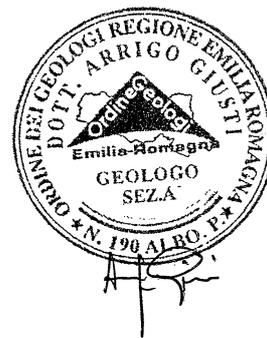


DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 - (348) 9109596
www.geogiusti.it arrigogiusti@alice.it



COMUNE DI SCANDIANO
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIA STAFFETTE PARTIGIANE - ARCETO

VARIANTE AL PSC E AL RUE



COMMITTENTE : FERRI ROBERTO S.r.l. - EURO ASSISTANCE GROUP S.r.l. - FOND'ALL s.n.c.

RELAZIONE GEOLOGICA, PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E RISCHIO IDRAULICO

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE.....	4
3.	INQUADRAMENTO TETTONICO E CENNI DI GEOLITOLOGIA.....	5
4.	METODOLOGIA D'INDAGINE	7
5.	CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
6.	CARATTERISTICHE DELLA CONOIDE DEL T. TRESINARO E CENNI DI IDROGEOLOGIA	11
7.	RISCHIO IDRAULICO.....	16
8.	SISMICITÀ DELL'AREA	23
9.	MICROZONAZIONE SISMICA	30
10.	RISPOSTA SISMICA LOCALE.....	33
11.	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE.....	37
12.	RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	38

- ALLEGATI:

- UBICAZIONE DELLE INDAGINI
- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
- INDAGINE GEOFISICA MASW
- VERIFICA A LIQUEFAZIONE

1. PREMESSA

Con riferimento agli accordi intercorsi con lo Studio Associato ABATON di Scandiano (RE), trasmetto la presente relazione geologica, sulla pericolosità sismica di base e rischio idraulico atta a valutare le caratteristiche geolitologiche, geomeccaniche e sismiche di un'area, sita in Arceto di Scandiano (RE), su cui è in progetto la variante al RUE e PSC.

L'esecuzione di indagini geognostiche e geofisiche ha consentito di definire con precisione le caratteristiche litologiche, idrogeologiche e sismiche dei terreni qui presenti. Più precisamente, sono state effettuate tre penetrometrie statiche unitamente ad un'indagine geofisica a rifrazione tipo MASW per la determinazione del Vs30.

Il presente elaborato è stato redatto in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento per il settore geologico e geotecnico e consultando gli strumenti di pianificazione provinciale e di bacino. Sono qui di seguito elencate le principali normative di riferimento:

- D.M. 17/1/2018 – “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- D.G.R. n° 1300 del 01/08/2016 “Prime disposizioni regionali concernenti l’attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni nel settore urbanistico”;
- D.G.R. n° 2193 del 21/12/2015 aggiornamento dell’atto di coordinamento tecnico denominato “Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 2/2/2009 – “Istruzioni per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- D.M. 14/1/2008 – “Testo unitario - Norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 "Norme per la riduzione del rischio sismico".
- Delibera Assemblea Legislativa (DAL) n. 112/2007 Art. 16 c.1 ”Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica”;

- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” approvato dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti “ICMS”);
- L. 64/74 - “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio e sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Giugno 1990;
- Circolare Min. LL.PP. n°30483 24 settembre 1988;
- D.M. 11/3/88 - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

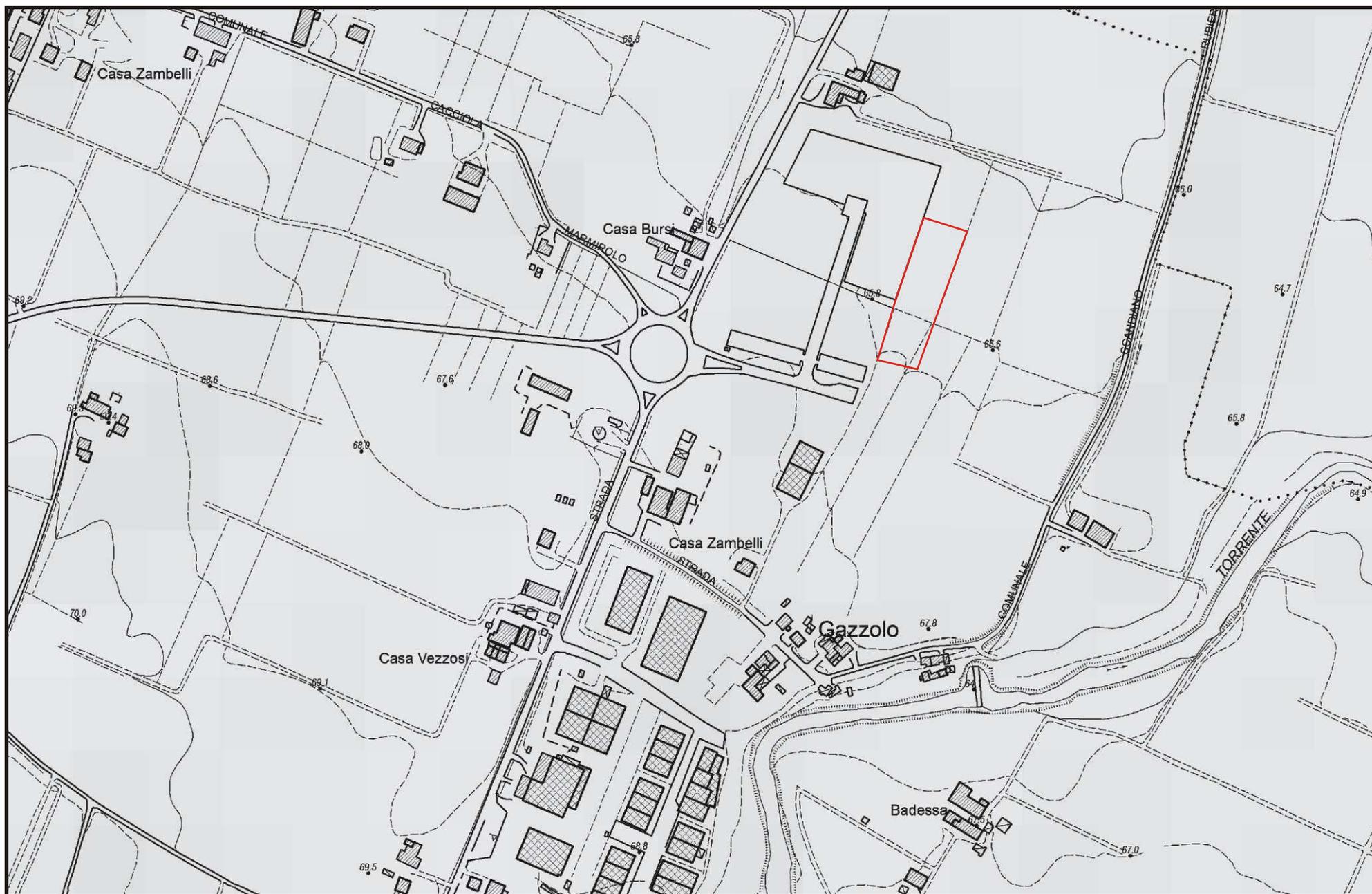
2. MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L’area in esame, normalmente degradante da SSO a NNE e compresa tra le isoipse 66 m e 65 m s.l.m., è sita a NE dell’abitato di Arceto e a NO dell’attuale alveo del T. Tresinaro.

Più precisamente, il terreno in esame, in ampliamento sul lato orientale del Piano Particolareggiato artigianale P.P. 32, è ubicato a nord di Gazzolo, a oriente di Casa Bursi e della SP. 52 - Via per Rubiera, con accesso da Via Staffette Partigiane (cf. stralcio dalla C.T.R. in scala 1:5000 - elemento n° 201131 - Cacciola, estratto RUE ed estratto P.R.G. in scala 1:2000 nonché immagine CPT2 proposta sul frontespizio).

I lotti artigianali, identificati nella planimetria catastale al Foglio 4 – mappali n° 340 - 341 - 411 - 412 (cf. stralcio in allegato in scala 1:2000), con forma grosso modo rettangolare, hanno un’estensione complessiva di 5880 m².

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1: 5000
Elemento n° 201131 - Cacciola





Provincia di Reggio Emilia
Comune di Scandiano

RUE

**Regolamento
Urbanistico
Edilizio**

Progetto RUE
Federico Oliva Associati - FOA
Federico Oliva
Paolo Galuzzi
Piergiorgio Vitillo
con
Elena Solero

ValsAT
Ambiter S.r.l.
Giorgio Neri
Davide Gerevini
Claudia Giardinà
Roberto Bertinelli
Lorenza Costa

**Allegato
energetico-ambientale
Schede edifici di
interesse
storico-architettonico,
tipologico-ambientale,
testimoniale**
AEstudio:
Enrico Baschieri
Collaboratori:
Anne Friederike Goy
Valentina Bennati
Andrea Gilioli

**Amministrazione
comunale**
Sindaco
Alessio Mammi
Assessore all'urbanistica
Claudio Pedroni
Settore uso e assetto del
territorio
Milly Ghidini
Servizio territorio
urbanistica e ambiente
Elisabetta Mattioli
con
Sante Immobili
Luigi Bedeschi

**Progetto Variante RUE 2/17
Elaborati coordinati**



Ing. Claudia Dana Aguzzoli
GRUPPO DI LAVORO
Dott.ssa Piera Scarano



novembre 2017

Il Regolamento Urbanistico Edilizio
**Assetto urbanistico
(Arceto)**

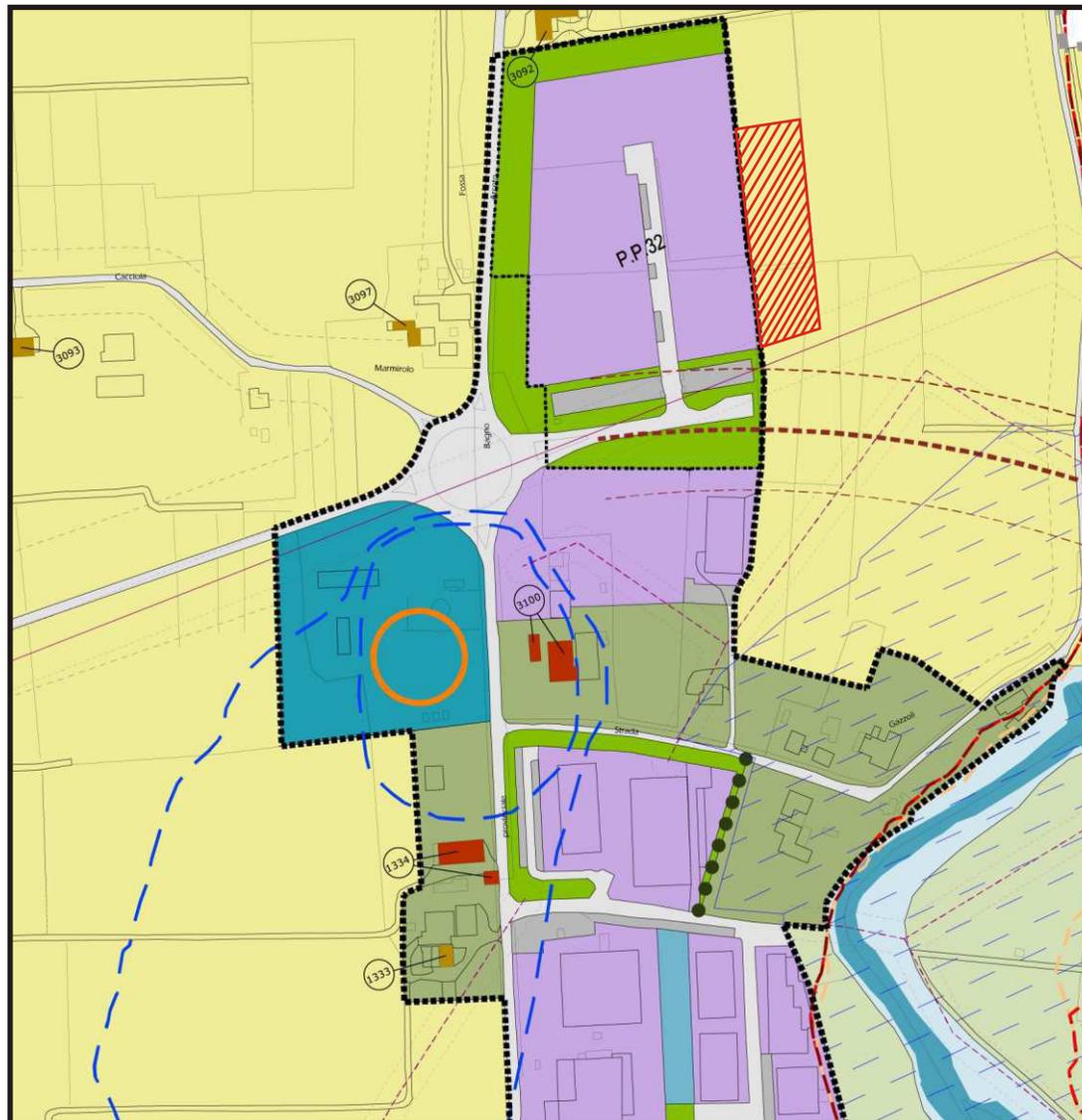
adeguato alla Var. 2/17 approvata con Del. di C.C. n. 78 del 28/11/17

adozione approvazione

Gennaio 2017 Novembre 2017

1:5.000

**RUE
3.1**



TERRITORIO RURALE



ambiti ad alta vocazione produttiva (art. 33)

E=1637100

I Particella: 350



Il territorio di Arceto, da un punto di vista idrogeologico, compete all'Unità Idrogeologica dei corsi d'acqua minori. Tale Unità Idrogeologica verso Nord sfuma, per eteropia di facies, nell'Unità Idrogeologica della media pianura.

In virtù delle caratteristiche fisico-chimiche del suolo l'indirizzo naturale di questi terreni è quello agricolo. I suoli tipici di questa Unità Idrogeologica appartengono all'associazione dei "suoli alluvionali".

Si tratta di entisuoli, generalmente calcarei e sub alcalini, a prevalente tessitura argillosa, ad elevata componente organica e torbosa. La potenzialità colturale è da buona ad elevata.

Il regime pluviometrico della zona è di tipo continentale. Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 791 mm con punte massime di piovosità in primavera (221 mm) ed in autunno (232 mm). La temperatura media mensile annua è di 13.4 °C, con valori medi massimi di 30.1 °C, per il mese di luglio e minimi di - 2.0 °C, per il mese di gennaio. L'escursione annua è quindi di 32.1 °C. I venti predominanti provengono da occidente in inverno, da oriente nelle altre stagioni.

3. INQUADRAMENTO TETTONICO E CENNI DI GEOLITOLOGIA

L'intero territorio di Arceto risulta compreso nel bacino subsidente pliocenico-quadernario della Pianura Padana, costituito da un'ampia depressione a stile compressivo colmata da sedimenti mesozoici, terziari e quaternari.

I litotipi che compongono il primo sottosuolo, in relazione alle evoluzioni idrografiche di fiumi e torrenti, hanno un andamento lentiforme, discontinuo, con passaggi laterali e verticali da una componente granulometrica all'altra più o meno gradualmente.

Dal punto di vista stratigrafico quindi il territorio in esame si presenta di una complessità non trascurabile dovuta alla migrazione del T. Tresinaro, al costipamento differenziato dei sedimenti fluviali, nonché al massiccio intervento antropico volto alla regimazione del corso d'acqua, con tutta una serie di deviazioni, canalizzazioni e bonifiche.

Consultando la cartografia geologica ufficiale si può facilmente notare come l'area in esame si trovi in corrispondenza di un sovrascorrimento profondo mentre verso sud il centro abitato di Arceto è collocato sull'asse di un'anticlinale sepolta che in direzione della zona pedecollinare evolve in una sinclinale, anch'essa sepolta, entrambe le lineazioni tettoniche seguono l'andamento del margine appenninico-padano.

Secondo quanto riportato nel "Rilevamento-studio delle risorse idriche sotterranee nel territorio della provincia di Reggio Emilia" edito dall'Amministrazione provinciale e redatto in base alle conoscenze stratigrafiche, lo spessore dei sedimenti e delle alluvioni quaternarie è, in Arceto, superiore a 120/140 m. La "Carta geologica d'Italia" (cf. stralcio Foglio 86 - Modena), redatta dal Servizio Geologico dello Stato ascrive i terreni in esame al "Diluvium recente tardivo" (q_{1t}) del Pleistocene sup. e li descrive "alluvioni ghiaiose con lenti argilloso-sabbiose dell'alta pianura".

Rilievi recenti, effettuati con maggior dettaglio da ricercatori dell'Istituto di Geologia dell'Università di Modena, ascrivono i materiali dell'area in esame all'Unità della Piana Alluvionale (Neolitico-Medioevo) al passaggio, verso SO, con quelli dell'Unità di Reggio Emilia (Neolitico-Età Romana). Si tratta pertanto di alluvioni relativamente recenti, i primi sono prevalentemente limosi mentre i depositi dell'Unità di Reggio Emilia sono descritti come "limi sabbiosi con lenti ghiaiose".

Secondo le più recenti suddivisioni delle unità quaternarie continentali adottate sulla Carta Geologica del progetto CARG della Regione Emilia Romagna, il terreno in esame viene invece ascritto al Subsistema di Ravenna (AES8); verso sud, in riva sinistra del T. Tresinaro, questi depositi sfumano poi in quelli più recenti dell'Unità di Modena (AES8a - cf. stralcio in scala 1 : 5000).

4. METODOLOGIA D'INDAGINE

Le caratteristiche litologiche e geomeccaniche del primo sottosuolo sono state determinate interpretando i dati ricavati da tre indagini penetrometriche. Le *penetrometrie* sono state eseguite utilizzando un penetrometro tipo GOUDA da 10 t montato sul cassone di un Defender pick-up.

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ($v = 2 \text{ cm/sec} \pm 0.5 \text{ cm/sec}$).

La penetrazione avviene attraverso un dispositivo di spinta (martinetto idraulico) opportunamente ancorato al suolo (ovvero zavorrato), che agisce su una batteria doppia di aste (aste esterne cave e aste interne piene coassiali), alla cui estremità inferiore è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione viene determinato a mezzo di un opportuno sistema di misura, collegato al martinetto idraulico.

La punta conica (di tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante per la misura dell'attrito laterale (punta/manicotto tipo "Begemann").

Le dimensioni della punta/manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono $\phi = 35.7 \text{ mm}$
- area della punta conica $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo apertura del cono $\alpha = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto $m = 150 \text{ cm}^2$

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'approfondimento.

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture di campagna, durante l'infissione dello strumento):

- $R_p \text{ (Kg/cm}^2\text{)} =$ resistenza alla punta (conica)
- $R_L \text{ (Kg/cm}^2\text{)} =$ resistenza laterale (manicotto)

(la resistenza alla punta R_p e la resistenza laterale R_L sono rilevate a intervalli regolari di 20 cm).

Oltre all'elaborazione dei valori di resistenza del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto R_p/R_L fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di R_p e del rapporto $FR = (R_L/R_p) \%$ (esperienze di Schmertmann - 1978). Sempre con riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegare sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (coesione non drenata C_u , angolo di attrito interno efficace ϕ' , densità relativa D_r , modulo edometrico M_o , moduli di deformazione non drenato E_u e drenato E' , peso di volume Y , ecc.).

5. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE E PARAMETRI GEOTECNICI

Confermando, così come da bibliografia, la natura di questi terreni, le prove penetrometriche statiche, appositamente effettuate per definire le reali caratteristiche geomeccaniche del primo sottosuolo, hanno riscontrato una preponderanza di materiali coesivi, argille talora ad elevata componente organica e torbosa ed argille sabbioso limose, a cui si alternano, soprattutto tra 8 m e 13 m, in lenti e talora in piccoli banchi, sabbie limose e sabbie.

Oltre 17÷17.5 m, le indagini hanno poi appurato l'esistenza di un tipico deposito alluvionale costituito da un banco di sabbie e ghiaie, il cui elevato grado di addensamento ha ben presto impedito la prosecuzione delle infissioni statiche.

Quanto accertato con le indagini concorda con le stratigrafie dei pozzi P604-605-606, reperibili presso il sito del Servizio Geologico della Regione, a servizio dell'acquedotto pubblico attualmente gestito dall'azienda IREN, perforati poche centinaia di metri ad occidente rispetto al terreno in esame (cf. ubicazione dei pozzi sulla Carta Geologica del Progetto CARG).

Più precisamente, queste stratigrafie segnalano che, lo spessore del primo banco di sabbie e ghiaie non supera i 3÷3.5 m; nella fattispecie oltre i 20 m sino a circa 30÷31 m, le stratigrafie

evidenziano nuovamente la presenza di materiali coesivi che ricoprono un secondo banco di sabbie e ghiaie con uno spessore di circa 12 m intervallato anche da un piccolo banco di argille gialle.

A maggiore profondità, si avvicinano sempre banchi di sabbie e ghiaie, suddivisi da acquicludi, costituiti da materiali prevalentemente coesivi. Da segnalare poi la presenza di un potente banco di sabbie e ghiaie che da ~130 m si spinge sino a ~154 m; l'ultimo banco litoide è stato poi individuato nella stratigrafia del pozzo P606, approfondito sino a 200 m, tra 183.5 m e 187 m.

Le indagini consentono di ricostruire, per i vari strati, le caratteristiche litologiche ed i parametri geotecnici:

PROVA PENETROMETRICA CPT1

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Argille talora ad elevata componente organica e torbosa con sottili livelli di limi sabbiosi	0,0	5,0	5,0	18,14	19,12	18,0	58,83	9,81	5883,0	4903,0
B	Argille consistenti	5,0	8,0	3,0	18,14	19,12	20,0	68,64	14,71	6864,0	5883,0
C	Sabbie limose e sabbie in scarsa matrice limo argillosa	8,0	13,5	5,5	18,63	19,12	27,0	0	0	11768,0	9806,0
D	Argille talora organiche mediamente consistenti	13,5	15,5	2,0	18,14	19,12	18,0	49,00	9,81	4903,0	3922,0
E	Argille ed argille sabbioso limose molto consistenti	15,5	17,5	2,0	18,63	19,61	20,0	98,00	19,61	8825,0	7845,0
F	Sabbie limose, sabbie e ghiaie in scarsa matrice limo argillosa	17,5	-	-	19,61	19,61	35,0	0	0	19613,0	14710,0

PROVA PENETROMETRICA CPT2

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Argille talora organiche ed argille sabbioso limose con livelli di sabbie limose	0,0	4,0	4,0	18,14	19,12	22,0	49,00	9,81	4903,0	3922,0
B	Argille consistenti	4,0	7,5	3,5	18,14	19,12	20,0	68,64	14,71	6864,0	5883,0
C	Sabbie limose e sabbie in scarsa matrice limo argillosa	7,5	9,5	2,0	18,63	19,12	25,0	0	0	7845,0	6864,0
D	Argille mediamente consistenti con sottili livelli di limi sabbiosi	9,5	12,0	2,5	18,14	19,12	18,0	58,83	9,81	5883,0	4903,0
E	Argille molto consistenti	12,0	17,5	5,5	18,63	19,61	20,0	98,00	19,61	8825,0	7845,0
F	Sabbie limose, sabbie e ghiaie in scarsa matrice limo argillosa	17,5	-	-	19,61	19,61	35,0	0	0	19613,0	14710,0

PROVA PENETROMETRICA CPT3

Strato	Descrizione	Quota iniziale [m]	Quota finale [m]	Spessore [m]	γ [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	ϕ' [°]	Cu [kN/m ²]	c' [kN/m ²]	Mo [kN/m ²]	E [kN/m ²]
A	Argille ed argille sabbioso limose con livelli di sabbie limose	0,0	4,0	4,0	18,14	19,12	22,0	49,00	9,81	4903,0	3922,0
B	Argille ed argille sabbioso limose consistenti	4,0	7,5	3,5	18,14	19,12	20,0	68,64	14,71	6864,0	5883,0
C	Sabbie limose e sabbie in scarsa matrice limo argillosa	7,5	9,5	2,0	18,63	19,12	27,0	0	0	11768,0	9806,0
D	Argille talora organiche mediamente consistenti	9,5	12,0	2,5	18,14	19,12	18,0	58,83	9,81	5883,0	4903,0

E	Argille molto consistenti	12,0	17,0	5,0	18,63	19,61	20,0	98,00	19,61	8825,0	7845,0
F	Sabbie limose, sabbie e ghiaie in scarsa matrice limo argillosa	17,0	-	-	19,61	19,61	35,0	0	0	19613,0	14710,0

dove:

γ = peso di volume; γ_{sat} = peso di volume saturo; C_u = coesione non drenata; c' = coesione efficace;

ϕ' = angolo di attrito; M_o = modulo edometrico; E = modulo elastico.

6. CARATTERISTICHE DELLA CONOIDE DEL T. TRESINARO E CENNI DI IDRO-GEOLOGIA

Questa zona, da un punto di vista idrogeologico, compete all'Unità dei corsi d'acqua minori. Questa Unità corrisponde al tratto di alta pianura, compreso tra le conoidi del Secchia e dell'Enza, che è percorso dai corsi d'acqua minori (Crostolo, Lodola e Tresinaro) che formano modeste conoidi, caratterizzate da sottili banchi ghiaiosi, abbastanza discontinui e talvolta passanti a letti sabbiosi, intercalati a serie prevalentemente limo-argillose. Anche attualmente infatti questi corsi d'acqua sono caratterizzati da bacini idrografici relativamente poco estesi e da portate liquide che non consentono un'ampia diffusione di materiali ghiaiosi.

L'area in oggetto, sita nella periferia di Arceto, a NE del centro storico, fa parte della conoide del T. Tresinaro. È questa una conoide abbastanza ampia che si estende verso Nord sin oltre Cacciola e che annette l'intero abitato di Arceto. Attualmente il corso d'acqua scorre a Est dell'abitato; si sa altresì che originariamente il torrente defluiva molto più a occidente. Giambattista Venturi nella "Storia di Scandiano" (Ed. G. Vincenzi e Compagno - Modena - 1822) riporta infatti che "Il Tresinaro non s'univa, come fa di presente, a Secchia presso Rubbiera, ma correndo solitario per Fellegara, Sabbione, Roncadella, Masone ecc., andava sul Carpigiano...." e "si intraprese di

rimediare ai danni, che esso Torrente recava alle Ville inferiori, rivolgendolo da Fellegara ad influire in Secchia presso Rubbiera”.

La deviazione, definita giustamente da Venturi “operazione insigne in que’ tempi”, fu attuata dal Comune di Reggio. L’Autore riporta inoltre “Sembra dunque, che il Tresinaro se n’andasse per l’alveo antico sin presso al 1300.” e, dopo altre citazioni, “Sussiste anche oggidi a Fellegara, a ponente della Botte del Canale di Secchia, un muro semisepolto, lungo intorno a mille metri, e chiamasi il muro de’ Carpigiani, perché, forse lo costrussero essi attraverso del Tresinaro vecchio, ad oggetto di meglio assicurarsi, che il Torrente mai più non corresse verso le loro Campagne. Difatti bisogna dire che, anche dopo la deviazione, il Torrente in piena rompesse alcuna volta a quella banda: poiché, nel 1359, le sue acque corsero inondando sino alla Pieve di Prato”.

Quanto in precedenza riportato, non vuole unicamente essere una dissertazione di notizie tratte dalla fonte più autorevole della storia del Paese, ma altresì mettere giustamente in evidenza come, negli ultimi secoli, il T. Tresinaro abbia radicalmente modificato l’assetto del territorio.

Per quanto riguarda Arceto, si ha ragione di ritenere che, ne sono testimonianza le numerose indagini da me effettuate in occasione di precedenti studi, possano essere il frutto di apporti alluvionali relativamente recenti ascrivibili a divagamenti d’alveo del T. Tresinaro. Consultando la Carta Tecnica Regionale, si nota chiaramente che a Est di Arceto il corso d’acqua assume un andamento meandriforme, segno evidente di perdita di velocità della corrente. In questa zona, viste le caratteristiche del primo sottosuolo accertate nel corso delle numerose indagini penetrometriche effettuate, è corretto ipotizzare che il terreno sia ascrivibile a depositi alluvionali di un paleoalveo. Non è da escludere altresì, ne sono tangibile testimonianza le sabbie e ghiaie accertate dalle prove penetrometriche, che il corso d’acqua, non ancora adeguatamente incanalato nell’alveo attuale, abbia avuto la possibilità di divagare anche verso occidente.

In base ai numerosi elementi acquisiti nel corso di sondaggi effettuati per la captazione di acque sotterranee e di indagini penetrometriche statiche e dinamiche, è inoltre accertato che la parte apicale della conoide, all’altezza di Scandiano, si caratterizza per l’alta percentuale di materiali

ghiaiosi. Ghiaie e sabbie si rinvengono infatti, già a -4/5 m dall'attuale piano campagna, quasi uniformemente sia nella periferia Nord di Scandiano che in quella Ovest di Fellegara.

I materiali litoidi tendono altresì ad approfondirsi in direzione di Arceto. Minore è infatti la presenza di materiale litoide man mano che ci si avvicina alla base della conoide, fatta eccezione naturalmente per le lenti, poste anche a ridotta profondità, soprattutto in corrispondenza dei vecchi letti del torrente.

Da un punto di vista idrogeologico, la zona di Arceto, in base ai dati acquisiti con le numerose perforazioni effettuate per le ricerche d'acqua, è certamente la migliore di tutto il territorio di Scandiano. L'esame di questi dati pone in luce, da un lato il notevole sviluppo degli acquiferi, dall'altro la loro irregolarità nelle dimensioni e nei reciproci rapporti che non permettono quindi di ricostruire con facilità il loro andamento. Ciò è ascrivibile alla deposizione disordinata dei materiali operata dal T. Tresinaro, alla notevole variabilità dei litotipi, fenomeno altresì accertato con le numerose indagini penetrometriche statiche e dinamiche effettuate.

In ogni caso, sino alla profondità di 100 m, siamo in presenza di acquiferi molto produttivi che, da un punto di vista idrogeologico, sono assimilabili ad un monoacquifero con permeabilità variabile in senso laterale e verticale.

Gli orizzonti litologici sono in questa zona caratterizzati da una forte lenticolarità che può consentire una separazione tra i livelli ghiaiosi. Tale separazione può ridursi fortemente e può a volte tendere a scomparire anche per motivi antropici.

Ne consegue che i singoli livelli idrogeologici possono considerarsi tra loro comunicanti: ciò è confermato sia dall'identità e correlabilità dei livelli statici dei pozzi sia dai valori di conducibilità e temperatura degli stessi.

La Carta dell'Idrogeologia e Vulnerabilità – Tav. n° 2 del QCG del Piano Strutturale Comunale adottato nel febbraio 2009 pone l'area in esame in corrispondenza dell'isopieza 60 m s.l.m., da cui, in base alla quota altimetrica di 65÷66 m s.l.m., una soggiacenza della falda freatica compresa tra i 5÷6 m.

In realtà, misure di livello effettuate nei fori di sondaggio al termine delle prove, hanno accertato il livello statico della falda a 1.2÷1.8 m dalla quota del piano campagna mentre quelle eseguite nei fori di sonda delle penetrometrie realizzate nel luglio 2002, a supporto della relazione geologica del Piano Particolareggiato P.P. 32, ne avevano quantificato il livello in 1.65÷1.9 m dal p.c.

Avendo riscontrato, come da PSC, in terreni limitrofi a sud, una profondità di falda di ~5 m, si ha pertanto ragione di ritenere che la falda, nel corso dell'anno, possa essere soggetta ad escursioni correlate all'andamento pluviometrico stagionale.

Vista la presenza di numerosi pozzi sia ad uso domestico e per gli allevamenti, nonché per uso propriamente irriguo ed idropotabile (di acquedotto), gli incaricati del progetto hanno avuto la possibilità di redigere, a supporto dello studio di PSC, numerose sezioni idrogeologiche. La sezione n° 4, che passa in corrispondenza dell'area esaminata, evidenzia con tratteggio in azzurro il tetto di questo primo acquifero.

La Tav. n° 2 di PSC visualizza altresì che nel territorio in esame la principale direzione di flusso idrico sotterraneo di queste acque è da SO verso NE.

Come indicato da alcune carte tematiche, si ha altresì ragione di ritenere che nella zona il deflusso delle acque superficiali sia regolato da assi preferenziali di drenaggio in grado di giustificare le variazioni ed in particolare gli abbassamenti di livello nei periodi più siccitosi.

In tal senso, sulle base delle indicazioni delle colonne stratigrafiche giacenti presso il Catasto Pozzi e di quelle fornite dal Comune di Scandiano, i tecnici dello Studio Idrogeotecnico Associato di Milano incaricati per redigere un quadro conoscitivo Geologico, Idrogeologico e Sismico a supporto del Piano strutturale Comunale (P.S.C.) hanno individuato un acquifero superiore, uno intermedio ed uno profondo.

Nella fattispecie gli spessori degli acquiferi, indicati rispettivamente con le lettere A, B e C, vengono qui rappresentati nella citata sezione idrogeologica 4 di P.S.C. (cf. stralcio). Come evidenziato nella planimetria che, con puntinato in arancione, unitamente alle altre ne visualizza l'andamento, l'area ricade a poche centinaia di metri a oriente dell'incrocio con la sezione 3, poco distante quindi dalla

stratigrafia dei già citati pozzi P604-605-606, reperibili presso il sito del Servizio Geologico della Regione, a servizio dell'acquedotto pubblico attualmente gestito dall'azienda IREN, in precedenza descritti.

Gli acquiferi interessati sono quindi l'A ed il B così descritti: A “acquifero libero limitato alla parte apicale delle conoidi - acquifero da semiconfinato a confinato nel settore di pianura”, B “acquifero confinato entro le intercalazioni permeabili” rispettivamente costituiti da “alternanze di livelli di ghiaia medio-grossolana e ghiaie in matrice sabbiosa di spessore metrico e decimetrico e livelli di argille, limi ed argille limose di spessore pluridecimetrico” e “argille e limi con intercalazioni di ghiaie sabbiose e sabbie”.

La sezione visualizza quindi chiaramente che ci troviamo al passaggio tra i due acquiferi in cui normalmente i pozzi, ad eccezione quindi di quelli ad uso acquedottistico, attingono normalmente all'acquifero A.

I pozzi captano le acque dalle falde che hanno sede nei banchi di ghiaia e sabbia a cui si fa riferimento nel precedente capitolo, nella fattispecie soprattutto quello in ghiaia e ciottoli individuato oltre i 130÷140 m.

7. RISCHIO IDRAULICO

Ponendosi l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture, la Regione Emilia-Romagna ha predisposto un "Piano di gestione del rischio di alluvioni".

Redatto in conformità con quanto previsto lo studio ha privilegiato un approccio di pianificazione a lungo termine, scandito in tre tappe successive e tra loro concatenate:

- fase 1: una valutazione preliminare del rischio di alluvioni (entro il 22 settembre 2011);
- fase 2: elaborazione di mappe della pericolosità e del rischio di alluvione (entro il 22 dicembre 2013);
- fase 3: predisposizione ed attuazione di piani di gestione del rischio di alluvioni (entro il 22 dicembre 2015).

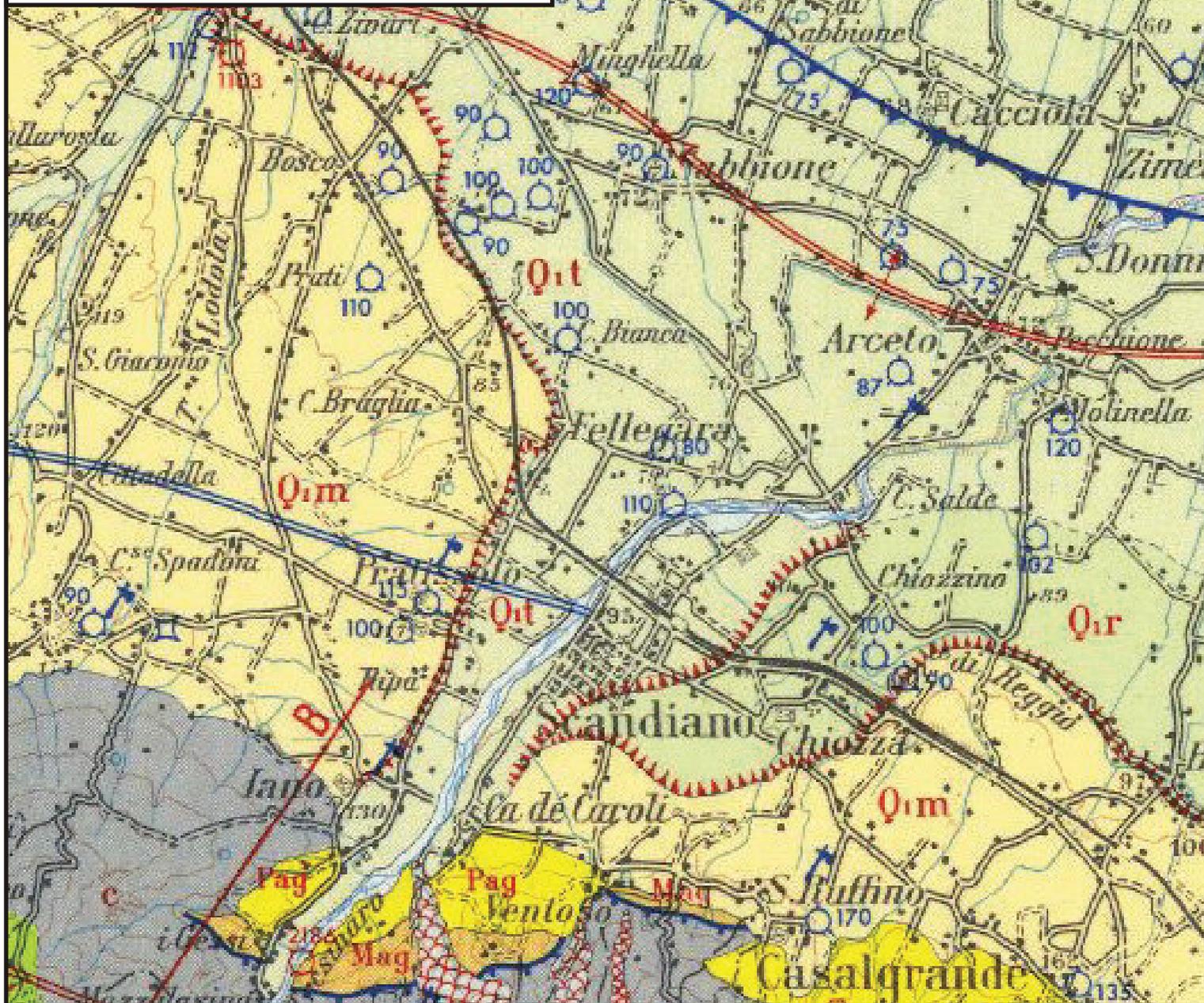
Secondo le direttive del Piano, adottato il 17 dicembre 2015 ed approvato il 3 marzo 2016 dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali, tutto il territorio della Regione Emilia-Romagna è stato interessato da tre nuovi Piani: il PGRA del distretto padano, il distretto dell'Appennino Settentrionale e quello dell'Appennino Centrale.

Secondo le direttive dell'art. 6 dalla Direttiva Europea 2007/60/CE e dell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010, sono state restituite specifiche mappe della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti differenziandole rispetto agli ambiti territoriali in cui viene restituita una distinzione fra un "reticolo naturale principale e secondario" ed un "reticolo secondario di pianura" (cf. stralci in allegato). Nella fattispecie, sono state analizzate le tavole 201SO – Rubiera che, nel caso del "reticolo naturale principale e secondario", più diffusamente in Arceto, ad esclusione della fascia prossima all'alveo del T. Tresinaro, non individuano elementi di pericolosità e di rischio.

Per quanto concerne la Mappa di Pericolosità, occorre tuttavia tenere presente che man mano ci si avvicina al greto del T. Tresinaro, in carta vengono individuate in progressione fasce di tutela

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

Foglio n° 86 - Modena



LEGENDA

Formazioni Pleistocene continentali

Olocene

- Q1t Alluvium attuale: alluvioni ghiaiose e sabbiose non alterate, del tipo dei fiumi e torrenti (Q1t). Derris di fide (da).
- Q1m Alluvium medio-recente: alluvioni sabbiose con letti limosi, della bassa pianura; basso terrazzo ghiaioso-sabbioso, fuso e coltivato lungo i torrenti (Q1m).

Pleistocene

- Q1t Alluvium recente tardivo: alluvioni ghiaiose con letti argilloso-sabbiosi dell'alta pianura, a suolo prevalentemente bruno (livello principale della pianura) (Q1t).
- Q1r Alluvium recente: terrazzo sospeso di 8-15 m sull'alta pianura, a ghiaie e sabbie e suolo argilloso bruno (Q1r).
- Q1m Alluvium medio: alluvioni sabbiose ghiaiose, a suolo argilloso giallo-rosaceo (Q1m).
- Q1g Conglomerati con menzoli tipici del Paleolitico inferiore (Clactoniano 2 secondo F. LEONARDI) sovrapposti da L. FANTINI, a sabbie miste ed intercalate, con Foraminiferi piccolati e *Ammonia ovata* d'Orb. di B. ACCORDI (1961).

Pliocene

- Calb Sabbie, ghiaie e conglomerati a *Fluvialia gibbosa* (d'Orbigny), *Rhithidion crispum* (Linné), *Rathidion lineare* (Linné), *Falsalvaria leidyana* (Forasini) (Calb).
- Mag Formazioni delle argille grigio-azzurre, a base di età varia pliocenica inferiore o *Marginalina costata* Bartsch, *Plectrofonticularia gemina* (Silvestri), *Unguis rutila* Cushman, ecc.; giacimento superiore a *Unguis perovskii* Cushman, *Unguis asteria* d'Orbigny, *Ammonia ovata* (Costa), *Calidina pseudogemma* (Cushman), ecc.; e calcarenite a *Balanites Junfermanni* Williamson, *Caudofoveata lanigera* d'Orbigny var. *rufusca* Silvestri, *Ammonia balatica* (Schwartz), ecc. (Mag).
- Mag Bancate conchigliare e lamellibranchi e Gasteropodi (l).

Messiniano

- Mag Formazione delle argille (Mag) con gessi (g).

Cretaceo-Eocene

- Complesso indifferenziato e formazioni associate
- Complesso indifferenziato calcico (l'argille scagliose, p.g.) formato in prevalenza da scisti argillosi grigio-verdastri o anche rossastri, talora un po' marnosi, includenti di frequente piccole masse di rocce ofiolitiche più o meno brecciate, di breccie ofiolitiche, o anche di granito. Contiene inoltre blocchi e pacchi di scisti calcarei di varia natura ed età (cretaceo-ocenica e di epoca di calcareo calcareo). Il complesso, costituito originariamente da alternanze di argillitici e calcari, è presente quasi dappertutto in condizioni calciche. Solo sulla sinistra del Parco il manto appare meno disordinato, e l'aspetto calcico sembra dipendere soprattutto da fatti gravitativi superficiali (c).

Strati sub-orizzontali (da 0° a 5°)

Strati poco inclinati (da 5° a 25°)

Strati inclinati (da 25° a 60°)

Strati molto inclinati (oltre i 60°)

Strati sub-verticali.

Strati rovesciati.

Strati contorti.

Asse di sinclinale.

Asse di anticlinale.

Faglie normali.

Faglie verticali o con senso di immersione sconosciuto.

Sovrascricimenti.

Sovrascricimenti profondi.

Località fossiliere.

Terrazzi.

Fraie.

Grotte.

Inghiotti.

Giacimenti preistorici.

Sorgenti.

Sorgenti solfuree.

Pozzi per acque e loro profondità in metri.

Salse.

Manifestazioni di gas.

Manifestazioni di petrolio.

Pozzi per ricerca di idrocarburi e loro profondità in metri.

Pozzi produttivi di gas e loro profondità in metri.

Cave.

Tracce di sezione.

CARTA GEOLITOLOGICA

SCALA 1:25000

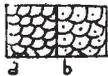
LEGENDA

DEPOSITI PLEISTOCENICI ED OLOCENICI



a) Unità' degli alvei attuali (ghiaie prevalenti) e riempimenti di valli relitte (depositi colluviali a prevalente costituzione limo-sabbiosa - Olocene)

b) depositi colluviali a prevalente costituzione limo-sabbiosa ai piedi di scarpate strutturali - Olocene.



Depositi di frana principali (Pleistocene-Olocene)

a) attiva b) quiescente



Unità' dei fondovalle (Medioevo-XX Secolo) - ghiaie e sabbie



Unità' della piana alluvionale (Neolitico-Medioevo)

a) sabbie prevalenti
b) limi
c) argille



a) Unità' di Reggio Emilia (Neolitico-Età' Romana)

- limi sabbiosi con lenti ghiaiose

b) Unità' di Chiozza (Olocene pre-Neolitico) - limi prevalenti



a) Unità' di Castellarano (Pleistocene sup.) - ghiaie e limi sabbiosi con copertura limosa

b) Unità' di Farneto (tardo Pleistocene medio) - ghiaie e limi sabbiosi con copertura limosa

FORMAZIONI NEOAUTOCTONE



Sabbie e sabbie con ghiaie

cicli: c = quaternario marino
b = pliocenico inferiore
a = messiniano post-evaporitico



Argille e marne

cicli: messiniano evaporitico e post-evaporitico, pliocenici e quaternario marino



Gessi

ciclo messiniano evaporitico

FORMAZIONI ALLOCTONE E SENIALLOCTONE

Flysch calcarei e/o arenacei



Formazione di Ranzano (Oligocene inferiore) - molasse e arenarie grossolane



Formazione di Antognola (Oligocene)

- arenarie fini e siltiti alternate a marne scure e ad argille



Flysch di M. Cassio (Campaniano-Maastrichtiano)

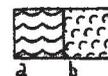
- calcari, calcari marnosi e marne alternate ad argille marnose e siltifiche



Arenarie di Scabiazza (Cenomaniano-Turoniano)

- arenarie a grana media e fine alternate a letti di argilliti, marne e siltiti; non rare sono le intercalazioni calcaree

Argille con inclusi



b) Argille varicolori (Cenomaniano-Turoniano)

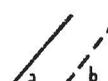
a) Argille a palombini (Cretaceo inf.-Albiano) melanges

FORME ANTROPICHE



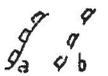
Aree antropizzate

DATI STRUTTURALI



Faglia

a) certa b) probabile e/o coperta



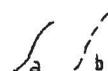
Flessura

a) certa b) probabile e/o coperta

FORME FLUVIALI E/O TORRENTIZIE



Scarpate



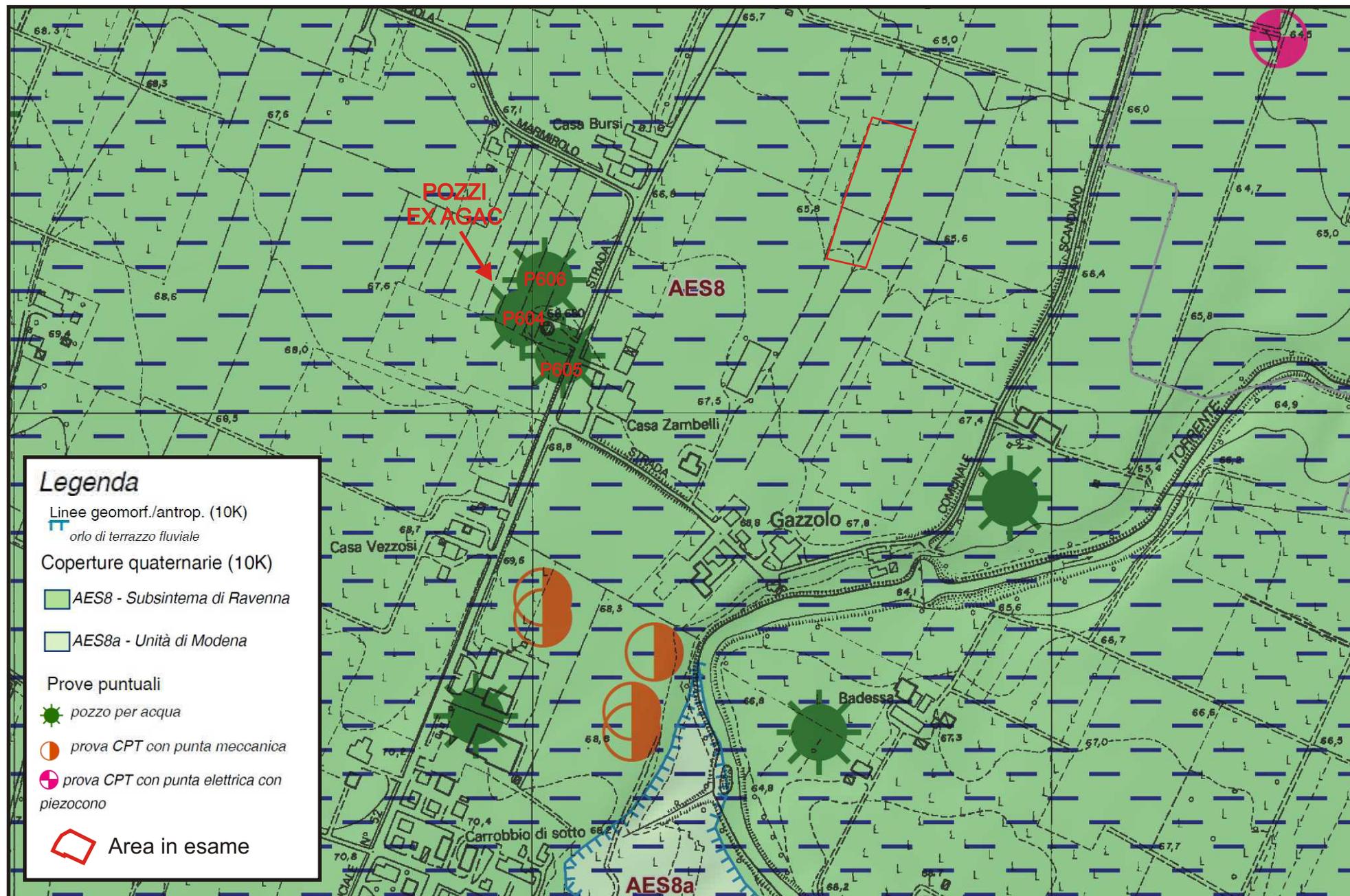
Traccia di palcosalveo a livello della pianura

a) ben conservata b) mal conservata

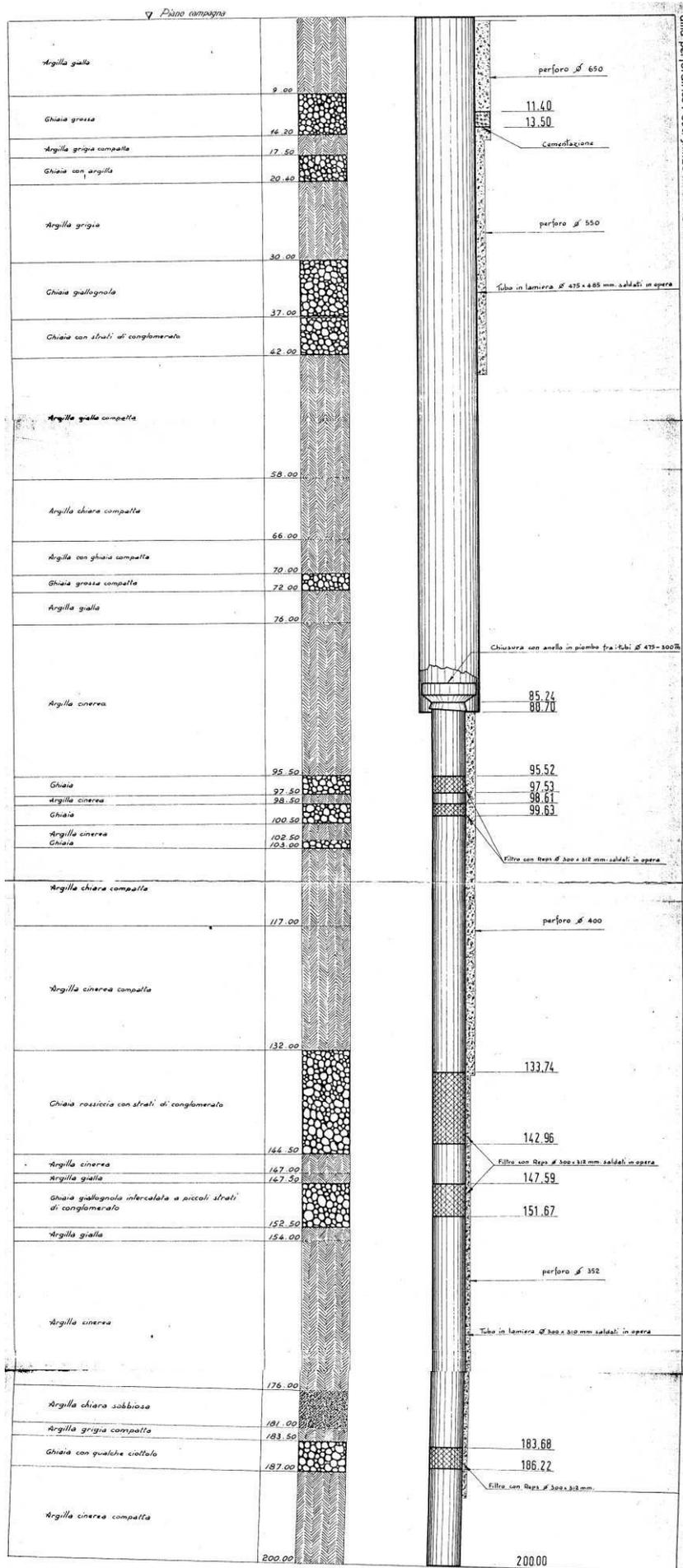


CARTA GEOLOGICA DEL PROGETTO CARG DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

SCALA 1:5000



STRATIGRAFIA POZZO P 604



STRATIGRAFIA POZZO P 605

COM. 1,2	Comune N. progress. 340 110	A
-------------	--------------------------------	---

0 IDENTIFICAZIONE N. pratica precedente PRATICA N. Ditta perforatrice MASSARENTI 35 cod. data perf.

A.G.A.C. cognome e nome
 •• REGGIO Emilia comune frazione
FASTINELLI 12 tel.

•• (2)

••

comune frazione tel.

zione; (2) Data della prima e seconda variazione della Ditta.

0 LOCALIZZAZIONE DEL POZZO E DATI RIASSUNTIVI
SCANDIANO 35040 frazione o località ARZETO
 n. podere

LOCALIZZAZIONE			Quota del piano di campagna m s.l.m.	φ mm	PROFONDITA' max m	POTENZA POMPA kW	C (1)	PORTATA l/sec.
longitudine	latitudine	ha						
27,3	11,0	2,1		3,9,2	1,4,9,0			1,3,6

(1) Contatore SI - 1; NO - 0.

I.G.M. scala 1:25.000 tavoletta

C.T.R. scala 1:5.000 foglio n. elemento n.

Catasto scala 1:2.000 foglio n. mappale n.

Bacino

6,3,1 CARATTERISTICHE DEL POZZO

PROFONDITA' a metri	NATURA LITOLOGICA descrizione	colore	codice	UMIDITA'			FINESTR. (1)
				asciutto 1	umido 3	bagnato 5	
1,30,5	Argilla FRAMMISTA A GHIDIA		1,4,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,36,5	GHIDIA E SABBIA		4,2,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,41,0	Argilla gialla		1,1,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,47,5	GHIDIA E SABBIA GIALLOGOLA		4,2,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,61,0	Argilla gialla		1,1,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,68,0	GHIDIA E SABBIA GIALLOGOLA		4,2,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,133,0	Argilla FRAMMISTA A GHIDIA		1,4,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,144,0	GHIDIA gialla scura		4,4,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1,149,0	Argilla		1,1,0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(1) Finestrata: SI - 1; NO - 0; da 0 a 20% - 2; da 21 a 30% - 3; da 31 a 40% - 4; da 41 a 50% - 5; dal 51 al 60% - 6; dal 61 al 70% - 7; dal 71 al 80% - 8; oltre l'80% - 9.

1 SCHEDE E DATI DI RIFERIMENTO

n. d'ordine	Comune	codice categoria I.S.T.A.T.	N. pozzi	Portata media l/sec.	consumo annuo mc.
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

stato scarichi COMPR. PRATICA N.

6,3,2 EQUIPAGGIAM.

avampozzo SI - 1 NO - 0

equipaggiamento pompa a motore dell'impianto di sollevamento (1)

potenza kW

prevalenza m

portata l/sec.

φ tubo mandata mm

(1) Elettropompa sommersa - 1; non sommersa - 2; motopompa sommer-

6,3,3 USI E DESTINAZIONE

USI	DESTINAZIONI			consumo annuo tot. m ³
	cod. uso	codici	glori/anno ore/giorno	
civile (acquedotto) (1)	1,0			
agricolo-irriguo (2)				
agricolo-zootecnico				
agric.-trasf. prod. (3)				
industriale (4)				
domestico				
vari (5)				
vari (6)				

(1) Cod. acquedotto; (2) Sup. irrigata ha; (3) Cod. prodotto; (4) Cod. I.S.T.A.T.; (5) Antinquinamento; (6) Altro.

- Limiti comunali
- - - - - Traccia delle sezioni idrogeologiche
- 77.08 Punti di misura e relative quote piezometriche
- - - - - 7A Linee isopiezometriche riferite a febbraio/marzo 2007 e relative quote (m s.l.m.)
- ↔ Principali direzioni di flusso idrico sotterraneo
- Idrografia
- Canali irrigui Consorzio della Bonifica Parmigiana Moglia-Secchia
- Zone non vulnerabili da nitrati di origine agricola
- Pozzi chiusi (cementati)
- RE43-00 □ Punti di controllo qualitativo e/o piezometrico Rete monitoraggio ARPA (RE43-00 = codice identificativo)
- Pozzo di controllo campo pozzi Fellegara

PRINCIPALI SOGGETTI AD INQUINAMENTO

- 3/1 ● Pozzi pubblici di captazione a scopo idropotabile e relativo numero identificativo
- 219010P647 ● Pozzi privati (D=domestico; A=agricolo; I=industriale; Z=zootecnico; N=altro)
- Sorgenti

PREVENTORI E/O RIDUTTORI DELL'INQUINAMENTO

- Zona di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile con criterio geometrico (raggio 200 m) - D.Lgs 152/2006
- Zona di rispetto ristretta dei pozzi ad uso idropotabile con criterio temporale (isocrona di 60 giorni)
- Zona di rispetto allargata dei pozzi ad uso idropotabile con criterio temporale (isocrona di 365 giorni)
- Impianto di depurazione
- Isola ecologica

POTENZIALI INGESTORI E VIACOLI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

- Ambito di cava cessata non recuperata

PRODUTTORI REALI E POTENZIALI DI INQUINAMENTO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

- Principali dorsali della rete fognaria comunale -acque nere e miste
- - - - - Trattati di rete incerta
- Principali dorsali della rete fognaria comunale - acque bianche
- Trattati di rete fognaria AGAC
- Scaricatori di piena
- Punto di sfioro degli scaricatori di piena
- Cimitero
- Ospedale
- Strada di intenso traffico
- Ferrovia

- S ● Allevamento di suini I = meno di 50 capi II = 50-200 capi III = 200-500 capi IV = 500-2000 capi V = 2000-5000 capi
- B ● Allevamento di bovini

Tipologia di attività produttiva

●	Autofficina, concessionaria, elettrauto, gommista
■	Falegnameria, trattamento del legno, produzione e restauro mobili, tappezziere
●	Carpenteria, torneria, metallurgia, officina meccanica, lavorazione alluminio elettromeccanica, lattoniere
●	Fonderia, raffineria metalli
●	Stoccaggio e commercio di combustibili, gpl, gas in bombole - deposito carburanti
■	Autotrasporti, rimessaggi, deposito automezzi
●	Autodemolizioni, rottamazione, depositi ferrosi
M	Lavorazione carni, macello, salumificio, lavorazione latte e caseifici
■	Laboratori fotografici, fotoincisione
●	Azienda zootecnica, allevamento bestiame da latte e da macello
●	Azienda agricola, coltivazioni cerealicole e della vite
●	Tipografia, tipolitografia, arti grafiche
●	Lavanderia a secco
●	Florovivaista, produzione terricci e concimi vari
○	Impianto di commercio gas metano per autotrazione ed uso industriale
●	Industria elettronica, componenti elettronici e circuiti stampati
●	Industria elettrica ed elettrotecnica, automatismi
■	Produzione e lavorazione di cellulosa, carta e cartone, cartotecnica
■	Produzione di cemento, calce, gesso e relativi manufatti, lavorazione di sostanze minerali/lapidee
■	Produzione e lavorazione vetro
■	Recupero e riciclaggio materiali non ferrosi
■	Produzione e lavorazione ceramica, piastrelle
■	Lavorazione uva, produzione vini e bevande alcoliche
●	Distributore di carburante e/o autolavaggio
●	Verniciatura (carrozzerie e verniciature artigianali)
■	Stampaggio e lavorazione materie plastiche, lavorazione resine
●	Consorzio agrario, vendita concimi, antiparassitari, mangimi e prodotti per l'agricoltura

Grado di vulnerabilità	Caratteristiche di litofacies						Caratteristiche degli acquiferi	
	EE	E	A	M	B	BB	DEPOSITI QUATERNARI	CONTINENTALI
DEPOSITI ALLUVIONALI	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	- Fondovalle del T. Tresinaro : ghiaie a supporto clastico o al limite tra supporto clastico e di matrice; matrice da sabbiosa a sabbioso-limoso	Acquifero di tipo libero connesso al subalveo del corso d'acqua.
							- piana alluvionale recente del Tresinaro: ghiaie a matrice limoso sabbiosa con copertura di limi e limi sabbiosi (1-2 m)	Acquifero da semiconfinato a confinato
							Principali paleovalle (T. Tresinaro e paleovalle all'altezza di Pratisololo): ghiaie in matrice sabbiosa con suoli a bassissimo grado di alterazione;	Acquifero da libero a semiconfinato Soggiacenza <10 m Soggiacenza <5 m
							piana alluvionale recente del T. Tresinaro: limi con ghiaie subordinate ed irregolarmente distribuite fino a profondità di 5-6 m	Acquifero da libero a semiconfinato Soggiacenza <10 m
DEPOSITI DI CONOIDE ALLUVIONALE	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	conoide a trasporto in massa del Rio Belloni, del T. Tresinaro (sinistra idrografica) e relativi tributari: ghiaie massive ad assetto caotico (depositi di canale) passanti ad argille limose con lenti ghiaiose (depositi di intercanale). Copertura di limi argilloso-sabbiosi (1 m)	Acquifero da libero a confinato Soggiacenza <10 m
							conoide distale del T. Tresinaro, piana alluvionale e palustre: sabbie fini, limi sabbiosi ed argille	Acquifero di tipo confinato Soggiacenza tra 5 e 10 m
							- conoide antico del T. Tresinaro (terrazzi in sponda sinistra), interconoide (Colombara-Torricella): ghiaie profondamente pedogenizzate con profilo di alterazione > 5m. Copertura loessica > 2 m	Acquifero di tipo confinato Soggiacenza >10 m
							- interconoide (terrazzo dell'Unità di Vignola): limi e limi argillosi fino a oltre 4 m di profondità	Acquifero di tipo confinato Soggiacenza tra 10 e 15 m
DEPOSITI QUATERNARI TRANSIZIONALI (SUBSTRATO ROCCEOSO)	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	[Pattern]	sabbie medie e fini con rare intercalazioni di ghiaia; argille silteose e debolmente marnose grigio-azzurre; banchi di gesso solentico e marnose contenenti blocchi di gesso detritico	Assenza di circolazione idrica
							successioni arenaceo-pellicole, torbiditi calcareo-marnose di mare profondo	Assenza di circolazione idrica

EE:estremamente elevato E:elevato A:alto M:medio B:basso BB:molto basso



Provincia di Reggio Emilia
Comune di Scandiano

QC G
Quadro
Conoscitivo
Geologico,
Idrogeologico
e Sismico

Piano
Strutturale
Comunale

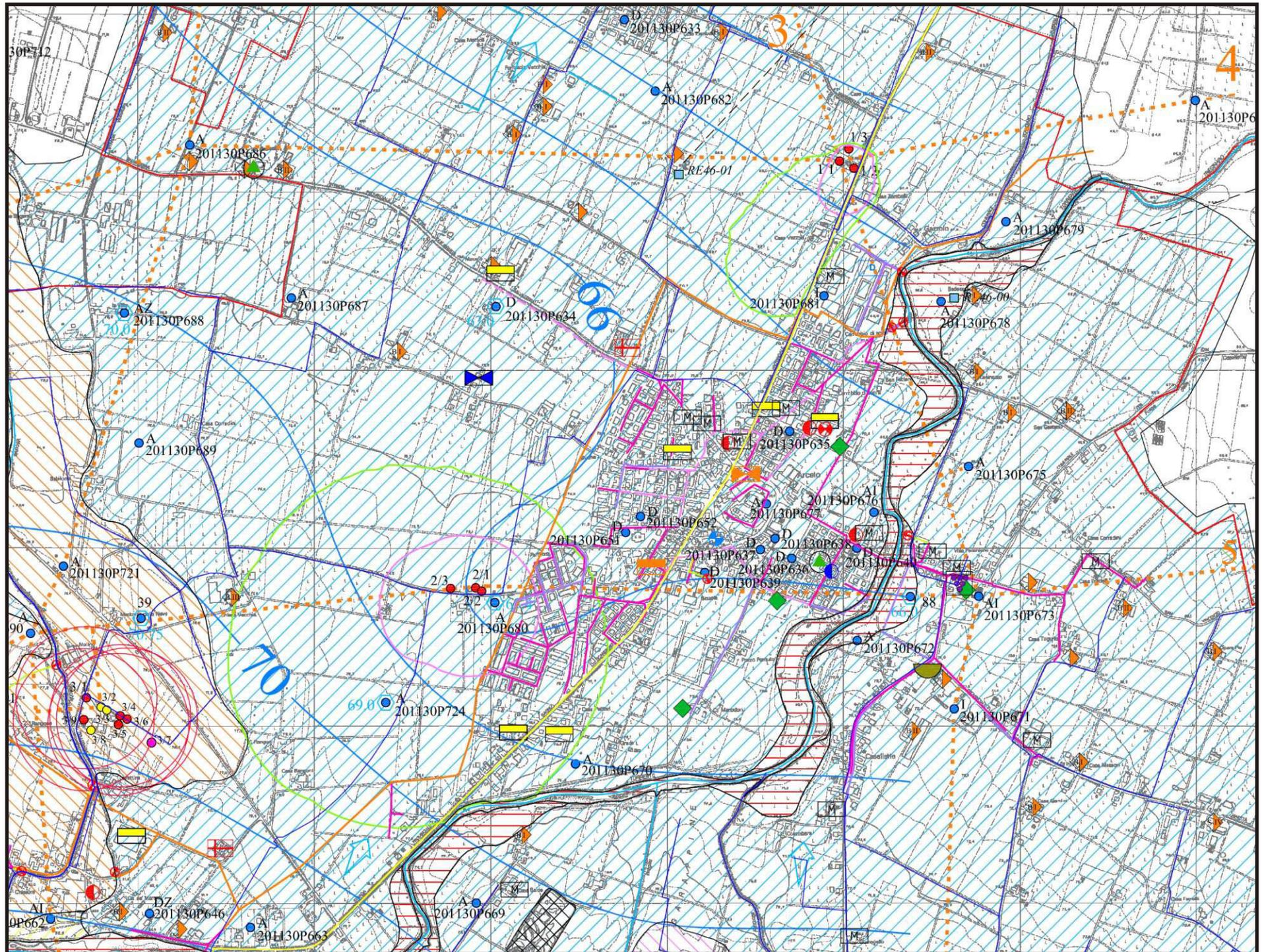
Quadro conoscitivo
DiAP
direttore DIAP
Patrizia Gabellini
responsabile scientifico
Piergiorgio Vitillo
gruppo di ricerca
Paolo Caluzzi
Piergiorgio Vitillo
Elena Solero
laboratorio labURB
Matteo Doni
Giuseppe Fiorillo
Elisabetta Troglio
Documento Preliminare
Federico Oliva
Quadro Conoscitivo
Ambientale, ValSAT/VAS,
Piano di Classificazione
Acustica
Ambiter S.r.l.
QCA a cura di
Giorgio Neri
Davide Gerevini
Claudia Giardinà
Lisa Nevano
Lorenza Costa
Piano di Classificazione
Acustica
Marco Rogna

Aspetti Geologici e
Idrogeologici
Studio Idrogeotecnico
associato
Efrem Ghezzi
Pietro Breviglieri
Silvia Besana
Amministrazione
comunale
Sindaco
Angelo Giovannetti
Assessore
all'urbanistica
Paolo Piccinini
Settore uso e
assetto del territorio
Milly Ghidini
Servizio territorio
urbanistica e
ambiente
Elisabetta Mattioli
Progettista

Tabella
QC G
2

IDROGEOLOGIA E
VULNERABILITA'

consegna febbraio 2009 adozione approvazione



Provincia di Reggio Emilia
Comune di Scandiano

QCG
Quadro
Conoscitivo
Geologico,
Idrogeologico
e Sismico

Piano
Strutturale
Comunale

QCG
3

Quadro conoscitivo
DiAP
direttore DiAP
Patrizia Gabellini

responsabile scientifico
Piergiorgio Vitillo

gruppo di ricerca
Paolo Galuzzi
Piergiorgio Vitillo
Elena Salero

laboratorio labURB
Matteo Doni
Giuseppe Fiorillo
Elisabetta Troglio

Documento Preliminare
Federico Oliva

Quadro Conoscitivo
Ambientale, ValSAT/VAS,
Piano di Classificazione
Acustica
Ambiter S.r.l.,
QCA a cura di
Giorgio Neri
Davide Gerevini
Claudia Giardinà
Lisa Nevano
Lorenza Costa
Piano di Classificazione
Acustica
Marco Rogna

Aspetti Geologici e
Idrogeologici
Studio Idrogeotecnico
associato
Efrem Ghezzi
Pietro Breviglieri
Silvia Besana

Amministrazione
comunale
Sindaco
Angelo Giovannetti

Assessore
all'urbanistica
Paolo Piccinini

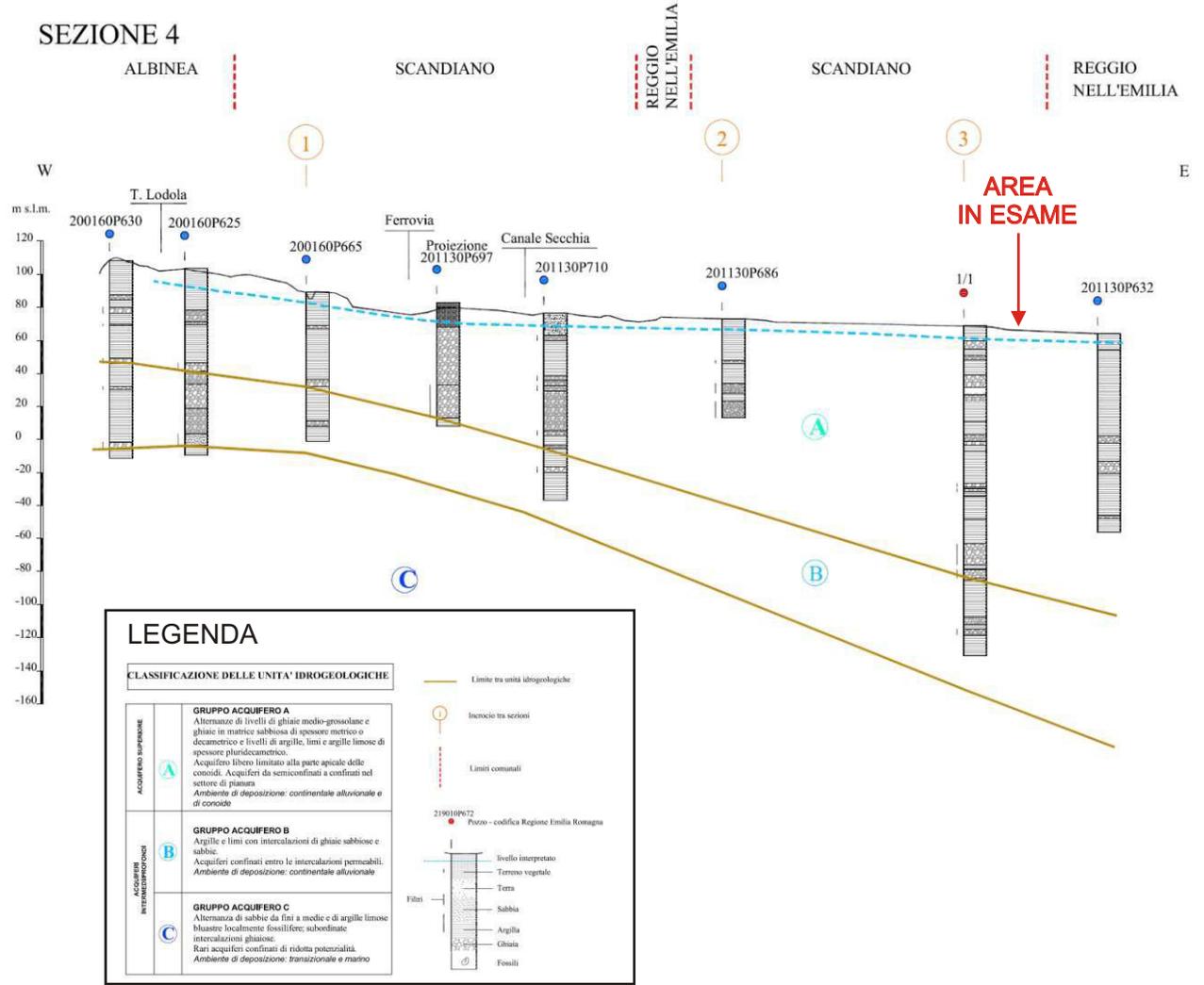
Settore uso e
assetto del territorio
Milly Ghidini

Servizio territorio
urbanistica e
ambiente
Elisabetta Mattioli

Progettista

SEZIONI IDROGEOLOGICHE

consegna Febbraio 2009	adozione	approvazione
---------------------------	----------	--------------



contrassegnate con le sigle P1-L, P2-M e P3-H che in successione distinguono aree con “scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi” da altre con media probabilità e quindi con “alluvioni poco frequenti e tempo di ritorno di 100-200 anni” mentre in alveo verosimilmente vi è un’elevata probabilità di “alluvioni frequenti con tempi di ritorno fra 20 e 50 anni”.

Anche la Mappa di Rischio individua scenari che, ad oriente del terreno esaminato, individuano aree di rischio moderato o nullo (R1), poi medio (R2) ed infine, nella zona prossima all’alveo, elevato (R3).

Per quanto concerne invece l’ambito territoriale in cui viene analizzato il “reticolo secondario di pianura”, rispetto alla mappa di pericolosità si evince che l’area in esame può essere interessata da alluvioni poco frequenti con una media probabilità nel tempo di ritorno tra i 100 ed i 200 anni (scenario di pericolosità P2 – M) mentre per quanto riguarda la mappa del rischio essa rientra in una classe di rischio moderato o nullo R1.

Nel rispetto di quanto individuato in mappa, ci si dovrà pertanto attenere alle disposizioni specifiche riportate al punto 5.2 della normativa secondo le quali si dovrà garantire, anche a tutela della vita umana, misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture nonché, nel rispetto dell’invarianza idraulica, interventi finalizzati a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e che siano atti a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Si fa pertanto qui presente che quanto in progetto, in sede di rilascio del titolo edilizio, dovrà fornire i possibili accorgimenti necessari per mitigare il rischio e garantire la compatibilità degli interventi con le condizioni di pericolosità.

In tal senso, si ritiene opportuno qui di seguito riportare quanto puntualizzato in normativa e che dovrà essere verificato dall’Amministrazione Comunale competente:

a. Misure per ridurre il danneggiamento dei beni e delle strutture:

a.1. la quota minima del primo piano utile degli edifici deve essere all’altezza sufficiente a ridurre la vulnerabilità del bene esposto ed adeguata al livello di pericolosità ed esposizione;

a.2. é da evitare le realizzazione di piani interrati o seminterrati, non dotati di sistemi di autoprotezione, quali ad esempio:

- le pareti perimetrali e il solaio di base siano realizzati a tenuta d'acqua;*
- vengano previste scale/rampe interne di collegamento tra il piano dell'edificio potenzialmente allagabile e gli altri piani;*
- gli impianti elettrici siano realizzati con accorgimenti tali da assicurare la continuità del funzionamento dell'impianto anche in caso di allagamento;*
- le aperture siano a tenuta stagna e/o provviste di protezioni idonee;*
- le rampe di accesso siano provviste di particolari accorgimenti tecnico-costruttivi (dossi, sistemi di paratie, etc);*
- siano previsti sistemi di sollevamento delle acque da ubicarsi in condizioni di sicurezza idraulica.*

Si precisa che in tali locali sono consentiti unicamente usi accessori alla funzione principale.

a.3. favorire il deflusso/assorbimento delle acque di esondazione, evitando interventi che ne comportino l'accumulo ovvero che comportino l'aggravio delle condizioni di pericolosità/rischio per le aree circostanti.

La documentazione tecnica di supporto alla procedura abilitativa deve comprendere una valutazione che consenta di definire gli accorgimenti da assumere per rendere l'intervento compatibile con le criticità idrauliche rilevate, in base al tipo di pericolosità e al livello di esposizione.

Tutto ciò premesso, vista la morfologia dei luoghi, in relazione alle accertate caratteristiche geomeccaniche dei terreni ed all'idrogeologia del territorio, si può sintetizzare quanto segue:

- 1 - per l'area esaminata dovrà essere tenuta almeno alla medesima quota di quelle esistenti del P.P. 32 e di Via Staffette Partigiane, già più alta rispetto a quella dell'originale piano campagna di circa 1 m, di per stessa quindi meno esposta ad eventuali eventi che possano comportare un allagamento;
- 2 - così operando, le strutture in elevazione, in relazione anche al corretto utilizzo di idonee malte cementizie, saranno ancor più tutelate dalla risalita dell'acqua di falda per via capillare.

3 - in tal senso, occorre tener presente che, pur avendo riscontrato in sito una profondità di falda mediamente tra 1.2 m e 1.8 m, secondo le indicazioni delle carte tematiche, in concomitanza con stagioni siccitose si può avere un abbassamento della stessa a quote prossime ai 5÷6 m, tali da quindi da non poter interferire con il piano d'appoggio delle fondazioni;

4 - Per non contribuire ad incrementare i cedimenti attesi, si dovrà però aver cura di raccogliere ed allontanare, in direzione della rete fognaria principale, tutte le acque di scarico mediante l'utilizzo di condutture e raccordi a perfetta tenuta.

5 - in relazione a quanto riportato dal punto a.3, per favorire il rapido deflusso delle acque di esondazione, si dovrà infine aver cura di verificare la costante efficienza della rete scolante che convoglia le acque nel collettore principale.

In tal senso, a partire dai dati caratteristici dell'intervento nella ipotesi ad oggi presentata, in termini di superfici occupate e percentuali di impermeabilizzazione, si è pervenuti alla stima delle portate meteoriche generate dall'area in relazione ad un evento pluviometrico avente tempo di ritorno assegnato. Poiché risulta difficile classificare le diverse realtà urbane secondo le varie tipologie proposte in letteratura, più recentemente, al fine della stima del coefficiente di deflusso, sono state proposte delle relazioni che legano tale coefficiente unicamente all'aliquota I_M di aree impermeabili del bacino effettivamente connesse alla rete di drenaggio. Recentemente il gruppo "Deflussi Urbani" elaborando i molti dati sperimentali ormai disponibili in bibliografia è pervenuto a suggerire la formula seguente per il calcolo del coefficiente di deflusso di un bacino:

$$\varphi = \varphi_{PERM}(1 - I_M) + \varphi_{IMP}I_M$$

i cui valori dei contributi φ_{PERM} e φ_{IMP} , rispettivamente coefficienti di deflusso delle aree permeabili ed impermeabili, sono da assumersi variabili con tempo di ritorno di progetto secondo quanto di seguito riportato:

T (anni)	Φ_{PERM}	Φ_{IMP}
<2	0.00 – 0.15	0.60 – 0.75
2 - 10	0.10 – 0.25	0.65 – 0.80
>10	0.15 – 0.30	0.70 – 0.90

La determinazione, infine, dell'aliquota I_M , che rappresenta la percentuale di area impermeabile rispetto a quella totale o fondiaria, è stata calcolata sulla base delle diverse tipologie di superfici e destinazione d'uso. Per quanto attiene nello specifico per il comparto in esame, al solito, la quota parte dell'area adibita a strade, piazzali e parcheggi asfaltati (così come le superfici delle coperture), è computata impermeabile al 95%. Ciò che ne deriva è:

$$I_M = 0.466 \text{ da cui } \varphi = 0.506$$

Il calcolo della portata critica di progetto e di verifica viene condotto con la formula razionale classica:

$$Q_{cr} = S \cdot u = S \cdot \varphi \cdot i_{cr}(t_{cr}; T) \cdot \varepsilon$$

u : coeff. Udometrico i : intensità critica di pioggia ε : modulo di metodo

- Il ragguglio all'area non viene effettuato viste le dimensioni dell'area considerata;
- Vista la mancanza di dati pluviometrici e di ietogrammi relativi a questa zona a maggior ragione per durate critiche dell'ordine dei 5÷10 min, si considera, a favore di sicurezza, un evento di pioggia critico di tipo costante.

Come spesso accade, la stima della Q_{cr} con un modello afflussi/deflussi di corrivazione ($\varepsilon = 1$) fornisce valori maggiori che col modello a/d dell'invaso lineare ($\varepsilon = 1 - e^{-t_{cr}/K}$) ragion per cui, valore della portata scolante verrà espresso con Q_{cr} calcolato col metodo cinematico.

La stima delle portate meteoriche generate dal comparto è stata effettuata con riferimento alla linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, associata a tempo di ritorno pari a 5 anni con durate di precipitazione inferiori all'ora (ciò dal momento che il tempo di corrivazione dell'area è

certamente inferiore all'ora), valida per il Comune di Scandiano; nella fattispecie sono stati adottati i coefficienti:

<i>T</i> (anni)	<i>a</i> (mm/h ⁿ)	<i>n</i> (-)
5	30.0	0.670

Come detto in precedenza, data la modesta estensione dell'area in oggetto i coefficienti adottati, relativi a valori estremi puntuali di precipitazione, non sono stati corretti mediante formule di ragguglio all'area, pertanto l'espressione della linea segnalatrice considerata è:

$$h = a \cdot d^n$$

dove:

h = altezza critica di pioggia;

d = durata critica di pioggia assunta per ciascun comparto pari al tempo di corrivazione del medesimo.

La stima della portata di progetto *Qdesign* avviene tramite la definizione della durata critica della rete, ossia:

$$t_{cr} = t_e + t_r$$

con:

t_e : tempo di ingresso in rete; preso pari a 5min per tipo bacino di centri urbani intensivi e semintensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e con frequenti caditoie stradali e tempo di ritorno di circa 5÷10 anni;

t_r : tempo di transito in rete a monte in condizioni di massimo riempimento; proveniente da calcolo iterativo di tentativo per i diversi diametri adottati. Esso è calcolabile come somma dei tempi di percorrenza d'ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria in progetto.

Qualora si determini il valore di portata in ingresso alla testa del collettore dal comparto e/o dalla porzione di strada servita, si annullerà di fatto il valore del tempo di rete.

Vista la spiccata caratteristica urbana della zona studio si applica la correzione proposta da Becciu (CSDU di Milano, '97):

$$t_{cr} = t_e + \frac{t_r}{1.5}$$

Non vigendo statisticamente la contemporaneità dell'evento di pioggia intensa sul bacino trattato ma trattandosi tuttavia di un sistema idraulico monodimensionale, si può assumere t_r del tronco a valle come somma esplicita dei t_r precedenti senza nessuna traslazione temporale. L'intensità di pioggia corrispondente ad una durata di precipitazione sarà:

$$i_{cr}(t_{cr}; T) = \frac{h}{t_{cr}} = \frac{a \cdot t_r^n}{t_{cr}} = a \cdot t_{cr}^{n-1}$$

con a ed n parametri della curva di possibilità pluviometrica;

L'evento critico, che a parità di tempo di ritorno definisce il valore massimo di portata, è caratterizzato da durata pari al tempo di corrivazione del bacino. Con riferimento allo schema planimetrico di progetto si deriva, in funzione del valore del coeff. di deflusso, la portata meteorica associata ad un tempo di ritorno di 5 anni, valevole per il comparto in oggetto allo stato di progetto e sotto le ipotesi precedentemente esposte, ossia:

$$Q_{cr} = 5880 \cdot 0,506 \cdot (0.08333 + 200/1.5/3600)^{0,67-1} \cdot 30/3600 \cdot 1 = 47.84 \text{ l/s}$$

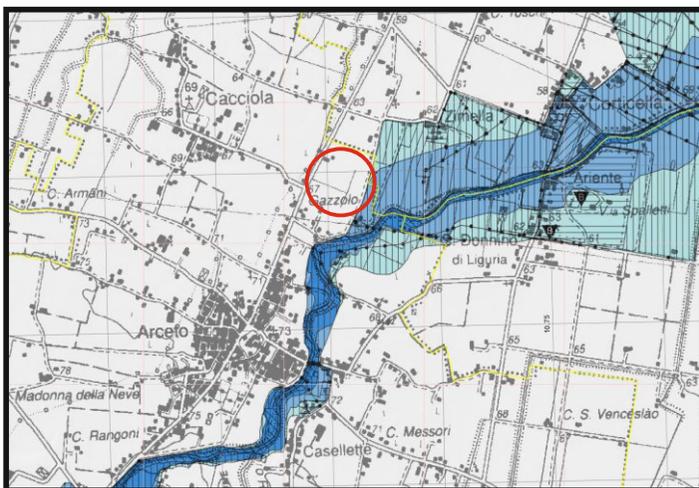
Suddetta portata dovrà poi essere tenuta in considerazione per il calcolo delle strutture destinate alla laminazione delle portate meteoriche in uscita dal comparto.

**Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla
 valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni**
Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti
 (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)

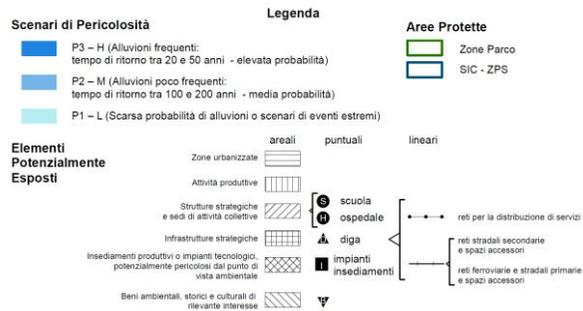
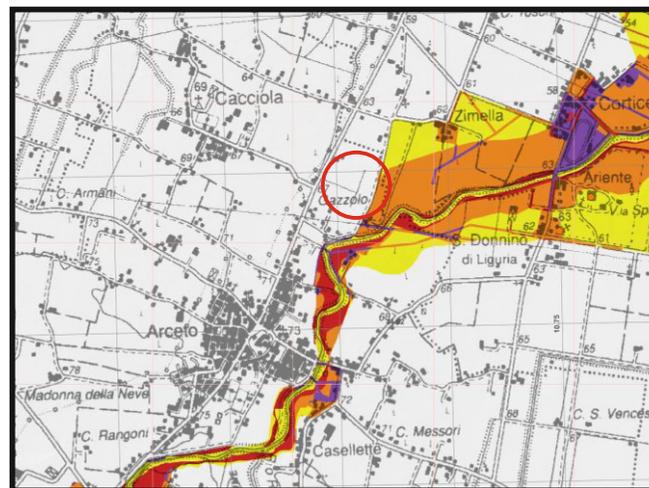
Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario
 Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità
 di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201SO - RUBIERA

MAPPA PERICOLOSITÀ



MAPPA RISCHIO



Direttiva Europea 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti
(art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010)

Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura

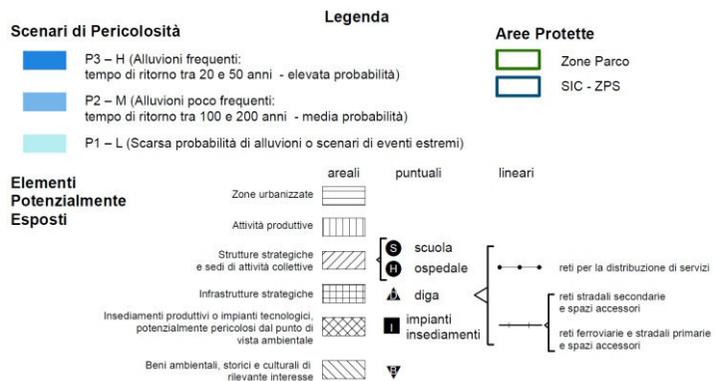
Dati consegnati nella seduta del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po del 23/12/2013 (distretto padano)

201SO - RUBIERA

MAPPA PERICOLOSITÀ



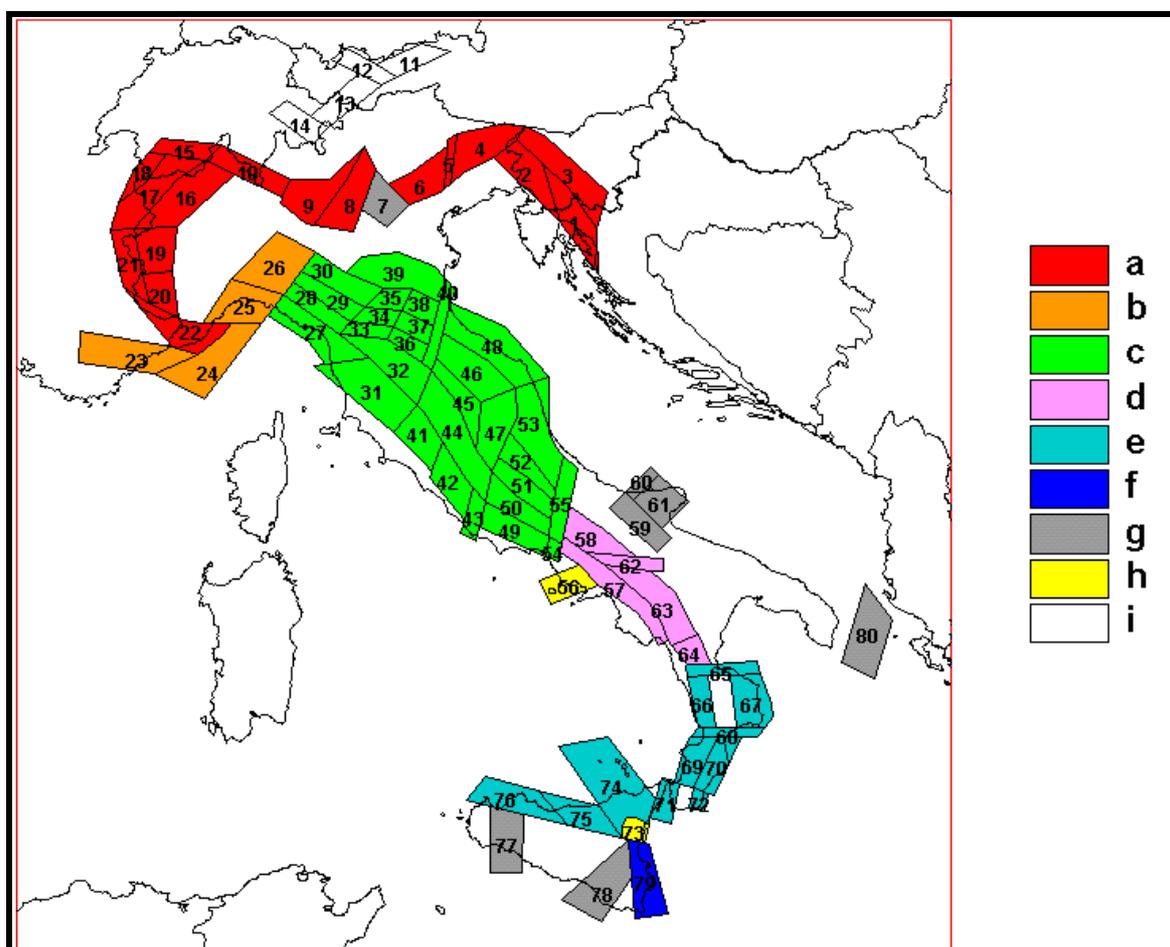
MAPPA RISCHIO



8. SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a $PGA = 0.15g$ (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Storia sismica di Scandiano (RE)

[44.597, 10.690]

Osservazioni disponibili: 22

Effetti	In occasione del terremoto:									
	Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Io	Mw
6-7	1832	03	13	03	30			Reggiano	7-8	5.59
6-7	1873	05	16	19	35			REGGIANO	6-7	5.13
6	1885	02	26	20	48			SCANDIANO	6	5.22
6	1983	11	09	16	29	52		Parmense	6-7	5.10
5-6	1923	06	28	15	12			FORMIGINE	6	5.21
5-6	1996	10	15	09	55	60		CORREGGIO	7	5.44
5	1909	01	13	45				BASSA PADANA	6-7	5.53
5	1914	10	27	09	22			GARFAGNANA	7	5.79
5	1920	09	07	05	55	40		Garfagnana	9-10	6.48
5	1987	05	02	20	43	53		REGGIANO	6	5.05

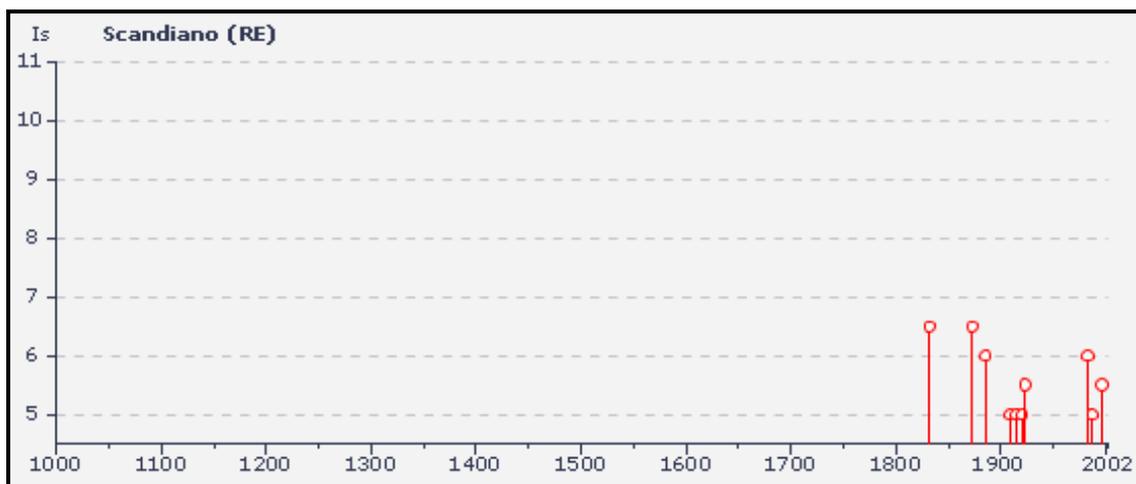
3	1887 02 23 05 21 50	Liguria occidentale	9	6.29
3	1957 08 27 11 54	ZOCCA	6	5.06
3	1980 11 23 18 34 52	Irpinia-Basilicata	10	6.89
2-3	1939 10 15 14 05	GARFAGNANA	6-7	5.20
NF	1899 06 26 23 17 22	Valle del Bisenzio	7	5.09
NF	1904 11 17 05 02	PISTOIESE	7	5.18
NF	1909 08 25 22	MURLO	7-8	5.40
NF	1984 04 29 05 02 59	GUBBIO/VALFABBRICA	7	5.68
NF	1986 12 06 17 07 19	BONDENO	6	4.56
NF	1995 10 10 06 54 22	LUNIGIANA	7	5.04
NR	1522 10 05 08	CREMONA	5-6	4.63
NR	1547 02 10 13 20	Reggio Emilia	7	5.21

Intendendo:

Is = Intensità al sito (MCS)

Io = Intensità epicentrale (MCS)

Mw = Magnitudo



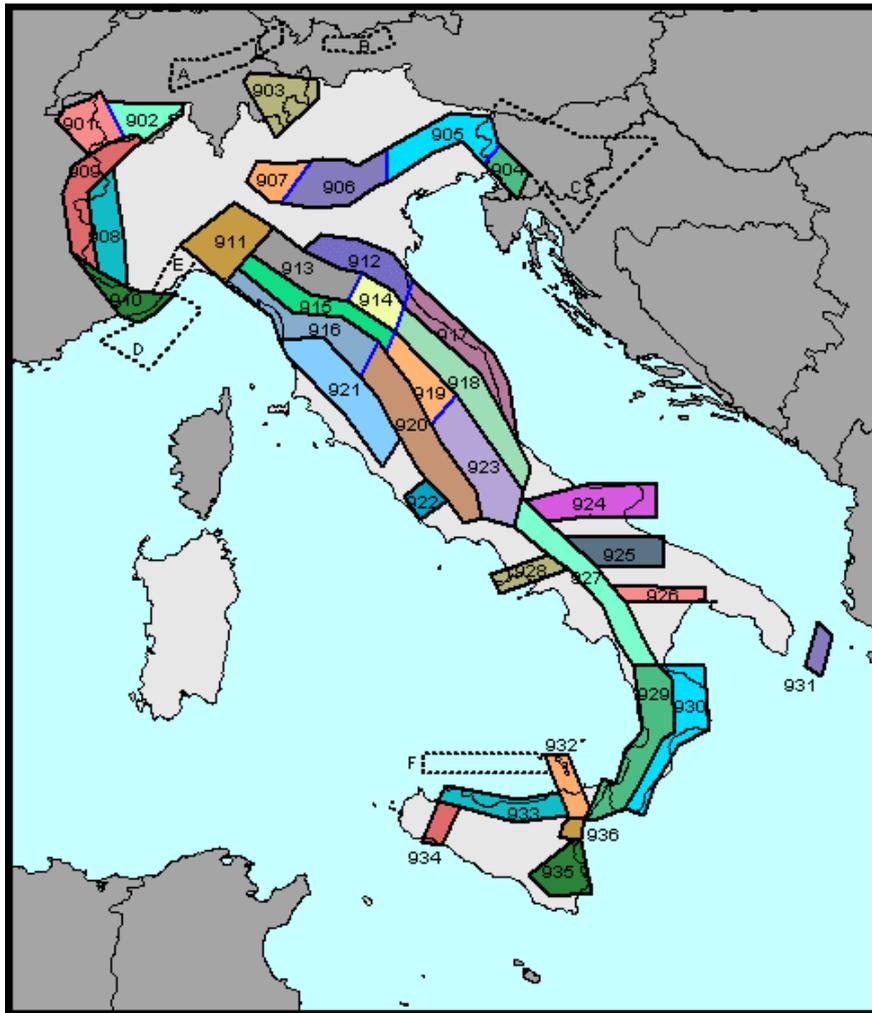
La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003 ha aggiornato la normativa sismica, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Scandiano, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso settentrione, con la zona 912 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio in esame (secondo la precedente classificazione *non classificato*), è stato inserito in zona Z3 a bassa sismicità.

Come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24/10/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di bassa sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.15.

Più precisamente, al comune di Scandiano, l'allegato 4 dell'Assemblea Legislativa n° 2131 – prot. n° 8511 del 2 maggio 2007, assegna il valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo, cioè $T = 0$, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g (a_{refg}), di 0.162.



Zonazione sismogenetica ZS9

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, le modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza propongono una caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo. Secondo il D.M. 17/1/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni", in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalenti di propagazione delle onde di taglio, mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}), vengono individuate cinque categorie (A – B – C – D – E).

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa è stato effettuato un sondaggio sismico. La prospezione geofisica è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno dall'altro.

L'indagine, effettuata mediante sismica a rifrazione applicando il metodo MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione.

Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di sette strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell'apposito programma di calcolo winMASW 4.1.1 Pro, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S (V_S) ed il rispettivo spessore (d) (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

Per i primi sette strati sono stati rispettivamente ottenuti i seguenti valori di:

1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
$V_S = 182 \text{ m/sec}$	$V_S = 248 \text{ m/sec}$	$V_S = 125 \text{ m/sec}$
$d = 0.6 \text{ m}$	$d = 2.2 \text{ m}$	$d = 4.8 \text{ m}$

4° STRATO	5° STRATO	6° STRATO	7° STRATO
$V_S = 242 \text{ m/sec}$	$V_S = 301 \text{ m/sec}$	$V_S = 416 \text{ m/sec}$	$V_S = 423 \text{ m/sec}$
$d = 4.4 \text{ m}$	$d = 5.2 \text{ m}$	$d = 11.3 \text{ m}$	$d = 1.5 \text{ m}$

La valutazione del valore V_{S30} viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato i -esimo, m

v_i = velocità onde di taglio strato i -esimo, m/sec

ottenendo:

$$V_{S30} = 258 \text{ m/sec}$$

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, viste le caratteristiche del primo sottosuolo, il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

9. MICROZONAZIONE SISMICA

Il Dgr 2193/2015 integra la Delibera Regionale 112/2007, emessa dalla Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna in data 2 Maggio 2007, fornendo i criteri per l'individuazione delle aree che potrebbero essere soggette ad effetti sismici locali (microzonazione sismica) in modo da orientare le scelte di pianificazione verso le aree a minor rischio. La metodologia indicata per tali tipi di studio prevede due fasi di analisi, con diversi livelli di approfondimento.

La prima fase ha carattere qualitativo ed è diretta ad identificare le parti di territorio suscettibili di effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.).

Essa viene realizzata sulla base di rilievi, osservazioni e valutazioni di tipo geologico e geomorfologico, svolte a scala territoriale, associati a raccolte di informazioni sugli effetti indotti dai terremoti passati.

La seconda fase ha invece come obiettivo la microzonazione sismica del territorio. Sulla base degli scenari individuati dalle analisi svolte nel corso della prima fase, nella seconda fase si attuano due diversi livelli di approfondimento:

a) analisi semplificata (secondo livello di approfondimento); basata, oltre che sull'acquisizione di dati geologici e geomorfologico più dettagliati di quelli rilevati nel primo livello, su prove geofisiche in sito e su prove geotecniche di tipo standard; essa viene svolta nelle aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale e sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività minore o uguale a 15° in cui il deposito ha spessore costante

b) analisi approfondita (terzo livello di approfondimento), richiesta nei seguenti casi:

- Aree soggette a liquefazione e densificazione;
- Aree instabili e potenzialmente instabili;

- Aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile, come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti;
- Aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico.

Secondo quanto riportato dalla Tav. P9b “Rischio Sismico – Carta dei livelli di approfondimento” prodotta a corredo del P.T.C.P. 2010 della Provincia di Reggio nell’Emilia, l’area in esame ricade tra quelle che necessitano di analisi semplificata (analisi di II livello).

L’analisi semplificata di secondo livello prevede la valutazione dei fattori di amplificazione F_a sulla base delle velocità medie delle onde di taglio all’interno della copertura (V_{sH}) o nei primi 30 metri dalla superficie (V_{s30}), calcolate secondo le seguenti formule:

$$V_{sH} = \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}} \quad V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

I fattori stimati esprimono l’amplificazione del moto sismico al passaggio dal bedrock alla superficie. Essi possono essere espressi sia come rapporto di PGA che come rapporto tra le intensità spettrali calcolate sugli spettri di pseudo-velocità all’interno di due o tre intervalli distinti:

SI1: 0.1-0.5 sec

SI2: 0.5-1.0 sec

SI3: 0.5-1.5 sec

L’analisi semplificata di secondo livello propone l’utilizzo di una serie di tabelle di carattere empirico che mettono in relazione i valori di V_{sH} o di V_{s30} con i fattori di amplificazione.

Le varie Tabelle rispecchiano situazioni geologiche tipiche del territorio regionale, tra le quali occorre scegliere quella che meglio corrisponde alle caratteristiche dell’area di studio.

La tabella di riferimento per la valutazione dei fattori di amplificazione F_a è riportata nella sottostante tabella:

$V_{s30}(m/s) \rightarrow$	150	200	250	300	350	400
F.A. PGA	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5
F.A. SI1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6
F.A. SI2	3.1	3.0	2.7	2.4	2.1	2.0
F.A. SI3	3.6	3.3	2.9	2.5	2.2	2.0

La tabella è relativa ad una stratigrafia della Pianura 2 ovvero il settore di pianura con sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di una importante discontinuità stratigrafica responsabile di un significativo contrasto di impedenza a circa 100 m da p.c. e del tetto del substrato rigido a circa 150 m da p.c.

In base al valore di V_{s30} , ottenuto estrapolando i dati dell'indagine geofisica, si ritiene opportuno adottare i seguenti fattori di amplificazione:

$$\text{PGA F.A.} = 1.7$$

$$\text{SI 1(0.1 - 0.5 sec) F.A.} = 1.9$$

$$\text{SI 2(0.5 - 1.0 sec) F.A.} = 2.7$$

$$\text{SI 3(0.5 - 1.5 sec) F.A.} = 2.9$$

10. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Il Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 recante le “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”, attualmente aggiornato dal D.M. del 17/1/2018, definisce i criteri antisismici generali, precisando le azioni che devono essere impiegate in fase progettuale per la sicurezza strutturale delle opere.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata partendo da una “pericolosità sismica di base”, derivata da studi eseguiti a livello nazionale e definita sulla base di condizioni ideali in superficie di suolo rigido e topografia orizzontale.

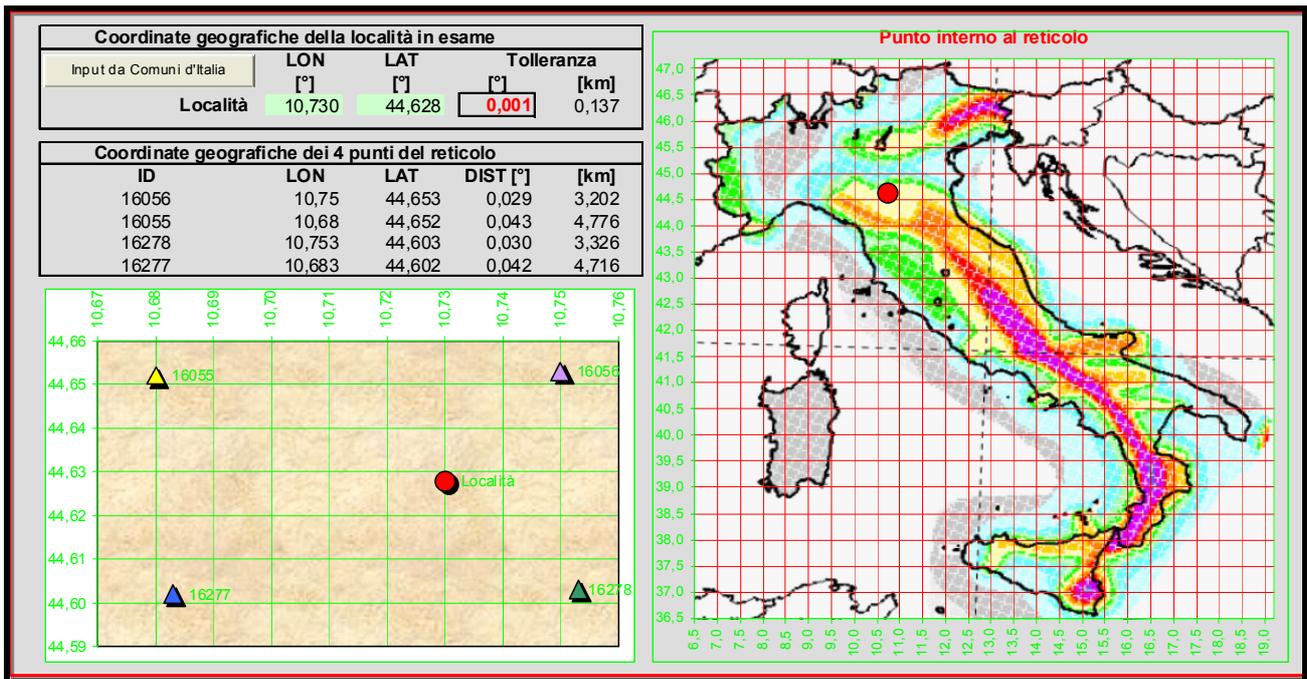
Le Azioni di progetto, per un suolo rigido orizzontale, vengono ricavate in funzione di tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima
- F_o = fattore di amplificazione massimo dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_{c^*} = periodo inizio tratto costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri vengono inoltre definiti secondo termini probabilistici differenti, con periodi di ritorno T_R di 30, 50, 475, 975 anni; per tale motivo, ai fini progettuali, occorre fissare la vita di riferimento V_R della costruzione e la probabilità di superamento associata a ciascuno degli stati limite considerati.

I valori dei parametri a_g , F_o e T_{c^*} per la definizione dell'Azione Sismica possono essere calcolati mediante l'utilizzo del programma di calcolo “Calcolo Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

I primi dati ad essere stati introdotti nel programma sono le coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito di riferimento (vedi figura in allegato).



Come si può visualizzare nella tabella sottostante, per ottenere gli spettri di risposta sismica locale, sono stati inoltre introdotti i valori della vita della struttura e le caratteristiche sismiche del terreno.

VITA DELLA STRUTTURA	
Vita nominale	V_N 50 [anni]
Classe d'uso	C_U II
Vita di riferimento	V_R 50 [anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO	
Topografia	T1
Coeff. topografico	S_T 1,0
Categoria suolo	C

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_C^*	S	Tb	T_C	T_D	F_v
sl	Operatività	81%	30	0,501	2,47	0,25	1,50	0,14	0,41	1,80	0,75
sl	Danno	63%	50	0,623	2,49	0,27	1,50	0,14	0,43	1,85	0,84
slu	Salv. Vita	10%	475	1,615	2,37	0,29	1,47	0,15	0,46	2,25	1,28
slu	Collasso	5%	975	2,054	2,38	0,31	1,41	0,16	0,48	2,42	1,46

I valori dei principali parametri sismici (a_g , F_0 , T_c^*) riferiti all'area in oggetto al TR = 475 anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita esplicitati sono:

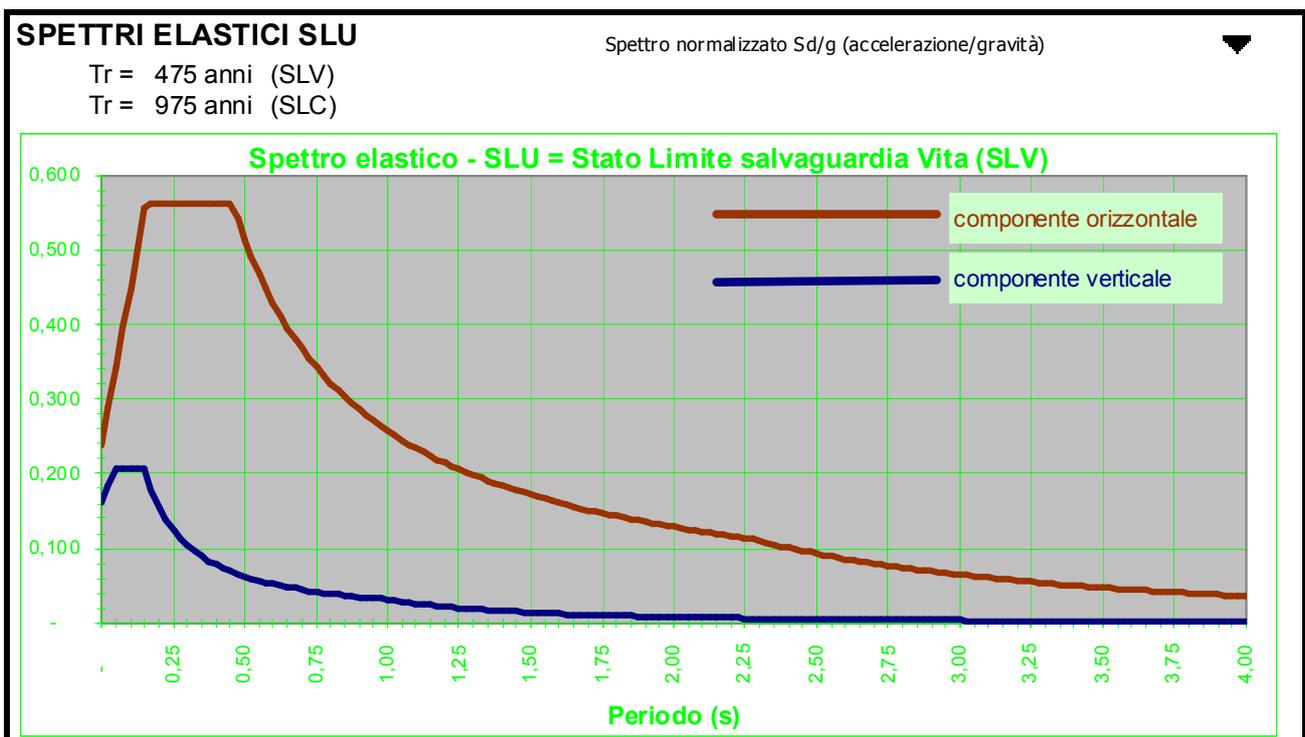
$$a_g = a_{g/g} = 1.615 / 9.81 = 0.164$$

$$F_0 = 2.37$$

$$T_c^* = 0.29$$

Elaborando i dati forniti, il programma di calcolo ha prodotto gli spettri di risposta elastica necessari per definire gli stati limite ultimo.

Nella fattispecie è stato ottenuto il grafico degli spettri elastici SLU:



In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale è possibile valutare l'accelerazione massima attesa al sito mediante la relazione:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g$$

in cui:

S_s = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica;

S_t = coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'amplificazione topografica;

a_g = accelerazione orizzontale massima sul suolo di categoria A.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_s

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Nel caso in esame potrà essere assunto:

VN 50 anni - Classe d'Uso II

Stato limite SLV e TR = 475 anni (*Paragrafo 7.1 D.M. 17.01.2018*):

$S_s = 1.47$ - Categoria sottosuolo C

$S_t = 1.0$ - Categoria topografica T1

$a_g = 0.164 \cdot g$

Sulla base dei dati sopra riportati risulta pertanto che:

$$a_{\max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.164 = 0.241 \cdot g.$$

11. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Con il termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

In conformità con quanto richiesto dall'allegato A3 del DAL 112/2007 e dal punto 7.11.3.4.2. delle NTC 2018, per la presenza di Magnitudo superiori a 5 e di livelli di natura granulare che si alternano alle argille, si è quindi proceduto alla verifica della liquefazione del terreno.

Pur avendo le indagini penetrometriche accertato, nei primi metri dal piano campagna, la presenza di livelli di limi sabbiosi e sabbie limose che si alternano alle argille con modeste caratteristiche geomeccaniche, è stato tuttavia appurato, con l'ausilio del programma LIQUITER della Ditta Geostru, che il primo sottosuolo presenta un rischio di liquefazione che varia da basso a molto basso.

Più precisamente, secondo Iwasaki, è stato rilevato un indice di potenziale di liquefazione (IPL) di 1.95 in CPT1 e 1.42 in CPT2 mentre in CPT3 è risultato nullo.

12. RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il primo sottosuolo è caratterizzato da alluvioni relativamente recenti, descritte come “limi sabbiosi con lenti ghiaiose”, appartenenti alla cosiddetta Unità di Reggio Emilia; secondo le nuove suddivisioni delle unità quaternarie continentali adottate sulla Carta Geologica del progetto CARG della Regione Emilia Romagna, il terreno in esame viene invece ascritto al Subsistema di Ravenna (AES8).

Le prove penetrometriche statiche, appositamente effettuate per accertare le reali caratteristiche geomeccaniche del primo sottosuolo, hanno riscontrato una preponderanza di materiali coesivi, argille talora ad elevata componente organica e torbosa ed argille sabbioso limose, a cui si alternano, soprattutto tra 8 m e 13 m, in lenti e talora in piccoli banchi, sabbie limose e sabbie.

Oltre 17÷17.5 m, le indagini hanno poi riscontrato l'esistenza di un tipico deposito alluvionale costituito da un banco di sabbie e ghiaie ad elevato grado di addensamento.

In conformità con quanto previsto dalle normative vigenti, unitamente alle indagini penetrometriche, necessarie per accertare le caratteristiche geomeccaniche del terreno, per definire la categoria sismica del suolo si è inoltre proceduto all'esecuzione di un sondaggio sismico a rifrazione tipo MASW.

In base alla sua elaborazione, nei primi trenta metri (V_{s30}) è stata ottenuta una velocità di 258 m/sec che consente di assimilare il suolo di fondazione alla categoria C di azione sismica “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*” con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Mediante l'utilizzo di un apposito programma per il “Calcolo dello Spettro Sismico”, ideato dagli Ingegneri Red Shift & Afazio, in cui vengono generati accelerogrammi correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito, si è proceduto poi al calcolo del valore dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per la definizione dell'Azione Sismica locale.

Riferiti all'area in oggetto, al TR = 475 anni dello Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita, sono stati ottenuti i seguenti valori: $a_g = a_{g/g} = 1.615 / 9.81 = 0.164$; $F_0 = 2.37$; $T_{c^*} = 0.29$. Elaborando i dati, il programma ha prodotto gli spettri elastici SLU; è stata inoltre calcolata l'accelerazione massima attesa al sito di $a_{max} = S_s \cdot S_t \cdot a_g = 1.47 \cdot 1.0 \cdot 0.164 = 0.241 \cdot g$.

In conformità con quanto richiesto dall'allegato A3 del DAL 112/2007 e dal punto 7.11.3.4.2. delle NTC 2018, per la presenza di Magnitudo superiori a 5 e di livelli di natura granulare che si alternano alle argille, si è quindi proceduto alla verifica della liquefazione del terreno.

Pur avendo le indagini penetrometriche accertato nei primi metri la presenza di livelli di limi sabbiosi e sabbie limose che si alternano alle argille con modeste caratteristiche geomeccaniche, è stato tuttavia appurato, con l'ausilio del programma LIQUITER della Ditta Geostru, che il primo sottosuolo presenta un rischio di liquefazione che varia da basso a molto basso. Più precisamente, secondo Iwasaki, è stato rilevato un indice di potenziale di liquefazione (IPL) di 1.95 in CPT1 e 1.42 in CPT2 mentre in CPT3 è risultato nullo.

Sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini si è infine proceduto alla valutazione del peso di volume (γ), dell'angolo di attrito interno (ϕ), della coesione non drenata (C_u), della coesione efficace (c'), del modulo edometrico (M_o) e del modulo elastico (E) per gli strati che caratterizzano il primo sottosuolo. In conformità con quanto prescritto dal D.M. 17/01/2018, suddetti valori potranno essere utilizzati per un pre-dimensionamento strutturale.

Sostanzialmente in sintonia con quanto accertato nel luglio 2002 a supporto della relazione geologica del Piano Particolareggiato P.P. 32, epoca in cui il livello della falda freatica era stato misurato a 1.65÷1.9 m dal p.c., al termine delle indagini, nei fori di sonda delle prove attualmente eseguite, essa è stata accertata alla profondità di 1.2÷1.8 m.

La variabilità riscontrata in un terreno limitrofo a sud (5 m dal p.c.) e il confronto con la Carta dell'Idrogeologia e Vulnerabilità – Tav. n° 2 del QCG del Piano Strutturale Comunale, secondo la

quale se ne deduce in zona una soggiacenza di 5÷6 m, ci consentono altresì di ipotizzarne un'escursione legata all'andamento pluviometrico stagionale.

A prescindere dalla presenza della falda superficiale, della cui esistenza se ne dovrà tenere in debita considerazione in fase progettuale, per limitare l'ammollimento del terreno alla base delle future fondazioni è norma che tutte le acque meteoriche e di scarico vengano raccolte ed allontanate, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in direzione della rete fognaria principale.

Essendo presenti nei primi metri argille ad elevata componente organica, sensibili a forme di ritiro in concomitanza di stagioni, come le ultime estive, particolarmente siccitose, tenendo altresì presente che la falda è soggetta ad abbassamenti in questi periodi, condizione che ulteriormente incrementa questi effetti, è altresì consigliabile che non si proceda ad estese impermeabilizzazioni, consentendo pertanto una sufficiente permeabilità dell'area. In vicinanza dei fabbricati non dovranno inoltre essere messe a dimora piante a radice profonda idroesigenti, quali ad esempio aceri e betulle, alberi d'alto fusto in grado con i loro estesi apparati radicali di ulteriormente incrementare questi pericolosi fenomeni e contribuire ad innescare cedimenti di origine secondaria tali da compromettere nel tempo la staticità delle strutture in elevazione.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"), che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del primo sottosuolo e quindi un'analisi mirata per i singoli edifici, si attesta l'idoneità dell'area ai fini edilizi e si concede quindi parere geologico favorevole.

Scandiano, maggio 2018



ALLEGATI



A) UBICAZIONE INDAGINI

B) PROVE PENETROMETRICHE STATICHE
(effettuate con penetrometro statico tipo GOUDA da 10 t)

**C) SISMICA A RIFRAZIONE PER
LA DETERMINAZIONE DEL V_{s30}**
(realizzata applicando il metodo MASW con sismografo
PASI 16SG24)

D) VERIFICA A LIQUEFAZIONE
(eseguita con il programma Liquiter della Ditta Geostru)

UBICAZIONE INDAGINI

SCALA 1:1000

* Penetrometrie statiche — Sismica a rifrazione tipo MASW per la determinazione del Vs30



- PROVE PENETROMETRICHE STATICHE -



DIAGRAMMI DI RESISTENZA

-

TABELLE E VALORI DI RESISTENZA

-

VALUTAZIONI LITOLOGICHE

-

PARAMETRI GEOTECNICI

LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

PENETROMETRO STATICO tipo:

Caratteristiche:

- punta conica meccanica \varnothing 35.7 mm, angolo di apertura $\alpha = 60^\circ$ - (area punta $A_p = 10 \text{ cm}^2$)
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' (\varnothing 35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. $A_m = 150 \text{ cm}^2$)
- velocità di avanzamento costante $V = 2 \text{ cm / sec } (\pm 0,5 \text{ cm / sec})$
- spinta max nominale dello strumento S_{max} variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett. \Rightarrow Spinta) $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

$$\text{fase 1 - resistenza alla punta } R_p \text{ (Kg / cm}^2\text{) } = \text{ (L. punta) } C_t / 10$$

$$\text{fase 2 - resistenza laterale locale } R_L \text{ (Kg / cm}^2\text{) } = \text{ [(L. laterale) - (L. punta)] } C_t / 150$$

$$\text{fase 3 - resistenza totale } R_t \text{ (Kg) } = \text{ (L. totale) } C_t$$

$$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$$

- L. punta = lettura di campagna durante l' infissione della sola punta (fase 1)
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto (fase 2)
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (fase 3)

N.B. : la spinta S (Kg) , corrispondente a ciascuna fase , si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna L per la costante di trasformazione C_t .

N.B. : causa la distanza intercorrente (20 cm circa) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro , la resistenza laterale locale R_L viene computata 20 cm sopra la punta .

CONVERSIONI

$$1 \text{ kN (kiloNewton) } = 1000 \text{ N } \approx 100 \text{ kg } = 0,1 \text{ t} - 1 \text{ MN (megaNewton) } = 1000 \text{ kN } = 1000000 \text{ N } \approx 100 \text{ t}$$

$$1 \text{ kPa (kiloPascal) } = 1 \text{ kN/m}^2 = 0,001 \text{ MN/m}^2 = 0,001 \text{ MPa } \approx 0,1 \text{ t/m}^2 = 0,01 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ MPa (MegaPascal) } = 1 \text{ MN/m}^2 = 1000 \text{ kN/m}^2 = 1000 \text{ kPa } \approx 100 \text{ t/m}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{kg/cm}^2 = 10 \text{ t/m}^2 \approx 100 \text{ kN/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ MN/m}^2 = 0,1 \text{ Mpa}$$

$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg } \approx 10 \text{ kN}$$

LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto: $F = (R_p / R_L)$

(Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977)

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di R_p e di $FR = (R_L / R_p) \% :$

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

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$ di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato (inalterato) , per depositi coesivi.

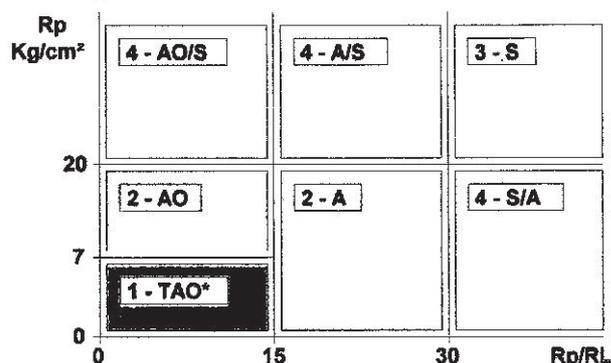
LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE (validità orientativa)

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto R_p / R_L
(Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni COESIVI anche se $(R_p / R_L) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$: possibili terreni GRANULARI anche se $(R_p / R_L) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI (validità orientativa) - simboli - correlazioni - bibliografia

- γ' = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [correlazioni : γ' - R_p - natura]
(Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982)
- σ'_{vo} = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno (valutata in base ai valori di γ')
- C_u = coesione non drenata (terreni coesivi) [correlazioni : C_u - R_p]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi) [correlazioni : OCR - C_u - σ'_{vo}]
(Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983)
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [correl. : Eu - C_u - OCR - I_p I_p = ind.plast.]
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976)
- E' = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [correlazioni : E' - R_p]
E'50 - E'25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza F = 2 - 4 rispettivamente)
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983)
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [correl. : Mo - R_p - natura]
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973)
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)
[correlazioni : Dr - R_p - σ'_{vo}] (Schmertmann 1976)
- ϕ' = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C.) [correl. : ϕ' - Dr - R_p - σ'_{vo}]
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976)
 ϕ'_{1s} - (Schmertmann) sabbia fine uniforme ϕ'_{2s} - sabbia media unif./ fine ben gradata
 ϕ'_{3s} - sabbia grossa unif./ media ben gradata ϕ'_{4s} - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.
 ϕ'_{dm} - (Durgunoglu & Mitchell) sabbie N.C. ϕ'_{my} - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione (terreni granulari)
(g = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976) [correlazioni : (Amax/g) - Dr]

PROVA PENETROMETRICA STATICA LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
- note :

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	12,0	----	24,0	0,07	360,0	9,60	25,0	29,0	50,0	0,73	68,0
0,40	11,5	12,0	23,0	1,33	17,0	9,80	25,5	31,0	51,0	0,27	191,0
0,60	13,0	23,0	26,0	1,53	17,0	10,00	29,5	31,5	59,0	0,67	88,0
0,80	16,5	28,0	33,0	2,00	16,0	10,20	60,0	65,0	120,0	0,67	180,0
1,00	10,0	25,0	20,0	2,07	10,0	10,40	50,0	55,0	100,0	0,13	750,0
1,20	10,5	26,0	21,0	1,40	15,0	10,60	22,0	23,0	44,0	2,00	22,0
1,40	8,5	19,0	17,0	1,00	17,0	10,80	14,0	29,0	28,0	0,80	35,0
1,60	8,5	16,0	17,0	1,00	17,0	11,00	13,0	19,0	26,0	0,80	32,0
1,80	9,0	16,5	18,0	1,07	17,0	11,20	9,0	15,0	18,0	0,93	19,0
2,00	7,0	15,0	14,0	1,00	14,0	11,40	17,0	24,0	34,0	0,13	255,0
2,20	8,5	16,0	17,0	0,93	18,0	11,60	10,0	11,0	20,0	1,00	20,0
2,40	7,0	14,0	14,0	0,80	17,0	11,80	7,5	15,0	15,0	0,27	56,0
2,60	7,0	13,0	14,0	0,53	26,0	12,00	19,0	21,0	38,0	0,13	285,0
2,80	8,0	12,0	16,0	1,00	16,0	12,20	20,0	21,0	40,0	1,00	40,0
3,00	7,5	15,0	15,0	1,00	15,0	12,40	6,5	14,0	13,0	0,53	24,0
3,20	9,0	16,5	18,0	0,93	19,0	12,60	6,0	10,0	12,0	0,47	26,0
3,40	9,5	16,5	19,0	1,13	17,0	12,80	18,5	22,0	37,0	0,93	40,0
3,60	8,5	17,0	17,0	1,07	16,0	13,00	30,0	37,0	60,0	0,80	75,0
3,80	8,5	16,5	17,0	1,07	16,0	13,20	25,0	31,0	50,0	0,93	54,0
4,00	7,0	15,0	14,0	0,93	15,0	13,40	7,0	14,0	14,0	0,53	26,0
4,20	8,0	15,0	16,0	0,73	22,0	13,60	5,0	9,0	10,0	0,33	30,0
4,40	6,0	11,5	12,0	0,53	22,0	13,80	6,0	8,5	12,0	0,60	20,0
4,60	6,0	10,0	12,0	0,53	22,0	14,00	5,5	10,0	11,0	0,53	21,0
4,80	6,5	10,5	13,0	0,60	22,0	14,20	7,0	11,0	14,0	0,53	26,0
5,00	7,5	12,0	15,0	1,20	12,0	14,40	7,0	11,0	14,0	0,67	21,0
5,20	10,0	19,0	20,0	1,20	17,0	14,60	7,0	12,0	14,0	0,60	23,0
5,40	12,0	21,0	24,0	1,27	19,0	14,80	8,5	13,0	17,0	0,93	18,0
5,60	12,0	21,5	24,0	1,47	16,0	15,00	8,0	15,0	16,0	1,07	15,0
5,80	11,0	22,0	22,0	1,27	17,0	15,20	9,5	17,5	19,0	1,20	16,0
6,00	10,5	20,0	21,0	1,33	16,0	15,40	12,0	21,0	24,0	1,40	17,0
6,20	13,0	23,0	26,0	1,40	19,0	15,60	13,0	23,5	26,0	1,53	17,0
6,40	12,0	22,5	24,0	1,33	18,0	15,80	14,0	25,5	28,0	1,40	20,0
6,60	13,0	23,0	26,0	1,33	19,0	16,00	14,5	25,0	29,0	1,60	18,0
6,80	8,5	18,5	17,0	0,93	18,0	16,20	19,0	31,0	38,0	1,60	24,0
7,00	7,0	14,0	14,0	0,87	16,0	16,40	19,0	31,0	38,0	2,00	19,0
7,20	9,5	16,0	19,0	0,93	20,0	16,60	22,0	37,0	44,0	1,87	24,0
7,40	12,0	19,0	24,0	1,13	21,0	16,80	21,0	35,0	42,0	2,27	19,0
7,60	10,5	19,0	21,0	1,00	21,0	17,00	20,0	37,0	40,0	3,73	11,0
7,80	9,5	17,0	19,0	1,00	19,0	17,20	22,0	50,0	44,0	3,20	14,0
8,00	8,5	16,0	17,0	1,33	13,0	17,40	21,0	45,0	42,0	2,07	20,0
8,20	12,0	22,0	24,0	0,93	26,0	17,60	21,5	37,0	43,0	2,40	18,0
8,40	8,0	15,0	16,0	0,27	60,0	17,80	32,0	50,0	64,0	0,67	96,0
8,60	25,0	27,0	50,0	0,67	75,0	18,00	60,0	65,0	120,0	1,33	90,0
8,80	6,0	11,0	12,0	0,40	30,0	18,20	170,0	180,0	340,0	1,33	255,0
9,00	35,0	38,0	70,0	0,67	105,0	18,40	200,0	210,0	400,0	-----	-----
9,20	28,0	33,0	56,0	0,93	60,0	18,60	250,0	0,0	500,0	-----	-----
9,40	25,0	32,0	50,0	0,53	94,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

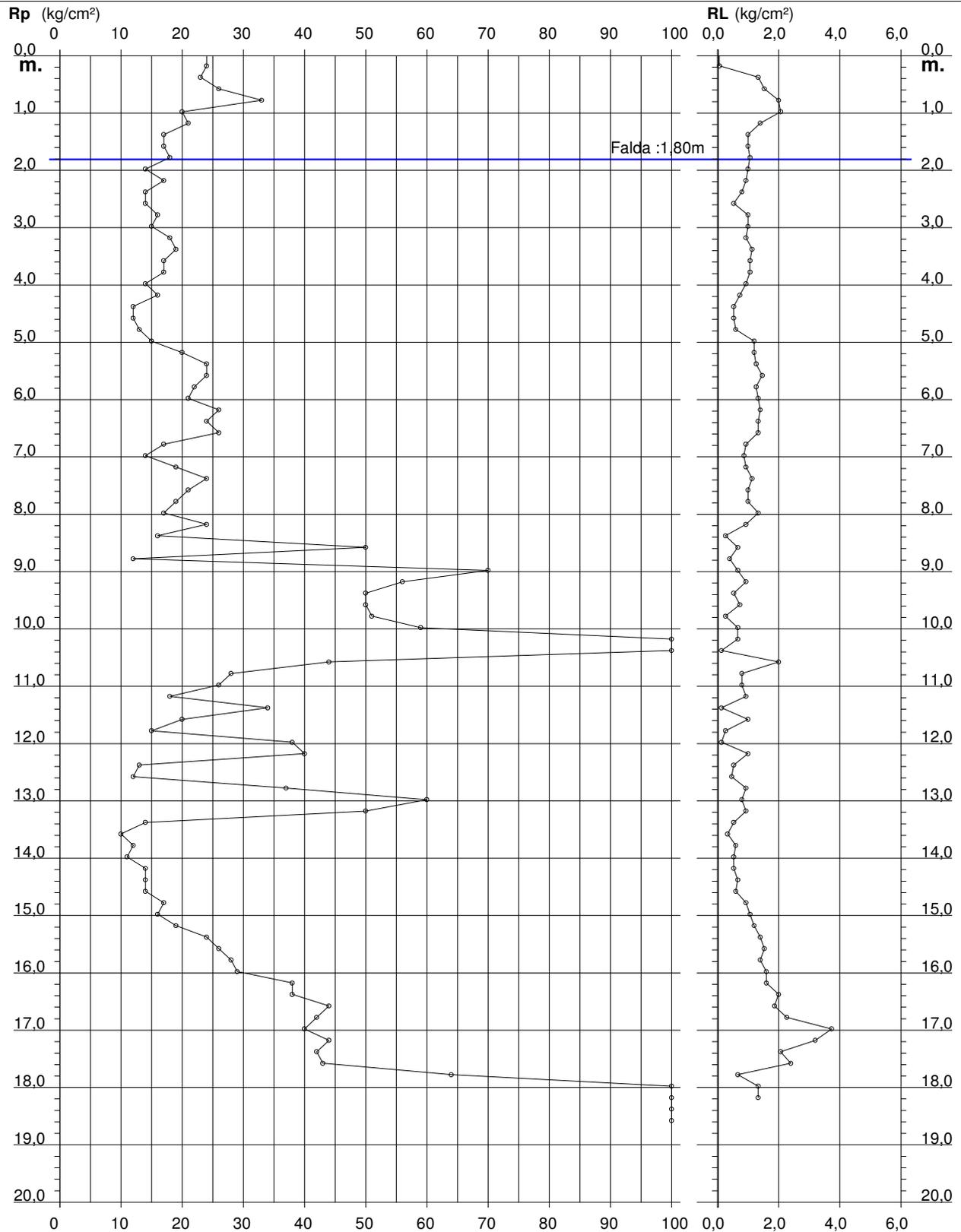
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,80 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
- note :

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	3,0	----	6,0	0,13	45,0	9,40	7,0	14,0	14,0	0,53	26,0
0,40	5,0	6,0	10,0	0,67	15,0	9,60	8,0	12,0	16,0	0,87	18,0
0,60	5,0	10,0	10,0	0,40	25,0	9,80	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0
0,80	6,0	9,0	12,0	0,47	26,0	10,00	8,0	15,0	16,0	0,80	20,0
1,00	5,5	9,0	11,0	0,40	27,0	10,20	9,0	15,0	18,0	0,87	21,0
1,20	5,0	8,0	10,0	0,33	30,0	10,40	6,5	13,0	13,0	0,60	22,0
1,40	5,5	8,0	11,0	0,33	33,0	10,60	7,0	11,5	14,0	0,60	23,0
1,60	5,5	8,0	11,0	0,53	21,0	10,80	7,5	12,0	15,0	0,53	28,0
1,80	5,0	9,0	10,0	0,47	21,0	11,00	7,5	11,5	15,0	0,80	19,0
2,00	6,0	9,5	12,0	0,80	15,0	11,20	9,5	15,5	19,0	0,87	22,0
2,20	7,0	13,0	14,0	0,47	30,0	11,40	10,5	17,0	21,0	1,00	21,0
2,40	5,5	9,0	11,0	0,40	27,0	11,60	8,5	16,0	17,0	1,00	17,0
2,60	6,0	9,0	12,0	0,40	30,0	11,80	7,5	15,0	15,0	0,80	19,0
2,80	5,0	8,0	10,0	0,47	21,0	12,00	9,5	15,5	19,0	1,20	16,0
3,00	6,0	9,5	12,0	0,40	30,0	12,20	11,0	20,0	22,0	1,07	21,0
3,20	7,0	10,0	14,0	0,53	26,0	12,40	15,0	23,0	30,0	1,53	20,0
3,40	5,0	9,0	10,0	0,60	17,0	12,60	11,5	23,0	23,0	1,33	17,0
3,60	5,5	10,0	11,0	0,47	24,0	12,80	12,5	22,5	25,0	1,33	19,0
3,80	5,5	9,0	11,0	0,67	16,0	13,00	13,0	23,0	26,0	1,60	16,0
4,00	6,0	11,0	12,0	0,53	22,0	13,20	16,0	28,0	32,0	1,60	20,0
4,20	8,0	12,0	16,0	0,67	24,0	13,40	16,0	28,0	32,0	1,60	20,0
4,40	7,0	12,0	14,0	0,60	23,0	13,60	15,0	27,0	30,0	2,07	15,0
4,60	8,5	13,0	17,0	0,73	23,0	13,80	11,5	27,0	23,0	1,07	22,0
4,80	7,0	12,5	14,0	0,73	19,0	14,00	13,0	21,0	26,0	1,67	16,0
5,00	7,0	12,5	14,0	0,60	23,0	14,20	16,5	29,0	33,0	1,73	19,0
5,20	8,5	13,0	17,0	0,87	20,0	14,40	16,0	29,0	32,0	1,60	20,0
5,40	8,5	15,0	17,0	0,93	18,0	14,60	16,0	28,0	32,0	1,80	18,0
5,60	11,0	18,0	22,0	1,07	21,0	14,80	11,5	25,0	23,0	1,67	14,0
5,80	11,0	19,0	22,0	1,13	19,0	15,00	12,5	25,0	25,0	1,60	16,0
6,00	10,0	18,5	20,0	0,93	21,0	15,20	15,0	27,0	30,0	1,73	17,0
6,20	9,0	16,0	18,0	0,87	21,0	15,40	16,0	29,0	32,0	1,60	20,0
6,40	11,0	17,5	22,0	1,13	19,0	15,60	16,0	28,0	32,0	1,87	17,0
6,60	10,5	19,0	21,0	1,13	19,0	15,80	15,0	29,0	30,0	1,67	18,0
6,80	9,5	18,0	19,0	1,07	18,0	16,00	15,5	28,0	31,0	1,53	20,0
7,00	8,0	16,0	16,0	0,87	18,0	16,20	15,5	27,0	31,0	1,47	21,0
7,20	9,5	16,0	19,0	1,00	19,0	16,40	13,0	24,0	26,0	1,47	18,0
7,40	7,5	15,0	15,0	0,60	25,0	16,60	14,0	25,0	28,0	1,80	16,0
7,60	6,5	11,0	13,0	0,73	18,0	16,80	15,5	29,0	31,0	1,67	19,0
7,80	7,5	13,0	15,0	0,80	19,0	17,00	14,5	27,0	29,0	1,80	16,0
8,00	11,0	17,0	22,0	0,53	41,0	17,20	17,5	31,0	35,0	1,53	23,0
8,20	8,0	12,0	16,0	0,60	27,0	17,40	16,5	28,0	33,0	1,33	25,0
8,40	5,5	10,0	11,0	0,53	21,0	17,60	60,0	70,0	120,0	2,00	60,0
8,60	6,0	10,0	12,0	1,33	9,0	17,80	85,0	100,0	170,0	1,33	127,0
8,80	90,0	100,0	180,0	0,67	270,0	18,00	100,0	110,0	200,0	1,33	150,0
9,00	65,0	70,0	130,0	1,73	75,0	18,20	190,0	200,0	380,0	-----	-----
9,20	9,0	22,0	18,0	0,93	19,0	18,40	250,0	0,0	500,0	-----	-----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

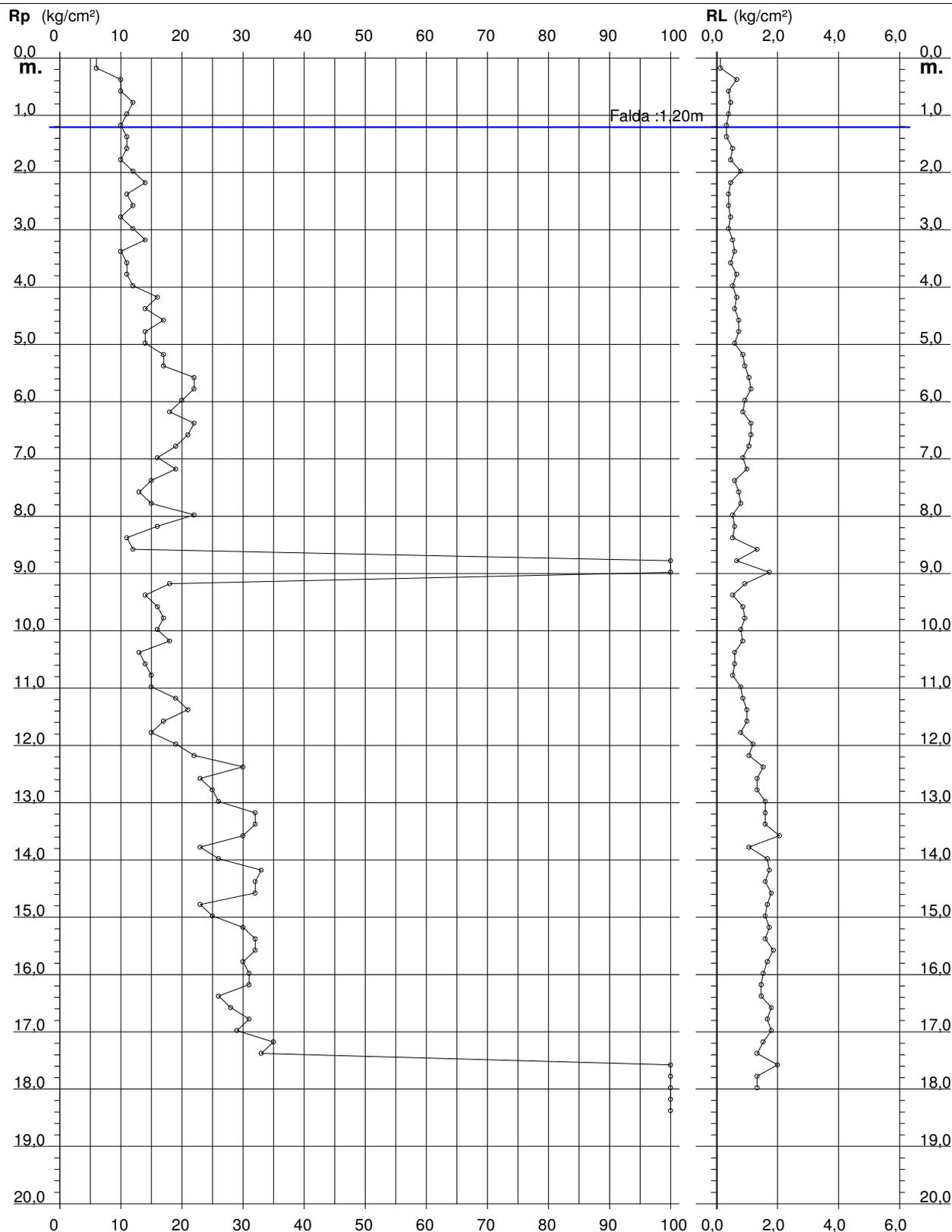
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



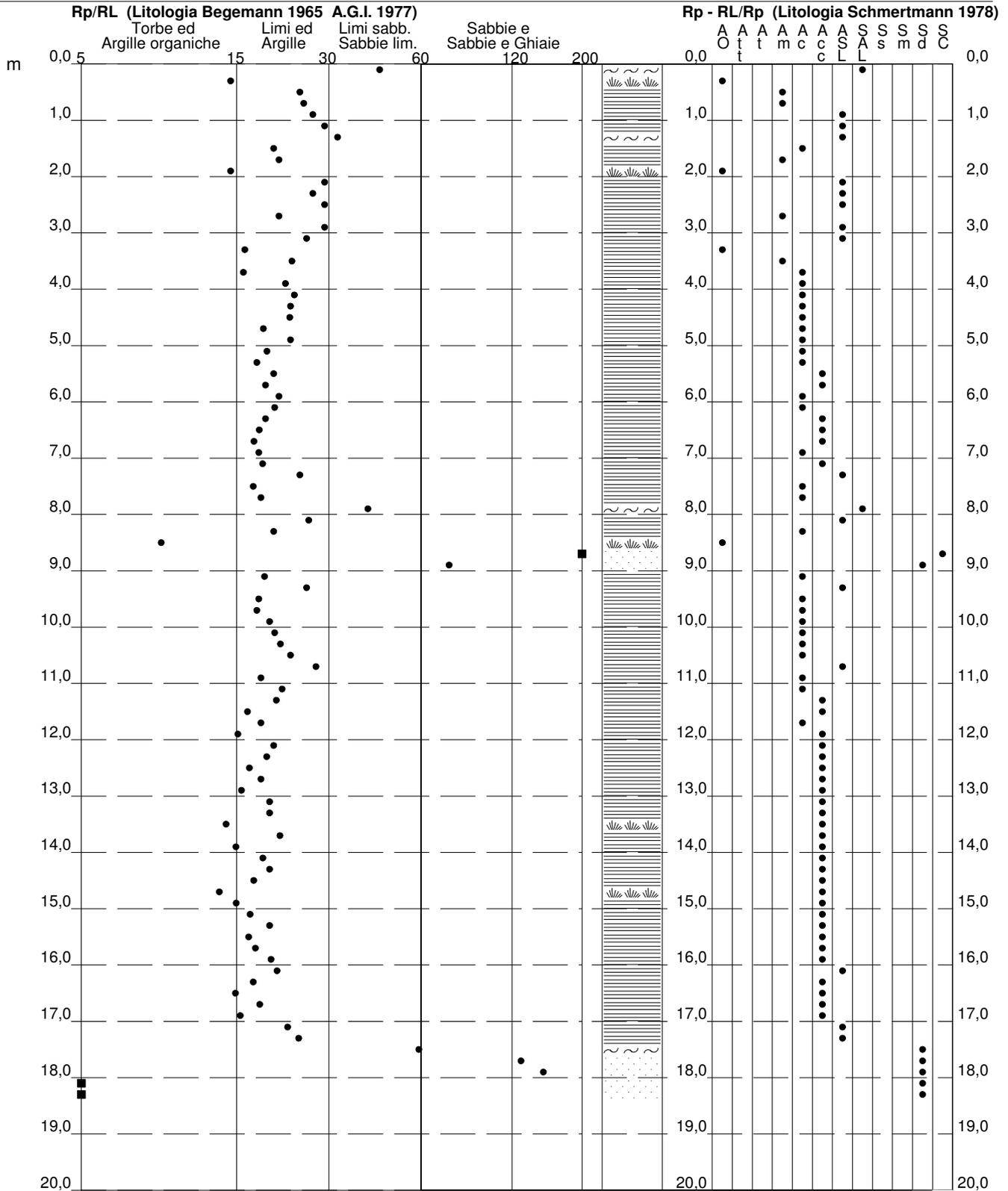
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
 - lavoro : Variante al PSC e RUE
 - località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
 - note :

- data : 03/04/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,20 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
- note :

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,20 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm²	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m³	p'vo kg/cm²	Cu kg/cm²	OCR (-)	Eu50 kg/cm²	Eu25 kg/cm²	Mo kg/cm²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm²	E'25 kg/cm²	Mo kg/cm²
0,20	6	45	4/3	1,85	0,04	0,30	85,9	51	77	29	56	36	38	40	42	39	26	0,119	10	15	18
0,40	10	15	2/III	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	25	2/III	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	12	26	2/III	1,85	0,15	0,57	34,0	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	11	27	2/III	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	10	30	4/3	0,86	0,20	0,50	19,5	85	128	40	32	32	35	38	41	33	26	0,062	17	25	30
1,40	11	33	4/3	0,87	0,22	0,54	19,2	91	137	42	33	33	35	38	41	33	26	0,064	18	28	33
1,60	11	21	2/III	0,91	0,24	0,54	17,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	10	21	2/III	0,90	0,26	0,50	14,5	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	12	15	2/III	0,92	0,27	0,57	15,7	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	14	30	4/3	0,89	0,29	0,64	16,6	108	162	48	34	33	35	38	41	33	26	0,067	23	35	42
2,40	11	27	2/III	0,91	0,31	0,54	12,5	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	12	30	4/3	0,88	0,33	0,57	12,6	97	146	45	26	32	34	37	40	31	26	0,050	20	30	36
2,80	10	21	2/III	0,90	0,35	0,50	10,0	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	12	30	4/3	0,88	0,36	0,57	11,1	97	146	45	24	31	34	37	40	31	26	0,045	20	30	36
3,20	14	26	2/III	0,94	0,38	0,64	11,9	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	10	17	2/III	0,90	0,40	0,50	8,3	95	143	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	11	24	2/III	0,91	0,42	0,54	8,6	99	149	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	16	2/III	0,91	0,44	0,54	8,1	104	157	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	12	22	2/III	0,92	0,45	0,57	8,4	108	162	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	16	24	2/III	0,96	0,47	0,70	10,1	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	14	23	2/III	0,94	0,49	0,64	8,6	117	175	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	17	23	2/III	0,97	0,51	0,72	9,7	124	186	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	14	19	2/III	0,94	0,53	0,64	7,9	128	192	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	14	23	2/III	0,94	0,55	0,64	7,5	134	202	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	17	20	2/III	0,97	0,57	0,72	8,5	135	203	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,40	17	18	2/III	0,97	0,59	0,72	8,1	141	211	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	22	21	4/3	0,93	0,61	0,85	9,5	146	219	66	32	32	35	38	41	31	28	0,062	37	55	66
5,80	22	19	4/3	0,93	0,63	0,85	9,2	149	223	66	31	32	35	38	41	31	28	0,061	37	55	66
6,00	20	21	4/3	0,93	0,64	0,80	8,2	154	231	60	27	32	35	37	40	30	27	0,052	33	50	60
6,20	18	21	2/III	0,98	0,66	0,75	7,3	164	246	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	22	19	4/3	0,93	0,68	0,85	8,2	163	244	66	29	32	35	37	40	31	28	0,056	37	55	66
6,60	21	19	4/3	0,93	0,70	0,82	7,7	170	256	63	27	32	34	37	40	30	27	0,052	35	53	63
6,80	19	18	2/III	0,99	0,72	0,78	6,9	182	273	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	16	18	2/III	0,96	0,74	0,70	5,8	198	297	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	19	19	2/III	0,99	0,76	0,78	6,4	197	295	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	15	25	2/III	0,95	0,78	0,67	5,2	214	321	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	13	18	2/III	0,93	0,80	0,60	4,4	223	334	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	15	19	2/III	0,95	0,82	0,67	4,9	226	339	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	22	41	3/III	0,86	0,83	--	--	--	--	--	24	31	34	37	40	30	28	0,046	37	55	66
8,20	16	27	2/III	0,96	0,85	0,70	4,9	236	354	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,40	11	21	2/III	0,91	0,87	0,54	3,4	245	368	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,60	12	9	2/III	0,92	0,89	0,57	3,6	251	377	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,80	180	270	3/III	1,12	0,91	--	--	--	--	--	94	41	43	44	46	40	37	0,239	300	450	540
9,00	130	75	3/III	1,05	0,93	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	35	0,199	217	325	390
9,20	18	19	2/III	0,98	0,95	0,75	4,7	265	398	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,40	14	26	2/III	0,94	0,97	0,64	3,7	274	411	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,60	16	18	2/III	0,96	0,99	0,70	4,0	276	414	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	17	18	2/III	0,97	1,01	0,72	4,1	282	423	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	16	20	2/III	0,96	1,03	0,70	3,8	289	434	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	18	21	2/III	0,98	1,05	0,75	4,1	293	439	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,40	13	22	2/III	0,93	1,07	0,60	3,1	294	441	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,60	14	23	2/III	0,94	1,09	0,64	3,2	302	454	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	15	28	2/III	0,95	1,11	0,67	3,3	310	465	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	15	19	2/III	0,95	1,12	0,67	3,3	314	471	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	19	22	2/III	0,99	1,14	0,78	3,9	321	482	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	21	21	4/3	0,93	1,16	0,82	4,1	324	487	63	15	30	33	36	39	27	27	0,028	35	53	63
11,60	17	17	2/III	0,97	1,18	0,72	3,4	332	498	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	15	19	2/III	0,95	1,20	0,67	3,0	328	493	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	19	16	2/III	0,99	1,22	0,78	3,6	344	517	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	22	21	4/3	0,93	1,24	0,85	3,9	348	521	66	15	30	33	36	39	27	28	0,028	37	55	66
12,40	30	20	4/3	0,96	1,26	1,00	4,7	350	525	90	25	32	34	37	40	29	29	0,048	50	75	90
12,60	23	17	4/3	0,94	1,28	0,87	3,9	359	538	69	16	30	33	36	39	27	28	0,030	38	58	69
12,80	25	19	4/3	0,94	1,30	0,91	4,0	362	542	75	18	31	33	36	39	28	28	0,034	42	63	75
13,00	26	16	4/3	0,95	1,32	0,93	4,1	367	551	78	19	31	34	36	40	28	28	0,036	43	65	78
13,20	32	20	4/3	0,97	1,33	1,07	4,7	371	556	96	26	32	34	37	40	29	29	0,049	53	80	96
13,40	30	15	4/3	0,97	1,35	1,07	4,7	377	565	96	25	32	34	37	40	29	29	0,048	53	80	96
13,60	30	15	4/3	0,96	1,37	1,00	4,2	384	575	90	23	31	34	37	40	29	29	0,043	50	75	90
13,80	23	22	4/3	0,94	1,39	0,87	3,5	392	588	69	17	30	33	36	39	27	28	0,026	38	58	69
14,00	26	16	4/3	0,95	1,41	0,93	3,7	398	597	78	25	32	34	37	40	29	29	0,033	43	65	78
14,20	33	19	4/3	0,97	1,43	1,10	4,5	399	598	99	25	32	34	37	40	29	29	0,048	55	83	99
14,40	32	20	4/3	0,97	1,45	1,07	4,3	405	607	96	24	31	34	37	40	29	29	0,045	53	80	96
14,60	32	18	4/3	0,97	1,47	1,07	4,2	410	615	99	12	30	33	36	39	27	28	0,045	53	80	96
14,80	23	14	4/3	0,94	1,49																

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
- note :

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-	m	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	-
0,20	5,0	----	10,0	0,27	37,0	9,40	13,0	15,0	26,0	0,87	30,0
0,40	5,0	7,0	10,0	0,67	15,0	9,60	7,0	13,5	14,0	0,73	19,0
0,60	7,0	12,0	14,0	0,67	21,0	9,80	7,5	13,0	15,0	0,93	16,0
0,80	7,5	12,5	15,0	0,80	19,0	10,00	8,0	15,0	16,0	1,13	14,0
1,00	7,0	13,0	14,0	0,80	17,0	10,20	10,5	19,0	21,0	1,07	20,0
1,20	7,0	13,0	14,0	0,53	26,0	10,40	10,0	18,0	20,0	0,87	23,0
1,40	7,0	11,0	14,0	0,33	42,0	10,60	6,5	13,0	13,0	0,67	19,0
1,60	5,5	8,0	11,0	0,40	27,0	10,80	6,0	11,0	12,0	0,53	22,0
1,80	5,5	8,5	11,0	0,40	27,0	11,00	6,5	10,5	13,0	0,87	15,0
2,00	7,0	10,0	14,0	0,60	23,0	11,20	8,5	15,0	17,0	0,80	21,0
2,20	8,5	13,0	17,0	0,53	32,0	11,40	11,0	17,0	22,0	1,00	22,0
2,40	8,0	12,0	16,0	0,40	40,0	11,60	7,5	15,0	15,0	0,73	20,0
2,60	9,0	12,0	18,0	0,73	25,0	11,80	8,5	14,0	17,0	1,00	17,0
2,80	9,5	15,0	19,0	0,67	28,0	12,00	11,5	19,0	23,0	1,33	17,0
3,00	11,0	16,0	22,0	0,93	24,0	12,20	13,5	23,5	27,0	1,40	19,0
3,20	11,5	18,5	23,0	0,67	34,0	12,40	10,5	21,0	21,0	1,00	21,0
3,40	10,0	15,0	20,0	0,73	27,0	12,60	13,5	21,0	27,0	1,80	15,0
3,60	7,0	12,5	14,0	0,60	23,0	12,80	13,5	27,0	27,0	1,53	18,0
3,80	5,5	10,0	11,0	0,40	27,0	13,00	14,0	25,5	28,0	2,00	14,0
4,00	5,0	8,0	10,0	0,53	19,0	13,20	15,0	30,0	30,0	1,93	16,0
4,20	8,5	12,5	17,0	0,60	28,0	13,40	14,5	29,0	29,0	1,87	16,0
4,40	7,0	11,5	14,0	0,73	19,0	13,60	15,5	29,5	31,0	2,00	16,0
4,60	8,5	14,0	17,0	0,73	23,0	13,80	11,0	26,0	22,0	1,33	16,0
4,80	7,5	13,0	15,0	0,73	20,0	14,00	10,0	20,0	20,0	1,33	15,0
5,00	8,0	13,5	16,0	1,07	15,0	14,20	13,0	23,0	26,0	1,40	19,0
5,20	10,0	18,0	20,0	1,00	20,0	14,40	14,5	25,0	29,0	2,00	14,0
5,40	12,5	20,0	25,0	1,47	17,0	14,60	15,0	30,0	30,0	1,33	22,0
5,60	12,5	23,5	25,0	1,67	15,0	14,80	14,0	24,0	28,0	1,40	20,0
5,80	10,5	23,0	21,0	1,00	21,0	15,00	11,5	22,0	23,0	1,27	18,0
6,00	9,0	16,5	18,0	1,00	18,0	15,20	12,5	22,0	25,0	1,60	16,0
6,20	9,5	17,0	19,0	0,80	24,0	15,40	12,0	24,0	24,0	1,47	16,0
6,40	9,0	15,0	18,0	0,93	19,0	15,60	15,0	26,0	30,0	1,47	20,0
6,60	9,5	16,5	19,0	0,87	22,0	15,80	17,0	28,0	34,0	1,93	18,0
6,80	11,0	17,5	22,0	1,00	22,0	16,00	15,5	30,0	31,0	1,87	17,0
7,00	10,5	18,0	21,0	1,07	20,0	16,20	21,0	35,0	42,0	2,47	17,0
7,20	11,0	19,0	22,0	0,87	25,0	16,40	21,5	40,0	43,0	2,87	15,0
7,40	8,5	15,0	17,0	0,80	21,0	16,60	23,5	45,0	47,0	2,80	17,0
7,60	9,0	15,0	18,0	1,07	17,0	16,80	19,0	40,0	38,0	2,60	15,0
7,80	32,0	40,0	64,0	0,27	240,0	17,00	19,5	39,0	39,0	2,73	14,0
8,00	32,0	34,0	64,0	0,13	480,0	17,20	19,5	40,0	39,0	2,67	15,0
8,20	23,0	24,0	46,0	1,33	34,0	17,40	65,0	85,0	130,0	2,67	49,0
8,40	90,0	100,0	180,0	1,33	135,0	17,60	85,0	105,0	170,0	0,67	255,0
8,60	60,0	70,0	120,0	0,67	180,0	17,80	45,0	50,0	90,0	1,33	67,0
8,80	70,0	75,0	140,0	0,27	525,0	18,00	170,0	180,0	340,0	0,67	510,0
9,00	15,0	17,0	30,0	1,47	20,0	18,20	205,0	210,0	410,0	-----	-----
9,20	9,0	20,0	18,0	0,27	67,0	18,40	250,0	0,0	500,0	-----	-----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

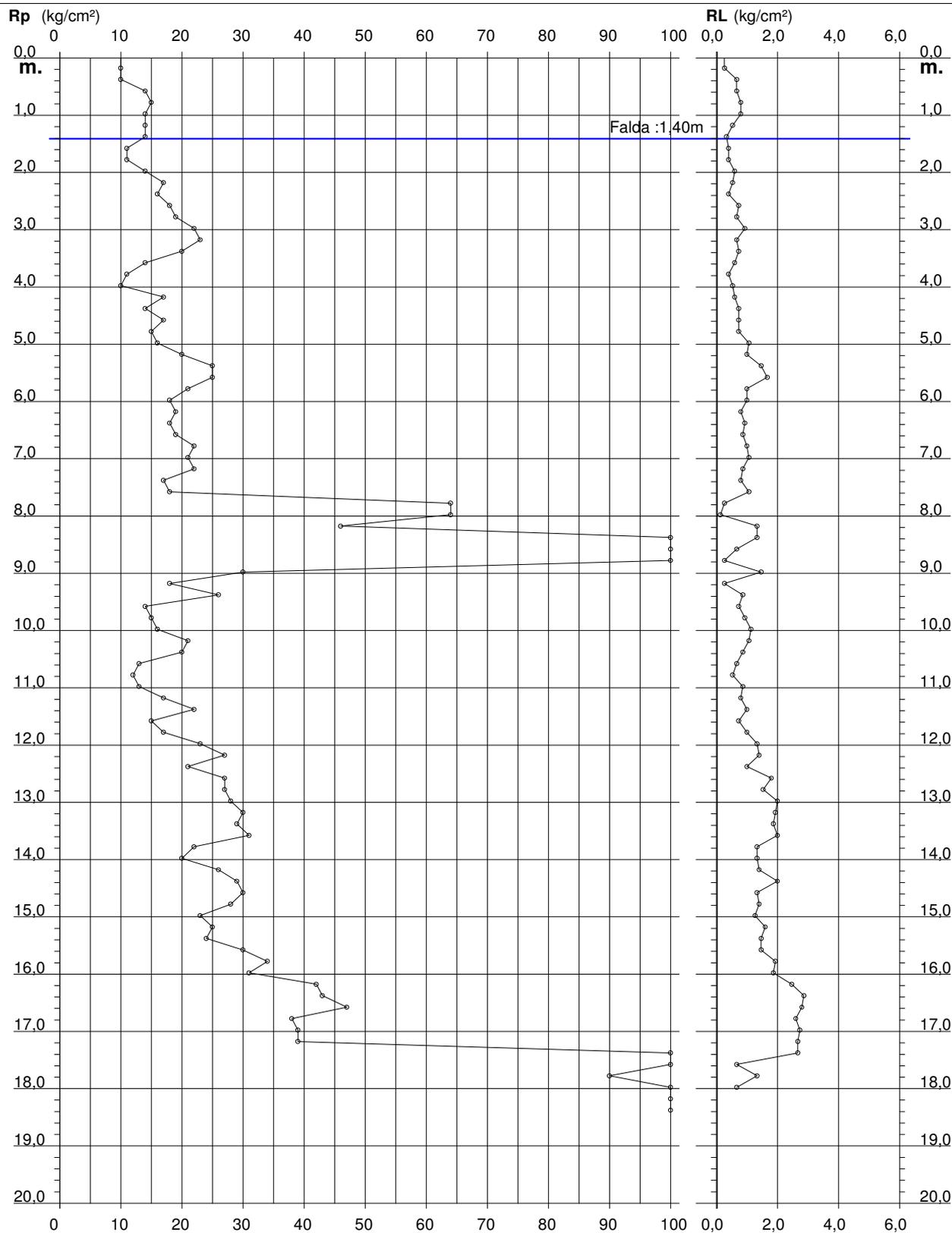
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- scala vert.: 1 : 100



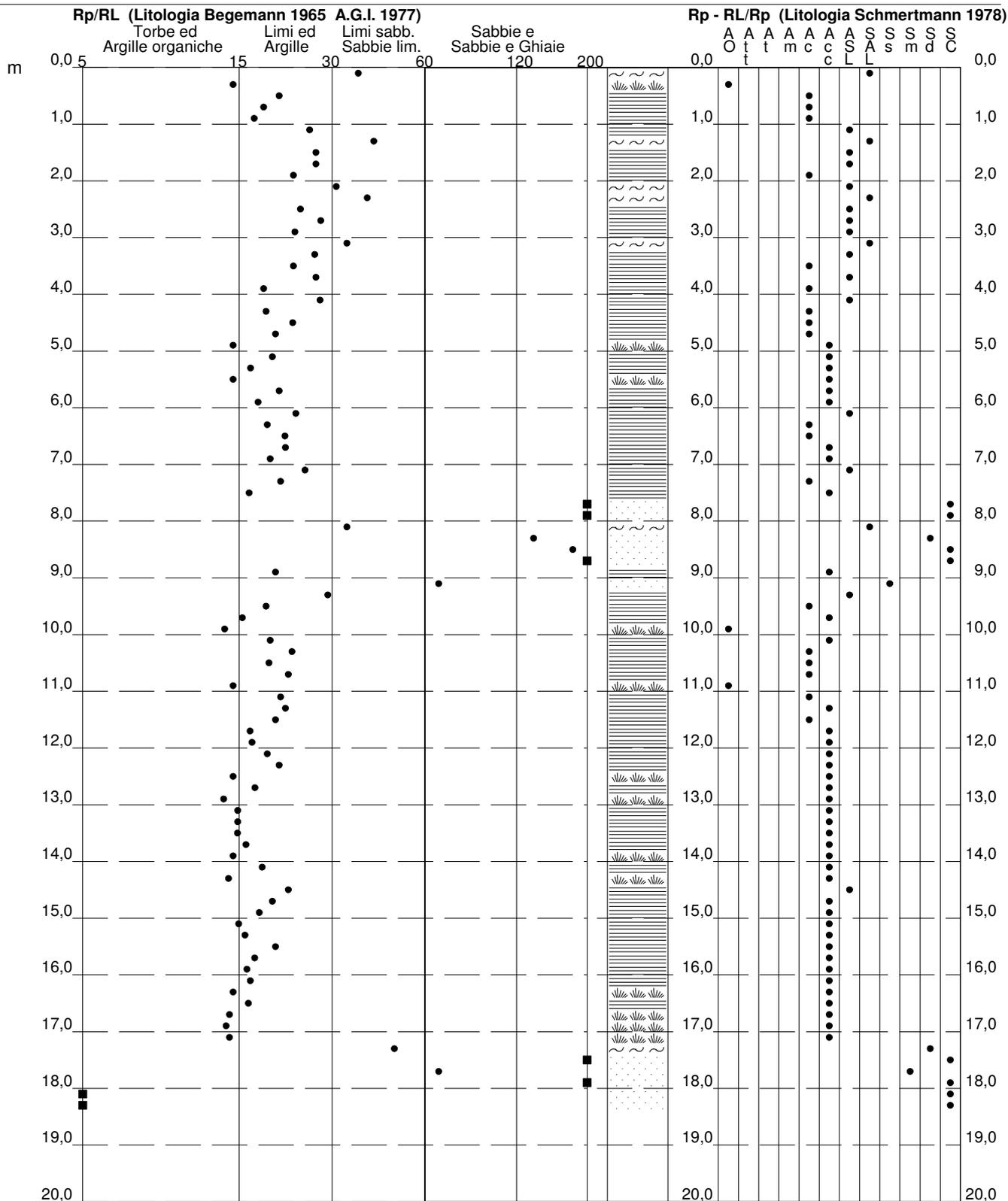
PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 3

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
 - lavoro : Variante al PSC e RUE
 - località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
 - note :

- data : 03/04/2018
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,40 m da quota inizio
 - scala vert.: 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.010496-059

- committente : Ferri Roberto - Fond'All - Euro Assistance Group
- lavoro : Variante al PSC e RUE
- località : Via Staffette Partigiane - Arceto di Scandiano (RE)
- note :

- data : 03/04/2018
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,40 m da quota inizio
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm ²	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	p'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0,20	10	37	4/3	1,85	0,04	0,50	99,9	85	128	40	73	38	40	42	44	41	26	0,169	17	25	30
0,40	10	15	2/III	1,85	0,07	0,50	68,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	14	21	2/III	1,85	0,11	0,64	55,7	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	15	19	2/III	1,85	0,15	0,67	41,2	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	14	17	2/III	1,85	0,19	0,64	29,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	26	2/III	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	14	42	4/3	0,89	0,24	0,64	21,3	108	162	48	39	33	36	38	41	34	26	0,078	23	35	42
1,60	11	27	2/III	0,91	0,26	0,54	15,7	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	11	27	2/III	0,91	0,28	0,54	14,4	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	14	23	2/III	0,94	0,29	0,64	16,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,20	17	32	4/3	0,91	0,31	0,72	17,9	123	184	54	39	34	36	38	41	34	27	0,078	28	43	51
2,40	16	40	4/3	0,90	0,33	0,70	15,9	118	177	52	36	33	36	38	41	33	27	0,071	27	40	48
2,60	18	25	2/III	0,98	0,35	0,75	16,2	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	19	28	2/III	0,99	0,37	0,78	15,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	22	24	4/3	0,93	0,39	0,85	16,6	144	216	66	43	34	36	39	41	34	28	0,087	37	55	66
3,20	23	34	3/III	0,86	0,41	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	34	28	0,088	38	58	69
3,40	20	27	4/3	0,93	0,42	0,80	13,9	136	204	60	38	33	36	38	41	33	27	0,074	33	50	60
3,60	14	23	2/III	0,94	0,44	0,64	9,9	108	163	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	11	27	2/III	0,91	0,46	0,54	7,6	113	169	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	10	19	2/III	0,90	0,48	0,50	6,6	123	184	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	17	28	2/III	0,97	0,50	0,72	10,0	123	185	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	14	19	2/III	0,94	0,52	0,64	8,1	124	186	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	17	23	2/III	0,97	0,54	0,72	9,1	128	191	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	15	20	2/III	0,95	0,56	0,67	7,9	134	201	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	16	15	2/III	0,96	0,58	0,70	8,0	138	208	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,20	20	20	4/3	0,93	0,59	0,80	9,1	141	212	60	29	32	35	37	40	31	27	0,056	33	50	60
5,40	25	17	4/3	0,94	0,61	0,91	10,3	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,071	42	63	75
5,60	25	15	4/3	0,94	0,63	0,91	9,9	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,070	42	63	75
5,80	21	21	4/3	0,93	0,65	0,82	8,4	155	232	63	29	32	35	37	40	31	27	0,055	35	53	63
6,00	18	18	2/III	0,98	0,67	0,75	7,2	166	249	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	19	24	2/III	0,99	0,69	0,78	7,3	171	256	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	18	19	2/III	0,98	0,71	0,75	6,7	181	271	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	19	22	2/III	0,99	0,73	0,78	6,8	185	278	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	22	22	4/3	0,93	0,75	0,85	7,3	185	277	66	27	32	34	37	40	30	28	0,052	37	55	66
7,00	21	20	4/3	0,93	0,77	0,82	6,9	194	290	63	25	31	34	37	40	30	27	0,047	35	53	63
7,20	22	25	4/3	0,93	0,79	0,85	6,9	198	297	66	26	32	34	37	40	30	28	0,049	37	55	66
7,40	17	21	2/III	0,97	0,80	0,72	5,5	218	327	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,60	18	17	2/III	0,98	0,82	0,75	5,6	223	334	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	64	240	3/III	0,94	0,84	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	32	0,133	107	160	192
8,00	64	480	3/III	0,94	0,86	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	32	0,131	107	160	192
8,20	46	34	3/III	0,91	0,88	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	31	0,100	77	115	138
8,40	180	135	3/III	1,12	0,90	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	37	0,239	300	450	540
8,60	120	180	3/III	1,03	0,92	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	35	0,191	200	300	360
8,80	140	525	3/III	1,06	0,94	--	--	--	--	--	85	40	41	43	45	39	36	0,206	233	350	420
9,00	30	20	4/3	0,96	0,96	1,00	6,6	247	371	90	32	32	35	38	41	30	29	0,061	50	75	90
9,20	18	67	4/3	0,91	0,98	0,75	4,5	274	411	56	14	30	33	36	39	28	27	0,026	30	45	54
9,40	26	30	4/3	0,95	1,00	0,93	5,7	268	403	78	26	32	34	37	40	29	28	0,049	43	65	78
9,60	14	19	2/III	0,94	1,02	0,64	3,5	287	431	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
9,80	15	16	2/III	0,95	1,04	0,67	3,6	293	440	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,00	16	14	2/III	0,96	1,06	0,70	3,7	298	448	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,20	21	20	4/3	0,93	1,08	0,82	4,5	300	450	63	17	30	33	36	39	28	27	0,032	35	53	63
10,40	20	23	4/3	0,93	1,09	0,80	4,2	306	459	60	14	30	33	36	39	27	27	0,028	33	50	60
10,60	13	19	2/III	0,93	1,11	0,60	2,9	302	453	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10,80	12	22	2/III	0,92	1,13	0,57	2,7	296	444	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,00	13	15	2/III	0,93	1,15	0,60	2,8	307	461	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,20	22	21	2/III	0,97	1,17	0,72	3,4	329	494	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,40	22	22	4/3	0,93	1,19	0,85	4,1	332	498	66	16	30	33	36	39	28	28	0,030	37	55	66
11,60	15	20	2/III	0,95	1,21	0,67	3,0	329	494	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	17	17	2/III	0,97	1,23	0,72	3,2	342	513	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	23	17	4/3	0,94	1,25	0,87	4,0	347	521	69	16	30	33	36	39	28	28	0,031	38	58	69
12,20	27	19	4/3	0,95	1,26	0,95	4,4	353	530	81	21	31	34	37	40	28	28	0,040	45	68	81
12,40	21	21	4/3	0,93	1,28	0,82	3,6	362	543	63	12	30	33	36	39	27	27	0,024	35	53	63
12,60	27	15	4/3	0,95	1,30	0,95	4,2	364	545	81	21	31	34	37	40	28	28	0,039	45	68	81
12,80	27	18	4/3	0,95	1,32	0,95	4,1	369	553	84	20	31	34	37	40	28	28	0,038	45	68	81
13,00	28	14	4/3	0,96	1,34	0,97	4,2	374	561	84	21	31	34	37	40	28	28	0,040	47	70	84
13,20	30	16	4/3	0,96	1,36	1,00	4,3	380	570	90	23	31	34	37	40	28	28	0,041	48	73	90
13,40	29	16	4/3	0,96	1,38	0,98	4,1	385	577	87	22	31	34	37	40	28	29	0,045	48	73	87
13,60	31	16	4/3	0,97	1,40	1,03	4,3	390	586	93	24	31	34	37	40	28	29	0,045	52	78	93
13,80	22	16	4/3	0,93	1,42	0,85	3,3	396	595	66	11	30	33	36	39	27	28	0,023	37	55	66
14,00	20	15	4/3	0,93	1,44	0,80	3,0	399	590	60	8	29	32	35	39	26	27	0,017	33	50	60
14,20	26	19	4/3	0,95	1,45	0,93	3,6	410	616	78	17	30	33	36	39	27	28	0,032	43	65	78
14,40	29	14	4/3	0,96	1,47	0,98	3,8	415	6												

SISMICA A RIFRAZIONE

MASW

Determinazione del V_{s30}



SISMOGRAFO: PASI 16SG24

Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -14.3258 -7.71778
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -14.2495 -7.71778
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -15.3281 -7.71778
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -14.5917 -7.71778
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -15.7733 -7.70837
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -15.053 -7.56286
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -15.3605 -7.56286
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -14.7385 -7.56286
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -13.7911 -7.51696
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -13.8215 -7.42404
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -14.5533 -7.42404
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -15.1087 -7.41824

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 170 240 112 208 260 433 512
 Thickness (m): 1 2.3 3.6 3.3 5.5 9

Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35
 Vp & Density Optimization

Columns 1 through 7

0.0295	0.0555	0.0855	0.1246	0.1728	0.2275	0.2978
0.1478	0.1761	0.2032	0.2483	0.2806	0.3528	0.4662
0.2627	0.2874	0.3096	0.3538	0.4007	0.4646	0.5284
0.3518	0.3755	0.4242	0.4873	0.5333	0.6082	0.6871

Columns 8 through 13

0.3578	0.4984	0.6131	0.7577	0.8958	1.0000	
0.5861	0.7473	0.8775	1.0000	0	0	
0.6131	0.7017	0.8007	0.9153	1.0000	0	
0.7463	0.8251	0.9027	1.0000	0	0	

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -8.8909 -6.8821
 Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -8.2772 -6.8821
 Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -7.8293 -6.7773
 Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -7.6479 -6.7773
 Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -7.5317 -6.7773
 Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -7.5709 -6.7365
 Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -7.4213 -6.7365
 Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -7.4906 -6.6387
 Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -7.4723 -6.6387
 Optimizing Vp & Density - generation: 10; average & best misfits: -7.4137 -6.6317
 Optimizing Vp & Density - generation: 11; average & best misfits: -7.3426 -6.621
 Optimizing Vp & Density - generation: 12; average & best misfits: -7.5385 -6.621
 Optimizing Vp & Density - generation: 13; average & best misfits: -7.514 -6.618
 Optimizing Vp & Density - generation: 14; average & best misfits: -7.3784 -6.6034
 Number of models considered to calculate the average model: 140

 RESULTS
 #####

Dataset: Arceto di Scandiano.DAT
 Analyzed curve/spectrum: Arceto di Scandiano.cdp
 Error using roots (line 28)
 Input to ROOTS must not contain NaN or Inf.

Error in RayleighOmogeneo (line 30)

Error in fcnDispersione (line 27)

Error in fcnVelocita (line 58)

Error in finalpart_DOC (line 152)

Error in swigaPRO3>launch_Callback (line 1181)

Error in gui_mainfcn (line 96)

Error in swigaPRO3 (line 17)

Error in @(hobject,eventdata)swigaPRO3('launch_Callback',hobject,eventdata,guidata(hobject))

Error using waitfor
Error while evaluating uicontrol callback

Analyzing phase velocities

==o== SECTION#1
dataset: Arceto di Scandiano.DAT
minimum offset (m): 6
geophone spacing (m): 2
sampling (ms): 1
Dispersion curve: Arceto di Scandiano.cdp
Number of individuals: 50
Number of generations: 51

Rayleigh-wave dispersion analysis

Analyzing phase Velocities

Adopted search space (minimum Vs & thickness): 20 0.5 50 1
80 9 4 110 4 140 6 170
Adopted search space (maximum Vs & thickness): 220 2 250 3 280 6 310 6 340
8 370 11 465
Adopted Poisson values: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35

output folder: C:\Users\Xeon\Desktop\SISMICHE 2018\Giusti\4\Arceto di Scandiano\output_disp

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1;	average & best misfits: -45.5626	-25.8316
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2;	average & best misfits: -40.2011	-23.5763
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3;	average & best misfits: -39.8559	-19.1196
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4;	average & best misfits: -38.3333	-19.1196
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5;	average & best misfits: -33.6806	-18.0631
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6;	average & best misfits: -32.2864	-13.9005
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7;	average & best misfits: -30.0625	-13.9005
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8;	average & best misfits: -31.7431	-13.9005
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9;	average & best misfits: -28.5221	-13.9005
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10;	average & best misfits: -28.7329	-13.7588
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11;	average & best misfits: -25.0331	-12.8987
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12;	average & best misfits: -25.7893	-12.8987
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13;	average & best misfits: -29.5969	-11.3903
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14;	average & best misfits: -25.2323	-11.3903
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15;	average & best misfits: -29.2242	-11.0618
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16;	average & best misfits: -29.8982	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17;	average & best misfits: -24.6163	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18;	average & best misfits: -27.1048	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19;	average & best misfits: -27.2524	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20;	average & best misfits: -25.5793	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21;	average & best misfits: -25.2603	-10.0722
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22;	average & best misfits: -26.3841	-9.93169
Optimizing Vs & Thickness - generation: 23;	average & best misfits: -24.068	-9.93169
Optimizing Vs & Thickness - generation: 24;	average & best misfits: -23.1742	-9.58859
Optimizing Vs & Thickness - generation: 25;	average & best misfits: -25.8124	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 26;	average & best misfits: -26.4459	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 27;	average & best misfits: -23.3294	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 28;	average & best misfits: -24.4741	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 29;	average & best misfits: -23.5061	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 30;	average & best misfits: -28.294	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 31;	average & best misfits: -28.0397	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 32;	average & best misfits: -25.5556	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 33;	average & best misfits: -28.4899	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 34;	average & best misfits: -26.8097	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 35;	average & best misfits: -22.2088	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 36;	average & best misfits: -24.0406	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 37;	average & best misfits: -24.619	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 38;	average & best misfits: -27.994	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 39;	average & best misfits: -27.9324	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 40;	average & best misfits: -28.9837	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 41;	average & best misfits: -27.714	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 42;	average & best misfits: -29.0703	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 43;	average & best misfits: -27.751	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 44;	average & best misfits: -25.6297	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 45;	average & best misfits: -25.9729	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 46;	average & best misfits: -27.3128	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 47;	average & best misfits: -25.9584	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 48;	average & best misfits: -26.6139	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 49;	average & best misfits: -26.9299	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 50;	average & best misfits: -24.4879	-9.51011
Optimizing Vs & Thickness - generation: 51;	average & best misfits: -26.2018	-9.51011

Forcing search space

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -16.9024	-8.36576
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -16.77	-8.13727
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -15.9359	-7.34495
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -17.9204	-7.34495
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -19.2922	-6.87618
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -15.7232	-6.49115
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -14.6998	-6.49115
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -14.4895	-6.49115
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -14.9533	-6.49115
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -14.9654	-6.49115
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -16.67	-6.40136
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -14.6135	-6.40136
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -15.819	-6.40136
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -15.399	-6.26578

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 195 250 126 256 237 461 355
 Thickness (m): 0.65 1.8 5 4.4 5.2 12
 Poisson: 0.4 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35
 Vp & Density Optimization

p14 =

3

p15 =

47

p16 =

Columns 1 through 7

0.0295	0.0555	0.0855	0.1246	0.1728	0.2275	0.2978
0.1478	0.1761	0.2032	0.2483	0.2806	0.3528	0.4662
0.2627	0.2874	0.3096	0.3538	0.4007	0.4646	0.5284
0.3518	0.3755	0.4242	0.4873	0.5333	0.6082	0.6871

Columns 8 through 13

0.3578	0.4984	0.6131	0.7577	0.8958	1.0000	
0.5861	0.7473	0.8775	1.0000	0	0	
0.6131	0.7017	0.8007	0.9153	1.0000	0	
0.7463	0.8251	0.9027	1.0000	0	0	

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vp & Density - generation: 1; average & best misfits: -8.3927	-5.7367
Optimizing Vp & Density - generation: 2; average & best misfits: -7.4756	-5.7367
Optimizing Vp & Density - generation: 3; average & best misfits: -7.2	-5.5344
Optimizing Vp & Density - generation: 4; average & best misfits: -7.1312	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 5; average & best misfits: -7.0631	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 6; average & best misfits: -6.9483	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 7; average & best misfits: -6.7122	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 8; average & best misfits: -6.4582	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 9; average & best misfits: -6.5597	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 10; average & best misfits: -6.2728	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 11; average & best misfits: -6.7955	-5.4671
Optimizing Vp & Density - generation: 12; average & best misfits: -6.5728	-5.467
Optimizing Vp & Density - generation: 13; average & best misfits: -6.6492	-5.4469
Optimizing Vp & Density - generation: 14; average & best misfits: -6.7008	-5.4468

Number of models considered to calculate the average model: 60

 RESULTS
 #####

Dataset: Arceto di Scandiano.DAT
 Analyzed curve/spectrum: Arceto di Scandiano.cdp

=====
SECTION#3

Analyzing Phase Velocities

Analyzing Rayleigh-wave Dispersion

=====
MEAN MODEL

Vs (m/s): 182 248 125 242 301 416 423
 Standard deviations (m/s): 26 16 4 28 51 28 55

Thickness (m): 0.6 2.2 4.8 4.4 5.2 11.3
 Standard deviations (m): 0.1 0.4 0.4 0.6 0.8 2.2

Approximate values for vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 1190 570 327 886 1074 1754 1635
 Density (gr/cm3): 2.10 1.92 1.78 2.02 2.07 2.19 2.17
 Vp/Vs ratio: 6.54 2.30 2.62 3.66 3.57 4.22 3.87
 Poisson: 0.49 0.38 0.41 0.46 0.46 0.47 0.46
 Shear modulus (MPa): 69 118 28 119 188 379 389
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Fundamental mode

Mean model
 f(Hz) VR(m/s)
 1.72416 386.7048
 3.24871 375.4627
 5.00194 357.391
 7.28876 188.3229
 10.1092 155.4051
 13.3107 156.3397
 17.427 162.3237
 20.9335 166.1939
 29.166 149.3107
 35.874 138.537
 44.3353 132.8278
 52.4154 130.2157
 58.5136 129.0313

First higher mode

Mean model
 8.73708 345.6864
 10.4141 324.5034
 12.0149 299.8757
 14.6828 263.5012
 16.5885 245.2173
 20.8572 212.2894
 27.5652 183.8494
 34.6544 186.273
 44.1828 166.8169
 51.8818 151.1224
 59.1234 143.2415

Second higher mode

Mean model
 15.3689 384.4468
 16.8172 372.2208
 18.113 357.6519
 20.7048 312.4757
 23.449 259.9198
 27.1841 232.6669
 30.9193 221.1328
 35.874 208.6709
 41.0575 199.6305
 46.8508 198.7438
 53.5588 193.018
 58.5136 180.0435

Third higher mode

Mean model
 20.3999 402.3984
 21.772 390.4313
 24.5924 360.1174
 28.2513 325.01
 30.9193 303.8552
 35.2642 265.581
 39.8379 235.3512
 43.2681 225.3539
 47.8417 217.3037
 52.3391 210.6265
 57.98 206.8764

===== SECTION#4

BEST MODEL

Vs (m/s): 195 250 126 256 237 461 355
 thickness (m): 0.65462 1.82914 4.97749 4.39689 5.1945 12.4528

Approximate values for vp, density, Poisson & Shear modulus

Vp (m/s): 390 596 273 871 1331 3142 2147
 Density (gr/cm3): 1.83 1.93 1.74 2.02 2.12 2.33 2.24
 Vp/Vs ratio: 2.00 2.38 2.17 3.40 5.62 6.82 6.05
 Poisson: 0.33 0.39 0.36 0.45 0.48 0.49 0.49
 Shear modulus (MPa): 69 121 28 132 119 496 282
 Estimated static shear modulus (MPa): 0 0 0 0 0 0 0 0 0

dispersion curve (frequency - velocity)

Fundamental mode)

best model

F(Hz)	VR(m/s)
1.72416	329.9516
3.24871	328.2036
5.00194	325.181
7.28876	179.2969
10.1092	150.796
13.3107	150.9114
17.427	156.2548
20.9335	159.9493
29.166	147.4842
35.874	138.2385
44.3353	133.1571
52.4154	130.7949
58.5136	129.7158

First higher mode)

best model

8.73708	338.9074
10.4141	306.289
12.0149	267.2781
14.6828	236.7039
16.5885	226.775
20.8572	206.1516
27.5652	178.0085
34.6544	180.1938
44.1828	163.0999
51.8818	149.5242
59.1234	173.4307

Second higher mode)

best model

15.3689	387.1706
16.8172	370.4109
18.113	348.5587
20.7048	286.113
23.449	242.2234
27.1841	227.6885
30.9193	219.8027
35.874	205.4432
41.0575	194.2705
46.8508	193.2843
53.5588	187.1863
58.5136	174.8911

Third higher mode)

best model

20.3999	408.3911
21.772	378.0025
24.5924	325.0188
28.2513	288.7778
30.9193	271.8978
35.2642	250.5177
39.8379	235.0793
43.2681	227.6147
47.8417	217.8102
52.3391	207.1848
57.98	202.2626

Vs5 (mean model): 167 m/s
Vs5 (best model): 163 m/s

Vs20 (mean model): 216 m/s
Vs20 (best model): 209 m/s

Vs30 (mean model): 258 m/s
Vs30 (best model): 255 m/s

==o== SECTION#6

For Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s

(ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
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 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositi di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cu30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\Users\Xeon\Desktop\SISMICHE 2018\Giusti\4\Arceto di Scandiano\output_disp".

=====
winMASW
Surface Waves & Beyond
www.winmasw.com

Number of models used to define the mean model: 60
Vs5 for the best model: 163
Vs30 for the best model: 255
Analyzing phase velocities

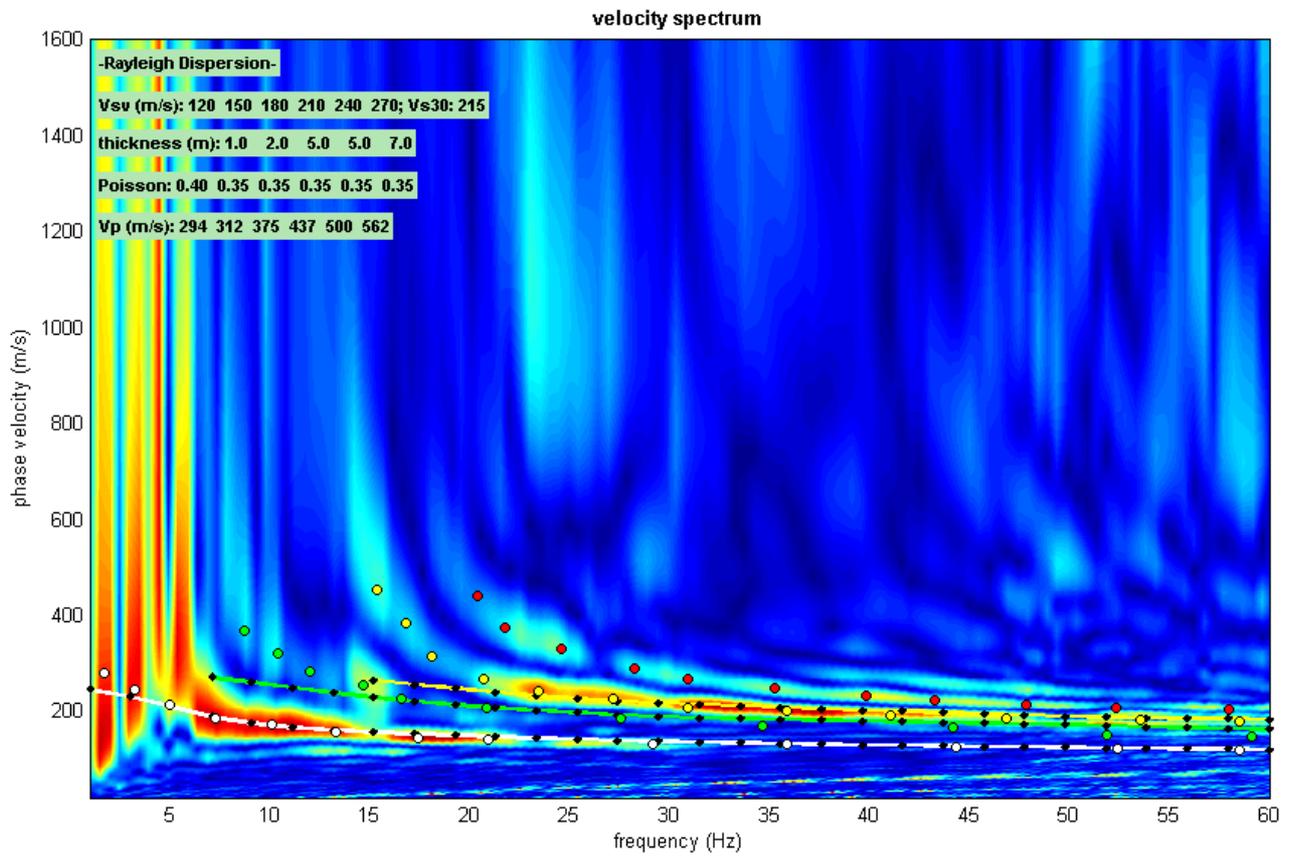
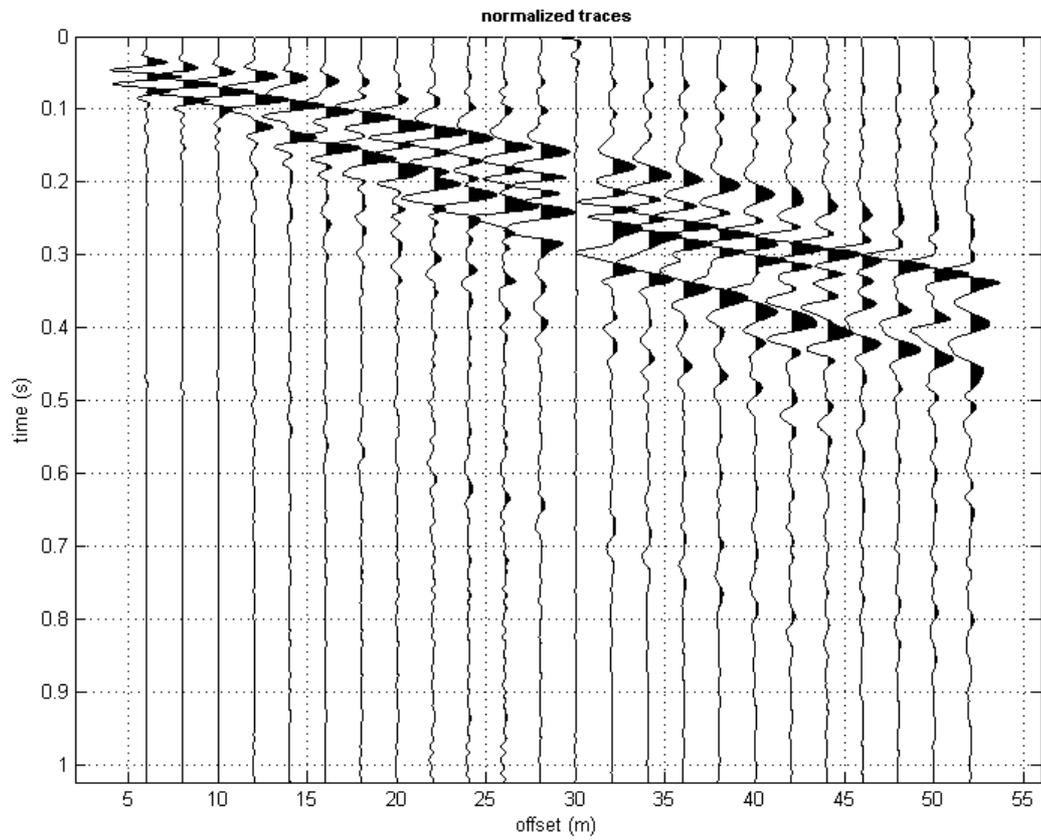
Elapsed time is 334.342801 seconds.

dataset: Arceto di Scandiano.DAT

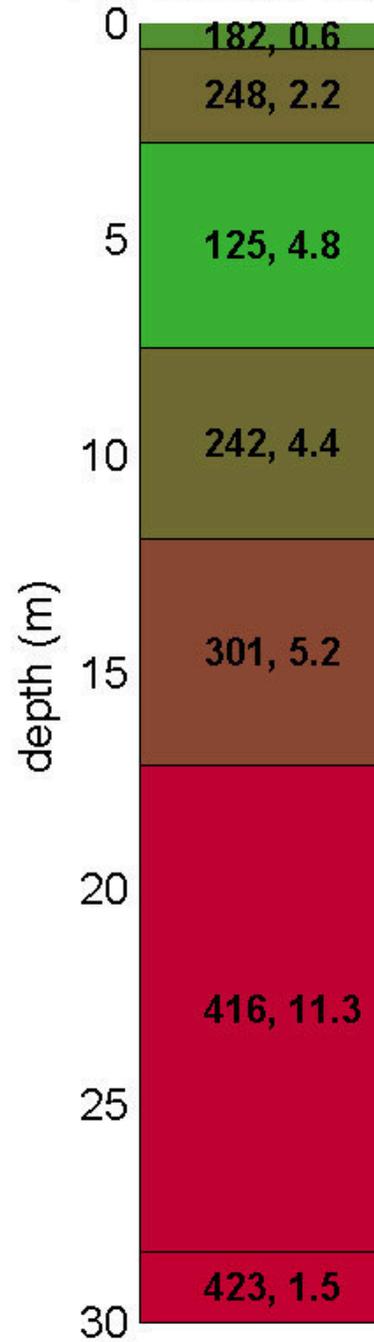
sampling: 1 ms

minimum offset: 6 m

geophone spacing: 2 m



Subsurface model



V
(m/s)^S thickness
(m)

winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

Dataset: Arceto di Scandiano.DAT

Mean model

Vs (m/s): 182, 248, 125, 242, 301, 416, 423

Standard deviations (m/s): 26, 16, 4, 28, 51, 28, 55

Thickness (m): 0.6, 2.2, 4.8, 4.4, 5.2, 11.3

Standard deviations (m): 0.1, 0.4, 0.4, 0.6, 0.8, 2.2

Density (gr/cm³) (approximate values): 2.10, 1.92, 1.78, 2.02, 2.07, 2.19, 2.17

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 69 118 28 119 188 379 389

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: Arceto di Scandiano.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

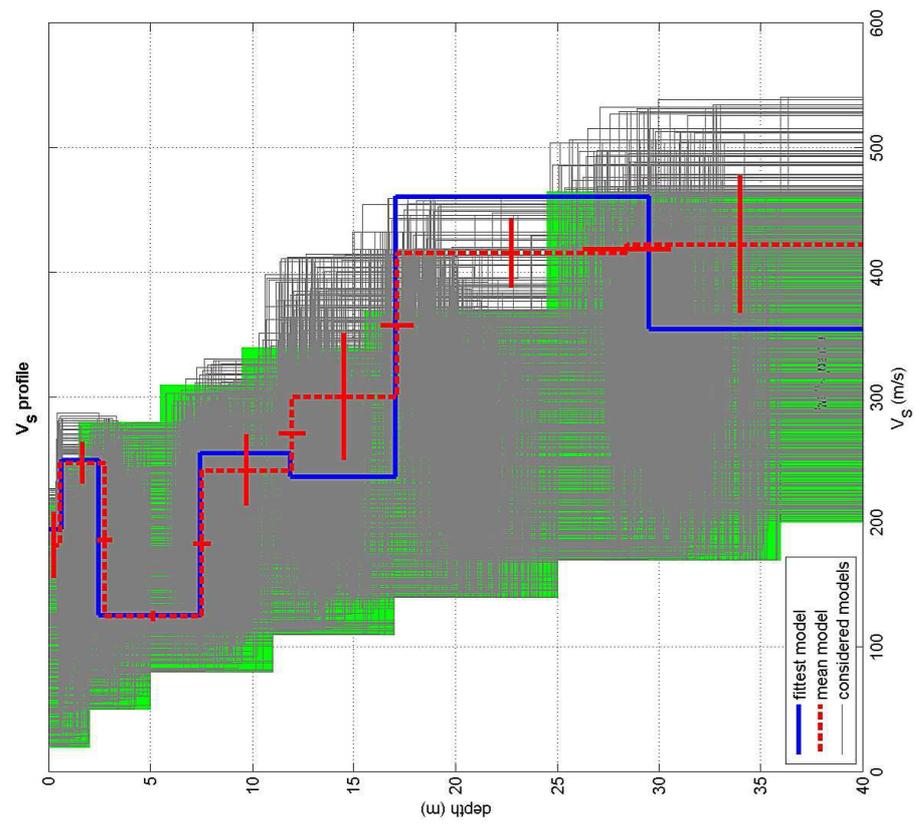
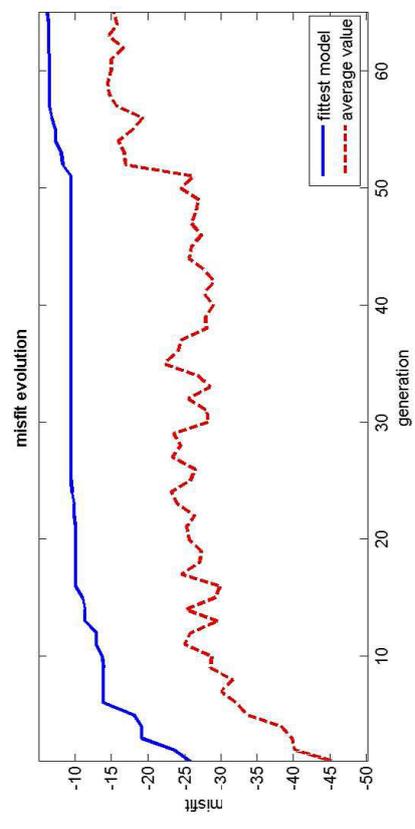
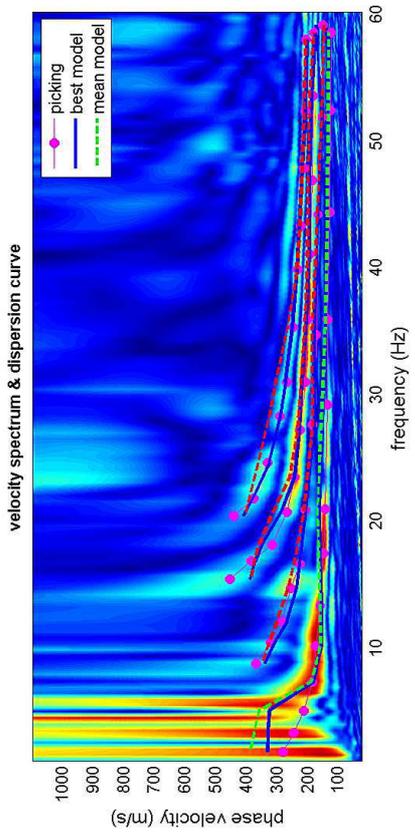
Vp (m/s): 1190, 570, 327, 886, 1074, 1754, 1635

Poisson: 0.49 0.38 0.41 0.46 0.46 0.47 0.46

Vs30 (m/s): 258

Soil classification: C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.



dataset: Arceto di Scandiano.DAT
 dispersion curve: Arceto di Scandiano.cdp
 V_s30 (best model): 255 m/s
 V_s30 (mean model): 258 m/s

VERIFICA A LIQUEFAZIONE



PROGRAMMA DI CALCOLO: LIQUITER (GEOSTRU)

Progetto: Variante PSC e RUE
Ditta: Ferri Roberto – Fond'All – Euro Assistance Group
Comune: Via Staffette Partigiane – Arceto di Scandiano (RE)

Normative di riferimento

- Normativa sismica del GRUPPO NAZIONALE di Difesa dei Terremoti.
- Raccomandazioni del National Center for Earthquake Reserch (NCEER)
- Eurocodice 8, Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture
- Norme Tecniche D.M. del 17 Gennaio 2018

Metodo di calcolo: Robertson e Wride (1997)

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_C che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_C con la (5.0a).

Se $I_C > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se $I_C \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, Q verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente $n = 0,5$.

Se è ancora $I_C \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_C > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. Q deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_C , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

Dove l'esponente di sforzo n è lo stesso utilizzato nel calcolo di I_C .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$K_c = 0 \quad \text{per } FC \leq 5$$

$$K_c = 0,0267(FC - 5) \quad \text{per } 5 < FC \leq 35$$

$$K_c = 0,8 \quad \text{per } FC > 35$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_C)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR**_{7,5}) si calcola con le espressioni seguenti:

se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR_{7,5}**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitudo Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi Tabella 1)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

Tabella 1- *Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori*

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988).	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **r_d** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre **l'indice e il rischio di liquefazione** vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

DATI GENERALI

Fattore sicurezza normativa	1.25
FALDA	
Profondità falda idrica	1.2-1.8 m
DATI SIMICI	
Accelerazione Bedrock	0.164
Fattore amplificazione	2.37
Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	
Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1.47
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	6.14
Peak ground acceleration (PGA)	0.241

PROVA PENETROMETRICA CPT1

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato N°	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	Argille	0	5	19.15	19.93	1774.42	99.93
2	Argille	5	8	19.46	20.24	2173.74	116.4
3	Sabbie limose	8	13.5	18.63	21.57	4172.63	65.9
4	Argille	13.5	15.5	18.93	19.72	1682.43	77.18
5	Argille	15.5	17.5	20.39	21.17	3866.96	208.59
6	Sabbie dense - Sabbie con Ghiaia	17.5	18.6	18.63	21.57	24184.78	104.64

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ie	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	23.136	21.175	56.845	5.706	2.617	1.7	103.522	0.991	0.183	0.102	1.802	non suscettibile	0	Molto basso
1.40	27.122	23.199	53.082	5.719	2.637	1.7	107.465	0.989	0.195	0.109	1.800	non suscettibile	0	Molto basso
1.60	31.108	25.224	49.854	5.732	2.656	1.7	111.248	0.988	0.208	0.114	1.819	non suscettibile	0	Molto basso
1.80	35.094	27.249	47.049	5.745	2.674	1.7	114.887	0.986	0.221	0.119	1.853	non suscettibile	0	Molto basso
2.00	39.080	29.273	59.281	5.759	2.608	1.7	101.843	0.985	0.178	0.123	1.444	non suscettibile	0	Molto basso
2.20	43.066	31.298	55.318	5.772	2.628	1.7	105.737	0.983	0.190	0.127	1.495	non suscettibile	0	Molto basso
2.40	47.052	33.323	51.838	5.785	2.648	1.7	109.568	0.982	0.202	0.130	1.555	non suscettibile	0	Molto basso
2.60	51.038	35.347	48.756	5.798	2.666	1.7	113.341	0.980	0.215	0.133	1.621	non suscettibile	0	Molto basso
2.80	55.024	37.372	46.008	5.812	2.684	1.7	117.057	0.979	0.229	0.135	1.694	non suscettibile	0	Molto basso
3.00	59.010	39.397	43.542	5.825	2.701	1.7	120.721	0.977	0.244	0.137	1.773	non suscettibile	0	Molto basso
3.20	62.996	41.421	41.317	5.839	2.717	1.7	124.336	0.976	0.259	0.139	1.858	non suscettibile	0	Molto basso
3.40	66.982	43.446	39.300	5.853	2.733	1.7	127.903	0.974	0.275	0.141	1.948	non suscettibile	0	Molto basso
3.60	70.968	45.471	37.463	5.866	2.748	1.7	131.426	0.972	0.291	0.143	2.043	non suscettibile	0	Molto basso
3.80	74.954	47.495	35.782	5.880	2.762	1.7	134.906	0.971	0.308	0.144	2.143	non suscettibile	0	Molto basso
4.00	78.940	49.520	34.238	5.894	2.776	1.7	138.347	0.969	0.326	0.145	2.249	non suscettibile	0	Molto basso
4.20	82.926	51.545	32.816	5.908	2.790	1.7	141.748	0.968	0.345	0.146	2.359	non suscettibile	0	Molto basso
4.40	86.912	53.569	31.501	5.922	2.803	1.7	145.114	0.966	0.364	0.147	2.474	non suscettibile	0	Molto basso
4.60	90.898	55.594	30.282	5.936	2.816	1.7	148.445	0.965	0.384	0.148	2.594	non suscettibile	0	Molto basso

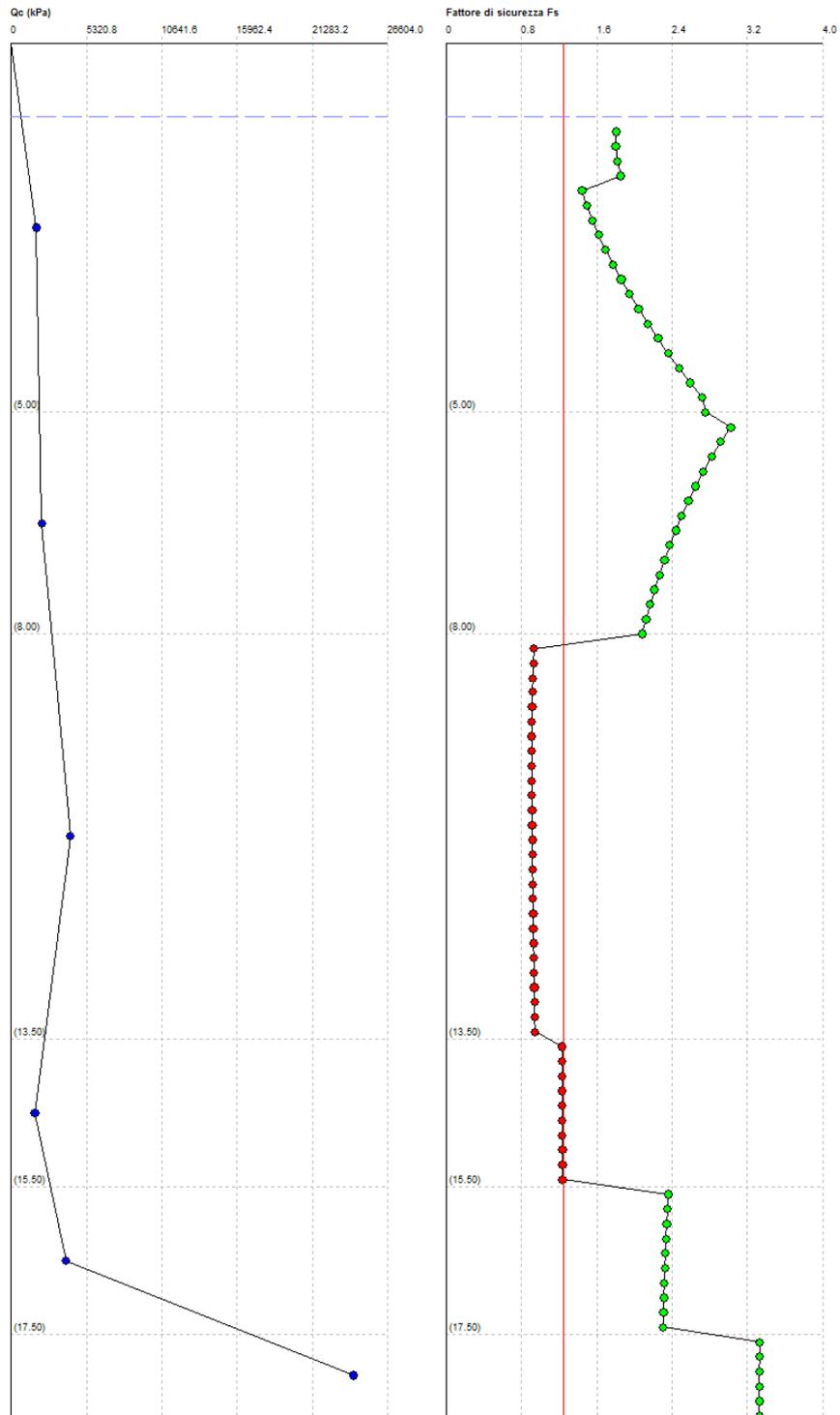
4.80	94.884	57.619	29.149	5.950	2.828	1.7	151.742	0.963	0.405	0.149	2.719	non suscettibile	0	Molto basso
5.00	98.870	59.643	28.093	5.964	2.840	1.676631	152.877	0.962	0.412	0.150	2.754	non suscettibile	0	Molto basso
5.20	102.918	61.730	33.546	5.621	2.768	1.619956	159.059	0.960	0.454	0.150	3.022	non suscettibile	0	Molto basso
5.40	106.966	63.817	32.386	5.632	2.779	1.566987	157.020	0.959	0.440	0.151	2.916	non suscettibile	0	Molto basso
5.60	111.014	65.903	31.299	5.643	2.790	1.517372	155.083	0.957	0.427	0.151	2.820	non suscettibile	0	Molto basso
5.80	115.062	67.990	30.279	5.654	2.801	1.470803	153.241	0.956	0.415	0.152	2.731	non suscettibile	0	Molto basso
6.00	119.110	70.077	29.320	5.665	2.812	1.427007	151.484	0.954	0.403	0.152	2.649	non suscettibile	0	Molto basso
6.20	123.158	72.163	28.416	5.676	2.822	1.385744	149.808	0.953	0.393	0.153	2.572	non suscettibile	0	Molto basso
6.40	127.206	74.250	27.563	5.688	2.832	1.3468	148.205	0.951	0.383	0.153	2.502	non suscettibile	0	Molto basso
6.60	131.254	76.337	26.756	5.699	2.842	1.309985	146.671	0.950	0.373	0.153	2.436	non suscettibile	0	Molto basso
6.80	135.302	78.423	25.993	5.710	2.851	1.275129	145.200	0.948	0.365	0.154	2.375	non suscettibile	0	Molto basso
7.00	139.350	80.510	25.269	5.722	2.861	1.24208	143.789	0.946	0.356	0.154	2.318	non suscettibile	0	Molto basso
7.20	143.398	82.597	24.581	5.733	2.870	1.210701	142.433	0.945	0.349	0.154	2.264	non suscettibile	0	Molto basso
7.40	147.446	84.683	23.928	5.744	2.879	1.180868	141.129	0.943	0.341	0.154	2.214	non suscettibile	0	Molto basso
7.60	151.494	86.770	23.306	5.756	2.888	1.152471	139.874	0.942	0.335	0.154	2.166	non suscettibile	0	Molto basso
7.80	155.542	88.857	22.713	5.768	2.897	1.125406	138.664	0.940	0.328	0.155	2.122	non suscettibile	0	Molto basso
8.00	159.590	90.943	22.147	5.779	2.906	1.099584	137.497	0.939	0.322	0.155	2.080	non suscettibile	0	Molto basso
8.20	163.904	93.296	43.199	1.644	2.330	1.035305	88.451	0.937	0.144	0.155	0.934	suscettibile	4.32	Basso
8.40	168.218	95.649	42.665	1.646	2.334	1.022493	88.031	0.936	0.143	0.155	0.928	suscettibile	4.76	Basso
8.60	172.532	98.001	42.150	1.647	2.339	1.010145	87.627	0.934	0.143	0.154	0.923	suscettibile	5.18	Alto
8.80	176.846	100.354	41.653	1.649	2.343	0.9982341	87.238	0.933	0.142	0.154	0.918	suscettibile	5.60	Alto
9.00	181.160	102.707	41.173	1.651	2.347	0.9867347	86.863	0.931	0.141	0.154	0.914	suscettibile	6.00	Alto
9.20	185.474	105.060	40.709	1.653	2.351	0.9756238	86.501	0.928	0.140	0.154	0.911	suscettibile	6.30	Alto
9.40	189.788	107.412	40.261	1.655	2.356	0.96488	86.152	0.923	0.139	0.153	0.911	suscettibile	6.42	Alto
9.60	194.102	109.765	39.827	1.656	2.360	0.9544835	85.815	0.918	0.139	0.152	0.911	suscettibile	6.51	Alto
9.80	198.416	112.118	39.407	1.658	2.363	0.944416	85.489	0.912	0.138	0.152	0.911	suscettibile	6.59	Alto
10.00	202.730	114.470	39.000	1.660	2.367	0.9346605	85.174	0.907	0.137	0.151	0.911	suscettibile	6.64	Alto
10.20	207.044	116.823	38.605	1.662	2.371	0.9252012	84.869	0.902	0.137	0.150	0.912	suscettibile	6.68	Alto
10.40	211.358	119.176	38.222	1.664	2.375	0.9160233	84.573	0.896	0.136	0.149	0.913	suscettibile	6.70	Alto
10.60	215.672	121.528	37.850	1.665	2.379	0.9071133	84.287	0.891	0.136	0.148	0.914	suscettibile	6.71	Alto
10.80	219.986	123.881	37.489	1.667	2.382	0.8984584	84.009	0.886	0.135	0.148	0.915	suscettibile	6.69	Alto
11.00	224.300	126.234	37.138	1.669	2.386	0.8900465	83.740	0.880	0.135	0.147	0.917	suscettibile	6.66	Alto
11.20	228.614	128.586	36.797	1.671	2.389	0.8818665	83.478	0.875	0.134	0.146	0.918	suscettibile	6.60	Alto
11.40	232.928	130.939	36.465	1.673	2.393	0.8739081	83.224	0.870	0.134	0.145	0.920	suscettibile	6.53	Alto
11.60	237.242	133.292	36.142	1.675	2.396	0.8661613	82.978	0.864	0.133	0.144	0.922	suscettibile	6.45	Alto
11.80	241.556	135.644	35.827	1.676	2.399	0.8586168	82.738	0.859	0.133	0.144	0.924	suscettibile	6.34	Alto
12.00	245.870	137.997	35.520	1.678	2.403	0.8512663	82.504	0.854	0.132	0.143	0.926	suscettibile	6.22	Alto
12.20	250.184	140.350	35.221	1.680	2.406	0.8441013	82.277	0.848	0.132	0.142	0.928	suscettibile	6.08	Alto
12.40	254.498	142.702	34.930	1.682	2.409	0.8371142	82.056	0.843	0.131	0.141	0.931	suscettibile	5.92	Alto

12.60	258.812	145.055	34.645	1.684	2.412	0.8302977	81.841	0.838	0.131	0.140	0.933	suscettibile	5.75	Alto
12.80	263.126	147.408	34.368	1.686	2.415	0.8236452	81.631	0.832	0.131	0.139	0.936	suscettibile	5.55	Alto
13.00	267.440	149.760	34.097	1.687	2.418	0.8171501	81.427	0.827	0.130	0.139	0.939	suscettibile	5.34	Alto
13.20	271.754	152.113	33.832	1.689	2.421	0.8108061	81.227	0.822	0.130	0.138	0.942	suscettibile	5.12	Alto
13.40	276.068	154.466	33.573	1.691	2.424	0.8046077	81.033	0.816	0.129	0.137	0.945	suscettibile	4.87	Basso
13.60	280.197	156.633	8.952	5.504	3.191	0.6384342	98.065	0.811	0.168	0.136	1.231	suscettibile	0.00	Molto basso
13.80	284.141	158.616	8.816	5.520	3.197	0.6304538	97.726	0.806	0.167	0.135	1.231	suscettibile	0.00	Molto basso
14.00	288.085	160.599	8.682	5.535	3.203	0.6226707	97.393	0.800	0.166	0.135	1.231	suscettibile	0.00	Molto basso
14.20	292.029	162.581	8.552	5.551	3.209	0.6150773	97.068	0.795	0.165	0.134	1.231	suscettibile	0.00	Molto basso
14.40	295.973	164.564	8.425	5.567	3.215	0.6076667	96.750	0.790	0.164	0.133	1.232	suscettibile	0.00	Molto basso
14.60	299.917	166.547	8.301	5.583	3.221	0.6004326	96.438	0.784	0.163	0.133	1.232	suscettibile	0.00	Molto basso
14.80	303.861	168.529	8.180	5.599	3.227	0.5933688	96.132	0.779	0.163	0.132	1.233	suscettibile	0.00	Molto basso
15.00	307.805	170.512	8.062	5.615	3.233	0.5864694	95.833	0.774	0.162	0.131	1.235	suscettibile	0.00	Molto basso
15.20	311.749	172.495	7.946	5.631	3.238	0.5797284	95.540	0.768	0.161	0.130	1.236	suscettibile	0.00	Molto basso
15.40	315.693	174.477	7.833	5.647	3.244	0.5731407	95.253	0.763	0.160	0.130	1.237	suscettibile	0.00	Molto basso
15.60	319.782	176.605	20.085	5.880	2.942	0.5662357	133.983	0.757	0.304	0.129	2.358	non suscettibile	0	Molto basso
15.80	324.016	178.878	19.807	5.887	2.947	0.5590415	133.363	0.752	0.301	0.128	2.350	non suscettibile	0	Molto basso
16.00	328.250	181.150	19.535	5.895	2.951	0.5520279	132.755	0.747	0.298	0.127	2.342	non suscettibile	0	Molto basso
16.20	332.484	183.423	19.270	5.902	2.956	0.545188	132.159	0.741	0.295	0.126	2.335	non suscettibile	0	Molto basso
16.40	336.718	185.696	19.011	5.909	2.961	0.5385157	131.574	0.736	0.292	0.125	2.329	non suscettibile	0	Molto basso
16.60	340.952	187.968	18.759	5.916	2.965	0.5320047	131.000	0.731	0.289	0.124	2.323	non suscettibile	0	Molto basso
16.80	345.186	190.241	18.512	5.923	2.970	0.5256492	130.436	0.725	0.286	0.124	2.317	non suscettibile	0	Molto basso
17.00	349.420	192.514	18.272	5.930	2.975	0.5194438	129.883	0.720	0.284	0.123	2.312	non suscettibile	0	Molto basso
17.20	353.654	194.786	18.037	5.937	2.979	0.5133832	129.339	0.715	0.281	0.122	2.308	non suscettibile	0	Molto basso
17.40	357.888	197.059	17.807	5.944	2.984	0.5074624	128.805	0.709	0.279	0.121	2.304	non suscettibile	0	Molto basso
17.60	362.162	199.372	171.282	0.439	1.508	0.7082202	150.951	0.704	0.400	0.120	3.330	non suscettibile	0	Molto basso
17.80	366.476	201.724	170.280	0.439	1.510	0.7040783	150.453	0.699	0.397	0.119	3.329	non suscettibile	0	Molto basso
18.00	370.790	204.077	169.295	0.439	1.512	0.700008	149.959	0.693	0.394	0.118	3.327	non suscettibile	0	Molto basso
18.20	375.104	206.430	168.328	0.439	1.514	0.6960076	149.469	0.688	0.391	0.117	3.327	non suscettibile	0	Molto basso
18.40	379.418	208.782	167.377	0.440	1.516	0.692075	148.982	0.683	0.388	0.116	3.327	non suscettibile	0	Molto basso
18.60	383.732	211.135	166.442	0.440	1.518	0.6882083	148.500	0.677	0.385	0.116	3.327	non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=1.95 Zcrit=20 m Rischio=Basso

<FIELD1>
<FIELD2>
<FIELD3>
<FIELD4>

1:78



PROVA PENETROMETRICA CPT2

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	Argille	0	4	18.37	19.15	1112.57	46.39
2	Argille	4	7.5	19.18	19.96	1832.28	86.1
3	Limi Sabbiosi - Sabbie Limose	7.5	9.5	17.65	20.59	4347.09	82.38
4	Argille	9.5	12	19.07	19.86	1772.85	81.98
5	Argille	12	17.5	19.99	20.78	3046.34	155.24
6	Sabbie dense - Sabbie con Ghiaia	17.5	18.4	18.63	21.57	27019.1	104.64

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.200	20.239	36.872	4.255	2.653	1.7	69.417	0.991	0.111	0.102	1.089	suscettibile	0.00	Molto basso
1.40	26.030	22.107	34.508	4.270	2.675	1.7	72.239	0.989	0.115	0.109	1.052	suscettibile	0.00	Molto basso
1.60	29.860	23.976	32.471	4.285	2.695	1.7	74.953	0.988	0.119	0.116	1.032	suscettibile	0.00	Molto basso
1.80	33.690	25.845	41.745	4.300	2.618	1.7	65.077	0.986	0.106	0.121	0.875	suscettibile	2.15	Basso
2.00	37.520	27.713	38.792	4.315	2.642	1.7	67.972	0.985	0.109	0.125	0.872	suscettibile	2.42	Basso
2.20	41.350	29.582	36.212	4.331	2.664	1.7	70.828	0.983	0.113	0.129	0.876	suscettibile	2.58	Basso
2.40	45.180	31.451	33.939	4.346	2.686	1.7	73.647	0.982	0.117	0.132	0.885	suscettibile	2.60	Basso
2.60	49.010	33.319	31.920	4.362	2.706	1.7	76.430	0.980	0.122	0.135	0.898	suscettibile	2.49	Basso
2.80	52.840	35.188	30.116	4.378	2.726	1.7	79.181	0.979	0.126	0.138	0.914	suscettibile	2.23	Basso
3.00	56.670	37.057	28.494	4.393	2.744	1.7	81.900	0.977	0.131	0.140	0.934	suscettibile	1.82	Basso
3.20	60.500	38.925	27.028	4.409	2.762	1.7	84.590	0.976	0.136	0.142	0.957	suscettibile	1.26	Basso
3.40	64.330	40.794	25.696	4.426	2.780	1.7	87.252	0.974	0.142	0.144	0.983	suscettibile	0.53	Basso
3.60	68.160	42.663	24.481	4.442	2.796	1.7	89.888	0.972	0.148	0.146	1.011	suscettibile	0.00	Molto basso
3.80	71.990	44.531	23.367	4.458	2.812	1.7	92.499	0.971	0.154	0.147	1.042	suscettibile	0.00	Molto basso
4.00	75.820	46.400	22.344	4.475	2.828	1.7	95.087	0.969	0.160	0.149	1.075	suscettibile	0.00	Molto basso
4.20	79.650	48.269	21.420	4.491	2.843	1.7	97.655	0.968	0.166	0.150	1.109	suscettibile	0.00	Molto basso
4.40	83.480	50.138	20.596	4.507	2.858	1.7	100.203	0.966	0.172	0.151	1.144	suscettibile	0.00	Molto basso
4.60	87.310	52.007	19.872	4.522	2.873	1.7	102.731	0.965	0.178	0.152	1.179	suscettibile	0.00	Molto basso
4.80	91.140	53.876	19.248	4.538	2.887	1.7	105.239	0.963	0.184	0.152	1.214	suscettibile	0.00	Molto basso
5.00	94.970	55.745	18.724	4.553	2.902	1.7	107.727	0.962	0.190	0.153	1.249	suscettibile	0.00	Molto basso
5.20	98.800	57.614	18.300	4.568	2.917	1.7	110.195	0.960	0.196	0.154	1.284	suscettibile	0.00	Molto basso
5.40	102.630	59.483	17.976	4.583	2.932	1.7	112.643	0.959	0.202	0.154	1.319	suscettibile	0.00	Molto basso
5.60	106.460	61.352	17.752	4.598	2.947	1.7	115.071	0.957	0.208	0.155	1.354	suscettibile	0.00	Molto basso
5.80	110.290	63.221	17.628	4.613	2.962	1.7	117.479	0.956	0.214	0.155	1.389	suscettibile	0.00	Molto basso
6.00	114.120	65.090	17.604	4.628	2.977	1.7	119.867	0.954	0.220	0.155	1.424	suscettibile	0.00	Molto basso
6.20	117.950	66.959	17.680	4.643	2.992	1.7	122.235	0.953	0.226	0.156	1.459	suscettibile	0.00	Molto basso
6.40	121.780	68.828	17.856	4.658	3.007	1.7	124.583	0.951	0.232	0.156	1.494	suscettibile	0.00	Molto basso
6.60	125.610	70.697	18.132	4.673	3.022	1.7	126.911	0.950	0.238	0.156	1.529	suscettibile	0.00	Molto basso
6.80	129.440	72.566	18.608	4.688	3.037	1.7	129.219	0.948	0.244	0.157	1.564	suscettibile	0.00	Molto basso

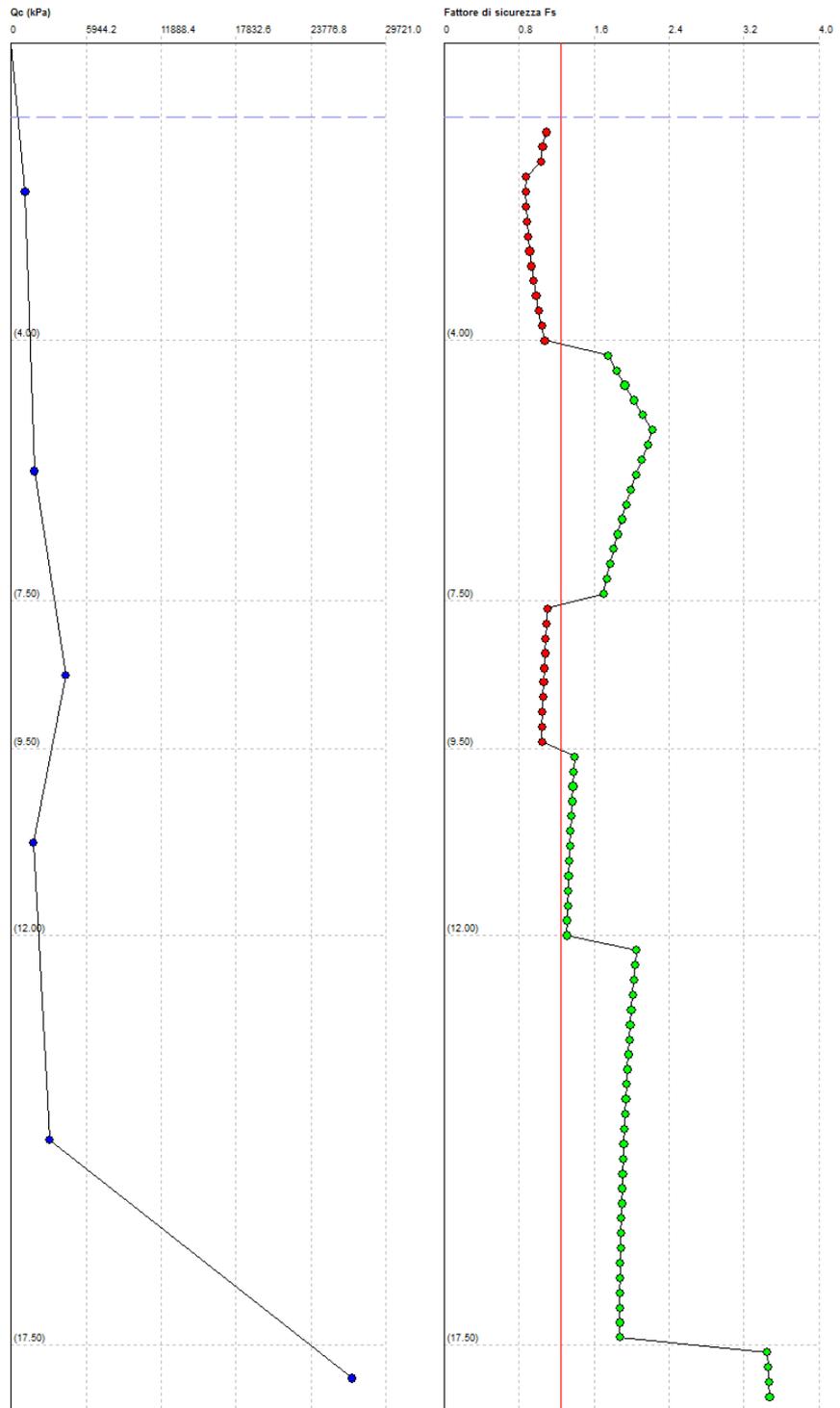
7.00	135.700	76.860	22.074	5.075	2.868	1.301065	128.623	0.946	0.278	0.157	1.771	non suscettibile	0	Molto basso
7.20	139.692	78.891	21.455	5.087	2.878	1.267576	127.471	0.945	0.273	0.157	1.735	non suscettibile	0	Molto basso
7.40	143.684	80.921	20.867	5.099	2.888	1.235766	126.365	0.943	0.268	0.157	1.702	non suscettibile	0	Molto basso
7.60	147.739	83.015	47.711	1.962	2.345	1.097543	100.200	0.942	0.174	0.157	1.103	suscettibile	0.00	Molto basso
7.80	151.857	85.172	47.103	1.964	2.349	1.083558	99.693	0.940	0.172	0.157	1.094	suscettibile	0.00	Molto basso
8.00	155.975	87.328	46.518	1.966	2.354	1.070095	99.205	0.939	0.171	0.157	1.085	suscettibile	0.00	Molto basso
8.20	160.093	89.485	45.954	1.968	2.358	1.057121	98.736	0.937	0.170	0.157	1.077	suscettibile	0.00	Molto basso
8.40	164.211	91.642	45.410	1.969	2.362	1.044608	98.283	0.936	0.168	0.157	1.069	suscettibile	0.00	Molto basso
8.60	168.329	93.798	44.885	1.971	2.366	1.032529	97.847	0.934	0.167	0.157	1.062	suscettibile	0.00	Molto basso
8.80	172.447	95.955	44.378	1.973	2.370	1.020859	97.426	0.933	0.166	0.157	1.055	suscettibile	0.00	Molto basso
9.00	176.565	98.112	43.887	1.975	2.374	1.009577	97.020	0.931	0.165	0.157	1.048	suscettibile	0.00	Molto basso
9.20	180.683	100.269	43.413	1.977	2.378	0.998604	96.626	0.928	0.164	0.157	1.043	suscettibile	0.00	Molto basso
9.40	184.801	102.425	42.953	1.979	2.382	0.9880906	96.246	0.923	0.163	0.156	1.042	suscettibile	0.00	Molto basso
9.60	188.846	104.509	15.157	5.175	2.997	0.9568573	113.822	0.918	0.217	0.156	1.395	non suscettibile	0	Molto basso
9.80	192.818	106.520	14.833	5.189	3.005	0.9387955	113.132	0.912	0.215	0.155	1.384	non suscettibile	0	Molto basso
10.00	196.790	108.530	14.522	5.202	3.013	0.9214031	112.461	0.907	0.212	0.154	1.375	non suscettibile	0	Molto basso
10.20	200.762	110.541	14.222	5.215	3.020	0.9046434	111.810	0.902	0.210	0.154	1.366	non suscettibile	0	Molto basso
10.40	204.734	112.552	13.932	5.228	3.028	0.8884823	111.177	0.896	0.208	0.153	1.357	non suscettibile	0	Molto basso
10.60	208.706	114.562	13.653	5.241	3.035	0.8728886	110.562	0.891	0.206	0.152	1.350	non suscettibile	0	Molto basso
10.80	212.678	116.573	13.384	5.255	3.043	0.8578329	109.963	0.886	0.204	0.152	1.342	non suscettibile	0	Molto basso
11.00	216.650	118.584	13.123	5.268	3.050	0.8432876	109.380	0.880	0.202	0.151	1.336	non suscettibile	0	Molto basso
11.20	220.622	120.594	12.872	5.281	3.057	0.8292276	108.812	0.875	0.200	0.150	1.329	non suscettibile	0	Molto basso
11.40	224.594	122.605	12.628	5.295	3.064	0.8156286	108.259	0.870	0.198	0.150	1.324	non suscettibile	0	Molto basso
11.60	228.566	124.616	12.392	5.309	3.071	0.8024684	107.720	0.864	0.196	0.149	1.318	non suscettibile	0	Molto basso
11.80	232.538	126.626	12.164	5.322	3.078	0.7897261	107.194	0.859	0.195	0.148	1.314	non suscettibile	0	Molto basso
12.00	236.510	128.637	11.943	5.336	3.085	0.7773824	106.682	0.854	0.193	0.147	1.309	non suscettibile	0	Molto basso
12.20	240.666	130.832	21.445	5.533	2.903	0.764342	133.357	0.848	0.301	0.147	2.051	non suscettibile	0	Molto basso
12.40	244.822	133.026	21.060	5.541	2.909	0.7517318	132.567	0.843	0.297	0.146	2.037	non suscettibile	0	Molto basso
12.60	248.978	135.221	20.687	5.550	2.915	0.739531	131.796	0.838	0.293	0.145	2.023	non suscettibile	0	Molto basso
12.80	253.134	137.416	20.327	5.558	2.921	0.7277199	131.044	0.832	0.289	0.144	2.010	non suscettibile	0	Molto basso
13.00	257.290	139.610	19.977	5.566	2.927	0.7162802	130.310	0.827	0.286	0.143	1.997	non suscettibile	0	Molto basso
13.20	261.446	141.805	19.639	5.574	2.933	0.7051945	129.593	0.822	0.282	0.142	1.986	non suscettibile	0	Molto basso
13.40	265.602	144.000	19.311	5.583	2.939	0.6944468	128.894	0.816	0.279	0.141	1.975	non suscettibile	0	Molto basso
13.60	269.758	146.194	18.992	5.591	2.945	0.6840217	128.210	0.811	0.276	0.140	1.965	non suscettibile	0	Molto basso
13.80	273.914	148.389	18.684	5.599	2.951	0.6739051	127.542	0.806	0.273	0.140	1.955	non suscettibile	0	Molto basso
14.00	278.070	150.584	18.384	5.608	2.956	0.6640832	126.889	0.800	0.270	0.139	1.946	non suscettibile	0	Molto basso
14.20	282.226	152.778	18.092	5.616	2.962	0.6545436	126.250	0.795	0.267	0.138	1.938	non suscettibile	0	Molto basso
14.40	286.382	154.973	17.809	5.625	2.968	0.6452743	125.625	0.790	0.264	0.137	1.930	non suscettibile	0	Molto basso
14.60	290.538	157.168	17.534	5.633	2.973	0.6362636	125.013	0.784	0.262	0.136	1.923	non suscettibile	0	Molto basso

14.80	294.694	159.362	17.267	5.642	2.979	0.6275012	124.414	0.779	0.259	0.135	1.916	non suscettibile	0	Molto basso
15.00	298.850	161.557	17.006	5.650	2.984	0.6189771	123.828	0.774	0.257	0.134	1.910	non suscettibile	0	Molto basso
15.20	303.006	163.752	16.753	5.659	2.989	0.6106812	123.254	0.768	0.254	0.133	1.904	non suscettibile	0	Molto basso
15.40	307.162	165.946	16.506	5.667	2.995	0.6026049	122.692	0.763	0.252	0.133	1.899	non suscettibile	0	Molto basso
15.60	311.318	168.141	16.266	5.676	3.000	0.5947393	122.140	0.757	0.249	0.132	1.894	non suscettibile	0	Molto basso
15.80	315.474	170.336	16.032	5.685	3.005	0.5870764	121.600	0.752	0.247	0.131	1.890	non suscettibile	0	Molto basso
16.00	319.630	172.530	15.804	5.693	3.010	0.5796086	121.070	0.747	0.245	0.130	1.886	non suscettibile	0	Molto basso
16.20	323.786	174.725	15.582	5.702	3.015	0.5723282	120.550	0.741	0.243	0.129	1.883	non suscettibile	0	Molto basso
16.40	327.942	176.920	15.365	5.711	3.020	0.5652285	120.041	0.736	0.241	0.128	1.880	non suscettibile	0	Molto basso
16.60	332.098	179.114	15.154	5.719	3.025	0.5583029	119.541	0.731	0.239	0.127	1.878	non suscettibile	0	Molto basso
16.80	336.254	181.309	14.947	5.728	3.030	0.5515449	119.050	0.725	0.237	0.126	1.875	non suscettibile	0	Molto basso
17.00	340.410	183.504	14.746	5.737	3.035	0.5449485	118.568	0.720	0.235	0.125	1.874	non suscettibile	0	Molto basso
17.20	344.566	185.698	14.549	5.746	3.040	0.538508	118.095	0.715	0.233	0.125	1.872	non suscettibile	0	Molto basso
17.40	348.722	187.893	14.357	5.755	3.045	0.532218	117.631	0.709	0.231	0.124	1.872	non suscettibile	0	Molto basso
17.60	352.957	190.167	195.931	0.392	1.432	0.7251583	154.480	0.704	0.423	0.123	3.446	non suscettibile	0	Molto basso
17.80	357.271	192.519	194.730	0.392	1.434	0.7207139	154.142	0.699	0.421	0.122	3.455	non suscettibile	0	Molto basso
18.00	361.585	194.872	193.551	0.393	1.436	0.7163501	153.802	0.693	0.418	0.121	3.463	non suscettibile	0	Molto basso
18.20	365.899	197.225	192.394	0.393	1.438	0.7120647	153.460	0.688	0.416	0.120	3.472	non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=1.42 Zcrit=20 m Rischio=Basso

<FIELD1>
<FIELD2>
<FIELD3>
<FIELD4>

1:77



PROVA PENETROMETRICA CPT3

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizione	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)
1	Argille - Argille Limose	0	4	18.86	19.65	1490.12	57.17
2	Argille	4	7.5	19.3	20.08	1964.96	94.24
3	Sabbie fini - Sabbie con Ghiaia	7.5	9.5	18.63	21.57	7043.92	75.22
4	Argille	9.5	12	19.09	19.88	1795.4	87.97
5	Argille	12	17	20.05	20.83	3148.92	178.09
6	Sabbie dense - Sabbie con Ghiaia	17	18.4	18.63	21.57	23732.69	121.41

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.67

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CQ	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	22.790	20.829	48.331	3.896	2.543	1.7	75.896	0.991	0.121	0.102	1.185	uscetibile	0.00	Molto basso
1.40	26.720	22.797	45.166	3.907	2.565	1.7	78.967	0.989	0.126	0.109	1.155	uscetibile	0.00	Molto basso
1.60	30.650	24.766	42.445	3.917	2.585	1.7	81.926	0.988	0.131	0.115	1.143	uscetibile	0.00	Molto basso
1.80	34.580	26.735	40.079	3.928	2.603	1.7	84.785	0.986	0.137	0.120	1.141	uscetibile	0.00	Molto basso
2.00	38.510	28.703	37.999	3.938	2.621	1.7	87.553	0.985	0.142	0.124	1.148	uscetibile	0.00	Molto basso
2.20	42.440	30.672	36.155	3.949	2.637	1.7	90.239	0.983	0.148	0.128	1.161	uscetibile	0.00	Molto basso
2.40	46.370	32.641	34.507	3.960	2.653	1.7	92.849	0.982	0.154	0.131	1.179	uscetibile	0.00	Molto basso
2.60	50.300	34.609	33.024	3.971	2.667	1.7	95.389	0.980	0.161	0.134	1.202	uscetibile	0.00	Molto basso
2.80	54.230	36.578	39.256	3.982	2.614	1.7	86.452	0.979	0.140	0.136	1.028	uscetibile	0.00	Molto basso
3.00	58.160	38.547	37.149	3.992	2.632	1.7	89.373	0.977	0.146	0.138	1.058	uscetibile	0.00	Molto basso
3.20	62.090	40.515	35.247	4.003	2.649	1.7	92.265	0.976	0.153	0.140	1.090	uscetibile	0.00	Molto basso
3.40	66.020	42.484	33.521	4.014	2.666	1.7	95.130	0.974	0.160	0.142	1.126	uscetibile	0.00	Molto basso
3.60	69.950	44.453	31.948	4.026	2.682	1.7	97.969	0.972	0.167	0.144	1.165	uscetibile	0.00	Molto basso
3.80	73.880	46.421	30.508	4.037	2.698	1.7	100.783	0.971	0.175	0.145	1.208	uscetibile	0.00	Molto basso
4.00	77.810	48.390	29.186	4.048	2.713	1.7	103.572	0.969	0.183	0.146	1.253	non suscetibile	0	Molto basso
4.20	81.826	50.445	37.331	5.004	2.699	1.7	133.309	0.968	0.300	0.147	2.037	non suscetibile	0	Molto basso
4.40	85.842	52.499	35.793	5.015	2.713	1.7	136.630	0.966	0.317	0.148	2.138	non suscetibile	0	Molto basso
4.60	89.858	54.554	34.371	5.026	2.726	1.7	139.919	0.965	0.335	0.149	2.243	non suscetibile	0	Molto basso
4.80	93.874	56.609	33.053	5.037	2.739	1.7	143.178	0.963	0.353	0.150	2.353	non suscetibile	0	Molto basso
5.00	97.890	58.663	31.827	5.047	2.751	1.7	146.408	0.962	0.372	0.151	2.468	non suscetibile	0	Molto basso
5.20	101.906	60.718	30.684	5.058	2.763	1.646956	144.942	0.960	0.363	0.151	2.400	non suscetibile	0	Molto basso
5.40	105.922	62.773	29.615	5.069	2.775	1.593048	143.173	0.959	0.353	0.152	2.324	non suscetibile	0	Molto basso
5.60	109.938	64.827	28.615	5.080	2.786	1.542557	141.493	0.957	0.343	0.152	2.253	non suscetibile	0	Molto basso
5.80	113.954	66.882	27.676	5.091	2.797	1.495169	139.894	0.956	0.335	0.153	2.189	non suscetibile	0	Molto basso
6.00	117.970	68.937	26.793	5.102	2.808	1.450605	138.370	0.954	0.326	0.153	2.129	non suscetibile	0	Molto basso
6.20	121.986	70.991	25.961	5.113	2.819	1.408621	136.915	0.953	0.319	0.154	2.074	non suscetibile	0	Molto basso
6.40	126.002	73.046	25.175	5.125	2.829	1.368999	135.524	0.951	0.311	0.154	2.022	non suscetibile	0	Molto basso
6.60	130.018	75.101	24.433	5.136	2.839	1.331545	134.193	0.950	0.305	0.154	1.974	non suscetibile	0	Molto basso
6.80	134.034	77.155	23.730	5.147	2.849	1.296085	132.917	0.948	0.298	0.155	1.930	non suscetibile	0	Molto basso

7.00	138.050	79.210	23.064	5.158	2.859	1.262465	131.692	0.946	0.292	0.155	1.888	non suscettibile	0	Molto basso
7.20	142.066	81.265	22.432	5.170	2.869	1.230546	130.515	0.945	0.287	0.155	1.849	non suscettibile	0	Molto basso
7.40	146.082	83.319	21.830	5.181	2.878	1.2002	129.383	0.943	0.281	0.155	1.812	non suscettibile	0	Molto basso
7.60	150.247	85.523	76.168	1.091	2.026	1.08133	101.722	0.942	0.178	0.155	1.145	uscettibile	0.00	Molto basso
7.80	154.561	87.876	75.141	1.092	2.031	1.066757	100.868	0.940	0.175	0.155	1.130	uscettibile	0.00	Molto basso
8.00	158.875	90.228	74.155	1.093	2.035	1.052757	100.050	0.939	0.173	0.155	1.115	uscettibile	0.00	Molto basso
8.20	163.189	92.581	73.207	1.093	2.040	1.039295	99.265	0.937	0.171	0.155	1.102	uscettibile	0.00	Molto basso
8.40	167.503	94.934	72.294	1.094	2.045	1.026336	98.512	0.936	0.169	0.155	1.090	uscettibile	0.00	Molto basso
8.60	171.817	97.286	71.415	1.095	2.049	1.01385	97.788	0.934	0.167	0.155	1.078	uscettibile	0.00	Molto basso
8.80	176.131	99.639	70.567	1.095	2.053	1.001809	97.092	0.933	0.165	0.155	1.067	uscettibile	0.00	Molto basso
9.00	180.445	101.992	69.748	1.096	2.057	0.9901874	96.422	0.931	0.163	0.155	1.056	uscettibile	0.00	Molto basso
9.20	184.759	104.345	68.957	1.097	2.061	0.9789608	95.777	0.928	0.162	0.154	1.048	uscettibile	0.00	Molto basso
9.40	189.073	106.697	68.193	1.097	2.065	0.9681076	95.154	0.923	0.160	0.154	1.043	uscettibile	0.00	Molto basso
9.60	193.218	108.881	14.715	5.491	3.023	0.9184355	115.547	0.918	0.223	0.153	1.461	non suscettibile	0	Molto basso
9.80	197.194	110.896	14.412	5.504	3.031	0.90175	114.862	0.912	0.221	0.152	1.450	non suscettibile	0	Molto basso
10.00	201.170	112.910	14.119	5.518	3.038	0.88566	114.195	0.907	0.218	0.152	1.440	non suscettibile	0	Molto basso
10.20	205.146	114.925	13.837	5.532	3.046	0.8701341	113.547	0.902	0.216	0.151	1.430	non suscettibile	0	Molto basso
10.40	209.122	116.940	13.565	5.546	3.053	0.8551431	112.916	0.896	0.214	0.151	1.421	non suscettibile	0	Molto basso
10.60	213.098	118.954	13.302	5.560	3.060	0.84066	112.302	0.891	0.212	0.150	1.413	non suscettibile	0	Molto basso
10.80	217.074	120.969	13.047	5.574	3.067	0.8266592	111.704	0.886	0.210	0.149	1.405	non suscettibile	0	Molto basso
11.00	221.050	122.984	12.801	5.588	3.075	0.8131173	111.121	0.880	0.208	0.149	1.397	non suscettibile	0	Molto basso
11.20	225.026	124.998	12.563	5.602	3.081	0.8000118	110.553	0.875	0.206	0.148	1.391	non suscettibile	0	Molto basso
11.40	229.002	127.013	12.333	5.616	3.088	0.787322	109.999	0.870	0.204	0.147	1.384	non suscettibile	0	Molto basso
11.60	232.978	129.028	12.109	5.630	3.095	0.7750286	109.459	0.864	0.202	0.147	1.378	non suscettibile	0	Molto basso
11.80	236.954	131.042	11.893	5.645	3.102	0.7631131	108.933	0.859	0.200	0.146	1.373	non suscettibile	0	Molto basso
12.00	240.930	133.057	11.683	5.659	3.109	0.7515585	108.418	0.854	0.199	0.145	1.368	non suscettibile	0	Molto basso
12.20	245.096	135.262	21.468	6.133	2.933	0.7393087	140.353	0.848	0.337	0.144	2.336	non suscettibile	0	Molto basso
12.40	249.262	137.466	21.094	6.142	2.939	0.7274517	139.514	0.843	0.333	0.144	2.317	non suscettibile	0	Molto basso
12.60	253.428	139.671	20.731	6.151	2.945	0.715969	138.695	0.838	0.328	0.143	2.299	non suscettibile	0	Molto basso
12.80	257.594	141.876	20.379	6.159	2.951	0.7048432	137.897	0.832	0.324	0.142	2.283	non suscettibile	0	Molto basso
13.00	261.760	144.080	20.039	6.168	2.957	0.6940581	137.116	0.827	0.320	0.141	2.267	non suscettibile	0	Molto basso
13.20	265.926	146.285	19.708	6.177	2.962	0.6835977	136.354	0.822	0.316	0.140	2.252	non suscettibile	0	Molto basso
13.40	270.092	148.490	19.387	6.186	2.968	0.6734481	135.609	0.816	0.312	0.139	2.238	non suscettibile	0	Molto basso
13.60	274.258	150.694	19.076	6.195	2.974	0.6635956	134.881	0.811	0.308	0.139	2.224	non suscettibile	0	Molto basso
13.80	278.424	152.899	18.774	6.204	2.979	0.654027	134.169	0.806	0.305	0.138	2.212	non suscettibile	0	Molto basso
14.00	282.590	155.104	18.480	6.213	2.985	0.6447306	133.473	0.800	0.301	0.137	2.200	non suscettibile	0	Molto basso
14.20	286.756	157.308	18.195	6.222	2.990	0.6356948	132.792	0.795	0.298	0.136	2.189	non suscettibile	0	Molto basso
14.40	290.922	159.513	17.917	6.231	2.995	0.6269085	132.125	0.790	0.295	0.135	2.178	non suscettibile	0	Molto basso
14.60	295.088	161.718	17.647	6.240	3.001	0.618362	131.472	0.784	0.291	0.134	2.168	non suscettibile	0	Molto basso

14.80	299.254	163.922	17.384	6.250	3.006	0.6100454	130.832	0.779	0.288	0.134	2.159	non suscettibile	0	Molto basso
15.00	303.420	166.127	17.128	6.259	3.011	0.6019496	130.205	0.774	0.285	0.133	2.151	non suscettibile	0	Molto basso
15.20	307.586	168.332	16.879	6.268	3.016	0.5940656	129.591	0.768	0.282	0.132	2.143	non suscettibile	0	Molto basso
15.40	311.752	170.536	16.637	6.277	3.021	0.5863857	128.990	0.763	0.280	0.131	2.135	non suscettibile	0	Molto basso
15.60	315.918	172.741	16.400	6.286	3.026	0.5789016	128.400	0.757	0.277	0.130	2.129	non suscettibile	0	Molto basso
15.80	320.084	174.946	16.170	6.296	3.031	0.5716064	127.821	0.752	0.274	0.129	2.122	non suscettibile	0	Molto basso
16.00	324.250	177.150	15.945	6.305	3.036	0.5644926	127.254	0.747	0.272	0.128	2.116	non suscettibile	0	Molto basso
16.20	328.416	179.355	15.726	6.314	3.041	0.5575536	126.697	0.741	0.269	0.127	2.111	non suscettibile	0	Molto basso
16.40	332.582	181.560	15.512	6.323	3.046	0.5507834	126.151	0.736	0.267	0.127	2.106	non suscettibile	0	Molto basso
16.60	336.748	183.764	15.303	6.333	3.051	0.5441755	125.615	0.731	0.264	0.126	2.102	non suscettibile	0	Molto basso
16.80	340.914	185.969	15.099	6.342	3.056	0.5377243	125.088	0.725	0.262	0.125	2.098	non suscettibile	0	Molto basso
17.00	345.080	188.174	14.900	6.352	3.061	0.5314242	124.571	0.720	0.260	0.124	2.095	non suscettibile	0	Molto basso
17.20	349.394	190.526	171.937	0.519	1.549	0.7244736	158.572	0.715	0.451	0.123	3.663	non suscettibile	0	Molto basso
17.40	353.708	192.879	170.885	0.519	1.551	0.7200416	157.944	0.709	0.446	0.122	3.655	non suscettibile	0	Molto basso
17.60	358.022	195.232	169.853	0.519	1.553	0.71569	157.322	0.704	0.442	0.121	3.647	non suscettibile	0	Molto basso
17.80	362.336	197.584	168.838	0.520	1.555	0.7114163	156.708	0.699	0.438	0.120	3.640	non suscettibile	0	Molto basso
18.00	366.650	199.937	167.842	0.520	1.557	0.7072182	156.101	0.693	0.434	0.119	3.633	non suscettibile	0	Molto basso
18.20	370.964	202.290	166.863	0.520	1.560	0.7030938	155.501	0.688	0.430	0.118	3.627	non suscettibile	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio=Molto basso

<FIELD1>
<FIELD2>
<FIELD3>
<FIELD4>

1:77

