



Commessa:

**PR-E-1087 Lavori urgenti di messa in sicurezza
della briglia selettiva a funzione del manufatto limitatore
della cassa di espansione di monte del torrente Enza
CUP B77H22000180001**



**PROGETTO ESECUTIVO - 1° STRALCIO
GEOLOGIA E GEOTECNICA**

RELAZIONE GEOLOGICA

CONSULENZA SPECIALISTICA
Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna N.734

2022-1087-PR-GEO1

Tav.

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	14.11.2022	Emissione	FG	RR	FG
01	21.12.2022	Revisione	FG	RR	FG

I PROGETTI



Monica Larocca
Dott. Ing. Monica Larocca

Tutti i diritti sono riservati a norma di legge.

Di questo elaborato è vietata la riproduzione e la cessione a terzi senza esplicita autorizzazione



Certificazione UNI EN ISO 9001 per le "indagini geognostiche e monitoraggi geotecnici",

Certificazione SOA OS 20B "indagini geologiche"

Iscrizione al SISTRI

Operatore in campo ambientale con per il carico, scarico e trasporto in conto proprio di rifiuti non pericolosi

Concessione Ministeriale n. 3655 "nel settore C" come laboratorio per indagini geognostiche, prelievo campioni e prove in sito ai sensi della circolare 7619/STC di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

Certificato UNI EN ISO 9712 per controlli sui calcestruzzi e murature nonché prove non distruttive e collaudi strutturali

MG prove magnetometriche
SC prove sclerometriche
UT prove ultrasoniche
SO prove soniche
PC prove di carico
MPT prove con martinetti piatti
MC microcarotaggi
MO monitoraggi strutturali e quadri fessurativi
VS indagine visiva



UNI EN ISO 9001:2008



**RELAZIONE GEOLOGICA
MANUFATTI CASSA
D'ESPANSIONE TORRENTE
ENZA
—
Montecchio Emilia RE**

SUBSOIL S.R.L.

Dott. Geol. Fabrizio Giorgini



SOMMARIO

1	PREMESSA E DATI IDENTIFICATIVI DELLA COMMESSA	4
2	UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO	6
3	QUADRO NORMATIVO	7
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	8
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	8
4.2	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	12
4.3	INQUADRAMENTO IDROSTRATIGRAFICO ED IDROGEOLOGICO	12
4.4	SISMICITA'	15
4.4.1	Sismicità storica del Comune di Montecchio nell'Emilia	15
4.4.2	Classificazione sismica regionale	17
4.4.3	Microzonazione sismica del Comune di Montecchio Emilia	18
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE	19
5.1	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	19
5.2	PROVE IN FORO S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)	20
5.3	PRELIEVO DI CAMPIONI NEL FORO DI SONDAGGIO	24
5.4	PROVE DI LABORATORIO	28
5.4.1	Determinazione dei limiti di consistenza	28
5.4.2	Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande (CD)	28
5.4.3	Prove edometriche	29
5.4.4	Prove triassiali cicliche (TCX)	29
5.4.5	Prove su colonna risonante (RC)	30
5.5	PROVA SISMICA MULTICANALE TIPO M.A.S.W.	32
5.6	PROVA SISMICA A STAZIONE SINGOLA TIPO HVSR	34
5.7	TOMOGRAFIE ELETTRICHE	35
6	MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO	39
7	VALUTAZIONE AZIONE SISMICA	41
7.1	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	41
7.2	RISPOSTA SISMICA LOCALE SECONDO LIVELLO	43
7.3	RISPOSTA SISMICA LOCALE DI TERZO LIVELLO	45
8	VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	50
9	CONCLUSIONI	54



Strada per Barco 1/c - Montecchio E. (RE)
Tel. 0522/887268 – Fax. 0522/ 249540

*Relazione geologico sismica manufatti
cassa espansione Torrente Enza, in Comune di Montecchio Emilia (RE)*

ALLEGATI

ALLEGATO 0	Verbale Lavori
ALLEGATO 1 IG	Piano di Indagine
ALLEGATO 2 IG	Geoelettrica
ALLEGATO 3 IG	MASW
ALLEGATO 4 IG	Sondaggi
ALLEGATO 5 IG	Prove Lefranc
ALLEGATO 6 IG	Laboratorio - Campioni Rimaneggiati
ALLEGATO 7 IG	Laboratorio - Campioni Indisturbati
ALLEGATO 8 IG	HVSR
ALLEGATO 9 IG	Modello Geologico
ALLEGATO 10 IG	Analisi di liquefazione

1 PREMESSA E DATI IDENTIFICATIVI DELLA COMMESSA

Il presente elaborato rappresenta il documento tecnico descrittivo delle condizioni geologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche riferite ai manufatti di pertinenza della cassa di espansione ubicata in sinistra idrografica del Torrente Enza, presenti a cavallo del confine tra i territori di pertinenza del Comune di Montecchio Emilia (RE) e Montechiarugolo (PR). Il presente documento e gli elaborati cartografici allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente “geologica e sismica” in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti significativi dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, fornendo un quadro d'insieme adeguato alla fase progettuale esecutiva delle opere.

La presente relazione si basa sui dati derivanti dalla campagna di indagini geognostiche condotte da Subsoil SRL tra il 2019 e il 2020 nell'ambito del progetto denominato “Lavori urgenti di messa in sicurezza della briglia selettiva a funzione del manufatto limitatore della cassa di espansione di monte del Torrente Enza” e su dati derivanti da indagini integrative svolte nel mese di novembre 2022.

Di seguito si riportano i dati identificativi della commessa in oggetto:

Codice commessa	09000022_FG
Committente	ISI Ingegneria e ambiente
Referente	Dott.ssa Rosaria Ragazzini
Area di intervento/cantiere	Cassa di espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)
Oggetto dell'incarico	Indagini Geologiche - Relazione geologico sismica
Responsabile di commessa	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini
Rilevatori	Dott. Marco Cocchi – Dott. Fabrizio Cattabiani – Dott. Andrea Saracchi – Dott. Carlo Alberto De Risio, Dott. Roberto Spagni

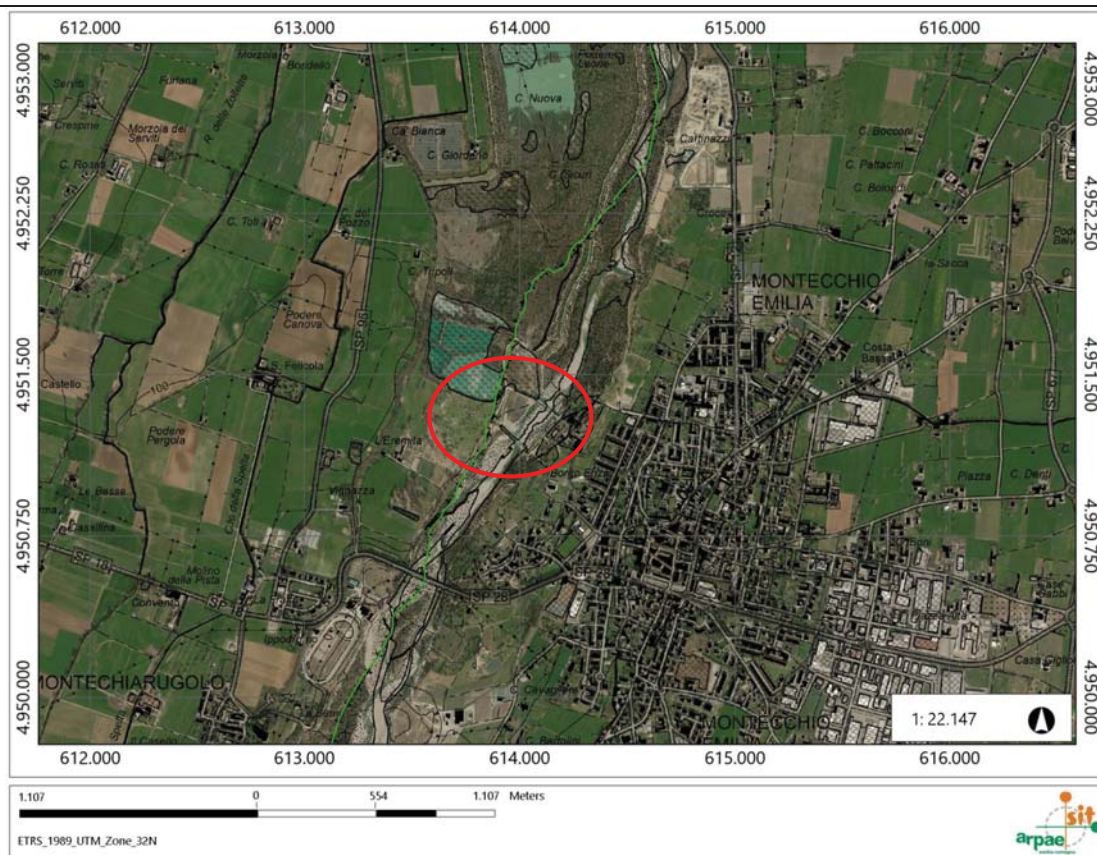


Figura 1.1 : Ubicazione area oggetto di intervento

2 UBICAZIONE E CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

L'area in oggetto è situata all'interno dell'alveo attivo del Torrente Enza, in prossimità del quartiere Borgo Enza sulla sponda reggiana e di Case Tripoli su quella parmense. Tale porzione di territorio è caratterizzata dalla presenza di due importanti opere ingegneristiche, rispettivamente una traversa (denominata Traversa di Monte TdM) ed un manufatto dissipatore (Manufatto Limitatore di Monte della cassa, MLMc), presenti a monte della cassa del torrente Enza. Dal punto di vista cartografico il sito è compreso nei seguenti elementi della Carta Tecnica Regionale della Regione Emilia-Romagna:

- Foglio n° "200 – Reggio Emilia (Scala 1:50.000);
- Sezioni n° 200060 – Montecchio nell'Emilia (Scala 1:10.000);

In figura 2.1 si riporta l'ubicazione dell'area in esame su base foto aerea.



Figura 2.1: Foto aerea dell'area oggetto di studio ed indicazione dell'ubicazione dei manufatti (fonte: Google Earth).

3 QUADRO NORMATIVO

La presente “Relazione Geologica e sismica” fa riferimento a quanto previsto dalle “**NTC2018 – Norme tecniche per le costruzioni**” approvate con D.M. del 17/01/2018 e pubblicate nella Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018 n.° 8, nelle quali si raccolgono le norme che disciplinano la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni al fine di garantire, per stabiliti livelli di sicurezza, la pubblica incolumità.

Secondo le “NTC2018” si definisce che la “Relazione Geologica” consiste nella modellazione geologica del sito, definendone l'inquadramento geologico strutturale, la successione stratigrafica della zona dell'intervento, la descrizione dei processi geomorfologici che ne hanno guidato l'evoluzione nel corso del tempo e dei processi morfologici in atto.

Le NTC18 superano la seguente e precedente normativa geologico – geotecnica:

- **D.M. Ministero dei Lavori Pubblici 11/3/1988** – *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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- **Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 24/9/1988 n.° 30483** – *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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- **Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 9 gennaio 1996 n.° 218/24/3** – *Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;*
- **NTC2018 – Norme tecniche per le costruzioni** approvate con D.M. del 17/01/2018.

Per quanto riguarda l'analisi sismica si è fatto riferimento a:

- **Ordinanza P.C.M. 20.3.2003 n.° 3274** pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale l'8/5/2003 “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*”;
- **Ordinanza P.C.M. 3431 del 3/05/2005 – Suppl. Ordinario n.° 85** – Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.° 3274 del Marzo 2003 recante “*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di nuove tecniche per le costruzioni in zona sismica*”;
- **Delibera Giunta regionale n.° 2193 del 21 dicembre 2015;**
- **L.R. 24/2017 Disciplina Regionale sulla tutela e l'uso del territorio;**
- **D.G.R. 476/2021** “*Aggiornamento dell'Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. n. 24/2017)*” di cui alla deliberazione della Giunta regionale 29 aprile 2019, n. 630”.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'assetto fisico del territorio comunale di Montecchio Emilia ha seguito le sorti della pianura padana, nel corso della sua storia evolutiva. Dal Cretaceo (circa 100 MA) fino ai giorni nostri la regione padana è stata soggetta ad alterne fasi di compressione e quiescenza tettonica, frutto delle interazioni tra la microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale e la microplacca Adriatica. Solamente durante il Miocene, a seguito di un importante ciclo tettonico noto come "Fase Toscana" (ABBATE E. SAGRI M. 1991), posteriormente alla collisione continentale tra le placche Corso – Sarda ed Adriatica (Eocene medio), si venne a delineare il bacino perisuturale padano-adriatico, a nord e ad est degli accavallamenti e duplicazioni crostali in corso di strutturazione, relativi alla formazione della neo catena Appenninica (Bally e Snelson 1980). All'inizio del Pliocene (circa 5,3 MA) la parte di bacino, oggi nota come pianura padana (propaggine occidentale del Mare Adriatico), costituiva un grande golfo invaso dalle acque marine, limitato a nord dalle Alpi, a sud-ovest dagli Appennini e a nord-est dalle Dinaridi. Tale bacino, sotto l'azione delle spinte orogenetiche, era gradualmente ridotto dalla traslazione verso nord/nord-est delle falde di ricoprimento tettonico dell'Appennino settentrionale. Nell'epoca quaternaria, successivamente al pleistocene medio, la crescente estensione di terre emerse e soggette ad erosione consentì ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di "colmare" di sedimenti il bacino padano conferendone l'attuale assetto e morfologia.

La copertura sedimentaria più superficiale del bacino padano risulta quindi di "origine continentale" con depositi prevalentemente grossolani in corrispondenza e nelle vicinanze del margine appennino emerso, per passare a sedimenti sempre più fini spostandosi verso Nord.

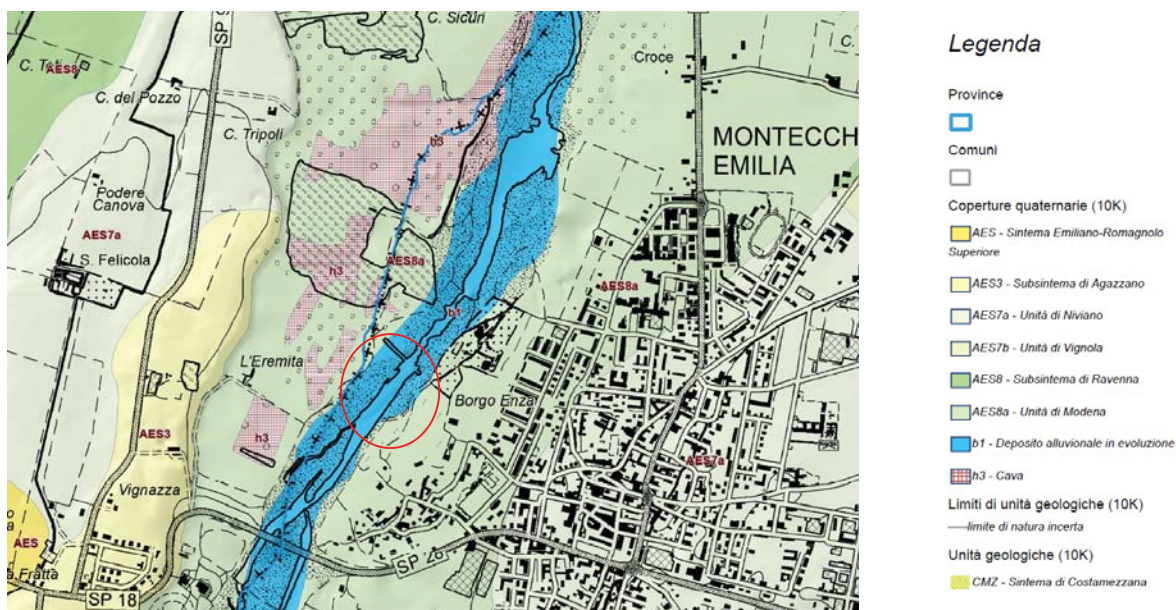


Figura 4.1: Stralcio cartografico della carta geo litologica dell'area in esame ripreso dalla banca dati della cartografia del "Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della E-R".

L'area di indagine si sviluppa all'interno dell'alveo attivo del T. Enza, in cui sono presenti depositi alluvionali in evoluzione (b1). Tali alluvioni attive incidono essenzialmente i depositi delle coperture sedimentarie quaternarie appartenenti all'**AES8a – Unità di Modena** (Figura 4.1), descritta come "unità comprendente depositi alluvionali recenti e anche attualmente in evoluzione (sebbene questi siano cartografati separatamente), costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi grossolani in corrispondenza delle aste fluviali e depositi fini limoso-argillosi di piana inondabile".

La stratigrafia profonda dell'area in esame, estrapolata dal quadro stratigrafico strutturale elaborato dalla Regione Emilia-Romagna, è riportata nelle seguenti figure 4.2, 4.3 e 4.4 in cui si riportano le tracce e i profili stratigrafici delle sezioni 133 e 031

(consultabili anche on-line nel sito del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna), i cui tracciati si trovano rispettivamente a poche decine di metri a ovest e ad nord rispetto all'area in esame.

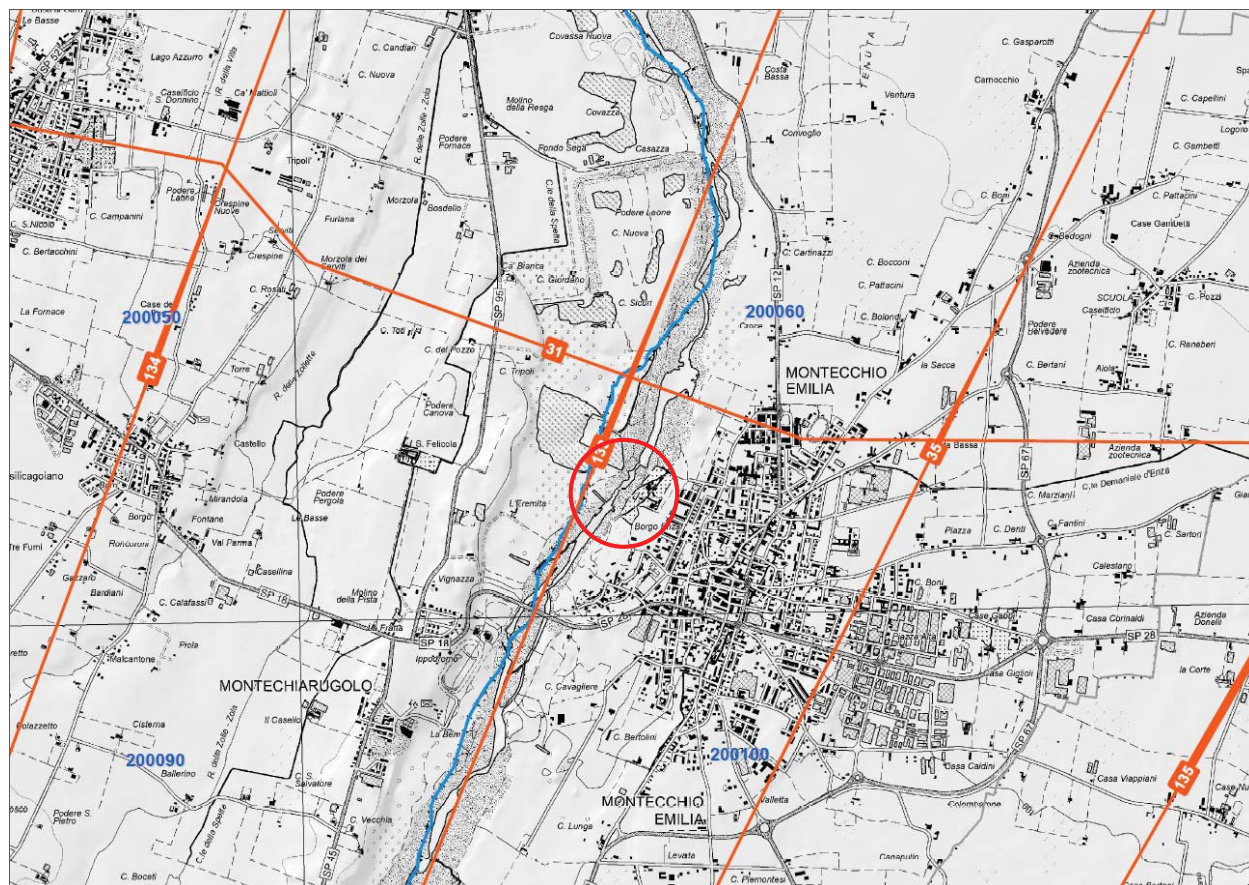


Figura 4.2: Stralcio cartografico dell'area in esame con ubicazione delle sezioni geologiche di riferimento riprese dalla banca dati della cartografia "Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliana – Romagnola" (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della E-R)

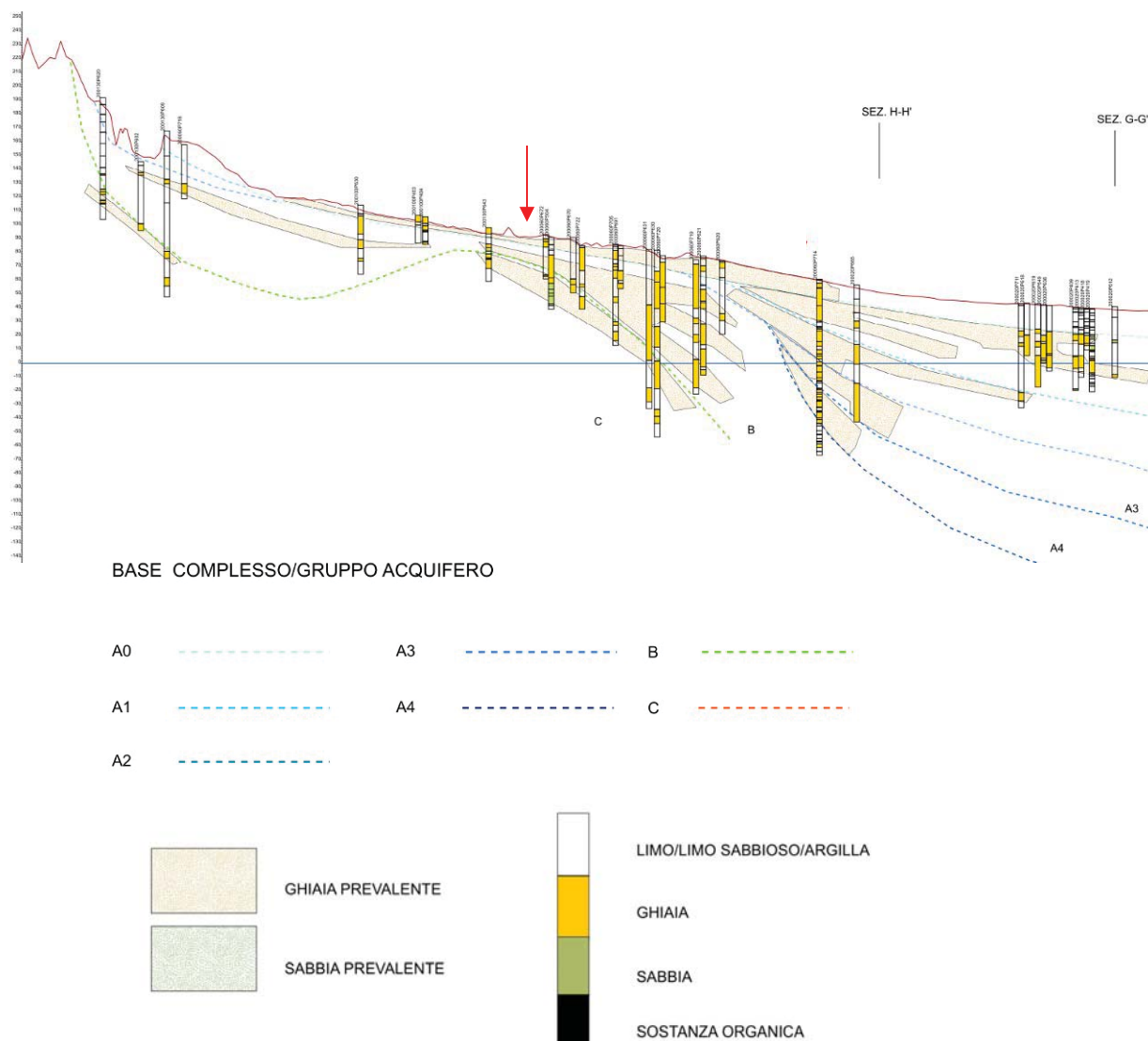


Figura 3.3: Sezione geologica di riferimento n° 133 ripresa dalla banca dati della cartografia "Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliano – Romagnola" (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia – Romagna)

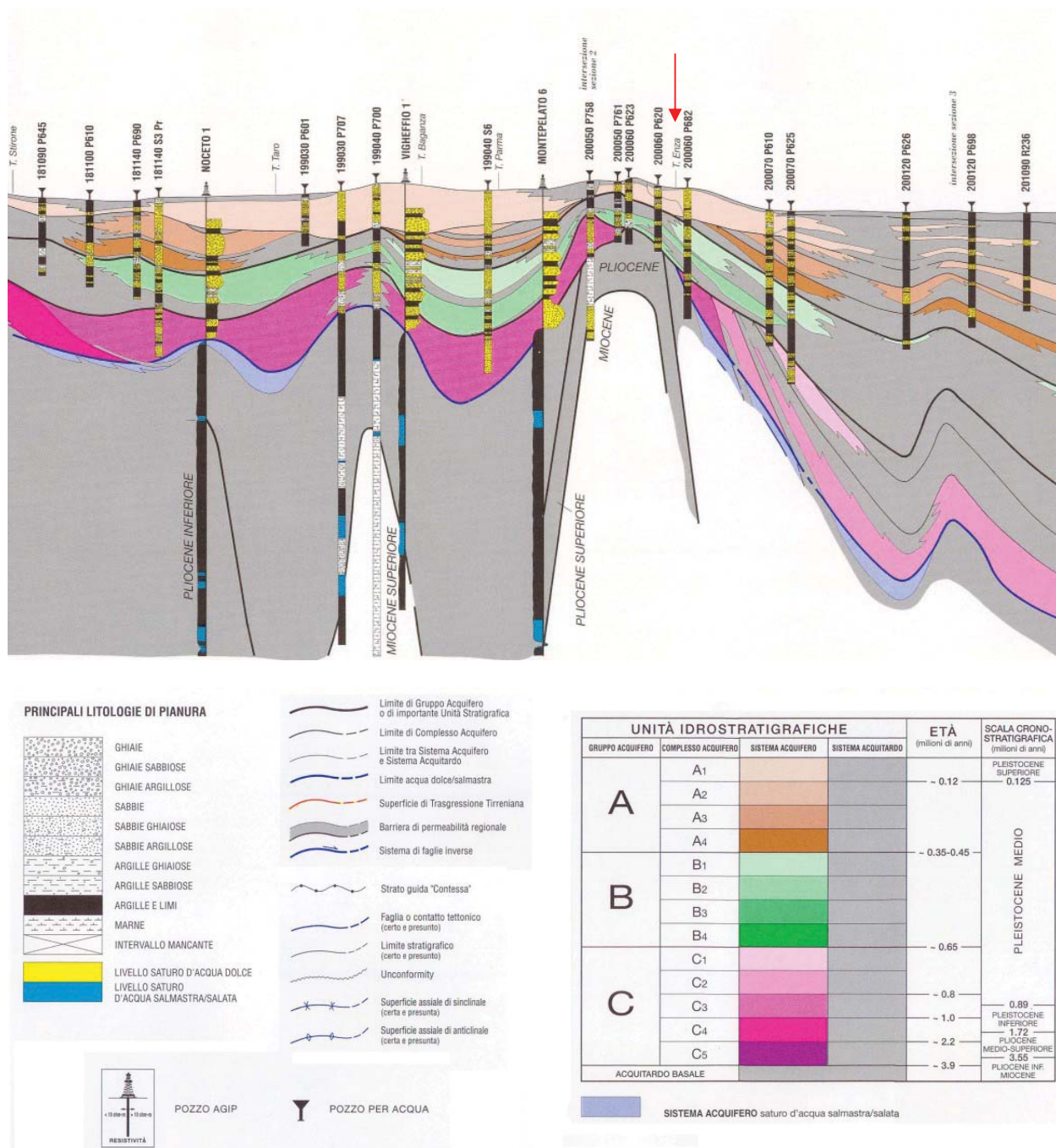


Figura 4.4: Sezione geologica di riferimento n° 31 ripresa dalla banca dati della cartografia "Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliana - Romagnola" (fonte: Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia - Romagna)

Le sezioni sopra riportate mostrano che i depositi presenti nel sottosuolo della porzione di territorio in esame siano relativi al Supersintema Emiliano-Romagnolo.

L'assetto stratigrafico profondo risulta costituito da una copertura quaternaria continentale dello spessore di oltre 100 m.

Tali depositi appartengono ai cicli sedimentari AES e AEI (Sintema emiliano-romagnolo superiore e Sintema emiliano-romagnolo inferiore) e sono costituiti da estesi corpi tabulari di ghiaie sabbiose, sabbie e limi con grado di addensamento, cementazione e spessore molto variabili.

Tali sedimenti di origine continentale appoggiano su depositi di prodelta, piattaforma, piana deltizia e di delta-conoide a litologia prevalentemente sabbiosa e limoso-sabbiosa (CMZ_Sintema di Costamezzana).

Si nota l'azione di fronti di accavallamento sepolti, la cui attivazione viene evidenziata dalle geometrie e dai rapporti angolari tra i corpi deposizionali.

4.2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Gli eventi responsabili dell'attuale assetto geomorfologico del territorio sono riconducibili essenzialmente all'attività tettonica passata e recente e alla dinamica fluviale manifestatasi nel periodo Pleistocene – Olocene. Nel periodo recente è intervenuta anche l'attività antropica con azioni mirate alla stabilizzazione e alla modellazione delle superfici del suolo da rendere compatibili con le esigenze economiche, produttive e insediative.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area ricade nell'ambito della media/alta pianura reggiana formata dalla coalescenza delle conoidi dei corsi d'acqua principali e dei terrazzi alluvionali intravallivi, in graduale raccordo con la bassa pianura

Le interazioni tra i vari fattori dinamici hanno condizionato un paesaggio sostanzialmente omogeneo, contraddistinto da superfici pianeggianti debolmente digradanti verso nord-est, con significative rotture di pendenza imputabili all'attività estrattiva pregressa.

Da un punto di vista altimetrico l'area si colloca a quote comprese tra circa 88 e 92 m s.l.m. e presenta una conformazione tipica dei torrenti con canali intrecciati della media-alta pianura emiliana, caratterizzata un livello di scorrimento dell'asta fluviale principale al di sotto della quota media del piano campagna impostato sulle alluvioni antiche circostanti. I principali elementi morfologici interno dell'incisione sono le barre fluviali ed i relativi canali.

Il rilievo geomorfologico effettuato evidenzia la stabilità complessiva della porzione di territorio su cui insisteranno le opere previste, non si prevedono infatti processi morfo dinamici in grado di provocare trasformazioni nel medio-lungo termine.

Non si rilevano nell'intorno elementi geomorfologici di pregio.

4.3 INQUADRAMENTO IDROSTRATIGRAFICO ED IDROGEOLOGICO

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi pleistocenici e olocenici dello spessore di oltre 100 m.

L'acquifero quaternario alluvionale poggia sul substrato marino plio-pleistocenico, il cui tetto delimita in genere la profondità massima di perforazione dei pozzi per acque dolci.

Secondo la classificazione introdotta dallo studio *"Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna"* (Regione Emilia-Romagna, Eni-Agip, 1998), sia in superficie che nel sottosuolo si distinguono 3 Unità Idrostratigrafiche di rango superiore, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, che corrispondono alle seguenti unità stratigrafiche:

- Gruppo Acquifero A: Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES);
- Gruppo Acquifero B: Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI);
- Gruppo Acquifero C: Supersintema Quaternario Marino

Nella successiva figura 6 si riporta lo Schema geologico – stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Da *"Di Dio G. (2001): Il quadro delle conoscenze. In STUDI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI. Nuova Carta della vulnerabilità del parmense ed indirizzi di tutela delle acque"*.

Ciascun Gruppo Acquifero, costituito dai sedimenti ghiaiosi e sabbiosi degli alvei sepolti dei corsi d'acqua principali e dai depositi di delta-conoide, risulta idraulicamente separato, almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti,

grazie a barriere di permeabilità di spessore plurimetrico sviluppati a scala regionale, a granulometria fine interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale.

Dal punto di vista idrogeologico, i Gruppi Acquiferi A e B presentano una struttura complessa e articolata a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali; il Gruppo Acquifero C si presenta invece come un monostrato acquifero indifferenziato, solitamente in pressione.

L'architettura interna del Gruppo Acquifero A è articolata secondo un'organizzazione ciclica di depositi quaternari; sulla base di questa ciclicità sono stati individuati dei sottogruppi (A0, A1, A2, A3, A4, Figura 4.6) ai quali corrispondono unità idrogeologiche di rango gerarchico inferiore, che corrispondono a Sequenze Deposizionali Minori generate da eventi climatici che hanno causato l'alternarsi di attivazioni e disattivazioni dei sistemi fluviali e deltizi. Questi eventi sono riconoscibili in quanto determinano la formazione di corpi geologici delimitati alla base da litotipi argillosi (acquitardi) e al tetto da depositi ghiaioso-sabbiosi di conoide (acquiferi). Il primo sottosuolo dell'area è costituito da alluvioni prevalentemente ghiaiose, presenti sino ad almeno 30 m di profondità, che determinano un acquifero monostrato a falda libera.

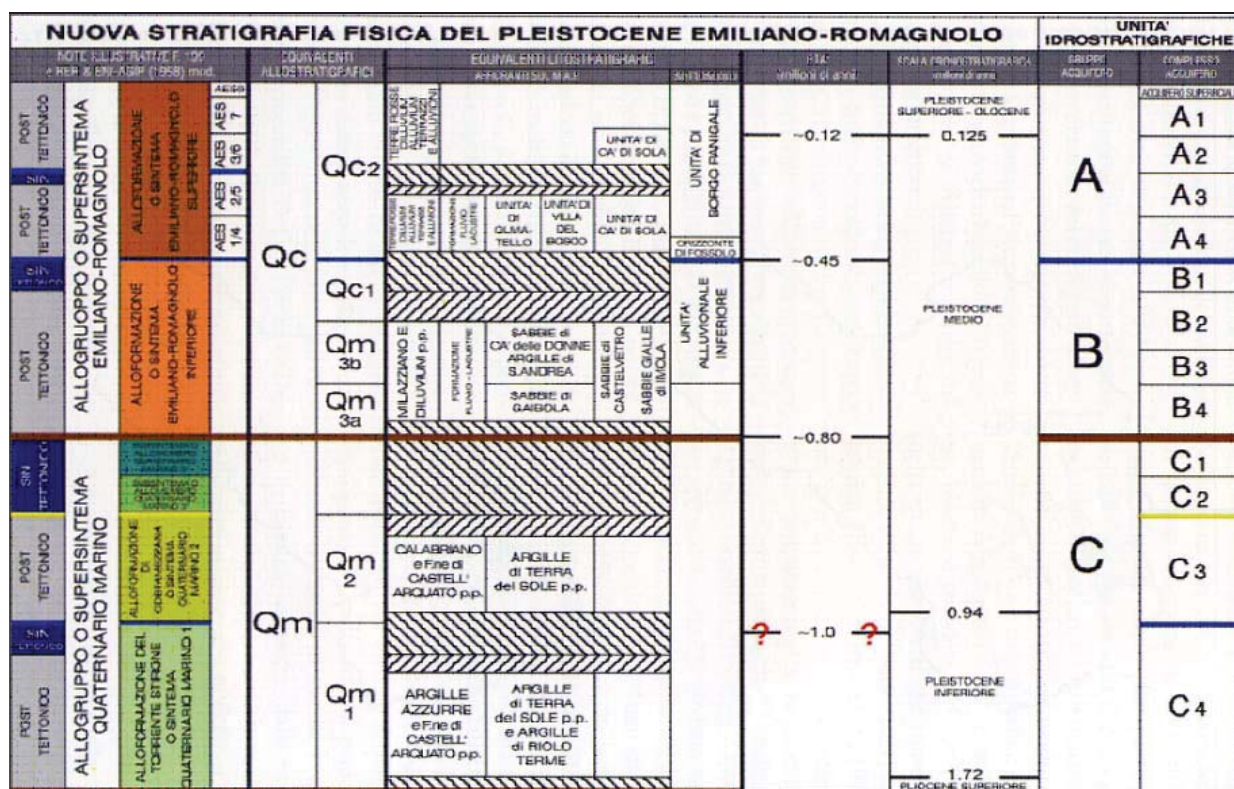


Figura 4.5: Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Da "Di Dio G. (2001): Il quadro delle conoscenze. In STUDI SULLA VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI. Nuova Carta della vulnerabilità del parmense ed indirizzi di tutela delle acque a cura di G. Alifracco. 9-20, Pitagora ed., Bologna

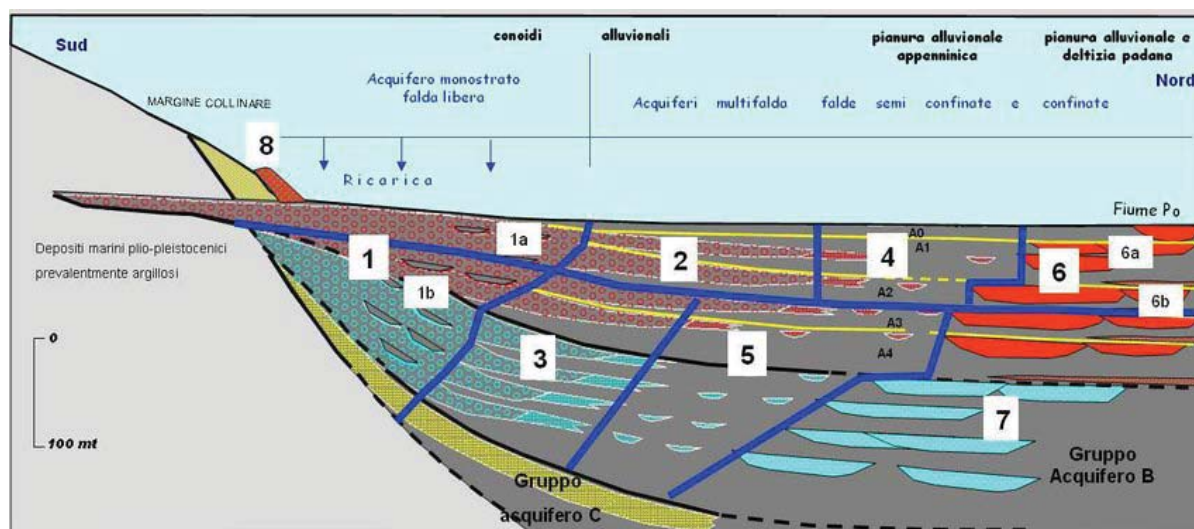


Figura 4.6: Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliano-romagnola con indicazione degli acquiferi individuati ai sensi della Direttiva 2000/60/CE

Per la ricostruzione dell'andamento idrogeologico dell'acquifero superficiale non sono disponibili dati aggiornati relativamente al deflusso idrico sotterraneo. Tuttavia, dato l'assetto geo-idrogeologico dell'area e dalle informazioni derivanti dal PTCP della Provincia di Reggio Emilia (Figura 4.7), si può ipotizzare una comunicazione subalvea latero-verticale tra le acque di infiltrazione efficace provenienti da Torrente Enza verso i livelli acquiferi.

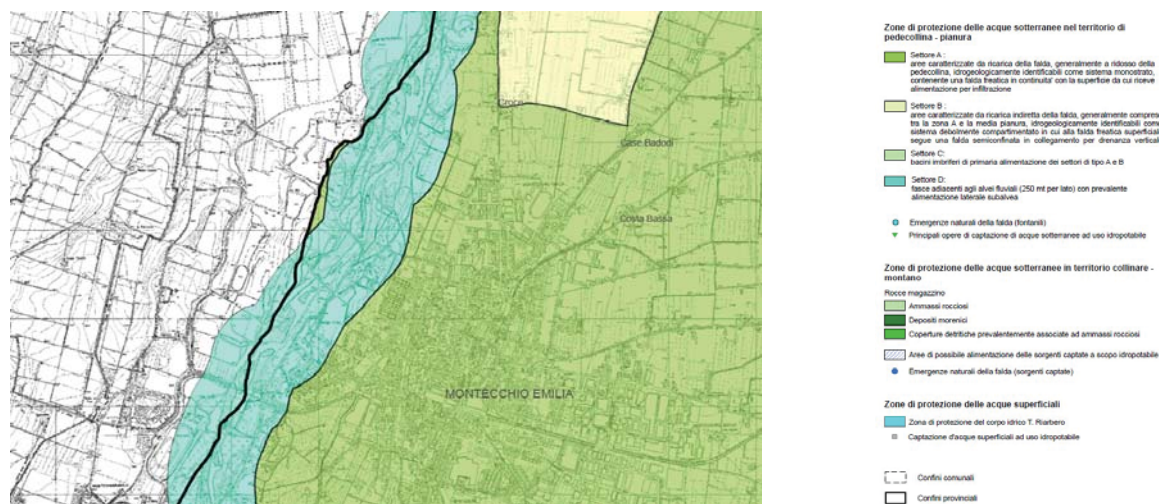


Figura 4.7. Stralcio della Carta della tutela delle acque sotterranee e superficiali (1:25000) del PTCP di Reggio Emilia

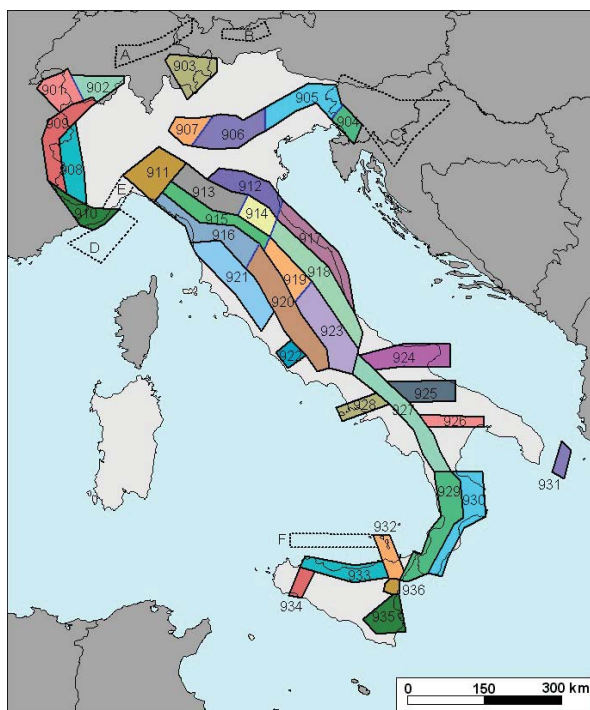
4.4 SISMICITA'

In base alla zonazione sismogenetica ZS9 – App. 2 del Rapporto Conclusivo della “Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’ O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici”, il territorio nazionale è stato suddiviso in 36 Macrozone caratterizzate da un definito modello cinematico che sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo.

In base a tale suddivisione l'area in oggetto (così come tutto il territorio comunale di Montecchio Emilia) ricade all'interno della Zona Sismogenetica 913, che fa parte del complesso “Appennino settentrionale e centrale” (zone che vanno dalla 911 alla 923) come mostrato in Figura 5.1.

In questa zona si verificano terremoti originati da movimenti prevalentemente compressivi NW con meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture.

La massima magnitudo rilevata dai dati storici è $M_d = 4,8$; le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 12 e 20 Km con profondità efficace di 13 km; nella Zona Sismogenetica 913 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a $M_{w_{max}} = 6,14$.



5.1. Carta delle zone sismogenetiche d'Italia del ZS9 – App. 2 del Rapporto Conclusivo della “Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’ O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274

4.4.1 Sismicità storica del Comune di Montecchio nell'Emilia

L'area è soggetta ad un'attività sismica indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi provenienti dalle province limitrofe.

In figura 14 sono elencati alcuni dei terremoti storici aventi la maggiore intensità al sito, che hanno interessato il Comune di Montecchio Emilia, desunti dal database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani del “Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 - Database Macrosismico Italiano 2015 dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia”.

In Tabella 5.2 sono indicate l'intensità al sito (I_s), l'anno, il mese, il giorno, in cui si è verificato l'evento, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (I_o), e la magnitudo momento (M_w).

Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	Io	Mw
5	1895 05 12 20 29	Reggiano	4-5	3,98
5	1898 03 04 21 05	Parmense	7-8	5,37
6	1915 10 10 23 10	Reggiano	6	4,87
4	1937 09 17 12 19 05.00	Parmense	7	4,77
3	1967 04 03 16 36 18.00	Reggiano	5	4,44
6	1971 07 15 01 33 23.00	Parmense	8	5,51
4-5	1981 05 26 09 27 56.00	Reggiano	5	3,75
6	1983 11 09 16 29 52.00	Parmense	6-7	5,04
NF	1986 12 06 17 07 19.77	Ferrarese	6	4,43
6	1987 04 24 02 30 27.04	Reggiano	6	4,64
6	1987 05 02 20 43 53.32	Reggiano	6	4,71
5	1988 03 15 12 03 16.17	Reggiano	6	4,57
NF	1989 09 13 21 54 01.50	Prealpi Vicentine	6-7	4,85
NF	1989 10 03 09 41 32.85	Appennino parmense	4	4,04
3	1995 10 10 06 54 21.72	Lunigiana	7	4,82
4	1995 12 31 21 29 47.60	Appennino reggiano	4-5	4,51
5-6	1996 10 15 09 55 59.95	Pianura emiliana	7	5,38
3	1996 10 26 04 56 54.10	Pianura emiliana	5-6	3,94
2-3	1997 05 12 22 13 52.50	Pianura emiliana	4-5	3,68
3-4	1998 02 21 02 21 13.30	Pianura emiliana	5	3,93
NF	1998 03 26 16 26 17.03	Appennino umbro-marchigiano		5,26
5	2000 06 18 07 42 07.68	Pianura emiliana	5-6	4,4
5	2008 12 23 15 24 21.77	Parmense	6-7	5,36

Figura 5.2: Principali eventi sismici che hanno interessato il Comune di Montecchio Emilia

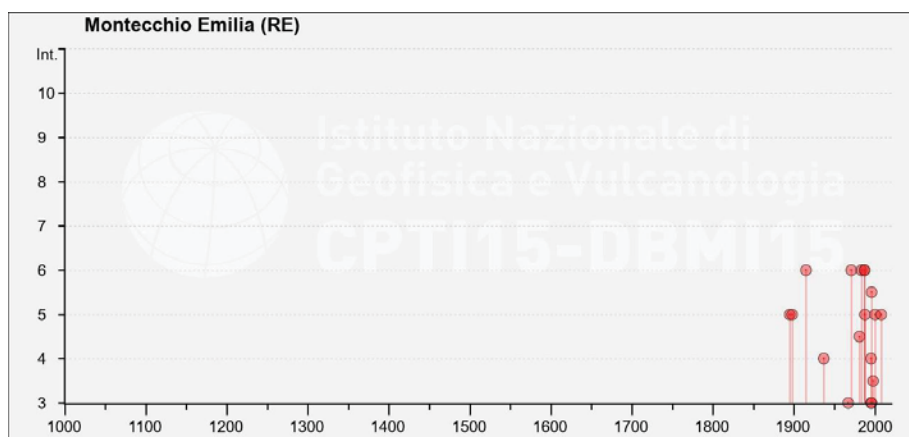


Figura 5.3. Diagramma raffigurante i principali eventi sismici che hanno interessato il Comune di Montecchio Emilia

4.4.2 Classificazione sismica regionale

La classificazione sismica è stata approvata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica".

Il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica in relazione a 4 differenti valori di accelerazione orizzontale (a_g/g) d'ancoraggio dello spettro di risposta elastico e a 4 differenti valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g/g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g/g)
1	>0.25
2	$0.15-0.25$
3	$0.05-0.15$
4	<0.05

Figura 5.4: Valori di PGA per le varie zone

Con Delibera n. 1164 del 23/07/2018, la Regione Emilia-Romagna ha predisposto l'aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni della Regione, la quale prevede che il territorio comunale di Montecchio Emilia è classificato in classe 3, con conseguente accelerazione sismica orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, compreso tra 0,05 - 0,15 (a_g/g).

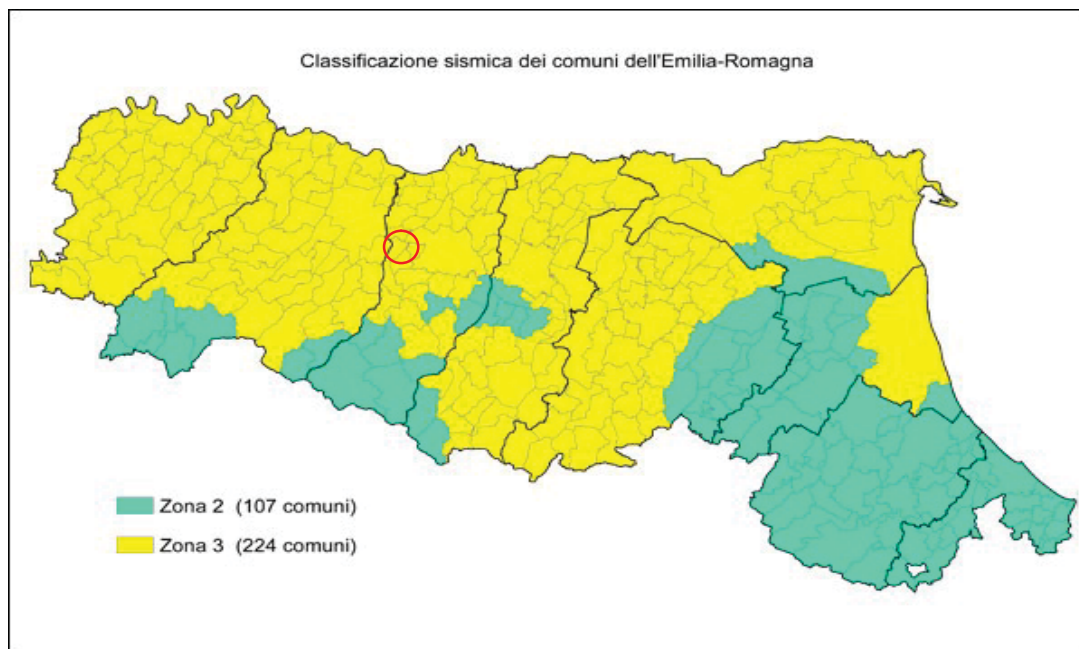


Figura 5.5: Classificazione sismica vigente per i comuni della Regione Emilia-Romagna

4.4.3 Microzonazione sismica del Comune di Montecchio Emilia

La microzonazione sismica è la suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e dei conseguenti possibili effetti locali del sisma. Essa costituisce un supporto fondamentale per gli strumenti di pianificazione urbanistica comunale e per la loro attuazione, al fine di:

- Indirizzare le scelte insediative verso le aree a minore pericolosità sismica e/o all'utilizzo di tipologie edilizie a minor vulnerabilità rispetto ai possibili effetti locali;
- Assicurare che la progettazione esecutiva delle opere ne realizzi la resistenza e le condizioni di sicurezza.

Sul territorio del comune di Montecchio Emilia è stato realizzato lo studio di Microzonazione Sismica di II livello e l'Analisi della Condizione Limite dell'Emergenza (CLE), in conformità con quanto stabilito dagli indirizzi regionali in materia.

Lo Studio di microzonazione sismica è stato approvato dal Servizio Geologico Sismico e Suoli della Regione Emilia-Romagna in data 21/07/2021 a seguito del Verbale di validazione studi di MS rilasciato dalla Commissione Tecnica della Presidenza del consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico, per il supporto e il monitoraggio degli studi di microzonazione sismica.

L'area in oggetto **non ricade** all'interno dell'area perimetrata nella suddivisione del territorio comunale di Montecchio in Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS).

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nei mesi di ottobre 2019 e gennaio 2020 è stata condotta una approfondita campagna di indagini geognostiche, costituita dalle seguenti attività:

- n. 5 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di n. 75 SPT
- n. 11 prelievo di campioni indisturbati per la determinazione di parametri geotecnici
- n. 15 prelievo di campioni rimaneggiati per la determinazione di parametri geotecnici
- n. 5 indagini sismiche MASW
- n. 2 stendimenti di Tomografia elettrica
- rilievo Topografico dell'area

Nel mese di novembre 2022 sono state eseguite n. 2 indagini sismiche HVSR sulle due sponde del Torrente Enza per determinare la frequenza fondamentale di vibrazione del terreno ed i relativi modi superiori.

La presente relazione geologica viene redatta sulla base dei dati emersi dall'analisi comparate ed integrata delle due campagne di indagine. Si riprendono ed allegano con la numerazione da "Allegato 1 IG" ad "Allegato 7 IG" i documenti derivanti dalla campagna del 2019/2020 allegati al documento denominato "2022-1087-PR-GEO2: Report delle campagne di indagini geognostiche".

L'ubicazione delle prove eseguite è riportata in **ALLEGATO 2 – PIANO DI INDAGINE**

5.1 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati realizzati dal 2019 e gennaio 2020 mediante sonda Casagrande Soilmec – SM8G seguendo le seguenti norme e specifiche di riferimento:

- **AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977)** – Raccomandazioni sulla Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- **UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7** – Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and testing];
- **EN ISO 22475-1** – Geotechnical investigation and Testing – Sampling Methods and groundwater measurements – Part 1: Technical Principles for execution.

Nella seguente Tabella 5.1 si riportano le caratteristiche tecniche della sonda di perforazione utilizzata:

Apparecchio di trivellazione	SOILMEC SM-G8 cingolata
Velocità massima di rotazione	38-450 rpm
Coppia massima	460 Kg m
Corsa continua	3500 mm
Spinta	2600 Kg
Tiro	3900 Kg
Pressione max	70 bar
Portata	200 l min

Tabella 5.1: Caratteristiche tecniche della sonda di perforazione SOILMEC – SM8G

L'esecuzione dei sondaggi geognostici è stata effettuata utilizzando attrezzature a rotazione idraulica secondo il metodo del carotaggio continuo utilizzando carotieri semplici della lunghezza 1500 mm e di diametro esterno pari a 101 mm. La stabilità delle pareti dei fori è stata assicurata mediante l'impiego di rivestimenti metallici provvisori, aventi diametro di 127 mm. Tale rivestimento ha seguito immediatamente ogni manovra di avanzamento, ed è poi estratto e recuperato a fine perforazione. La perforazione è stata condotta garantendo una percentuale di recupero pari al 100% in modo tale da consentire una sicura e dettagliata ricostruzione stratigrafica della porzione di sottosuolo indagato.

Il materiale recuperato è stato alloggiato in apposite cassette catalogatrici in plastica sulle quali sono stati riportati tutti i dati necessari al loro riconoscimento (committente, denominazione cantiere, numero sondaggio, profondità raggiunta dal sondaggio).

Le caratteristiche dei sondaggi eseguiti sono riportate in tabella 5.2.

Sondaggio	Profondità raggiunta (m)	Strumentazione installata	SPT (N°)	LEFRANC (N°)
S01	30,0 m	-	15	1
S02	30,0 m	-	15	1
S03	30,0 m	-	15	1
S04	30,0 m	-	17	1
S05	35,0 m	-	17	1

Tabella 5.2: Caratteristiche sondaggi

Negli **ALLEGATO 4 IG- SONDAGGI GEOGNOSTICI** si riporta la stratigrafia riscontrata con relativo report fotografico del piazzamento e delle cassette catalogatrici riferite ad ogni verticale di indagine.

5.2 PROVE IN FORO S.P.T. (STANDARD PENETRATION TEST)

Le prove di Standard Penetration Test (Norme ASTM D 1586-84) sono state eseguite all'interno delle tre verticali di sondaggio al fine di determinare le caratteristiche di resistenza e compressibilità dei materiali incoerenti "in situ".

La prova è stata eseguita con seguente attrezzatura standard (Figura 5.1):

- Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m;
- Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste;
- Maglio di acciaio di 63,5 kg;
- Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0,76 m.;
- Per terreni ghiaiosi utilizzo di punta conica chiusa di diametro esterno pari a 51 mm, spessore pari a 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo aste pari a 813 mm.

Le procedure di prova seguite sono di seguito elencate:

- Verifica con apposito scandaglio della quota del "fondo foro", confrontandola con quella raggiunta dalla manovra di perforazione o di pulizia precedente. La quota può risultare maggiore per fenomeni di refluento del foro o per decantazione di detriti in sospensione nel fluido. Se la differenza misurata supera i 7 cm la prova non si può eseguire se non previa ulteriore pulitura.
- La prova, dopo una penetrazione preliminare di 15 cm, consiste nella misurazione del numero di colpi necessari per la penetrazione di 30 cm nel terreno vergine di un utensile standard a punta chiusa rappresentato in figura 13. Tale attrezzo è collegato alla strumentazione di superficie mediante batterie di aste sulle quali agisce un maglio del peso di 63,5 Kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m. L'eventuale affondamento delle aste dovuto al proprio peso deve essere annotato e non incluso nei primi 15 cm di affondamento.

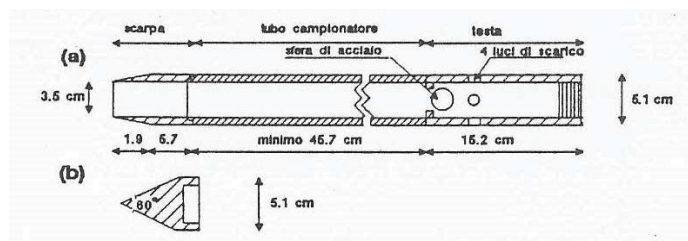


Figura 5.1: Attrezzo SPT a punta aperta (a) e a punta chiusa (b)

- Si procede all'infissione preliminare di 15 cm, contando i colpi necessari fino ad un massimo di 50 colpi. Successivamente si procede all'infissione vera e propria per un tratto di 30 cm, rilevando il numero di colpi necessario per la penetrazione di ciascun tratto di 15 cm. Il valore di NSPT è la somma dei colpi misurati in questi ultimi 30 cm.
- La prova viene sospesa quando il numero di colpi NSPT, per un tratto di 15 cm, supera 50. In tal caso si annota un "rifiuto" da parte del terreno alla penetrazione.

Di seguito sono dettagliati i dati relativi a profondità e risultati delle S.P.T:

Sondaggio	Nome prova	Quota inizio prova (m. da p.c.)	Tipo punta	Prova			NsPT
				N1	N2	N3	
S01	SPT1	2.0	Chiusa	50	-	-	Rif (6 cm)
	SPT2	4.9	Chiusa	6	8	9	17
	SPT3	6.7	Chiusa	7	7	8	15
	SPT4	8.3	Chiusa	5	8	8	16
	SPT5	10.0	Chiusa	4	9	7	16
	SPT6	12.0	Chiusa	12	13	15	28
	SPT7	14.3	Chiusa	20	24	31	55
	SPT8	16.1	Chiusa	24	26	33	59
	SPT9	18.2	Chiusa	17	19	22	41
	SPT10	20.0	Chiusa	13	16	18	34
	SPT11	22.5	Chiusa	28	32	30	62
	SPT12	24.5	Chiusa	20	30	24	54
	SPT13	26.0	Chiusa	23	26	29	55
	SPT14	28.8	Chiusa	17	24	26	50
	SPT15	30.0	Chiusa	12	14	14	28
S02	SPT1	2.0	Chiusa	19	20	24	44
	SPT2	4.0	Chiusa	7	11	14	25
	SPT3	6.5	Chiusa	7	7	11	18
	SPT4	8.0	Chiusa	10	13	11	24
	SPT5	10.0	Chiusa	15	20	22	42
	SPT6	12.0	Chiusa	20	24	30	54
	SPT7	14.0	Chiusa	15	50	-	Rif (3 cm)
	SPT8	16.0	Chiusa	20	27	32	59
	SPT9	18.0	Chiusa	30	32	40	72
	SPT10	20.0	Chiusa	24	27	32	59
	SPT11	22.0	Chiusa	30	25	31	56
	SPT12	24.0	Chiusa	20	20	27	47
	SPT13	26.0	Chiusa	25	26	30	56
	SPT14	28.0	Chiusa	30	30	36	66
	SPT15	30.0	Chiusa	26	31	27	58
S03	SPT1	2.0	Chiusa	24	50	-	Rif (5 cm)
	SPT2	4.0	Chiusa	20	30	32	62
	SPT3	6.5	Chiusa	11	13	10	23
	SPT4	8.2	Chiusa	15	17	17	34
	SPT5	10.0	Chiusa	12	11	14	25

	SPT6	12.2	Chiusa	9	9	12	21
	SPT7	14.0	Chiusa	10	12	12	24
	SPT8	16.4	Chiusa	50	-	-	Rif (3 cm)
	SPT9	18.0	Chiusa	37	40	45	85
	SPT10	20.0	Chiusa	22	29	36	65
	SPT11	22.0	Chiusa	16	18	24	42
	SPT12	24.0	Chiusa	11	17	22	39
	SPT13	26.0	Chiusa	20	32	32	64
	SPT14	28.0	Chiusa	14	17	20	37
	SPT15	30.0	Chiusa	10	12	10	22
S04	SPT1	2.5	Chiusa	24	20	22	42
	SPT2	4.1	Chiusa	14	20	22	42
	SPT3	6.4	Chiusa	5	8	10	18
	SPT4	9.4	Chiusa	9	12	12	24
	SPT5	10.5	Chiusa	10	13	14	27
	SPT6	12.6	Chiusa	8	12	15	27
	SPT7	14.7	Chiusa	46	25	17	42
	SPT8	16.6	Chiusa	12	14	17	31
	SPT9	18.0	Chiusa	8	11	11	22
	SPT10	20.8	Chiusa	7	10	9	19
	SPT11	22.5	Chiusa	6	8	12	20
	SPT12	24.9	Chiusa	9	11	13	24
	SPT13	26.5	Chiusa	6	6	8	14
	SPT14	28.3	Chiusa	24	28	34	62
	SPT15	30.0	Chiusa	22	30	32	62
S05	SPT1	2.0	Chiusa	17	17	22	39
	SPT2	4.0	Chiusa	30	31	34	65
	SPT3	6.0	Chiusa	9	11	10	21
	SPT4	7.9	Chiusa	10	9	9	18
	SPT5	10.3	Chiusa	12	13	15	28
	SPT6	12.0	Chiusa	10	14	14	28
	SPT7	14.0	Chiusa	11	11	12	23
	SPT8	16.2	Chiusa	6	9	8	17
	SPT9	17.9	Chiusa	17	18	22	40
	SPT10	20.0	Chiusa	30	35	41	76
	SPT11	22.0	Chiusa	24	27	34	61
	SPT12	24.0	Chiusa	14	5	10	25

	SPT13	26.0	Chiusa	20	24	30	54
	SPT14	28.0	Chiusa	22	34	40	74
	SPT15	30.0	Chiusa	17	22	36	58

Tabella 5.3: Risultati delle prove SPT

5.3 PRELIEVO DI CAMPIONI NEL FORO DI SONDAGGIO

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati di terreno per l'esecuzione di prove di laboratorio finalizzate alla determinazione delle proprietà geotecniche dei materiali indagati e prelevati.

Le quote di prelievo e le prove da effettuarsi sui campioni sono state definite in accordo con la committenza.

Il prelievo dei campioni è stato eseguito secondo la seguente normativa e specifica di riferimento:

- **AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977)** – *Raccomandazioni sulla Programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche*;
- **UNI EN 1997-2 (2007) – Eurocodice 7** – *Progettazione geotecnica. Parte 2. Indagini e prove nel sottosuolo [EN 1997-2 Eurocode 7 – Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and testing]*;
- **EN ISO 22475-1** – *Geotechnical investigation and Testing – Sampling Methods and groundwater measurements – Part 1: Technical Principles for execution*.

Considerata la natura dei terreni attraversati è stato utilizzato il campionatore semplice tipo “Shelby”, caratterizzato dalla presenza di un pistone fisso collegato alle aste di manovra.

Di seguito si riportano le profondità dei campioni indisturbati (Tabella 5.4) e rimaneggiati (Tabella 5.5) prelevati e le prove eseguite (Tabella 5.6):

CAMPIONI INDISTURBATI

	SONDAGGIO	CAMPIONE	Data Prelievo	QUOTA
TdM	S1	C.R. 1	24/01/2020	4,00 _ 4,50
		C.R. 2	24/01/2020	7,40 _ 7,90
	S2	C.I. 1	29/10/2019	5,80 _ 6,30
MLMc	S3	C.I. 1	04/11/2019	6,00 _ 6,50
		C.I. 2	21/01/2020	11,65 _ 12,15
		C.I. 3	22/02/2020	22,50 _ 23,00
	S4	C.R. 1	23/01/2020	8,90 _ 9,40
		C.R. 2	23/01/2020	12,10 _ 12,60
		C.R. 3	24/01/2020	20,30 _ 20,80
	S5	C.I. 1	31/10/2019	6,50 _ 7,00
		C.I. 2	31/10/2019	11,30 _ 11,80

Tabella 1.4: Elenco campioni indisturbati

CAMPIONI RIMANEGGIATI

	SONDAGGIO	CAMPIONE	Data Prelievo	QUOTA	
TdM	S1	C.R. 1	03/02/2020	9,00	9,50
		C.R. 2	03/02/2020	12,50	13,00
		C.R. 3	03/02/2020	20,00	20,50
	S2	C.R. 1	31/10/2019	8,50	8,90
		C.R. 2	31/10/2019	9,50	10,00
		C.R. 3	31/10/2019	19,50	20,00
MLMc	S3	C.R. 1	03/02/2020	8,50	9,00
		C.R. 2	03/02/2020	10,50	11,00
		C.R. 3	03/02/2020	24,00	24,50
	S4	C.R. 1	03/02/2020	7,00	7,50
		C.R. 2	03/02/2020	17,30	17,80
		C.R. 3	03/02/2020	27,00	27,50
	S5	C.R. 1	05/11/2019	18,60	19,00
		C.R. 2	06/11/2019	25,00	25,50
		C.R. 3	07/11/2019	27,00	27,40

Tabella 2.5: Elenco campioni rimaneggiati

In **ALLEGATO 8.2 – PROVE DI LABORATORIO CAMPIONI GEOTECNICI** si riportano i certificati di prova relativi alle prove eseguite sui campioni indisturbati e rimaneggiati, forniti dal Laboratorio geo tecnologico Studio MM srl di Traversetolo (PR) e C.G.G. Srl di Piacenza (PC).

SONDAGGIO	Tipo	Nome Campione	Quota (m da p.c.)	Tipo di analisi eseguite
S1	Campione indisturbato	CI1	4.00 – 4.50	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Taglio Diretto - Scatola di Casagrande - Prova di colonna risonante - Prova di compressione Edometrica
		CI2	7.40 – 7.90	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di compressione Edometrica - Prova di compressione ad esp.laterale libera ELL - Prova triassiale ciclica CTX - Prova triassiale CIU
	Campione rimaneggiato	CR1	9.00 – 9.50	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura campione - Determinazione contenuto d'acqua - Peso specifico dei grani - Peso di Volume - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico

		CR2	12.50 – 13.00	
		CR3	20.00 – 20.50	
S2	Campione indisturbato	CI1	5.80 – 6.30	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Taglio Diretto - Scatola di Casagrande
	Campione rimaneggiato	CR1	8.50 – 8.90	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura campione - Determinazione contenuto d'acqua - Peso specifico dei grani - Peso di Volume - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico
		CR2	9.50 – 10.00	
		CR3	19.50 – 20.00	
S3	Campione indisturbato	CI1	6.00 – 6.50	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Taglio Diretto - Scatola di Casagrande - Prova di compressione ad esp. laterale libera ELL
		CI2	11.65 – 12.15	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di compressione Edometrica - Prova triassiale CIU
		CI3	22.50 – 23.00	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di colonna risonante
	Campione rimaneggiato	CR1	8.50 – 9.00	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura campione - Determinazione contenuto d'acqua - Peso specifico dei grani - Peso di Volume - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico
		CR2	10.50 – 11.00	

		CR3	24.00 – 24.50	
S4	Campione indisturbato	CI1	8.90 – 9.40	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Taglio diretto Scatola di Casagrande - Prova triassiale CIU
		CI2	12.10 – 12.60	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di compressione Edometrica - Prova triassiale CIU
		CI3	20.30 – 20.80	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di compressione ad esp. laterale libera ELL - Prova triassiale ciclica CTX
	Campione rimaneggiato	CR1	7.00 – 7.50	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura campione - Determinazione contenuto d'acqua - Peso specifico dei grani - Peso di Volume - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico
		CR2	17.30 – 17.80	
		CR3	27.00 – 27.50	
S5	Campione indisturbato	CI1	6.50 – 7.00	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Taglio diretto Scatola di Casagrande
		CI2	11.30 – 11.80	<ul style="list-style-type: none"> - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico - Prova di compressione Edometrica
	Campione rimaneggiato	CR1	18.60 – 19.00	<ul style="list-style-type: none"> - Apertura campione - Determinazione contenuto d'acqua - Peso specifico dei grani - Peso di Volume - Granulometria per sedimentazione - Limiti di Atterberg; limite liquido e limite plastico
		CR2	25.00 – 25.50	

		CR3	27.00 – 27.40	
--	--	-----	---------------	--

Tabella 5.6. Indagini geotecniche svolte sui campioni indisturbati e rimaneggiati prelevati.

5.4 PROVE DI LABORATORIO

Sui campioni indisturbati prelevati durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite prove finalizzate alla identificazione geotecnica dei terreni (determinazioni dei limiti di consistenza, determinazioni del peso di volume naturale, determinazioni del peso specifico dei grani e determinazioni del contenuto naturale d'acqua) e alla determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio (prove CD) e di compressione edometrica. I principali parametri geotecnici derivanti dalle prove eseguite sono riportati nella Tabella 5.7. I certificati di laboratorio sono riportati in Allegato 6 IG – Laboratorio – Campioni Rimaneggiati ed in Allegato 7 IG – Laboratorio – Campioni Indisturbati.

5.4.1 Determinazione dei limiti di consistenza

La prova consiste nella determinazione del contenuto d'acqua per il quale avviene il passaggio dallo stato semiliquido allo stato plastico (limite di liquidità) e dallo stato plastico allo stato semisolido (limite di plasticità).

La norma e specifica di riferimento seguita è la UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005.

Il limite liquido si determina con l'ausilio del cucchiaio di Casagrande.

Il limite plastico è definito come il contenuto d'acqua per il quale un bastoncino di argilla, plasmato a mano più volte, tende a disgregarsi per la riduzione di umidità.

Il limite di ritiro rappresenta il minimo contenuto d'acqua per saturare il terreno. Si determina dal diagramma la variazione di volume – contenuto d'acqua.

Le tolleranze dimensionali da rispettare sono le seguenti:

- altezza di caduta: 10 ± 0.2 mm;
- profondità del solco di usura sul Cucchiaio: < 0.1 mm;
- larghezza della punta del solcatore: 2 ± 0.1 mm;
- profondità della punta del solcatore: 8 ± 0.1 mm;
- diametro dell'impronta di impatto sulla base < 10 mm.

5.4.2 Prova di taglio diretto con scatola di Casagrande (CD)

La prova è eseguita posizionando il provino in una cella (scatola di Casagrande) costituita da due semi scatole per consentire lo scivolamento della parte superiore rispetto a quella inferiore. La prova viene condotta su almeno tre provini appartenenti allo stesso campione di terreno, preventivamente consolidati a tre valori di pressione differenti. Alla fine della fase di consolidazione si procede con la fase di taglio, in condizioni drenate, registrando lo sforzo che ne consegue. Si ottengono tre diversi valori di resistenza al taglio, proporzionali alle tre diverse pressioni di consolidazione applicate. I valori ottenuti vengono utilizzati per stimare l'involuppo di rottura nel diagramma $\sigma_n - \tau$.

La norma e specifica di riferimento seguita è la UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005.

Di seguito si riportano i risultati delle prove di taglio eseguite sui campioni indisturbati:

5.4.3 Prove edometriche

La prova edometrica consiste nella determinazione dell'entità e della velocità della consolidazione di terreni coesivi soggetti ad incrementi tensionali. La prova è condotta ad incrementi di carico controllati (prova IL). Nel corso della prova edometrica, oltre ai parametri normalmente calcolati, è possibile eseguire determinazioni dirette di permeabilità.

La normativa e specifica di riferimento è: ASTM D2435-2011 – Standard Test Method for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils e Raccomandazioni sulle Prove Geotecniche di Laboratorio.

La prova di compressione edometrica ad incrementi di carico controllati viene condotta su provini cilindrici di diametro non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2.5 e 6 preparati con apposito tornietto campionario a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere l'anello portacampione a pressione direttamente nel campione da analizzare; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano l'anello portacampione. L'altezza dei provini deve in ogni caso essere maggiore di 10 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova.

La preparazione del provino avviene in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

Una volta inserito il terreno nell'anello portacampione si procede al montaggio della cella edometrica inserendo le pietre porose inferiore e superiore e della carta da filtro tipo Whatman's n. 54 tra il terreno e le pietre porose.

Successivamente si posiziona la cella edometrica sul telaio di carico applicando una pressione di serraggio pari a 5 kPa controllando le variazioni di altezza del provino e regolando la pressione iniziale per evitare rigonfiamenti o eccessive consolidazioni del provino.

Al fine di evitare rigonfiamenti del terreno in prova si procede all'inserimento dell'acqua nella cella edometrica solo dopo aver raggiunto un carico verticale pari alla tensione geostatica esistente in sito.

La prova è stata applicando la seguente successione di carico: 25 kPa, 50 kPa, 100 kPa, 200 kPa, 400 kPa, 800 kPa, 1600 kPa, 3200 kPa. Per ciascun gradino di carico si è proceduto alla registrazione delle deformazioni secondo uno schema temporale in successione geometrica, mantenendo il carico almeno per un tempo sufficiente all'individuazione del tempo di fine consolidazione (t_{100}).

Si è proceduto alla costruzione del diagramma deformazione verticale – logaritmo del carico verticale ($\varepsilon_v - \log \sigma'_v$), costruito impiegando i valori di cedimento corrispondenti ai t_{100} , in modo da valutare l'andamento del processo di consolidazione e alla determinazione dei valori del coefficiente di consolidazione verticale c_v , del coefficiente di permeabilità k in corrispondenza di livelli di carico.

Per ciascun livello di carico si procede al calcolo del corrispondente Coefficiente di Compressibilità m_v (Kpa⁻¹) e Modulo Edometrico E_{ed} (Kpa).

In accordo con il progettista è stato scelto di considerare lo step di carico più prossimo a 50 Kpa dal momento che la tensione di contatto tra l'opera ed il terreno di fondazione è di circa 66 Kpa.

5.4.4 Prove triassiali cicliche (TCX)

La Prova Triassiale Ciclica (TCX secondo ASTM D5311) eseguita in condizioni di carico controllato viene utilizzata per lo studio di problemi di liquefazione dei terreni granulari saturi, essendo possibile determinare la resistenza ultima del terreno dopo un predeterminato numero di cicli. La prova consente anche di valutare l'influenza del livello di deformazione sui moduli dinamici, sullo smorzamento e sulla resistenza al taglio di terreni coesivi.

Le TCX sono le prove dinamiche più diffuse per la misura delle proprietà dinamiche dei terreni ad alti livelli deformativi.

Dal punto di vista geotecnico durante un sisma si possono individuare aree con due principali categorie di comportamento per le quali, a mezzo delle indagini geotecniche è possibile definire le caratteristiche del terreno in condizioni naturali prima del sisma stesso:

1. aree stabili: per effetto di particolari condizioni geomorfologiche e geotecniche, le caratteristiche sismiche superficiali differiscono da quelle del substrato roccioso generando così effetti di sito che possono indurre uno smorzamento o una amplificazione delle diverse componenti dell'onda sismica. In tali aree è in generale sufficiente limitarsi a definire il comportamento dinamico del terreno nel campo delle basse e medie deformazioni ossia in condizioni a lontane dalla rottura. La prova di Colonna Risonante (RC) e di Taglio Torsionale Ciclico (TTC) risultano pertanto sufficienti per lo studio del comportamento del terreno in condizioni sismiche.
2. aree potenzialmente instabili: costituite da terreni liquefacibili, pendii franosi, depositi argillosi soffici ecc.. A seguito delle sollecitazioni sismiche si possono generare effetti locali quali collassi, scivolamenti o cedimenti del terreno incompatibili con la stabilità delle sovrastanti strutture. In tali aree è necessario caratterizzare il terreno in condizioni ultime di resistenza e analizzare il comportamento post-sismico, poiché molti fenomeni di instabilità, come quelli legati alla dissipazione delle pressioni interstiziali, si verificano dopo il sisma. Per indagare il comportamento in condizioni ultime, cioè a rottura alle prove di Colonna Risonante (RC) e di Taglio Torsionale Ciclico (TTC) occorre associare le Prove Triassiali Cicliche (TXC).

La descrizione della Prova triassiale ciclica viene ripresa in base alle direttive del laboratorio CGG SRL di Piacenza, esecutore delle prove stesse.

5.4.5 Prove su colonna risonante (RC)

Le prove su colonna risonante sono prove dinamiche volte alla definizione dei parametri dinamici del terreno. In particolare indagano il comportamento dinamico del terreno in termini di determinazione:

- di G_0 e D_0 per piccoli livelli di deformazione tangenziale ($\gamma \leq 10^{-6}$);
- delle leggi di decadimento di G/G_0 , D e ΔU ;
- valutazione della soglia lineare γ_i e della soglia volumetrica γ_v .

La prova consiste nell'applicazione di un momento torcente di forma sinusoidale alla sommità di un provino cilindrico fixed-free (base fissa e sommità libera di ruotare). Aumentando gradualmente la frequenza ν si determina la frequenza di risonanza del provino come la frequenza a cui si ottiene la max deformazione di taglio.

Applicando la teoria di propagazione delle onde elastiche in un mezzo cilindrico, si può calcolare la velocità V_S e da qui il valore del modulo di taglio $G = \rho V_S^2$

Si misura della deformazione di taglio con le seguenti modalità:

- diretta (mediante sensore di prossimità);
- indiretta (mediante accelerometro)

Lo smorzamento D si misura con due metodi:

- Decadimento logaritmico oscillazioni libere;
- Half Power Bandwidth (a oscillazioni forzate).

Si procede per step successivi aumentando ogni volta l'ampiezza del momento torcente in modo da costruire la legge di decadimento del terreno (aumentando l'ampiezza del momento torcente aumenta la def. di taglio e diminuisce la frequenza di risonanza).

La descrizione della Prova triassiale ciclica viene ripresa in base alle direttive del laboratorio CGG SRL di Piacenza, esecutore delle prove stesse.

Nome Campione	Peso di volume γ (KN/m ³)	Peso di volume secco γ_d (KN/m ³)	Peso di volume granuli solidi γ_s (KN/m ³)	Limite di liquidità (%)	Limite plastico (%)	Indice di plasticità	Umidità naturale	C' (KPa)	Φ' (°)	C_u (KPa)	Modulo di Young iniziale E_0 (Mpa)	Modulo di Young 50% carico rottura E_0 (Mpa)
S1CI1	-	-	-	38	19	19	19.3	38.2	24.5	92		
S1CI2	-	-	-	27	23	4	23.3	32.9	18.5	136.4	2.5	9.1
S1CR1	20	16.7	26.7	27	20	7	20.3	-	-		-	-
S1CR2	19.4	16.5	26.5	35	18	17	17.3	-	-	-	-	-
S1CR3	19.5	15.8	26.5	43	25	18	23.7	-	-	-	-	-
S2CI1	-	-	-	43	21	22	24.5	20.0	22.2	75	-	-
S2CR1	19.4	15.3	26.7	29	21	8	27.0	-	-		-	-
S2CR2	-	-	26.5	23	15	8	15.0	-	-	-	-	-
S2CR3	-	-	26.5	20	n.d.	N.P.	10.8	-	-	-	-	-
S3CI1	-	-	-	44	27	17	26.5	36.1	24.9	138.8	9.0	6.1
S3CI2	-	-	-	33	27	6	26.5	11.9	31.96	220	-	-
S3CI3	-	-	-	41	23	18	22.4	-	-	162	-	-
S3CR1	19.0	14.8	27.0	48	25	23	28.9	-	-	-	-	-
S3CR2	18.3	13.7	27.0	49	24	25	33.5	-	-	-	-	-
S3CR3	20.1	16.6	27.0	46	23	23	20.8	-	-	-	-	-
S4CI1	-	-	-	38	19	19	19.3	36.7	23.9	180		
S4CI2	-	-	-	31	19	12	19.3	57.6	16.7	133		
S4CI3	-	-	-	36	23	13	22.8	-	-	180	-	-
S4CR1	20.1	16.4	27.0	-	-	-	22.4	-	-	-	-	-

S4CR2	22.3	19.7	26.5	33	18	15	13.3	-	-	-	-	-
S4CR3	-	-	26.6	23	16	7	8.7	-	-	-	-	-
S5CI1	-	-	-	32	19	13	19.3	11.0	26.3	70	-	-
S5CI2	-	-	-	49	23	26	22.8	-	-	110	-	-
S5CR1	-	-	26.7	19	15	4	15.0	-	-	-	-	-
S5CR2	20.4	16.2	26.5	38	20	18	25.5	-	-	-	-	-
S5CR3	-	-	26.5	21	16	5	12.3	-	-	-	-	-

5.5 PROVA SISMICA MULTICANALE TIPO M.A.S.W.

In base alle norme tecniche per le costruzioni NTC2018 di cui al D.M. 17 gennaio 2018, è stata condotta una indagine sismica secondo la metodologia M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Wave, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999), al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame.

La metodologia M.A.S.W. (Multi-channel Analysis of Surface Wave, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) è stata sviluppata per superare le difficoltà dell'applicazione del S.A.S.W. in ambienti poco rumorosi.

La tecnica prevede la registrazione simultanea lungo uno stendimento lineare di 12 o più geofoni posti a distanza definita, di un segnale sismico prodotto da una sorgente impulsiva generata a piano campagna mediante una massa battente di almeno 8-10 kg. I geofoni, a componente verticale da 4,5 Hz, devono registrare per un tempo di 1 – 2 secondi a seconda della velocità delle onde sismiche trasmesse nel terreno e intervallo di campionamento di 0,25 ms.

La metodologia M.A.S.W. analizza la dispersione delle onde di Rayleigh, particolari onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo, dall'interferenza reciproca tra le onde longitudinali P e quelle di taglio verticali SV. Queste onde vengono generate da un impulso verticale o da una sorgente esplosiva. La “dispersione delle onde di superficie” dipende dalle caratteristiche del sottosuolo e dalle sue variazioni verticali, pertanto, dalla determinazione delle curve di dispersione del segnale, è possibile ricavare le caratteristiche fondamentali del mezzo quale ad esempio la “velocità delle onde di taglio Vs e lo spessore degli strati”.

L'elaborazione dei dati acquisiti consiste nell'operare una trasformata bidimensionale “slowness-frequency” (p-f) del segnale acquisito e nel rappresentarne lo spettro di potenza su un grafico p-f.

Dallo spettro è possibile riconoscere trend di massimi relativi che corrispondono le onde di superficie (che hanno carattere dispersivo) rispetto a quelli riconducibili ad altri modi o tipi (onde di superficie di ordine superiore, onde di pressione, suono e rumore incoerente). In funzione di ciò è possibile effettuare un “picking” attribuendo ad un certo numero di punti una o più slowness (p o 1/velocità di fase) ed ottenere così una “curva di dispersione”.

La curva di dispersione è visualizzata su un diagramma in cui appare anche la curva di dispersione calcolata a partire da un modello di Vs che è modificabile in sede di elaborazione. Variando il numero di strati, la loro velocità e la densità, la curva di dispersione calcolata viene adattata fino ad aderire il più possibile a quella sperimentale ottenuta con il picking. Tale elaborazione è stata effettuata utilizzando il software “winMASW 7.2 Standard”.

L'indagine viene dunque condotta per raggiungere i seguenti obiettivi:

- Ricostruzione della geometria delle unità litotecniche con definizione degli spessori delle coperture e delle principali unità litotecniche, nonché definizione delle geometrie dei corpi che possono essere sede di movimenti franosi;

- Caratterizzazione delle unità litologico-tecniche mediante la definizione della velocità delle onde S;

Il salvataggio delle tracce nel dominio temporale, previsto dal metodo, permette inoltre di distinguere e evidenziare, durante l'analisi, le onde di Rayleigh presenti nel record che, normalmente, sono caratterizzate da un'elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta dalla sorgente artificiale si distribuisce in onde di superficie). Una particolare analisi spettrale, "overtone analysis", produce un grafico velocità di fase – frequenza in cui si può distinguere il modo fondamentale delle onde di superficie da cui ricavare la curva di dispersione ed il profilo delle Vs per successiva inversione 1-D.

La tecnica consente infine di eseguire misure ripetute spostandosi nella direzione di allineamento per risalire ad un profilo bidimensionale che evidenzia le variazioni laterali delle Vs.

Queste fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs)

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore $V_{S,eq}$ (in questo caso coincidente con il valore medio della Vs nei primi 30 metri di profondità) definita dalla relazione seguente:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Figura 5.2.: Relazione per la definizione del valore medio della Vs dove: $V_{S,i}$: velocità delle onde di taglio; h_i : spessore dell'i-esimo strato.

STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Sono stati eseguiti n.° 5 stendimenti, la cui acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali (PASI 16SG12) collegata a geofoni verticali a frequenza propria di 4,5 Hz, con passo di campionamento di 0,25 ms. con durata acquisizione di 1 sec.

L'energizzazione è stata effettuata con una massa battente (martello) da 10 kg.

I dati acquisiti sono stati elaborati mediante software winMASW 4.3 Standard, per ricostruire il profilo della velocità delle onde di taglio Vs e per ottenere l'inversione della curva di dispersione.

In riferimento al D.M. 17/01/2018 (N.T.C. 2018), si riportano in figura 22 le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni delle diverse categorie di sottosuolo così come definite nella Tab 3.2 II delle stesse N.T.C. 2018.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
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.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente 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 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 5.3 Categorie di sottosuolo secondo tabella 3.2 II delle N.T.C. 2018

Dalle prove M.A.S.W. eseguite in corrispondenza dell'area in esame sono stati ottenuti i valori di pari a **Vseq = 351, 314, 324 e 347 m/s**. Con riferimento alla Tabella 3.2 II delle N.T.C. 2018 (figura 22) il sito in esame rientra nella **categoria di suolo C** – “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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*”.

I risultati delle analisi geofisiche sono riportati in **ALLEGATO 3 IG – PROVA SISMICA MASW**, da essi è possibile ottenere la ricostruzione sismostratigrafica.

5.6 PROVA SISMICA A STAZIONE SINGOLA TIPO HVSR

La prova sismica a stazione singola HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio – Metodo Nakamura) è basata sull'acquisizione del Rumore Sismico Ambientale (seismic noise) ovvero la continua vibrazione del suolo dovuta sia a cause antropiche che naturali.

Questa tipologia è definita come metodo sismico passivo in quanto non ha bisogno di alcuna energizzazione esterna visto che utilizza come sorgente il traffico veicolare, la produzione industriale, il vento, la pioggia e tutto ciò che è in grado di produrre una minima vibrazione sulla superficie del suolo.

Questo sistema di prova presenta diversi vantaggi:

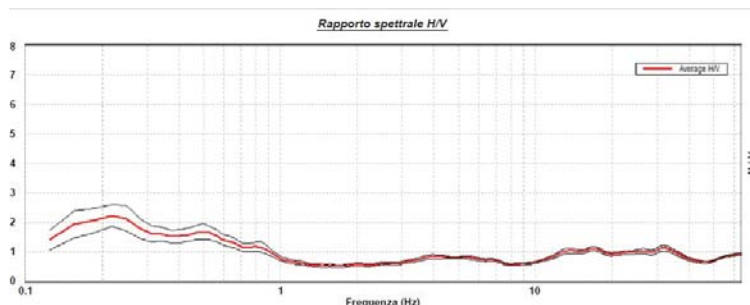
- Le acquisizioni vengono difficilmente “sporcate” da interferenze esterne poiché sfruttano come sorgente quella porzione di segnale sismico che altre tecniche considerano disturbo;
- Si possono raggiungere profondità di investigazione anche superiori a 100 m grazie al fatto che non risulta necessaria una fonte di energizzazione esterna;

Al contrario tale metodo di caratterizzazione sismica dei terreni non permette un livello di dettaglio al pari di altri sistemi come sismica a rifrazione o down-hole, essa ha primariamente la finalità di individuare le frequenze di risonanza caratteristiche sito – specifiche, correlabili ai cambi litologici presenti tanto nella copertura sedimentaria quanto nell'ammasso roccioso.

Per l'acquisizione del segnale è stato utilizzato il tromografo “TROMINO 3G+” prodotto da MOHO Srl e costituito da un geofono 3D ad alte prestazioni e bassa frequenza di risonanza, con sensori da 0,1 a 1024Hz e scheda da 24 bit reali.

L'elaborazione della prova è riportata in **ALLEGATO 8 IG – PROVA SISMICA TIPO H.V.S.R.**

All'interno dell'area in oggetto sono state effettuate n. 2 analisi dei microtremiti delle quali si riportano di seguito i principali picchi di frequenza individuate dallo spettro ricavato dalla prova HVSR. Tali picchi corrispondono a contrasti di impedenza, dai quali si possono ottenere indicazioni preliminari sulla struttura del sottosuolo, convertendo in spessori le frequenze di risonanza, dove riducendo la frequenza aumenta la profondità del contrasto.



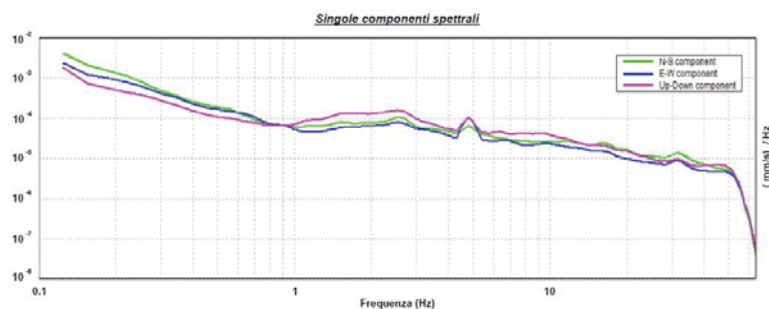


Figura 5.4: Rappresentazione grafica dei picchi individuati dalla prova HVSR1

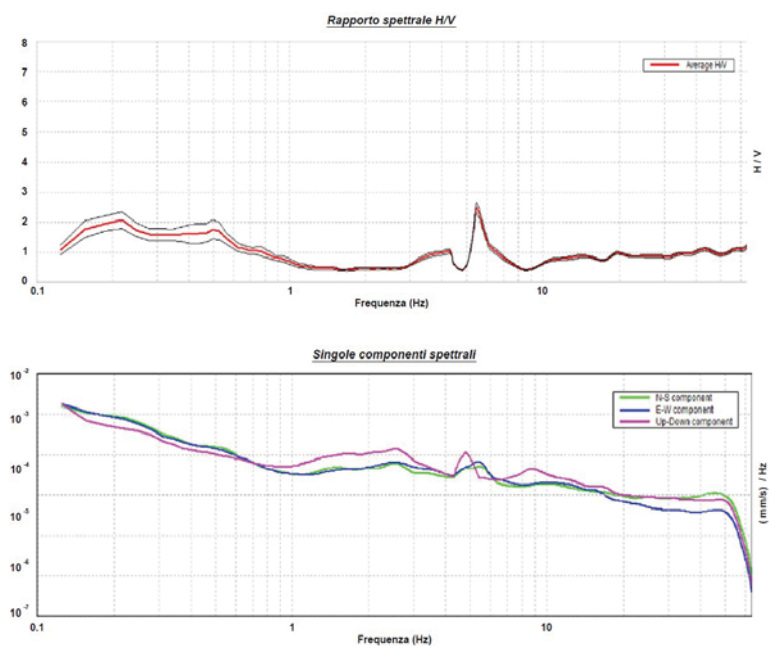


Figura 5.5: Rappresentazione grafica dei picchi individuati dalla prova HVSR2

principali picchi di frequenza			
HVSR1		HVSR2	
f(0) Hz	32.48	f(0) Hz	5.47
H/V	1,08	H/V	2.48

5.7 TOMOGRAFIE ELETTRICHE

La metodologia, generalmente definita “geoelettrica”, rappresenta uno dei metodi geofisici più utilizzati per la caratterizzazione dei materiali del sottosuolo.

Il parametro di base è la resistività elettrica, proprietà fisica che esprime la “resistenza” che i materiali offrono al passaggio della corrente.

Le misure geoelettriche consentono quindi, studiando le deformazioni del flusso di corrente causate dalle diverse strutture nel sottosuolo, di caratterizzare le strutture stesse e ricostruirne la distribuzione spaziale.

La resistività delle diverse formazioni geo litologiche è determinata essenzialmente dai seguenti fattori:

- porosità (forma, dimensione e continuità dei pori);
- percentuale di contenuto d'acqua dei pori;
- salinità del liquido di saturazione dei pori;
- presenza di matrice a granulometria fine;
- conducibilità intrinseca dei minerali di base.

È pertanto evidente che i materiali più addensati e/o grossolani presentano valori di resistività più elevati, mentre i materiali più disaggregati e/o fini associati a presenza d'acqua, hanno una resistività inferiore.

Come accennato la misura del valore di resistività elettrica dei materiali si realizza creando un campo elettrico artificiale nel mezzo da indagare e studiandone la distribuzione nel sottosuolo (dispositivo quadripolare).

Generalmente i dispositivi sono simmetrici rispetto ad un punto centrale O al quale si riferisce il valore misurato.

La coppia di elettrodi attraverso la quale si immette corrente nel terreno è denominata C1-C2 o A-B, mentre la coppia attraverso la quale si misura la differenza di potenziale generata nel terreno stesso dal passaggio della corrente è chiamata P1-P2 o M-N.

Si misurano così le variazioni del campo elettrico, indotte dalle eterogeneità litologiche presenti nel sottosuolo.

Queste variazioni sono più o meno marcate in funzione del contrasto di resistività elettrica esistente tra mezzi con caratteristiche differenti.

La distribuzione della corrente in profondità e quindi la profondità dell'esplorazione è essenzialmente legata alla distanza tra i due elettrodi C1 e C2 ed alle caratteristiche intrinseche del mezzo esplorato.

La scelta del dispositivo più opportuno è legata alle condizioni dell'area da indagare sia in termini strutturali sia di rapporto segnale-rumore.

Dalla misura dell'intensità di corrente che fluisce tra gli elettrodi C1-C2 e della differenza di potenziale tra gli elettrodi P1-P2 è possibile calcolare la resistività apparente e riferirla generalmente al centro del quadripolo ad una profondità che è funzione della distanza C1C2.

L'acquisizione tomografica consiste quindi nella misura dei valori di resistività in corrispondenza di un elevato numero di punti lungo la sezione d'indagine.

La densità dei punti consente di ricostruire con estremo dettaglio, anche tramite l'applicazione di algoritmi di calcolo bidimensionali, la sezione definendo in particolare gli effetti delle variazioni laterali e quindi ricostruendo una rappresentazione finale maggiormente corrispondente alla situazione reale.

La strumentazione impiegata per l'esecuzione dei profili E.R.T. (Electrical Resistivity Tomography) con un georesistivimetro a 32 elettrodi PASI combinato 16SG-N.

Lo strumento, dopo aver indicato la posizione di ciascun picchetto, inizia a gestire i vari elettrodi, trasformandoli di volta in volta in elettrodi di misura o di corrente fino a completare il sondaggio.

I valori via via acquisiti vengono riportati in tabelle ed in caso di necessità ogni singola acquisizione può essere ripetuta. Le acquisizioni possono anche essere visualizzate in un diagramma semilogaritmico C1C2/2-resistività apparente permettendo in questo modo un primo controllo diretto sulla qualità dell'acquisizione e la presenza di eventuali anomalie.

È stato scelto di misurare la resistività apparente secondo lo stendimento Wenner-Schlumberger.

L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il programma RES2DINVx64 ver. 4.05.

In **ALLEGATO 2 IG – INDAGINI GEOELETTRICHE** si riportano i risultati delle indagini.

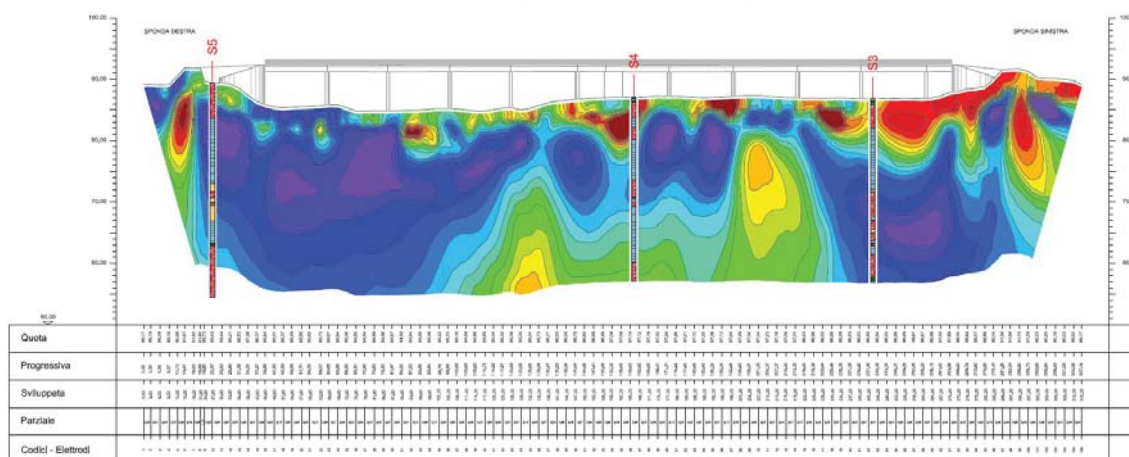
In Figura 5.6 vengono visualizzate le due tomografie elettriche eseguite.

La linea Geoelettrica 1 mostra la presenza di un orizzonte caratterizzato da resistività relativamente elevata (da circa 130 a circa 150 Ω m) dal piano campagna fino a circa 3-4 m dal p.c.; tale orizzonte mostra delle soluzioni di continuità soprattutto tra 39 e 69

m e tra 210 e 216 m di distanza sviluppata dall'inizio dello stendimento. Tra 39-93 m e tra 240 e 270 m di distanza sviluppata ad una profondità di circa 20 m dal p.c. sono presenti dei nuclei a resistività relativamente bassa con dei valori compresi tra 5 e 12 Ωm ; al centro dello stendimento, tra i 140 e 195 m di sviluppata ad una profondità compresa tra 5 e 10 m dal p.c. sono presenti dei nuclei relativamente conduttivi a con valori di resistività compresi a 6 e 13 Ωm . Al centro dello stendimento, tra i 200 e 230 m di sviluppata ad una profondità compresa tra 5 e 10 m dal p.c. è presente un nucleo relativamente resistivo, con valori compresi tra circa 110 e 130 Ωm .

La linea Geoelettrica 2 mostra la presenza di un orizzonte caratterizzato da resistività relativamente elevata (da circa 130 a circa 150 Ωm) dal piano campagna fino a circa 2-3 m dal p.c.; tale orizzonte mostra delle soluzioni di continuità soprattutto tra 12 e 54 m e tra 200 e 220 m di distanza sviluppata dall'inizio dello stendimento. Al centro dello stendimento (tra le sviluppate di circa 55 e 205 m) a profondità di circa 10 m dal p.c. è presente un nucleo a resistività relativamente bassa tra 5 e 12 Ωm , caratterizzato da elevata continuità spaziale. Due nuclei analoghi in termini di valori di resistività sono presenti rispettivamente a profondità di 25 m dal p.c. tra le sviluppate di 30 e 50 m ed a profondità di circa 10 m dal p.c. a circa 230 m di sviluppata. Infine, tra le sviluppate di 70 m e 220 m a profondità di circa 30 m dal p.c. sono presenti due nuclei relativamente resistivi con valori di tra circa 130 e 150 Ωm , separati da una soluzione di continuità relativamente a minore resistività tra le sviluppate di 140 e 160 m.

GEOELETTRICA 1 LIMITATORE DI MONTE CON PASSERELLA



GEOELETTRICA 2 TRAVERSA DI MONTE

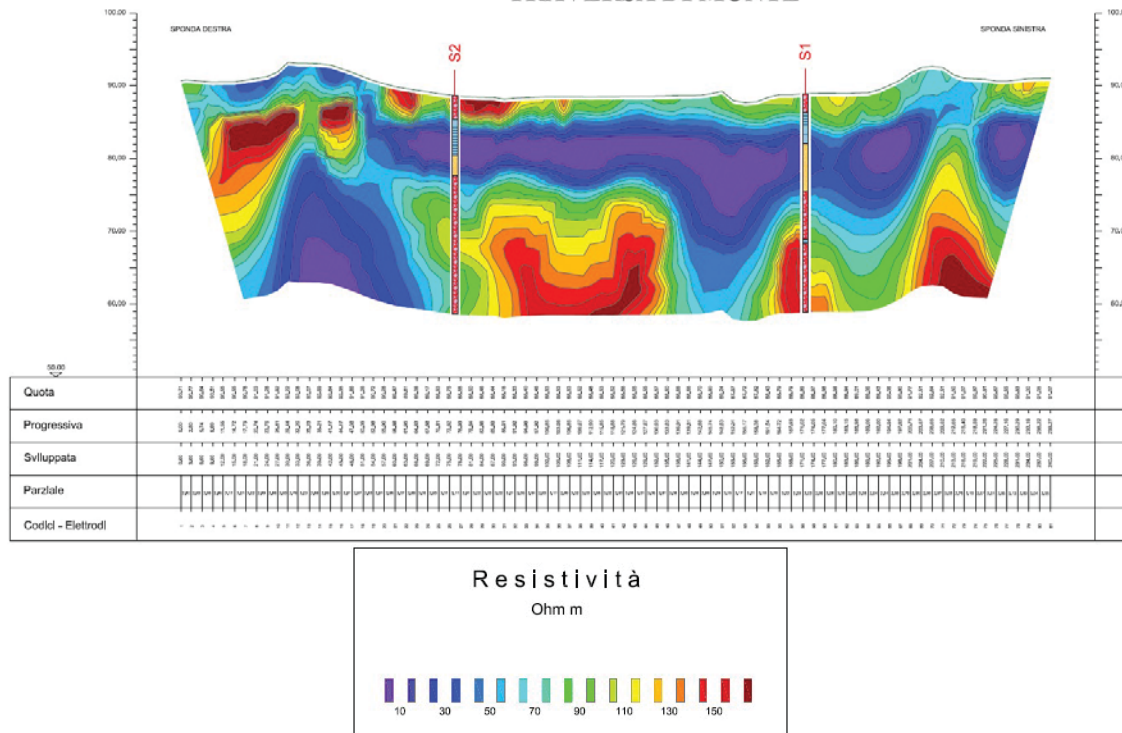


Figura 5.6 Sezioni di tomografia di resistività elettrica.

6 MODELLO GEOLOGICO - GEOTECNICO

Le indagini svolte nell'area interessata dalla presenza dei manufatti di competenza della cassa di espansione hanno evidenziato un assetto del sottosuolo caratterizzato da un'elevata variabilità latero-verticale. Al fine di indagare la distribuzione geometrica e le caratteristiche geotecniche del sottosuolo e ricostruire un modello geologico-geotecnico, è stata svolta un'analisi integrata delle prove geognostiche e geofisiche svolte durante le campagne di indagini del 2019-2022 e del 2022. In **Allegato 10 IG – Modello Geologico** viene riportato il modello geologico con i relativi parametri geotecnici principali.

Sono state prodotte due sezioni geologiche al di sotto dei due manufatti seguendo come scheletro le tracce degli stendimenti delle tomografie geoelettriche; sono state tracciate sezione AA' settentrionale in corrispondenza del MLMc e la sezione BB' in corrispondenza della TdM.

In base alle indagini dirette effettuate è stata riscontrata la presenza di n°4 livelli.

- Livello 1: ghiaie eterometriche in matrice sabbioso limosa a geometria lenticolare con spessore massimo 6-7 m dal p.c. a localmente assenti. Le caratteristiche geotecniche vengono riassunte in Tabella 6.1. La geometria dei corpi lenticolari è stata desunta spazializzando il dato puntuale dei sondaggi a carotaggio continuo con le ERT; è stato notato, infatti, una buona compatibilità tra le quote in cui sono presenti i materiali ghiaiosi di tale livello e la presenza dei nuclei resistivi relativamente. Tra il S4 ed il S5 sono state riconosciute sulla base delle ERT lenti di dimensioni relativamente ridotte e discontinue. Si segnala il valore medio di D_r (%) relativamente elevato rispetto ai valori degli orizzonti ghiaiosi presenti più in profondità, probabilmente derivante dall'esiguo numero di prove SPT che non abbiano dato rifiuto strumentale.

γ (kN/m ³)	Φ' (°)	D_r (%)	M_0 (Kg/cm ²)
18-19	26	76	340

Tabella 6.1. Parametri geotecnici relativi al livello 1

- Livello 2: materiale coesivo prevalentemente costituito da limi e argille a tratti sabbiose. Lo spessore di tale unità risulta variabile tra il 4-5 m fino ad oltre 30 m di profondità; a tratti, in base alle tomografie elettriche, il tetto risulta essere anche molto superficiale, prossimo al piano campagna. I parametri geotecnici di tale livello vengono riportati in Tabella 6.2. La presenza di materiale fine viene evidenziato dalla presenza di aree relativamente a bassa resistività nelle sezioni ERT. All'interno di tale livello sono presenti corpi a geometria lentiforme di materiale grossolano, come evidenziato dal sondaggio S4 e dai nuclei relativamente più resistivi isolati all'interno di materiale a resistività relativamente bassa.

γ (kN/m ³)	Φ' (°)	C'	M_0 (KPa)
18-20	23	30.5	12320

Tabella 6.2. Parametri geotecnici relativi al livello 2.

- Livello 3: materiale prevalentemente sabbioso eterometrico, da fine a medio-grossolano. Lo spessore di tale unità risulta caratterizzata da estrema variabilità latero verticale; lo spessore maggiore si riscontra nella verticale d'indagine S1 con spessore di circa 6.6 m, mentre si riduce sensibilmente in corrispondenza del sondaggio S2. La presenza di questo livello non viene riconosciuta nelle tomografie elettriche, probabilmente a causa di un relativamente elevato grado di saturazione del mezzo, peculiarità, che in tal caso, risulta essere preponderante per quanto riguarda le caratteristiche geofisiche indagate. Nei sondaggi S3 ed S5 sono presenti due livelli discontinui tra di loro, rispettivamente circa 0.5 m e di 6.5 m di materiale sabbioso ad una quota simile con quello riscontrato in corrispondenza della TdM. Il livello rinvenuto in corrispondenza del sondaggio S5 è caratterizzato dalla presenza di granulometrie relativamente grossolane in inclusione e da geometria lentiforme. I parametri geotecnici di tale livello vengono riportati in Tabella 6.3.

γ (kN/m ³)	Φ' (°)	D_r (%)	M_0 (Kg/cm ²)
18-20	24	36	286

Tabella 6.3. Parametri geotecnici relativi al livello 3.

- Livello 4: ghiaie eterometriche in matrice sabbioso limosa a geometria lenticolare con tetto dello strato a profondità variabile da 12-15 m a 20 m a localmente assenti, in quanto tale unità risulta caratterizzata da estrema variabilità latero verticale. Anche in tal caso si nota una buona corrispondenza tra i nuclei resistivi e la presenza dei livelli ghiaiosi. I parametri geotecnici di tale livello vengono riportati in Tabella 6.4.

γ (kN/m ³)	Φ' (°)	Dr (%)	M0 (Kg/cm ²)
18-20	28	32	385

Tabella 6.3. Parametri geotecnici relativi al livello 4.

In corrispondenza delle verticali d'indagine si evidenziano inoltre gli intervalli che, in base all'analisi di liquefazione sono risultati potenzialmente liquefacibili, in base alle accelerazioni di progetto.

7. VALUTAZIONE AZIONE SISMICA

7.1 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le Norme Tecniche per le Costruzioni DM 17.01.2018 hanno modificato le modalità di valutazione delle azioni di progetto. In particolare, l'azione sismica è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le nuove norme tecniche forniscono le forme spettrali in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo di riferimento i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it> (figura 27).

Dalla carta si evince che il territorio del Comune di Montecchio Emilia ricade in un areale in cui si possono verificare terremoti caratterizzati da un'accelerazione massima del suolo (a_{max}) pari a $0.125 \div 0.175 g$.

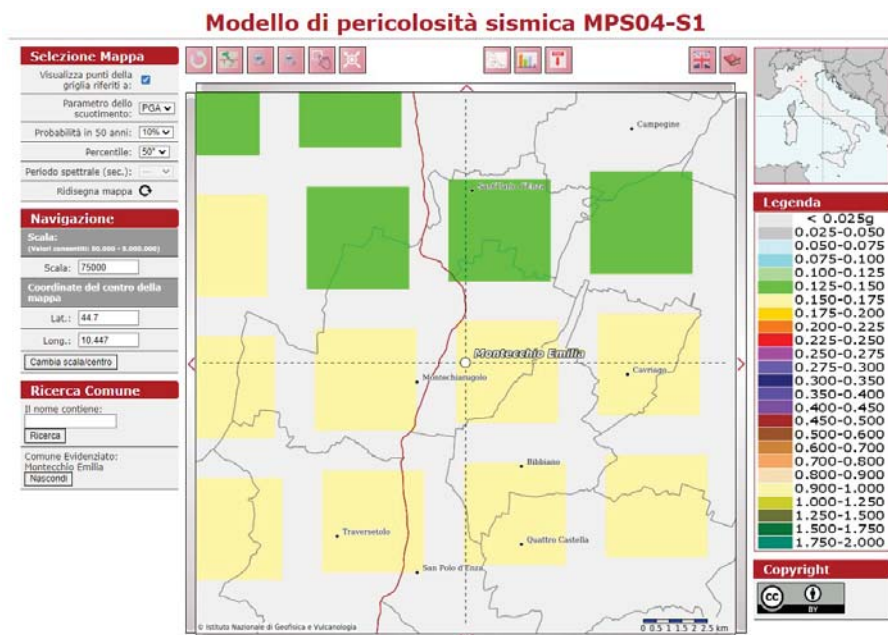
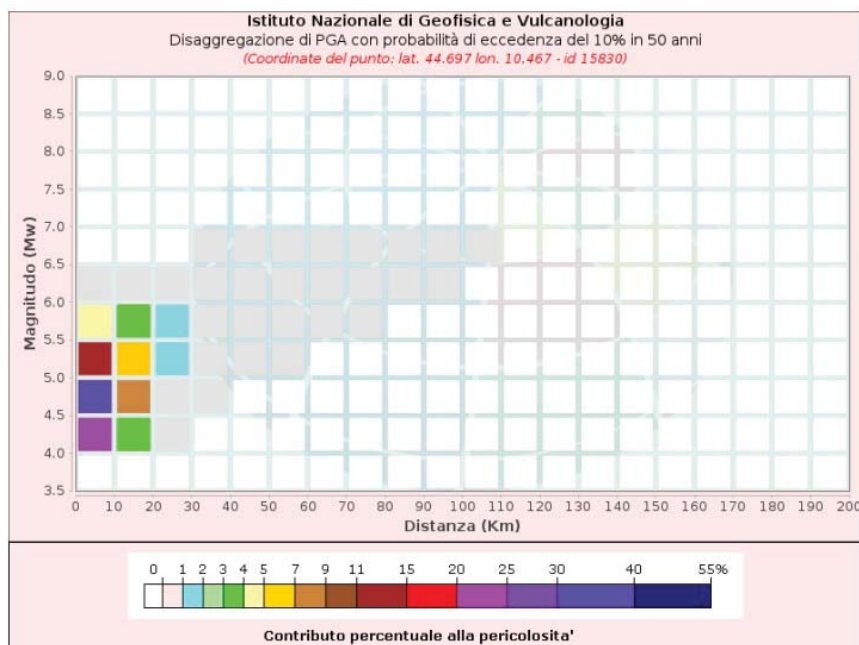


Figura 7.1 Mappa di pericolosità sismica per il territorio del Comune di Montecchio Emilia espressa in termini di $a(g)$ e probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ($TR = 475$ anni) (INGV); gli assi sono centrati sul sito di interesse



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni										
Distanza	Magnitudo									
in Km	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5
0-10	0.0000	21.2000	33.0000	14.4000	4.3300	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.4500	8.5300	6.5700	3.1900	0.0825	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0846	0.9520	1.6300	1.2300	0.0645	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0193	0.3120	0.4540	0.0608	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0196	0.1390	0.1000	0.0199	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0212	0.0492	0.0137	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0173	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0082	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0024	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi: magnitudo = 4.85 ; distanza = 8.12 ; epsilon = 0.802

Figura 7.2: Contributi alla pericolosità per intervalli di magnitudo e distanza epicentrale (INGV)

7.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE SECONDO LIVELLO

Per la determinazione preliminare delle azioni sismiche di progetto, a partire dalla pericolosità sismica di base, si è utilizzato il software GEOSTRU, nella quale sono stati introdotti alcuni parametri di calcolo che dovranno comunque essere verificati dal progettista strutturale. In conformità con le disposizioni del PTCP della Provincia di Reggio Emilia viene effettuata una Risposta Sismica Locale di secondo livello.

Nel caso in esame sono stati assunti i seguenti parametri di progetto dell'opera su indicazione del progettista:

Coordinate del sito WGS 84: Lat 44.7052 - Lng 10.4387

Coordinate del sito ED50: Lat 44.732554 - Lng 10.466699

Classe d'uso: II;

Coefficiente d'uso C_u : 1,0;

Vita nominale dell'opera V_n : ≥ 50 anni;

quindi, periodo di riferimento **V_r : ≥ 50 anni**

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali, in funzione dei tre parametri definiti in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Vengono quindi valutate le diverse probabilità di superamento in 50 anni per periodi di ritorno variabili tra 30 e 2475 anni.

Il sito in esame, non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, pertanto i valori dei parametri a_g , F_0 , e T_c^* sono stati determinati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Stati Limite		Probabilità di superamento	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
Stati limite d'esercizio	SLO	81%	30	0,048	2.472	0,243
	SLD	63%	50	0,060	2.500	0,260
Stati limite ultimi	SLV	10%	475	0,152	2.434	0,283
	SLC	5%	975	0,193	2.431	0,291

COEFFICIENTI SISMICI DETERMINATI (CATEGORIA DI SOTTOSUOLO C)				
	SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Amplificazione stratigrafica Ss	1,50	1,50	1,49	1,42
Coeff. funz. Categoria Cc	1,67	1,64	1,59	1,58
Amplificazione Topografica St	1,0	1,0	1,0	1,0
Componente Orizzontale Kh	0,013	0,016	0,054	0,066
Componente verticale Kv	0,007	0,008	0,027	0,033
Acceleraz. Max attesa in sito Amax	0.712	0.885	2.203	2.687
Beta	0.180	0.180	0.240	0.240

7.3. RISPOSTA SISMICA LOCALE DI TERZO LIVELLO

Dal momento che l'area oggetto di indagine ricade all'interno di un alveo attivo con depositi olocenici ed in evoluzione, a tratti sabbiosi e limosi, e che l'opera viene considerata dal sottoscritto di importanza relativamente elevata, visto che ricopre funzione di pubblica sicurezza, si è provveduto ad eseguire una risposta sismica locale di terzo livello (RSLIII).

È stata eseguita una analisi approfondita sugli effetti di amplificazione locale in caso di sisma, analizzando tutti i dati ottenuti dalla campagna di indagini eseguita nel mese di Novembre 2022 ed in particolar modo l'acquisizione con tecnica HVSr in corrispondenza dell'area oggetto di studio, che permette di stimare la frequenza di risonanza fondamentale (f_r) del sottosuolo e la profondità del bedrock sismico mediante la relazione $f_r = V_s/4H$ dove H si considera lo spessore meno rigido sovrastante, considerando una situazione semplificata di sistema monostrato piano.

La realtà geologica locale risulta però è molto più complessa con la presenza di una alternanza di litologie coesive (argille e limi) e granulari (ghiaie e argille) fino ad arrivare al bedrock stratigrafico. Lo spettro H/V di un sistema multistrato può ritenersi comunque una sommatoria delle frequenze di risonanza dei principali strati che inducono contrasti di impedenza sismica.

In figura 15 si riporta il risultato della prova HVSr eseguita nel lotto oggetto di studio. Nella Figura 7.4 si riportano i valori delle V_s desunti dall'elaborazione dello spettro f-H/V della HVSr2.

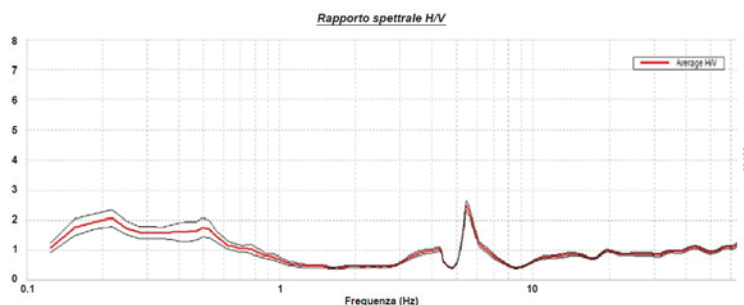


Figura 7.3: spettro HVSr2

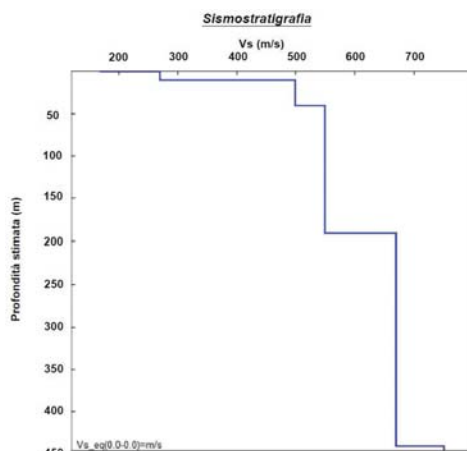


Figura 7.4: Picchi di frequenza e rispettive profondità

Per valutare gli effetti di risposta sismica locale, in termini di amplificazione locale dell'impulso sismico al suolo, si è proceduto con l'elaborazione di una modellazione numerica tramite il software **STRATA** dove la verifica monodimensionale si compone di n.° 2 fasi: elaborazione del modello e simulazione degli effetti indotti dal sisma di progetto. Il software Strata esegue un'analisi lineare-equivalente nel dominio della frequenza utilizzando come input delle serie temporali in accordo con la Random Vibration Theory (RVT).

Il calcolo della RLS viene effettuato dal codice di calcolo attraverso il metodo della funzione di trasferimento e si articola in quattro fasi (Figura 7.5):

- 1- Calcolo della trasformata di Fourier dell'accelerogramma di input al bedrock attraverso la quale quest'ultimo è trasformato in una somma infinita di armoniche;
- 2- Calcolo della funzione di amplificazione tra il basamento e la superficie del deposito;
- 3- Calcolo della trasformata di Fourier della risposta in accelerazione alla superficie del deposito come prodotto della funzione di amplificazione per la trasformata di Fourier dell'input;
- 4- Calcolo della trasformata inversa di Fourier ottenuta al punto 3 ottenendo l'accelerogramma in superficie.

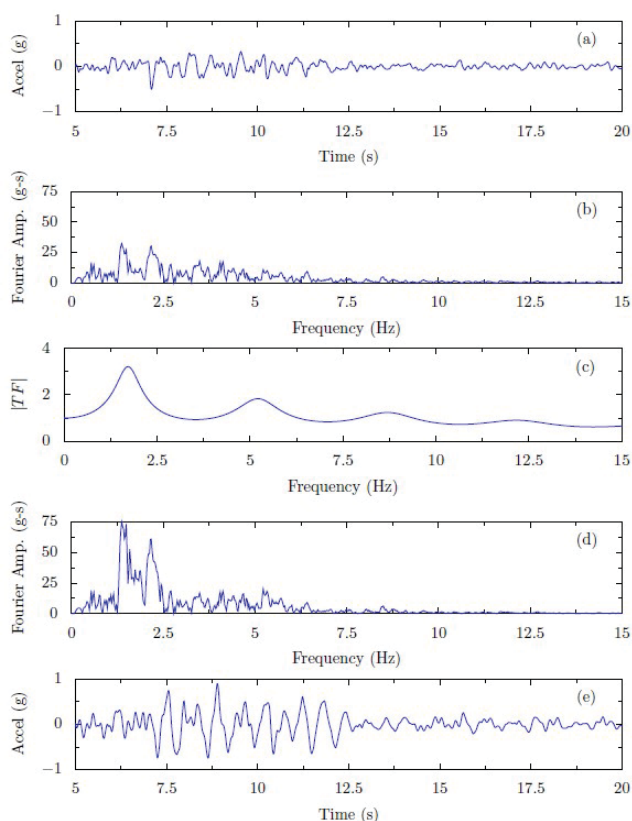


Figura 7.5: Schema riassuntivo delle fasi di calcolo usate dal codice di calcolo Strata basato sulla RVT.

In questo processo, risulta importante la ricostruzione della colonna di sottosuolo di riferimento rappresentata da strati (layer) e da diversi valori delle onde di taglio S.

La colonna di sottosuolo fino alla quota di 30 m. è stata ricostruita correlando indagini dirette ed indirette realizzate nell'area oggetto di studio (sondaggi e MASW), che hanno permesso di attribuire ad ogni layer uno spessore ed una velocità di propagazione delle onde di taglio. Laddove disponibili agli strati superficiali sono stati attribuite le leggi di decadimento dei parametri dinamici G/G0 e D derivanti dalle prove triassiali cicliche. Laddove, invece, non si avessero dati diretti si sono utilizzate curve di letteratura adatte per ciascuna litologia; nel caso specifico, i grafici di decadimento sono quelli proposti da "Vucetic – P.I.50" per le argille, "Seed Idriss-media" per le sabbie, mentre per le ghiaie è stato utilizzato il grafico proposto dalla DGR IX/2616 del 30 novembre 2011 Regione Lombardia.

La stratigrafia profonda è stata invece estrapolata da informazioni bibliografiche di pozzi censiti presenti nella zona, implementate dalla prova HVSR. In base al Modello Strutturale d'Italia 1:500000 il tetto del Pliocene è ad una profondità inferiore a 500 m dal pc. Questa stratigrafia è stata confrontata con quella estrapolata dal quadro stratigrafico strutturale della Regione Emilia Romagna (Fig. 2), dove il Sistema Emiliano Romagnolo Superiore (AES) in corrispondenza dell'abitato di Montecchio Emilia risulta essere costituito da alternanze di corpi ghiaiosi e argillosi, e trova la sua base ad una profondità tra 30-40 m dal piano campagna, mentre il Sistema Emiliano Romagnolo Inferiore (AEI) risulta essere costituito prevalentemente da depositi grossolani in matrice fine e trova la sua base ad una profondità tra 80-100 m dal piano campagna. Quest'ultimo passaggio possiamo definirlo oltre ad un bedrock stratigrafico ma non bedrock sismico in quanto le velocità delle Vs risultano inferiori agli 800 m/s.

Il modello numerico di risposta sismica locale è riportato in tabella 7.1.

Layer	Spessore	Profondità	Litologia dominate	Vs(m/s)
1	2.50	0.00	Ghiaia	150
2	4.30	2.50	Argilla	170
3	6.60	6.80	Sabbia	220
4	16.60	13.40	Ghiaia	430
5	90.00	30.00	Argilla	490
6	80.00	120.00	Argilla	630
7	-	200	Bedrock sismico	800

Tabella 7.1: definizione degli orizzonti per la modellazione

Per il comportamento elastico e di smorzamento dei vari strati di terreno o roccia del profilo stratigrafico si fa riferimento principalmente ai litotipi granulari, coesivi e rocciosi.

In considerazione dell'assetto litostratigrafico della zona in esame, si è preferito trasferire il moto di un sisma di riferimento lungo tutta la colonna litostratigrafica ricostruita, indipendentemente dalla individuazione di un substrato sismico più o meno riconosciuto dalle indagini eseguite. Questa procedura sembra individuare meglio le frequenze tipiche di amplificazione del suolo più significative.

La seconda fase di elaborazione consente di ottenere tre differenti "spettri di risposta" corrispondenti alla pseudosezione spettrale (PSA), pseudovelocità spettrale (PSV), spostamento spettrale (SD). Tali spettri descrivono il comportamento dello strato superficiale di terreno rispetto alla colonna stratigrafica di riferimento in relazione all'input sismico utilizzato.

- Lo spettro PSA mostra il comportamento dell'accelerazione spettrale per diversi valori di periodi da 0 a 10 secondi;
- Lo spettro PSV mostra il comportamento della velocità spettrale in funzione del periodo compreso tra 0 e 10

secondi. Il risultato di questa analisi è utilizzabile per il calcolo del fattore di Intensità Spettrale di Housner (SI). L'SI è un indicatore della pericolosità sismica ed è definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità in un intervallo prefissato di frequenze. Questa grandezza è direttamente correlabile all'energia che viene dissipata nelle strutture durante un terremoto e quindi esprime il possibile grado di danneggiamento subito dagli edifici.

- c) Lo spettro SD mostra il comportamento dello spostamento spettrale nel periodo da 0 a 10 secondi. Lo spostamento spettrale è un parametro utilizzato per valutare il danno strutturale a cui è soggetta una costruzione dopo il sisma.

I sismi di riferimento utilizzati per il calcolo della RSL sono forniti dalla Regione Emilia-Romagna (<https://rer.eucentre.it/mainpage.jsp>) sono un gruppo di 7 accelerogrammi naturali spettro-compatibili per ciascuno spettro di risposta di riferimento individuato, considerando le prescrizioni delle NTC08 e NTC18, in accordo con l'Allegato 4 della DGR 476 del 12/04/2021. Gli accelerogrammi selezionati sono riferiti a sismi con tempo di ritorno $T_r = 475$ anni, compatibili con lo SLV per una $V_r=50$ anni.

L'accelerazione media al suolo dei 7 sismi utilizzati per la modellazione risulta essere pari a 0.233g con un fattore di amplificazione $FA=1.35$.

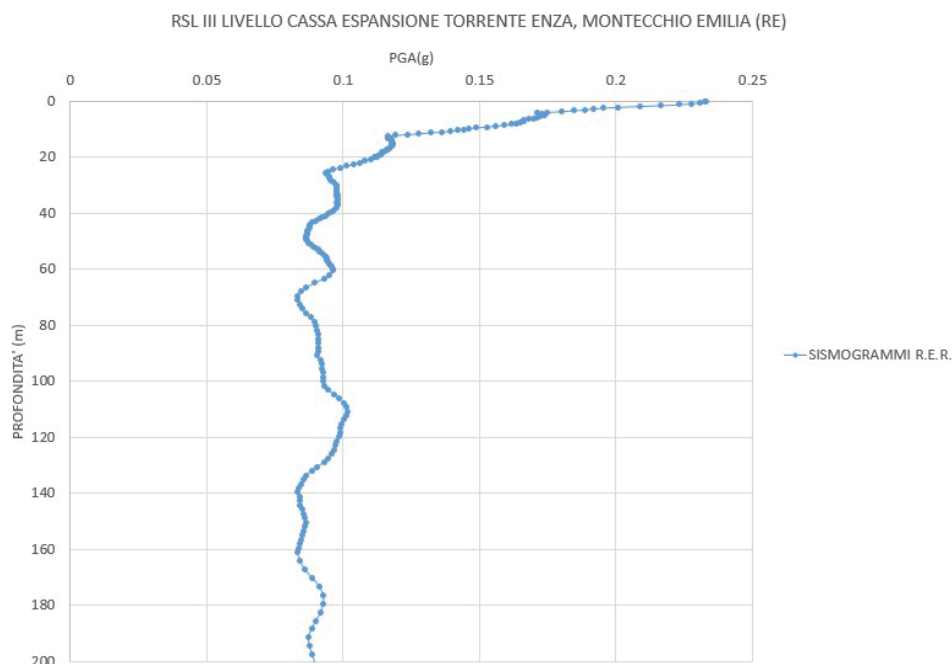


Figura 7.6: Definizione dell'accelerazione sismica al suolo attraverso la media dei 7 accelerogrammi forniti dalla Regione Emilia-Romagna.

I dati ottenuti dalla modellazione dei sismi il dato di output medio ottenuto è stato normalizzato per ottenere uno spettro di risposta confrontabile con quello di normativa (Figura 7.7). Lo spettro normalizzato restituisce un'accelerazione al suolo di **$a_g = 0.222$ g**, che confrontata con l'accelerazione derivante dallo spettro di normativa per l'area di indagine e la categoria topografica risulta essere sostanzialmente concorde. In Figura 7.7 viene riportato il grafico relativo allo spettro normalizzato calcolato in base ai dati derivanti dall'analisi della RSLIII.

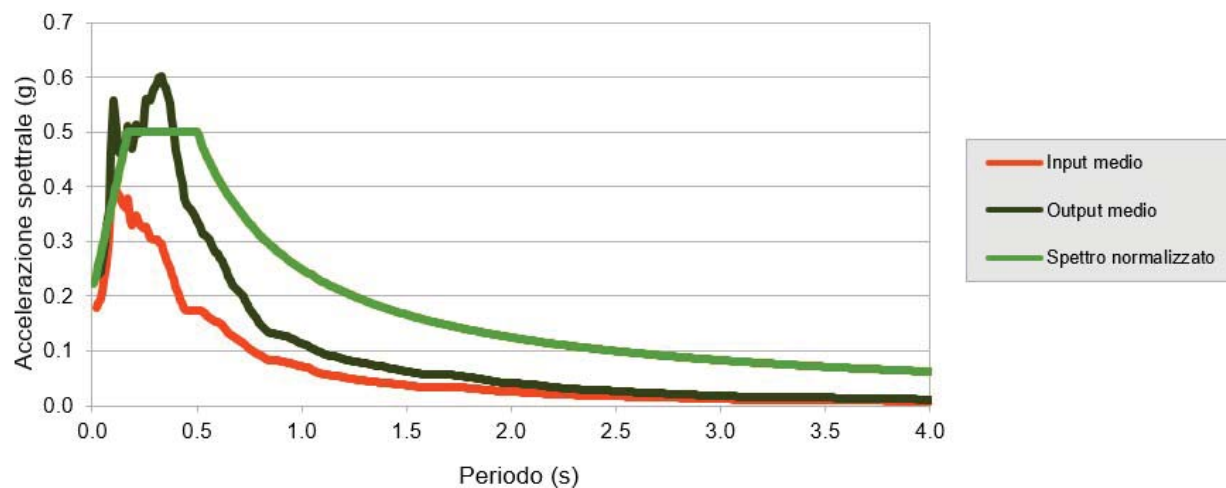


Figura 7.7: Normalizzazione dell'output medio

PARAMETRI SPETTRO NORMALIZZATO	
A_{g0}	0.222
T_B	0.17
T_C	0.50
S_S	1.46
F_0	0.553
FA	1.35

8 VERIFICA DELLA POSSIBILITA' DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

Il fenomeno della liquefazione dei terreni durante i terremoti interessa i depositi sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti, a granulometria uniforme normalmente consolidati e saturi.

La causa principale della liquefazione è il sorgere di un notevole aumento delle pressioni interstiziali, che assumono valori prossimi a quelli delle pressioni totali, annullando la resistenza al taglio e inducendo fenomeni di fluidificazione.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di $0,1g$;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 44 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

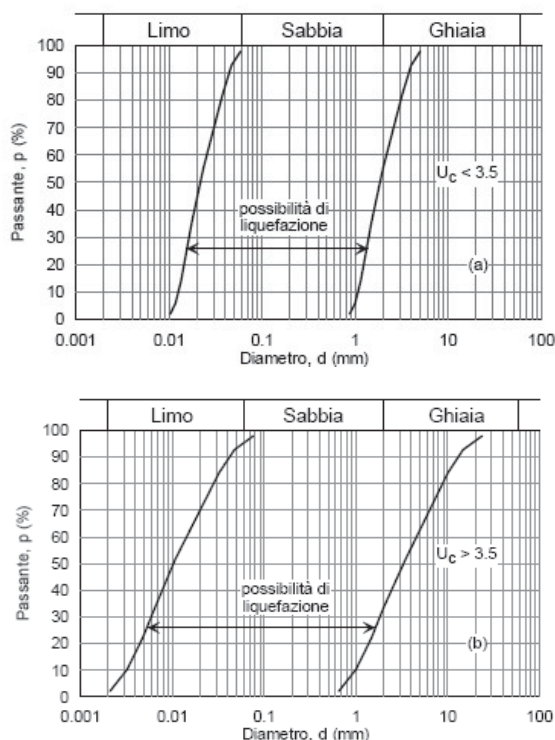


Figura 8.1: Distribuzione granulometrica dei depositi potenzialmente soggetti a liquefazione

Dal momento che:

- il terremoto di magnitudo massima attesa è di $M_w=6.14$
- l'accelerazione massima attesa al piano campagna è maggiore di $0.1g$;

- la profondità rilevata durante le operazioni di sondaggio è compresa tra i 2.50 m ed i 0.50 m dal p.c. e, trovandosi l'area di indagine in zona di alveo attivo, in caso di evento sismico, si ipotizza l'ipotesi peggiore di saturazione del suolo fino ad una profondità di 0 m dal p.c.;
- è stata verificata la presenza di livelli con $(N_1)_{60} > 30$;
- è stata verificata la presenza di livelli con più del 50% della curva granulometrica interna ai fusi granulometrica di normativa (in accordo con l'Allegato 3 del DGR 476 del 12/04/2021 della Regione Emilia-Romagna) come mostrato in Figura 8.2

è stato necessario procedere con un'analisi di potenziale di liquefazione.

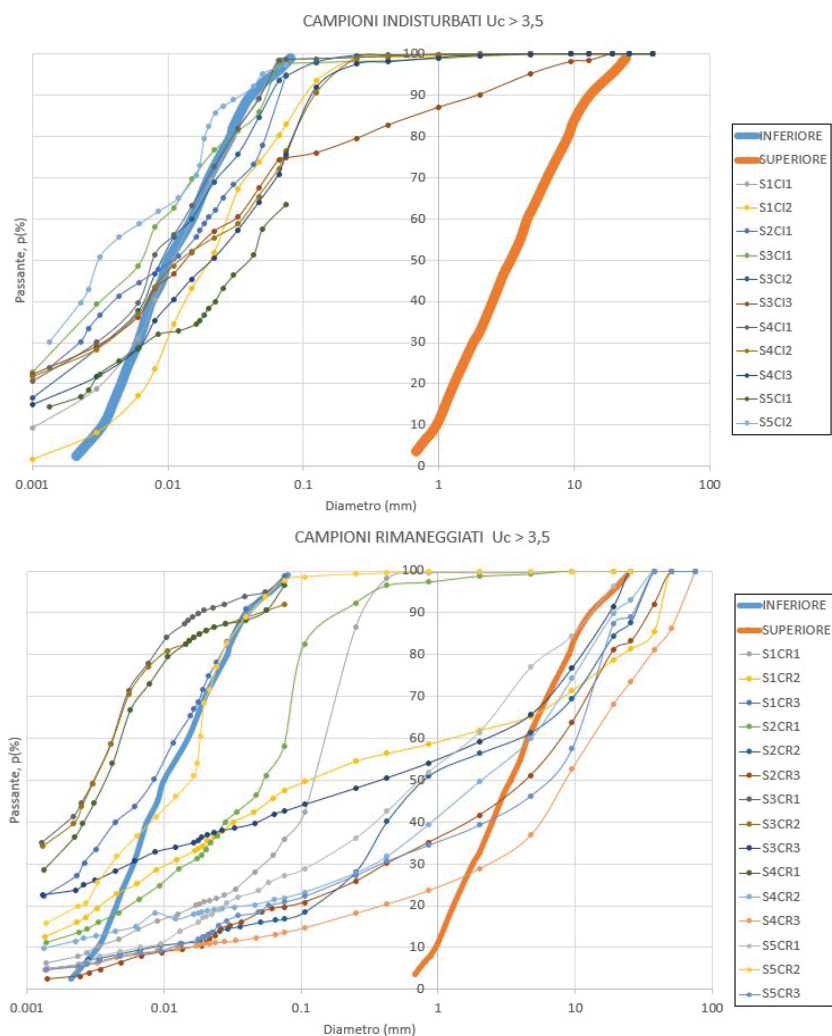


Figura 8.2. Curve granulometriche relative ai campioni prelevati dai sondaggi eseguiti.

Al fine di eseguire l'analisi del potenziale di liquefazione si è utilizzato il software **Liquiter** di Geostru. Il software **Liquiter** è un software per l'analisi della liquefazione dei terreni in condizioni sismiche. I dati di input richiesti possono essere ricavati da diverse prove di campagna. In sintesi, i risultati forniti dal programma sono:

- Fattore di sicurezza a liquefazione / Indice del potenziale di liquefazione;
- Mobilità ciclica per le argille;
- Liquefazione delle sabbie e delle argille;
- CSR, CSR variabile con la profondità (SHAKE);

- Riconsolidazione, Lateral Spreading;
- Forza residua.

Le principali normative di riferimento sono le seguenti:

- Norme Tecniche per le Costruzioni, DM 17 gennaio 2018.
- Circolare delle Norme Tecniche per le Costruzioni, circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP
- EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnical design – Part 1: General rules, November 2004
- EN 1997-2 Eurocode 7 – Geotechnical design – Part 2: Ground investigation and testing, March 2007
- EN 1998-1 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings, December 2004
- EN 1998-5 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects, November 2004

Allo scopo di considerare lo scenario peggiore in caso di evento sismico potenzialmente scatenante fenomeni di liquefazione, si è considerata una soggiacenza della falda pari a 0.01m dal p.c. I parametri ricavati dall'analisi del potenziale di liquefazione sono riportati in **Allegato 10 IG – Analisi di liquefazione**. Il fattore di sicurezza F_s minimo accettato dall'Eurocodice EC8 deve essere superiore a 1.25. Cautelativamente in tale lavoro si è deciso di adottare $F_s=3$.

	S1	S2	S3	S4	S5
Boulanger & Idriss 2014	3.21 m – 6.61 m 12.02 m – 13.21 m	7.41 m – 8.01 m	12.21 m – 15.01 m	12.21 m – 13.41 m	8.41 m – 16.21 m
EC8 SPT	-	-	-	-	-
EC8 VS	2.61 m – 13.21 m	3.21 m – 11.01 m	4.81 m – 11.41 m 12.41 m – 15.01 m	7.01 m – 13.41 m	16.41 m – 20.01 m
Seed & Idriss 1985	6.21 m – 9.01 m	8.21 m – 11.01 m	4.81 m – 9.01 m	7.01 m – 9.01 m	5.81 m – 7.01 m 12.21 m – 20.01 m

Tabella 8.1. Profondità intervalli potenzialmente liquefacibili (m dal p.c.) per ciascun metodo di analisi utilizzato.

IPL (Sonmez, 2003)	S1	S2	S3	S4	S5
Boulanger & Idriss 2014	0	0	0	0	0
EC8 SPT	0	0	0	0	0
EC8 VS	2.68	7.91	8.2	7.91	0
Seed & Idriss 1985	4.81	4.27	4.48	4.17	4.2

Tabella 8.2. Indice del potenziale di liquefazione di ciascuna verticale d'indagine per ciascun metodo di analisi utilizzato (Sonmez, 2003).

In base all'Allegato 3 del DGR 476 del 12/04/2021 è necessario eseguire un'analisi dell'indice del potenziale di liquefazione (IL), dove il è definito dal seguente integrale:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

Dove:

$F(z) = 0$	per	$F_L \geq 1.2$
$F(z) = 2 \cdot 10^6 \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L)$	per	$1.2 > F_L \geq 0.95$
$F(z) = 1 - F_L$	per	$F_L \leq 0.95$

$$w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}} \right)$$

Essendo le prove SPT quelle maggiormente utilizzate nell'ambito del piano di indagine eseguito si è seguito quanto esposto al paragrafo "A2.1 Metodo basato sui risultati di prove SPT" basato su Boulanger e Idriss (2014). I risultati dell'analisi dell'Indice del Potenziale di Liquefazione, eseguito per ciascun livello risultato essere potenzialmente liquefacibile sono riportati in Allegato 10 IG – Analisi di liquefazione.

Sono stati, inoltre, valutati i possibili cedimenti post sismici conseguenti al sisma massimo atteso per l'area di indagine sotto il carico indotto dalla struttura sempre mediante il Software Liquiter di Geostru.

Alcuni dei parametri da inserire all'interno del programma derivano dalle prove edometriche eseguite sui campioni indisturbati prelevati dalle verticali d'indagine. Essendo la tensione di contatto tra la struttura ed il terreno circa 66 Kpa, su indicazione del progettista si è scelto di considerare i parametri caratteristici del terreno in base allo step di carico prossimo ai 50 Kpa. I risultati dell'analisi sui cedimenti post sismici indotti dal carico della struttura sono riportati in Allegato 10 IG – Analisi di liquefazione. In base ai dati disponibili al momento dell'esecuzione delle analisi, secondo il criterio dell'Eurocodice 8 per le SPT non sono stati riscontrati cedimenti post sismici significativi.

9 CONCLUSIONI

Il presente documento e gli elaborati cartografici allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, chiariscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica e sismica in cui si colloca il settore di studio e affrontano gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico, fornendo un quadro d'insieme adeguato alla fase progettuale esecutiva delle opere.

L'area, ubicata all'interno dell'alveo attivo del torrente Enza, in posizione W rispetto all'abitato di Montecchio Emilia. In tale area sono presenti due manufatti posti al funzionamento della cassa di espansione. L'area in oggetto risulta da pianeggiante a dolcemente ondulata e stabile; non sono stati rilevati fenomeni geologici e geomorfologici attivi in grado di comprometterne la stabilità di pendii.

Le indagini eseguite nell'area della cassa di espansione hanno messo in evidenza la presenza lungo la verticale di depositi alluvionali fino a 30 m di profondità dal piano campagna. Tali depositi sono costituiti da lenti di ghiaie e sabbie eterometriche alternati a depositi francamente coesivi ad elevata componente limosa e secondariamente argillosa. La profondità della falda al termine dei sondaggi eseguiti durante le indagini risulta essere compresa tra 0.5 m e 2.0 m dal p.c. Data la conformazione geometrica e granulometrica del sottosuolo si suppone la presenza di un sistema acquifero multistrato, costituito da livelli acquiferi a permeabilità relativamente elevata in depositi a granulometria grossolana separati strati a permeabilità relativamente bassa o molto bassa in granulometrie fini; a tal proposito le prove Lefranc e carico variabile eseguite negli interstrati fini hanno dato valori di conducibilità idraulica K nell'ordine dei 10^{-7} m/s, valori compatibili con un comportamento idrogeologico di tali livello da acquitrando. Si prevedono, infine, frequenti oscillazioni legate alle variazioni del regime pluviometrico ed ai conseguenti eventi di piena.

La sezione geologica prodotta nel documento "2022-1087-PR-GEO5: Profilo geologico con inserimento della briglia di monte" risulta essere coerente, limitatamente all'area rappresentata, con il modello prodotto nella presente reazione geologica.

Dalle prove M.A.S.W. eseguite in corrispondenza dell'area in esame sono stati ottenuti i valori di pari a $V_{s30} = 351, 314, 324$ e **347 m/s**. Con riferimento alla Tabella 3.2 II delle N.T.C. 2018 il sito in esame rientra nella categoria di suolo **C** – "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, 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". Non sono prevedibili fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o ad effetti di bordo, l'area, risulta stabile e suscettibile di amplificazioni sismiche dovute esclusivamente all'assetto stratigrafico. La frequenza fondamentale di risonanza dei terreni di fondazione è risultata maggiore di 5 Hz. Secondo quanto indicato nella Classificazione sismica della Delibera n. 1164 del 23/07/2018 della Regione Emilia-Romagna, il territorio comunale di Montecchio Emilia è classificato in classe 3. Sul territorio del comune di Montecchio Emilia è stato realizzato lo studio di Microzonazione Sismica di II livello, sebbene l'area oggetto di indagine non sia compresa in tale strumento di pianificazione. Il PTCP della Provincia di Reggio Emilia prescrive per l'area un approfondimento di II livello per la risposta sismica locale; tuttavia, vista l'importanza dell'opera, l'ubicazione su terreni geologicamente recenti (Pleistocene-Olocene) e le granulometrie dei depositi presenti (a tratti costituiti da sabbie sature) si è provveduto cautelativamente ad eseguire una risposta sismica locale di terzo livello. In base alle analisi eseguite l'accelerazione di picco dello spettro normalizzato calcolato dalla RSL III risulta essere $a_g = 0.222$ (g), sostanzialmente concorde con l'accelerazione ricavata dall'analisi di RSL II. In riferimento alla normativa vigente nessuno dei criteri di esclusione dalla verifica alla liquefazione è stato verificato; pertanto, si è proceduto all'analisi di tale fenomeno. Diversi intervalli delle verticali di indagine sono risultati potenzialmente suscettibili al fenomeno, soprattutto nelle componenti sabbiose e limose entro i 20 m di profondità, con IPL variabile da molto basso-basso ad alto, in base alle verifiche eseguite con differenti approcci. Dai calcoli relativi ai possibili cedimenti indotti dalla liquefazione in condizioni post-sismiche sotto il peso dell'opera, tali cedimenti risultano essere trascurabili. In riferimento ai livelli liquefacibili esposti al capitolo 8 e considerando che le SPT sono prove discontinue, sarebbe opportuno indagare in maniera continua (ad esempio con prove CPTU, limitatamente agli strati di interesse) tali livelli.

In riferimento al Dlgs 152/2006 e dal DPR 120/2017, nel caso in cui fosse necessario eseguire movimenti terra sarà opportuno verificare la conformità ambientale delle Terre e Rocce da Scavo da destinare a qualifica di sottoprodotto o rifiuto.

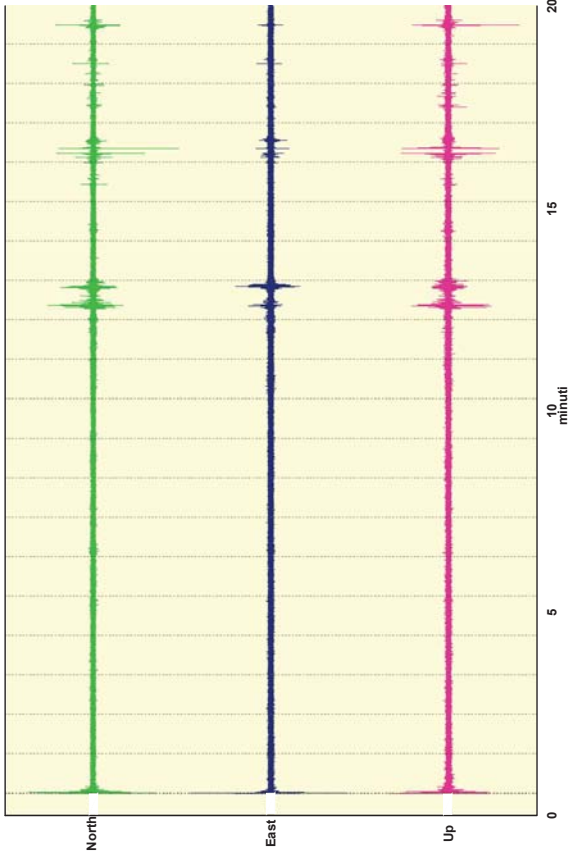
Novembre 2022



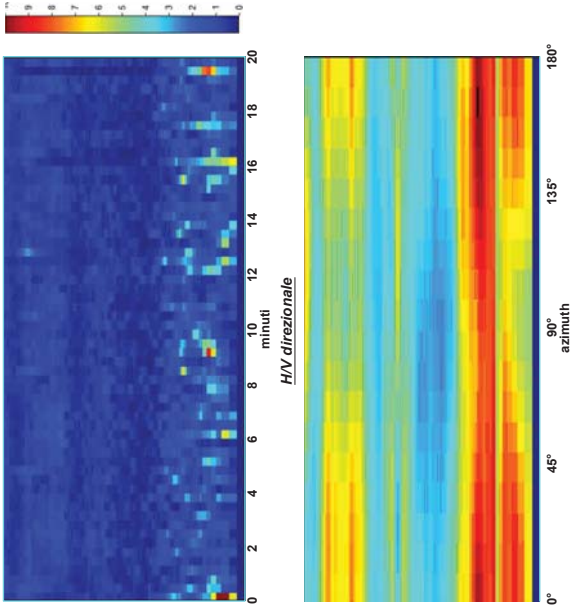
Il geologo
Dott. Fabrizio Giorgini

Prova: HVSR1 - Montecchio Emilia, RE

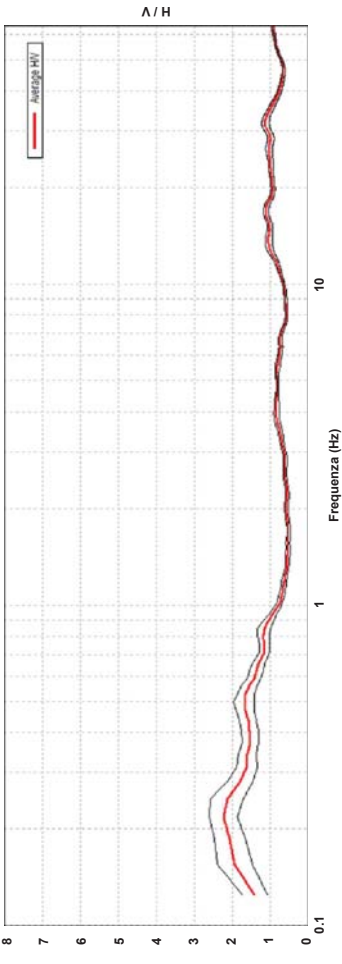
Segnale acquisito



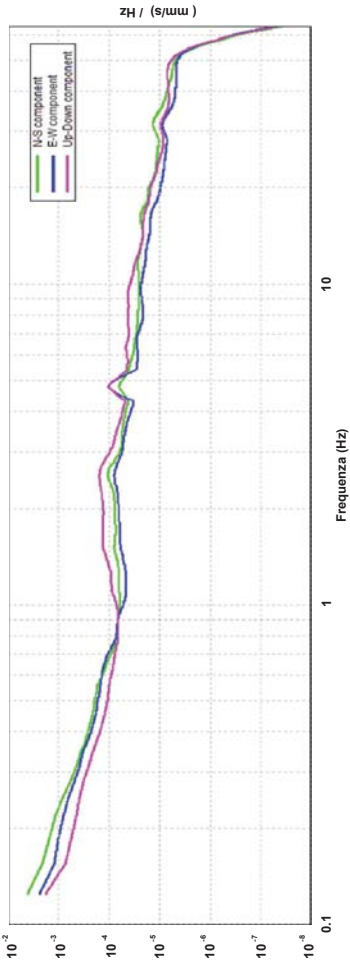
Storia temporale rapporto H/V



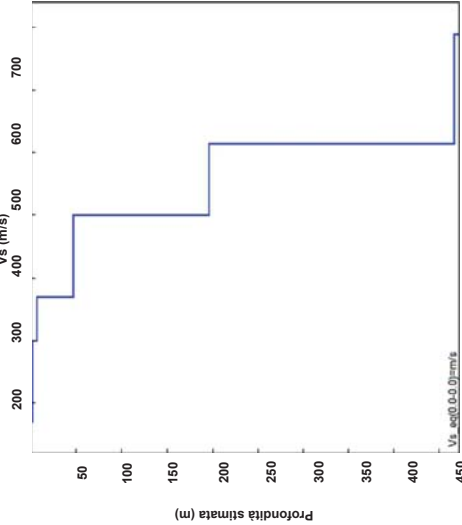
Rapporto spettrale H/V



Singole componenti spettrali



Sismostratigrafia

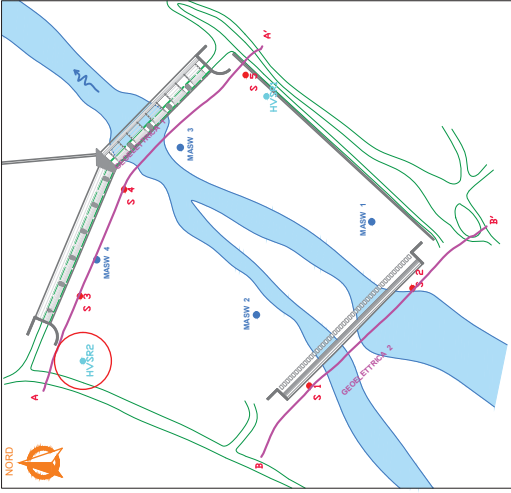


Profondità alla base dello strato (m)	Spessore (m)	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.75	0.75	170	0.40
10.00	10.00	270	0.40
30.00	30.00	300	0.40
40.75	40.75	550	0.40
130.00	130.00	670	0.40
440.75	230.00	750	0.40
Inf.	Inf.		

Frequenze caratteristiche di sito e valore di impedenza

Frequenza (Hz): 32.48
Impedenza (H/V): 1.08

UBICAZIONE DELLA PROVA



Indagini geognostiche presso
manufatti cassa espansione Torrente
Enza

Montecchio Emilia, RE

ALLEGATO

Campagna delle indagini
SISMICA Tipo HVSR

8.1



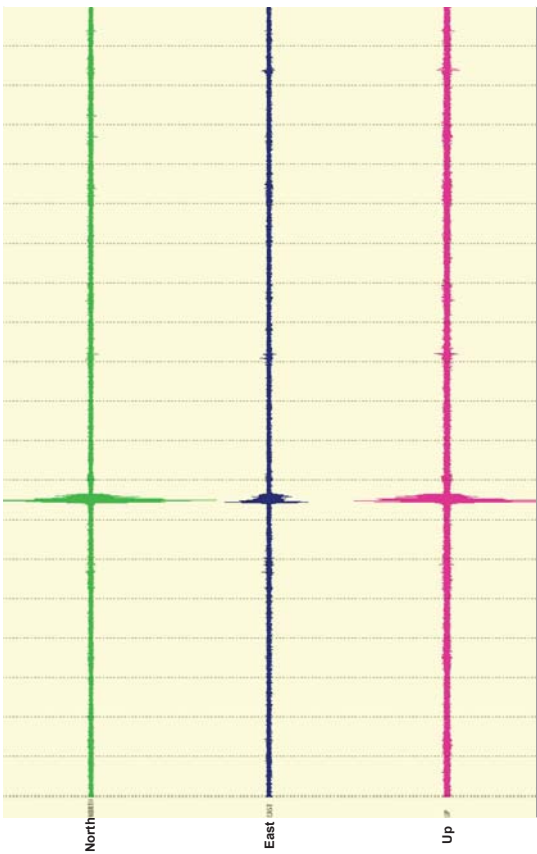
SUBSOIL Srl
Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

Rev.	Redatto	Approvato
A	Dott. Carlo Alberto De Risio	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

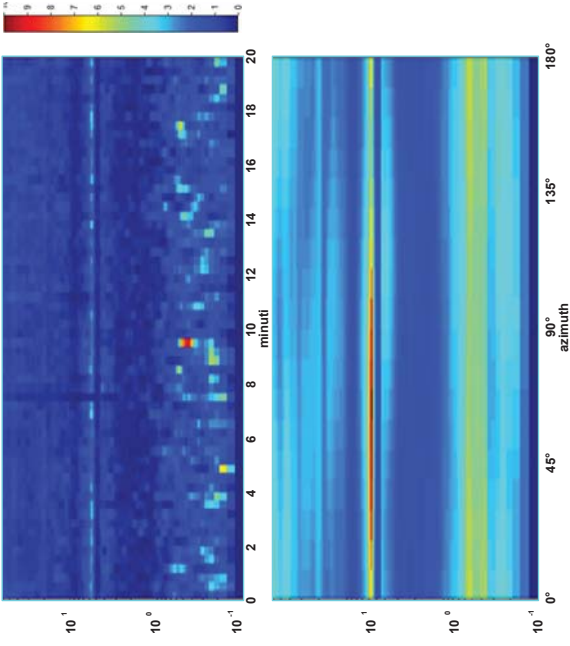
COMMESSA: 090000022_FG

Prova: HVSR2 - Montecchio Emilia, RE

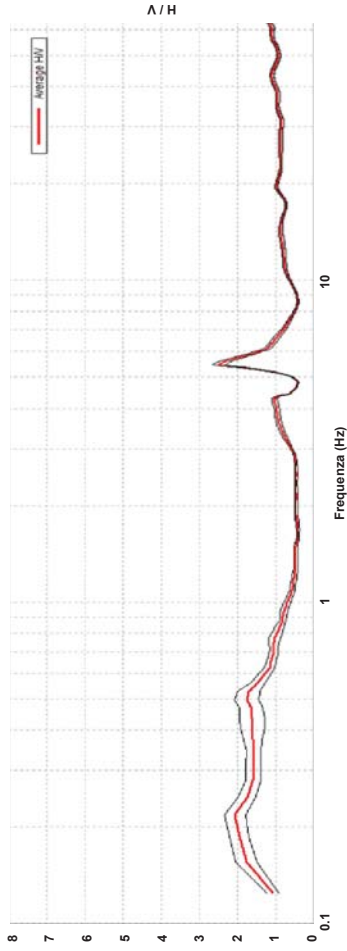
Segnale acquisito



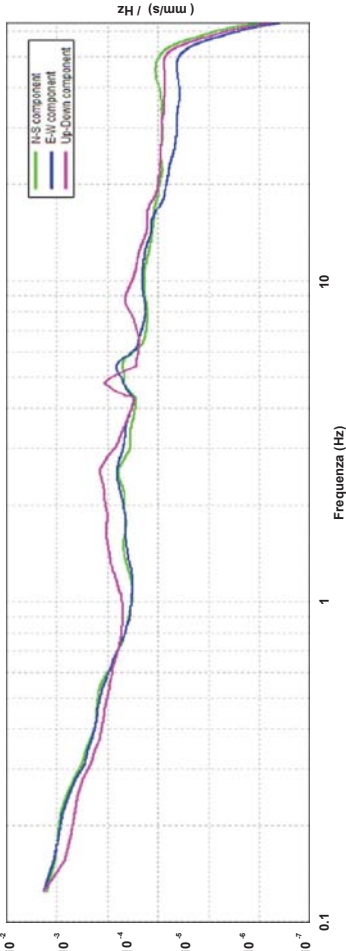
Storia temporale rapporto HV



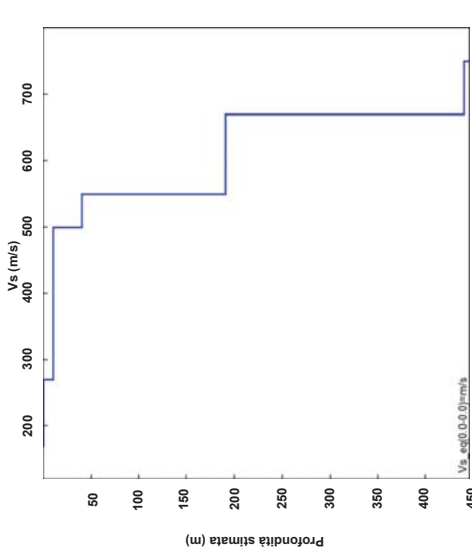
Rapporto spettrale H/V



Singole componenti spettrali



Sismostratigrafia

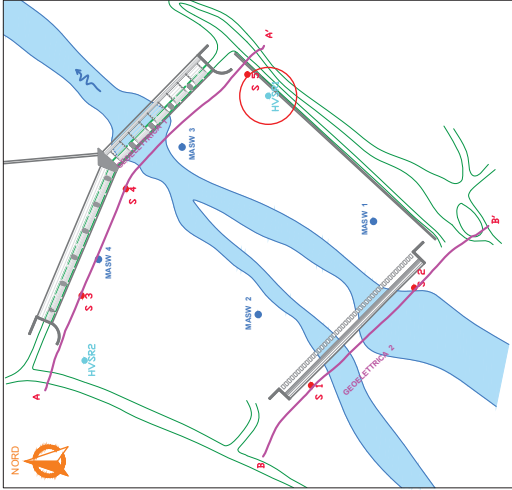


Profondità alla base dello strato (m)	Spessore (m)	Vs (m/s)	Rapporto di Poisson
0.75	0.75	170	0.40
10.75	10.00	270	0.40
40.75	30.00	500	0.40
190.75	150.00	550	0.40
440.75	250.00	670	0.40
inf.	inf.	750	0.40

Frequenze caratteristiche di sito e valore di impedenza

Frequenza (Hz): 5.47
Impedenza (H/V): 2.48

UBICAZIONE DELLA PROVA



Indagini geognostiche presso
manufatti cassa espansione Torrente
Enza

Montecchio Emilia, RE

ALLEGATO

Campagna delle indagini
SISMICA Tipo HVSR

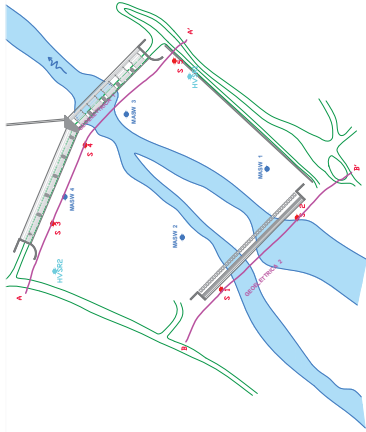
8.2



SUBSOIL Srl
Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

Rev.	Redatto	Approvato
A	Novembre 2022	Novembre 2022
	Dott. Carlo Alberto De Riso	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 09000022_FG



"Indagini geognostiche
manufatti cassa
espansione Torrente Enza"

Comune di Montecchio
Emilia (RE)

Campagna delle indagini
geognostiche

**MODELLO
GEOLOGICO**

ALLEGATO

9

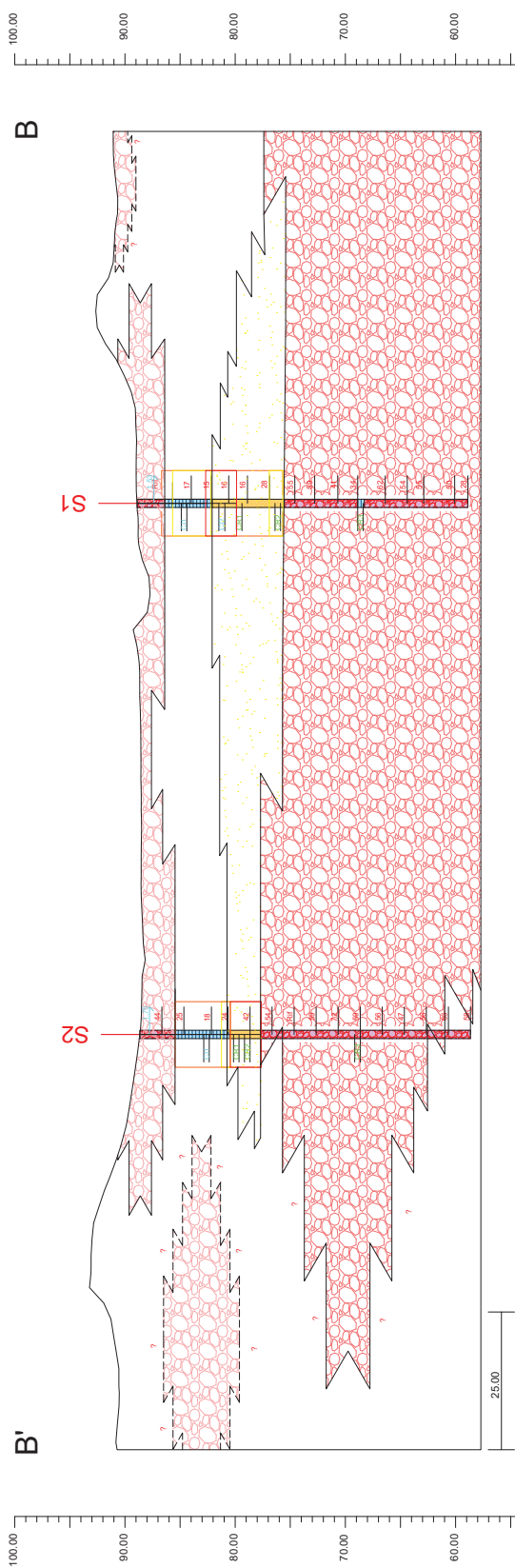
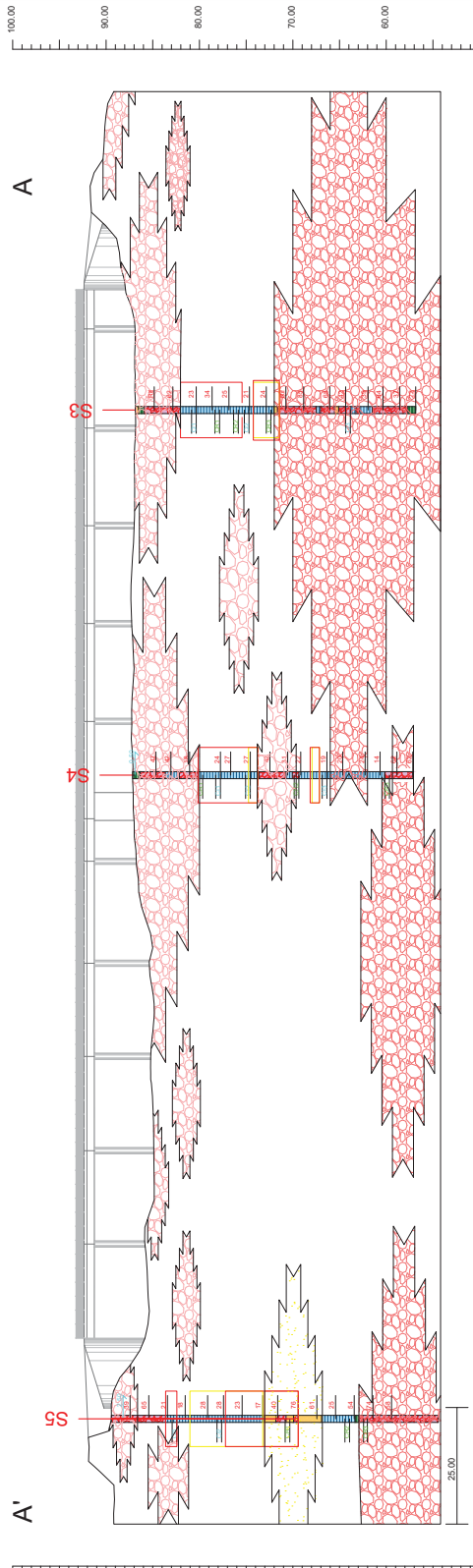


SUBSOIL Srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)
Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

Rev.	Redatto	Approvato
A	NOVEMBRE 2022	NOVEMBRE 2022
	Dott. Carlo Alberto De Risio	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

COMMESSA 09000022_FG



LEGENDA

Materiale coesivo da limoso ad argilloso ϕ (%) = 23 C (KPa) = 30.5 C_u (KPa) = 93 M_0 (Kg/cm ²) = 12320	Ghiaie poligeniche in matrice argillosa superficiale ϕ (%) = 76 D_r (%) = 76 M_0 (Kg/cm ²) = 340	Sabbie da fini a grossolane ϕ (%) = 24 D_r (%) = 36 M_0 (Kg/cm ²) = 286	Ghiaie poligeniche in matrice argillosa profonda ϕ (%) = 28 D_r (%) = 32 M_0 (Kg/cm ²) = 385	Intervallo potenzialmente liquefacibile Boulanger & Idriss (2014) EC & VS Seed & Idriss (1985)
Limite cento	Limite inerte	Sondaggio a carotaggio continuo e relativa numerazione	Standard Penetration Test e relativo NSPT	Campione individuato e relativa denominazione
---	---	S1	21	---
---	---	---	---	---



Indagini geognostiche manufatti cassa di espansione del Torrente Enza"

Località: Montecchio Emilia (RE)

Campagna indagini geognostiche

POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

ALLEGATO

10

IMPRESA ESECUTRICE:



SUBSOIL srl

Strada Barco, 1/C - 42027 Montecchio E. (RE)

Tel. 0522 887268 - fax 0522 249540

IMPRESA ESECUTRICE

REV.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A		NOVEMBRE 2022	NOVEMBRE 2022	NOVEMBRE 2022
		Dott. Carlo Alberto De Risio	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini	Dott. Geol. Fabrizio Giorgini

COMMESSA: 09000022_FG

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S1

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2.5	19	0	41	2.01	0	0	204
2		2.5	6.8	19	0	16	0.012	0	0	192
3		6.8	13.4	19.4	0	25	0.13	0	0	256
4		13.4	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Boulanger & Idriss (2014)

Strato Nr.	FC (%)	Validità
1- (0-2.5)	15	Valido
2- (2.5-6.8)	98	Valido
3- (6.8-13.4)	35	Valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029	1.663	46.000	1.051	10.000	0.302	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867	1.632	46.000	1.048	10.000	0.309	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706	1.540	46.000	1.044	10.000	0.310	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545	1.515	46.000	1.041	10.000	0.311	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383	1.499	46.000	1.038	10.000	0.310	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222	1.454	46.000	1.034	10.000	0.310	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione

7	1.41	26.790	13.061	1.446	46.000	1.030	10.000	0.309	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
8	1.61	30.590	14.899	1.412	46.000	1.027	10.000	0.308	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
9	1.81	34.390	16.738	1.408	46.000	1.023	10.000	0.307	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
10	2.01	38.190	18.577	1.380	46.000	1.019	10.000	0.306	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
11	2.21	41.990	20.415	1.378	46.000	1.015	10.000	0.305	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
12	2.41	45.790	22.254	1.354	46.000	1.011	10.000	0.304	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
13	2.61	49.590	24.093	1.653	31.944	1.007	1.124	0.303	3.71	Terreno non suscettibile di liquefazione
14	2.81	53.390	25.931	1.633	31.626	1.003	1.063	0.302	3.52	Terreno non suscettibile di liquefazione

15	3.01	57.190	27.770	1.594	30.989	0.998	0.956	0.301	3.18	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	1.557	30.407	0.994	0.871	0.299	2.91	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	1.542	30.160	0.989	0.839	0.298	2.81	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	1.510	29.647	0.985	0.777	0.297	2.62	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	1.480	29.171	0.980	0.726	0.295	2.46	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	1.467	28.964	0.976	0.706	0.294	2.40	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	1.440	28.535	0.971	0.666	0.293	2.27	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	1.415	28.133	0.966	0.632	0.291	2.17	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479	1.391	27.755	0.961	0.602	0.290	2.08	Terreno suscetti bile di liquefaz ione

24	4.81	91.390	44.318	1.381	27.581	0.956	0.590	0.288	2.04	Terreno suscettibile di liquefazione
25	5.01	95.190	46.157	1.359	27.234	0.952	0.565	0.287	1.97	Terreno suscettibile di liquefazione
26	5.21	98.990	47.995	1.338	26.905	0.947	0.544	0.286	1.90	Terreno suscettibile di liquefazione
27	5.41	102.790	49.834	1.319	26.594	0.942	0.525	0.284	1.85	Terreno suscettibile di liquefazione
28	5.61	106.590	51.673	1.300	26.298	0.936	0.507	0.283	1.80	Terreno suscettibile di liquefazione
29	5.81	110.390	53.511	1.291	26.147	0.931	0.499	0.281	1.78	Terreno suscettibile di liquefazione
30	6.01	114.190	55.350	1.274	25.870	0.926	0.484	0.279	1.73	Terreno suscettibile di liquefazione
31	6.21	117.990	57.189	1.257	25.605	0.921	0.469	0.278	1.69	Terreno suscettibile di liquefazione
32	6.41	121.790	59.027	1.241	25.352	0.916	0.454	0.276	1.64	Terreno suscettibile di liquefazione
33	6.61	125.590	60.866	1.226	25.110	0.910	0.440	0.275	1.60	Terreno suscettibile di liquefazione

34	6.81	129.394	62.709	1.177	34.937	0.905	1.978	0.273	7.24	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.274	64.627	1.165	34.637	0.900	1.861	0.271	6.86	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	137.154	66.546	1.154	34.348	0.894	1.757	0.270	6.52	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	141.034	68.465	1.143	34.071	0.889	1.662	0.268	6.21	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.914	70.383	1.132	33.804	0.884	1.569	0.266	5.90	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
39	7.81	148.794	72.302	1.122	33.546	0.878	1.486	0.264	5.62	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
40	8.01	152.674	74.221	1.115	33.384	0.873	1.434	0.263	5.46	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
41	8.21	156.554	76.139	1.105	33.136	0.867	1.362	0.261	5.22	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
42	8.41	160.434	78.058	1.096	32.897	0.862	1.292	0.259	4.99	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
43	8.61	164.314	79.977	1.086	32.665	0.856	1.229	0.257	4.78	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
44	8.81	168.194	81.895	1.077	32.441	0.851	1.172	0.256	4.59	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
45	9.01	172.074	83.814	1.069	32.223	0.845	1.120	0.254	4.41	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
46	9.21	175.954	85.733	1.060	32.012	0.840	1.073	0.252	4.26	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
47	9.41	179.834	87.651	1.054	31.846	0.834	1.037	0.250	4.14	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	183.714	89.570	1.045	31.641	0.829	0.995	0.249	4.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	187.594	91.489	1.037	31.443	0.823	0.958	0.247	3.88	Terreno

50	10.01	191.474	93.407	1.030	31.250	0.818	0.923	0.245	3.77	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	195.354	95.326	1.022	31.062	0.812	0.891	0.243	3.66	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	199.234	97.245	1.015	30.879	0.807	0.861	0.242	3.56	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	203.114	99.164	1.008	30.702	0.801	0.833	0.240	3.47	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	10.81	206.994	101.082	1.001	30.528	0.795	0.808	0.238	3.39	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
55	11.01	210.874	103.001	0.994	30.355	0.790	0.783	0.237	3.31	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
56	11.21	214.754	104.920	0.987	30.186	0.785	0.760	0.235	3.24	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

57	11.41	218.634	106.838	0.981	30.021	0.779	0.739	0.233	3.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	222.514	108.757	0.974	29.860	0.774	0.719	0.231	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	11.81	226.394	110.676	0.968	29.703	0.768	0.700	0.230	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	12.01	230.274	112.594	0.962	29.550	0.763	0.682	0.228	2.99	Terreno suscettibile di liquefazione
61	12.21	234.154	114.513	0.956	29.400	0.757	0.665	0.226	2.94	Terreno suscettibile di liquefazione
62	12.41	238.034	116.432	0.950	29.254	0.752	0.650	0.225	2.89	Terreno suscettibile di liquefazione
63	12.61	241.914	118.350	0.944	29.111	0.747	0.635	0.223	2.84	Terreno suscettibile di liquefazione
64	12.81	245.794	120.269	0.937	28.930	0.741	0.617	0.222	2.79	Terreno suscettibile di liquefazione
65	13.01	249.674	122.188	0.931	28.790	0.736	0.604	0.220	2.75	Terreno suscettibile di liquefazione

66	13.21	253.554	124.106	0.926	28.652	0.731	0.591	0.218	2.71	ione Terreno susce tibile di lique fazione
67	13.41	257.430	126.021	0.947	46.000	0.725	10.000	0.217	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
68	13.61	261.230	127.860	0.944	46.000	0.720	10.000	0.215	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
69	13.81	265.030	129.698	0.940	46.000	0.715	10.000	0.214	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
70	14.01	268.830	131.537	0.937	46.000	0.710	10.000	0.212	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
71	14.21	272.630	133.376	0.934	46.000	0.705	10.000	0.211	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
72	14.41	276.430	135.214	0.930	46.000	0.699	10.000	0.209	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione
73	14.61	280.230	137.053	0.927	46.000	0.694	10.000	0.208	10.00	Terreno non susce tibile di lique fazione

74	14.81	284.030	138.892	0.924	46.000	0.689	10.000	0.206	10.00	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	287.830	140.730	0.921	46.000	0.684	10.000	0.205	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	291.630	142.569	0.915	46.000	0.679	10.000	0.203	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	295.430	144.408	0.912	46.000	0.674	10.000	0.202	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	299.230	146.246	0.909	46.000	0.670	10.000	0.200	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	303.030	148.085	0.906	46.000	0.665	10.000	0.199	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	306.830	149.924	0.903	46.000	0.660	10.000	0.198	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	310.630	151.762	0.900	46.000	0.655	10.000	0.196	10.00	Terreno non suscetti bile di

82	16.41	314.430	153.601	0.897	46.000	0.650	10.000	0.195	10.00	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
83	16.61	318.230	155.440	0.895	46.000	0.646	10.000	0.193	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
84	16.81	322.030	157.278	0.892	46.000	0.641	10.000	0.192	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
85	17.01	325.830	159.117	0.889	46.000	0.637	10.000	0.191	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
86	17.21	329.630	160.956	0.887	46.000	0.632	10.000	0.189	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
87	17.41	333.430	162.794	0.880	46.000	0.628	10.000	0.188	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
88	17.61	337.230	164.633	0.877	46.000	0.623	10.000	0.187	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
89	17.81	341.030	166.472	0.875	46.000	0.619	10.000	0.185	10.00	Terreno non suscetti

90	18.01	344.830	168.310	0.872	46.000	0.614	10.000	0.184	10.00	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	348.630	170.149	0.869	46.000	0.610	10.000	0.183	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	352.430	171.988	0.867	45.908	0.606	10.000	0.182	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	356.230	173.826	0.864	45.789	0.602	10.000	0.180	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	360.030	175.665	0.862	45.671	0.597	10.000	0.179	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	363.830	177.504	0.860	45.555	0.593	10.000	0.178	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	367.630	179.342	0.857	45.441	0.589	10.000	0.177	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	371.430	181.181	0.855	45.327	0.585	10.000	0.175	10.00	Terreno non

98	19.61	375.230	183.020	0.852	45.216	0.581	10.000	0.174	10.00	suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	379.030	184.858	0.850	45.105	0.577	10.000	0.173	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	382.830	186.697	0.843	44.749	0.574	10.000	0.172	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S1

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2.5	19	0	41	2.01	0	0	204
2		2.5	6.8	19	0	16	0.012	0	0	192
3		6.8	13.4	19.4	0	25	0.13	0	0	256
4		13.4	30	19	0	48	4.5	0	0	448

EC8 (SPT) (1998)

Energy Ratio (ER) 0.65

Correzione per ER (CE) 1.1

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	8.4	5.3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
2-	70	28	> 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
3-	28	7	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
4-	16	2.9	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace (CN)	Número colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029	1.700	61.049	0.998	0.066	0.113	--	Terreno non suscettibile di liquefazione	--
2	0.41	7.790	3.867	1.700	61.049	0.997	0.066	0.113	--	Terreno non	--

											suscetti bile di liquefa zione
3	0.61	11.590	5.706	1.700	61.049	0.995	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
4	0.81	15.390	7.545	1.700	61.049	0.994	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
5	1.01	19.190	9.383	1.700	61.049	0.992	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
6	1.21	22.990	11.222	1.700	61.049	0.991	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
7	1.41	26.790	13.061	1.700	61.049	0.989	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
8	1.61	30.590	14.899	1.700	61.049	0.988	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
9	1.81	34.390	16.738	1.700	61.049	0.986	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
10	2.01	38.190	18.577	1.700	61.049	0.985	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

11	2.21	41.990	20.415	1.700	61.049	0.983	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
12	2.41	45.790	22.254	1.700	61.049	0.982	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
13	2.61	49.590	24.093	1.700	31.520	0.980	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
14	2.81	53.390	25.931	1.700	31.520	0.979	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
15	3.01	57.190	27.770	1.700	40.360	0.977	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
16	3.21	60.990	29.609	1.700	40.360	0.975	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
17	3.41	64.790	31.447	1.700	40.360	0.974	0.066	0.113	--	non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --

18	3.61	68.590	33.286	1.700	40.360	0.972	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	1.687	40.096	0.971	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	1.645	39.212	0.969	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	1.605	38.392	0.968	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	1.569	37.627	0.966	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	1.534	36.913	0.965	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	36.244	0.963	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	1.472	35.616	0.962	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

26	5.21	98.990	47.995	1.443	35.024	0.960	0.066	0.113	--	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	1.417	34.465	0.959	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	1.391	33.936	0.957	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	1.367	33.434	0.956	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	1.344	32.958	0.954	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	1.322	32.505	0.952	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	1.302	32.073	0.951	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	1.282	31.661	0.949	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di

34	6.81	129.39 4	62.709	1.263	45.918	0.948	0.066	0.113	--	liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.27 4	64.627	1.244	45.306	0.946	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	137.15 4	66.546	1.226	44.720	0.945	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	141.03 4	68.465	1.209	44.159	0.943	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.91 4	70.383	1.192	43.621	0.942	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.79 4	72.302	1.176	43.105	0.940	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.67 4	74.221	1.161	42.609	0.939	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
41	8.21	156.55 4	76.139	1.146	42.132	0.937	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti

42	8.41	160.43 4	78.058	1.132	41.673	0.936	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
43	8.61	164.31 4	79.977	1.118	41.230	0.934	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
44	8.81	168.19 4	81.895	1.105	40.803	0.933	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
45	9.01	172.07 4	83.814	1.092	40.390	0.931	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
46	9.21	175.95 4	85.733	1.080	39.992	0.928	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
47	9.41	179.83 4	87.651	1.068	39.606	0.923	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
48	9.61	183.71 4	89.570	1.057	39.233	0.917	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	187.59 4	91.489	1.045	38.872	0.912	0.066	0.113	--	Terreno -- non

											suscelli bile di liquefa zione
50	10.01	191.47 4	93.407	1.035	38.522	0.907	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
51	10.21	195.35 4	95.326	1.024	38.183	0.901	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
52	10.41	199.23 4	97.245	1.014	37.854	0.896	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
53	10.61	203.11 4	99.164	1.004	37.534	0.891	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
54	10.81	206.99 4	101.08 2	0.995	37.224	0.885	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
55	11.01	210.87 4	103.00 1	0.985	36.922	0.880	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
56	11.21	214.75 4	104.92 0	0.976	36.629	0.875	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscelli bile di liquefa zione
57	11.41	218.63	106.83	0.967	36.343	0.869	0.066	0.113	--	Terreno --	

		4	8								non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	222.51 4	108.75 7	0.959	36.065	0.864	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	226.39 4	110.67 6	0.951	35.795	0.859	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	230.27 4	112.59 4	0.942	35.531	0.853	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	234.15 4	114.51 3	0.934	35.274	0.848	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	238.03 4	116.43 2	0.927	35.023	0.843	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	241.91 4	118.35 0	0.919	34.779	0.837	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	245.79 4	120.26 9	0.912	34.540	0.832	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

65	13.01	249.67 4	122.18 8	0.905	34.307	0.827	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	253.55 4	124.10 6	0.898	34.079	0.821	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	257.43 0	126.02 1							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	261.23 0	127.86 0							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	265.03 0	129.69 8							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	268.83 0	131.53 7							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	272.63 0	133.37 6							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	276.43 0	135.21 4							Terreno -- non suscetti bile di liquefa

73	14.61	280.23 0	137.05 3	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	284.03 0	138.89 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
75	15.01	287.83 0	140.73 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	291.63 0	142.56 9	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	295.43 0	144.40 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
78	15.61	299.23 0	146.24 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
79	15.81	303.03 0	148.08 5	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
80	16.01	306.83 0	149.92 4	Terreno -- non suscetti bile di

89	17.81	341.03 0	166.47 2	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
90	18.01	344.83 0	168.31 0	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
91	18.21	348.63 0	170.14 9	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
92	18.41	352.43 0	171.98 8	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
93	18.61	356.23 0	173.82 6	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
94	18.81	360.03 0	175.66 5	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
95	19.01	363.83 0	177.50 4	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
96	19.21	367.63 0	179.34 2	bile di liquefa zione Terreno -- non

				suscepti bile di liquefa zione
97	19.41	371.43 0	181.18 1	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
98	19.61	375.23 0	183.02 0	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
99	19.81	379.03 0	184.85 8	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
100	20.01	382.83 0	186.69 7	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S1

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2.5	19	0	41	2.01	0	0	204
2		2.5	6.8	19	0	16	0.012	0	0	192
3		6.8	13.4	19.4	0	25	0.13	0	0	256
4		13.4	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Eurocodice 8 VS

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	8.4	5.3	≤ 10	C-Sabbie, ghiaie	Non valido

2-	70	28	> 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie	Valido
3-	28	7	<= 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie	Valido
4-	16	2.9	<= 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normale Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente di riduzione (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000

4	0.81	15.390	7.545	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
5	1.01	19.190	9.383	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
6	1.21	22.990	11.222	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
7	1.41	26.790	13.061	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
8	1.61	30.590	14.899	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
9	1.81	34.390	16.738	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
10	2.01	38.190	18.577	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
11	2.21	41.990	20.415	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non

12	2.41	45.790	22.254							suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
13	2.61	49.590	24.093	274.05 0	200.00 0	0.980	0.209	0.138	1.51	Terreno 9.165 suscetti bile di liquefa zione
14	2.81	53.390	25.931	269.05 7	200.00 0	0.979	0.200	0.138	1.44	Terreno 10.378 suscetti bile di liquefa zione
15	3.01	57.190	27.770	264.48 9	200.00 0	0.977	0.191	0.138	1.38	Terreno 11.665 suscetti bile di liquefa zione
16	3.21	60.990	29.609	260.28 3	200.00 0	0.975	0.184	0.138	1.33	Terreno 13.030 suscetti bile di liquefa zione
17	3.41	64.790	31.447	256.39 2	200.00 0	0.974	0.177	0.138	1.28	Terreno 14.476 suscetti bile di liquefa zione
18	3.61	68.590	33.286	252.77 6	200.00 0	0.972	0.170	0.138	1.23	Terreno 16.010 suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	249.40 1	200.00 0	0.971	0.164	0.138	1.18	Terreno 17.639 suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	246.24 0	200.00 0	0.969	0.158	0.138	1.14	Terreno 19.373 suscetti

21	4.21	79.990	38.802	243.269	200.000	0.968	0.152	0.138	1.10	bile di liquefa zione Terreno 21.221 suscetti bile di liquefa zione Terreno 23.197 suscetti bile di liquefa zione Terreno 25.318 suscetti bile di liquefa zione Terreno 27.603 suscetti bile di liquefa zione Terreno 30.077 suscetti bile di liquefa zione Terreno 32.769 suscetti bile di liquefa zione Terreno 35.715 suscetti bile di liquefa zione Terreno 38.960 suscetti bile di liquefa zione Terreno 42.555 suscetti bile di liquefa
22	4.41	83.790	40.641	240.470	200.000	0.966	0.147	0.139	1.06	
23	4.61	87.590	42.479	237.825	200.000	0.965	0.141	0.139	1.02	
24	4.81	91.390	44.318	235.319	200.000	0.963	0.136	0.139	0.98	
25	5.01	95.190	46.157	232.939	200.000	0.962	0.131	0.139	0.95	
26	5.21	98.990	47.995	230.675	200.000	0.960	0.126	0.139	0.91	
27	5.41	102.790	49.834	228.518	200.000	0.959	0.121	0.139	0.87	
28	5.61	106.590	51.673	226.457	200.000	0.957	0.115	0.139	0.83	
29	5.81	110.390	53.511	224.486	200.000	0.956	0.110	0.139	0.79	

30	6.01	114.19 0	55.350	222.59 8	200.00 0	0.954	0.104	0.139	0.75	zione Terreno 46.564 suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	220.78 7	200.00 0	0.952	0.098	0.139	0.71	Terreno 51.058 suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	219.04 7	200.00 0	0.951	0.092	0.139	0.67	Terreno 56.116 suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	217.37 4	200.00 0	0.949	0.085	0.139	0.62	Terreno 61.808 suscetti bile di liquefa zione
34	6.81	129.39 4	62.709	287.67 9	200.00 0	0.948	0.234	0.139	1.68	Terreno 6.693 suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.27 4	64.627	285.52 0	200.00 0	0.946	0.230	0.139	1.66	Terreno 7.021 suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	137.15 4	66.546	283.43 9	200.00 0	0.945	0.226	0.138	1.63	Terreno 7.355 suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	141.03 4	68.465	281.43 2	200.00 0	0.943	0.222	0.138	1.60	Terreno 7.697 suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.91 4	70.383	279.49 4	200.00 0	0.942	0.219	0.138	1.58	Terreno 8.046 suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.79	72.302	277.62	200.00	0.940	0.215	0.138	1.56	Terreno 8.403

		4		1	0						suscelli bile di liquefa zione
40	8.01	152.67 4	74.221	275.80 9	200.00 0	0.939	0.212	0.138	1.53	Terreno	8.766 suscelli bile di liquefa zione
41	8.21	156.55 4	76.139	274.05 5	200.00 0	0.937	0.209	0.138	1.51	Terreno	9.137 suscelli bile di liquefa zione
42	8.41	160.43 4	78.058	272.35 5	200.00 0	0.936	0.206	0.138	1.49	Terreno	9.515 suscelli bile di liquefa zione
43	8.61	164.31 4	79.977	270.70 7	200.00 0	0.934	0.203	0.138	1.47	Terreno	9.900 suscelli bile di liquefa zione
44	8.81	168.19 4	81.895	269.10 7	200.00 0	0.933	0.200	0.138	1.45	Terreno	10.294 suscelli bile di liquefa zione
45	9.01	172.07 4	83.814	267.55 4	200.00 0	0.931	0.197	0.138	1.43	Terreno	10.694 suscelli bile di liquefa zione
46	9.21	175.95 4	85.733	266.04 4	200.00 0	0.928	0.194	0.138	1.41	Terreno	11.103 suscelli bile di liquefa zione
47	9.41	179.83 4	87.651	264.57 6	200.00 0	0.923	0.192	0.138	1.39	Terreno	11.520 suscelli bile di liquefa zione
48	9.61	183.71 4	89.570	263.14 7	200.00 0	0.917	0.189	0.138	1.37	Terreno	11.945 suscelli bile di

49	9.81	187.59 4	91.489	261.75 7	200.00 0	0.912	0.186	0.138	1.35	liquefa zione Terreno 12.378 suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	191.47 4	93.407	260.40 2	200.00 0	0.907	0.184	0.138	1.34	Terreno 12.819 suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	195.35 4	95.326	259.08 2	200.00 0	0.901	0.182	0.138	1.32	Terreno 13.270 suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	199.23 4	97.245	257.79 4	200.00 0	0.896	0.179	0.138	1.30	Terreno 13.729 suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	203.11 4	99.164	256.53 8	200.00 0	0.891	0.177	0.138	1.29	Terreno 14.197 suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	206.99 4	101.08 2	255.31 2	200.00 0	0.885	0.175	0.138	1.27	Terreno 14.674 suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	210.87 4	103.00 1	254.11 5	200.00 0	0.880	0.173	0.138	1.25	Terreno 15.161 suscetti bile di liquefa zione
56	11.21	214.75 4	104.92 0	252.94 5	200.00 0	0.875	0.170	0.138	1.24	Terreno 15.658 suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	218.63 4	106.83 8	251.80 2	200.00 0	0.869	0.168	0.137	1.22	Terreno 16.165 suscetti bile di liquefa zione

[illegible]

		0	0	non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	291.63 0	142.56 9	Terreno 0.000
77	15.41	295.43 0	144.40 8	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
78	15.61	299.23 0	146.24 6	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
79	15.81	303.03 0	148.08 5	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
80	16.01	306.83 0	149.92 4	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
81	16.21	310.63 0	151.76 2	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
82	16.41	314.43 0	153.60 1	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000

83	16.61	318.23 0	155.44 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
84	16.81	322.03 0	157.27 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
85	17.01	325.83 0	159.11 7	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
86	17.21	329.63 0	160.95 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
87	17.41	333.43 0	162.79 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
88	17.61	337.23 0	164.63 3	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
89	17.81	341.03 0	166.47 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
90	18.01	344.83 0	168.31 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

91	18.21	348.630	170.149	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
92	18.41	352.430	171.988	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
93	18.61	356.230	173.826	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
94	18.81	360.030	175.665	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
95	19.01	363.830	177.504	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
96	19.21	367.630	179.342	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
97	19.41	371.430	181.181	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
98	19.61	375.230	183.020	Terreno 0.000 non suscetti bile di

99	19.81	379.03	184.85	liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
		0	8	
100	20.01	382.83	186.69	
		0	7	

IPL (Sonmez)=2.68 Zcrit=20 m Rischio=Basso

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S1

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	2.5	19	0	41	2.01	0	0	204
2		2.5	6.8	19	0	16	0.012	0	0	192
3		6.8	13.4	19.4	0	25	0.13	0	0	256
4		13.4	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6

Diametro foro di sondaggio 100 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	15	Non valido
2-	98	Valido per sabbie-limose e limi
3-	35	Valido per sabbie pulite
4-	19	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	(N1)60c	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno

										non suscetti bile di liquefaz ione
7	1.41	26.790	13.061							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	1.700	37.640	0.980	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

14	2.81	53.390	25.931	1.700	37.640	0.979	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
15	3.01	57.190	27.770	1.700	37.640	0.977	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	1.700	37.640	0.975	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	1.700	37.640	0.974	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	1.700	37.640	0.972	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	1.687	37.396	0.971	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	1.645	36.580	0.969	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	1.605	35.823	0.968	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz

22	4.41	83.790	40.641	1.569	35.118	0.966	--	--	--	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479	1.534	34.459	0.965	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	33.841	0.963	10.905	0.290	37.54	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157	1.472	33.261	0.962	2.660	0.290	9.17	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995	1.443	32.714	0.960	1.694	0.290	5.85	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834	1.417	32.198	0.959	1.316	0.289	4.55	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673	1.391	31.710	0.957	1.113	0.289	3.85	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	1.367	31.247	0.956	0.984	0.288	3.41	Terreno non suscetti bile di

30	6.01	114.190	55.350	1.344	30.807	0.954	0.896	0.288	3.11	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
31	6.21	117.990	57.189	1.322	30.389	0.952	0.830	0.287	2.89	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.302	29.990	0.951	0.779	0.287	2.71	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.282	29.610	0.949	0.738	0.287	2.58	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.394	62.709	1.263	42.769	0.948	0.330	0.286	1.15	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.274	64.627	1.244	42.204	0.946	0.310	0.285	1.09	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	137.154	66.546	1.226	41.663	0.945	0.289	0.285	1.02	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	141.034	68.465	1.209	41.145	0.943	0.267	0.284	0.94	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.914	70.383	1.192	40.649	0.942	0.243	0.284	0.86	Terreno suscetti bile di liquefaz

39	7.81	148.794	72.302	1.176	40.172	0.940	0.218	0.283	0.77	ione Terreno suscelli bile di liquefaz ione
40	8.01	152.674	74.221	1.161	39.715	0.939	0.191	0.282	0.68	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
41	8.21	156.554	76.139	1.146	39.274	0.937	0.161	0.282	0.57	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
42	8.41	160.434	78.058	1.132	38.850	0.936	0.128	0.281	0.46	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
43	8.61	164.314	79.977	1.118	38.441	0.934	0.092	0.281	0.33	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
44	8.81	168.194	81.895	1.105	38.047	0.933	0.050	0.280	0.18	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
45	9.01	172.074	83.814	1.092	37.666	0.931	0.003	0.280	0.01	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
46	9.21	175.954	85.733	1.080	37.298	0.935	--	--	--	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
47	9.41	179.834	87.651	1.068	36.943	0.929	--	--	--	Terreno non suscelli bile di liquefaz

48	9.61	183.714	89.570	1.057	36.598	0.924	--	--	--	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	187.594	91.489	1.045	36.265	0.919	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	191.474	93.407	1.035	35.942	0.914	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	195.354	95.326	1.024	35.629	0.909	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	199.234	97.245	1.014	35.325	0.903	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	203.114	99.164	1.004	35.030	0.898	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	10.81	206.994	101.082	0.995	34.743	0.893	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
55	11.01	210.874	103.001	0.985	34.465	0.888	--	--	--	Terreno non suscetti bile di

56	11.21	214.754	104.920	0.976	34.194	0.883	--	--	--	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
57	11.41	218.634	106.838	0.967	33.930	0.877	24.369	0.263	92.81	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
58	11.61	222.514	108.757	0.959	33.674	0.872	5.523	0.261	21.17	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
59	11.81	226.394	110.676	0.951	33.424	0.867	3.302	0.259	12.73	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
60	12.01	230.274	112.594	0.942	33.181	0.862	2.438	0.258	9.46	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
61	12.21	234.154	114.513	0.934	32.943	0.857	1.978	0.256	7.72	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
62	12.41	238.034	116.432	0.927	32.712	0.851	1.692	0.255	6.65	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
63	12.61	241.914	118.350	0.919	32.486	0.846	1.496	0.253	5.91	Terreno non suscetti

				suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	276.430	135.214	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	280.230	137.053	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	284.030	138.892	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	287.830	140.730	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	291.630	142.569	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	295.430	144.408	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	299.230	146.246	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	303.030	148.085	Terreno

80	16.01	306.830	149.924	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
81	16.21	310.630	151.762	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
82	16.41	314.430	153.601	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
83	16.61	318.230	155.440	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
84	16.81	322.030	157.278	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
85	17.01	325.830	159.117	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
86	17.21	329.630	160.956	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno

87	17.41	333.430	162.794	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	337.230	164.633	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	341.030	166.472	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	344.830	168.310	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	348.630	170.149	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	352.430	171.988	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	356.230	173.826	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	360.030	175.665	Terreno non suscetti bile di liquefaz

95	19.01	363.830	177.504	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	367.630	179.342	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	371.430	181.181	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	375.230	183.020	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	379.030	184.858	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	382.830	186.697	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

Correzione per ER (CE)	1
Correzione diametro foro (CB)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.67

IPL (Sonmez)=4.81 Zcrit=20 m Rischio=Basso

INDICE DI LIQUEFAZIONE (IL) SONDAGGIO S1

PROFONDITA' (m dal p.c.)	N1 60CS	ΔN_{160}	CRR M7,5 1ATM	MSF	MSFmax (≤ 2.2)	K_{σ} (≤ 1.1)	C_{σ} (≤ 0.3)	CSR $M_{\sigma'v}$	FL	FZ	wz	IL
5.01	32.856	5.622	0.741	1.632	2.178	0.359	0.167	0.287	1.509	0.000	7.495	0.000
5.21	32.527	5.622	0.701	1.620	2.156	0.359	0.166	0.286	1.428	0.000	7.395	0.000
5.41	32.216	5.622	0.667	1.610	2.136	0.359	0.164	0.284	1.357	0.000	7.295	0.000
5.61	31.920	5.622	0.636	1.599	2.117	0.360	0.162	0.282	1.296	0.000	7.195	0.000
5.81	31.769	5.622	0.622	1.594	2.107	0.357	0.162	0.281	1.260	0.000	7.095	0.000
6.01	31.492	5.622	0.596	1.585	2.090	0.357	0.160	0.279	1.208	0.000	6.995	0.000
6.21	31.227	5.622	0.574	1.576	2.073	0.358	0.159	0.278	1.163	0.001	6.895	0.099
6.41	30.974	5.622	0.553	1.567	2.057	0.358	0.157	0.276	1.122	0.002	6.795	0.210
6.61	30.732	5.622	0.535	1.559	2.042	0.358	0.156	0.275	1.086	0.004	6.695	0.404

NOTE: L'Indice di liquefazione viene calcolato in base alla normativa di riferimento vigente nel territorio di competenza della Regione Emilia Romagna in conformità con l'Allegato 3 del DGR 2193-2015 seguendo il criterio di valutazione del potenziale di liquefazione di Boulanger & Idriss 2014. Vengono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione di IL unicamente negli intervalli risultati come potenzialmente liquefacibile in base ai criteri designati. I parametri di MSFmax, K_{σ} e C_{σ} hanno dei valori soglia oltre i quali non è possibile procedere con i calcoli successivi.

S1, Cassa Espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)

Strato	Comportamento geotecnico	Indice di plasticità [%]	Indice dei vuoti [%]	Indice di compressione	Modulo di taglio [kN/m²]	Grado di consolidazione medio	Coesione non drenata [kN/m²]
	Incoerente	0.00	0	1.24	80601	0.941361010	0
	Coesivo	19.00	0.824000000	0.21	71398	0.103679999	70
	Incoerente-Coesivo	4.00	0.583000004	0.00	126930	0.075758002	136.4
	Incoerente	0.00	0	1.43	388723	0.073262996	0
						971607208	

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Fattore di sicurezza Fs	Deformazione verticale	Cedimento [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
1	0.21	3.990	2.029		0.00E+00	0	0
2	0.41	7.790	3.867		0.00E+00	0	0
3	0.61	11.590	5.706		0.00E+00	0	0
4	0.81	15.390	7.545		0.00E+00	0	0
5	1.01	19.190	9.383		0.00E+00	0	0
6	1.21	22.990	11.222		0.00E+00	0	0
7	1.41	26.790	13.061		0.00E+00	0	0
8	1.61	30.590	14.899		0.00E+00	0	0
9	1.81	34.390	16.738		0.00E+00	0	0
10	2.01	38.190	18.577		0.00E+00	0	0
11	2.21	41.990	20.415		0.00E+00	0	0
12	2.41	45.790	22.254		0.00E+00	0	0
13	2.61	49.590	24.093		-1.00E+00	0	0
14	2.81	53.390	25.931		-1.00E+00	0	0
15	3.01	57.190	27.770		-1.00E+00	0	0
16	3.21	60.990	29.609		-1.00E+00	0	0
17	3.41	64.790	31.447		-1.00E+00	0	0
18	3.61	68.590	33.286		-1.00E+00	0	0
19	3.81	72.390	35.125		-1.00E+00	0	0
20	4.01	76.190	36.963		-1.00E+00	0	0
21	4.21	79.990	38.802		-1.00E+00	0	0
22	4.41	83.790	40.641		-1.00E+00	0	0
23	4.61	87.590	42.479		-1.00E+00	0	0
24	4.81	91.390	44.318		-1.00E+00	0	0
25	5.01	95.190	46.157		-1.00E+00	0	0
26	5.21	98.990	47.995		-1.00E+00	0	0
27	5.41	102.790	49.834		-1.00E+00	0	0
28	5.61	106.590	51.673		-1.00E+00	0	0
29	5.81	110.390	53.511		-1.00E+00	0	0
30	6.01	114.190	55.350		-1.00E+00	0	0
31	6.21	117.990	57.189		-1.00E+00	0	0
32	6.41	121.790	59.027		-1.00E+00	0	0
33	6.61	125.590	60.866		-1.00E+00	0	0
34	6.81	129.394	62.709	0.480	0.00E+00	0	0

35	7.01	133.274	64.627	0.481	0.00E+00	0	0
36	7.21	137.154	66.546	0.483	0.00E+00	0	0
37	7.41	141.034	68.465	0.484	0.00E+00	0	0
38	7.61	144.914	70.383	0.485	0.00E+00	0	0
39	7.81	148.794	72.302	0.486	0.00E+00	0	0
40	8.01	152.674	74.221	0.487	0.00E+00	0	0
41	8.21	156.554	76.139	0.488	0.00E+00	0	0
42	8.41	160.434	78.058	0.489	0.00E+00	0	0
43	8.61	164.314	79.977	0.490	0.00E+00	0	0
44	8.81	168.194	81.895	0.491	0.00E+00	0	0
45	9.01	172.074	83.814	0.492	0.00E+00	0	0
46	9.21	175.954	85.733	0.493	0.00E+00	0	0
47	9.41	179.834	87.651	0.496	0.00E+00	0	0
48	9.61	183.714	89.570	0.499	0.00E+00	0	0
49	9.81	187.594	91.489	0.502	0.00E+00	0	0
50	10.01	191.474	93.407	0.506	0.00E+00	0	0
51	10.21	195.354	95.326	0.509	0.00E+00	0	0
52	10.41	199.234	97.245	0.512	0.00E+00	0	0
53	10.61	203.114	99.164	0.515	0.00E+00	0	0
54	10.81	206.994	101.082	0.518	0.00E+00	0	0
55	11.01	210.874	103.001	0.522	0.00E+00	0	0
56	11.21	214.754	104.920	0.525	0.00E+00	0	0
57	11.41	218.634	106.838	0.528	0.00E+00	0	0
58	11.61	222.514	108.757	0.532	0.00E+00	0	0
59	11.81	226.394	110.676	0.535	0.00E+00	0	0
60	12.01	230.274	112.594	0.538	0.00E+00	0	0
61	12.21	234.154	114.513	0.542	0.00E+00	0	0
62	12.41	238.034	116.432	0.545	0.00E+00	0	0
63	12.61	241.914	118.350	0.549	0.00E+00	0	0
64	12.81	245.794	120.269	0.553	0.00E+00	0	0
65	13.01	249.674	122.188	0.556	0.00E+00	0	0
66	13.21	253.554	124.106	0.560	0.00E+00	0	0
67	13.41	257.430	126.021		0.00E+00	0	0
68	13.61	261.230	127.860		0.00E+00	0	0
69	13.81	265.030	129.698		0.00E+00	0	0
70	14.01	268.830	131.537		0.00E+00	0	0
71	14.21	272.630	133.376		0.00E+00	0	0
72	14.41	276.430	135.214		0.00E+00	0	0
73	14.61	280.230	137.053		0.00E+00	0	0
74	14.81	284.030	138.892		0.00E+00	0	0
75	15.01	287.830	140.730		0.00E+00	0	0
76	15.21	291.630	142.569		0.00E+00	0	0
77	15.41	295.430	144.408		0.00E+00	0	0
78	15.61	299.230	146.246		0.00E+00	0	0
79	15.81	303.030	148.085		0.00E+00	0	0
80	16.01	306.830	149.924		0.00E+00	0	0
81	16.21	310.630	151.762		0.00E+00	0	0
82	16.41	314.430	153.601		0.00E+00	0	0
83	16.61	318.230	155.440		0.00E+00	0	0

84	16.81	322.030	157.278	0.00E+00	0	0
85	17.01	325.830	159.117	0.00E+00	0	0
86	17.21	329.630	160.956	0.00E+00	0	0
87	17.41	333.430	162.794	0.00E+00	0	0
88	17.61	337.230	164.633	0.00E+00	0	0
89	17.81	341.030	166.472	0.00E+00	0	0
90	18.01	344.830	168.310	0.00E+00	0	0
91	18.21	348.630	170.149	0.00E+00	0	0
92	18.41	352.430	171.988	0.00E+00	0	0
93	18.61	356.230	173.826	0.00E+00	0	0
94	18.81	360.030	175.665	0.00E+00	0	0
95	19.01	363.830	177.504	0.00E+00	0	0
96	19.21	367.630	179.342	0.00E+00	0	0
97	19.41	371.430	181.181	0.00E+00	0	0
98	19.61	375.230	183.020	0.00E+00	0	0
99	19.81	379.030	184.858	0.00E+00	0	0
100	20.01	382.830	186.697	0.00E+00	0	0

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S2

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	3.2	19	0	44	2.01	0	0	225
2		3.2	8.2	19	0	21	0.012	0	0	186
3		8.2	11.1	19.4	0	42	0.078	0	0	280
4		11.1	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Boulanger & Idriss (2014)

Strato Nr.	FC (%)	Validità
1- (0-3.2)	15	Non valido
2- (3.2-8.2)	83	Valido
3- (8.2-11.1)	35	Valido

4- (11.1-30)

19

Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno non suscettibile di liquefazione

7	1.41	26.790	13.061	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno non suscetti bile di liquefaz

15	3.01	57.190	27.770							ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	1.482	36.666	0.994	2.914	0.299	9.73	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	1.471	36.431	0.989	2.754	0.298	9.24	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	1.444	35.857	0.985	2.412	0.297	8.13	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	1.419	35.324	0.980	2.146	0.295	7.26	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	1.395	34.826	0.976	1.934	0.294	6.57	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	1.386	34.639	0.971	1.862	0.293	6.36	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	1.364	34.184	0.966	1.702	0.291	5.84	Terreno non suscetti bile di

23	4.61	87.590	42.479	1.344	33.757	0.961	1.570	0.290	5.42	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
24	4.81	91.390	44.318	1.325	33.353	0.956	1.460	0.288	5.06	Terreno non suscettibile di liquefazione
25	5.01	95.190	46.157	1.317	33.188	0.952	1.418	0.287	4.94	Terreno non suscettibile di liquefazione
26	5.21	98.990	47.995	1.299	32.812	0.947	1.318	0.286	4.62	Terreno non suscettibile di liquefazione
27	5.41	102.790	49.834	1.282	32.456	0.942	1.233	0.284	4.34	Terreno non suscettibile di liquefazione
28	5.61	106.590	51.673	1.266	32.116	0.936	1.159	0.283	4.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
29	5.81	110.390	53.511	1.250	31.793	0.931	1.095	0.281	3.90	Terreno non suscettibile di liquefazione
30	6.01	114.190	55.350	1.243	31.642	0.926	1.066	0.279	3.82	Terreno non suscetti

31	6.21	117.990	57.189	1.229	31.337	0.921	1.012	0.278	3.64	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.215	31.044	0.916	0.964	0.276	3.49	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.201	30.764	0.910	0.922	0.275	3.35	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.189	30.495	0.905	0.883	0.273	3.23	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.182	30.349	0.900	0.858	0.272	3.16	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.169	30.092	0.894	0.820	0.270	3.04	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.158	29.845	0.889	0.785	0.268	2.93	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.590	70.059	1.146	29.607	0.884	0.754	0.267	2.83	Terreno suscetti bile di

39	7.81	148.390	71.898	1.135	29.377	0.878	0.726	0.265	2.74	liquefazione Terreno suscettibile di liquefazione
40	8.01	152.190	73.737	1.125	29.156	0.873	0.700	0.263	2.66	Terreno suscettibile di liquefazione
41	8.21	155.994	75.579	1.073	46.000	0.867	10.000	0.262	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
42	8.41	159.874	77.498	1.066	46.000	0.862	10.000	0.260	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
43	8.61	163.754	79.417	1.063	46.000	0.856	10.000	0.258	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
44	8.81	167.634	81.335	1.056	46.000	0.851	10.000	0.256	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
45	9.01	171.514	83.254	1.050	46.000	0.845	10.000	0.255	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
46	9.21	175.394	85.173	1.044	46.000	0.840	10.000	0.253	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione

47	9.41	179.274	87.091	1.039	46.000	0.834	10.000	0.251	10.00	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	183.154	89.010	1.033	46.000	0.829	10.000	0.249	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	187.034	90.929	1.027	46.000	0.823	10.000	0.248	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.914	92.848	1.022	46.000	0.818	10.000	0.246	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	194.794	94.766	1.018	46.000	0.812	10.000	0.244	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	198.674	96.685	1.012	46.000	0.807	10.000	0.242	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	202.554	98.604	1.007	46.000	0.801	10.000	0.241	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	10.81	206.434	100.522	1.002	46.000	0.795	10.000	0.239	10.00	Terreno non suscetti bile di

55	11.01	210.314	102.441	0.997	46.000	0.790	10.000	0.237	10.00	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
56	11.21	214.150	104.316							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
57	11.41	217.950	106.154							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
58	11.61	221.750	107.993							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
59	11.81	225.550	109.832							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
60	12.01	229.350	111.670							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
61	12.21	233.150	113.509							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
62	12.41	236.950	115.348							Terreno non suscetti

63	12.61	240.750	117.186	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
64	12.81	244.550	119.025	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
65	13.01	248.350	120.864	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
66	13.21	252.150	122.702	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
67	13.41	255.950	124.541	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
68	13.61	259.750	126.380	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
69	13.81	263.550	128.218	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
70	14.01	267.350	130.057	Terreno non

71	14.21	271.150	131.896	suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	274.950	133.734	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	278.750	135.573	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	282.550	137.412	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	286.350	139.250	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	290.150	141.089	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	293.950	142.928	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	297.750	144.766	Terreno

				non suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	301.550	146.605	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	305.350	148.444	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	309.150	150.282	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	312.950	152.121	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	316.750	153.960	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	320.550	155.798	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	324.350	157.637	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

86	17.21	328.150	159.476	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	331.950	161.314	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	335.750	163.153	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	339.550	164.992	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	343.350	166.830	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	347.150	168.669	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	350.950	170.508	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	354.750	172.346	Terreno non suscetti bile di liquefaz

94	18.81	358.550	174.185	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	362.350	176.024	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	366.150	177.862	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	369.950	179.701	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	373.750	181.540	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	377.550	183.378	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	381.350	185.217	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S2

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	3.2	19	0	44	2.01	0	0	225
2		3.2	8.2	19	0	21	0.012	0	0	186
3		8.2	11.1	19.4	0	42	0.078	0	0	280
4		11.1	30	19	0	48	4.5	0	0	448

EC8 (SPT) (1998)

Energy Ratio (ER) 0.65

Correzione per ER (CE) 1.1

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Non valido
2-	67	28	> 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
4-	16.8	2.9	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

[illegible]

				suscepti bile di liquefa zione
3	0.61	11.590	5.706	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
4	0.81	15.390	7.545	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
5	1.01	19.190	9.383	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
6	1.21	22.990	11.222	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
7	1.41	26.790	13.061	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno --

										non suscetti bile di liquefa zione
11	2.21	41.990	20.415							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
12	2.41	45.790	22.254							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
13	2.61	49.590	24.093							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
14	2.81	53.390	25.931							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
15	3.01	57.190	27.770							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
16	3.21	60.990	29.609	1.700	51.410	0.975	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
17	3.41	64.790	31.447	1.700	51.410	0.974	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione

18	3.61	68.590	33.286	1.700	51.410	0.972	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	1.687	51.063	0.971	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	1.645	49.903	0.969	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	1.605	48.826	0.968	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	1.569	47.823	0.966	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	1.534	46.886	0.965	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	46.008	0.963	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	1.472	45.183	0.962	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

26	5.21	98.990	47.995	1.443	44.406	0.960	--	--	--	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	1.417	43.672	0.959	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	1.391	42.978	0.957	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	1.367	42.320	0.956	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	1.344	41.695	0.954	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	1.322	41.100	0.952	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	1.302	40.533	0.951	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	1.282	39.992	0.949	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di

34	6.81	129.39 0	62.705	1.263	39.476	0.948	--	--	--	liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	1.245	38.981	0.946	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	136.99 0	66.382	1.227	38.507	0.945	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	1.211	38.053	0.943	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	1.195	37.616	0.942	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.39 0	71.898	1.179	37.196	0.940	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	1.165	36.792	0.939	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
41	8.21	155.99 4	75.579	1.150	58.382	0.937	--	--	--	Terreno -- non suscetti

										bile di liquefa zione
42	8.41	159.87 4	77.498	1.136	57.692	0.936	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
43	8.61	163.75 4	79.417	1.122	57.027	0.934	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
44	8.81	167.63 4	81.335	1.109	56.386	0.933	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
45	9.01	171.51 4	83.254	1.096	55.766	0.931	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
46	9.21	175.39 4	85.173	1.084	55.168	0.928	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
47	9.41	179.27 4	87.091	1.072	54.590	0.923	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
48	9.61	183.15 4	89.010	1.060	54.031	0.917	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	187.03 4	90.929	1.049	53.489	0.912	--	--	--	Terreno -- non

										suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.91 4	92.848	1.038	52.964	0.907	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	194.79 4	94.766	1.027	52.455	0.901	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	198.67 4	96.685	1.017	51.962	0.896	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	202.55 4	98.604	1.007	51.483	0.891	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	206.43 4	100.52 2	0.997	51.018	0.885	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	210.31 4	102.44 1	0.988	50.565	0.880	--	--	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
56	11.21	214.15 0	104.31 6							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	217.95	106.15							Terreno --

		0	4	non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	221.75 0	107.99 3	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	225.55 0	109.83 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	229.35 0	111.67 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	233.15 0	113.50 9	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	236.95 0	115.34 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	240.75 0	117.18 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	244.55 0	119.02 5	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione

65	13.01	248.35 0	120.86 4	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	252.15 0	122.70 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	255.95 0	124.54 1	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	259.75 0	126.38 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	263.55 0	128.21 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	267.35 0	130.05 7	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	271.15 0	131.89 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	274.95 0	133.73 4	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

73	14.61	278.75 0	135.57 3	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	282.55 0	137.41 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
75	15.01	286.35 0	139.25 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	290.15 0	141.08 9	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	293.95 0	142.92 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
78	15.61	297.75 0	144.76 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
79	15.81	301.55 0	146.60 5	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
80	16.01	305.35 0	148.44 4	Terreno -- non suscetti bile di

				suscepti bile di liquefa zione
97	19.41	369.95 0	179.70 1	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
98	19.61	373.75 0	181.54 0	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
99	19.81	377.55 0	183.37 8	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
100	20.01	381.35 0	185.21 7	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S2

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	3.2	19	0	44	2.01	0	0	225
2		3.2	8.2	19	0	21	0.012	0	0	186
3		8.2	11.1	19.4	0	42	0.078	0	0	280
4		11.1	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Eurocodice 8 VS

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	≤ 10	C-Sabbie, ghiaie	Non valido

2-	67	28	> 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie	Valido
4-	16.8	2.9	<= 10	mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normale Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente di riduzione (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000

4	0.81	15.390	7.545	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
5	1.01	19.190	9.383	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
6	1.21	22.990	11.222	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
7	1.41	26.790	13.061	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
8	1.61	30.590	14.899	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
9	1.81	34.390	16.738	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
10	2.01	38.190	18.577	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti
11	2.21	41.990	20.415	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non

12	2.41	45.790	22.254							suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 16.280 suscetti bile di liquefa zione Terreno 18.158 suscetti bile di liquefa zione Terreno 20.174 suscetti bile di liquefa zione Terreno 22.346 suscetti bile di liquefa
13	2.61	49.590	24.093							
14	2.81	53.390	25.931							
15	3.01	57.190	27.770							
16	3.21	60.990	29.609	252.15 0	200.00 0	0.975	0.169	0.138	1.22	
17	3.41	64.790	31.447	248.38 0	200.00 0	0.974	0.162	0.138	1.17	
18	3.61	68.590	33.286	244.87 7	200.00 0	0.972	0.155	0.138	1.12	
19	3.81	72.390	35.125	241.60 7	200.00 0	0.971	0.149	0.138	1.08	

20	4.01	76.190	36.963	238.54 5	200.00 0	0.969	0.143	0.138	1.03	zione Terreno 24.695 suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	235.66 7	200.00 0	0.968	0.137	0.138	0.99	Terreno 27.248 suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	232.95 5	200.00 0	0.966	0.131	0.139	0.95	Terreno 30.040 suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	230.39 3	200.00 0	0.965	0.125	0.139	0.90	Terreno 33.114 suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	227.96 5	200.00 0	0.963	0.119	0.139	0.86	Terreno 36.522 suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	225.66 0	200.00 0	0.962	0.113	0.139	0.82	Terreno 40.331 suscetti bile di liquefa zione
26	5.21	98.990	47.995	223.46 7	200.00 0	0.960	0.107	0.139	0.77	Terreno 44.624 suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	221.37 6	200.00 0	0.959	0.100	0.139	0.72	Terreno 49.499 suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	219.38 0	200.00 0	0.957	0.093	0.139	0.67	Terreno 55.067 suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39	53.511	217.47	200.00	0.956	0.086	0.139	0.62	Terreno 61.437

		0		1	0					suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	215.64 2	200.00 0	0.954	0.077	0.139	0.56	Terreno 68.677 suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	213.88 7	200.00 0	0.952	0.068	0.139	0.49	Terreno 76.713 suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	212.20 2	200.00 0	0.951	0.057	0.139	0.41	Terreno 85.141 suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	210.58 1	200.00 0	0.949	0.043	0.139	0.31	Terreno 92.932 suscetti bile di liquefa zione
34	6.81	129.39 0	62.705	209.02 0	200.00 0	0.948	0.027	0.139	0.19	Terreno 98.333 suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	207.51 5	200.00 0	0.946	0.005	0.139	0.04	Terreno 99.991 suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	136.99 0	66.382	206.06 3	200.00 0	0.945	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	204.66 0	200.00 0	0.943	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	203.30 4	200.00 0	0.942	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di

39	7.81	148.39 0	71.898	201.99 2	200.00 0	0.940	0.000	0.139	0.00	liquefa zione Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	200.72 1	200.00 0	0.939	0.000	0.139	0.00	liquefa zione Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
41	8.21	155.99 4	75.579	300.30 1	212.13 3	0.937	0.256	0.139	1.85	liquefa zione Terreno 5.116 suscetti bile di liquefa zione
42	8.41	159.87 4	77.498	298.42 5	212.13 3	0.936	0.253	0.139	1.82	liquefa zione Terreno 5.325 suscetti bile di liquefa zione
43	8.61	163.75 4	79.417	296.60 6	212.13 3	0.934	0.249	0.139	1.80	liquefa zione Terreno 5.538 suscetti bile di liquefa zione
44	8.81	167.63 4	81.335	294.84 1	212.13 3	0.933	0.246	0.138	1.77	liquefa zione Terreno 5.755 suscetti bile di liquefa zione
45	9.01	171.51 4	83.254	293.12 8	212.13 3	0.931	0.242	0.138	1.75	liquefa zione Terreno 5.976 suscetti bile di liquefa zione
46	9.21	175.39 4	85.173	291.46 3	212.13 3	0.928	0.239	0.138	1.73	liquefa zione Terreno 6.200 suscetti bile di liquefa zione
47	9.41	179.27 4	87.091	289.84 4	212.13 3	0.923	0.236	0.138	1.71	liquefa zione Terreno 6.429 suscetti bile di liquefa zione

48	9.61	183.15 4	89.010	288.26 9	212.13 3	0.917	0.233	0.138	1.69	Terreno 6.662 suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	187.03 4	90.929	286.73 6	212.13 3	0.912	0.230	0.138	1.67	Terreno 6.899 suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.91 4	92.848	285.24 3	212.13 3	0.907	0.228	0.138	1.65	Terreno 7.140 suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	194.79 4	94.766	283.78 8	212.13 3	0.901	0.225	0.138	1.63	Terreno 7.385 suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	198.67 4	96.685	282.37 0	212.13 3	0.896	0.222	0.138	1.61	Terreno 7.635 suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	202.55 4	98.604	280.98 6	212.13 3	0.891	0.220	0.138	1.59	Terreno 7.889 suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	206.43 4	100.52 2	279.63 6	212.13 3	0.885	0.217	0.138	1.57	Terreno 8.147 suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	210.31 4	102.44 1	278.31 7	212.13 3	0.880	0.215	0.138	1.56	Terreno 8.410 suscetti bile di liquefa zione
56	11.21	214.15 0	104.31 6							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	217.95	106.15							Terreno 0.000

		0	4		non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	221.75 0	107.99 3	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	225.55 0	109.83 2	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	229.35 0	111.67 0	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	233.15 0	113.50 9	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	236.95 0	115.34 8	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	240.75 0	117.18 6	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	244.55 0	119.02 5	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione

65	13.01	248.35 0	120.86 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	252.15 0	122.70 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	255.95 0	124.54 1	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	259.75 0	126.38 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	263.55 0	128.21 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	267.35 0	130.05 7	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	271.15 0	131.89 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	274.95 0	133.73 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

73	14.61	278.75 0	135.57 3	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	282.55 0	137.41 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
75	15.01	286.35 0	139.25 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	290.15 0	141.08 9	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	293.95 0	142.92 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
78	15.61	297.75 0	144.76 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
79	15.81	301.55 0	146.60 5	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
80	16.01	305.35 0	148.44 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di

97	19.41	369.950	179.701		susceptibile di liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione 0.000
98	19.61	373.750	181.540		susceptibile di liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione 0.000
99	19.81	377.550	183.378		susceptibile di liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione 0.000
100	20.01	381.350	185.217		susceptibile di liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione 0.000

IPL (Sonmez)=7.91 Zcrit=20 m Rischio=Alto

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S2

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	3.2	19	0	44	2.01	0	0	225
2		3.2	8.2	19	0	21	0.012	0	0	186
3		8.2	11.1	19.4	0	42	0.078	0	0	280
4		11.1	30	19	0	48	4.5	0	0	448

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6

Diametro foro di sondaggio 100 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	15	Non valido
2-	83	Valido per sabbie-limose e limi
3-	15	Valido per sabbie pulite
4-	19	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	(N1)60c	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno

				non suscetti bile di liquefaz ione
7	1.41	26.790	13.061	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

14	2.81	53.390	25.931							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
15	3.01	57.190	27.770							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	1.700	47.840	0.975	0.463	0.294	1.57	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	1.700	47.840	0.974	0.463	0.293	1.58	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	1.700	47.840	0.972	0.463	0.293	1.58	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	1.687	47.520	0.971	0.456	0.293	1.56	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	1.645	46.449	0.969	0.432	0.292	1.48	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	1.605	45.455	0.968	0.408	0.292	1.40	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	1.569	44.529	0.966	0.384	0.291	1.32	Terreno suscetti bile di liquefaz ione

23	4.61	87.590	42.479	1.534	43.664	0.965	0.359	0.291	1.23	Terreno suscettibile di liquefazione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	42.854	0.963	0.333	0.290	1.15	Terreno suscettibile di liquefazione
25	5.01	95.190	46.157	1.472	42.092	0.962	0.306	0.290	1.06	Terreno suscettibile di liquefazione
26	5.21	98.990	47.995	1.443	41.375	0.960	0.277	0.290	0.96	Terreno suscettibile di liquefazione
27	5.41	102.790	49.834	1.417	40.697	0.959	0.246	0.289	0.85	Terreno suscettibile di liquefazione
28	5.61	106.590	51.673	1.391	40.057	0.957	0.212	0.289	0.73	Terreno suscettibile di liquefazione
29	5.81	110.390	53.511	1.367	39.449	0.956	0.173	0.288	0.60	Terreno suscettibile di liquefazione
30	6.01	114.190	55.350	1.344	38.872	0.954	0.130	0.288	0.45	Terreno suscettibile di liquefazione
31	6.21	117.990	57.189	1.322	38.323	0.952	0.080	0.287	0.28	Terreno suscettibile di liquefazione
32	6.41	121.790	59.027	1.302	37.800	0.951	0.020	0.287	0.07	Terreno suscetti

33	6.61	125.590	60.866	1.282	37.301	0.949	--	--	--	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.263	36.824	0.948	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.245	36.367	0.946	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.227	35.930	0.945	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.211	35.510	0.943	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.590	70.059	1.195	35.107	0.942	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
39	7.81	148.390	71.898	1.179	34.720	0.940	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
40	8.01	152.190	73.737	1.165	34.347	0.939	--	--	--	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
41	8.21	155.994	75.579	1.150	53.133	0.937	0.561	0.283	1.98	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
42	8.41	159.874	77.498	1.136	52.502	0.936	0.551	0.282	1.95	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
43	8.61	163.754	79.417	1.122	51.894	0.934	0.540	0.282	1.92	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
44	8.81	167.634	81.335	1.109	51.308	0.933	0.530	0.281	1.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
45	9.01	171.514	83.254	1.096	50.743	0.931	0.519	0.281	1.85	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
46	9.21	175.394	85.173	1.084	50.196	0.935	0.509	0.281	1.81	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
47	9.41	179.274	87.091	1.072	49.668	0.929	0.499	0.280	1.78	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	183.154	89.010	1.060	49.157	0.924	0.489	0.278	1.76	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	187.034	90.929	1.049	48.662	0.919	0.480	0.276	1.73	Terreno suscetti bile di

50	10.01	190.914	92.848	1.038	48.182	0.914	0.470	0.275	1.71	liquefazione Terreno suscettibile di liquefazione
51	10.21	194.794	94.766	1.027	47.717	0.909	0.460	0.273	1.68	Terreno suscettibile di liquefazione
52	10.41	198.674	96.685	1.017	47.266	0.903	0.450	0.271	1.66	Terreno suscettibile di liquefazione
53	10.61	202.554	98.604	1.007	46.829	0.898	0.441	0.270	1.63	Terreno suscettibile di liquefazione
54	10.81	206.434	100.522	0.997	46.404	0.893	0.431	0.268	1.61	Terreno suscettibile di liquefazione
55	11.01	210.314	102.441	0.988	45.991	0.888	0.421	0.267	1.58	Terreno suscettibile di liquefazione
56	11.21	214.150	104.316							Terreno non suscettibile di liquefazione
57	11.41	217.950	106.154							Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	221.750	107.993							Terreno non suscettibile di liquefazione

59	11.81	225.550	109.832	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
60	12.01	229.350	111.670	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
61	12.21	233.150	113.509	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
62	12.41	236.950	115.348	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
63	12.61	240.750	117.186	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
64	12.81	244.550	119.025	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
65	13.01	248.350	120.864	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
66	13.21	252.150	122.702	Terreno non

				suscetti bile di liquefaz ione
67	13.41	255.950	124.541	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
68	13.61	259.750	126.380	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
69	13.81	263.550	128.218	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
70	14.01	267.350	130.057	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
71	14.21	271.150	131.896	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	274.950	133.734	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	278.750	135.573	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	282.550	137.412	Terreno

				non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	286.350	139.250	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	290.150	141.089	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	293.950	142.928	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	297.750	144.766	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	301.550	146.605	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	305.350	148.444	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	309.150	150.282	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

82	16.41	312.950	152.121	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	316.750	153.960	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	320.550	155.798	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	324.350	157.637	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	328.150	159.476	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	331.950	161.314	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	335.750	163.153	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	339.550	164.992	Terreno non suscetti bile di liquefaz

90	18.01	343.350	166.830	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	347.150	168.669	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	350.950	170.508	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	354.750	172.346	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	358.550	174.185	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	362.350	176.024	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	366.150	177.862	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	369.950	179.701	Terreno non suscetti bile di

98	19.61	373.750	181.540	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	377.550	183.378	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	381.350	185.217	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

Correzione per ER (CE)	1
Correzione diametro foro (CB)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.67

IPL (Sonmez)=4.27 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

INDICE DI LIQUEFAZIONE (IL) SONDAGGIO S2

PROFONDITA' (m dal p.c.)	N1 60CS	ΔN_{160}	CRR M7,5 1ATM	MSF	MSFmax (≤ 2.2)	K_{σ} (≤ 1.1)	C_{σ} (≤ 0.3)	CSR $M_{\sigma'v}$	FL	FZ	wz	IL
7.41	35.568	5.723	0.151	1.732	2.365	-	-	-	-	-	-	-
7.61	35.330	5.723	0.146	1.723	2.348	-	-	-	-	-	-	-
7.81	35.100	5.723	0.141	1.714	2.332	-	-	-	-	-	-	-
8.01	34.879	5.723	0.137	1.706	2.316	-	-	-	-	-	-	-

NOTE: L'Indice di liquefazione viene calcolato in base alla normativa di riferimento vigente nel territorio di competenza della Regione Emilia Romagna in conformità con l'Allegato 3 del DGR 2193-2015 seguendo il criterio di valutazione del potenziale di liquefazione di Boulanger & Idriss 2014. Vengono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione di IL unicamente negli intervalli risultati come potenzialmente liquefacibile in base ai criteri designati. I parametri di MSFmax, K_{σ} e C_{σ} hanno dei valori soglia oltre i quali non è possibile procedere con i calcoli successivi.

S2, Cassa Espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)

Strato	Comportamento geotecnico	Indice di plasticità [%]	Indice dei vuoti [%]	Indice di compressione	Modulo di taglio [kN/m²]	Grado di consolidazione medio	Coesione non drenata [kN/m²]
	Incoerente-Coesivo	0.00	0	1.24	98050.4609375	0.668062984	0
	Coesivo	19.00	0.824000000	0.34	67005.5	0.127955004	75
	Incoerente-Coesivo	4.00	0.583000004	0.10	151845.09375	0.135881006	136
	Incoerente	0.00	0	1.43	388723.3125	0.076831996	0

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Fattore di sicurezza Fs	Deformazione verticale	Cedimento [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
1	0.21	3.990	2.029		0.00E+00	0	0
2	0.41	7.790	3.867		0.00E+00	0	0
3	0.61	11.590	5.706		0.00E+00	0	0
4	0.81	15.390	7.545		0.00E+00	0	0
5	1.01	19.190	9.383		0.00E+00	0	0
6	1.21	22.990	11.222		0.00E+00	0	0
7	1.41	26.790	13.061		0.00E+00	0	0
8	1.61	30.590	14.899		0.00E+00	0	0
9	1.81	34.390	16.738		0.00E+00	0	0
10	2.01	38.190	18.577		0.00E+00	0	0
11	2.21	41.990	20.415		0.00E+00	0	0
12	2.41	45.790	22.254		0.00E+00	0	0
13	2.61	49.590	24.093		0.00E+00	0	0
14	2.81	53.390	25.931		0.00E+00	0	0
15	3.01	57.190	27.770		0.00E+00	0	0
16	3.21	60.990	29.609	0.489	-1.00E+00	0	0
17	3.41	64.790	31.447	0.490	-1.00E+00	0	0
18	3.61	68.590	33.286	0.490	-1.00E+00	0	0
19	3.81	72.390	35.125	0.491	-1.00E+00	0	0
20	4.01	76.190	36.963	0.492	-1.00E+00	0	0
21	4.21	79.990	38.802	0.492	-1.00E+00	0	0
22	4.41	83.790	40.641	0.493	-1.00E+00	0	0
23	4.61	87.590	42.479	0.494	-1.00E+00	0	0
24	4.81	91.390	44.318	0.495	-1.00E+00	0	0
25	5.01	95.190	46.157	0.495	-1.00E+00	0	0
26	5.21	98.990	47.995	0.496	-1.00E+00	0	0
27	5.41	102.790	49.834	0.497	-1.00E+00	0	0
28	5.61	106.590	51.673	0.498	-1.00E+00	0	0
29	5.81	110.390	53.511	0.498	-1.00E+00	0	0
30	6.01	114.190	55.350	0.499	-1.00E+00	0	0
31	6.21	117.990	57.189	0.500	-1.00E+00	0	0
32	6.41	121.790	59.027	0.501	-1.00E+00	0	0
33	6.61	125.590	60.866	0.502	-1.00E+00	0	0
34	6.81	129.390	62.705	0.502	-1.00E+00	0	0

35	7.01	133.190	64.543	0.503	-1.00E+00	0	0
36	7.21	136.990	66.382	0.504	-1.00E+00	0	0
37	7.41	140.790	68.221	0.505	-1.00E+00	0	0
38	7.61	144.590	70.059	0.506	-1.00E+00	0	0
39	7.81	148.390	71.898	0.506	-1.00E+00	0	0
40	8.01	152.190	73.737	0.507	-1.00E+00	0	0
41	8.21	155.994	75.579	0.429	0.00E+00	0	0
42	8.41	159.874	77.498	0.430	0.00E+00	0	0
43	8.61	163.754	79.417	0.431	0.00E+00	0	0
44	8.81	167.634	81.335	0.432	0.00E+00	0	0
45	9.01	171.514	83.254	0.433	0.00E+00	0	0
46	9.21	175.394	85.173	0.435	0.00E+00	0	0
47	9.41	179.274	87.091	0.437	0.00E+00	0	0
48	9.61	183.154	89.010	0.440	0.00E+00	0	0
49	9.81	187.034	90.929	0.443	0.00E+00	0	0
50	10.01	190.914	92.848	0.445	0.00E+00	0	0
51	10.21	194.794	94.766	0.448	0.00E+00	0	0
52	10.41	198.674	96.685	0.451	0.00E+00	0	0
53	10.61	202.554	98.604	0.454	0.00E+00	0	0
54	10.81	206.434	100.522	0.457	0.00E+00	0	0
55	11.01	210.314	102.441	0.460	0.00E+00	0	0
56	11.21	214.150	104.316		0.00E+00	0	0
57	11.41	217.950	106.154		0.00E+00	0	0
58	11.61	221.750	107.993		0.00E+00	0	0
59	11.81	225.550	109.832		0.00E+00	0	0
60	12.01	229.350	111.670		0.00E+00	0	0
61	12.21	233.150	113.509		0.00E+00	0	0
62	12.41	236.950	115.348		0.00E+00	0	0
63	12.61	240.750	117.186		0.00E+00	0	0
64	12.81	244.550	119.025		0.00E+00	0	0
65	13.01	248.350	120.864		0.00E+00	0	0
66	13.21	252.150	122.702		0.00E+00	0	0
67	13.41	255.950	124.541		0.00E+00	0	0
68	13.61	259.750	126.380		0.00E+00	0	0
69	13.81	263.550	128.218		0.00E+00	0	0
70	14.01	267.350	130.057		0.00E+00	0	0
71	14.21	271.150	131.896		0.00E+00	0	0
72	14.41	274.950	133.734		0.00E+00	0	0
73	14.61	278.750	135.573		0.00E+00	0	0
74	14.81	282.550	137.412		0.00E+00	0	0
75	15.01	286.350	139.250		0.00E+00	0	0
76	15.21	290.150	141.089		0.00E+00	0	0
77	15.41	293.950	142.928		0.00E+00	0	0
78	15.61	297.750	144.766		0.00E+00	0	0
79	15.81	301.550	146.605		0.00E+00	0	0
80	16.01	305.350	148.444		0.00E+00	0	0
81	16.21	309.150	150.282		0.00E+00	0	0
82	16.41	312.950	152.121		0.00E+00	0	0
83	16.61	316.750	153.960		0.00E+00	0	0

84	16.81	320.550	155.798	0.00E+00	0	0
85	17.01	324.350	157.637	0.00E+00	0	0
86	17.21	328.150	159.476	0.00E+00	0	0
87	17.41	331.950	161.314	0.00E+00	0	0
88	17.61	335.750	163.153	0.00E+00	0	0
89	17.81	339.550	164.992	0.00E+00	0	0
90	18.01	343.350	166.830	0.00E+00	0	0
91	18.21	347.150	168.669	0.00E+00	0	0
92	18.41	350.950	170.508	0.00E+00	0	0
93	18.61	354.750	172.346	0.00E+00	0	0
94	18.81	358.550	174.185	0.00E+00	0	0
95	19.01	362.350	176.024	0.00E+00	0	0
96	19.21	366.150	177.862	0.00E+00	0	0
97	19.41	369.950	179.701	0.00E+00	0	0
98	19.61	373.750	181.540	0.00E+00	0	0
99	19.81	377.550	183.378	0.00E+00	0	0
100	20.01	381.350	185.217	0.00E+00	0	0

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S3

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	4.8	19	0	62	2.01	0	0	240
2		4.8	14.8	19	0	25	0.012	0	0	203
3		14.8	15.2	19.4	0	25	0.13	0	0	405
4		15.2	19.4	19	0	85	4.5	0	0	495
5		19.4	30	19	0	64	4.5	0	0	500

Boulanger & Idriss (2014)

Strato Nr.	FC (%)	Validità
1- (0-4.8)	15	Non valido
2- (4.8-14.8)	97	Valido

3- (14.8-15.2)	35	Valido
4- (15.2-19.4)	13	Non valido
5- (19.4-30)	13	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno non suscettibile di

7	1.41	26.790	13.061	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno non suscetti

15	3.01	57.190	27.770	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno non

23	4.61	87.590	42.479							suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318	1.303	38.068	0.956	4.187	0.288	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157	1.286	37.647	0.952	3.737	0.287	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995	1.270	37.248	0.947	3.368	0.286	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834	1.255	36.868	0.942	3.062	0.284	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673	1.240	36.507	0.936	2.804	0.283	9.93	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	1.235	36.358	0.931	2.707	0.281	9.63	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
30	6.01	114.190	55.350	1.221	36.016	0.926	2.501	0.279	8.95	Terreno

31	6.21	117.990	57.189	1.208	35.688	0.921	2.323	0.278	8.36	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.195	35.375	0.916	2.169	0.276	7.85	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.183	35.074	0.910	2.035	0.275	7.41	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.177	34.926	0.905	1.973	0.273	7.22	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.166	34.638	0.900	1.861	0.272	6.85	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.155	34.361	0.894	1.762	0.270	6.53	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.144	34.094	0.889	1.671	0.268	6.23	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

38	7.61	144.590	70.059	1.134	33.836	0.884	1.580	0.267	5.93	Terreno non suscettibile di liquefazione
39	7.81	148.390	71.898	1.124	33.588	0.878	1.499	0.265	5.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
40	8.01	152.190	73.737	1.114	33.348	0.873	1.427	0.263	5.42	Terreno non suscettibile di liquefazione
41	8.21	155.990	75.575	1.108	33.197	0.867	1.381	0.262	5.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
42	8.41	159.790	77.414	1.099	32.964	0.862	1.312	0.260	5.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
43	8.61	163.590	79.253	1.090	32.740	0.856	1.249	0.258	4.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
44	8.81	167.390	81.091	1.081	32.522	0.851	1.193	0.257	4.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
45	9.01	171.190	82.930	1.073	32.311	0.845	1.141	0.255	4.47	Terreno non suscettibile di liquefazione

46	9.21	174.990	84.769	1.064	32.106	0.840	1.094	0.254	4.31	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
47	9.41	178.790	86.607	1.056	31.906	0.834	1.051	0.252	4.17	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	182.590	88.446	1.050	31.749	0.829	1.017	0.250	4.06	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	186.390	90.285	1.042	31.555	0.823	0.979	0.249	3.94	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.190	92.124	1.035	31.366	0.818	0.944	0.247	3.82	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	193.990	93.962	1.028	31.183	0.812	0.911	0.245	3.72	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	197.790	95.801	1.020	31.004	0.807	0.881	0.244	3.62	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	201.590	97.640	1.013	30.830	0.801	0.853	0.242	3.53	Terreno non suscetti bile di

54	10.81	205.390	99.478	1.007	30.661	0.795	0.827	0.240	3.44	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
55	11.01	209.190	101.317	1.000	30.496	0.790	0.803	0.239	3.37	Terreno non suscettibile di liquefazione
56	11.21	212.990	103.156	0.993	30.330	0.785	0.780	0.237	3.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
57	11.41	216.790	104.994	0.987	30.168	0.779	0.758	0.235	3.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	220.590	106.833	0.981	30.010	0.774	0.737	0.234	3.16	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	11.81	224.390	108.672	0.974	29.856	0.768	0.718	0.232	3.10	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	12.01	228.190	110.510	0.968	29.705	0.763	0.700	0.230	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
61	12.21	231.990	112.349	0.963	29.557	0.757	0.683	0.229	2.99	Terreno suscettibile di

62	12.41	235.790	114.188	0.957	29.413	0.752	0.667	0.227	2.94	liquefazione Terreno suscettibile di liquefazione
63	12.61	239.590	116.026	0.951	29.272	0.747	0.652	0.225	2.89	Terreno suscettibile di liquefazione
64	12.81	243.390	117.865	0.946	29.135	0.741	0.637	0.224	2.85	Terreno suscettibile di liquefazione
65	13.01	247.190	119.704	0.939	28.960	0.736	0.621	0.222	2.79	Terreno suscettibile di liquefazione
66	13.21	250.990	121.542	0.933	28.825	0.731	0.607	0.221	2.75	Terreno suscettibile di liquefazione
67	13.41	254.790	123.381	0.928	28.692	0.725	0.595	0.219	2.72	Terreno suscettibile di liquefazione
68	13.61	258.590	125.220	0.923	28.562	0.720	0.583	0.217	2.68	Terreno suscettibile di liquefazione
69	13.81	262.390	127.058	0.918	28.435	0.715	0.572	0.216	2.65	Terreno suscettibile di liquefazione
70	14.01	266.190	128.897	0.913	28.310	0.710	0.561	0.214	2.62	Terreno suscettibile di liquefazione

71	14.21	269.990	130.736	0.908	28.187	0.705	0.551	0.213	2.59	Terreno suscettibile di liquefazione
72	14.41	273.790	132.574	0.903	28.067	0.699	0.541	0.211	2.56	Terreno suscettibile di liquefazione
73	14.61	277.590	134.413	0.898	27.949	0.694	0.532	0.210	2.54	Terreno suscettibile di liquefazione
74	14.81	281.394	136.256	0.894	27.845	0.689	0.524	0.208	2.52	Terreno suscettibile di liquefazione
75	15.01	285.274	138.174	0.886	27.658	0.684	0.510	0.207	2.47	Terreno suscettibile di liquefazione
76	15.21	289.150	140.089							Terreno non suscettibile di liquefazione
77	15.41	292.950	141.928							Terreno non suscettibile di liquefazione
78	15.61	296.750	143.766							Terreno non suscettibile di liquefazione
79	15.81	300.550	145.605							Terreno non suscettibile di

80	16.01	304.350	147.444	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	308.150	149.282	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	311.950	151.121	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	315.750	152.960	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	319.550	154.798	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	323.350	156.637	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	327.150	158.476	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	330.950	160.314	Terreno non suscetti

88	17.61	334.750	162.153	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	338.550	163.992	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	342.350	165.830	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	346.150	167.669	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	349.950	169.508	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	353.750	171.346	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	357.550	173.185	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	361.350	175.024	Terreno non

96	19.21	365.150	176.862	suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	368.950	178.701	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	372.750	180.540	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	376.550	182.378	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	380.350	184.217	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S3

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	4.8	19	0	62	2.01	0	0	240
2		4.8	14.8	19	0	25	0.012	0	0	203
3		14.8	15.2	19.4	0	25	0.13	0	0	405
4		15.2	19.4	19	0	85	4.5	0	0	495
5		19.4	30	19	0	64	4.5	0	0	500

EC8 (SPT) (1998)

Energy Ratio (ER) 0.65

Correzione per ER (CE) 1.1

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Non valido
2-	19.1	23.5	> 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
4-	8.4	5.3	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido
5-	8.4	5.3	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

[illegible]

				non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
2	0.41	7.790	3.867	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
3	0.61	11.590	5.706	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
4	0.81	15.390	7.545	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
5	1.01	19.190	9.383	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
6	1.21	22.990	11.222	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
7	1.41	26.790	13.061	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
8	1.61	30.590	14.899	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --

9	1.81	34.390	16.738	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

17	3.41	64.790	31.447							zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
18	3.61	68.590	33.286							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	53.819	0.963	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di

25	5.01	95.190	46.157	1.472	52.837	0.962	0.066	0.107	--	liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
26	5.21	98.990	47.995	1.443	51.912	0.960	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	1.417	51.038	0.959	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	1.391	50.212	0.957	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	1.367	49.428	0.956	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	1.344	48.684	0.954	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	1.322	47.976	0.952	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	1.302	47.302	0.951	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti

33	6.61	125.59 0	60.866	1.282	46.658	0.949	0.066	0.107	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
34	6.81	129.39 0	62.705	1.263	46.042	0.948	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	1.245	45.454	0.946	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	136.99 0	66.382	1.227	44.889	0.945	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	1.211	44.348	0.943	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	1.195	43.828	0.942	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.39 0	71.898	1.179	43.329	0.940	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	1.165	42.848	0.939	0.066	0.107	--	Terreno -- non

41	8.21	155.99 0	75.575	1.150	42.385	0.937	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
42	8.41	159.79 0	77.414	1.137	41.938	0.936	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
43	8.61	163.59 0	79.253	1.123	41.507	0.934	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
44	8.81	167.39 0	81.091	1.110	41.091	0.933	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
45	9.01	171.19 0	82.930	1.098	40.688	0.931	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
46	9.21	174.99 0	84.769	1.086	40.299	0.928	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
47	9.41	178.79 0	86.607	1.075	39.923	0.923	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
48	9.61	182.59	88.446	1.063	39.558	0.917	0.066	0.107	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno --

		0									non suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	186.39 0	90.285	1.052	39.204	0.912	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124	1.042	38.861	0.907	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962	1.032	38.528	0.901	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	197.79 0	95.801	1.022	38.205	0.896	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640	1.012	37.891	0.891	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478	1.003	37.585	0.885	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	209.19 0	101.31 7	0.993	37.288	0.880	0.066	0.107	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

56	11.21	212.99 0	103.15 6	0.985	36.999	0.875	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	216.79 0	104.99 4	0.976	36.718	0.869	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	220.59 0	106.83 3	0.967	36.444	0.864	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	224.39 0	108.67 2	0.959	36.176	0.859	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	228.19 0	110.51 0	0.951	35.916	0.853	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	231.99 0	112.34 9	0.943	35.662	0.848	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	235.79 0	114.18 8	0.936	35.414	0.843	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	239.59 0	116.02 6	0.928	35.172	0.837	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

64	12.81	243.39 0	117.86 5	0.921	34.936	0.832	0.066	0.107	--	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
65	13.01	247.19 0	119.70 4	0.914	34.705	0.827	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	0.907	34.479	0.821	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	0.900	34.259	0.816	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 0	125.22 0	0.894	34.043	0.811	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.39 0	127.05 8	0.887	33.832	0.805	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	266.19 0	128.89 7	0.881	33.626	0.800	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	269.99 0	130.73 6	0.875	33.424	0.795	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di

72	14.41	273.79 0	132.57 4	0.869	33.226	0.789	0.066	0.107	--	liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
73	14.61	277.59 0	134.41 3	0.863	33.033	0.784	0.066	0.107	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	281.39 4	136.25 6	0.857	27.532	0.779	0.336	0.108	3.106	TERR 1.065 ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"
75	15.01	285.27 4	138.17 4	0.851	27.361	0.773	0.331	0.107	3.089	TERR 1.082 ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"
76	15.21	289.15 0	140.08 9							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	292.95 0	141.92 8							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
78	15.61	296.75	143.76							Terreno --

		0	6		non suscetti bile di liquefa zione
79	15.81	300.55 0	145.60 5	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
80	16.01	304.35 0	147.44 4	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
81	16.21	308.15 0	149.28 2	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
82	16.41	311.95 0	151.12 1	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
83	16.61	315.75 0	152.96 0	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
84	16.81	319.55 0	154.79 8	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
85	17.01	323.35 0	156.63 7	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

86	17.21	327.15 0	158.47 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
87	17.41	330.95 0	160.31 4	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
88	17.61	334.75 0	162.15 3	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
89	17.81	338.55 0	163.99 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
90	18.01	342.35 0	165.83 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
91	18.21	346.15 0	167.66 9	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
92	18.41	349.95 0	169.50 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
93	18.61	353.75 0	171.34 6	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

94	18.81	357.55 0	173.18 5	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
95	19.01	361.35 0	175.02 4	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
96	19.21	365.15 0	176.86 2	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
97	19.41	368.95 0	178.70 1	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
98	19.61	372.75 0	180.54 0	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
99	19.81	376.55 0	182.37 8	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
100	20.01	380.35 0	184.21 7	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S3

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	4.8	19	0	62	2.01	0	0	240
2		4.8	14.8	19	0	25	0.012	0	0	203
3		14.8	15.2	19.4	0	25	0.13	0	0	405
4		15.2	19.4	19	0	85	4.5	0	0	495
5		19.4	30	19	0	64	4.5	0	0	500

Eurocodice 8 VS

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	≤ 10	C-Sabbie,	Non valido

2-	19.1	23.5	> 10	ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10		Valido
4-	8.4	5.3	<= 10		Non valido
5-	8.4	5.3	<= 10		Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normale Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non	0.000

11	2.21	41.990	20.415	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
12	2.41	45.790	22.254	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
13	2.61	49.590	24.093	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
14	2.81	53.390	25.931	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
15	3.01	57.190	27.770	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
16	3.21	60.990	29.609	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
17	3.41	64.790	31.447	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000

18	3.61	68.590	33.286							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	248.80 0	200.00 0	0.963	0.163	0.139	1.17	Terreno 17.977 suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	246.28 5	200.00 0	0.962	0.158	0.139	1.14	Terreno 19.372 suscetti bile di liquefa zione
26	5.21	98.990	47.995	243.89	200.00	0.960	0.153	0.139	1.11	Terreno 20.840

				1	0						suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	241.61 0	200.00 0	0.959	0.149	0.139	1.08	Terreno 22.388	suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	239.43 1	200.00 0	0.957	0.145	0.139	1.04	Terreno 24.025	suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	237.34 7	200.00 0	0.956	0.140	0.139	1.01	Terreno 25.758	suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	235.35 1	200.00 0	0.954	0.136	0.139	0.98	Terreno 27.599	suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	233.43 6	200.00 0	0.952	0.132	0.139	0.95	Terreno 29.560	suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	231.59 7	200.00 0	0.951	0.128	0.139	0.92	Terreno 31.657	suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	229.82 8	200.00 0	0.949	0.124	0.139	0.89	Terreno 33.906	suscetti bile di liquefa zione
34	6.81	129.39 0	62.705	228.12 4	200.00 0	0.948	0.120	0.139	0.86	Terreno 36.328	suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	226.48 2	200.00 0	0.946	0.115	0.139	0.83	Terreno 38.946	suscetti bile di

36	7.21	136.99 0	66.382	224.89 7	200.00 0	0.945	0.111	0.139	0.80	liquefa zione Terreno 41.789 suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	223.36 6	200.00 0	0.943	0.107	0.139	0.77	Terreno 44.887 suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	221.88 6	200.00 0	0.942	0.102	0.139	0.74	Terreno 48.275 suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.39 0	71.898	220.45 3	200.00 0	0.940	0.097	0.139	0.70	Terreno 51.994 suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	219.06 6	200.00 0	0.939	0.092	0.139	0.67	Terreno 56.082 suscetti bile di liquefa zione
41	8.21	155.99 0	75.575	217.72 1	200.00 0	0.937	0.087	0.139	0.63	Terreno 60.577 suscetti bile di liquefa zione
42	8.41	159.79 0	77.414	216.41 7	200.00 0	0.936	0.081	0.139	0.59	Terreno 65.503 suscetti bile di liquefa zione
43	8.61	163.59 0	79.253	215.15 1	200.00 0	0.934	0.075	0.139	0.54	Terreno 70.858 suscetti bile di liquefa zione
44	8.81	167.39 0	81.091	213.92 0	200.00 0	0.933	0.068	0.139	0.49	Terreno 76.582 suscetti bile di liquefa zione

45	9.01	171.19 0	82.930	212.72 5	200.00 0	0.931	0.061	0.139	0.44	Terreno 82.518 suscetti bile di liquefa zione
46	9.21	174.99 0	84.769	211.56 2	200.00 0	0.928	0.052	0.139	0.37	Terreno 88.357 suscetti bile di liquefa zione
47	9.41	178.79 0	86.607	210.43 0	200.00 0	0.923	0.042	0.139	0.30	Terreno 93.590 suscetti bile di liquefa zione
48	9.61	182.59 0	88.446	209.32 8	200.00 0	0.917	0.030	0.139	0.22	Terreno 97.540 suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	186.39 0	90.285	208.25 4	200.00 0	0.912	0.017	0.139	0.12	Terreno 99.620 suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124	207.20 7	200.00 0	0.907	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962	206.18 5	200.00 0	0.901	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
52	10.41	197.79 0	95.801	205.18 9	200.00 0	0.896	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640	204.21 6	200.00 0	0.891	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478	203.26 6	200.00 0	0.885	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0

55	11.01	209.19 0	101.31 7	202.33 7	200.00 0	0.880	0.000	0.139	0.00	bile di liquefa zione Terreno 100.00 suscetti 0
56	11.21	212.99 0	103.15 6	201.42 9	200.00 0	0.875	0.000	0.139	0.00	bile di liquefa zione Terreno 100.00 suscetti 0
57	11.41	216.79 0	104.99 4	200.54 2	200.00 0	0.869	0.000	0.139	0.00	bile di liquefa zione Terreno 100.00 suscetti 0
58	11.61	220.59 0	106.83 3	199.67 3	200.00 0	0.864	2.869	0.139	20.68	bile di liquefa zione Terreno 0.003 non suscetti
59	11.81	224.39 0	108.67 2	198.82 3	200.00 0	0.859	0.879	0.139	6.34	bile di liquefa zione Terreno 0.118 non suscetti
60	12.01	228.19 0	110.51 0	197.99 1	200.00 0	0.853	0.561	0.139	4.04	bile di liquefa zione Terreno 0.472 non suscetti
61	12.21	231.99 0	112.34 9	197.17 6	200.00 0	0.848	0.431	0.139	3.11	bile di liquefa zione Terreno 1.065 non suscetti
62	12.41	235.79 0	114.18 8	196.37 7	200.00 0	0.843	0.360	0.139	2.59	bile di liquefa zione Terreno 1.850 suscetti

63	12.61	239.59 0	116.02 6	195.59 5	200.00 0	0.837	0.315	0.139	2.27	Terreno 2.775 suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	243.39 0	117.86 5	194.82 7	200.00 0	0.832	0.283	0.139	2.04	Terreno 3.797 suscetti bile di liquefa zione
65	13.01	247.19 0	119.70 4	194.07 5	200.00 0	0.827	0.260	0.139	1.88	Terreno 4.879 suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	193.33 7	200.00 0	0.821	0.243	0.139	1.75	Terreno 5.997 suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	192.61 2	200.00 0	0.816	0.229	0.139	1.65	Terreno 7.131 suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 0	125.22 0	191.90 1	200.00 0	0.811	0.217	0.139	1.56	Terreno 8.267 suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.39 0	127.05 8	191.20 3	200.00 0	0.805	0.207	0.139	1.50	Terreno 9.398 suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	266.19 0	128.89 7	190.51 8	200.00 0	0.800	0.199	0.139	1.44	Terreno 10.515 suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	269.99 0	130.73 6	189.84 4	200.00 0	0.795	0.192	0.139	1.39	Terreno 11.615 suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	273.79 0	132.57 4	189.18 3	200.00 0	0.789	0.186	0.139	1.34	Terreno 12.695 suscetti

73	14.61	277.59 0	134.41 3	188.53 2	200.00 0	0.784	0.181	0.139	1.30	bile di liquefa zione Terreno 13.754 suscetti bile di liquefa zione Terreno 1.224 suscetti bile di liquefa zione Terreno 1.250 suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa
74	14.81	281.39 4	136.25 6	374.85 8	212.13 3	0.779	0.412	0.139	2.97	
75	15.01	285.27 4	138.17 4	373.55 0	212.13 3	0.773	0.409	0.139	2.95	
76	15.21	289.15 0	140.08 9							
77	15.41	292.95 0	141.92 8							
78	15.61	296.75 0	143.76 6							
79	15.81	300.55 0	145.60 5							
80	16.01	304.35 0	147.44 4							

81	16.21	308.15 0	149.28 2	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
82	16.41	311.95 0	151.12 1	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
83	16.61	315.75 0	152.96 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
84	16.81	319.55 0	154.79 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
85	17.01	323.35 0	156.63 7	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
86	17.21	327.15 0	158.47 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
87	17.41	330.95 0	160.31 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
88	17.61	334.75 0	162.15 3	Terreno 0.000 non suscetti bile di

89	17.81	338.550	163.992	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
90	18.01	342.350	165.830	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
91	18.21	346.150	167.669	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
92	18.41	349.950	169.508	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
93	18.61	353.750	171.346	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
94	18.81	357.550	173.185	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
95	19.01	361.350	175.024	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
96	19.21	365.150	176.862	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000

97	19.41	368.95 0	178.70 1	bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
98	19.61	372.75 0	180.54 0	
99	19.81	376.55 0	182.37 8	
100	20.01	380.35 0	184.21 7	

IPL (Sonmez)=8.2 Zcrit=20 m Rischio=Alto

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S3

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	4.8	19	0	62	2.01	0	0	240
2		4.8	14.8	19	0	25	0.012	0	0	203
3		14.8	15.2	19.4	0	25	0.13	0	0	405
4		15.2	19.4	19	0	85	4.5	0	0	495
5		19.4	30	19	0	64	4.5	0	0	500

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6

Diametro foro di sondaggio 100 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	15	Non valido
2-	35	Valido per sabbie-limose e limi
3-	35	Valido per sabbie pulite
4-	13	Non valido
5-	13	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	(N1)60c	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione

6	1.21	22.990	11.222	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
7	1.41	26.790	13.061	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di

14	2.81	53.390	25.931	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti

22	4.41	83.790	40.641							bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318	1.502	49.931	0.963	0.504	0.290	1.74	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157	1.472	49.027	0.962	0.487	0.290	1.68	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995	1.443	48.175	0.960	0.470	0.290	1.62	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834	1.417	47.370	0.959	0.453	0.289	1.57	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673	1.391	46.609	0.957	0.436	0.289	1.51	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	1.367	45.888	0.956	0.419	0.288	1.45	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
30	6.01	114.190	55.350	1.344	45.203	0.954	0.402	0.288	1.40	Terreno suscetti

31	6.21	117.990	57.189	1.322	44.551	0.952	0.384	0.287	1.34	bile di liquefaz ione Terreno suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.302	43.929	0.951	0.367	0.287	1.28	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.282	43.337	0.949	0.349	0.287	1.22	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.263	42.770	0.948	0.330	0.286	1.15	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.245	42.228	0.946	0.311	0.286	1.09	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.227	41.708	0.945	0.291	0.285	1.02	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.211	41.210	0.943	0.270	0.285	0.95	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.590	70.059	1.195	40.731	0.942	0.248	0.284	0.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
39	7.81	148.390	71.898	1.179	40.271	0.940	0.224	0.284	0.79	Terreno suscetti bile di liquefaz

40	8.01	152.190	73.737	1.165	39.828	0.939	0.198	0.283	0.70	ione Terreno suscelli bile di liquefaz ione
41	8.21	155.990	75.575	1.150	39.402	0.937	0.170	0.283	0.60	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
42	8.41	159.790	77.414	1.137	38.991	0.936	0.140	0.282	0.49	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
43	8.61	163.590	79.253	1.123	38.594	0.934	0.106	0.282	0.38	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
44	8.81	167.390	81.091	1.110	38.210	0.933	0.068	0.282	0.24	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
45	9.01	171.190	82.930	1.098	37.840	0.931	0.025	0.281	0.09	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
46	9.21	174.990	84.769	1.086	37.482	0.935	--	--	--	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
47	9.41	178.790	86.607	1.075	37.135	0.929	--	--	--	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
48	9.61	182.590	88.446	1.063	36.799	0.924	--	--	--	Terreno non suscelli bile di

49	9.81	186.390	90.285	1.052	36.473	0.919	--	--	--	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.190	92.124	1.042	36.157	0.914	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	193.990	93.962	1.032	35.850	0.909	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	197.790	95.801	1.022	35.553	0.903	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	201.590	97.640	1.012	35.264	0.898	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	10.81	205.390	99.478	1.003	34.982	0.893	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
55	11.01	209.190	101.317	0.993	34.709	0.888	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
56	11.21	212.990	103.156	0.985	34.443	0.883	--	--	--	Terreno non suscetti

57	11.41	216.790	104.994	0.976	34.184	0.877	--	--	--	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
58	11.61	220.590	106.833	0.967	33.931	0.872	24.619	0.263	93.48	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
59	11.81	224.390	108.672	0.959	33.685	0.867	5.707	0.262	21.80	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
60	12.01	228.190	110.510	0.951	33.445	0.862	3.413	0.260	13.12	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
61	12.21	231.990	112.349	0.943	33.211	0.857	2.518	0.259	9.74	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
62	12.41	235.790	114.188	0.936	32.983	0.851	2.041	0.257	7.94	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
63	12.61	239.590	116.026	0.928	32.760	0.846	1.743	0.256	6.82	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
64	12.81	243.390	117.865	0.921	32.543	0.841	1.539	0.254	6.06	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
65	13.01	247.190	119.704	0.914	32.330	0.836	1.391	0.252	5.51	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
66	13.21	250.990	121.542	0.907	32.123	0.831	1.278	0.251	5.09	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
67	13.41	254.790	123.381	0.900	31.920	0.825	1.189	0.249	4.77	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
68	13.61	258.590	125.220	0.894	31.721	0.820	1.116	0.248	4.51	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
69	13.81	262.390	127.058	0.887	31.527	0.815	1.056	0.246	4.29	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
70	14.01	266.190	128.897	0.881	31.337	0.810	1.006	0.245	4.11	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
71	14.21	269.990	130.736	0.875	31.151	0.805	0.963	0.243	3.96	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	273.790	132.574	0.869	30.969	0.799	0.925	0.241	3.83	Terreno

										non suscelli bile di liquefaz ione
73	14.61	277.590	134.413	0.863	30.790	0.794	0.893	0.240	3.72	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
74	14.81	281.394	136.256	0.857	30.615	0.789	0.864	0.238	3.62	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
75	15.01	285.274	138.174	0.851	30.436	0.784	0.837	0.237	3.54	Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
76	15.21	289.150	140.089							Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
77	15.41	292.950	141.928							Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
78	15.61	296.750	143.766							Terreno non suscelli bile di liquefaz ione
79	15.81	300.550	145.605							Terreno non suscelli bile di liquefaz ione

80	16.01	304.350	147.444	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	308.150	149.282	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	311.950	151.121	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	315.750	152.960	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	319.550	154.798	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	323.350	156.637	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	327.150	158.476	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	330.950	160.314	Terreno non suscetti bile di liquefaz

88	17.61	334.750	162.153	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	338.550	163.992	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	342.350	165.830	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	346.150	167.669	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	349.950	169.508	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	353.750	171.346	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	357.550	173.185	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	361.350	175.024	Terreno non suscetti bile di

96	19.21	365.150	176.862	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	368.950	178.701	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	372.750	180.540	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	376.550	182.378	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	380.350	184.217	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

Correzione per ER (CE)	1
Correzione diametro foro (CB)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.67

IPL (Sonmez)=4.48 Zcrit=20 m Rischio=Moderato

INDICE DI LIQUEFAZIONE (IL) SONDAGGIO S3

PROFONDITA' (m dal p.c.)	N1 60CS	ΔN_{160}	CRR M7,5 1ATM	MSF	MSFmax (≤ 2.2)	$K\sigma$ (≤ 1.1)	$C\sigma$ (≤ 0.3)	CSR $M\sigma'v$	FL	FZ	wz	IL
12.61	36.205	6.648	1.444	1.757	2.411	-	-	-	-	-	-	-
12.81	36.061	6.648	1.397	1.751	2.401	-	-	-	-	-	-	-
13.01	35.920	6.648	1.353	1.746	2.390	-	-	-	-	-	-	-
13.21	35.783	6.648	1.312	1.741	2.380	-	-	-	-	-	-	-
13.41	35.608	6.648	1.262	1.734	2.368	-	-	-	-	-	-	-
13.61	35.473	6.648	1.225	1.729	2.358	-	-	-	-	-	-	-
13.81	35.340	6.648	1.191	1.724	2.349	-	-	-	-	-	-	-
14.01	35.210	6.648	1.158	1.719	2.339	-	-	-	-	-	-	-
14.21	35.083	6.648	1.128	1.714	2.330	-	-	-	-	-	-	-
14.41	34.958	6.648	1.099	1.709	2.322	-	-	-	-	-	-	-
14.61	34.835	6.648	1.071	1.704	2.313	-	-	-	-	-	-	-
14.81	34.715	6.648	1.045	1.700	2.305	-	-	-	-	-	-	-
15.01	34.597	6.648	1.021	1.695	2.296	-	-	-	-	-	-	-
15.21	34.493	6.648	1.000	1.692	2.289	-	-	-	-	-	-	-
15.41	34.306	6.648	0.964	1.685	2.276	-	-	-	-	-	-	-

NOTE: L'Indice di liquefazione viene calcolato in base alla normativa di riferimento vigente nel territorio di competenza della Regione Emilia Romagna in conformità con l'Allegato 3 del DGR 2193-2015 seguendo il criterio di valutazione del potenziale di liquefazione di Boulanger & Idriss 2014. Vengono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione di IL unicamente negli intervalli risultati come potenzialmente liquefacibile in base ai criteri designati. I parametri di MSFmax, $K\sigma$ e $C\sigma$ hanno dei valori soglia oltre i quali non è possibile procedere con i calcoli successivi.

S3, Cassa Espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)

Strato	Comportamento geotecnico	Indice di plasticità [%]	Indice dei vuoti [%]	Indice di compressione	Modulo di taglio [kN/m²]	Grado di consolidazione medio	Coesione non drenata [kN/m²]
	Incoerente	0.00	0	1.24	111559.6015625	0.9416080117225647	0
	Coesivo	17.00	0.5339999794960022	0.13	79813.5625	0.076240003108978271	160
	Incoerente-Coesivo	4.00	0.58300000429153442	0.00	317683.5	0.0508279986679554	136
	Incoerente	0.00	0	1.24	474564.1875	0.15246599912643433	0
	Incoerente	0.00	0	1.24	484199.8125	0.11444400250911713	0

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Fattore di sicurezza Fs	Deformazione verticale	Cedimento [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
1	0.21	3.990	2.029	0.00	0.00E+00	0	0
2	0.41	7.790	3.867	0.00	0.00E+00	0	0
3	0.61	11.590	5.706	0.00	0.00E+00	0	0
4	0.81	15.390	7.545	0.00	0.00E+00	0	0
5	1.01	19.190	9.383	0.00	0.00E+00	0	0
6	1.21	22.990	11.222	0.00	0.00E+00	0	0
7	1.41	26.790	13.061	0.00	0.00E+00	0	0
8	1.61	30.590	14.899	0.00	0.00E+00	0	0
9	1.81	34.390	16.738	0.00	0.00E+00	0	0
10	2.01	38.190	18.577	0.00	0.00E+00	0	0
11	2.21	41.990	20.415	0.00	0.00E+00	0	0
12	2.41	45.790	22.254	0.00	0.00E+00	0	0
13	2.61	49.590	24.093	0.00	0.00E+00	0	0
14	2.81	53.390	25.931	0.00	0.00E+00	0	0
15	3.01	57.190	27.770	0.00	0.00E+00	0	0
16	3.21	60.990	29.609	0.00	0.00E+00	0	0
17	3.41	64.790	31.447	0.00	0.00E+00	0	0
18	3.61	68.590	33.286	0.00	0.00E+00	0	0
19	3.81	72.390	35.125	0.00	0.00E+00	0	0
20	4.01	76.190	36.963	0.00	0.00E+00	0	0
21	4.21	79.990	38.802	0.00	0.00E+00	0	0
22	4.41	83.790	40.641	0.00	0.00E+00	0	0
23	4.61	87.590	42.479	0.00	0.00E+00	0	0
24	4.81	91.390	44.318	0.00	-1.00E+00	0	0
25	5.01	95.190	46.157	0.00	-1.00E+00	0	0
26	5.21	98.990	47.995	0.00	-1.00E+00	0	0
27	5.41	102.790	49.834	0.00	-1.00E+00	0	0
28	5.61	106.590	51.673	0.00	-1.00E+00	0	0
29	5.81	110.390	53.511	0.00	-1.00E+00	0	0
30	6.01	114.190	55.350	0.00	-1.00E+00	0	0
31	6.21	117.990	57.189	0.00	-1.00E+00	0	0
32	6.41	121.790	59.027	0.00	-1.00E+00	0	0

33	6.61	125.590	60.866	0.00	-1.00E+00	0	0
34	6.81	129.390	62.705	0.00	-1.00E+00	0	0
35	7.01	133.190	64.543	0.00	-1.00E+00	0	0
36	7.21	136.990	66.382	0.00	-1.00E+00	0	0
37	7.41	140.790	68.221	0.00	-1.00E+00	0	0
38	7.61	144.590	70.059	0.00	-1.00E+00	0	0
39	7.81	148.390	71.898	0.00	-1.00E+00	0	0
40	8.01	152.190	73.737	0.00	-1.00E+00	0	0
41	8.21	155.990	75.575	0.00	-1.00E+00	0	0
42	8.41	159.790	77.414	0.00	-1.00E+00	0	0
43	8.61	163.590	79.253	0.00	-1.00E+00	0	0
44	8.81	167.390	81.091	0.00	-1.00E+00	0	0
45	9.01	171.190	82.930	0.00	-1.00E+00	0	0
46	9.21	174.990	84.769	0.00	-1.00E+00	0	0
47	9.41	178.790	86.607	0.00	-1.00E+00	0	0
48	9.61	182.590	88.446	0.00	-1.00E+00	0	0
49	9.81	186.390	90.285	0.00	-1.00E+00	0	0
50	10.01	190.190	92.124	0.00	-1.00E+00	0	0
51	10.21	193.990	93.962	0.00	-1.00E+00	0	0
52	10.41	197.790	95.801	0.00	-1.00E+00	0	0
53	10.61	201.590	97.640	0.00	-1.00E+00	0	0
54	10.81	205.390	99.478	0.00	-1.00E+00	0	0
55	11.01	209.190	101.317	0.00	-1.00E+00	0	0
56	11.21	212.990	103.156	0.00	-1.00E+00	0	0
57	11.41	216.790	104.994	0.00	-1.00E+00	0	0
58	11.61	220.590	106.833	0.00	-1.00E+00	0	0
59	11.81	224.390	108.672	0.00	-1.00E+00	0	0
60	12.01	228.190	110.510	0.00	-1.00E+00	0	0
61	12.21	231.990	112.349	0.00	-1.00E+00	0	0
62	12.41	235.790	114.188	0.00	-1.00E+00	0	0
63	12.61	239.590	116.026	0.00	-1.00E+00	0	0
64	12.81	243.390	117.865	0.00	-1.00E+00	0	0
65	13.01	247.190	119.704	0.00	-1.00E+00	0	0
66	13.21	250.990	121.542	0.00	-1.00E+00	0	0
67	13.41	254.790	123.381	0.00	-1.00E+00	0	0
68	13.61	258.590	125.220	0.00	-1.00E+00	0	0
69	13.81	262.390	127.058	0.00	-1.00E+00	0	0
70	14.01	266.190	128.897	0.00	-1.00E+00	0	0
71	14.21	269.990	130.736	0.00	-1.00E+00	0	0
72	14.41	273.790	132.574	0.00	-1.00E+00	0	0
73	14.61	277.590	134.413	0.00	-1.00E+00	0	0
74	14.81	281.394	136.256	0.00	0.00E+00	0	0
75	15.01	285.274	138.174	0.00	0.00E+00	0	0
76	15.21	289.150	140.089	0.00	0.00E+00	0	0
77	15.41	292.950	141.928	0.00	0.00E+00	0	0
78	15.61	296.750	143.766	0.00	0.00E+00	0	0
79	15.81	300.550	145.605	0.00	0.00E+00	0	0
80	16.01	304.350	147.444	0.00	0.00E+00	0	0
81	16.21	308.150	149.282	0.00	0.00E+00	0	0

82	16.41	311.950	151.121	0.00	0.00E+00	0	0
83	16.61	315.750	152.960	0.00	0.00E+00	0	0
84	16.81	319.550	154.798	0.00	0.00E+00	0	0
85	17.01	323.350	156.637	0.00	0.00E+00	0	0
86	17.21	327.150	158.476	0.00	0.00E+00	0	0
87	17.41	330.950	160.314	0.00	0.00E+00	0	0
88	17.61	334.750	162.153	0.00	0.00E+00	0	0
89	17.81	338.550	163.992	0.00	0.00E+00	0	0
90	18.01	342.350	165.830	0.00	0.00E+00	0	0
91	18.21	346.150	167.669	0.00	0.00E+00	0	0
92	18.41	349.950	169.508	0.00	0.00E+00	0	0
93	18.61	353.750	171.346	0.00	0.00E+00	0	0
94	18.81	357.550	173.185	0.00	0.00E+00	0	0
95	19.01	361.350	175.024	0.00	0.00E+00	0	0
96	19.21	365.150	176.862	0.00	0.00E+00	0	0
97	19.41	368.950	178.701	0.00	0.00E+00	0	0
98	19.61	372.750	180.540	0.00	0.00E+00	0	0
99	19.81	376.550	182.378	0.00	0.00E+00	0	0
100	20.01	380.350	184.217	0.00	0.00E+00	0	0

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S4

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7	19	0	41	2.01	0	0	240
2		7	13.6	19	0	25	0.08	0	0	200
3		13.6	19	19.4	0	36	2.01	0	0	405
4		19	27	19	0	19	0.022	0	0	495
5		27	30	19	0	62	8.5	0	0	500

Boulanger & Idriss (2014)

Strato Nr.	FC (%)	Validità
1- (0-7)	15	Non valido
2- (7-13.6)	99	Valido

3- (13.6-19)	21	Non valido
4- (19-27)	75.7	Valido
5- (27-30)	13.9	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno non suscettibile di

7	1.41	26.790	13.061	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno non suscetti

15	3.01	57.190	27.770	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno non

					suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511		Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
30	6.01	114.190	55.350		Terreno

31	6.21	117.990	57.189							non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
32	6.41	121.790	59.027							non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
33	6.61	125.590	60.866							non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
34	6.81	129.390	62.705							non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
35	7.01	133.190	64.543	1.166	34.632	0.900	1.859	0.272	6.85	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
36	7.21	136.990	66.382	1.155	34.355	0.894	1.760	0.270	6.52	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno
37	7.41	140.790	68.221	1.144	34.089	0.889	1.669	0.268	6.22	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno

38	7.61	144.590	70.059	1.134	33.831	0.884	1.579	0.267	5.92	Terreno non suscettibile di liquefazione
39	7.81	148.390	71.898	1.124	33.583	0.878	1.498	0.265	5.65	Terreno non suscettibile di liquefazione
40	8.01	152.190	73.737	1.114	33.342	0.873	1.425	0.263	5.41	Terreno non suscettibile di liquefazione
41	8.21	155.990	75.575	1.108	33.191	0.867	1.379	0.262	5.27	Terreno non suscettibile di liquefazione
42	8.41	159.790	77.414	1.099	32.959	0.862	1.311	0.260	5.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
43	8.61	163.590	79.253	1.090	32.734	0.856	1.248	0.258	4.83	Terreno non suscettibile di liquefazione
44	8.81	167.390	81.091	1.081	32.517	0.851	1.192	0.257	4.64	Terreno non suscettibile di liquefazione
45	9.01	171.190	82.930	1.073	32.305	0.845	1.140	0.255	4.47	Terreno non suscettibile di liquefazione

46	9.21	174.990	84.769	1.064	32.100	0.840	1.093	0.254	4.31	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
47	9.41	178.790	86.607	1.056	31.901	0.834	1.050	0.252	4.17	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	182.590	88.446	1.050	31.743	0.829	1.016	0.250	4.06	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	186.390	90.285	1.042	31.550	0.823	0.978	0.249	3.94	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.190	92.124	1.035	31.361	0.818	0.943	0.247	3.82	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	193.990	93.962	1.028	31.178	0.812	0.911	0.245	3.71	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	197.790	95.801	1.020	30.999	0.807	0.881	0.244	3.62	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	201.590	97.640	1.013	30.825	0.801	0.853	0.242	3.53	Terreno non suscetti bile di

54	10.81	205.390	99.478	1.007	30.656	0.795	0.827	0.240	3.44	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
55	11.01	209.190	101.317	1.000	30.490	0.790	0.802	0.239	3.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
56	11.21	212.990	103.156	0.993	30.324	0.785	0.779	0.237	3.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
57	11.41	216.790	104.994	0.987	30.163	0.779	0.757	0.235	3.22	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	220.590	106.833	0.981	30.005	0.774	0.737	0.234	3.15	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	11.81	224.390	108.672	0.974	29.850	0.768	0.718	0.232	3.09	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	12.01	228.190	110.510	0.968	29.700	0.763	0.700	0.230	3.04	Terreno non suscettibile di liquefazione
61	12.21	231.990	112.349	0.963	29.552	0.757	0.683	0.229	2.98	Terreno suscettibile di

[illegible]

71	14.21	270.234	130.980	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	274.114	132.898	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	277.994	134.817	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	281.874	136.736	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	285.754	138.654	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	289.634	140.573	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	293.514	142.492	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	297.394	144.410	Terreno non

				suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	301.274	146.329	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	305.154	148.248	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	309.034	150.166	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	312.914	152.085	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	316.794	154.004	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	320.674	155.922	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	324.554	157.841	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	328.434	159.760	Terreno

				non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	332.314	161.678	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	336.194	163.597	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	340.074	165.516	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	343.954	167.434	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	347.834	169.353	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	351.714	171.272	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	355.594	173.190	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

94	18.81	359.474	175.109							Terreno non suscettibile di liquefazione
95	19.01	363.350	177.024	0.782	20.420	0.593	0.249	0.178	1.40	Terreno suscettibile di liquefazione
96	19.21	367.150	178.862	0.779	20.353	0.589	0.247	0.177	1.40	Terreno suscettibile di liquefazione
97	19.41	370.950	180.701	0.775	20.287	0.585	0.245	0.176	1.40	Terreno suscettibile di liquefazione
98	19.61	374.750	182.540	0.772	20.221	0.581	0.244	0.175	1.40	Terreno suscettibile di liquefazione
99	19.81	378.550	184.378	0.768	20.157	0.577	0.242	0.173	1.40	Terreno suscettibile di liquefazione
100	20.01	382.350	186.217	0.760	20.005	0.574	0.239	0.172	1.39	Terreno suscettibile di liquefazione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S4

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7	19	0	41	2.01	0	0	240
2		7	13.6	19	0	25	0.08	0	0	200
3		13.6	19	19.4	0	36	2.01	0	0	405
4		19	27	19	0	19	0.022	0	0	495
5		27	30	19	0	62	8.5	0	0	500

EC8 (SPT) (1998)

Energy Ratio (ER) 0.65

Correzione per ER (CE) 1.1

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Non valido
2-	41	35.5	> 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Non valido
4-	48.5	27.2	> 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido
5-	8.4	5.3	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

[illegible]

				non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
2	0.41	7.790	3.867	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
3	0.61	11.590	5.706	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
4	0.81	15.390	7.545	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
5	1.01	19.190	9.383	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
6	1.21	22.990	11.222	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
7	1.41	26.790	13.061	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
8	1.61	30.590	14.899	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --

9	1.81	34.390	16.738	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

17	3.41	64.790	31.447	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	Terreno -- non suscetti bile di

25	5.01	95.190	46.157	liquefa zione Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
26	5.21	98.990	47.995	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	Terreno -- non suscelli bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	Terreno -- non suscelli

33	6.61	125.59 0	60.866							bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
34	6.81	129.39 0	62.705							bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
35	7.01	133.19 0	64.543	1.245	45.454	0.946	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
36	7.21	136.99 0	66.382	1.227	44.889	0.945	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
37	7.41	140.79 0	68.221	1.211	44.348	0.943	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
38	7.61	144.59 0	70.059	1.195	43.828	0.942	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
39	7.81	148.39 0	71.898	1.179	43.329	0.940	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti
40	8.01	152.19 0	73.737	1.165	42.848	0.939	0.066	0.113	--	bile di liquefa zione Terreno -- non

41	8.21	155.99 0	75.575	1.150	42.385	0.937	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
42	8.41	159.79 0	77.414	1.137	41.938	0.936	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
43	8.61	163.59 0	79.253	1.123	41.507	0.934	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
44	8.81	167.39 0	81.091	1.110	41.091	0.933	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
45	9.01	171.19 0	82.930	1.098	40.688	0.931	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
46	9.21	174.99 0	84.769	1.086	40.299	0.928	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
47	9.41	178.79 0	86.607	1.075	39.923	0.923	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
48	9.61	182.59	88.446	1.063	39.558	0.917	0.066	0.113	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno --

		0									non suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	186.39 0	90.285	1.052	39.204	0.912	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124	1.042	38.861	0.907	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962	1.032	38.528	0.901	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	197.79 0	95.801	1.022	38.205	0.896	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640	1.012	37.891	0.891	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478	1.003	37.585	0.885	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	209.19 0	101.31 7	0.993	37.288	0.880	0.066	0.113	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

56	11.21	212.99 0	103.15 6	0.985	36.999	0.875	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	216.79 0	104.99 4	0.976	36.718	0.869	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	220.59 0	106.83 3	0.967	36.444	0.864	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	224.39 0	108.67 2	0.959	36.176	0.859	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	228.19 0	110.51 0	0.951	35.916	0.853	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	231.99 0	112.34 9	0.943	35.662	0.848	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	235.79 0	114.18 8	0.936	35.414	0.843	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	239.59 0	116.02 6	0.928	35.172	0.837	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

64	12.81	243.39 0	117.86 5	0.921	34.936	0.832	0.066	0.113	--	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
65	13.01	247.19 0	119.70 4	0.914	34.705	0.827	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	0.907	34.479	0.821	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	0.900	34.259	0.816	0.066	0.113	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 4	125.22 4							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.47 4	127.14 2							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	266.35 4	129.06 1							Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	270.23 4	130.98 0							Terreno -- non suscetti bile di

				suscepti bile di liquefa zione
88	17.61	336.19 4	163.59 7	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
89	17.81	340.07 4	165.51 6	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
90	18.01	343.95 4	167.43 4	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
91	18.21	347.83 4	169.35 3	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
92	18.41	351.71 4	171.27 2	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
93	18.61	355.59 4	173.19 0	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
94	18.81	359.47 4	175.10 9	Terreno -- non suscepti bile di liquefa zione
95	19.01	363.35	177.02	Terreno --

		0	4		non suscetti bile di liquefa zione
96	19.21	367.15 0	178.86 2		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
97	19.41	370.95 0	180.70 1		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
98	19.61	374.75 0	182.54 0		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
99	19.81	378.55 0	184.37 8		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
100	20.01	382.35 0	186.21 7		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S4

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7	19	0	41	2.01	0	0	240
2		7	13.6	19	0	25	0.08	0	0	200
3		13.6	19	19.4	0	36	2.01	0	0	405
4		19	27	19	0	19	0.022	0	0	495
5		27	30	19	0	62	8.5	0	0	500

Eurocodice 8 VS

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	≤ 10	C-Sabbie,	Non valido

2-	41	35.5	> 10	ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Valido
3-	11.2	5.6	<= 10		Non valido
4-	48.5	27.2	> 10		Non valido
5-	8.4	5.3	<= 10		Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normale Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non	0.000

3	0.61	11.590	5.706	suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscepti bile di liquefa zione Terreno 0.000
4	0.81	15.390	7.545	
5	1.01	19.190	9.383	
6	1.21	22.990	11.222	
7	1.41	26.790	13.061	
8	1.61	30.590	14.899	
9	1.81	34.390	16.738	
10	2.01	38.190	18.577	

11	2.21	41.990	20.415	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
12	2.41	45.790	22.254	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
13	2.61	49.590	24.093	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
14	2.81	53.390	25.931	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
15	3.01	57.190	27.770	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
16	3.21	60.990	29.609	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
17	3.41	64.790	31.447	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000

18	3.61	68.590	33.286	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

26	5.21	98.990	47.995	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	Terreno 0.000 non suscetti bile di

34	6.81	129.39 0	62.705							liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	223.13 5	200.00 0	0.946	0.106	0.139	0.76	Terreno 45.382 suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	136.99 0	66.382	221.57 3	200.00 0	0.945	0.101	0.139	0.73	Terreno 49.041 suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	220.06 5	200.00 0	0.943	0.096	0.139	0.69	Terreno 53.080 suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	218.60 7	200.00 0	0.942	0.090	0.139	0.65	Terreno 57.549 suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.39 0	71.898	217.19 5	200.00 0	0.940	0.085	0.139	0.61	Terreno 62.487 suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	215.82 9	200.00 0	0.939	0.078	0.139	0.57	Terreno 67.914 suscetti bile di liquefa zione
41	8.21	155.99 0	75.575	214.50 4	200.00 0	0.937	0.071	0.139	0.52	Terreno 73.803 suscetti bile di liquefa zione
42	8.41	159.79 0	77.414	213.21 9	200.00 0	0.936	0.064	0.139	0.46	Terreno 80.032 suscetti bile di liquefa

43	8.61	163.59 0	79.253	211.97 1	200.00 0	0.934	0.055	0.139	0.40	zione Terreno 86.320 suscetti bile di liquefa zione
44	8.81	167.39 0	81.091	210.75 9	200.00 0	0.933	0.045	0.139	0.33	Terreno 92.153 suscetti bile di liquefa zione
45	9.01	171.19 0	82.930	209.58 1	200.00 0	0.931	0.033	0.139	0.24	Terreno 96.773 suscetti bile di liquefa zione
46	9.21	174.99 0	84.769	208.43 5	200.00 0	0.928	0.019	0.139	0.14	Terreno 99.407 suscetti bile di liquefa zione
47	9.41	178.79 0	86.607	207.32 0	200.00 0	0.923	0.001	0.139	0.01	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
48	9.61	182.59 0	88.446	206.23 4	200.00 0	0.917	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
49	9.81	186.39 0	90.285	205.17 6	200.00 0	0.912	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124	204.14 4	200.00 0	0.907	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962	203.13 8	200.00 0	0.901	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
52	10.41	197.79	95.801	202.15	200.00	0.896	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00

		0		7	0					suscetti 0 bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640	201.19 8	200.00 0	0.891	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478	200.26 2	200.00 0	0.885	0.000	0.139	0.00	Terreno 100.00 suscetti 0 bile di liquefa zione
55	11.01	209.19 0	101.31 7	199.34 7	200.00 0	0.880	1.493	0.139	10.76	Terreno 0.023 non suscetti bile di liquefa zione
56	11.21	212.99 0	103.15 6	198.45 3	200.00 0	0.875	0.695	0.139	5.01	Terreno 0.244 non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	216.79 0	104.99 4	197.57 8	200.00 0	0.869	0.484	0.139	3.49	Terreno 0.744 non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	220.59 0	106.83 3	196.72 2	200.00 0	0.864	0.386	0.139	2.78	Terreno 1.489 suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	224.39 0	108.67 2	195.88 5	200.00 0	0.859	0.329	0.139	2.37	Terreno 2.416 suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	228.19 0	110.51 0	195.06 5	200.00 0	0.853	0.292	0.139	2.11	Terreno 3.470 suscetti bile di liquefa zione

61	12.21	231.99 0	112.34 9	194.26 2	200.00 0	0.848	0.266	0.139	1.91	Terreno 4.603 suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	235.79 0	114.18 8	193.47 5	200.00 0	0.843	0.246	0.139	1.77	Terreno 5.783 suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	239.59 0	116.02 6	192.70 4	200.00 0	0.837	0.230	0.139	1.66	Terreno 6.984 suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	243.39 0	117.86 5	191.94 8	200.00 0	0.832	0.218	0.139	1.57	Terreno 8.191 suscetti bile di liquefa zione
65	13.01	247.19 0	119.70 4	191.20 7	200.00 0	0.827	0.208	0.139	1.50	Terreno 9.391 suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	190.48 0	200.00 0	0.821	0.199	0.139	1.43	Terreno 10.576 suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	189.76 6	200.00 0	0.816	0.191	0.139	1.38	Terreno 11.742 suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 4	125.22 4							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.47 4	127.14 2							Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione

70	14.01	266.35 4	129.06 1	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	270.23 4	130.98 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	274.11 4	132.89 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
73	14.61	277.99 4	134.81 7	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	281.87 4	136.73 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
75	15.01	285.75 4	138.65 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	289.63 4	140.57 3	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	293.51 4	142.49 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

78	15.61	297.39 4	144.41 0	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di
79	15.81	301.27 4	146.32 9	
80	16.01	305.15 4	148.24 8	
81	16.21	309.03 4	150.16 6	
82	16.41	312.91 4	152.08 5	
83	16.61	316.79 4	154.00 4	
84	16.81	320.67 4	155.92 2	
85	17.01	324.55 4	157.84 1	

94	18.81	359.474	175.109	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
95	19.01	363.350	177.024	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
96	19.21	367.150	178.862	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
97	19.41	370.950	180.701	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
98	19.61	374.750	182.540	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
99	19.81	378.550	184.378	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000
100	20.01	382.350	186.217	bile di liquefazione Terreno non suscetti bile di liquefazione Terreno non suscetti	0.000

IPL (Sonmez)=7.91 Zcrit=20 m Rischio=Alto

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	7	19	0	41	2.01	0	0	240
2		7	13.6	19	0	25	0.08	0	0	200
3		13.6	19	19.4	0	36	2.01	0	0	405
4		19	27	19	0	19	0.022	0	0	495
5		27	30	19	0	62	8.5	0	0	500

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6

Diametro foro di sondaggio 100 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	15	Non valido
2-	99	Valido per sabbie-limose e limi
3-	21	Non valido
4-	75.7	Valido per sabbie-limose e limi
5-	13.7	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	(N1)60c	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione

6	1.21	22.990	11.222	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
7	1.41	26.790	13.061	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di

14	2.81	53.390	25.931	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti

22	4.41	83.790	40.641	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
30	6.01	114.190	55.350							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
31	6.21	117.990	57.189							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.245	42.342	0.946	0.315	0.286	1.10	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.227	41.821	0.945	0.296	0.285	1.04	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.211	41.321	0.943	0.275	0.285	0.97	Terreno suscetti bile di

38	7.61	144.590	70.059	1.195	40.842	0.942	0.253	0.284	0.89	liquefaz ione Terreno susctti bile di liquefaz ione
39	7.81	148.390	71.898	1.179	40.380	0.940	0.230	0.284	0.81	Terreno susctti bile di liquefaz ione
40	8.01	152.190	73.737	1.165	39.936	0.939	0.205	0.283	0.72	Terreno susctti bile di liquefaz ione
41	8.21	155.990	75.575	1.150	39.509	0.937	0.177	0.283	0.63	Terreno susctti bile di liquefaz ione
42	8.41	159.790	77.414	1.137	39.097	0.936	0.148	0.282	0.52	Terreno susctti bile di liquefaz ione
43	8.61	163.590	79.253	1.123	38.699	0.934	0.115	0.282	0.41	Terreno susctti bile di liquefaz ione
44	8.81	167.390	81.091	1.110	38.315	0.933	0.079	0.282	0.28	Terreno susctti bile di liquefaz ione
45	9.01	171.190	82.930	1.098	37.943	0.931	0.038	0.281	0.13	Terreno susctti bile di liquefaz ione
46	9.21	174.990	84.769	1.086	37.584	0.935	--	--	--	Terreno non susctti bile di liquefaz

47	9.41	178.790	86.607	1.075	37.236	0.929	--	--	--	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	182.590	88.446	1.063	36.899	0.924	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	186.390	90.285	1.052	36.573	0.919	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.190	92.124	1.042	36.256	0.914	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	193.990	93.962	1.032	35.949	0.909	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	197.790	95.801	1.022	35.650	0.903	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	201.590	97.640	1.012	35.360	0.898	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
54	10.81	205.390	99.478	1.003	35.079	0.893	--	--	--	Terreno non suscetti bile di

55	11.01	209.190	101.317	0.993	34.804	0.888	--	--	--	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
56	11.21	212.990	103.156	0.985	34.538	0.883	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
57	11.41	216.790	104.994	0.976	34.278	0.877	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	220.590	106.833	0.967	34.025	0.872	--	--	--	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	11.81	224.390	108.672	0.959	33.778	0.867	7.931	0.262	30.29	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	12.01	228.190	110.510	0.951	33.538	0.862	4.016	0.260	15.43	Terreno non suscettibile di liquefazione
61	12.21	231.990	112.349	0.943	33.303	0.857	2.798	0.259	10.82	Terreno non suscettibile di liquefazione
62	12.41	235.790	114.188	0.936	33.074	0.851	2.204	0.257	8.57	Terreno non suscetti

63	12.61	239.590	116.026	0.928	32.851	0.846	1.850	0.256	7.24	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
64	12.81	243.390	117.865	0.921	32.633	0.841	1.616	0.254	6.36	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
65	13.01	247.190	119.704	0.914	32.420	0.836	1.449	0.252	5.74	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
66	13.21	250.990	121.542	0.907	32.212	0.831	1.323	0.251	5.28	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
67	13.41	254.790	123.381	0.900	32.008	0.825	1.226	0.249	4.92	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
68	13.61	258.594	125.224							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
69	13.81	262.474	127.142							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
70	14.01	266.354	129.061							Terreno non

71	14.21	270.234	130.980	suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	274.114	132.898	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	277.994	134.817	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	281.874	136.736	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	285.754	138.654	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	289.634	140.573	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	293.514	142.492	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	297.394	144.410	Terreno

				non suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	301.274	146.329	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	305.154	148.248	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
81	16.21	309.034	150.166	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	312.914	152.085	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	316.794	154.004	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	320.674	155.922	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	324.554	157.841	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

86	17.21	328.434	159.760	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	332.314	161.678	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	336.194	163.597	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	340.074	165.516	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	343.954	167.434	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	347.834	169.353	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	351.714	171.272	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	355.594	173.190	Terreno non suscetti bile di liquefaz

94	18.81	359.474	175.109								ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	363.350	177.024	0.752	22.136	0.680	0.407	0.204	1.99		Terreno suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	367.150	178.862	0.748	22.048	0.675	0.405	0.203	2.00		Terreno suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	370.950	180.701	0.744	21.961	0.669	0.403	0.201	2.00		Terreno suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	374.750	182.540	0.740	21.875	0.664	0.401	0.199	2.01		Terreno suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	378.550	184.378	0.736	21.791	0.659	0.399	0.198	2.02		Terreno suscetti bile di liquefaz ione
100	20.01	382.350	186.217	0.733	21.708	0.654	0.397	0.196	2.02		Terreno suscetti bile di liquefaz ione

Correzione per ER (CE)	1
Correzione diametro foro (CB)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.67

IPL (Sonmez)=4.17 Zcrit=20 m Rischio=Basso

INDICE DI LIQUEFAZIONE (IL) SONDAGGIO S4

PROFONDITA' (m dal p.c.)	N1 60CS	$\Delta N160$	CRR M7,5 1ATM	MSF	MSFmax (≤ 2.2)	$K\sigma$ (≤ 1.1)	$C\sigma$ (≤ 0.3)	CSR $M\sigma'v$	FL	FZ	wz	IL
12.41	35.174	5.622	1.150	1.717	2.337	-	-	-	-	-	-	-
12.61	35.030	5.622	1.115	1.712	2.327	-	-	-	-	-	-	-
12.81	34.889	5.622	1.083	1.706	2.317	-	-	-	-	-	-	-
13.01	34.751	5.622	1.053	1.701	2.307	-	-	-	-	-	-	-
13.21	34.577	5.622	1.017	1.695	2.295	-	-	-	-	-	-	-
13.41	34.442	5.622	0.990	1.690	2.286	-	-	-	-	-	-	-
13.61	34.309	5.622	0.965	1.685	2.276	-	-	-	-	-	-	-
19.21	26.206	5.786	0.322	1.420	1.782	0.199	0.136	0.178	0.509	0.491	0.395	49.056
19.41	26.13865	5.785654	0.319713	1.417729	1.778566	0.198793	0.135665	0.176822	0.509587	0.490413	0.295	49.04132
19.61	26.07265	5.785654	0.317827	1.415866	1.775093	0.198979	0.135398	0.175633	0.509816	0.490184	0.195	49.0184
19.81	26.00665	5.785654	0.315963	1.414007	1.771629	0.19918	0.135131	0.174444	0.510127	0.489873	0.095	48.98729
20.01	25.94265	5.785654	0.314176	1.41221	1.768278	0.199349	0.134873	0.173255	0.510505	0.489495	-0.005	48.94953

NOTE: L'Indice di liquefazione viene calcolato in base alla normativa di riferimento vigente nel territorio di competenza della Regione Emilia Romagna in conformità con l'Allegato 3 del DGR 2193-2015 seguendo il criterio di valutazione del potenziale di liquefazione di Boulanger & Idriss 2014. Vengono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione di IL unicamente negli intervalli risultati come potenzialmente liquefacibile in base ai criteri designati. I parametri di MSFmax, $K\sigma$ e $C\sigma$ hanno dei valori soglia oltre i quali non è possibile procedere con i calcoli successivi.

S4, Cassa Espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)

Strato	Comportamento geotecnico	Indice di plasticità [%]	Indice dei vuoti [%]	Indice compressione	Modulo taglio [kN/m²]	Grado di consolidazione medio	Coesione non drenata [kN/m²]
	Incoerente	0.00	0	1.24	111559.6015625	0.9416080117225647	0
	Coesivo	17.00	0.5339999794960022	0.13	79813.5625	0.076240003108978271	160
	Incoerente	4.00	0.58300000429153442	0.00	317683.5	0.0508279986679554	136
	Coesivo	0.00	0	1.24	474564.1875	0.15246599912643433	0
	Incoerente	0.00	0	1.24	484199.8125	0.11444400250911713	0

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Fattore di sicurezza Fs	Deformazione verticale	Cedimento [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
1	0.21	3.990	2.029		0.00E+00	0	0
2	0.41	7.790	3.867		0.00E+00	0	0
3	0.61	11.590	5.706		0.00E+00	0	0
4	0.81	15.390	7.545		0.00E+00	0	0
5	1.01	19.190	9.383		0.00E+00	0	0
6	1.21	22.990	11.222		0.00E+00	0	0
7	1.41	26.790	13.061		0.00E+00	0	0
8	1.61	30.590	14.899		0.00E+00	0	0
9	1.81	34.390	16.738		0.00E+00	0	0
10	2.01	38.190	18.577		0.00E+00	0	0
11	2.21	41.990	20.415		0.00E+00	0	0
12	2.41	45.790	22.254		0.00E+00	0	0
13	2.61	49.590	24.093		0.00E+00	0	0
14	2.81	53.390	25.931		0.00E+00	0	0
15	3.01	57.190	27.770		0.00E+00	0	0
16	3.21	60.990	29.609		0.00E+00	0	0
17	3.41	64.790	31.447		0.00E+00	0	0
18	3.61	68.590	33.286		0.00E+00	0	0
19	3.81	72.390	35.125		0.00E+00	0	0
20	4.01	76.190	36.963		0.00E+00	0	0
21	4.21	79.990	38.802		0.00E+00	0	0
22	4.41	83.790	40.641		0.00E+00	0	0
23	4.61	87.590	42.479		0.00E+00	0	0
24	4.81	91.390	44.318	0.495	-1.00E+00	0	0
25	5.01	95.190	46.157	0.495	-1.00E+00	0	0
26	5.21	98.990	47.995	0.496	-1.00E+00	0	0
27	5.41	102.790	49.834	0.497	-1.00E+00	0	0
28	5.61	106.590	51.673	0.498	-1.00E+00	0	0
29	5.81	110.390	53.511	0.498	-1.00E+00	0	0
30	6.01	114.190	55.350	0.499	-1.00E+00	0	0
31	6.21	117.990	57.189	0.500	-1.00E+00	0	0
32	6.41	121.790	59.027	0.501	-1.00E+00	0	0

33	6.61	125.590	60.866	0.502	-1.00E+00	0	0
34	6.81	129.390	62.705	0.502	-1.00E+00	0	0
35	7.01	133.190	64.543	0.503	-1.00E+00	0	0
36	7.21	136.990	66.382	0.504	-1.00E+00	0	0
37	7.41	140.790	68.221	0.505	-1.00E+00	0	0
38	7.61	144.590	70.059	0.506	-1.00E+00	0	0
39	7.81	148.390	71.898	0.506	-1.00E+00	0	0
40	8.01	152.190	73.737	0.507	-1.00E+00	0	0
41	8.21	155.990	75.575	0.508	-1.00E+00	0	0
42	8.41	159.790	77.414	0.509	-1.00E+00	0	0
43	8.61	163.590	79.253	0.510	-1.00E+00	0	0
44	8.81	167.390	81.091	0.510	-1.00E+00	0	0
45	9.01	171.190	82.930	0.511	-1.00E+00	0	0
46	9.21	174.990	84.769	0.513	-1.00E+00	0	0
47	9.41	178.790	86.607	0.516	-1.00E+00	0	0
48	9.61	182.590	88.446	0.519	-1.00E+00	0	0
49	9.81	186.390	90.285	0.522	-1.00E+00	0	0
50	10.01	190.190	92.124	0.525	-1.00E+00	0	0
51	10.21	193.990	93.962	0.528	-1.00E+00	0	0
52	10.41	197.790	95.801	0.531	-1.00E+00	0	0
53	10.61	201.590	97.640	0.534	-1.00E+00	0	0
54	10.81	205.390	99.478	0.538	-1.00E+00	0	0
55	11.01	209.190	101.317	0.541	-1.00E+00	0	0
56	11.21	212.990	103.156	0.544	-1.00E+00	0	0
57	11.41	216.790	104.994	0.547	-1.00E+00	0	0
58	11.61	220.590	106.833	0.551	-1.00E+00	0	0
59	11.81	224.390	108.672	0.554	-1.00E+00	0	0
60	12.01	228.190	110.510	0.558	-1.00E+00	0	0
61	12.21	231.990	112.349	0.561	-1.00E+00	0	0
62	12.41	235.790	114.188	0.565	-1.00E+00	0	0
63	12.61	239.590	116.026	0.568	-1.00E+00	0	0
64	12.81	243.390	117.865	0.572	-1.00E+00	0	0
65	13.01	247.190	119.704	0.576	-1.00E+00	0	0
66	13.21	250.990	121.542	0.579	-1.00E+00	0	0
67	13.41	254.790	123.381	0.583	-1.00E+00	0	0
68	13.61	258.590	125.220	0.587	-1.00E+00	0	0
69	13.81	262.390	127.058	0.591	-1.00E+00	0	0
70	14.01	266.190	128.897	0.595	-1.00E+00	0	0
71	14.21	269.990	130.736	0.599	-1.00E+00	0	0
72	14.41	273.790	132.574	0.603	-1.00E+00	0	0
73	14.61	277.590	134.413	0.607	-1.00E+00	0	0
74	14.81	281.394	136.256		0.00E+00	0	0
75	15.01	285.274	138.174		0.00E+00	0	0
76	15.21	289.150	140.089		-1.00E+00	0	0
77	15.41	292.950	141.928		-1.00E+00	0	0
78	15.61	296.750	143.766		-1.00E+00	0	0
79	15.81	300.550	145.605		-1.00E+00	0	0
80	16.01	304.350	147.444		-1.00E+00	0	0
81	16.21	308.150	149.282		-1.00E+00	0	0

82	16.41	311.950	151.121	-1.00E+00	0	0
83	16.61	315.750	152.960	-1.00E+00	0	0
84	16.81	319.550	154.798	-1.00E+00	0	0
85	17.01	323.350	156.637	-1.00E+00	0	0
86	17.21	327.150	158.476	-1.00E+00	0	0
87	17.41	330.950	160.314	-1.00E+00	0	0
88	17.61	334.750	162.153	-1.00E+00	0	0
89	17.81	338.550	163.992	-1.00E+00	0	0
90	18.01	342.350	165.830	-1.00E+00	0	0
91	18.21	346.150	167.669	-1.00E+00	0	0
92	18.41	349.950	169.508	-1.00E+00	0	0
93	18.61	353.750	171.346	-1.00E+00	0	0
94	18.81	357.550	173.185	-1.00E+00	0	0
95	19.01	361.350	175.024	-1.00E+00	0	0
96	19.21	365.150	176.862	-1.00E+00	0	0
97	19.41	368.950	178.701	0.00E+00	0	0
98	19.61	372.750	180.540	0.00E+00	0	0
99	19.81	376.550	182.378	0.00E+00	0	0
100	20.01	380.350	184.217	0.00E+00	0	0

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S5

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	5.8	19	0	52	2.01	0	0	208
2		5.8	16.4	19	0	22	0.0065	0	0	190
3		16.4	22.5	19.4	0	59	0.72	0	0	363
4		22.5	26.5	19	0	25	0.018	0	0	352
5		26.5	30	19	0	66	6.8	0	0	440

Boulanger & Idriss (2014)

Strato Nr.	FC (%)	Validità
1- (0-5.8)	15	Non valido
2- (5.8-16.4)	63	Valido

3- (16.4-22.5)	27	Valido
4- (22.5-26.5)	97	Valido
5- (26.5-30)	20	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	Numero colpi corretto (N1,60)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione
6	1.21	22.990	11.222							Terreno non suscettibile di

7	1.41	26.790	13.061	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno non suscetti

15	3.01	57.190	27.770	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	1.250	33.103	0.931	1.395	0.281	4.96	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
30	6.01	114.190	55.350	1.236	32.780	0.926	1.310	0.279	4.69	Terreno

31	6.21	117.990	57.189	1.222	32.471	0.921	1.236	0.278	4.45	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.208	32.175	0.916	1.171	0.276	4.24	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.195	31.891	0.910	1.114	0.275	4.05	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.189	31.744	0.905	1.085	0.273	3.97	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.176	31.473	0.900	1.034	0.272	3.81	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.164	31.213	0.894	0.983	0.270	3.64	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.153	30.962	0.889	0.938	0.268	3.49	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

38	7.61	144.590	70.059	1.142	30.720	0.884	0.896	0.267	3.36	Terreno non suscettibile di liquefazione
39	7.81	148.390	71.898	1.131	30.487	0.878	0.859	0.265	3.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
40	8.01	152.190	73.737	1.125	30.340	0.873	0.835	0.263	3.17	Terreno non suscettibile di liquefazione
41	8.21	155.990	75.575	1.115	30.116	0.867	0.803	0.262	3.07	Terreno non suscettibile di liquefazione
42	8.41	159.790	77.414	1.105	29.899	0.862	0.773	0.260	2.97	Terreno suscettibile di liquefazione
43	8.61	163.590	79.253	1.095	29.689	0.856	0.746	0.258	2.88	Terreno suscettibile di liquefazione
44	8.81	167.390	81.091	1.086	29.485	0.851	0.721	0.257	2.81	Terreno suscettibile di liquefazione
45	9.01	171.190	82.930	1.077	29.288	0.845	0.697	0.255	2.73	Terreno suscettibile di liquefazione
46	9.21	174.990	84.769	1.068	29.096	0.840	0.676	0.254	2.67	Terreno suscettibile di

47	9.41	178.790	86.607	1.061	28.947	0.834	0.659	0.252	2.62	liquefazione Terreno suscettibile di liquefazione
48	9.61	182.590	88.446	1.053	28.761	0.829	0.640	0.250	2.56	Terreno suscettibile di liquefazione
49	9.81	186.390	90.285	1.045	28.581	0.823	0.622	0.249	2.50	Terreno suscettibile di liquefazione
50	10.01	190.190	92.124	1.037	28.405	0.818	0.606	0.247	2.45	Terreno suscettibile di liquefazione
51	10.21	193.990	93.962	1.029	28.235	0.812	0.590	0.245	2.41	Terreno suscettibile di liquefazione
52	10.41	197.790	95.801	1.022	28.069	0.807	0.576	0.244	2.36	Terreno suscettibile di liquefazione
53	10.61	201.590	97.640	1.014	27.907	0.801	0.562	0.242	2.32	Terreno suscettibile di liquefazione
54	10.81	205.390	99.478	1.007	27.749	0.795	0.549	0.240	2.29	Terreno suscettibile di liquefazione
55	11.01	209.190	101.317	1.000	27.596	0.790	0.537	0.239	2.25	Terreno suscettibile di liquefazione

56	11.21	212.990	103.156	0.993	27.442	0.785	0.525	0.237	2.22	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
57	11.41	216.790	104.994	0.986	27.292	0.779	0.514	0.235	2.19	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
58	11.61	220.590	106.833	0.980	27.145	0.774	0.504	0.234	2.16	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
59	11.81	224.390	108.672	0.973	27.002	0.768	0.494	0.232	2.13	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
60	12.01	228.190	110.510	0.967	26.863	0.763	0.484	0.230	2.10	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
61	12.21	231.990	112.349	0.961	26.726	0.757	0.475	0.229	2.08	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
62	12.41	235.790	114.188	0.954	26.593	0.752	0.467	0.227	2.06	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
63	12.61	239.590	116.026	0.949	26.463	0.747	0.459	0.225	2.04	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
64	12.81	243.390	117.865	0.941	26.304	0.741	0.450	0.224	2.01	Terreno suscelli bile di liquefaz ione
65	13.01	247.190	119.704	0.935	26.176	0.736	0.442	0.222	1.99	Terreno suscelli

66	13.21	250.990	121.542	0.930	26.051	0.731	0.435	0.221	1.97	bile di liquefaz ione Terreno suscetti bile di liquefaz ione
67	13.41	254.790	123.381	0.924	25.928	0.725	0.428	0.219	1.95	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
68	13.61	258.590	125.220	0.919	25.808	0.720	0.422	0.217	1.94	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
69	13.81	262.390	127.058	0.913	25.691	0.715	0.416	0.216	1.92	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
70	14.01	266.190	128.897	0.908	25.576	0.710	0.410	0.214	1.91	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
71	14.21	269.990	130.736	0.903	25.463	0.705	0.404	0.213	1.90	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
72	14.41	273.790	132.574	0.898	25.352	0.699	0.398	0.211	1.89	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	277.590	134.413	0.893	25.244	0.694	0.393	0.210	1.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	281.390	136.252	0.888	25.137	0.689	0.388	0.208	1.86	Terreno suscetti bile di liquefaz

75	15.01	285.190	138.090	0.881	24.973	0.684	0.381	0.207	1.84	ione Terreno susce tti bile di liquef az ione
76	15.21	288.990	139.929	0.876	24.868	0.679	0.376	0.205	1.83	Terreno susce tti bile di liquef az ione
77	15.41	292.790	141.768	0.871	24.765	0.674	0.371	0.204	1.82	Terreno susce tti bile di liquef az ione
78	15.61	296.590	143.606	0.867	24.664	0.670	0.367	0.202	1.81	Terreno susce tti bile di liquef az ione
79	15.81	300.390	145.445	0.862	24.565	0.665	0.363	0.201	1.81	Terreno susce tti bile di liquef az ione
80	16.01	304.190	147.284	0.858	24.467	0.660	0.359	0.199	1.80	Terreno susce tti bile di liquef az ione
81	16.21	307.990	149.122	0.853	24.371	0.655	0.355	0.198	1.79	Terreno susce tti bile di liquef az ione
82	16.41	311.794	150.965	0.923	46.000	0.650	10.000	0.196	10.00	Terreno non susce tti bile di liquef az ione
83	16.61	315.674	152.884	0.921	46.000	0.646	10.000	0.195	10.00	Terreno non susce tti bile di liquef az

84	16.81	319.554	154.802	0.919	46.000	0.641	10.000	0.194	10.00	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	323.434	156.721	0.916	46.000	0.637	10.000	0.192	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	327.314	158.640	0.914	46.000	0.632	10.000	0.191	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	331.194	160.558	0.912	46.000	0.628	10.000	0.189	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	335.074	162.477	0.910	46.000	0.623	10.000	0.188	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	338.954	164.396	0.908	46.000	0.619	10.000	0.187	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	342.834	166.314	0.906	46.000	0.614	10.000	0.185	10.00	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	346.714	168.233	0.904	46.000	0.610	10.000	0.184	10.00	Terreno non suscetti bile di

92	18.41	350.594	170.152	0.902	46.000	0.606	10.000	0.183	10.00	liquefazione Terreno non suscettibile di liquefazione
93	18.61	354.474	172.070	0.900	46.000	0.602	10.000	0.181	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
94	18.81	358.354	173.989	0.898	46.000	0.597	10.000	0.180	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
95	19.01	362.234	175.908	0.891	46.000	0.593	10.000	0.179	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
96	19.21	366.114	177.826	0.889	46.000	0.589	10.000	0.177	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
97	19.41	369.994	179.745	0.887	46.000	0.585	10.000	0.176	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
98	19.61	373.874	181.664	0.885	46.000	0.581	10.000	0.175	10.00	Terreno non suscettibile di liquefazione
99	19.81	377.754	183.582	0.883	46.000	0.577	10.000	0.174	10.00	Terreno non suscetti

100	20.01	381.634	185.501	0.881	46.000	0.574	10.000	0.173	10.00	bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
-----	-------	---------	---------	-------	--------	-------	--------	-------	-------	--

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S5

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	5.8	19	0	52	2.01	0	0	208
2		5.8	16.4	19	0	22	0.0065	0	0	190
3		16.4	22.5	19.4	0	59	0.72	0	0	363
4		22.5	26.5	19	0	25	0.018	0	0	352
5		26.5	30	19	0	66	6.8	0	0	440

EC8 (SPT) (1998)

Energy Ratio (ER) 0.65

Correzione per ER (CE) 1.1

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.67

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Non valido
2-	47	15	> 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
3-	21.4	5.6	<= 10	C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	Valido
4-	79.3	18.5	> 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido
5-	15.6	5.3	<= 10	B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Non valido

				non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
2	0.41	7.790	3.867	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
3	0.61	11.590	5.706	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
4	0.81	15.390	7.545	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
5	1.01	19.190	9.383	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
6	1.21	22.990	11.222	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
7	1.41	26.790	13.061	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
8	1.61	30.590	14.899	non suscetti bile di liquefa zione Terreno --

9	1.81	34.390	16.738	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
14	2.81	53.390	25.931	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

17	3.41	64.790	31.447	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	Terreno -- non suscetti bile di

25	5.01	95.190	46.157								liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
26	5.21	98.990	47.995								Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834								Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673								Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	1.367	44.097	0.956	0.066	0.088	--		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	1.344	43.442	0.954	0.066	0.088	--		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	1.322	42.819	0.952	0.066	0.088	--		Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	1.302	42.225	0.951	0.066	0.088	--		Terreno -- non suscetti

33	6.61	125.59 0	60.866	1.282	41.659	0.949	0.066	0.088	--	bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
34	6.81	129.39 0	62.705	1.263	41.117	0.948	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
35	7.01	133.19 0	64.543	1.245	40.599	0.946	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
36	7.21	136.99 0	66.382	1.227	40.103	0.945	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
37	7.41	140.79 0	68.221	1.211	39.626	0.943	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
38	7.61	144.59 0	70.059	1.195	39.169	0.942	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
39	7.81	148.39 0	71.898	1.179	38.729	0.940	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
40	8.01	152.19 0	73.737	1.165	38.306	0.939	0.066	0.088	--	Terreno -- non

41	8.21	155.99 0	75.575	1.150	37.898	0.937	0.066	0.088	--	suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione Terreno --
42	8.41	159.79 0	77.414	1.137	37.505	0.936	0.066	0.088	--	
43	8.61	163.59 0	79.253	1.123	37.126	0.934	0.066	0.088	--	
44	8.81	167.39 0	81.091	1.110	36.760	0.933	0.066	0.088	--	
45	9.01	171.19 0	82.930	1.098	36.406	0.931	0.066	0.088	--	
46	9.21	174.99 0	84.769	1.086	36.063	0.928	0.066	0.088	--	
47	9.41	178.79 0	86.607	1.075	35.732	0.923	0.066	0.088	--	
48	9.61	182.59	88.446	1.063	35.411	0.917	0.066	0.088	--	

		0									non suscetti bile di liquefa zione
49	9.81	186.39 0	90.285	1.052	35.099	0.912	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124	1.042	34.798	0.907	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962	1.032	34.505	0.901	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
52	10.41	197.79 0	95.801	1.022	34.220	0.896	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640	1.012	33.944	0.891	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478	1.003	33.675	0.885	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione
55	11.01	209.19 0	101.31 7	0.993	33.414	0.880	0.066	0.088	--	Terreno --	non suscetti bile di liquefa zione

56	11.21	212.99 0	103.15 6	0.985	33.159	0.875	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
57	11.41	216.79 0	104.99 4	0.976	32.912	0.869	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	220.59 0	106.83 3	0.967	32.670	0.864	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	224.39 0	108.67 2	0.959	32.435	0.859	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	228.19 0	110.51 0	0.951	32.206	0.853	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	231.99 0	112.34 9	0.943	31.982	0.848	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	235.79 0	114.18 8	0.936	31.764	0.843	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	239.59 0	116.02 6	0.928	31.551	0.837	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa

64	12.81	243.39 0	117.86 5	0.921	31.344	0.832	0.066	0.088	--	zione Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
65	13.01	247.19 0	119.70 4	0.914	31.140	0.827	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	0.907	30.942	0.821	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	0.900	30.748	0.816	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 0	125.22 0	0.894	30.558	0.811	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.39 0	127.05 8	0.887	30.373	0.805	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	266.19 0	128.89 7	0.881	30.191	0.800	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	269.99 0	130.73 6	0.875	30.013	0.795	0.066	0.088	--	Terreno -- non suscetti bile di

										liquefa zione	
72	14.41	273.79 0	132.57 4	0.869	29.839	0.789	0.452	0.110	4.129	TERR ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"	0.443
73	14.61	277.59 0	134.41 3	0.863	29.669	0.784	0.429	0.109	3.946	TERR ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"	0.510
74	14.81	281.39 0	136.25 2	0.857	29.502	0.779	0.414	0.108	3.828	TERR ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"	0.560
75	15.01	285.19 0	138.09 0	0.851	29.338	0.773	0.402	0.107	3.745	TERR ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL E_DI_ LIQUE FAZIO NE_RE S"	0.599
76	15.21	288.99 0	139.92 9	0.845	29.178	0.768	0.392	0.107	3.682	TERR ENO_ NON_ SUSCE TTIBIL	0.631

										E_DI_	
										LIQUE	
										FAZIO	
										NE_RE	
										S"	
77	15.41	292.79	141.76	0.840	29.020	0.763	0.384	0.106	3.632	TERR	0.658
		0	8							ENO_	
										NON_	
										SUSCE	
										TTIBIL	
										E_DI_	
										LIQUE	
										FAZIO	
										NE_RE	
										S"	
78	15.61	296.59	143.60	0.834	28.866	0.757	0.378	0.105	3.592	TERR	0.681
		0	6							ENO_	
										NON_	
										SUSCE	
										TTIBIL	
										E_DI_	
										LIQUE	
										FAZIO	
										NE_RE	
										S"	
79	15.81	300.39	145.44	0.829	28.715	0.752	0.371	0.104	3.559	TERR	0.701
		0	5							ENO_	
										NON_	
										SUSCE	
										TTIBIL	
										E_DI_	
										LIQUE	
										FAZIO	
										NE_RE	
										S"	
80	16.01	304.19	147.28	0.824	28.566	0.747	0.366	0.104	3.532	TERR	0.717
		0	4							ENO_	
										NON_	
										SUSCE	
										TTIBIL	
										E_DI_	
										LIQUE	
										FAZIO	
										NE_RE	
										S"	
81	16.21	307.99	149.12	0.819	28.420	0.741	0.361	0.103	3.509	TERR	0.732
		0	2							ENO_	

89	17.81	338.954	164.396	0.780	60.825	0.698	0.361	0.103	3.509	bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.732 non
90	18.01	342.834	166.314	0.775	60.499	0.693	0.361	0.103	3.509	
91	18.21	346.714	168.233	0.771	60.178	0.688	0.361	0.103	3.509	
92	18.41	350.594	170.152	0.767	59.863	0.682	0.361	0.103	3.509	
93	18.61	354.474	172.070	0.762	59.554	0.677	0.361	0.103	3.509	
94	18.81	358.354	173.989	0.758	59.249	0.672	0.361	0.103	3.509	
95	19.01	362.234	175.908	0.754	58.950	0.666	0.361	0.103	3.509	
96	19.21	366.114	177.826	0.750	58.655	0.661	0.361	0.103	3.509	

											suscepti bile di liquefa zione
97	19.41	369.99 4	179.74 5	0.746	58.365	0.656	0.361	0.103	3.509	Terreno 0.732	non suscepti bile di liquefa zione
98	19.61	373.87 4	181.66 4	0.742	58.080	0.650	0.361	0.103	3.509	Terreno 0.732	non suscepti bile di liquefa zione
99	19.81	377.75 4	183.58 2	0.738	57.799	0.645	0.361	0.103	3.509	Terreno 0.732	non suscepti bile di liquefa zione
100	20.01	381.63 4	185.50 1	0.734	57.522	0.640	0.361	0.103	3.509	Terreno 0.732	non suscepti bile di liquefa zione

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S5

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	5.8	19	0	52	2.01	0	0	208
2		5.8	16.4	19	0	22	0.0065	0	0	190
3		16.4	22.5	19.4	0	59	0.72	0	0	363
4		22.5	26.5	19	0	25	0.018	0	0	352
5		26.5	30	19	0	66	6.8	0	0	440

Eurocodice 8 VS

Strato Nr.	Frazione limosa (%)	Frazione argillosa (%)	Indice di plasticità (%)	Tipo Suolo	Validità
1-	12	3	≤ 10	C-Sabbie,	Non valido

2-	47	15	> 10	ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800 B-Sabbie, ghiaie molto addensate, argille molto consistenti Vs30=360-800	Valido
3-	21.4	5.6	<= 10		Valido
4-	79.3	18.5	> 10		Valido
5-	15.6	5.3	<= 10		Valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Velocità normale Vs1 (m/s)	Valore critico di Vs1 (Vs1c) (m/s)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normale zzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Probabilità di liquefazione (%)
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione	0.000
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non	0.000

11	2.21	41.990	20.415	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
12	2.41	45.790	22.254	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
13	2.61	49.590	24.093	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
14	2.81	53.390	25.931	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
15	3.01	57.190	27.770	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
16	3.21	60.990	29.609	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000
17	3.41	64.790	31.447	non suscetti bile di liquefa zione Terreno 0.000

18	3.61	68.590	33.286	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
22	4.41	83.790	40.641	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
23	4.61	87.590	42.479	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
24	4.81	91.390	44.318	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
25	5.01	95.190	46.157	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

26	5.21	98.990	47.995	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
27	5.41	102.79 0	49.834	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
28	5.61	106.59 0	51.673	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
29	5.81	110.39 0	53.511	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
30	6.01	114.19 0	55.350	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
31	6.21	117.99 0	57.189	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
32	6.41	121.79 0	59.027	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
33	6.61	125.59 0	60.866	Terreno 0.000 non suscetti bile di

					suscelli bile di liquefa zione
50	10.01	190.19 0	92.124		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
51	10.21	193.99 0	93.962		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
52	10.41	197.79 0	95.801		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
53	10.61	201.59 0	97.640		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
54	10.81	205.39 0	99.478		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
55	11.01	209.19 0	101.31 7		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
56	11.21	212.99 0	103.15 6		Terreno 0.000 non suscelli bile di liquefa zione
57	11.41	216.79	104.99		Terreno 0.000

		0	4		non suscetti bile di liquefa zione
58	11.61	220.59 0	106.83 3	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
59	11.81	224.39 0	108.67 2	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
60	12.01	228.19 0	110.51 0	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
61	12.21	231.99 0	112.34 9	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
62	12.41	235.79 0	114.18 8	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
63	12.61	239.59 0	116.02 6	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione
64	12.81	243.39 0	117.86 5	Terreno 0.000	non suscetti bile di liquefa zione

65	13.01	247.19 0	119.70 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
66	13.21	250.99 0	121.54 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
67	13.41	254.79 0	123.38 1	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
68	13.61	258.59 0	125.22 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
69	13.81	262.39 0	127.05 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
70	14.01	266.19 0	128.89 7	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
71	14.21	269.99 0	130.73 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
72	14.41	273.79 0	132.57 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa

73	14.61	277.59 0	134.41 3	zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
74	14.81	281.39 0	136.25 2	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
75	15.01	285.19 0	138.09 0	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
76	15.21	288.99 0	139.92 9	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
77	15.41	292.79 0	141.76 8	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
78	15.61	296.59 0	143.60 6	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
79	15.81	300.39 0	145.44 5	Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
80	16.01	304.19 0	147.28 4	Terreno 0.000 non suscetti bile di

81	16.21	307.99 0	149.12 2							liquefa zione Terreno 0.000 non suscetti bile di liquefa zione
82	16.41	311.79 4	150.96 5	327.48 2	200.00 0	0.736	0.310	0.139	2.24	Terreno 2.897 suscetti bile di liquefa zione
83	16.61	315.67 4	152.88 4	326.45 0	200.00 0	0.731	0.308	0.139	2.22	Terreno 2.954 suscetti bile di liquefa zione
84	16.81	319.55 4	154.80 2	325.43 4	200.00 0	0.725	0.306	0.139	2.21	Terreno 3.012 suscetti bile di liquefa zione
85	17.01	323.43 4	156.72 1	324.43 3	200.00 0	0.720	0.304	0.139	2.19	Terreno 3.069 suscetti bile di liquefa zione
86	17.21	327.31 4	158.64 0	323.44 7	200.00 0	0.714	0.302	0.139	2.18	Terreno 3.128 suscetti bile di liquefa zione
87	17.41	331.19 4	160.55 8	322.47 7	200.00 0	0.709	0.300	0.139	2.17	Terreno 3.187 suscetti bile di liquefa zione
88	17.61	335.07 4	162.47 7	321.52 1	200.00 0	0.704	0.298	0.139	2.15	Terreno 3.246 suscetti bile di liquefa zione
89	17.81	338.95 4	164.39 6	320.57 8	200.00 0	0.698	0.296	0.139	2.14	Terreno 3.305 suscetti bile di liquefa

90	18.01	342.83 4	166.31 4	319.65 0	200.00 0	0.693	0.295	0.138	2.13	zione Terreno 3.365 suscetti bile di liquefa zione
91	18.21	346.71 4	168.23 3	318.73 4	200.00 0	0.688	0.293	0.138	2.11	Terreno 3.426 suscetti bile di liquefa zione
92	18.41	350.59 4	170.15 2	317.83 2	200.00 0	0.682	0.291	0.138	2.10	Terreno 3.487 suscetti bile di liquefa zione
93	18.61	354.47 4	172.07 0	316.94 2	200.00 0	0.677	0.289	0.138	2.09	Terreno 3.548 suscetti bile di liquefa zione
94	18.81	358.35 4	173.98 9	316.06 5	200.00 0	0.672	0.287	0.138	2.08	Terreno 3.610 suscetti bile di liquefa zione
95	19.01	362.23 4	175.90 8	315.19 9	200.00 0	0.666	0.286	0.138	2.07	Terreno 3.672 suscetti bile di liquefa zione
96	19.21	366.11 4	177.82 6	314.34 6	200.00 0	0.661	0.284	0.138	2.05	Terreno 3.735 suscetti bile di liquefa zione
97	19.41	369.99 4	179.74 5	313.50 4	200.00 0	0.656	0.282	0.138	2.04	Terreno 3.798 suscetti bile di liquefa zione
98	19.61	373.87 4	181.66 4	312.67 2	200.00 0	0.650	0.281	0.138	2.03	Terreno 3.862 suscetti bile di liquefa zione
99	19.81	377.75	183.58	311.85	200.00	0.645	0.279	0.138	2.02	Terreno 3.926

		4	2	2	0						susce- tti bile di liquefa- zione
100	20.01	381.63	185.50	311.04	200.00	0.640	0.278	0.138	2.01	Terreno	3.990
		4	1	3	0					susce- tti bile di liquefa- zione	

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

DATI GENERALI

PROGETTO E LOCALIZZAZIONE

Titolo lavoro: CASSA ESPANSIONE ENZA MONTECCHIO EMILIA S5

Codice identificativo 09000022_FG

Cliente: STUDIO ISI

Data 14/11/2022

Normativa: Norme Tecniche Costruzioni, Circolare 2 febbraio 2009, n.617

Fattore sicurezza normativa 3

FALDA

Profondità falda idrica 0.01 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Fattore amplificazione 0.15

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) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 6.14

Distanza epicentro 15 Km

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Descrizi one	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturato (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resisten za qc (KPa)	Resisten za attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0	5.8	19	0	52	2.01	0	0	208
2		5.8	16.4	19	0	22	0.0065	0	0	190
3		16.4	22.5	19.4	0	59	0.72	0	0	363
4		22.5	26.5	19	0	25	0.018	0	0	352
5		26.5	30	19	0	66	6.8	0	0	440

Seed H. B. Idriss I. M. (1985)

Energy Ratio (ER) 0.6

Diametro foro di sondaggio 100 mm

Tipo di campionatore standard

Strato Nr.	Frazione fine (%)	Validità
1-	15	Non valido
2-	63	Valido per sabbie-limose e limi
3-	27	Valido per sabbie pulite
4-	97	Valido per sabbie-limose e limi
5-	20	Non valido

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Correzione per la pressione e litostatica efficace (CN)	(N1)60c	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normali (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione
1	0.21	3.990	2.029							Terreno non suscettibile di liquefazione
2	0.41	7.790	3.867							Terreno non suscettibile di liquefazione
3	0.61	11.590	5.706							Terreno non suscettibile di liquefazione
4	0.81	15.390	7.545							Terreno non suscettibile di liquefazione
5	1.01	19.190	9.383							Terreno non suscettibile di liquefazione

6	1.21	22.990	11.222	ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
7	1.41	26.790	13.061	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
8	1.61	30.590	14.899	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
9	1.81	34.390	16.738	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
10	2.01	38.190	18.577	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
11	2.21	41.990	20.415	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
12	2.41	45.790	22.254	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
13	2.61	49.590	24.093	Terreno non suscetti bile di

14	2.81	53.390	25.931	liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
15	3.01	57.190	27.770	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
16	3.21	60.990	29.609	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
17	3.41	64.790	31.447	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
18	3.61	68.590	33.286	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
19	3.81	72.390	35.125	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
20	4.01	76.190	36.963	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
21	4.21	79.990	38.802	Terreno non suscetti

22	4.41	83.790	40.641							bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
23	4.61	87.590	42.479							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
24	4.81	91.390	44.318							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
25	5.01	95.190	46.157							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
26	5.21	98.990	47.995							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
27	5.41	102.790	49.834							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
28	5.61	106.590	51.673							Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
29	5.81	110.390	53.511	1.367	41.089	0.956	0.265	0.288	0.92	Terreno suscetti

30	6.01	114.190	55.350	1.344	40.485	0.954	0.235	0.288	0.82	bile di liquefaz ione Terreno suscetti bile di liquefaz ione
31	6.21	117.990	57.189	1.322	39.910	0.952	0.203	0.287	0.71	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
32	6.41	121.790	59.027	1.302	39.362	0.951	0.167	0.287	0.58	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
33	6.61	125.590	60.866	1.282	38.839	0.949	0.127	0.287	0.44	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
34	6.81	129.390	62.705	1.263	38.339	0.948	0.081	0.286	0.28	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
35	7.01	133.190	64.543	1.245	37.861	0.946	0.028	0.286	0.10	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
36	7.21	136.990	66.382	1.227	37.402	0.945	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
37	7.41	140.790	68.221	1.211	36.963	0.943	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
38	7.61	144.590	70.059	1.195	36.541	0.942	--	--	--	Terreno non

										suscetti bile di liquefaz ione
39	7.81	148.390	71.898	1.179	36.135	0.940	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
40	8.01	152.190	73.737	1.165	35.744	0.939	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
41	8.21	155.990	75.575	1.150	35.368	0.937	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
42	8.41	159.790	77.414	1.137	35.005	0.936	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
43	8.61	163.590	79.253	1.123	34.655	0.934	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
44	8.81	167.390	81.091	1.110	34.317	0.933	--	--	--	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
45	9.01	171.190	82.930	1.098	33.990	0.931	166.705	0.281	593.07	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
46	9.21	174.990	84.769	1.086	33.674	0.935	5.524	0.282	19.58	Terreno

47	9.41	178.790	86.607	1.075	33.368	0.929	3.044	0.281	10.85	non suscetti bile di liquefaz ione Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
48	9.61	182.590	88.446	1.063	33.071	0.924	2.198	0.279	7.88	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
49	9.81	186.390	90.285	1.052	32.784	0.919	1.770	0.277	6.38	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
50	10.01	190.190	92.124	1.042	32.505	0.914	1.510	0.276	5.47	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
51	10.21	193.990	93.962	1.032	32.235	0.909	1.336	0.274	4.87	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
52	10.41	197.790	95.801	1.022	31.972	0.903	1.210	0.273	4.44	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione
53	10.61	201.590	97.640	1.012	31.717	0.898	1.115	0.271	4.11	Terreno non suscetti bile di liquefaz ione

54	10.81	205.390	99.478	1.003	31.469	0.893	1.040	0.270	3.86	Terreno non suscettibile di liquefazione
55	11.01	209.190	101.317	0.993	31.228	0.888	0.980	0.268	3.66	Terreno non suscettibile di liquefazione
56	11.21	212.990	103.156	0.985	30.993	0.883	0.930	0.266	3.49	Terreno non suscettibile di liquefazione
57	11.41	216.790	104.994	0.976	30.764	0.877	0.888	0.265	3.35	Terreno non suscettibile di liquefazione
58	11.61	220.590	106.833	0.967	30.542	0.872	0.852	0.263	3.24	Terreno non suscettibile di liquefazione
59	11.81	224.390	108.672	0.959	30.325	0.867	0.821	0.262	3.14	Terreno non suscettibile di liquefazione
60	12.01	228.190	110.510	0.951	30.113	0.862	0.794	0.260	3.05	Terreno non suscettibile di liquefazione
61	12.21	231.990	112.349	0.943	29.907	0.857	0.770	0.259	2.98	Terreno suscettibile di liquefazione

62	12.41	235.790	114.188	0.936	29.706	0.851	0.748	0.257	2.91	Terreno suscettibile di liquefazione
63	12.61	239.590	116.026	0.928	29.509	0.846	0.729	0.256	2.85	Terreno suscettibile di liquefazione
64	12.81	243.390	117.865	0.921	29.317	0.841	0.711	0.254	2.80	Terreno suscettibile di liquefazione
65	13.01	247.190	119.704	0.914	29.130	0.836	0.695	0.252	2.75	Terreno suscettibile di liquefazione
66	13.21	250.990	121.542	0.907	28.946	0.831	0.680	0.251	2.71	Terreno suscettibile di liquefazione
67	13.41	254.790	123.381	0.900	28.767	0.825	0.667	0.249	2.67	Terreno suscettibile di liquefazione
68	13.61	258.590	125.220	0.894	28.592	0.820	0.654	0.248	2.64	Terreno suscettibile di liquefazione
69	13.81	262.390	127.058	0.887	28.421	0.815	0.643	0.246	2.61	Terreno suscettibile di liquefazione
70	14.01	266.190	128.897	0.881	28.253	0.810	0.632	0.245	2.58	Terreno suscettibile di liquefazione
71	14.21	269.990	130.736	0.875	28.089	0.805	0.622	0.243	2.56	Terreno suscettibile di liquefazione

72	14.41	273.790	132.574	0.869	27.928	0.799	0.612	0.241	2.54	bile di liquefaz ione Terreno suscetti bile di liquefaz ione
73	14.61	277.590	134.413	0.863	27.771	0.794	0.603	0.240	2.52	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
74	14.81	281.390	136.252	0.857	27.617	0.789	0.595	0.238	2.50	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
75	15.01	285.190	138.090	0.851	27.466	0.784	0.587	0.237	2.48	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
76	15.21	288.990	139.929	0.845	27.318	0.779	0.580	0.235	2.47	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
77	15.41	292.790	141.768	0.840	27.173	0.773	0.573	0.234	2.45	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
78	15.61	296.590	143.606	0.834	27.030	0.768	0.566	0.232	2.44	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
79	15.81	300.390	145.445	0.829	26.890	0.763	0.559	0.230	2.43	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
80	16.01	304.190	147.284	0.824	26.753	0.758	0.553	0.229	2.42	Terreno suscetti bile di liquefaz

81	16.21	307.990	149.122	0.819	26.619	0.753	0.548	0.227	2.41	ione Terreno suscetti bile di liquefaz ione
82	16.41	311.794	150.965	0.814	58.755	0.747	0.651	0.226	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
83	16.61	315.674	152.884	0.809	58.413	0.742	0.645	0.224	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
84	16.81	319.554	154.802	0.804	58.078	0.737	0.640	0.222	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
85	17.01	323.434	156.721	0.799	57.749	0.732	0.635	0.221	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
86	17.21	327.314	158.640	0.794	57.426	0.727	0.630	0.219	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
87	17.41	331.194	160.558	0.789	57.108	0.721	0.625	0.218	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
88	17.61	335.074	162.477	0.785	56.797	0.716	0.621	0.216	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
89	17.81	338.954	164.396	0.780	56.490	0.711	0.616	0.214	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
90	18.01	342.834	166.314	0.775	56.189	0.706	0.611	0.213	2.87	Terreno

										suscetti bile di liquefaz ione
91	18.21	346.714	168.233	0.771	55.894	0.701	0.606	0.211	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
92	18.41	350.594	170.152	0.767	55.603	0.695	0.602	0.210	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
93	18.61	354.474	172.070	0.762	55.317	0.690	0.597	0.208	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
94	18.81	358.354	173.989	0.758	55.036	0.685	0.593	0.206	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
95	19.01	362.234	175.908	0.754	54.760	0.680	0.588	0.205	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
96	19.21	366.114	177.826	0.750	54.488	0.675	0.584	0.203	2.87	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
97	19.41	369.994	179.745	0.746	54.220	0.669	0.579	0.202	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
98	19.61	373.874	181.664	0.742	53.957	0.664	0.575	0.200	2.88	Terreno suscetti bile di liquefaz ione
99	19.81	377.754	183.582	0.738	53.697	0.659	0.571	0.198	2.88	Terreno suscetti bile di

100	20.01	381.634	185.501	0.734	53.442	0.654	0.567	0.197	2.88	liquefazione Terreno suscettibile di liquefazione
-----	-------	---------	---------	-------	--------	-------	-------	-------	------	--

Correzione per ER (CE)	1
Correzione diametro foro (CB)	1
Correzione per la magnitudo (MSF)	1.67

IPL (Sonmez)=4.2 Zcrit=20 m Rischio=Basso

INDICE DI LIQUEFAZIONE (IL) SONDAGGIO S5

PROFONDITA' (m dal p.c.)	N1 60CS	ΔN_{160}	CRR M7,5 1ATM	MSF	MSFmax (≤ 2.2)	K_{σ} (≤ 1.1)	C_{σ} (≤ 0.3)	CSR $M_{\sigma'v}$	FL	FZ	wz	IL
8.61	35.829	5.930	1.326	1.742	2.384	-	-	-	-	-	-	-
8.81	35.619	5.930	1.265	1.734	2.369	-	-	-	-	-	-	-
9.01	35.415	5.930	1.210	1.726	2.354	-	-	-	-	-	-	-
9.21	35.218	5.930	1.160	1.719	2.340	-	-	-	-	-	-	-
9.41	35.026	5.930	1.114	1.712	2.326	-	-	-	-	-	-	-
9.61	34.877	5.930	1.080	1.706	2.316	-	-	-	-	-	-	-
9.81	34.691	5.930	1.040	1.699	2.303	-	-	-	-	-	-	-
10.01	34.511	5.930	1.003	1.692	2.290	-	-	-	-	-	-	-
10.21	34.335	5.930	0.969	1.686	2.278	-	-	-	-	-	-	-
10.41	34.16479	5.929794	0.937932	1.679444	2.26635	-	-	-	-	-	-	-
10.61	33.99879	5.929794	0.908728	1.673325	2.254946	-	-	-	-	-	-	-
10.81	33.83679	5.929794	0.881525	1.667383	2.243871	-	-	-	-	-	-	-
11.01	33.67879	5.929794	0.856161	1.661615	2.23312	-	-	-	-	-	-	-
11.21	33.52579	5.929794	0.832641	1.656055	2.222758	-	-	-	-	-	-	-
11.41	33.37179	5.929794	0.809949	1.650484	2.212375	-	-	-	-	-	-	-
11.61	33.22179	5.929794	0.788747	1.645083	2.202308	-	-	-	-	-	-	-
11.81	33.07479	5.929794	0.76879	1.639813	2.192486	0.212443	0.168596	0.233731	1.14585	0.001352	4.095	0.135235
12.01	32.93179	5.929794	0.750118	1.634709	2.182974	0.213288	0.167802	0.231923	1.127701	0.001889	3.995	0.188942
12.21	32.79279	5.929794	0.732637	1.629769	2.173767	0.214079	0.167036	0.230417	1.109365	0.002649	3.895	0.264889
12.41	32.65579	5.929794	0.716026	1.624921	2.16473	0.214864	0.166286	0.228608	1.093535	0.003546	3.795	0.35461
12.61	32.52279	5.929794	0.700461	1.620234	2.155994	0.21559	0.165563	0.227101	1.077388	0.004775	3.695	0.477496
12.81	32.39279	5.929794	0.685759	1.61567	2.147489	0.216285	0.16486	0.225595	1.062235	0.006313	3.595	0.631304
13.01	32.23379	5.929794	0.668435	1.610114	2.137133	0.217759	0.164008	0.223786	1.047275	0.008317	3.495	0.831678
13.21	32.10579	5.929794	0.654992	1.605661	2.128833	0.218482	0.163326	0.222278	1.033735	0.010674	3.395	1.067373
13.41	31.98079	5.929794	0.64228	1.601329	2.12076	0.219168	0.162665	0.220772	1.021031	0.013489	3.295	1.348894
13.61	31.85779	5.929794	0.630156	1.597083	2.112846	0.21984	0.162018	0.218962	1.010451	0.016393	3.195	1.639261
13.81	31.73779	5.929794	0.618683	1.592957	2.105155	0.220474	0.16139	0.217453	0.999223	0.020161	3.095	2.016079
14.01	31.62079	5.929794	0.607821	1.588948	2.097684	0.221068	0.160782	0.215947	0.9887	0.024475	2.995	2.447451
14.21	31.50579	5.929794	0.597446	1.585023	2.090368	0.221646	0.160188	0.214439	0.978794	0.029376	2.895	2.937589
14.41	31.39279	5.929794	0.587533	1.58118	2.083205	0.222208	0.159607	0.21293	0.969471	0.034882	2.795	3.488209
14.61	31.28179	5.929794	0.578058	1.577418	2.076194	0.222753	0.159039	0.211121	0.962074	0.039976	2.695	3.997563
14.81	31.17379	5.929794	0.56908	1.573771	2.069396	0.223254	0.15849	0.209613	0.953883	0.046489	2.595	4.648877
15.01	31.06679	5.929794	0.560412	1.570169	2.062684	0.223761	0.157949	0.208104	0.946142	0.053858	2.495	5.38576
15.21	30.90279	5.929794	0.54755	1.564674	2.052442	0.225707	0.157124	0.206597	0.935983	0.064017	2.395	6.401712
15.41	30.79779	5.929794	0.539574	1.561171	2.045912	0.226219	0.1566	0.205088	0.92916	0.07084	2.295	7.084014
15.61	30.69479	5.929794	0.531939	1.557746	2.039529	0.226711	0.156088	0.203579	0.922778	0.077222	2.195	7.722201
15.81	30.59379	5.929794	0.524629	1.554399	2.033291	0.227182	0.155588	0.202374	0.915448	0.084552	2.095	8.455177
16.01	30.49479	5.929794	0.517629	1.551129	2.027196	0.227629	0.155101	0.200865	0.909892	0.090108	1.995	9.010788
16.21	30.39679	5.929794	0.510855	1.547902	2.021182	0.228078	0.154621	0.199356	0.904681	0.095319	1.895	9.531903
16.41	30.30079	5.929794	0.504367	1.544751	2.015309	0.228504	0.154152	0.197848	0.899843	0.100157	1.795	10.01568

NOTE: L'Indice di liquefazione viene calcolato in base alla normativa di riferimento vigente nel territorio di competenza della Regione Emilia Romagna in conformità con l'Allegato 3 del DGR 2193-2015 seguendo il criterio di valutazione del potenziale di liquefazione di Boulanger & Idriss 2014. Vengono riportati i calcoli eseguiti per la valutazione di IL unicamente negli intervalli risultati come potenzialmente liquefacibile in base ai criteri designati. I parametri di MSFmax, K_{σ} e C_{σ} hanno dei valori soglia oltre i quali non è possibile procedere con i calcoli successivi.

S5, Cassa Espansione Torrente Enza, Montecchio Emilia (RE)

Strato	Comportamento geotecnico	Indice di plasticità [%]	Indice dei vuoti [%]	Indice di compressione	Modulo di taglio [kN/m²]	Grado di consolidazione medio	Coesione non drenata [kN/m²]
	Coesivo	0.00	0	1.2402	83793.69	0.527365	0
	Incoerente	13	0.783	0.2454	69918.45	0.05162	90
	Incoerente-Coesivo	4	0	0.118708	239977.2	0.105802	0
	Coesivo	0.00	0	0.00	0	0	0
	0	0.00	0	0.00	0	0	0

Nr.	Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Fattore di sicurezza Fs	Deformazione verticale	Cedimento [mm]	Incremento pressione neutra [kN/m²]
1	0.21	3.990	2.029		-1.00E+00	0	0
2	0.41	7.790	3.867		-1.00E+00	0	0
3	0.61	11.590	5.706		-1.00E+00	0	0
4	0.81	15.390	7.545		-1.00E+00	0	0
5	1.01	19.190	9.383		-1.00E+00	0	0
6	1.21	22.990	11.222		-1.00E+00	0	0
7	1.41	26.790	13.061		-1.00E+00	0	0
8	1.61	30.590	14.899		-1.00E+00	0	0
9	1.81	34.390	16.738		-1.00E+00	0	0
10	2.01	38.190	18.577		-1.00E+00	0	0
11	2.21	41.990	20.415		-1.00E+00	0	0
12	2.41	45.790	22.254		-1.00E+00	0	0
13	2.61	49.590	24.093		-1.00E+00	0	0
14	2.81	53.390	25.931		-1.00E+00	0	0
15	3.01	57.190	27.770		-1.00E+00	0	0
16	3.21	60.990	29.609		-1.00E+00	0	0
17	3.41	64.790	31.447		-1.00E+00	0	0
18	3.61	68.590	33.286		-1.00E+00	0	0
19	3.81	72.390	35.125		-1.00E+00	0	0
20	4.01	76.190	36.963		-1.00E+00	0	0
21	4.21	79.990	38.802		-1.00E+00	0	0
22	4.41	83.790	40.641		-1.00E+00	0	0
23	4.61	87.590	42.479		-1.00E+00	0	0
24	4.81	91.390	44.318		-1.00E+00	0	0
25	5.01	95.190	46.157		-1.00E+00	0	0
26	5.21	98.990	47.995		-1.00E+00	0	0
27	5.41	102.790	49.834		-1.00E+00	0	0
28	5.61	106.590	51.673		-1.00E+00	0	0
29	5.81	110.390	53.511	0.498	0.00E+00	0	0
30	6.01	114.190	55.350	0.499	0.00E+00	0	0
31	6.21	117.990	57.189	0.500	0.00E+00	0	0
32	6.41	121.790	59.027	0.501	0.00E+00	0	0
33	6.61	125.590	60.866	0.502	0.00E+00	0	0
34	6.81	129.390	62.705	0.502	0.00E+00	0	0
35	7.01	133.190	64.543	0.503	0.00E+00	0	0

36	7.21	136.990	66.382	0.504	0.00E+00	0	0
37	7.41	140.790	68.221	0.505	0.00E+00	0	0
38	7.61	144.590	70.059	0.506	0.00E+00	0	0
39	7.81	148.390	71.898	0.506	0.00E+00	0	0
40	8.01	152.190	73.737	0.507	0.00E+00	0	0
41	8.21	155.990	75.575	0.508	0.00E+00	0	0
42	8.41	159.790	77.414	0.509	0.00E+00	0	0
43	8.61	163.590	79.253	0.510	0.00E+00	0	0
44	8.81	167.390	81.091	0.510	0.00E+00	0	0
45	9.01	171.190	82.930	0.511	0.00E+00	0	0
46	9.21	174.990	84.769	0.513	0.00E+00	0	0
47	9.41	178.790	86.607	0.516	0.00E+00	0	0
48	9.61	182.590	88.446	0.519	0.00E+00	0	0
49	9.81	186.390	90.285	0.522	0.00E+00	0	0
50	10.01	190.190	92.124	0.525	0.00E+00	0	0
51	10.21	193.990	93.962	0.528	0.00E+00	0	0
52	10.41	197.790	95.801	0.531	0.00E+00	0	0
53	10.61	201.590	97.640	0.534	0.00E+00	0	0
54	10.81	205.390	99.478	0.538	0.00E+00	0	0
55	11.01	209.190	101.317	0.541	0.00E+00	0	0
56	11.21	212.990	103.156	0.544	0.00E+00	0	0
57	11.41	216.790	104.994	0.547	0.00E+00	0	0
58	11.61	220.590	106.833	0.551	0.00E+00	0	0
59	11.81	224.390	108.672	0.554	0.00E+00	0	0
60	12.01	228.190	110.510	0.558	0.00E+00	0	0
61	12.21	231.990	112.349	0.561	0.00E+00	0	0
62	12.41	235.790	114.188	0.565	0.00E+00	0	0
63	12.61	239.590	116.026	0.568	0.00E+00	0	0
64	12.81	243.390	117.865	0.572	0.00E+00	0	0
65	13.01	247.190	119.704	0.576	0.00E+00	0	0
66	13.21	250.990	121.542	0.579	0.00E+00	0	0
67	13.41	254.790	123.381	0.583	0.00E+00	0	0
68	13.61	258.590	125.220	0.587	0.00E+00	0	0
69	13.81	262.390	127.058	0.591	0.00E+00	0	0
70	14.01	266.190	128.897	0.595	0.00E+00	0	0
71	14.21	269.990	130.736	0.599	0.00E+00	0	0
72	14.41	273.790	132.574	0.603	0.00E+00	0	0
73	14.61	277.590	134.413	0.607	0.00E+00	0	0
74	14.81	281.390	136.252	0.611	0.00E+00	0	0
75	15.01	285.190	138.090	0.615	0.00E+00	0	0
76	15.21	288.990	139.929	0.620	0.00E+00	0	0
77	15.41	292.790	141.768	0.624	0.00E+00	0	0
78	15.61	296.590	143.606	0.628	0.00E+00	0	0
79	15.81	300.390	145.445	0.633	0.00E+00	0	0
80	16.01	304.190	147.284	0.637	0.00E+00	0	0
81	16.21	307.990	149.122	0.642	0.00E+00	0	0
82	16.41	311.794	150.965	0.616	0.00E+00	0	0
83	16.61	315.674	152.884	0.621	0.00E+00	0	0
84	16.81	319.554	154.802	0.626	0.00E+00	0	0

85	17.01	323.434	156.721	0.631	0.00E+00	0	0
86	17.21	327.314	158.640	0.635	0.00E+00	0	0
87	17.41	331.194	160.558	0.640	0.00E+00	0	0
88	17.61	335.074	162.477	0.645	0.00E+00	0	0
89	17.81	338.954	164.396	0.651	0.00E+00	0	0
90	18.01	342.834	166.314	0.656	0.00E+00	0	0
91	18.21	346.714	168.233	0.661	0.00E+00	0	0
92	18.41	350.594	170.152	0.666	0.00E+00	0	0
93	18.61	354.474	172.070	0.672	0.00E+00	0	0
94	18.81	358.354	173.989	0.677	0.00E+00	0	0
95	19.01	362.234	175.908	0.683	0.00E+00	0	0
96	19.21	366.114	177.826	0.688	0.00E+00	0	0
97	19.41	369.994	179.745	0.694	0.00E+00	0	0
98	19.61	373.874	181.664	0.700	0.00E+00	0	0
99	19.81	377.754	183.582	0.706	0.00E+00	0	0
100	20.01	381.634	185.501	0.712	0.00E+00	0	0