

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA PER LA VARIANTE NON SOSTANZIALE AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DI INIZIATIVA PRIVATA APPROVATO CON D.C.C. n.268 DEL 22/12/2005 PER MODIFICA DELL'AREA DI MASSIMO INGOMBRO DEI FABBRICATI E L'INSERIMENTO DI SILOS.

Doc. Rif. L544_22 Relazione geologico sismica PIP OPAS Alimentare_rev02.doc

del 12/05/2022

rev.01 del 5/12/2022

rev. 02 del 6/02/2024

COMMITTENTE:

OPAS ALIMENTARE S.R.L.
VIA PER GUASTALLA 21/A
41012 MIGLIARINA DI CARPI (MO)

PROGETTISTI:

STUDIO ASSOCIATO TECHNE - ING. STEFANO TESTI

IL TECNICO INCARICATO:

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli



ELENCO ALLEGATI	3
PREMESSA.....	4
RELAZIONE GEOLOGICA.....	5
1 Inquadramento geografico.....	5
2 Inquadramento geologico e geomorfologico.....	8
2.1. Stratigrafia	9
2.2. Caratteristiche geomorfologiche	10
2.3. Caratteristiche idrogeologiche.....	12
3 Idrografia di superficie.....	17
4 Subsidenza	19
 Variante non sostanziale al Piano Particolareggiato	22
 Caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni	23
5 Indagine geognostica.....	24
5.1. Prove penetrometriche CPT	24
5.2. Prove geotecniche di laboratorio su campioni indisturbati	27
5.3. Modello geologico del sottosuolo	28
5.4. Valori caratteristici dei parametri geotecnici	28
RELAZIONE SISMICA.....	30
AZIONE SISMICA	30
6 Sorgenti sismogenetiche	31
7 STORIA SISMICA DI CARPI	33
7.1. Sequenza sismica del 2012.....	37
8 Rapporti tra l'area ed il PTCP	38
9 Risposta Sismica Locale	40
9.1. Metodo d'Indagine.....	40
9.2. Definizione dell'azione sismica di base.....	42
9.2.1. Definizione dell'azione sismica di base per l'area di studio	43
9.2.2. Scelta della strategia di progettazione.....	44
9.2.3. Definizione dell'azione sismica di progetto	48
9.2.4. Effetti di sito.....	50

CONCLUSIONI.....54

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1	Certificati e grafici delle prove penetrometriche eseguite	
Allegato 2	Stratigrafia dei pozzi per acqua in concessione ad OPAS	
Allegato 3	Certificati delle prove di laboratorio	

PREMESSA

Su incarico di OPAS Alimentare S.r.l., con sede legale e operativa a Carpi in Via per Guastalla 21/a si è proceduto alla stesura della presente Relazione geologica e sismica a supporto del Piano Particolareggiato oggetto di procedura di VAS.

L'area oggetto del presente studio è geograficamente ubicata nella Sezione della C.T.R. in scala 1:10.000 n°201030 denominata “Carpi”, della quale si riporta un estratto nel testo.

Lo studio è stato condotto nel rispetto delle N.T.C. di cui al D.M. 17/01/2018 in vigore dal 22/03/2018, per l'adempimento delle specifiche in essa contenute, è stato eseguito un sopralluogo sull'area al fine di verificarne l'idoneità all'intervento.

Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento alle indagini geotecniche già svolte sul sito negli anni precedenti: il giorno 18/06/2018 sono state eseguite due prove penetrometriche statiche (CPT1-CPT2); per la definizione della risposta sismica locale lo stesso giorno è stata eseguita una indagine sismica con metodo MASW attivo. Successivamente, in data 31/07/2018 è stato effettuato un approfondimento d'indagine: sondaggio a distruzione con prelievo di campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio, e successivamente ulteriori tre prove penetrometriche statiche (CPT3-CPT4-CPT5).

RELAZIONE GEOLOGICA

1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area sulla quale si collocano i terreni di proprietà del richiedente si trova nella pianura modenese, compresa da un punto di vista cartografico, nella Tavola della Carta Tecnica Regionale in scala 1:25.000 n.201NE denominata "Carpi" e nella Sezione n.201030 denominata "Carpi" a scala 1:10.000.

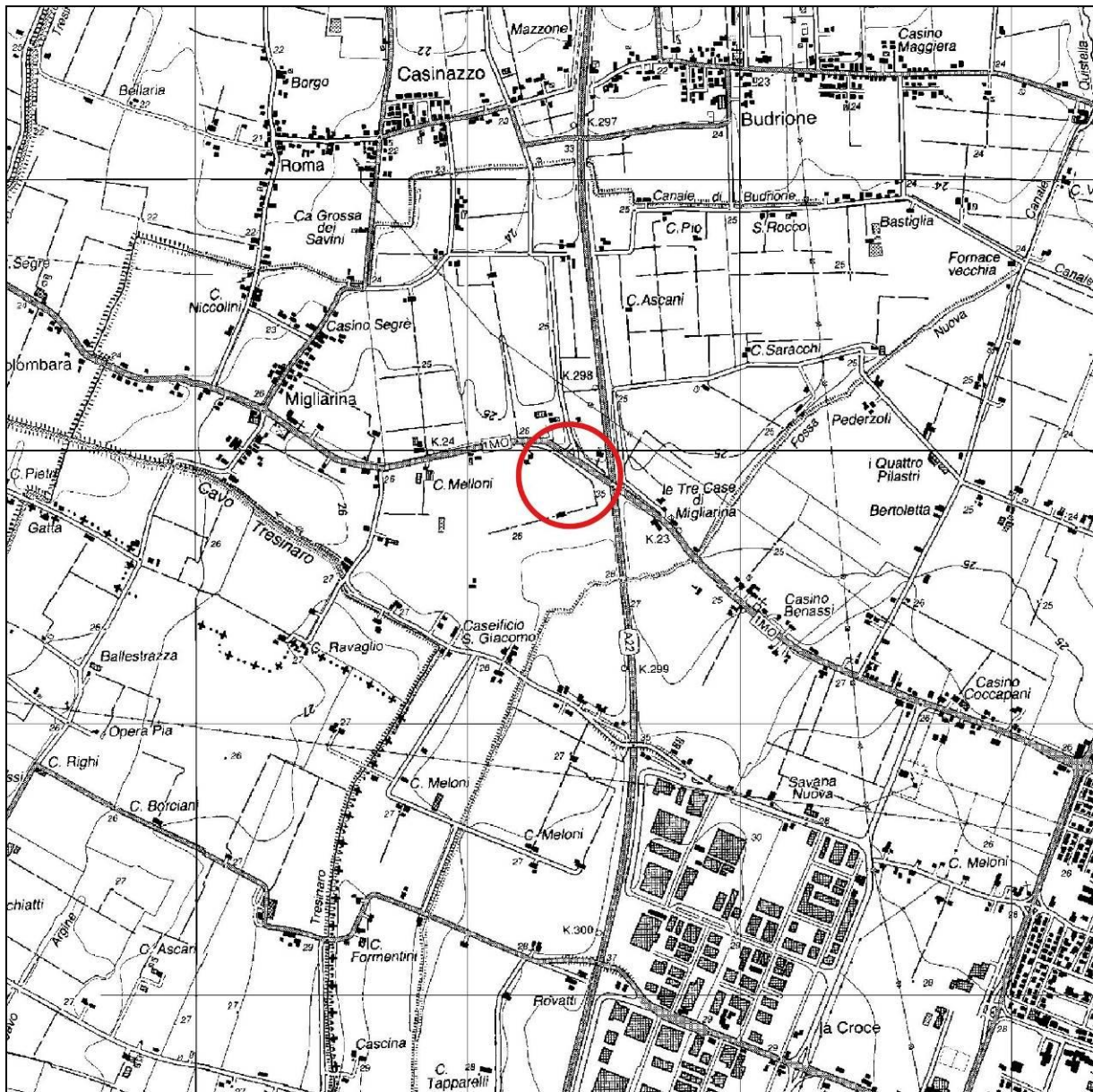


Fig. 1 Inquadramento corografico Carta Topografica Regionale Tavola N. 201 NE scala 1:25.000



Fig. 2 Inquadramento topografico Carta Topografica Regionale Sezione N. 201030 scala 1:10.000



Fig. 3 Inquadramento topografico Carta Topografica Regionale Elemento N. 201034 scala 1:5.000

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

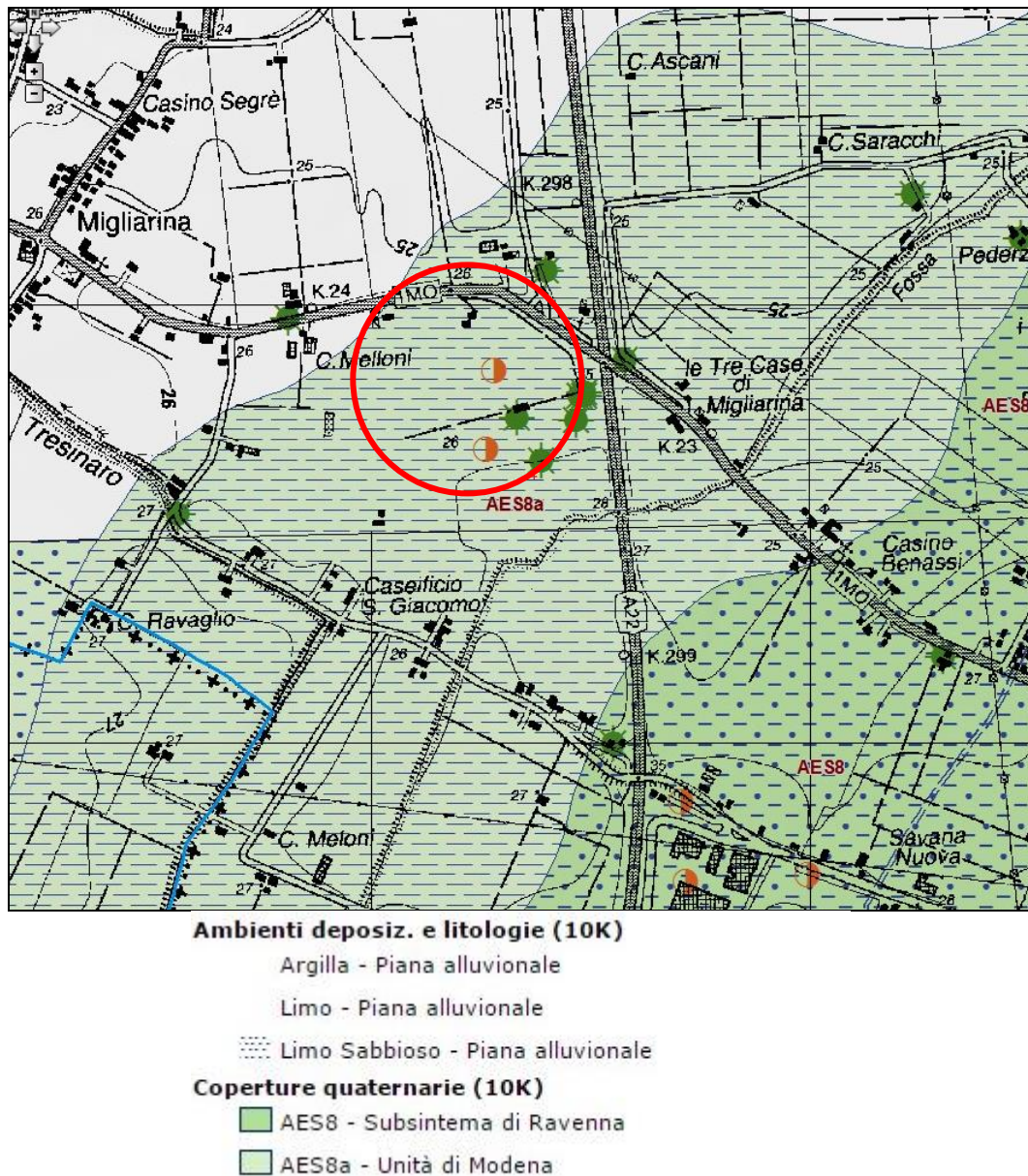


Fig. 4 Sezioni e sondaggi ricavati dalla Banca dati Regione Emilia Romagna (scala originale 1:20.000, riduzione 73%).

Nell'area affiorano terreni appartenenti all'Unità di Modena (AES8a) ed al Subsistema di Ravenna (AES8), depositi di piana alluvionale a tessitura fine, prevalentemente limosi, che diventano prevalentemente argillosi passando da AES8 ad AES8a (Fig. 4).

La situazione strutturale profonda è caratterizzata da pieghe vergenti verso nord-est, associate a faglie inverse con varia inclinazione che sembrano interessare anche i livelli più profondi della copertura alluvionale.

A seguito di movimenti tettonici attivi nella regione, la conoide del Fiume Panaro ha subito una traslazione verso O, ed ora il fiume ne occupa la porzione più occidentale. Di questo movimento rimane traccia in diversi alvei abbandonati formati da materiale più grossolano ed evidenziati da tratti sopraelevati rispetto alla pianura adiacente, costituita da sedimenti più fini.

2.1. STRATIGRAFIA

Le litologie affioranti nella zona appartengono alla Successione Neogenico-Quaternaria del margine Appenninico-padano. All'interno di questa successione sono compresi tutti i terreni affioranti lungo il margine appenninico padano, nelle aree intravallive e nell'antistante pianura. Questi sedimenti sono suddivisibili in depositi marini e di transizione di età compresa tra il Messiniano ed il Pleistocene ed in depositi continentali di età esclusivamente quaternaria. Quelli che interessano l'area in esame appartengono ai depositi continentali.

I depositi continentali affioranti nella zona sono depositi di piana alluvionale. Questo tipo di sedimenti rappresentano la parte sommitale del riempimento quaternario dell'avanfossa padana e costituiscono il ciclo sedimentario (Qc) che si sovrappone sul precedente ciclo quaternario marino (Qm).

All'interno del ciclo Qc sono state rinvenute delle discontinuità minori che lo suddividono in cicli minori presenti anche nel settore modenese. In una nota del 1998 della Regione Emilia Romagna & ENI-AGIP è stata proposta l'istituzione del Supersistema Emiliano-Romagnolo, comprendente l'intero spessore dei sedimenti continentali, a sua volta diviso in due sistemi, Emiliano Romagnolo superiore (AES) ed Emiliano Romagnolo inferiore (AEI). Questi sono separati da una discontinuità rilevabili nelle aree marginali della pianura, discontinuità legate a fasi di importanza geologica regionale.

2.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

La gran parte dei sedimenti che affiorano sulla superficie della pianura emiliano-romagnola sono recenti (età olocenica, meno di 10.000 anni), molti dei quali si sono depositati negli ultimi duemila anni (dopo la caduta dell'Impero Romano). Essi derivano dalla complessa relazione fra il fiume Po, a nord, i fiumi appenninici, a sud e il Mare Adriatico, a est. Per questo motivo la nostra pianura contiene una grande varietà di depositi comprendenti: le conoidi e le piane alluvionali dei fiumi appenninici, la piana a meandri del Po, la piana costiera, il delta e le fronti deltizie, ecc.

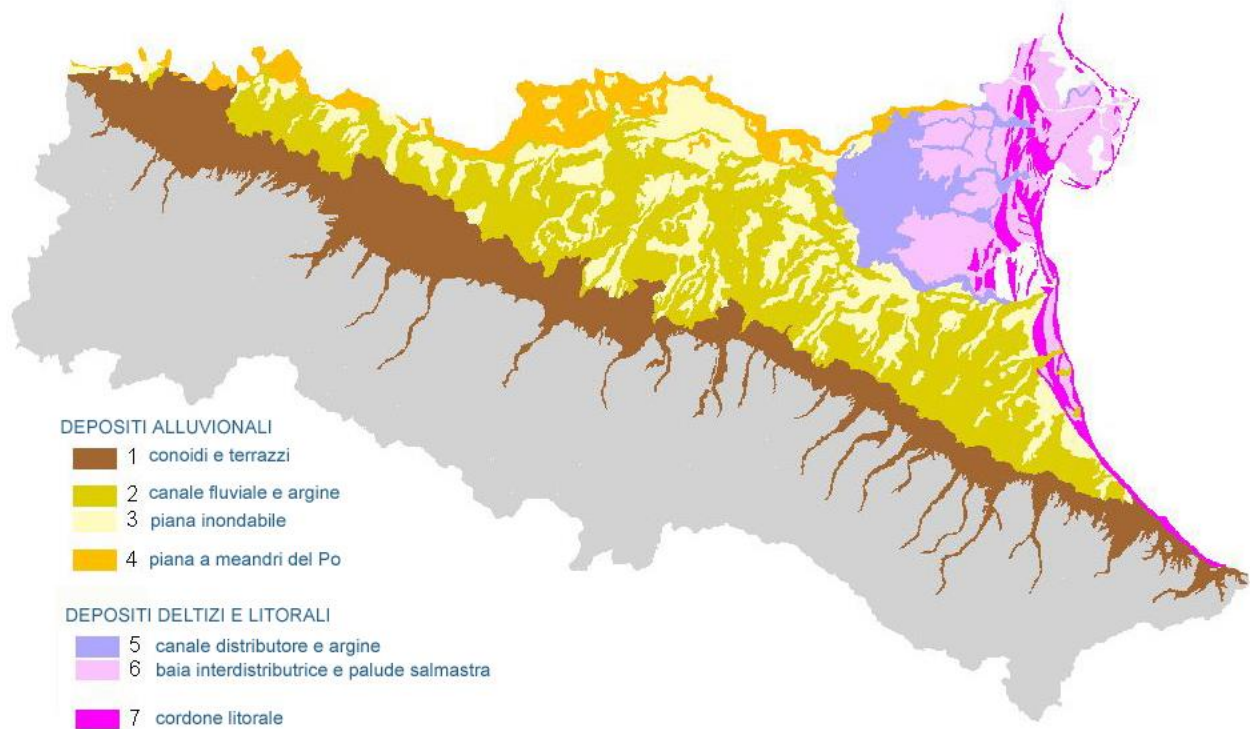
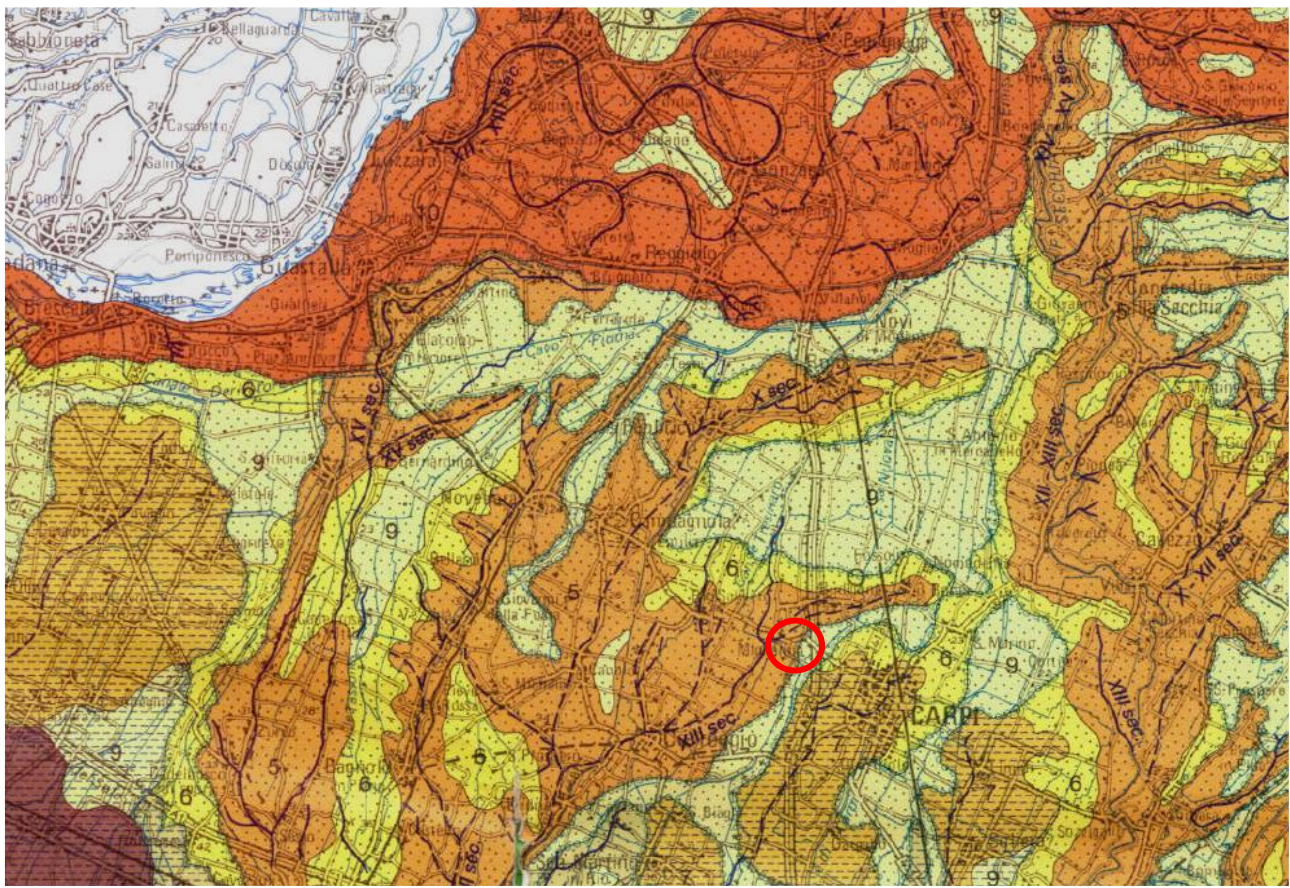


Fig. 5 Carta geologica di pianura – sintesi (fonte Regione Emilia Romagna)

Ai diversi sedimenti deposti, corrispondono ambienti deposizionali differenti, che sono descritti nella Carta Geologica di pianura dell'Emilia-Romagna, di cui si riporta un estratto nella Fig. 6.

Le aree in studio ricadono in aree di piana alluvionale, caratterizzate dalla presenza di litologia fini (dai limi sabbiosi e sabbie fini alle argille).



PIANA ALLUVIONALE ALLUVIAL PLAIN

5	Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and fine sand in beds tens of centimetres thick, changing laterally and/or intercalated to fine and very fine silty sand, smaller amount of clayey silt; locally medium and coarse sand in lenticular, ribbon shaped bodies. Channel and proximal levees. At the top, soils with various degrees of evolution.</i>	8	Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Clayey silt and sandy silt, smaller amounts of fine and very fine sand, in beds tens of centimetres thick; locally sand in lenticular and ribbon-shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits. At the top, soils of various degrees of evolution.</i>
6	Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Sandy silt, fine and very fine sand, silty clay and smaller amounts of silty-clayey sand intercalated in beds tens of centimetres thick. Distal levee deposits. At the top, soils with various degrees of evolution.</i>	9	Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfuviale e depositi di palude. <i>Silty clay, clay and laminated clayey silt, locally concentrations of partially decomposed organic matter. Back-swamp deposits.</i>
7	Sabbie medie e fini, limi e argille limose intercalati in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi. Depositi di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and fine sand, silt and silty clay intercalated in beds tens of centimetres thick; locally medium and coarse sand in lenticular and ribbon shaped bodies. Channel and undifferentiated levee deposits. At the top, soils with various degrees of evolution.</i>	10	Sabbie medie e grossolane subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose, limi e limi sabbiosi in strati di spessore decimetrico. Depositi di piana a meandri. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione. <i>Medium and coarse sand, to a lesser extent gravel and sandy gravel, smaller amounts of silt and sandy silt in bed tens of centimetres thick. Meander belt deposits. At the top, soils of various degrees of evolution.</i>

Fig. 6 Estratto dalla Carta geologica di pianura dell'Emilia-Romagna in scala 1:250.000 (riduzione 64%)

2.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Per definire il modello idrogeologico locale si è fatto riferimento a dati bibliografici, in particolare alle sezioni idrostratigrafiche desunte dal Servizio geologico sismico-Regione Emilia Romagna la cui ubicazione è riportata in figura n.7 ed alle stratigrafie dei 4 pozzi in concessione all'Azienda, riportate in Allegato 2.

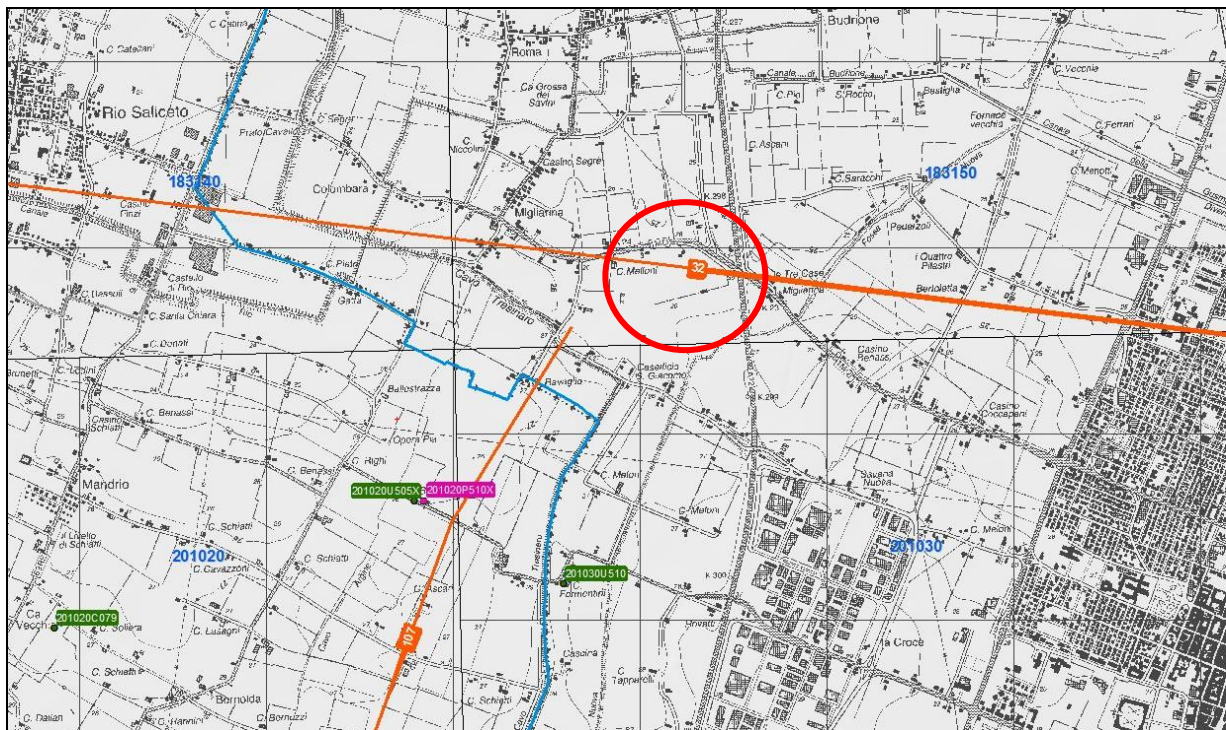


Fig. 7 Ubicazione delle sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano-romagnola
(Tratto da https://applicazioni.regione.emilia-romagna.it/cartografia_sgss/user/viewer.jsp?service=geologia)

Di seguito si riportano la Sezione 107 che ha un andamento SSO-NNE ed una porzione della sezione 32 con andamento circa O-E.

Dall'analisi della sezione 107 si osserva chiaramente quanto prima descritto, ovvero che l'area appartiene alla pianura alluvionale appenninica, dove i sistemi acquiferi sono sabbiosi e diventando via via più scarsi spostandosi da sud a nord.

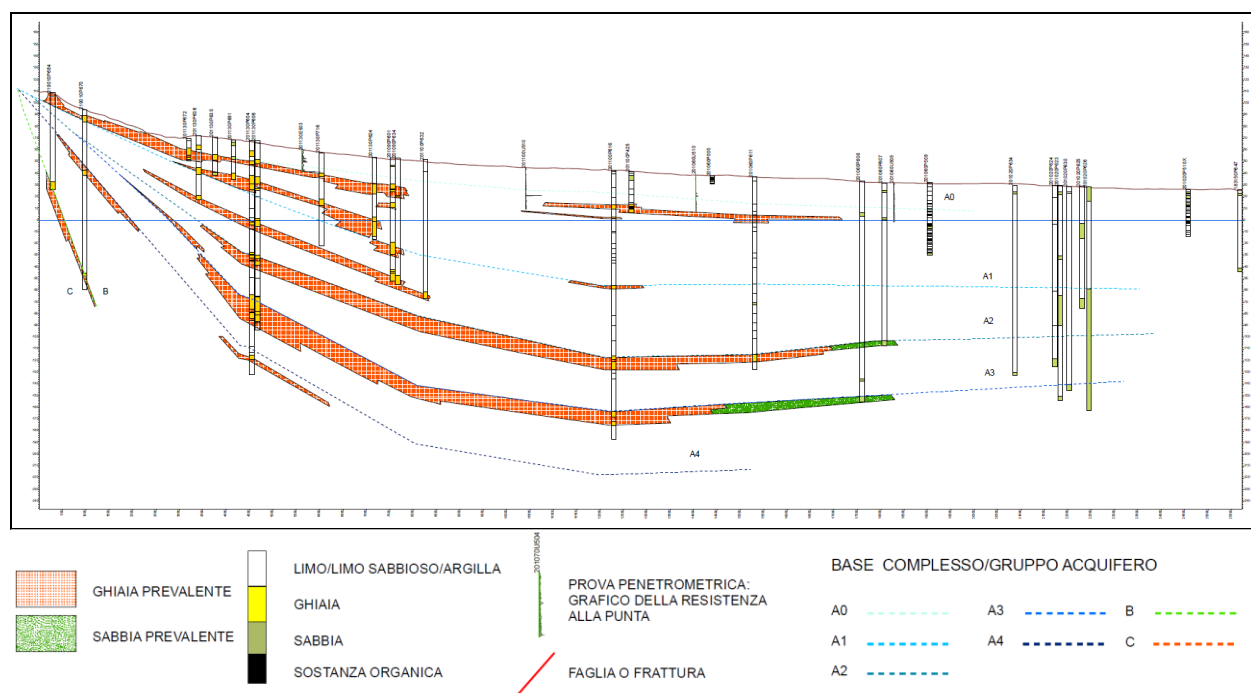


Fig. 8 Sezione idrostratigrafica num. 107

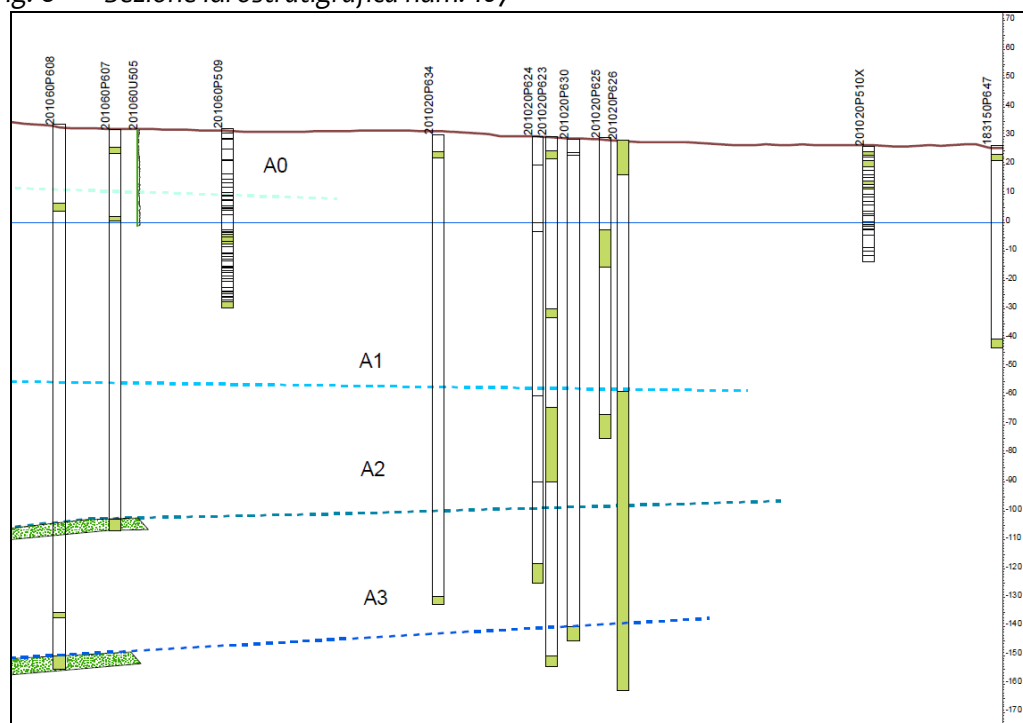


Fig. 9 Ingrandimento della porzione settentrionale della sezione idrostratigrafica num. 107

Dalla analisi delle stratigrafie dei suddetti si evince, quindi, una sequenza alternata di strati argillosi di spessori potenti a strati grossolani fino a profondità di 100 m dal p.d.c.; gli strati sabbiosi hanno spessori variabili da 3 a 6 metri.

Il primo livello acquifero di una certa importanza, sia lo strato a litologia sabbioso a profondità comprese tra 60-70 m e tra 90-110 m, che dalle indagini eseguite in loco è risultato essere un acquifero sfruttato dalla maggioranza dei pozzi presenti in zona.

14

È presente una falda freatica, che è periodicamente misurata nell'ambito del piano di monitoraggio dell'Azienda (AIA). Sono quindi disponibili i dati su tale falda, che presenta le tipiche oscillazioni stagionali, con un minimo di - 1,25 m dal p.c. (nov 21 pozzo) ed un massimo di - 4 m da p.c. (nov 21 piez8).

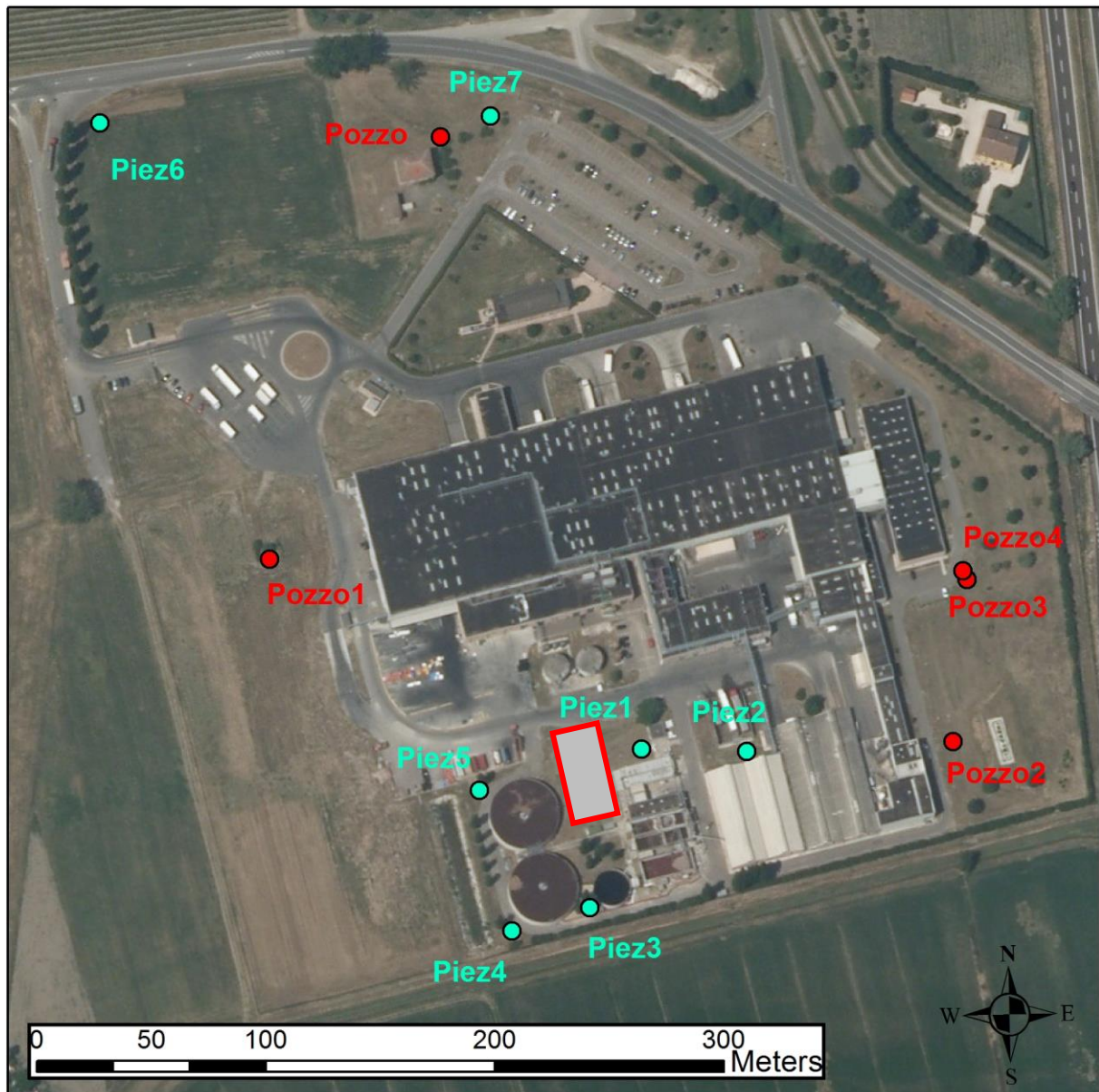


Fig. 11 Rete di monitoraggio interna all'azienda

I Piez. 1-2-3-4-5 hanno profondità massima 10 m dal p.c. e captano la prima falda freatica.

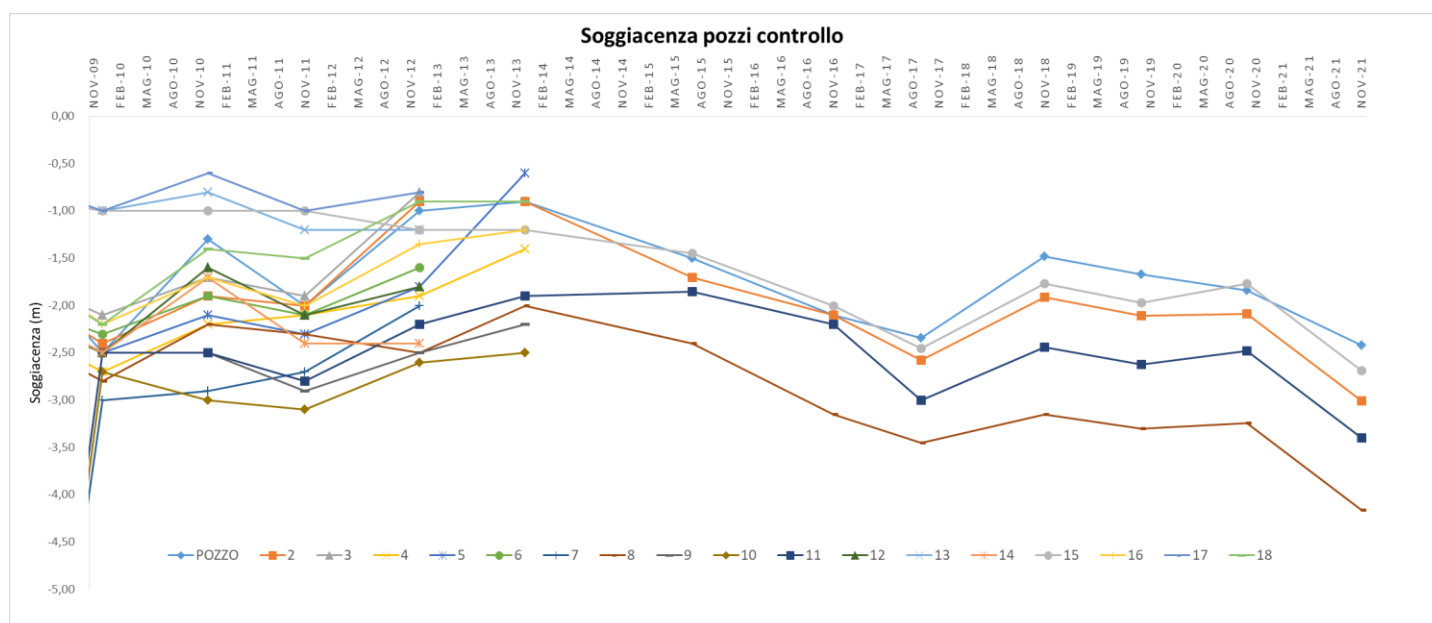


Fig. 12 Andamento nel tempo della soggiacenza nei pozzi di controllo (a partire dal Dicembre 2013 non vengono più monitorati i pozzi 3,4,5,6,7,9,10,12,13,14,16,17,18 per una modifica delle condizioni di AIA).

3 IDROGRAFIA DI SUPERFICIE

La rete idrografica superficiale del territorio comunale è gestita dal Consorzio di Bonifica Emilia Centrale ed è caratterizzata dalla presenza di vari cavi e canali ad uso irriguo oppure promiscuo. Tali canali sono gestiti dal Consorzio tramite pompe che consentono di far muovere le acque anche nei due sensi, a seconda del periodo e delle esigenze, principalmente legate agli usi irrigui.

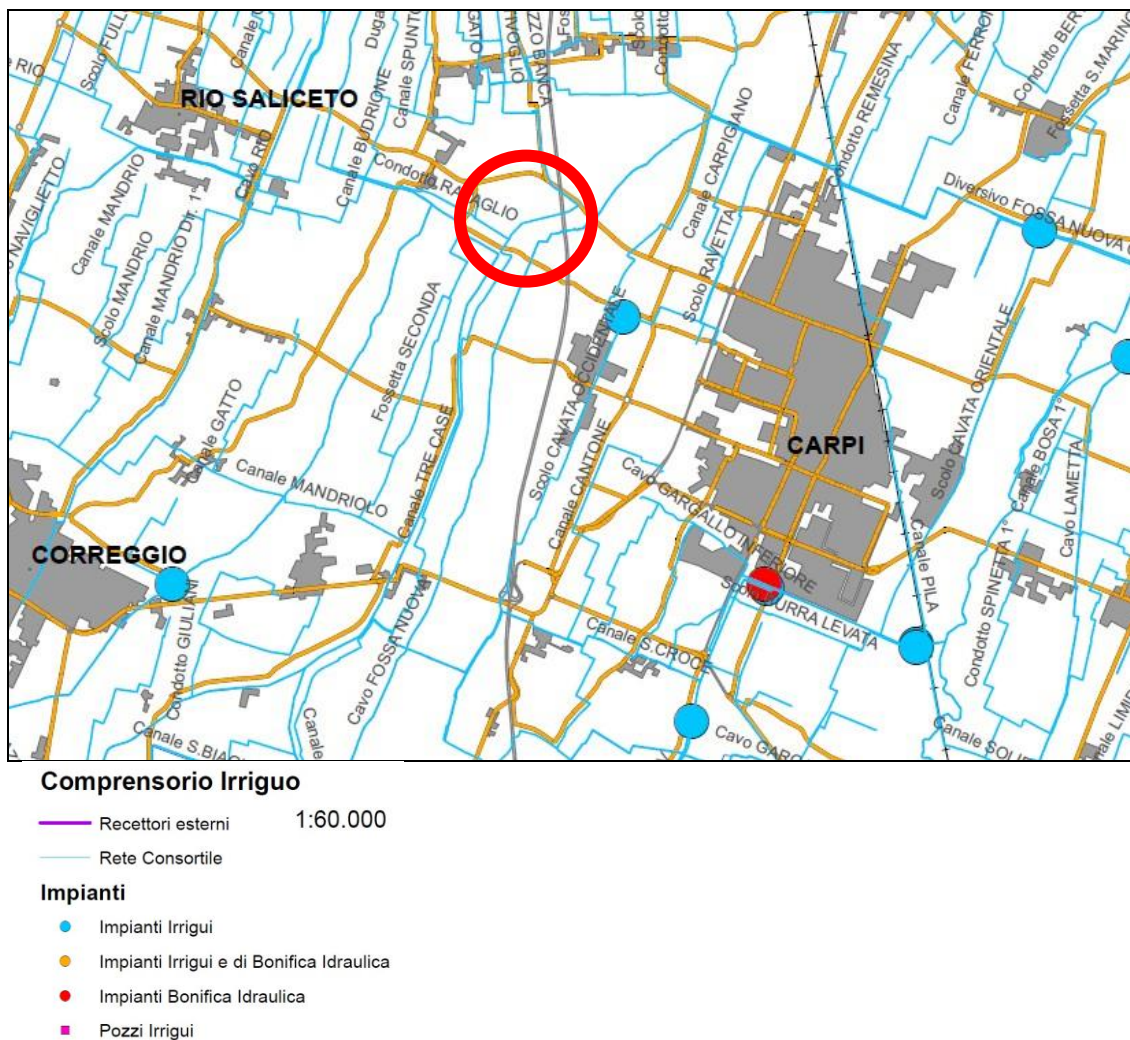


Fig. 13 Schema della rete idraulica nell'intorno dell'area in studio

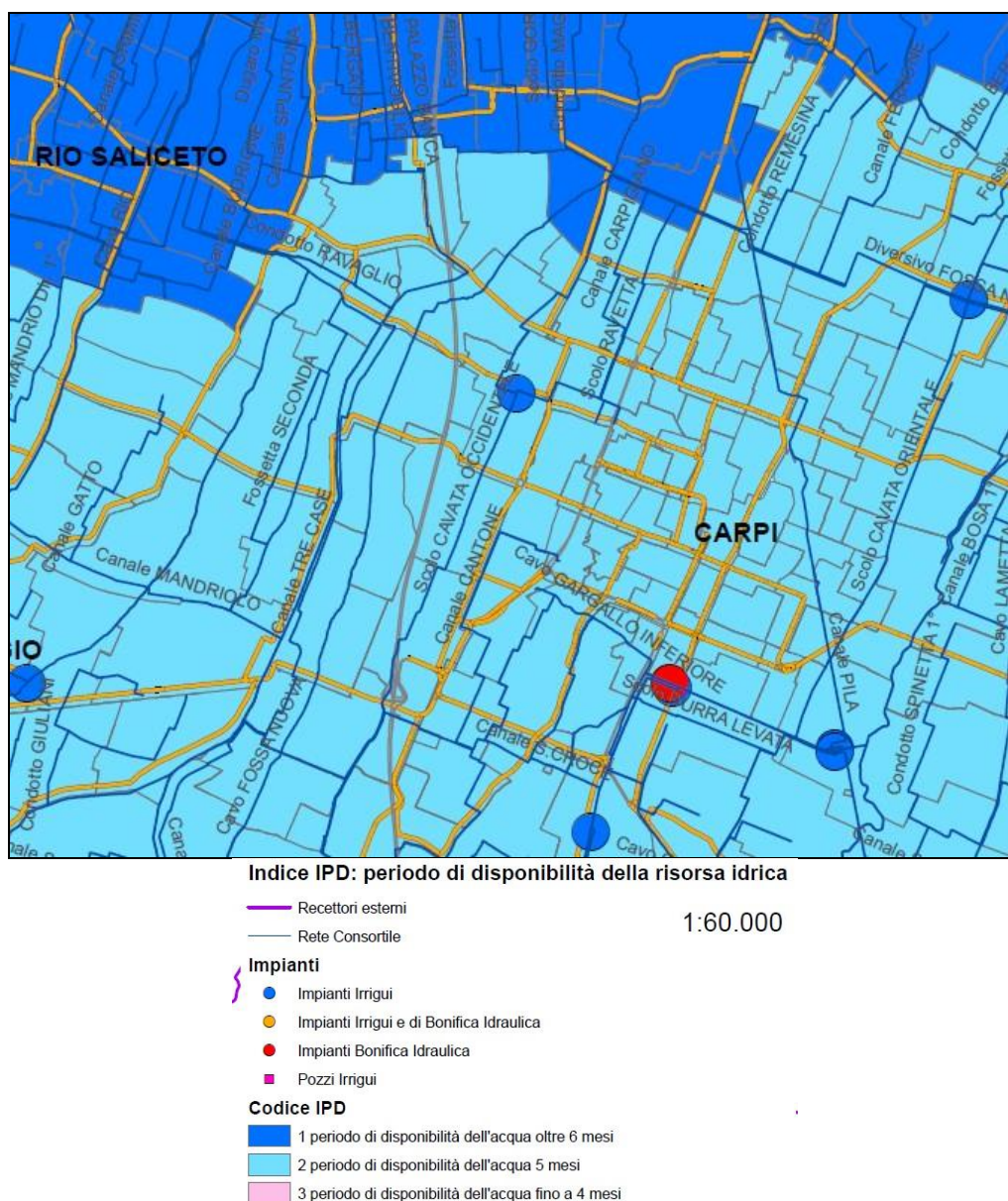


Fig. 14 Periodo di utilizzo della rete idraulica nell'intorno dell'area in studio

4 SUBSIDENZA

L'area di pianura della regione Emilia - Romagna è soggetta ad un fenomeno di subsidenza naturale determinato sia da movimenti tettonici sia dalla costipazione dei sedimenti che hanno determinato la formazione dell'attuale Pianura Padana. A tale fenomeno che può raggiungere punte massime di 2-3 mm/anno si affianca un fenomeno di subsidenza artificiale che presenta, invece, velocità di abbassamento del suolo più elevate.

Tra le varie cause antropiche che possono essere individuate all'origine del fenomeno, il prelievo di acqua dal sottosuolo appare, attualmente, la causa predominante determinando punte di abbassamento di alcuni cm/anno; non deve essere sottovalutata la subsidenza indotta dall'estrazione di idrocarburi da formazioni geologiche profonde, una pratica diffusa in diverse zone del territorio regionale i cui effetti non sono stati ancora sufficientemente documentati.

Per l'analisi dello stato attuale del fenomeno della subsidenza si è fatto riferimento ai dati riportati sul webgis di arpae (<https://servizi-gis.arpae.it/Html5Viewer/index.html?locale=it-IT&viewer&viewer=Geoportal.Geoportal>) in cui sono riportati i dati per i diversi periodi di rilevazione.

Nel periodo che va dal 2006 al 2011 nella zona settentrionale del territorio comunale di Carpi il fenomeno è in atto con valori compresi fra 20 e 22,5 mm/anno nell'area (Fig. 15).

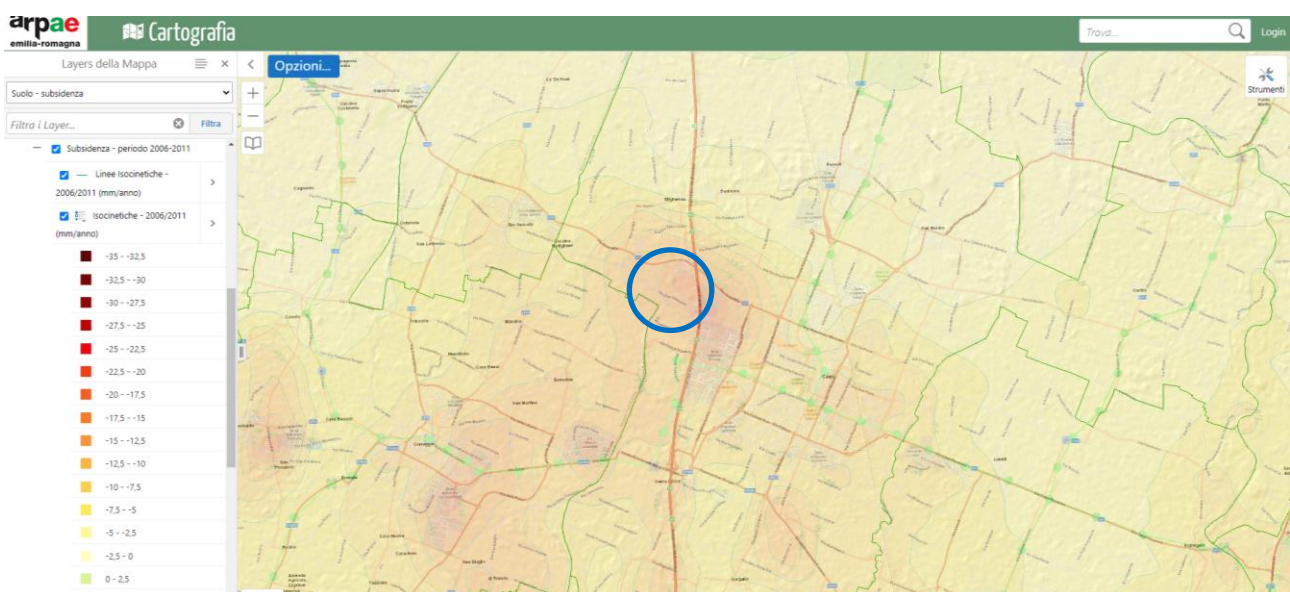


Fig. 15 Isocinetiche 2006-2011

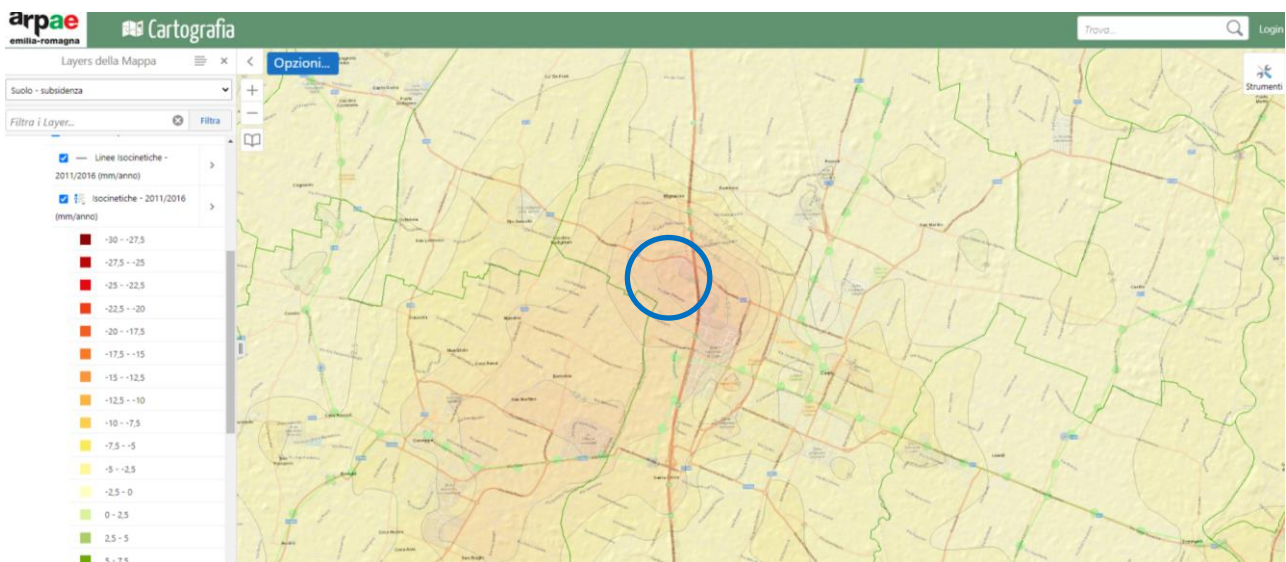


Fig. 16 Subsidenza periodo 2011-2016 (isocinetiche 2011-2016)

Gli ultimi dati disponibili dal monitoraggio della subsidenza sono quelli relativi al periodo 2011-2016 (Fig. 16), nella quale si nota un miglioramento, dal momento che gli abbassamenti massimi nella zona in esame si sono ridotti, passando da 22,5 mm/anno a 20 mm/anno..

La Fig. 17 mostra il confronto delle isocinetiche nei due periodi (2006-2011 vs. 2011-2016).

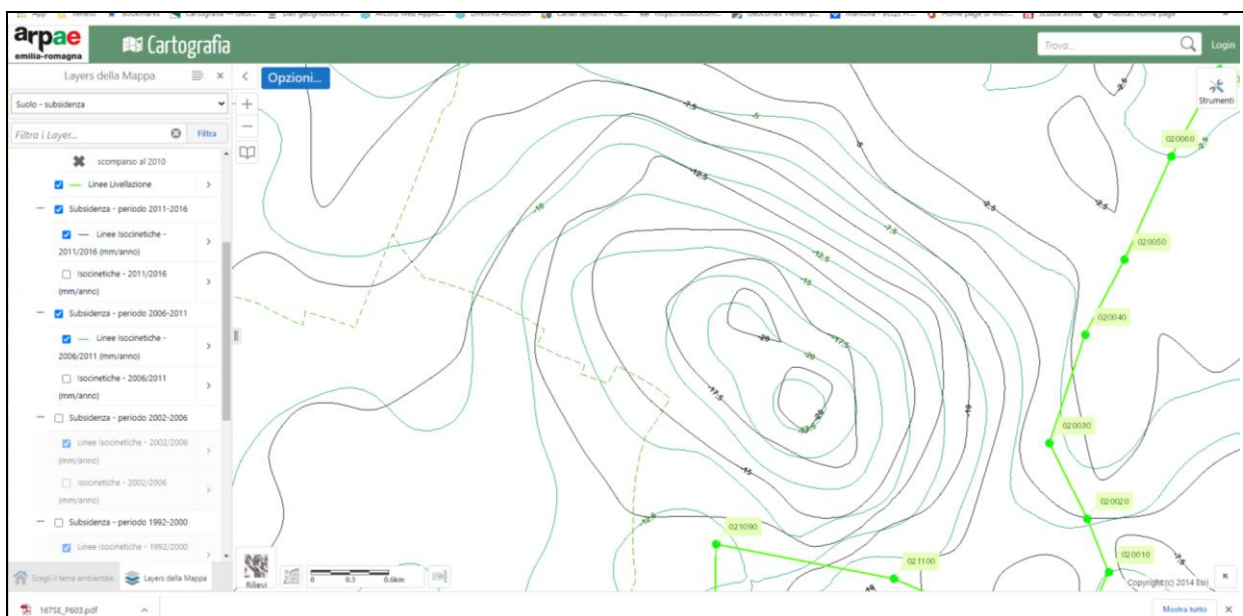


Fig. 17 Confronto delle isocinetiche 2006-2011 e 2011-2016

Nell'aprile 2018 arpae ha pubblicato la "Relazione finale sul rilievo della subsidenza nella pianura Emiliano-Romagnola". La relazione contiene l'analisi dei rilievi della subsidenza, anche con la produzione di una nuova cartografia di analisi:

- Carta delle velocità di movimento verticale del suolo nel periodo 2011-2016. Scala 1:250.000;
- Carta delle variazioni delle velocità di movimento verticale del suolo dal periodo 2006-201 al periodo 2011-2016. Scala 1:250.000.

Nell'ultimo rilievo realizzato (2011-2016) la relazione di arpae del 2018 evidenzia che, rispetto al precedente (2006-2011), il 79% del territorio analizzato non presenta variazioni di tendenza significative, mentre una tendenza alla riduzione degli abbassamenti si evidenzia per il 18 % della superficie. L'area oggetto della presente, contraddistinta da una subsidenza annua con massimi di circa 20 mm/anno, non ha presentato alcun tipo di variazioni, mantenendo la stessa tendenza di 20 mm/anno.

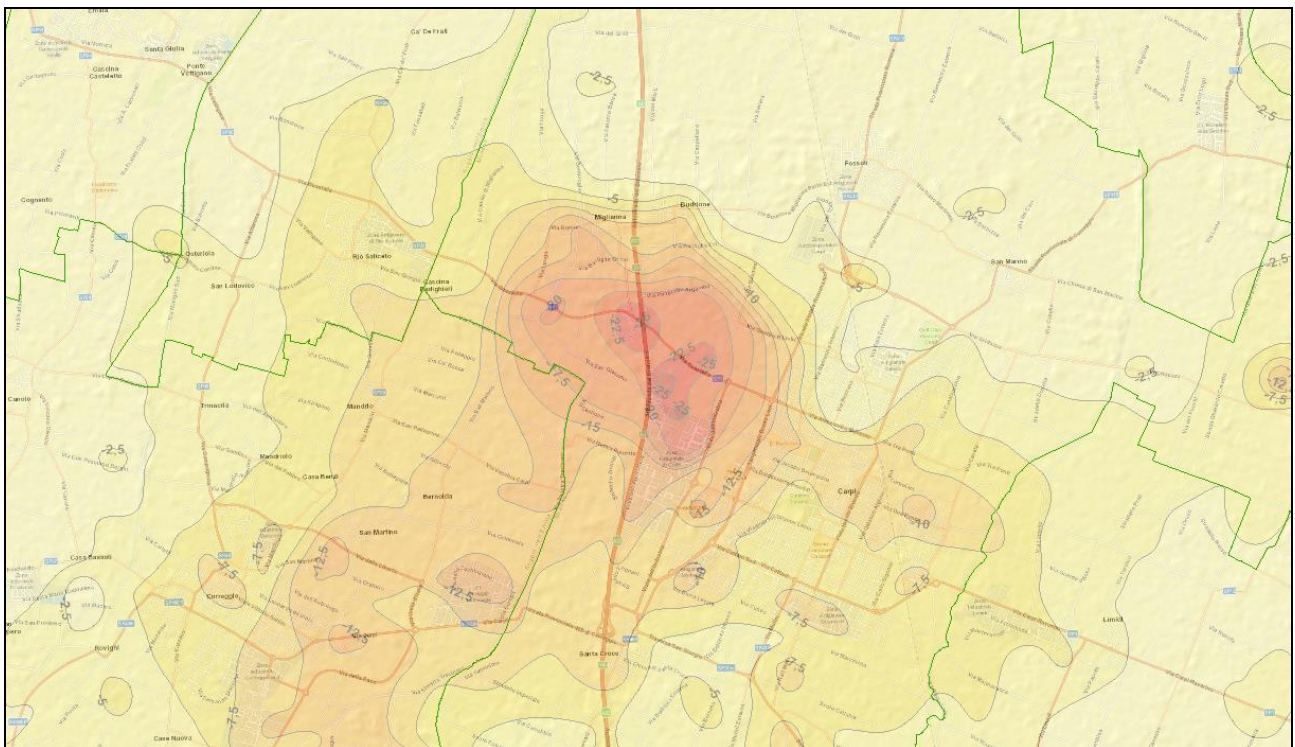


Fig. 18 Subsidenza periodo 2016-2021 (isocinetiche 2016-2021)

CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA DEI TERRENI

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame si è fatto riferimento alle indagini geognostiche e sismiche già condotte sull'area negli anni precedenti, che comprendono cinque prove penetrometriche statiche spinte fino a 20 m di profondità e due sondaggi a distruzione per il prelievo di campioni indisturbati.

In Fig. 20 si riporta l'ubicazione delle verticali di indagine eseguite sull'area negli anni precedenti, alle quali si è fatto riferimento.

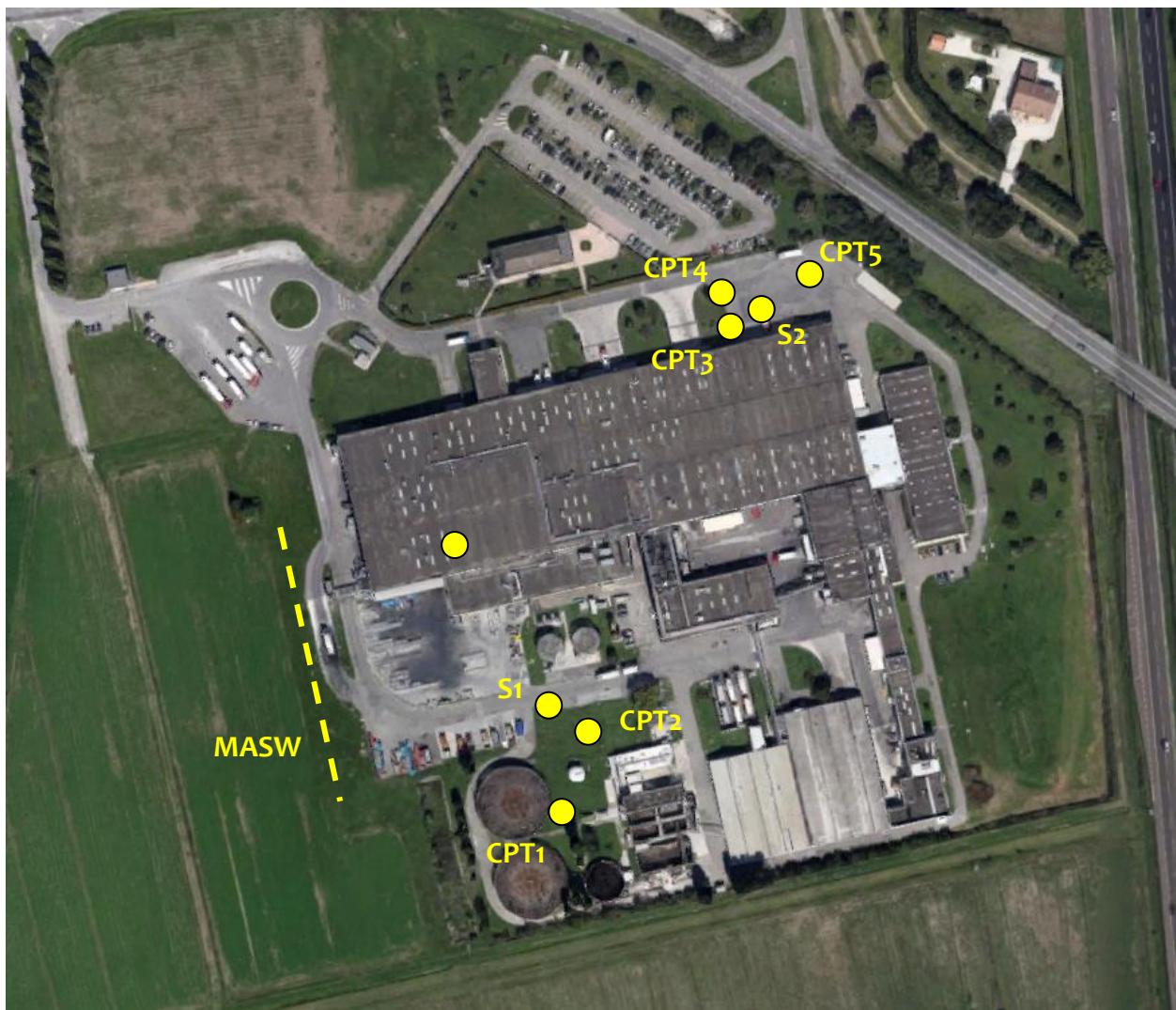


Fig. 20 Immagine satellitare dell'area di intervento (fonte google maps) con ubicazione dei punti di indagine

5 INDAGINE GEOGNOSTICA

L'indagine geognostica, finalizzata alla definizione delle caratteristiche geolitologiche e geotecniche dei terreni presenti nell'area, è stata condotta attraverso l'esecuzione di 5 prove penetrometriche statiche, che sono state spinte sino alla profondità di 20 m dall'attuale piano campagna, e due sondaggi a distruzione con prelievo di campioni. Il primo tratto della prova CPT1 è stato eseguito con metodo dinamico, per superare la presenza di materiale grossolano di riporto, mentre per eseguire la CPT5 è stato necessario fare un preforo.

5.1. PROVE PENETROMETRICHE CPT

Le verticali d'indagine hanno attraversato una successione prevalentemente fine, caratterizzata da una successione di argille, limi e sabbie.

Le prove sono tra loro ben sovrapponibili, come mostra la figura 17 che rappresenta la sovrapposizione della resistenza alla punta (Q_c) nelle diverse prove.

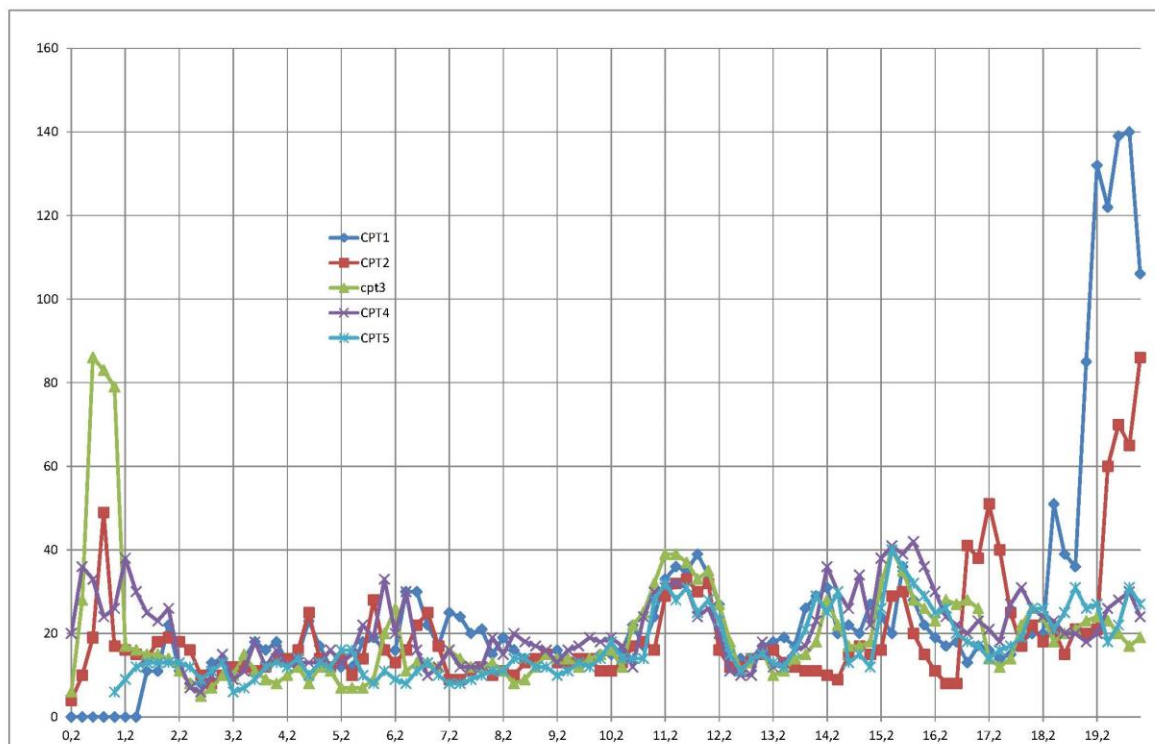


Fig. 21 Sovrapposizione della resistenza alla punta (Q_c) nelle due prove

La successione attraversata ha litologia fine, prevalentemente argillosa, che poggia su uno strato sabbioso rinvenuto a 18,8 m dal p.c. in corrispondenza della CPT1, ed a 19,20 m in corrispondenza della CPT2; le altre prove non l'hanno rinvenuto entro i 20 m da p.c. Tale strato sabbioso è confermato dalla stratigrafia dei pozzi per acqua in concessione all'azienda: si presenta intorno ai 20 m dal p.c., ospita una falda in pressione ed ha uno spessore di circa 3 metri.

L'interpretazione delle prove penetrometriche ha consentito di suddividere la successione attraversata in strati omogenei per caratteristiche litologiche, per i quali sono stati calcolati i parametri geotecnici nominali, di seguito riportati.

Stima dei parametri geotecnici nominali

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di deformazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)

CPT 1

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,40	C	0,0	-3,7	0,0	0,0	<0,5	0,0	0,0	--	--	--
2	4,80	C	0,7	514,3	48,4	141,9	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	7,80	C	1,0	692,2	42,9	172,5	6,3	2,0	2,0	--	--	--
4	10,80	C	0,8	512,7	48,3	148,8	3,8	1,9	2,0	--	--	--
5	12,20	C	1,6	1140,7	65,1	235,2	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	18,80	C	1,1	718,9	44,2	185,6	3,0	2,0	2,0	--	--	--
7	20,00	I	--	--	80,2	523,6	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	301,7

CPT 2

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,40	C	0,9	663,3	46,0	163,3	>9	2,0	2,0	--	--	--
2	5,40	C	0,6	457,2	47,8	133,8	6,0	1,9	2,0	--	--	--
3	7,00	CI	0,9	663,6	44,4	168,5	<0,5	2,0	2,0	13,1	25,5	47,2
4	10,40	C	0,6	385,8	46,8	127,4	3,3	1,9	1,9	--	--	--
5	12,00	C	1,3	890,2	51,7	204,4	5,8	2,0	2,1	--	--	--
6	16,60	C	0,7	443,7	48,4	143,9	2,3	1,9	2,0	--	--	--
7	19,20	CI	1,3	881,5	53,8	209,4	<0,5	2,0	2,1	<5	29,1	67,3
8	20,00	I	--	--	63,5	376,2	<0,5	1,9	2,2	<5	45,0	175,6

CPT 3

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	1,00	CI	2,8	2116,6	113,1	329,5	<0,5	2,1	2,2	<5	42,0	141,3
2	2,20	C	0,7	549,8	48,4	146,3	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	2,80	C	0,4	250,5	35,5	92,6	8,4	1,8	1,9	--	--	--
4	5,00	C	0,6	398,4	45,7	122,2	>9	1,9	1,9	--	--	--
5	5,80	C	0,4	287,7	39,4	102,2	7,1	1,8	1,9	--	--	--
6	10,20	C	0,7	525,5	48,4	145,9	8,0	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,6	1144,9	63,4	231,4	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	14,00	C	0,8	544,0	48,1	151,6	4,8	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	890,1	51,0	202,5	5,8	2,0	2,1	--	--	--

CPT 4

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	2,00	C	1,4	1054,0	56,6	215,9	>9	2,0	2,1	--	--	--
2	3,20	C	0,5	373,8	44,4	117,4	>9	1,9	1,9	--	--	--
3	5,40	C	0,7	520,1	48,4	143,4	8,9	1,9	2,0	--	--	--
4	6,60	CI	1,2	879,6	48,5	196,3	<0,5	2,0	2,1	<5	31,6	60,6
5	7,80	C	0,7	468,9	48,1	136,7	5,8	1,9	2,0	--	--	--
6	10,60	C	0,9	642,4	45,6	164,8	8,8	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,4	1035,6	57,8	218,6	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,80	C	0,8	518,0	48,3	147,9	5,0	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,5	1040,7	59,1	221,7	6,6	2,0	2,1	--	--	--

CPT 5

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey
1	0,80	I	--	--	4,8	8,3	<0,5	0,0	0,0	<5	28,7	0,3
2	3,00	C	0,6	422,8	46,3	125,2	>9	1,9	2,0	--	--	--
3	3,60	C	0,4	279,0	38,1	98,9	7,9	1,8	1,9	--	--	--
4	7,00	C	0,6	443,2	47,3	130,7	7,4	1,9	2,0	--	--	--
5	7,60	C	0,5	323,9	42,3	110,4	4,5	1,8	1,9	--	--	--
6	10,80	C	0,7	492,0	48,4	141,0	7,5	1,9	2,0	--	--	--
7	12,20	C	1,5	1062,4	59,0	221,5	>9	2,0	2,1	--	--	--
8	13,60	C	0,8	534,5	48,2	149,8	4,3	1,9	2,0	--	--	--
9	20,00	C	1,3	916,4	52,3	205,6	5,8	2,0	2,1	--	--	--

5.2. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO SU CAMPIONI INDISTURBATI

In data 31/07/2018 è stato fatto un approfondimento di indagine per determinare con prove edometriche in laboratorio il coefficiente di consolidazione del terreno: sono stati eseguiti due sondaggi a distruzione, con prelievo di quattro campioni indisturbati alle seguenti profondità dal p.c.:

S1

- C1 profondità 3,2- 3,5 m – limo sabbioso debolmente argilloso
- C2 profondità 6,8-7,35 m – limo sabbioso e limo argilloso
- C3 profondità 11,3-11,7 m – argilla debolmente limosa

S2

- C1 profondità 3,7- 4,05 m – limo sabbioso debolmente argilloso

I campioni hanno litologia fine, argilloso-limosa, sono stati prelevati in corrispondenza degli strati che dalle prove penetrometriche e dalle verifiche geotecniche preliminari avevano evidenziato i cedimenti maggiori.

In allegato 3 sono riportati i certificati di laboratorio, di seguito si riassumono i parametri determinati.

Sondaggio	Campione	Profondità	Peso di volume	Cc	Modulo	Cv	k
		m	kN/m ³		kPa	cm ² /sec	cm/sec
S1	C1	3,2-3,5	19,47	0,23	19912	0,001393	6,86E-09
S1	C2	6,8-7,35	18,98	0,306	15801	0,003511	2,18E-08
S1	C3	11,3-11,7	19,58	0,246	18127	0,000258	1,4E-09
S2	C3	3,7-4,05	19,23	0,217	21118	0,001782	8,27E-09

5.3. MODELLO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche descritte ai paragrafi precedenti, è stato possibile costruire il modello geologico del sito di indagine.

Il sottosuolo nell'area è costituito da una successione prevalentemente fine, costituita da depositi di piana alluvionale: la litologia attraversata è prevalentemente argillosa, con uno strato di limi sabbiosi tra 11 e 12 m dal p.c. attuale; a circa 20 m, profondità alla quale le prove si sono arrestate si riscontra uno strato sabbioso, che è documentato dalle stratigrafie dei pozzi per acqua in uso all'azienda (Allegato 2), e che ha lo spessore di circa 3 metri.

5.4. VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Le tabelle al paragrafo 5.1 riportano i parametri geotecnici nominali degli strati omogenei desunti dall'interpretazione delle prove penetrometriche.

Per le verifiche agli stati limite, come previsto al par.6.2.2 delle NTC2018 è necessario definire i valori caratteristici delle grandezze fisiche e meccaniche da attribuire ai terreni. Per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato.

La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici avviene in due fasi.

La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Tale scelta richiede una valutazione specifica da parte del progettista, per il necessario riferimento ai diversi tipi di verifica. Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.

Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

Nella scelta dei valori caratteristici è necessario tenere conto della specifica verifica e delle condizioni costruttive che ad essa corrispondono.

In particolare la scelta va fatta in funzione del volume significativo coinvolto dalle strutture di fondazione: appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile

compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti; al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

Le indagini geognostiche effettuate evidenziano una omogeneità nelle indagini eseguite, la fondazione che si intende adottare è del tipo diretto (plinti o travi rovesce), considerate l'omogeneità delle prove, si potrà fare riferimento a valori medi dei parametri geotecnici.

RELAZIONE SISMICA

AZIONE SISMICA

La sismicità di un territorio è strettamente legata al suo conteso tettonico strutturale, dunque alla presenza di strutture geologicamente “attive”. Alla base di ogni stima di pericolosità di un territorio vi è quindi la conoscenza della sua storia sismica e della geologia strutturale locale.

Per realizzare l'inquadramento sismotettonico della presente relazione sono stati utilizzati:

CPTI11 – Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani (A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini e M. Stucchi (a cura di), 2011. CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>, DOI: 10.6092/INGV.IT-CPTI11);

DBMI11 – Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11 (M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi; <http://emidius.mi.ingv.it/>);

Il Database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane DISS versione 3.11 (INGV – DISS Working Group, 2010; <http://diss.rm.ingv.it>), che contiene sorgenti individuali e composite di terremoti, intese come una rappresentazione georeferenziata semplificata e in 3D di faglie o regioni contenenti faglie in grado di generare terremoti di M 5.5 o superiore.

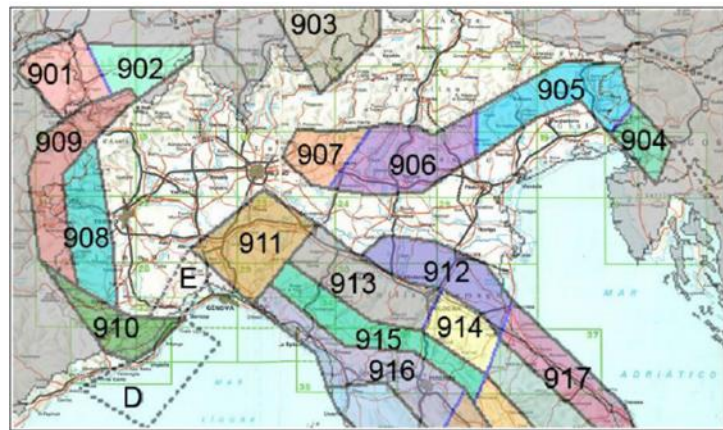
Carta sismotettonica dell'Emilia Romagna (scala 1:250.000, 2004) che riporta gli epicentri dei terremoti con Magnitudo $M > 4$, le strutture attive e quelle potenzialmente “sismogenetiche” della catena appenninica, del suo margine e quelle correlate alle strutture del sottosuolo padano – adriatico.

Macrozonazione sismogentica “ZS9” prodotta dall'INGV (2004)

6 SORGENTI SISMOGENETICHE

In riferimento alla macrozonazione ZS9, l'area di Carpi (loc. Migliarina – Budrione) ricade nella zona 912 (Dorsale ferrarese).

In questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi fino al suo margine, ma anche sismi per meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo della struttura di appenninica; ad essa viene attribuita una magnitudo massima di $M=6.0$.



Zonazione sismogenetica ZS9 (INGV, 2004)

In riferimento alla banca dati del DISS 3.2 l'area in studio ricade nella fascia sismogenetica ITCS051 (Novi-Poggio Renatico), ed è collocata al suo margine sud-occidentale; immediatamente a sud si riconosce la fascia sismogenetica ITCS049 (Reggio Emilia – Rolo) Fig.

22.

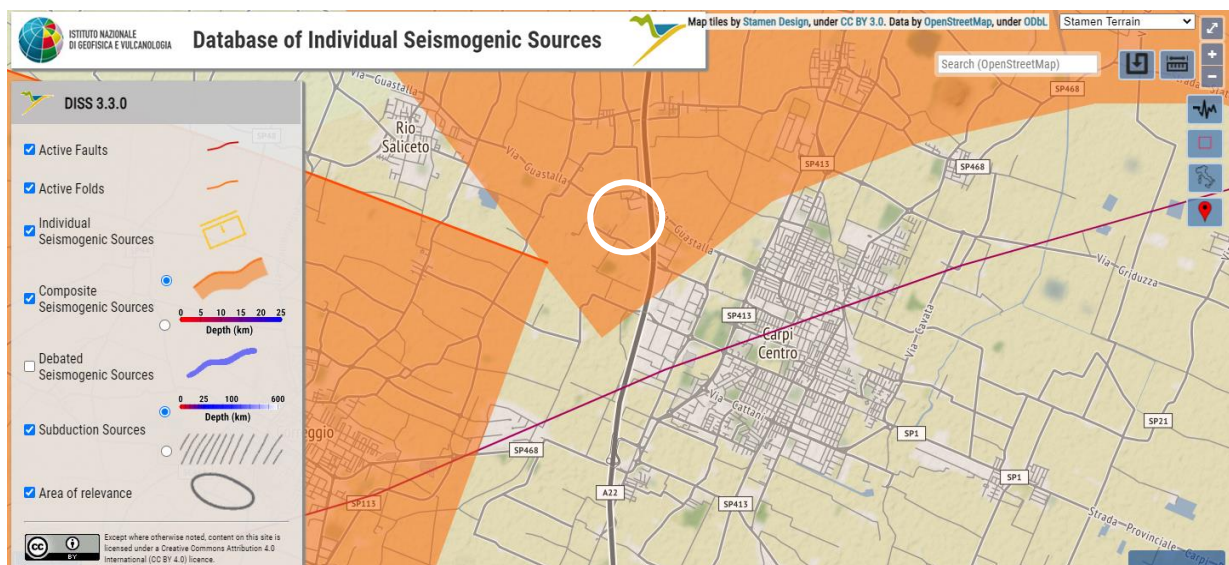


Fig. 22 Distribuzione delle zone sismogenetiche contenute in DISS 3.3.0

Nel seguito si fornisce una breve descrizione delle sorgenti sismogenetiche descritte.

Sorgente sismogenetica Novi-Poggio Renatico (cod. ITCS051)

Questa sorgente composita risulta ubicata nella regione della bassa valle del Reno e del Secchia e costituisce il fronte esterno del thrust dell'arco ferrarese. Questo sistema di faglie, NE vergente (verso l'esterno dell'arco), rappresenta il thrust più avanzato in direzione nord-est della catena appenninica, ben all'interno della piana del Po, con potenziali sorgenti sismogenetiche dannose.

Questa sorgente sismogenetica rappresenta la porzione principale del più esterno thrust cieco dell'Appennino Romagnolo e può spiegare l'elevata sismicità della regione. In realtà, i dati di sottosuolo (ad esempio, Cassano et al., 1986) mostrano anticlinali sepolte ben sviluppate, compresa quella di Mirandola. Inoltre, ci sono anomalie di drenaggio ben note in questo settore (es. Castaldini et al., 1979), per i quali Burrato et al. (2003) ipotizzano un'origine tettonica. Questi ultimi autori propongono che questi segmenti dei thrust ciechi, valutati da dati di sottosuolo, possono essere potenziali sorgenti di rari terremoti di $M_w > 5.5$ in questa zona. La magnitudo massima è stata valutata in similitudine alla più grande sorgente singola associata a tale struttura composita ($M_w 5.9$).

Sorgente sismogenetica Reggio Emilia-Rolo (cod. ITCS049)

Questa sorgente composita è stata riconosciuta nell'area a nord-est della città di Reggio Emilia e costituisce il fronte esterno del thrust dell'arco ferrarese. I cataloghi storici e strumentali mostrano una serie di terremoti da intermedi a dannosi che hanno interessato l'area, con magnitudo M_w da 5.2 a 5.5. La magnitudo massima associata a tale sorgente è stata basata sui dati regionali di sismicità ($M_w 5.5$).

7 STORIA SISMICA DI CARPI

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, si riporta di seguito un breve riepilogo delle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il Comune di Carpi.

Nello specifico, le informazioni riportate di seguito derivano dalla consultazione del DBMI15, il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15.

Pertanto, nella successiva tabella si intende:

- **Is** Intensità al sito (scala MCS)
- **Anno** Tempo origine: anno
- **Me** Tempo origine: mese
- **Gi** Tempo origine: giorno
- **Or** Tempo origine: ora
- **Mi** Tempo origine: minuti
- **Se** Tempo origine: secondi
- **Io** Intensità epicentrale nella scala MCS
- **Mw** Magnitudo momento

Il database Macrosismico Italiano disponibile al momento della redazione della presente relazione riporta 84 record relativi agli effetti per la località di Carpi. In figura 21 sono riportati quelli con effetti al sito pari o superiori al grado IV della scala MCS. I massimi effetti al sito noti dalle fonti storiche sono attribuibili al 7-8 grado della scala MCS.

File downloaded from CPTI15 - DBMI15					
Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015					
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia					
Seismic history of	Carpi				
PlaceID	IT_38203				
Coordinates (lat, lon)	44.784, 10.885				
Municipality (ISTAT 2015)	Carpi				
Province	Modena				
Region	Emilia-Romagna				
No. of reported earthquakes	84				

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
HD	1117 01 03 15 15	Veronese	55	9	6,52
F	1474 03 11 20 30	Modena	3	5	4,16
5	1624 03 19	Argenta	18	7-8	5,43
6-7	1661 03 21 23	Modenese	4	6-7	4,86
5	1666 04 14 18 58	Bolognese	3	5	4,16
5-6	1671 06 20 10	Modenese-Reggiano	8	7	5,27
4	1672 04 14 15 45	Riminese	92	8	5,59
4	1695 02 25 05 30	Asolano	107	10	6,4
6-7	1806 02 12	Reggiano	28	7	5,21
4-5	1811 07 15 22 44	Modenese-Reggiano	19	6-7	5,13
6	1818 12 09 18 55	Parmense	26	7	5,24
F	1828 10 09 02 20	Oltrepò Pavese	110	8	5,72
F	1831 07 14 15 30	Reggiano	8	5-6	4,6
6	1831 09 11 18 15	Pianura emiliana	25	7-8	5,48
3-4	1831 09 13 05 30	Pianura emiliana	7		
6	1832 03 11 06 45	Carpi	14	5	4,51
5	1832 03 11 08 45	Parmense	14		
3-4	1832 03 12 08 45	Reggiano	7		
7	1832 03 13 03 30	Reggiano	97	7-8	5,51
F	1832 03 14 04 40	Reggiano	5		
F	1832 03 14 07 41	Reggiano	7		
5	1832 04 19 14 14	Reggiano	5		
3	1834 02 14 13 15	Val di Taro-Lunigiana	112	9	5,96
4	1834 07 04 00 45	Val di Taro-Lunigiana	24	6-7	5,08
3	1834 10 04 19	Bolognese	12	6	4,71
3	1837 04 11 17	Lunigiana	60	9	5,94
3	1846 08 14 12	Colline Pisane	121	9	6,04
F	1850 09 18 06 20	Modenese	7	5	4,16
4	1860 07 17 13 43 31.00	Reggiano	5	4-5	3,93
4-5	1887 02 23 05 21 50.00	Liguria occidentale	1511	9	6,27
3	1889 03 08 02 57 04.00	Bolognese	38	5	4,53
NF	1898 01 16 13 10	Romagna settentrionale	110	6	4,59
NF	1908 06 28 03 19	Finale Emilia	11	4-5	3,93
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
NF	1910 03 22 23 29	Bassa modenese	15	5	4,16
5	1912 09 12 21 15	Carpi	13	4	3,76
6	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
4	1915 10 10 23 10	Reggiano	30	6	4,87
3	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
4-5	1918 05 06 08 05	Reggiano	8	5-6	4,41
6	1919 06 29 15 06 13.00	Mugello	565	10	6,38

6	1920 09 07 05 55 40.00	Garfagnana	750	10	6,53
3-4	1923 06 28 15 12	Modenese	22	6	5,04
7	1928 06 13 08	Carpi	35	6	4,67
5	1928 07 25 01 25	Carpi	3	4-5	3,93
3	1929 04 10 05 44	Bolognese	87	6	5,05
5	1929 04 19 04 16	Bolognese	82	6-7	5,13
3	1929 04 19 22 40	Bolognese	12	5-6	4,54
5	1929 04 20 01 10	Bolognese	109	7	5,36
4-5	1929 04 22 08 26	Bolognese	41	6-7	5,1
4	1929 05 11 19 23	Bolognese	64	6-7	5,29
4	1932 07 13 03 42	Reggiano	8	4-5	3,86
4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
3-4	1937 12 10 18 04	Frignano	28	6	5,3
4	1939 10 15 14 05	Garfagnana	62	6-7	4,96
2	1957 08 27 11 54	Appennino modenese	58	5	4,73
5	1963 11 04 15 46	Bassa modenese	5	5	4,16
4	1967 04 03 16 36 18.00	Reggiano	45	5	4,44
6	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	228	8	5,51
5	1971 09 11 23 18 12.00	Pianura emiliana	15	5	4,19
4	1972 10 25 21 56 11.31	Appennino settentrionale	198	5	4,87
5	1978 12 25 22 53 41.00	Bassa modenese	28	5	4,39
3	1980 12 23 12 01 06.00	Piacentino	69	6-7	4,57
4	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	850	6-7	5,04
2	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	604	6	4,43
4-5	1987 04 24 02 30 27.04	Reggiano	54	6	4,64
6	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	802	6	4,71
4	1987 05 08 11 10 27.88	Bassa modenese	24	6	4,44
5	1988 03 15 12 03 16.17	Reggiano	160	6	4,57
4	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	779	6-7	4,85
6-7	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	135	7	5,38
4	1996 10 26 04 56 54.10	Pianura emiliana	63	5-6	3,94
4	1996 10 26 06 50 26.94	Pianura emiliana	35	5-6	3,63
4-5	1996 11 25 19 47 53.85	Pianura emiliana	65	5-6	4,29
4-5	1996 12 16 09 09 53.08	Pianura emiliana	115	5-6	4,06
4	1997 05 12 22 13 52.50	Pianura emiliana	56	4-5	3,68
5	2000 06 18 07 42 07.68	Pianura emiliana	304	5-6	4,4
NF	2002 06 08 20 13 07.10	Frignano	115	4	4,23
NF	2002 06 18 22 23 38.10	Frignano	186	4	4,3
4	2003 09 14 21 42 53.18	Appennino bolognese	133	6	5,24
4-5	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	291	6-7	5,36
3-4	2011 07 17 18 30 27.31	Pianura lombardo-veneta	73	5	4,79
6	2012 05 29 07 00 02.88	Pianura emiliana	87	7-8	5,9

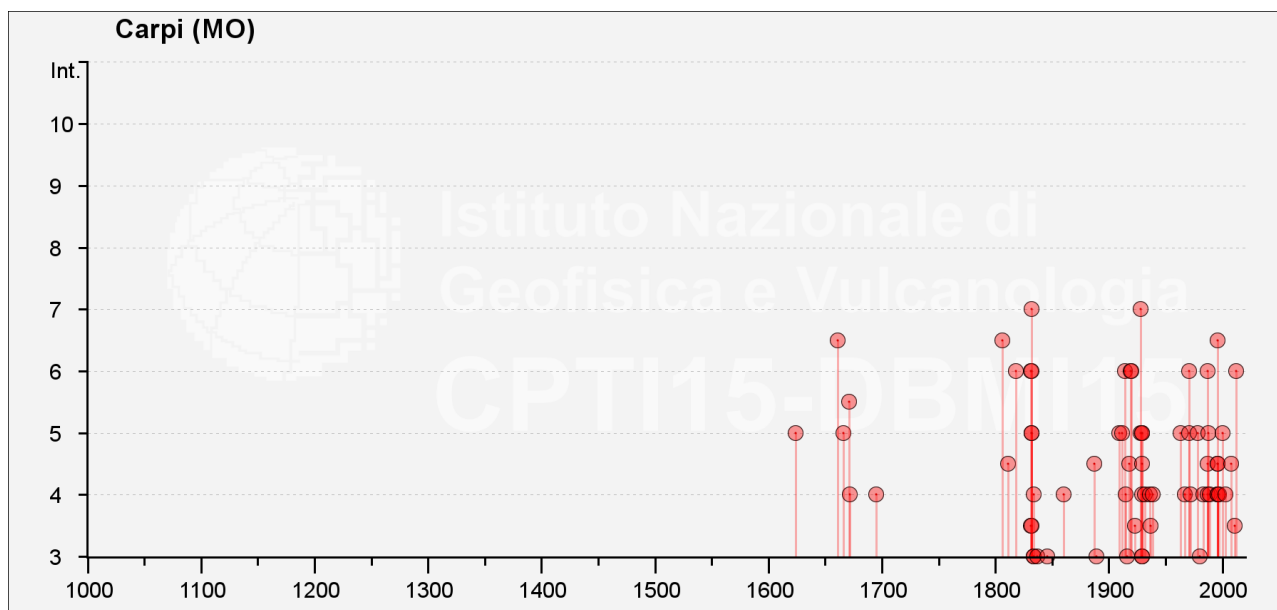


Fig. 23 Record del DBMI15 relativi agli effetti pari o superiori al grado IV della scala IMCS per la località Carpi. http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/place/IT_38203

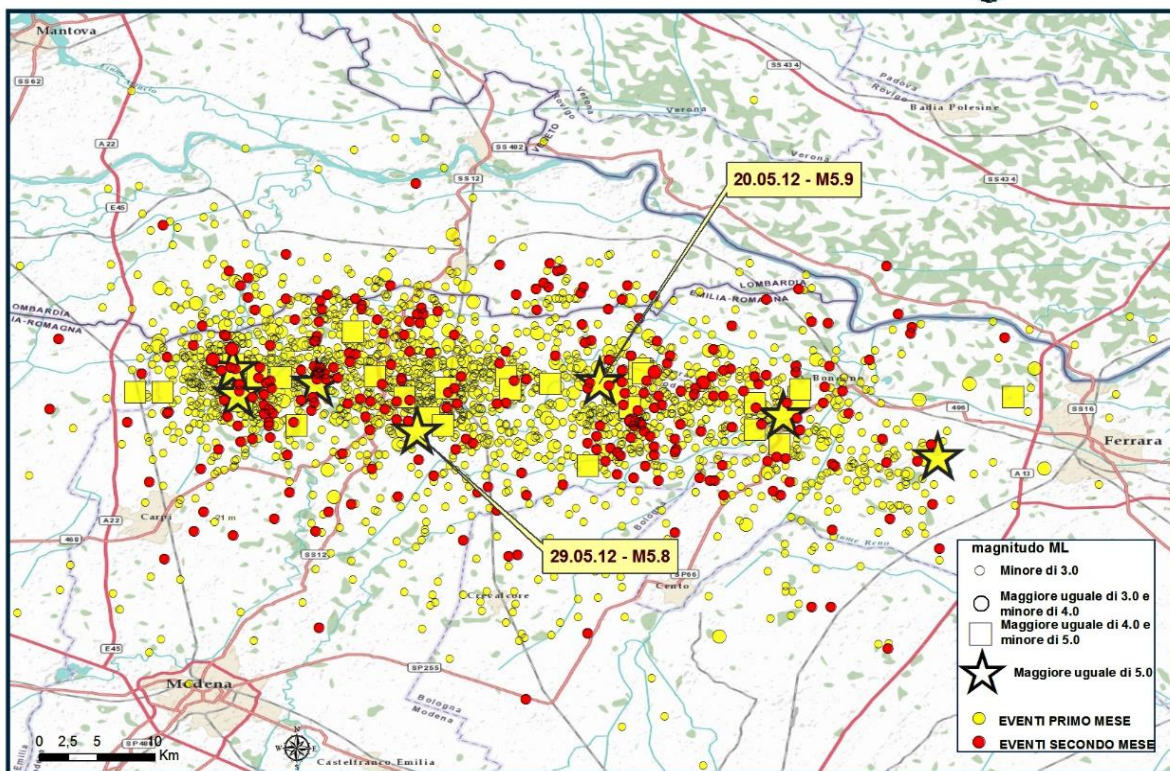
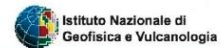
7.1. SEQUENZA SISMICA DEL 2012

In data 20 maggio 2012, ore 04:03, nel distretto sismico denominato “Pianura Padana Emiliana”, è avvenuto un sisma di magnitudo (MI) pari a 5.9 della scala Richter.

Tale sisma, localizzato dalla Rete Sismica Nazionale INGV, ha un epicentro posto a nord di Mirandola. La profondità ipocentrale è stimata a 6.3 Km dalla superficie.

In seguito a questo evento si è instaurata una lunga sequenza sismica, che ha interessato l'intera Dorsale Ferrarese, con frequenti eventi di magnitudo superiore a 4.0 gradi e ben 7 eventi in totale con magnitudo superiore a 5.0.

SEQUENZA SISMICA 20 maggio - 20 luglio



8 RAPPORTI TRA L'AREA ED IL PTCP

Nel presente capitolo sono stati presi in considerazione i rapporti tra l'area oggetto di intervento ed il PTCP 2009 della Provincia di Modena.

Rischio Sismico: Carta delle aree suscettibili degli effetti locali

Come si evince dalla “Carta delle aree suscettibili degli effetti locali” del PTCP 2009 (Fig. 24), l'ambito in esame ricade in parte in un'area individuata come “Area potenzialmente soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale liquefazione” (Fig. 24).

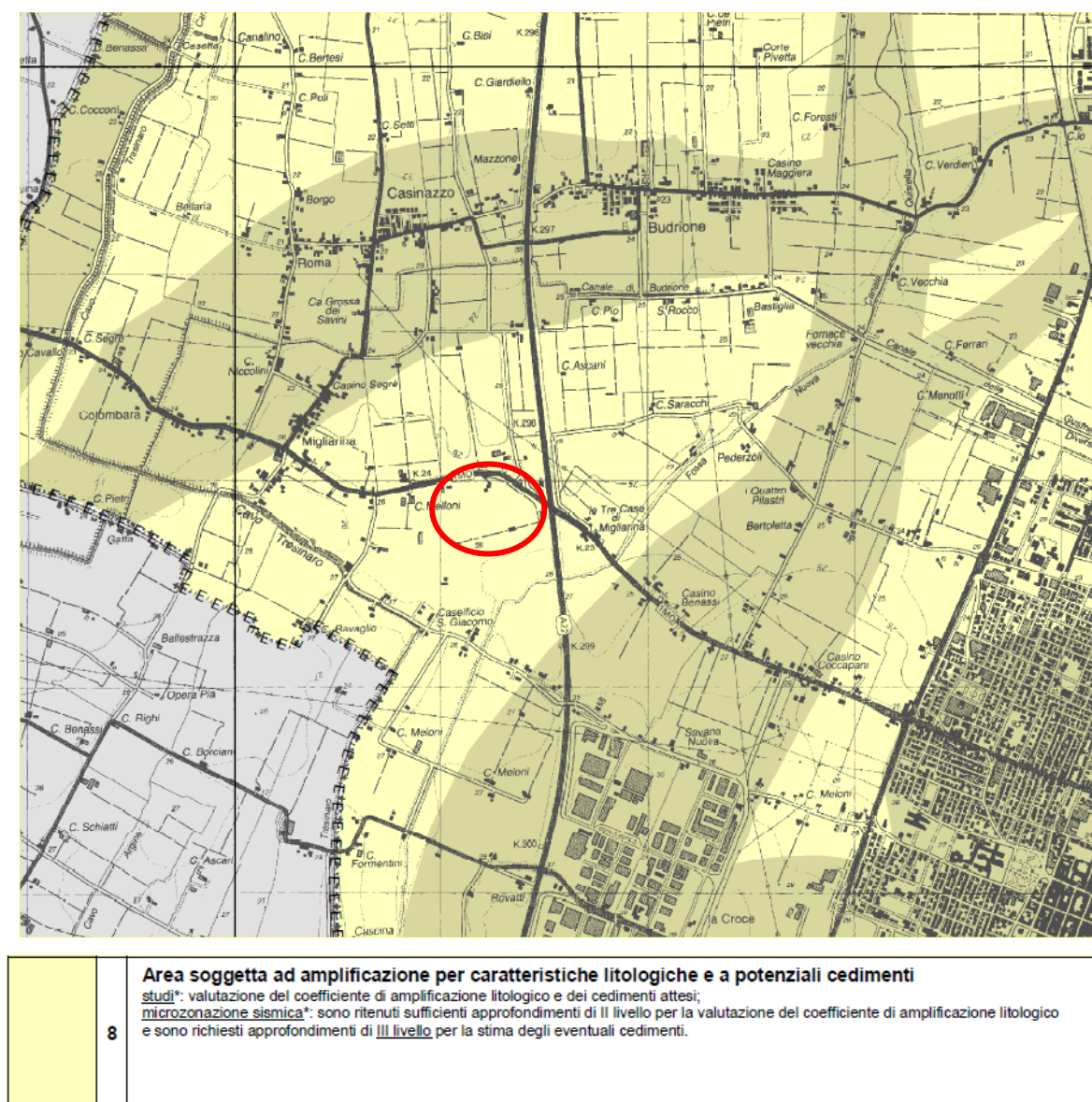


Fig. 24 CARTE DELLE SICUREZZE DEL TERRITORIO - Estratto TAV 2.2a.01 - Rischio Sismico: Carta delle aree suscettibili degli effetti locali - PTCP Provincia di Modena - Scala 1:10.000

Il moto sismico, considerando i suoi effetti in superficie, è però modificato anche dalle condizioni geologiche e morfologiche locali oltre che dalla situazione tettonico strutturale. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico e favorire fenomeni d'instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione (effetti locali). Sulla base di queste considerazioni la porzione di territorio in esame è definita dal PTCP in Area 8 "Area soggetta ad amplificazione per caratteristiche litologiche e a potenziale cedimenti".

La presenza di sabbie, soprattutto se incoerenti e ben classate, nei primi 20 m dal p.c. e della falda acquifera a profondità inferiore a 15 m dal p.c. costituiscono caratteri predisponenti al verificarsi del fenomeno della liquefazione in caso di forti scosse sismiche (magnitudo uguale o maggiore di 5). In questa zona dovranno essere valutati, oltre all'amplificazione, anche il potenziale di liquefazione e gli eventuali cedimenti.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

2004

Zona 4-Peliti prevalenti (con radi strati sabbiosi) fino almeno 20-30 m di profondità

Fig. 25 Estratto dall'Elaborato di PRG PS15/MS "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica"

Secondo la delibera dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna progr. n. 112 – oggetto n. 3121 del 2-5-2007: "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" al comune di Carpi è stato assegnato un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo $a_g = 0,154$.

La Giunta Regionale ha approvato l'aggiornamento degli indirizzi regionali per studi di microzonazione sismica (MS) per la pianificazione urbanistica, atto d'indirizzo ai sensi dell'art. 16 della LR 20/2000 (deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112 del 2 maggio 2007) Delibera Giunta regionale n. 2193 del 21 dicembre 2015, alla quale si è fatto riferimento.

9 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Sul lotto di intervento è stata eseguita una campagna sismica a rifrazione con metodo MASW di tipo attivo. L'indagine è stata svolta con l'obiettivo di determinare la velocità ponderata delle onde sismiche di taglio nei primi 30 metri a partire da piano campagna (V_{s30}), in riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio (N.T.C. 23/09/05), alla delibera G.R.E.R. (n. 1677 del 24/10/05) ed alle NTC2018.

Di seguito si riportano la metodologia della ricerca e i risultati dell'indagine eseguita.

9.1. METODO D'INDAGINE

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo multicanale "PASI 16S24-U", dotato di 24 geofoni verticali PASI con frequenza propria di 4,5 Hz, collegati allo strumento tramite cavi elettrici schermati.

Nella campagna di indagine del lavoro in oggetto è stato eseguito uno stendimento di 24 geofoni con spaziatura tra i geofoni di 2.0 metri per una lunghezza della linea sismica di 46 metri. L'energizzazione è stata eseguita a 2, 5 e 10 metri dal primo geofono.

L'elaborazione è stata effettuata con un software dedicato (Winmasw 6.0 – EliaSoft) in grado di gestire le fasi di preparazione, analisi, modellizzazione e restituzione finale.

Risultati–Determinazione delle categoria del suolo di fondazione

L'analisi delle onde di taglio (V_s) tramite metodo MASW, ha consentito di determinare gli spessori dei sismostrati e le relative velocità di taglio, come riportato in tabella e relativo diagramma, permettendo di calcolare il valore V_{s30} per la sezione indagata.

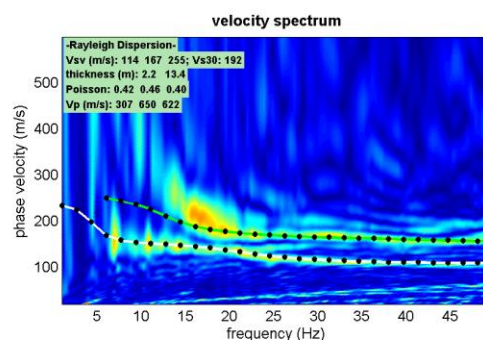
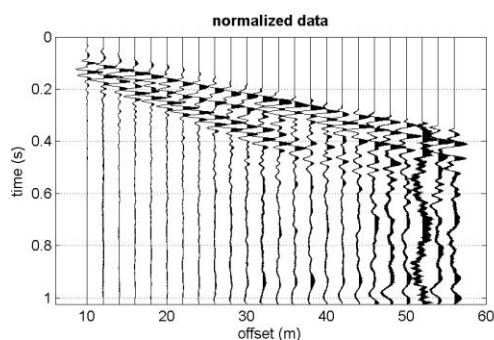
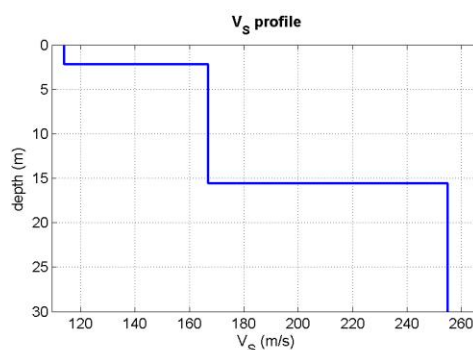
Per l'elaborazione è stata eseguita una correlazione tra i dati sismici e le prove CPT eseguite nell'area.

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti per la MASW eseguita.

Sismostratigrafia

Profondità da p.c. (m)	Spessore (m)	Velocità onde S (m/sec)
2.2	2.2	114
15.6	13.4	167
30.0	14.4	255

Il valore delle Vs30 calcolato rispetto al piano campagna è uguale a 192 m/s



- Sismogramma acquisito, la curva di dispersione e il profilo Vs/profondità-

Il valore Vs30 è risultato 192 m/sec pertanto secondo normativa la categoria di appartenenza del litotipo equivalente è la C:

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

9.2. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base è quella componente di pericolosità dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area. Essa fornisce, in termini probabilistici, per una certa regione e per un determinato periodo di tempo, i valori, corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza, dei parametri che descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto. Si riferisce a condizioni ideali di suolo roccioso affiorante e privo di irregolarità morfologiche e fornisce le caratteristiche del terremoto di riferimento atteso al sito.

Tali caratteristiche sono definite¹ quando sono noti l'accelerazione di picco orizzontale ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, entrambi riferiti a condizioni di suolo rigido e superficie topografica orizzontale.

La possibilità di descrivere l'azione sismica in forma di accelerogrammi è ammessa solo a condizione che essi siano compatibili con le predette caratteristiche del moto sismico.

La pericolosità sismica di base è definita secondo una procedura basata sui risultati dello studio dell'INGV, disponibili sul sito web² nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica". In tali mappe, la pericolosità si sgancia dalle divisioni amministrative e viene distribuita sui 10751 nodi, a distanza reciproca non superiore a 10 km, di un reticolo geografico regolare. Ogni nodo è caratterizzato da specifiche curve di pericolosità che definiscono la frequenza media annua di occorrenza di una serie di terremoti caratterizzati da diversi livelli di severità, espressa, ad esempio, in termini di a_g .

Anche la definizione di spettro elastico (attraverso 3 parametri di controllo) varia da punto a punto del reticolo e in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica.

Dal punto di vista temporale, la pericolosità non è più definita con riferimento ad un singolo valore del *periodo di ritorno*, $T_R = 475$ anni³, ma in corrispondenza di 9 valori, ovvero $T_R = 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975$ e 2475 anni. Questo coerentemente con un *approccio prestazionale alla progettazione*, basato sull'assunzione che, a fronte di un'azione sismica di intensità variabile e pertanto caratterizzata da un periodo di ritorno variabile, si richiedano alle strutture livelli di prestazione diversi.

¹ Per una prefissata P_{VR} .

² <http://esse1.mi.ingv.it/>

³ Considerato internazionalmente come il livello di pericolosità di riferimento per la progettazione di edifici ordinari allo stato limite ultimo.

I 3 parametri che definiscono la pericolosità sismica di base, in condizioni ideali di sito di riferimento, sono a_g , F_0 e T^*_c , rispettivamente definiti come: *accelerazione orizzontale massima del terreno, valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale, periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale*.

Essi sono necessari per la definizione dello spettro di risposta elastico rispetto ad uno specifico periodo di ritorno. Per ogni nodo del reticolo INGV sono forniti i grafici relativi alle curve di pericolosità e gli spettri di risposta a pericolosità uniforme (isoprobabili), corrispondenti alle diverse probabilità di eccedenza in 50 anni.

Si fa notare che, qualora il periodo di ritorno calcolato nell'approccio prestazionale fosse inferiore al valore minimo nello studio di pericolosità sismica dell'INGV (30 anni) o superiore al valore massimo considerato (2475 anni), si porrà pari a 30 anni nel primo caso e pari a 2475 anni nel secondo caso.

9.2.1. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE PER L'AREA DI STUDIO

I parametri di pericolosità sismica possono essere automaticamente ricavati, come espresso nella Circolare NTC08, dal software "Azioni sismiche – Spettri di risposta" scaricabile dal sito web del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che effettua le operazioni di interpolazione sia geografica, sia temporale richieste per la valutazione dell'azione sismica.

Come risultato, il software restituisce i 9 spettri di risposta elastici delle NTC08 (su roccia) e i 9 spettri a pericolosità uniforme dai quali sono stati derivati, per il sito in questione e per i 9 periodi di ritorno considerati.

Si riportano, di seguito, i valori dei parametri di riferimento che definiscono gli spettri di risposta elastici caratteristici del sito in esame per i 9 periodi di ritorno di riferimento (tabella 1).

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,042	2,528	0,248
50	0,053	2,512	0,264
72	0,062	2,514	0,274
101	0,074	2,456	0,277
140	0,088	2,478	0,269
201	0,103	2,569	0,268
475	0,151	2,577	0,270
975	0,203	2,526	0,277
2475	0,291	2,439	0,289

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 1 - Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento.

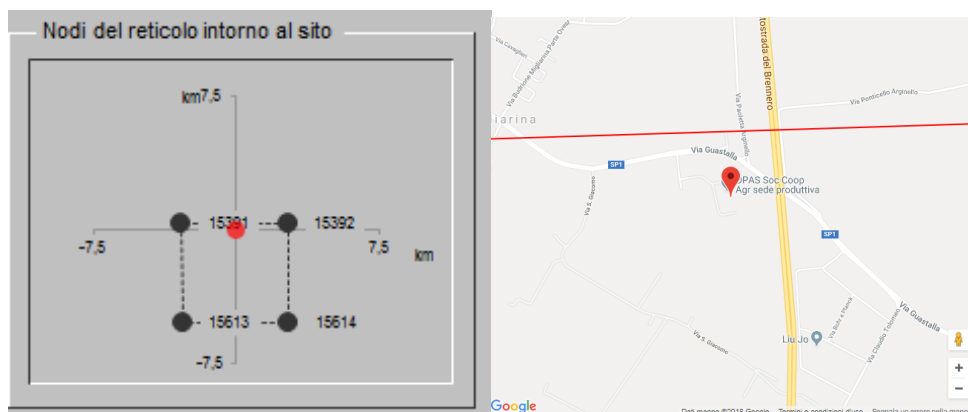


Fig. 26 Coordinate geografiche dei 4 punti della griglia INGV entro i quali ricade il sito in esame e distanza, in km, del sito da essi.

9.2.2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

L'associazione tra i livelli prestazionale definiti per una data struttura e la severità dello scuotimento sismico dipende dall'importanza dell'opera considerata.

In particolare, le NTC2018 prevedono che l'azione sismica sia associata ad un periodo di riferimento (V_R) dell'opera e ad una prefissata probabilità di eccedenza, cui è abbinato un periodo di ritorno T_R . V_R definisce il periodo di osservazione per l'accadimento di terremoti di severità prefissata in base a T_R , mentre *allo stato limite* è associata la probabilità di eccedenza, durante tale periodo, dell'azione sismica da considerare.

Per ogni tipo di costruzione, V_R è ottenuto come prodotto della *vita nominale dell'opera* (V_N) per il *coefficiente della classe d'uso* (C_u) della stessa e non può essere inferiore a 35 anni.

La V_N è indicata espressamente negli elaborati di progetto e, per il caso in esame risulta essere pari a **$V_N = 50$ anni** (Tipo di costruzione: costruzioni con livelli di prestazioni ordinari).

Le diverse strutture sono suddivise in *classi d'uso*, sulla base del livello di affollamento tipicamente presente nell'opera e delle possibili conseguenze, in termini sia di vittime, sia di rischi per l'ambiente, derivabili da un eventuale collasso o, comunque, da un'interruzione d'uso. A ciascuna classe d'uso è associato un valore del *coefficiente d'uso* C_u .

Nel caso in esame, la classe d'uso è la II, corrispondente ad un coefficiente d'uso C_u pari a **1**.

Da qui deriva, per la struttura in esame, un V_R pari a **50**.

Da un punto di vista prestazionale, la filosofia che sta alla base della definizione degli stati limite prevede che la struttura rimanga operativa, o comunque subisca danni tali da non comprometterne significativamente la resistenza, nel caso di terremoti meno severi e pertanto con una più elevata probabilità di verificarsi nel periodo di riferimento della struttura (superiore al 63%). Per contro, si accettano danni più significativi, sempre però garantendo la salvaguardia della vita degli occupanti, nel caso si verifichi un terremoto più severo, cui è associata una probabilità di occorrenza significativamente più bassa (5-10%) durante il periodo di riferimento dell'opera.

Per questo, ad ogni SL è associata una *probabilità di eccedenza* P_{VR} che rappresenta la probabilità di accadimento, nel periodo di riferimento V_R , di almeno un sisma avente periodo di ritorno T_R :

Stato Limite di Operatività	(SLO) - 81%
Stato Limite di Danno	(SLD) - 63%
Stato Limite di salvaguardia della Vita	(SLV) - 10%
Stato Limite di prevenzione del Collasso	(SLC) - 5%

Identificati V_R e P_{VR} , il periodo di ritorno dell'azione sismica, da considerare per l'opera in esame e per i diversi SL, può essere calcolato sulla base della relazione biunivoca riportata di seguito:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})}$$

Dall'equazione di cui sopra si ottengono le relazioni tra il periodo di ritorno e il periodo di riferimento per i 4 SL e i rispettivi parametri d'azione.

Per il sito in esame si riportano di seguito la tabella dei parametri d'azione e gli spettri elastici per i 4 periodi di ritorno e per i 4 SL:

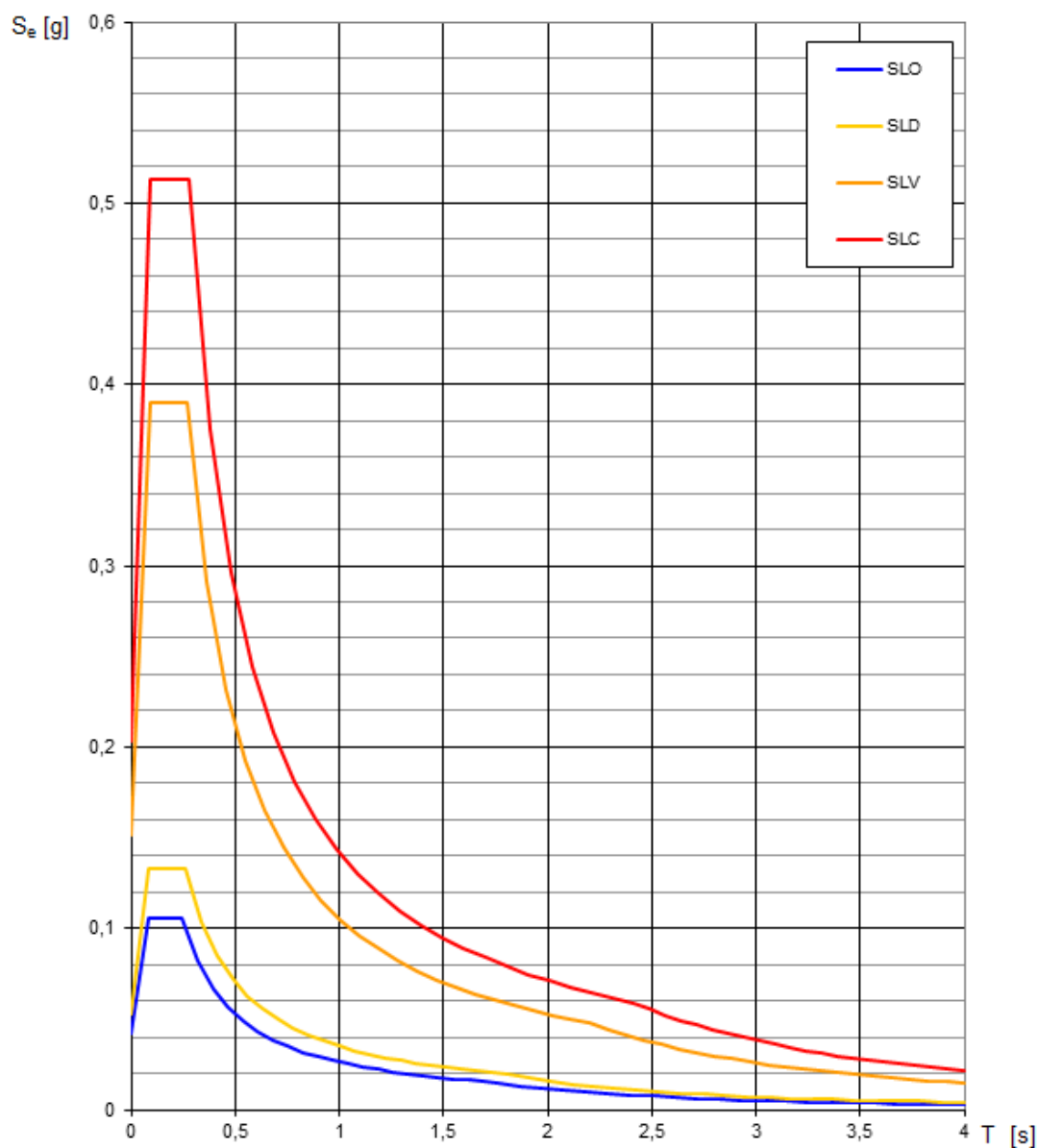
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,042	2,527	0,248
SLD	50	0,053	2,512	0,264
SLV	475	0,151	2,577	0,270
SLC	975	0,203	2,526	0,277

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Tabella 2 - Valori dei parametri a_g , F_o e T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento associati a ciascun SL.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Fig. 27 Spettri di risposta elastici per i 4 Stati Limite

9.2.3. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

L'utilizzo degli spettri di risposta elastici precedentemente descritti corrisponde ad esigere che, durante un terremoto di prefissata severità, la struttura in progetto (o esistente) mantenga un comportamento elastico lineare, evitando in tal modo qualsiasi alterazione della sua integrità. Questa filosofia, evidentemente molto gravosa dal punto di vista economico, viene di fatto utilizzata soltanto nel caso di strutture particolari, il cui danneggiamento anche lieve può provocare conseguenze molto gravi alla società. A parte questi casi di strutture particolari, tipicamente si ammette che, sotto l'azione del terremoto, la struttura possa uscire dal campo elastico e sia in grado di sfruttare le proprie risorse in campo anelastico. In altre parole, è consentito progettare una struttura per un livello di azione sismica più moderata rispetto a quella corrispondente ad un comportamento puramente elastico, ammettendo che, oltre il limite elastico, la struttura abbia un comportamento duttile e dissipativo.

Per *duttilità* si intende la capacità di una struttura di deformarsi anche dopo la plasticizzazione del primo elemento, senza raggiungere la rottura in modo fragile. A parità di duttilità, le strutture possono tuttavia rispondere in modo diverso, in relazione alla loro capacità di dissipare l'energia di deformazione accumulata nei cicli di carico e scarico indotti dal terremoto.

La filosofia delle normative più recenti, incluse le NTC018, è di mirare alla realizzazione di strutture con un prefissato livello di duttilità e con un'opportuna capacità dissipativa, grazie alla quale la struttura sia in grado di esibire riserve di resistenza oltre il limite di plasticizzazione del primo elemento, prima che si formi un meccanismo di collasso controllato, in accordo al criterio di gerarchia delle resistenze. Poiché dunque tali strutture, se correttamente progettate, possono attingere a risorse ulteriori una volta raggiunta la resistenza massima, per le strutture con adeguato comportamento dissipativo, le forze corrispondenti ad una risposta puramente elastica (risultati perciò dall'applicazione dello spettro di risposta elastico) possono essere ridotte.

In particolare, si dividono le ordinate dello spettro di risposta elastico per un coefficiente, detto *fattore di struttura* (q), il cui valore dipende dal materiale, dal tipo di sistema strutturale adottato e dal suo grado di iperplasticità.

Nella definizione degli spettri di risposta di progetto, le NTC08 adottano questa filosofia⁴.

Gli spettri di risposta di progetto in accelerazione per le componenti orizzontali, da utilizzare per la verifica degli stati limite ultimi, possono essere pertanto definiti solo qualora il progettista abbia calcolato il *fattore di struttura* (q), definito nel capitolo 7 delle NTC08 (punto 7.3.1), per le strutture dissipative.

Per la componente verticale dell'azione sismica, a meno di adeguate analisi giustificative, le NTC18 stabiliscono di utilizzare sempre un fattore di struttura $q = 1.5$, per qualunque tipologia strutturale e di materiale. Fanno eccezione i ponti, per i quali si richiede di adottare $q = 1$.

Per gli stati limite di esercizio, le NTC18 stabiliscono di utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per quelle verticali, gli spettri di progetto elastici riferiti al periodo di ritorno corrispondente a ciascun stato limite. Secondo le NTC18 questo avviene indipendentemente dal fatto che le strutture siano dissipative o non dissipative. Pertanto, nel caso degli stati limite di esercizio la risposta sismica della struttura è affidata esclusivamente alle sue caratteristiche di rigidità e resistenza.

⁴ Le righe di questo capitolo, fino alla presente nota, sono in gran parte state trascritte, integralmente, dalla seguente pubblicazione: C.G. Lai, S. Foti e M. Rota (2009) – Input sismico e stabilità geotecnica dei siti di costruzione. IUSS Press, 312 p.

9.2.4. EFFETTI DI SITO

Amplificazione stratigrafica

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo di cui al paragrafo § 3.2.2. delle NTC18. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione $a_{max} = S_s \cdot a_g$ dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Sono distinte 5 categorie speciali di sottosuolo (Tab. 3.2.II - § 3.2.2. delle NTC18), per determinati sistemi geotecnici o se si intende aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante specifiche analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.II - Tab. 3.2.III - § 3.2.2. delle NTC18.

Per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_s e C_c valgono 1. Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **E** i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati, in funzione dei valori di F_0 e T^*_C relativi al sottosuolo di categoria **A**, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.2.V (§3.2.3.2. delle NTC18), nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T^*_C)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T^*_C)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T^*_C)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T^*_C)^{-0,40}$

Tabella 4 - Tab. 3.2.V - § 3.2.3.2. delle NTC18.

Di seguito si riportano i valori del fattore di amplificazione stratigrafica S_s per il sito in esame, per la categoria di suolo “**C**” e per ogni Stato Limite, calcolati con l’approccio semplificato consentito dalle NTC18.

<table> <tr><th colspan="2">COMPONENTE ORIZZONTALE</th></tr> <tr><th colspan="2">Parametri indipendenti</th></tr> <tr><th colspan="2">Stato limite - SLO</th></tr> <tr><td>a_g</td><td>0,042 g</td></tr> <tr><td>F_0</td><td>2,527</td></tr> <tr><td>T^*_C</td><td>0,248 s</td></tr> <tr><td>S_s</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>C_c</td><td>1,663</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1</td></tr> </table>	COMPONENTE ORIZZONTALE		Parametri indipendenti		Stato limite - SLO		a_g	0,042 g	F_0	2,527	T^*_C	0,248 s	S_s	1,5	C_c	1,663	S_T	1	<table> <tr><th colspan="2">COMPONENTE ORIZZONTALE</th></tr> <tr><th colspan="2">Parametri indipendenti</th></tr> <tr><th colspan="2">Stato limite - SLD</th></tr> <tr><td>a_g</td><td>0,053 g</td></tr> <tr><td>F_0</td><td>2,512</td></tr> <tr><td>T^*_C</td><td>0,264 s</td></tr> <tr><td>S_s</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>C_c</td><td>1,629</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1</td></tr> </table>	COMPONENTE ORIZZONTALE		Parametri indipendenti		Stato limite - SLD		a_g	0,053 g	F_0	2,512	T^*_C	0,264 s	S_s	1,5	C_c	1,629	S_T	1
COMPONENTE ORIZZONTALE																																					
Parametri indipendenti																																					
Stato limite - SLO																																					
a_g	0,042 g																																				
F_0	2,527																																				
T^*_C	0,248 s																																				
S_s	1,5																																				
C_c	1,663																																				
S_T	1																																				
COMPONENTE ORIZZONTALE																																					
Parametri indipendenti																																					
Stato limite - SLD																																					
a_g	0,053 g																																				
F_0	2,512																																				
T^*_C	0,264 s																																				
S_s	1,5																																				
C_c	1,629																																				
S_T	1																																				
<table> <tr><th colspan="2">COMPONENTE ORIZZONTALE</th></tr> <tr><th colspan="2">Parametri indipendenti</th></tr> <tr><th colspan="2">Stato limite - SLV</th></tr> <tr><td>a_g</td><td>0,151 g</td></tr> <tr><td>F_0</td><td>2,577</td></tr> <tr><td>T^*_C</td><td>0,270 s</td></tr> <tr><td>S_s</td><td>1,466</td></tr> <tr><td>C_c</td><td>1,617</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1</td></tr> </table>	COMPONENTE ORIZZONTALE		Parametri indipendenti		Stato limite - SLV		a_g	0,151 g	F_0	2,577	T^*_C	0,270 s	S_s	1,466	C_c	1,617	S_T	1	<table> <tr><th colspan="2">COMPONENTE ORIZZONTALE</th></tr> <tr><th colspan="2">Parametri indipendenti</th></tr> <tr><th colspan="2">Stato limite - SLC</th></tr> <tr><td>a_g</td><td>0,203 g</td></tr> <tr><td>F_0</td><td>2,526</td></tr> <tr><td>T^*_C</td><td>0,277 s</td></tr> <tr><td>S_s</td><td>1,392</td></tr> <tr><td>C_c</td><td>1,604</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1</td></tr> </table>	COMPONENTE ORIZZONTALE		Parametri indipendenti		Stato limite - SLC		a_g	0,203 g	F_0	2,526	T^*_C	0,277 s	S_s	1,392	C_c	1,604	S_T	1
COMPONENTE ORIZZONTALE																																					
Parametri indipendenti																																					
Stato limite - SLV																																					
a_g	0,151 g																																				
F_0	2,577																																				
T^*_C	0,270 s																																				
S_s	1,466																																				
C_c	1,617																																				
S_T	1																																				
COMPONENTE ORIZZONTALE																																					
Parametri indipendenti																																					
Stato limite - SLC																																					
a_g	0,203 g																																				
F_0	2,526																																				
T^*_C	0,277 s																																				
S_s	1,392																																				
C_c	1,604																																				
S_T	1																																				

Amplificazione topografica

Considerando le condizioni topografiche e morfologiche dell'area di studio (pianura, superficie topografica sub-orizzontale), il coefficiente di amplificazione topografica S_T può essere assunto pari ad 1, sulla base delle categorie individuate dalle NTC18 (tabella 3.2.III).

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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 $i > 30^\circ$

Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 5 - Tabelle 3.2.IV e 3.2.VI – NTC08.

Per il sito in esame non si ha amplificazione topografica, essendo l'area pianeggiante (T1).

Accelerazione massima orizzontale al suolo

La determinazione dell'**accelerazione massima orizzontale al sito**, per i 4 stati limite, sarà data dalla formula:

Per quanto riguarda l'azione sismica, sono state calcolate l'accelerazione massima al suolo (a_{max}) e lo spostamento orizzontale massimo del suolo (d_g), oltre alla velocità orizzontale massima del suolo (v_g), considerando il valore ottenuto nello Stato Limite della Vita nello spettro di progetto.

SLV

$$a_{max} = S \times a_g = 2.1716 \text{ m/sec}^2$$

$$d_g = 0.025 \times S \times T_c \times T_d \times a_g = 0.0055 \text{ m}$$

$$v_g = 0.16 \times S \times T_c \times a_g = 0.015549 \text{ m/s}$$

I **coefficienti sismici orizzontale e verticale**, per il sito in esame, sono dati rispettivamente dalle seguenti formule:

$$k_h = \frac{\beta_s \cdot a_{\max}}{g}$$

dove: β_s è il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito ricavabile dalla sottostante tabella:

	<i>Categoria di sottosuolo</i>	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g (g) \leq 0,4$	0.30	0.28
$0,1 < a_g (g) \leq 0,2$	0.27	0.24
$a_g (g) \leq 0,1$	0.20	0.20

$$K_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Pertanto, i coefficienti sismici orizzontali e verticali per i 4 stati limite saranno:

Stato limite	k_h	k_v
SLO	0,015	$\pm 0,007$
SLD	0,019	$\pm 0,009$
SLV	0,057	$\pm 0,028$
SLC	0,068	$\pm 0,034$

Suscettibilità al manifestarsi del fenomeno della liquefazione

Come previsto dalla Del. G.R. 2193/2015 e dalle NTC2018 (Par.7.11.3.4) non si è proceduto alla verifica alla liquefazione, dal momento che non sono state riscontrate le cause predisponenti alla liquefazione, ovvero la profondità della falda che interessa le sabbie presenti a circa 19 m di profondità è superiore a 15 dal p.c.

CONCLUSIONI

La presente relazione tratta delle caratteristiche geologiche, sismiche e geotecniche dell'area aziendale di OPAS Alimentare S.r.l., situata in Via Guastalla a Carpi.

La presente è redatta ai fini della fattibilità geologica, sismica e geotecnica della variante non sostanziale al PPIP.

Il modello geologico e geotecnico è stato costruito sulla base dei parametri geotecnici desunti da specifiche indagini geognostiche e prove di laboratorio (5 prove penetrometriche statiche, 2 sondaggi a carotaggio con prelievo di 4 campioni indisturbati per prove edometriche) effettuate nell'area aziendale negli ultimi anni, a supporto di progetti esecutivi.

Sulla base delle verifiche effettuate, delle considerazioni ed ipotesi svolte, **si dichiara la fattibilità geologica della variante al PPIP rispetto alle condizioni prescritte dal D.M. 17/01/2018.**

Castelnovo Rangone (MO), 6 febbraio 2024

Dott.ssa Geol. Claudia Borelli



PROVA PENETROMETRICA STATICA

Committente: Opas Sca Cantiere: Via per Guastalla Località: Migliarina di Carpi	
---	--

Caratteristiche Strumentali PAGANI 100 kN

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica	35,7
Angolo di apertura punta	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

PROVA ... Nr.1

Committente: Opas Sca

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 18/06/2018

Profondità prova: 20,00 mt

Località: Migliarina di Carpi

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,40	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,60	0,00	0,0	0,0	0,0		
0,80	0,00	0,0	0,0	0,0		
1,00	0,00	0,0	0,0	0,0		
1,20	0,00	0,0	0,0	0,0		
1,40	0,00	0,0	0,0	0,533	0,0	
1,60	11,00	19,0	11,0	0,467	23,555	4,2
1,80	11,00	18,0	11,0	1,133	9,709	10,3
2,00	22,00	39,0	22,0 1,2		18,333	5,5
2,20	11,00	29,0	11,0	0,8	13,75	7,3
2,40	8,00	20,0	8,0	0,667	11,994	8,3
2,60	8,00	18,0	8,0 0,6		13,333	7,5
2,80	13,00	22,0	13,0	0,867	14,994	6,7
3,00	14,00	27,0	14,0	0,933	15,005	6,7
3,20	10,00	24,0	10,0	1,2	8,333	12,0
3,40	14,00	32,0	14,0	1,467	9,543	10,5
3,60	18,00	40,0	18,0	1,333	13,503	7,4
3,80	16,00	36,0	16,0	1,333	12,003	8,3
4,00	18,00	38,0	18,0	1,2	15,0	6,7
4,20	13,00	31,0	13,0	0,933	13,934	7,2
4,40	15,00	29,0	15,0	1,533	9,785	10,2
4,60	23,00	46,0	23,0	1,533	15,003	6,7
4,80	17,00	40,0	17,0	1,0	17,0	5,9
5,00	12,00	27,0	12,0	0,933	12,862	7,8
5,20	12,00	26,0	12,0	0,933	12,862	7,8
5,40	12,00	26,0	12,0	0,933	12,862	7,8
5,60	18,00	32,0	18,0	1,2	15,0	6,7
5,80	19,00	37,0	19,0 1,2		15,833	6,3
6,00	16,00	34,0	16,0	1,0	16,0	6,3
6,20	16,00	31,0	16,0	0,933	17,149	5,8
6,40	30,00	44,0	30,0	0,933	32,154	3,1
6,60	30,00	44,0	30,0 1,4		21,429	4,7
6,80	22,00	43,0	22,0	0,8	27,5	3,6
7,00	17,00	29,0	17,0	0,867	19,608	5,1
7,20	25,00	38,0	25,0	1,0	25,0	4,0
7,40	24,00	39,0	24,0	1,2	20,0	5,0
7,60	20,00	38,0	20,0	1,333	15,004	6,7
7,80	21,00	41,0	21,0	0,667	31,484	3,2
8,00	15,00	25,0	15,0	0,733	20,464	4,9
8,20	19,00	30,0	19,0	0,933	20,364	4,9
8,40	16,00	30,0	16,0	0,8	20,0	5,0
8,60	14,00	26,0	14,0	0,8	17,5	5,7
8,80	14,00	26,0	14,0	0,8	17,5	5,7
9,00	15,00	27,0	15,0	0,867	17,301	5,8
9,20	16,00	29,0	16,0	0,933	17,149	5,8
9,40	12,00	26,0	12,0	0,667	17,991	5,6
9,60	12,00	22,0	12,0	0,8	15,0	6,7
9,80	13,00	25,0	13,0	0,8	16,25	6,2
10,00	15,00	27,0	15,0	1,0	15,0	6,7
10,20	15,00	30,0	15,0	1,0	15,0	6,7
10,40	16,00	31,0	16,0 1,2		13,333	7,5
10,60	22,00	40,0	22,0	1,267	17,364	5,8
10,80	17,00	36,0	17,0 1,4		12,143	8,2
11,00	24,00	45,0	24,0	1,667	14,397	6,9
11,20	33,00	58,0	33,0	2,067	15,965	6,3
11,40	36,00	67,0	36,0	2,067	17,417	5,7
11,60	35,00	66,0	35,0	1,867	18,747	5,3
11,80	39,00	67,0	39,0	2,067	18,868	5,3

12,00	34,00	65,0	34,0	1,667	20,396	4,9
12,20	27,00	52,0	27,0	1,267	21,31	4,7
12,40	12,00	31,0	12,0	0,8	15,0	6,7
12,60	14,00	26,0	14,0	0,8	17,5	5,7
12,80	14,00	26,0	14,0	1,0	14,0	7,1
13,00	17,00	32,0	17,0	0,867	19,608	5,1
13,20	18,00	31,0	18,0	1,133	15,887	6,3
13,40	19,00	36,0	19,0	1,133	16,77	6,0
13,60	17,00	34,0	17,0	1,267	13,418	7,5
13,80	26,00	45,0	26,0	1,467	17,723	5,6
14,00	29,00	51,0	29,0	1,867	15,533	6,4
14,20	31,00	59,0	31,0	1,733	17,888	5,6
14,40	20,00	46,0	20,0 1,4		14,286	7,0
14,60	22,00	43,0	22,0	1,733	12,695	7,9
14,80	20,00	46,0	20,0	1,333	15,004	6,7
15,00	27,00	47,0	27,0	1,467	18,405	5,4
15,20	24,00	46,0	24,0	1,867	12,855	7,8
15,40	20,00	48,0	20,0	1,267	15,785	6,3
15,60	36,00	55,0	36,0	1,867	19,282	5,2
15,80	28,00	56,0	28,0	1,6	17,5	5,7
16,00	22,00	46,0	22,0	1,333	16,504	6,1
16,20	19,00	39,0	19,0	1,267	14,996	6,7
16,40	17,00	36,0	17,0	1,267	13,418	7,5
16,60	18,00	37,0	18,0	0,8	22,5	4,4
16,80	13,00	25,0	13,0	1,0	13,0	7,7
17,00	17,00	32,0	17,0 1,2		14,167	7,1
17,20	16,00	34,0	16,0	1,133	14,122	7,1
17,40	14,00	31,0	14,0	1,0	14,0	7,1
17,60	15,00	30,0	15,0	0,933	16,077	6,2
17,80	18,00	32,0	18,0	1,067	16,87	5,9
18,00	20,00	36,0	20,0	0,933	21,436	4,7
18,20	20,00	34,0	20,0	0,867	23,068	4,3
18,40	51,00	64,0	51,0	0,667	76,462	1,3
18,60	39,00	49,0	39,0	1,133	34,422	2,9
18,80	36,00	53,0	36,0	2,467	14,593	6,9
19,00	85,00	122,0	85,0	1,067	79,663	1,3
19,20	132,00	148,0	132,0 1,4		94,286	1,1
19,40	122,00	143,0	122,0	0,467	261,242	0,4
19,60	139,00	146,0	139,0	1,533	90,672	1,1
19,80	140,00	163,0	140,0 1,2		116,667	0,9
20,00	106,00	124,0	106,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,40	0,0	0,076	1,4	Coesivo	Stima non eseguibile
4,80	14,235	1,071	1,9	Coesivo	Argille organiche e terreni misti
7,80	19,6	1,022	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
10,80	15,4	0,933	1,9	Coesivo	Argilla inorganica compatta
12,20	32,571	1,81	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
18,80	22,091	1,263	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
20,00	120,667	0,945	2,0	Incoerente	Sabbie addensate o cementate

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	1,40	C	0,0	-3,7	0,0	0,0	<0.5	0,0	0,0	--	--	--	0,00
2	4,80	C	0,7	514,3	48,4	141,9	>9	1,9	2,0	--	--	--	208,86
3	7,80	C	1,0	692,2	42,9	172,5	6,3	2,0	2,0	--	--	--	250,97
4	10,80	C	0,8	512,7	48,3	148,8	3,8	1,9	2,0	--	--	--	256,64
5	12,20	C	1,6	1140,7	65,1	235,2	5,8	2,0	2,1	--	--	--	304,40
6	18,80	C	1,1	718,9	44,2	185,6	3,0	2,0	2,0	--	--	--	297,88
7	20,00	I	--	--	80,2	523,6	<0.5	1,9	2,2	<5	45,0	301,7	479,14

PROVA ... Nr.2

Committente: Opas Sca

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 18/06/2018

Profondità prova: 20,00 mt

Località: Migliarina di Carpi

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	4,00	17,0	4,0	1,267	3,157	31,7
0,40	10,00	29,0	10,0	2,4	4,167	24,0
0,60	19,00	55,0	19,0	2,467	7,702	13,0
0,80	49,00	86,0	49,0 1,2		40,833	2,4
1,00	17,00	35,0	17,0	1,533	11,089	9,0
1,20	16,00	39,0	16,0	1,6	10,0	10,0
1,40	15,00	39,0	15,0	1,467	10,225	9,8
1,60	14,00	36,0	14,0	1,333	10,503	9,5
1,80	18,00	38,0	18,0	1,333	13,503	7,4
2,00	19,00	39,0	19,0	1,733	10,964	9,1
2,20	18,00	44,0	18,0	1,333	13,503	7,4
2,40	16,00	36,0	16,0 1,2		13,333	7,5
2,60	10,00	28,0	10,0	0,4	25,0	4,0
2,80	8,00	14,0	8,0	0,4	20,0	5,0
3,00	10,00	16,0	10,0 0,6		16,667	6,0
3,20	12,00	21,0	12,0	0,733	16,371	6,1
3,40	12,00	23,0	12,0	0,6	20,0	5,0
3,60	11,00	20,0	11,0 0,6		18,333	5,5
3,80	12,00	21,0	12,0	0,733	16,371	6,1
4,00	14,00	25,0	14,0	0,733	19,1	5,2
4,20	14,00	25,0	14,0	0,8	17,5	5,7
4,40	16,00	28,0	16,0	0,667	23,988	4,2
4,60	25,00	35,0	25,0	0,4	62,5	1,6
4,80	14,00	20,0	14,0	1,0	14,0	7,1
5,00	12,00	27,0	12,0	0,533	22,514	4,4
5,20	14,00	22,0	14,0 0,6		23,333	4,3
5,40	10,00	19,0	10,0	0,533	18,762	5,3
5,60	14,00	22,0	14,0	0,533	26,266	3,8
5,80	28,00	36,0	28,0 0,6		46,667	2,1
6,00	16,00	25,0	16,0 0,6		26,667	3,8
6,20	13,00	22,0	13,0	0,867	14,994	6,7
6,40	16,00	29,0	16,0 0,6		26,667	3,8
6,60	22,00	31,0	22,0	0,733	30,014	3,3
6,80	25,00	36,0	25,0	1,133	22,065	4,5
7,00	17,00	34,0	17,0	0,733	23,192	4,3
7,20	9,00	20,0	9,0	0,667	13,493	7,4
7,40	9,00	19,0	9,0	0,6	15,0	6,7
7,60	11,00	20,0	11,0	0,533	20,638	4,8
7,80	12,00	20,0	12,0	0,933	12,862	7,8
8,00	10,00	24,0	10,0 0,6		16,667	6,0
8,20	11,00	20,0	11,0 0,6		18,333	5,5
8,40	10,00	19,0	10,0 0,6		16,667	6,0
8,60	13,00	22,0	13,0	0,8	16,25	6,2
8,80	14,00	26,0	14,0	0,8	17,5	5,7
9,00	15,00	27,0	15,0	0,933	16,077	6,2
9,20	13,00	27,0	13,0	0,933	13,934	7,2
9,40	13,00	27,0	13,0	1,0	13,0	7,7
9,60	14,00	29,0	14,0	1,067	13,121	7,6
9,80	14,00	30,0	14,0	0,867	16,148	6,2
10,00	11,00	24,0	11,0 0,6		18,333	5,5
10,20	11,00	20,0	11,0	0,733	15,007	6,7
10,40	13,00	24,0	13,0	0,867	14,994	6,7
10,60	17,00	30,0	17,0	1,067	15,933	6,3
10,80	18,00	34,0	18,0 1,4		12,857	7,8
11,00	16,00	37,0	16,0	1,267	12,628	7,9
11,20	29,00	48,0	29,0	2,133	13,596	7,4
11,40	32,00	64,0	32,0	2,267	14,116	7,1
11,60	33,00	67,0	33,0	2,467	13,377	7,5
11,80	30,00	67,0	30,0	1,867	16,069	6,2

12,00	32,00	60,0	32,0	2,0	16,0	6,3
12,20	16,00	46,0	16,0	0,933	17,149	5,8
12,40	12,00	26,0	12,0	0,867	13,841	7,2
12,60	12,00	25,0	12,0	0,733	16,371	6,1
12,80	14,00	25,0	14,0	0,8	17,5	5,7
13,00	15,00	27,0	15,0	1,067	14,058	7,1
13,20	16,00	32,0	16,0	0,933	17,149	5,8
13,40	13,00	27,0	13,0	0,867	14,994	6,7
13,60	12,00	25,0	12,0	0,733	16,371	6,1
13,80	11,00	22,0	11,0	0,667	16,492	6,1
14,00	11,00	21,0	11,0	0,733	15,007	6,7
14,20	10,00	21,0	10,0	0,667	14,993	6,7
14,40	9,00	19,0	9,0	0,6	15,0	6,7
14,60	15,00	24,0	15,0	0,867	17,301	5,8
14,80	17,00	30,0	17,0 1,4		12,143	8,2
15,00	15,00	36,0	15,0	1,133	13,239	7,6
15,20	16,00	33,0	16,0	0,867	18,454	5,4
15,40	29,00	42,0	29,0	1,867	15,533	6,4
15,60	30,00	58,0	30,0	1,6	18,75	5,3
15,80	20,00	44,0	20,0	1,333	15,004	6,7
16,00	15,00	35,0	15,0	0,733	20,464	4,9
16,20	11,00	22,0	11,0 0,6		18,333	5,5
16,40	8,00	17,0	8,0	0,533	15,009	6,7
16,60	8,00	16,0	8,0	0,867	9,227	10,8
16,80	41,00	54,0	41,0	1,067	38,425	2,6
17,00	38,00	54,0	38,0 0,6		63,333	1,6
17,20	51,00	60,0	51,0	0,933	54,662	1,8
17,40	40,00	54,0	40,0	0,667	59,97	1,7
17,60	25,00	35,0	25,0	1,133	22,065	4,5
17,80	17,00	34,0	17,0 1,2		14,167	7,1
18,00	22,00	40,0	22,0 1,2		18,333	5,5
18,20	18,00	36,0	18,0	1,067	16,87	5,9
18,40	21,00	37,0	21,0	1,2	17,5	5,7
18,60	15,00	33,0	15,0	0,8	18,75	5,3
18,80	21,00	33,0	21,0	1,067	19,681	5,1
19,00	20,00	36,0	20,0 1,8		11,111	9,0
19,20	21,00	48,0	21,0	0,933	22,508	4,4
19,40	60,00	74,0	60,0	1,133	52,957	1,9
19,60	70,00	87,0	70,0 1,8		38,889	2,6
19,80	65,00	92,0	65,0 1,2		54,167	1,8
20,00	86,00	104,0	86,0	0,0		0,0

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
2,40	17,917	1,572	1,9	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
5,40	12,933	0,622 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
7,00	18,875	0,725 1,9		Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
10,40	11,941	0,773 1,9		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
12,00	25,875	1,809 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
16,60	14,565	0,93 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
19,20	26,923	1,051 1,9		Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
20,00	70,25	1,033 2,0		Incoerente Sabbie	

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr:	Numero progressivo strato
Prof:	Profondità strato (m)
Tipo:	C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
Cu:	Coesione non drenata (Kg/cm ²)
Eu:	Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm ²)
Mo:	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
G:	Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm ²)
OCR:	Grado di sovraconsolidazione
Puv:	Peso unità di volume (t/m ³)
PuvS:	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Dr:	Densità relativa (%)
Fi:	Angolo di resistenza al taglio (°)
Ey:	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Vs:	Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Fi	Ey	Vs
1	2,40	C	0,9	663,3	46,0	163,3	>9	2,0	2,0	--	--	--	190,97
2	5,40	C	0,6	457,2	47,8	133,8	6,0	1,9	2,0	--	--	--	217,26
3	7,00	CI	0,9	663,6	44,4	168,5	<0.5	2,0	2,0	13,1	25,5	47,2	261,12
4	10,40	C	0,6	385,8	46,8	127,4	3,3	1,9	1,9	--	--	--	243,38
5	12,00	C	1,3	890,2	51,7	204,4	5,8	2,0	2,1	--	--	--	291,63
6	16,60	C	0,7	443,7	48,4	143,9	2,3	1,9	2,0	--	--	--	273,36
7	19,20	CI	1,3	881,5	53,8	209,4	<0.5	2,0	2,1	<5	29,1	67,3	325,94
8	20,00	I	--	--	63,5	376,2	<0.5	1,9	2,2	<5	45,0	175,6	419,40

PROVA ... Nr.3

Committente: OPAS Spa

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 10/08/2018

Profondità prova: 20,00 mt

Località: Carpi

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	6,00	13,0	6,138	2,8	2,192	45,6
0,40	28,00	70,0	28,138	2,533	11,109	9,0
0,60	86,00	124,0	86,138	1,067	80,729	1,2
0,80	83,00	99,0	83,138	1,133	73,379	1,4
1,00	79,00	96,0	79,138 1,2		65,948	1,5
1,20	17,00	35,0	17,276 1,0		17,276	5,8
1,40	16,00	31,0	16,276	0,933	17,445	5,7
1,60	15,00	29,0	15,276 1,0		15,276	6,5
1,80	15,00	30,0	15,276	1,2	12,73	7,9
2,00	14,00	32,0	14,276	1,133	12,6	7,9
2,20	11,00	28,0	11,414	0,733	15,572	6,4
2,40	8,00	19,0	8,414	0,467	18,017	5,6
2,60	5,00	12,0	5,414 0,4		13,535	7,4
2,80	7,00	13,0	7,414	0,533	13,91	7,2
3,00	10,00	18,0	10,414 0,8		13,018	7,7
3,20	10,00	22,0	10,552 0,6		17,587	5,7
3,40	15,00	24,0	15,552	0,733	21,217	4,7
3,60	11,00	22,0	11,552	0,733	15,76	6,3
3,80	9,00	20,0	9,552	0,533	17,921	5,6
4,00	8,00	16,0	8,552	0,667	12,822	7,8
4,20	10,00	20,0	10,69	0,733	14,584	6,9
4,40	12,00	23,0	12,69	0,867	14,637	6,8
4,60	8,00	21,0	8,69	1,0	8,69	11,5
4,80	12,00	27,0	12,69	0,867	14,637	6,8
5,00	11,00	24,0	11,69	0,733	15,948	6,3
5,20	7,00	18,0	7,828	0,333	23,508	4,3
5,40	7,00	12,0	7,828	0,533	14,687	6,8
5,60	7,00	15,0	7,828 0,6		13,047	7,7
5,80	9,00	18,0	9,828	1,133	8,674	11,5
6,00	20,00	37,0	20,828 1,0		20,828	4,8
6,20	26,00	41,0	26,966 1,0		26,966	3,7
6,40	11,00	26,0	11,966	0,733	16,325	6,1
6,60	13,00	24,0	13,966	0,733	19,053	5,2
6,80	13,00	24,0	13,966	0,867	16,108	6,2
7,00	12,00	25,0	12,966 0,8		16,208	6,2
7,20	16,00	28,0	17,104	1,133	15,096	6,6
7,40	14,00	31,0	15,104	1,067	14,156	7,1
7,60	12,00	28,0	13,104	0,933	14,045	7,1
7,80	12,00	26,0	13,104	1,133	11,566	8,6
8,00	13,00	30,0	14,104	0,8	17,63	5,7
8,20	11,00	23,0	12,242	0,733	16,701	6,0
8,40	8,00	19,0	9,242	0,933	9,906	10,1
8,60	9,00	23,0	10,242	1,067	9,599	10,4
8,80	12,00	28,0	13,242 1,0		13,242	7,6
9,00	15,00	30,0	16,242	1,133	14,335	7,0
9,20	14,00	31,0	15,38	1,0	15,38	6,5
9,40	14,00	29,0	15,38	0,933	16,484	6,1
9,60	12,00	26,0	13,38	0,933	14,341	7,0
9,80	14,00	28,0	15,38	1,067	14,414	6,9
10,00	15,00	31,0	16,38	1,333	12,288	8,1
10,20	16,00	36,0	17,518	1,733	10,108	9,9
10,40	12,00	38,0	13,518	1,467	9,215	10,9
10,60	22,00	44,0	23,518	1,667	14,108	7,1
10,80	25,00	50,0	26,518	1,733	15,302	6,5
11,00	32,00	58,0	33,518	2,067	16,216	6,2
11,20	39,00	70,0	40,656 2,6		15,637	6,4
11,40	39,00	78,0	40,656	2,267	17,934	5,6
11,60	37,00	71,0	38,656	2,467	15,669	6,4
11,80	33,00	70,0	34,656	2,133	16,248	6,2

12,00	35,00	67,0	36,656 2,2		16,662	6,0
12,20	27,00	60,0	28,794	1,467	19,628	5,1
12,40	18,00	40,0	19,794	0,933	21,215	4,7
12,60	11,00	25,0	12,794 0,6		21,323	4,7
12,80	13,00	22,0	14,794	0,733	20,183	5,0
13,00	16,00	27,0	17,794 0,8		22,243	4,5
13,20	10,00	22,0	11,932 1,0		11,932	8,4
13,40	11,00	26,0	12,932	0,867	14,916	6,7
13,60	14,00	27,0	15,932 1,2		13,277	7,5
13,80	15,00	33,0	16,932 1,0		16,932	5,9
14,00	18,00	33,0	19,932	1,2	16,61	6,0
14,20	28,00	46,0	30,07 1,4		21,479	4,7
14,40	22,00	43,0	24,07	1,467	16,408	6,1
14,60	17,00	39,0	19,07	1,067	17,873	5,6
14,80	17,00	33,0	19,07	0,867	21,995	4,5
15,00	18,00	31,0	20,07 1,4		14,336	7,0
15,20	32,00	53,0	34,208	2,533	13,505	7,4
15,40	40,00	78,0	42,208 2,4		17,587	5,7
15,60	35,00	71,0	37,208	2,733	13,614	7,3
15,80	28,00	69,0	30,208	2,133	14,162	7,1
16,00	26,00	58,0	28,208	1,933	14,593	6,9
16,20	23,00	52,0	25,346	1,533	16,534	6,0
16,40	28,00	51,0	30,346	1,933	15,699	6,4
16,60	27,00	56,0	29,346	1,667	17,604	5,7
16,80	28,00	53,0	30,346	1,733	17,511	5,7
17,00	26,00	52,0	28,346	1,667	17,004	5,9
17,20	14,00	39,0	16,484	1,133	14,549	6,9
17,40	12,00	29,0	14,484	0,867	16,706	6,0
17,60	14,00	27,0	16,484	0,867	19,013	5,3
17,80	22,00	35,0	24,484	1,467	16,69	6,0
18,00	26,00	48,0	28,484	1,733	16,436	6,1
18,20	24,00	50,0	26,622 1,6		16,639	6,0
18,40	18,00	42,0	20,622	1,333	15,47	6,5
18,60	20,00	40,0	22,622	1,133	19,966	5,0
18,80	21,00	38,0	23,622	1,067	22,139	4,5
19,00	23,00	39,0	25,622	1,333	19,221	5,2
19,20	24,00	44,0	26,76	1,533	17,456	5,7
19,40	23,00	46,0	25,76	1,267	20,331	4,9
19,60	20,00	39,0	22,76	1,133	20,088	5,0
19,80	17,00	34,0	19,76	1,067	18,519	5,4
20,00	19,00	35,0	21,76 1,0		21,76 4,6	

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
1,00	56,538	1,747	1,9	Incoerente-Coesivo	Terre Limo sabbiose - Sabbie Arg. - Limi
2,20	14,966	1,0 1,9		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
2,80	7,081	0,467 1,8		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5,00	11,148	0,751 1,9		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5,80	8,328	0,65 1,8		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
10,20	14,9	1,003 1,9		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
12,20	31,715	2,007 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
14,00	15,871	0,926 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
20,00	25,482	1,467 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvSDr	Fi	Ey	Vs	
1	1,00	CI	2,82	116,6	113,1	329,5	<0,5	2,1	2,2 <5	42,0	141,3	251,36	
2	2,20	C	0,75	49,8	48,4	146,3	>91,9	2,0	-- --	--	193,53		
3	2,80	C	0,42	50,5	35,5	92,6	8,41,8	1,9	-- --	--	176,72		
4	5,00	C	0,63	98,4	45,7	122,2	>91,9	1,9	-- --	--	200,19		
5	5,80	C	0,42	87,7	39,4	102,2	7,11,8	1,9	-- --	--	196,77		
6	10,20	C	0,75	25,5	48,4	145,9	8,01,9	2,0	-- --	--	229,35		
7	12,20	C	1,61	144,9	63,4	231,4	>92,0	2,1	-- --	--	275,40		
8	14,00	C	0,85	44,0	48,1	151,6	4,81,9	2,0	-- --	--	248,54		
		9	20,00		C	1,38	90,1	51,0	202,5	5,82,0	2,1	-- --	-- 281,6 2

PROVA ... Nr.4

Committente: OPAS Spa

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 10/08/2018

Profondità prova: 20,00 mt

Località: Carpi

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm²)	Lettura laterale (Kg/cm²)	qc (Kg/cm²)	fs (Kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	20,00	27,0	20,138	0,267	75,423	1,3
0,40	36,00	40,0	36,138	1,133	31,896	3,1
0,60	33,00	50,0	33,138	1,467	22,589	4,4
0,80	24,00	46,0	24,138	1,133	21,305	4,7
1,00	26,00	43,0	26,138	1,267	20,63	4,8
1,20	38,00	57,0	38,276	2,0	19,138	5,2
1,40	30,00	60,0	30,276	1,467	20,638	4,8
1,60	25,00	47,0	25,276	1,533	16,488	6,1
1,80	23,00	46,0	23,276	1,733	13,431	7,4
2,00	26,00	52,0	26,276	2,667	9,852	10,1
2,20	13,00	53,0	13,414	1,2	11,178	8,9
2,40	7,00	25,0	7,414	0,667	11,115	9,0
2,60	6,00	16,0	6,414	0,667	9,616	10,4
2,80	10,00	20,0	10,414	0,6	17,357	5,8
3,00	15,00	24,0	15,414	0,733	21,029	4,8
3,20	9,00	20,0	9,552	0,667	14,321	7,0
3,40	11,00	21,0	11,552	0,267	43,266	2,3
3,60	18,00	22,0	18,552	0,6	30,92	3,2
3,80	12,00	21,0	12,552	0,733	17,124	5,8
4,00	16,00	27,0	16,552	0,667	24,816	4,0
4,20	12,00	22,0	12,69	0,867	14,637	6,8
4,40	13,00	26,0	13,69	0,8	17,113	5,8
4,60	13,00	25,0	13,69	0,8	17,113	5,8
4,80	13,00	25,0	13,69	0,867	15,79	6,3
5,00	16,00	29,0	16,69	0,867	19,25	5,2
5,20	13,00	26,0	13,828	0,933	14,821	6,7
5,40	15,00	29,0	15,828	1,067	14,834	6,7
5,60	22,00	38,0	22,828	0,867	26,33	3,8
5,80	19,00	32,0	19,828	1,333	14,875	6,7
6,00	33,00	53,0	33,828	1,333	25,377	3,9
6,20	20,00	40,0	20,966	0,533	39,336	2,5
6,40	30,00	38,0	30,966	0,667	46,426	2,2
6,60	16,00	26,0	16,966	0,867	19,569	5,1
6,80	10,00	23,0	10,966	0,667	16,441	6,1
7,00	12,00	22,0	12,966	0,4	32,415	3,1
7,20	16,00	22,0	17,104	0,6	28,507	3,5
7,40	12,00	21,0	13,104	0,733	17,877	5,6
7,60	12,00	23,0	13,104	1,0	13,104	7,6
7,80	12,00	27,0	13,104	0,933	14,045	7,1
8,00	19,00	33,0	20,104	1,4	14,36	7,0
8,20	15,00	36,0	16,242	1,2	13,535	7,4
8,40	20,00	38,0	21,242	1,4	15,173	6,6
8,60	18,00	39,0	19,242	1,333	14,435	6,9
8,80	17,00	37,0	18,242	1,333	13,685	7,3
9,00	16,00	36,0	17,242	1,133	15,218	6,6
9,20	13,00	30,0	14,38	1,133	12,692	7,9
9,40	16,00	33,0	17,38	1,267	13,717	7,3
9,60	17,00	36,0	18,38	1,4	13,129	7,6
9,80	19,00	40,0	20,38	1,533	13,294	7,5
10,00	18,00	41,0	19,38	1,4	13,843	7,2
10,20	19,00	40,0	20,518	1,4	14,656	6,8
10,40	17,00	38,0	18,518	1,4	13,227	7,6
10,60	12,00	33,0	13,518	1,467	9,215	10,9
10,80	24,00	46,0	25,518	1,667	15,308	6,5
11,00	30,00	55,0	31,518	2,333	13,51	7,4
11,20	31,00	66,0	32,656	2,333	13,997	7,1
11,40	32,00	67,0	33,656	2,267	14,846	6,7
11,60	31,00	65,0	32,656	2,267	14,405	6,9
11,80	24,00	58,0	25,656	2,0	12,828	7,8

12,00	26,00	56,0	27,656	1,533	18,04	5,5
12,20	20,00	43,0	21,794	1,533	14,217	7,0
12,40	11,00	34,0	12,794 1,2		10,662	9,4
12,60	10,00	28,0	11,794 1,0		11,794	8,5
12,80	10,00	25,0	11,794	0,733	16,09	6,2
13,00	18,00	29,0	19,794	0,733	27,004	3,7
13,20	12,00	23,0	13,932	0,533	26,139	3,8
13,40	13,00	21,0	14,932 1,0		14,932	6,7
13,60	16,00	31,0	17,932	1,333	13,452	7,4
13,80	17,00	37,0	18,932	1,533	12,35	8,1
14,00	23,00	46,0	24,932	1,933	12,898	7,8
14,20	36,00	65,0	38,07	2,133	17,848	5,6
14,40	30,00	62,0	32,07	2,133	15,035	6,7
14,60	26,00	58,0	28,07	1,4	20,05	5,0
14,80	34,00	55,0	36,07	1,733	20,814	4,8
15,00	22,00	48,0	24,07 1,4		17,193	5,8
15,20	38,00	59,0	40,208	2,467	16,298	6,1
15,40	41,00	78,0	43,208	2,667	16,201	6,2
15,60	39,00	79,0	41,208 2,8		14,717	6,8
15,80	42,00	84,0	44,208	2,533	17,453	5,7
16,00	36,00	74,0	38,208 2,2		17,367	5,8
16,20	30,00	63,0	32,346	1,867	17,325	5,8
16,40	24,00	52,0	26,346 1,6		16,466	6,1
16,60	22,00	46,0	24,346	1,4	17,39	5,8
16,80	20,00	41,0	22,346	1,467	15,232	6,6
17,00	23,00	45,0	25,346	1,267	20,005	5,0
17,20	21,00	40,0	23,484 1,6		14,678	6,8
17,40	18,00	42,0	20,484	0,933	21,955	4,6
17,60	27,00	41,0	29,484	1,4	21,06	4,7
17,80	31,00	52,0	33,484	2,2	15,22	6,6
18,00	26,00	59,0	28,484	1,533	18,581	5,4
18,20	24,00	47,0	26,622 1,4		19,016	5,3
18,40	23,00	44,0	25,622	1,533	16,714	6,0
18,60	20,00	43,0	22,622	1,133	19,966	5,0
18,80	20,00	37,0	22,622	1,133	19,966	5,0
19,00	18,00	35,0	20,622	1,067	19,327	5,2
19,20	20,00	36,0	22,76 1,2		18,967	5,3
19,40	26,00	44,0	28,76	1,867	15,404	6,5
19,60	28,00	56,0	30,76	1,733	17,75	5,6
19,80	30,00	56,0	32,76	1,867	17,547	5,7
20,00	24,00	52,0	26,76 1,8		14,867 6,7	

Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
2,00	28,307	1,467	2,0	Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
3,20	10,437	0,756 1,8		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
5,40	14,483	0,77 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
6,60	24,23	0,933 2,0		Incoerente-Coesivo	Argille sabbiose e limose
7,80	13,391	0,722 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
10,60	18,198	1,343 1,9		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
12,20	28,889	1,992 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
13,80	15,238	1,008 1,9		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
20,00	29,561	1,723 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvSDr	Fi	Ey	Vs
1	2,00	C	1,41054,0	56,6	215,9	>92,0	2,1	--	--	--	203,16	
2	3,20	C	0,5373,8	44,4	117,4	>91,9	1,9	--	--	--	194,22	
3	5,40	C	0,7520,1	48,4	143,4	8,91,9	2,0	--	--	--	215,27	
4	6,60	CI	1,2879,6	48,5	196,3	<0,5	2,0	2,1	<5	31,6	60,6	263,85
5	7,80	C	0,7468,9	48,1	136,7	5,81,9	2,0	--	--	--	225,04	
6	10,60	C	0,9642,4	45,6	164,8	8,81,9	2,0	--	--	--	244,99	
7	12,20	C	1,41035,6	57,8	218,6	>92,0	2,1	--	--	--	273,97	
8	13,80	C	0,8518,0	48,3	147,9	5,01,9	2,0	--	--	--	248,44	
	9		20,00	C	1,51040,7	59,1	221,7	6,62,0	2,1	--	--	-- 290,9 1

Committente: OPAS Spa

Strumento utilizzato: PAGANI 100 kN

Prova eseguita in data: 10/08/2018

Profondità prova: 20,00 mt

Località: Carpi

Profondità (m)	Lettura punta (Kg/cm ²)	Lettura laterale (Kg/cm ²)	qc (Kg/cm ²)	fs (Kg/cm ²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,20	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,40	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,60	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
0,80	0,00	0,0	0,138	0,0		0,0
1,00	6,00	9,0	6,138	0,2	30,69	3,3
1,20	9,00	12,0	9,276	0,933	9,942	10,1
1,40	12,00	26,0	12,276	0,867	14,159	7,1
1,60	13,00	26,0	13,276 0,6		22,127	4,5
1,80	13,00	22,0	13,276 0,6		22,127	4,5
2,00	13,00	22,0	13,276	0,533	24,908	4,0
2,20	13,00	21,0	13,414 0,6		22,357	4,5
2,40	12,00	21,0	12,414 0,4		31,035	3,2
2,60	9,00	15,0	9,414	0,6	15,69	6,4
2,80	11,00	20,0	11,414	0,467	24,441	4,1
3,00	13,00	20,0	13,414	0,467	28,724	3,5
3,20	6,00	13,0	6,552	0,533	12,293	8,1
3,40	7,00	15,0	7,552	0,467	16,171	6,2
3,60	9,00	16,0	9,552	0,467	20,454	4,9
3,80	12,00	19,0	12,552	0,6	20,92	4,8
4,00	13,00	22,0	13,552	0,733	18,488	5,4
4,20	12,00	23,0	12,69	0,6	21,15	4,7
4,40	14,00	23,0	14,69 0,8		18,363	5,4
4,60	10,00	22,0	10,69 0,4		26,725	3,7
4,80	13,00	19,0	13,69	0,667	20,525	4,9
5,00	12,00	22,0	12,69 0,8		15,863	6,3
5,20	16,00	28,0	16,828	0,867	19,409	5,2
5,40	16,00	29,0	16,828 0,8		21,035	4,8
5,60	10,00	22,0	10,828	0,4	27,07	3,7
5,80	8,00	14,0	8,828	0,533	16,563	6,0
6,00	11,00	19,0	11,828	0,533	22,191	4,5
6,20	9,00	17,0	9,966	0,467	21,34	4,7
6,40	8,00	15,0	8,966	0,667	13,442	7,4
6,60	11,00	21,0	11,966	0,667	17,94	5,6
6,80	13,00	23,0	13,966 0,8		17,458	5,7
7,00	10,00	22,0	10,966 0,6		18,277	5,5
7,20	8,00	17,0	9,104	0,4	22,76	4,4
7,40	8,00	14,0	9,104 0,6		15,173	6,6
7,60	9,00	18,0	10,104	0,533	18,957	5,3
7,80	10,00	18,0	11,104 0,6		18,507	5,4
8,00	11,00	20,0	12,104	0,867	13,961	7,2
8,20	11,00	24,0	12,242	1,133	10,805	9,3
8,40	14,00	31,0	15,242	0,867	17,58	5,7
8,60	14,00	27,0	15,242	1,067	14,285	7,0
8,80	12,00	28,0	13,242	0,867	15,273	6,5
9,00	12,00	25,0	13,242	0,867	15,273	6,5
9,20	10,00	23,0	11,38	0,867	13,126	7,6
9,40	11,00	24,0	12,38	0,933	13,269	7,5
9,60	13,00	27,0	14,38	0,933	15,413	6,5
9,80	12,00	26,0	13,38	0,867	15,433	6,5
10,00	14,00	27,0	15,38 1,2		12,817	7,8
10,20	18,00	36,0	19,518 1,2		16,265	6,1
10,40	14,00	32,0	15,518	1,133	13,696	7,3
10,60	14,00	31,0	15,518	1,6	9,699	10,3
10,80	14,00	38,0	15,518	1,467	10,578	9,5
11,00	28,00	50,0	29,518	1,867	15,81	6,3
11,20	32,00	60,0	33,656	2,267	14,846	6,7
11,40	28,00	62,0	29,656 1,6		18,535	5,4
11,60	31,00	55,0	32,656	1,933	16,894	5,9
11,80	25,00	54,0	26,656	1,667	15,99	6,3

12,00	28,00	53,0	29,656	1,733	17,113	5,8
12,20	23,00	49,0	24,794	1,333	18,6	5,4
12,40	15,00	35,0	16,794	0,933	18,0	5,6
12,60	11,00	25,0	12,794	0,667	19,181	5,2
12,80	14,00	24,0	15,794	0,733	21,547	4,6
13,00	15,00	26,0	16,794 0,8		20,993	4,8
13,20	13,00	25,0	14,932 0,8		18,665	5,4
13,40	12,00	24,0	13,932	0,6	23,22	4,3
13,60	16,00	25,0	17,932	1,067	16,806	6,0
13,80	21,00	37,0	22,932	0,933	24,579	4,1
14,00	29,00	43,0	30,932	1,533	20,177	5,0
14,20	25,00	48,0	27,07 0,6		45,117	2,2
14,40	30,00	39,0	32,07	0,867	36,99	2,7
14,60	13,00	26,0	15,07	0,867	17,382	5,8
14,80	15,00	28,0	17,07 0,8		21,338	4,7
15,00	12,00	24,0	14,07	1,533	9,178	10,9
15,20	26,00	49,0	28,208	2,733	10,321	9,7
15,40	40,00	81,0	42,208	2,133	19,788	5,1
15,60	36,00	68,0	38,208	2,467	15,488	6,5
15,80	32,00	69,0	34,208 2,0		17,104	5,8
16,00	29,00	59,0	31,208 1,8		17,338	5,8
16,20	25,00	52,0	27,346	1,667	16,404	6,1
16,40	26,00	51,0	28,346	1,667	17,004	5,9
16,60	20,00	45,0	22,346 1,2		18,622	5,4
16,80	18,00	36,0	20,346	1,133	17,958	5,6
17,00	17,00	34,0	19,346 1,0		19,346	5,2
17,20	14,00	29,0	16,484	0,933	17,668	5,7
17,40	16,00	30,0	18,484 0,8		23,105	4,3
17,60	17,00	29,0	19,484 1,4		13,917	7,2
17,80	19,00	40,0	21,484 1,0		21,484	4,7
18,00	26,00	41,0	28,484	1,333	21,368	4,7
18,20	26,00	46,0	28,622 1,6		17,889	5,6
18,40	21,00	45,0	23,622	1,667	14,17	7,1
18,60	25,00	50,0	27,622	1,667	16,57	6,0
18,80	31,00	56,0	33,622	1,533	21,932	4,6
19,00	26,00	49,0	28,622 1,4		20,444	4,9
19,20	27,00	48,0	29,76	1,467	20,286	4,9
19,40	18,00	40,0	20,76	1,267	16,385	6,1
19,60	22,00	41,0	24,76	1,0	24,76	4,0
19,80	31,00	46,0	33,76	1,667	20,252	4,9
20,00	27,00	52,0	29,76	1,6	18,6 5,4	

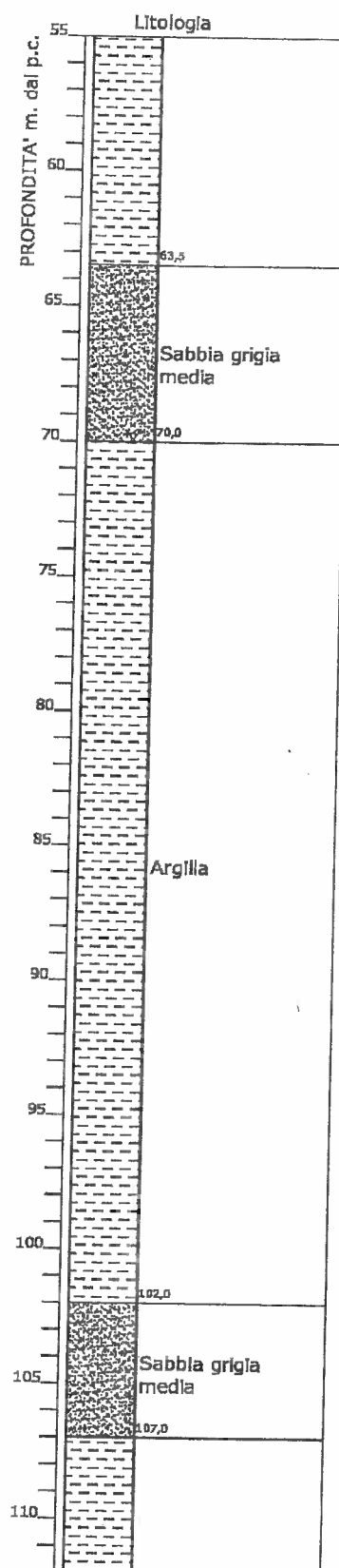
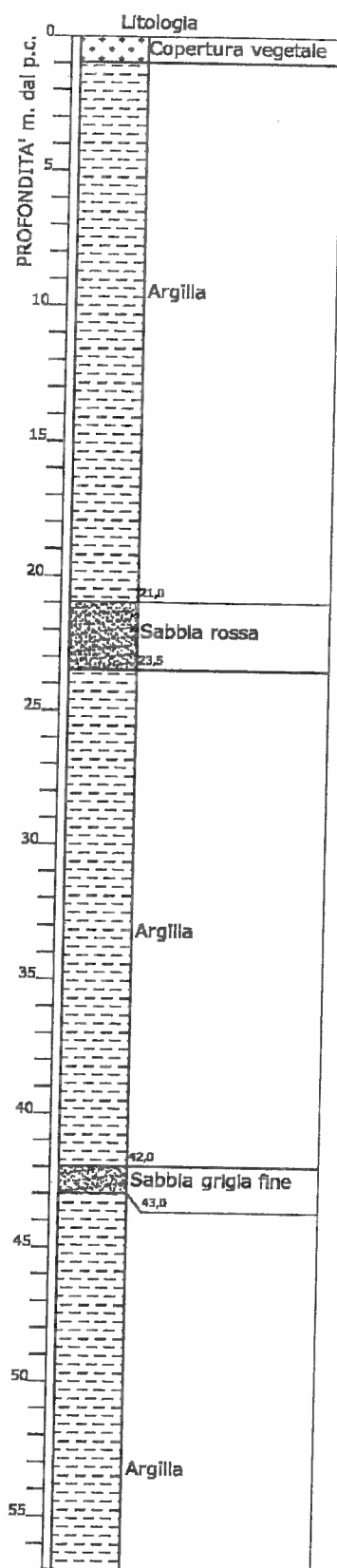
Prof. Strato (m)	qc Media (Kg/cm ²)	fs Media (Kg/cm ²)	Gamma Medio (t/m ³)	Comp. Geotecnico	Descrizione
0,80	0,138	0,0		1,8 Incoerente	Sabbie Sciolte
3,00	11,599	0,57 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
3,60	7,885	0,489 1,8		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
7,00	12,443	0,643 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
7,60	9,437	0,511 1,8		Coesivo	Argilla inorganica compatta
10,80	14,087	1,029 1,9		Coesivo	Argille organiche e terreni misti
12,20	29,513	1,771 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta
13,60	15,567	0,8 1,9		Coesivo	Argilla inorganica compatta
20,00	26,135	1,415 2,0		Coesivo	Argilla inorganica molto compatta

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

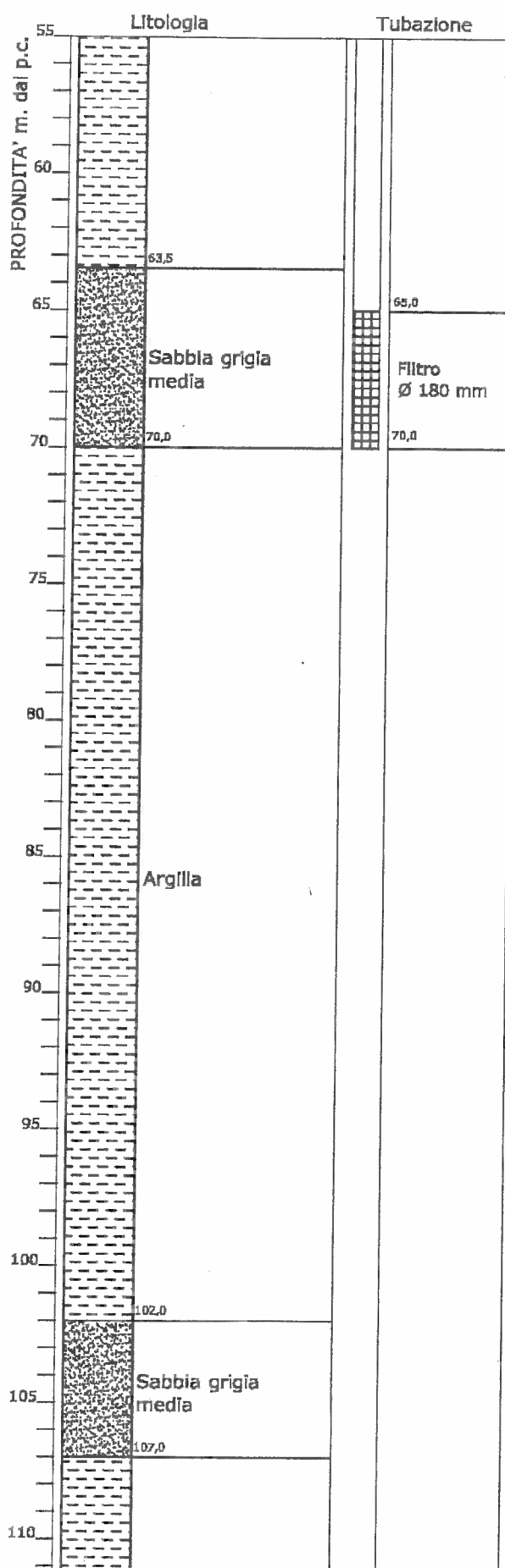
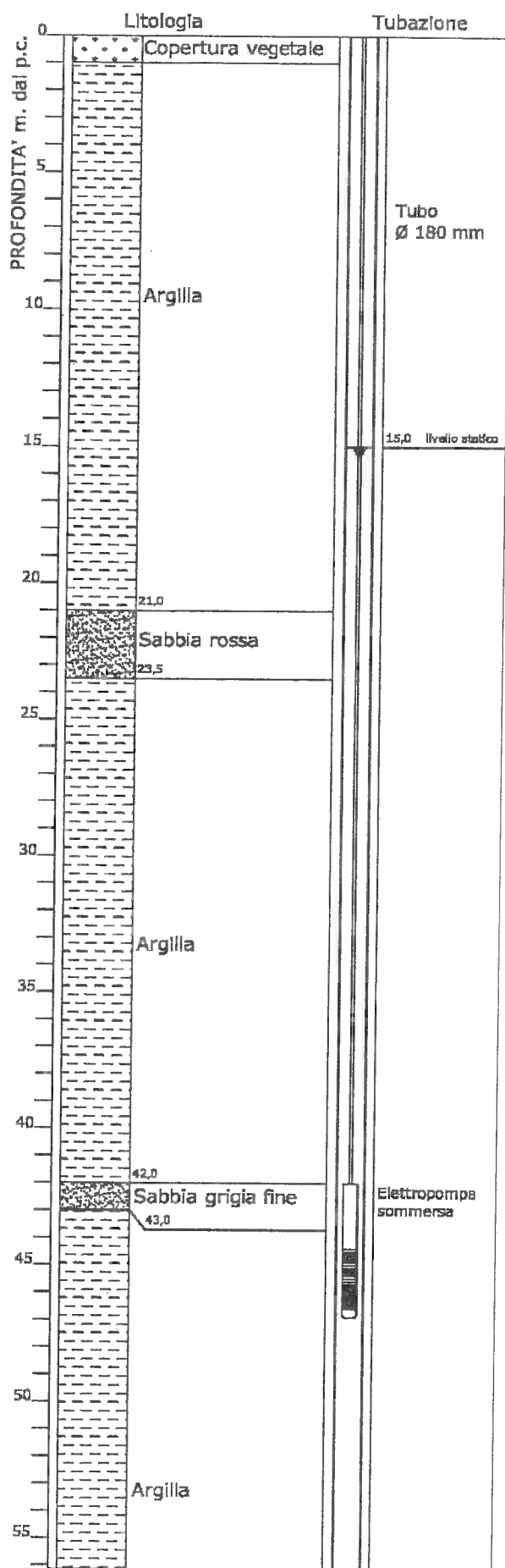
Nr: Numero progressivo strato
 Prof: Profondità strato (m)
 Tipo: C: Coesivo. I: Incoerente. CI: Coesivo-Incoerente
 Cu: Coesione non drenata (Kg/cm²)
 Eu: Modulo di defomazione non drenato (Kg/cm²)
 Mo: Modulo Edometrico (Kg/cm²)
 G: Modulo di deformazione a taglio (Kg/cm²)
 OCR: Grado di sovraconsolidazione
 Puv: Peso unità di volume (t/m³)
 PuvS: Peso unità di volume saturo (t/m³)
 Dr: Densità relativa (%)
 Fi: Angolo di resistenza al taglio (°)
 Ey: Modulo di Young (Kg/cm²)
 Vs: Velocità onde di taglio (m/s)

Nr.	Prof.	Tipo	Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvSDr	Fi	Ey	Vs	
1	0,80	I	--	--	4,8	8,3	<0.5	0,0	0,0<5	28,7	0,3	53,65	
2	3,00	C	0,6422,8	46,3	125,2	>91,9	2,0	--	--	--	186,60		
3	3,60	C	0,4279,0	38,1	98,9	7,91,8	1,9	--	--	--	183,20		
4	7,00	C	0,6443,2	47,3	130,7	7,41,9	2,0	--	--	--	209,86		
5	7,60	C	0,5323,9	42,3	110,4	4,51,8	1,9	--	--	--	207,74		
6	10,80	C	0,7492,0	48,4	141,0	7,51,9	2,0	--	--	--	230,26		
7	12,20	C	1,51062,4	59,0	221,5	>92,0	2,1	--	--	--	271,76		
8	13,60	C	0,8534,5	48,2	149,8	4,31,9	2,0	--	--	--	246,20		
9	20,00	C	1,3	916,4	52,3	205,6	5,8	2,0	2,1	--	--	--	281,66

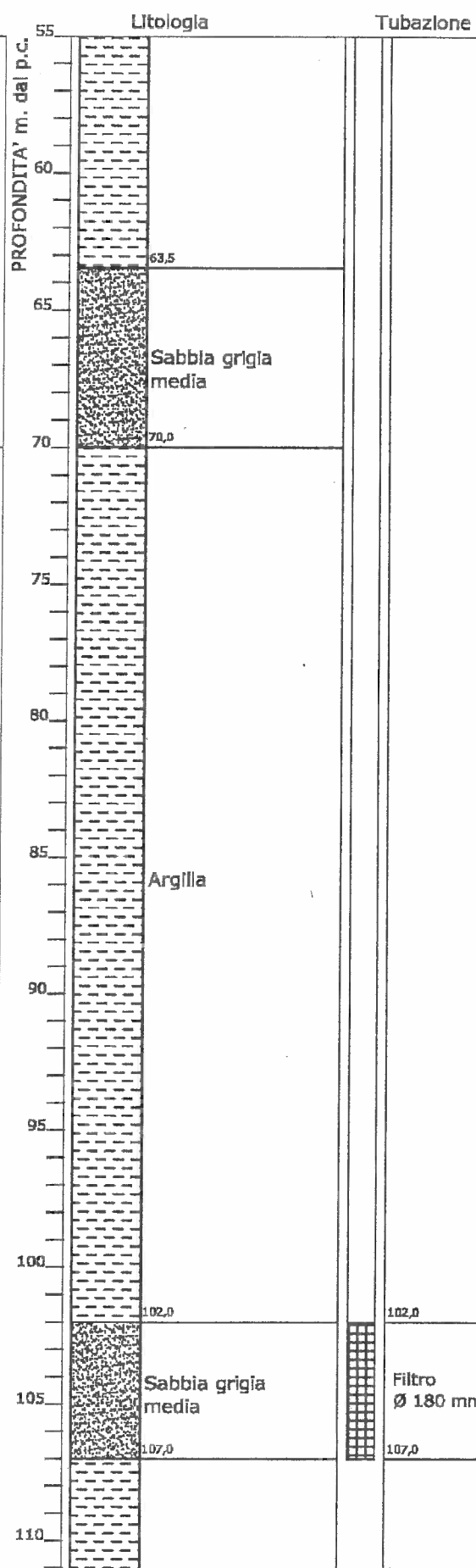
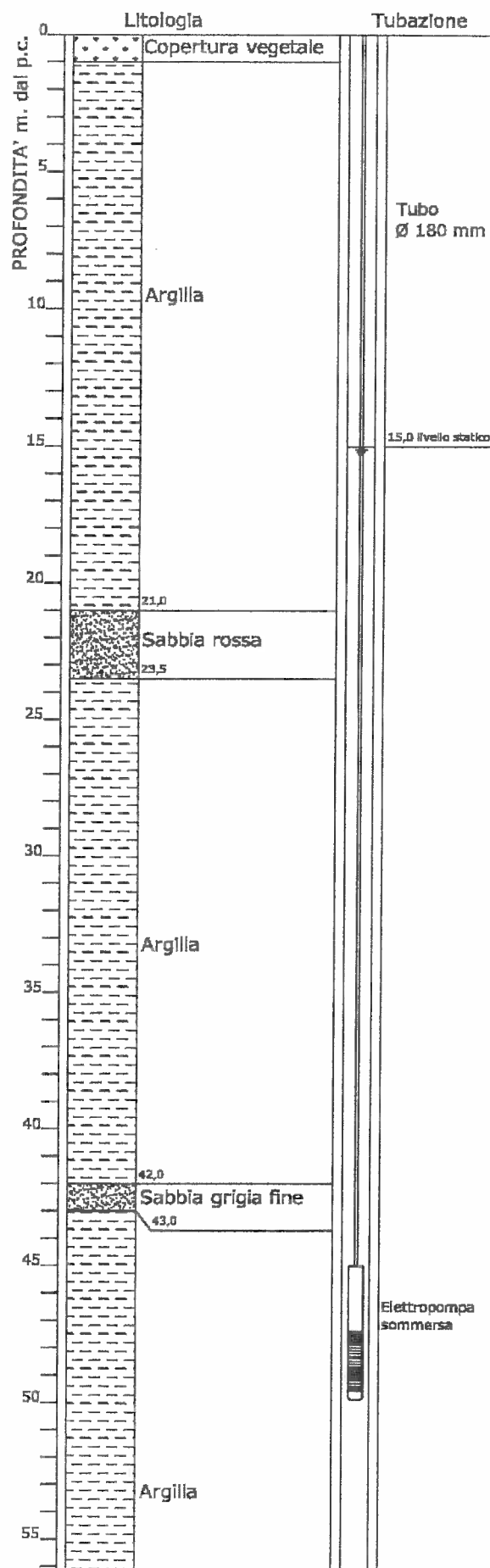
Allegato 2	Stratigrafia dei pozzi per acqua in concessione ad OPAS
------------	---



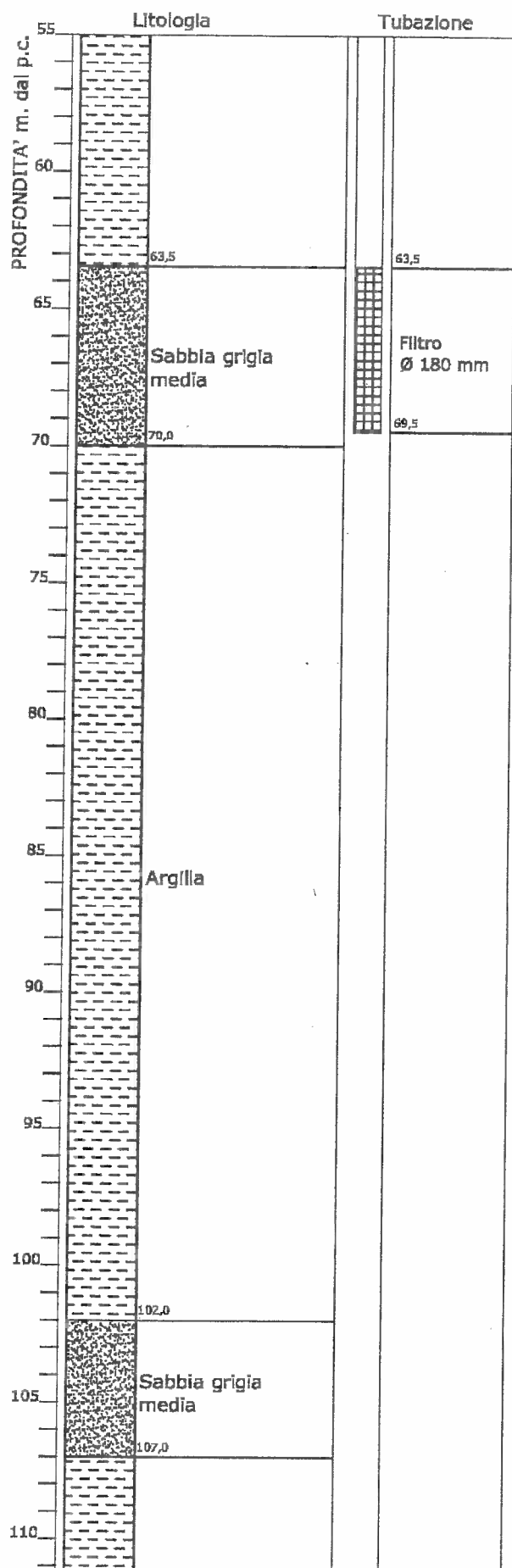
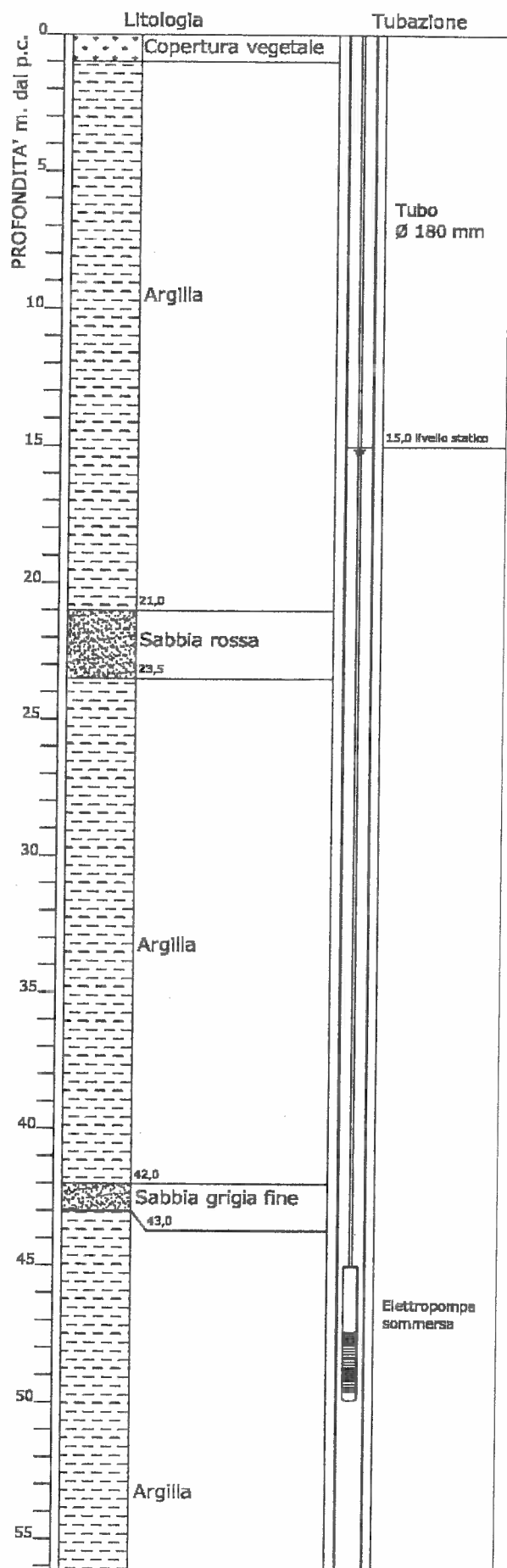
POZZO 1



POZZO 2 POZZO 1



POZZO 3
POZZO 2



POZZO 4 POZZO 3

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. R07669

Committente: **Dott.ssa Claudia Borelli**

Località: **Carpi (MO), loc. Migliarina**



Cantiere: **indagini di terreno**

Data apertura e descrizione: **01/08/18**

Data emissione rapporto: **01/08/18**

Sondaggio n. **S1** Campione: **1** Profondità di prelievo: **3.20 – 3.50 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 3.20 m		P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	Descrizione Litologica
			0.50	Limo sabbioso debolmente argilloso, poco consistente, umido con frammenti di laterizi.
		0.90		
		0.40		
		1.00		Lunghezza campione: 0.30 m
		0.90	0.50	Note: campione prelevato mediante campionatore “Shelby”
		Basso: 3.50 m		

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott.  Pier Luigi Dallari

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. R07670

Committente: **Dott.ssa Claudia Borelli**

Località: **Carpi (MO), loc. Migliarina**



Cantiere: **indagini di terreno**

Data apertura e descrizione: **01/08/18**

Data emissione rapporto: **01/08/18**

Sondaggio n. **S1** Campione: **2** Profondità di prelievo: **6.80 – 7.35 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 6.80 m		P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	Descrizione Litologica
		0.60	0.20	6.80 – 7.20 m: limo sabbioso argilloso, nocciola grigiastro, poco consistente, umido.
		0.60	0.20	7.20 – 7.35 m: limo argilloso, nocciola grigiastro, moderatamente consistente, umido.
				Lunghezza campione: 0.55 m
		1.20	0.50	Note: campione prelevato mediante campionatore “Shelby”
Basso: 7.35 m				

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott.  Pier Luigi Dallari

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. R07671

Committente: **Dott.ssa Claudia Borelli**

Località: **Carpi (MO), loc. Migliarina**



Cantiere: **indagini di terreno**

Data apertura e descrizione: **01/08/18**

Data emissione rapporto: **01/08/18**

Sondaggio n. **S1** Campione: **3** Profondità di prelievo: **11.30 – 11.70 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 11.30 m		P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	Descrizione Litologica
		2.60	0.90	Argilla debolmente limosa, grigia verdastra, molto consistente, umida.
		2.70	0.90	
		2.60	1.00	Note: campione prelevato mediante campionatore "Shelby"
Basso: 11.70 m				Lunghezza campione: 0.40 m

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol.  Pier Luigi Dallari

DESCRIZIONE PRELIMINARE DEL CAMPIONE

Pagina 1/1

RAPPORTO DI PROVA N. R07672

Committente: **Dott.ssa Claudia Borelli**

Località: **Carpi (MO), loc. Migliarina**


Cantiere: **indagini di terreno**

Data apertura e descrizione: **01/08/18**

Data emissione rapporto: **01/08/18**

Sondaggio n. **S2** Campione: **1** Profondità di prelievo: **3.70 – 4.05 m**

Qualità campione: **AGI Q5**

Alto: 3.70 m	P.P. (Kg/cm ²)	T.V. (Kg/cm ²)	<u>Descrizione Litologica</u>
	0.70	0.40	Limo sabbioso debolmente argilloso, nocciola verdastro, moderatamente consistente, umido, con inclusi frammenti di laterizi.
	0.70		Lunghezza campione: 0.35 m
		0.60	Note: campione prelevato mediante campionatore "Shelby"
	1.10	0.60	
Basso: 4.05 m			

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Dott. Geol.  Pier Luigi Dallari

RAPPORTO DI PROVA N°: R07682	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/08/18	Inizio analisi: 01/08/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/08/18	Fine analisi: 10/08/18

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli				
RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina				
SONDAGGIO: S1		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 3.20 - 3.50 m

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03
--

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa				Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	48,7			0,10	73,3	2880,00	103,8	0,10	124,5			0,10	191,4		
0,25	49,7			0,25	76,2	3600,00	104,0	0,25	128,6			0,25	196,5		
0,40	51,1			0,40	78,4			0,40	132,2			0,40	200,8		
0,50	51,4			0,50	79,7			0,50	135,3			0,50	204,4		
1,00	52,2			1,00	82,4			1,00	141,2			1,00	211,6		
2,00	54,5			2,00	86,4			2,00	148,3			2,00	221,0		
4,00	55,0			4,00	89,5			4,00	154,6			4,00	228,2		
8,00	56,1			8,00	92,4			8,00	159,3			8,00	233,5		
15,00	57,1			15,00	94,5			15,00	161,8			15,00	237,3		
30,00	56,9			30,00	95,6			30,00	164,4			30,00	240,2		
60,00	58,0			60,00	97,1			60,00	166,1			60,00	242,7		
120,00	58,8			120,00	98,5			120,00	167,7			120,00	244,7		
240,00	59,2			240,00	100,3			240,00	169,2			240,00	246,4		
480,00	59,6			480,00	101,0			480,00	170,6			480,00	248,1		
960,00	59,9			960,00	101,9			960,00	172,2			960,00	249,4		
1440,00	60,5			1440,00	102,6			1440,00	173,0			1440,00	250,2		
				1800,00	103,2										

Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	272,6														
0,25	276,7														
0,40	281,2														
0,50	283,2														
1,00	289,0														
2,00	297,2														
4,00	305,1														
8,00	310,7														
15,00	314,5														
30,00	317,7														
60,00	320,1														
120,00	322,5														
240,00	324,4														
480,00	326,5														
960,00	328,0														
1440,00	329,0														

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.20 - 3.50 m

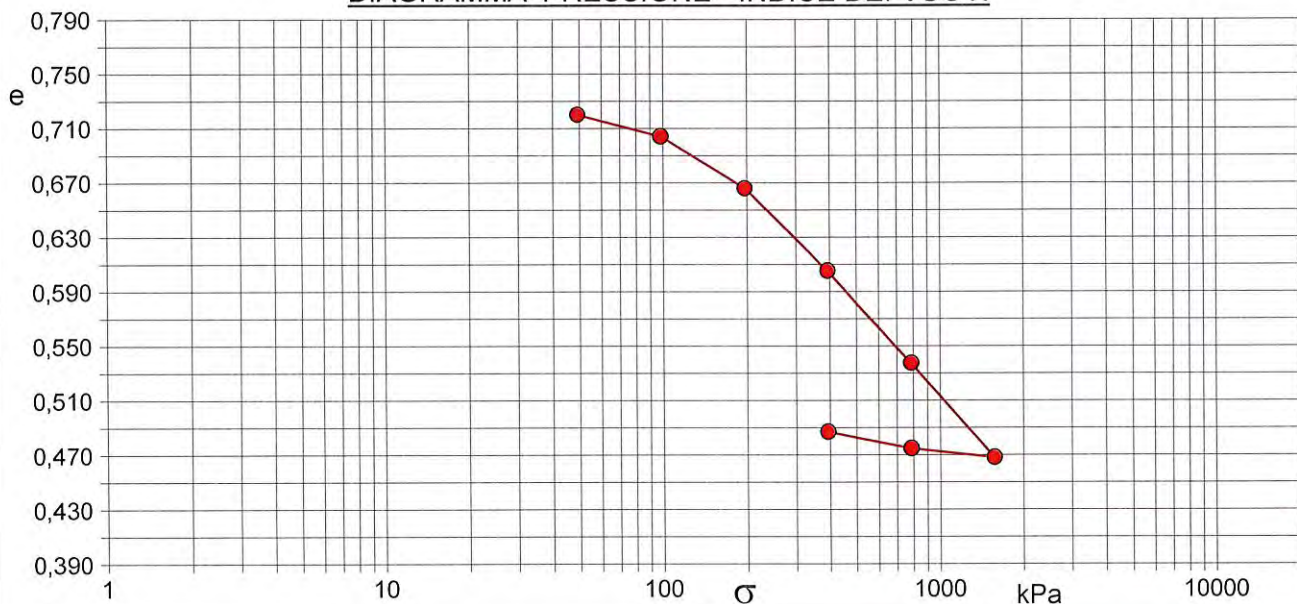
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

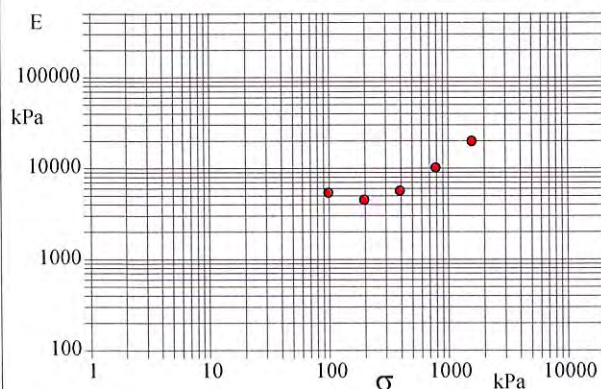
Peso di volume (kN/m³)	19,47	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,76
Umidità (%)	28,9	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	43,10
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	16,93	Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
49,0	42,4	0,720				
98,1	60,5	0,704	0,053	5418		
196,1	104,0	0,666	0,127	4509		
392,3	173,0	0,606	0,201	5685		
784,5	250,2	0,538	0,225	10162		
1569,1	329,0	0,468	0,230	19912	0,001393	6,86E-09
784,5	321,5	0,475				
392,3	307,6	0,487				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



RAPPORTO DI PROVA N°: R07683	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/08/18	Inizio analisi: 01/08/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/08/18	Fine analisi: 10/08/18

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli			
RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m 6.80 - 7.35	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa				Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	7,3			0,10	37,9	2880,00	59,2	0,10	95,4			0,10	179,8		
0,25	7,8			0,25	39,6	3600,00	59,4	0,25	101,5			0,25	184,7		
0,40	8,3			0,40	40,8			0,40	102,8			0,40	188,7		
0,50	8,5			0,50	41,5			0,50	105,0			0,50	190,4		
1,00	9,0			1,00	43,0			1,00	107,1			1,00	195,0		
2,00	9,5			2,00	44,6			2,00	109,7			2,00	198,3		
4,00	10,1			4,00	45,8			4,00	112,3			4,00	201,6		
8,00	10,6			8,00	47,4			8,00	114,2			8,00	204,6		
15,00	11,1			15,00	48,4			15,00	116,0			15,00	207,3		
30,00	11,6			30,00	49,7			30,00	118,5			30,00	209,6		
60,00	12,2			60,00	51,3			60,00	120,5			60,00	212,2		
120,00	12,9			120,00	52,1			120,00	121,3			120,00	214,5		
240,00	13,6			240,00	53,9			240,00	124,4			240,00	216,7		
480,00	14,3			480,00	55,2			480,00	126,5			480,00	219,2		
960,00	14,9			960,00	56,6			960,00	128,5			960,00	221,4		
1440,00	15,3			1440,00	57,2			1440,00	129,7			1440,00	222,5		
				1800,00	58,4										

Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	266,2														
0,25	285,1														
0,40	288,4														
0,50	290,0														
1,00	293,5														
2,00	297,6														
4,00	301,5														
8,00	303,8														
15,00	306,4														
30,00	308,9														
60,00	311,3														
120,00	313,9														
240,00	316,2														
480,00	318,7														
960,00	320,4														
1440,00	321,8														

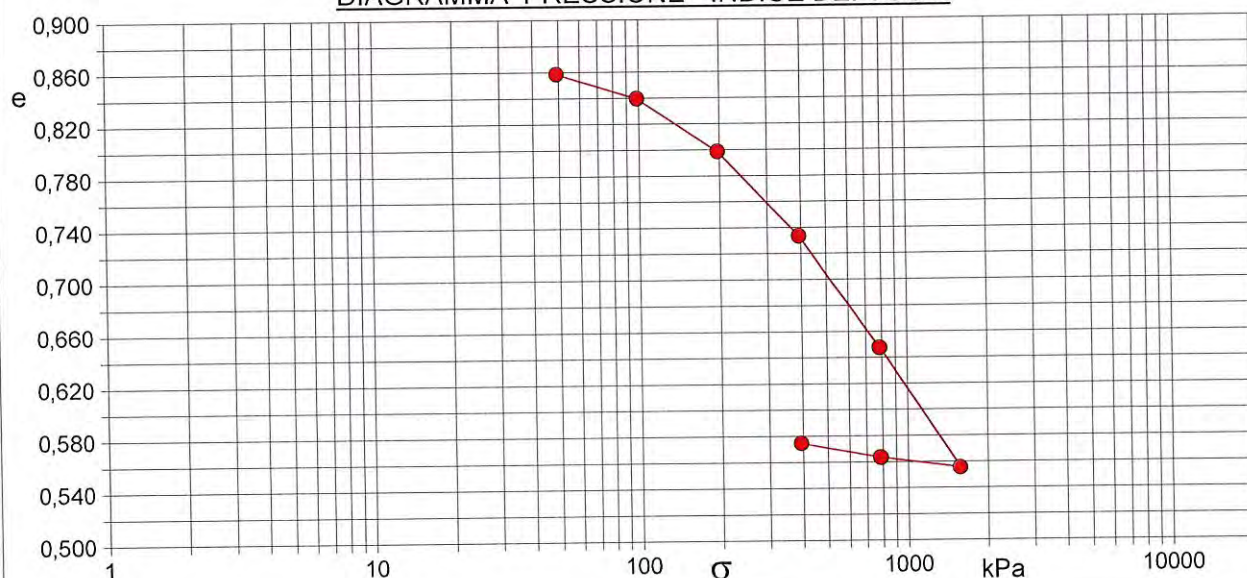
COMMITTENTE:	Dott.ssa Geol. Claudia Borelli		
RIFERIMENTO:	Carpi (MO), loc. Migliarina		
SONDAGGIO:	S1	CAMPIONE:	C2
		PROFONDITA': m	6.80 - 7.35

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

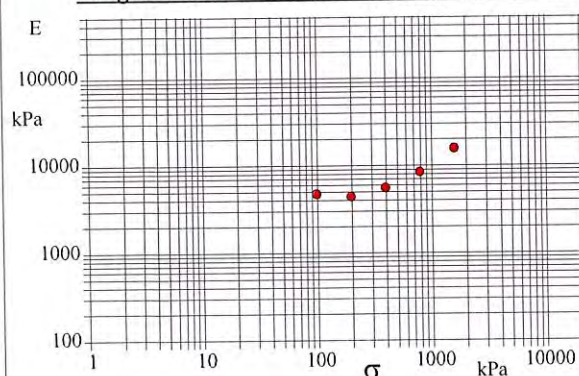
Caratteristiche del campione					
Peso di volume (kN/m³)	18,98	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,85
Umidità (%)	32,6	Volume provino (cm³)	40,01	Porosità (%)	46,06
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	18,43	Saturazione (%)	100,0

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
49,0	5,2	0,859				
98,1	15,3	0,840	0,063	4780		
196,1	59,4	0,799	0,136	4447		
392,3	129,7	0,734	0,216	5580		
784,5	222,5	0,648	0,286	8454		
1569,1	321,8	0,556	0,306	15801	0,003511	2,18E-08
784,5	313,2	0,564				
392,3	301,1	0,575				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



RAPPORTO DI PROVA N°: R07684	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/08/18	Inizio analisi: 01/08/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/08/18	Fine analisi: 10/08/18

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli			
RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina			
SONDAGGIO: S1	CAMPIONE: C3	PROFONDITA': m	11.30 -11.70

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa				Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	4,9			0,10	18,0	2880,00	43,2	0,10	45,0			0,10	80,0		
0,25	5,1			0,25	18,9	3600,00	43,4	0,25	46,0			0,25	91,7		
0,40	5,5			0,40	18,9			0,40	47,2			0,40	93,3		
0,50	5,7			0,50	20,8			0,50	47,7			0,50	94,7		
1,00	6,4			1,00	22,0			1,00	50,3			1,00	97,2		
2,00	7,1			2,00	24,5			2,00	52,8			2,00	102,4		
4,00	7,8			4,00	26,8			4,00	57,1			4,00	108,5		
8,00	8,8			8,00	30,4			8,00	61,7			8,00	116,7		
15,00	9,5			15,00	33,7			15,00	66,3			15,00	124,8		
30,00	10,1			30,00	36,0			30,00	70,4			30,00	133,1		
60,00	10,5			60,00	37,2			60,00	72,7			60,00	138,8		
120,00	10,9			120,00	38,4			120,00	74,5			120,00	142,3		
240,00	11,4			240,00	39,6			240,00	75,6			240,00	145,2		
480,00	11,8			480,00	40,6			480,00	76,7			480,00	148,0		
960,00	12,2			960,00	41,6			960,00	78,0			960,00	150,3		
1440,00	12,4			1440,00	42,8			1440,00	80,0			1440,00	151,5		
				1800,00	42,5										

Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	161,5														
0,25	166,3														
0,40	168,1														
0,50	168,7														
1,00	173,5														
2,00	179,3														
4,00	187,8														
8,00	199,0														
15,00	210,5														
30,00	222,3														
60,00	232,1														
120,00	237,2														
240,00	240,5														
480,00	244,8														
960,00	248,2														
1440,00	240,5														

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina

SONDAGGIO: S1

CAMPIONE: C3

PROFONDITA': m 11.30 -11.70

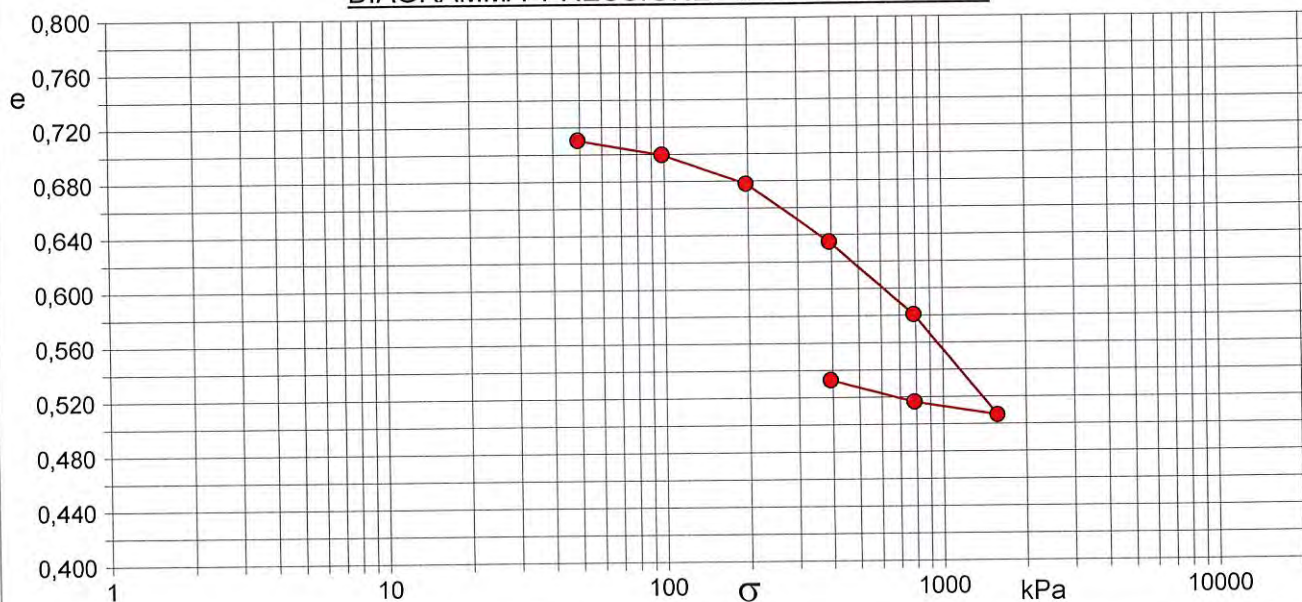
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

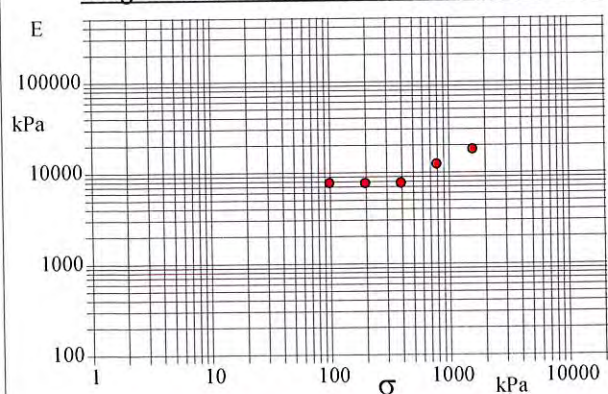
Peso di volume (kN/m³)	19,58	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,71
Umidità (%)	26,2	Volume provino (cm³)	39,27	Porosità (%)	41,54
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	16,31	Saturazione (%)	99,7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
49,0	0,2	0,711				
98,1	12,4	0,700	0,036	7810		
196,1	37,8	0,678	0,072	7718		
392,3	80,0	0,635	0,144	7747		
784,5	151,5	0,581	0,179	12443		
1569,1	240,5	0,507	0,246	18127	0,000258	1,40E-09
784,5	226,6	0,517				
392,3	207,4	0,533				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico



RAPPORTO DI PROVA N°: R07685	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 10/08/18	Inizio analisi: 01/08/18
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: del		Apertura campione: 01/08/18	Fine analisi: 10/08/18

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli				
RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina				
SONDAGGIO: S2		CAMPIONE: C1		PROFONDITA': m 3.70 - 4.05

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 98,1 kPa				Pressione 196,1 kPa				Pressione 392,3 kPa				Pressione 784,5 kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	33,2			0,10	76,2	2880,00	100,7	0,10	112,3			0,10	172,1		
0,25	35,7			0,25	78,1	3600,00	101,2	0,25	117,3			0,25	176,4		
0,40	37,0			0,40	79,2			0,40	120,2			0,40	180,0		
0,50	37,7			0,50	79,7			0,50	122,9			0,50	182,2		
1,00	40,3			1,00	81,9			1,00	128,2			1,00	188,4		
2,00	43,9			2,00	84,4			2,00	133,2			2,00	194,8		
4,00	47,2			4,00	87,6			4,00	138,9			4,00	201,6		
8,00	49,3			8,00	90,1			8,00	142,2			8,00	206,5		
15,00	50,8			15,00	91,8			15,00	144,8			15,00	209,1		
30,00	52,1			30,00	93,3			30,00	146,1			30,00	211,2		
60,00	53,0			60,00	94,7			60,00	148,0			60,00	213,2		
120,00	54,2			120,00	95,7			120,00	149,5			120,00	214,7		
240,00	54,9			240,00	96,9			240,00	151,0			240,00	215,8		
480,00	56,0			480,00	97,8			480,00	151,9			480,00	217,4		
960,00	56,7			960,00	99,0			960,00	153,3			960,00	220,0		
1440,00	57,2			1440,00	99,5			1440,00	154,0			1440,00	220,5		
				1800,00	99,9										

Pressione 1569,1 kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa				Pressione -- kPa			
Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100	Tempo min	Cedim. mm/100
0,10	241,7														
0,25	246,3														
0,40	250,2														
0,50	252,2														
1,00	258,6														
2,00	267,0														
4,00	274,2														
8,00	279,2														
15,00	282,3														
30,00	284,5														
60,00	287,4														
120,00	289,1														
240,00	291,1														
480,00	292,3														
960,00	294,0														
1440,00	294,8														

COMMITTENTE: Dott.ssa Geol. Claudia Borelli

RIFERIMENTO: Carpi (MO), loc. Migliarina

SONDAGGIO: S2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.70 - 4.05

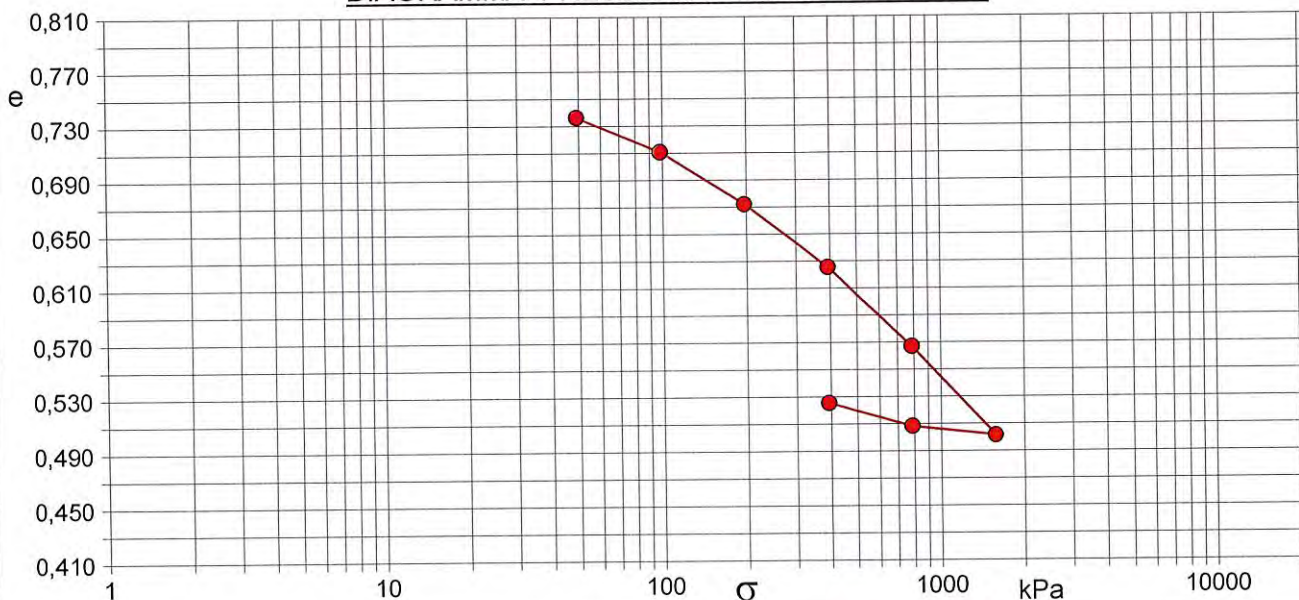
PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma AGI(1994), ASTM D2435-03, ASTM D3877-02, ASTM D4186-98, ASTM D4546-03

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³)	19,23	Altezza provino (cm)	2,00	Indice dei vuoti	0,76
Umidità (%)	27,6	Volume provino (cm³)	40,01	Porosità (%)	43,23
Peso specifico	2,71	Volume dei vuoti (cm³)	17,30	Saturazione (%)	98,1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc	Modulo kPa	Cv cm²/sec	k cm/sec
49,0	28,3	0,736				
98,1	57,2	0,711	0,085	3393		
196,1	101,2	0,672	0,129	4458		
392,3	154,0	0,626	0,154	7429		
784,5	220,5	0,567	0,195	11797		
1569,1	294,8	0,502	0,217	21118	0,001782	8,27E-09
784,5	287,1	0,509				
392,3	267,5	0,526				

Diagramma Pressione - Modulo edometrico

