



OGGETTO:

PROGETTOESECUTIVO

PINQUAID264|PNRRMISSIONE5COMPONENTE2INVESTIMENTO2.3

Intervento

denominato "L'Unione fala Città" Comunedì CastelMagg
ioreID884:nuoveformediresidenzialitàperutentideboli

UnquartiereverdetrallaStazioneeilMunicipio

CUPG78I21000290001

INDIRIZZO:

ImmobilisitoinviaMatteottin°12,CastelMaggiore(BO)
compreseleareeesternetraviaAmendolaeviaTuratiaestdelMunicipio

COMMITTENTE:

Comunedì CastelMaggiore

ViaMatteotti10-40013CastelMaggiore(BO)

RUP:

Geom.LuciaCampana

Responsabile del 3° Settore LLPP e Ambiente

TAVOLA:

STRUTTURE

Relazione geologica

PROGETTISTI

PROGETTOARCHITETTONICO

Ing.MarcoGuidotti-baustudio

PROGETTOSTRUTTURALE

Ing.MatteoGrilli-Marchingegno

PROGETTOIMPIANTOMECCANICO

P.I.DavideGuidotti-MEPStudio

PROGETTOIMPIANTOELETTRICO

P.I.DanieleFranchini

PROGETTOACUSTICO

Ing.RiccardoRagni – Ing. Enrico Manzi

COORD.PERLASICUREZZACSP

Ing.MatteoGrilli -Marchingegno

REVISIONI

REV	DATA	AUTORE	VERIFICA	APPROVATODA
00	24/11/23			
COMMENTI:primaemissione				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				
COMMENTI:				

FASEDIPROGETTO

ProgettoEsecutivo

SCALA

ELABORATON.

STR.RGE

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. PIANO TERRITORIALE METROPOLITANO DI BOLOGNA.....	3
3. PIANO STRUTTURALE COMUNALE	3
4. MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI CASTEL MAGGIORE.....	5
5. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO.....	6
6. LITOSTRATIGRAFIA E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA.....	7
7. SISMICITÀ.....	8
7.1. COORDINATE GEOGRAFICHE	8
7.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	9
7.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL COMPARTO.....	9
7.4. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	10
8. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI	11

Allegati a fine testo

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

1. PREMESSA

Scopo del presente studio è stato quello di definire le condizioni geologiche geotecniche e sismiche di un’area situata in via Matteotti nel Comune di Castel Maggiore (BO) dove sono previsti degli interventi su di un fabbricato identificato dal civico 12, come compiutamente rappresentato negli elaborati progettuali cui si rimanda per una completa visione.



Figura 1. Ubicazione area di intervento su CTR Emilia Romagna

Per determinare la situazione geologica e morfologica generale e accertare la natura litologica dei terreni è stata effettuata un’analisi di superficie a cui è seguita, al fine di creare un panorama conoscitivo il più completo possibile, la consultazione e l’analisi della seguente cartografia e documentazione:

- *Carta geologica e dei suoli on-line a cura dello Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia Romagna;*
- *Piano Territoriale Metropolitano di Bologna;*
- *Piano Strutturale Comunale Elaborato in Forma Associata - Unione Reno Galliera;*
- *Microzonazione sismica del Comune di Castel Maggiore.*

Per la definizione stratigrafica e geotecnica dei terreni, visto il contesto di inserimento e la tipologia di intervento in progetto, è stata realizzata una prova penetrometrica statica, mentre per la caratterizzazione sismica è stata eseguita un’indagine sismica passiva a stazione singola attraverso la misura del microtremore sismico ambientale con tromografo digitale (Tromino®).

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

L'area di intervento è ubicata nell'Elemento n° 221014 "Castel Maggiore" della Carta Tecnica Regionale, alla scala 1:5.000.

2. PIANO TERRITORIALE METROPOLITANO DI BOLOGNA

La Carta di Area Vasta delle Aree Suscettibili di Effetti Locali del PTM (Figura 2), che costituisce il primo livello di microzonazione sismica, riporta in corrispondenza dell'area di intervento una superficie classificata come "L- Zona di attenzione per instabilità da liquefazione o densificazione". Si tratta di successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c..

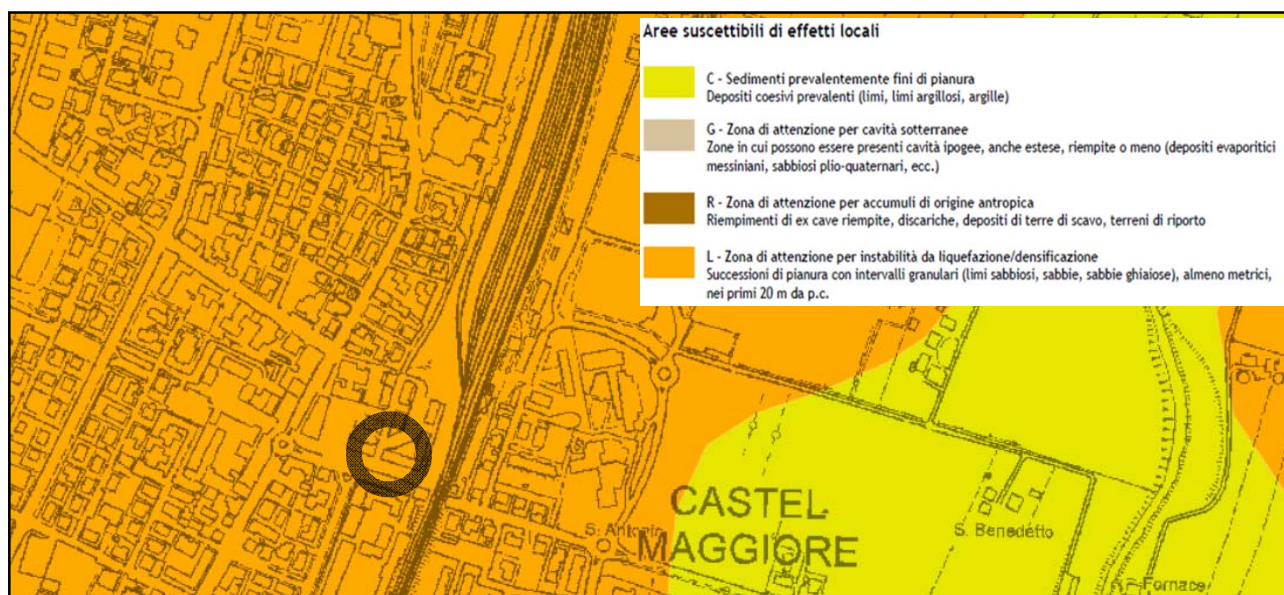


Figura 2. PTM stalcio Tavola 4 Foglio VII Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali.

Secondo le Norme di Piano (art.28) la presenza di sedimenti granulari saturi nei primi 20 m dal p.c. costituisce fattore predisponente il fenomeno della liquefazione mentre negli intervalli sabbiosi soprafalda e poco addensati si può verificare il fenomeno della densificazione. Per gli interventi ammessi in relazione a tali aree dovranno essere effettuati studi di terzo livello, con valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, verifica della presenza di caratteri predisponenti la liquefazione e/o la densificazione e relativa stima del potenziale di liquefazione/densificazione e dei cedimenti attesi.

Gli approfondimenti eseguiti hanno consentito di definire un *basso* potenziale di liquefazione come ($IP_L = 0,062$) secondo la classificazione Sonmez (2003)

3. PIANO STRUTTURALE COMUNALE

Il quadro conoscitivo del Piano Strutturale del Comune di Castel Maggiore redatto in forma associata (Associazione Intercomunale Reno Galliera - Terre di Pianura) ed in particolare la *Tavola AQC.1.1a Carta litologica-morfologica*, riporta, in corrispondenza dell'area di intervento, la presenza di *sabbie di piana alluvionale*.

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

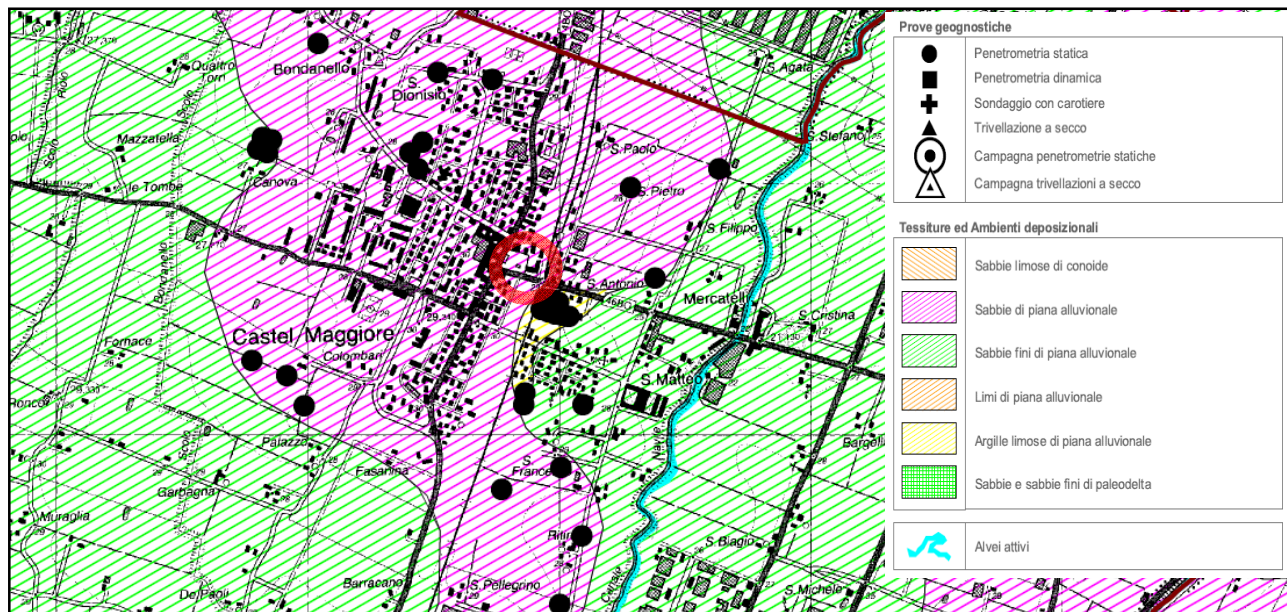


Figura 3. Stralcio Tavola AQC.1.1a Carta litologica-morfologica; Quadro Conoscitivo del PSC.

In base alla Carta Idrogeologica (Tavola AQC.1.2a) in corrispondenza dell'area di intervento la falda freatica (alimentata da SO) è individuata a circa -4 m dal p.c.(isofreatica di 24 m s.l.m.).

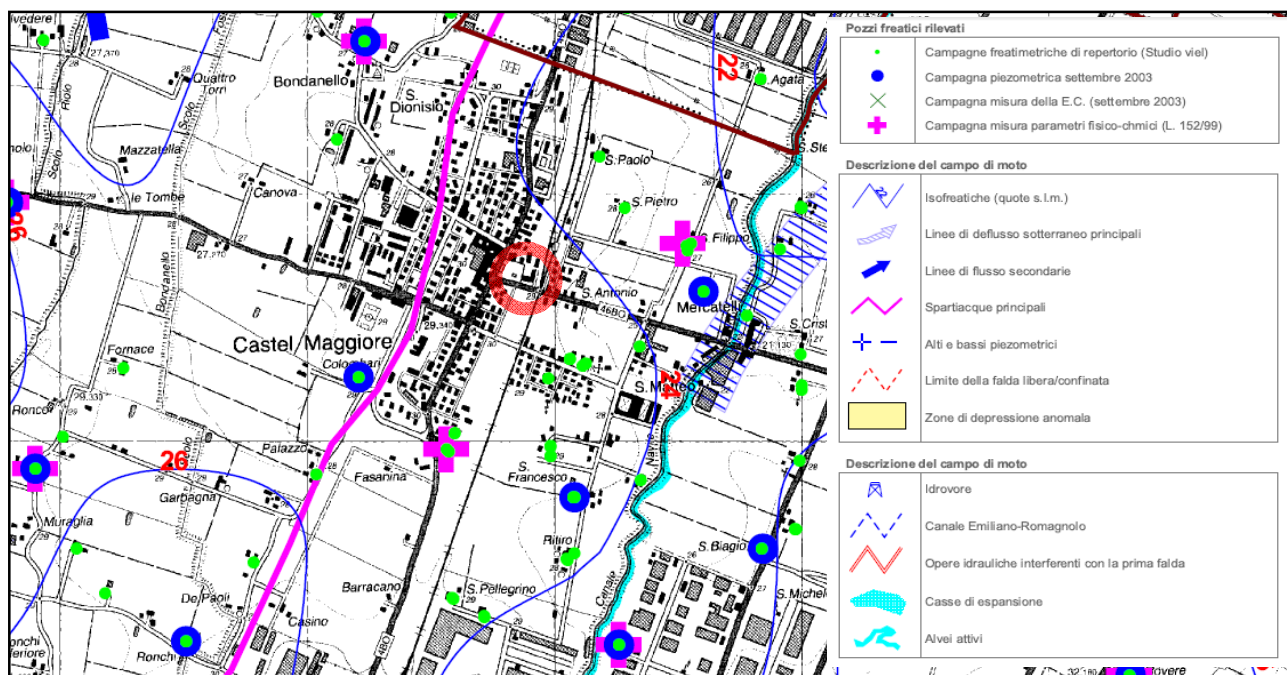


Figura 4. Stralcio Tavola AQC.1.2a Carta Idrogeologica; Quadro Conoscitivo del PSC.

In base alla Carta Geologica (Tavola AQC.1.5.3) in corrispondenza dell'area di intervento sono individuati depositi di canale e argine prossimale costituiti da sabbie medie e fini (Figura 5).

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

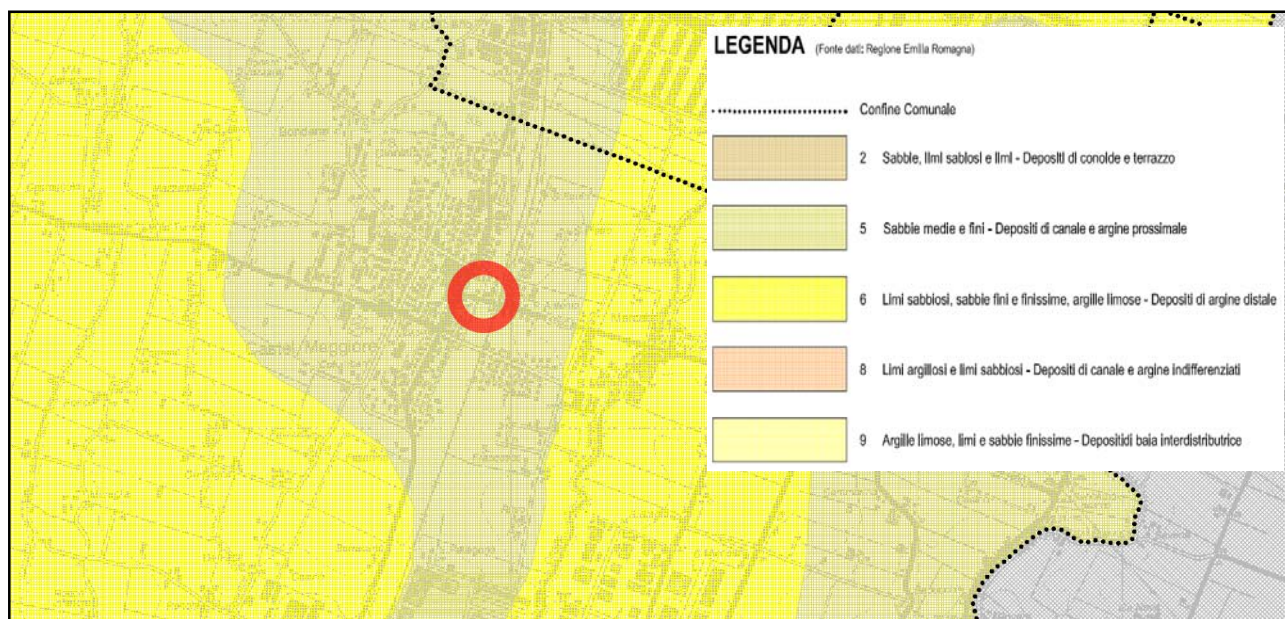


Figura 5. Stralcio Tavola AQC.1.5.3 Carta Geologica; Quadro Conoscitivo del PSC.

In base alla carta delle *Zonizzazioni di tutela del sistema fluviale (PTCP-Piani stralcio fluviali)*, Tavola AQC.1.6 del Quadro conoscitivo del PSC, inserisce l'area di intervento in un comparto classificato come "*Tessuto Urbano consolidato (TU+TPU)*".

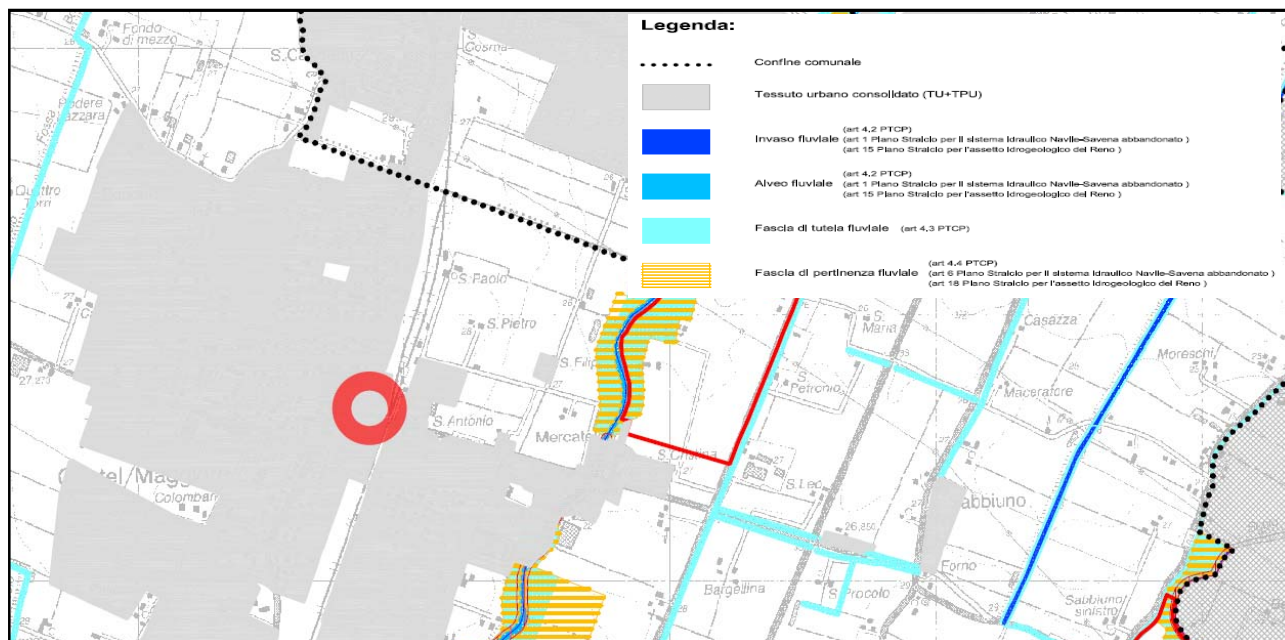


Figura 6. Stralcio Tavola AQC.1.6 Zonizzazioni di tutela del sistema fluviale (PTCP-Piani stralcio fluviali); Quadro Conoscitivo del PSC.

4. MICROZONAZIONE SISMICA DEL COMUNE DI CASTEL MAGGIORE

La microzonazione sismica del comune di Castel Maggiore classifica l'area di intervento come zona ZA_LQ - *Zona di attenzione per liquefazioni*, con i seguenti fattori di amplificazione:

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMENTO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

- $F_a (PGA) = 1,7$;
- $F_a (SI \ 0.1s < T_0 < 0.5s) = 1,9$;
- $F_a (SI \ 0.5s < T_0 < 1.0s) = 3,0$;
- $F_a (SI \ 0.5s < T_0 < 1.5s) = 3,3$;

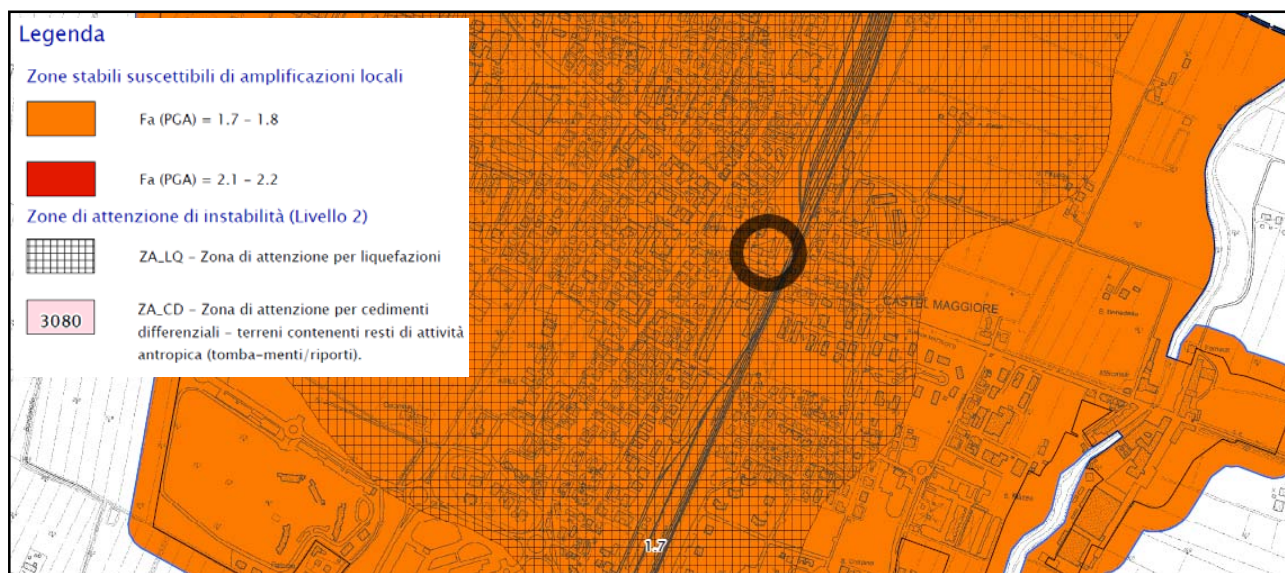


Figura 7. Stralcio Tavola 6 Carta di microzonazione sismica - Livello 2 della Microzonazione sismica del comune di Castel Maggiore.

5. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLOGICO

L'area di intervento, ubicata in via Matteotti 12 nel comune di Castel Maggiore, è caratterizzata da un assetto pianeggiante con un modestissimo gradiente verso nord. L'area, posta ad una quota di circa 28 m s.l.m., ricade in un contesto deposizionale di piana alluvionale in destra idrografica del Fiume Reno tra lo scolo Bondanello e il Canale Navile.

Tale contesto è caratterizzato da una variazione litologica sia in senso verticale che orizzontale. I depositi più grossolani si localizzano in corrispondenza degli antichi alvei fluviali e nelle vicinanze degli argini, mentre i depositi tessituralmente più fine sono localizzati in corrispondenza dei bacini interfluviali di esondazione.

In particolare si possono distinguere tre tipologie di depositi alluvionali:

1. Depositi di canale e argine prossimale: costituiti principalmente da sabbie medie e fini in strati di spessore generalmente decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose e subordinatamente limi argillosi; localmente si possono individuare sabbie medie e grossolane in corpi lenticolari e nastriformi;
2. Depositi di argine distale: Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore generalmente decimetrico;
3. Area interfluviale e depositi di palude: Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente si possono individuare concrezioni di materiali organici parzialmente decomposti.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo riflettono l'evoluzione deposizionale dell'area nello spazio e nel tempo con le prime due tipologie che interessano le aree più prossime agli alvei fluviali, mentre la terza le

GEN-RT – Relazione tecnica generale

La carta geologica e dei suoli on-line alla individua, a ovest del comparto in oggetto, la presenza di una traccia di alveo fluviale abbandonato (Figura 8); in superficie riporta depositi prevalentemente limoso sabbiosi di piana alluvionale ascrivibili al Subsistema di Ravenna (AES8).



Figura 8. Stralcio Carta Geologica, servizio Carg Regione Emilia Romagna.

Per ricostruire il quadro litostratigrafico e geotecnico dell'area di intervento, visto il contesto di inserimento e la tipologia di intervento in progetto, è stata realizzata una prova penetrometrica statica ubicata nella seguente immagine (Figura 9).



Figura 9. Ubicazione indagini geognostiche su immagine satellitare tratta da Google Earth



Lo strumento utilizzato è un penetrometro Pagani TG 63-200 che utilizza una punta di tipo standard "*Begemann*", con angolo d'apertura di 60° ed area di 10 cm^2 , ed un manicotto di frizione "*Friction Jacket*" con superficie di 150 cm^2 ; la

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

lunghezza delle aste del penetrometro è di 1,0 m.

Le letture, effettuate ogni 20 cm, forniscono due valori (lettura di punta e laterale), da cui si desumono rispettivamente q_c (resistenza alla punta) e f_s (resistenza laterale) che sono riportati negli appositi diagrammi (vedi allegati a fine testo).

Nei grafici, anch'essi allegati a fine testo, figurano:

- 1) la curva di resistenza alla punta " q_c [Kg/cm^2]" che si riferisce ai valori della resistenza offerta dal terreno all'avanzamento della punta conica (cioè i valori dei carichi di rottura dei materiali attraversati);
- 2) la curva della resistenza laterale rappresentata come " $f_s \times 10$ [Kg/cm^2]" che si riferisce alla resistenza di attrito laterale misurata mediante il manicotto di frizione.
- 3) la curva del rapporto q_c/f_s e $q_c \cdot f_s/q_c$ per una valutazione litologica sulla base della teoria di Begemann e di Schemertmann rispettivamente.

La prova è stata spinta sino alla profondità di interesse tecnico di circa 16 m dal p.c., durante l'esecuzione della prova è stato rilevato un livello freaticometrico alla quota di -4,3 m dal p.c.. I dati mostrano in superficie, sino a circa -1,8 m dal p.c., la presenza di uno strato di terreno sovraconsolidato per aging, soggetto a possibili variazioni di volume per le variazioni stagionali di umidità. Al di sotto di tale livello si alternano, sino alla profondità indagata (-16 m dal p.c.), argilla, argilla limosa, limo sabbioso e rari livelli francamente sabbiosi.

Dal punto di vista geotecnico il modello del sottosuolo può essere schematizzato, in relazione alla tipologia di intervento in progetto, con un'unica unità litotecnica.. Nella seguente tabella, attenendosi alle indicazioni delle NTC 2018, si riportano i parametri geotecnici caratteristici delle unità litotecniche individuate.

PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI				
Unità litostratigrafiche	γ_k	φ'_k	c'_k	cu_k
Unità A (da -0 a \approx -16 m da p.c.)	1,8	24	6	80

Tabella 1: Parametri geotecnici caratteristici. γ_k = peso di volume; φ'_k = angolo d'attrito interno, c'_k = coesione efficace, cu_k = coesione.

Tali parametri rappresentano una stima ragionata delle proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti, desunti senza considerare il contributo dello strato superficiale sovraconsolidato e facendo riferimento anche a dati a disposizione dello scrivente relativi a contesti geologico stratigrafici analoghi.

7. SISMICITÀ

In base alla classificazione sismica dei Comuni dell'Emilia Romagna, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n° 3274, il Comune di Castel Maggiore (BO) è inserito in **Zona 3**. Di seguito si riportano gli elementi per definire l'azione sismica di progetto come richiesto dalle NTC18.

7.1. COORDINATE GEOGRAFICHE

Le coordinate del sito di intervento sono:

- WGS84 (Lat,Lng): 44.574958,11.365388;

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

– ED50 Lat,Lng): 44.575895,11.366382.

7.2. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

L'area in esame è ascrivibile, secondo la classificazione della Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche delle NTC18, alla categoria T1, dove non si prevedono fenomeni di amplificazione topografica ($S_T = 1$).

7.3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL COMPARTO

Per caratterizzare da un punto di vista sismico il comparto è stata eseguita una indagine sismica passiva a stazione singola attraverso l'acquisizione del rumore sismico ambientale con tromografo digitale portatile (Tromino). L'ubicazione della misura è riportata nella precedente Figura 9.

Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, e permette la registrazione nel campo di frequenze 0-200 Hz. In sintesi, dopo che il segnale dei tre velocimetri è stato acquisito, per un determinato tempo t , e digitalizzato a 24 bit, è trasmesso a un software dedicato, denominato Grilla il quale, per ciascuna delle 3 componenti del moto, esegue le seguenti operazioni:

1. divisione del tracciato in finestre la cui lunghezza è immessa dall'operatore;
2. depurazione del segnale dal trend di ciascuna finestra;
3. "taper" con una finestra di Bartlett;
4. "pad" di ciascuna finestra con degli zero;
5. calcolo della trasformata di Fourier (FFT) per ciascuna finestra;
6. calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna finestra;
7. smoothing (lisciamento) dello spettro di ogni finestra secondo differenti funzioni la cui scelta viene definita dall'operatore;
8. calcolo del rapporto spettrale HVSR per ogni frequenza e per ogni finestra.

Il risultato finale consiste nella graficizzazione delle medie degli HVSR di ciascuna finestra e nell'interpretazione secondo la tecnica di Nakamura.

Il metodo si basa sulla misura del rumore sismico ambientale, il quale risulta prodotto sia da fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) sia dall'attività antropica oltre sia, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore perché riguarda oscillazioni molto piccole (10 -15 (m/s²) in termini di accelerazione), inferiori di diversi ordini di grandezza rispetto a quelle indotte dai terremoti nel campo vicino. Nel 2004, nell'ambito di un progetto europeo denominato SESAME (Site EffectS assessment using AMBient Excitations), sono state elaborate le linee guida per l'esecuzione e l'interpretazione di misure sismiche di microtremore, creando così le premesse per la standardizzazione di questo tipo d'indagine geofisica. Le misure di microtremori vengono anche utilizzate per valutazioni stratigrafiche o, alternativamente, di velocità delle onde di taglio (V_s). Il metodo è molto semplice ed intuitivo nell'ipotesi di un sottosuolo stratificato orizzontalmente e i cui parametri variano solo con la profondità (sistema monodimensionale 1D). I dati misurati dallo strumento sono stati elaborati e interpretati fornendo un report finale così strutturato:

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato “L’Unione fa la Città”

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

Dati delle misura.	Ora di inizio e fine registrazione, frequenza di campionamento, ecc.
Horizontal to vertical spectral ratio	Grafico H/V
H/V Time history	Grafico Time history del rapporto H/V
Directional H/V	Grafico Direzionalità del rapporto H/V
Single component spectra	Grafico delle singole componenti spettrali
Experimental vs. sintetic H/V	Sovrapposizione della curva sperimenta alla curva H/V e istogramma Velocità/Profondità

Nell'ultima pagina dei singoli report è riportata la rispondenza delle misure, e relative elaborazioni, alle linee guida del progetto SESAME. I criteri si riferiscono all'utilizzo della misura per la valutazione della risposta sismica locale in accordo con il metodo di Nakamura.

L'elaborazione della misura definisce valore del parametro V_{s30} corrispondente ad un tipo di suolo ascrivibile alla categoria C definita, nella Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo delle NTC18, come: “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”.

7.4. LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

La liquefazione nei terreni denota una diminuzione di resistenza a taglio e di rigidezza, causata dall’aumento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante un evento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

I fattori principali che rendono i terreni suscettibili alla liquefazione sono legati alle caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche del territorio.

Normalmente perché si verifichino tali fenomeni nei terreni, in un contesto geologico, morfologico come quello oggetto di studio, occorrono soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- sismi con magnitudo > 5,5;
- a_g (accelerazione orizzontale max su suolo rigido) > 0,15g;
- presenza di falda prossima alla superficie;
- presenza di importanti orizzonti di sabbie da poco a mediamente addensate con frazione di materiali fini < 25% , negli strati prossimi al piano di fondazione;
- lenti di materiale incoerente con spessori significativi ed arealmente estese.

La prova penetrometrica non individua la presenza di spessori significativi di terreni sabbioso potenzialmente liquefacibile, i dati sono stati comunque analizzati attraverso uno specifico codice di calcolo (Liquefaction of Soil 2014 – allegato al volume “LIQUEFAZIONE DEI TERRENI “ EPC srl – Dott. Geol. Sebastiano Giovanni Monaco) basato sulla determinazione della resistenza al taglio mobilitata CRR da prove penetrometriche statiche secondo il metodo di Robertson e Wride (1998), per verificare il potenziale di liquefazione.

Per la verifica è stata cautelativamente considerata una magnitudo di **6.14** corrispondente alla massima magnitudo associata alla zona sismogenetica in cui ricade l'area (ZS 912; da *Redazione della mappa di pericolosità sismica-rapporto conclusivo - INGV*), un'accelerazione massima al suolo di 0,241 g (=categoria suolo C) e un innalzamento della falda sino

PROGETTO DEFINITIVO

Relativo al progetto PINQUA ID 264 – PNRR MISSIONE 5 COMPONENTE 2 INVESTIMNETO 2.3

Intervento denominato "L'Unione fa la Città"

COMUNE DI CASTEL MAGGIORE ID 884: nuove forme di residenzialità per utenti deboli. Un quartiere verde tra la Stazione e il Municipio

GEN-RT – Relazione tecnica generale

a -3 m dal p.c..

Il risultato dell'analisi fornisce un indice del potenziale di liquefazione di 0,062 corrispondente ad un rischio di liquefazione basso secondo la classificazione Sonmez (2003); a fine testo si allegano tabulati di calcolo.

CLASSI DI POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE SECONDO SONMEZ (2003)	
IP _L	Potenziale di liquefazione
0	Non liquefacibile
0 < IL ≤ 2	Basso
2 < IL ≤ 5	Moderato
5 < IL ≤ 15	Alto
IL > 15	Molto alto

8. CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI

Da quanto esposto nei paragrafi precedenti, le verifiche condotte e le analisi effettuate, hanno permesso di definire le principali caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche del sito oggetto di studio. Per il dimensionamento delle strutture in progetto, e/o l'eventuale verifica di quelle esistenti, occorrerà riferirsi a quanto contenuto nella presente relazione e di seguito sinteticamente riassunto:

a) Caratterizzazione sismica:

- Comune di Castel Maggiore: **Zona 3**;
- Coordinate geografiche ED50 (Lat,Lng): **44.578582,11.365877**;
- Categoria di suolo: **C**;
- Categoria topografica **T1**;
- L'indagine e le verifiche effettuate hanno evidenziato un "basso" potenziale alla liquefazione dei terreni (IP_L= 0,062);

b) Litostratigrafica e parametrizzazione geotecnica:

- Il modello geotecnico del sottosuolo, con i relativi parametri caratteristici, è riportato nella Tabella 1.

Dott. Luca Monti
GEOLOGO



Bologna, novembre 2023.

ALLEGATO A

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA LETTURE CAMPAGNA E VALORI TRASFORMATI	CPT	1
	referimento	044-2023

Committente: dott geol Luca Monti	U.M.: kg/cm ²	Data esec.: 15/11/2023
Cantiere:	Pagina: 1	
Località: Castelmaggiore Piazza della Pace	Elaborato:	Falda: -4.30 m da p.c.

H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %	H m	L1 -	L2 -	Lt -	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	F -	Rf %
0.20	16.0	20.0		16.00	1.40	11	8.8	15.20	16.0	23.0		16.00	0.67	24	4.2
0.40	79.0	100.0		79.00	1.87	42	2.4	15.40	16.0	26.0		16.00	0.87	18	5.4
0.60	82.0	110.0		82.00	1.80	46	2.2	15.60	17.0	30.0		17.00	0.87	20	5.1
0.80	65.0	92.0		65.00	2.13	31	3.3	15.80	17.0	30.0		17.00			
1.00	47.0	79.0		47.00	0.93	51	2.0								
1.20	64.0	78.0		64.00	1.80	36	2.8								
1.40	53.0	80.0		53.00	1.20	44	2.3								
1.60	46.0	64.0		46.00	1.80	26	3.9								
1.80	23.0	50.0		23.00	2.27	10	9.9								
2.00	22.0	56.0		22.00	1.73	13	7.9								
2.20	23.0	49.0		23.00	1.40	16	6.1								
2.40	26.0	47.0		26.00	0.93	28	3.6								
2.60	24.0	38.0		24.00	1.00	24	4.2								
2.80	18.0	33.0		18.00	0.67	27	3.7								
3.00	19.0	29.0		19.00	0.40	48	2.1								
3.20	17.0	23.0		17.00	0.33	52	1.9								
3.40	19.0	24.0		19.00	0.60	32	3.2								
3.60	25.0	34.0		25.00	0.53	47	2.1								
3.80	13.0	21.0		13.00	0.67	19	5.2								
4.00	17.0	27.0		17.00	0.40	43	2.4								
4.20	10.0	16.0		10.00	0.47	21	4.7								
4.40	8.0	15.0		8.00	0.40	20	5.0								
4.60	8.0	14.0		8.00	0.33	24	4.1								
4.80	7.0	12.0		7.00	0.33	21	4.7								
5.00	6.0	11.0		6.00	0.20	30	3.3								
5.20	22.0	25.0		22.00	0.27	81	1.2								
5.40	9.0	13.0		9.00	0.33	27	3.7								
5.60	29.0	34.0		29.00	0.73	40	2.5								
5.80	14.0	25.0		14.00	0.60	23	4.3								
6.00	15.0	24.0		15.00	0.27	56	1.8								
6.20	18.0	22.0		18.00	0.53	34	2.9								
6.40	26.0	34.0		26.00	0.87	30	3.3								
6.60	23.0	36.0		23.00	1.40	16	6.1								
6.80	23.0	44.0		23.00	1.13	20	4.9								
7.00	25.0	42.0		25.00	1.20	21	4.8								
7.20	23.0	41.0		23.00	1.27	18	5.5								
7.40	12.0	31.0		12.00	0.47	26	3.9								
7.60	12.0	19.0		12.00	0.47	26	3.9								
7.80	20.0	27.0		20.00	0.27	74	1.4								
8.00	17.0	21.0		17.00	0.47	36	2.8								
8.20	12.0	19.0		12.00	0.27	44	2.3								
8.40	16.0	20.0		16.00	0.47	34	2.9								
8.60	13.0	20.0		13.00	0.53	25	4.1								
8.80	12.0	20.0		12.00	0.67	18	5.6								
9.00	12.0	22.0		12.00	0.47	26	3.9								
9.20	14.0	21.0		14.00	0.53	26	3.8								
9.40	10.0	18.0		10.00	0.47	21	4.7								
9.60	11.0	18.0		11.00	0.73	15	6.6								
9.80	17.0	28.0		17.00	0.47	36	2.8								
10.00	21.0	28.0		21.00	1.00	21	4.8								
10.20	12.0	27.0		12.00	0.47	26	3.9								
10.40	15.0	22.0		15.00	0.53	28	3.5								
10.60	16.0	24.0		16.00	0.20	80	1.3								
10.80	19.0	22.0		19.00	0.53	36	2.8								
11.00	19.0	27.0		19.00	0.47	40	2.5								
11.20	19.0	26.0		19.00	0.53	36	2.8								
11.40	17.0	25.0		17.00	1.20	14	7.1								
11.60	11.0	29.0		11.00	0.47	23	4.3								
11.80	14.0	21.0		14.00	0.80	18	5.7								
12.00	13.0	25.0		13.00	0.67	19	5.2								
12.20	16.0	26.0		16.00	0.87	18	5.4								
12.40	13.0	26.0		13.00	0.87	15	6.7								
12.60	15.0	28.0		15.00	0.67	22	4.5								
12.80	16.0	26.0		16.00	0.20	80	1.3								
13.00	17.0	20.0		17.00	0.67	25	3.9								
13.20	16.0	26.0		16.00	0.73	22	4.6								
13.40	14.0	25.0		14.00	0.73	19	5.2								
13.60	20.0	31.0		20.00	0.67	30	3.4								
13.80	24.0	34.0		24.00	0.87	28	3.6								
14.00	21.0	34.0		21.00	0.60	35	2.9								
14.20	26.0	35.0		26.00	0.67	39	2.6								
14.40	24.0	34.0		24.00	0.73	33	3.0								
14.60	18.0	29.0		18.00	0.93	19	5.2								
14.80	16.0	30.0		16.00	0.87	18	5.4								
15.00	14.0	27.0		14.00	0.47	30	3.4								

H = profondità
L1 = prima lettura (punta)
L2 = seconda lettura (punta + laterale)
Lt = terza lettura (totale)
CT = 10.00 costante di trasformazione

qc = resistenza di punta
fs = resistenza laterale calcolata
alla stessa quota di qc
F = rapporto Begemann (qc / fs)
Rf = rapporto Schmertmann (fs / qc)*100



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA DIAGRAMMI DI RESISTENZA

CPT

riferimento

1**044-2023**Committente: **dott geol Luca Monti**

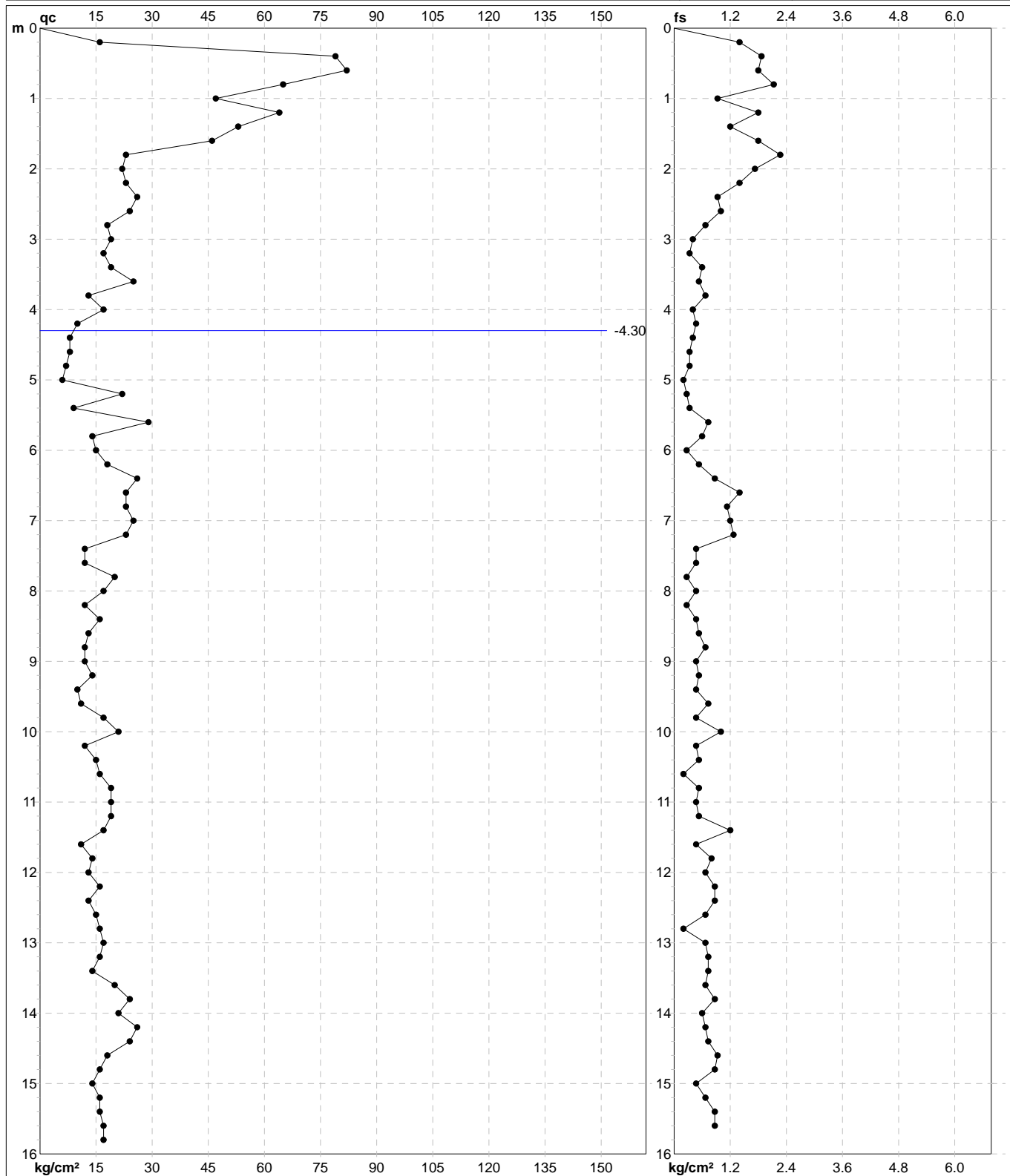
Cantiere:

Località: **Castelmaggiore Piazza della Pace**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:80**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **15/11/2023**

Quota inizio:

Falda: **-4.30 m** da p.c.Penetrometro: **TG63-200**



PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA

DIAGRAMMI LITOLOGIA

CPT

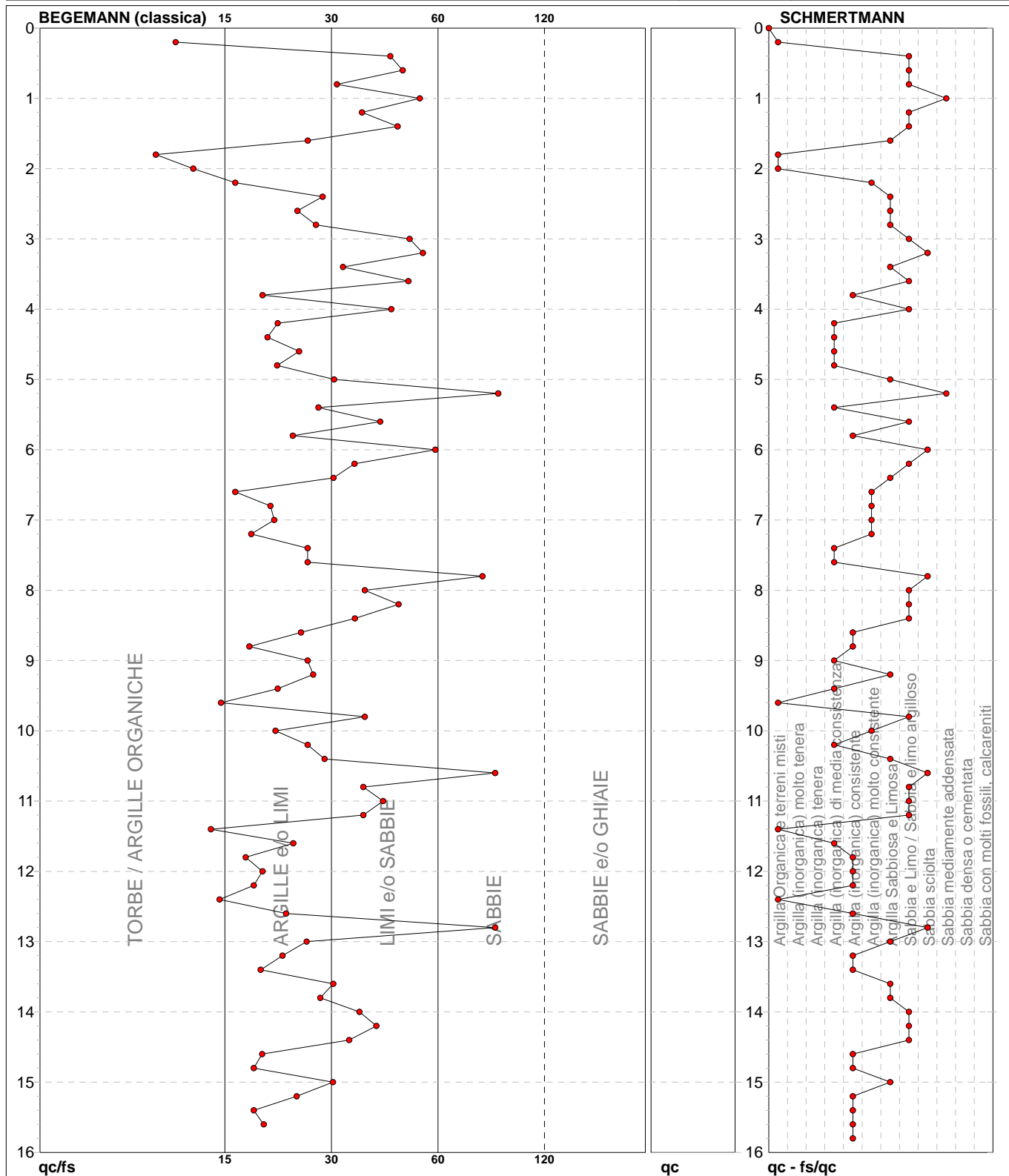
riferimento

1**044-2023**Committente: **dott geol Luca Monti**

Cantiere:

Località: **Castelmaggiore Piazza della Pace**U.M.: **kg/cm²**Scala: **1:80**Pagina: **1**

Elaborato:

Data esec.: **15/11/2023**Falda: **-4.30 m da p.c.**

Torbe / Argille org. :	5 punti, 6.33%	Argilla Organica e terreni misti:	6 punti, 7.59%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	13 punti, 16.46%
Argille e/o Limi :	45 punti, 56.96%	Argilla (inorganica) media consist.:	11 punti, 13.92%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	20 punti, 25.32%
Limi e/o Sabbie :	24 punti, 30.38%	Argilla (inorganica) consistente:	15 punti, 18.99%	Sabbia sciolta:	5 punti, 6.33%
Sabbie:	4 punti, 5.06%	Argilla (inorganica) molto consist.:	6 punti, 7.59%	Sabbia mediamente addensata:	2 punti, 2.53%

PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA PARAMETRI GEOTECNICI	CPT	1
	riferimento	044-2023

Committente: dott geol Luca Monti	U.M.: kg/cm²	Data esec.: 15/11/2023
Località: Castelmaggiore Piazza della Pace	Pagina: 1	Falda: -4.30 m da p.c.
	Elaborato:	

							NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
Prof.	qc	qc/fs	zone	γ'	σ'_{vo}	Vs	Cu	OCR	Eu50	Eu25	Mo	Dr	ϕ_{Sc}	ϕ_{Ca}	ϕ_{Ko}	ϕ_{DB}	ϕ_{DM}	ϕ_{Me}	F.L.	E'50	E'25	Mo	
m	U.M.			t/m ³	U.M.	m/s	U.M.	%	U.M.	U.M.	U.M.	%	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)		U.M.	U.M.	U.M.	
0.20	16.00	11.43	2	1.85	0.04	157	0.70	99.9	118.3	177.4	51.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0.40	79.00	42.25	3	1.85	0.07	287	--	--	--	--	--	100	43	44	42	39	45	33	131.7	197.5	237.0	--	
0.60	82.00	45.56	3	1.85	0.11	291	--	--	--	--	--	100	43	43	40	37	45	33	136.7	205.0	246.0	--	
0.80	65.00	30.52	3	1.85	0.15	267	--	--	--	--	--	100	43	40	37	35	43	32	108.3	162.5	195.0	--	
1.00	47.00	50.54	3	1.85	0.19	236	--	--	--	--	--	87	42	37	35	32	41	31	78.3	117.5	141.0	--	
1.20	64.00	35.56	3	1.85	0.22	265	--	--	--	--	--	93	42	38	35	33	42	32	106.7	160.0	192.0	--	
1.40	53.00	44.17	3	1.85	0.26	247	--	--	--	--	--	83	41	36	33	31	40	31	88.3	132.5	159.0	--	
1.60	46.00	25.56	4	1.85	0.30	234	1.53	49.1	260.7	391.0	138.0	75	40	35	32	30	39	31	76.7	115.0	138.0	--	
1.80	23.00	10.13	4	1.85	0.33	180	0.87	20.8	147.5	221.3	69.0	48	37	31	28	26	35	28	38.3	57.5	69.0	--	
2.00	22.00	12.72	4	1.85	0.37	177	0.85	17.7	143.8	215.8	66.0	44	37	30	27	25	34	28	36.7	55.0	66.0	--	
2.20	23.00	16.43	4	1.85	0.41	180	0.87	16.2	147.5	221.3	69.0	43	36	30	27	25	34	28	38.3	57.5	69.0	--	
2.40	26.00	27.96	4	1.85	0.44	189	0.93	15.8	157.9	236.8	78.0	46	37	30	27	25	34	28	43.3	65.0	78.0	--	
2.60	24.00	24.00	4	1.85	0.48	183	0.89	13.5	151.1	226.7	72.0	41	36	29	26	25	33	28	40.0	60.0	72.0	--	
2.80	18.00	26.87	2	1.85	0.52	164	0.75	10.0	127.5	191.3	56.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3.00	19.00	47.50	4	1.85	0.56	168	0.78	9.5	133.4	200.2	58.1	29	35	27	24	23	31	27	31.7	47.5	57.0	--	
3.20	17.00	51.52	4	1.85	0.59	161	0.72	8.1	141.8	212.8	54.1	24	34	26	23	22	30	27	28.3	42.5	51.0	--	
3.40	19.00	31.67	4	1.85	0.63	168	0.78	8.2	150.3	225.5	58.1	26	34	27	24	22	30	27	31.7	47.5	57.0	--	
3.60	25.00	47.17	3	1.85	0.67	186	--	--	--	--	--	34	35	28	25	23	32	28	41.7	62.5	75.0	--	
3.80	13.00	19.40	2	1.85	0.70	145	0.60	5.2	192.8	289.1	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.00	17.00	42.50	4	1.85	0.74	161	0.72	6.1	194.8	292.2	54.1	18	33	25	22	21	29	27	28.3	42.5	51.0	--	
4.20	10.00	21.28	2	1.85	0.78	132	0.50	3.6	219.4	329.1	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.40	8.00	20.00	2	0.86	0.79	121	0.40	2.7	207.5	311.2	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.60	8.00	24.24	2	0.86	0.81	121	0.40	2.6	209.5	314.2	35.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4.80	7.00	21.21	2	0.84	0.83	115	0.35	2.1	193.3	290.0	32.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.00	6.00	30.00	4	0.82	0.84	109	0.30	1.7	172.1	258.2	28.8	--	31	20	16	15	25	26	10.0	15.0	18.0	--	
5.20	22.00	81.48	3	0.86	0.86	177	--	--	--	--	--	24	34	26	23	21	29	28	36.7	55.0	66.0	--	
5.40	9.00	27.27	2	0.88	0.88	127	0.45	2.7	231.7	347.5	37.8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5.60	29.00	39.73	3	0.87	0.90	197	--	--	--	--	--	32	35	27	24	22	31	29	48.3	72.5	87.0	--	
5.80	14.00	23.33	2	0.94	0.92	150	0.64	4.0	255.6	383.4	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6.00	15.00	55.56	4	0.89	0.93	154	0.67	4.1	260.6	390.9	49.5	8	32	24	20	19	27	27	25.0	37.5	45.0	--	
6.20	18.00	33.96	4	0.91	0.95	164	0.75	4.7	264.8	397.2	56.2	14	33	24	21	20	28	27	30.0	45.0	54.0	--	
6.40	26.00	29.89	4	0.95	0.97	189	0.93	5.9	257.7	386.6	78.0	26	34	26	23	22	30	28	43.3	65.0	78.0	--	
6.60	23.00	16.43	4	0.94	0.99	180	0.87	5.3	270.0	405.0	69.0	22	34	25	22	21	29	28	38.3	57.5	69.0	--	
6.80	23.00	20.35	4	0.94	1.01	180	0.87	5.2	276.3	414.5	69.0	21	34	25	22	21	29	28	38.3	57.5	69.0	--	
7.00	25.00	20.83	4	0.94	1.03	186	0.91	5.4	279.6	419.3	75.0	24	34	26	22	21	29	28	41.7	62.5	75.0	--	
7.20	23.00	18.11	4	0.94	1.05	180	0.87	5.0	288.8	433.2	69.0	20	34	25	22	21	29	28	38.3	57.5	69.0	--	
7.40	12.00	25.53	2	0.92	1.06	141	0.57	2.9	287.0	430.5	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.60	12.00	25.53	2	0.92	1.08	141	0.57	2.8	289.7	434.5	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7.80	20.00	74.07	4	0.93	1.10	171	0.80	4.2	307.5	461.3	60.0	14	33	24	21	20	27	27	33.3	50.0	60.0	--	
8.00	17.00	36.17	4	0.91	1.12	161	0.72	3.6	316.0	473.9	54.1	8	32	23	20	19	26	27	28.3	42.5	51.0	--	
8.20	12.00	44.44	4	0.88	1.14	141	0.57	2.7	296.7	445.0	44.6	--	31	21	18	17	25	26	20.0	30.0	36.0	--	
8.40	16.00	34.04	4	0.90	1.15	157	0.70	3.3	323.6	485.5	51.8	6	32	23	19	18	26	27	26.7	40.0	48.0	--	
8.60	13.00	24.53	2	0.93	1.17	145	0.60	2.7	310.3	465.4	46.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8.80	12.00	17.91	2	0.92	1.19	141	0.57	2.5	302.7	454.0	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.00	12.00	25.53	2	0.92	1.21	141	0.57	2.5	304.4	456.7	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.20	14.00	26.42	2	0.94	1.23	150	0.64	2.8	325.8	488.6	48.2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.40	10.00	21.28	2	0.90	1.25	132	0.50	2.0	279.9	419.9	40.0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.60	11.00	15.07	2	0.91	1.27	137	0.54	2.1	296.1	444.1	42.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9.80	17.00	36.17	4	0.91	1.28	161	0.72	3.1	352.9	529.4	54.1	5	32	23	19	18	26	27	28.3	42.5	51.0	--	
10.00	21.00	21.00	4	0.93	1.30	174	0.82	3.5	367.3	551.0	63.0	12	33	24	20	19	27	27	35.0	52.5	63.0	--	
10.20	12.00	25.53	2	0.92	1.32	141	0.57	2.2	313.5	470.2	44.6	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.40	15.00	28.30	2	0.95	1.34	154	0.67	2.6	347.6	521.4	49.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10.60	16.00	80.00	4	0.90	1.36	157	0.70	2.7	357.9	536.8	51.8	2	31	22	19	18	25	27	26.7	40.0	48.0	--	
10.80	19.00	35.85	4	0.92	1.38	168	0.78	3.1	378.4	567.5	58.1	7	32	23	19	18	26	27	31.7	47.5	57.0	--	
11.00	19.00	40.43	4	0.92	1.39	168	0.78	3.0	381.5	572.3	58.1	7	32	23	19	18	26	27	31.7	47.5	57.0	--	
11.20	19.00	35.85	4	0.92	1.41	168	0.78	3.0	384.6	576.9	58.1	6	32	23	19	18	26	27	31.7	47.5	57.0	--	
11.40	17.00	14.17	2	0.97	1.43	161	0.72	2.7	374.7	562.0	54.1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11.60	11.00	23.40	2	0.91	1.45	137	0.54	1.8	305.6	458.4	42.5	--	--	--	--								

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{falda} = 3

a_{max}/g 0.241

R = 0

M_w = 6.15



TEORIE DI CALCOLO

ROBERTSON E WRIDE (1998)

DATI CPT INSERITI

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
1	0.20	16	1.40
2	0.40	79	1.87
3	0.60	82	1.80
4	0.80	65	2.13
5	1.00	47	0.93
6	1.20	64	1.80
7	1.40	53	1.20
8	1.60	46	1.80
9	1.80	23	2.27
10	2.00	22	1.73
11	2.20	23	1.40
12	2.40	26	0.93
13	2.60	24	1.00
14	2.80	18	0.67
15	3.00	19	0.40
16	3.20	17	0.33
17	3.40	19	0.60
18	3.60	25	0.53
19	3.80	13	0.67
20	4.00	17	0.40
21	4.20	10	0.47
22	4.40	8	0.40
23	4.60	8	0.33
24	4.80	7	0.33
25	5.00	6	0.20

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
26	5.20	22	0.27
26	5.40	9	0.33
28	5.60	29	0.73
29	5.80	14	0.60
30	6.00	15	0.27
31	6.20	18	0.53
32	6.40	26	0.87
33	6.60	23	1.40
34	6.80	23	1.13
35	7.00	25	1.20
36	7.20	23	1.27
37	7.40	12	0.47
38	7.60	12	0.47
39	7.80	20	0.27
40	8.00	17	0.47
41	8.20	12	0.27
42	8.40	16	0.47
43	8.60	13	0.53
44	8.80	12	0.67
45	9.00	12	0.47
46	9.20	14	0.53
47	9.40	10	0.47
48	9.60	11	0.73
49	9.80	17	0.47
50	10.00	21	1.00

n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
51	10.20	12	0.47
52	10.40	15	0.53
53	10.60	16	0.20
54	10.80	19	0.53
55	11.00	19	0.47
56	11.20	19	0.53
57	11.40	17	1.20
58	11.60	11	0.47
59	11.80	14	0.80
60	12.00	13	0.67
61	12.20	16	0.87
62	12.40	13	0.87
63	12.60	15	0.67
64	12.80	16	0.20
65	13.00	17	0.67
66	13.20	16	0.73
67	13.40	14	0.73
68	13.60	20	0.67
69	13.80	24	0.87
70	14.00	21	0.60
71	14.20	26	0.67
72	14.40	24	0.73
73	14.60	18	0.93
74	14.80	16	0.87
75	15.00	14	0.47

Int.	0.2		
n°	Profondità z(m)	resistenza alla punta qc (kg/cm ²)	Resistenza laterale fs (kg/cm ²)
76	15.20	16	0.67
77	15.40	16	0.87
78	15.60	17	0.87
79	15.80		
80	16.00		
81	16.20		
82	16.40		
83	16.60		
84	16.80		
85	17.00		
86	17.20		
87	17.40		
88	17.60		
89	17.80		
90	18.00		
91	18.20		
92	18.40		
93	18.60		
94	18.80		
95	19.00		
96	19.20		
97	19.40		
98	19.60		
99	19.80		
100	20.00		

Committente: □

Riferimento: CASTEL MAGGIORE (BO)

Località: VIA MATTEOTTI 12

Oggetto: STUDIO GEOLOGICO

Prov. BO

INSERIMENTO DATI CPT

ANALISI

HOME

GRAFICI

INSERIMENTO DATI CPT:

Intervallo

0.2

Mw

6.15

a_{max}/g

0.241

H falda

3

n°	Prof. (m)	resistenza alla punta qc (kg/cm²)	Resistenza laterale fs (kg/cm²)	γ (g/cm³)	qc1N CS	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
1	0.20	16	1.4	1.87	494.9	0.998	1.925	0.081	N.C.	N.C.
2	0.40	79	1.87	1.87	340.0	0.997	1.925	0.081	N.C.	N.C.
3	0.60	82	1.8	1.87	291.0	0.995	1.925	0.081	N.C.	N.C.
4	0.80	65	2.13	1.87	256.4	0.994	1.925	0.081	N.C.	N.C.
5	1.00	47	0.93	1.87	156.1	0.992	1.925	0.081	0.43	5.37
6	1.20	64	1.8	1.87	207.6	0.991	1.925	0.081	N.C.	N.C.
7	1.40	53	1.2	1.87	160.2	0.989	1.925	0.081	N.C.	N.C.
8	1.60	46	1.8	1.87	189.7	0.988	1.925	0.080	N.C.	N.C.
9	1.80	23	2.27	1.77	N.L.	0.986	1.925	0.080	N.L.	N.L.
10	2.00	22	1.73	1.77	N.L.	0.985	1.925	0.080	N.L.	N.L.
11	2.20	23	1.4	1.77	N.L.	0.983	1.925	0.080	N.L.	N.L.
12	2.40	26	0.93	1.77	129.5	0.982	1.925	0.080	0.28	3.53
13	2.60	24	1	1.77	146.0	0.980	1.925	0.080	0.37	4.63
14	2.80	18	0.67	1.94	N.L.	0.979	1.925	0.080	N.L.	N.L.
15	3.00	19	0.4	1.94	87.6	0.977	1.925	0.080	0.14	1.79
16	3.20	17	0.33	1.94	80.8	0.976	1.925	0.082	0.13	1.57
17	3.40	19	0.6	1.94	N.L.	0.974	1.925	0.084	N.L.	N.L.
18	3.60	25	0.53	1.94	90.7	0.972	1.925	0.087	0.15	1.73
19	3.80	13	0.67	1.94	N.L.	0.971	1.925	0.089	N.L.	N.L.
20	4.00	17	0.4	1.94	N.L.	0.969	1.925	0.091	N.L.	N.L.
21	4.20	10	0.47	1.94	N.L.	0.968	1.925	0.092	N.L.	N.L.
22	4.40	8	0.4	1.84	N.L.	0.966	1.925	0.095	N.L.	N.L.
23	4.60	8	0.33	1.84	N.L.	0.965	1.925	0.097	N.L.	N.L.
24	4.80	7	0.33	1.84	N.L.	0.963	1.925	0.098	N.L.	N.L.
25	5.00	6	0.2	1.84	N.L.	0.962	1.925	0.100	N.L.	N.L.
26	5.20	22	0.27	1.9	66.6	0.960	1.925	0.101	0.11	1.07
27	5.40	9	0.33	1.9	N.L.	0.959	1.925	0.102	N.L.	N.L.
28	5.60	29	0.73	1.9	101.2	0.957	1.925	0.103	0.18	1.71
29	5.80	14	0.6	1.9	N.L.	0.956	1.925	0.104	N.L.	N.L.
30	6.00	15	0.27	1.9	N.L.	0.954	1.925	0.105	N.L.	N.L.
31	6.20	18	0.53	1.9	N.L.	0.953	1.925	0.106	N.L.	N.L.
32	6.40	26	0.87	1.9	N.L.	0.951	1.925	0.107	N.L.	N.L.
33	6.60	23	1.4	1.9	N.L.	0.950	1.925	0.108	N.L.	N.L.
34	6.80	23	1.13	1.9	N.L.	0.948	1.925	0.109	N.L.	N.L.
35	7.00	25	1.2	1.88	N.L.	0.946	1.925	0.111	N.L.	N.L.
36	7.20	23	1.27	1.88	N.L.	0.945	1.925	0.111	N.L.	N.L.
37	7.40	12	0.47	1.88	N.L.	0.943	1.925	0.112	N.L.	N.L.
38	7.60	12	0.47	1.88	N.L.	0.942	1.925	0.113	N.L.	N.L.
39	7.80	20	0.27	1.88	66.7	0.940	1.925	0.114	0.11	0.95
40	8.00	17	0.47	1.88	N.L.	0.939	1.925	0.114	N.L.	N.L.
41	8.20	12	0.27	1.88	N.L.	0.937	1.925	0.115	N.L.	N.L.
42	8.40	16	0.47	1.88	N.L.	0.936	1.925	0.116	N.L.	N.L.
43	8.60	13	0.53	1.88	N.L.	0.934	1.925	0.116	N.L.	N.L.
44	8.80	12	0.67	1.88	N.L.	0.933	1.925	0.117	N.L.	N.L.
45	9.00	12	0.47	1.88	N.L.	0.931	1.925	0.117	N.L.	N.L.
46	9.20	14	0.53	1.88	N.L.	0.930	1.925	0.118	N.L.	N.L.
47	9.40	10	0.47	1.9	N.L.	0.925	1.925	0.117	N.L.	N.L.
48	9.60	11	0.73	1.9	N.L.	0.920	1.925	0.117	N.L.	N.L.
49	9.80	17	0.47	1.9	N.L.	0.914	1.925	0.117	N.L.	N.L.
50	10.00	21	1	1.9	N.L.	0.909	1.925	0.117	N.L.	N.L.

n°	z	resistenza alla punta qc (kg/cm²)	Resistenza laterale fs (kg/cm²)	γ (g/cm³)	qc1N CS	rd	MSF	CSR	CRR	Fs
51	10.20	12	0.47	1.9	N.L.	0.904	1.925	0.117	N.L.	N.L.
52	10.40	15	0.53	1.9	N.L.	0.898	1.925	0.117	N.L.	N.L.
53	10.60	16	0.2	1.9	N.L.	0.893	1.925	0.117	N.L.	N.L.
54	10.80	19	0.53	1.9	N.L.	0.888	1.925	0.117	N.L.	N.L.
55	11.00	19	0.47	1.9	N.L.	0.883	1.925	0.116	N.L.	N.L.
56	11.20	19	0.53	1.9	N.L.	0.877	1.925	0.116	N.L.	N.L.
57	11.40	17	1.2	1.95	N.L.	0.872	1.925	0.114	N.L.	N.L.
58	11.60	11	0.47	1.95	N.L.	0.867	1.925	0.114	N.L.	N.L.
59	11.80	14	0.8	1.95	N.L.	0.861	1.925	0.113	N.L.	N.L.
60	12.00	13	0.67	1.95	N.L.	0.856	1.925	0.113	N.L.	N.L.
61	12.20	16	0.87	1.95	N.L.	0.851	1.925	0.113	N.L.	N.L.
62	12.40	13	0.87	1.95	N.L.	0.845	1.925	0.113	N.L.	N.L.
63	12.60	15	0.67	1.95	N.L.	0.840	1.925	0.112	N.L.	N.L.
64	12.80	16	0.2	1.95	N.L.	0.835	1.925	0.112	N.L.	N.L.
65	13.00	17	0.67	1.95	N.L.	0.830	1.925	0.111	N.L.	N.L.
66	13.20	16	0.73	1.95	N.L.	0.824	1.925	0.111	N.L.	N.L.
67	13.40	14	0.73	1.95	N.L.	0.819	1.925	0.111	N.L.	N.L.
68	13.60	20	0.67	1.95	N.L.	0.814	1.925	0.110	N.L.	N.L.
69	13.80	24	0.87	1.95	N.L.	0.808	1.925	0.110	N.L.	N.L.
70	14.00	21	0.6	1.95	N.L.	0.803	1.925	0.109	N.L.	N.L.
71	14.20	26	0.67	1.95	N.L.	0.798	1.925	0.109	N.L.	N.L.
72	14.40	24	0.73	1.95	N.L.	0.792	1.925	0.109	N.L.	N.L.
73	14.60	18	0.93	1.95	N.L.	0.787	1.925	0.108	N.L.	N.L.
74	14.80	16	0.87	1.95	N.L.	0.782	1.925	0.108	N.L.	N.L.
75	15.00	14	0.47	1.95	N.L.	0.777	1.925	0.107	N.L.	N.L.
76	15.20	16	0.67	1.95	N.L.	0.771	1.925	0.107	N.L.	N.L.
77	15.40	16	0.87	1.95	N.L.	0.766	1.925	0.106	N.L.	N.L.
78	15.60	17	0.87	1.95	N.L.	0.761	1.925	0.106	N.L.	N.L.
79	15.80			1.95	N.C.	0.755	1.925	0.105	N.C.	N.C.
80	16.00			1.95	N.C.	0.750	1.925	0.105	N.C.	N.C.
81	16.20			1.95	N.C.	0.745	1.925	0.104	N.C.	N.C.
82	16.40			1.95	N.C.	0.739	1.925	0.104	N.C.	N.C.
83	16.60			1.95	N.C.	0.734	1.925	0.103	N.C.	N.C.
84	16.80			1.95	N.C.	0.729	1.925	0.102	N.C.	N.C.
85	17.00			1.95	N.C.	0.724	1.925	0.102	N.C.	N.C.
86	17.20			1.95	N.C.	0.718	1.925	0.101	N.C.	N.C.
87	17.40			1.95	N.C.	0.713	1.925	0.101	N.C.	N.C.
88	17.60			1.95	N.C.	0.708	1.925	0.100	N.C.	N.C.
89	17.80			1.95	N.C.	0.702	1.925	0.100	N.C.	N.C.
90	18.00			1.95	N.C.	0.697	1.925	0.099	N.C.	N.C.
91	18.20			1.95	N.C.	0.692	1.925	0.098	N.C.	N.C.
92	18.40			1.95	N.C.	0.686	1.925	0.098	N.C.	N.C.
93	18.60			1.95	N.C.	0.681	1.925	0.097	N.C.	N.C.
94	18.80			1.95	N.C.	0.676	1.925	0.097	N.C.	N.C.
95	19.00			1.95	N.C.	0.671	1.925	0.096	N.C.	N.C.
96	19.20			1.95	N.C.	0.665	1.925	0.095	N.C.	N.C.
97	19.40			1.95	N.C.	0.660	1.925	0.095	N.C.	N.C.
98	19.60			1.95	N.C.	0.655	1.925	0.094	N.C.	N.C.
99	19.80			1.95	N.C.	0.649	1.925	0.094	N.C.	N.C.
100	20.00				N.C.	0.644	1.925		N.C.	N.C.

DATI CPT


ANALISI

GRAFICI

Committente: **□**
Riferimento: **CASTEL MAGGIORE (BO)**
Località: **VIA MATTEOTTI 12**
Oggetto: **STUDIO GEOLOGICO**

Prov.: **BO**

ANALISI

Metodi che utilizzano Prove	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento	Indice del Potenziale	Rischio liquefazione	
Statiche (CPT)	(Fs)		(Mw)	di Liquefazione (IP _L)	Iwasaki et al. (1978)	
Robertson e Wride (1998)	> 1,0	> 1,25 (NTC 08)	6.15	0.062	Basso	

Prof. (m)	Ic (n=1)		Ic (n=0,5)		Ic (n=0,75)	Verificare campione in lab.	Ic utilizzato		Fs
	valore	Classificazione	valore	Classificazione	valore		valore	valore	
0.20	2.32	Granulare	2.66	PLimoso	2.47	C.Cinese	2.47	N.C.	
0.40	1.66	Granulare	1.89	NPGranulare	1.75	--	1.89	N.C.	
0.60	1.68	Granulare	1.90	NPGranulare	1.78	--	1.90	N.C.	
0.80	1.93	Granulare	2.14	NPGranulare	2.02	--	2.14	N.C.	
1.00	1.86	Granulare	2.09	NPGranulare	1.97	--	2.09	5.37	
1.20	1.96	Granulare	2.14	NPGranulare	2.04	--	2.14	N.C.	
1.40	1.96	Granulare	2.15	NPGranulare	2.05	--	2.15	N.C.	
1.60	2.22	Granulare	2.39	NPGranulare	2.30	--	2.39	N.C.	
1.80	2.75	Argilloso	2.90	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2.00	2.71	Argilloso	2.85	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2.20	2.64	Argilloso	2.77	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
2.40	2.46	Granulare	2.59	NPGranulare	2.52	--	2.59	3.53	
2.60	2.55	Granulare	2.67	PLimoso	2.61	C.Cinese	2.61	4.63	
2.80	2.67	Argilloso	2.77	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3.00	2.51	Granulare	2.60	PLimoso	2.56	C.Cinese	2.56	1.79	
3.20	2.54	Granulare	2.63	PLimoso	2.59	C.Cinese	2.59	1.57	
3.40	2.65	Argilloso	2.73	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
3.60	2.45	Granulare	2.53	NPGranulare	2.49	--	2.53	1.73	
3.80	2.94	Argilloso	3.01	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4.00	2.64	Argilloso	2.71	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4.20	3.04	Argilloso	3.10	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4.40	3.13	Argilloso	3.20	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4.60	3.09	Argilloso	3.16	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
4.80	3.20	Argilloso	3.26	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
5.00	3.19	Argilloso	3.25	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
5.20	2.43	Granulare	2.48	NPGranulare	2.45	--	2.48	1.07	
5.40	3.07	Argilloso	3.12	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
5.60	2.53	Granulare	2.57	NPGranulare	2.55	--	2.57	1.71	
5.80	2.96	Argilloso	2.99	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
6.00	2.71	Argilloso	2.74	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
6.20	2.77	Argilloso	2.80	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
6.40	2.68	Argilloso	2.70	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
6.60	2.91	Argilloso	2.93	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	

Prof. (m)	Ic (n=1)		Ic (n=0,5)		Ic (n=0,75)	Verificare campione in lab.	Ic utilizzato		Fs
	valore	Classificazione	valore	Classificazione	valore		valore	valore	
10.20	3.18	Argilloso	3.14	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
10.40	3.06	Argilloso	3.02	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
10.60	2.79	Argilloso	2.74	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
10.80	2.91	Argilloso	2.86	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
11.00	2.88	Argilloso	2.84	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
11.20	2.92	Argilloso	2.87	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
11.40	3.24	Argilloso	3.19	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
11.60	3.31	Argilloso	3.25	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
11.80	3.28	Argilloso	3.22	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
12.00	3.29	Argilloso	3.23	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
12.20	3.22	Argilloso	3.15	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
12.40	3.38	Argilloso	3.31	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
12.60	3.21	Argilloso	3.14	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
12.80	2.88	Argilloso	2.80	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
13.00	3.13	Argilloso	3.05	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
13.20	3.20	Argilloso	3.13	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
13.40	3.30	Argilloso	3.23	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
13.60	3.03	Argilloso	2.95	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
13.80	2.98	Argilloso	2.90	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
14.00	2.98	Argilloso	2.89	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
14.20	2.87	Argilloso	2.78	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
14.40	2.95	Argilloso	2.86	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
14.60	3.22	Argilloso	3.13	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
14.80	3.29	Argilloso	3.20	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
15.00	3.24	Argilloso	3.14	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
15.20	3.24	Argilloso	3.14	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
15.40	3.31	Argilloso	3.21	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
15.60	3.27	Argilloso	3.17	N.L.	N.L.	--	N.L.	N.L.	
15.80	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	--	N.C.	N.C.	
16.00	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	--	N.C.	N.C.	
16.20	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	--	N.C.	N.C.	
16.40	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	--	N.C.	N.C.	
16.60	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	--	N.C.	N.C.	

N.C. = Non Calcolabile
N.L. = Non Liquefacibile
Plimoso = Terreno Limoso e possibilmente Plastico
NPGranulare = Terreno non Plastico di natura granulare

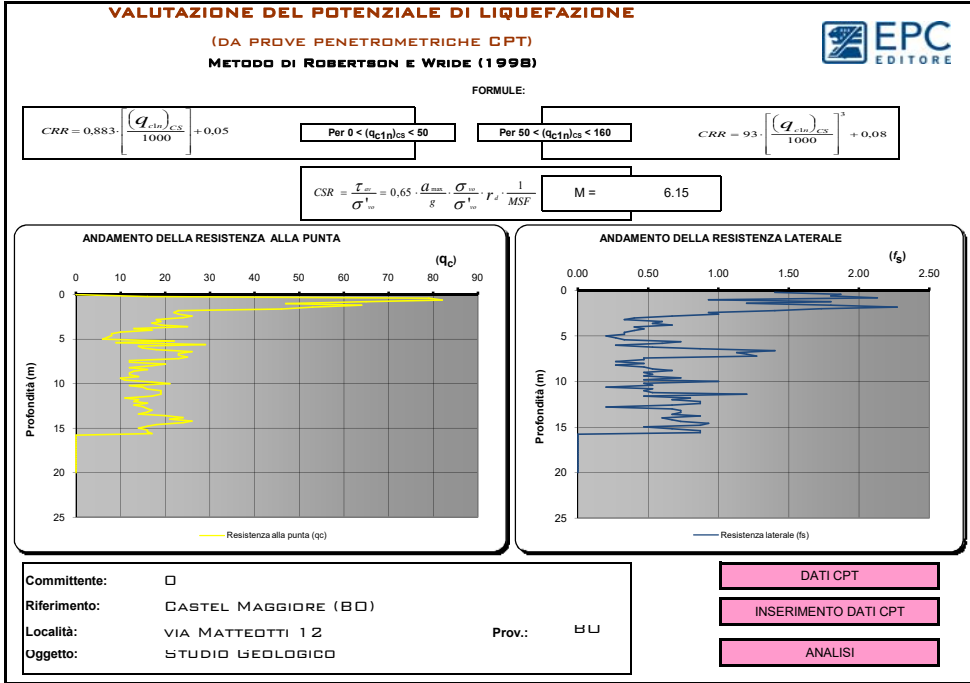
Argilloso = Terreno Argilloso
C.Cinese = Criteri Cinese
Granulare = Terreno Granulare
-- = Nessun Criterio

HOME

INSERIMENTO DATI CPT

DATI CPT

GRAFICI



ALLEGATO B

INDAGINE TROMOGRAFICA DIGITALE

CASTEL MAGGIORE

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 15/11/23 11:59:00 Fine registrazione: 15/11/23 12:15:01

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h16'00".

Analizzato 77% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

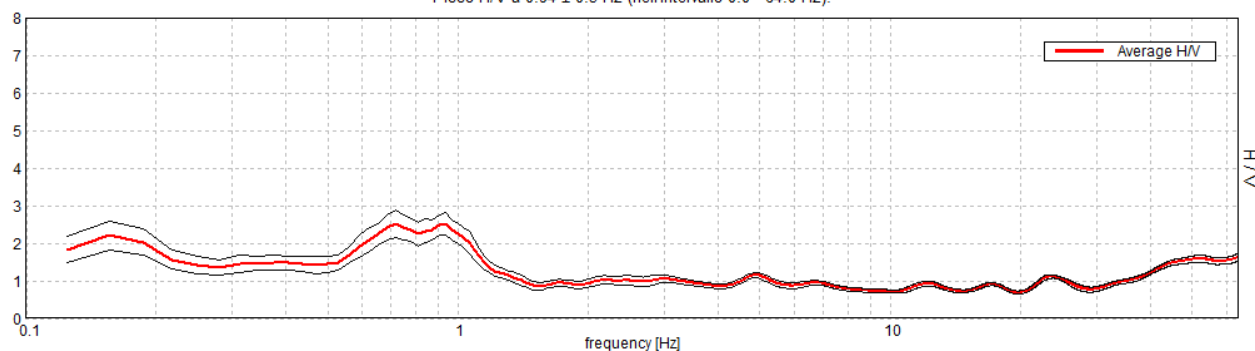
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

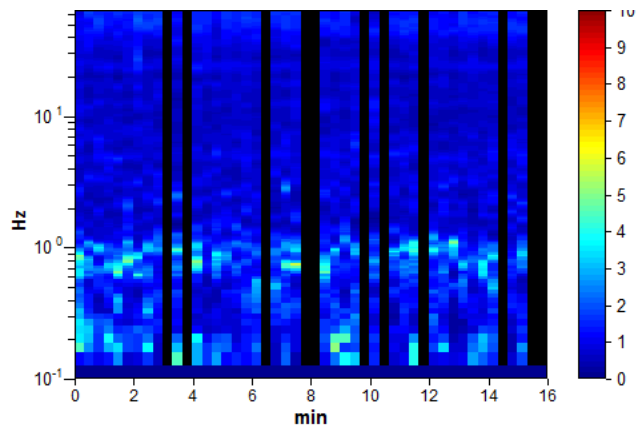
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

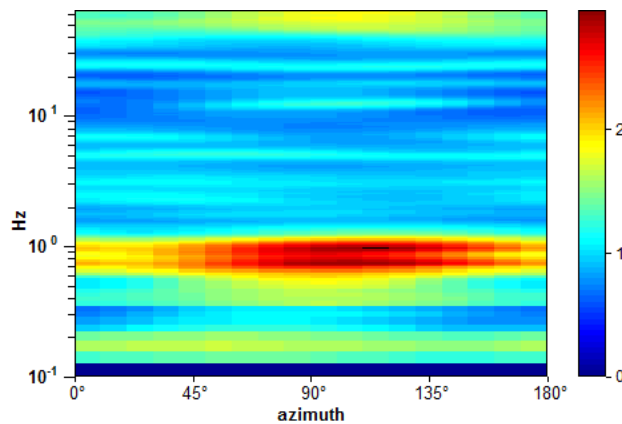
Picco H/V a 0.94 ± 0.3 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



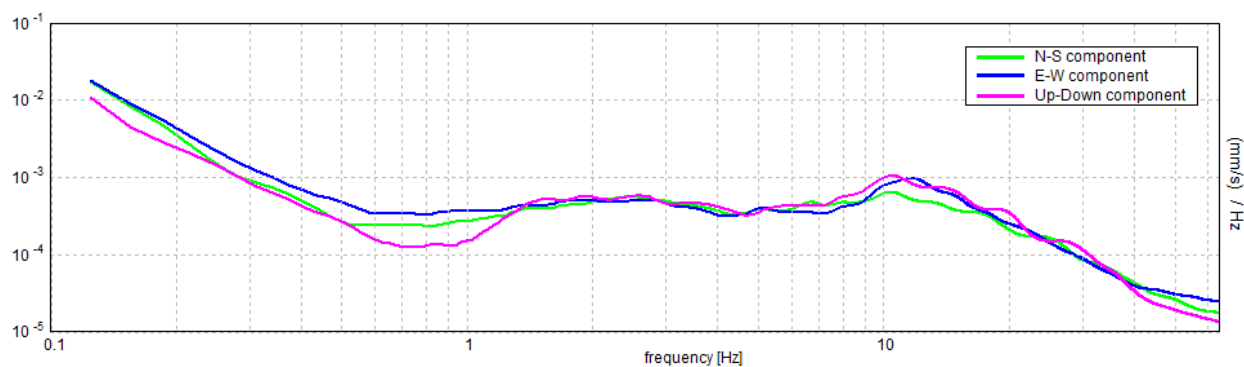
SERIE TEMPORALE H/V



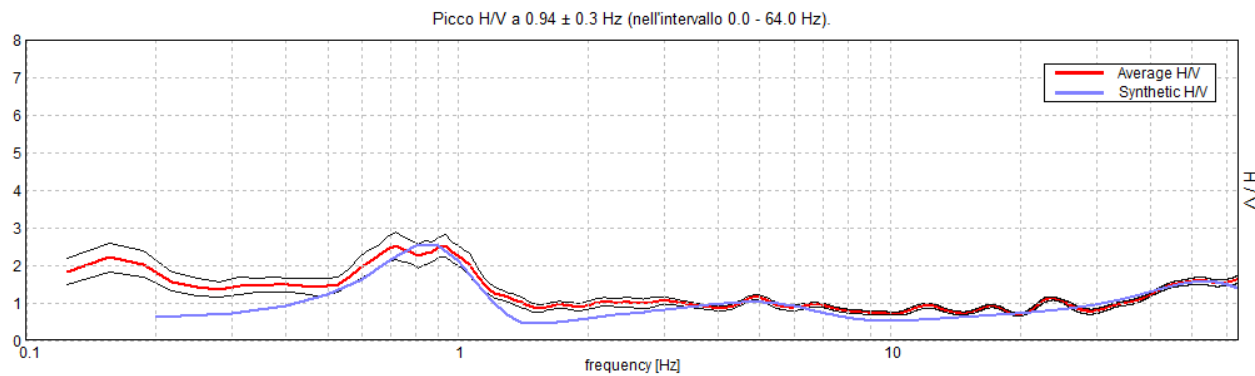
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

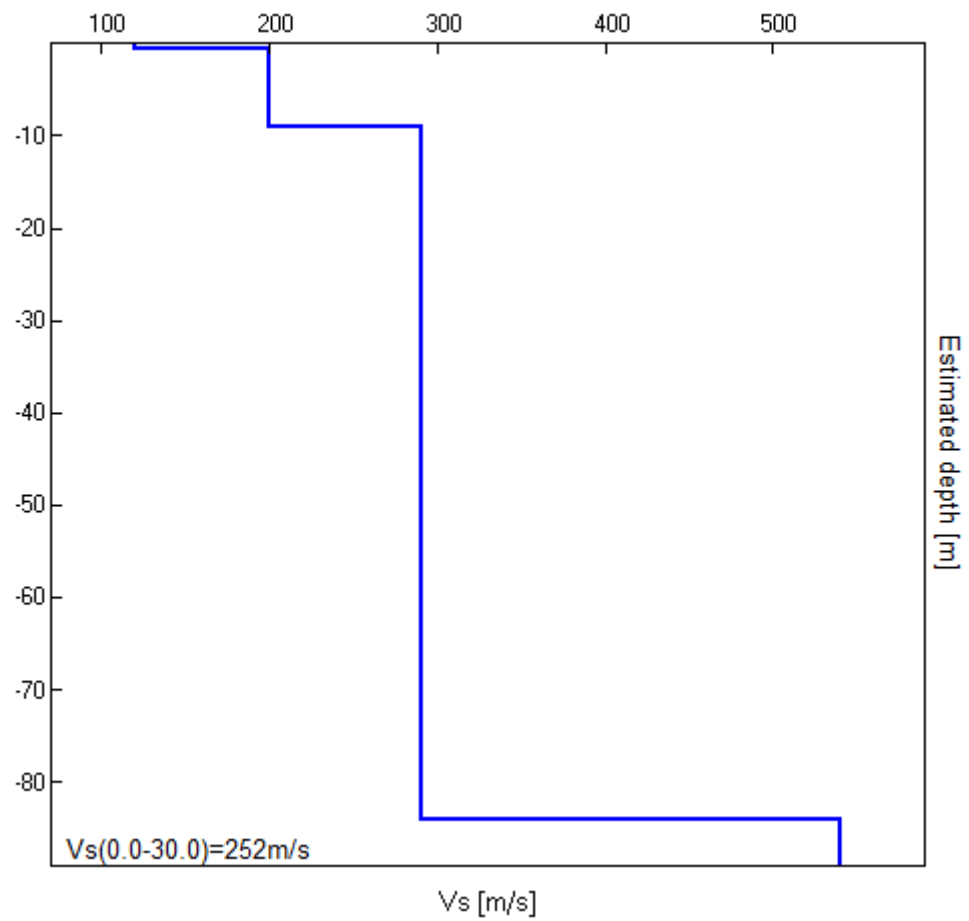


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
0.50	0.50	120	0.49
9.00	8.50	200	0.46
84.00	75.00	290	0.42
inf.	inf.	540	0.40

Vs(0.0-30.0)=252m/s



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.94 ± 0.3 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.94 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$693.8 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 46	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.52 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.32466 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.30437 < 0.14063$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2984 < 2.0$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20