



Synthesis s.r.l.

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

www.synthesisr.l.com

**REGIONE EMILIA ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
COMUNE DI FERRARA**

**LA GINESTRA s.r.l.
Via Mazzini civ. 84
44121 - Ferrara**

**PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI
SCHEDA DI POC 6ANS-02**

- MODELLO GEOLOGICO E MODELLO GEOTECNICO -

Tecnico incaricato

Dr. Geol. Emanuele Stevanin



Collaboratrice

Dr. Geol. Emma Biondani

Località

Ferrara

Data

23 novembre 2015

Rif. 206/15-ES-Rev00

INDICE

PREMESSA	4
1. INQUADRAMENTO GENERALE	7
1.1. Ubicazione del sito	7
1.2. Intervento previsto	7
1.3. Normativa di riferimento	7
2. MODELLO GEOLOGICO	13
2.1. Unità geologiche, litologiche e strutturali	13
2.2. Storia geologica del territorio	24
2.3. Forme del terreno e caratteri geomorfologici	28
2.4. Subsidenza	32
2.5. Rischio geologico	32
2.6. Caratteri idrogeologici e idrologici	32
2.6.1. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	36
2.7. Campagna di indagini	37
2.7.1. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO SISMICO (SCPTU)	37
2.7.2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)	37
2.7.3. INDAGINE GEOFISICA	38
2.7.4. CAMPIONI TERRENO ED ANALISI EFFETTUATE	38
2.8. Campagna geognostica - Risultati	41
2.8.1. CARATTERI LITOLOGICI	41
2.8.1.1. <i>Modalità di valutazione – SCPTU</i>	41
2.8.1.2. <i>Definizione delle unità litotecniche – SCPTU</i>	43
2.8.1.3. <i>Modalità di valutazione - CPT</i>	46
2.8.1.4. <i>Caratteri litologici – descrizione CPT</i>	47
2.8.1.5. <i>Campioni di terreno – risultati analitici</i>	52
2.8.2. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA	53
2.8.2.1. <i>Tecnica HVSR</i>	53
2.8.3. MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO	55
2.9. Analisi vincolistica	56
2.9.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO	56
2.9.2. PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)	56
2.9.3. PIANO TERRITORIALE PER IL COORDINAMENTO PROVINCIALE (P.T.C.P.)	57
2.10. Pericolosità e Fattibilità del Piano Strutturale Comunale	60
2.11. Aspetti geodinamici e sismicità	61
2.12. Aspetti sismici di dettaglio	77
2.12.1. DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E DETERMINAZIONE DELLA VS30	77
2.12.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	82
2.12.3. CLASSE D'USO	82
2.12.4. VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI SISMICHE SUI TERRENI INCOERENTI	83
2.12.4.1. <i>Fattori scatenanti: Definizione della Magnitudo attesa del sisma</i>	84
2.12.4.2. <i>Fattori scatenanti: Definizione dell'accelerazione sismica orizzontale</i>	84
2.12.4.3. <i>Fattori predisponenti: Profondità della falda</i>	85
2.12.4.4. <i>Fattori predisponenti: Resistenza mobilitabile dal terreno</i>	86
2.12.4.5. <i>Fattori predisponenti: Composizione granulometrica</i>	87
2.12.5. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO E STIMA CEDIMENTI INDOTTI	89

2.12.6. STIMA DEI CEDIMENTI DEI TERRENI GRANULARI NON SATURI	107
2.12.7. STIMA DEI CEDIMENTI POST SISMICI DEI TERRENI COESIVI	107
2.13. Note e prescrizioni	108
3. MODELLO GEOTECNICO	111
3.1. Problemi geotecnici e scelte tipologiche	111
3.2. Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche	111
3.3. Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni	111
3.3.1. CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE INDIVIDUATE	111
3.4. Note conclusive	115
4. DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE	119
4.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico	119
4.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale	120
4.3. Determinazione spessori principali – campione C2-A = 13.0	121
4.4. Spessori progettuali minimi proposti	122
4.5. Note conclusive	124

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

PREMESSA

Su incarico della **Ditta La Ginestra S.r.l.**, con sede in 44121 - Ferrara, via Mazzini civ. 84 e su indicazioni del Progettista **Geom. Giuseppe RANDO** - studio tecnico associato Rando, con sede in 44121 - Ferrara, via Mazzini civ. 84, è stato effettuato il presente studio, parte integrante di un Piano Urbanistico Attuativo relativo ad una zona sita in Ferrara – via della Misericordia.

La scheda di POC, oltre all'area di via della Misericordia, fa riferimento ad un'area in via dei Cedri destinata ad attrezzature e spazi collettivi. Nella presente relazione si riportano valutazioni solamente in merito all'area prossima a via della Misericordia.

Scheda di POC 6ANS-02.

A supporto dello studio sono state utilizzate le risultanze di indagini precedentemente effettuate in corrispondenza del sito per la formazione del POC, inoltre è stata eseguita un'indagine geofisica, ed effettuate analisi su campioni di laboratorio prelevati in sito per mezzo di un campionatore ad infissione. Sono state anche analizzate ulteriori n. 3 prove penetrometriche statiche, eseguite per la progettazione di interventi su immobili adiacenti all'area di insediamento residenziale.

Le indagini sono state effettuate al fine di integrare le conoscenze derivanti dai dati bibliografici a disposizione, allo scopo di ricavare indicazioni in merito alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici ed alla pericolosità geologica del sito in esame, nonché per ricostruire il modello geologico e sismico, il modello geotecnico preliminare relativo al sito, ed eseguire un'analisi di risposta sismica locale, mediante approccio numerico non semplificato.

La modalità d'indagine ed i risultati ottenuti sono descritti ed analizzati nel presente rapporto, costituito dalle seguenti parti principali:

- Parte Prima – Inquadramento generale
- Parte Seconda – Modello Geologico
- Parte Terza – Modello Geotecnico
- Parte Quarta – Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale

Lo scrivente è stato incaricato da Synthesis s.r.l. per la consulenza e la predisposizione del presente elaborato.

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

	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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Parte Prima -

INQUADRAMENTO GENERALE

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

1. INQUADRAMENTO GENERALE

1.1. Ubicazione del sito

La zona in corrispondenza della quale è previsto l'intervento, è localizzata a sud-est della città di Ferrara.

Più precisamente, l'area è ubicata ad ovest di via Alberto Savinio e a sud-est di via Koper, circa 2.12 km a sud-est rispetto a Piazza Trento e Trieste, circa mt 180 in direzione sud rispetto a Via Comacchio e circa mt 325 ad ovest rispetto alla Parrocchia Beato Giovanni Tavelli da Tossignano.

Per quanto riguarda l'inquadramento catastale, il terreno in esame è localizzato nel Foglio 195, Mappali 2496, 2498, 2499 e 2500 del Comune di Ferrara.

1.2. Intervento previsto

Con il progetto al quale fa riferimento il presente studio, si prevede la realizzazione di un nuovo insediamento di completamento del complesso residenziale esistente di via della Misericordia e la cessione di un'area verde destinata ad attrezzature collettive in via dei Cedri.

Nello specifico è prevista la realizzazione di nr. 14 + 1 alloggi da cedere al Comune, i quali avranno un'altezza massima di nr. 3 piani fuori terra. Usi previsti: artigianato di servizio, limitato alle attività compatibili con la residenza, non inquinanti e fino ad una Su max di 250 mq per u.i, residenza e assimilabili, commercio al dettaglio in sede fissa - esercizi di vicinato e servizi per la somministrazione di alimenti e bevande. Per quanto riguarda le specifiche caratteristiche progettuali, si rimanda alle tavole di progetto.

1.3. Normativa di riferimento

A.G.I. "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini" (Giugno 1977)

D.P.R. 380/01 Testo Unico per l'Edilizia.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica. Ordinanza n. 3274"* e successive modifiche.

Delibera Assemblea Legislativa Prog. N. 112 oggetto 2131 02/05/2007 *"Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"*

Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti *"Norme tecniche per le Costruzioni"*, D. M. 14/01/2008.

Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – C.S.LL.PP: *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

Delibera Regione Emilia Romagna 1 febbraio 2010: *"Atto di indirizzo recante individuazione degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici e delle varianti, riguardanti parti strutturali che non rivestono carattere sostanziale e definizione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico, necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per la denuncia di inizio attività, ai sensi degli artt. 9, comma 4 e 10, comma 3, della L.R. n. 19 del 2008".*

Supporti cartografici e grafici:

- Immagine 1-1. Foto da satellite – Google Earth
- Figura 1-2. Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:10.000
- Figura 1-3. Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:5.000
- Figura 1-4. Stralcio Planimetria Catastale – scala 1:2.000
- Figura 1-5. Scheda POC 6ANS02 - Inquadramento territoriale

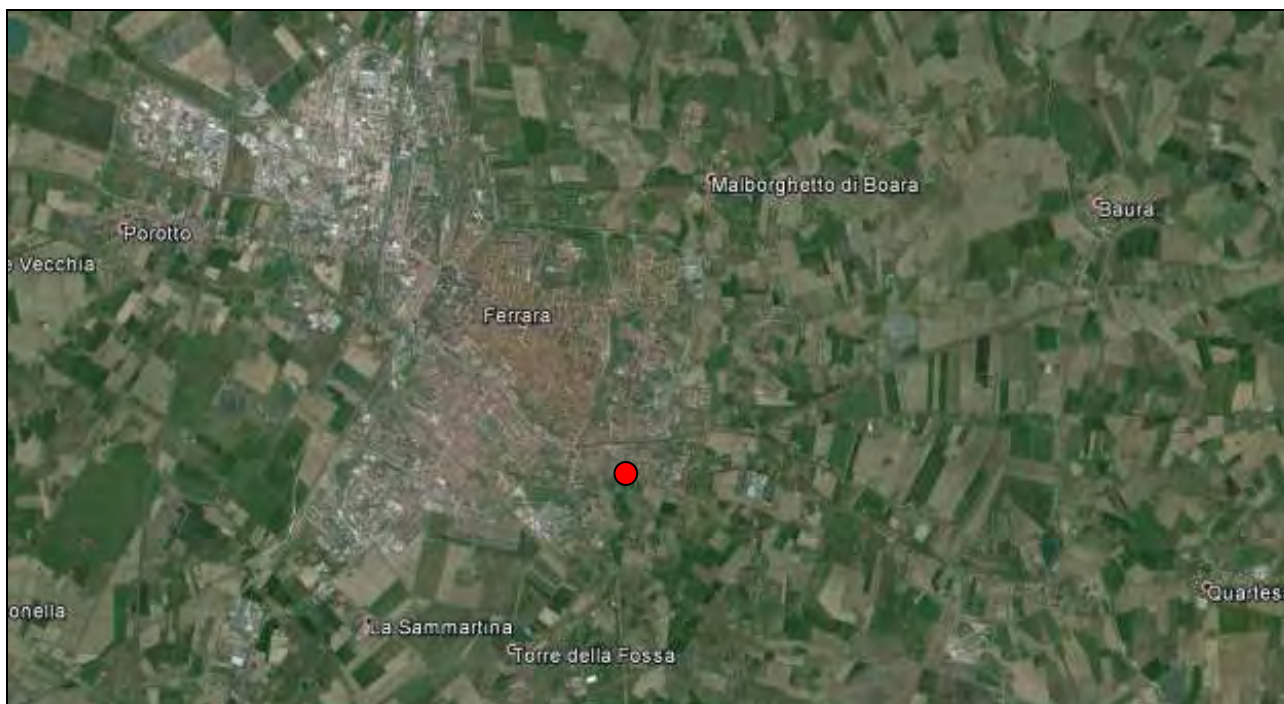


Immagine 1-1

Foto da satellite – Google Earth

● Ubicazione dell'area oggetto di studio

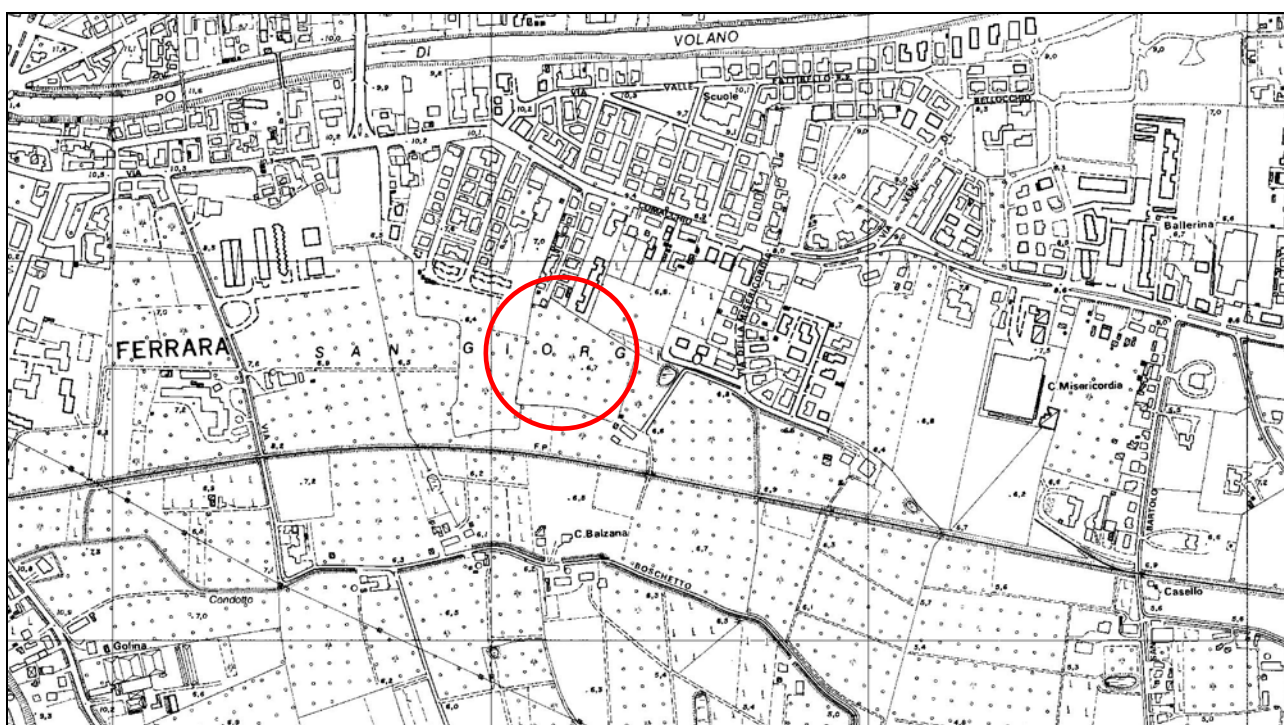


Figura 1-2

Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:10.000

Ubicazioni dell'area oggetto di studio – zona edificabile (cartografia non aggiornata)

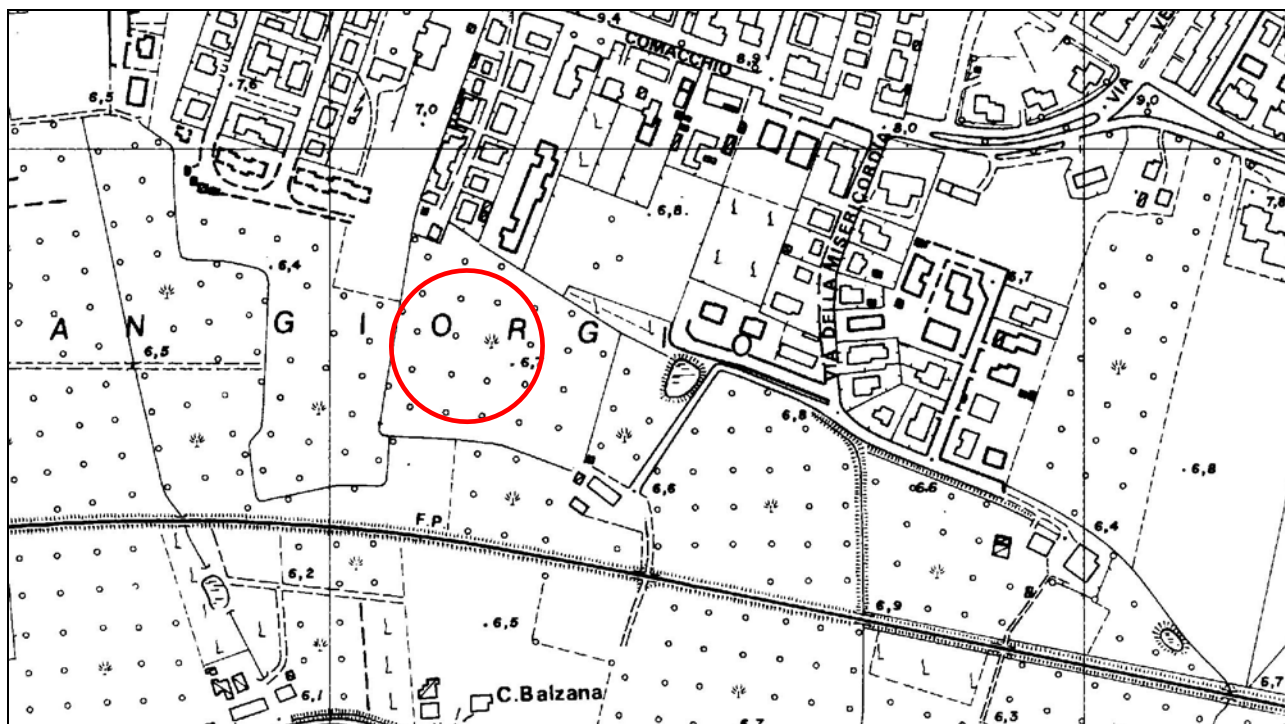


Figura 1-3

Stralcio Carta Tecnica Regionale – scala 1:5.000

Ubicazioni dell'area oggetto di studio – zona edificabile (cartografia non aggiornata)

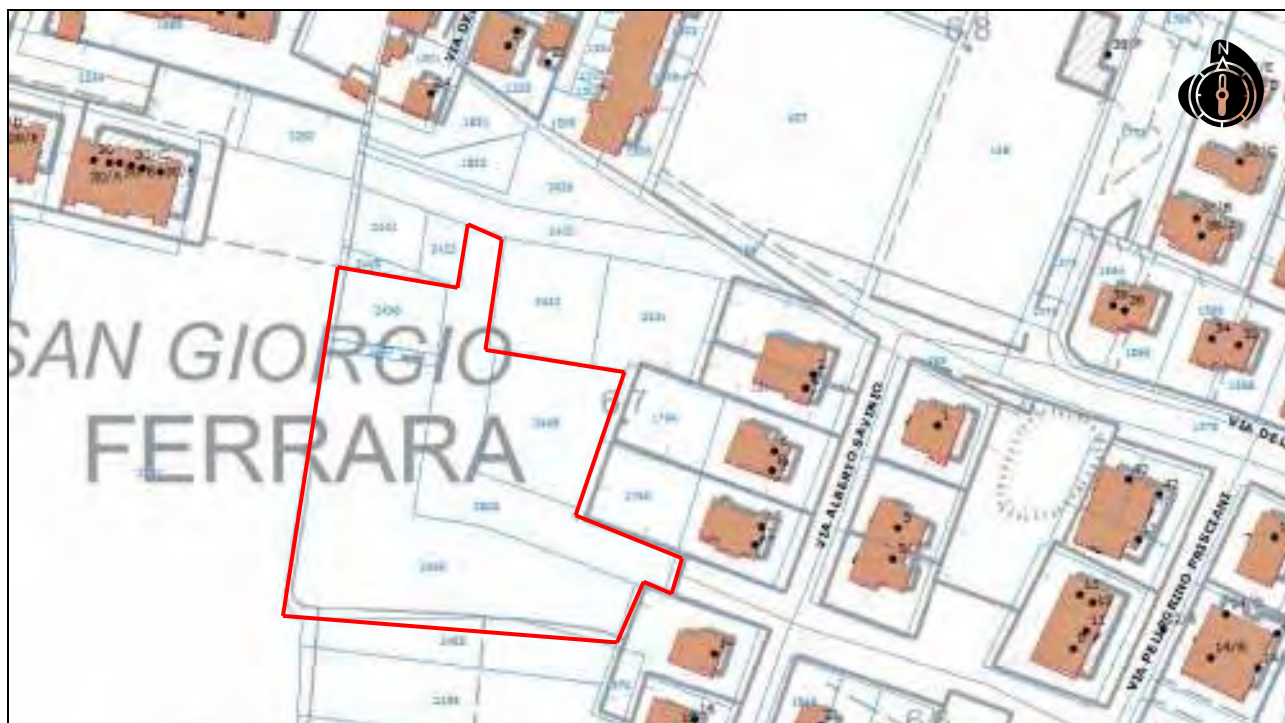


Figura 1-4

Planimetria catastale estratta dalla CGU della Provincia di Ferrara – scala 1:2.000

N.T.C. Comune di Ferrara - Foglio 195 Mappali 2496, 2498, 2499 e 2500 (<http://visore.cgu-ferrara.it/Geovistaweb/default.aspx?ID=>)



Figura 1-5
Scheda POC 6ANS02 – scala grafica
Inquadramento territoriale

	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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

	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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Parte Seconda -

MODELLO GEOLOGICO

2. MODELLO GEOLOGICO

L'analisi del contesto geologico in cui è inserita l'area in esame, è stata effettuata in primo luogo consultando gli studi e la cartografia esistente a disposizione e in secondo luogo con l'analisi e l'elaborazione delle prove analizzate ed effettuate in sito.

2.1. Unità geologiche, litologiche e strutturali

Il territorio dell'Emilia Romagna è costituito dal versante Padano dell'Appennino settentrionale e dalla Pianura Padana a sud del Fiume Po; il limite regionale, infatti, coincide per lunghi tratti con lo spartiacque appenninico verso sud e con il corso del Po verso nord. Pur essendo due ambienti geomorfologici distinguibili, essi risultano strettamente correlati fra loro: il fronte della catena appenninica non coincide con il limite morfologico catena montuosa-pianura, ma è individuabile fra gli archi esterni delle Pieghe Emiliane e Ferraresi (Pieri & Groppi, 1981), sepolte dai sedimenti quaternari della Pianura Padana. Il fronte appenninico sovrascorre verso nord sulla piattaforma padano-veneta, di conseguenza l'evoluzione del territorio dell'Emilia Romagna risulta strettamente legata ai cambiamenti del settore esterno della catena nord-appenninica.

La sismicità rappresenta uno strumento indispensabile per le analisi sismotettoniche e un utile supporto alla geologia strutturale, in quanto varie tipologie di dati sismici, ottenuti attraverso differenti metodologie, garantiscono l'identificazione e la caratterizzazione delle strutture geologicamente attive. L'analisi della sismotettonica dell'Emilia-Romagna, evidenzia come questa sia costituita da strutture caratterizzate da attività da molto recenti ad attuali.

In particolare, come si evince dallo studio "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana" effettuato dall'Università di Siena, dalla Regione Toscana, dalla Regione Emilia-Romagna e dall'Università di Bologna, il Comune di Ferrara ricade tra due tracce di sezioni sismogeologiche, nello specifico la 6-6' e la 14-14' (figure 2.1-7, 2.1-8 e 2.1-9).

Di seguito si riportano stralci delle descrizioni: *"sezione 6-6'... nel settore delle Pieghe Ferraresi... il substrato costituito da depositi pelagici e di piattaforma carbonatica meso-cenozoici, risulta tettonicamente sollevato sin quasi alla superficie. Ovviamente ciò determina anche il sollevamento relativo dei livelli triassici e del sottostante basamento crostale, posto a meno di 10 km dalla superficie. Per converso, tra Bologna e la Dorsale Ferrarese si osserva il massimo spessore dei depositi plio-quaternari dell'avanfossa padana. Dal punto di vista strutturale, la sezione mostra che i principali sovrascorrimenti e faglie inverse interessano le torbiditi mioceniche, propagandosi sovente anche alle sottostanti unità pelagiche, al Triassico, e in alcuni casi, al basamento crostale. Meno evidente è il coinvolgimento nella fagliazione dei depositi di avanfossa, in particolare dei livelli quaternari.*

La sezione 14-14', descrive l'interpretazione di Picotti e Pazzaglia (2008). Rispetto alla sezione 6-6', si possono notare alcune differenze riguardanti la geometria dei sovrascorrimenti e delle pieghe... l'elemento strutturale più rilevante è comunque il grande sovrascorrimento profondo che, collocato ad oltre 20 km sotto la catena, a nord di Bologna si diffonde in un fascio di fratture che si propagano sino alla zona ferrarese".

Le faglie derivanti dai movimenti dei sovrascorrimenti appenninici quindi, danno origine alle manifestazioni sismiche che interessano la regione (Figure 2.1-2, 2.1-3, 2.1-5, 2.1-6 e 2.1-16).

Nel caso specifico, l'area in esame, vede la presenza di alcuni sovrascorrimenti profondi post-tortoniani dedotti, ubicati in direzione nord, est, sud-est, sud-ovest e nord-ovest, di una faglia profonda indeterminata dedotta ubicata in direzione ovest, di una faglia profonda diretta dedotta, ubicata in direzione sud/sud-est e di alcune isobate della base del Pliocene, poste alle profondità di mt 1.000 e di mt

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

1.500, ubicate in direzione ovest e sud-ovest (Figura 2.1-17) (da https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia).

Il Comune di Ferrara, in base alla più recente zonazione sismogenetica pubblicata ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), nella quale vengono individuate per tutto il territorio Italiano n. 42 zone – sorgente identificate con un numero da 901 a 936 o con una lettera da A a F, ricade all'interno della zona sismogenetica 912.

La zona sismogenetica 912 viene caratterizzata dallo studio, come zona a regime tettonico debolmente compressivo con strutture compressive tipo thrust e con meccanismi di fagliazione prevalente inversa e corrisponde al settore di pianura compreso tra il fronte delle pieghe ferraresi e il margine appenninico padano. In tale zona i terremoti storici hanno raggiunto valori di Magnitudo pari a $M = 5.9$ e le zone ipocentrali si registrano generalmente a profondità comprese tra 5 e 8 Km, con profondità efficace di 7 Km. Nella zona sismogenetica 912 è prevista, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo $M_{max} = 6.14$ (Figura 2.1-4).

L'area in esame risulta individuabile quindi sul sistema di pieghe ferraresi, in una zona in corrispondenza della sorgente sismogenetica composta (struttura desunta sulla base della superficie regionale e dati geologici di sottosuolo che vengono sfruttate ben oltre la semplice identificazione delle faglie attive o caratteristiche tettoniche giovanili) ITCS050 – Poggio Rusco-Migliarino (Figure 2.1-5, 2.1-10, 2.1-11 e 2.1-12) le cui caratteristiche vengono riportate in Figura 2.1-13.

La storia sismica del territorio si evince anche dalle immagini di seguito riportate, in particolare in fig. 2.1-15, e dalla lettura dei dati scaricati da ISIDE e relativi agli eventi sismici registrati in un raggio di 50 Km dall'abitato di Ferrara a partire dal gennaio 2005; in allegato 4 si riporta la tabella riassuntiva degli eventi verificatisi a partire da gennaio 2005.

Supporti grafici:

- Figura 2.1-1. Stralcio della carta strutturale della pianura padana e delle catene circostanti (da "Carta geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000)
- Figura 2.1-2. Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo
- Figura 2.1-3. Localizzazione degli epicentri dei principali terremoti che hanno interessato l'Emilia-Romagna e le aree limitrofe
- Figura 2.1-4. Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia
- Figura 2.1-5. Epicentri dei principali terremoti e principali aree sismogenetiche dell'Emilia-Romagna e aree limitrofe.
- Figura 2.1-6. Sezione geologica attraverso la pianura modenese settentrionale
- Figura 2.1-7. Traccia delle sezioni sismogeologiche
- Figura 2.1-8. Sezione sismogeologica 6-6'
- Figura 2.1-9. Sezione sismogeologica 14-14'
- Figura 2.1-10. Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione
- Figura 2.1-11. Sorgente sismogenetica composta
- Figura 2.1-12. Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione su Google Earth
- Figura 2.1-13. Sorgente Sismogenetica ITCS050
- Figura 2.1-14. Eventi registrati a partire dal 2005, in un raggio di 50 km rispetto al sito
- Figura 2.1-15. Grafico eventi della storia sismica di Ferrara al 01.2012
- Figura 2.1-16. Principali strutture attive presenti in Emilia Romagna
- Figura 2.1-17. Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna



Figura 2.1-1

Stralcio della carta strutturale della pianura padana e delle catene circostanti (da “Carta geomorfologica della Pianura Padana, scala 1:250.000)

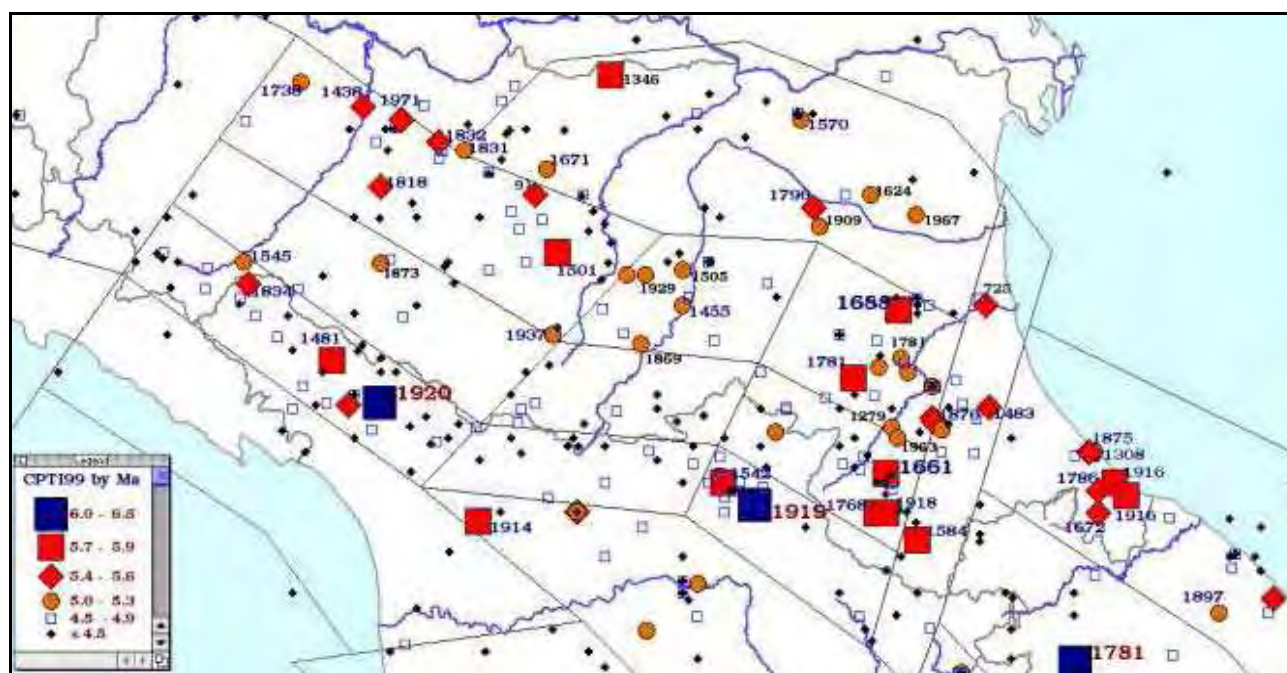


Figura 2.1-2

Carta degli epicentri dei terremoti della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo (CPTI, 1999).

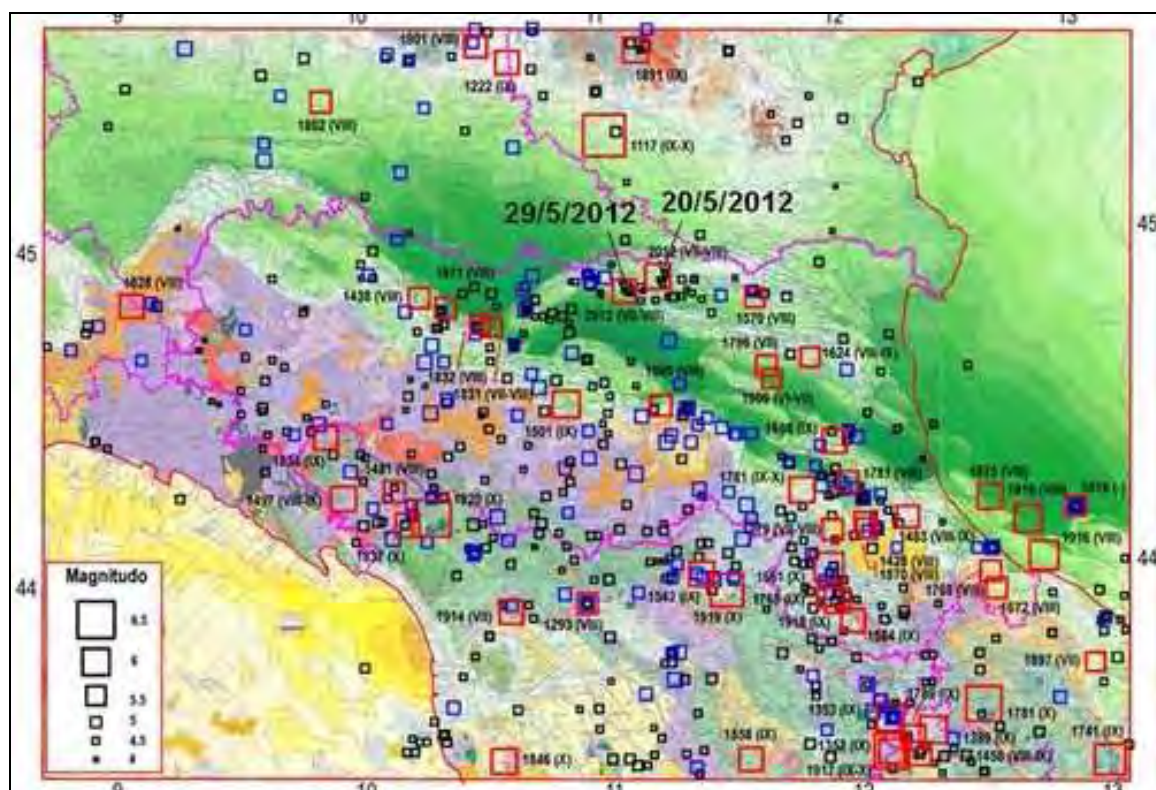


Figura 2.1-3

Localizzazione degli epicentri dei principali terremoti (magnitudo maggiore di 4) che hanno interessato l'Emilia-Romagna e le aree limitrofe. In azzurro i terremoti di magnitudo compresa tra 5 e 5,5, in rosso i terremoti di magnitudo maggiori di 5,5 (da Mantovani et al., 2013). Sono evidenziati anche i terremoti principali del 20 e 29 maggio 2012 e del 1570. Base cartografica: Structural Model of Italy (CNR, 1992).

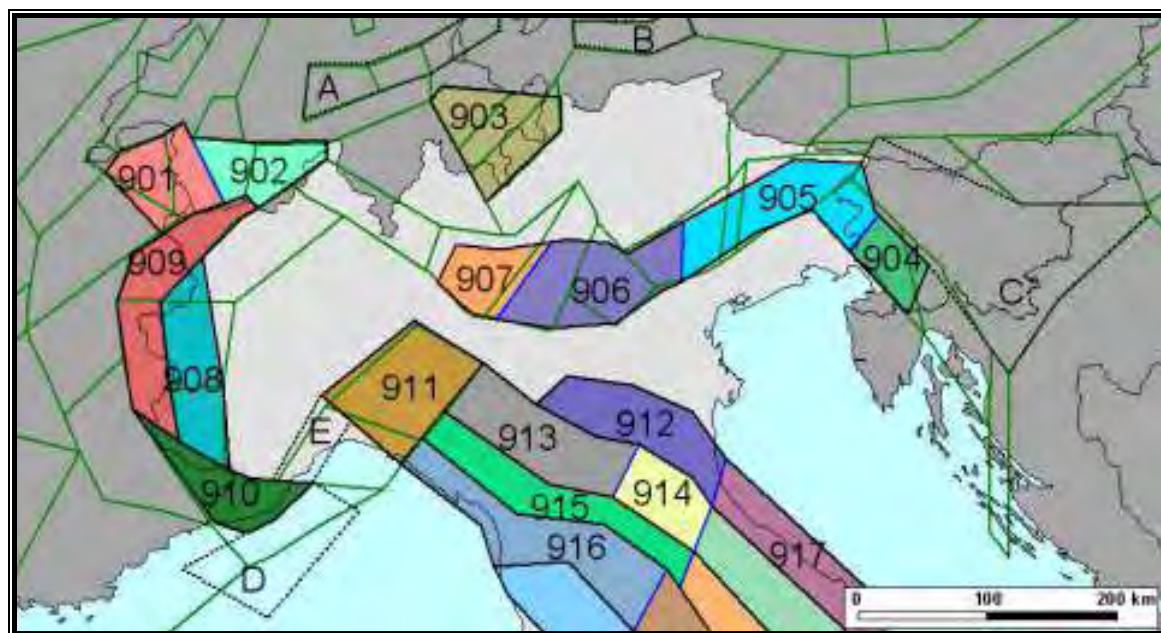


Figura 2.1-4

Zonazione sismogenetica ZS9 per il Nord Italia

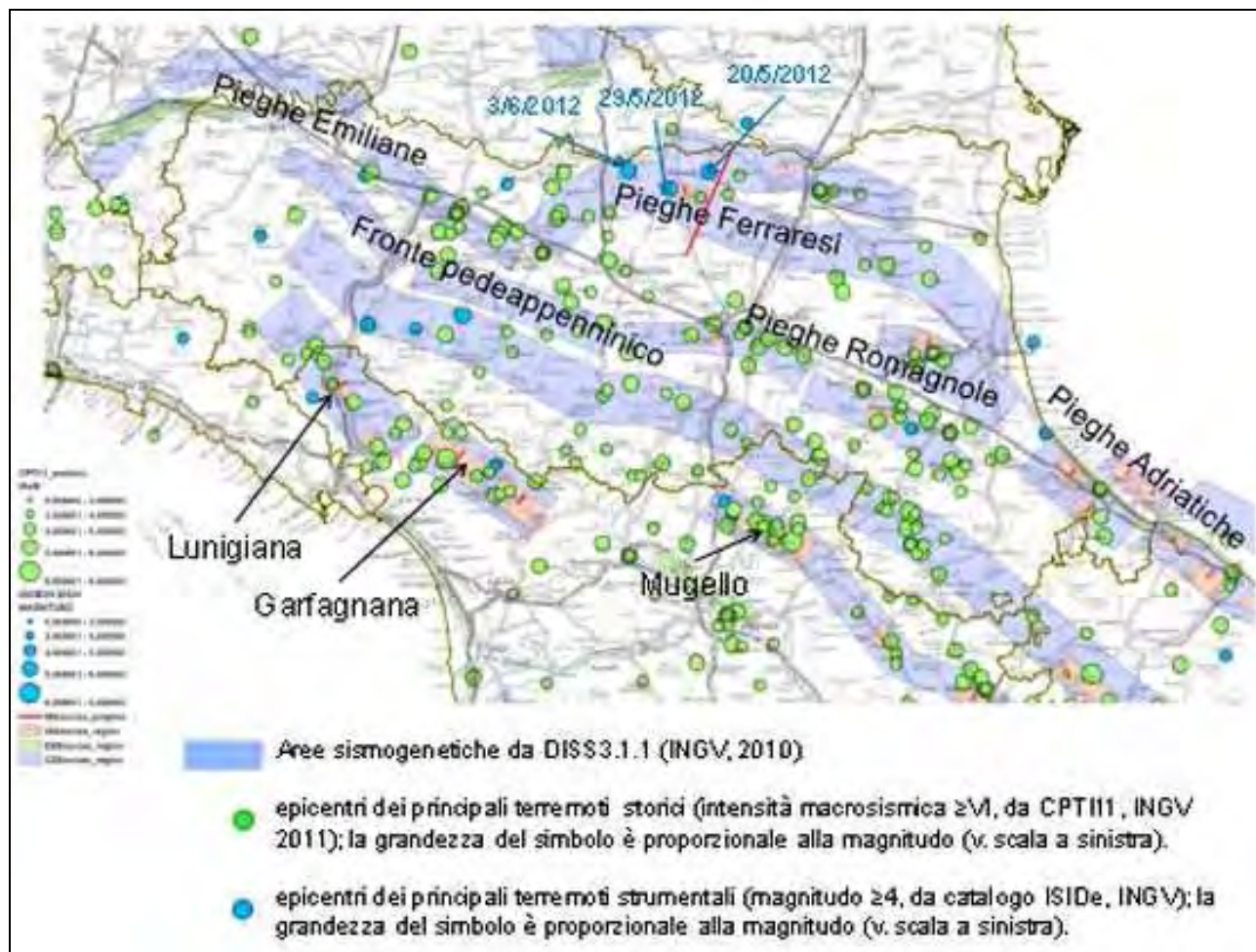


Figura 2.1-5

Epicentri dei principali terremoti e principali aree sismogenetiche dell'Emilia-Romagna e aree limitrofe. La linea rossa indica la traccia della sezione rappresentata sotto. (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche>)

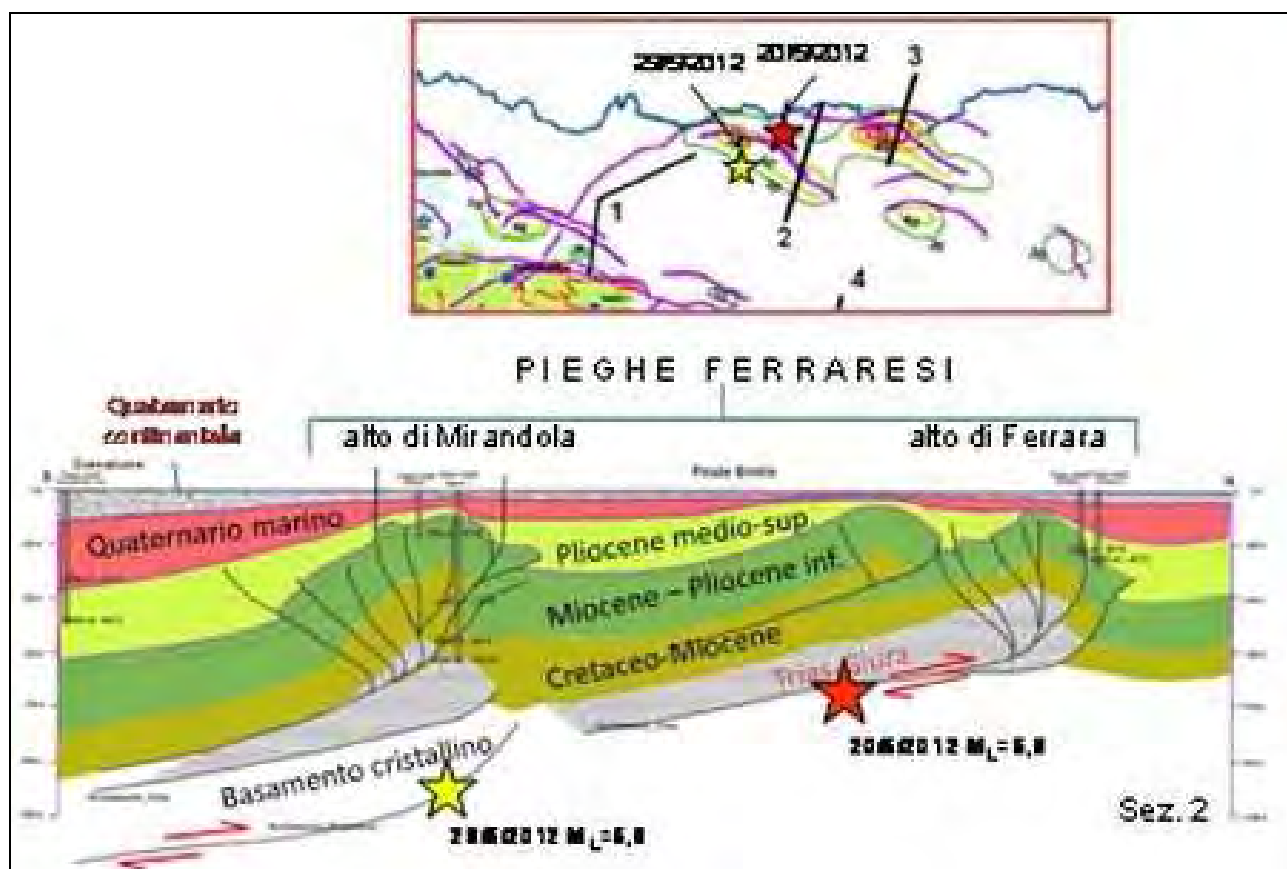


Figura 2.1-6

Sezione geologica attraverso la pianura modenese settentrionale, con proiezione degli ipocentri delle scosse principali del 20 e 29 maggio 2012 (da Martelli & Molinari, 2010). Profondità non in scala (sezione derivata da interpretazione diretta di un profilo sismico con scala verticale in tempi). (<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/primo-piano/2013/terremoti-emiliani-2012-tra-certezze-storiche-e-indagini-scientifiche>)



Figura 2.1-7

Traccia delle sezioni sismogeologiche, riportate sulla Carta geologica dell'Italia edita da Compagnoni e Galluzzo (2004). Le sezioni da 3-3' a 12-12' da Boccaletti et alii (2010). La sezione 14-14' è ripresa da Picotti e Pazzaglia (2008).

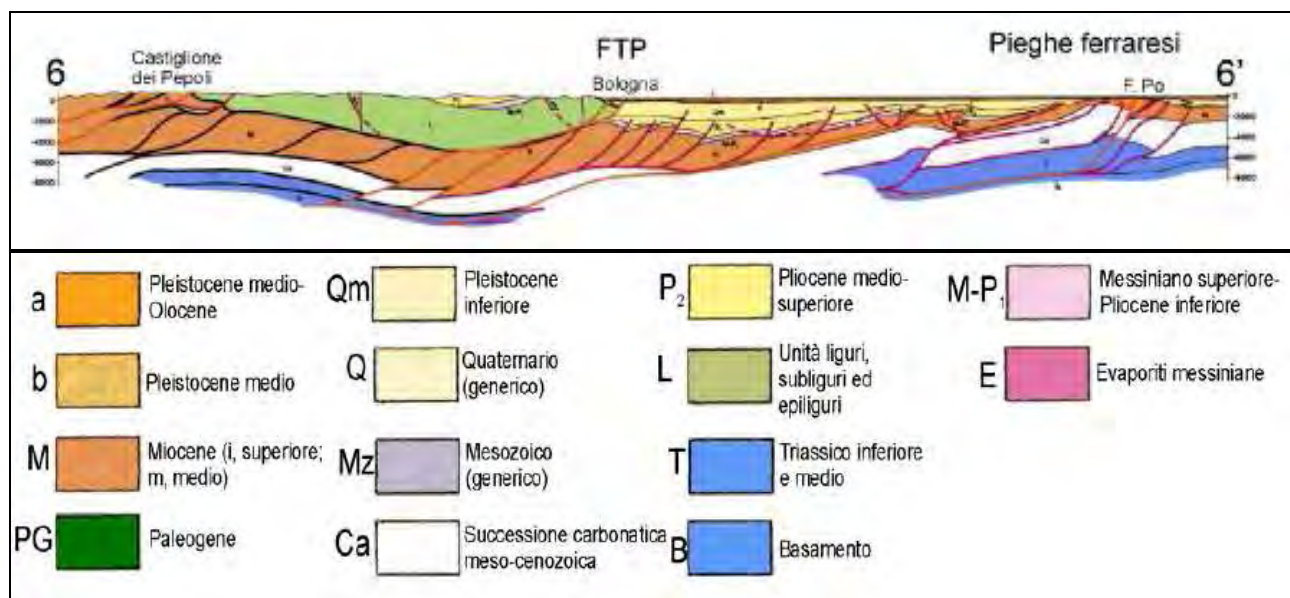


Figura 2.1-8

Sezione sismogeologica trasversale all'Appennino settentrionale (da Boccaletti et alii, 2010, modificate). La traccia della sezione è riportata in figura 2.1-7. FTP = Fronte del sovrascorrimento (thrust) pedeappenninico.

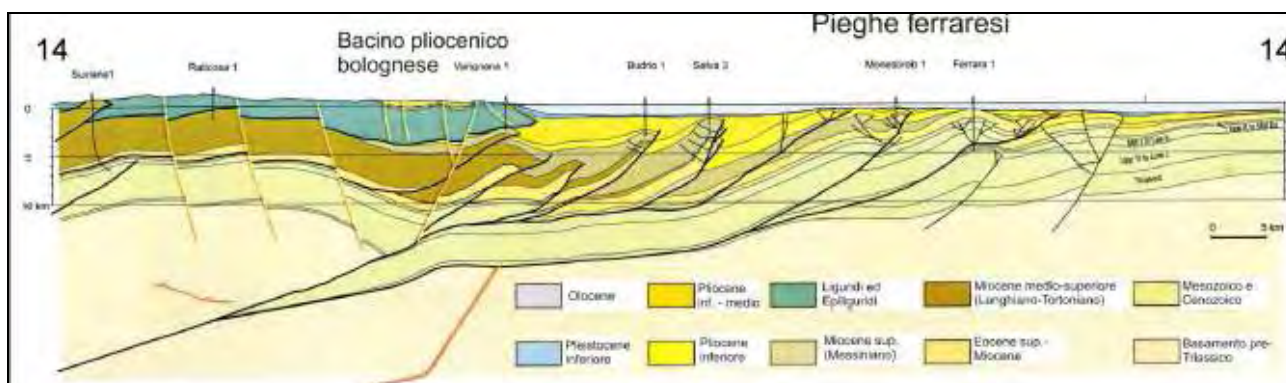


Figura 2.1-9

Sezione sismogeologica trasversale all'Appennino settentrionale (da Picotti et alii, 2009, modificata). La traccia della sezione è riportata in figura 2.1-7.

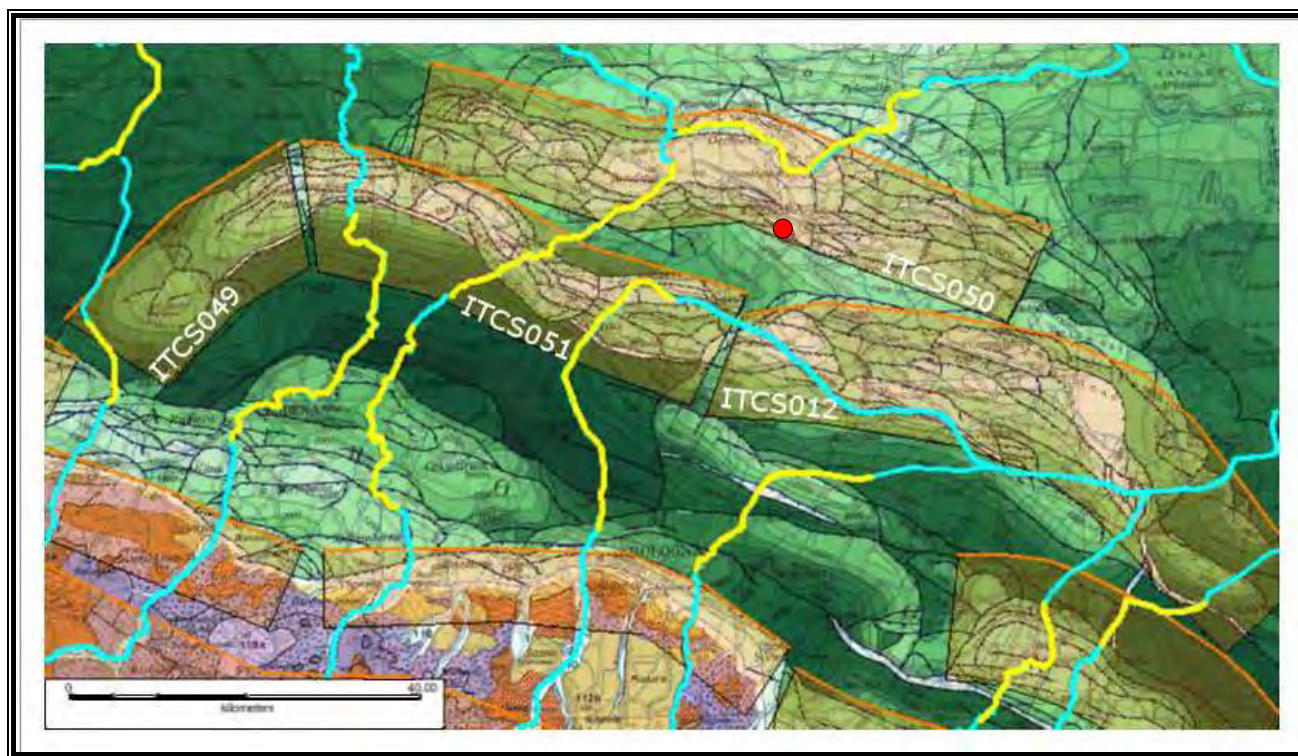


Figura 2.1-10

Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione

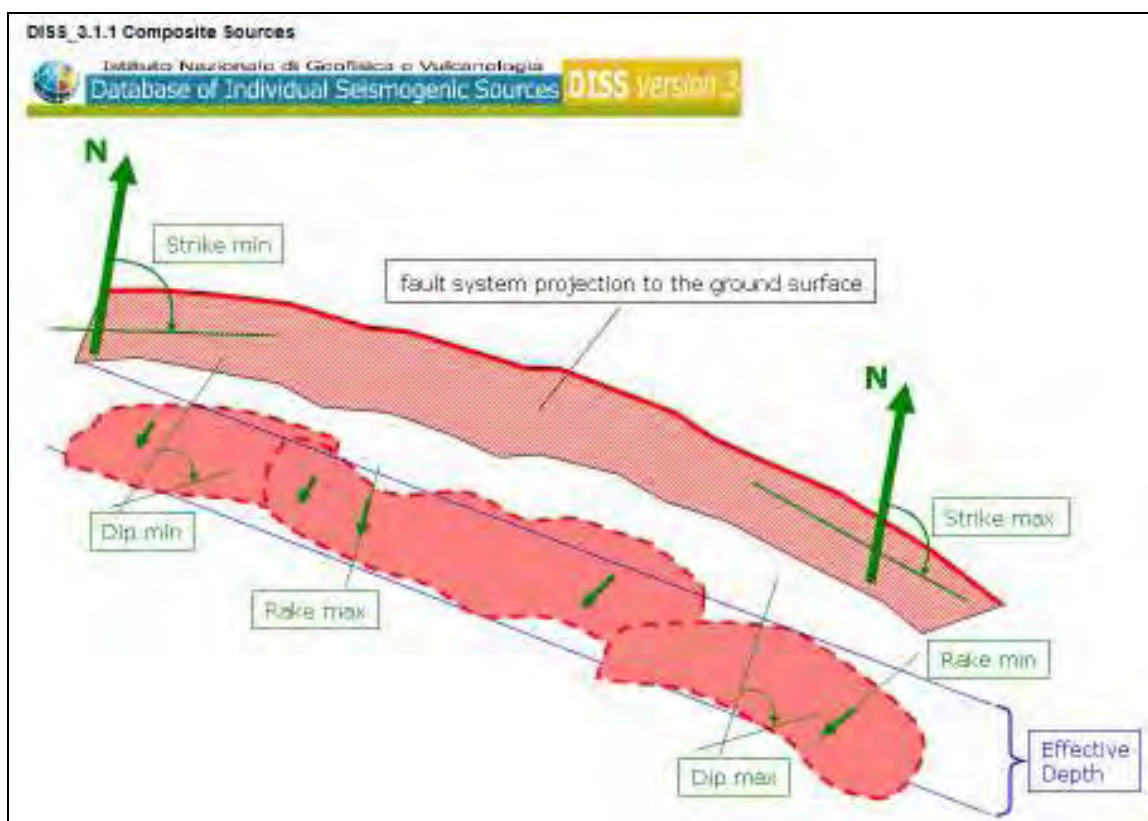


Figura 2.1–11
Sorgente sismogenetica composta

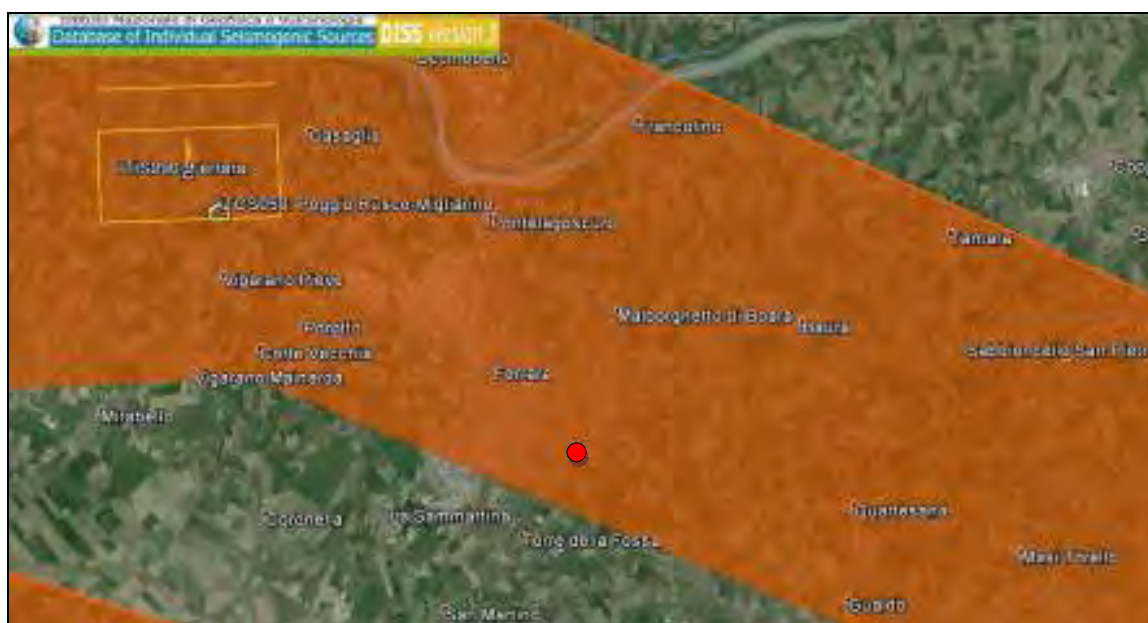


Figura 2.1–12
Individuazione delle strutture compressive e di fagliazione su Google Earth

		DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS050 - Poggio Rusco-Migliarino			
Source Info Summary		Commentary		References	
				Pictures	
General information					
Code	ITCS050				
Name	Poggio Rusco-Migliarino				
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano				
Latest Update	07/09/2007				
Parametric information					
	Parameter	Qual.	Evidence		
Min Depth (km)	1	OD	Based on geological data from various authors.		
Max Depth (km)	8	OD	Based on geological data from various authors.		
Strike (deg)	85 - 115	OD	Based on geological data from various authors.		
Dip (deg)	25 - 55	OD	Based on geological data from various authors.		
Rake (deg)	80 - 100	OD	Based on geological data from various authors.		
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ	Derived from geological data concerning adjacent structures.		
Max Magnitude (Mw)	5.5	OD	Based on the strongest earthquake occurred in the region.		
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement				

Figura 2.1–13
Sorgente Sismogenetica ITCS050



Figura 2.1-14
Eventi registrati a partire dal 2005, in un raggio di 50 km rispetto al sito - (Fonte ISIDe)

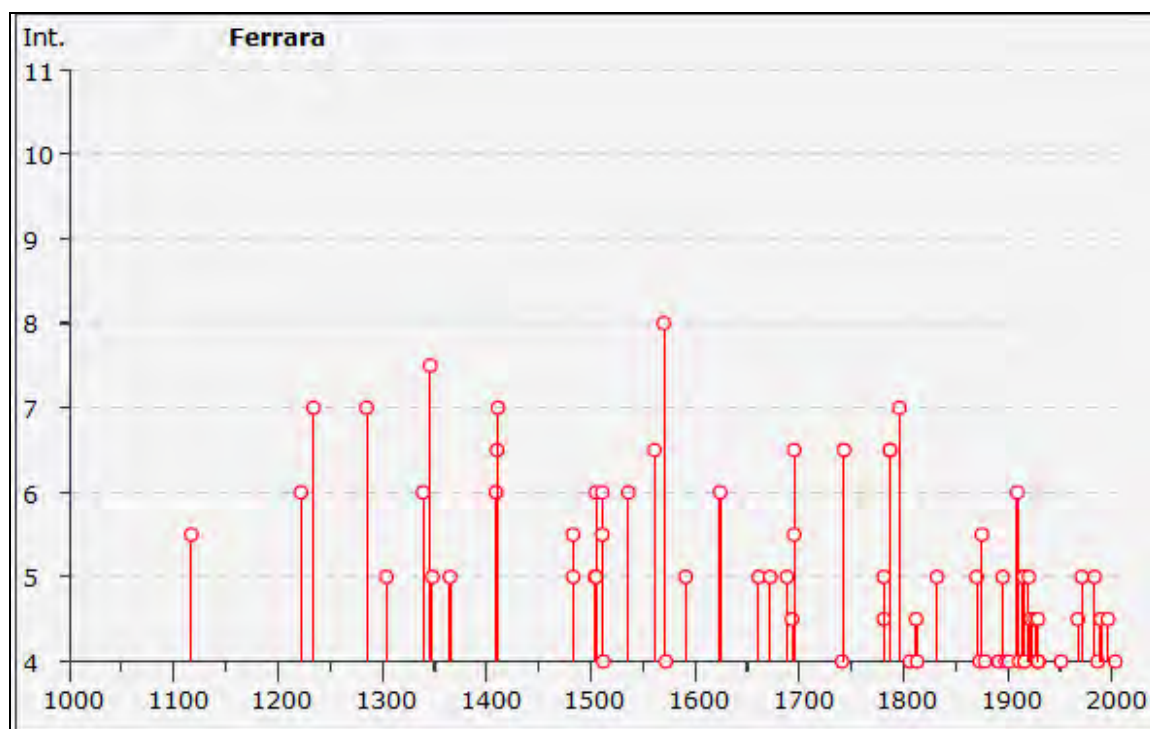


Figura 2.1-15

Grafico eventi della storia sismica di Ferrara

(da http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/query_place/)

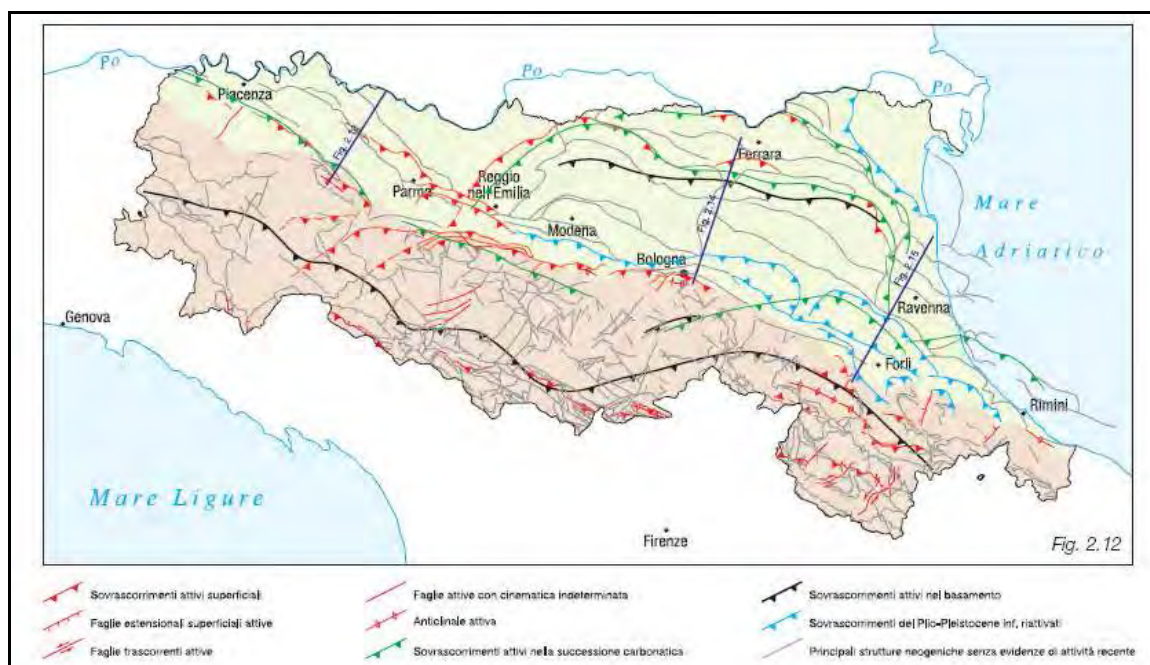


Figura 2.1-16

Principali strutture attive presenti in Emilia Romagna – scala grafica

(da Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna – Note illustrative)

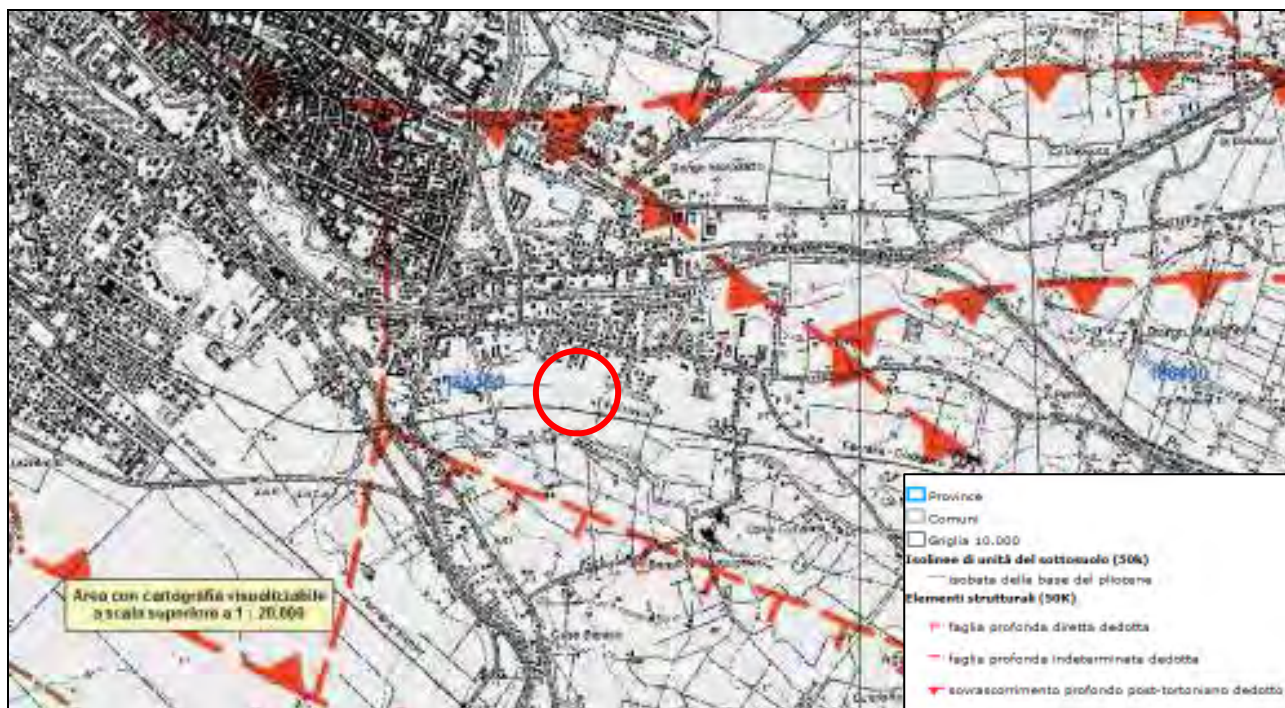


Figura 2.1-17

Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna – scala grafica

(da Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna – Servizio geologico sismico e dei suoli)

2.2. Storia geologica del territorio

Per quanto riguarda la situazione geologica locale i dati bibliografici, nello specifico la carta di pianura della Regione Emilia-Romagna, evidenziano come il sito sia ubicato in corrispondenza di una zona caratterizzata da depositi di canale distributore, argine e rotta.

Per quanto riguarda la litologia di superficie, l'area di studio risulta posta in corrispondenza di una miscela ternaria di argilla, limo e sabbia, come si evince dagli stralci della Tavola Q.C.0 del P.T.C.P. della Provincia di Ferrara e dalla Carta della Litologia di superficie del P.S.C. di Ferrara (2003) riportati nelle figure 2.2-3 e 2.2-4.

In base a quanto indicato nelle note relative alla cartografia geologica interattiva del sito della Regione Emilia Romagna, dal punto di vista geologico l'area in esame è posta a nord del Sintema emiliano - romagnolo superiore - Subsintema di Ravenna – unità di Modena (AES8a), in un'area cartograficamente non coperta con gli stessi criteri.

Più in generale, si riporta di seguito la descrizione geologica dell'unità tettonico-stratigrafica "Pianura Padana" tratta dallo studio "Assetto tettonico e potenzialità sismogenetica dell'Appennino Tosco-Emiliano-Romagnolo e Val Padana" a cura della Regione Emilia-Romagna, della Regione Toscana e dell'Università di Siena: *"La Pianura Padana costituisce il riempimento sedimentario dell'avanfossa dell'attuale orogene appenninico, il cui substrato è costituito dalle falde tettoniche che formano la parte sepolta della catena. Le caratteristiche sedimentologiche e stratigrafiche delle successioni padane post-tortoniane sono descritte da un'ampia letteratura (e.g. Ghielmi et alii, 2010 e riferimenti), per lo più basata sull'interpretazione dei dati di sottosuolo (perforazioni profonde ed indagini sismiche). Si tratta di numerose formazioni, spesso di tipo torbiditico, riferibili ad un ambiente di avanfossa piuttosto profonda (e.g., Bagnolo, Fusignano, Canopo, Porto Corsini, Porto Garibaldi, Carola). E' solo dal Pleistocene medio che subentra una deposizione costiera e*

continentale (Formazione di Ravenna o Sabbie Gialle e Supersistema Emiliano-Romagnolo) che testimonia il rapido colmamento dell'avanfossa. In alcuni casi la sedimentazione è avvenuta in bacini satellite (piggy-back basins), formati sopra alle falde tettoniche in movimento verso NE (e.g., Cortemaggiore e Castell'Arquato). Un aspetto importante è l'enorme spessore della successione Plio-Quaternaria, che localmente eccede i 6 km (Fig. 2.2-5). Ghielmi et alii (2010) affermano che l'avanfossa padano-adriatica era principalmente alimentata dai materiali erosi dalla catena alpina, trasportati dai paleo-fiumi lombardi e veneti come l'Adda, il Mincio e l'Adige. Dal Miocene superiore al Pleistocene inferiore l'Appennino settentrionale, invece, fu una sottile fascia di terra emersa, con rilievo poco accentuato (Bartolini, 1999, 2003). Nonostante ciò, il volume dei sedimenti accumulati nella Pianura Padana suggerisce che negli ultimi 5 milioni di anni sarebbero stati erosi in media quasi 1500 m di copertura dalla parte emersa dell'Appennino, di cui forse 1 km nel solo Quaternario (Bartolini et alii, 1996; Bartolini, 1999). Localmente, tale smantellamento può essere stato molto più accentuato. Nell'Appennino romagnolo, le paleo-temperature raggiunte dalle torbiditi mioceniche (Marnoso Arenacea), dedotte dalla riflettanza della vitrinite e dalle tracce di fissione dell'apatite, rivelano che tali unità, ora affioranti, avrebbero perso sino a 4500 metri di copertura dal Messiniano superiore (Zattin et alii, 2000; Cerrina Feroni et alii, 2001). Tale forte erosione contrasta con l'attuale accentuato rilievo appenninico, e con il fatto che i maggiori rilievi della catena (tra cui il M. Cimone, il M. Cusna ed il M. Falterona) sono impostati sulle litologie arenacee delle Unità toscane, assai poco resistenti all'erosione. L'apparente contraddizione può essere risolta invocando un cospicuo sollevamento recente della catena, particolarmente accentuato dal Pleistocene medio, in grado di compensare lo smantellamento del rilievo. Le conseguenze di tale fenomeno sono peraltro messe in evidenza da molteplici indicatori geomorfologici (e.g., Argnani et alii, 1997, 2003; Cerrina Feroni et alii, 1997, 2001; Bartolini, 1999, 2003; Balestrieri et alii, 2003)."

Supporti grafici:

- Figura 2.2-1. Sezione geologica del sottosuolo tra il margine appenninico e la Pianura Padana
- Figura 2.2-2. Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna
- Figura 2.2-3. Stralcio della tavola Q.C.O. – Litologia di superficie – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara
- Figura 2.2-4. Stralcio Carta Litologia di Superficie – P.S.C. Comune di Ferrara (2003)
- Figura 2.2-5. Carta della profondità della base della successione Plio-Quaternaria nell'avanfossa

Padano-Adriatica

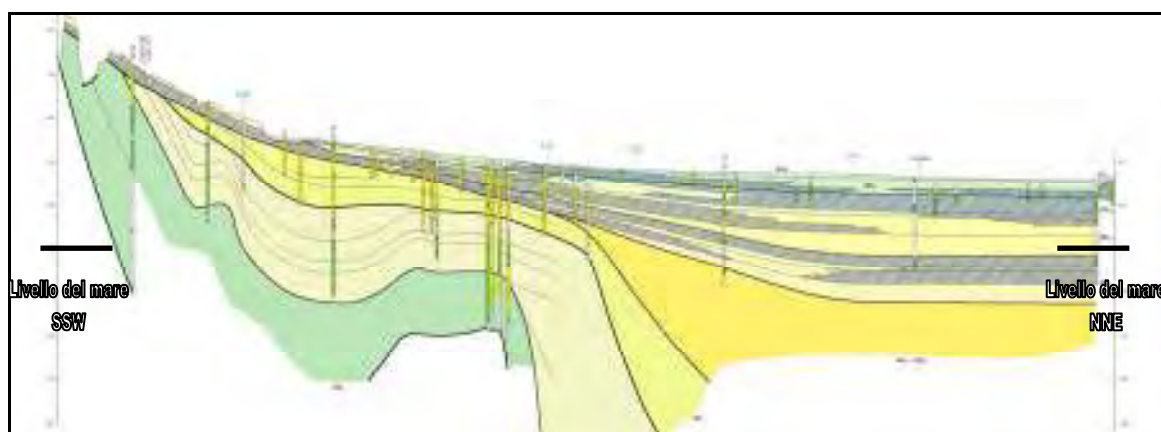


Figura 2.2-1

Sezione geologica del sottosuolo tra il margine appenninico e la Pianura Padana

(da Regione Emilia Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli)



Figura 2.2-2

Stralcio Carta Geologica di Pianura dell'Emilia Romagna – scala grafica

(da Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna – Servizio geologico sismico e dei suoli)

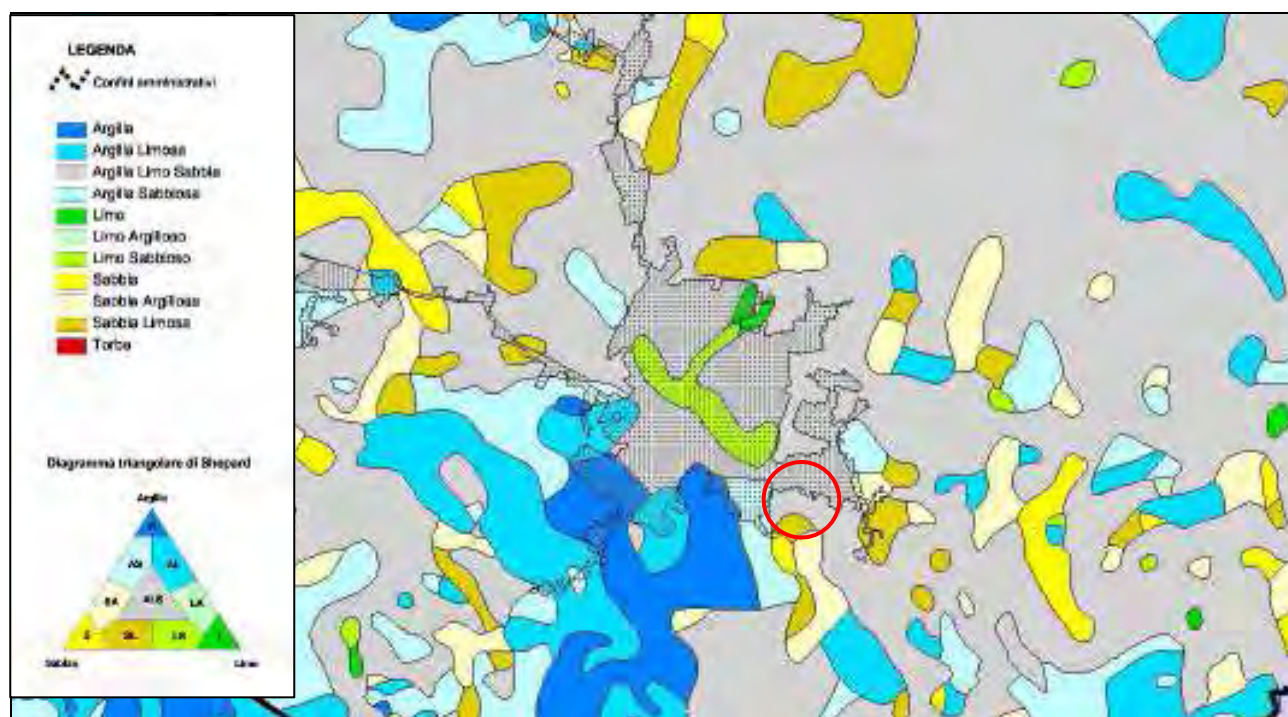


Figura 2.2-3

Stralcio della tavola Q.C.0. – Litologia di superficie – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara

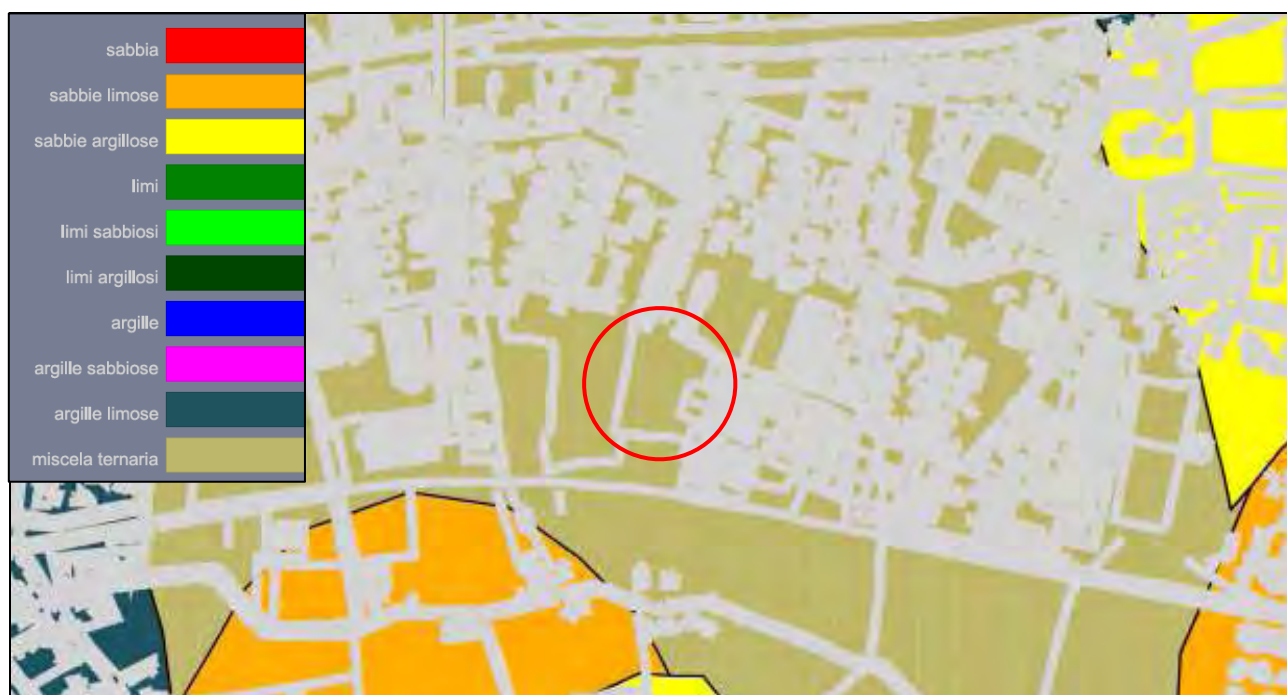


Figura 2.2-4

Stralcio della tavola 1/02.15 –Litologia di superficie – Quadro Conoscitivo – Analisi geologiche - P.S.C. Ferrara

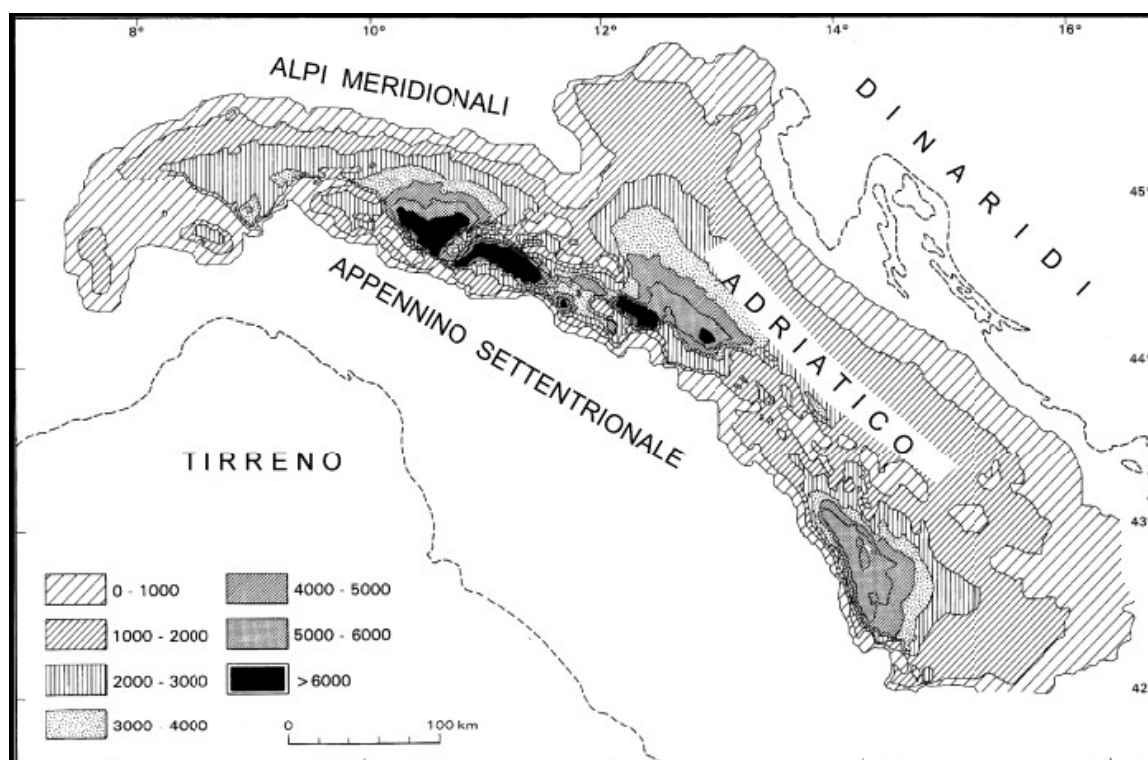


Figura 2.2-5

Carta della profondità della base della successione Plio-Quaternaria nell'avanfossa padano-adriatica. Gli intervalli tra le isobate, identificati dai simboli in legenda, sono espressi in metri (modificato da Bartolini et alii, 1996).

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

2.3. Forme del terreno e caratteri geomorfologici

La zona oggetto di studio è localizzata nella bassa Pianura Padana e, quindi, la lettura dei caratteri geomorfologici può essere effettuata utilizzando i supporti cartacei a disposizione, integrati dalla conoscenza della zona derivante dall'esecuzione delle indagini riportate e descritte nella presente e di altre effettuate nei pressi.

Dall'analisi delle cartografie disponibili risulta che le aree di studio sono localizzate all'interno di una zona suborizzontale, con quote prossime a circa + 6.70 mt rispetto al l.m.m. Come si vedrà in seguito, le indagini geognostiche analizzate, evidenziano una prevalenza di sedimenti originatisi in seguito ad eventi a bassa o nulla energia idrodinamica (depositi alluvionali), caratterizzati da depositi coesivi, localmente interrotti da sedimenti originatisi in seguito ad eventi a medio-alta energia idrodinamica di deposizione fluviale, caratterizzati da depositi coesivo-granulari e granulari.

In figura 2.3-5 si riportano i grafici con gli andamenti della resistenza alla punta delle prove analizzate, effettuate in corrispondenza dell'area di studio e più avanti descritte, utili per evidenziare i cambiamenti litologici in profondità.

Le caratteristiche sopra descritte si possono leggere, in parte, anche sulla Carta Geomorfologica della Pianura Padana, nella quale si rilevano, a piccola scala, tratti di pianura alluvionale limosi ed argillosi e tratti di pianura alluvionale sabbiosi, tracce di corsi fluviali estinti, a livello della pianura o leggermente incassati e tracce di dossi fluviali particolarmente pronunciati (altezza > 2 mt, pendenza longitudinale < 1‰).

Dallo stralcio della Carta Geomorfologica di dettaglio della Provincia di Ferrara si osserva come, nello specifico, l'area in oggetto risulti localizzata in corrispondenza di una zona priva di particolari elementi geomorfologici, a sud del paleoalveo del Po di Volano. Il tutto è confermato anche dalla Tavola Geomorfologia del P.T.C.P. della Provincia di Ferrara e dalla Carta Geomorfologica del P.S.C. di Ferrara, delle quali si riportano stralci in figura 2.3-3 e 2.3-4.

Supporti cartografici

- Figura 2.3-1. Carta Geomorfologica della Pianura Padana – scala 1:250.000
- Figura 2.3-2. Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara - scala 1:10.000
- Figura 2.3-3. Stralcio della Tavola Q.C.0.1 - Geomorfologia – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara
- Figura 2.3-4. Stralcio della Tavola 1/02.16 – Carta Geomorfologica – Quadro Conoscitivo - P.S.C.

Ferrara

- Figura 2.3-5. Grafici andamento resistenza alla punta delle prove effettuate

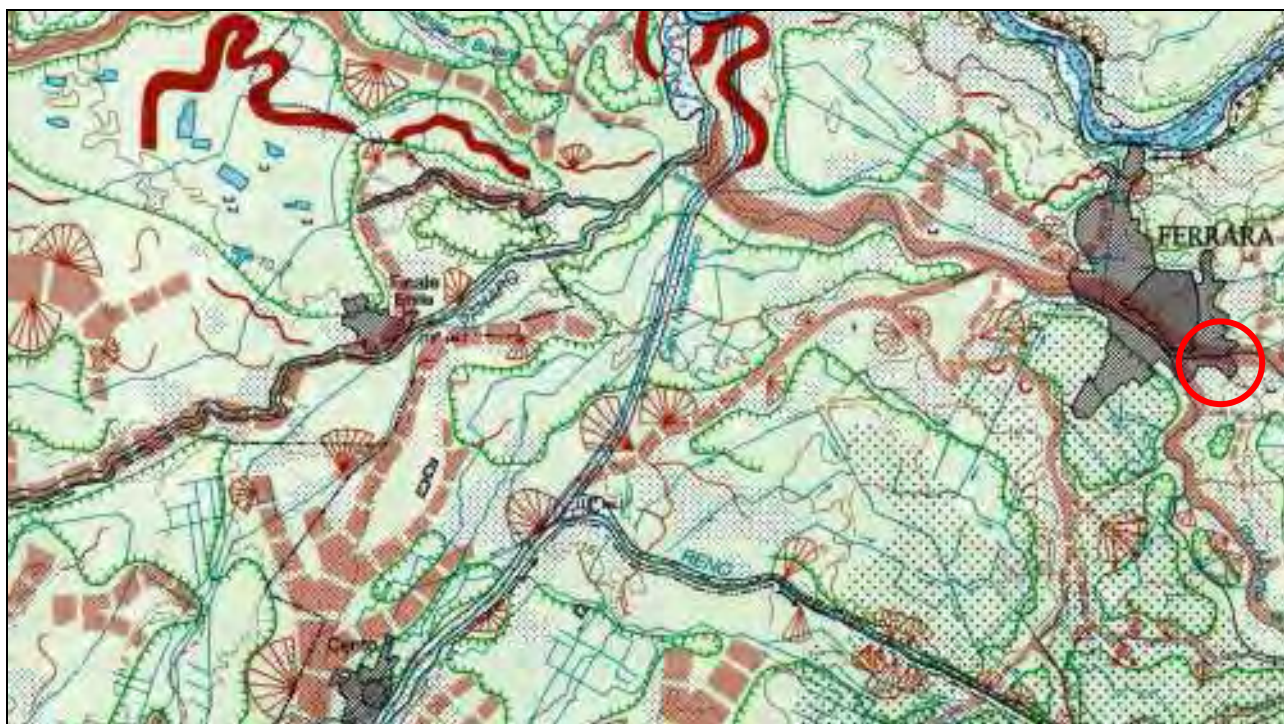


Figura 2.3-1
Stralcio della Carta Geomorfologica della Pianura Padana
Scala 1:250.000



Figura 2.3-2
Stralcio della Carta Geomorfologica della Provincia di Ferrara
Scala 1:10.000

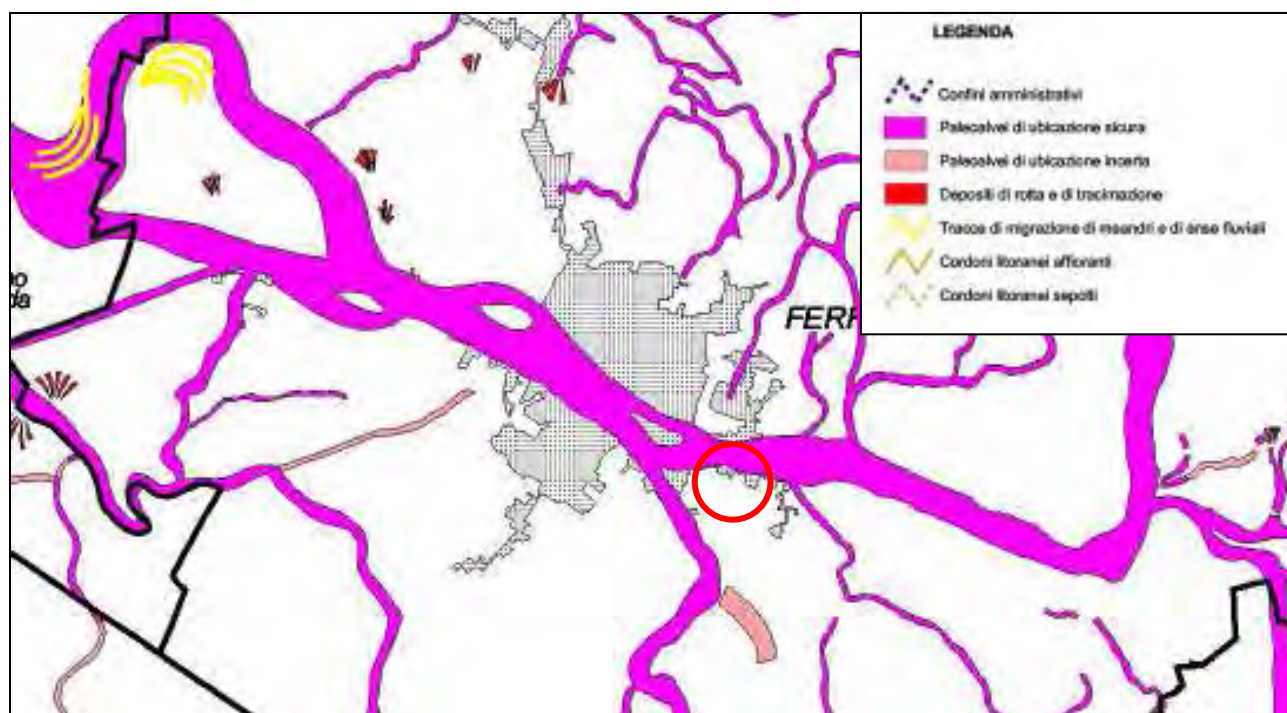


Figura 2.3-3

Stralcio della Tavola Q.C.0.1 - Geomorfologia – P.T.C.P. della Provincia di Ferrara

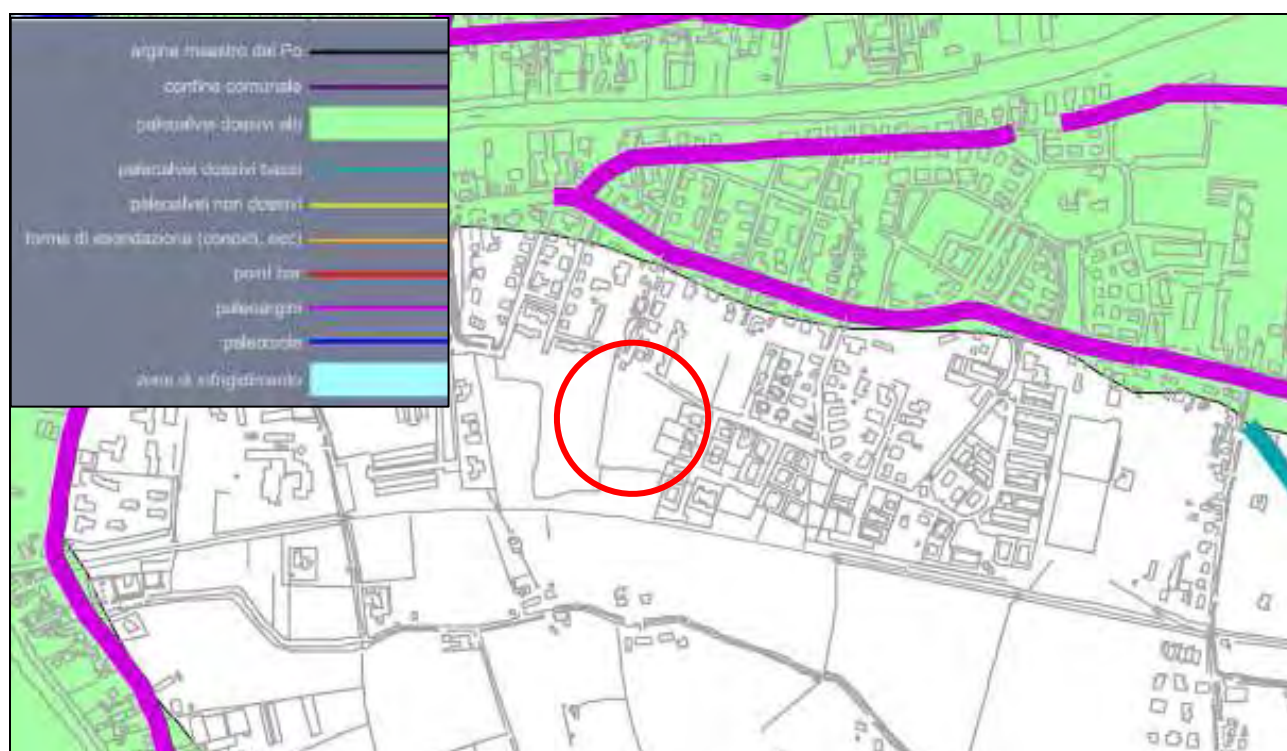


Figura 2.3-4

Stralcio della Tavola 1/02.16 - Carta Geomorfologica – Quadro Conoscitivo – Analisi geologiche - P.S.C. Ferrara

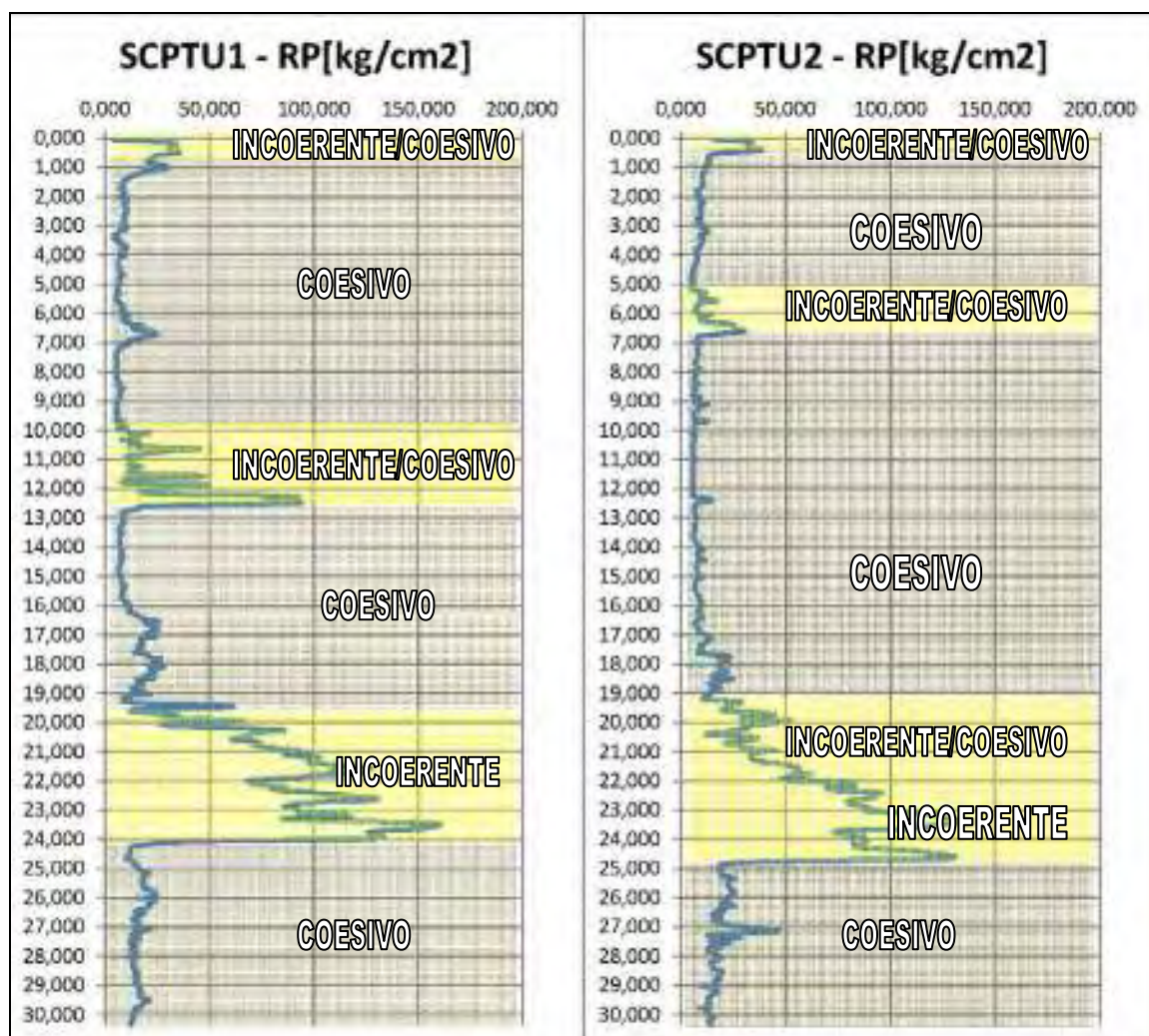


Figura 2.3-5

Grafici andamento resistenze alla punta delle prove effettuate

2.4. Subsidenza

In base agli studi messi a disposizione da Arpa, si evidenzia come l'area di studio ricada in corrispondenza di una zona con velocità a movimento verticale del suolo variabile da mm -2.5 a mm 0 all'anno, considerando le isocinetiche relative al periodo di tempo 2006/2011, come si evince dalla cartografia nella figura 2.4-1.

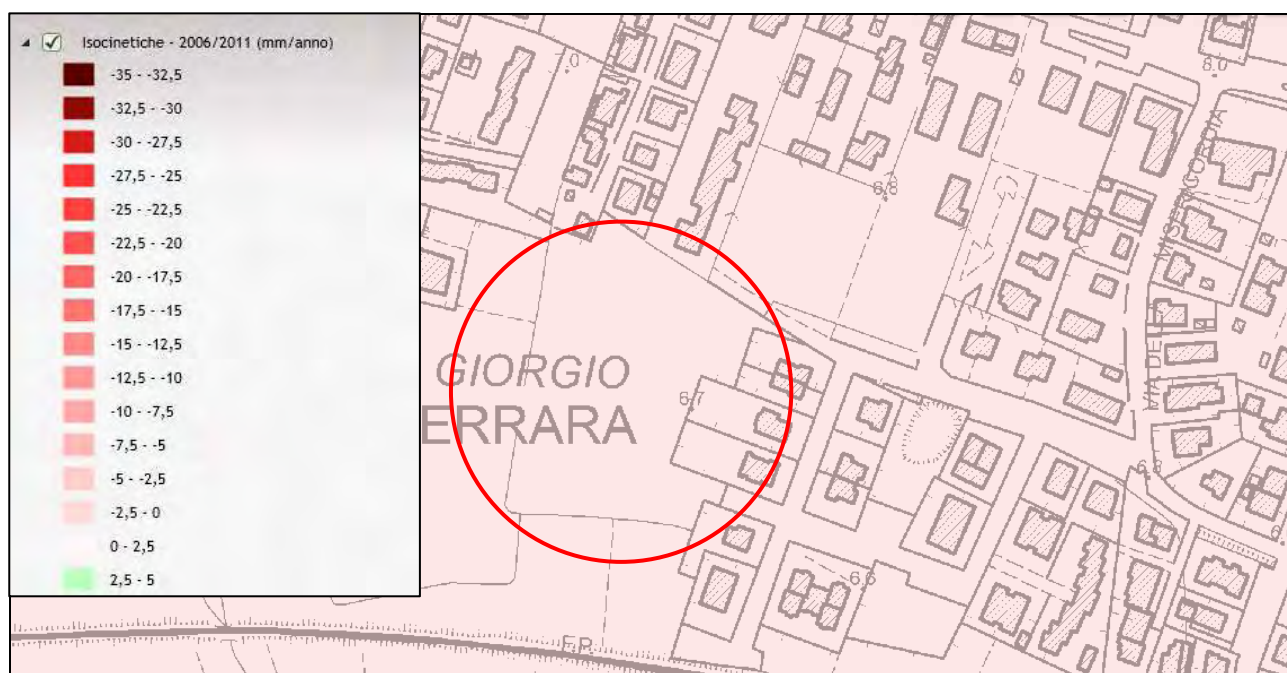


Figura 2.4-1

Stralcio della cartografia delle velocità di movimento verticale del suolo; elaborata dall'ARPA Emilia-Romagna (<http://serviziqis.arpa.emr.it/Geovistaweb/default.aspx>)

2.5. Rischio geologico

L'area oggetto di studio ricade all'interno di un vasto territorio di pianura, nel quale non sussistono quindi rischi legati a movimenti di versante, erosioni o sismicità connessa a fenomeni vulcanici. Per quanto riguarda i rischi legati a problematiche di tipo idrogeologico e sismico, si rimanda ai paragrafi specifici di seguito riportati.

2.6. Caratteri idrogeologici e idrologici

Ad interpretazione della situazione idrogeologica locale va innanzitutto segnalato come, dal punto di vista idrogeologico, si intenda acquifero *“una formazione idrogeologica permeabile che permette il deflusso significativo di una falda idrica sotterranea e la captazione di quantità apprezzabili d'acqua con mezzi economici”*.

In base alla definizione sopra riportata, la falda deve quindi avere un deflusso, il quale dovrà essere caratterizzato da spostamenti a prevalente componente orizzontale. Tale definizione è assunta dalla Delibera del 4 Febbraio 1977 che definisce *“falda superficiale”* un serbatoio d'acqua sotterranea che ha contatti diretti con le acque di superficie, presumendone quindi un flusso.

Nei fori residuali delle indagini eseguite ed analizzate, alla data di esecuzione delle stesse, è stata misurata la quota della falda (o superficie di saturazione), alle profondità indicate in tabella:

TABELLA 2.6-1

PROFONDITÀ SUPERFICIE FREATICA DAL P.C. IN DATA 21 NOVEMBRE 2012 (PROVE ESEGUITE IN CORRISPONDENZA DELL'AREA DI P.U.A.)

Identificativo indagine	Profondità della sup. di saturazione dal p.c. (mt)
SCPTU1	2.00
SCPTU2	1.80

Vista la situazione al contorno, in base alle risultanze delle prove penetrometriche, la prima acqua di strato che si incontra dal piano campagna, corrisponde ad acqua di saturazione a movimento prevalentemente verticale, in quanto individuata in litotipi coesivi (manca la componente serbatoio granulare).

Per quanto riguarda le acque di superficie, nelle cartografie viene indicata la presenza del Condotto Misericordia, ubicato in direzione sud ad una distanza di circa mt 210 e del Po di Volano, ubicato in direzione nord ad una distanza di circa mt 365. I corsi d'acqua sopra elencati sono evidenziati e visibili nello stralcio della Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco di Figura 2.6-3.

Viste le loro distanze dai siti in esame, le caratteristiche dei corsi d'acqua i rapporti di quota e le caratteristiche litologiche, si ritiene che non possano concorrere direttamente nella regimazione della falda o acqua di saturazione nel breve e medio periodo ma, per quanto riguarda il Condotto Misericordia, solamente in maniera secondaria per effetto dello scolo delle acque superficiali e, in genere, della regimazione delle acque meteoriche dell'intero comparto, il quale risulta però condizionato anche dalla presenza dell'asse ferroviario Ferrara – Ostellato.

In ragione di quanto sopra, la regimazione della falda in zona o acqua di saturazione sarà attualmente regolata principalmente dall'evapotraspirazione e dall'infiltrazione efficace, particolarmente favorite dall'attuale destinazione a verde dei terreni, oltre che dalla regimazione legata alla presenza di un fosso di scolo interno all'area. Stante tale situazione è probabile che i livelli misurati a novembre del 2012, in parte condizionati dall'andamento estivo e in parte dalle precipitazioni di ottobre e novembre, fossero prossimi ai medi annui. Nelle condizioni attuali si ritiene siano possibili forti escursioni della superficie freatica, che tenderanno a diminuire in seguito alla realizzazione delle opere di urbanizzazione e degli edifici.

Dall'osservazione della Carta delle Aree storicamente allagate, ottenuta dall'elaborazione dei dati bibliografici a disposizione, si evince come le aree in esame non siano state soggette ad allagamenti nel tempo.

Supporti Grafici e Cartografici:

- Figura 2.6-1. Schema di identificazione del sistema acquifero
- Figura 2.6-2. Schema movimento dell'acqua nel sottosuolo
- Figura 2.6-3. Stralcio Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco
- Figura 2.6-4. Stralcio Carta Tecnica Regionale con canali in evidenza – scala 1:10.000
- Figura 2.6-5. Stralcio Carta aree storicamente allagate – scala 1:10.000

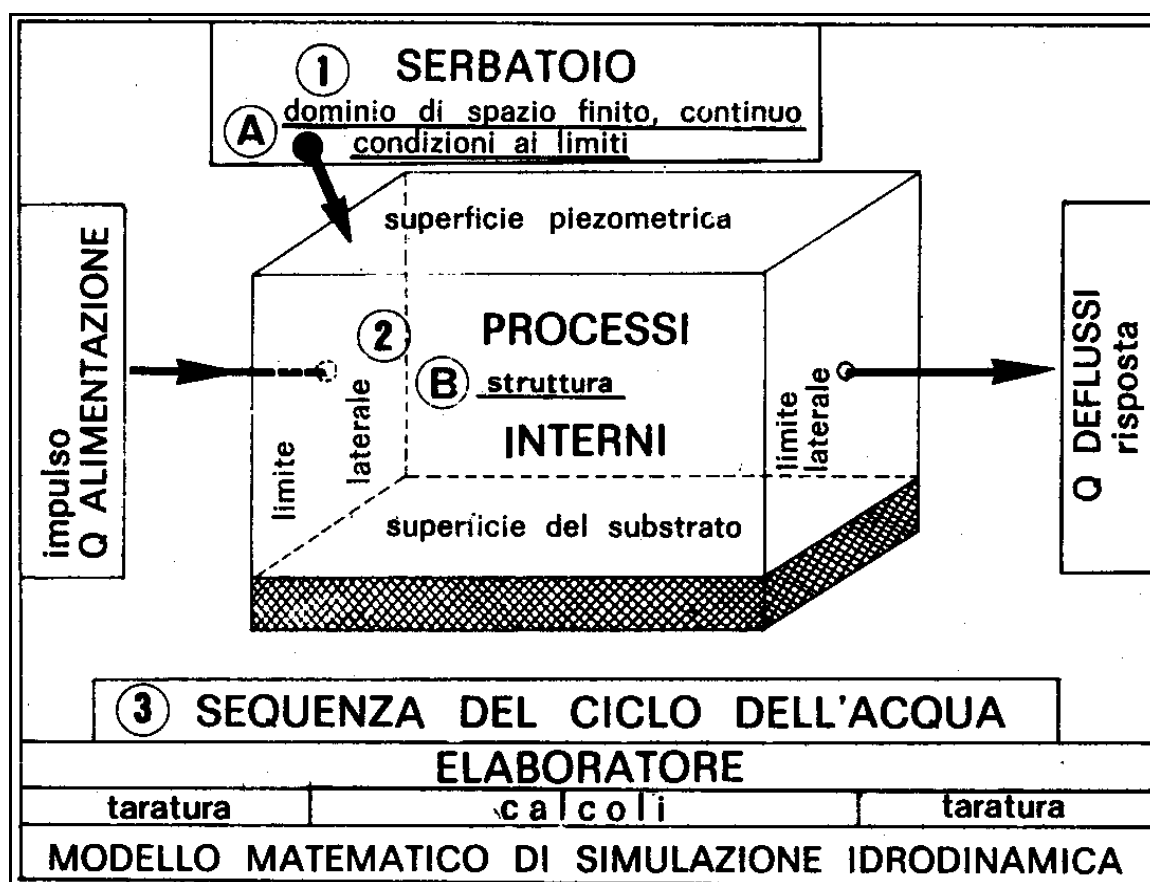


Figura 2.6-1

Schema di identificazione del sistema acquifero

direzione	verso	fenomenologia	zone di umidità interessate
prevalentemente verticale	discendente	percolazione verso la falda	zona di aerazione
	ascendente	ascensione capillare	
	alternato	oscillazioni del livello piezometrico	fascia di oscillazione
prevalentemente orizzontale	—	deflusso della falda	zona di saturazione

Figura 2.6-2

Movimento dell'acqua nel sottosuolo

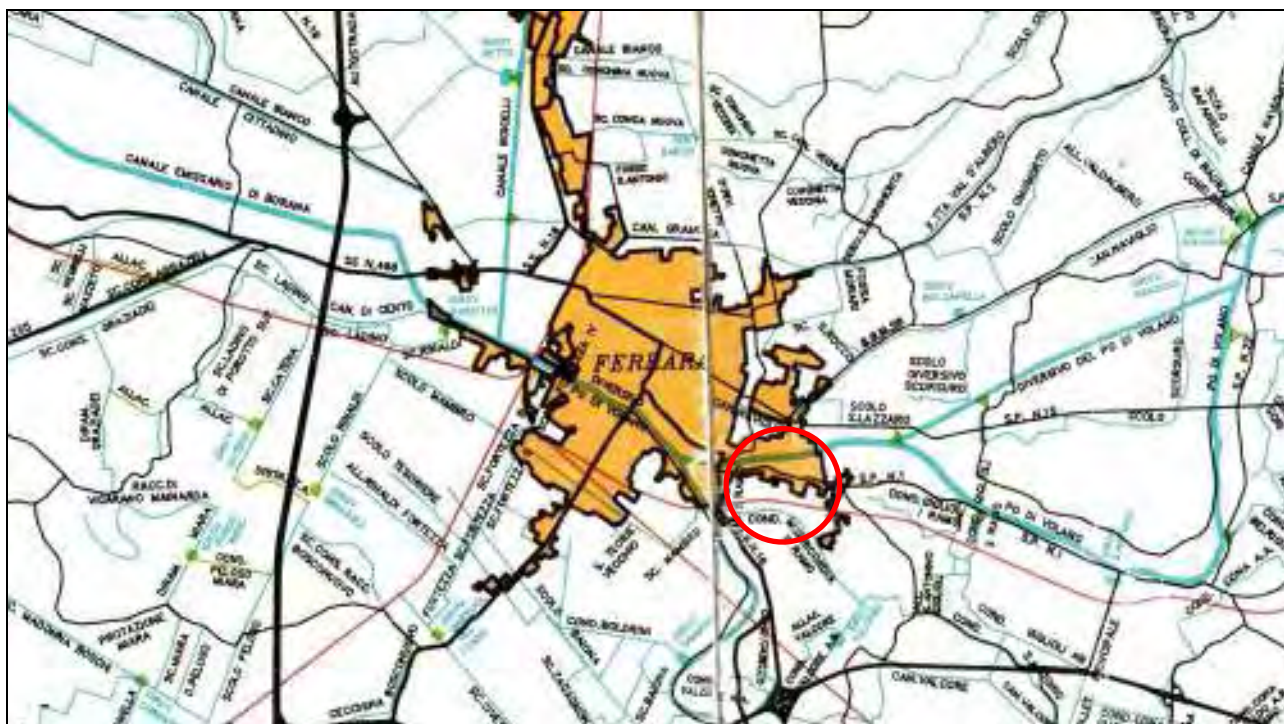


Figura 2.6-3
Stralcio Carta Idrografica del bacino Burana-Volano-Canal Bianco
Scala 1:100.000



Figura 2.6-4
Stralcio Carta Tecnica Regionale con evidenziati i canali
Scala 1:10.000

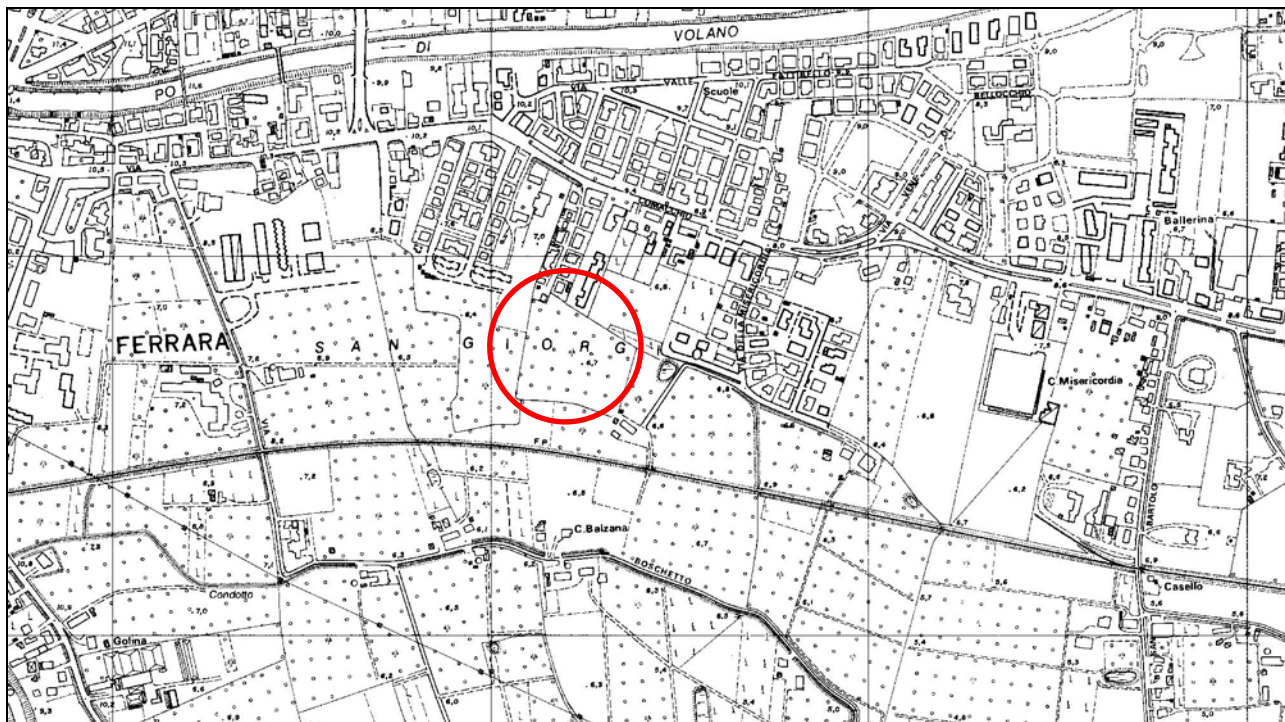


Figura 2.6-5

Stralcio Carta Aree Storicamente allagate

Scala 1:10.000

2.6.1. RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Come risulta da scheda POC, l'area di Via Valle Rillo risulta compresa in una zona potenzialmente soggetta ad allagamenti anche in assenza di rotte fluviali.

In tale zona si applica l'art. 118 comma 4 delle NTA del RUE, il quale cita testualmente:

4. Aree a rischio di allagamento

La tav. 6 individua, anche con riferimento alla "fascia C" del Piano Stralcio per le aree fluviali adottato dalla Autorità di Bacino del Po, le aree soggette a grave rischio di allagamento (da fiumi e canali). All'interno di tali aree:

- qualsiasi intervento di modificazione plano-altimetrica del suolo, ivi comprese la realizzazione di infrastrutture stradali e di sottoservizio, dovrà essere accompagnato da adeguato studio che verifichi l'effetto dell'intervento in funzione dell'evento oggetto del rischio;
- non sono consentiti piani interrati o seminterrati;
- ai piani terra dei nuovi edifici non vanno preferibilmente collocati locali destinati al soggiorno stabile delle persone e comunque è fatto divieto di prevedere, nei nuovi edifici, camere da letto a quote inferiori a m 3 dal piano di campagna esistente.

Tale area è già edificata e, come da scheda POC, saranno da prevedere congrui sistemi di drenaggio e la loro connessione con la futura vasca di laminazione.

A tale proposito si evidenzia come sia prevista un'area di laminazione delle acque meteoriche, il cui dimensionamento di massima segue le indicazioni della Del.61 del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, e recapito finale nel condotto Misericordia.

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

Per quanto di competenza dello scrivente, non si ritiene opportuno approfondire le tematiche sopra elencate, le quali dovranno essere affrontate dal Progettista. Si segnala solamente che, in merito alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, sarà comunque opportuno, ove possibile, contenere la copertura delle aree impermeabilizzate, in modo da favorire l'infiltrazione efficace e quindi ridurre l'alterazione dell'attuale regimazione della falda.

2.7. Campagna di indagini

Tipologia indagini disponibili o eseguite in questa fase di studio: prove penetrometriche statiche con piezocono sismico, prove penetrometriche statiche, analisi di laboratorio terre ed indagine geofisica a supporto delle SCPTU.

2.7.1. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CON PIEZOCONO SISMICO (SCPTU)

Numero di indagini analizzate: 2.

In base alla circolare 2 Febbraio 2009, N. 617 – C.S.LL.PP., C6.2.2, le indagini geognostiche devono garantire una adeguata caratterizzazione geotecnica del volume significativo del terreno, definita come *“la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione dell’opera e che influenza l’opera stessa”*. A tal proposito, in funzione delle caratteristiche delle opere in progetto, degli scopi del presente lavoro e delle informazioni disponibili, in accordo con le prescrizioni dei regolamenti comunali vigenti, sono stati definiti il numero e le profondità d’indagine.

Profondità d’indagine: SCPTU1, mt 30.34 da piano campagna; SCPTU2, mt 30.36 da piano campagna.

In base alla conoscenza della zona da parte dello scrivente e in relazione all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, allegato 4, cap. 2.3, le profondità delle prove risultano sufficienti per verificare l’eventuale presenza di strati continui e spessi di sabbia potenzialmente liquefacibile. Nello specifico, per manufatti con fondazioni superficiali, se fosse presente terreno sabbioso saturo a profondità superiori a mt 15.00/20.00 dal piano campagna, si potrebbe omettere la verifica della suscettibilità a liquefazione in quanto il carico litostatico costituisce un fattore contrastante rispetto all’innesco di tale fenomeno. *La liquefazione è un fenomeno che si verifica in formazioni sabbiose sature d’acqua, con superfici di falda entro pochissimi metri dalla superficie. Molto difficilmente essa arriva ad interessare strati che si trovino a profondità maggiori di mt 15-20 (“La liquefazione del terreno in condizioni sismiche”, da Crespellani, Nardi, Simoncini, 1988). Questa profondità corrisponde, in campo libero, a una pressione litostatica totale intorno a 0.3 – 0.4 Mpa. È molto difficile che un evento sismico riesca a produrre variazioni di pressione interstiziale Δu superiori a questo valore (“La liquefazione dei terreni” – Teoria, normativa e procedura di calcolo, Di Bernardo, 2011).*

Le profondità raggiunte e le modalità di indagine, sono state inoltre mirate a fornire informazioni in merito alla categoria di suolo.

2.7.2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (CPT)

Numero di indagini analizzate: 3.

Le prove sono state analizzate al fine di integrare quanto disponibile, anche in ragione della particolarità della zona e delle prescrizioni contenute nella scheda POC 6ANS-02.

Profondità d’indagine: CPT1, mt 15.00 da piano campagna; CPT2, mt 15.00 da piano campagna; CPT3, mt 15.00 da piano campagna (ubicate immediatamente a nord rispetto alla futura area di insediamento residenziale).

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

In base alla conoscenza della zona da parte dello scrivente e in relazione all’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, allegato 4, cap. 2.3, le profondità delle prove risultano anche in questo caso sufficienti per verificare l’eventuale presenza di strati spessi e continui di sabbia potenzialmente liquefacibile.

2.7.3. INDAGINE GEOFISICA

Al fine di acquisire maggiori informazioni per la classificazione sismica, è stata effettuata un’indagine geofisica mediante misura a stazione singola con tecnica *HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio)*.

Strumentazione utilizzata: l’acquisizione delle misure a stazione singola è stata eseguita con un tromografo digitale modello Tromino® Engy.

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

Ditta incaricata per l’esecuzione dell’indagine geofisica: Geotea s.r.l. - Via della Tecnica civ. 57/A4 – 40068 San Lazzaro di Savena (BO)

2.7.4. CAMPIONI TERRENO ED ANALISI EFFETTUATE

In data 19 novembre 2015, per mezzo di un campionatore ad infissione sono stati prelevati n. 4 campioni di terreno in corrispondenza dell’area di studio. Nello specifico, sono stati prelevati n. 2 campioni finalizzati al dimensionamento del pacchetto stradale e n. 2 campioni sui quali effettuare le analisi indirizzate a valutare i cedimenti post-sismici.

Numero campioni prelevati: 4.

Modalità di prelievo: campionatore ad infissione.

Profondità di campionamento C1 - A: da mt 0.60 a mt 1.20

Profondità di campionamento C2 - A: da mt 0.60 a mt 1.20

Profondità di campionamento C1 - B: da mt 2.00 a mt 3.00

Profondità di campionamento C2 - B: da mt 4.00 a mt 5.00

Analisi effettuate: su n. 2 campioni classificazioni; su n. 2 campioni limiti di consistenza di Atterberg.

Laboratorio incaricato: Geotea s.r.l. via della Tecnica civ. 57/A4 – San Lazzaro di Savena (Bo)

Documentazione Allegata:

- Allegato 5. Certificati di laboratorio geotecnico

Supporti cartografici e grafici:

- Immagine 2.7-1. Foto da satellite dell’ambito di Via della Misericordia

- Figura 2.7-2. Planimetria di progetto per la formazione del POC

- Figura 2.7-3. Planimetria area di insediamento residenziale



Immagine 2.7-1

Foto da satellite dell'ambito di Via della Misericordia

Ubicazione indagini nella futura area di insediamento residenziale

● Ubicazione delle indagini eseguite per il comparto POC n. 6ANS02

● Ubicazione delle indagini eseguite a nord dell'area destinata ad insediamento residenziale

● Ubicazione punti di campionamento



Immagine 2.7-2

Planimetria di progetto per la formazione del POC

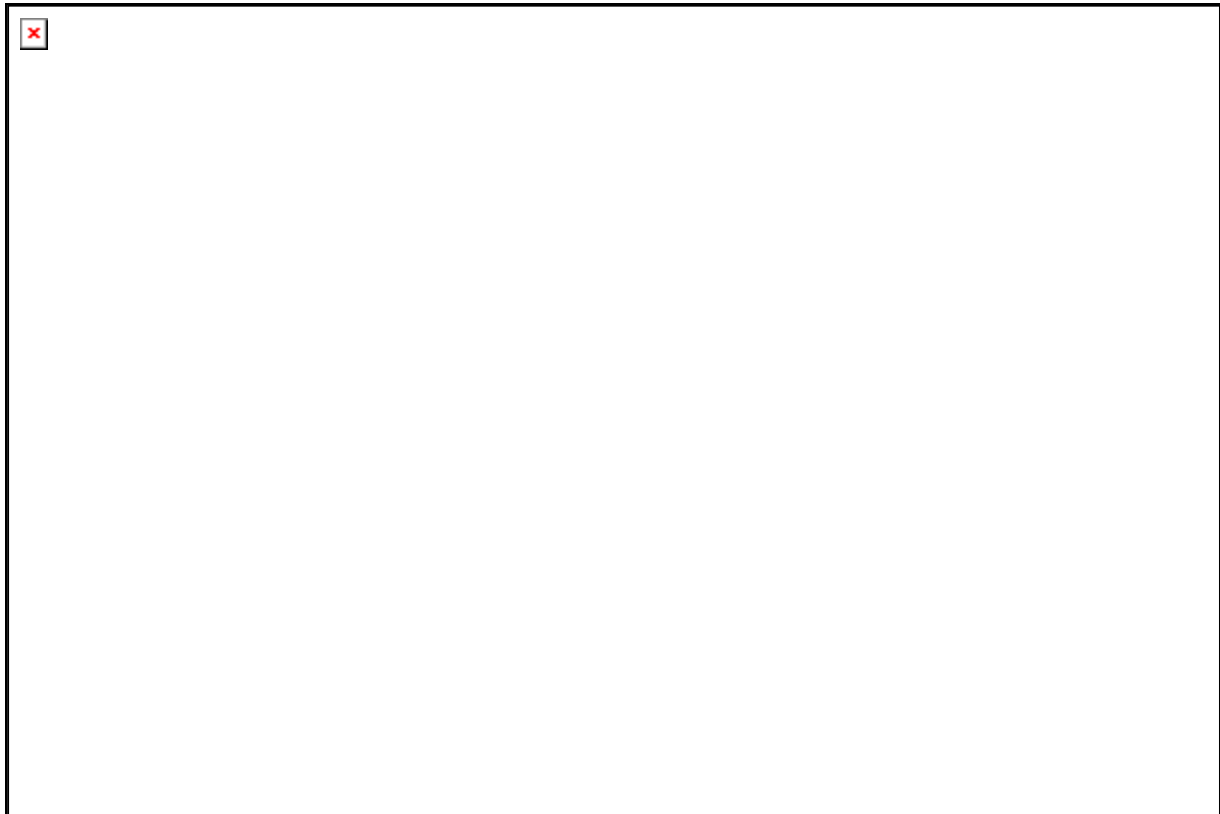


Figura 2.7-3
Planimetria area di insediamento residenziale

2.8. Campagna geognostica - Risultati

Come accennato, al fine di acquisire dati specifici del sito, sono state analizzate due prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico spinte a mt 30.34/30.36 dal piano campagna eseguite in corrispondenza dell'area di studio e n. 3 prove penetrometriche statiche effettuate a nord della futura area di insediamento residenziale. Infine sono state eseguite analisi su campioni di laboratorio ed è stata effettuata un'analisi di risposta sismica locale, utilizzando anche la prova geofisica eseguita ad integrazione delle SCPTU.

2.8.1. CARATTERI LITOLOGICI

2.8.1.1. Modalità di valutazione – SCPTU

Per il riconoscimento delle successioni litostratigrafiche, è stato utilizzato il metodo di Robertson 1986, tramite applicazione di un pacchetto software Geostru. Tale metodo è uno dei consigliati per le elaborazioni delle CPTU nelle zone in cui ci si è trovati ad operare.

Si riporta nella pagina seguente il grafico del tipo di comportamento di terreno (SBT) utilizzato dal metodo di Robertson 1986. Esso utilizza 12 classi di tipo di suolo, a differenza del metodo Robertson 1990 che ne utilizza 9. Inoltre il metodo è basato sulla resistenza alla punta q_c ed il rapporto di attrito R_f , mentre i grafici più recenti sono sviluppati sulla base di parametri normalizzati.

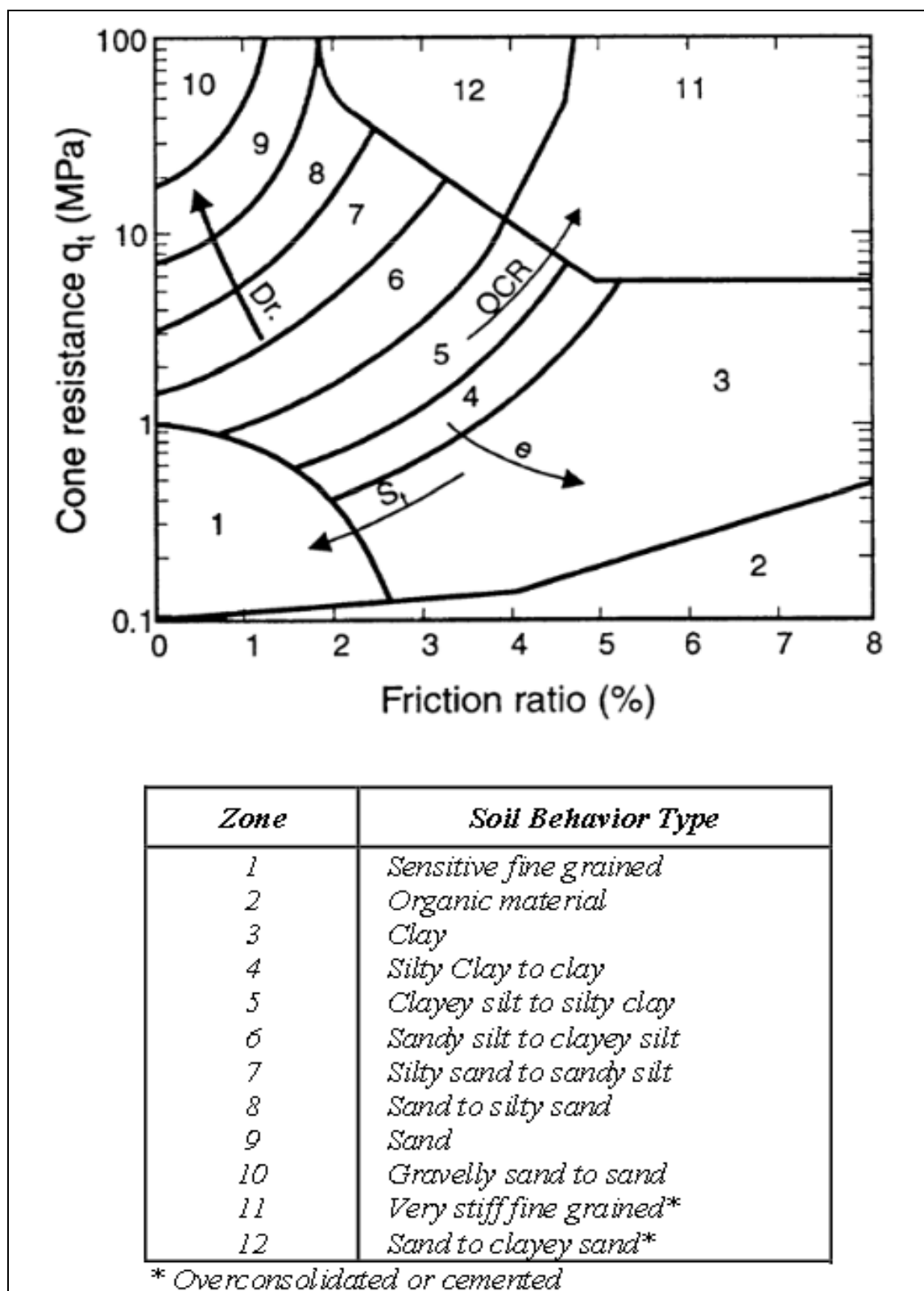


Figura 2.8.1.1-1

Grafico SBT di Robertson et al (1986) in base alla resistenza del cono CPT, q_t , e il rapporto di attrito, R_f (dove $R_f = (f_s / q_t) \text{ il } 100\%$)



2.8.1.2. Definizione delle unità litotecniche – SCPTU

Come accennato, la zona in esame è situata all'interno della piana alluvionale originatasi in seguito alla deposizione dei materiali in sospensione nelle acque dei fiumi che attraversavano l'attuale Pianura Padana. I depositi fluviali che ne sono derivati, sono invariabilmente costituiti dall'alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine, con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana. Per mezzo delle elaborazioni delle prove, è stato possibile definire le litologie e gli strati elencati nelle seguenti tabelle, descritti con riferimento alla prevalenza dei terreni in essi contenuti.

TABELLA 2.8.1.2-1

SCPTU1 – DESCRIZIONI LITOLOGICHE

N. strati	Profondità		Descrizione	Spessore	
	tetto (mt)	letto (mt)		(mt)	
1	0.00	0.82	Limi sabbiosi e limi argillosi	0.82	
2	0.82	6.00	Argille	5.18	
3	6.00	7.24	Limi argillosi e argille limose	1.24	
4	7.24	9.60	Argille	2.36	
5	9.60	12.58	Limi sabbiosi e limi argillosi	2.98	
6	12.58	19.30	Argille	6.72	
7	19.30	24.10	Sabbie – sabbie limose	4.80	
8	24.10	30.34	Argille	6.24	

TABELLA 2.8.1.2-2

SCPTU2 – DESCRIZIONI LITOLOGICHE

N. strati	Profondità		Descrizione	Spessore	
	tetto (mt)	letto (mt)		(mt)	
1	0.00	0.56	Sabbie limose – limi argillosi	0.56	
2	0.56	5.16	Argille	4.60	
3	5.16	6.74	Limi sabbiosi e limi argillosi	1.58	
4	6.74	19.20	Argille	12.46	
5	19.20	21.38	Limi sabbiosi e limi argillosi	2.18	
6	21.38	24.76	Sabbie	3.38	
7	24.76	30.36	Argille	5.60	

Le caratterizzazioni specifiche delle singole unità sono riportate nelle schede di elaborazione al paragrafo 3.4.1 della presente relazione.

Di seguito si riportano i grafici delle prove elaborate per mezzo del software Static Probing.

Supporti Grafici:

- Allegati 1 - 2. Certificati prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico

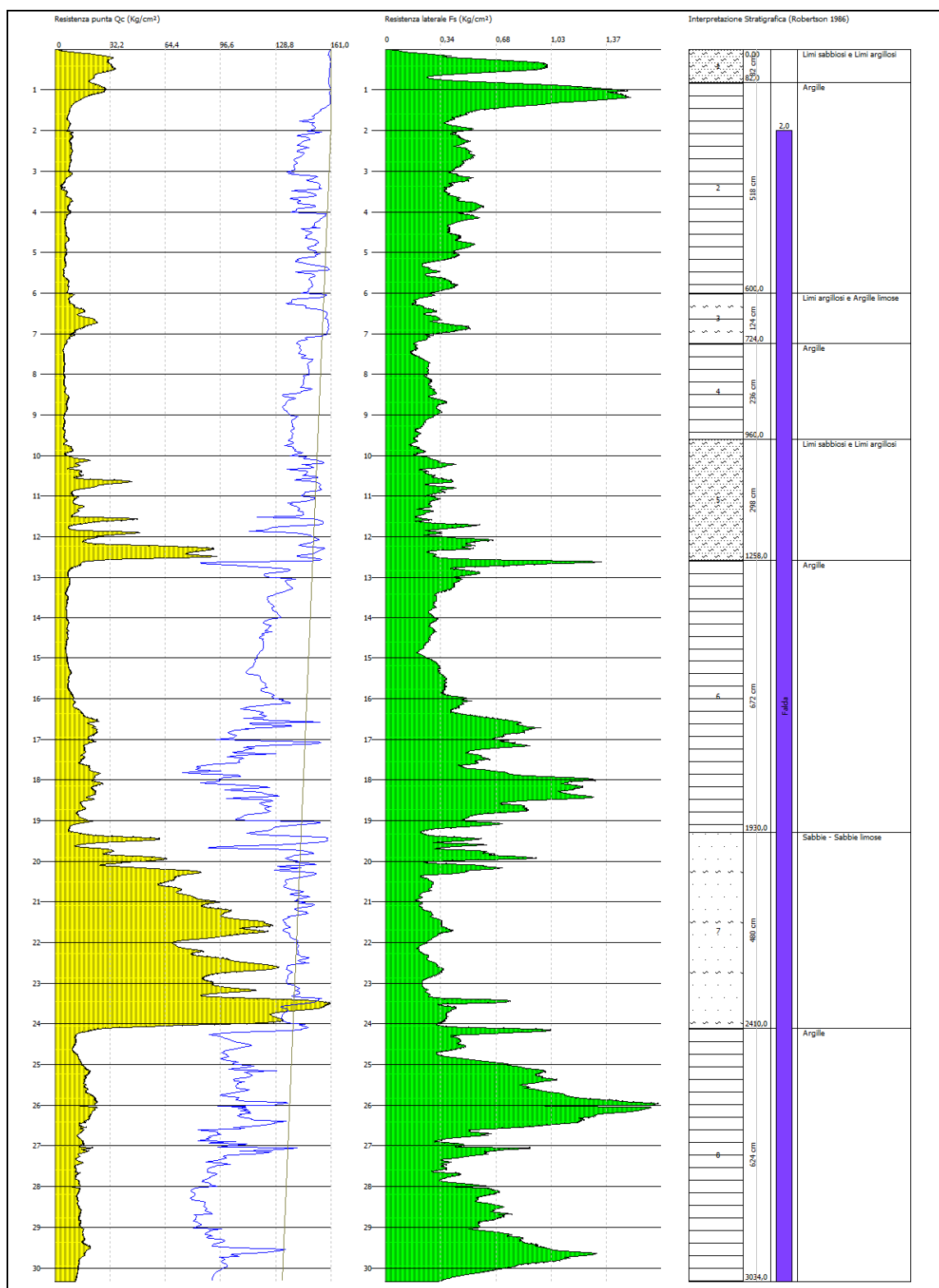


Figura 2.8.1.2-1
Grafico prova SPTU1

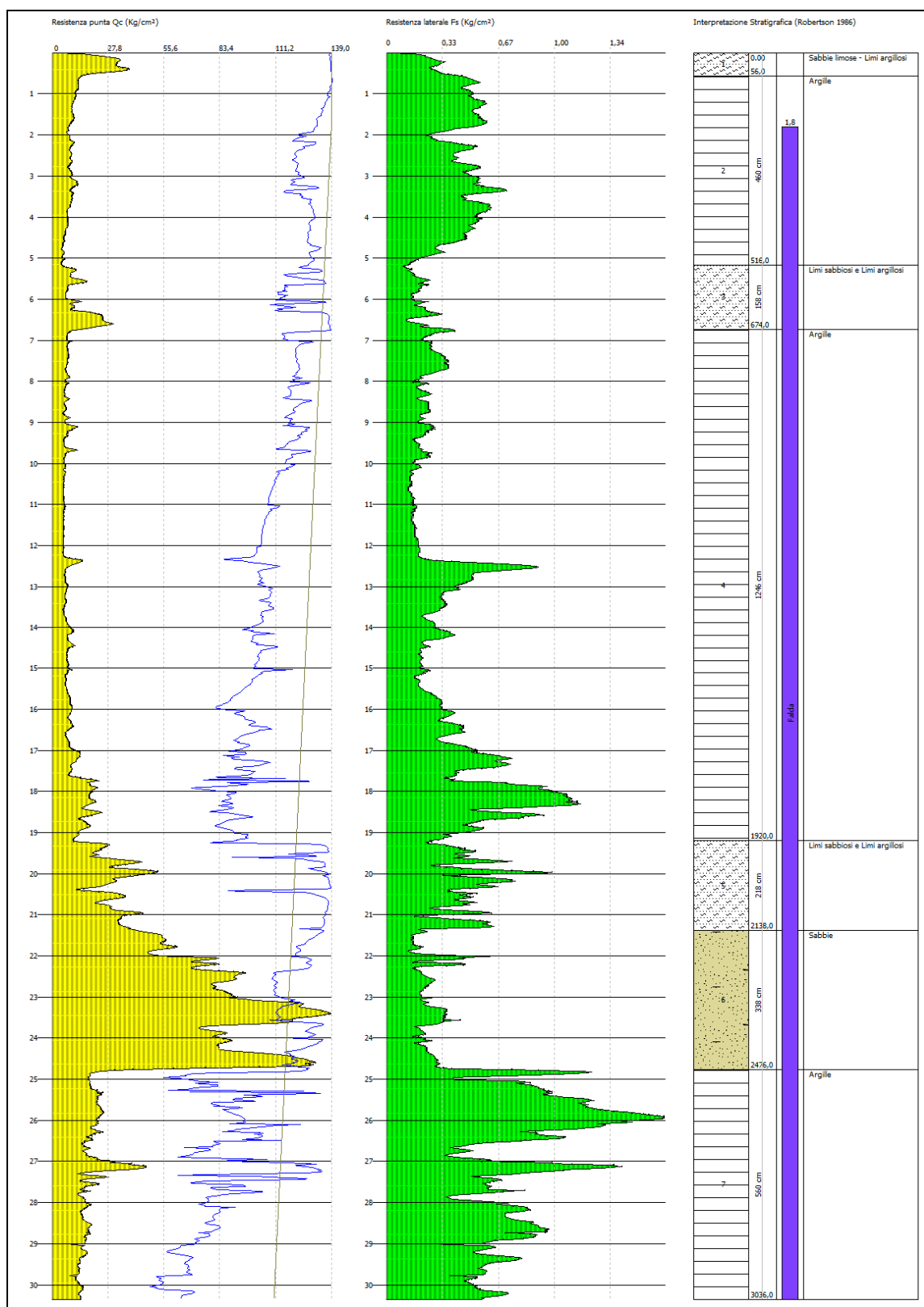


Figura 2.8.1.2-2
Grafico prova SCPTU2

2.8.1.3. Modalità di valutazione - CPT

Per il riconoscimento di massima delle successioni litostratigrafiche, effettuato mediante le risultanze delle prove penetrometriche statiche analizzate, sono state utilizzate le metodologie di seguito descritte.

Rapporto di Begemann 1965 – A.G.I. 1977

F = resistenza alla punta/resistenza di attrito laterale

A fini orientativi si possono indicare i seguenti valori di F , caratterizzanti terreni con diversa granulometria (valido per terreni saturi):

TERRENO	F
Torbe ed argille organiche	$F \leq 15$
Limi ed argille	$15 < F \leq 30$
Limi sabbiosi e sabbie limose	$30 < F \leq 60$
Sabbie e sabbie con ghiaia	$F > 60$

Schmertmann 1978

$R_p - R_L/R_p$

Legenda simbologie utilizzate nella colonna stratigrafica, ricavata in base alla teoria di Schmertmann:

AO = argilla organica e terreni misti
Att = argilla (inorganica) molto tenera
At = argilla (inorganica) tenera
Am = argilla (inorganica) di media consistenza
Ac = argilla (inorganica) consistente
Acc = argilla (inorganica) molto consistente
ASL = argilla sabbiosa e limosa
SAL = sabbia e limo/sabbia e limo argilloso
Ss = sabbia sciolta
Sm = sabbia mediamente addensata
Sd = sabbia densa e cementata
SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Casi dubbi nell'applicazione del rapporto R_p/R_L

Si è proceduto a scelte litologiche con validità orientativa, che prevedono la possibilità di casi dubbi nell'applicazione delle teorie di Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977; tali scelte litologiche possono essere così sintetizzate:

$7 < R_p < 20 \text{ Kg/cm}^2$: possibili terreni coesivi in genere anche se $R_p/R_L < 15$
 $R_p \leq 20 \text{ Kg/cm}^2$: possibili terreni coesivi anche se $R_p/R_L > 30$
 $R_p \geq 20 \text{ Kg/cm}^2$: possibili terreni granulari anche se $R_p/R_L < 30$

2.8.1.4. Caratteri litologici – descrizione CPT

Le caratteristiche litostratigrafiche, esaminate per mezzo del **rapporto di Begemann (1965) – norme A.G.I. (1977)**, permettono di evidenziare, in corrispondenza della prova CPT1, da piano campagna a mt 2.00 di profondità, la prevalenza di limi ed argille con alcuni livelli decimetrici superficiali costituiti da limi sabbiosi – sabbie limose e da torbe ed argille organiche.

Da mt 2.00 a mt 3.20 il rapporto di Begemann permette di individuare uno strato costituito da torbe ed argille organiche, a sua volta sovrapposto ad uno strato di limi ed argille individuato fino a mt 5.00 dal piano campagna. Da mt 5.00 a mt 11.60, viene segnalato un banco costituito prevalentemente da torbe ed argille organiche, con livelli decimetrici di limi ed argille.

Da mt 11.60 a mt 15.00 (massima profondità d'indagine), il rapporto di Begemann segnala la presenza di alternanze costituite da limi ed argille e sabbie limose – limi sabbiosi.

In corrispondenza della prova CPT2, superato un livello superficiale limoso-sabbioso si individua, fino a mt 8.60 dal piano campagna, un banco costituito principalmente da limi ed argille con alcuni livelli decimetrici di torbe ed argille organiche. Da mt 8.60 a mt 12.20 le resistenze alla punta e il rapporto di Begemann aumentano, evidenziando la presenza di limi sabbiosi – sabbie limose, con livelli di limi ed argille.

Da mt 12.20 a mt 15.00 (massima profondità d'indagine), il rapporto di Begemann torna a diminuire evidenziando limi ed argille e torbe ed argille organiche.

Nella prova CPT3, superato un livello superficiale limoso-sabbioso, risultano presenti alternanze costituite prevalentemente da strati decimetri e metrici di limi ed argille e torbe ed argille organiche, fino a mt 8.80 da piano campagna.

Da mt 8.80 a mt 11.80, analogamente alla prova n. 2 il rapporto di Begemann aumenta evidenziando la presenza di limi sabbiosi – sabbie limose, con livelli di limi ed argille.

Da mt 11.80 a mt 15.00 si registra anche in questo caso una riduzione delle resistenze e del rapporto di Begemann e risultano presenti torbe ed argille organiche e limi ed argille.

Le caratteristiche litologiche, desunte per mezzo dell'interpretazione di **Schmertmann**, permettono di confermare in linea di massima le valutazioni effettuate con la precedente metodica, a parte un leggero aumento della componente organica.

Introducendo, infine, la possibilità di **casi dubbi** nella ricostruzione litostratigrafica effettuata per mezzo del rapporto di Begemann – norme A.G.I., si registrano le medesime condizioni litostratigrafiche descritte precedentemente, a parte la drastica riduzione dei livelli coesivo-organici, che risultano in buona parte sostituiti da litotipi coesivi, nonché la sostituzione di alcuni livelli coesivi con livelli coesivo-granulari.

In base a queste ultime valutazioni, è confermata la presenza di livelli coesivo-organici, alle seguenti profondità dal piano campagna:

CPT1

- a mt 8.40;
- a mt 10.60.

CPT2

- da mt 5.80 a mt 6.20;
- a mt 8.40;
- a mt 12.40.

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

CPT3

- a mt 5.60;
- a mt 8.40.

Si conferma allo stesso modo la presenza di strati granulari e coesivo-granulari alle seguenti profondità dal piano campagna:

CPT1

- da mt 0.20 a mt 0.60, granulare e coesivo – granulare;
- da mt 11.60 a mt 15.00, granulare e coesivo – granulare.

CPT2

- da mt 0.20 a mt 0.80, granulare e coesivo – granulare;
- a mt 1.60 coesivo – granulare;
- da mt 8.60 a mt 11.20, granulare e coesivo – granulare;
- da mt 11.40 a mt 12.20, granulare e coesivo – granulare.

CPT3

- da mt 0.20 a mt 1.00, granulare e coesivo – granulare;
- da mt 8.80 a mt 11.80, granulare e coesivo – granulare.

Nelle figure alle pagine seguenti, sono riportati gli istogrammi con relative interpretazioni litologiche.

Da un confronto con le CPTU risulterebbe che, procedendo verso nord, lo strato granulare e coesivo-granulare individuato a circa 11 - 13 mt di profondità, tende ad ispessirsi e a variare di profondità

Si veda a tale proposito il confronto in figura 2.8.1.4-4, per la lettura del quale si tenga conto che la SCPTU2 è la prova più a sud e le CPT sono quelle più a nord.

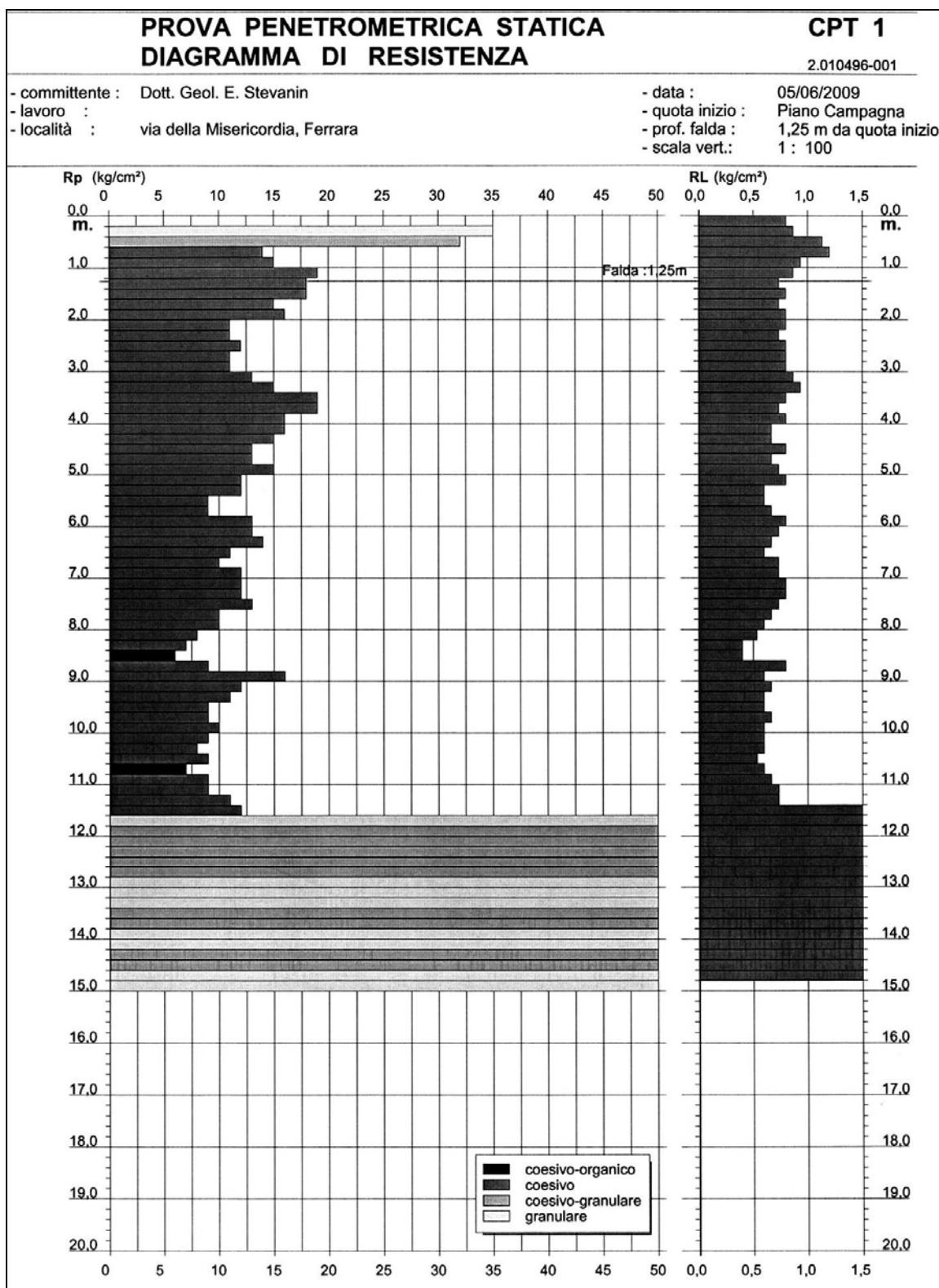


Figura 2.8.1.4-1

Grafico e interpretazioni litologiche prova CPT1

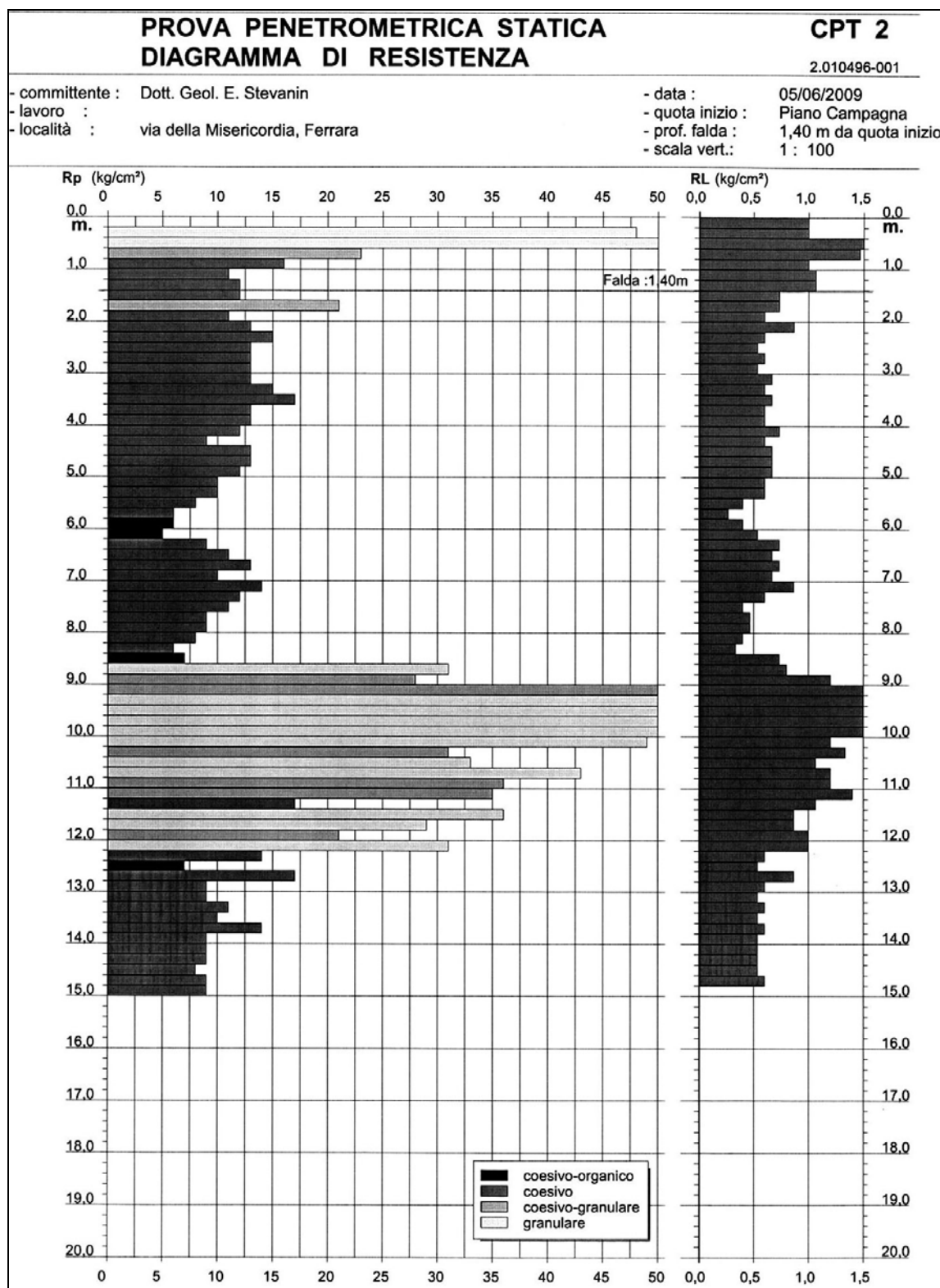


Figura 2.8.1.4-2

Grafico e interpretazioni litologiche prova CPT2

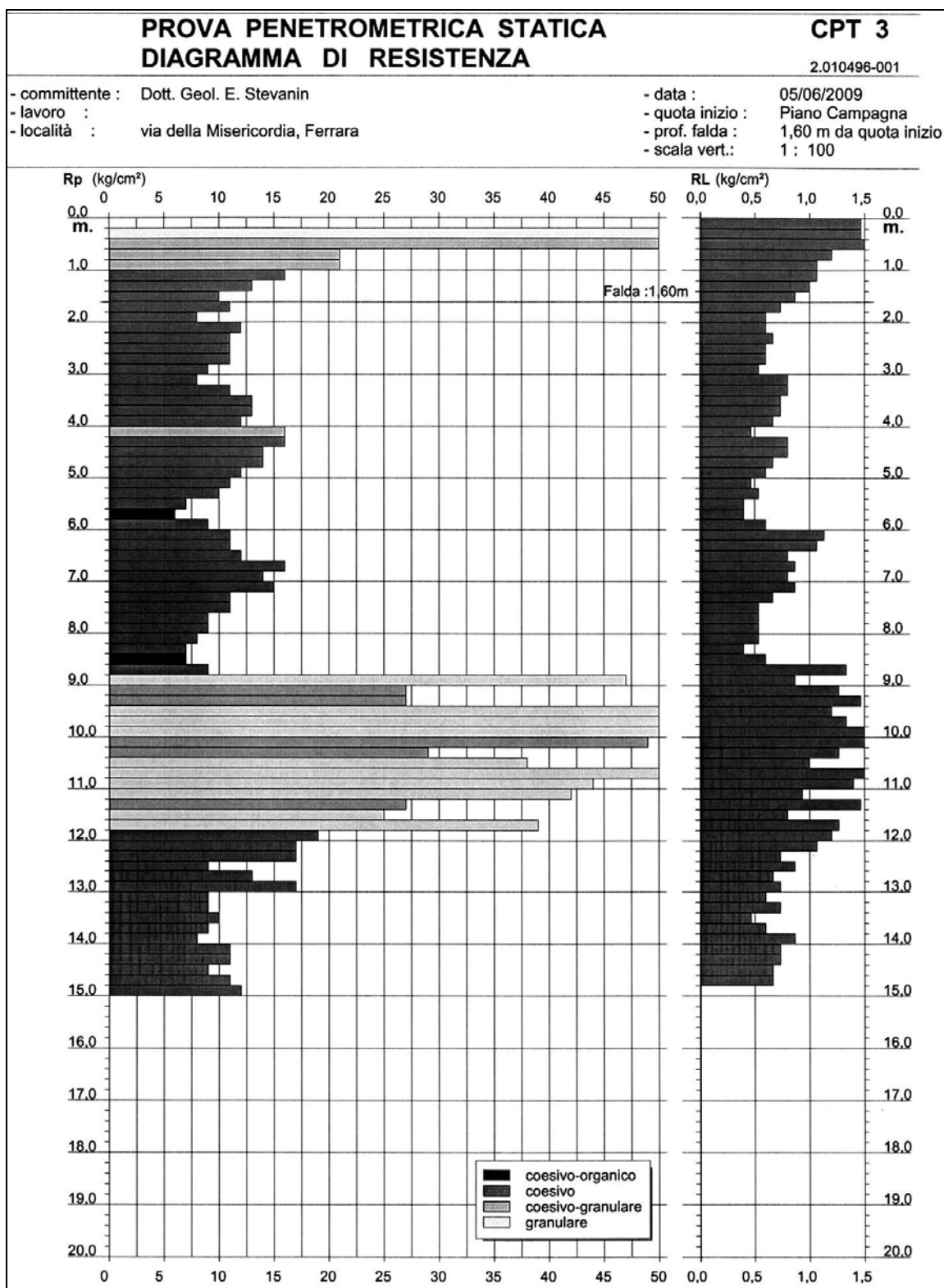


Figura 2.8.1.4-3

Grafico e interpretazioni litologiche prova CPT3

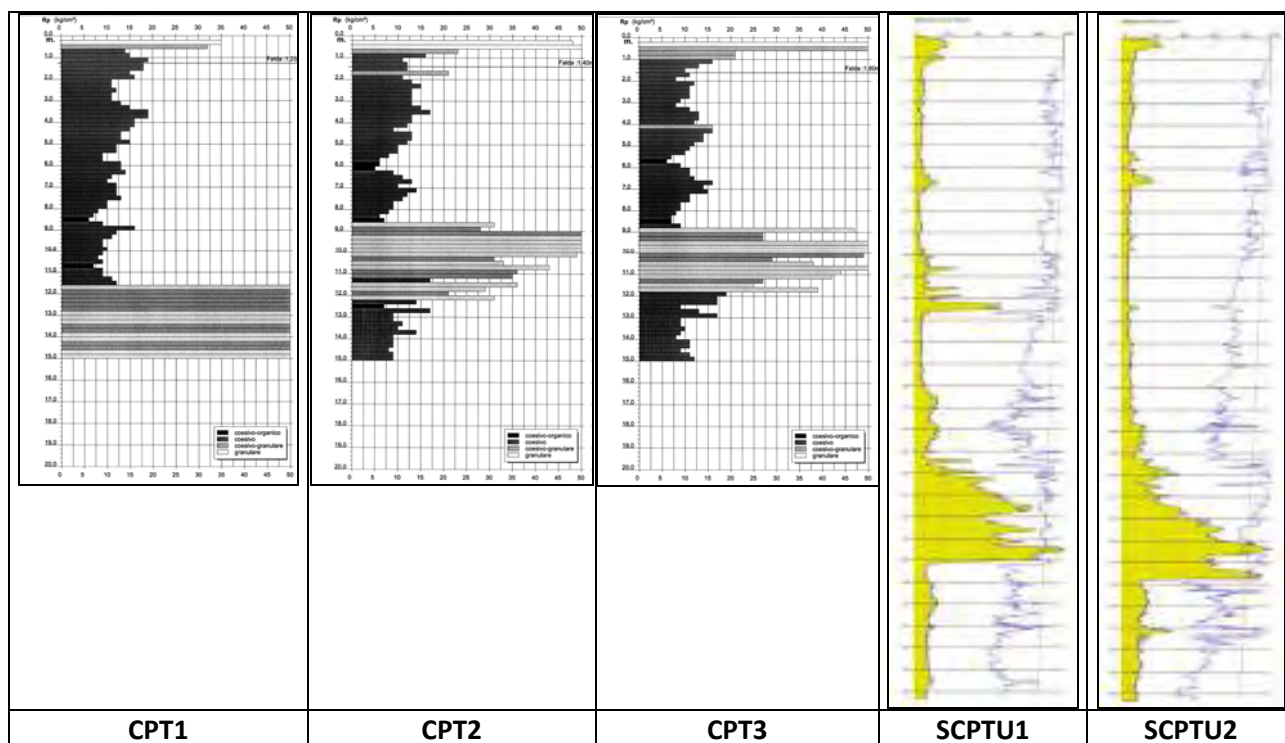


Figura 2.8.1.4-4
Confronto grafici di resistenza prove CPT e CPTU

2.8.1.5. Campioni di terreno – risultati analitici

Per mezzo delle analisi di laboratorio è stato possibile definire come, i terreni campionati per mezzo dei campioni, siano così classificabili:

TABELLA 2.8.1.5-1
LIMITI DI ATTERBERG

Nome campione	Profondità (mt)	Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plastico
C1 – A	0.60 – 1.20	31	20	11
C2 - A	0.60 – 1.20	45	25	20
C1 – B	2.00 – 3.00	43	23	20
C2 - B	4.00 – 5.00	58	27	31

Dalla Carta di plasticità di Casagrande, sotto riportata si evince che i campioni C1-A, C2-A e C1-B, possono essere classificati come argille inorganiche di media plasticità, mentre il campione C2-B corrisponde ad argille inorganiche di alta plasticità.



I terreni più superficiali sono inoltre stati classificati, come definito in tabella:

TABELLA 2.8.1.5-2

CLASSIFICAZIONI

Nome campione	Profondità (mt)	Classificazione CNR-UNI 10006	Classificazione USCS
C1 – A	0.60 – 1.20	A6	CL-OL
C2 – A	0.60 – 1.20	A7-6	CL-OL

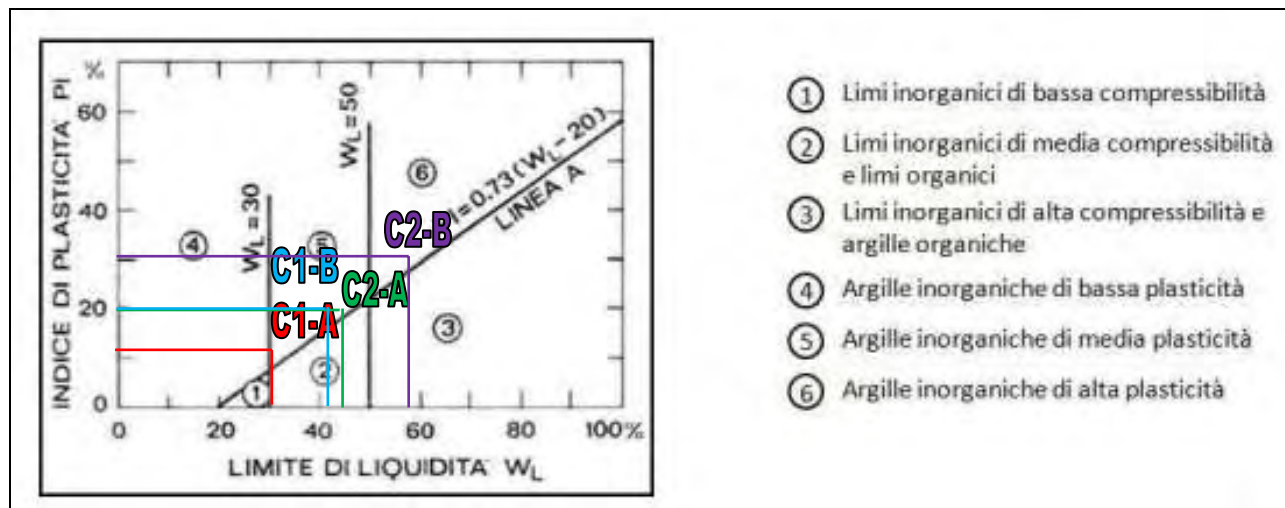


Figura 2.8.1.5-1

Carta di plasticità di Casagrande

Documentazione Allegata:

- Allegato 5. Certificati di laboratorio geotecnico

2.8.2. RISULTATI INDAGINE GEOFISICA

2.8.2.1. Tecnica HVSR

Di seguito si riporta la curva HVSR, registrata il 18 novembre 2015, ottenuta utilizzando un tromino modello Engy. La registrazione è durata 20 minuti, con una frequenza di campionamento di 128 Hz, una lunghezza delle finestre di 20 s, un tipo di lisciamento “triangular window” ed un lisciamento del 10%.

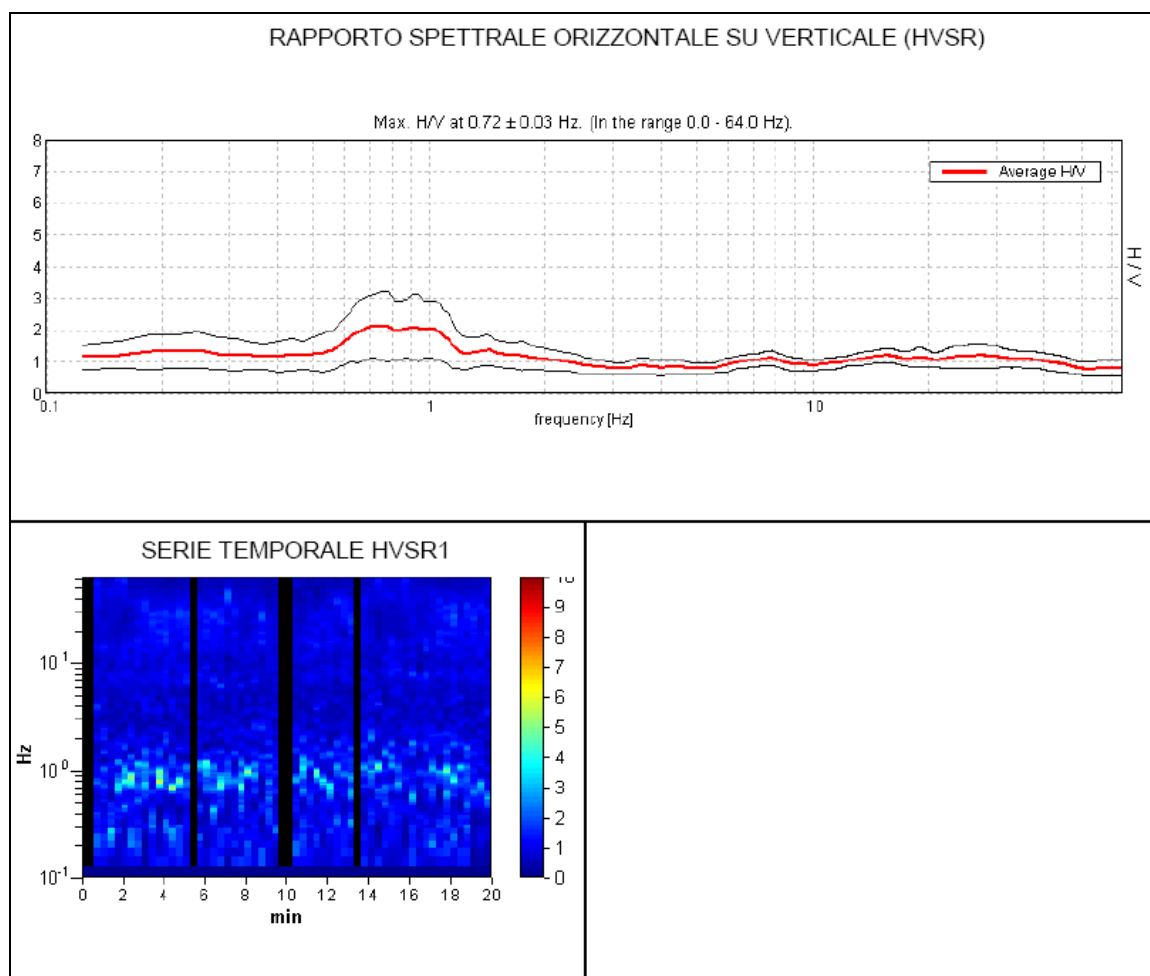


Figura 2.8.2.2-1

Curva HVSr registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

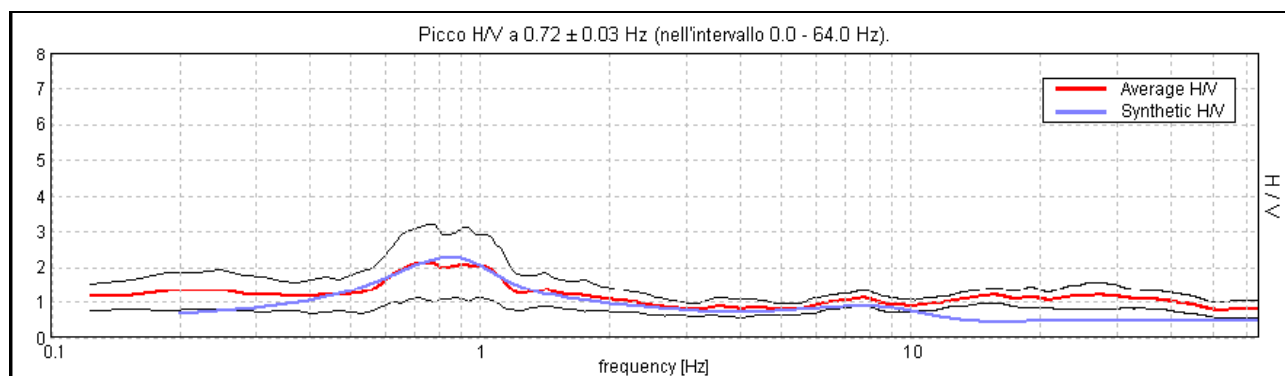


Figura 2.8.2.2-2

Confronto tra curva HVSr1 sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

La curva HVSr è caratterizzata in bassa frequenza da amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza nell'intervallo 0.7-1.0 Hz.

2.8.3. 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:

TABELLA 2.8.3-1

MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

PROFONDITÀ BASE STRATO (M)	SPESSORE (M)	Vs (M/s)
3.00	3.00	105
15.00	12.00	165
20.00	5.00	185
50.00	30.00	250
110.00	60.00	350
Inf.	Inf.	500

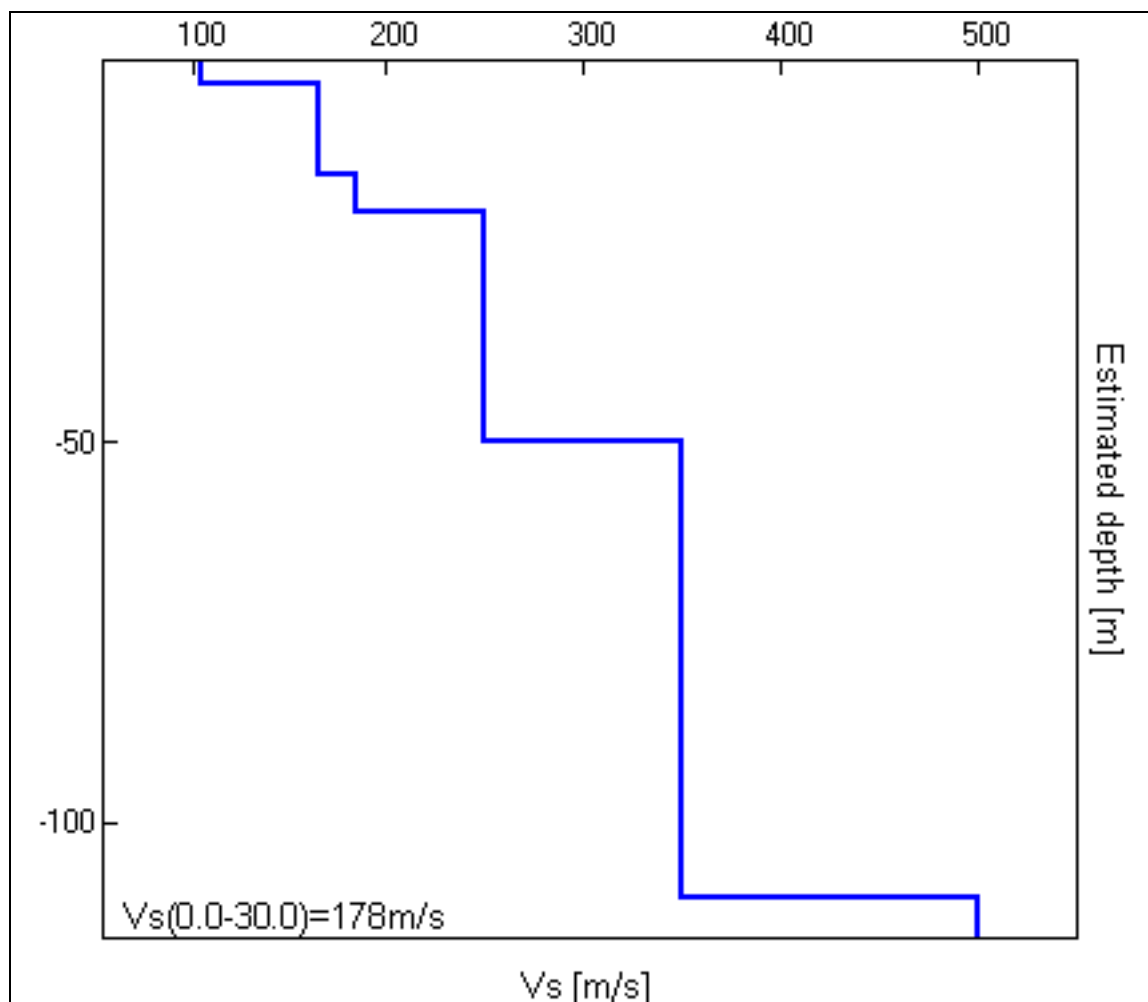


Figura 2.8.3-1

Modello di velocità delle onde di taglio S

Dall'analisi del profilo sopra proposto non si rilevano inversioni di velocità, la quale aumenta gradualmente con la profondità.

Da segnalare come, per mezzo delle SCPTU, siano state definite le seguenti velocità:

Vs30 SCPTU1 = 181 mt/sec

Vs30 SCPTU2 = 175 mt/sec

Tali valori sono assolutamente in linea con quello determinato per mezzo della HVSR.

2.9. Analisi vincolistica

2.9.1. VINCOLO IDROGEOLOGICO

Il Comune di Ferrara non ricade in una zona soggetta a vincolo idrogeologico, come risulta dall'allegato 1 della Delibera di Giunta della Regione Emilia Romagna n. 1117/2000.

2.9.2. PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Come si desume dall'estratto cartografico proposto in figura 2.9.2-1, la zona oggetto di studio ricade all'interno di un'area classificata a rischio moderato R1, per la quale sono possibili danni sociali ed economici marginali, in seguito a dissesti di natura idraulica e idrogeologica.

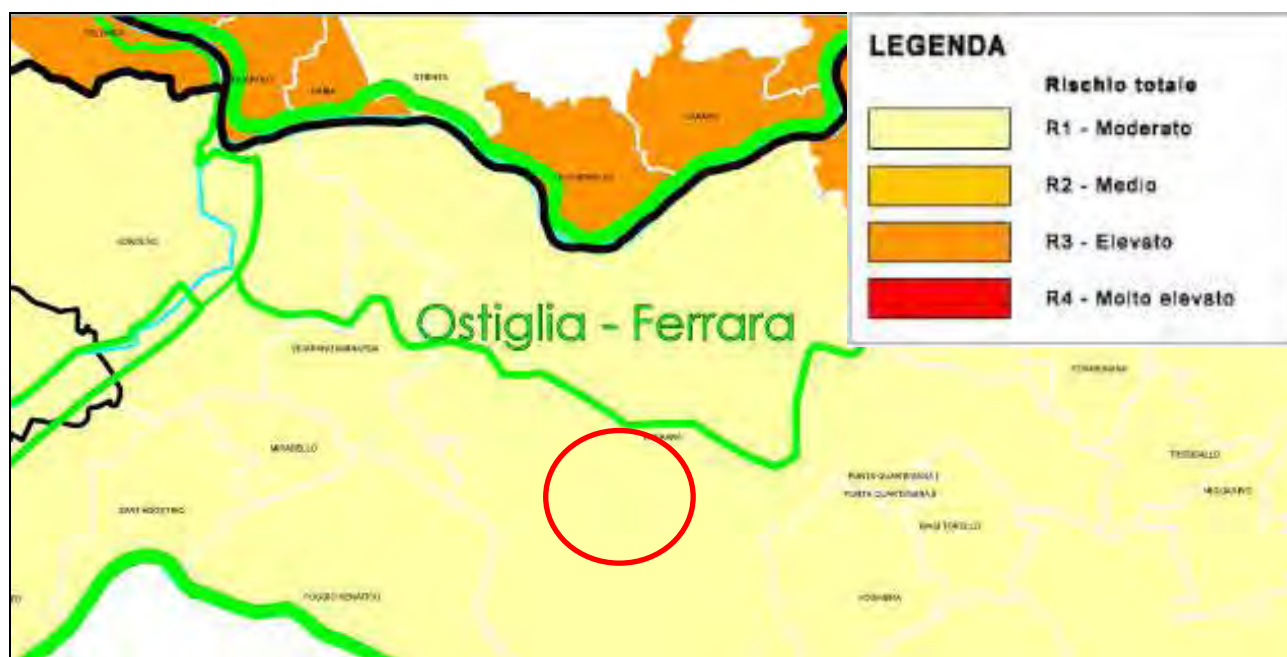


Figura 2.9.2-1

Estratto cartografia P.A.I. – scala grafica

(da Autorità di Bacino del Fiume Po – Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico P.A.I., - tav. 6 III, Rischio idraulico ed idrogeologico)

2.9.3. PIANO TERRITORIALE PER IL COORDINAMENTO PROVINCIALE (P.T.C.P.)

La zona oggetto di studio ricade in corrispondenza di un'area priva di particolari vincoli, nelle immediate vicinanze di una fascia di rispetto ferrovie, come si evince dagli estratti cartografici nelle figure sotto riportate.

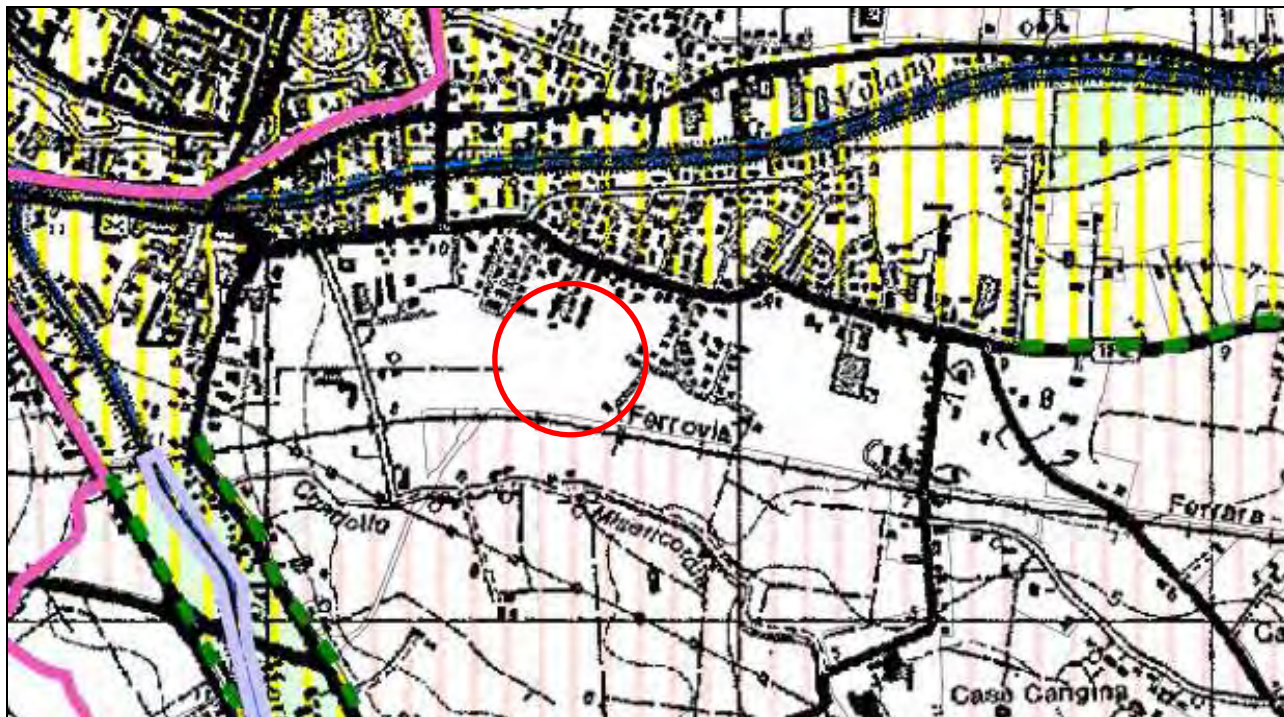


Figura 2.9.3-1

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.2 – Il sistema ambientale)

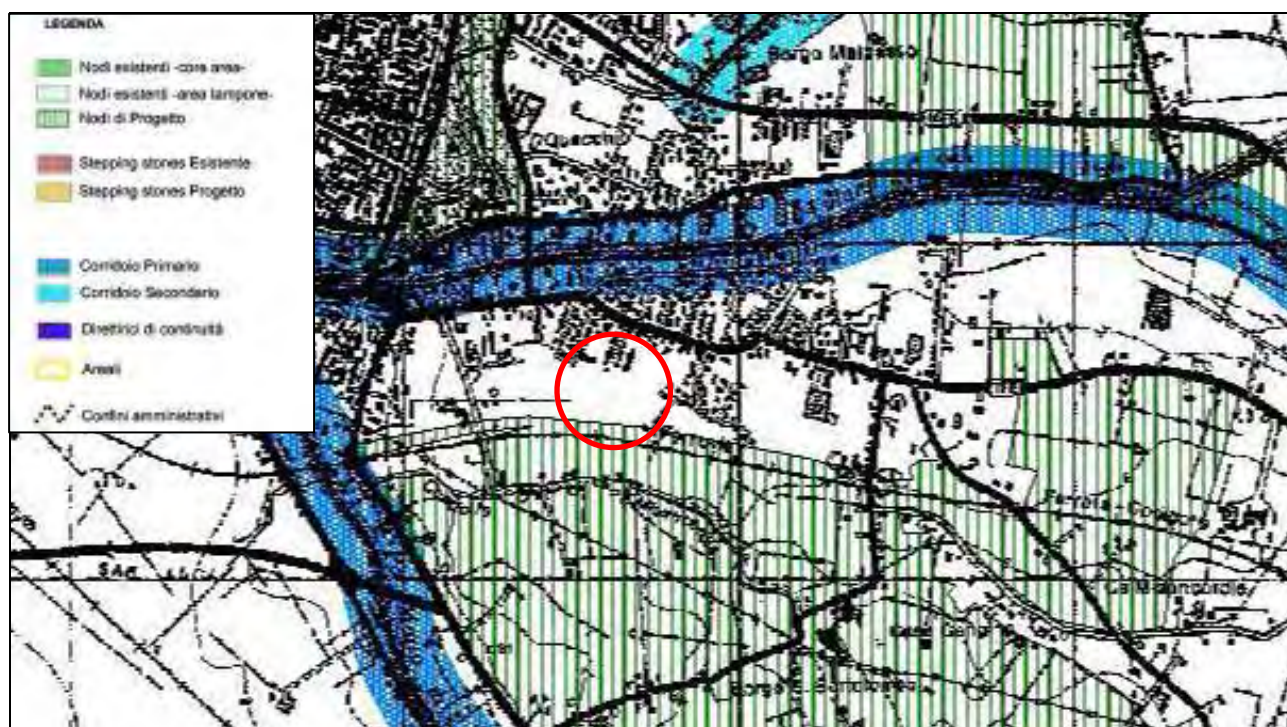


Figura 2.9.3-2

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.1.2 – Il sistema ambientale)

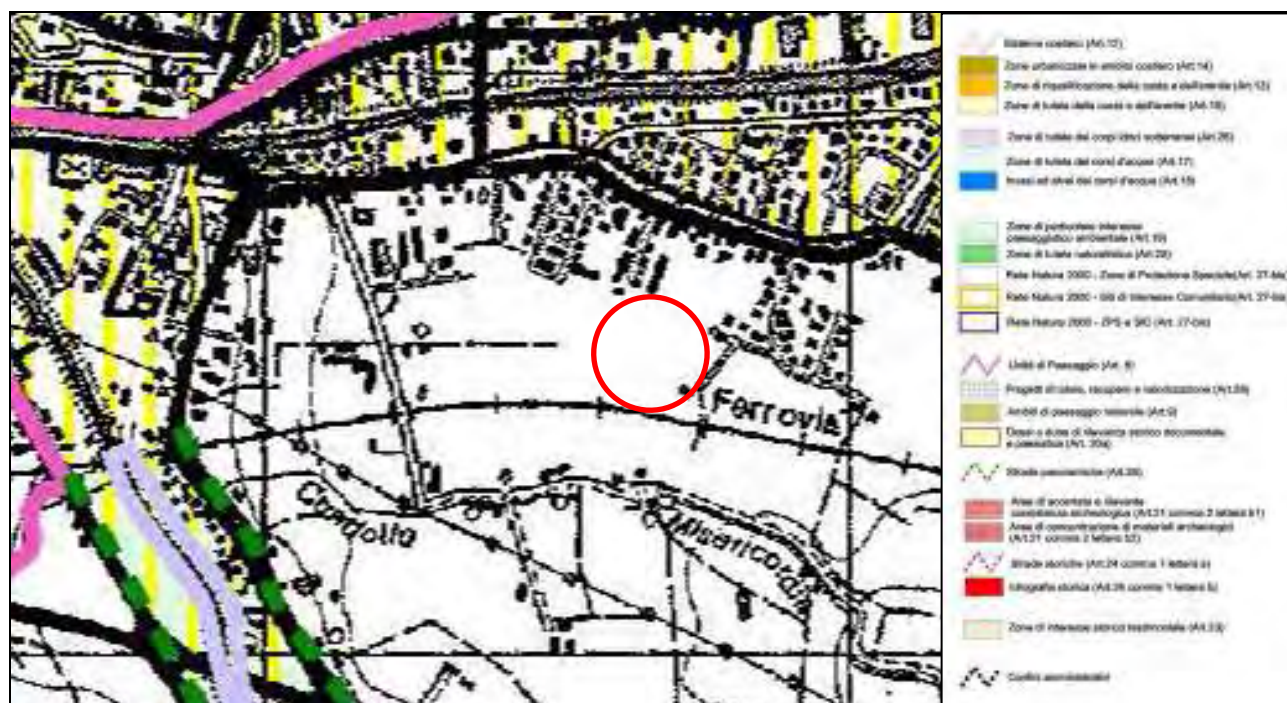


Figura 2.9.3-3

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.2.2 – Altri ambiti di tutela)

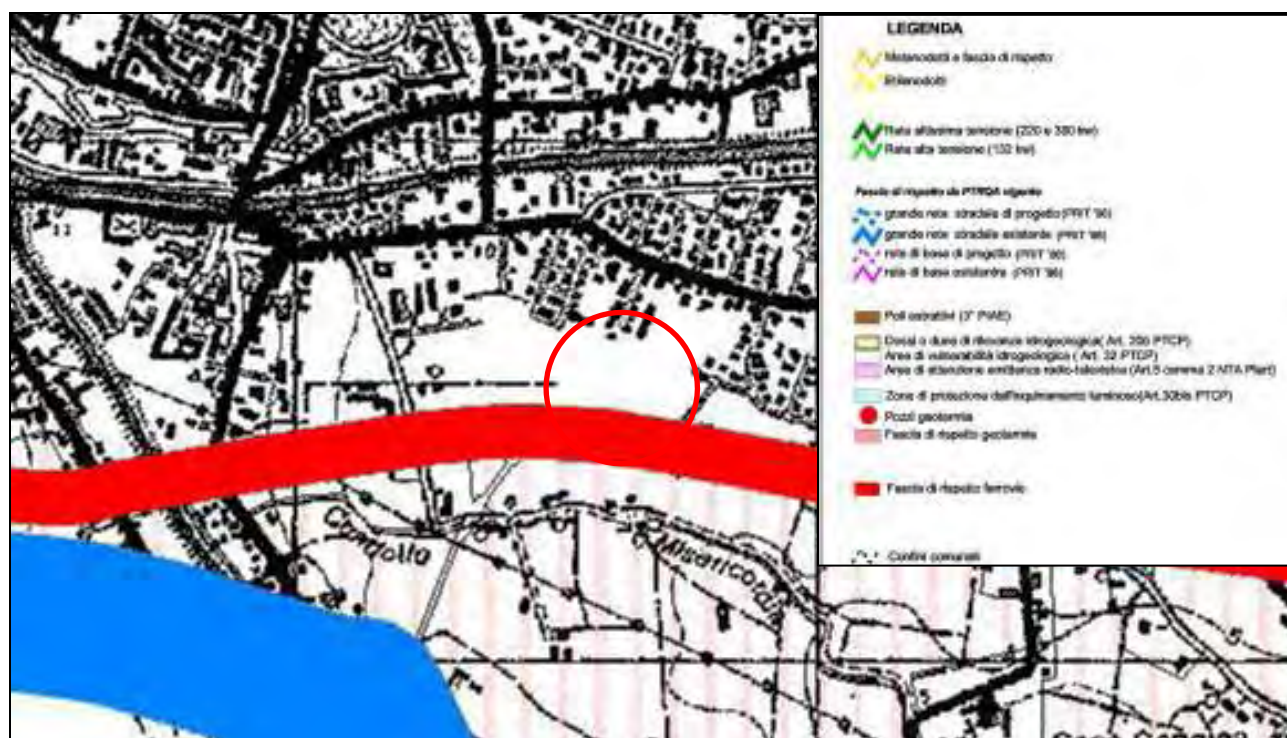


Figura 2.9.3-4

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – tav. 5.3.2 – Ambiti con limitazioni d'uso)

2.10. Pericolosità e Fattibilità del Piano Strutturale Comunale

Per quanto riguarda la pianificazione comunale, l'area destinata all'insediamento residenziale ricade in corrispondenza delle seguenti zonizzazioni:

- all'interno di una zona con diritti perequativi, nello specifico 2.A Centro Urbano mq/ha 1300;
- densità edilizia: Nuovi Insediamenti Centro Urbano mq/ha 2500;
- in corrispondenza di PSC – Sistema insediativo dell'abitare art. 12 subsistema insediamenti contemporanei art. 12.2;
- PRG – Ambiti: sottozona C1;
- in P.S.C. – strutture insediative;
- nell'unità di paesaggio delle Terre Vecchie;
- in P.S.C. – nuovi tessuti residenziali e compatibili;
- UTO D.P.R. 477/95 – Classe IV progetto;
- nella Classe 2.A Aree ex edificabili: aree di riqualificazione o nuova urbanizzazione residenziale o terziaria e per realizzazione servizi;
- nel territorio urbanizzabile;
- nell'ambito 6 ANS – Ambito per nuovi insediamenti Via Comacchio;
- nel centro urbano.



Figura 2.10-1

Estratto cartografia P.S.C. vigente dal giugno 2009

(http://ctwferrara.corenet.it/ferrara/clientweb/loginervlet?service_name=ApriViewer&org=01&ente=1&ente_s tr=01&denom_ente=Comune%20di%20ferrara&utente=psc_pubblico&pwd=*****)

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

2.11. Aspetti geodinamici e sismicità

In seguito all’Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274/03, il Comune di Ferrara è stato inserito, in base alla classificazione sismica, nella zona 3, alla quale corrisponde una sismicità bassa con PGA compreso fra 0.05 e 0.15 g e nella quale però, in particolari contesti geologici, possono venire amplificati gli effetti. La classificazione è stata eseguita in base all’accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

La pericolosità di un sito, oltre alla severità della sorgente sismica, dipende dalle caratteristiche geologiche, morfologiche e geotecniche. In particolare i possibili effetti di sito, intesi come associazione di caratteristiche geologiche e morfologiche che rende un luogo più o meno soggetto a danni conseguenti ad una scossa sismica, sono i seguenti:

- fattori di amplificazione del moto sismico;
- liquefazione o addensamento dei terreni;
- instabilità dei pendii.

Con riferimento alle linee guida dell’A.G.I. pubblicate nell’anno 2005, i fattori di amplificazione delle onde sismiche, sono di seguito elencati:

- effetti stratigrafici: depositi costituiti da terreni stratificati di caratteristiche meccaniche diverse da quelle della roccia sottostante;
- effetti di bordo: depositi di valle con bordi e morfologia del substrato irregolari, dove le onde sismiche possono subire fenomeni di rifrazione e riflessione, con generazione all’interfaccia di onde superficiali e concentrazioni di energia;
- effetti topografici: la sommità di rilievi collinari, creste, promontori costituiti da formazioni rocciose, profili di versante, pendii, bordi di terrazzi.

Nel territorio comunale di Ferrara, possono essere attesi effetti stratigrafici dovuti in particolare a forti variazioni delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche. Non sono attesi effetti di bordo; vengono esclusi anche gli effetti topografici, salvo nelle aree ubicate nei pressi o in corrispondenza di rilevati.

Per quanto riguarda la liquefazione o addensamento, nel territorio in cui ricade il sito oggetto di studio, tali fenomeni possono essere attesi in corrispondenza di strati granulari saturi (liquefazione) o insaturi (addensamento), spessi e continui, eventualmente presenti a profondità non superiori a 15/20 metri dal piano campagna.

Relativamente all’instabilità dei pendii, si ribadisce come il territorio del Comune di Ferrara ricada all’interno di una zona di pianura, nella quale tali fenomeni non possono essere attesi, se non in corrispondenza di rilevati artificiali, o delle sponde dei corsi d’acqua.

In base alla pianificazione vigente, della quale si riportano stralci di cartografie inerenti, si evince che l’area di studio ricade:

- in corrispondenza di depositi sabbiosi intercalati a livelli limosi, sabbiosi ed argillosi con effetti attesi di amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e/o

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

riconsolidazione indotti dal sisma ed un livello di approfondimento richiesto di analisi approfondita (III livello di approfondimento) art. 36 – art. 37 comma 1 punto 3 (P.T.C.P.);

- in un'area con F.A. = 1.5 (P.T.C.P.);
- in un'area con rischio di cedimenti presente (P.T.C.P.);
- nelle vicinanze di indagini puntuali che individuano un rischio di liquefazione basso ($0 < IL < 2$) (P.T.C.P.);
- all'interno di un'area con F.A. = 1.5 (P.S.C. - Valutazione locale dell'amplificazione stratigrafica);
- all'interno di un'area con indagini che indicano un $IL \leq 5$, ovvero potenziale di liquefazione basso ed una suscettibilità ai cedimenti presente (P.S.C. - Valutazione locale del potenziale di liquefazione e Valutazione locale della suscettibilità a cedimenti post sismici);
- all'interno di un'area con rischio di amplificazione stratigrafica elevato (P.S.C. - Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito);
- all'interno di un'area dove è richiesto il III livello di approfondimento (P.S.C. - Carta di sintesi prima fase analisi di pericolosità sismica);
- in corrispondenza di una zona suscettibile di instabilità: liquefazione ed in corrispondenza di indagini di tipo "prove penetrometriche con cono sismico" (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica);
- in corrispondenza di una zona con F.A. P.G.A. = 1.5 – 1.6, F.A. Intensità spettrale $0.1s < T_0 < 0.5s = 1.8$, F.A. Intensità spettrale $0.5s < T_0 < 1.0s = 2.5$ (Carta di microzonazione sismica – Livello 2);
- in corrispondenza di una zona instabile suscettibile di liquefazione IL, con rischio di liquefazione basso ($IL < 2$), si evidenzia, inoltre, la presenza di indici puntuali del potenziale di liquefazione IL da CPT bassi ($IL < 2$) (Carta di microzonazione sismica – Livello 3).

Supporti grafici:

- Figura 2.11-1. Zonizzazione sismica Emilia Romagna
- Figura 2.11-2. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - tav. 3.2 – Carta di zonizzazione sismica di primo livello
- Figura 2.11-3. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.5. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali
- Figura 2.11-4. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.6. – Carta provinciale del fattore di amplificazione
- Figura 2.11-5. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.7. – Carta provinciale del rischio cedimenti
- Figura 2.11-6. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.8. – Carta provinciale delle indagini e dell'indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-7. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.9. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-8. Stralcio P.T.C.P. – Rischio Sismico - QC 0.9.6. – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione
- Figura 2.11-9. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 1.03b – 03 – Valutazione locale dell'amplificazione stratigrafica- 03/12/2008
- Figura 2.11-10. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 1.03b – 04 - Valutazione locale del potenziale di liquefazione - 03/12/2008
- Figura 2.11-11. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 1.03b – 05 - Valutazione locale della suscettibilità a cedimenti post sismici - 03/12/2008
- Figura 2.11-12. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 1.03b – 06 - Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito - 03/12/2008

- Figura 2.11-13. Stralcio P.S.C. - Analisi sismica – Tav. 6.4a - Carta di sintesi prima fase analisi di pericolosità sismica - 03/12/2008

- Figura 2.11-14. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

- Figura 2.11-15. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 2

- Figura 2.11-16. Stralcio Microzonazione Sismica – Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 3

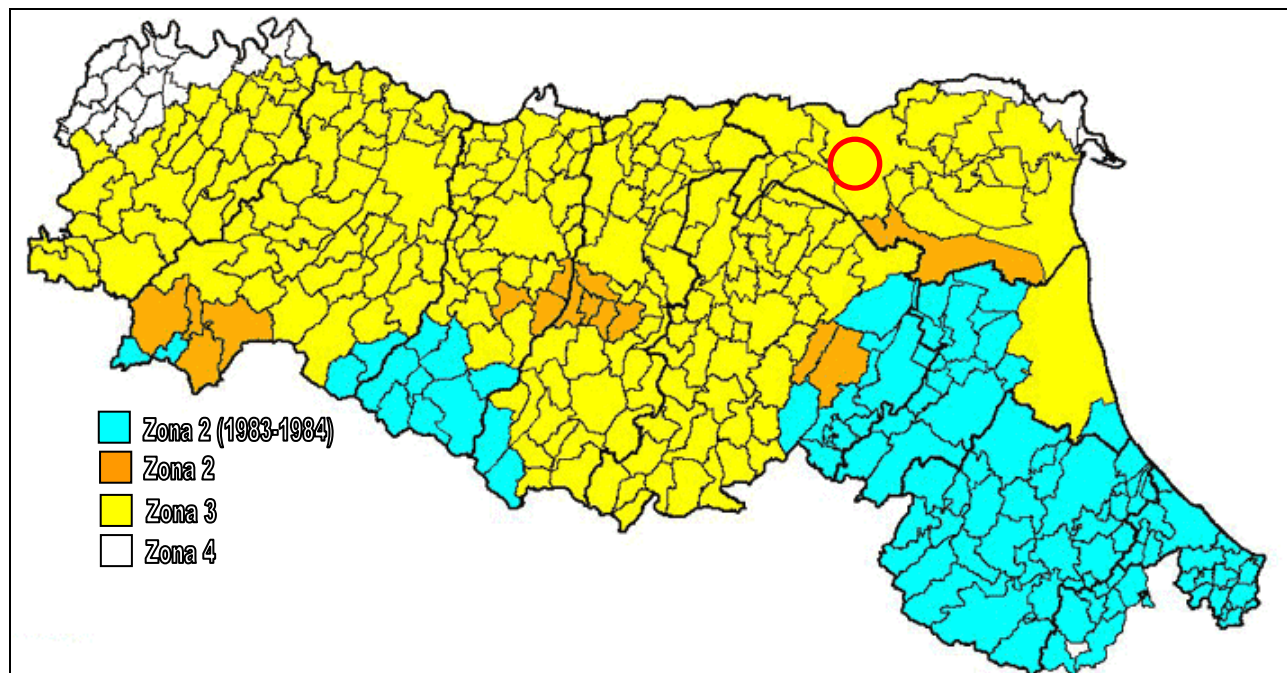
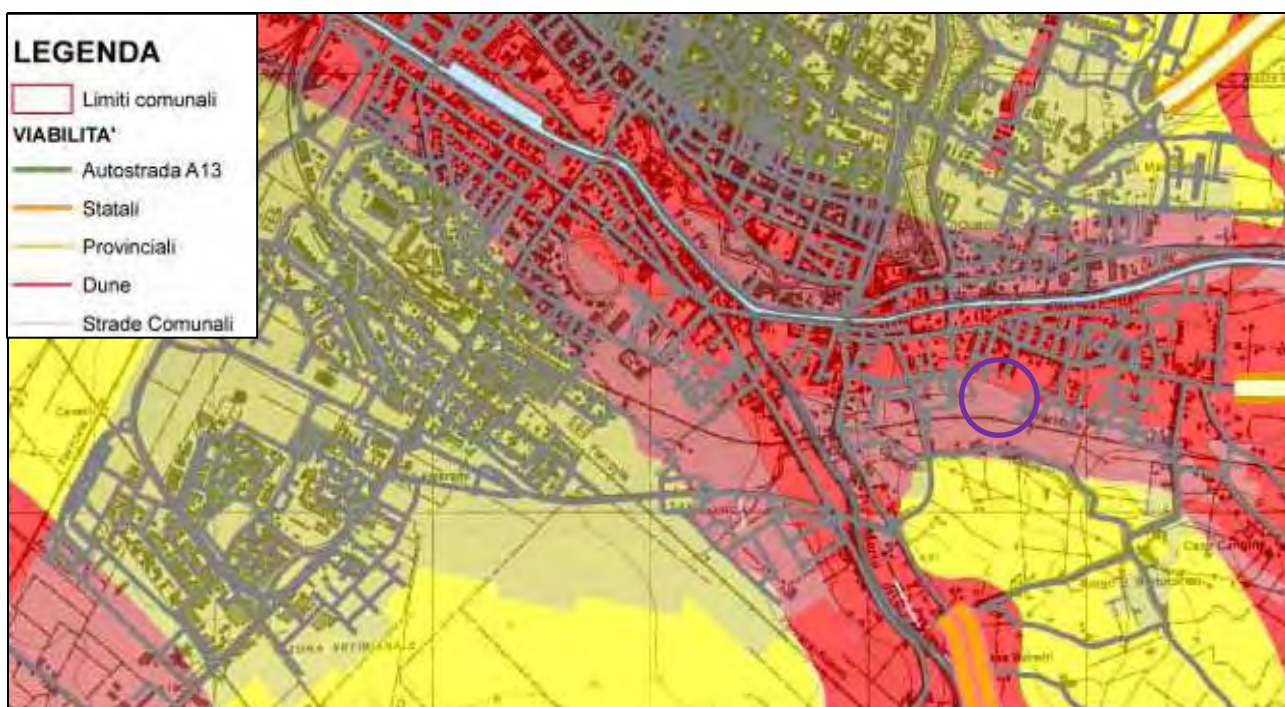


Figura 2.11-1
Zonizzazione sismica Emilia Romagna



ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

TIPO

-  paleoalvei certi
-  paleoalvei incerti
-  conoidi, ventagli di rota, ecc

	EFFETTI ATTESI	LIVELLO DI APPROFONDIMENTO RICHIESTO
	Amplificazione stratigrafica - Amplificazione topografica	Analisi semplificata (I livello di approfondimento) Art.36 - Art. 37 comma 1 punto 1
	amplificazione con conseguenti potenziali cedimenti per ri-consolidazione indotti da sisma	Analisi semplificata (II livello di approfondimento) Art.36 - Art. 37 comma 1 punto 2
	amplificazione e liquefazione con conseguenti potenziali cedimenti per addensamento e/o ri-consolidazione indotti dal sisma	Analisi approfondita (III livello di approfondimento) Art. 36 - Art.37 comma 1 punto 3

Figura 2.11-2

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. 3.2 – Carta di zonizzazione sismica di primo livello)

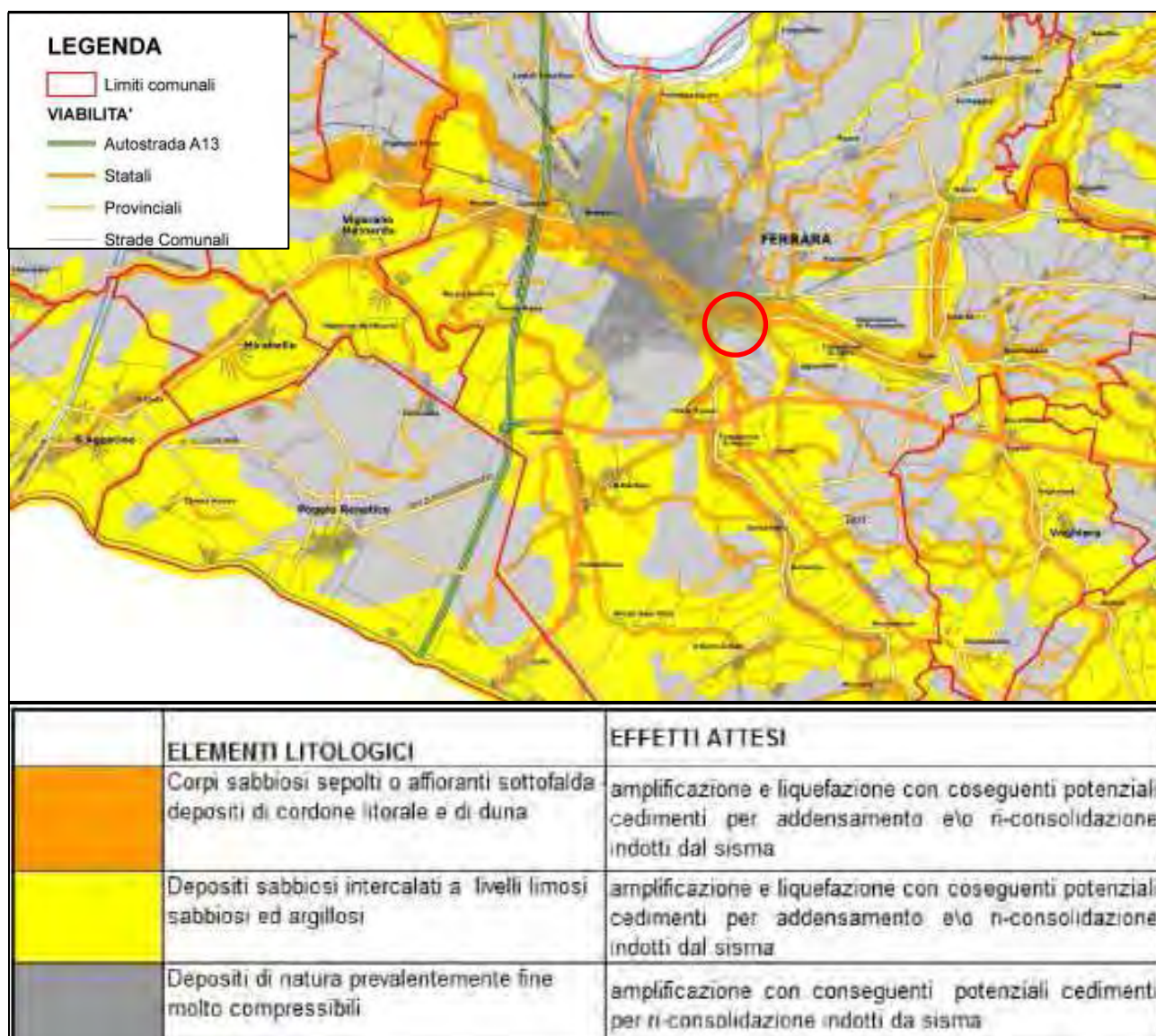


Figura 2.11-3

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.05 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali)



Figura 2.11-4

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.06 – Carta provinciale del fattore di amplificazione)

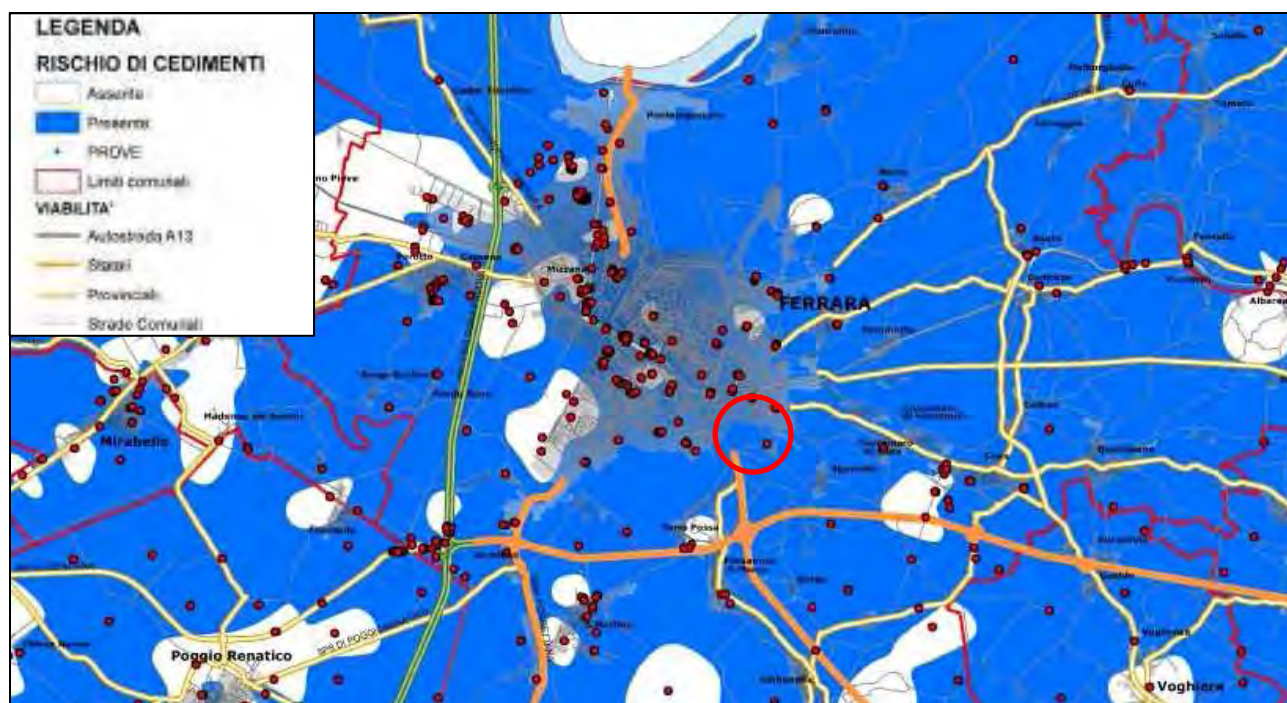


Figura 2.11-5

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.07 – Carta provinciale del rischio cedimenti)

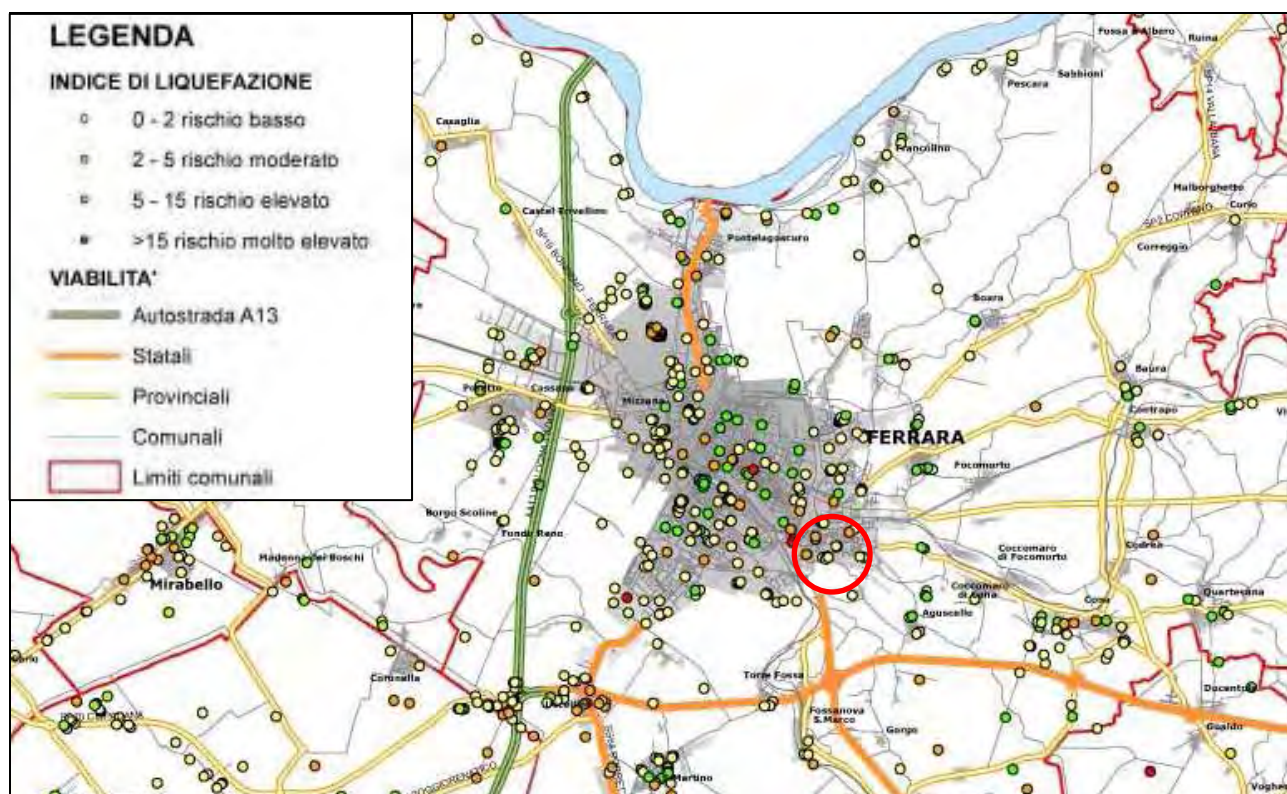


Figura 2.11-6

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.08 – Carta provinciale delle indagini e dell'indice del potenziale di liquefazione)

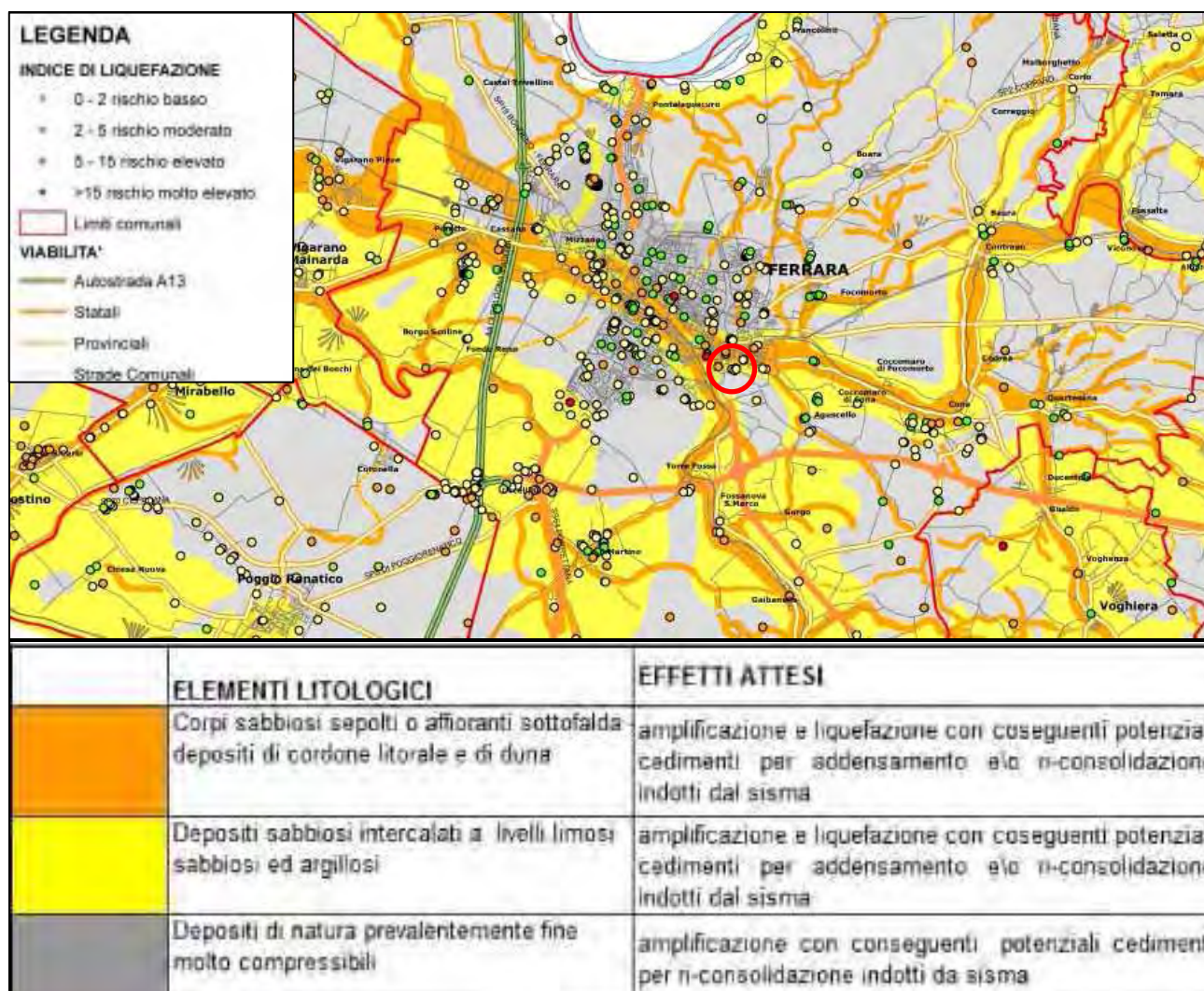


Figura 2.11-7

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.09 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione)

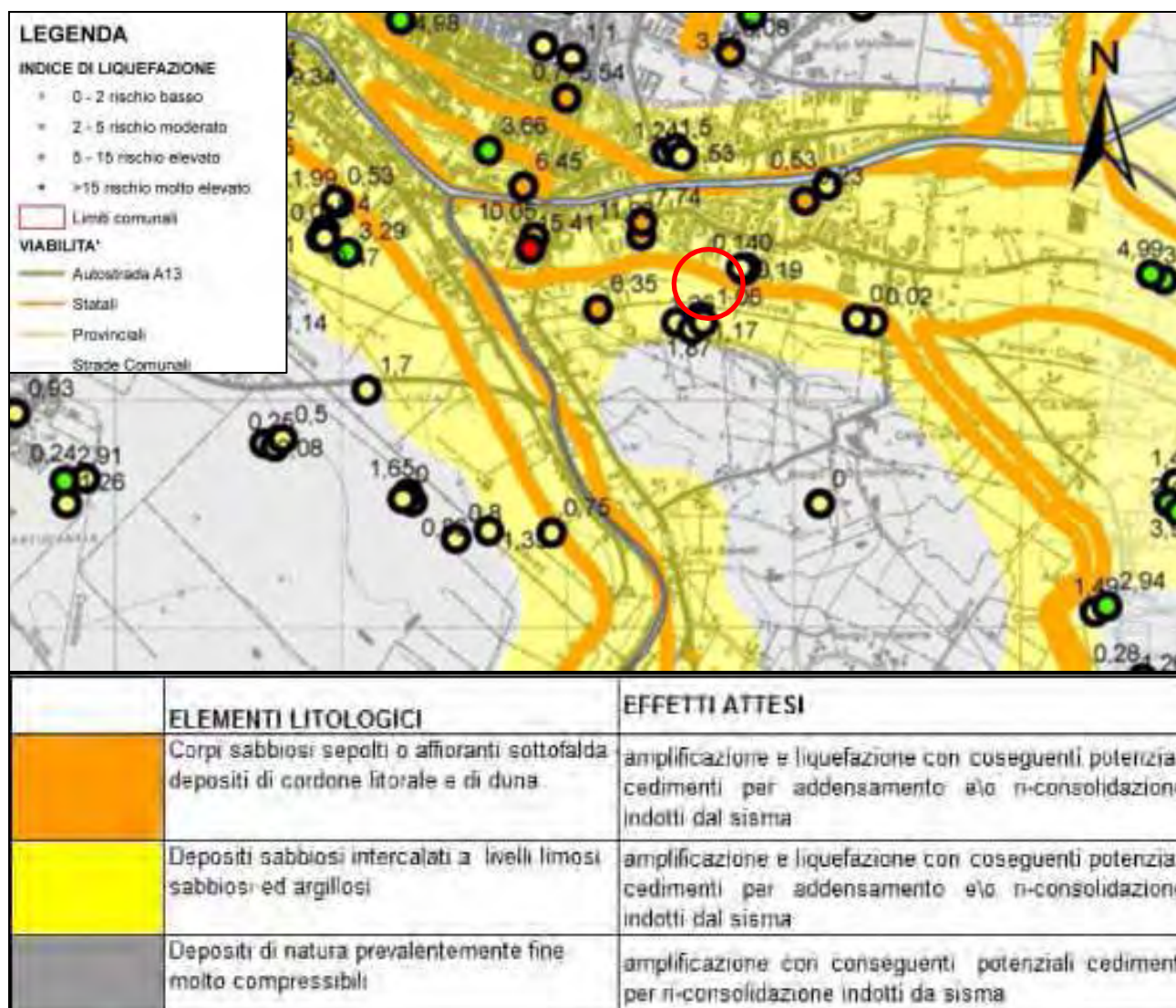


Figura 2.11-8

Estratto cartografia P.T.C.P. – scala grafica

(da Provincia di Ferrara – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Rischio Sismico - tav. Q.C.09.6 – Carta provinciale delle aree suscettibili di effetti locali con indagini e indice del potenziale di liquefazione)



Figura 2.11-9

Estratto cartografia P.S.C. Ferrara – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 1.03b – 03 – Valutazione locale dell'amplificazione stratigrafica - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

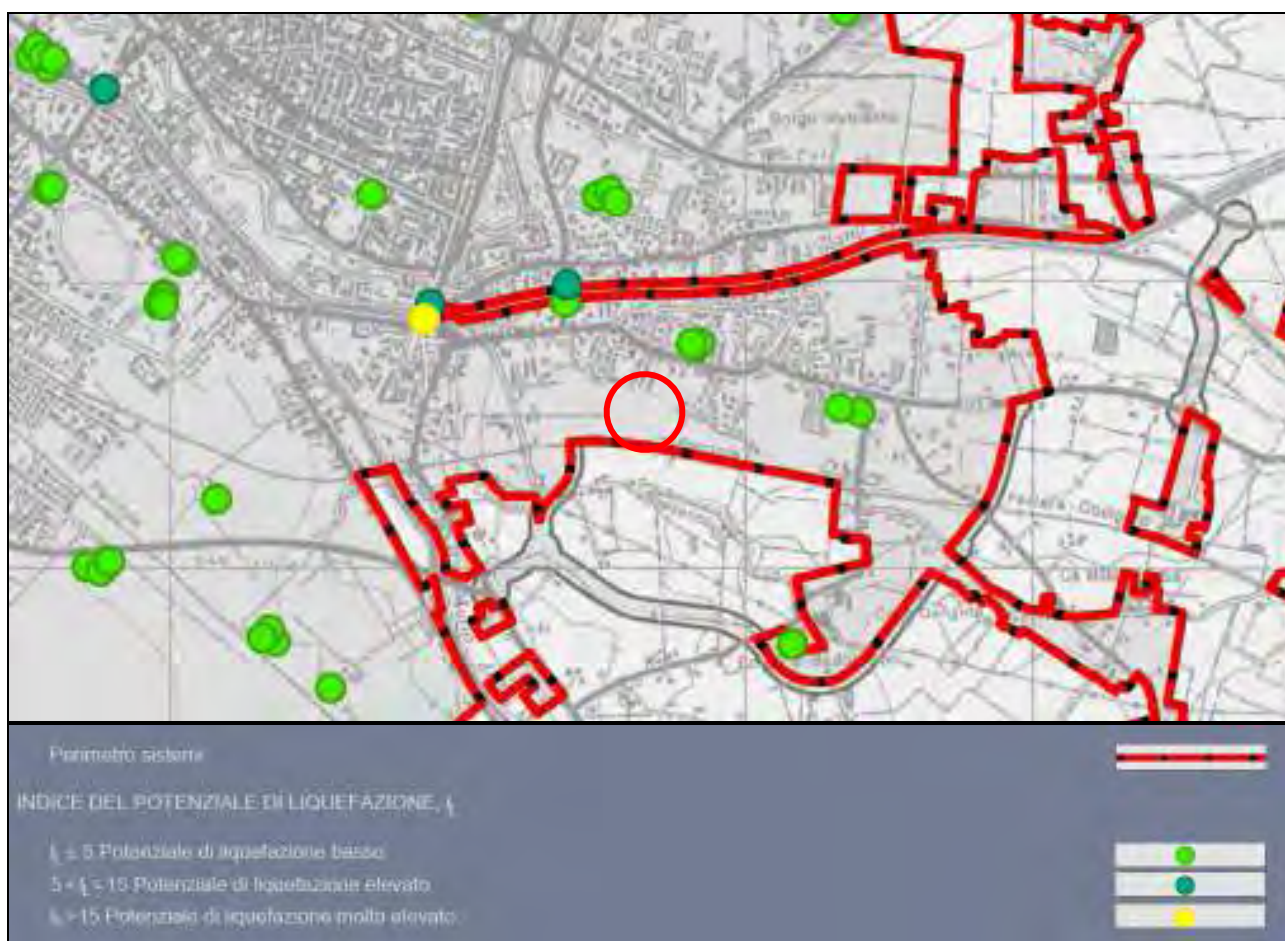


Figura 2.11-10

Estratto cartografia P.S.C. Ferrara – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 1.03b – 04 – Valutazione locale del potenziale di liquefazione - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

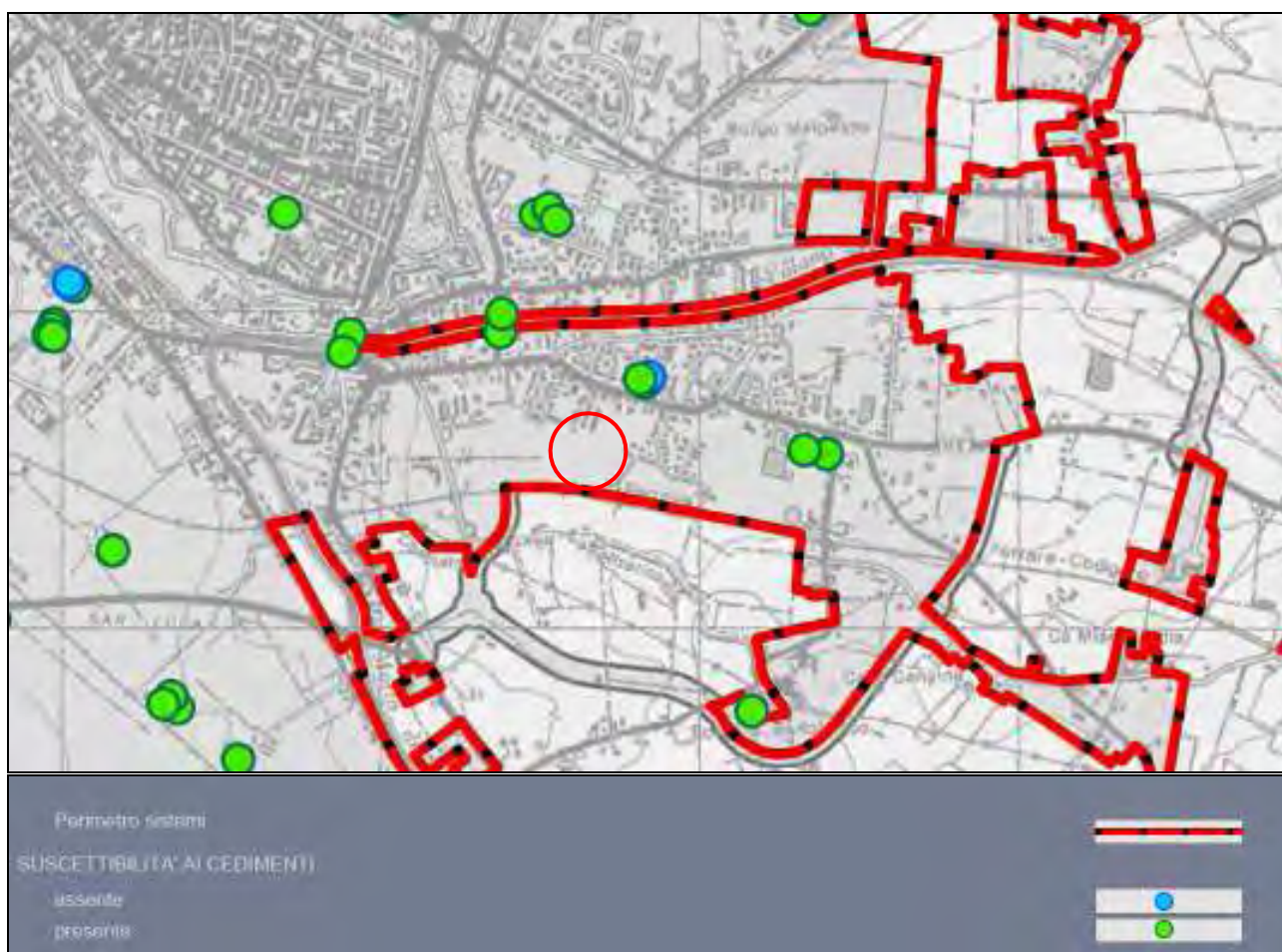


Figura 2.11-11

Estratto cartografia P.S.C. Ferrara – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 1.03b – 05 – Valutazione locale della suscettibilità a cedimenti post sismici - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

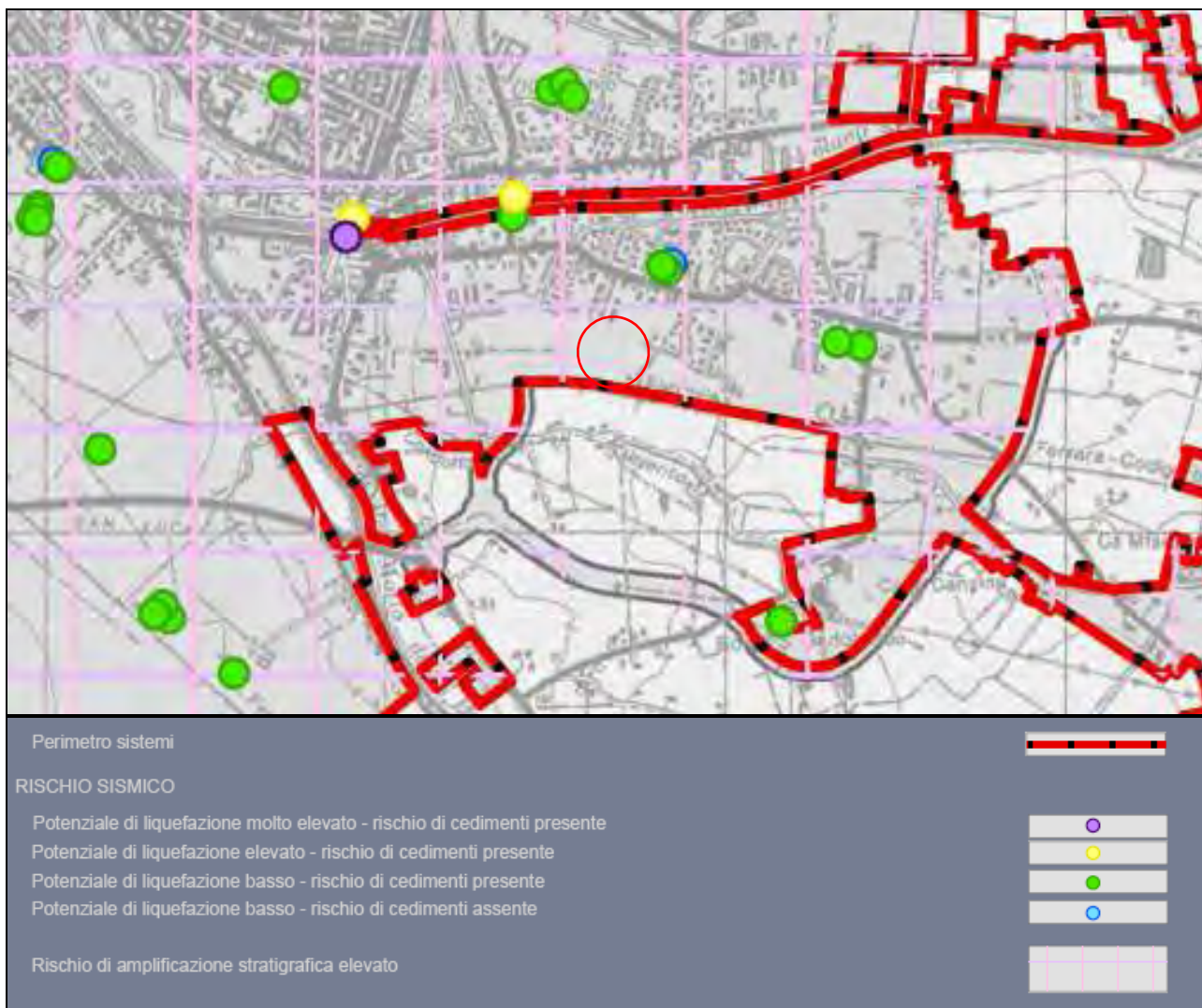


Figura 2.11-12

Estratto cartografia P.S.C. – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 1.03b – 06 - Carta di sintesi delle valutazioni locali degli effetti di sito - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)



Figura 2.11-13

Estratto cartografia P.S.C. – scala grafica

(Analisi sismica – Tav. 6.4a - Carta di sintesi prima fase analisi di pericolosità sismica - 03/12/2008 – Quadro Conoscitivo)

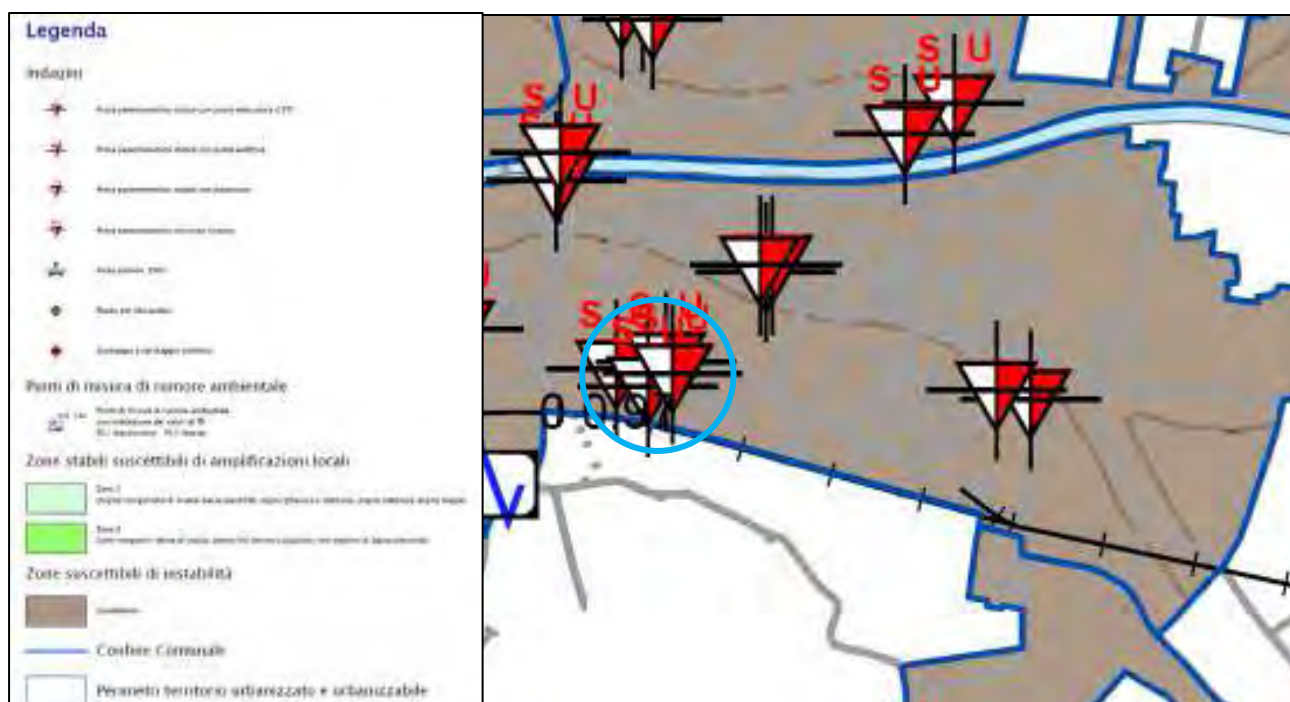


Figura 2.11-14

Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica

(da Comune di Ferrara – Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica)

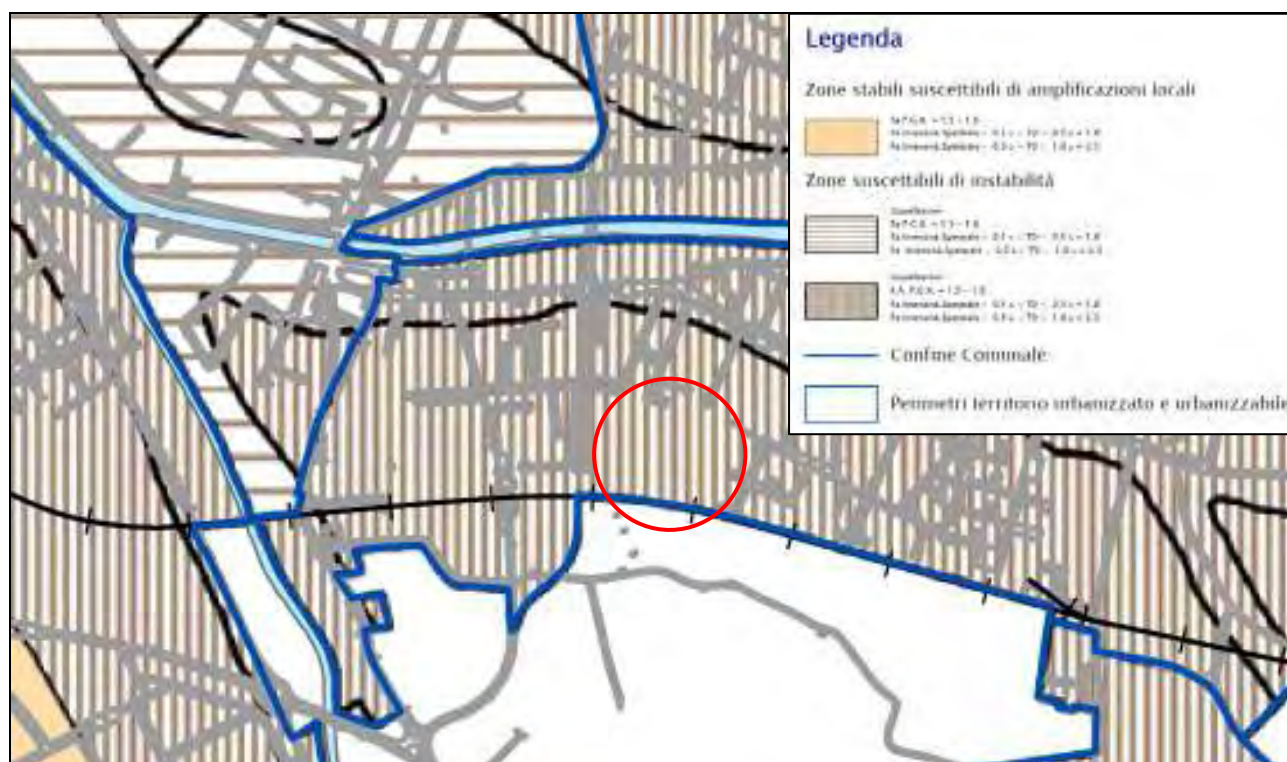


Figura 2.11-15

Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica

(da Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 2)

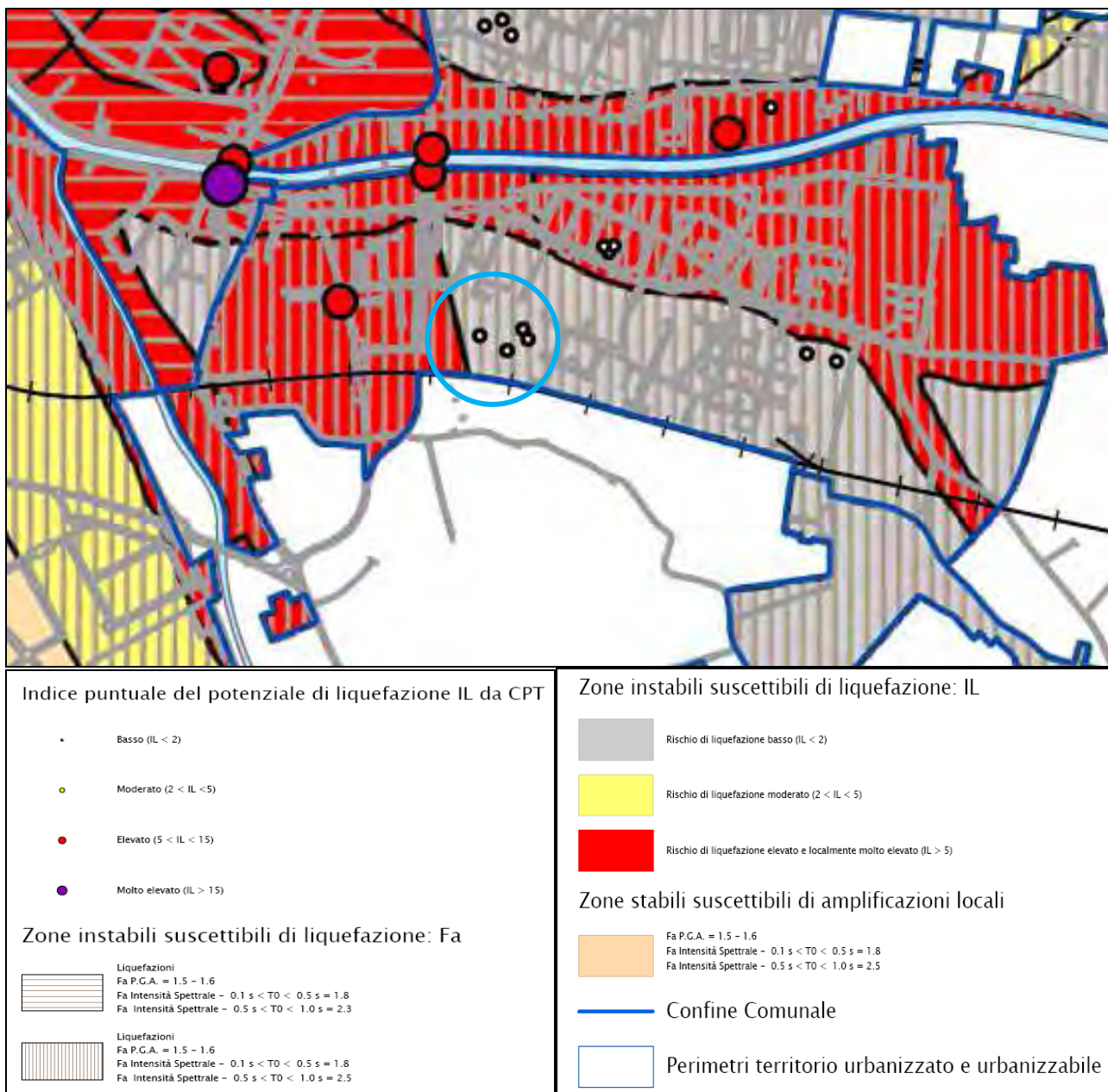


Figura 2.11-16

Estratto cartografia Microzonazione Sismica – scala grafica

(da Comune di Ferrara – Carta di microzonazione sismica – Livello 3)

2.12. Aspetti sismici di dettaglio

2.12.1. DEFINIZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE E DETERMINAZIONE DELLA VS30

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, così come definito nel testo della normativa NTC08, rif. 7.11.3, così come di seguito riportato. In alternativa è applicabile un approccio semplificato, laddove non ci si trovi in presenza di terreni di categoria S1 ed S2.

Nella presente si è proceduto ad uno studio di Risposta Sismica Locale, in conformità con quanto prescritto dalla scheda di POC. Lo studio è stato effettuato dal Dr. Stefano Maggi, all'uopo incaricato, seguendo il seguente schema:

- **Definizione del modello geologico e geotecnico del sottosuolo** attraverso indagini sia dirette che indirette (geofisiche), sulla base delle conoscenze geologiche 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).

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), sono stati consultati e si è fatto riferimento ai seguenti dati (prove geognostiche e sezioni geologiche più vicine al sito in questione):

- **Sezione geologica n. 033** (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee) con spessore max 420 m;
- **Pozzo per acqua "185160P642"** (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee) profondo 110 m.

Dalle prove dirette eseguite ed analizzate (2 SCPTU ed 1 HVSR) emerge che i terreni presenti in sito, fino alla massima profondità esplorata pari a 30 metri circa, sono costituiti da depositi alluvionali caratterizzati prevalentemente da argille limose e limi argillosi fino a circa 20 m da p.c.; al di sotto di tale quota sono state rilevate sabbie limose e sabbie fino a 30 metri (max prof. raggiunta dalle prove in sito).

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 corpi sabbiosi molto estesi, presenti in strati anche amalgamati tra loro con spessori di diverse decine di metri, alternati a strati di sedimenti fini costituiti da limi più o meno argillosi, argille e argille sabbiose. Il sito in studio ricade nella zona di pianura alluvionale e deltizia del fiume Po, nelle vicinanze (a circa 800-900 m in linea d'aria) dal pozzo per acqua n. 185160P642.

Nei primi 30 m da p.c., i terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S (V_s) caratteristici di terreni a consistenza da soffice a media. La curva HVSR è caratterizzata in bassa frequenza da amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza nell'intervallo 0.7-1.0 Hz.

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, della stratigrafia dei pozzi consultati, 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 -200 m e -300 m.



Figura 2.12.1-1
Ubicazione prova HVSR

TABELLA 2.12.1-1

MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO

Profondità tetto strato (m)	Spessore (m)	Tipologia di terreno	Vs (m/s)
0.00	3.00	Limo con argilla	105.00
3.00	12.00	Limo con argilla	165.00
15.00	5.00	Argilla (Seed e Idriss, 1990)	185.00
20.00	30.00	Sabbia (Seed e Idriss – mean)	250.00
50.00	25.00	Argilla (Seed e Idriss, 1990)	350.00
75.00	20.00	Sabbia (Seed e Idriss – mean)	350.00
95.00	15.00	Argilla sabbiosa (Id 51)	350.00
110.00	90.00	Sabbie argillose (Id 55)	500.00
200.00	Half-space	bedrock	800.00

Come accennato, 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): 44.820963 N; 11.638891 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_{vr}): 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 **$PGA_0 = 0.138$ (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):

- Intervallo di Magnitudo ricercata: **5.46 (min) – 6.14 (max)**
- Distanza epicentrale ricercata: **0 Km (min) - 25 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 = 650 mt circa;
- Carta Sismogenetica d'Italia (ZS9 – INGV) secondo la quale il sito in studio ricade all'interno zona sismogenetica 912 (dorsale ferrarese) alla quale corrisponde una $M_w \max = 6.14$;
- 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 $M = 4.950$; $D = 10.2$ Km; $Epsilon = 0.531$;
- 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.

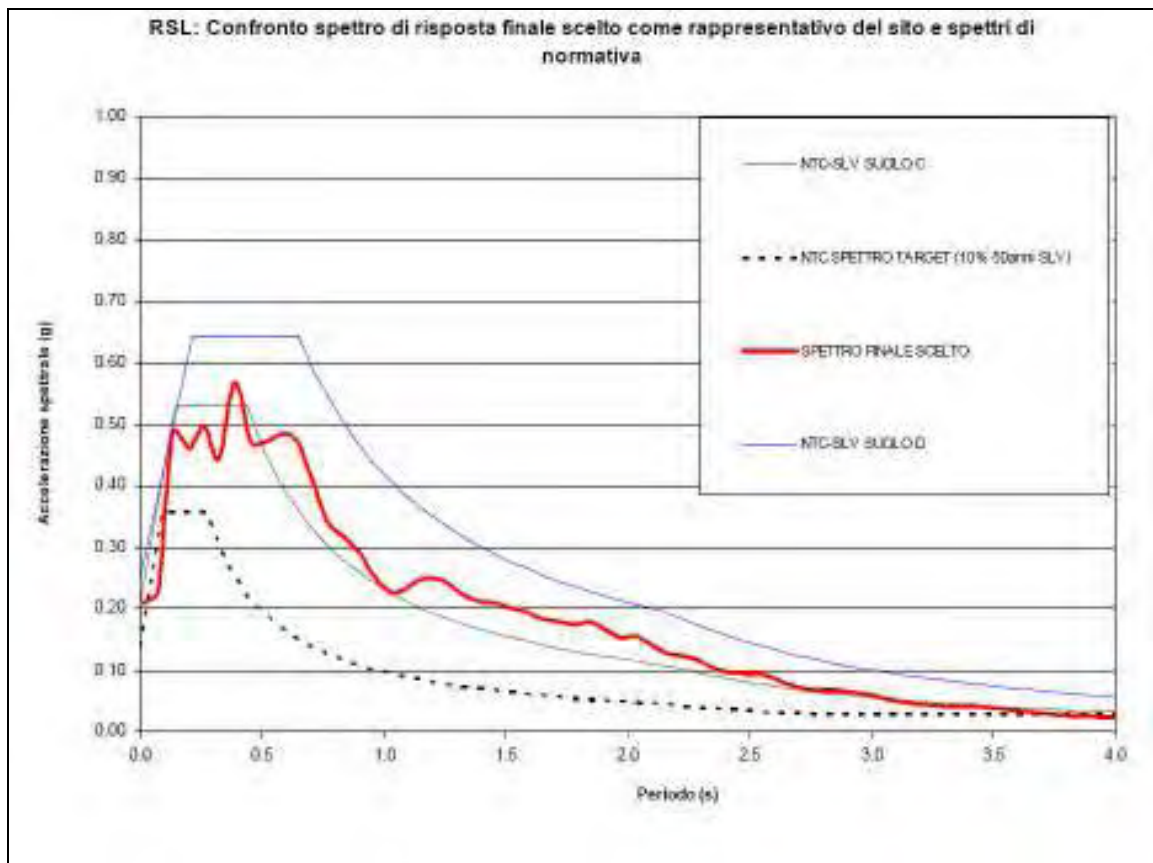


Figura 2.12.1-2

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



T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)	T (s)	Ag (g)
0.01	0.209	1.40	0.210	2.80	0.066
0.07	0.231	1.47	0.208	2.86	0.066
0.14	0.487	1.53	0.199	2.92	0.065
0.20	0.461	1.59	0.194	2.99	0.061
0.26	0.497	1.66	0.182	3.05	0.054
0.33	0.444	1.72	0.178	3.11	0.049
0.39	0.569	1.78	0.175	3.18	0.045
0.45	0.471	1.85	0.178	3.24	0.042
0.52	0.472	1.91	0.166	3.30	0.041
0.58	0.484	1.97	0.154	3.37	0.041
0.64	0.472	2.04	0.155	3.43	0.041
0.71	0.414	2.10	0.142	3.49	0.039
0.77	0.342	2.16	0.127	3.56	0.036
0.83	0.318	2.23	0.122	3.62	0.033
0.90	0.294	2.29	0.116	3.68	0.031
0.96	0.253	2.35	0.103	3.75	0.028
1.02	0.229	2.42	0.096	3.81	0.026
1.09	0.230	2.48	0.095	3.87	0.025
1.15	0.247	2.54	0.095	3.94	0.024
1.21	0.250	2.61	0.086	4.00	0.023
1.28	0.237	2.67	0.076		
1.34	0.219	2.73	0.069		

Figura 2.12.1-3

Valori numerici dello spettro di risposta medio finale

Il valore di PGA dello spettro finale scelto è risultato:

· **PGA = 0.210 g**

Dove:

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

Supporti Grafici:

- Allegati 1-2. Schede di elaborazione prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono e con piezocono sismico
- Allegato 6. Analisi di risposta sismica locale mediante approccio non semplificato e Rapporto tecnico indagine sismica

2.12.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per configurazioni superficiali semplici si considera la seguente classificazione riportata in Tabella 2.12.2-1.

TABELLA 2.12.2-1

CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Nell'area di studio si è in presenza di categoria topografica **T1**.

2.12.3. CLASSE D'USO

In base ad indicazioni fornite dai Progettisti, salvo successive variazioni gli interventi in progetto rientrano in Classe d'uso II, poiché possono essere assimilati a *costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali*. [...].

Le azioni sismiche, sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

La vita nominale V_N viene definita pari a 50 anni.

Il valore del coefficiente d'uso C_U , varia al variare della classe d'uso, così come riportato in tabella 2.12.3-1.

TABELLA 2.12.3-1

CLASSI D'USO E COEFFICIENTI D'USO C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Ai fini del calcolo è stata scelta una vita nominale V_n di 50 anni, ed una classe d'uso II, con coefficiente d'uso c_u di 1.0.

2.12.4. VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI SISMICHE SUI TERRENI INCOERENTI

E' importante in questa fase distinguere fra terreni di fondazione incoerenti e terreni coesivi, i quali rispondono alle sollecitazioni di taglio in modo diverso.

Per prevedere il comportamento del terreno sottoposto ad azione sismica nei terreni incoerenti, è fondamentale conoscere il parametro densità relativa (D_r); un terreno molto addensato ($D_r \geq 70\%$) infatti, sottoposto a sollecitazioni di taglio, tende ad aumentare di volume (**fenomeno della dilatanza**) fino a raggiungere l'indice dei vuoti critico, oltre al quale cessa l'aumento di volume stesso. La densità relativa (D_r) in corrispondenza di un aumento di volume diminuisce, come diminuisce l'angolo di resistenza al taglio (ϕ) legato direttamente ad essa.

Nei terreni di fondazione coesivi, nei quali la resistenza al taglio è espressa in condizioni drenate da un angolo di resistenza al taglio e da una coesione drenata e in condizioni non drenate, da una coesione non drenata, è dimostrato (Carroll, 1963) che l'azione sismica non produce variazioni negative nelle caratteristiche meccaniche.

Nel caso in esame, in corrispondenza delle verticali d'indagine, sono stati rilevati sedimenti coesivo-granulari e granulari saturi. Per tali terreni sono stati determinati valori di densità relativa media inferiori al 70%. Pertanto, in virtù delle caratteristiche dei terreni e delle densità individuate, in caso di sollecitazione sismica non è previsto il fenomeno della dilatanza. A tale proposito si evidenzia inoltre come, in generale, tale fenomeno sia funzione anche della profondità alla quale si trova lo strato indagato: maggiore è la profondità dello strato, minore sarà la possibilità dell'innescarsi del fenomeno.

Per quanto riguarda il fenomeno della **liquefazione**, definito come la diminuzione della resistenza al taglio e/o di rigidezza, causata dall'aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo granulare durante una sollecitazione sismica, la probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla, se si riscontra almeno una delle condizioni riportate di seguito. È sufficiente che solo uno di questi criteri sia soddisfatto per poter omettere ogni ulteriore tipo di verifica (Regione Emilia Romagna - atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica").

1. eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
2. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field (cioè in assenza di carichi superficiali, edifici o altro) minore di $0.1g$;
3. accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di $0.15g$ e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:
 - frazione di fine FC, superiore al 20%, con indice di plasticità $IP > 10\%$;
 - $FC \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;
 - $FC \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$$

in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione

$$C_N = \left(\frac{p_a}{\sigma'_v} \right)^{0.5}$$

essendo p_a la pressione atmosferica e σ'_v la pressione efficace verticale.

4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.12.4.5-1 (a), nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2.12.4.5-1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$;

5. profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna, in presenza di topografia orizzontale e di strutture con fondazioni superficiali. Qualora si fosse in presenza di fondazioni profonde e/o su pendio inclinato, questo criterio non sarebbe più applicabile e la verifica alla liquefazione dovrebbe essere eseguita anche per profondità della falda superiori a mt 15.00 da p.c. Tuttavia è da tener presente che oltre i mt 20 di profondità, la probabilità che un livello sciolto possa subire liquefazione, diventa estremamente bassa.

Da evidenziare come, per il punto 4, sia chiaramente necessario prelevare un campione di sabbia da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Quando nessuna delle condizioni prima descritte risulta soddisfatta, è necessario procedere alla valutazione di un coefficiente di sicurezza alla liquefazione, alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

I punti sopra elencati vengono esplicitati nei paragrafi successivi; in termini di fattori scatenanti il sisma quali magnitudo, accelerazione, a_g e fattori predisponenti quali profondità della falda, granulometria, ecc., ecc.

2.12.4.1. Fattori scatenanti: Definizione della Magnitudo attesa del sisma

La definizione della magnitudo attesa, utilizzata di seguito per le valutazioni sulla liquefazione, farà riferimento, alla massima magnitudo attesa relativa alla zona sismogenetica di riferimento (912) che risulta pari a $M = 6.14$. Tale assunzione viene anche suggerita dalla determinazione della Regione Emilia Romagna n. 1105 del 03/02/2014.

2.12.4.2. Fattori scatenanti: Definizione dell'accelerazione sismica orizzontale

(da “La liquefazione dei terreni” di Aldo di Bernardo)

Il parametro dell'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie (a_{gmax}) è riferito alla condizione *free-field*, cioè in assenza di carichi superficiali, edifici o altro. Il valore di soglia, indicato dalla normativa, è di 0.10 g. Questo significa che se l'accelerazione sismica orizzontale massima in superficie indotta dal sisma si colloca sotto questo limite è possibile omettere la verifica alla liquefazione.

Il parametro a_{gmax} si ricava direttamente dalla caratterizzazione sismica del sito, secondo le indicazioni del DM 14/01/2008, attraverso la relazione:

$$a_{gmax} = a_g S_s S_t$$

La grandezza a_g è l'accelerazione sismica orizzontale riferita al sito rigido, ricavabile dall'appendice B del DM 14/01/2008 in funzione delle coordinate geografiche del sito, e S_s e S_t sono i coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

Il valore di soglia introdotto nel DM 14/01/2008 non coincide con quello suggerito nell'Eurocodice 8, dove il limite viene posto a 0.15 g. Questa differenza nasce da un adattamento dell'Eurocodice 8 al contesto italiano. Anche se a livello mondiale sono noti casi di liquefazione avvenuti in corrispondenza di

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

valori di a_{gmax} minori di 0.10, si ritiene che in Italia ciò sia molto improbabile. Per poter produrre fenomeni di liquefazione, eventi sismici che generano in superficie valori di accelerazione così bassi, devono essere caratterizzati da una durata insolitamente lunga. Ciò devono essere in grado di produrre un numero sufficientemente alto di cicli di carico per consentire, ai relativamente ridotti valori di Δu , di poter uguagliare, sommandosi, la pressione litostatica efficace agente.

Se si valuta l'accelerazione massima orizzontale in base agli abachi dell'Atto di Indirizzo 112/2007 della Regione Emilia Romagna, considerando il valore di accelerazione massima previsto per il Comune di Ferrara amplificato con il fattore di amplificazione PGA previsto dalla Carta di microzonazione sismica – Livello 3, risulta: $a_{gmax} = a_{refg} \times F.A. P.G.A. = 0,132 \times 1,6 = \mathbf{0,2112 \text{ g}}$.

Nel caso specifico, come descritto e commentato, è stato effettuato uno studio di **Risposta Sismica Locale** e, visti i risultati di tale studio e le prescrizioni della scheda POC, l'accelerazione sismica di progetto corrisponde a quella sito specifica calcolata come descritto nel paragrafo 2.12.1, ovvero:

- PGA = 0.210 g

Relativamente alle valutazioni sulla liquefazione, in base al valore dell'accelerazione sopra riportato, si conclude che la verifica non è soddisfatta, ovvero è necessario procedere ad ulteriori verifiche ed elaborazioni relativamente al rischio liquefazione.

Supporti Grafici:

- Allegato 6. Analisi di risposta sismica locale mediante approccio non semplificato

2.12.4.3. Fattori predisponenti: Profondità della falda

(da "La liquefazione dei terreni" di Aldo di Bernardo)

Quando le sopracitate condizioni non risultano soddisfatte, diventa necessario eseguire una prima valutazione geotecnica di tipo qualitativo e semi quantitativo sui terreni presenti nel sito indagato.

Il primo parametro da individuare è la posizione della falda rispetto al piano campagna. Se la profondità media stagionale del livello di falda è superiore a mt 15, in presenza di topografia orizzontale e di strutture con fondazioni superficiali, la verifica alla liquefazione può essere omessa. Questo limite coincide con quello indicato nell'Eurocodice 8. Si ammette quindi l'improbabilità che strutture con fondazioni superficiali in presenza di topografia suborizzontale, possano risentire degli effetti della liquefazione in livelli posti oltre i mt 15 di profondità.

Il DM 14/01/2008 parla di misura riferita al valore medio stagionale. Nell'Eurocodice 8 invece si fa riferimento alle condizioni prevalenti durante il periodo di vita dell'opera. Nel primo caso si tratta di eseguire una valutazione sulla base di dati storici, nel secondo di fare una previsione a lungo termine, con i problemi che ciò comporta. Qualora non fossero disponibili misure precise del livello di falda, è possibile effettuare una valutazione approssimativa attraverso una stima di massima dell'oscillazione del livello.

Nel caso specifico la falda risulta comunque a profondità inferiori a mt 15.00 da p.c., nettamente più prossima al piano campagna, come definito nel capitolo dedicato.

2.12.4.4. Fattori predisponenti: Resistenza mobilitabile dal terreno

(da “La liquefazione dei terreni” di Aldo di Bernardo)

Vengono prese come riferimento le prove penetrometriche dinamiche e statiche. Nel caso di terreni costituiti da sabbie pulite, cioè con frazione fine trascurabile, la verifica alla liquefazione si può omettere quando la resistenza penetrometrica normalizzata è superiore a uno dei seguenti limiti:

- $(N_1)_{60} > 30$ nel caso di prove penetrometriche dinamiche;
- $q_{c1N} > 180$ nel caso di prove penetrometriche statiche.

Il parametro $(N_1)_{60}$ rappresenta il valore di N_{SPT} riferito a un'efficienza di infissione del 60%, efficienza considerata standard per le prove eseguite in foro di sondaggio, e normalizzata per una pressione verticale efficace di 100 KPa. Si ottiene quindi dalla relazione:

$$(N_1)_{60} = N_{SPT} (100/\sigma'_v)^{0.5}$$

in cui σ'_v è la pressione litostatica efficace, espressa in KPa, alla profondità di misura.

Utilizzando i dati di una prova dinamica continua questi, ovviamente, dovranno prima essere convertiti in valori di N_{SPT} equivalenti.

La grandezza q_{c1N} , in modo analogo, indica il valore di resistenza alla punta q_c del penetrometro statico normalizzata alla pressione di riferimento di 100 KPa:

$$q_{c1N} = (q_c / 0.1) (100/\sigma'_v)^{0.5}$$

dove q_c è espresso in MPa e σ'_v in KPa.

Per quanto riguarda gli orizzonti coesivo-granulari, il DM 14/01/2008 non fornisce indicazioni relativamente al caso di sabbie con una frazione fine, limo-argillosa, significativa. È possibile in questi casi fare riferimento alle indicazioni dell'Eurocodice 8.

L'Eurocodice 8 al criterio di esclusione per le sabbie pulite ne aggiunge altri 2. La verifica alla liquefazione potrà quindi essere omessa quando:

- la sabbia abbia un contenuto di argilla superiore al 20%, con un indice plastico $IP > 10\%$;
- la sabbia abbia un contenuto in limo superiore al 35% e, contemporaneamente, possieda una resistenza penetrometrica normalizzata superiore a 20, cioè $(N_1)_{60} > 20$; non si fa riferimento alle prove statiche ma è ragionevole utilizzare un valore di q_{c1N} ridotto a 2/3 rispetto a quello indicato per le sabbie pulite, e quindi $q_{c1N} > 120$.

Ne consegue che per l'Eurocodice 8 sono da considerare sabbie pulite quelle in cui il contenuto in argilla sia inferiore al 20% e quello in limo al 35%. Si possono avere situazioni intermedie, con miscele di limo e argilla in varie proporzioni; inoltre la verifica delle condizioni dell'Eurocodice 8 comporta la necessità di eseguire analisi granulometriche su tutti i livelli sabbiosi saturi.

Quando la componente fine risulta abbondante, si opera come segue:

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

- se l'indice plastico è superiore a 10 (Eurocodice 8) o a 12 (Bray e Sancio) la verifica alla liquefazione può essere omessa;
- in caso contrario la decisione andrà presa sulla base di $(N_1)_{60}$ o di q_{c1N} .

Nel caso specifico non sono state effettuate le valutazioni speditive di cui sopra in quanto, come si vedrà più avanti, viste le litologie determinate, le accelerazioni previste e le prescrizioni, si è proceduto comunque alla verifica alla liquefazione tramite analisi delle intere colonne stratigrafiche delle SCPTU.

2.12.4.5. Fattori predisponenti: Composizione granulometrica

(da “La liquefazione dei terreni” di Aldo di Bernardo)

Facendo riferimento ai classici schemi di Tsuchida (1970), incorporati in numerose normative nazionali e procedure di valutazione del rischio, vengono definiti due fusi granulometrici corrispondenti a depositi con diverso valore del coefficiente di uniformità.

Si ricorda che per coefficiente di uniformità si intende il rapporto:

$$U = d_{60} / d_{10}$$

in cui d_{60} e d_{10} sono, rispettivamente, i diametri corrispondenti al 10% e al 60% del peso del campione letti sulla curva granulometrica.

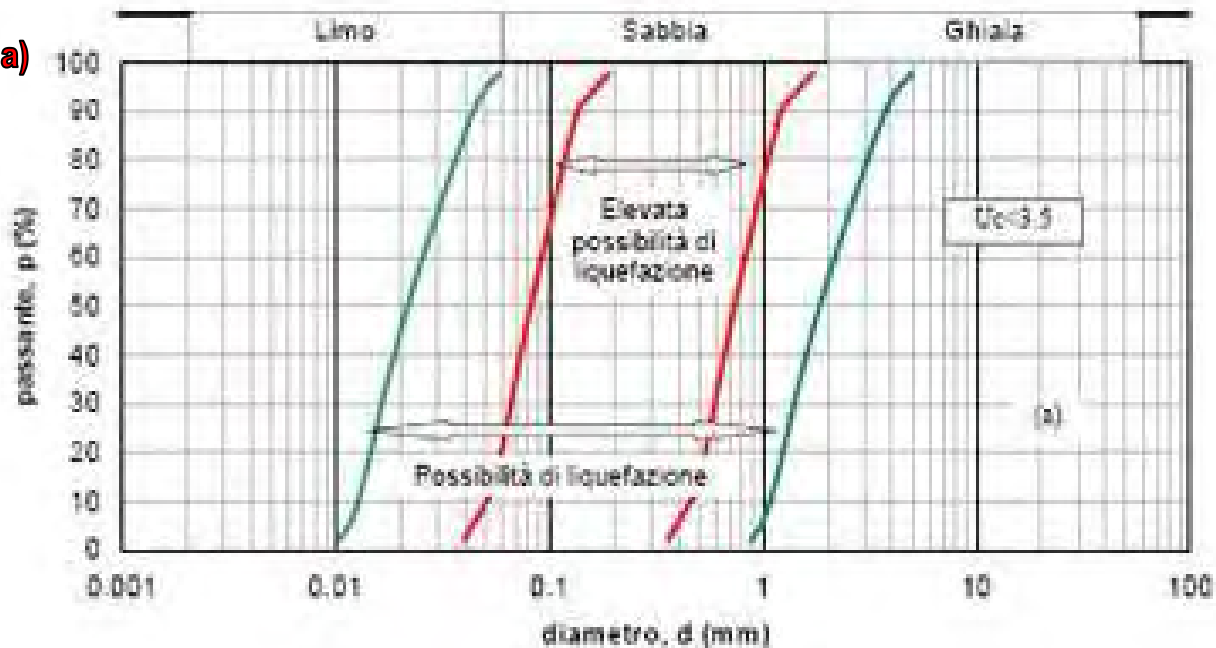
Secondo il DM 14/01/2008, che riprende le indicazioni dell'Eurocodice 8, si può omettere la verifica alla liquefazione, quando la curva granulometrica del terreno risulta esterna alle zone indicate.

A livello operativo l'applicazione di questo criterio implica l'esecuzione di un sondaggio con prelievo di campioni di sabbia satura a diverse profondità, con le difficoltà che questo comporta.

Interpretativamente è necessario che un profilo ricada completamente nei limiti indicati per poter essere indicato liquefacibile.

Nel caso specifico, in accordo con i Progettisti, in base al livello di progettazione non è stata in questa fase prevista l'esecuzione di sondaggi geognostici e il prelievo di campioni di terreno sui quali effettuare le relative analisi granulometriche.

a)



b)

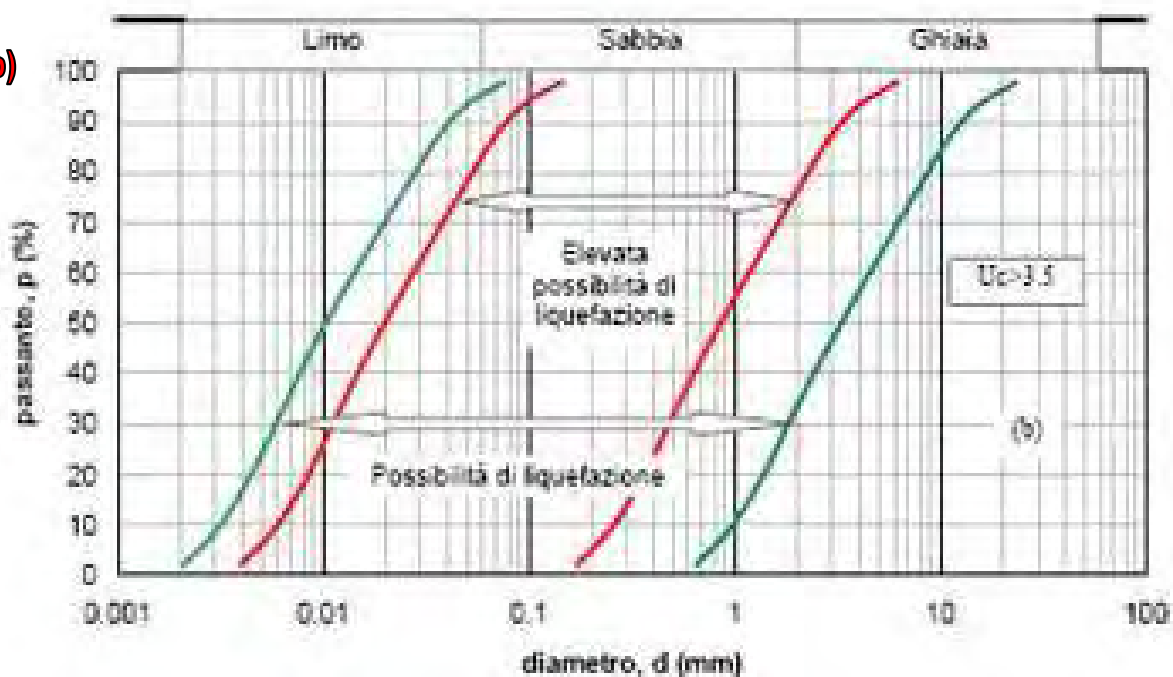


Figura 2.12.4.5-1

Fusi granulometrici di terreni suscettibili a liquefazione

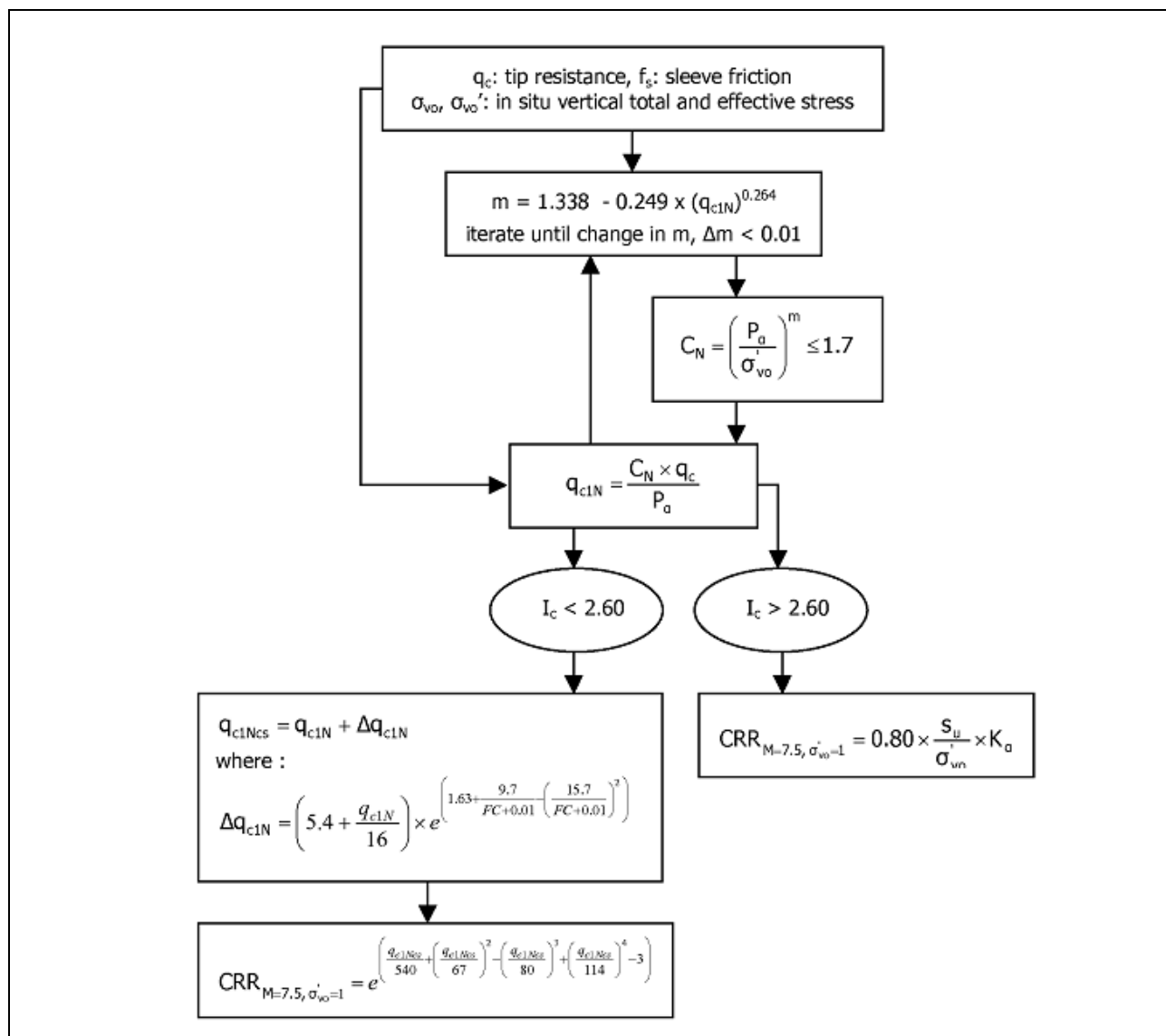


2.12.5. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE PER IL CASO SPECIFICO E STIMA CEDIMENTI INDOTTI

Nel caso in esame, in corrispondenza delle verticali di indagine SCPTU, sono stati individuati livelli coesivo-granulari e granulari saturi, considerando un livello della falda pari a mt. 2.00/1.80 da piano campagna. Visti gli spessori, le caratteristiche e le profondità a cui si trovano, nella presente sono state effettuate le verifiche riferite al caso evento sismico, di seguito riportate.

Nello specifico, viene valutata la **suscettibilità alla liquefazione** applicando un criterio indiretto corrispondente al metodo di Idriss & Boulanger (2008) come suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna.

Questo metodo utilizza le correlazioni di seguito schematizzate:



In base alla deliberazione dell'assemblea legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2 maggio 2007, è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione quando $FL < 1$. La circolare del C.S.LL.PP. n. 617 del 2 febbraio 2009, demanda invece al progettista la decisione in merito alla scelta del margine di sicurezza

nei confronti della liquefazione. Per quanto riguarda infine l'OPCM 3274 del 20 marzo 2003, un terreno deve essere considerato suscettibile a liquefazione, allorché lo sforzo di taglio generato dal terremoto a una data profondità, supera l'80% dello sforzo critico che ha provocato la liquefazione durante terremoti passati alla medesima profondità; il livello di sforzo di taglio implica un fattore di sicurezza pari a 1.25.

Viste le tipologie di indagine analizzate e le peculiarità delle valutazioni introdotte dall'OPCM 3274, si ritiene corretto nella presente definire che un deposito non è suscettibile a liquefazione quando $FL > 1$ in linea con quanto riportato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna.

Il calcolo dell'Indice del potenziale di Liquefazione (LPI) viene utilizzato per interpretare le singole valutazioni in termini di gravità del fenomeno liquefazione sulla profondità.

La procedura di calcolo si basa sul metodo elaborato da Iwasaki (1982).

Per valutare la gravità di liquefazione misurata in un dato sito, LPI è calcolato sulla base della seguente equazione:

$$LPI = \int_0^{20} (10 - 0,5z) \times F_L \times d_z$$

Dove:

$FL = 1 - F.S.$ quando $F.S.$ è minore di 1

$FL = 0$ quando $F.S.$ è maggiore di 1

z è la profondità misurata in metri

Iwasaki propose 4 categorie basate sul valore numerico di LPI:

- $LPI = 0$: il rischio di liquefazione è molto basso
- $0 < LPI \leq 5$: il rischio di liquefazione è basso
- $5 < LPI \leq 15$: il rischio di liquefazione è alto
- $LPI > 15$: il rischio di liquefazione è molto alto

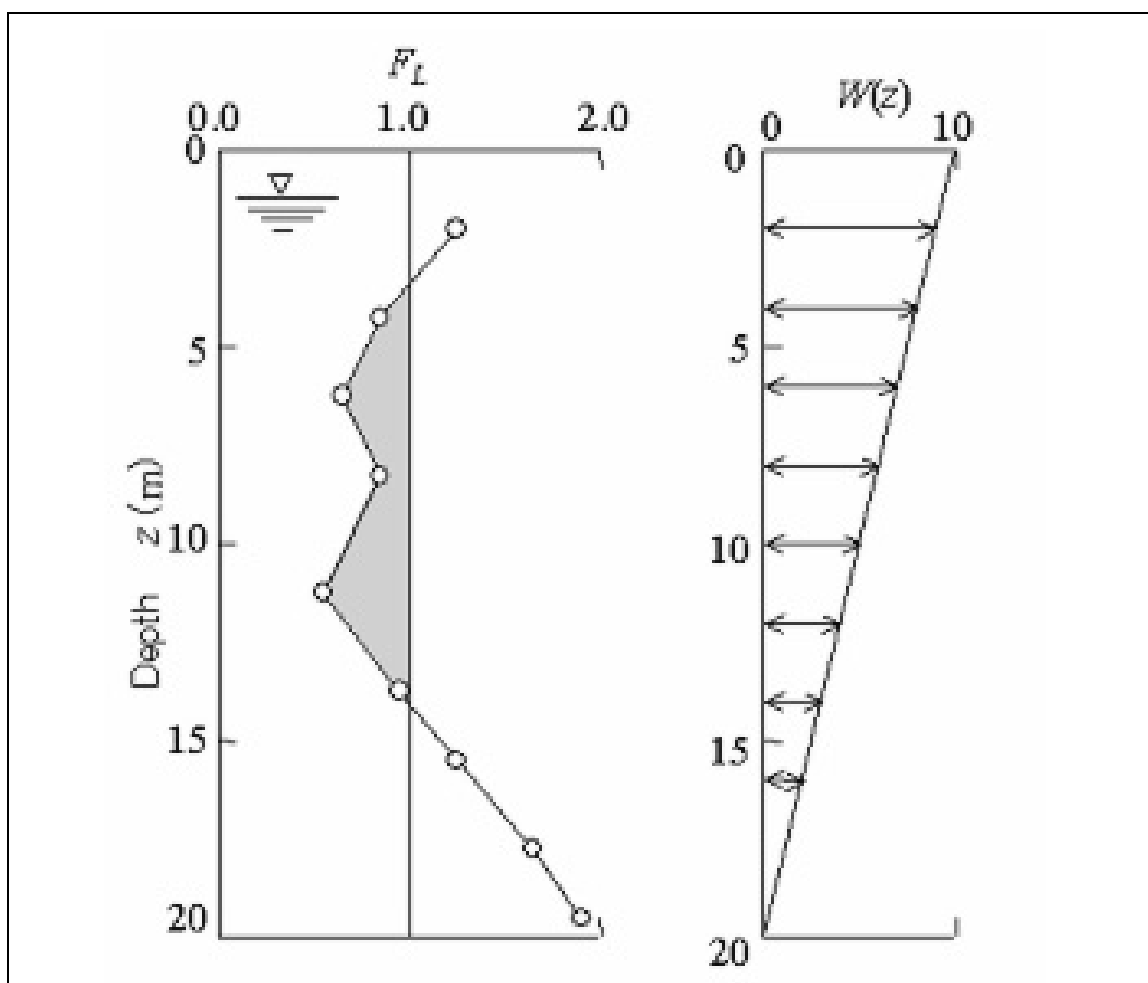


Figura 2.12.5-1

Rappresentazione grafica della procedura di calcolo di LPI

Come precedentemente indicato, in linea con il DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, ai fini della presente si definisce che un deposito sabbioso risulta suscettibile a liquefazione quando $F_s < 1$.

Utilizzando il pacchetto software CLiq v.1.7.6.49 è stato determinato il fattore F_s applicando il metodo di Idriss & Boulanger (2008) individuando gli spessori caratterizzati da $F_s < 1$, di seguito elencati nelle tabelle, nelle quali, oltre agli spessori e alle profondità dei singoli strati liquefacibili, sono indicate anche le profondità dei macrostrati e gli spessori cumulativi degli strati liquefacibili. Tutte le analisi fanno riferimento ai primi mt 20.00, anche se le prove sono state effettuate a maggiori profondità.

I macrostrati distinguono gli spessori prevalentemente coesivi e prevalentemente granulari.

TABELLA 2.12.5-1

SCPTU1 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU1	0.00	0.82	-	-	-
	0.82	9.60	6.40 – 6.44	0.04	0.24
			6.58 – 6.78	0.20	
	9.60	12.58	10.58 – 10.76	0.18	0.64
			11.50 – 11.64	0.14	
			11.84 – 11.98	0.14	
			12.00 – 12.02	0.02	
			12.18 – 12.22	0.04	
			12.36 – 12.42	0.06	
			12.50 – 12.56	0.06	
	12.58	19.30	-	-	-
	19.30	20.00	19.36 – 19.42	0.06	0.22
			19.46 – 19.52	0.06	
			19.68 – 19.70	0.02	
			19.86 – 19.90	0.04	
			19.96 – 20.00	0.04	

TABELLA 2.12.5-2

SCPTU2 – STRATI CON FS<1

	MACROSTRATI		STRATI LIQUEFACIBILI		
	PROF. TETTO (MT)	PROF. LETTO (MT)	PROFONDITÀ (MT)	SPESSORI (MT)	SPESSORI CUMULATIVI (MT)
SCPTU2	0.00	0.56	-	-	-
	0.56	5.16	-	-	-
	5.16	6.74	5.26 – 5.30	0.04	0.56
			5.52 – 5.60	0.08	
			6.02 – 6.04	0.02	
			6.28 – 6.70	0.42	
	6.74	19.20	-	-	-
	19.20	20.00	19.26 – 19.28	0.02	0.32
			19.66 – 19.82	0.16	
			19.86 – 20.00	0.14	

	Prevalenza di terreni coesivi
	Prevalenza di terreni incoerenti e incoerenti-coesivi

Dalle letture delle tabelle si evidenzia come siano presenti spessori liquefacibili in parte correlabili fra le due verticali d'indagine, ma la cui effettiva continuità dovrà essere accertata nel corso degli studi per i singoli interventi. In entrambi i casi la copertura di terreni prevalentemente argillosi, non liquefacibili, è significativa.

 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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

Per quanto riguarda le modalità di verifica e la lettura dei risultati, si riporta di seguito un estratto dallo studio di Facciorusso J., Madiati C., Vannucchi G., “Confronto tra metodi semplificati di stima del rischio di liquefazione da prove cpt e cptu”, ovvero come *l’indice LPI calcolato con riferimento ad una verticale di prova trascuri gli effetti bi- e tri- dimensionali. Tale semplificazione può condurre talora a stime errate. In particolare se la liquefazione in un sito è limitata a lenti isolate, la liquefazione in superficie può non manifestarsi anche per valori significativi di LPI. Viceversa uno strato liquefatto sottile, profondo, molto diffuso ed esteso può determinare rottura del terreno e “lateral spreading” anche per bassi valori di LPI. La variabilità ed eterogeneità naturale delle condizioni stratigrafiche e geotecniche può spiegare la non sempre buona correlazione tra i valori dell’indice LPI e le evidenze di liquefazione.*

Si evidenzia come non siano state effettuate verifiche per mezzo delle prove meccaniche, in quanto portano a valutazioni molto più approssimative rispetto alle CPTU e tendenzialmente non cautelative. Inoltre le CPT sono state effettuate fuori lotto. In base all’andamento delle litologie, è probabile che nella porzione sud dell’intervento il livello parzialmente sabbioso individuato a circa 11-13 mt dal piano campagna, tenda generalmente a ridursi e, al contrario, tenda ad ispessirsi verso nord. Di tale possibile variazione e delle conseguenti verifiche alla liquefazione si dovrà tenere conto, quando si programmeranno le indagini per i singoli interventi.

Per completare l’esposizione, si inseriscono di seguito le elaborazioni stratigrafiche ricavate per mezzo del software che valuta la liquefazione in base alle stratigrafie elaborate inizialmente con il metodo di Robertson 1986 e successivamente con il metodo di Robertson 1990 sui parametri normalizzati. Il grafico di Robertson 1990 fa riferimento alla resistenza alla punta corretta q_t ; esso può essere utilizzato ugualmente con la resistenza alla punta non corretta, q_c , finché la differenza fra q_t e q_c è piccola, tranne nei terreni soffici a grana fine.

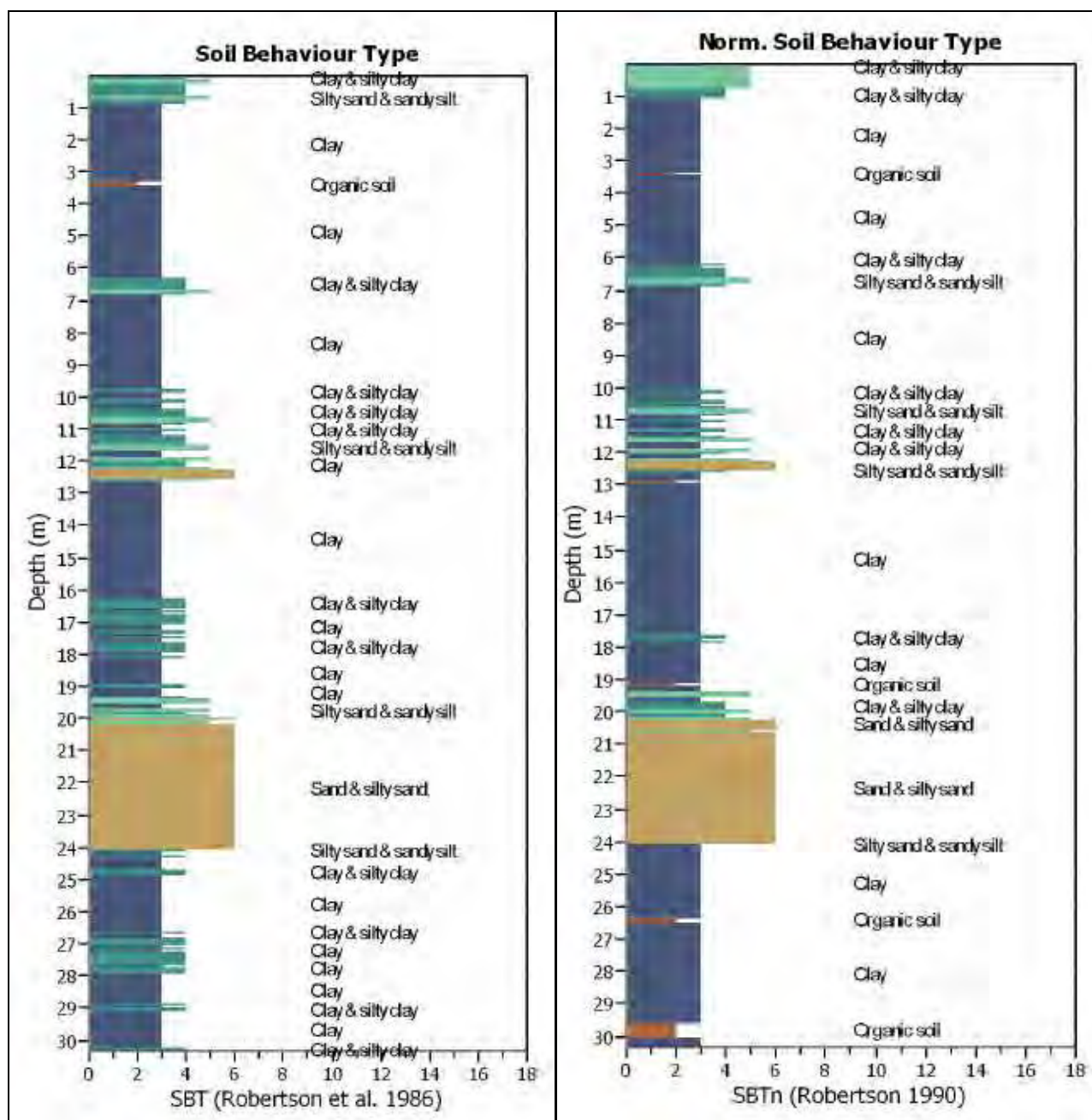


Figura 2.12.5-2

SCPTU1 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

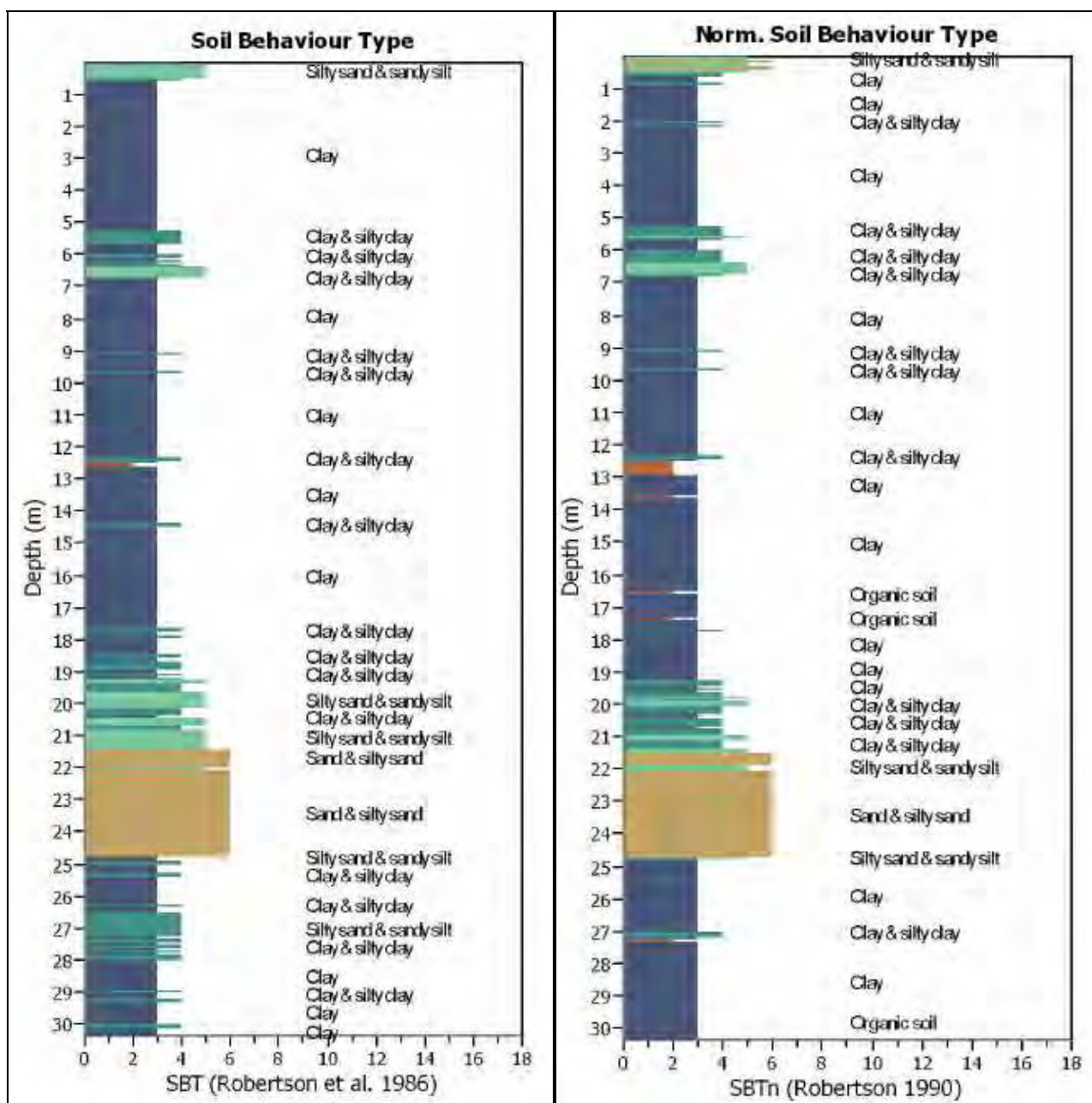


Figura 2.12.5-3

SCPTU2 – Tipo di comportamento del terreno in base a Robertson 1986 e normalizzato in base a Robertson 1990

Dal confronto fra le colonne stratigrafiche ottenute con i due metodi applicati, pur notando un leggero incremento della frazione organica in Robertson 1990, si registra una sostanziale correlazione.

A seguire si riportano i grafici esplicativi delle valutazioni relative alle verifiche alla liquefazione.

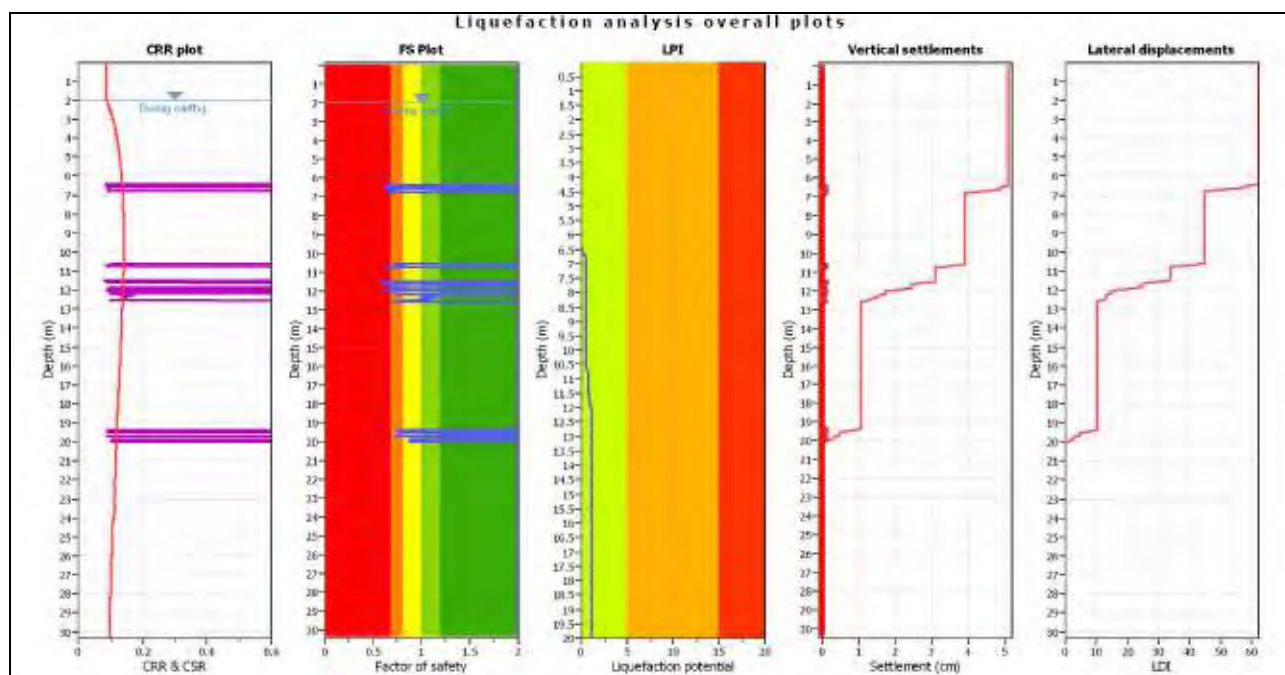


Figura 2.12.5-4
SCPTU1 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

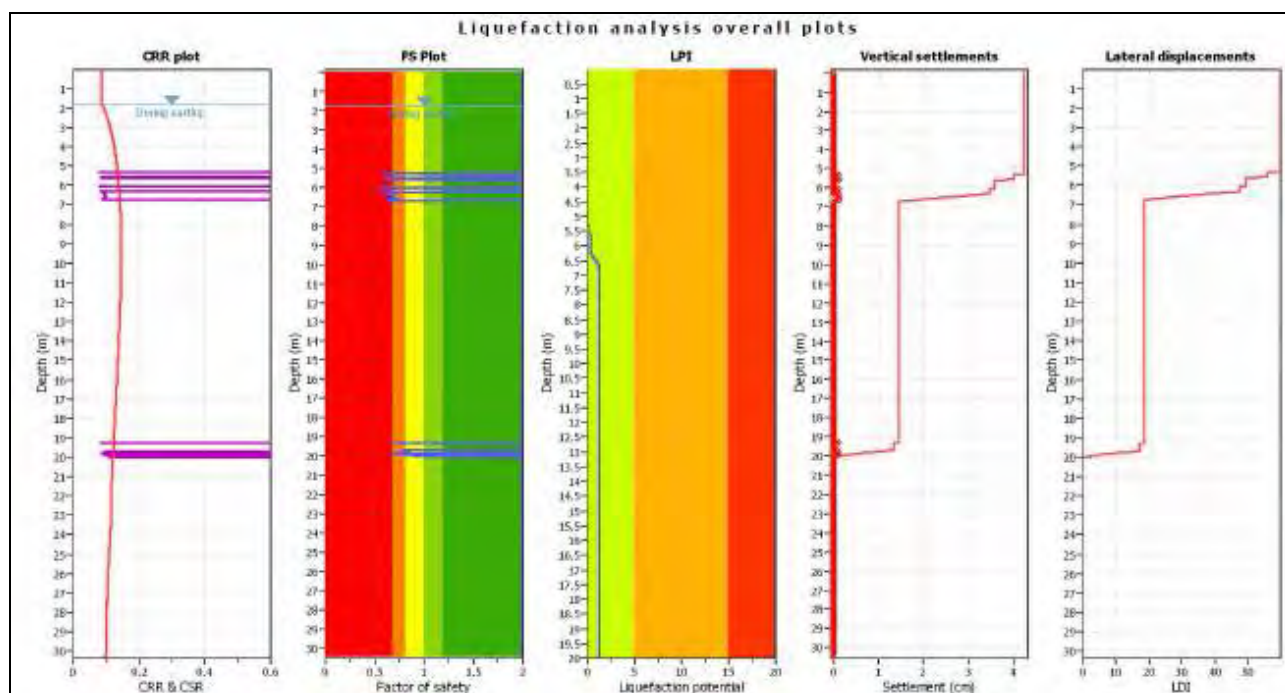


Figura 2.12.5-5
SCPTU2 - Grafici riepilogativi analisi liquefazione

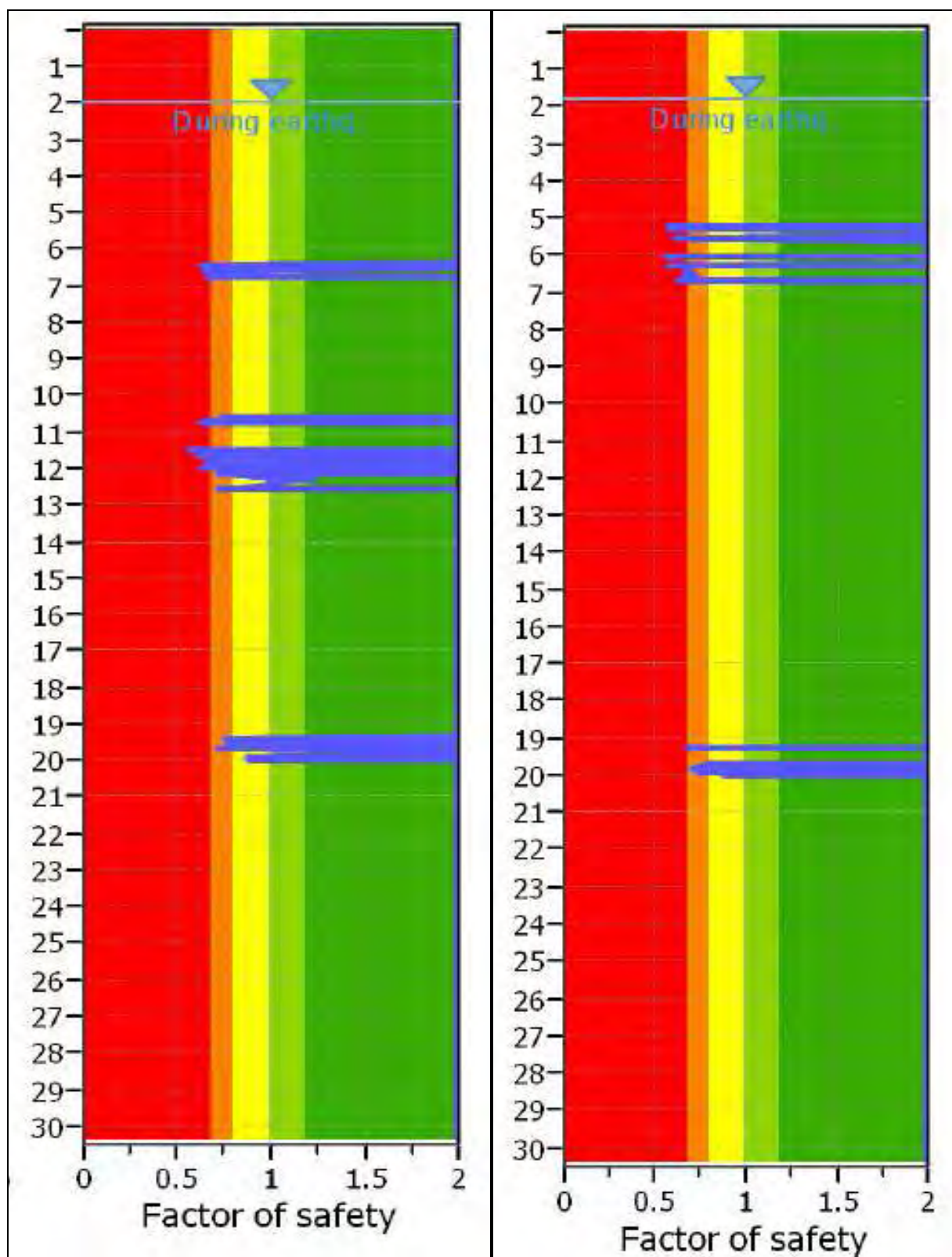


Figura 2.12.5-6
Correlazione grafici FS

Per stimare il grado di severità globale dovuta alla liquefazione del deposito, utilizzando lo stesso software CLiq v. 1.7.6.49 è stato determinato l'Indice del Potenziale di Liquefazione in base a diversi approcci, considerando una magnitudo pari a 6.14, una P.G.A = 0.21g (determinata per mezzo della RSL). Il livello della falda è stato mantenuto invariato nell'ipotesi dell'avvenimento del sisma; a conoscenza dello scrivente, non sono infatti disponibili studi specifici relativi a possibili variazioni del livello della falda durante la fase sismica. Nella verifica alla liquefazione sono stati considerati solamente i terreni sabbiosi, viste le caratteristiche specifiche del sito.

Nella figura successiva sono riportati i grafici di elaborazione dai quali emerge che, in corrispondenza delle prove effettuate, l'Indice del potenziale di Liquefazione, assume i valori di seguito tabulati, variabili in base ai diversi approcci utilizzati.

TABELLA 2.12.5-3

VALORI IPL IN CORRISPONDENZA DELLE PROVE ESEGUITE

Verticale d'indagine	IPL	
	Valore minimo (indicativo)	Valore massimo Indicativo
SCPTU1	1.18	1.68
SCPTU2	1.05	1.95

In base a tutte le verifiche effettuate, risulta un rischio di liquefazione basso, in corrispondenza delle prove SCPTU1 ed SCPTU2.

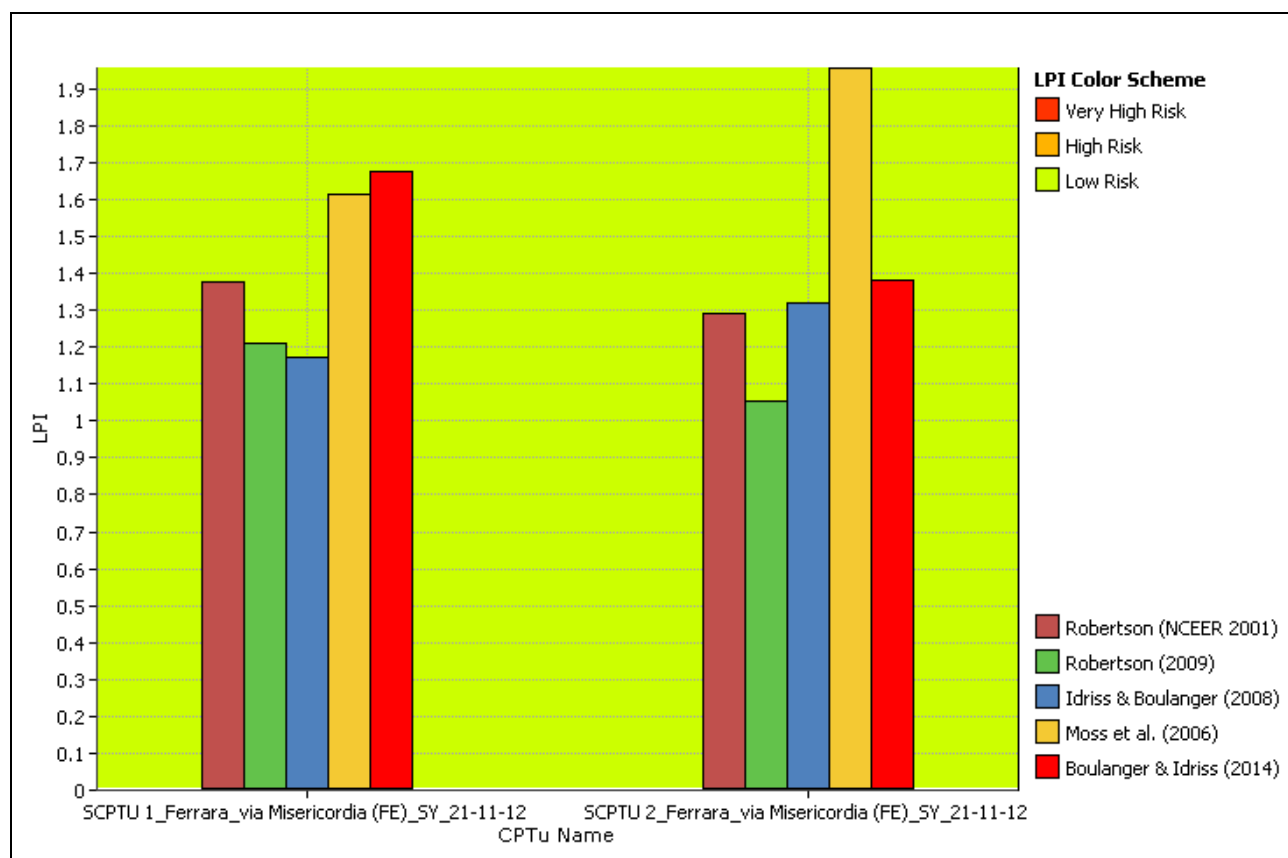


Figura 2.12.5-7

Istogrammi con valori LPI

In base al metodo di Idriss e Boulanger (2008), suggerito dalla determinazione n° 1105 del 03/02/2014 della Regione Emilia Romagna, in corrispondenza delle prove analizzate l'Indice del Potenziale di Liquefazione assume i seguenti valori:

IPL in corrispondenza di SCPTU1 = 1.171

IPL in corrispondenza di SCPTU2 = 1.321

In relazione agli indici di potenziale liquefazione sopra indicati, il sito si definisce a rischio basso in corrispondenza delle prove.

Dal grafico riportato in figura 2.12.5-11, si evince che il valore dell'Indice di Potenziale liquefazione rimane al di sotto della soglia pari a 5 (rischio basso/alto), fino a valori di PGA di 0.50g in corrispondenza delle prove analizzate.

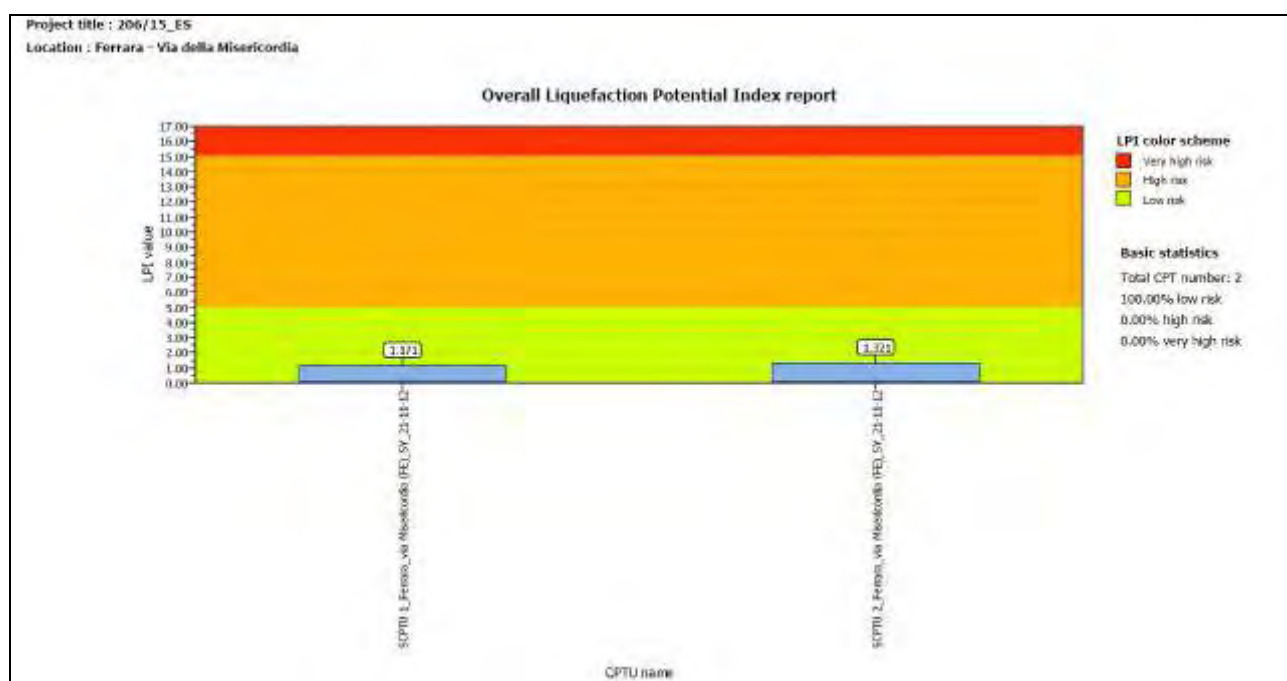


Figura 2.12.5-8

Valori LPI delle prove secondo Idriss & Boulanger (2008)

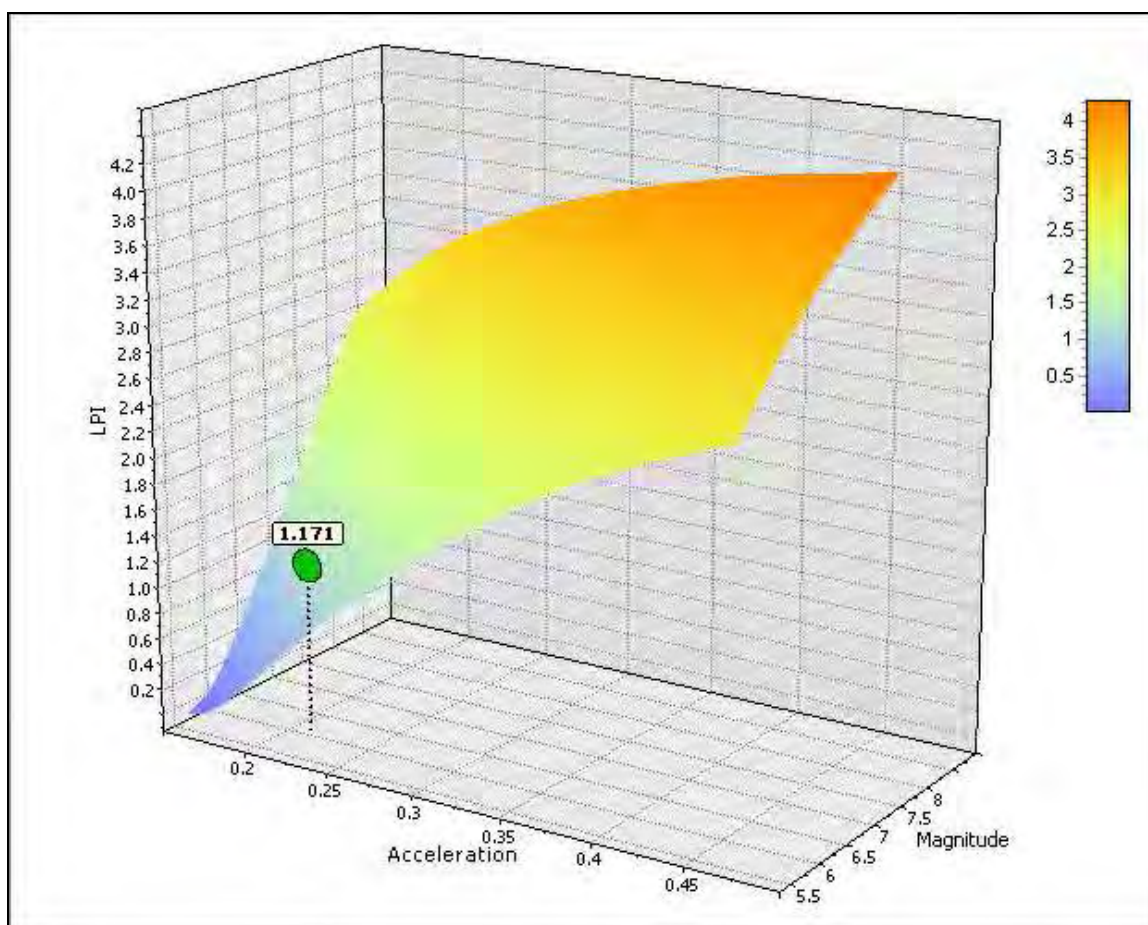


Figura 2.12.5-9

SCPTU1: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

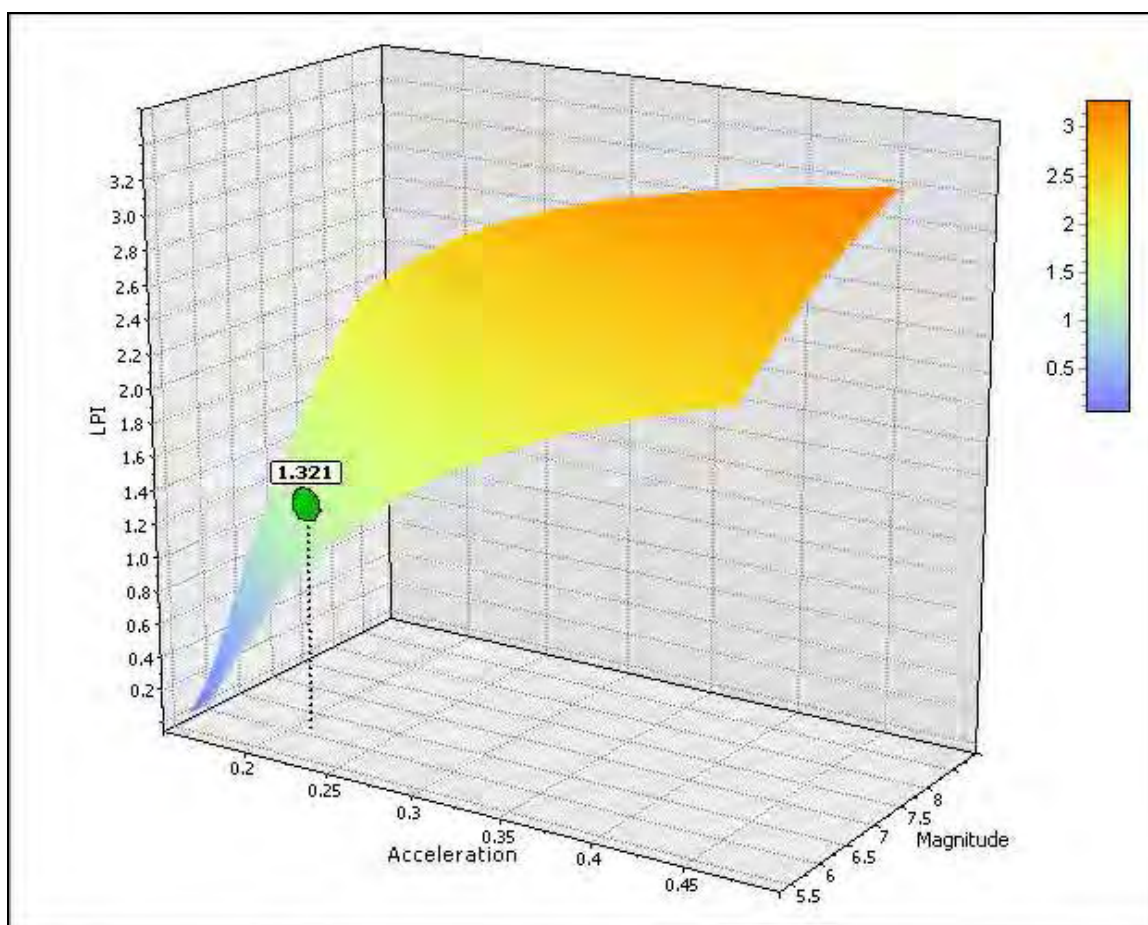


Figura 2.12.5-10

SCPTU2: Grafico LPI – Accelerazione – Magnitudo

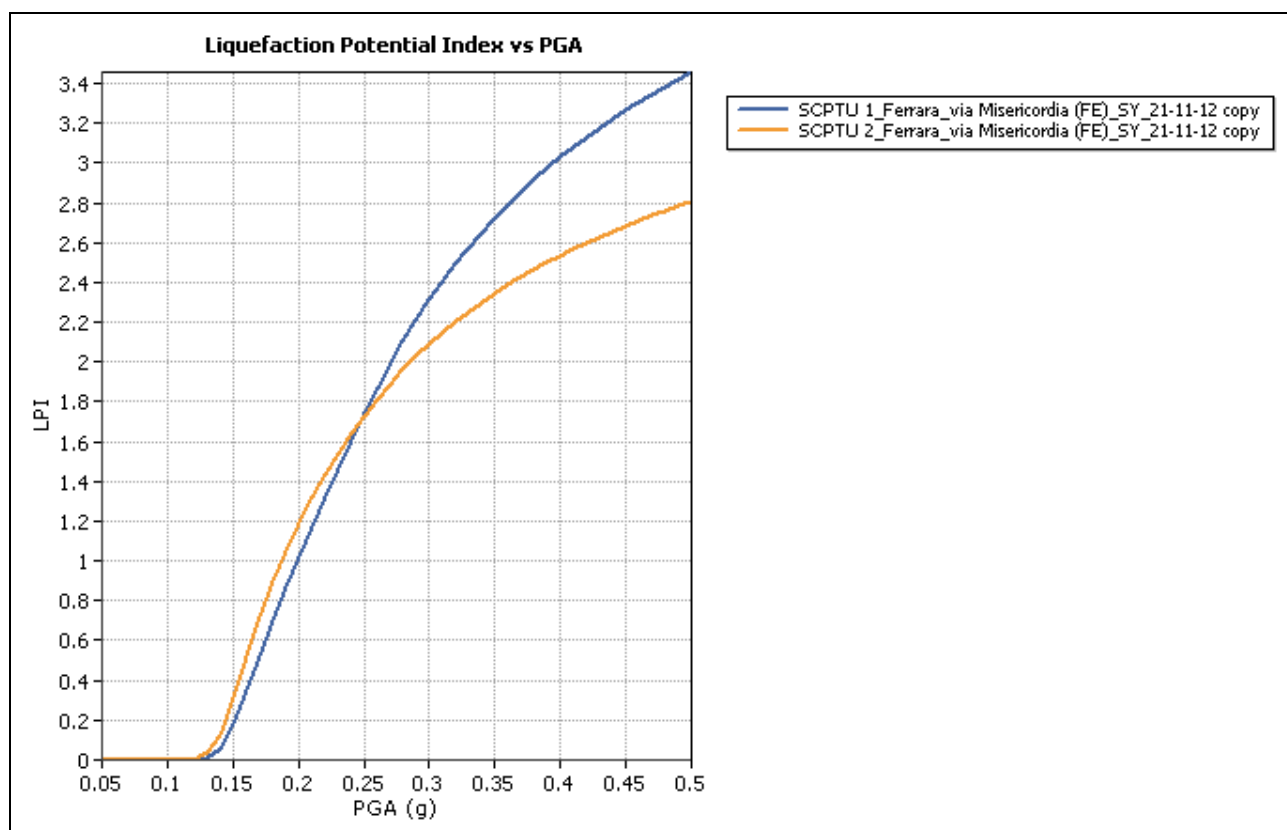


Figura 2.12.5-11

Indice di potenziale liquefazione a confronto con aumento della PGA

Per mezzo del programma di calcolo è stata anche determinata la probabilità di liquefazione in base a diversi approcci. Nella figura seguente sono riportati gli istogrammi dai quali emerge che, la probabilità di innesco del fenomeno, a seconda dell'approccio utilizzato, assume i seguenti valori:

- SCPTU1, variabile da circa il 5.5% a circa il 6.2%;
- SCPTU2, variabile da circa il 5.4% a circa il 6.5%.

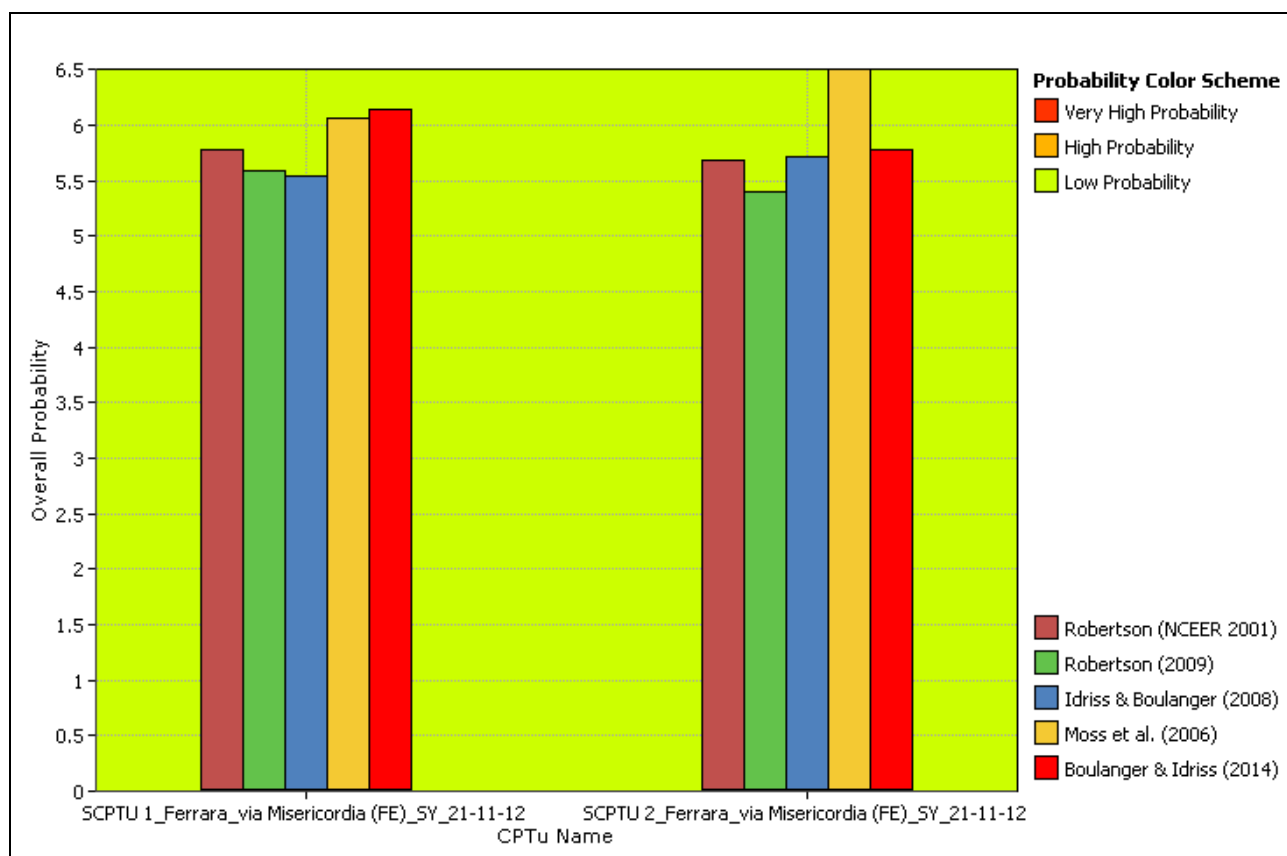


Figura 2.12.5-12

Grafico probabilità di innesco fenomeno della liquefazione

Per quanto riguarda i cedimenti verticali post-sismici dovuti alla liquefazione, le valutazioni effettuate hanno permesso di determinare la variabilità dei relativi valori teorici, a seconda dell'approccio di calcolo utilizzato. Tali cedimenti teorici variano come di seguito elencato:

- SCPTU1: da circa cm 4.40 a circa cm 5.80
- SCPTU2: da circa cm 2.80 a circa cm 4.80

Nello specifico, secondo Idriss & Boulanger (2008), i cedimenti post sismici in corrispondenza delle verticali, assumono i seguenti valori teorici:

- SCPTU1 = cm 5.102
- SCPTU2 = cm 4.245

Da evidenziare come i valori sopra riportati corrispondano di fatto ad una stima di massima, molto teorica.

Tali valutazioni devono essere quindi considerate come esclusivamente indicative di una problematica, e quindi valutazioni meno approssimate dovranno essere effettuate per ogni singolo intervento, utilizzando prove opportunamente ubicate.

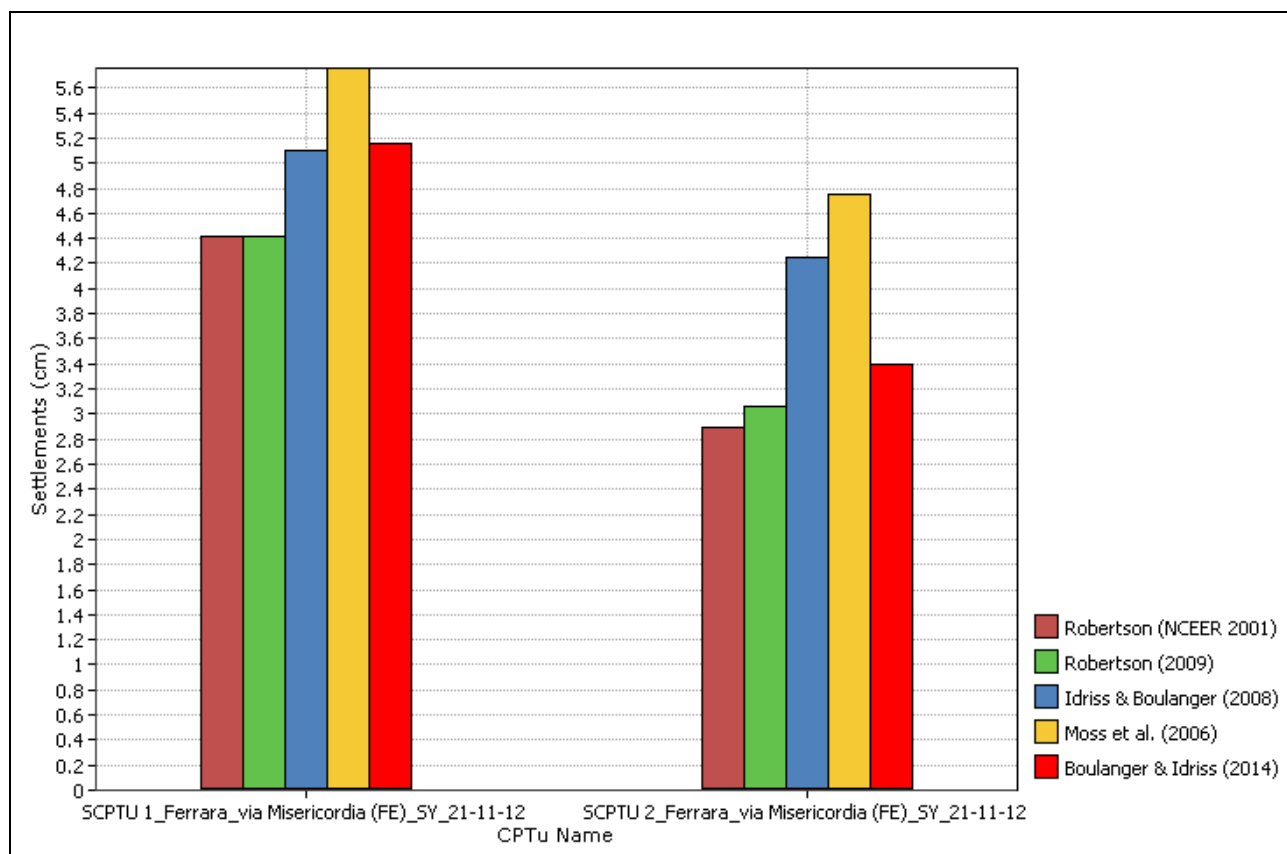


Figura 2.12.5-13

Istogrammi con valori cedimenti

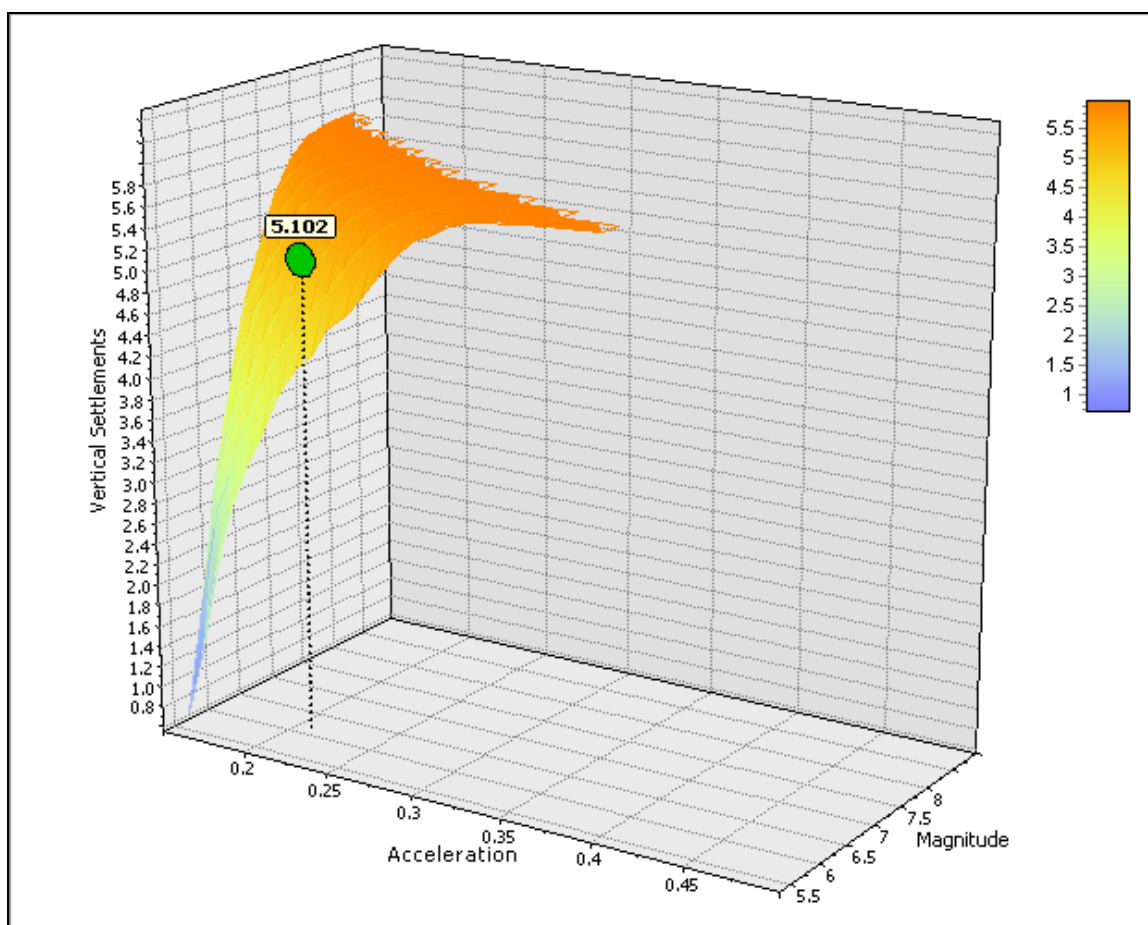


Figura 2.12.5-14

SCPTU1: Grafico cedimenti verticali – Accelerazione

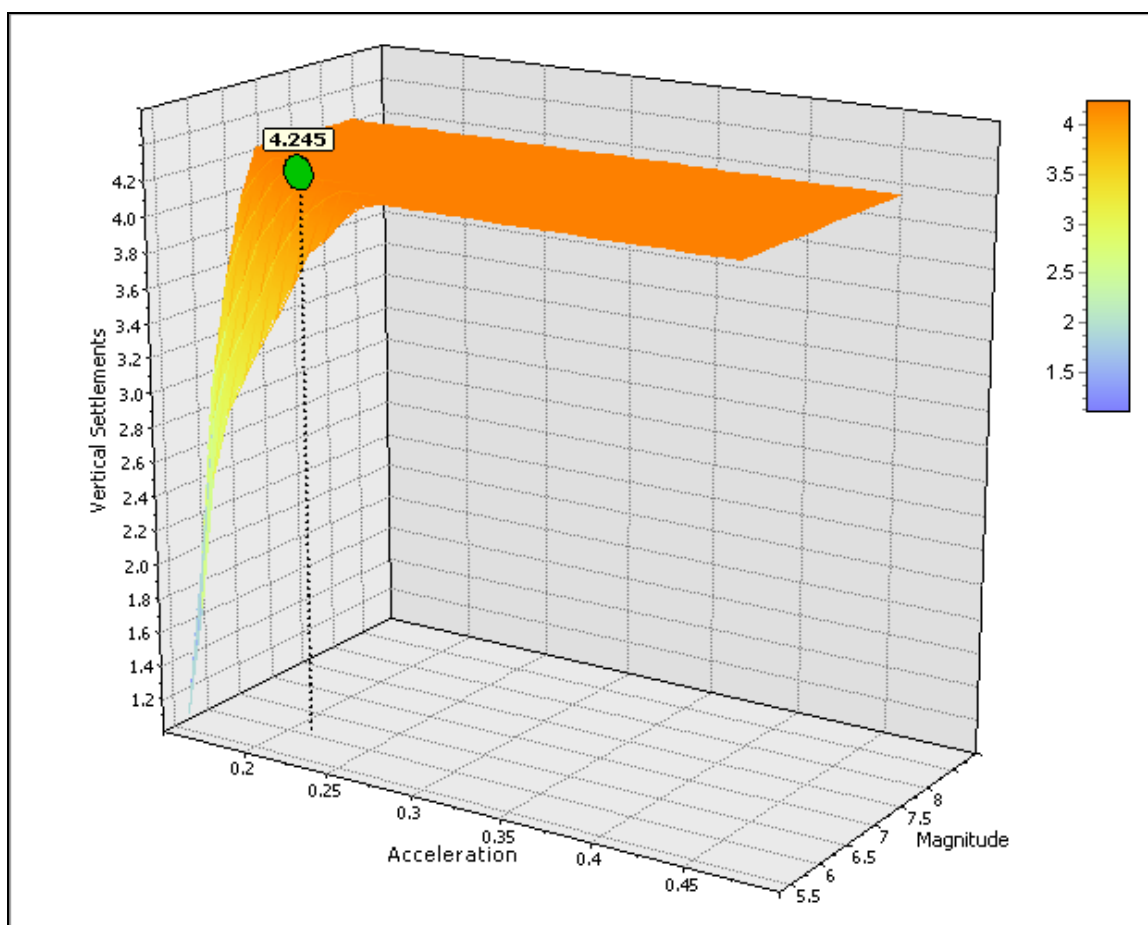


Figura 2.12.5-15

SCPTU2: Grafico cedimenti verticali – Accelerazione

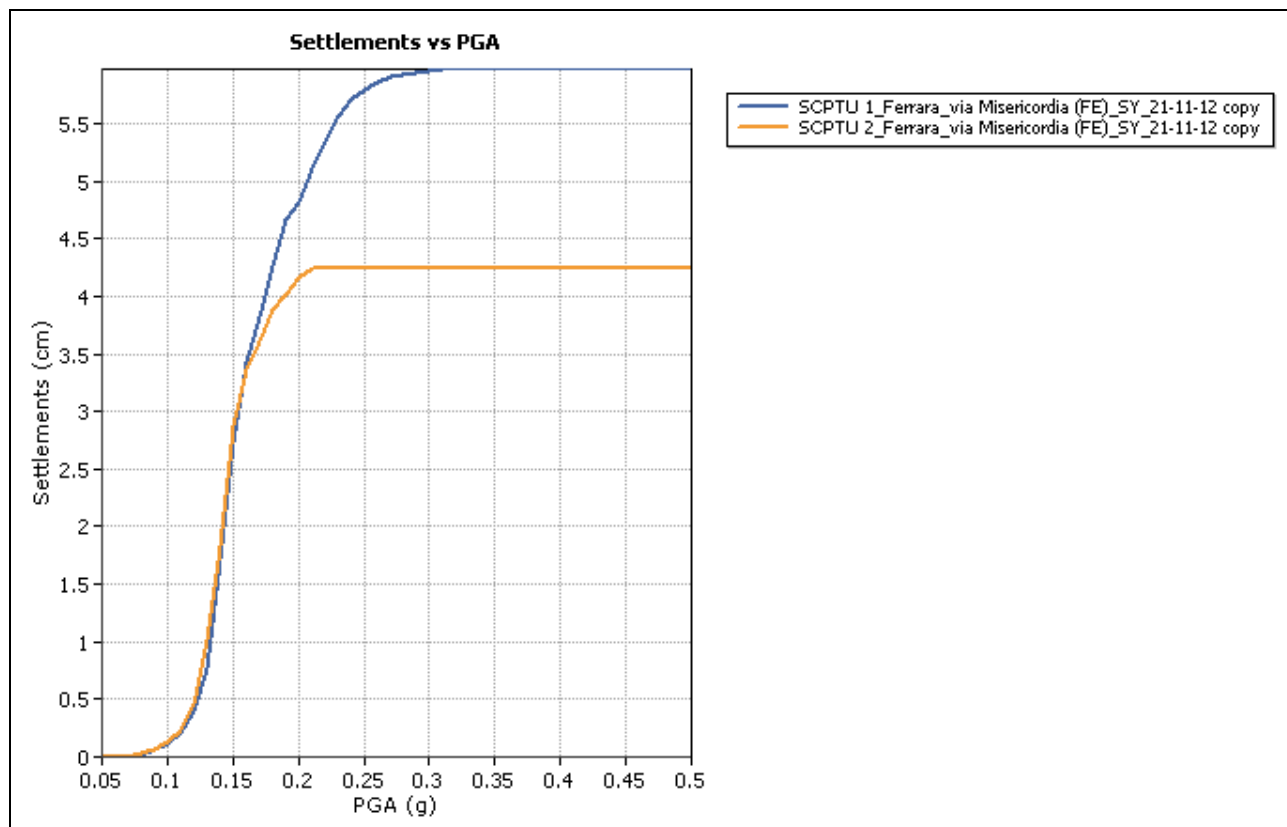


Figura 2.12.5-16

Cedimenti a confronto con aumento della PGA

2.12.6. STIMA DEI CEDIMENTI DEI TERRENI GRANULARI NON SATURI

Non si dispone delle informazioni necessarie per stimare i cedimenti nei terreni granulari non saturi in condizioni sismiche. Ad ogni modo si evidenzia come la loro presenza sia limitata ad un sottile strato superficiale, così come desumibile per mezzo delle valutazioni effettuate tramite le prove e le analisi di laboratorio. Eventuali valutazioni potranno eventualmente essere eseguite sulla base degli approcci indicati nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, tramite le risultanze di prove in sito e di prove di laboratorio.

2.12.7. STIMA DEI CEDIMENTI POST SISMICI DEI TERRENI COESIVI

Come citato nel DAL 112/2007 della Regione Emilia Romagna, nei depositi coesivi molto soffici ($c_u \leq 70$ kPa) e plastici ($I_p \geq 30\%$), in cui si prevede un incremento delle pressioni interstiziali $\Delta u/\sigma'_0 \geq 0.3$ durante il terremoto, deve essere valutata l'entità del cedimento di riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto.

A tal fine, in ragione della sequenza stratigrafica determinata per mezzo delle prove, sono stati prelevati due campioni a profondità comprese fra mt 2.00 e mt 3.00 (C1-B) e fra mt 4.00 e mt 5.00 (C2-B) e, su tali campioni, sono stati determinati i limiti di consistenza. Nella tabella seguente vengono riepilogati i relativi valori.

TABELLA 2.12.7-1

CAMPIONI - LIMITI DI ATTERBERG

Nome campione	Profondità (mt)	Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice Plastico
C1 – B	2.00 – 3.00	43	23	20
C2 – B	4.00 – 5.00	58	27	31

In base ai risultati delle prove di laboratorio e delle prove in sito, ipotizzando che queste siano in linea di massima rappresentative per il principale comparto edificabile, gli strati prevalentemente argillosi individuati da mt 0.82/0.56 a mt 9.60/5.16, come si vedrà nel capitolo successivo, sono caratterizzati da valori medi di c_u pari a 44 – 45 kPa e un Indice Plastico della porzione più superficiale di 20 e di 31 per la porzione più profonda analizzata.

In particolare lo strato compreso fra mt 4.00 e mt 5.00, tramite l'elaborazione delle SCPTU risulta essere caratterizzato da un valore di C_u corrispondente a di 0.35 – 0.32 kg/cm² (34 – 31 kPa).

In relazione a tali valori, ipotizzando che l'Indice Plastico sia rappresentativo di una porzione di terreno profondo molto soffice e plastico distribuito sull'intero comparto, sarà necessario effettuare le indagini, le prove di laboratorio e valutare l'entità del cedimento di riconsolidazione conseguente alla dissipazione delle pressioni interstiziali accumulate durante il terremoto di riferimento, in linea con le prescrizioni del DAL 112/2007.

Documentazione Allegata:

- Allegato 5. Certificati di laboratorio geotecnico

2.13. Note e prescrizioni

Nel sito, oggetto del presente studio, si rilevano complessivamente depositi di canale distributore, argine e rotta. Tale sito, fino alle massime profondità d'indagine raggiunte (mt 30.34/30.36 dal piano campagna), è caratterizzato prevalentemente da depositi coesivi, localmente interrotti da spessori di terreni coesivo-granulari, secondariamente granulari.

In corrispondenza dei fori residuali delle indagini eseguite in data 21 novembre 2012, è stata misurata la quota della superficie di saturazione a mt. 2.00/1.80 dal piano campagna.

In seguito all'Ordinanza del Presidente del Consiglio n. 3274/03 il Comune di Ferrara è stato inserito, in base alla classificazione sismica, nella zona 3.

Nell'area di studio, alle condizioni attuali, non è previsto l'insorgere del fenomeno della dilatanza. Per quanto riguarda la liquefazione, in base agli indici di potenziale liquefazione rilevati, il sito del futuro insediamento residenziale è definibile a rischio basso. Indipendentemente dalla quantificazione del rischio, vista la distribuzione e la profondità dei livelli liquefacibili, e gli altri parametri rilevati, nel corso della progettazione delle singole strutture sarà necessario effettuare studi mirati, al fine di stimare gli effetti della liquefazione sulle opere.

È stata condotta, un'analisi di Risposta Sismica Locale ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto e della PGA locale.

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

Dai dati bibliografici disponibili risulta come l'area di studio non sia stata soggetta ad allagamenti nel tempo.

In allegato 7 è riportata una Scheda Tecnica riassuntiva dei principali parametri geologici e geotecnici relativi al sito in esame, utilizzabili per le successive valutazioni.

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Parte Terza -

MODELLO GEOTECNICO

3. MODELLO GEOTECNICO

3.1. Problemi geotecnici e scelte tipologiche

Come da accordi con il Progettista, nella presente viene fornita l'interpretazione geotecnica in base alle prove effettuate e, separatamente, potranno essere trasmessi i file delle singole prove. Valutazioni in merito alla tipologia di fondazione, ai carichi trasmessi, etc... in relazione alle caratteristiche geotecniche dei terreni, dovranno essere effettuate in relazione ai singoli interventi, utilizzando indagini all'uopo progettate ed eseguite.

3.2. Descrizione del programma delle indagini e delle prove geotecniche

Per quanto riguarda la campagna di indagini, si deve fare riferimento ai paragrafi 2.7 e 2.8 della presente.

3.3. Caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni

3.3.1. CARATTERIZZAZIONE DELLE UNITÀ LITOTECNICHE INDIVIDUATE

Utilizzando i valori di resistenza misurati per mezzo delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico analizzate, sono stati determinati i parametri geotecnici dei terreni indagati.

Di seguito sono elencate le modalità di valutazione dei principali parametri, determinati tramite l'applicazione di un software Geostru. Si ricorda che, viste le modalità di valutazione, i valori ricavati hanno esclusivamente validità orientativa.

Parametri geotecnici (validità orientativa) – correlazioni, bibliografia:

- TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio (ϕ): Angolo di resistenza al taglio (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

Densità relativa (D_r %): Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Modulo Edometrico (E_d): Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Peso unità di Volume Gamma:

- Peso unità di Volume Gamma (t/m^3) (Meyerhof)
- Peso unità di Volume Gamma saturo (t/m^3) (Meyerhof)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione: Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

- TERRENI COESIVI

Coesione Non Drenata (C_u): Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Modulo Edometrico (E_{ed}) - Metodo generale del modulo edometrico.

Modulo di deformazione non drenato - Modulo di deformazione non drenato Eu (Cancelli ed altri 1980)

Peso unità di Volume Gamma

- Peso unità di Volume terreni coesivi (t/m^3) (Meyerhof)
- Peso unità di Volume saturo terreni coesivi (t/m^3) (Meyerhof)

OCR - Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Ai fine della modellazione geotecnica, sono state analizzate due prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico effettuate in corrispondenza del sito per la formazione del POC; per mezzo di tali indagini è stato possibile individuare gli strati di seguito schematizzati. I dati nominali vengono fatti corrispondere in questo caso ai valori medi, riportati nelle tabelle seguenti.

TABELLA 3.3.1-1

SCPTU1 – PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA UNITÀ LITOTECNICHE

N. strato	Profondità		Descrizione	Parametrizzazione geotecnica
	tetto (mt)	letto (mt)		
1	0.00	0.82	Limi argillosi e argille limose alternate con limi sabbiosi e limi argillosi.	$q_c = 26.13 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.56 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma_{coe} = 2.02 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{inc} = 1.80 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-coe} = 2.10 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-inc} = 2.10 \text{ t/m}^3$ $C_u = 1.31 \text{ kg/cm}^2$ $Dr = 100\%$ $\phi = 40.43^\circ$ $OCR_{coe} > 9$ $OCR_{inc} = 0.59$ $Eu = 976.78 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 52.26 \text{ kg/cm}^2$ $Ed = 71.88 \text{ kg/cm}^2$
2	0.82	6.00	Argille sporadicamente e localmente interrotte da argille limose – argille e da terreni organici e torbosi. <i>Terreni coesivi moderatamente consistenti</i>	$q_c = 9.15 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.54 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.83 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.91 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.46 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 7.14$ $Eu = 322.81 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 41.60 \text{ kg/cm}^2$
3	6.00	7.24	Limi argillosi e argille limose alternate con limi sabbiosi e limi argillosi, sovrastati e poggiati su argille limose – argille. <i>Terreni coesivi consistenti</i>	$q_c = 13.48 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.98 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.67 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 2.45$ $Eu = 473.38 \text{ kg/cm}^2$

				$E_{ed} = 48.12 \text{ kg/cm}^2$
4	7.24	9.60	Argille <i>Terreni coesivi moderatamente consistenti</i>	$q_c = 5.99 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.26 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.74 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.82 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 1.74$ $E_u = 185.98 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 31.50 \text{ kg/cm}^2$
5	9.60	12.58	Fitta alternanza di argille limose – argille con limi argillosi e argille limose, con limi sabbiosi e limi argillosi e con argille. Secondaria presenza di sabbie limose - limi argillosi e di sabbie - sabbie limose	$q_c = 24.38 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.33 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma_{coe} = 2.00 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{inc} = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-coe} = 2.08 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-inc} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $C_u = 1.22 \text{ kg/cm}^2$ $Dr = 5\%$ $\phi = 29.71^\circ$ $OCR_{coe} = 1.75$ $OCR_{inc} < 0.5$ $E_u = 865.76 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 48.76 \text{ kg/cm}^2$ $E_d = 25.48 \text{ kg/cm}^2$
6	12.58	19.30	Argille poggianti su limi argillosi e argille limose alternate con argille limose – argille <i>Terreni coesivi consistenti</i>	$q_c = 13.19 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.55 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.88 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.96 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.66 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 2.14$ $E_u = 428.25 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 47.94 \text{ kg/cm}^2$
7	19.30	24.10	Prevalenza di sabbie e sabbie - sabbie limose su limi sabbiosi e limi argillosi e su sabbie limose - limi argillosi. Puntuali livelli di limi argillosi e argille limose, argille limose – argille e argille <i>Terreni granulari sciolti</i>	$q_c = 87.81 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.35 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $Dr = 21.34\%$ $\phi = 33.96^\circ$ $OCR < 0.5$ $E_d = 64.22 \text{ kg/cm}^2$
8	24.10	30.34	Argille localmente interrotte da argille limose – argille e da limi argillosi e argille limose <i>Terreni coesivi consistenti</i>	$q_c = 15.92 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.75 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.98 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.80 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 1.69$ $E_u = 485.20 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 48.06 \text{ kg/cm}^2$

TABELLA 3.3.1-2

SCPTU2 – PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA UNITÀ LITOTECNICHE

N. strato	Profondità		Descrizione	Parametrizzazione geotecnica
	tetto (mt)	letto (mt)		
1	0.00	0.56	Prevalenza di sabbie limose - limi argillosi su limi sabbiosi e limi argillosi.	$q_c = 28.75 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.30 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma_{coe} = 2.03 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{inc} = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-coe} = 2.11 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-inc} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $C_u = 1.44 \text{ kg/cm}^2$ $Dr = 100\%$ $\phi = 42.00^\circ$ $OCR_{coe} > 9$ $OCR_{inc} < 0.5$ $Eu = 1075.99 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 57.50 \text{ kg/cm}^2$ $Ed = 80.53 \text{ kg/cm}^2$
2	0.56	5.16	Argille con locale e secondaria presenza di argille limose – argille <i>Terreni coesivi moderatamente consistenti</i>	$q_c = 9.12 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.47 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.83 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.91 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.46 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 7.26$ $Eu = 324.55 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 41.52 \text{ kg/cm}^2$
3	5.16	6.74	Limi argillosi e argille limose alternate con argille limose – argille. Alla base sono presenti sabbie limose - limi argillosi e limi sabbiosi e limi argillosi	$q_c = 13.88 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.20 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma_{coe} = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{inc} = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-coe} = 1.98 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-inc} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.69 \text{ kg/cm}^2$ $Dr = 5.97\%$ $\phi = 28.80^\circ$ $OCR_{coe} = 1.81$ $OCR_{inc} < 0.5$ $Eu = 491.87 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 48.29 \text{ kg/cm}^2$ $Ed = 13.88 \text{ kg/cm}^2$
4	6.74	19.20	Argille localmente interrotte da argille limose – argille e da limi argillosi e argille limose. Secondaria presenza di limi sabbiosi e limi argillosi <i>Terreni coesivi moderatamente consistenti</i>	$q_c = 8.90 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.34 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.81 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 1.89 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.44 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 1.64$ $Eu = 280.53 \text{ kg/cm}^2$

				$E_{ed} = 40.96 \text{ kg/cm}^2$
5	19.20	21.38	Limi sabbiosi e limi argillosi alternati con sabbie limose - limi argillosi e, secondariamente, con limi argillosi e argille limose. Puntuale presenza di argille limose – argille	$q_c = 31.32 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.49 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma_{coe} = 2.04 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{inc} = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-coe} = 2.12 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat-inc} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $C_u = 1.57 \text{ kg/cm}^2$ $Dr = 5\%$ $\phi = 29.13^\circ$ $OCR_{coe} = 1.56$ $OCR_{inc} < 0.5$ $Eu = 1095.06 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 62.64 \text{ kg/cm}^2$ $Ed = 32.10 \text{ kg/cm}^2$
6	21.38	24.76	Sabbie e sabbie - sabbie limose <i>Terreni granulari sciolti</i>	$q_c = 88.62 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.26 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.90 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 2.20 \text{ t/m}^3$ $Dr = 20.31\%$ $\phi = 33.93^\circ$ $OCR < 0.5$ $Ed = 64.64 \text{ kg/cm}^2$
7	24.76	30.36	Argille localmente interrotte da argille limose – argille, da limi argillosi e argille limose e, secondariamente, da limi sabbiosi e limi argillosi <i>Terreni coesivi consistenti</i>	$q_c = 18.84 \text{ kg/cm}^2$ $f_s = 0.80 \text{ kg/cm}^2$ $\gamma = 1.93 \text{ t/m}^3$ $\gamma_{sat} = 2.01 \text{ t/m}^3$ $C_u = 0.94 \text{ kg/cm}^2$ $OCR = 1.85$ $Eu = 597.19 \text{ kg/cm}^2$ $E_{ed} = 44.47 \text{ kg/cm}^2$

Note relative alle tabelle:

- i valori dei parametri geotecnici, si riferiscono alle singole medie relative agli spessori corrispondenti;
- ove sintetizzabile, in corsivo è indicato il comportamento prevalente dello strato.

Supporti Grafici:

- Allegato 3. Report SCPTU

3.4. Note conclusive

L'elaborazione delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono sismico, ha permesso di definire il modello geotecnico principalmente caratterizzato, fino alle massime profondità raggiunte (mt 30.34/30.36 dal piano campagna), da depositi coesivi moderatamente consistenti e consistenti (argille, argille limose e limi argillosi), interrotti localmente da terreni prevalentemente coesivo-granulari e granulari (sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi).

 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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

Come ampiamente descritto, le indagini sono state realizzate con una metodologia che non permette l'analisi diretta dei litotipi e quindi, come si è visto, per tali indagini la ricostruzione litostratigrafica è stata eseguita empiricamente sulla base di teorie tratte da diversi studiosi ed esperienze, così come in base a relazioni empiriche, sono stati valutati tutti i parametri geotecnici. Da notare inoltre come la metodologia utilizzata sia caratterizzata da margini di approssimazione interpretativi per quanto riguarda la ricostruzione litologica e per la parametrizzazione geotecnica, per la quale è possibile ottenere valori indicativi, comunque senz'altro meno approssimativi rispetto alle prove penetrometriche meccaniche.

In allegato 7 è riportata una Scheda Tecnica riassuntiva dei principali parametri geologici e geotecnici relativi al sito in esame, utilizzabili per le successive valutazioni.

Quanto riportato nella presente è finalizzato ad un inquadramento generale dell'area interessata dal Piano Urbanistico Attuativo. Nelle fasi di studio relative ai singoli lotti, mediante indagini mirate, dovranno essere valutati gli aspetti geologici e geotecnici specifici, in relazione alle caratteristiche progettuali e alle tipologie di fondazioni previste. La valutazione delle azioni trasmesse dalla struttura alla fondazione, deve infatti derivare dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la struttura in elevazione e non, alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche. Tale tipo di approccio dovrà essere condotto unitamente al Progettista, durante le fasi di progettazione preliminare ed esecutiva.

In tale occasione si potranno anche valutare, per ogni singolo lotto, le modalità di smaltimento delle acque meteoriche.

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

	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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Parte Quarta -

DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

4. DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE DELLA SOVRASTRUTTURA STRADALE

Al fine di fornire un dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale, sono stati prelevati n. 2 campioni in corrispondenza di n. 2 punti del tratto in progetto.

Nella figura seguente sono indicate le ubicazioni dei punti di prelievo dei campioni. Da evidenziare come i prelievi siano stati effettuati in corrispondenza del piano campagna attualmente destinato a verde, in parte più depresso rispetto al futuro piano di scorrimento.

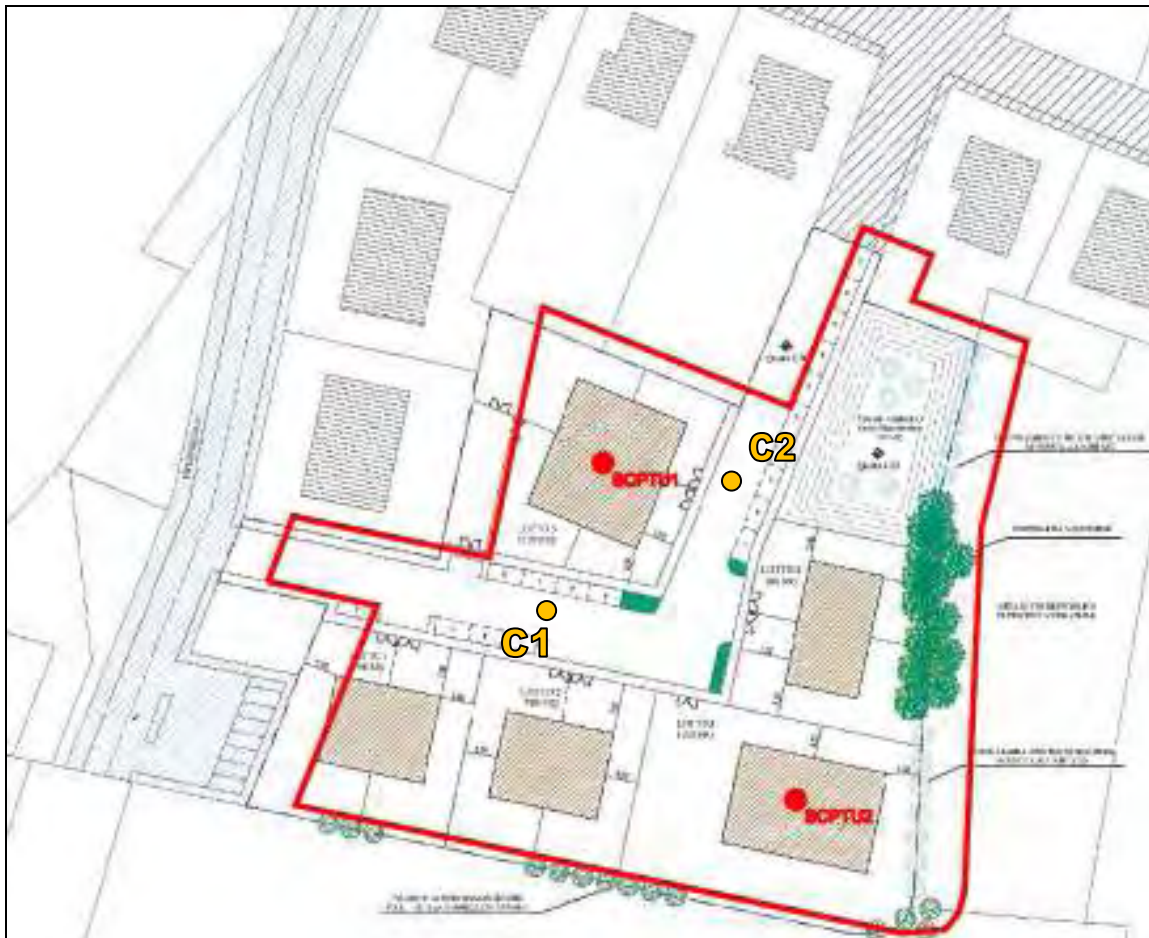


Figura 4-1
Ubicazione punti di campionamento

4.1. Descrizione risultati analisi di laboratorio geotecnico

Nel prospetto seguente, sono riepilogati i principali parametri ricavati per mezzo delle prove eseguite. In base ai dati emersi appare una discreta uniformità delle proprietà fisiche dei terreni e delle caratteristiche litologiche di massima. In base alla classificazione ex CNR-UNI 10006, risulta che i terreni campionati con le caratteristiche più penalizzanti per quanto riguarda la realizzazione delle strade, corrispondano alla classificazione A7-6 e siano caratterizzati da:

- qualità portante quale terreno di sottofondo in assenza di gelo da mediocre a scadente;
- media azione del gelo sulla qualità portante del terreno di sottofondo;

- ritiro o rigonfiamento molto elevato;
- permeabilità scarsa o nulla.

TABELLA 4.1-1

RIEPILOGO PRINCIPALI PARAMETRI RICAVATI PER MEZZO DELLE ANALISI DI LABORATORIO

Parametro	Campioni	
	C1-A (da mt 0.60 a mt 1.20)	C2-A (da mt 0.60 a mt 1.20)
Limite Liquido (%)	31	45
Limite Plastico (%)	20	25
Indice Plastico	11	20
Classificazione CNR-UNI	A6	A7-6
Indice di Gruppo	6.9	13.0
Classificazione USCS	CL-OL	CL-OL

A 6 = argille poco compressibili

A 7-6 = argille fortemente compressibili, fortemente plastiche

CL = argilla inorganica a bassa-media plasticità, argilla ghiaiosa, argilla sabbiosa, argilla limosa, argilla "magra"

OL = limo organico e argilla limosa organica a bassa plasticità

4.2. Dimensionamento preliminare della sovrastruttura stradale

La sovrastruttura stradale (o pavimentazione) è la struttura piana, poggiante su rilevato o, in trincea, sul terreno in sito, costituita da strati ciascuno di materiale e spessore diversi.

Utilizzando il diagramma di Steele, è possibile determinare lo spessore della sola fondazione o sottobase e lo spessore complessivo della sovrastruttura (costituita dalla fondazione, dallo strato di base e dallo strato superficiale), sulla scorta del valore dell'Indice di Gruppo riferito al terreno in posto.

Le caratteristiche dei terreni analizzati risultando relativamente simili e comunque, per le successive valutazioni, si utilizzerà il valore dell'Indice di Gruppo più penalizzante, corrispondente circa a 13.00. Si rileva a tale proposito la forte variabilità di tale parametro nelle due prove effettuate.

In tutti i casi, non disponendo di dati effettivi relativi al traffico presunto, vista comunque la destinazione delle opere vengono effettuate le seguenti due ipotesi:

- traffico medio (50/giorno < veicoli pesanti < 300/giorno)
- traffico leggero (< 50 veicoli pesanti/giorno)

L'applicazione del diagramma di Steele si basa sui seguenti dati:

- carico su ruota singola $\approx 4100 \text{ kg}_p$ (9000 libbre);
- sottofondo compattato al 95% della densità massima A.A.S.H.O.;
- fondazione compattata al 100%;
- piano di posa al di sopra del livello di falda;
- sottofondo drenato.

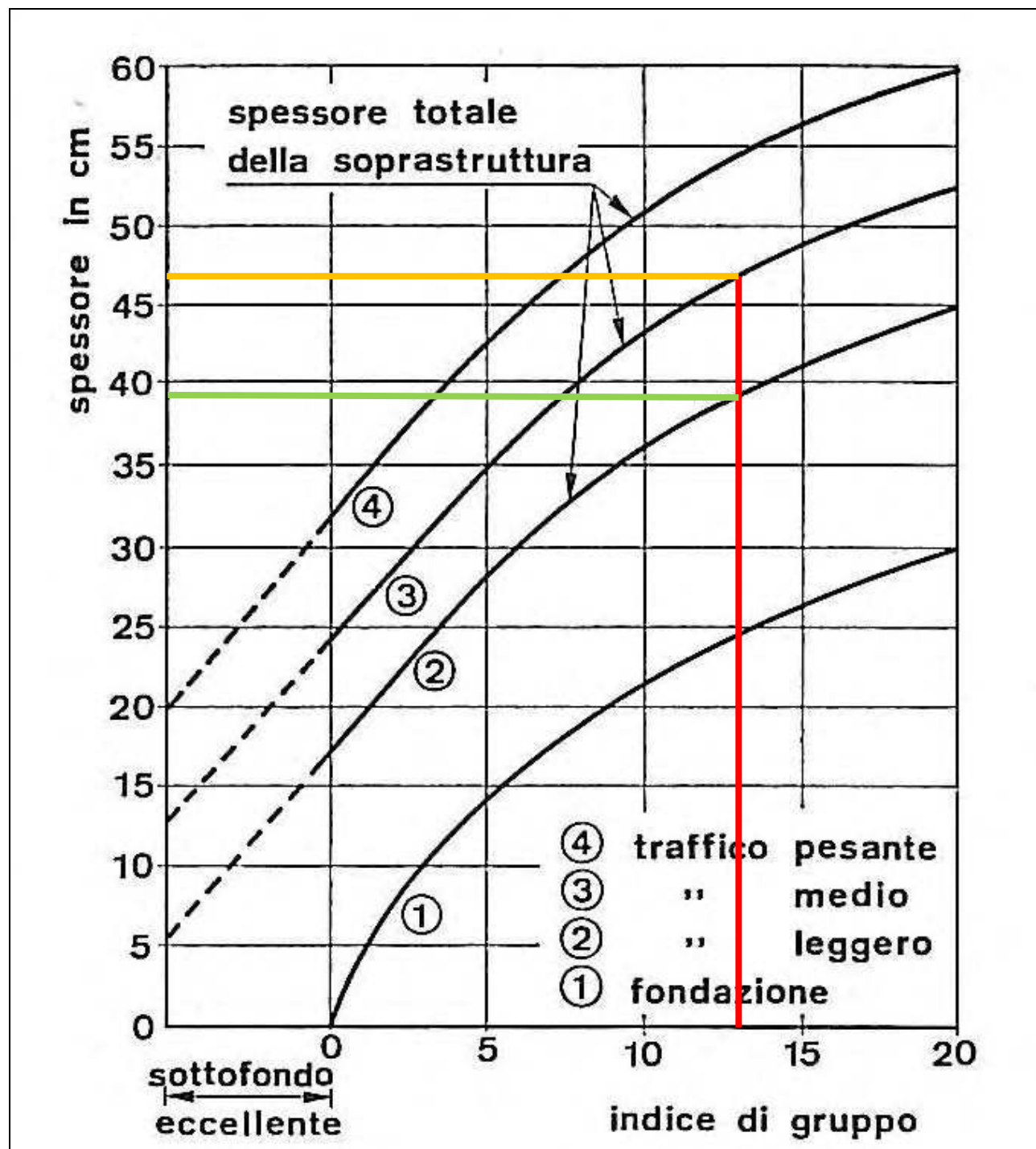
Lo spessore del solo strato di fondazione può ricavarsi usando la formula: $s = 11/4 * IG - 1/16 IG^2$

4.3. Determinazione spessori principali – campione C2-A = 13.0

Spessore strato di fondazione $s = 11/4 * 13.0 - 1/16 * 13.0^2 = 25.19 \text{ cm}$

Spessore totale della soprastruttura valutato per traffico medio $\approx 47.00 \text{ cm}$

Spessore totale della soprastruttura valutato per traffico leggero $\approx 39.00 \text{ cm}$



4.4. Spessori progettuali minimi proposti

Con riferimento alla Ex CNR-UNI 10006, si definiscono gli strati di seguito elencati.

Soprastruttura o pavimentazione

Struttura, sovrapposta al sottofondo, destinata a consentire il regolare moto dei veicoli distribuendo sul sottofondo i carichi da questi trasmessi ed a proteggerlo dagli agenti atmosferici (pioggia, gelo, etc...). Essa è costituita da uno o più strati (alcuni autori chiamano pavimentazione soltanto la parte più superficiale della soprastruttura).

Sottofondo (terreno di)

Terreno sul quale è poggiata la soprastruttura e più direttamente interessato dall'azione dei carichi esterni da questa trasmessi; può essere formato da terreno di scavo o di riporto, che abbia o no subito un idoneo processo di miglioramento. La superficie che delimita superiormente il terreno di sottofondo costituisce il piano di posa della soprastruttura. Quando non altrimenti specificato la definizione si riferisce ad uno spessore di terreno dell'ordine di 20 ÷ 50 cm.

Fondazione

Parte della soprastruttura avente principalmente la funzione di distribuire i carichi sul sottofondo. Può essere costituita da uno o più strati: lo strato più profondo viene chiamato primo strato di fondazione e può anche essere destinato a proteggere il sottofondo dall'azione del gelo e ad intercettare la risalita di acqua. Lo strato più superficiale viene chiamato ultimo strato di fondazione o strato di base.

Strato di usura

Parte della soprastruttura che trovasi a diretto contatto con le ruote dei veicoli

Strato di collegamento

Strato di conglomerato bituminoso talora interposto nelle pavimentazioni bituminose tra lo strato di usura e l'ultimo strato di fondazione.

Manto

Insieme dello strato di usura e di collegamento di conglomerato bituminoso nelle pavimentazioni bituminose. Nelle pavimentazioni di calcestruzzo il termine viene usato per indicare la lastra di calcestruzzo.

In terreni argillosi, come parzialmente quello in esame, è preferibile la realizzazione di sovrastrutture flessibili, realizzate per mezzo di terreni granulari di opportune caratteristiche.

In base a quanto determinato nel paragrafo precedente, vengono indicati gli spessori minimi di seguito riportati, valutati considerando cautelativamente lo strato di fondazione identificato nel grafico, corrisponda in realtà al terreno di sottofondo e che quindi non concorra nello spessore totale della soprastruttura.



A – Traffico medio:

- conglomerato bituminoso per manto di usura	spessore reso cm. 4
- conglomerato bituminoso per strato di collegamento	spessore reso cm. 5
- conglomerato bituminoso per strato di base	spessore reso cm. 8
- strato di fondazione in misto stabilizzato	spessore reso cm. 30
- strato di fondazione in sabbia A3/A2-4	spessore reso cm. 25
	<u>spessore totale cm 72</u>

B – Traffico leggero:

- manto di usura in conglomerato bituminoso	spessore reso cm. 4
- strato di collegamento (bynder)	spessore reso cm. 8
- strato di fondazione in misto stabilizzato*	spessore reso cm. 30
- strato di fondazione in sabbia A3/A2-4	spessore reso cm. 25
	<u>spessore totale cm 67</u>

**spessore da calcolo = cm 27, cautelativamente approssimato a 30 cm*

Per quanto riguarda lo strato di misto stabilizzato, si consiglia in entrambi i casi di prevedere uno strato più superficiale da 1" – spessore 10 cm, ed uno strato più profondo da 2" – spessore 20 cm.

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

4.5. Note conclusive

Quanto riportato nel paragrafo precedente, ha esclusivamente valore indicativo e dovrà essere verificato utilizzando metodologie che tengano conto delle caratteristiche meccaniche dei terreni di sottofondo, delle caratteristiche specifiche dei materiali da utilizzarsi nei vari strati, nonché delle resistenze attese anche in funzione delle modalità di posa. Tali valutazioni dovranno fare riferimento ad una valutazione analitica del traffico presunto, alla vita utile attesa e dell'andamento morfologico attuale e della quota finale di progetto, relativa al piano di scorrimento, dati necessari per stabilire gli spessori minimi successivi alle operazioni di sbancamento.

Viste le caratteristiche dei terreni di sottofondo attualmente incolti e destinati a verde, in particolare, delle argille con ritiro/rigonfiamento elevato e molto elevato, sarà opportuno prevedere sia in fase di accantieramento che in fase di esercizio, condizioni tali che favoriscano il rapido smaltimento delle acque meteoriche limitando l'infiltrazione delle stesse, anche al fine di evitare locali innalzamenti della falda. Un aumento di umidità in corrispondenza del piano di sbancamento o a profondità limitate, oltre a condizionare le operazioni di compattazione, potrebbe favorire la plasticizzazione del livello a contatto con lo strato di fondazione in sabbia, il quale potrà quindi eventualmente essere ispessito.

A livello di progettazione definitiva/esecutiva, dovranno inoltre essere stabilite le modalità di controllo dei materiali in ingresso e le modalità di verifica/controllo in corso d'opera, le modalità di allontanamento delle acque meteoriche in fase esecutiva e in fase di esercizio e, in generale, quanto necessario alla buona esecuzione dei lavori e alla durata del tratto stradale nel tempo.

Copparo, 23 novembre 2015

Dr. Geol. Emanuele Stevanin



 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

- Allegati 1/2 -

CERTIFICATI PROVE PENETROMETRICHE CON PUNTA ELETTRICA E PIEZOCONO SISMICO



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
0,020	4,201	0,082	-0,011	1,549	1,370	2,020	7,248	0,480	1,347	2,026	2,510
0,040	3,998	0,087	0,057	1,966	2,120	2,040	10,560	0,417	0,518	1,978	2,610
0,060	10,673	0,120	0,101	3,313	2,100	2,060	9,800	0,437	0,743	2,070	2,460
0,080	11,740	0,164	0,144	0,864	2,080	2,080	9,257	0,415	1,154	1,973	2,390
0,100	18,972	0,231	0,126	3,422	2,120	2,100	9,677	0,424	1,521	2,003	2,390
0,120	22,675	0,295	0,120	3,212	2,080	2,120	10,220	0,448	1,901	2,013	2,450
0,140	25,195	0,334	0,176	2,158	2,050	2,140	10,437	0,460	1,945	1,986	2,390
0,160	29,620	0,408	0,088	2,883	2,120	2,160	10,871	0,455	1,602	2,003	2,360
0,180	31,039	0,362	0,101	2,077	2,760	2,180	10,003	0,475	1,297	2,012	2,420
0,200	34,199	0,403	0,057	1,785	2,320	2,200	9,677	0,478	1,241	2,051	2,320
0,220	33,982	0,504	0,051	1,578	2,450	2,220	9,229	0,494	1,222	2,068	2,380
0,240	32,883	0,583	0,039	1,644	2,430	2,240	9,012	0,511	1,503	1,988	2,390
0,260	31,270	0,684	0,026	1,685	2,480	2,260	8,795	0,535	1,621	2,019	2,450
0,280	31,270	0,759	0,020	1,883	2,380	2,280	8,984	0,512	1,702	2,009	2,450
0,300	31,256	0,843	0,014	1,853	2,350	2,300	9,201	0,494	1,721	2,069	2,500
0,320	30,605	0,930	0,014	1,732	2,430	2,320	9,513	0,490	1,789	1,985	2,390
0,340	31,690	0,986	0,020	1,870	2,400	2,340	9,730	0,467	1,845	2,009	2,390
0,360	32,652	0,992	0,020	1,765	2,390	2,360	9,716	0,462	1,970	2,025	2,400
0,380	33,086	1,010	0,026	1,850	2,420	2,380	9,824	0,430	1,646	1,968	2,430
0,400	33,289	1,009	0,039	1,833	2,360	2,400	9,933	0,446	1,484	2,059	2,390
0,420	33,492	0,999	0,045	1,846	2,450	2,420	9,702	0,487	1,285	2,009	2,430
0,440	33,898	1,008	0,051	1,841	2,460	2,440	9,565	0,508	1,534	2,017	2,350
0,460	35,078	0,995	0,057	1,793	2,510	2,460	10,108	0,502	1,696	2,075	2,460
0,480	35,389	0,970	0,057	1,831	2,480	2,480	10,216	0,521	1,864	2,026	2,530
0,500	34,507	0,928	0,064	1,841	2,400	2,500	10,636	0,522	1,939	1,984	2,480
0,520	32,837	0,838	0,064	1,856	2,360	2,520	10,311	0,536	1,957	2,034	2,500
0,540	30,761	0,739	0,070	1,880	2,450	2,540	10,188	0,516	1,646	2,092	2,400
0,560	28,455	0,652	0,076	1,855	2,420	2,560	9,862	0,515	1,546	2,092	2,390
0,580	26,256	0,562	0,076	1,894	2,420	2,580	9,848	0,529	1,584	2,101	2,450
0,600	24,615	0,468	0,082	1,863	2,420	2,600	9,631	0,546	1,627	2,051	2,420
0,620	23,718	0,390	0,082	1,833	2,480	2,620	9,183	0,558	1,677	2,026	2,450
0,640	23,148	0,325	0,088	1,886	2,480	2,640	9,400	0,541	1,708	2,050	2,400
0,660	23,120	0,282	0,095	1,888	2,530	2,660	9,047	0,550	1,864	2,050	2,460
0,680	23,106	0,263	0,101	1,839	2,480	2,680	9,372	0,542	1,932	2,100	2,500
0,700	22,983	0,262	0,107	1,800	2,500	2,700	9,467	0,531	2,094	2,101	2,530
0,720	22,507	0,283	0,113	1,855	2,450	2,720	9,684	0,508	2,132	2,059	2,480
0,740	21,625	0,316	0,120	1,863	2,560	2,740	9,561	0,498	2,132	2,076	2,500
0,760	20,634	0,378	0,120	1,933	2,480	2,760	9,453	0,480	2,119	2,067	2,460
0,780	20,063	0,464	0,126	1,917	2,430	2,780	9,344	0,485	1,951	2,109	2,540
0,800	19,941	0,568	0,132	1,932	2,500	2,800	9,004	0,492	1,957	2,100	2,500
0,820	20,903	0,689	0,132	1,893	2,500	2,820	9,004	0,483	2,026	2,051	2,400
0,840	22,300	0,801	0,132	1,859	2,560	2,840	8,976	0,483	2,132	2,067	2,500
0,860	23,885	0,919	0,120	1,923	2,560	2,860	8,976	0,472	2,126	2,075	2,560
0,880	25,282	1,026	0,095	1,923	2,510	2,880	8,759	0,474	2,150	2,075	2,530
0,900	26,353	1,116	0,076	1,876	2,530	2,900	8,528	0,454	2,144	2,050	2,580
0,920	27,424	1,201	0,064	1,914	2,560	2,920	8,528	0,439	2,119	2,109	2,530
0,940	28,481	1,264	0,045	1,923	2,530	2,940	8,420	0,429	2,107	2,101	2,540
0,960	29,444	1,313	0,026	1,923	2,590	2,960	8,297	0,426	2,107	2,092	2,580
0,980	29,741	1,384	0,014	1,930	2,480	2,980	8,189	0,416	2,200	2,142	2,560
1,000	29,619	1,445	0,007	1,917	2,450	3,000	8,175	0,417	2,400	2,125	2,610
1,020	29,142	1,507	-0,005	1,939	2,560	3,020	8,514	0,396	2,568	2,445	2,530
1,040	28,903	1,388	0,095	1,933	1,120	3,040	10,335	0,405	2,138	2,126	1,840
1,060	27,167	1,414	0,070	1,885	2,350	3,060	10,335	0,436	2,462	2,143	2,430
1,080	25,106	1,441	0,057	1,892	2,360	3,080	10,118	0,446	2,213	2,093	2,450
1,100	23,152	1,466	0,057	1,925	2,400	3,100	9,467	0,454	1,484	2,101	2,390
1,120	21,511	1,483	0,051	1,861	2,400	3,120	9,141	0,459	0,973	2,126	2,390
1,140	20,086	1,501	0,039	1,965	2,310	3,140	8,382	0,496	0,749	2,127	2,450
1,160	18,539	1,503	0,032	1,886	2,380	3,160	7,296	0,547	0,967	2,143	2,380
1,180	17,440	1,528	0,039	1,902	2,330	3,180	6,971	0,533	1,017	2,160	2,350
1,200	16,774	1,481	0,039	1,934	2,330	3,200	6,631	0,506	1,066	2,093	2,400
1,220	15,892	1,422	0,039	1,886	2,360	3,220	6,197	0,523	1,397	2,143	2,330
1,240	15,091	1,364	0,039	1,926	2,420	3,240	6,089	0,521	1,372	2,102	2,380
1,260	14,425	1,288	0,032	1,965	2,420	3,260	5,980	0,479	1,160	2,112	2,400
1,280	13,218	1,225	0,020	1,990	2,460	3,280	5,532	0,429	0,855	2,162	2,430
1,300	12,307	1,121	0,026	1,933	2,380	3,300	5,207	0,399	0,705	2,170	2,450
1,320	11,751	1,049	0,020	1,967	2,360	3,320	4,664	0,406	0,655	2,171	2,510
1,340	11,072	1,019	0,026	1,964	2,380	3,340	4,093	0,415	0,624	2,120	2,380
1,360	10,704	0,980	0,076	1,990	2,390	3,360	3,768	0,408	0,637	2,111	2,360
1,380	10,147	0,917	0,144	1,923	2,390	3,380	4,093	0,398	0,693	2,169	2,420
1,400	9,916	0,842	0,232	2,006	2,420	3,400	5,924	0,372	0,680	2,092	2,400
1,420	9,766	0,773	0,257	1,965	2,360	3,420	4,079	0,384	0,549	2,109	2,390
1,440	9,318	0,741	0,306	1,988	2,430	3,440	3,957	0,378	0,861	2,151	2,430
1,460	8,978	0,680	0,400	2,006	2,480	3,460	5,476	0,370	1,926	2,167	2,360
1,480	8,855	0,623	0,587	1,974	2,510	3,480	6,670	0,367	2,300	2,142	2,480
1,500	8,841	0,575	0,581	1,971	2,480	3,500	7,198	0,371	1,665	2,117	2,500
1,520	8,705	0,562	0,599	2,003	2,400	3,520	7,307	0,379	1,204	2,151	2,500
1,540	8,582	0,536	0,662	2,013	2,380	3,540	7,090	0,398	1,129	2,142	2,480
1,560	8,460	0,519	0,724	2,028	2,420	3,560	6,873	0,397	0,917	2,184	2,400
1,580	8,554	0,503	0,792	1,978	2,400	3,580	6,655	0,390	0,848	2,152	2,380
1,600	8,120	0,509	0,948	2,027	2,430	3,600	6,655	0,406	0,873	2,170	2,450
1,62											



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
4,020	9,204	0,463	1,446	2,198	2,610	6,020	9,358	0,278	0,817	2,436	2,530
4,040	8,872	0,467	0,282	2,213	1,130	6,040	11,638	0,300	0,257	2,442	1,400
4,060	8,004	0,511	0,288	2,189	2,360	6,060	10,770	0,306	0,250	2,436	2,320
4,080	7,353	0,540	0,325	2,223	2,430	6,080	10,119	0,277	0,338	2,453	2,400
4,100	7,027	0,553	0,331	2,216	2,430	6,100	9,794	0,259	0,394	2,461	2,360
4,120	7,136	0,558	0,394	2,216	2,360	6,120	8,709	0,224	0,830	2,437	2,420
4,140	7,027	0,585	0,481	2,224	2,400	6,140	8,166	0,210	1,770	2,471	2,400
4,160	6,593	0,581	0,549	2,216	2,400	6,160	8,275	0,198	2,175	2,471	2,350
4,180	6,470	0,533	0,612	2,259	2,380	6,180	8,383	0,182	2,288	2,465	2,380
4,200	6,470	0,496	0,643	2,249	2,350	6,200	8,709	0,186	2,300	2,483	2,390
4,220	6,145	0,479	0,674	2,250	2,360	6,220	8,709	0,194	2,263	2,483	2,330
4,240	6,008	0,464	0,786	2,250	2,360	6,240	8,383	0,194	2,256	2,483	2,380
4,260	6,225	0,436	0,855	2,250	2,350	6,260	9,034	0,173	2,586	2,501	2,350
4,280	6,008	0,428	0,948	2,199	2,400	6,280	10,770	0,167	2,474	2,486	2,320
4,300	6,008	0,421	0,973	2,225	2,430	6,300	11,421	0,196	1,689	2,503	2,360
4,320	6,103	0,405	0,929	2,244	2,480	6,320	11,421	0,234	1,465	2,524	2,400
4,340	6,211	0,392	0,936	2,217	2,430	6,340	11,653	0,242	1,446	2,507	2,400
4,360	6,211	0,392	1,042	2,250	2,380	6,360	12,955	0,243	1,465	2,512	2,430
4,380	6,428	0,396	1,098	2,242	2,360	6,380	15,559	0,271	0,973	2,529	2,400
4,400	6,414	0,399	0,643	2,202	2,400	6,400	16,753	0,300	0,630	2,532	2,360
4,420	6,414	0,402	1,727	2,262	2,390	6,420	17,187	0,301	0,512	2,504	2,380
4,440	6,740	0,392	1,584	2,211	2,400	6,440	17,729	0,325	0,387	2,534	2,390
4,460	6,740	0,399	1,509	2,212	2,390	6,460	17,295	0,317	0,288	2,532	2,350
4,480	6,631	0,403	1,471	2,232	2,390	6,480	16,101	0,275	0,244	2,509	2,420
4,500	6,740	0,395	1,160	2,254	2,460	6,500	14,582	0,241	0,219	2,517	2,360
4,520	6,957	0,387	1,091	2,233	2,480	6,520	13,172	0,242	0,219	2,527	2,390
4,540	6,726	0,408	1,129	2,223	2,510	6,540	13,497	0,259	0,244	2,525	2,450
4,560	6,726	0,440	1,334	2,231	2,450	6,560	14,908	0,306	0,275	2,525	2,480
4,580	6,943	0,465	1,471	2,231	2,380	6,580	16,644	0,316	0,282	2,542	2,460
4,600	7,160	0,468	1,422	2,216	2,380	6,600	18,923	0,328	0,313	2,519	2,400
4,620	7,594	0,465	1,428	2,252	2,420	6,620	21,961	0,336	0,338	2,524	2,380
4,640	7,919	0,474	1,521	2,225	2,420	6,640	23,046	0,344	0,269	2,532	2,380
4,660	8,570	0,456	1,160	2,251	2,430	6,660	23,372	0,347	0,188	2,558	2,400
4,680	8,136	0,447	0,998	2,218	2,400	6,680	23,697	0,322	0,169	2,524	2,390
4,700	8,136	0,443	0,811	2,235	2,480	6,700	24,240	0,284	0,169	2,565	2,380
4,720	7,702	0,464	0,755	2,235	2,500	6,720	24,782	0,313	0,176	2,542	2,430
4,740	7,160	0,491	0,730	2,255	2,480	6,740	24,782	0,343	0,151	2,534	2,450
4,760	6,726	0,522	0,711	2,271	2,500	6,760	23,249	0,391	0,132	2,560	2,480
4,780	6,400	0,547	0,855	2,237	2,430	6,780	21,201	0,406	0,113	2,540	2,480
4,800	6,183	0,559	0,917	2,279	2,500	6,800	19,017	0,441	0,107	2,537	2,450
4,820	6,183	0,549	0,880	2,270	2,530	6,820	17,607	0,516	0,126	2,573	2,430
4,840	6,400	0,534	1,029	2,263	2,430	6,840	17,064	0,505	0,157	2,558	2,530
4,860	6,183	0,527	1,210	2,257	2,450	6,860	16,196	0,517	0,163	2,578	2,460
4,880	6,400	0,508	1,366	2,279	2,510	6,880	15,436	0,528	0,144	2,578	2,390
4,900	6,509	0,493	1,303	2,238	2,540	6,900	13,158	0,503	0,132	2,601	2,480
4,920	7,051	0,466	1,297	2,295	2,540	6,920	11,827	0,445	0,157	2,577	2,530
4,940	7,051	0,447	1,204	2,270	2,560	6,940	11,827	0,425	0,219	2,603	2,510
4,960	7,051	0,433	0,929	2,280	2,510	6,960	11,827	0,380	0,219	2,573	2,540
4,980	6,726	0,428	0,867	2,257	2,540	6,980	10,959	0,337	0,213	2,624	2,530
5,000	7,051	0,417	0,911	2,295	2,560	7,000	10,186	0,296	0,232	2,585	2,530
5,020	6,726	0,430	0,936	2,274	2,530	7,020	8,992	0,253	0,257	2,626	2,500
5,040	6,856	0,450	0,618	2,262	1,660	7,040	11,506	0,299	0,531	2,621	1,000
5,060	6,314	0,460	0,855	2,305	2,420	7,060	9,444	0,260	0,562	2,626	2,330
5,080	6,205	0,449	0,886	2,268	2,390	7,080	8,793	0,277	1,297	2,638	2,360
5,100	6,097	0,441	0,848	2,280	2,430	7,100	8,793	0,265	1,515	2,600	2,360
5,120	5,771	0,434	0,992	2,280	2,400	7,120	8,684	0,257	1,415	2,645	2,390
5,140	5,663	0,412	1,652	2,271	2,360	7,140	7,491	0,259	1,347	2,625	2,400
5,160	6,097	0,386	1,970	2,305	2,400	7,160	7,165	0,249	1,608	2,619	2,360
5,180	5,974	0,366	1,876	2,322	2,380	7,180	7,165	0,213	1,851	2,625	2,360
5,200	5,974	0,330	2,063	2,295	2,390	7,200	7,274	0,204	1,908	2,617	2,400
5,220	6,191	0,296	2,069	2,295	2,360	7,220	7,165	0,187	1,982	2,592	2,360
5,240	6,300	0,274	1,777	2,306	2,390	7,240	6,948	0,184	2,007	2,629	2,320
5,260	6,300	0,248	1,478	2,322	2,320	7,260	6,406	0,182	1,876	2,604	2,360
5,280	6,625	0,229	1,366	2,334	2,360	7,280	5,972	0,198	1,795	2,629	2,320
5,300	6,734	0,228	1,066	2,327	2,430	7,300	5,755	0,191	1,783	2,629	2,360
5,320	6,300	0,233	0,811	2,338	2,400	7,320	5,755	0,192	1,789	2,629	2,330
5,340	6,625	0,231	0,475	2,328	2,480	7,340	5,755	0,194	1,795	2,637	2,420
5,360	6,191	0,258	0,282	2,321	2,430	7,360	5,321	0,199	1,802	2,612	2,390
5,380	5,648	0,277	0,176	2,331	2,360	7,380	5,212	0,193	1,764	2,622	2,450
5,400	5,214	0,266	0,113	2,355	2,400	7,400	4,887	0,187	1,739	2,594	2,360
5,420	5,011	0,280	0,088	2,331	2,400	7,420	4,887	0,172	1,746	2,590	2,350
5,440	5,446	0,302	0,169	2,367	2,380	7,440	5,212	0,163	1,789	2,634	2,390
5,460	5,446	0,336	1,297	2,356	2,390	7,460	5,212	0,160	1,814	2,581	2,380
5,480	5,228	0,342	2,069	2,334	2,390	7,480	5,321	0,163	1,876	2,561	2,330
5,500	5,446	0,310	1,858	2,342	2,390	7,500	5,429	0,167	1,870	2,581	2,400
5,520	5,446	0,260	1,272	2,334	2,480	7,520	5,538	0,175	1,453	2,581	2,330
5,540	5,228	0,253	1,004	2,367	2,460	7,540	5,443	0,188	1,490	2,559	2,420
5,560	5,134	0,253	0,942	2,385	2,500	7,560	5,335	0,206	1,665	2,563	2,480
5,580	5,460	0,260	0,886	2,367	2,420	7,580	5,443	0,210	1,714	2,543	2,480
5,600	5,677	0,292	0,929	2,386	2,390	7,600	5,769	0,216	1,702	2,578	2,



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
8,020	5,443	0,263	1,291	2,610	2,500	10,020	9,532	0,254	1,422	2,826	8,690
8,040	5,909	0,240	1,584	2,657	1,800	10,040	10,509	0,273	1,446	2,855	2,250
8,060	5,909	0,248	1,584	2,643	2,390	10,060	11,703	0,278	1,602	2,858	2,350
8,080	5,909	0,256	1,565	2,677	2,320	10,080	15,175	0,285	1,534	2,842	2,390
8,100	5,692	0,266	1,571	2,649	2,380	10,100	19,949	0,307	0,917	2,844	2,350
8,120	5,692	0,279	1,590	2,645	2,330	10,120	20,600	0,323	0,824	2,867	2,350
8,140	5,475	0,287	1,596	2,661	2,380	10,140	18,539	0,336	0,568	2,875	2,380
8,160	5,584	0,281	1,602	2,649	2,400	10,160	15,609	0,327	0,456	2,905	2,380
8,180	5,556	0,287	1,602	2,643	2,350	10,180	13,222	0,337	0,406	2,894	2,430
8,200	5,447	0,280	1,608	2,661	2,360	10,200	12,137	0,408	0,487	2,878	2,360
8,220	5,447	0,275	1,615	2,700	2,390	10,220	13,113	0,439	1,683	2,908	2,350
8,240	5,447	0,270	1,615	2,670	2,360	10,240	14,944	0,401	1,278	2,917	2,400
8,260	5,556	0,273	1,621	2,678	2,330	10,260	14,510	0,384	1,210	2,909	2,360
8,280	5,881	0,280	1,683	2,678	2,360	10,280	12,014	0,370	1,116	2,920	2,320
8,300	6,207	0,289	1,746	2,721	2,290	10,300	9,627	0,349	1,017	2,920	2,360
8,320	6,532	0,282	1,764	2,702	2,330	10,320	7,659	0,287	1,341	2,928	2,320
8,340	6,749	0,279	1,266	2,719	2,360	10,340	9,179	0,222	2,568	2,936	2,330
8,360	6,518	0,299	1,110	2,700	2,430	10,360	13,085	0,206	2,244	2,931	2,330
8,380	6,084	0,313	1,172	2,705	2,420	10,380	15,689	0,251	1,552	2,948	2,390
8,400	6,084	0,301	1,484	2,688	2,430	10,400	15,567	0,265	1,366	2,948	2,420
8,420	5,976	0,312	1,739	2,684	2,350	10,420	14,482	0,237	1,353	2,952	2,450
8,440	5,976	0,314	1,714	2,680	2,350	10,440	14,373	0,247	1,415	2,933	2,360
8,460	6,084	0,320	1,770	2,674	2,360	10,460	14,590	0,266	1,453	2,947	2,350
8,480	6,735	0,318	2,163	2,682	2,360	10,480	16,760	0,309	1,640	2,941	2,360
8,500	7,061	0,314	2,724	2,677	2,350	10,500	15,430	0,307	0,954	2,944	2,390
8,520	7,712	0,287	2,836	2,661	2,400	10,520	12,826	0,286	0,774	2,958	2,350
8,540	8,037	0,266	2,805	2,661	2,330	10,540	11,524	0,304	0,755	2,950	2,380
8,560	8,349	0,268	2,643	2,651	2,420	10,560	13,151	0,351	1,403	2,939	2,330
8,580	8,349	0,292	2,250	2,674	2,450	10,580	20,856	0,364	1,982	2,949	2,400
8,600	7,806	0,306	2,063	2,674	2,460	10,600	34,839	0,410	2,082	2,949	2,430
8,620	7,806	0,326	2,144	2,657	2,450	10,620	43,412	0,419	1,366	2,953	2,460
8,640	7,589	0,348	2,400	2,665	2,360	10,640	44,822	0,424	0,986	2,960	2,430
8,660	7,372	0,366	2,487	2,665	2,350	10,660	42,110	0,408	0,767	2,978	2,360
8,680	7,264	0,381	2,543	2,649	2,420	10,680	37,227	0,309	0,699	2,967	2,350
8,700	7,155	0,375	2,605	2,667	2,360	10,700	31,028	0,249	0,606	2,978	2,400
8,720	6,830	0,356	2,636	2,653	2,430	10,720	26,796	0,253	0,568	2,989	2,400
8,740	6,816	0,341	2,661	2,665	2,360	10,740	24,951	0,285	0,618	2,978	2,400
8,760	7,033	0,331	2,692	2,645	2,450	10,760	24,517	0,336	0,662	2,978	2,350
8,780	7,033	0,330	2,773	2,657	2,460	10,780	22,564	0,406	0,655	3,004	2,450
8,800	7,141	0,324	2,817	2,651	2,450	10,800	19,728	0,435	0,643	3,011	2,450
8,820	7,358	0,316	2,786	2,665	2,460	10,820	16,365	0,407	0,612	3,019	2,460
8,840	7,250	0,322	2,736	2,657	2,420	10,840	13,218	0,364	0,562	3,007	2,450
8,860	7,250	0,326	2,717	2,659	2,480	10,860	11,468	0,344	0,637	2,988	2,450
8,880	7,127	0,338	2,692	2,669	2,500	10,880	10,274	0,356	0,973	2,966	2,430
8,900	6,802	0,344	2,574	2,668	2,400	10,900	10,165	0,366	1,478	3,003	2,530
8,920	6,585	0,347	2,555	2,674	2,420	10,920	10,137	0,335	1,496	2,995	2,420
8,940	6,150	0,350	2,499	2,676	2,510	10,940	9,703	0,310	1,527	2,984	2,400
8,960	6,042	0,344	2,456	2,672	2,480	10,960	10,354	0,292	1,571	2,980	2,480
8,980	5,933	0,334	2,425	2,688	2,530	10,980	11,100	0,266	1,671	2,980	2,510
9,000	5,825	0,324	2,375	2,688	2,530	11,000	11,100	0,253	1,714	2,999	2,510
9,020	5,608	0,313	2,306	2,684	2,460	11,020	13,911	0,309	1,515	2,987	0,510
9,040	5,692	0,299	1,932	2,698	0,980	11,040	13,043	0,314	0,936	2,999	2,390
9,060	5,367	0,297	2,001	2,712	2,380	11,060	11,958	0,341	0,904	2,987	2,290
9,080	5,367	0,278	2,032	2,714	2,330	11,080	11,524	0,325	1,073	2,995	2,390
9,100	5,489	0,270	2,119	2,698	2,330	11,100	11,198	0,305	1,297	2,987	2,360
9,120	5,692	0,263	2,213	2,712	2,400	11,120	10,873	0,293	1,409	2,980	2,330
9,140	6,018	0,254	2,300	2,714	2,350	11,140	10,764	0,280	2,069	2,957	2,360
9,160	6,018	0,253	2,294	2,700	2,420	11,160	10,656	0,278	2,518	2,953	2,360
9,180	6,018	0,250	2,275	2,738	2,380	11,180	11,198	0,281	2,238	2,983	2,390
9,200	5,909	0,245	2,256	2,732	2,330	11,200	12,052	0,272	2,356	2,972	2,400
9,220	5,584	0,244	2,238	2,707	2,380	11,220	15,199	0,279	2,263	2,953	2,320
9,240	5,475	0,236	2,225	2,707	2,350	11,240	17,044	0,293	2,045	2,991	2,390
9,260	5,584	0,228	2,244	2,729	2,360	11,260	17,261	0,285	1,976	2,998	2,390
9,280	5,475	0,229	2,244	2,737	2,360	11,280	15,850	0,270	1,901	2,991	2,330
9,300	5,367	0,220	2,144	2,739	2,330	11,300	14,222	0,223	1,833	2,998	2,330
9,320	4,933	0,218	2,126	2,769	2,290	11,320	13,571	0,204	1,826	2,983	2,350
9,340	4,933	0,201	2,163	2,779	2,360	11,340	13,340	0,257	1,920	2,979	2,290
9,360	5,367	0,192	2,219	2,750	2,400	11,360	14,208	0,299	1,908	2,983	2,360
9,380	5,990	0,191	2,344	2,763	2,390	11,380	13,774	0,297	1,671	2,990	2,390
9,400	6,207	0,186	2,325	2,774	2,450	11,400	12,689	0,262	1,615	2,983	2,380
9,420	6,126	0,204	2,269	2,750	2,390	11,420	12,147	0,247	1,652	2,986	2,420
9,440	5,881	0,224	2,225	2,755	2,360	11,440	11,387	0,249	1,608	2,998	2,430
9,460	5,664	0,219	2,213	2,757	2,380	11,460	10,736	0,242	1,577	3,005	2,350
9,480	5,556	0,211	2,244	2,765	2,390	11,480	9,976	0,212	1,683	3,028	2,320
9,500	5,881	0,198	2,281	2,784	2,360	11,500	9,976	0,186	2,319	3,020	2,400
9,520	5,556	0,199	2,244	2,786	2,380	11,520	18,006	0,187	4,287	2,975	2,360
9,540	5,584	0,197	2,269	2,771	2,360	11,540	39,383	0,215	2,474	2,960	2,320
9,560	5,556	0,185	2,244	2,768	2,360	11,560	48,064	0,232	1,141	2,975	2,360
9,580	5,664	0,181	2,281	2,771	2,450	11,580	45,662	0,288	0,836	2,979	2,350
9,600	6,207	0,181	2,368	2,771	2,460						



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
12,020	24,625	0,392	0,954	3,041	3,120	14,020	7,169	0,325	3,596	3,141	1,380
12,040	22,889	0,493	0,880	3,034	2,390	14,040	7,372	0,319	3,652	3,138	2,280
12,060	19,959	0,618	0,774	3,034	2,360	14,060	7,698	0,317	3,776	3,149	2,430
12,080	18,115	0,666	0,686	3,030	2,320	14,080	7,929	0,313	3,876	3,149	2,330
12,100	16,921	0,636	0,904	3,026	2,420	14,100	8,023	0,301	3,938	3,149	2,350
12,120	16,582	0,552	1,010	3,071	2,320	14,120	8,240	0,288	3,932	3,131	2,360
12,140	17,558	0,556	1,091	3,056	2,350	14,140	7,915	0,281	3,851	3,120	2,330
12,160	19,945	0,512	1,241	3,074	2,360	14,160	7,806	0,280	3,751	3,128	2,310
12,180	23,852	0,500	1,546	3,071	2,360	14,180	7,589	0,275	3,484	3,124	2,360
12,200	33,929	0,512	1,702	3,075	2,390	14,200	7,589	0,273	3,540	3,113	2,360
12,220	54,980	0,564	1,870	3,073	2,350	14,220	7,589	0,280	3,602	3,124	2,390
12,240	77,768	0,476	1,266	3,059	2,310	14,240	7,264	0,295	3,614	3,125	2,360
12,260	88,699	0,485	0,456	3,062	2,360	14,260	7,141	0,305	3,639	3,125	2,310
12,280	92,063	0,552	0,350	3,062	2,350	14,280	7,250	0,305	3,677	3,133	2,390
12,300	92,822	0,517	0,481	3,062	2,280	14,300	7,901	0,307	3,814	3,125	2,330
12,320	89,879	0,359	0,581	3,066	2,330	14,320	8,335	0,304	3,857	3,115	2,310
12,340	86,298	0,293	0,668	3,079	2,310	14,340	7,358	0,316	3,434	3,123	2,330
12,360	82,500	0,273	0,755	3,064	2,290	14,360	7,250	0,305	3,795	3,126	2,320
12,380	79,122	0,263	0,848	3,070	2,320	14,380	7,358	0,299	3,926	3,135	2,290
12,400	76,843	0,289	0,973	3,079	2,400	14,400	7,684	0,292	4,001	3,119	2,330
12,420	76,612	0,307	1,160	3,064	2,380	14,420	7,561	0,286	3,895	3,108	2,380
12,440	80,179	0,316	1,490	3,073	2,400	14,440	7,561	0,284	3,982	3,135	2,380
12,460	88,860	0,309	1,939	3,071	2,350	14,460	7,561	0,284	4,100	3,112	2,430
12,480	94,366	0,303	1,964	3,093	2,320	14,480	7,995	0,279	4,138	3,149	2,360
12,500	88,167	0,329	1,658	3,073	2,350	14,500	7,995	0,269	4,169	3,116	2,320
12,520	69,272	0,342	1,110	3,093	2,360	14,520	7,344	0,273	3,932	3,146	2,360
12,540	46,484	0,436	0,686	3,073	2,360	14,540	7,127	0,279	3,982	3,147	2,330
12,560	32,581	0,601	0,543	3,084	2,390	14,560	7,019	0,274	3,963	3,147	2,320
12,580	26,151	0,854	0,643	3,104	2,330	14,580	6,773	0,266	3,945	3,131	2,390
12,600	19,952	1,233	1,353	3,090	2,360	14,600	6,990	0,257	3,926	3,147	2,320
12,620	16,465	1,351	5,658	3,094	2,430	14,620	6,990	0,255	3,920	3,139	2,380
12,640	15,909	1,271	7,583	3,109	2,450	14,640	6,773	0,255	3,932	3,150	2,450
12,660	15,352	1,094	7,551	3,094	2,430	14,660	6,773	0,254	3,932	3,142	2,450
12,680	15,107	0,932	6,972	3,094	2,390	14,680	6,665	0,243	3,920	3,147	2,430
12,700	14,550	0,819	5,801	3,069	2,330	14,700	6,665	0,244	3,920	3,158	2,360
12,720	13,546	0,741	5,147	3,076	2,360	14,720	6,556	0,242	3,932	3,151	2,350
12,740	12,215	0,556	4,599	3,073	2,400	14,740	6,448	0,240	3,938	3,151	2,360
12,760	10,465	0,437	3,851	3,054	2,380	14,760	6,448	0,230	3,969	3,155	2,380
12,780	9,569	0,406	3,048	3,063	2,360	14,780	6,556	0,220	3,994	3,175	2,380
12,800	9,012	0,430	2,555	3,061	2,430	14,800	6,556	0,215	4,044	3,145	2,360
12,820	8,659	0,477	2,375	3,059	2,400	14,820	6,665	0,207	4,107	3,145	2,400
12,840	8,319	0,543	2,487	3,069	2,500	14,840	6,665	0,200	4,138	3,134	2,420
12,860	7,994	0,579	3,010	3,073	2,430	14,860	6,665	0,204	4,163	3,168	2,460
12,880	7,762	0,592	3,396	3,073	2,450	14,880	6,773	0,207	4,181	3,165	2,390
12,900	7,545	0,586	3,839	3,102	2,400	14,900	6,990	0,212	4,219	3,165	2,430
12,920	7,748	0,562	3,895	3,076	2,500	14,920	6,990	0,218	4,275	3,170	2,400
12,940	7,857	0,522	3,895	3,106	2,430	14,940	7,099	0,229	4,300	3,177	2,480
12,960	7,829	0,477	3,826	3,099	2,360	14,960	7,099	0,238	4,312	3,177	2,450
12,980	7,937	0,446	3,714	3,117	2,420	14,980	7,207	0,247	4,325	3,185	2,360
13,000	8,263	0,411	3,471	3,117	2,480	15,000	7,207	0,252	4,331	3,181	2,430
13,020	8,930	0,462	2,474	3,133	2,280	15,020	7,236	0,257	4,312	3,182	2,480
13,040	8,713	0,476	2,026	3,129	2,320	15,040	7,400	0,287	4,437	3,174	2,720
13,060	8,930	0,466	2,499	3,121	0,570	15,060	7,400	0,295	4,443	3,174	2,330
13,080	9,038	0,460	2,655	3,100	2,290	15,080	7,400	0,301	4,387	3,174	2,430
13,100	8,821	0,458	2,668	3,102	2,330	15,100	7,617	0,310	4,399	3,165	2,310
13,120	8,930	0,442	2,586	3,116	2,330	15,120	7,726	0,317	4,430	3,168	2,350
13,140	8,821	0,435	2,543	3,093	2,290	15,140	7,834	0,322	4,462	3,170	2,350
13,160	8,713	0,435	2,537	3,098	2,320	15,160	7,943	0,326	4,480	3,192	2,320
13,180	8,699	0,431	2,506	3,100	2,320	15,180	7,929	0,334	4,487	3,189	2,330
13,200	8,482	0,428	2,443	3,127	2,360	15,200	7,929	0,335	4,518	3,192	2,330
13,220	8,156	0,426	2,368	3,085	2,360	15,220	8,037	0,341	4,586	3,204	2,360
13,240	7,816	0,428	2,306	3,110	2,320	15,240	8,254	0,338	4,661	3,209	2,360
13,260	7,708	0,422	2,238	3,110	2,320	15,260	8,471	0,338	4,767	3,212	2,350
13,280	7,274	0,413	2,225	3,109	2,380	15,280	8,580	0,334	4,810	3,233	2,320
13,300	7,260	0,397	2,319	3,106	2,350	15,300	9,000	0,332	4,860	3,217	2,360
13,320	7,151	0,385	2,506	3,106	2,290	15,320	9,217	0,335	4,910	3,236	2,360
13,340	6,934	0,366	2,580	3,132	2,350	15,340	9,542	0,334	4,948	3,243	2,290
13,360	6,717	0,350	2,692	3,109	2,270	15,360	9,651	0,335	4,948	3,246	2,330
13,380	6,500	0,330	2,867	3,131	2,310	15,380	9,542	0,344	4,879	3,262	2,250
13,400	6,472	0,317	3,122	3,135	2,330	15,400	9,217	0,351	4,761	3,259	2,330
13,420	6,689	0,307	3,272	3,097	2,380	15,420	8,891	0,360	4,312	3,259	2,330
13,440	7,123	0,311	3,428	3,127	2,400	15,440	8,552	0,361	4,156	3,256	2,380
13,460	7,557	0,316	3,589	3,127	2,420	15,460	8,335	0,367	4,119	3,256	2,390
13,480	7,774	0,318	3,683	3,134	2,350	15,480	8,226	0,374	4,107	3,262	2,400
13,500	7,869	0,318	3,670	3,127	2,320	15,500	8,226	0,378	4,107	3,283	2,320
13,520	8,086	0,317	3,708	3,153	2,360	15,520	8,009	0,381	4,100	3,294	2,330
13,540	7,760	0,318	3,689	3,153	2,350	15,540	7,887	0,376	4,063	3,283	2,360
13,560	7,435	0,317	3,670	3,145	2,350	15,560	8,212	0,372	4,050	3,285	2,330
13,580	7,109	0,316	3,633	3,130	2,380	15,580	8,429	0,372	4,007	3,298	2,350
13,600											



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
16,020	10,869	0,485	2,792	3,459	2,450	18,020	21,877	1,309	6,436	3,651	2,380
16,040	10,869	0,485	2,792	3,459	2,450	18,040	23,603	1,161	6,505	3,641	2,430
16,060	11,387	0,537	2,879	3,323	2,310	18,060	24,905	1,143	6,916	3,659	2,350
16,080	11,821	0,493	2,499	3,342	2,420	18,080	27,509	1,138	7,595	3,657	2,280
16,100	11,916	0,478	2,381	3,347	2,360	18,100	28,160	1,105	7,103	3,657	2,380
16,120	11,590	0,478	2,381	3,339	2,320	18,120	26,301	1,130	6,137	3,667	2,350
16,140	10,939	0,486	3,297	3,339	2,360	18,140	24,240	1,189	5,010	3,665	2,280
16,160	10,722	0,472	3,733	3,342	2,290	18,160	22,598	1,232	3,820	3,665	2,320
16,180	10,722	0,457	4,075	3,318	2,330	18,180	21,838	1,230	3,571	3,682	2,290
16,200	10,816	0,457	4,611	3,329	2,360	18,200	21,485	1,204	4,754	3,690	2,270
16,220	11,359	0,460	4,916	3,321	2,320	18,220	21,919	1,179	5,458	3,696	2,320
16,240	12,444	0,441	4,941	3,324	2,380	18,240	22,556	1,171	6,193	3,696	2,290
16,260	13,638	0,417	5,284	3,324	2,330	18,260	23,084	1,117	5,546	3,696	2,350
16,280	14,152	0,410	5,004	3,356	2,310	18,280	23,735	1,082	4,692	3,688	2,290
16,300	14,803	0,408	4,449	3,345	2,360	18,300	23,721	1,094	4,057	3,695	2,280
16,320	15,346	0,405	4,337	3,353	2,330	18,320	23,707	1,117	3,982	3,695	2,310
16,340	15,454	0,412	3,963	3,361	2,310	18,340	23,896	1,138	3,820	3,711	2,290
16,360	16,091	0,437	3,926	3,364	2,330	18,360	23,448	1,170	3,614	3,696	2,280
16,380	16,634	0,480	4,150	3,360	2,280	18,380	21,820	1,230	3,128	3,709	2,280
16,400	16,634	0,528	3,976	3,353	2,320	18,400	20,179	1,274	3,010	3,709	2,280
16,420	16,959	0,562	3,764	3,360	2,290	18,420	18,646	1,298	4,231	3,719	2,230
16,440	17,719	0,595	3,851	3,380	2,360	18,440	18,834	1,290	5,284	3,726	2,270
16,460	19,021	0,627	4,026	3,371	2,350	18,460	22,401	1,205	6,069	3,732	2,330
16,480	21,408	0,674	5,066	3,363	2,420	18,480	23,147	1,080	4,437	3,728	2,310
16,500	21,937	0,700	3,920	3,360	2,360	18,500	21,071	0,938	3,502	3,724	2,360
16,520	24,650	0,751	3,945	3,342	2,320	18,520	17,693	0,842	3,365	3,720	2,350
16,540	24,433	0,782	3,315	3,339	2,310	18,540	15,278	0,801	3,546	3,724	2,290
16,560	25,626	0,812	1,453	3,339	2,350	18,560	15,061	0,732	4,032	3,720	2,280
16,580	21,597	0,838	0,643	3,331	2,320	18,580	15,155	0,719	4,169	3,728	2,320
16,600	19,210	0,845	4,692	3,339	2,350	18,600	15,792	0,725	4,075	3,720	2,290
16,620	19,739	0,819	4,698	3,342	2,320	18,620	15,901	0,826	3,994	3,712	2,310
16,640	21,475	0,819	4,536	3,334	2,350	18,640	16,335	0,875	3,895	3,718	2,280
16,660	22,532	0,845	2,387	3,350	2,400	18,660	16,538	0,866	3,459	3,715	2,310
16,680	22,749	0,868	2,263	3,339	2,420	18,680	17,406	0,860	3,714	3,718	2,390
16,700	23,820	0,887	3,023	3,342	2,430	18,700	18,165	0,876	3,857	3,735	2,390
16,720	22,070	0,966	3,801	3,342	2,330	18,720	17,703	0,875	3,832	3,735	2,390
16,740	23,697	0,897	4,985	3,337	2,320	18,740	16,293	0,888	3,689	3,737	2,360
16,760	24,768	0,906	4,779	3,345	2,330	18,760	14,448	0,876	3,540	3,728	2,280
16,780	24,226	0,887	5,633	3,371	2,360	18,780	13,471	0,804	3,589	3,740	2,310
16,800	24,523	0,864	5,664	3,382	2,330	18,800	13,254	0,719	3,839	3,737	2,330
16,820	24,835	0,868	5,845	3,371	2,350	18,820	12,712	0,640	4,181	3,737	2,310
16,840	24,386	0,866	5,975	3,347	2,360	18,840	13,132	0,588	4,692	3,740	2,310
16,860	23,627	0,823	5,957	3,345	2,380	18,860	13,783	0,559	4,972	3,733	2,330
16,880	23,070	0,753	5,845	3,345	2,450	18,880	14,000	0,540	5,097	3,757	2,350
16,900	22,405	0,740	5,670	3,326	2,400	18,900	14,542	0,515	5,134	3,765	2,390
16,920	21,212	0,745	5,508	3,337	2,430	18,920	14,976	0,519	5,222	3,761	2,350
16,940	19,881	0,730	5,602	3,339	2,380	18,940	15,859	0,512	5,359	3,768	2,380
16,960	19,447	0,694	5,670	3,342	2,460	18,960	17,486	0,489	5,539	3,773	2,360
16,980	19,542	0,679	6,200	3,350	2,400	18,980	18,788	0,479	5,533	3,766	2,400
17,000	21,712	0,666	6,698	3,329	2,350	19,000	19,439	0,512	4,530	3,758	2,400
17,020	21,272	0,775	4,524	3,308	4,760	19,020	21,989	0,503	1,353	3,746	1,490
17,040	22,574	0,716	3,658	3,311	2,280	19,040	18,951	0,637	0,630	3,743	2,250
17,060	24,093	0,730	0,792	3,319	2,310	19,060	16,238	0,686	0,624	3,751	2,350
17,080	20,295	0,815	0,581	3,308	2,350	19,080	13,417	0,729	1,023	3,748	2,280
17,100	19,861	0,792	0,774	3,316	2,420	19,100	11,355	0,698	1,733	3,750	2,320
17,120	18,450	0,832	1,397	3,316	2,310	19,120	10,161	0,626	2,213	3,751	2,390
17,140	17,474	0,870	3,079	3,325	2,320	19,140	9,076	0,575	2,767	3,739	2,280
17,160	16,917	0,898	4,094	3,333	2,330	19,160	8,859	0,480	3,160	3,757	2,310
17,180	17,243	0,852	4,729	3,349	2,270	19,180	8,642	0,405	3,334	3,757	2,320
17,200	17,432	0,741	5,060	3,359	2,320	19,200	8,411	0,335	3,390	3,757	2,270
17,220	17,432	0,689	4,462	3,367	2,320	19,220	8,303	0,287	3,415	3,757	2,280
17,240	17,432	0,622	4,661	3,351	2,350	19,240	8,194	0,259	3,521	3,773	2,290
17,260	17,309	0,579	4,997	3,354	2,330	19,260	8,289	0,240	3,758	3,752	2,290
17,280	17,309	0,537	5,029	3,370	2,320	19,280	9,591	0,217	4,194	3,772	2,320
17,300	18,055	0,524	5,153	3,362	2,310	19,300	11,978	0,216	4,586	3,747	2,280
17,320	18,055	0,520	5,739	3,370	2,360	19,320	15,016	0,228	4,904	3,757	2,280
17,340	17,621	0,505	5,645	3,373	2,320	19,340	19,465	0,248	4,169	3,758	2,320
17,360	17,187	0,532	3,222	3,402	2,270	19,360	24,023	0,275	3,010	3,739	2,280
17,380	16,087	0,556	4,356	3,415	2,310	19,380	33,572	0,344	1,814	3,730	2,240
17,400	15,436	0,601	5,278	3,407	2,250	19,400	45,833	0,430	0,400	3,733	2,270
17,420	17,064	0,600	5,714	3,424	2,290	19,420	55,816	0,513	0,194	3,742	2,190
17,440	17,607	0,605	6,044	3,455	2,320	19,440	61,025	0,598	0,232	3,736	2,230
17,460	17,064	0,611	5,247	3,455	2,360	19,460	61,025	0,581	0,207	3,747	2,270
17,480	16,521	0,635	5,078	3,450	2,360	19,480	56,250	0,513	0,194	3,749	2,290
17,500	15,625	0,653	5,321	3,465	2,420	19,500	46,810	0,475	0,213	3,767	2,330
17,520	15,517	0,603	5,365	3,492	2,320	19,520	35,742	0,346	0,437	3,751	2,360
17,540	15,408	0,560	5,346	3,500	2,280	19,540	26,750	0,297	0,967	3,755	2,270
17,560	14,866	0,566	5,309	3,492	2,350	19,560	20,673	0,428	1,752	3,775	2,280
17,580	13,998	0,576</									



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
20,020	38,672	0,235	2,057	3,826	57,140	22,020	68,424	0,264	1,970	4,392	1,870
20,040	39,214	0,261	1,527	3,823	1,000	22,040	69,971	0,240	1,939	4,420	2,170
20,060	32,378	0,384	0,979	3,824	2,280	22,060	70,514	0,231	1,908	4,422	2,180
20,080	27,278	0,511	0,848	3,842	2,280	22,080	70,839	0,219	1,858	4,422	2,190
20,100	26,301	0,613	2,126	3,849	2,250	22,100	71,354	0,211	1,908	4,418	2,270
20,120	33,246	0,610	3,122	3,846	2,350	22,120	72,547	0,205	1,926	4,418	2,200
20,140	42,361	0,660	2,929	3,856	2,280	22,140	74,609	0,204	1,976	4,420	2,240
20,160	50,065	0,732	1,721	3,874	2,230	22,160	77,539	0,208	1,995	4,432	2,240
20,180	57,213	0,700	2,119	3,884	2,280	22,180	81,337	0,208	1,957	4,424	2,150
20,200	66,002	0,653	2,674	3,878	2,220	22,200	85,120	0,210	1,920	4,424	2,220
20,220	75,334	0,551	3,278	3,884	2,200	22,220	86,640	0,211	1,895	4,437	2,170
20,240	81,925	0,497	2,730	3,896	2,270	22,240	83,696	0,223	1,895	4,452	2,170
20,260	84,855	0,509	1,870	3,895	2,240	22,260	80,440	0,231	1,870	4,452	2,220
20,280	85,506	0,493	1,147	3,923	2,290	22,280	79,464	0,240	1,945	4,455	2,180
20,300	83,105	0,441	0,873	3,905	2,250	22,300	80,752	0,258	1,864	4,476	2,240
20,320	78,873	0,396	0,861	3,921	2,240	22,320	84,224	0,267	1,770	4,476	2,220
20,340	75,169	0,271	1,023	3,931	2,280	22,340	88,876	0,271	1,733	4,511	2,160
20,360	72,457	0,224	1,228	3,939	2,240	22,360	93,759	0,274	1,278	4,493	2,190
20,380	70,721	0,216	1,459	3,946	2,240	22,380	98,071	0,265	1,309	4,527	2,200
20,400	70,055	0,235	1,733	3,944	2,250	22,400	100,350	0,261	1,527	4,527	2,160
20,420	69,947	0,253	2,045	3,956	2,220	22,420	101,313	0,265	1,708	4,527	2,160
20,440	69,824	0,267	2,325	3,972	2,220	22,440	103,143	0,273	1,926	4,536	2,180
20,460	69,282	0,269	2,537	3,972	2,230	22,460	105,639	0,278	1,783	4,523	2,120
20,480	68,060	0,274	2,643	3,989	2,270	22,480	109,640	0,298	1,727	4,531	2,150
20,500	66,310	0,286	2,649	3,992	2,310	22,500	114,169	0,308	1,278	4,549	2,220
20,520	64,234	0,296	2,611	3,987	2,350	22,520	118,618	0,321	1,883	4,546	2,220
20,540	61,847	0,298	2,574	3,987	2,280	22,540	123,053	0,316	2,163	4,556	2,250
20,560	60,314	0,297	2,593	3,989	2,240	22,560	125,969	0,333	2,487	4,558	2,220
20,580	60,611	0,292	2,674	3,989	2,270	22,580	128,885	0,325	2,499	4,573	2,180
20,600	62,550	0,291	2,748	3,992	2,280	22,600	130,621	0,335	2,537	4,562	2,180
20,620	66,551	0,293	2,755	4,000	2,240	22,620	130,281	0,346	2,568	4,564	2,220
20,640	70,457	0,290	2,699	4,015	2,280	22,640	128,517	0,355	2,574	4,556	2,180
20,660	72,831	0,280	2,499	4,017	2,240	22,660	125,899	0,360	2,593	4,584	2,200
20,680	74,010	0,273	2,381	4,028	2,250	22,680	121,219	0,364	2,506	4,574	2,190
20,700	73,874	0,267	2,238	4,025	2,330	22,700	114,043	0,348	2,406	4,574	2,200
20,720	73,317	0,290	1,908	4,038	2,330	22,720	106,202	0,349	2,281	4,602	2,290
20,740	71,689	0,266	1,608	4,023	2,330	22,740	99,460	0,342	2,238	4,592	2,290
20,760	70,807	0,235	1,652	4,028	2,270	22,760	94,997	0,340	2,312	4,594	2,320
20,780	71,444	0,227	1,908	4,031	2,270	22,780	92,162	0,330	2,412	4,600	2,250
20,800	73,723	0,218	2,288	4,046	2,280	22,800	89,869	0,320	2,474	4,594	2,180
20,820	76,082	0,222	2,375	4,039	2,290	22,820	88,539	0,307	2,518	4,604	2,190
20,840	78,035	0,208	2,001	4,046	2,250	22,840	87,223	0,289	2,493	4,612	2,250
20,860	79,974	0,214	1,415	4,039	2,280	22,860	86,666	0,275	2,506	4,610	2,230
20,880	81,168	0,226	1,228	4,048	2,320	22,880	86,218	0,264	2,530	4,608	2,240
20,900	81,602	0,233	1,521	4,044	2,320	22,900	86,624	0,251	2,562	4,619	2,250
20,920	82,565	0,220	1,746	4,077	2,380	22,920	87,261	0,241	2,586	4,610	2,320
20,940	84,192	0,202	1,976	4,087	2,310	22,940	88,983	0,233	2,562	4,623	2,330
20,960	88,085	0,193	1,920	4,077	2,330	22,960	91,248	0,230	2,586	4,623	2,270
20,980	92,425	0,202	2,076	4,085	2,290	22,980	92,224	0,227	2,543	4,637	2,310
21,000	95,572	0,221	1,658	4,094	2,390	23,000	92,210	0,230	2,499	4,639	2,290
21,020	96,534	0,227	1,496	4,102	2,330	23,020	92,210	0,230	2,499	4,639	2,290
21,040	89,710	0,229	1,876	4,069	0,930	23,040	92,131	0,229	2,076	4,623	2,150
21,060	89,167	0,216	1,123	4,089	2,110	23,060	94,085	0,230	2,107	4,623	2,220
21,080	86,455	0,211	0,961	4,114	2,290	23,080	96,878	0,231	2,069	4,625	2,180
21,100	85,695	0,210	1,147	4,114	2,220	23,100	100,270	0,240	1,976	4,621	2,230
21,120	87,323	0,216	1,527	4,123	2,240	23,120	104,908	0,243	1,820	4,621	2,200
21,140	90,686	0,228	1,889	4,122	2,310	23,140	110,442	0,248	1,870	4,623	2,190
21,160	95,461	0,230	2,113	4,137	2,180	23,160	116,627	0,267	1,908	4,619	2,280
21,180	99,801	0,229	2,101	4,138	2,200	23,180	117,589	0,264	2,045	4,610	2,160
21,200	102,826	0,239	1,976	4,148	2,220	23,200	111,404	0,249	1,926	4,612	2,190
21,220	102,934	0,260	1,858	4,148	2,160	23,220	104,554	0,255	1,820	4,630	2,220
21,240	101,618	0,277	1,434	4,145	2,190	23,240	97,812	0,265	1,826	4,610	2,160
21,260	99,339	0,287	1,465	4,151	2,230	23,260	92,278	0,273	1,820	4,614	2,160
21,280	98,552	0,287	1,316	4,173	2,230	23,280	87,584	0,284	1,970	4,630	2,190
21,300	98,226	0,291	1,521	4,170	2,230	23,300	84,980	0,278	2,094	4,630	2,200
21,320	97,344	0,297	1,845	4,179	2,220	23,320	85,617	0,271	2,300	4,630	2,240
21,340	96,896	0,286	2,175	4,178	2,200	23,340	91,571	0,268	2,144	4,647	2,190
21,360	97,533	0,280	2,487	4,178	2,280	23,360	103,941	0,317	1,353	4,657	2,170
21,380	99,132	0,288	2,400	4,211	2,220	23,380	118,033	0,375	0,562	4,656	2,190
21,400	102,265	0,310	2,518	4,186	2,180	23,400	133,319	0,581	0,699	4,656	2,160
21,420	105,289	0,334	2,624	4,211	2,230	23,420	143,708	0,736	0,724	4,682	2,130
21,440	110,064	0,343	2,780	4,239	2,160	23,440	152,484	0,779	0,761	4,666	2,130
21,460	116,018	0,352	2,805	4,237	2,200	23,460	158,018	0,753	1,017	4,658	2,130
21,480	121,212	0,353	2,730	4,265	2,200	23,480	159,957	0,635	1,285	4,673	2,160
21,500	122,378	0,352	2,680	4,265	2,230	23,500	160,594	0,392	1,752	4,692	2,150
21,520	122,350	0,350	2,692	4,265	2,270	23,520	159,155	0,327	2,132	4,705	2,230
21,540	123,529	0,352	2,624	4,273	2,280	23,540	158,070	0,342	2,574	4,705	2,240
21,560	125,997	0,352	2,674	4,285	2,180	23,560	157,513	0,390	2,854</		



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
24,020	93,326	0,319	1,521	4,926	2,240	26,020	15,107	1,000	6,567	5,135	2,960
24,040	74,398	0,330	1,833	4,867	1,550	26,040	24,222	1,652	4,979	5,143	1,910
24,060	53,456	0,382	1,459	4,875	2,320	26,060	24,656	1,656	4,960	5,138	2,250
24,080	37,722	0,522	1,328	4,877	2,270	26,080	23,245	1,644	5,390	5,151	2,270
24,100	29,583	0,737	1,440	4,896	2,320	26,100	23,679	1,615	4,948	5,160	2,230
24,120	25,323	0,941	1,721	4,880	2,330	26,120	23,448	1,596	4,786	5,136	2,280
24,140	23,262	1,032	1,739	4,894	2,360	26,140	22,580	1,568	5,247	5,162	2,240
24,160	21,091	1,032	2,518	4,901	2,380	26,160	21,806	1,534	4,717	5,170	2,200
24,180	19,667	0,980	3,938	4,905	2,380	26,180	21,792	1,479	4,817	5,170	2,240
24,200	16,180	0,846	5,427	4,911	2,320	26,200	21,764	1,394	4,649	5,170	2,310
24,220	14,336	0,754	6,156	4,914	2,380	26,220	21,099	1,340	5,290	5,175	2,280
24,240	13,345	0,655	6,648	4,903	2,330	26,240	21,194	1,310	5,228	5,183	2,330
24,260	12,557	0,520	7,103	4,905	2,400	26,260	20,963	1,315	5,433	5,185	2,310
24,280	12,326	0,406	6,779	4,889	2,320	26,280	20,080	1,300	5,334	5,191	2,280
24,300	12,312	0,443	6,524	4,908	2,250	26,300	20,052	1,271	5,253	5,185	2,320
24,320	11,987	0,410	6,343	4,899	2,310	26,320	20,378	1,213	4,854	5,185	2,290
24,340	11,973	0,436	6,256	4,908	2,400	26,340	19,916	1,221	4,630	5,196	2,350
24,360	12,081	0,456	6,119	4,924	2,430	26,360	19,373	1,235	4,617	5,193	2,290
24,380	12,298	0,461	5,957	4,923	2,430	26,380	18,491	1,218	4,381	5,210	2,220
24,400	12,407	0,468	5,838	4,931	2,420	26,400	17,269	1,210	2,624	5,210	2,290
24,420	12,407	0,472	5,701	4,918	2,380	26,420	17,906	1,198	3,290	5,212	2,360
24,440	12,298	0,474	5,651	4,931	2,390	26,440	14,651	1,119	3,266	5,212	2,380
24,460	12,298	0,460	5,427	4,934	2,400	26,460	14,420	1,073	3,577	5,210	2,380
24,480	12,081	0,451	5,103	4,939	2,380	26,480	14,514	1,011	3,826	5,212	2,390
24,500	11,878	0,459	4,941	4,939	2,420	26,500	14,623	0,961	4,281	5,212	2,330
24,520	11,438	0,479	4,680	4,924	1,440	26,520	15,477	0,901	4,891	5,212	2,360
24,540	11,329	0,499	4,617	4,926	2,150	26,540	18,624	0,843	5,658	5,212	2,350
24,560	10,909	0,497	4,829	4,926	2,280	26,560	15,449	0,735	5,029	5,212	2,310
24,580	10,692	0,486	5,147	4,932	2,270	26,580	15,232	0,668	5,409	5,190	2,390
24,600	10,367	0,467	5,290	4,926	2,320	26,600	17,042	0,523	7,720	5,188	1,650
24,620	10,367	0,443	5,496	4,939	2,240	26,620	16,622	0,531	7,427	5,190	2,160
24,640	10,367	0,411	6,056	4,934	2,190	26,640	15,971	0,518	6,872	5,182	2,240
24,660	10,692	0,380	6,206	4,955	2,250	26,660	15,863	0,542	6,573	5,188	2,250
24,680	11,018	0,346	6,231	4,934	2,230	26,680	15,103	0,630	6,598	5,190	2,270
24,700	11,560	0,325	6,355	4,958	2,220	26,700	14,343	0,663	6,592	5,185	2,200
24,720	12,103	0,323	6,287	4,960	2,250	26,720	13,801	0,598	6,387	5,185	2,170
24,740	12,645	0,323	6,100	4,960	2,200	26,740	12,947	0,638	6,767	5,193	2,180
24,760	13,188	0,334	6,069	4,968	2,280	26,760	13,164	0,555	6,972	5,188	2,190
24,780	13,405	0,354	6,000	4,963	2,310	26,780	13,815	0,505	7,153	5,190	2,160
24,800	13,731	0,384	5,938	4,976	2,360	26,800	14,140	0,441	7,009	5,190	2,220
24,820	13,962	0,419	6,144	4,984	2,360	26,820	14,466	0,400	7,240	5,212	2,130
24,840	14,070	0,455	6,368	4,992	2,270	26,840	15,443	0,360	7,103	5,197	2,190
24,860	14,287	0,498	6,411	4,976	2,250	26,860	15,877	0,349	7,514	5,207	2,250
24,880	14,613	0,536	6,200	4,978	2,280	26,880	16,433	0,313	7,751	5,205	2,280
24,900	14,952	0,579	6,019	4,981	2,310	26,900	16,542	0,306	5,539	5,205	2,270
24,920	15,169	0,623	5,689	4,984	2,290	26,920	16,325	0,372	6,960	5,199	2,220
24,940	15,278	0,666	5,421	4,989	2,270	26,940	16,976	0,431	7,078	5,199	2,170
24,960	15,603	0,715	5,683	4,984	2,320	26,960	16,881	0,477	4,879	5,207	2,200
24,980	15,848	0,759	5,726	4,978	2,330	26,980	15,688	0,487	5,004	5,232	2,220
25,000	16,283	0,773	5,570	4,986	2,360	27,000	14,820	0,485	5,826	5,226	2,220
25,020	16,045	0,758	4,804	5,019	0,940	27,020	14,603	0,442	6,573	5,260	2,190
25,040	17,022	0,810	4,499	5,019	2,230	27,040	22,098	0,901	1,951	5,222	1,210
25,060	17,673	0,836	4,804	5,016	2,270	27,060	20,144	0,901	2,350	5,225	2,200
25,080	17,876	0,860	4,898	5,021	2,350	27,080	15,913	0,774	3,029	5,245	2,250
25,100	17,984	0,885	5,651	5,040	2,310	27,100	17,309	0,710	3,702	5,245	2,220
25,120	18,852	0,937	5,957	5,043	2,240	27,120	20,022	0,680	5,303	5,238	2,230
25,140	19,721	0,975	5,359	5,051	2,350	27,140	18,611	0,623	3,484	5,236	2,200
25,160	20,575	0,987	3,141	5,051	2,350	27,160	17,309	0,626	3,708	5,249	2,270
25,180	20,141	0,998	4,661	5,059	2,390	27,180	15,247	0,618	4,088	5,236	2,240
25,200	20,343	0,966	5,016	5,065	2,360	27,200	13,606	0,638	4,655	5,244	2,190
25,220	19,692	0,962	4,860	5,065	2,360	27,220	14,040	0,587	5,938	5,244	2,240
25,240	19,447	0,938	4,680	5,075	2,360	27,240	14,365	0,537	6,181	5,244	2,280
25,260	18,796	0,941	4,574	5,073	2,400	27,260	14,799	0,512	6,274	5,268	2,280
25,280	17,914	0,958	4,680	5,070	2,360	27,280	14,040	0,473	6,169	5,271	2,320
25,300	17,806	0,975	4,748	5,078	2,420	27,300	12,507	0,449	6,088	5,260	2,310
25,320	18,334	0,982	5,097	5,070	2,360	27,320	12,398	0,384	6,256	5,260	2,280
25,340	18,103	1,023	5,552	5,078	2,280	27,340	12,507	0,354	6,449	5,271	2,310
25,360	17,669	1,069	5,664	5,081	2,360	27,360	13,021	0,354	6,704	5,271	2,280
25,380	17,532	1,069	5,633	5,078	2,460	27,380	14,323	0,385	7,016	5,279	2,360
25,400	17,749	1,012	5,645	5,095	2,450	27,400	15,951	0,412	7,290	5,277	2,310
25,420	17,518	0,968	5,035	5,099	2,480	27,420	16,493	0,393	6,480	5,277	2,240
25,440	17,193	0,945	5,309	5,078	2,430	27,440	15,625	0,354	6,225	5,279	2,250
25,460	17,070	0,924	5,433	5,083	2,380	27,460	13,455	0,380	5,869	5,301	2,390
25,480	17,721	0,874	5,384	5,083	2,450	27,480	12,153	0,362	6,573	5,285	2,360
25,500	18,358	0,843	5,477	5,097	2,420	27,500	11,827	0,348	6,679	5,301	2,400
25,520	17,382	0,868	5,521	5,104	2,400	27,520	11,827	0,362	6,829	5,305	2,380
25,540	17,368	0,887	5,533	5,107	2,430	27,540	11,936	0,376	7,016	5,301	2,310
25,560	17,476	0,896	5,471	5,097	2,420	27,560	12,478	0,381	7,140	5,311	2,360
25,580	18,334										

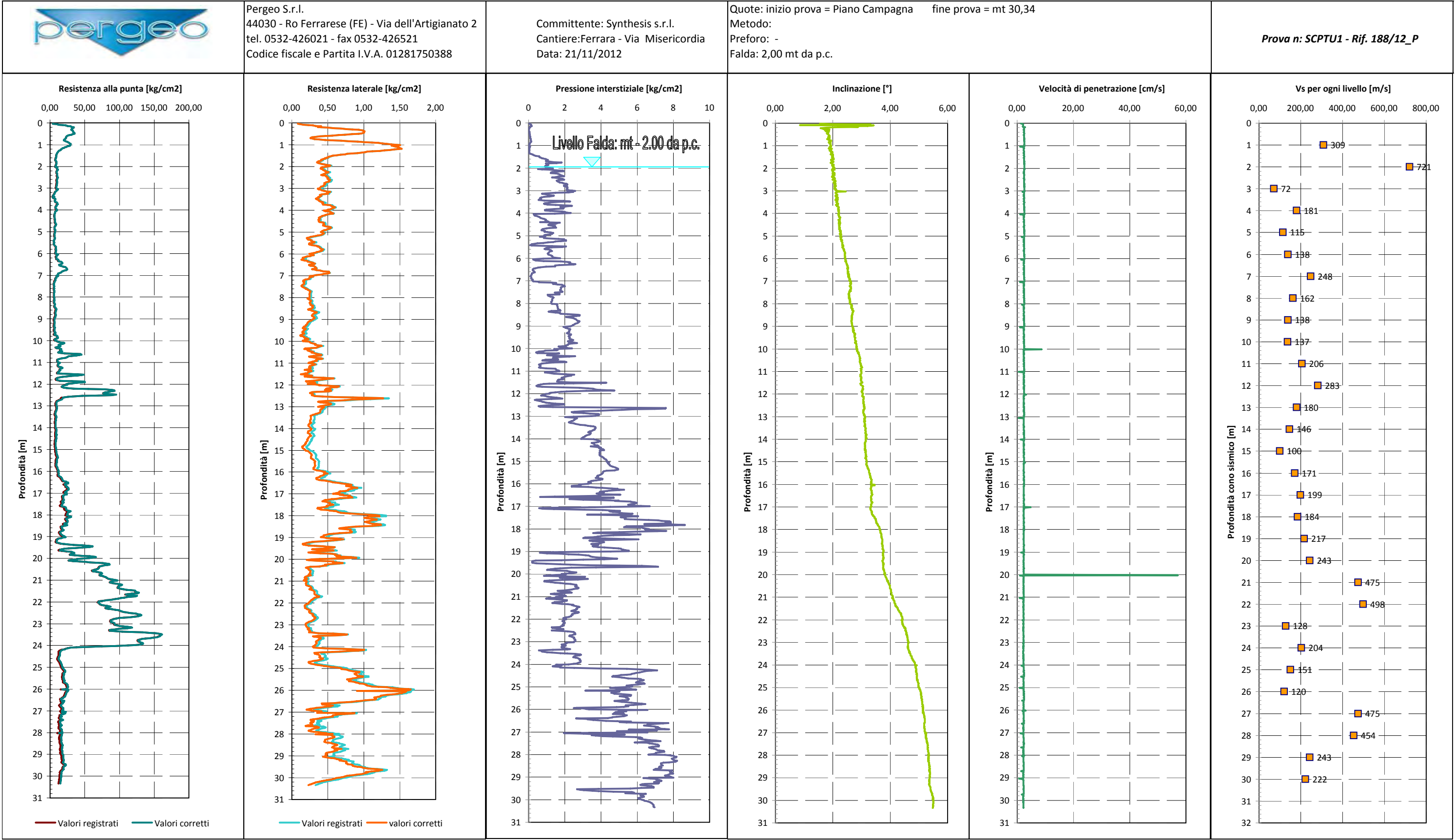


Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532
426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 2.00 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 1**
**Rif.
188/12_P**

Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	10,326	0,436	7,539	5,331	2,510	30,020	13,923	0,706	6,355	5,495	2,230
28,040	14,653	0,645	7,882	5,347	1,800	30,040	13,815	0,687	6,399	5,500	2,220
28,060	14,667	0,663	8,025	5,331	2,160	30,060	13,598	0,668	6,505	5,507	2,150
28,080	14,327	0,671	8,037	5,331	2,190	30,080	13,475	0,641	6,592	5,495	2,150
28,100	14,327	0,689	8,168	5,329	2,190	30,100	13,475	0,611	6,667	5,503	2,190
28,120	14,110	0,706	8,150	5,347	2,250	30,120	13,367	0,578	6,717	5,512	2,170
28,140	13,893	0,706	8,081	5,329	2,220	30,140	13,258	0,538	6,773	5,504	2,200
28,160	13,784	0,693	7,975	5,331	2,200	30,160	13,150	0,510	6,804	5,504	2,180
28,180	13,553	0,675	7,907	5,333	2,190	30,180	13,150	0,479	6,841	5,488	2,220
28,200	13,119	0,647	7,938	5,331	2,250	30,200	12,933	0,455	6,866	5,488	2,230
28,220	13,011	0,624	7,975	5,349	2,270	30,220	12,824	0,425	6,879	5,492	2,220
28,240	12,874	0,604	8,025	5,324	2,170	30,240	12,716	0,415	6,916	5,497	2,250
28,260	13,091	0,579	8,106	5,331	2,230	30,260	12,607	0,397	6,910	5,497	2,180
28,280	13,403	0,574	8,199	5,331	2,250	30,280	12,390	0,373	6,910	5,489	2,250
28,300	13,077	0,576	8,118	5,353	2,270	30,300	12,404	0,365	6,904	5,494	2,250
28,320	13,403	0,575	8,112	5,345	2,320	30,320	12,187	0,350	6,916	5,494	2,180
28,340	13,714	0,574	7,757	5,361	2,280	30,340	12,187	0,330	6,972	5,483	2,220
28,360	14,040	0,556	7,452	5,349	2,280						
28,380	13,592	0,580	7,315	5,357	2,290						
28,400	13,375	0,617	7,309	5,353	2,280						
28,420	13,375	0,656	7,352	5,361	2,320						
28,440	13,455	0,666	7,327	5,365	2,290						
28,460	13,672	0,699	7,352	5,357	2,230						
28,480	14,323	0,720	7,408	5,361	2,240						
28,500	14,323	0,736	7,352	5,377	2,330						
28,520	14,309	0,726	7,277	5,375	2,350						
28,540	14,743	0,701	7,228	5,375	2,360						
28,560	14,960	0,688	7,209	5,358	2,380						
28,580	15,597	0,670	7,340	5,377	2,330						
28,600	15,380	0,679	7,327	5,377	2,350						
28,620	15,366	0,662	7,215	5,377	2,330						
28,640	15,149	0,686	7,016	5,361	2,280						
28,660	14,932	0,738	6,947	5,361	2,330						
28,680	14,715	0,786	6,922	5,377	2,330						
28,700	14,852	0,707	7,956	5,363	1,440						
28,720	14,635	0,742	7,888	5,386	2,180						
28,740	14,201	0,743	7,807	5,369	2,190						
28,760	14,092	0,725	7,807	5,386	2,270						
28,780	14,201	0,700	7,863	5,389	2,200						
28,800	14,201	0,686	7,875	5,388	2,150						
28,820	14,201	0,675	7,969	5,389	2,160						
28,840	15,163	0,629	7,988	5,386	2,180						
28,860	15,272	0,593	7,801	5,388	2,170						
28,880	15,380	0,582	7,751	5,366	2,180						
28,900	15,163	0,591	7,701	5,366	2,160						
28,920	14,606	0,582	7,527	5,366	2,150						
28,940	14,606	0,576	7,570	5,390	2,250						
28,960	14,715	0,593	7,701	5,366	2,240						
28,980	15,366	0,587	7,844	5,374	2,240						
29,000	15,583	0,587	7,882	5,378	2,220						
29,020	15,909	0,576	7,994	5,370	2,160						
29,040	16,917	0,523	6,349	5,366	0,720						
29,060	16,809	0,561	6,735	5,368	2,160						
29,080	16,700	0,604	7,028	5,363	2,150						
29,100	16,483	0,647	7,053	5,366	2,170						
29,120	16,158	0,696	7,153	5,360	2,170						
29,140	16,266	0,723	7,240	5,366	2,220						
29,160	16,700	0,745	7,340	5,355	2,230						
29,180	16,592	0,792	7,327	5,363	2,230						
29,200	16,483	0,764	7,034	5,368	2,230						
29,220	16,672	0,762	6,929	5,366	2,190						
29,240	17,215	0,819	7,184	5,358	2,250						
29,260	17,215	0,861	7,215	5,366	2,250						
29,280	17,309	0,855	7,159	5,358	2,180						
29,300	17,309	0,843	6,430	5,353	2,220						
29,320	17,092	0,847	6,281	5,361	2,250						
29,340	16,535	0,839	6,169	5,366	2,270						
29,360	15,993	0,860	6,212	5,371	2,290						
29,380	16,521	0,870	6,555	5,390	2,290						
29,400	17,064	0,913	6,791	5,396	2,280						
29,420	17,904	0,938	6,872	5,402	2,280						
29,440	18,758	0,948	6,910	5,400	2,280						
29,460	20,060	0,944	6,916	5,400	2,320						
29,480	20,589	0,966	6,225	5,398	2,320						
29,500	20,806	0,989	5,627	5,400	2,220						
29,520	20,792	1,016	3,857	5,402	2,230						
29,540	20,018	1,028	2,674	5,408	2,320						
29,560	18,824	1,049	2,854	5,408	2,330						
29,580	18,471	1,100	3,048	5,416	2,350						
29,600	18,145	1,186	3,540	5,427	2,360						
29,620	17,914	1,254	3,864	5,422	2,310						
29,640	17,466	1,324	4,686	5,443	2,330						
29,660	17,466	1,313	5,708	5,449	2,350						
29,680	17,560	1,289	5,832	5,449	2,280						
29,700	17,424	1,230	5,521	5,457	2,330						
29,720	16,664	1,182	5,352	5,464	2,350						
29,740	15,716	1,118	6,486	5,459	1,700						
29,760	15,282	1,148	6,324	5,459	2,120						
29,780	14,753	1,119	6,225	5,467	2,190						
29,800	14,428	1,102	6,181	5,468	2,200						
29,820	14,088	1,086	6,256	5,490	2,200						
29,840	14,088	1,048	6,337	5,490	2,150						
29,860	14,414	0,992	6,374	5,490	2,130						
29,880	14,494	0,941	6,306	5,495	2,160						
29,900	14,169	0,889	6,193	5,478	2,130						
29,920	13,952	0,854	6,094	5,503	2,170						
29,940	13,937	0,823	6,056	5,503	2,160						
29,960	13,503	0,813	6,063	5,476	2,150						
29,980	13,829	0,772	6,169	5,495	2,220						
30,000	13,598	0,749	6,281	5,510	2,230						



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: LA GINESTRA S.R.L. VIA MAZZINI CIV. 84 44121 - FERRARA	SCPTU_1
	DATA ESECUZIONE: DITTA ESECUTRICE: CANTIERE: LAVORO:	21/11/2012 PERGEO S.R.L. FERRARA–VIA MISERICORDIA POC Rif. 165/12_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	0,0058	309	1,79	0,0058	309
2,00	1,70	2,37	0,0066	359	0,58	0,0008	721
3,00	2,70	3,16	0,0176	180	0,80	0,0110	72
4,00	3,70	4,05	0,0225	180	0,89	0,0049	181
5,00	4,70	4,98	0,0306	163	0,93	0,0081	115
6,00	5,70	5,93	0,0375	158	0,95	0,0069	138
7,00	6,70	6,90	0,0414	167	0,97	0,0039	248
8,00	7,70	7,87	0,0474	166	0,97	0,0060	162
9,00	8,70	8,86	0,0545	162	0,98	0,0071	138
10,00	9,70	9,84	0,0617	159	0,98	0,0072	137
11,00	10,70	10,83	0,0665	163	0,99	0,0048	206
12,00	11,70	11,82	0,0700	169	0,99	0,0035	283
13,00	12,70	12,81	0,0755	170	0,99	0,0055	180
14,00	13,70	13,80	0,0823	168	0,99	0,0068	146
15,00	14,70	14,79	0,0922	160	0,99	0,0099	100
16,00	15,70	15,79	0,0980	161	0,99	0,0058	171
17,00	16,70	16,78	0,1030	163	0,99	0,0050	199
18,00	17,70	17,78	0,1084	164	1,00	0,0054	184
19,00	18,70	18,77	0,1130	166	1,00	0,0046	217
20,00	19,70	19,77	0,1171	169	1,00	0,0041	243
21,00	20,70	20,77	0,1192	174	1,00	0,0021	475
22,00	21,70	21,76	0,1212	180	1,00	0,0020	498
23,00	22,70	22,76	0,1290	176	1,00	0,0078	128
24,00	23,70	23,76	0,1339	177	1,00	0,0049	204
25,00	24,70	24,76	0,1405	176	1,00	0,0066	151
26,00	25,70	25,75	0,1488	173	1,00	0,0083	120
27,00	26,70	26,75	0,1509	177	1,00	0,0021	475
28,00	27,70	27,75	0,1531	181	1,00	0,0022	454
29,00	28,70	28,75	0,1572	183	1,00	0,0041	243
30,00	29,70	29,75	0,1617	184	1,00	0,0045	222

Vs 30

181 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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
0,020	15,057	0,160	0,064	1,304	1,670	2,020	8,841	0,243	1,608	0,683	2,530
0,040	17,619	0,192	0,095	1,030	2,330	2,040	8,841	0,269	1,266	0,667	2,580
0,060	21,662	0,228	0,088	0,919	2,310	2,060	8,922	0,269	1,503	0,665	2,580
0,080	25,215	0,234	0,076	0,937	2,250	2,080	8,922	0,273	1,652	0,682	2,560
0,100	27,710	0,242	0,045	0,745	2,350	2,100	8,813	0,285	1,746	0,667	2,500
0,120	30,465	0,258	0,051	0,643	2,250	2,120	9,139	0,296	1,802	0,667	2,540
0,140	33,178	0,272	0,076	0,664	2,290	2,140	9,681	0,305	1,895	0,672	2,510
0,160	33,843	0,278	0,064	0,547	2,310	2,160	10,115	0,321	1,932	0,660	2,450
0,180	34,305	0,296	0,051	0,707	2,360	2,180	11,229	0,378	0,780	0,672	1,330
0,200	33,899	0,315	0,045	0,616	2,380	2,200	10,903	0,424	0,780	0,672	2,270
0,220	32,625	0,353	0,045	0,631	2,400	2,220	10,469	0,448	0,817	0,682	2,320
0,240	32,531	0,340	0,039	0,622	2,310	2,240	10,469	0,491	0,911	0,693	2,350
0,260	32,356	0,327	0,039	0,639	2,310	2,260	9,926	0,530	1,216	0,672	2,380
0,280	32,059	0,321	0,032	0,630	2,350	2,280	9,464	0,542	1,409	0,676	2,390
0,300	31,884	0,312	0,032	0,632	2,320	2,300	9,356	0,522	1,334	0,676	2,310
0,320	31,898	0,297	0,026	0,630	2,310	2,320	9,139	0,524	1,334	0,699	2,310
0,340	33,120	0,281	0,032	0,636	2,350	2,340	8,813	0,518	1,397	0,685	2,350
0,360	35,209	0,264	0,026	0,631	2,280	2,360	8,799	0,485	1,534	0,684	2,320
0,380	38,045	0,256	0,032	0,610	2,380	2,380	8,908	0,459	1,677	0,691	2,290
0,400	38,615	0,266	0,026	0,624	2,400	2,400	9,233	0,431	1,721	0,708	2,330
0,420	37,110	0,286	0,026	0,636	2,430	2,420	9,436	0,427	1,783	0,702	2,290
0,440	33,883	0,300	0,020	0,659	2,400	2,440	9,653	0,413	1,802	0,691	2,400
0,460	29,448	0,309	0,014	0,668	2,310	2,460	9,856	0,399	1,802	0,714	2,400
0,480	24,254	0,317	0,007	0,661	2,290	2,480	9,748	0,397	1,802	0,695	2,400
0,500	20,361	0,335	0,001	0,664	2,380	2,500	9,748	0,402	1,777	0,731	2,400
0,520	17,894	0,371	-0,005	0,663	2,330	2,520	9,394	0,403	1,721	0,731	2,320
0,540	16,063	0,412	-0,011	0,663	2,360	2,540	9,177	0,423	1,733	0,689	2,280
0,560	14,775	0,445	-0,011	0,641	2,330	2,560	9,054	0,429	1,770	0,725	2,380
0,580	14,138	0,469	-0,011	0,649	2,400	2,580	9,163	0,423	1,820	0,701	2,350
0,600	13,813	0,478	-0,024	0,648	2,400	2,600	9,366	0,417	1,908	0,725	2,360
0,620	13,501	0,492	-0,030	0,671	2,420	2,620	9,800	0,393	1,926	0,725	2,360
0,640	13,312	0,508	-0,036	0,654	2,400	2,640	10,017	0,385	1,864	0,719	2,390
0,660	13,095	0,523	-0,042	0,674	2,400	2,660	10,003	0,398	1,783	0,707	2,400
0,680	13,001	0,533	-0,042	0,681	2,400	2,680	9,569	0,431	1,721	0,719	2,430
0,700	13,218	0,551	-0,049	0,691	2,430	2,700	9,121	0,460	1,665	0,713	2,430
0,720	13,218	0,555	-0,042	0,689	2,400	2,720	9,121	0,491	1,652	0,720	2,380
0,740	13,123	0,545	-0,024	0,685	2,350	2,740	8,687	0,527	1,702	0,750	2,400
0,760	13,232	0,525	-0,005	0,683	2,430	2,760	8,333	0,548	1,689	0,744	2,430
0,780	13,232	0,503	0,007	0,685	2,460	2,780	8,008	0,562	1,696	0,737	2,380
0,800	13,232	0,488	0,045	0,722	2,460	2,800	8,102	0,562	1,721	0,737	2,360
0,820	13,232	0,466	0,051	0,722	2,480	2,820	8,753	0,540	1,752	0,751	2,420
0,840	13,340	0,453	0,051	0,699	2,430	2,840	8,970	0,523	1,758	0,732	2,480
0,860	13,232	0,451	0,051	0,723	2,480	2,860	8,956	0,510	1,783	0,732	2,460
0,880	13,015	0,456	0,045	0,735	2,460	2,880	9,499	0,480	1,758	0,731	2,510
0,900	12,689	0,478	0,051	0,723	2,480	2,900	9,702	0,464	1,596	0,731	2,430
0,920	12,147	0,495	0,057	0,752	2,500	2,920	9,810	0,473	1,621	0,745	2,480
0,940	11,930	0,501	0,070	0,752	2,430	2,940	9,891	0,493	1,658	0,751	2,460
0,960	11,604	0,513	0,101	0,760	2,380	2,960	10,325	0,493	1,652	0,732	2,480
0,980	11,387	0,517	0,176	0,768	2,460	2,980	9,891	0,503	1,534	0,756	2,500
1,000	11,590	0,522	0,194	0,787	2,530	3,000	9,442	0,522	1,478	0,744	2,430
1,020	12,024	0,512	0,182	0,785	2,540	3,020	8,900	0,548	1,409	0,719	2,380
1,040	12,133	0,488	0,169	0,860	2,580	3,040	9,513	0,548	1,316	0,748	1,200
1,060	11,930	0,501	0,070	0,752	2,430	3,060	9,730	0,562	1,590	0,737	2,350
1,080	11,604	0,513	0,101	0,760	2,380	3,080	10,706	0,551	1,889	0,719	2,290
1,100	11,387	0,517	0,176	0,768	2,460	3,100	11,357	0,554	2,020	0,719	2,320
1,120	11,590	0,522	0,194	0,787	2,530	3,120	12,334	0,536	1,914	0,719	2,360
1,140	11,254	0,539	0,226	0,721	0,890	3,140	12,660	0,544	1,802	0,719	2,290
1,160	10,929	0,576	0,238	0,733	2,250	3,160	12,334	0,555	1,851	0,748	2,270
1,180	10,712	0,585	0,282	0,730	2,290	3,180	12,645	0,543	1,951	0,743	2,310
1,200	10,820	0,583	0,288	0,733	2,330	3,200	13,080	0,524	2,001	0,755	2,230
1,220	10,481	0,594	0,300	0,726	2,380	3,220	12,754	0,543	2,013	0,737	2,310
1,240	10,264	0,602	0,319	0,730	2,390	3,240	11,438	0,580	1,440	0,748	2,320
1,260	10,155	0,587	0,319	0,737	2,350	3,260	11,004	0,566	0,855	0,742	2,320
1,280	10,033	0,568	0,331	0,726	2,310	3,280	10,244	0,611	0,705	0,755	2,400
1,300	9,816	0,562	0,344	0,706	2,330	3,300	9,891	0,672	0,643	0,760	2,380
1,320	10,005	0,561	0,369	0,733	2,350	3,320	9,456	0,702	0,842	0,748	2,310
1,340	10,005	0,560	0,394	0,733	2,310	3,340	9,022	0,715	1,540	0,742	2,310
1,360	9,773	0,542	0,512	0,733	2,360	3,360	8,900	0,717	2,213	0,743	2,320
1,380	10,099	0,516	0,468	0,733	2,290	3,380	9,659	0,674	2,368	0,748	2,320
1,400	10,085	0,517	0,437	0,744	2,330	3,400	10,188	0,604	2,288	0,743	2,330
1,420	10,085	0,513	0,437	0,710	2,430	3,420	10,622	0,537	1,571	0,760	2,320
1,440	9,962	0,522	0,456	0,733	2,430	3,440	10,391	0,509	1,503	0,760	2,310
1,460	10,071	0,525	0,475	0,714	2,400	3,460	10,282	0,471	1,590	0,742	2,400
1,480	10,396	0,535	0,487	0,721	2,320	3,480	9,848	0,448	1,446	0,748	2,400
1,500	10,599	0,551	0,512	0,721	2,320	3,500	9,834	0,448	1,422	0,737	2,390
1,520	10,571	0,552	0,512	0,736	2,320	3,520	10,160	0,458	1,478	0,737	2,400
1,540	10,788	0,549	0,493	0,699	2,380	3,540	10,240	0,476	1,428	0,748	2,290
1,560	10,774	0,561	0,618	0,715	2,330	3,560	9,806	0,473	1,060	0,755	2,310
1,580	11,208	0,549	0,649	0,703	2,350	3,580	9,792	0,461	0,973	0,737	2,360
1,600	10,869	0,572	0,743	0,711	2,360	3,600	10,009	0,485	1,035	0,713	



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
4,020	7,877	0,556	0,836	0,737	2,380	6,020	10,459	0,159	2,748	0,686	2,480
4,040	7,660	0,568	0,861	0,707	2,380	6,040	12,629	0,168	1,777	0,696	2,430
4,060	7,994	0,540	0,967	0,750	1,380	6,060	14,803	0,249	0,338	0,712	1,620
4,080	7,885	0,549	0,986	0,737	2,320	6,080	11,873	0,217	0,257	0,704	2,280
4,100	7,994	0,551	1,060	0,743	2,270	6,100	9,486	0,209	1,073	0,712	2,330
4,120	7,994	0,537	1,085	0,725	2,330	6,120	8,835	0,198	2,605	0,726	2,280
4,140	8,102	0,528	1,110	0,731	2,290	6,140	10,029	0,174	3,048	0,710	2,280
4,160	7,994	0,530	1,129	0,737	2,290	6,160	11,114	0,174	2,400	0,742	2,330
4,180	8,102	0,505	1,079	0,737	2,270	6,180	11,222	0,199	2,281	0,735	2,310
4,200	7,980	0,490	1,054	0,719	2,270	6,200	11,114	0,229	1,789	0,723	2,220
4,220	8,088	0,496	1,066	0,731	2,270	6,220	9,920	0,229	2,026	0,703	2,280
4,240	7,762	0,511	1,073	0,737	2,270	6,240	9,378	0,229	2,692	0,703	2,250
4,260	7,423	0,521	1,060	0,725	2,330	6,260	9,486	0,230	2,443	0,717	2,280
4,280	6,880	0,530	1,054	0,719	2,330	6,280	11,222	0,237	2,805	0,723	2,290
4,300	6,880	0,512	1,035	0,737	2,390	6,300	14,912	0,254	2,555	0,717	2,320
4,320	6,880	0,502	1,029	0,701	2,350	6,320	19,252	0,272	0,537	0,717	2,360
4,340	6,772	0,504	1,079	0,731	2,270	6,340	21,531	0,311	0,257	0,699	2,380
4,360	6,744	0,494	1,141	0,731	2,310	6,360	23,376	0,326	0,188	0,713	2,250
4,380	6,744	0,483	1,172	0,725	2,320	6,380	24,461	0,297	0,151	0,722	2,280
4,400	6,744	0,464	1,160	0,737	2,290	6,400	25,003	0,263	0,107	0,722	2,310
4,420	6,635	0,472	1,135	0,695	2,330	6,420	25,220	0,237	0,095	0,722	2,310
4,440	6,310	0,472	1,129	0,742	2,280	6,440	25,315	0,181	0,095	0,720	2,310
4,460	6,079	0,480	1,166	0,737	2,310	6,460	25,315	0,146	0,101	0,728	2,310
4,480	5,862	0,473	1,147	0,719	2,400	6,480	25,315	0,123	0,107	0,712	2,270
4,500	5,970	0,469	1,129	0,713	2,400	6,500	25,315	0,117	0,120	0,724	2,360
4,520	5,970	0,477	1,135	0,713	2,420	6,520	25,640	0,117	0,126	0,717	2,380
4,540	5,970	0,471	1,166	0,713	2,320	6,540	26,291	0,130	0,138	0,715	2,400
4,560	6,079	0,454	1,166	0,689	2,320	6,560	27,485	0,155	0,144	0,732	2,360
4,580	6,296	0,429	1,197	0,707	2,290	6,580	29,113	0,188	0,151	0,729	2,270
4,600	6,079	0,418	1,191	0,713	2,330	6,600	30,523	0,205	0,144	0,731	2,280
4,620	5,645	0,400	1,160	0,720	2,330	6,620	29,207	0,235	0,101	0,727	2,330
4,640	5,536	0,371	1,066	0,714	2,310	6,640	26,386	0,253	0,076	0,736	2,310
4,660	5,536	0,342	1,029	0,702	2,360	6,660	23,673	0,205	0,070	0,735	2,330
4,680	5,645	0,315	1,042	0,691	2,380	6,680	21,286	0,223	0,064	0,736	2,290
4,700	5,536	0,308	0,855	0,697	2,390	6,700	19,550	0,299	0,064	0,736	2,380
4,720	5,428	0,299	0,705	0,703	2,380	6,720	17,271	0,367	0,051	0,726	2,380
4,740	5,102	0,292	0,512	0,692	2,380	6,740	13,893	0,391	0,039	0,734	2,380
4,760	4,885	0,292	0,593	0,686	2,380	6,760	11,289	0,413	0,032	0,758	2,380
4,780	4,668	0,304	0,593	0,687	2,390	6,780	9,010	0,405	0,047	0,751	2,380
4,800	4,885	0,312	0,674	0,680	2,420	6,800	8,793	0,343	1,627	0,767	2,390
4,820	5,659	0,320	0,780	0,669	2,310	6,820	8,142	0,296	2,001	0,758	2,420
4,840	6,093	0,336	0,936	0,680	2,380	6,840	7,708	0,282	2,437	0,766	2,350
4,860	6,093	0,347	1,091	0,682	2,430	6,860	7,694	0,275	2,462	0,774	2,320
4,880	6,201	0,315	1,085	0,687	2,430	6,880	7,694	0,257	2,412	0,765	2,420
4,900	5,876	0,303	1,079	0,686	2,460	6,900	7,585	0,238	2,344	0,766	2,430
4,920	5,578	0,283	1,060	0,698	2,450	6,920	7,477	0,225	2,337	0,765	2,450
4,940	5,361	0,258	1,048	0,693	2,450	6,940	7,477	0,216	2,350	0,757	2,430
4,960	5,144	0,241	1,029	0,681	2,450	6,960	7,232	0,217	2,393	0,756	2,430
4,980	5,036	0,224	1,023	0,665	2,430	6,980	7,449	0,212	2,163	0,765	2,450
5,000	4,941	0,198	1,017	0,682	2,510	7,000	7,232	0,218	2,263	0,765	2,430
5,020	6,374	0,186	0,867	0,707	3,270	7,020	9,991	0,234	1,004	0,798	0,940
5,040	5,614	0,193	0,848	0,689	2,320	7,040	8,580	0,268	0,886	0,790	2,230
5,060	5,289	0,174	0,867	0,712	2,290	7,060	8,254	0,274	1,210	0,765	2,320
5,080	5,072	0,165	0,911	0,689	2,350	7,080	7,806	0,272	1,459	0,790	2,280
5,100	4,746	0,152	1,023	0,702	2,330	7,100	7,712	0,259	1,565	0,773	2,320
5,120	4,746	0,140	1,054	0,692	2,250	7,120	7,712	0,257	1,608	0,790	2,320
5,140	4,746	0,136	1,091	0,674	2,330	7,140	7,589	0,267	1,658	0,774	2,250
5,160	4,963	0,131	1,129	0,706	2,320	7,160	7,589	0,268	1,696	0,790	2,290
5,180	5,289	0,111	1,260	0,701	2,240	7,180	7,698	0,257	1,739	0,800	2,290
5,200	5,831	0,103	1,478	0,694	2,310	7,200	7,806	0,262	1,770	0,807	2,250
5,220	7,364	0,108	1,621	0,678	2,280	7,220	7,915	0,265	1,783	0,809	2,250
5,240	9,860	0,122	1,341	0,676	2,230	7,240	7,915	0,272	1,777	0,809	2,250
5,260	11,271	0,150	0,693	0,685	2,290	7,260	7,915	0,282	1,770	0,800	2,230
5,280	11,813	0,146	0,518	0,676	2,350	7,280	8,023	0,288	1,777	0,817	2,270
5,300	11,922	0,133	0,462	0,690	2,330	7,300	8,023	0,305	1,758	0,825	2,290
5,320	11,271	0,137	0,475	0,697	2,390	7,320	8,023	0,319	1,752	0,818	2,320
5,340	10,077	0,154	0,612	0,690	2,320	7,340	8,240	0,330	1,758	0,842	2,360
5,360	9,318	0,161	1,503	0,681	2,280	7,360	8,240	0,332	1,770	0,817	2,350
5,380	9,332	0,157	1,926	0,686	2,290	7,380	8,349	0,339	1,783	0,843	2,250
5,400	9,440	0,167	2,356	0,704	2,320	7,400	8,335	0,347	1,777	0,851	2,280
5,420	9,223	0,165	2,275	0,704	2,310	7,420	8,335	0,348	1,758	0,849	2,280
5,440	9,006	0,168	2,157	0,692	2,320	7,440	7,901	0,353	1,727	0,860	2,310
5,460	9,223	0,178	1,721	0,665	2,250	7,460	7,792	0,355	1,714	0,851	2,280
5,480	10,091	0,204	1,665	0,688	2,350	7,480	7,792	0,357	1,702	0,850	2,290
5,500	12,181	0,224	1,291	0,688	2,390	7,500	7,684	0,372	1,739	0,850	2,280
5,520	14,351	0,254	0,836	0,681	2,390	7,520	7,792	0,367	1,746	0,868	2,360
5,540	16,087	0,261	0,481	0,711	2,390	7,540	7,901	0,353	1,702	0,885	2,390
5,560	17,390	0,235	0,350	0,707	2,320	7,560	7,792	0,353	1,658	0,868	2,390
5,580	17,172	0,216	0,344	0,687	2,280	7,580	7,684	0,360	1,627	0,885	2,360
5,600	15,328	0,221	0,313	0,695	2,310	7,600	7,358	0,366	1,602	0,885	2,270
5,620	12,832	0,193	0,275								



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
8,020	6,556	0,156	2,063	0,898	2,390	10,020	6,876	0,185	1,826	1,285	1,580
8,040	8,325	0,244	1,054	0,920	1,060	10,040	6,767	0,195	1,870	1,301	2,310
8,060	7,471	0,247	1,166	0,939	2,270	10,060	6,767	0,201	1,926	1,312	2,250
8,080	7,131	0,222	1,440	0,922	2,280	10,080	6,767	0,200	2,001	1,312	2,250
8,100	6,914	0,200	1,926	0,919	2,310	10,100	6,550	0,207	2,200	1,320	2,310
8,120	6,914	0,179	2,076	0,922	2,320	10,120	6,659	0,185	2,238	1,312	2,280
8,140	6,711	0,180	2,150	0,928	2,290	10,140	5,791	0,183	2,144	1,320	2,350
8,160	6,588	0,185	2,138	0,915	2,250	10,160	5,791	0,153	2,387	1,334	2,310
8,180	6,588	0,194	2,094	0,942	2,310	10,180	6,116	0,148	2,549	1,318	2,280
8,200	6,263	0,204	2,057	0,928	2,270	10,200	6,767	0,139	2,711	1,326	2,290
8,220	6,263	0,213	2,013	0,961	2,230	10,220	6,876	0,149	2,593	1,320	2,270
8,240	6,154	0,226	1,988	0,953	2,270	10,240	6,550	0,161	2,562	1,347	2,250
8,260	6,154	0,254	1,995	0,954	2,250	10,260	6,550	0,156	2,605	1,325	2,280
8,280	6,263	0,254	1,995	0,953	2,250	10,280	6,333	0,149	2,680	1,339	2,250
8,300	6,480	0,265	2,013	0,953	2,250	10,300	6,550	0,146	2,643	1,350	2,240
8,320	6,480	0,261	2,026	0,946	2,320	10,320	6,008	0,142	2,668	1,342	2,250
8,340	6,263	0,249	2,020	0,954	2,330	10,340	6,008	0,141	2,730	1,361	2,320
8,360	6,263	0,229	2,057	0,954	2,360	10,360	6,225	0,139	2,748	1,361	2,320
8,380	6,697	0,211	2,194	0,963	2,310	10,380	6,008	0,142	2,742	1,368	2,360
8,400	8,108	0,186	2,400	0,964	2,270	10,400	5,791	0,139	2,792	1,368	2,320
8,420	8,650	0,181	2,231	0,967	2,310	10,420	6,116	0,139	2,817	1,372	2,270
8,440	8,325	0,187	1,876	0,965	2,310	10,440	6,116	0,146	2,805	1,398	2,280
8,460	7,891	0,203	1,017	0,975	2,280	10,460	5,791	0,153	2,792	1,394	2,290
8,480	7,131	0,235	0,979	0,989	2,290	10,480	5,791	0,149	2,836	1,394	2,270
8,500	6,480	0,253	1,147	0,980	2,250	10,500	5,791	0,148	2,854	1,401	2,290
8,520	6,154	0,249	1,359	0,989	2,320	10,520	6,008	0,143	2,854	1,401	2,270
8,540	6,154	0,249	1,446	0,989	2,360	10,540	5,791	0,146	2,867	1,424	2,310
8,560	6,263	0,248	1,515	0,980	2,400	10,560	5,791	0,139	2,917	1,424	2,360
8,580	6,588	0,254	1,602	0,987	2,360	10,580	6,008	0,129	2,923	1,435	2,390
8,600	6,805	0,248	1,652	0,990	2,290	10,600	5,791	0,132	2,935	1,431	2,390
8,620	6,914	0,247	1,696	0,996	2,280	10,620	5,682	0,131	2,929	1,431	2,320
8,640	7,131	0,247	1,777	1,017	2,290	10,640	5,682	0,131	2,948	1,424	2,280
8,660	6,914	0,251	1,864	1,023	2,310	10,660	5,682	0,132	2,979	1,443	2,290
8,680	7,117	0,253	1,895	1,021	2,320	10,680	5,682	0,135	2,979	1,469	2,330
8,700	6,900	0,256	1,876	1,025	2,290	10,700	5,682	0,143	2,998	1,450	2,290
8,720	6,574	0,262	1,820	1,013	2,360	10,720	5,682	0,146	3,023	1,469	2,320
8,740	6,140	0,261	1,820	1,031	2,350	10,740	5,682	0,148	3,035	1,469	2,350
8,760	5,706	0,249	1,851	1,033	2,390	10,760	5,682	0,149	3,048	1,469	2,360
8,780	5,598	0,228	1,988	1,031	2,350	10,780	5,682	0,151	3,066	1,480	2,400
8,800	5,923	0,210	2,051	1,041	2,350	10,800	6,008	0,149	3,085	1,480	2,360
8,820	6,249	0,198	2,107	1,033	2,350	10,820	6,008	0,157	3,104	1,480	2,380
8,840	6,900	0,197	2,194	1,055	2,400	10,840	6,008	0,160	3,104	1,492	2,360
8,860	7,877	0,203	2,294	1,068	2,380	10,860	6,008	0,166	3,104	1,504	2,400
8,880	9,287	0,213	2,312	1,066	2,310	10,880	6,008	0,161	3,097	1,504	2,380
8,900	8,419	0,231	1,957	1,076	2,360	10,900	5,791	0,161	3,110	1,511	2,310
8,920	7,117	0,224	1,908	1,074	2,430	10,920	6,008	0,156	3,122	1,515	2,380
8,940	6,574	0,212	2,032	1,070	2,420	10,940	6,116	0,157	3,135	1,512	2,400
8,960	6,574	0,193	2,051	1,082	2,450	10,960	6,225	0,154	3,135	1,519	2,430
8,980	6,466	0,186	2,063	1,086	2,400	10,980	6,225	0,161	3,160	1,527	2,420
9,000	6,466	0,182	2,076	1,070	2,430	11,000	6,225	0,160	3,153	1,527	2,430
9,020	6,574	0,186	2,132	1,078	2,450	11,020	6,116	0,162	3,147	1,543	2,420
9,040	7,852	0,260	1,826	1,098	0,950	11,040	6,890	0,180	2,580	1,553	1,870
9,060	8,395	0,258	1,908	1,119	2,230	11,060	6,347	0,183	2,643	1,558	2,310
9,080	10,240	0,279	2,425	1,130	2,290	11,080	6,239	0,178	2,773	1,578	2,250
9,100	12,952	0,270	1,739	1,119	2,270	11,100	6,239	0,174	3,029	1,578	2,280
9,120	12,735	0,287	1,085	1,122	2,290	11,120	6,347	0,161	3,004	1,575	2,280
9,140	11,325	0,273	1,104	1,143	2,320	11,140	5,805	0,174	2,967	1,589	2,320
9,160	10,240	0,287	1,235	1,134	2,250	11,160	5,805	0,169	3,029	1,593	2,310
9,180	9,900	0,272	1,297	1,134	2,310	11,180	6,022	0,161	3,116	1,605	2,290
9,200	8,923	0,253	1,210	1,140	2,290	11,200	6,022	0,154	3,135	1,605	2,280
9,220	7,838	0,238	1,210	1,140	2,280	11,220	5,805	0,157	3,135	1,601	2,310
9,240	7,730	0,245	1,465	1,153	2,230	11,240	5,805	0,157	3,166	1,605	2,280
9,260	7,838	0,235	1,496	1,153	2,270	11,260	6,022	0,160	3,209	1,618	2,230
9,280	7,404	0,233	1,459	1,172	2,230	11,280	6,130	0,157	3,241	1,622	2,290
9,300	7,404	0,228	1,621	1,153	2,250	11,300	6,022	0,151	3,222	1,637	2,220
9,320	7,947	0,220	1,708	1,145	2,310	11,320	5,696	0,158	3,234	1,637	2,270
9,340	7,730	0,218	1,571	1,153	2,310	11,340	5,805	0,151	3,284	1,627	2,280
9,360	6,753	0,201	1,540	1,156	2,360	11,360	6,022	0,149	3,315	1,627	2,320
9,380	6,305	0,180	1,615	1,177	2,320	11,380	6,008	0,150	3,328	1,662	2,350
9,400	6,088	0,166	1,640	1,158	2,280	11,400	5,791	0,154	3,315	1,673	2,360
9,420	5,980	0,161	1,746	1,185	2,270	11,420	5,791	0,157	3,322	1,662	2,280
9,440	5,980	0,168	1,926	1,182	2,310	11,440	5,791	0,157	3,322	1,676	2,240
9,460	5,980	0,174	2,051	1,190	2,290	11,460	5,682	0,157	3,322	1,673	2,310
9,480	6,197	0,182	2,126	1,166	2,250	11,480	5,791	0,160	3,334	1,673	2,310
9,500	6,197	0,185	2,150	1,201	2,290	11,500	5,791	0,166	3,365	1,678	2,250
9,520	6,088	0,195	2,169	1,196	2,250	11,520	6,008	0,169	3,378	1,689	2,290
9,540	6,197	0,200	2,238	1,204	2,390	11,540	6,008	0,174	3,390	1,687	2,270
9,560	6,197	0,192	2,269	1,201	2,360	11,560	6,008	0,174	3,403	1,694	2,320
9,580	6,305	0,197	2,294	1,206	2,380	11,580	6,008	0,178	3,409	1,696	2,390
9,600	6,631	0,192	2,337	1,214	2,360	11,600	6,008	0,175	3,415	1,708	2,390



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
12,020	5,777	0,191	3,508	1,820	2,400	14,020	9,735	0,307	4,275	2,459	11,110
12,040	6,022	0,194	3,714	1,825	1,700	14,040	10,481	0,319	4,424	2,481	2,280
12,060	6,022	0,198	3,708	1,847	2,310	14,060	10,698	0,338	3,851	2,457	2,220
12,080	5,805	0,199	3,695	1,820	2,240	14,080	10,372	0,359	4,001	2,457	2,280
12,100	5,696	0,199	3,702	1,865	2,220	14,100	10,806	0,379	3,808	2,464	2,270
12,120	5,682	0,195	3,708	1,858	2,280	14,120	10,155	0,379	3,259	2,457	2,240
12,140	5,682	0,195	3,720	1,858	2,280	14,140	9,721	0,379	2,823	2,452	2,280
12,160	5,574	0,197	3,720	1,865	2,310	14,160	7,877	0,414	3,670	2,452	2,250
12,180	5,574	0,194	3,727	1,875	2,280	14,180	7,659	0,414	3,864	2,468	2,290
12,200	5,682	0,187	3,751	1,856	2,250	14,200	7,659	0,388	3,901	2,457	2,270
12,220	5,682	0,186	3,783	1,875	2,270	14,220	7,754	0,362	3,907	2,474	2,250
12,240	5,791	0,187	3,814	1,892	2,290	14,240	7,862	0,354	3,888	2,481	2,280
12,260	6,116	0,193	3,901	1,897	2,250	14,260	7,971	0,335	3,907	2,479	2,280
12,280	6,767	0,197	4,100	1,890	2,230	14,280	7,971	0,307	3,901	2,478	2,270
12,300	8,612	0,210	4,717	1,897	2,240	14,300	7,943	0,249	3,932	2,479	2,220
12,320	11,650	0,226	5,328	1,897	2,220	14,320	8,268	0,230	3,969	2,504	2,250
12,340	14,037	0,248	5,309	1,902	2,250	14,340	8,919	0,219	3,988	2,497	2,220
12,360	15,123	0,297	4,499	1,920	2,280	14,360	9,231	0,212	3,845	2,520	2,230
12,380	15,014	0,386	4,231	1,902	2,290	14,380	9,665	0,217	3,652	2,520	2,280
12,400	14,132	0,485	4,131	1,925	2,350	14,400	10,208	0,216	3,739	2,527	2,290
12,420	13,155	0,586	3,627	1,925	2,350	14,420	10,967	0,219	3,695	2,525	2,320
12,440	11,636	0,687	3,353	1,942	2,240	14,440	11,401	0,248	2,954	2,520	2,330
12,460	10,334	0,776	3,104	1,935	2,250	14,460	10,208	0,262	2,680	2,537	2,240
12,480	9,357	0,838	2,780	1,941	2,290	14,480	8,905	0,232	2,705	2,537	2,270
12,500	8,706	0,886	2,549	1,942	2,250	14,500	8,254	0,224	2,917	2,548	2,270
12,520	8,041	0,909	2,724	1,947	2,280	14,520	7,929	0,203	3,135	2,536	2,280
12,540	7,499	0,898	2,904	1,954	2,290	14,540	7,712	0,200	3,284	2,543	2,240
12,560	6,956	0,849	3,004	1,959	2,270	14,560	7,820	0,200	3,515	2,564	2,280
12,580	6,711	0,781	3,303	1,971	2,350	14,580	7,712	0,207	3,521	2,541	2,240
12,600	6,588	0,717	3,477	1,971	2,390	14,600	7,603	0,206	3,502	2,565	2,360
12,620	6,697	0,655	3,565	1,999	2,360	14,620	7,386	0,203	3,608	2,541	2,330
12,640	6,683	0,586	3,658	1,994	2,330	14,640	7,386	0,194	3,639	2,552	2,380
12,660	6,683	0,535	3,633	2,013	2,250	14,660	7,603	0,198	3,652	2,570	2,320
12,680	6,560	0,516	3,583	2,019	2,270	14,680	7,603	0,204	3,658	2,559	2,250
12,700	6,235	0,517	3,614	2,050	2,310	14,700	7,712	0,207	3,670	2,554	2,220
12,720	6,207	0,513	3,552	2,068	2,280	14,720	7,712	0,213	3,602	2,543	2,320
12,740	6,532	0,508	3,552	2,110	2,320	14,740	7,386	0,217	3,577	2,548	2,280
12,760	6,749	0,507	3,589	2,129	2,320	14,760	7,603	0,213	3,602	2,559	2,310
12,780	6,627	0,516	3,565	2,135	2,350	14,780	7,603	0,211	3,621	2,564	2,290
12,800	6,735	0,512	3,446	2,174	2,380	14,800	7,603	0,204	3,614	2,558	2,350
12,820	6,518	0,519	3,465	2,209	2,350	14,820	7,712	0,205	3,639	2,564	2,360
12,840	6,627	0,512	3,533	2,233	2,380	14,840	7,820	0,203	3,689	2,556	2,330
12,860	6,735	0,501	3,589	2,258	2,320	14,860	7,820	0,199	3,720	2,563	2,350
12,880	6,721	0,485	3,484	2,265	2,380	14,880	8,037	0,197	3,708	2,550	2,310
12,900	6,613	0,479	3,340	2,271	2,380	14,900	8,254	0,210	3,758	2,550	2,390
12,920	7,264	0,463	3,621	2,295	2,320	14,920	8,363	0,212	3,814	2,579	2,380
12,940	7,589	0,450	3,658	2,307	2,350	14,940	8,254	0,212	3,801	2,586	2,310
12,960	7,806	0,429	3,477	2,314	2,390	14,960	7,929	0,217	3,745	2,586	2,320
12,980	7,915	0,414	3,365	2,347	2,420	14,980	7,929	0,203	3,820	2,585	2,380
13,000	8,009	0,417	3,197	2,323	2,430	15,000	8,363	0,191	3,857	2,596	2,360
13,020	7,684	0,429	3,079	2,328	2,460	15,020	8,037	0,198	3,864	2,721	2,430
13,040	7,603	0,424	2,904	2,318	1,540	15,040	9,844	0,254	1,939	2,578	1,340
13,060	7,400	0,436	2,985	2,337	2,230	15,060	7,999	0,260	2,574	2,590	2,220
13,080	7,169	0,428	3,116	2,368	2,280	15,080	7,891	0,236	3,359	2,602	2,240
13,100	7,278	0,374	3,054	2,375	2,250	15,100	7,999	0,222	3,384	2,597	2,310
13,120	7,061	0,349	2,985	2,373	2,220	15,120	7,674	0,226	3,502	2,625	2,200
13,140	6,844	0,335	2,967	2,378	2,290	15,140	7,457	0,219	3,446	2,631	2,270
13,160	6,735	0,335	2,979	2,380	2,270	15,160	6,805	0,213	3,540	2,625	2,250
13,180	6,735	0,332	3,023	2,380	2,320	15,180	6,805	0,193	3,633	2,614	2,270
13,200	6,518	0,339	3,023	2,398	2,280	15,200	6,697	0,173	3,727	2,630	2,290
13,220	6,518	0,331	3,048	2,408	2,270	15,220	6,697	0,167	3,770	2,625	2,270
13,240	6,518	0,330	3,041	2,400	2,290	15,240	6,900	0,173	3,845	2,650	2,220
13,260	6,504	0,322	3,060	2,415	2,250	15,260	7,131	0,183	3,926	2,653	2,280
13,280	6,613	0,325	3,097	2,420	2,230	15,280	7,225	0,187	3,932	2,648	2,280
13,300	6,721	0,334	3,222	2,420	2,240	15,300	7,117	0,197	3,913	2,659	2,200
13,320	7,155	0,336	3,446	2,430	2,240	15,320	6,900	0,199	3,926	2,642	2,250
13,340	7,155	0,341	3,577	2,430	2,230	15,340	6,791	0,197	3,945	2,648	2,200
13,360	7,047	0,350	3,477	2,431	2,230	15,360	6,791	0,193	3,976	2,659	2,230
13,380	7,047	0,347	3,110	2,448	2,320	15,380	6,683	0,190	4,007	2,665	2,230
13,400	6,830	0,350	2,979	2,458	2,330	15,400	6,791	0,192	4,032	2,683	2,280
13,420	6,613	0,360	3,066	2,463	2,330	15,420	6,791	0,195	4,088	2,677	2,310
13,440	6,504	0,360	3,122	2,477	2,280	15,440	6,900	0,195	4,194	2,670	2,320
13,460	6,396	0,353	3,122	2,486	2,240	15,460	7,225	0,197	4,244	2,683	2,250
13,480	6,396	0,350	3,016	2,496	2,290	15,480	7,334	0,201	4,300	2,689	2,240
13,500	6,179	0,343	2,879	2,507	2,280	15,500	7,334	0,210	4,343	2,689	2,250
13,520	6,070	0,332	2,867	2,527	2,270	15,520	7,442	0,218	4,387	2,700	2,250
13,540	5,962	0,324	2,886	2,520	2,310	15,540	7,442	0,224	4,412	2,695	2,240
13,560	5,622	0,323	3,041	2,502	2,240	15,560	7,659	0,230	4,449	2,717	2,290
13,580	5,839	0,316	3,241	2,532	2,320	15,580	7,768	0,244	4,487	2,718	2,190
13,600	5,948	0,301	3								



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
16,020	9,665	0,341	5,178	2,911	2,390	18,020	19,361	1,017	4,723	3,109	1,320
16,040	9,599	0,388	4,312	2,836	0,800	18,040	19,035	1,031	4,723	3,109	2,190
16,060	9,599	0,392	4,418	2,836	2,290	18,060	18,710	1,073	4,817	3,109	2,280
16,080	9,273	0,410	4,711	2,824	2,220	18,080	18,384	1,082	5,166	3,120	2,240
16,100	9,165	0,410	4,804	2,812	2,280	18,100	18,696	1,064	5,222	3,115	2,190
16,120	9,056	0,398	4,779	2,842	2,250	18,120	18,479	1,081	5,122	3,109	2,240
16,140	8,839	0,385	4,617	2,829	2,230	18,140	18,696	1,081	5,041	3,116	2,180
16,160	8,405	0,380	4,480	2,836	2,250	18,160	18,682	1,098	4,979	3,109	2,160
16,180	8,079	0,367	4,393	2,831	2,230	18,180	19,116	1,113	5,029	3,111	2,220
16,200	7,971	0,354	4,312	2,836	2,290	18,200	20,404	1,088	5,209	3,104	2,200
16,220	7,943	0,335	4,293	2,848	2,250	18,220	21,489	1,088	5,371	3,111	2,240
16,240	8,485	0,320	4,325	2,829	2,240	18,240	21,475	1,137	5,452	3,104	2,220
16,260	8,919	0,317	4,281	2,836	2,280	18,260	21,989	1,083	5,134	3,116	2,160
16,280	9,245	0,313	4,032	2,829	2,250	18,280	20,470	1,135	4,916	3,122	2,230
16,300	9,556	0,322	3,870	2,812	2,220	18,300	19,262	1,160	4,879	3,122	2,180
16,320	9,448	0,349	3,801	2,836	2,220	18,320	18,380	1,142	5,259	3,099	2,160
16,340	9,556	0,386	3,789	2,824	2,240	18,340	17,172	1,077	5,595	3,105	2,190
16,360	10,099	0,401	3,945	2,836	2,190	18,360	16,493	0,964	5,346	3,099	2,170
16,380	10,099	0,441	4,094	2,842	2,200	18,380	16,371	0,852	4,985	3,105	2,160
16,400	10,316	0,462	3,888	2,823	2,250	18,400	14,838	0,794	4,848	3,105	2,180
16,420	10,736	0,445	3,253	2,817	2,270	18,420	15,258	0,609	4,966	3,112	2,220
16,440	10,085	0,460	3,147	2,835	2,310	18,440	16,980	0,502	5,228	3,099	2,250
16,460	9,434	0,457	3,135	2,824	2,310	18,460	19,692	0,511	5,508	3,117	2,270
16,480	8,891	0,444	2,973	2,817	2,240	18,480	22,377	0,567	5,901	3,123	2,200
16,500	8,552	0,450	3,577	2,823	2,230	18,500	24,330	0,653	6,025	3,130	2,180
16,520	8,009	0,454	3,614	2,811	2,280	18,520	24,859	0,730	5,197	3,130	2,180
16,540	7,358	0,460	3,708	2,824	2,230	18,540	22,580	0,882	4,941	3,131	2,200
16,560	6,802	0,470	3,801	2,823	2,250	18,560	21,495	0,891	4,723	3,138	2,200
16,580	6,802	0,428	3,976	2,829	2,230	18,580	19,867	0,939	4,487	3,127	2,190
16,600	7,019	0,396	4,181	2,841	2,230	18,600	17,900	0,855	4,262	3,144	2,170
16,620	6,693	0,384	4,312	2,854	2,330	18,620	15,947	0,813	3,901	3,138	2,220
16,640	6,773	0,357	4,374	2,859	2,330	18,640	14,102	0,817	3,957	3,151	2,280
16,660	7,099	0,336	4,561	2,853	2,350	18,660	13,451	0,787	4,499	3,140	2,320
16,680	7,207	0,317	4,574	2,847	2,310	18,680	13,871	0,650	4,711	3,144	2,280
16,700	7,533	0,310	4,624	2,858	2,240	18,700	14,739	0,578	4,997	3,133	2,240
16,720	7,627	0,305	4,649	2,876	2,220	18,720	15,824	0,557	5,228	3,140	2,180
16,740	7,844	0,305	4,736	2,858	2,310	18,740	16,692	0,537	5,352	3,140	2,220
16,760	8,170	0,310	4,867	2,882	2,250	18,760	17,126	0,509	5,433	3,141	2,230
16,780	8,387	0,318	4,767	2,888	2,280	18,780	17,452	0,498	5,477	3,140	2,220
16,800	8,713	0,328	4,586	2,876	2,280	18,800	17,886	0,481	5,620	3,146	2,220
16,820	8,713	0,357	4,680	2,882	2,320	18,820	18,863	0,462	5,757	3,147	2,250
16,840	8,713	0,393	4,449	2,888	2,330	18,840	18,971	0,509	5,751	3,147	2,230
16,860	8,713	0,411	4,113	2,882	2,310	18,860	18,754	0,519	5,614	3,135	2,310
16,880	8,713	0,435	4,057	2,888	2,330	18,880	17,560	0,580	5,446	3,142	2,250
16,900	8,713	0,468	4,063	2,899	2,290	18,900	16,367	0,582	5,290	3,142	2,270
16,920	8,930	0,483	4,156	2,875	2,360	18,920	15,065	0,568	5,085	3,166	2,230
16,940	9,364	0,495	4,331	2,899	2,360	18,940	14,102	0,551	4,966	3,160	2,310
16,960	9,906	0,510	4,412	2,905	2,250	18,960	13,560	0,521	4,891	3,166	2,280
16,980	10,666	0,530	4,655	2,905	2,320	18,980	13,234	0,502	4,867	3,166	2,200
17,000	11,534	0,538	4,904	2,929	2,360	19,000	13,017	0,455	4,829	3,173	2,280
17,020	12,510	0,541	5,097	2,917	2,360	19,020	12,909	0,424	4,817	3,166	2,320
17,040	13,897	0,508	4,268	2,888	1,320	19,040	13,690	0,344	4,144	3,130	1,120
17,060	13,897	0,539	4,256	2,911	1,330	19,060	13,256	0,375	4,169	3,130	2,220
17,080	14,005	0,585	4,231	2,894	2,220	19,080	12,930	0,379	4,131	3,153	2,240
17,100	14,005	0,617	4,306	2,900	2,240	19,100	12,279	0,386	4,256	3,147	2,150
17,120	13,680	0,668	5,365	2,923	2,250	19,120	11,520	0,354	4,262	3,135	2,200
17,140	13,883	0,683	5,010	2,929	2,190	19,140	11,086	0,341	4,150	3,137	2,180
17,160	13,883	0,687	4,574	2,935	2,190	19,160	10,760	0,336	4,412	3,141	2,150
17,180	13,123	0,745	4,991	2,917	2,250	19,180	10,652	0,311	4,705	3,134	2,170
17,200	12,689	0,749	4,916	2,935	2,250	19,200	10,543	0,265	4,692	3,141	2,180
17,220	12,458	0,717	4,848	2,942	2,280	19,220	10,869	0,273	4,972	3,147	2,220
17,240	12,133	0,673	4,131	2,959	2,230	19,240	14,992	0,243	5,757	3,137	2,200
17,260	12,024	0,648	3,508	2,982	2,190	19,260	21,937	0,248	6,013	3,126	2,150
17,280	11,902	0,664	3,290	2,977	2,290	19,280	27,362	0,265	1,378	3,137	2,200
17,300	11,359	0,708	3,054	2,994	2,240	19,300	28,664	0,354	0,655	3,150	2,190
17,320	10,354	0,717	3,303	2,988	2,180	19,320	27,905	0,359	0,338	3,150	2,160
17,340	9,703	0,735	3,353	2,994	2,230	19,340	26,928	0,397	0,238	3,137	2,150
17,360	9,472	0,731	3,508	2,994	2,180	19,360	26,060	0,431	0,188	3,139	2,180
17,380	9,364	0,706	3,633	3,012	2,190	19,380	25,084	0,465	0,144	3,156	2,120
17,400	9,567	0,670	4,032	3,018	2,240	19,400	24,107	0,438	0,194	3,156	2,130
17,420	9,675	0,639	4,742	3,030	2,250	19,420	24,541	0,472	0,169	3,156	2,200
17,440	10,095	0,573	4,779	3,036	2,290	19,440	23,239	0,530	0,138	3,156	2,220
17,460	10,095	0,497	4,829	3,048	2,330	19,460	22,045	0,526	0,120	3,163	2,250
17,480	9,647	0,456	4,605	3,066	2,220	19,480	20,526	0,518	0,226	3,168	2,230
17,500	9,647	0,420	4,237	3,089	2,200	19,500	20,309	0,420	1,546	3,146	2,170
17,520	9,539	0,412	3,789	3,077	2,240	19,520	21,597	0,413	2,126	3,168	2,160
17,540	8,859	0,428	3,876	3,089	2,250	19,540	23,333	0,436	1,465	3,168	2,200
17,560	8,751	0,411	3,945	3,096	2,230	19,560	21,706	0,498	0,774	3,153	2,180
17,580	8,425	0,420	4,026	3,113	2,250	19,580	19,				



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
20,020	44,135	0,527	0,151	3,212	2,150	22,020	59,960	0,615	1,976	3,701	2,170
20,040	42,606	0,338	0,412	3,192	1,320	22,040	80,609	0,441	1,272	3,725	2,150
20,060	39,025	0,436	0,300	3,197	2,130	22,060	83,105	0,473	1,179	3,735	2,060
20,080	35,690	0,531	0,213	3,205	2,220	22,080	80,935	0,462	1,054	3,741	2,170
20,100	32,109	0,622	0,157	3,210	2,170	22,100	76,160	0,355	0,979	3,768	2,150
20,120	30,236	0,694	0,126	3,199	2,110	22,120	71,820	0,210	1,004	3,750	2,060
20,140	30,887	0,751	0,132	3,202	2,170	22,140	69,432	0,167	1,079	3,768	2,110
20,160	32,189	0,743	0,120	3,199	2,130	22,160	69,541	0,156	1,222	3,787	2,090
20,180	32,298	0,767	0,107	3,209	2,090	22,180	80,609	0,441	1,272	3,725	2,150
20,200	31,647	0,736	0,101	3,202	2,150	22,200	83,105	0,473	1,179	3,735	2,060
20,220	30,330	0,643	0,095	3,195	2,150	22,220	80,935	0,462	1,054	3,741	2,170
20,240	28,594	0,579	0,088	3,189	2,170	22,240	76,160	0,355	0,979	3,768	2,150
20,260	27,387	0,539	0,082	3,184	2,160	22,260	71,820	0,210	1,004	3,750	2,060
20,280	26,301	0,579	0,070	3,189	2,110	22,280	69,432	0,167	1,079	3,768	2,110
20,300	25,528	0,632	0,051	3,199	2,160	22,300	69,541	0,156	1,222	3,787	2,090
20,320	24,009	0,669	0,045	3,189	2,130	22,320	71,806	0,166	1,446	3,821	2,060
20,340	20,834	0,603	0,026	3,195	2,110	22,340	76,146	0,177	1,758	3,810	2,100
20,360	15,842	0,500	0,020	3,190	2,120	22,360	83,185	0,196	2,200	3,831	2,070
20,380	12,464	0,390	0,288	3,189	2,120	22,380	90,455	0,202	2,624	3,826	2,110
20,400	12,233	0,373	3,484	3,182	2,100	22,400	94,999	0,206	2,854	3,832	2,090
20,420	16,031	0,385	5,134	3,168	2,100	22,420	96,084	0,211	2,861	3,872	2,060
20,440	23,287	0,371	4,487	3,163	2,190	22,440	93,777	0,212	2,773	3,869	2,090
20,460	28,916	0,423	1,409	3,168	2,160	22,460	92,027	0,218	2,755	3,872	2,080
20,480	31,520	0,538	1,085	3,162	2,240	22,480	91,470	0,228	2,842	3,895	2,060
20,500	33,662	0,498	0,886	3,177	2,180	22,500	90,819	0,243	2,873	3,890	2,060
20,520	35,493	0,443	0,705	3,162	2,150	22,520	90,697	0,253	2,898	3,891	2,040
20,540	36,469	0,481	0,531	3,162	2,110	22,540	91,320	0,264	2,929	3,893	2,040
20,560	36,455	0,518	0,431	3,179	2,150	22,560	91,971	0,276	2,942	3,905	2,060
20,580	35,262	0,499	0,344	3,177	2,130	22,580	91,306	0,288	2,892	3,911	2,090
20,600	32,209	0,456	0,250	3,182	2,150	22,600	89,772	0,287	2,829	3,930	2,100
20,620	29,171	0,406	0,207	3,163	2,120	22,620	87,371	0,276	2,767	3,931	2,130
20,640	26,241	0,410	0,176	3,189	2,130	22,640	83,573	0,272	2,686	3,950	2,110
20,660	24,180	0,462	0,157	3,181	2,230	22,660	80,629	0,266	2,692	3,960	2,070
20,680	22,986	0,509	0,138	3,189	2,240	22,680	79,299	0,259	2,748	3,968	2,080
20,700	21,467	0,537	0,126	3,207	2,200	22,700	79,502	0,255	2,773	3,968	2,080
20,720	21,467	0,462	0,126	3,202	2,190	22,720	80,682	0,251	2,848	3,987	2,090
20,740	24,831	0,465	0,151	3,197	2,110	22,740	81,644	0,239	2,842	3,995	2,080
20,760	27,760	0,499	0,163	3,214	2,120	22,760	81,074	0,233	2,805	4,009	2,090
20,780	29,171	0,423	0,169	3,217	2,160	22,780	80,408	0,227	2,742	3,987	2,070
20,800	29,605	0,349	0,176	3,223	2,170	22,800	80,611	0,221	2,755	3,993	2,160
20,820	28,954	0,290	0,176	3,228	2,160	22,820	82,225	0,220	2,823	4,010	2,160
20,840	29,063	0,264	0,176	3,233	2,190	22,840	84,178	0,216	2,873	4,039	2,170
20,860	29,714	0,290	0,176	3,238	2,200	22,860	85,792	0,206	2,854	4,039	2,120
20,880	30,365	0,347	0,169	3,252	2,230	22,880	86,740	0,202	2,798	4,040	2,060
20,900	32,643	0,438	0,213	3,251	2,200	22,900	87,486	0,196	2,780	4,059	2,080
20,920	38,069	0,546	0,244	3,269	2,190	22,920	88,679	0,202	2,798	4,074	2,100
20,940	43,277	0,600	0,294	3,265	2,170	22,940	89,425	0,202	2,823	4,052	2,100
20,960	45,014	0,634	0,294	3,297	2,230	22,960	89,302	0,213	2,780	4,082	2,090
20,980	42,843	0,511	0,250	3,288	2,200	22,980	90,387	0,205	2,605	4,093	2,110
21,000	39,263	0,405	0,250	3,295	2,150	23,000	92,313	0,210	2,574	4,094	2,110
21,020	36,224	0,223	0,288	3,293	2,200	23,020	88,362	0,265	2,499	4,069	3,700
21,040	34,597	0,174	0,356	3,288	2,250	23,040	95,957	0,206	2,244	4,079	1,860
21,060	34,597	0,214	0,400	3,307	2,240	23,060	97,694	0,202	1,808	4,079	2,130
21,080	34,488	0,305	0,406	3,300	2,270	23,080	100,732	0,206	1,982	4,103	2,110
21,100	34,054	0,404	0,356	3,321	2,240	23,100	107,677	0,221	2,101	4,099	2,130
21,120	33,266	0,498	0,331	3,314	2,240	23,120	116,683	0,248	1,596	4,108	2,130
21,140	32,832	0,559	0,325	3,328	2,280	23,140	123,085	0,246	1,503	4,141	2,080
21,160	33,049	0,604	0,331	3,328	2,240	23,160	125,147	0,226	1,752	4,128	2,100
21,180	33,049	0,623	0,338	3,349	2,270	23,180	124,821	0,221	1,970	4,146	2,160
21,200	33,158	0,596	0,344	3,353	2,290	23,200	124,156	0,234	2,182	4,148	2,180
21,220	33,158	0,578	0,356	3,358	2,180	23,220	123,071	0,248	2,344	4,155	2,220
21,240	33,700	0,600	0,369	3,370	2,230	23,240	123,057	0,268	2,487	4,160	2,180
21,260	34,786	0,619	0,394	3,375	2,310	23,260	124,685	0,311	2,518	4,174	2,160
21,280	35,979	0,636	0,419	3,382	2,320	23,280	127,695	0,350	2,543	4,182	2,170
21,300	37,498	0,621	0,456	3,403	2,350	23,300	130,394	0,358	2,636	4,189	2,160
21,320	38,800	0,505	0,493	3,426	2,320	23,320	133,106	0,362	2,686	4,196	2,180
21,340	38,073	0,218	1,584	3,391	2,330	23,340	134,611	0,365	2,705	4,184	2,190
21,360	40,569	0,194	0,568	3,417	2,090	23,360	136,117	0,352	2,724	4,212	2,110
21,380	41,979	0,222	0,381	3,422	2,090	23,380	137,499	0,354	2,761	4,212	2,130
21,400	44,041	0,244	0,394	3,436	2,120	23,400	138,570	0,350	2,755	4,216	2,240
21,420	46,103	0,244	0,431	3,441	2,080	23,420	138,013	0,355	2,730	4,223	2,220
21,440	48,924	0,218	0,493	3,436	2,100	23,440	135,612	0,348	2,661	4,225	2,280
21,460	51,745	0,193	0,574	3,441	2,100	23,460	131,692	0,342	2,586	4,237	2,280
21,480	53,807	0,162	0,655	3,446	2,130	23,480	127,092	0,346	2,530	4,242	2,220
21,500	54,784	0,154	0,724	3,448	2,190	23,500	123,063	0,346	2,555	4,252	2,240
21,520	54,784	0,162	0,767	3,479	2,180	23,520	120,553	0,341	2,636	4,258	2,280
21,540	54,892	0,165	0,811	3,486	2,090	23,540	119,657	0,336	2,699	4,258	2,200
21,560	55,001	0,152	0,855	3,471	2,110	23,560	108,722	0,435	2,748	4,245	2,330
21,580	55,543	0,161	0,929	3,493	2,110	23,580	119,790	0,340	2,344	4,263	1,840
21,600	56,506	0,153	1,035	3,507	2,130	23,600	119,573	0,337	1,833	4,282	2,050
21,620	56,614	0,154	1,123	3,520	2,100	23,620	116,671	0,330	0,986	4,284	2,090
21,640	56,180	0,157	1,179	3,527	2,150	23,640	109,401	0,317	0,524	4,284	2,100
21,660	55,421	0,161	1,210	3,525	2,110	23,660	97,790	0,301	0,369	4,300	2,150
21,680	54,213	0,159	1,241	3,530	2,160	23,680	87,265	0,258	0,406	4,300	2,110
21,700	54,104	0,159	1,303	3,552	2,220	23,700	79,207	0,196	0,531	4,300	2,080
21,720	55,406	0,162	1,415	3,572	2,220	23,720	74,867	0,170	0,780	4,300	2,080
21,740	57,902	0,169	1,571	3,577	2,190	23,740	73,347	0,182	0,929	4,307	2,110
21,760	61,252	0,202	1,733	3,584	2,100	23,760	73,008	0,196	1,017	4,322	2,080
21,780	62,229	0,219	1,739	3,587	2,070	23,780	74,310	0,196	1,091	4,342	2,100
21,800	60,681	0,204	1,677	3,602	2,160	23,800	76,683	0,203	1,147	4,342	2,080
21,820	57,426	0,198	1,596	3,615	2,150	23,820	79,707	0,211	1,228	4,364	2,060
21,840	53,737	0,167	1,534	3,614	2,130	23,840	83,288	0,216	1,303	4,359	2,160



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: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.	Prof.	RP	RL	PN	Incl.	Vel.
[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]	[m]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[kg/cm ²]	[°]	[cm/s]
24,020	85,239	0,233	1,876	4,408	1,650	26,020	23,125	1,411	4,381	4,689	2,110
24,040	88,711	0,222	0,431	4,408	2,080	26,040	22,271	1,468	4,281	4,682	2,150
24,060	89,362	0,268	0,475	4,408	2,130	26,060	23,125	1,411	4,381	4,689	2,110
24,080	87,735	0,230	0,574	4,413	2,120	26,080	22,849	1,273	5,053	4,669	2,130
24,100	86,324	0,190	0,649	4,415	2,160	26,100	21,981	1,308	5,127	4,669	2,190
24,120	84,154	0,171	0,680	4,440	2,110	26,120	22,293	1,310	2,742	4,669	2,160
24,140	83,069	0,185	0,767	4,440	2,160	26,140	20,774	1,287	3,016	4,665	2,150
24,160	82,635	0,205	0,867	4,447	2,160	26,160	19,240	1,276	3,477	4,661	2,110
24,180	82,201	0,223	0,979	4,442	2,110	26,180	19,552	1,211	3,901	4,661	2,220
24,200	82,838	0,233	1,116	4,442	2,120	26,200	19,226	1,170	4,194	4,661	2,160
24,220	83,055	0,235	1,235	4,439	2,180	26,220	21,274	1,119	4,717	4,656	2,080
24,240	83,244	0,240	1,347	4,447	2,180	26,240	21,600	0,992	4,779	4,663	2,160
24,260	82,918	0,241	1,440	4,454	2,220	26,260	22,331	0,885	4,867	4,668	2,190
24,280	83,989	0,241	1,577	4,456	2,230	26,280	25,355	0,799	5,396	4,689	2,190
24,300	87,136	0,240	1,808	4,454	2,160	26,300	23,714	0,897	3,689	4,689	2,220
24,320	91,679	0,242	2,076	4,454	2,220	26,320	20,892	0,897	3,378	4,682	2,180
24,340	97,756	0,253	2,319	4,459	2,200	26,340	21,638	0,891	3,826	4,689	2,220
24,360	103,168	0,252	2,175	4,472	2,200	26,360	19,359	0,928	3,515	4,689	2,240
24,380	107,819	0,261	2,045	4,475	2,240	26,380	20,010	0,961	3,440	4,698	2,180
24,400	112,160	0,272	2,032	4,477	2,120	26,400	17,486	1,066	3,452	4,694	2,270
24,420	116,255	0,280	2,026	4,497	2,160	26,420	18,246	1,061	3,689	4,707	2,220
24,440	118,534	0,284	1,889	4,505	2,240	26,440	19,874	1,032	4,032	4,707	2,120
24,460	119,388	0,289	1,820	4,509	2,240	26,460	19,874	0,906	4,424	4,714	2,190
24,480	121,110	0,290	1,808	4,524	2,320	26,480	20,402	0,830	2,537	4,712	2,270
24,500	124,040	0,289	1,976	4,541	2,280	26,500	16,387	0,799	5,863	4,727	2,270
24,520	126,304	0,298	1,982	4,541	2,230	26,520	16,170	0,688	5,789	4,712	2,320
24,540	127,173	0,307	1,721	4,550	2,230	26,540	16,373	0,605	5,701	4,722	2,280
24,560	128,230	0,299	1,671	4,550	2,290	26,560	15,071	0,555	5,546	4,722	2,230
24,580	130,603	0,298	1,714	4,569	2,190	26,580	15,057	0,506	5,614	4,727	2,280
24,600	131,240	0,304	1,901	4,565	2,250	26,600	15,816	0,483	5,863	4,729	2,280
24,620	126,343	0,321	1,858	4,592	2,120	26,620	16,142	0,474	5,919	4,750	2,220
24,640	130,046	0,311	2,456	4,590	1,420	26,640	15,599	0,431	5,869	4,712	2,290
24,660	128,310	0,302	2,157	4,605	2,090	26,660	18,688	0,380	7,327	4,718	2,060
24,680	120,389	0,291	1,870	4,617	2,120	26,680	19,108	0,415	6,200	4,714	0,740
24,700	103,244	0,298	1,509	4,607	2,180	26,700	17,589	0,459	6,038	4,714	2,100
24,720	76,442	0,337	1,110	4,586	2,170	26,720	16,503	0,475	6,000	4,699	2,110
24,740	60,491	0,391	1,235	4,590	2,090	26,740	15,418	0,519	6,175	4,718	2,160
24,760	40,308	0,746	1,185	4,597	2,110	26,760	15,541	0,491	6,486	4,725	2,090
24,780	31,301	0,907	1,341	4,604	2,120	26,780	16,518	0,461	6,748	4,725	2,070
24,800	24,343	1,163	1,496	4,621	2,120	26,800	17,169	0,413	6,854	4,725	2,080
24,820	22,498	1,228	2,630	4,646	2,110	26,820	17,494	0,391	6,860	4,721	2,090
24,840	20,422	1,197	5,627	4,641	2,110	26,840	16,952	0,361	6,904	4,721	2,060
24,860	18,875	1,110	6,854	4,634	2,110	26,860	17,169	0,355	7,184	4,705	2,100
24,880	18,861	1,019	7,084	4,641	2,180	26,880	18,688	0,380	7,327	4,718	2,060
24,900	19,172	0,847	7,277	4,639	2,190	26,900	21,075	0,410	7,614	4,699	2,070
24,920	19,022	0,733	7,246	4,639	2,190	26,920	22,594	0,472	6,368	4,704	2,120
24,940	18,248	0,521	7,807	4,625	2,180	26,940	22,703	0,561	4,568	4,718	2,180
24,960	18,126	0,403	8,361	4,611	2,090	26,960	22,486	0,612	3,191	4,725	2,160
24,980	18,437	0,401	7,695	4,620	2,090	26,980	26,066	0,635	5,159	4,732	2,090
25,000	18,315	0,401	7,246	4,627	2,130	27,000	31,275	0,568	5,141	4,737	2,050
25,020	18,206	0,414	6,978	4,627	2,150	27,020	29,042	0,987	2,393	4,734	0,700
25,040	18,750	0,775	6,754	4,618	2,170	27,040	39,676	0,991	1,253	4,744	1,730
25,060	19,184	0,800	6,499	4,609	2,160	27,060	38,266	1,110	0,749	4,748	2,060
25,080	18,845	0,859	5,664	4,627	0,920	27,080	40,856	1,358	1,764	4,754	2,060
25,100	18,750	0,775	6,754	4,618	2,170	27,100	45,522	1,358	1,733	4,759	2,090
25,120	19,184	0,800	6,499	4,609	2,160	27,120	46,716	1,413	1,253	4,756	2,080
25,140	18,845	0,859	5,664	4,627	0,920	27,140	46,607	1,333	0,979	4,747	2,160
25,160	19,279	0,867	5,664	4,627	2,190	27,160	45,399	1,302	0,842	4,766	2,120
25,180	19,373	0,887	5,664	4,634	2,110	27,180	41,276	1,151	0,693	4,771	2,120
25,200	19,265	0,907	6,312	4,623	2,160	27,200	36,270	1,064	0,518	4,766	2,100
25,220	19,468	0,912	6,791	4,623	2,190	27,220	28,429	1,064	0,674	4,785	2,160
25,240	20,010	0,936	7,184	4,627	2,220	27,240	22,556	0,961	0,475	4,779	2,110
25,260	22,506	0,944	8,100	4,630	2,230	27,260	17,998	0,906	0,599	4,788	2,080
25,280	22,369	0,973	1,366	4,613	2,230	27,280	14,621	0,807	1,422	4,780	2,120
25,300	22,369	0,986	7,053	4,613	2,180	27,300	13,087	0,798	3,895	4,785	2,180
25,320	25,285	0,962	1,023	4,630	2,230	27,320	15,352	0,712	6,175	4,793	2,170
25,340	23,006	0,986	0,549	4,634	2,230	27,340	20,561	0,613	7,639	4,780	2,200
25,360	24,525	0,943	2,960	4,636	2,240	27,360	26,066	0,511	3,758	4,785	2,150
25,380	24,728	0,944	4,343	4,634	2,240	27,380	28,020	0,531	3,141	4,780	2,160
25,400	22,667	1,012	3,540	4,634	2,160	27,400	24,967	0,609	2,169	4,762	2,170
25,420	22,341	1,031	3,428	4,625	2,190	27,420	18,660	0,663	1,222	4,780	2,180
25,440	22,992	1,079	4,013	4,625	2,310	27,440	15,947	0,680	1,347	4,793	2,200
25,460	22,653	1,160	4,723	4,629	2,320	27,460	14,088	0,691	3,733	4,780	2,180
25,480	22,870	1,207	4,867	4,657	2,360	27,480	13,980	0,642	6,281	4,792	2,100
25,500	22,761	1,211	4,879	4,650	2,290	27,500	16,664	0,622	6,567	4,799	2,160
25,520	22,327	1,235	3,945	4,646	2,280	27,520	20,245	0,618	6,985	4,800	2,220
25,540	22,639	1,199	3,801	4,657	2,290	27,540	23,392	0,578	6,947	4,812	2,200
25,560	22,096	1,192	5,845	4,657	2,320	27,560	23,052	0,587	5,546	4,808	2,270
25											

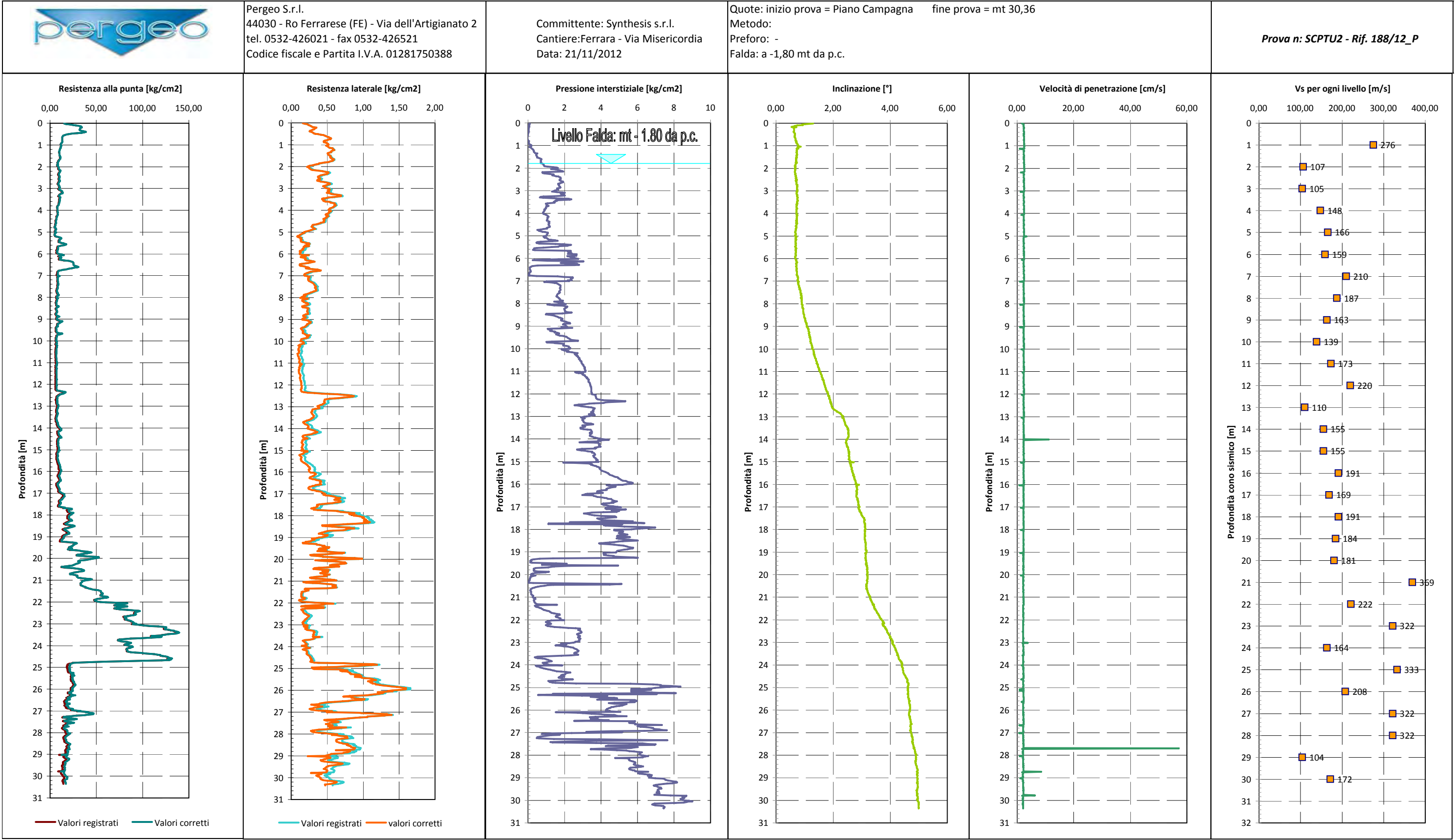


Pergeo s.r.l.
Via dell'Artigianato civ. 2
44030 – Ro Ferrarese – Fe
Tel. 0532 426021 – Fax 0532
426521
www.pergeo.it – info@pergeo.it

COMMITTENTE: SYNTHESIS S.R.L.
CANTIERE: VIA DELLA MISERICORDIA-FERRARA
DATA ESEC.: 21/11/2012
LIVELLO FALDA: MT 1.80 DA P.C.
TIPO PUNTA: G1-CPL2IN+D1-SISMI-TECNOPENTA

**SCPTU
N. 2**
**Rif.
188/12_P**

Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]	Prof. [m]	RP [kg/cm ²]	RL [kg/cm ²]	PN [kg/cm ²]	Incl. [°]	Vel. [cm/s]
28,020	17,305	0,730	6,318	4,910	2,050	30,020	14,649	0,535	8,829	4,960	2,040
28,040	19,602	0,658	6,580	4,901	0,890	30,040	15,408	0,527	9,003	4,967	2,110
28,060	18,951	0,717	6,424	4,896	2,030	30,060	15,625	0,534	8,704	4,982	2,110
28,080	17,866	0,762	6,268	4,900	2,060	30,080	15,517	0,544	8,698	4,997	2,110
28,100	17,649	0,812	6,287	4,907	2,080	30,100	15,300	0,559	8,530	5,005	2,060
28,120	17,106	0,843	4,773	4,903	2,020	30,120	15,625	0,557	8,087	4,989	2,020
28,140	16,238	0,843	5,446	4,896	2,110	30,140	14,866	0,603	6,935	4,993	2,040
28,160	16,007	0,850	5,527	4,896	2,100	30,160	14,215	0,667	6,879	4,993	2,050
28,180	15,247	0,864	5,558	4,903	2,160	30,180	13,781	0,718	6,804	5,001	2,040
28,200	14,705	0,820	5,539	4,903	2,090	30,200	13,441	0,730	6,879	4,997	2,040
28,220	14,148	0,785	5,546	4,896	2,120	30,220	13,332	0,728	6,978	4,997	2,090
28,240	14,365	0,726	5,583	4,896	2,090	30,240	13,549	0,712	7,302	4,993	2,070
28,260	14,351	0,710	5,670	4,879	2,150	30,260	13,984	0,691	7,421	4,990	2,150
28,280	14,568	0,712	5,764	4,892	2,100	30,280	14,186	0,650	7,452	4,998	2,090
28,300	14,974	0,705	5,845	4,888	2,070	30,300	14,295	0,611	7,483	4,998	2,100
28,320	15,191	0,708	5,888	4,888	2,110	30,320	14,512	0,574	7,471	4,998	2,070
28,340	15,394	0,710	5,888	4,888	2,150	30,340	14,295	0,575	7,427	5,005	2,120
28,360	15,503	0,718	5,888	4,894	2,150	30,360	14,498	0,575	7,433	4,990	2,110
28,380	15,272	0,744	5,832	4,895	2,180						
28,400	15,380	0,748	5,801	4,895	2,150						
28,420	15,597	0,779	5,813	4,895	2,150						
28,440	16,343	0,802	5,882	4,906	2,170						
28,460	16,777	0,866	6,038	4,917	2,170						
28,480	17,522	0,884	6,206	4,924	2,190						
28,500	18,824	0,861	6,299	4,924	2,130						
28,520	19,664	0,868	6,187	4,931	2,090						
28,540	19,881	0,889	5,907	4,926	2,160						
28,560	19,325	0,907	5,608	4,930	2,190						
28,580	18,782	0,908	5,583	4,943	2,230						
28,600	18,660	0,910	5,533	4,953	2,250						
28,620	18,334	0,933	5,552	4,947	2,220						
28,640	17,669	0,969	5,602	4,957	2,170						
28,660	18,103	0,956	5,732	4,957	2,220						
28,680	18,292	0,950	5,845	4,957	2,190						
28,700	18,292	0,957	5,869	4,953	2,180						
28,720	18,617	0,949	5,957	4,943	2,230						
28,740	17,480	0,713	6,586	4,930	8,510						
28,760	19,013	0,856	6,075	4,957	1,790						
28,780	17,603	0,905	6,044	4,953	2,070						
28,800	16,626	0,893	6,031	4,961	2,080						
28,820	16,409	0,887	6,106	4,945	2,090						
28,840	16,300	0,875	6,411	4,952	2,040						
28,860	17,277	0,823	6,654	4,937	2,010						
28,880	17,263	0,816	6,779	4,944	2,040						
28,900	17,155	0,701	6,717	4,961	2,040						
28,920	16,612	0,646	6,561	4,952	2,030						
28,940	16,720	0,634	6,654	4,948	2,070						
28,960	16,489	0,613	6,748	4,952	2,000						
28,980	16,381	0,582	6,760	4,952	2,060						
29,000	16,272	0,585	6,629	4,945	2,100						
29,020	9,864	0,328	6,966	4,948	1,120						
29,040	16,158	0,600	7,421	4,960	1,710						
29,060	15,398	0,645	7,495	4,967	2,010						
29,080	14,856	0,650	7,514	4,956	2,010						
29,100	14,421	0,647	7,545	4,948	2,040						
29,120	14,639	0,618	7,670	4,948	2,080						
29,140	14,856	0,588	7,782	4,948	2,060						
29,160	15,913	0,568	7,988	4,958	2,040						
29,180	16,781	0,551	8,125	4,951	2,100						
29,200	17,649	0,522	8,168	4,943	2,090						
29,220	17,649	0,524	8,156	4,963	2,160						
29,240	17,635	0,538	7,919	4,943	2,090						
29,260	16,875	0,568	7,620	4,958	2,100						
29,280	16,550	0,618	7,433	4,958	2,090						
29,300	15,898	0,669	7,184	4,965	2,130						
29,320	15,342	0,741	7,016	4,958	2,100						
29,340	14,365	0,789	6,891	4,965	2,050						
29,360	13,714	0,813	6,904	4,965	2,100						
29,380	13,714	0,794	7,091	4,965	2,150						
29,400	13,809	0,766	7,091	4,972	2,150						
29,420	14,134	0,723	7,171	4,961	2,180						
29,440	13,998	0,666	7,290	4,972	2,150						
29,460	13,998	0,624	7,290	4,946	2,150						
29,480	13,781	0,616	7,315	4,950	2,160						
29,500	13,115	0,591	7,203	4,950	2,170						
29,520	12,790	0,594	7,128	4,943	2,180						
29,540	12,898	0,580	7,103	4,950	2,170						
29,560	13,115	0,572	7,091	4,923	2,060						
29,580	13,427	0,568	7,140	4,939	2,160						
29,600	13,752	0,553	7,171	4,935	2,190						
29,620	13,521	0,572	7,097	4,939	2,230						
29,640	13,413	0,591	7,047	4,931	2,250						
29,660	13,413	0,600	7,140	4,935	2,190						
29,680	13,507	0,603	7,196	4,943	2,180						
29,700	13,724	0,594	7,203	4,939	2,190						
29,720	13,616	0,591	7,103	4,958	2,190						
29,740	13,290	0,594	6,966	4,943	2,190						
29,760	12,828	0,582	6,922	4,946	2,220						
29,780	8,898	0,383	7,819	4,935	6,250						
29,800	12,261	0,544	8,691	4,942	1,720						
29,820	11,827	0,544	8,642	4,965	2,070						
29,840	11,719	0,532	8,517	4,965	2,050						
29,860	11,855	0,512	8,461	4,961	2,110						
29,880	11,936	0,487	8,523	4,960	2,070						
29,900	12,478	0,465	8,567	4,972	2,030						
29,920	12,804	0,472	8,467	4,972	2,040						
29,940	13,021	0,488	8,361	4,953	2,050						
29,960	13,455	0,504	8,380	4,945	2,030						
29,980	13,564	0,520	8,455	4,960	2,040						
30,000	14,106	0,523	8,579	4,953	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: LA GINESTRA S.R.L. VIA MAZZINI CIV. 84 44121 - FERRARA 21/11/2012 PERGEO S.R.L. FERRARA–VIA MISERICORDIA POC	SCPTU_2
	DATA ESECUZIONE: DITTA ESECUTRICE: CANTIERE: LAVORO:	Rif. 165/12_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	0,0065	276	1,79	0,0065	276
2,00	1,70	2,37	0,0119	199	0,58	0,0054	107
3,00	2,70	3,16	0,0195	162	0,80	0,0076	105
4,00	3,70	4,05	0,0255	159	0,89	0,0060	148
5,00	4,70	4,98	0,0311	160	0,93	0,0056	166
6,00	5,70	5,93	0,0371	160	0,95	0,0060	159
7,00	6,70	6,90	0,0417	165	0,97	0,0046	210
8,00	7,70	7,87	0,0469	168	0,97	0,0052	187
9,00	8,70	8,86	0,0529	167	0,98	0,0060	163
10,00	9,70	9,84	0,0600	164	0,98	0,0071	139
11,00	10,70	10,83	0,0657	165	0,99	0,0057	173
12,00	11,70	11,82	0,0702	168	0,99	0,0045	220
13,00	12,70	12,81	0,0792	162	0,99	0,0090	110
14,00	13,70	13,80	0,0856	161	0,99	0,0064	155
15,00	14,70	14,79	0,0920	161	0,99	0,0064	155
16,00	15,70	15,79	0,0972	162	0,99	0,0052	191
17,00	16,70	16,78	0,1031	163	0,99	0,0059	169
18,00	17,70	17,78	0,1083	164	1,00	0,0052	191
19,00	18,70	18,77	0,1137	165	1,00	0,0054	184
20,00	19,70	19,77	0,1192	166	1,00	0,0055	181
21,00	20,70	20,77	0,1219	170	1,00	0,0027	369
22,00	21,70	21,76	0,1264	172	1,00	0,0045	222
23,00	22,70	22,76	0,1295	176	1,00	0,0031	322
24,00	23,70	23,76	0,1356	175	1,00	0,0061	164
25,00	24,70	24,76	0,1386	179	1,00	0,0030	333
26,00	25,70	25,75	0,1434	180	1,00	0,0048	208
27,00	26,70	26,75	0,1465	183	1,00	0,0031	322
28,00	27,70	27,75	0,1496	185	1,00	0,0031	322
29,00	28,70	28,75	0,1592	181	1,00	0,0096	104
30,00	29,70	29,75	0,1650	180	1,00	0,0058	172

Vs 30

175 m/sec



Elaborazione dati
Dr. Geol. Emanuele Stevanin

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Allegato 3 -

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Terzaghi	1,31
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Terzaghi	0,46
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Terzaghi	0,67
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Terzaghi	0,30
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Terzaghi	1,22
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Terzaghi	0,66
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	Terzaghi	0,80

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Metodo generale del modulo Edometrico	52,26
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Metodo generale del modulo Edometrico	41,60
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Metodo generale del modulo Edometrico	48,12
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Metodo generale del modulo Edometrico	31,50
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Metodo generale del modulo Edometrico	48,76
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Metodo generale del modulo Edometrico	47,94
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	Metodo generale del modulo Edometrico	48,06

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Cancelli 1980	976,78
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Cancelli 1980	322,81
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Cancelli 1980	473,38
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Cancelli 1980	185,98
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Cancelli 1980	865,76
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Cancelli 1980	428,25
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	Cancelli 1980	485,20

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Piacentini Righi 1978	7,14
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Piacentini Righi 1978	2,45
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Piacentini Righi 1978	1,74
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Piacentini Righi 1978	1,75
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Piacentini Righi 1978	2,14
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	Piacentini Righi 1978	1,69

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Meyerhof	2,02
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Meyerhof	1,83
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Meyerhof	1,90
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Meyerhof	1,74
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Meyerhof	2,00
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Meyerhof	1,88
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Meyerhof	2,10
Strato 2	6,00	9,15	0,54	0,68	0,54	Meyerhof	1,91
Strato 3	7,24	13,48	0,30	1,32	0,86	Meyerhof	1,98
Strato 4	9,60	5,99	0,26	1,67	1,03	Meyerhof	1,82
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Meyerhof	2,08
Strato 6	19,30	13,19	0,55	3,16	1,77	Meyerhof	1,96
Strato 8	30,34	15,92	0,75	5,50	2,98	Meyerhof	1,98

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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Jamiolkowski 1985	100,00
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Jamiolkowski 1985	5,00
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	Jamiolkowski 1985	21,34

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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Schmertmann	40,43
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Schmertmann	29,71
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	Schmertmann	33,96

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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Robertson & Campanella da Schmertmann	71,88
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Robertson & Campanella da Schmertmann	25,48
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	Robertson & Campanella da Schmertmann	64,22

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	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Larsson 1991 S.G.I.	0,59
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Meyerhof	1,80
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Meyerhof	1,90
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	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 1	0,82	26,13	0,56	0,08	0,08	Meyerhof	2,10
Strato 5	12,58	24,38	0,33	2,20	1,29	Meyerhof	2,20
Strato 7	24,10	87,81	0,35	4,36	2,39	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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Terzaghi	1,44
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Terzaghi	0,46
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Terzaghi	0,69
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Terzaghi	0,44
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Terzaghi	1,57
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Terzaghi	0,94

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Metodo generale del modulo Edometrico	57,50
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Metodo generale del modulo Edometrico	41,52
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Metodo generale del modulo Edometrico	48,29
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Metodo generale del modulo Edometrico	40,96
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Metodo generale del modulo Edometrico	62,64
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Metodo generale del modulo Edometrico	44,47

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Cancelli 1980	1075,99
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Cancelli 1980	324,55
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Cancelli 1980	491,87
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Cancelli 1980	280,53
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Cancelli 1980	1095,06
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Cancelli 1980	597,19

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Piacentini Righi 1978	>9
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Piacentini Righi 1978	7,26
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Piacentini Righi 1978	1,81
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Piacentini Righi 1978	1,64
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Piacentini Righi 1978	1,56
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Piacentini Righi 1978	1,85

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Meyerhof	2,03
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Meyerhof	1,83
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Meyerhof	1,90
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Meyerhof	1,81
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Meyerhof	2,04
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Meyerhof	1,93

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Meyerhof	2,11
Strato 2	5,16	9,12	0,47	0,57	0,47	Meyerhof	1,91
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Meyerhof	1,98
Strato 4	19,20	8,90	0,34	2,54	1,42	Meyerhof	1,89
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Meyerhof	2,12
Strato 7	30,36	18,84	0,80	5,49	2,92	Meyerhof	2,01

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 1	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Jamiolkowski 1985	100,00
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Jamiolkowski 1985	5,97
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Jamiolkowski 1985	5,00
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	Jamiolkowski 1985	20,31

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 1	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Schmertmann	42,00
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Schmertmann	28,80
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Schmertmann	29,13
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	Schmertmann	33,93

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 1	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Robertson & Campanella da Schmertmann	80,53
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Robertson & Campanella da Schmertmann	13,88
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Robertson & Campanella da Schmertmann	32,10
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	Robertson & Campanella da Schmertmann	64,64

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	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Larsson 1991 S.G.I.	<0.5
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	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 1	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Meyerhof	1,90
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Meyerhof	1,90
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Meyerhof	1,90
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	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 1	0,56	28,75	0,30	0,06	0,06	Meyerhof	2,20
Strato 3	6,74	13,88	0,20	1,18	0,76	Meyerhof	2,20
Strato 5	21,38	31,32	0,49	3,97	2,12	Meyerhof	2,20
Strato 6	24,76	88,62	0,26	4,56	2,44	Meyerhof	2,20

	Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Allegato 4 -

TABELLA RIASSUNTIVA EVENTI SISMICI - ISIDE

Valori ricercati dal 01/01/2005 al 20/11/2015 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 214.

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
20/10/15 10.35	44,897	11,108	6,70	3,5--ML	BULLETIN
12/12/14 7.01	44,866	11,140	7,40	3,2--ML	BULLETIN
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 DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	---	--	--

- Allegato 5 -

CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO TERRE– CAMPIONI DI TERRENO

3

Cantiere: VIA MISERICORDIA

DATI IDENTIFICATIVI DEI CAMPIONI E PROVE ESEGUITE

Limiti di consistenza di Atterberg

--

Via della Tecnica 57/A4 - 40068 San Lazzaro di Savena (BO)
Tel. +39 051 6255377; fax +39 051 4996378
e-mail laboratorio.geotec@datadisco.it
Autorizzazione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Ministero Infrastrutture e Trasporti - Settore Terra





GEOTEA s.r.l.

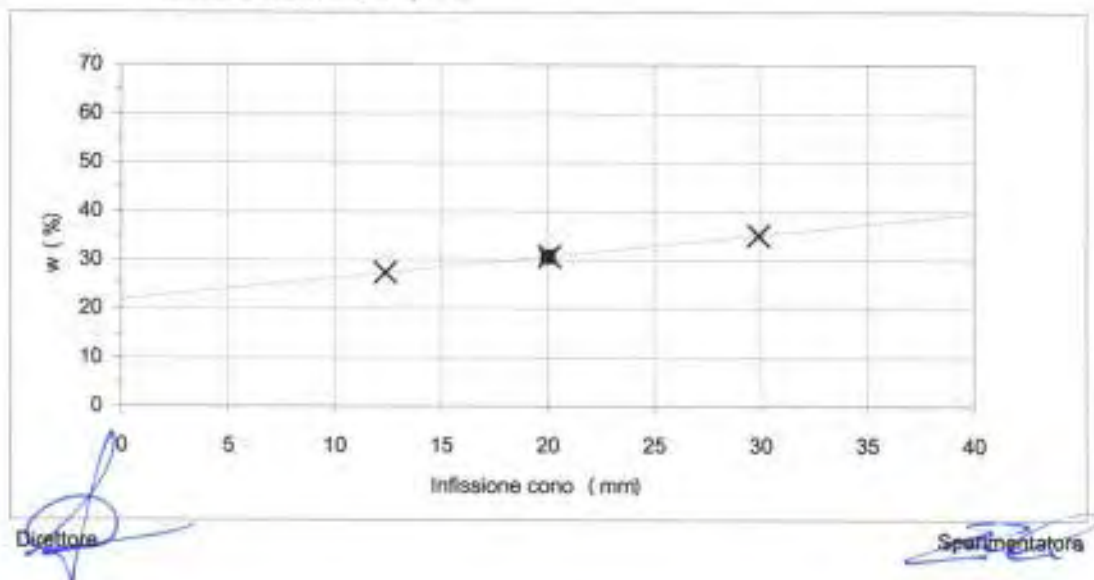
AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2008 CERTIFICATO DA CERTQUALITY
LABORATORIO ACCREDITATO DAL CONSIGLIO LAVORI
PUBBLICI SETTORE TERRE

LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10

Certificato: 1169 - 15.236 - 001
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C1 - A
Profondità: 0.60 - 1.20 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015
Classe campione: Q5

Penetrazione del cono (mm):	12.40	20.10	29.90
Massa tara (g):	71.97	71.73	71.10
Massa Campione umido + tara (g):	108.58	123.76	109.79
Massa Campione secco + tara (g):	100.71	111.52	99.74
Umidità (%):	27.38	30.76	35.09
Limite liquido (%):	31		
Massa tara (g):	71.74		
Massa Campione umido + tara (g):	89.95		
Massa Campione secco + tara (g):	86.97		
Limite Plastico (%):	20		





GEOTE s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Classificazione

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato: 1169 - 15.236 - 002
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C1 - A
Profondità: 0.60 - 1.20 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g) 226.80

	Pesate (g)	Passante (%)
setaccio 2 mm	1.55	99.32
setaccio 0,42 mm	1.91	98.47
setaccio 0,075 mm	70.66	67.32

Limiti

Numero colpi: -
Massa tara (g): -
Massa Campione umido + tara (g): -
Massa Campione secco + tara (g): -
umidità campione(g): -
Limite liquido (%): 31

Massa tara (g): -
Massa Campione umido + tara (g): -
Massa Campione secco + tara (g): -
Limite Plastico (%): 20

Indice Plastico 11

Classificazione CNR-UNI A 6
Indice di Gruppo 6.9

Classificazione USCS CL-OL

Direttore

Sperimentatore

40065 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6256377 Fax 051 4998378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

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



GEOTEA s.r.l.

AGENZIA LUN SYSTEMA DI CERTIFICAZIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2008 CERTIFICATO DA CERTQUALITY
LABORATORIO ACCREDITATO DAL COMANDO LA VENEZIA
PUBBLICE SETTORE TERRE

LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10

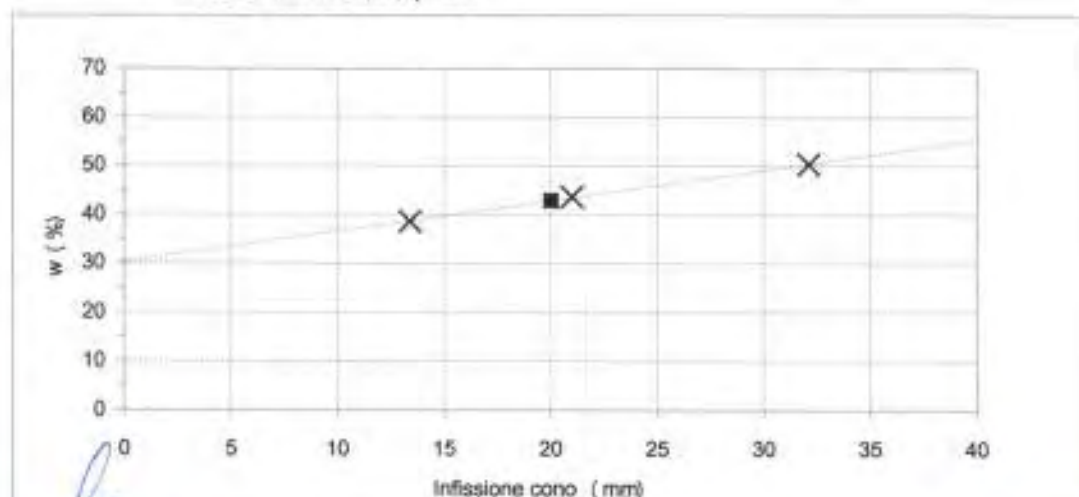
Certificato: 1169 - 15.236 - 003
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C1 - B
Profondità: 2.00 - 3.00 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015
Classe campione: Q5

Penetrazione del cono (mm):	13.40	21.00	32.10
Massa tara (g):	72.08	72.01	70.65
Massa Campione umido + tara (g):	112.43	120.71	113.68
Massa Campione secco + tara (g):	101.20	105.91	99.28
Umidità (%):	38.56	43.66	50.30

Limite liquido (%): 43

Massa tara (g): 71.89
Massa Campione umido + tara (g): 85.55
Massa Campione secco + tara (g): 83.00

Limite Plastico (%): 23



Direttore

Sperimentatore

40069 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4995375
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B21)



GEOTEIA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ UNI EN ISO
9001:2008 CERTIFICATO DA CERTEQUALITY
LABORATORIO ACCREDITATO DAL CONSIGLIO LAVORO
PUBBLICI SETTORE TERRE

LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10

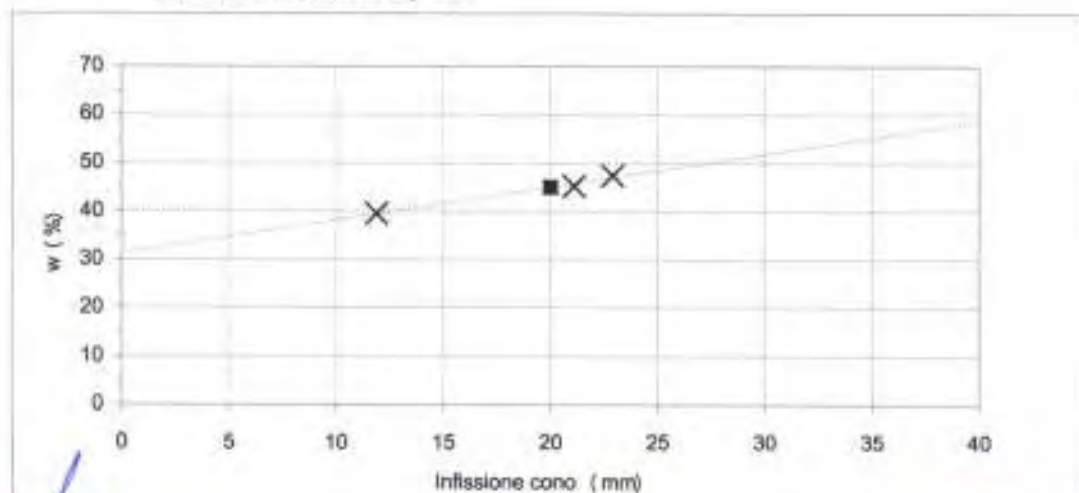
Certificato: 1169 - 15.236 - 004
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C2 - A
Profondità: 0.60 - 1.20 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015
Classe campione: Q5

Penetrazione del cono (mm):	11.90	21.10	22.90
Massa tara (g):	70.67	71.98	70.58
Massa Campione umido + tara (g):	99.61	112.80	109.04
Massa Campione secco + tara (g):	91.41	100.09	96.67
Umidità (%):	39.54	45.22	47.41

Limite liquido (%): 45

Massa tara (g):	70.57
Massa Campione umido + tara (g):	81.07
Massa Campione secco + tara (g):	78.95

Limite Plastico (%): 25



Direttore

Sperimentatore

40066 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 4255377 Fax 051 4395375
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B21)



GEOTEA s.r.l.

Laboratorio Geotecnico

Accreditato presso Ministero Lavori Pubblici

Classificazione

Normativa di riferimento: CNR-UNI - USCS

Certificato: 1169 - 15.236 - 005
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C2 - A
Profondità: 0.60 - 1.20 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015

Analisi granulometrica 3 setacci

Peso campione (g)	291.17								
	<table><tr><th>Pesate (g)</th><th>Passante (%)</th></tr><tr><td>setaccio 2 mm</td><td>0.17 99.94</td></tr><tr><td>setaccio 0,42 mm</td><td>1.56 99.41</td></tr><tr><td>setaccio 0,075 mm</td><td>24.82 90.88</td></tr></table>	Pesate (g)	Passante (%)	setaccio 2 mm	0.17 99.94	setaccio 0,42 mm	1.56 99.41	setaccio 0,075 mm	24.82 90.88
Pesate (g)	Passante (%)								
setaccio 2 mm	0.17 99.94								
setaccio 0,42 mm	1.56 99.41								
setaccio 0,075 mm	24.82 90.88								

Limiti

Numero colpi: -
Massa tara (g): -
Massa Campione umido + tara (g): -
Massa Campione secco + tara (g): -
umidità campione(g): -
Limite liquido (%): 45

Massa tara (g): -
Massa Campione umido + tara (g): -
Massa Campione secco + tara (g): -
Limite Plastico (%): 25

Indice Plastico 20

Classificazione CNR-UNI A 7-6
Indice di Gruppo 13.0

Classificazione USCS CL-OL

Direttore

Spesimentatore

40068 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4996378
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

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



GEOTEA s.r.l.

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ ISO 9001:2008 CERTIFICATO DA CERTIVALETT
LABORATORIO ACCREDITATO DAL CONSIGLIO LAVORI
P.000463.001/0001/00002

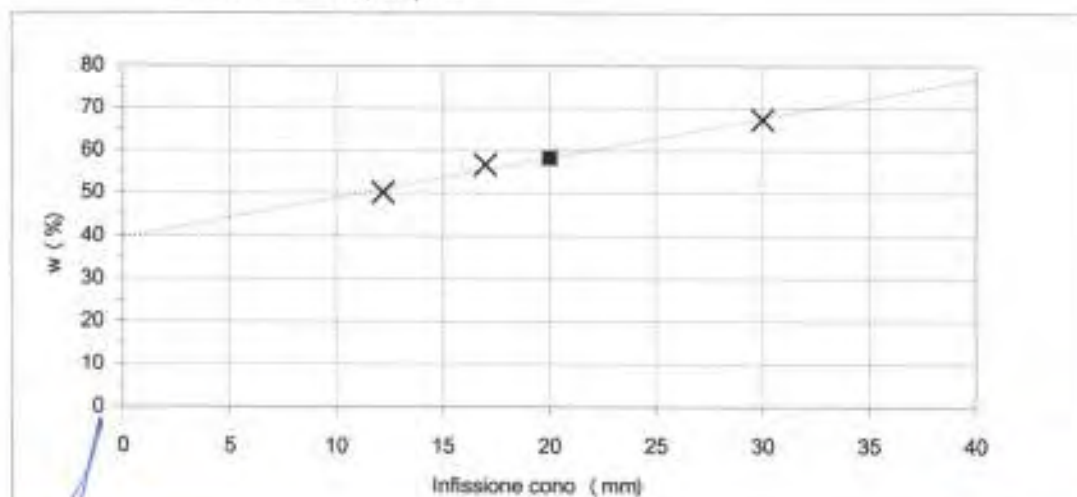
LIMITI

Normativa di riferimento: ASTM D4318-10

Certificato: 1169 - 15.236 - 006
Verbale: 1169
Committente: SYNTHESIS S.R.L.
Località: FERRARA
Cantiere: VIA MISERICORDIA
Sondaggio: -
Campione: C2 - B
Profondità: 4.00 - 5.00 METRI
Data ricevimento: 19/11/2015
Data inizio prove: 20/11/2015
Data fine prove: 23/11/2015
Data certificazione: 23/11/2015
Data apertura campione: 19/11/2015
Classe campione: Q5

Penetrazione del cono (mm):	12.20	17.00	30.00
Massa tara (g):	71.98	72.06	71.74
Massa Campione umido + tara (g):	96.55	117.64	122.11
Massa Campione secco + tara (g):	88.35	101.15	101.85
Umidità (%):	50.09	56.69	67.29
Limite liquido (%):	58		

Massa tara (g):	71.69
Massa Campione umido + tara (g):	82.14
Massa Campione secco + tara (g):	79.94
Limite Plastico (%):	27



Direttore

Sperimentatore

40066 San Lazzaro di Savena (BO) Via della Tecnica 57/A4
Tel 051 6255377 Fax 051 4998375
Autorizzazione del Consiglio dei Lavori Pubblici - SETTORE TERRE

(IOP DE 3,5 - MOD PROD 11 B21)

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.com – info@synthesisr.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

- Allegato 6 -

**ANALISI DI RISPOSTA SISMICA LOCALE MEDIANTE APPROCCIO NON SEMPLIFICATO
RAPPORTO TECNICO INDAGINE SISMICA**

REGIONE EMILIA ROMAGNA
Provincia di Ferrara
Comune di Ferrara

Analisi di risposta sismica locale mediante approccio numerico
non semplificato dell'area sita in via della Misericordia

RISPOSTA SISMICA LOCALE

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

Committente:

SYNTHESIS SRL

Redatto da:



Fornitori:



MOD PROD14 REV00

Codice Cliente:

Codice interno: 15.236

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 SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	 GEOTE s.r.l. Geologia Territorio Ambiente
----------------------	---	---

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 _____	11
7.	SPETTRO NORMALIZZATO _____	14

ALLEGATI

Report indagine geofisica

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	--	---

1. IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

Note identificative.

Il presente lavoro viene identificato per mezzo del codice numero di commessa interno 15.236 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 20/11/2015

Composizione del documento.

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

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	--	---

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 SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	--	---

3. PREMESSE

Nel presente lavoro è stata condotta la valutazione degli effetti sismici di sito (Risposta Sismica Locale) dell'area sita in via della Misericordia 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 SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia 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 dagli scriventi.

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. 033** (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee) con spessore max 420 m;
- **Pozzo per acqua "185160P642"** (database sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli Regione E-R; Progetto Riserve Idriche Sotterranee) profondo 110 m.

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 limi argillosi fino a circa 20 m da p.c.; al di sotto di tale quota sono state rilevate sabbie limose e sabbie fino a 30 metri (max prof. raggiunta dalle prove in sito).

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 corpi sabbiosi molto estesi, presenti in strati anche amalgamati tra loro con spessori di diverse decine di metri, alternati a strati di sedimenti fini costituiti da limi più o meno argillosi, argille e argille sabbiose. Il sito in studio ricade nella zona di *pianura alluvionale e deltizia del fiume Po*, nelle vicinanze (a circa 800-900 m in linea d'aria) dal pozzo per acqua n. 185160P642.

Nei primi 30 m da p.c., i terreni presenti in sito sono caratterizzati da valori di velocità delle onde S (V_s) caratteristici di terreni a consistenza da soffice a media. La curva HVSR è caratterizzata in bassa frequenza da amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza nell'intervallo 0.7-1.0 Hz.

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, della stratigrafia dei pozzi consultati, 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 -200 m e -300 m.

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	---	---

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

Coordinate Sito (ED50): 44.820963 N; 11.638891 E

Profondità tetto strato	Spessore strato	Tipologia di terreno	Velocità onde S (m/s)
0.00	3.00	LIMO CON ARGILLA	105.00
3.00	12.00	LIMO CON ARGILLA	165.00
15.00	5.00	ARGILLA SEED E IDRIS (1990)	185.00
20.00	30.00	SABBIA SEED E IDRIS (Mean)	250.00
50.00	25.00	ARGILLA SEED E IDRIS (1990)	350.00
75.00	20.00	SABBIA SEED E IDRIS (Mean)	350.00
95.00	15.00	ARGILLA SABBIOSA ID 51	350.00
110.00	90.00	SABBIE ARGILLOSE ID 55	500.00
200.00	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):

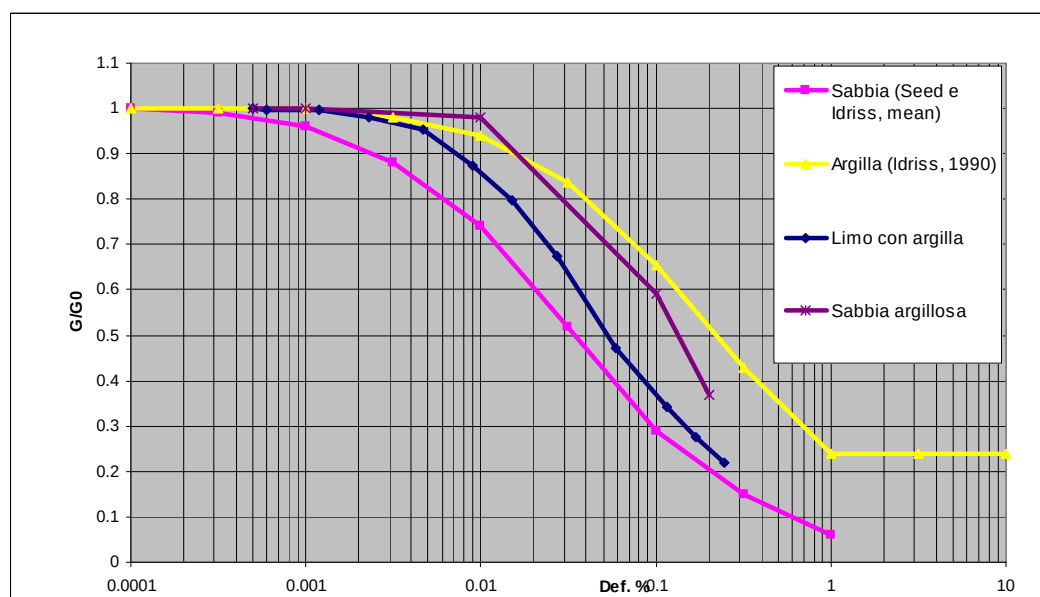


Figura 1 – Curve di degrado (G/G_0) dei terreni utilizzati nell'analisi.

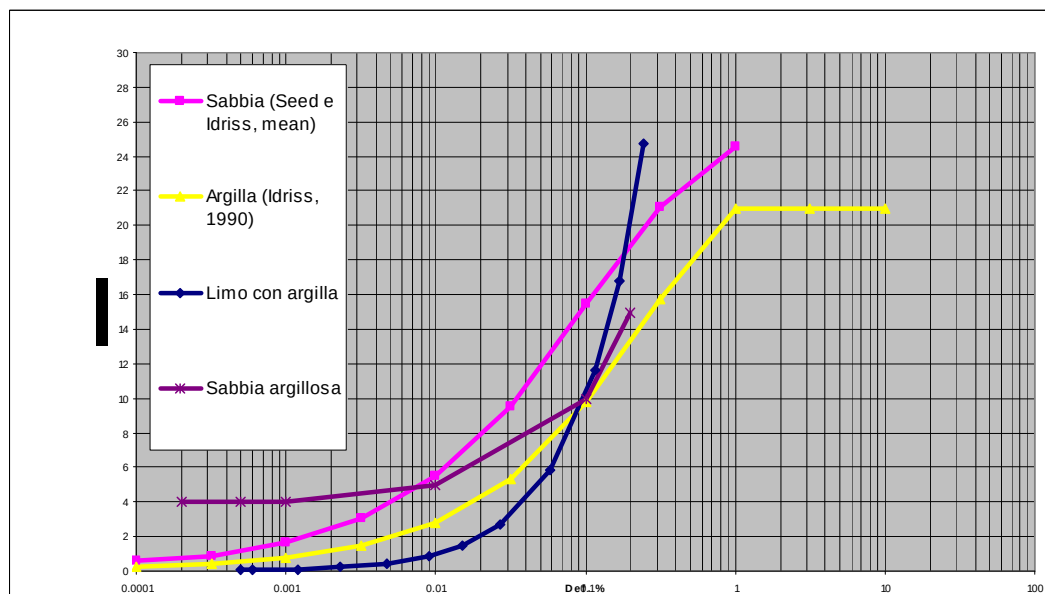


Figura 2 – Curve di smorzamento (Damping %) dei terreni utilizzati nell'analisi.

Le prove di laboratorio provengono dal seguente database:

- **Limo con argilla:** 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).
- **Sabbia argillosa:** Anastasiadis A. et alii (2001) – Thessaloniki's detailed microzoning: subsurface structure as bias for site response analysis. Pure appl.geophys, 158, 2597-2633;
- **Argilla:** studio di Idriss (1990);
- **Sabbia:** studio di Seed e Idriss (valori medi).

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia 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): **44.820963 N; 11.638891 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 **$PGA_0 = 0.138$ (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: **5.46 (min) – 6.14 (max)**
- Distanza epicentrale ricercata: **0 Km (min) - 25 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 di circa 650 m**;
- 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 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 **$M= 4.950$; $D= 10.2$ Km; $Epsilon= 0.531$** ;

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia 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**.

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
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
103	friuli earthquake 4th shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.4207	1.2852	2.449	A
275	val comino earthquake	11/05/1984	5.5	normal	19.2026	0.24915	0.14732	A
260	val comino earthquake	07/05/1984	5.9	normal	10.2931	0.98389	1.096	A
139	val nerina	19/09/1979	5.8	normal	9.2711	1.4397	1.9832	A
90	friuli earthquake 3rd shock	15/09/1976	5.9	thrust	16.8908	0.58724	1.3207	A
488	umbria-marche 3rd shock	14/10/1997	5.6	normal	22.0159	0.52517	0.62086	A
mean:			5.785714		15.78784	0.907918	1.437988	A

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

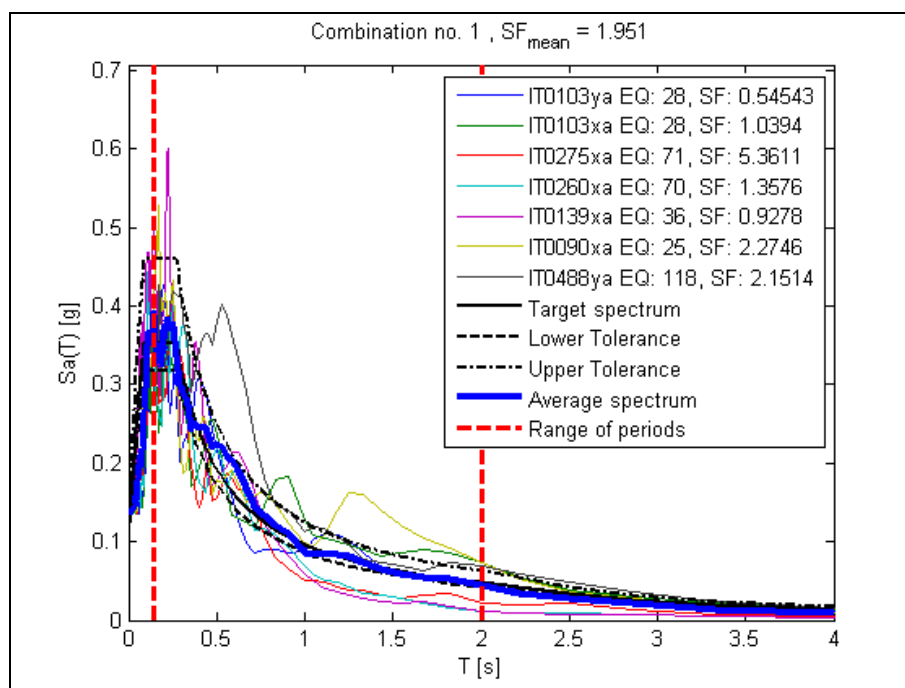


Figura 3- Spettri di risposta in accelerazione dei terremoti di input e confronto con lo spettro NTC 2008 (Target Spectrum).

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 scelti sono relativi al comune di **Ferrara**.

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia 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 200 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):

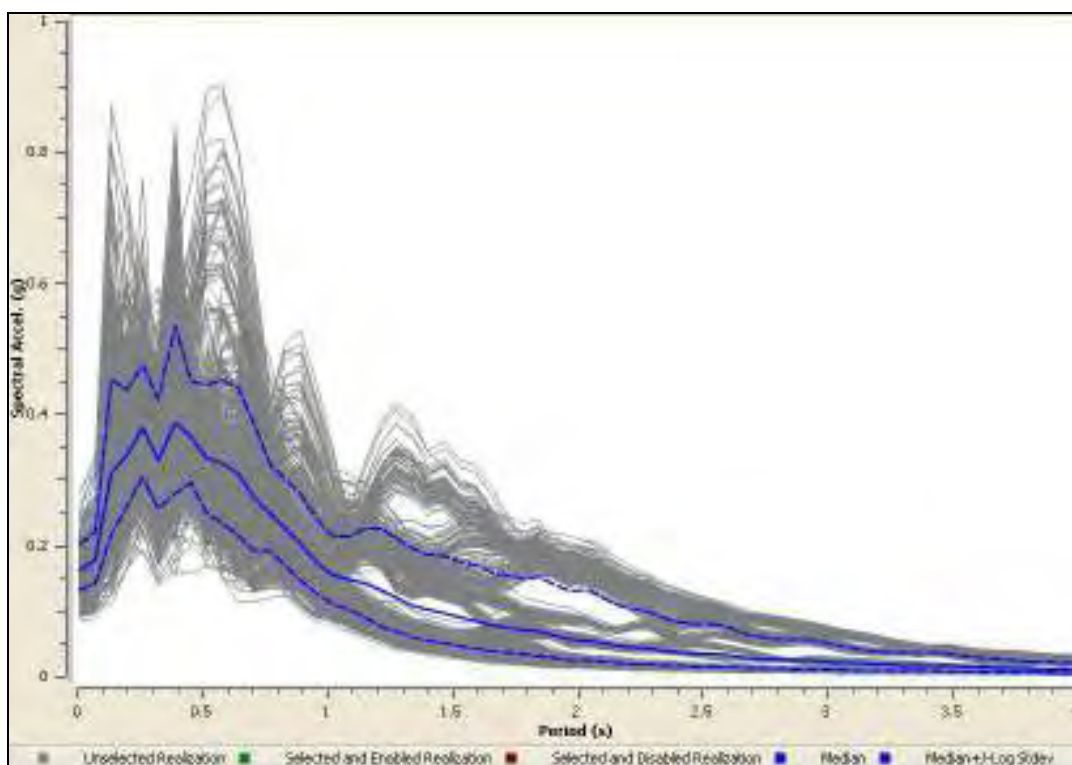


Figura 4 – spettri di risposta in accelerazione attesi al sito

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 valori di scuotimento uguali o inferiori a quello prescelto).

Lo spettro sopra descritto è stato messo a confronto con lo spettro di risposta elastico che si otterrebbe

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	---	---

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 sarebbe la "D" al limite con la categoria superiore (*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 Vs30 < 180 m/s*).

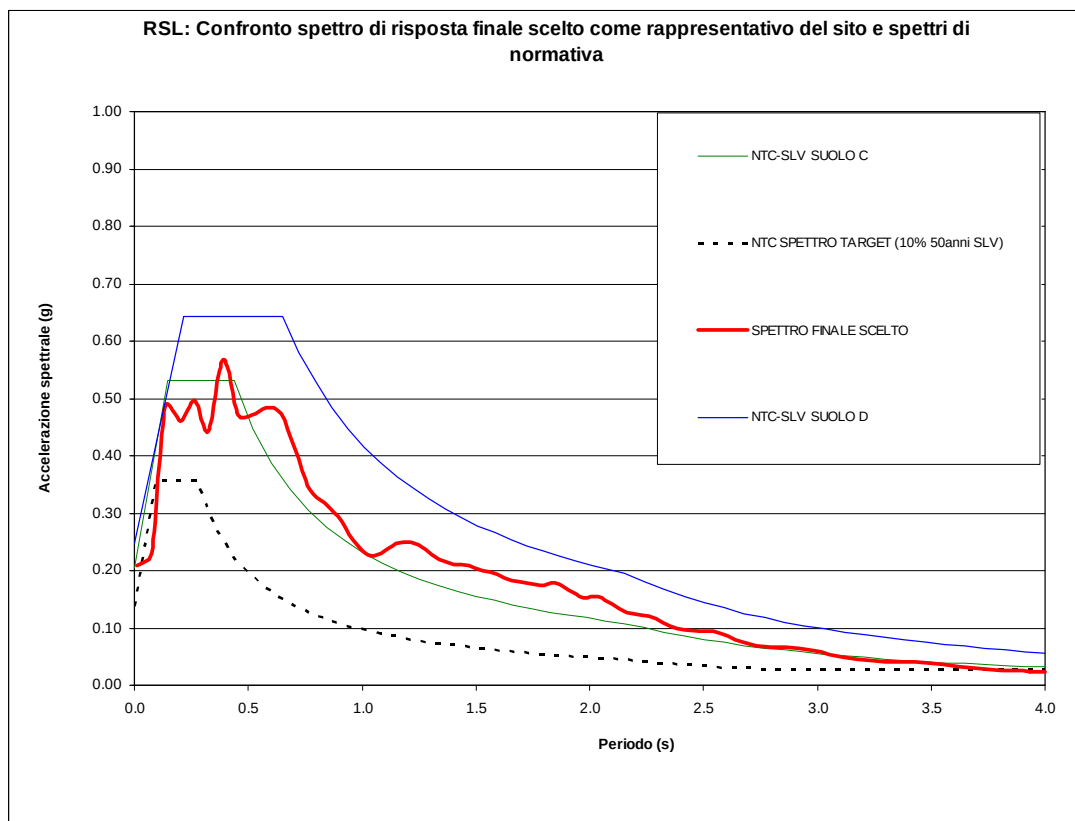


Figura 5 – Spettro di risposta finale scelto come rappresentativo del sito in esame (curva rossa) e confronto con spettri di normativa.

Il valore di PGA dello spettro finale scelto come rappresentativo del sito (spettro medio + deviazione standard) è risultato:

PGA = 0.210 g

Dove:

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

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia 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	0.209	1.40	0.210	2.80	0.066
0.07	0.231	1.47	0.208	2.86	0.066
0.14	0.487	1.53	0.199	2.92	0.065
0.20	0.461	1.59	0.194	2.99	0.061
0.26	0.497	1.66	0.182	3.05	0.054
0.33	0.444	1.72	0.178	3.11	0.049
0.39	0.569	1.78	0.175	3.18	0.045
0.45	0.471	1.85	0.178	3.24	0.042
0.52	0.472	1.91	0.166	3.30	0.041
0.58	0.484	1.97	0.154	3.37	0.041
0.64	0.472	2.04	0.155	3.43	0.041
0.71	0.414	2.10	0.142	3.49	0.039
0.77	0.342	2.16	0.127	3.56	0.036
0.83	0.318	2.23	0.122	3.62	0.033
0.90	0.294	2.29	0.116	3.68	0.031
0.96	0.253	2.35	0.103	3.75	0.028
1.02	0.229	2.42	0.096	3.81	0.026
1.09	0.230	2.48	0.095	3.87	0.025
1.15	0.247	2.54	0.095	3.94	0.024
1.21	0.250	2.61	0.086	4.00	0.023
1.28	0.237	2.67	0.076		
1.34	0.219	2.73	0.069		

Tabella 3 – Valori numerici dello spettro di risposta medio finale

SYNTHESIS SRL	Risposta Sismica Locale Sito: via della Misericordia Ferrara	
---------------	---	---

7. SPETTRO NORMALIZZATO

Lo spettro finale calcolato è stato normalizzato:

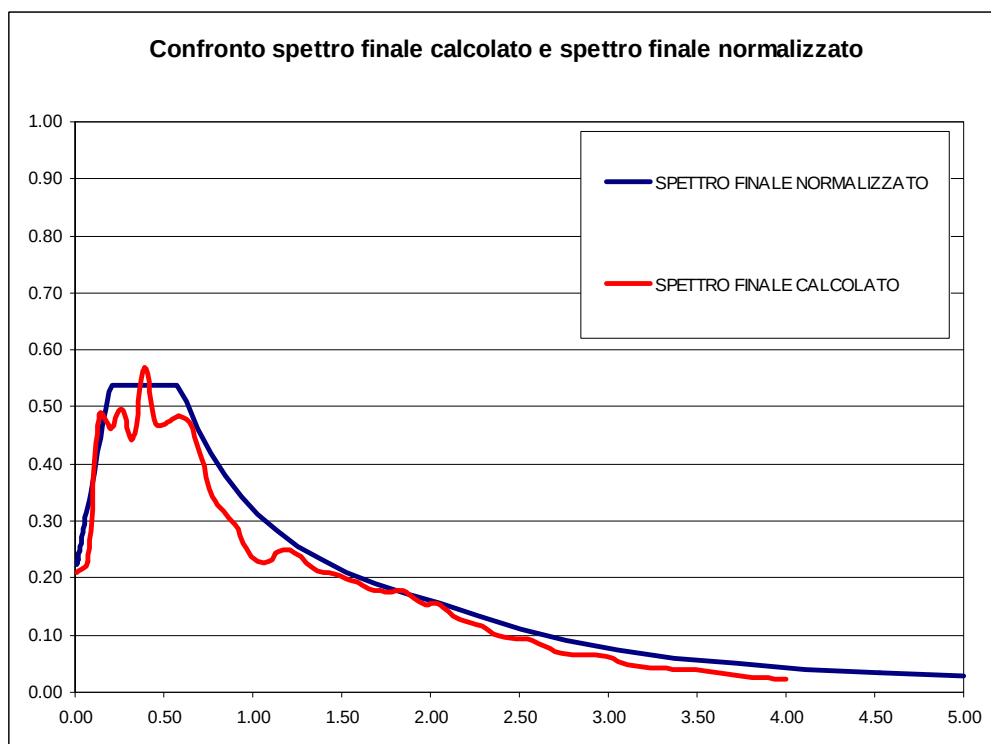


Figura 6 – Spettro di risposta finale normalizzato

Parametri sismici indipendenti del sito investigato:

- Accelerazione massima orizzontale di base = 0.138 g
- F_0 (amplificazione spettrale massima) = 2.594
- $T^*_C = 0.272$ s

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

- S (coeff. di amplificazione) = 1.5
- C_c (coefficiente calcolato in funzione dei valori di F_0 e T^*_C) = 2.2
- Smorzamento convenzionale (5%) = 1
- T_B (inizio tratto spettro ad accelerazione costante) = 0.199s
- T_C (inizio tratto spettro a velocità costante) = 0.598 s
- T_D (inizio tratto spettro a spostamento costante) = 2.152 s



San Lazzaro di Savena (BO), 20/11/2015

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 in via della Misericordia.



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

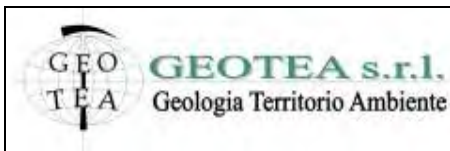
Data indagine 18/11/2015

Commessa 15.236



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

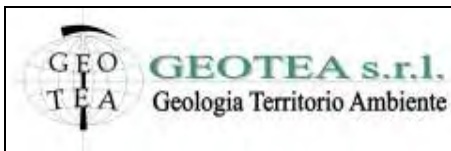
SOMMARIO.....	
2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	3
3 PREMESSE	4
4 DESCRIZIONE DELLE INDAGINI	5
4.1 Misura a stazione singola H/V: procedura e strumentazione utilizzata.....	5
5 Risultati indagine	6
5.1 TECNICA HVSR	6
6 MODELLO DI SOTTOSUOLO PROPOSTO PER IL SITO	8
7 CONCLUSIONI	9
8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	10
9 UBICAZIONE PROVE	11



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSR per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

2 IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO

- ☐ Il presente documento viene identificato con il numero 15.236 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 20/11/2015;
- ☐ Il documento si compone di n°11 fogli



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

3 PREMESSE

Presso l'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara, in data 18/11/2015 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 nelle vicinanze di n.2 prove penetrometriche statiche a punta sismica con piezocono spinte fino a 30 m di profondità da p.c. 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 in via della Misericordia 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 in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

5 RISULTATI INDAGINE

5.1 TECNICA HVSr

Strumento: TROMINO MODELLO ENG Y

Data registrazione: 18/11/2015

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%

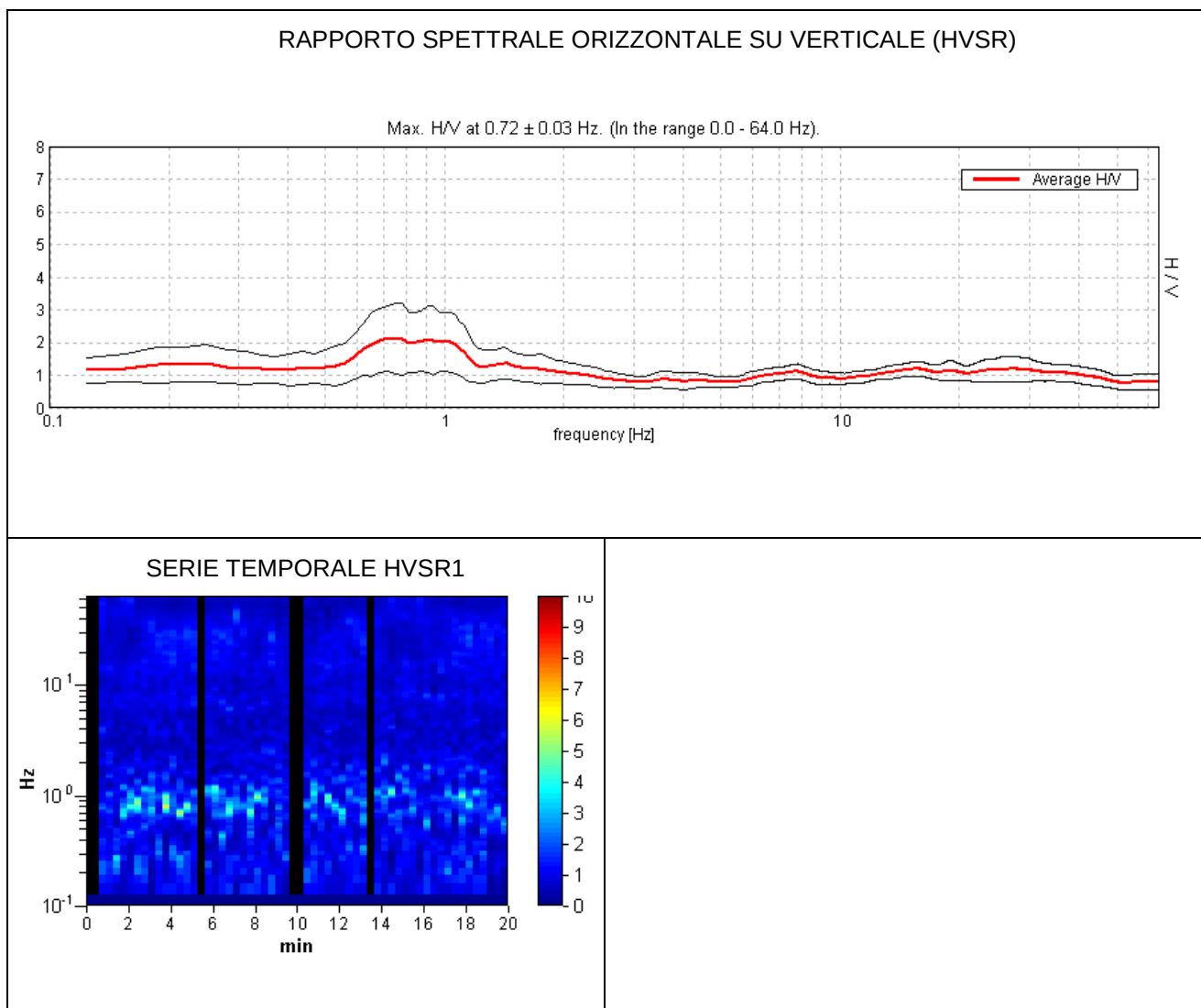


Figura 1 - Curva H/V (HVSr) registrata nel sito in esame e serie temporale considerata nell'analisi.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI HVSr1

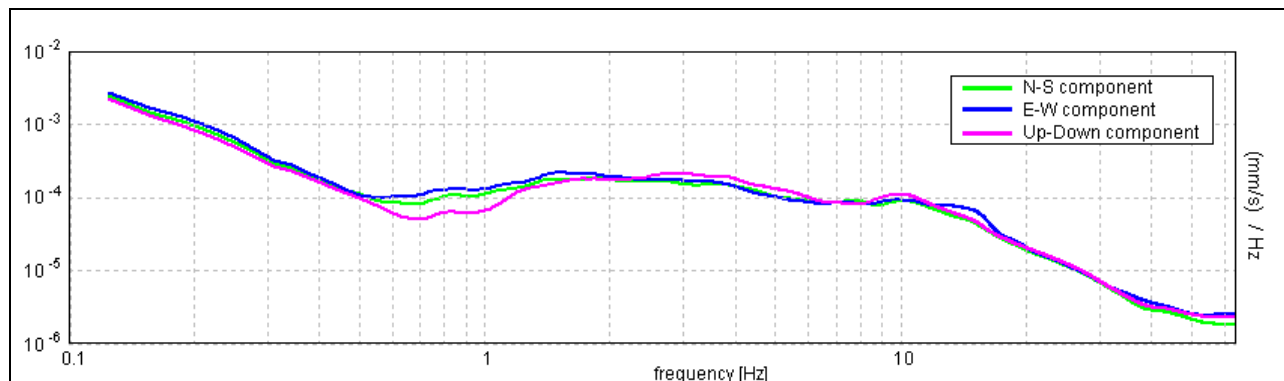


Figura 2 - spettri delle 3 componenti del moto in velocità registrate nel sito

H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

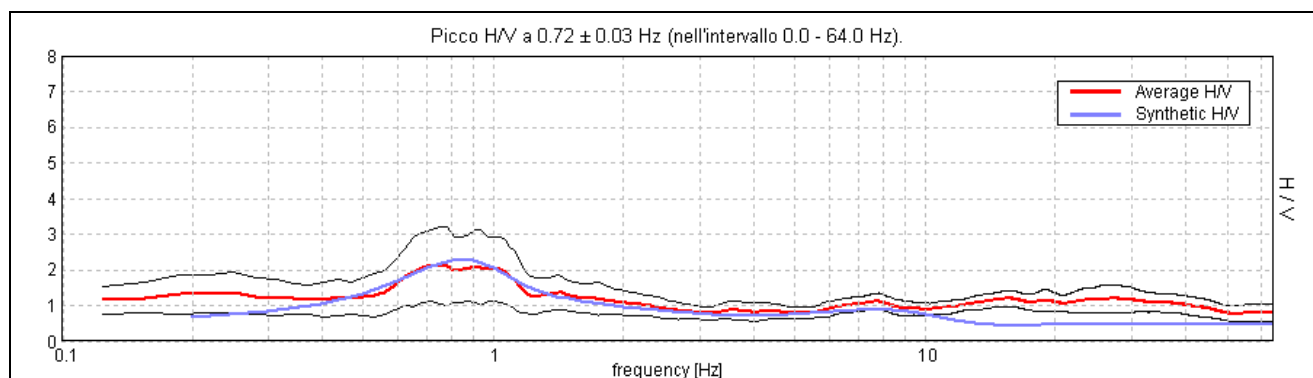


Figura 3 - confronto tra curva HVSr1 sperimentale registrata nel sito e curva teorica (blu) relativa al modello di sottosuolo proposto per il sito.

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia 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)
3.00	3.00	105
15.00	12.00	165
20.00	5.00	185
50.00	30.00	250
110.00	60.00	350
inf.	inf.	500

Tabella 1 – Modello di sottosuolo proposto per il sito

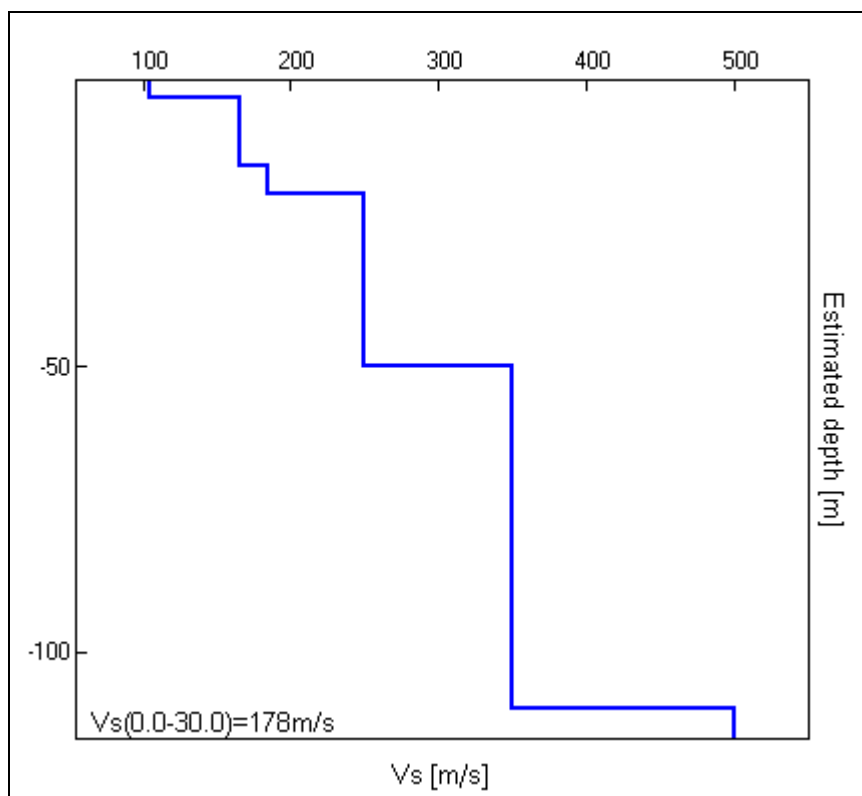


Figura 4 - Modello di velocità delle onde di taglio S

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

7 CONCLUSIONI

L'analisi della curva HVSr, associata al profilo stratigrafico ottenuto da n.2 prova SCPTU spinte fino a 30 m da p.c. 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.....178

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 soffice a media.

La curva HVSr è caratterizzata in bassa frequenza da amplificazione locale del moto del suolo per risonanza stratigrafica a basso contrasto d'impedenza nell'intervallo 0.7-1.0 Hz.

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

San Lazzaro di Savena, 20/11/2015



Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

8 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 5 – Misura HVSr1

Indagine geofisica effettuata mediante tecnica HVSr per la determinazione della categoria di suolo di fondazione dell'area sita in via della Misericordia nel comune di Ferrara.

9 UBICAZIONE PROVE

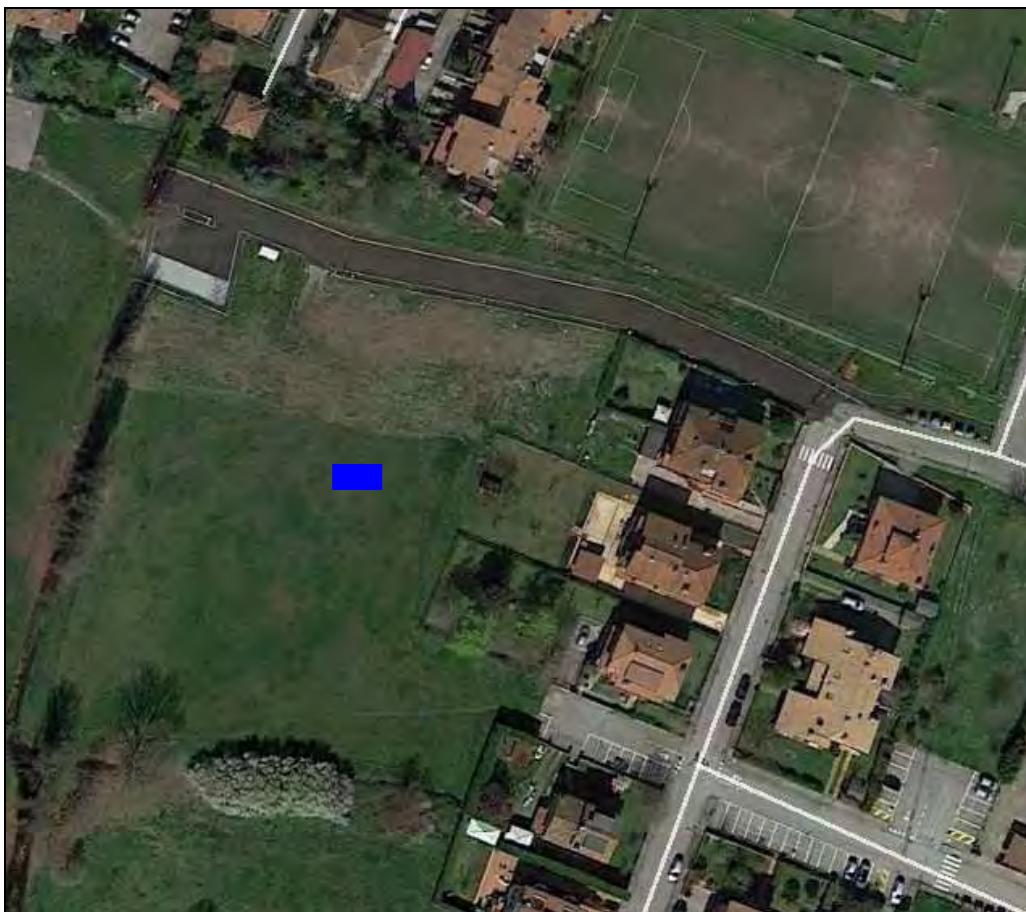


Figura 6 – Ubicazione indagini (bing maps)

Dove:



Misura HVSr1

 Synthesis s.r.l. Piazza del Popolo civ. 13 – int. 5 44034 – Copparo – Fe Tel. 0532 860546 – Fax 0532 385035 www.synthesisr.l.com – info@synthesisr.l.com	PIANO URBANISTICO ATTUATIVO AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

- Allegato 7 -

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 AREA VIA DELLA MISERICORDIA – VIA DEI CEDRI SCHEDA DI POC 6ANS-02 Modello Geologico e Modello Geotecnico	RIF. 206/15-ES-REV00 DEL 23/11/2015 P236/15-ES-REV00 DEL 12/11/2015
--	--	--

SCHEDA TECNICA RIASSUNTIVA

Ubicazione sito	Ferrara – via della Misericordia
Intervento previsto	PUA - Realizzazione di un nuovo insediamento residenziale di completamento del complesso residenziale esistente di via della Misericordia
Tipologia indagini analizzate ed eseguite	SCPTU + CPT + HVSR + Analisi di laboratorio terre
Numero indagini analizzate ed eseguite	2 + 3 + 1 + 4
Profondità raggiunte con prove CPT/SCPTU	15.00 – 30.00 mt
Profondità falda in data 21/11/2012	mt. 2.00 da p.c. – SCPTU1 mt. 1.80 da p.c. – SCPTU2
Zona sismica	3 (PGA 0.05 – 0.15 g)
PGA locale	0.210 g
Categoria topografica	T1
Dilatanza	Non attesa
Liquefazione	Si veda capitolo dedicato
Classe d'uso	II
Coefficiente c_u	1.00
Vita nominale	50 anni
Stato limite	SLV