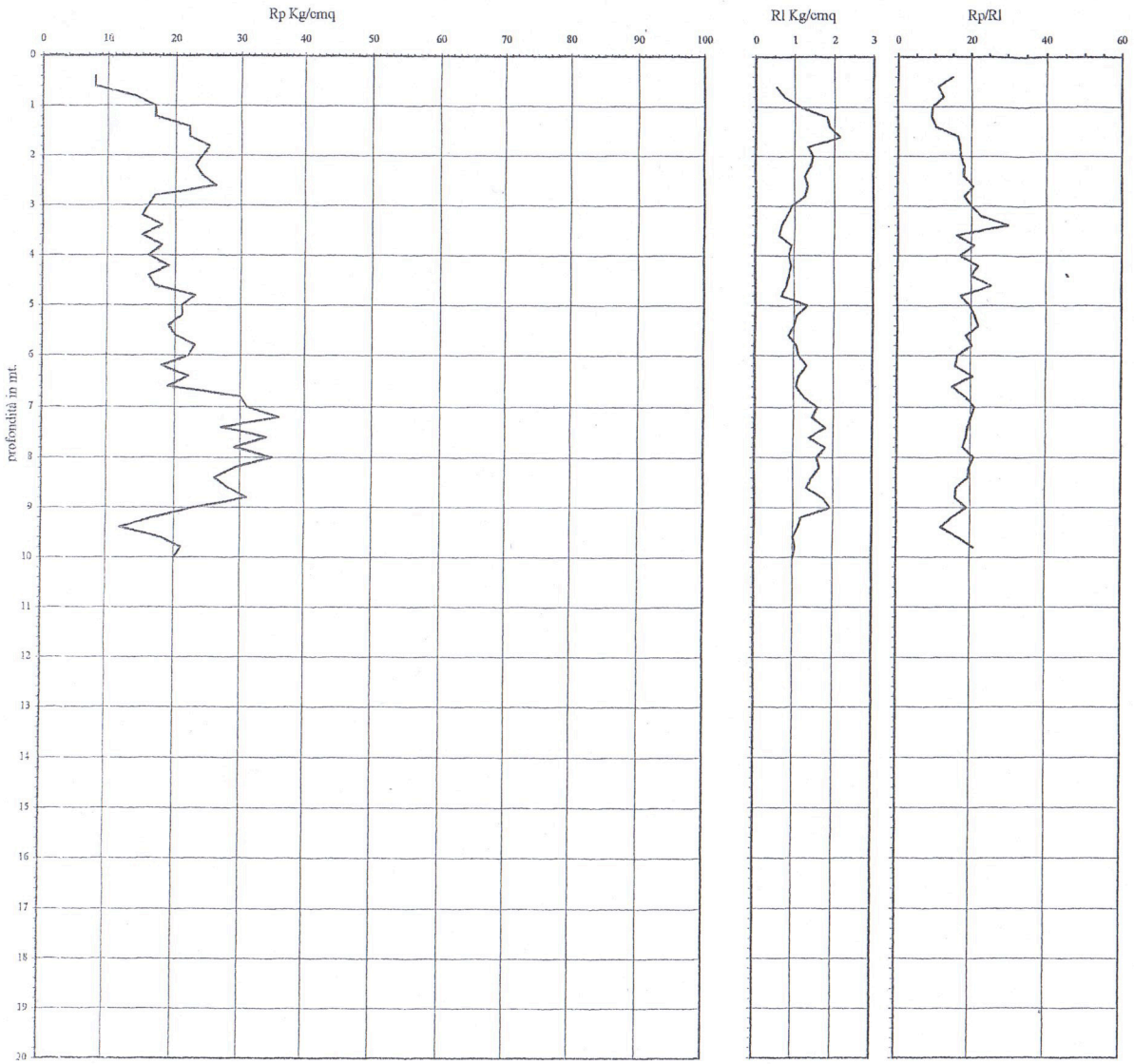
AO argilla organica o terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media;AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

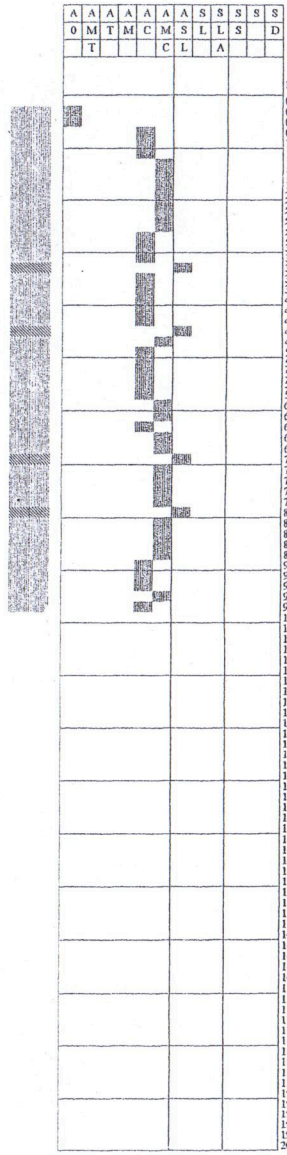
Prova n.: CPT4
Cantiere: Riccione (RN) - via Marano
Data: Settembre 2007

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -2,20 mt.
Note:



Caratteristiche strumento:penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	Rl	Rp/Rl
0.2			
0.4	8		15.00
0.6	8	0.53	10.91
0.8	14	0.73	12.35
1	17	1.13	9.44
1.2	17	1.80	9.11
1.4	22	1.87	10.31
1.6	22	2.13	16.50
1.8	25	1.33	17.05
2	24	1.47	17.14
2.2	23	1.40	18.16
2.4	24	1.27	18.00
2.6	26	1.33	20.53
2.8	17	1.27	18.21
3	16	0.93	20.00
3.2	15	0.80	22.50
3.4	18	0.67	30.00
3.6	15	0.60	16.07
3.8	18	0.93	20.77
4	16	0.87	17.14
4.2	19	0.93	21.92
4.4	16	0.87	20.00
4.6	17	0.80	25.50
4.8	23	0.67	17.25
5	21	1.33	19.69
5.2	21	1.07	21.00
5.4	19	1.00	21.92
5.6	20	0.87	18.75
5.8	23	1.07	20.29
6	22	1.13	16.50
6.2	18	1.33	15.88
6.4	22	1.13	20.63
6.6	19	1.07	15.00
6.8	30	1.27	18.75
7	31	1.60	21.14
7.2	36	1.47	20.00
7.4	27	1.80	19.29
7.6	34	1.40	18.89
7.8	29	1.80	18.13
8	35	1.60	21.00
8.2	29	1.67	19.77
8.4	26	1.47	19.50
8.6	28	1.33	16.15
8.8	31	1.73	16.03
9	23	1.93	19.17
9.2	17	1.20	15.00
9.4	12	1.13	12.00
9.6	18	1.00	16.88
9.8	21	1.07	21.00
10	20	1.00	
10.2			
10.4			
10.6			
10.8			
11			
11.2			
11.4			
11.6			
11.8			
12			
12.2			
12.4			
12.6			
12.8			
13			
13.2			
13.4			
13.6			
13.8			
14			
14.2			
14.4			
14.6			
14.8			
15			
15.2			
15.4			
15.6			
15.8			
16			
16.2			
16.4			
16.6			
16.8			
17			
17.2			
17.4			
17.6			
17.8			
18			
18.2			
18.4			
18.6			
18.8			
19			
19.2			
19.4			
19.6			
19.8			
20			

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)

mt.	ϕ °	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt	coefficiente di sicurezza
0.2					
0.4	/	/	0.4	/	n.l.
0.6	/	/	0.4	/	n.l.
0.8	/	/	0.7	/	n.l.
1	/	/	0.85	/	n.l.
1.2	/	/	0.85	/	n.l.
1.4	/	/	1.1	/	n.l.
1.6	/	/	1.1	/	n.l.
1.8	/	/	1.25	/	n.l.
2	/	/	1.2	/	n.l.
2.2	/	/	1.15	/	n.l.
2.4	/	/	1.2	/	n.l.
2.6	/	/	1.3	/	n.l.
2.8	/	/	0.85	/	n.l.
3	/	/	0.8	/	n.l.
3.2	/	/	0.75	/	n.l.
3.4	/	/	0.9	/	n.l.
3.6	/	/	0.75	/	n.l.
3.8	/	/	0.9	/	n.l.
4	/	/	0.8	/	n.l.
4.2	/	/	0.95	/	n.l.
4.4	/	/	0.8	/	n.l.
4.6	/	/	0.85	/	n.l.
4.8	/	/	1.15	/	n.l.
5	/	/	1.05	/	n.l.
5.2	/	/	1.05	/	n.l.
5.4	/	/	0.95	/	n.l.
5.6	/	/	1	/	n.l.
5.8	/	/	1.15	/	n.l.
6	/	/	1.1	/	n.l.
6.2	/	/	0.9	/	n.l.
6.4	/	/	1.1	/	n.l.
6.6	/	/	0.95	/	n.l.
6.8	/	/	1.5	/	n.l.
7	/	/	1.55	/	n.l.
7.2	/	/	1.8	/	n.l.
7.4	/	/	1.35	/	n.l.
7.6	/	/	1.7	/	n.l.
7.8	/	/	1.45	/	n.l.
8	/	/	1.75	/	n.l.
8.2	/	/	1.45	/	n.l.
8.4	/	/	1.3	/	n.l.
8.6	/	/	1.4	/	n.l.
8.8	/	/	1.55	/	n.l.
9	/	/	1.15	/	n.l.
9.2	/	/	0.85	/	n.l.
9.4	/	/	0.6	/	n.l.
9.6	/	/	0.9	/	n.l.
9.8	/	/	1.05	/	n.l.
10					
10.2					
10.4					
10.6					
10.8					
11					
11.2					
11.4					
11.6					
11.8					
12					
12.2					
12.4					
12.6					
12.8					
13					
13.2					
13.4					
13.6					
13.8					
14					
14.2					
14.4					
14.6					
14.8					
15					
15.2					
15.4					
15.6					
15.8					
16					
16.2					
16.4					
16.6					
16.8					
17					
17.2					
17.4					
17.6					
17.8					
18					
18.2					
18.4					
18.6					
18.8					
19					
19.2					
19.4					
19.6					
19.8					
20					

Cu media Kg/cmq 1,075 | 0 Nspt media n. colpi

Legenda:

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

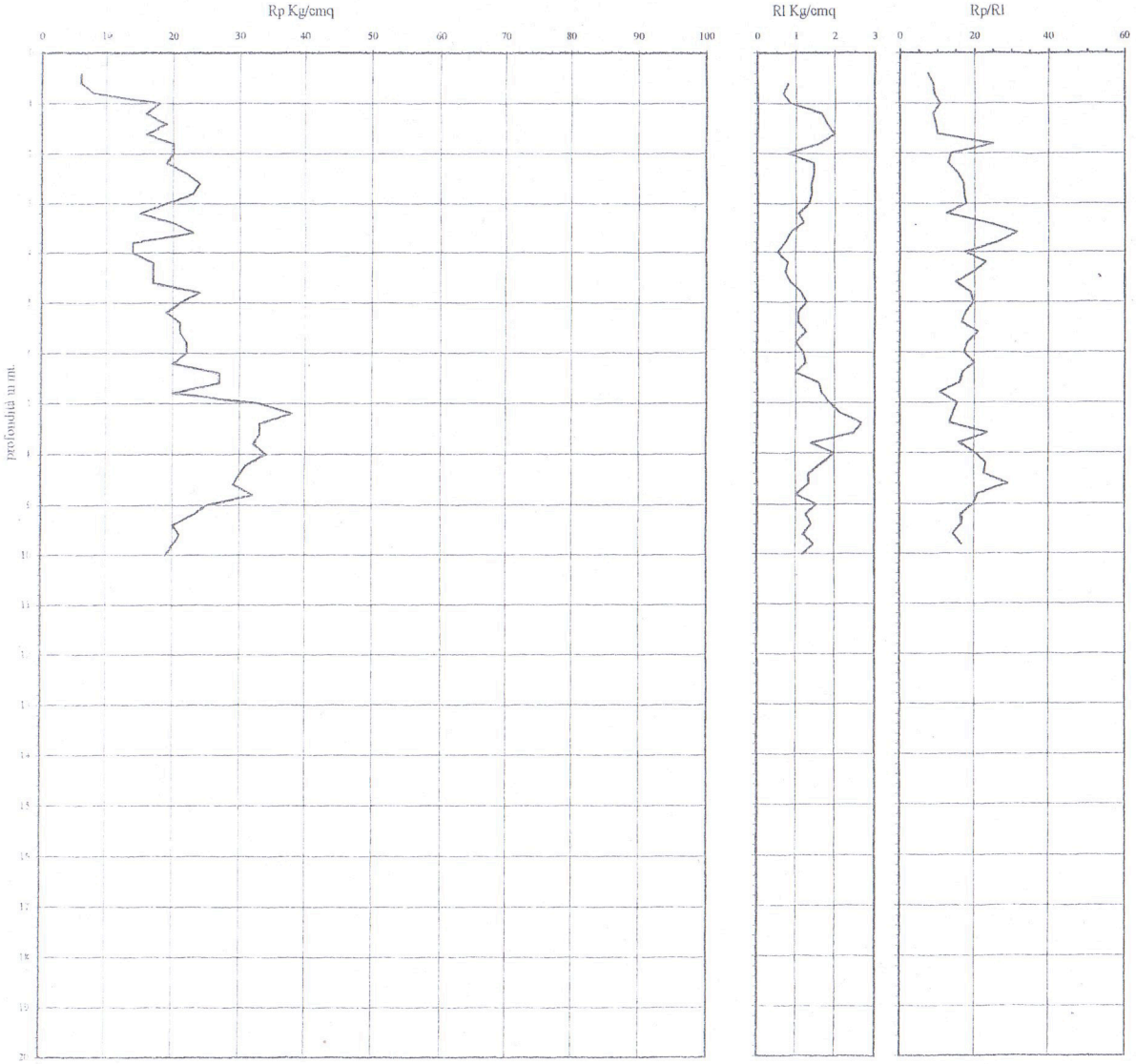
AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media;AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta; S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

Prova Penetrometrica Statica

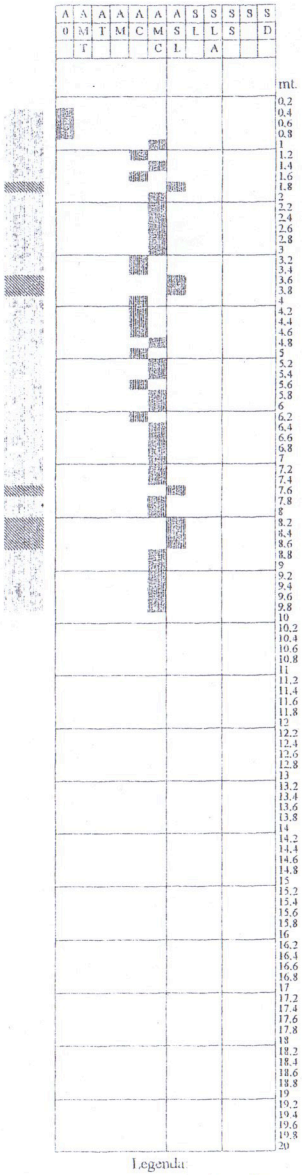
Prova n.: CPT5
Cantiere: Riccione (RN) - via Marano
Data: Settembre 2007

Quota inizio: piano campagna
Liv.falda: -2,40 mt.
Note:



Caratteristiche strumento: penetrometro statico semovente, 200kN spinta
Punta meccanica tipo Begemann - manicotto laterale superficie 150 cmq

Classificazione orientativa dei terreni (Schmertmann - 1978)



mt.	Rp	Rl	Rp/Rl
0.2			
0.4	6		7.50
0.6	6	0.80	9.00
0.8	8	0.67	9.23
1	18	0.87	10.80
1.2	16	1.67	8.89
1.4	19	1.80	9.50
1.6	16	2.00	10.00
1.8	20	1.60	25.00
2	20	0.80	13.64
2.2	19	1.47	12.95
2.4	22	1.47	15.71
2.6	24	1.40	17.14
2.8	23	1.40	17.25
3	19	1.33	17.81
3.2	15	1.07	12.50
3.4	20	1.20	23.08
3.6	23	0.87	31.36
3.8	14	0.73	26.25
4	14	0.53	17.50
4.2	17	0.80	23.18
4.4	17	0.73	19.62
4.6	17	0.87	15.00
4.8	24	1.13	18.95
5	21	1.27	19.69
5.2	19	1.07	17.81
5.4	21	1.07	16.58
5.6	21	1.27	21.00
5.8	22	1.00	18.33
6	22	1.20	17.37
6.2	20	1.27	20.00
6.4	27	1.00	16.88
6.6	27	1.60	16.20
6.8	20	1.67	10.71
7	33	1.87	15.47
7.2	38	2.13	14.25
7.4	33	2.67	13.38
7.6	33	2.47	23.57
7.8	32	1.40	16.00
8	34	2.00	20.40
8.2	31	1.67	23.25
8.4	30	1.33	22.50
8.6	29	1.33	29.00
8.8	32	1.00	20.87
9	25	1.53	19.74
9.2	23	1.27	16.43
9.4	20	1.40	16.67
9.6	21	1.20	14.32
9.8	20	1.47	16.67
10	19	1.20	
10.2			
10.4			
10.6			
10.8			
11			
11.2			
11.4			
11.6			
11.8			
12			
12.2			
12.4			
12.6			
12.8			
13			
13.2			
13.4			
13.6			
13.8			
14			
14.2			
14.4			
14.6			
14.8			
15			
15.2			
15.4			
15.6			
15.8			
16			
16.2			
16.4			
16.6			
16.8			
17			
17.2			
17.4			
17.6			
17.8			
18			
18.2			
18.4			
18.6			
18.8			
19			
19.2			
19.4			
19.6			
19.8			
20			

Angolo d'attrito interno, densità relativa e coesione

Verifica alla liquefazione magnitudo di 6 g accelerazione massima al suolo 0,25 g (Seed et al. 1985)

ϕ°	Dr	Cu Kg/cmq	Nspt	coefficiente di sicurezza
/	/	0.3	/	n.l.
/	/	0.3	/	n.l.
/	/	0.4	/	n.l.
/	/	0.9	/	n.l.
/	/	0.8	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	0.8	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	1.1	/	n.l.
/	/	1.2	/	n.l.
/	/	1.15	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	0.75	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	1.15	/	n.l.
/	/	0.7	/	n.l.
/	/	0.7	/	n.l.
/	/	0.85	/	n.l.
/	/	0.85	/	n.l.
/	/	0.85	/	n.l.
/	/	1.2	/	n.l.
/	/	1.05	/	n.l.
/	/	0.95	/	n.l.
/	/	1.05	/	n.l.
/	/	1.05	/	n.l.
/	/	1.1	/	n.l.
/	/	1.1	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	1.35	/	n.l.
/	/	1.35	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	1.65	/	n.l.
/	/	1.9	/	n.l.
/	/	1.65	/	n.l.
/	/	1.65	/	n.l.
/	/	1.6	/	n.l.
/	/	1.7	/	n.l.
/	/	1.55	/	n.l.
/	/	1.5	/	n.l.
/	/	1.45	/	n.l.
/	/	1.6	/	n.l.
/	/	1.25	/	n.l.
/	/	1.15	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.
/	/	1.05	/	n.l.
/	/	1	/	n.l.

Cu media Kg/cmq: 1,094792 | 0 | Nspt media n. colpi

Legenda:

argilla
sabbia limoso argillosa
sabbia

AO argilla organica e terreni misti; AMT argilla molto tenera;
AT argilla tenera; AM argilla media;AC argilla compatta
AMC argilla molto compatta; ASL argilla sabbiosa limosa;
SL sabbia e limo; SLA sabbia limoso argillosa
SS sabbia sciolta, S sabbia; SD sabbia densa

n.l. non liquefacibile

INTERGEO s.r.l. - Servizi Geologici
Via Rancaglia, 37 47899 Serravalle - RSM
tel. 320 2447949 /333 2208376 www.intergeosm.com
Cod. Op Ec SM21197

Cantiere: Riccione, Via Piemonte	Data: Dicembre 2009
Campione n.: 1	Profondità mt.: 2,30-2,70

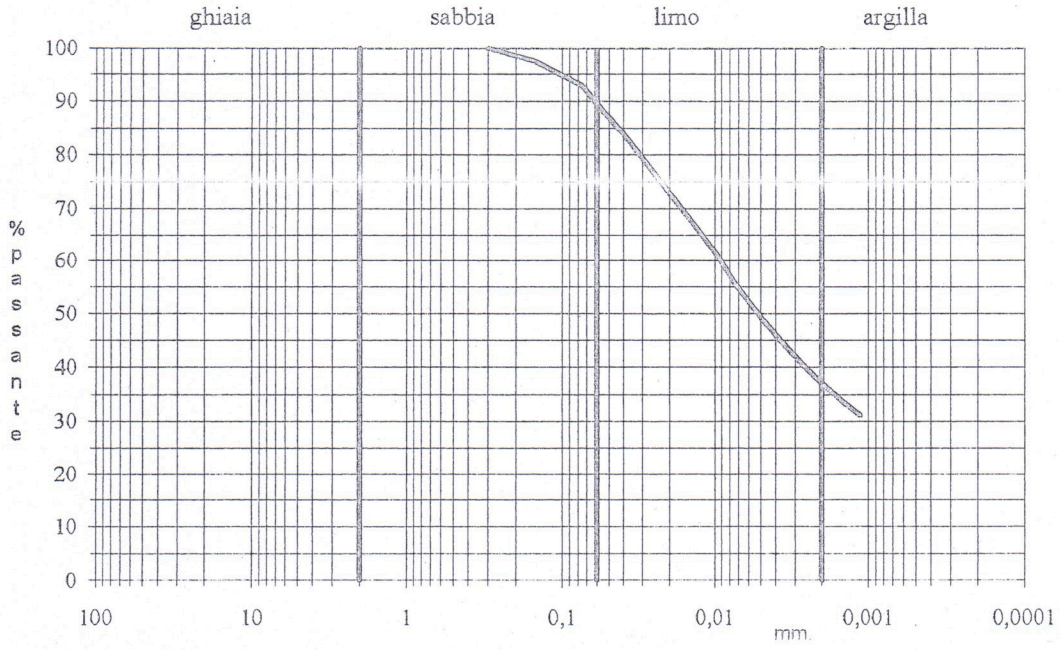
Analisi granulometrica

Metodo della prova: per setacciatura e sedimentazione

Stato del campione: indisturbato Peso secco netto: 45,76gr.

setacci A.S.T.M. n.	luce netta mm.	passante %
50	0,300	100,00
100	0,150	97,44
200	0,075	92,86

Descrizione (Classificazione A.G.I.)	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %
limo con argilla debolmente sabbioso	"	11	52	37



APPENDICE – B –

METODOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLA PROVA – MASW -

- METODOLOGIA DI INDAGINE:

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidezza superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d’onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per Ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L’inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde.

Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali.

Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.

Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza Variabile consente l’identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzazare il rumore durante l’acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

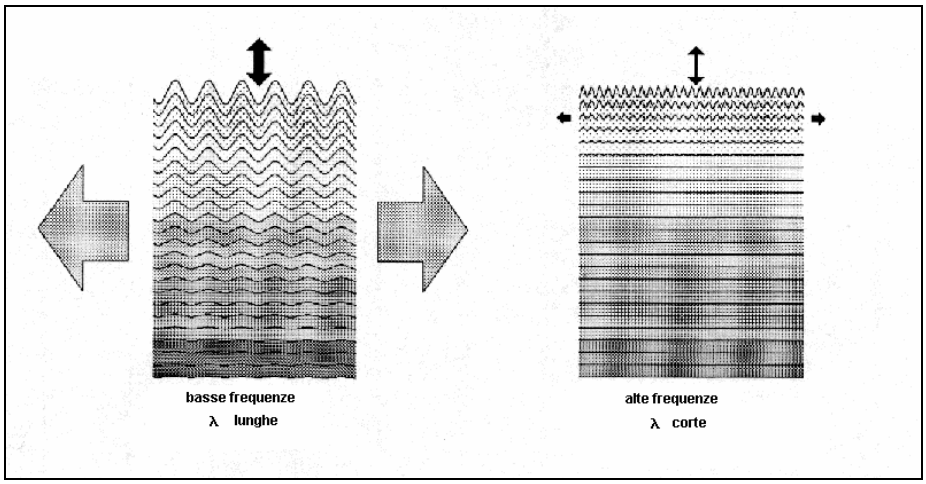
Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E’ anche possibile determinare l’accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma.

In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N.

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l’ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.



L’illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d’onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d’onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale.

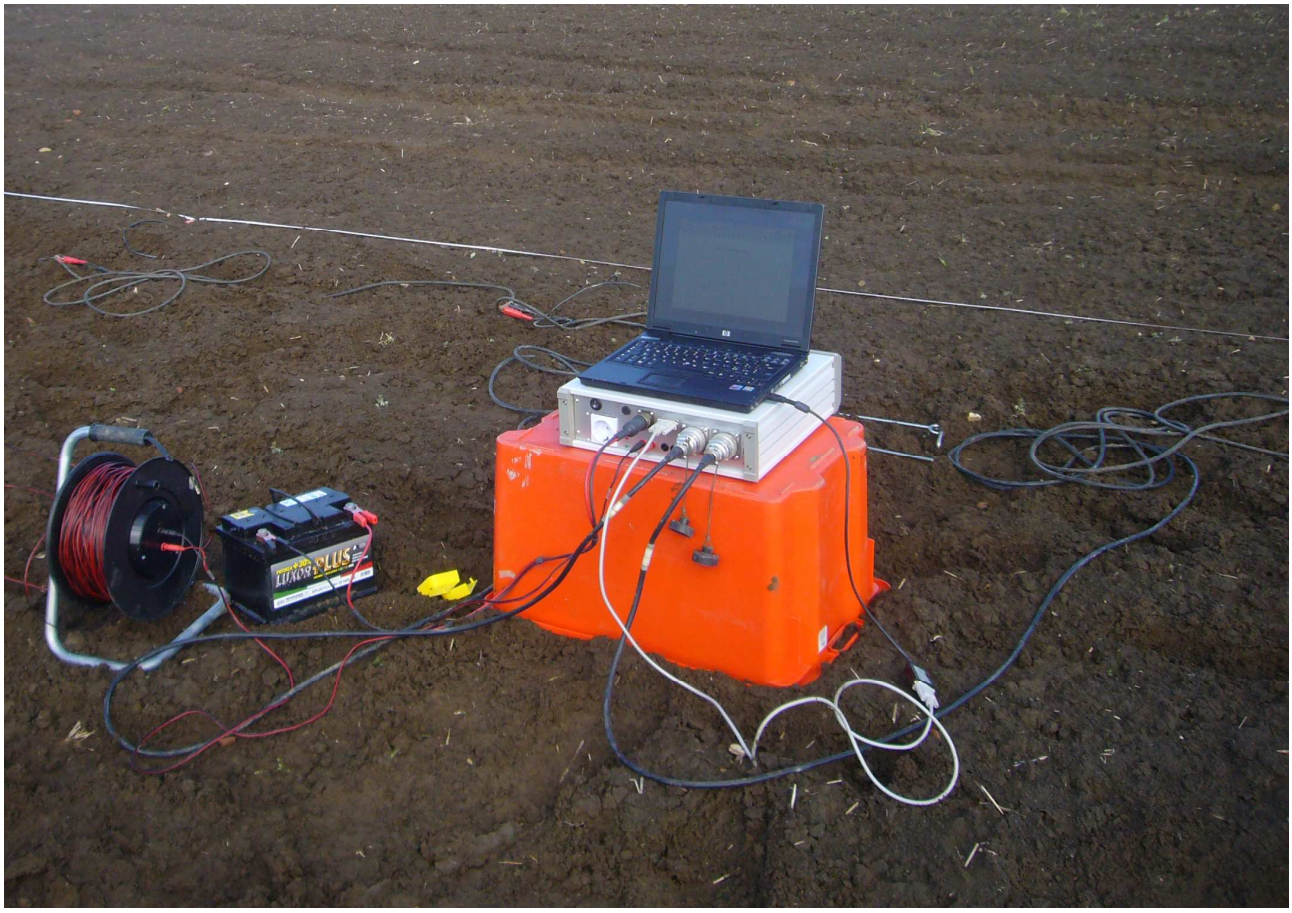
Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

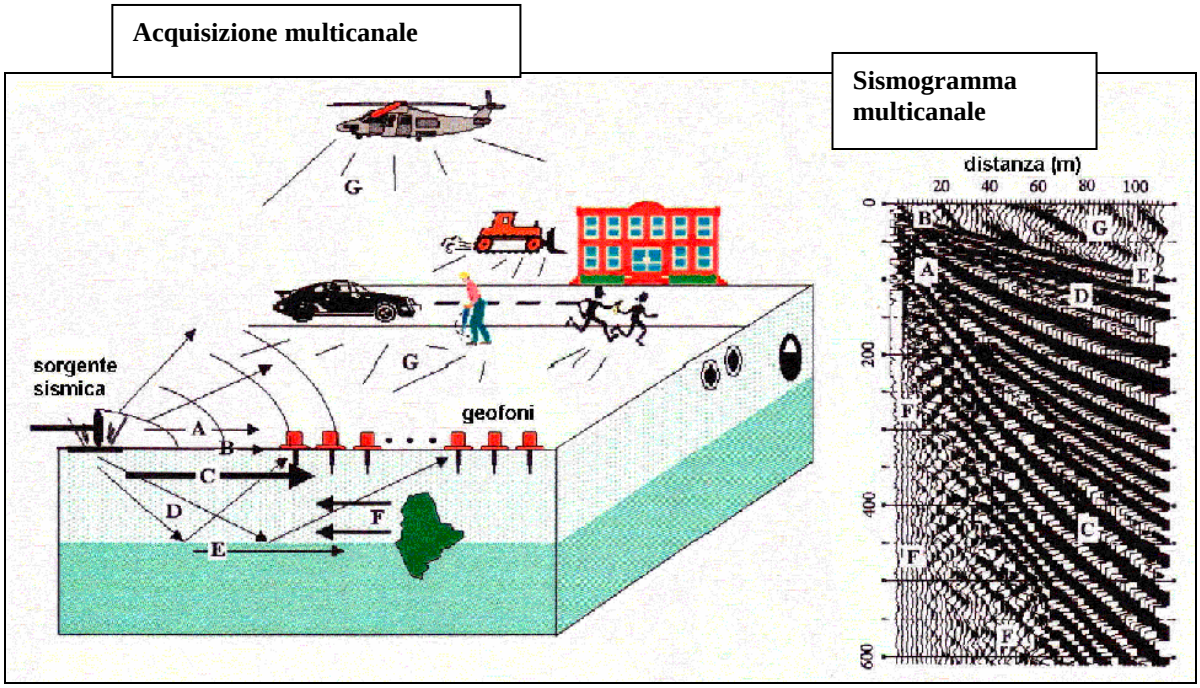
- STRUMENTAZIONE:

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismografo " ECHO 24/2002 SEISMIC UNIT " a 24 canali;
- software di acquisizione dati " ECHO 2002 " installato su processore Intel (R) Pentium (R) M Processor 2,00 GHz;
- n.2 cavi sismici a 12 take-outs ciascuno spaziati a 5 metri con connettore " Cannon " montati su rullo;
- n.24 Geofoni verticali a 4,5 Hz;
- n.1 mazza di battuta 8 Kg con interruttore starter;
- n.1 batteria 12 volts 60 amp;
- n.1 cavo trigger 200 metri montato su rullo;
- n.1 piastra di battuta.



- VANTAGGI DELLA REGISTRAZIONE MULTICANALE:



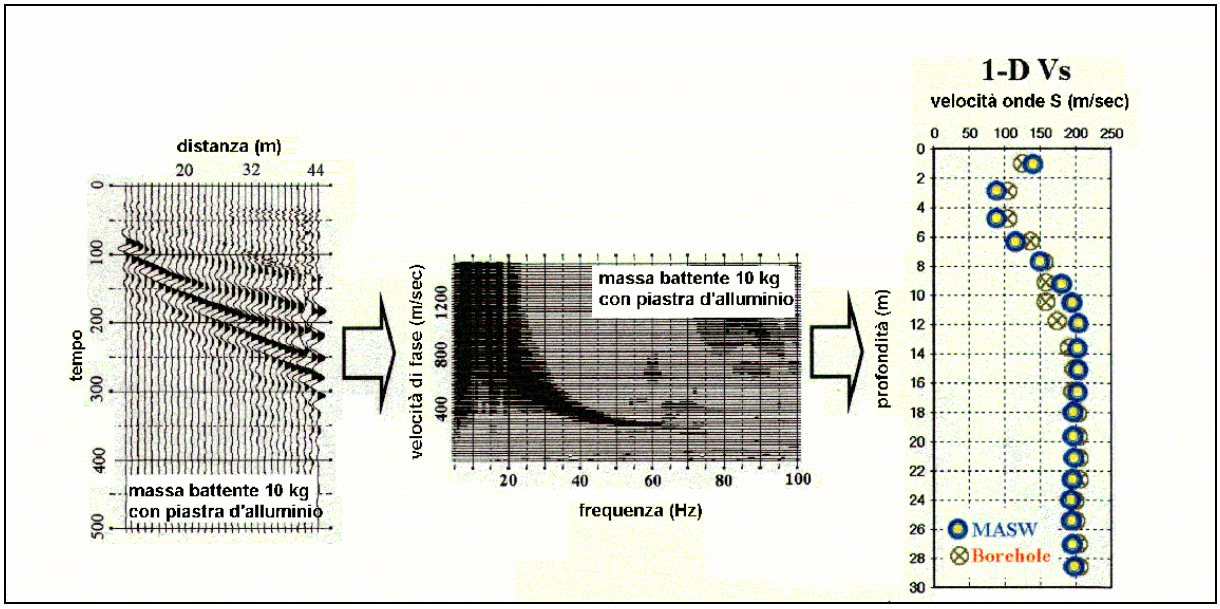
A: onde in aria	E: onde rifratte
B: onde dirette	F: onde riverberate
C: onde di superficie	G: rumore ambientale
D: onde riflesse	

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.

Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell’estrazione delle informazioni utili.

- DESCRIZIONE GENERALE DELLA PROCEDURA MASW



La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

1- acquisizione dei dati di campo;

2- estrazione della curva di dispersione;

3- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs (profilo 1-D) che descrive la variazione di Vs con la profondità.