

**PIANO DI COLTIVAZIONE E PROGETTO DI SISTEMAZIONE
CAVA DI GHIAIE ALLUVIONALI
CONTEA – SE00F**

PROGETTO DEFINITIVO

FASE: AUTORIZZAZIONE L.R. 17/91 E SMI

**PCS-R2_ RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA,
GEOMORFOLOGICA E IDROGEOLOGICA**

ESTENSORI:

COMMITTENTE:



Geode scrll
Via Botteri 9/a - 43122- PARMA
tel 0521257057 - fax 0521/921910
e-mail: geologia@geodeonline.it
pec: geode@pec.it

Dott. Geol. Giancarlo Bonini



C.E.A.G. S.r.l.
Via San Bartolomeo, 30
42030 Villa Minozzo (RE)

FILE: PCS-R2_Contea_Geologia_revGBO.docx

ELABORATO:

PCS-R2

REVISIONE:

A

DATA:

GENNAIO 2024

COMMESSA: G23_021

LAVORO A CURA DI

Geode S.c.r.l.

Via Botteri, 9/A 43122 Parma
Tel 0521/257057 Fax 0521/921910

Dott. Geol. Giancarlo Bonini
iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 802)

Dott. Geol. Alberto Giusiano
iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 651). Tecnico competente in acustica ambientale (D.D. 5383 del 20/12/2004 - Provincia di Parma). Iscrizione Elenco Nazionale Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) n° 5212 – DLgs 42/2017

Dott. in Fisica Marco Giusiano
Tecnico competente in acustica ambientale (D.D. Reg.le n. 1117 del 24/02/99 – Regione Emilia-Romagna). Iscrizione Elenco Nazionale Tecnici Competenti in Acustica (ENTECA) n° 5603 – DLgs 42/2017

Dott. Agr. Massimo Donati
Iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Parma (n. 245)

Collaboratori:

Dott.ssa in Scienze Geologiche Simona Contini

Dott.ssa in Scienze Geologiche Silvia Paladini

INDICE

1	Premessa	5
1.1	Ubicazione del sito	6
2	Inquadramento geologico	8
2.1	Aspetti tettonico-strutturali	8
2.2	Aspetti stratigrafici	10
2.2.1	Subsistema di Ravenna (AES8)	11
2.2.2	Unità di Modena (AES8a)	11
2.3	Aspetti geomorfologici e rischio idrogeologico	14
3	La situazione geologica ed idrogeologica della cava Contea	16
3.1	Dati stratigrafici bibliografici	16
3.1.1	Indagini bibliografiche da database RER	16
3.1.2	Prove geognostiche riportate nella Variante Generale 2016 al PAE di Rubiera	18
3.1.3	Indagini AIPO per la Cassa di espansione	20
3.1.4	Indagini Intergeo 2003	22
3.1.5	Indagini 2020	23
3.1.6	Indagini Geode 2023	25
3.2	Dati stratigrafici locali	26
3.2.1	Sondaggi a carotaggio continuo 2023	26
3.2.1.1	Realizzazione piezometri	26
3.2.1.2	Sondaggio geognostico per verifiche geotecniche	29
3.2.2	Elaborazione prove SPT 2023	29
3.2.3	Prove di laboratorio geotecnico 2023	31
3.3	Idrogeologia degli acquiferi	32
3.3.1	La situazione idrogeologica e piezometrica della cava Contea	34
3.4	Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPo) – Acque superficiali	37
3.5	Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP)	38
3.6	Il Piano assetto idrogeologico	39
3.7	Valutazione idraulica sulla cava	40
3.7.1	Idrometria	51
3.7.2	La stazione idrometrica ponte SS9 – Rubiera	52
3.7.3	Sistema di allertamento della protezione civile	53
3.7.4	Conclusioni Idrauliche	54
4	Schema litologico e modello geologico ed idrogeologico	55
4.1	I parametri meccanici	55
5	Zonazione sismica e pericolosità	62
5.1	Classificazione sismica	64
5.2	Elementi di microzonazione sismica	66
5.2.1	Rischio sismico da PTCP di Reggio Emilia	66
5.2.2	Microzonazione sismica del Comune di Rubiera	67
6	Azioni sismiche ai sensi NTC2018	71
6.1	Categorie di sottosuolo	71
6.2	Categorie topografiche	71
6.3	Parametri sismici di calcolo	72
7	Verifiche di stabilità dei fronti di scavo e stabilità della cava	74

7.1	Combinazione e Metodo di calcolo	74
7.2	Scelta sezioni di verifica	75
7.3	Considerazioni finali di stabilità	76
7.4	Verifiche di stabilità	78
8	Considerazioni finali	84

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce la Relazione geologica-geotecnica, geomorfologica e idrogeologica del “Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F – Progetto Definitivo”. Lo studio evidenzia le condizioni di fattibilità geologica, idrogeologica e sismica nonché descrive e caratterizza la condizione geotecnica locale.

Il “Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F – Progetto Definitivo” è stato redatto su incarico della ditta C.E.A.G. s.r.l., società esercente dell'attività di escavazione e lavorazione di materiali inerti, produzione e vendita di calcestruzzi e conglomerati, costruzione di strade ed opere di regimazione idraulica nonché ingegneria naturalistica, che è anche gestore dell'impianto di lavorazione inerti (frantoio) sito in Rubiera (RE) in via Secchia 36 ove saranno integralmente lavorati (frantumati e selezionati/vagliati) gli inerti coltivati nella cava Contea.

Il piano in oggetto tiene in considerazione i riferimenti normativi del PIAE di Reggio Emilia (approvato con deliberazione del Consiglio Provinciale n. 53 del 26 aprile 2004) e del PAE di Rubiera approvato il 09/04/2019 con Delibera del C.C. n. 23 e degli indirizzi contenuti nell'atto d'accordo approvato con Delibera Giunta Comunale n.25 del 14/03/2023 e sottoscritto in data 25/05/2023 repertorio 3629.

Il “Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F – Progetto Definitivo” costituisce lo strumento di attuazione necessario per l'avvio delle procedure amministrative di cui al titolo 3° della L.R. n°17/1991 e s.m.i.

Ha preceduto il “Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F – Progetto Definitivo” lo Studio Preliminare Ambientale (SPA) (redatto in ottemperanza con quanto riportato nell'art.10 della L.R.4/2018 e s.m.i. “Disciplina della Valutazione dell'impatto ambientale dei progetti”, nonché dell'art. 19 del D.Lgs n. 152/2006 e s.m.i, nel documento “Elementi per l'aggiornamento delle norme tecniche in materia di valutazione ambientale” (Ispra, 2014) e nelle Linee Guida SNPA n.20/2020 “Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale”).

La verifica di assoggettabilità a VIA del piano di coltivazione della cava “Contea” (SE00F) è stata presentata dalla ditta CEAG S.r.l. (P.IVA 00129630356), ai sensi dell'art. 10 della LR 4/2018 e dell'art. 19 c. 3 del D.Lgs 152/2006, assunta agli atti con prot. n. 08958 del 27/06/2023 e pubblicata sul sito web del Comune di Rubiera in data 03/08/2023.

La procedura di Screening si è conclusa con esito positivo ed esclusione del progetto alla procedura di VIA, con determina n. 533 del 21/11/2023 del Comune di Rubiera Settore Territorio e Attività Produttive Servizio Edilizia, Urbanistica e Ambiente.

I pareri emessi dagli Enti, relativi allo Screening (verifica assoggettabilità a VIA) del “Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F”, sono risultati positivi, alcuni di questi contengono prescrizioni e indicazioni di cui si è tenuto conto nella stesura del presente Progetto Definitivo.

1.1 Ubicazione del sito

L'ambito comunale SE00F "Contea -Guidetti" è ubicato nel comune di Rubiera (RE) ed è compreso negli elementi 201141 "MARZAGLIA" e 201144 "RUBIERA SUD" della carta tecnica regionale (CTR) (scala 1:5.000). L'area in esame del presente PCS (piano di coltivazione e sistemazione) è l'area ZE del suddetto ambito comunale, indicata in seguito come Cava Contea. Le coordinate geografiche riferite ad un punto baricentrale dell'area in esame sono rispettivamente: Latitudine: 44.643100°; Longitudine: 10.791072° (ED50). L'area è ubicata a quote comprese tra 54-52 m s.l.m.

Nelle immagini seguenti (e nella **Tavola 1**, allegata al presente progetto) viene riportata l'ubicazione dell'ambito comunale SE00F (perimetro da PAE vigente) e del perimetro di Cava Contea.

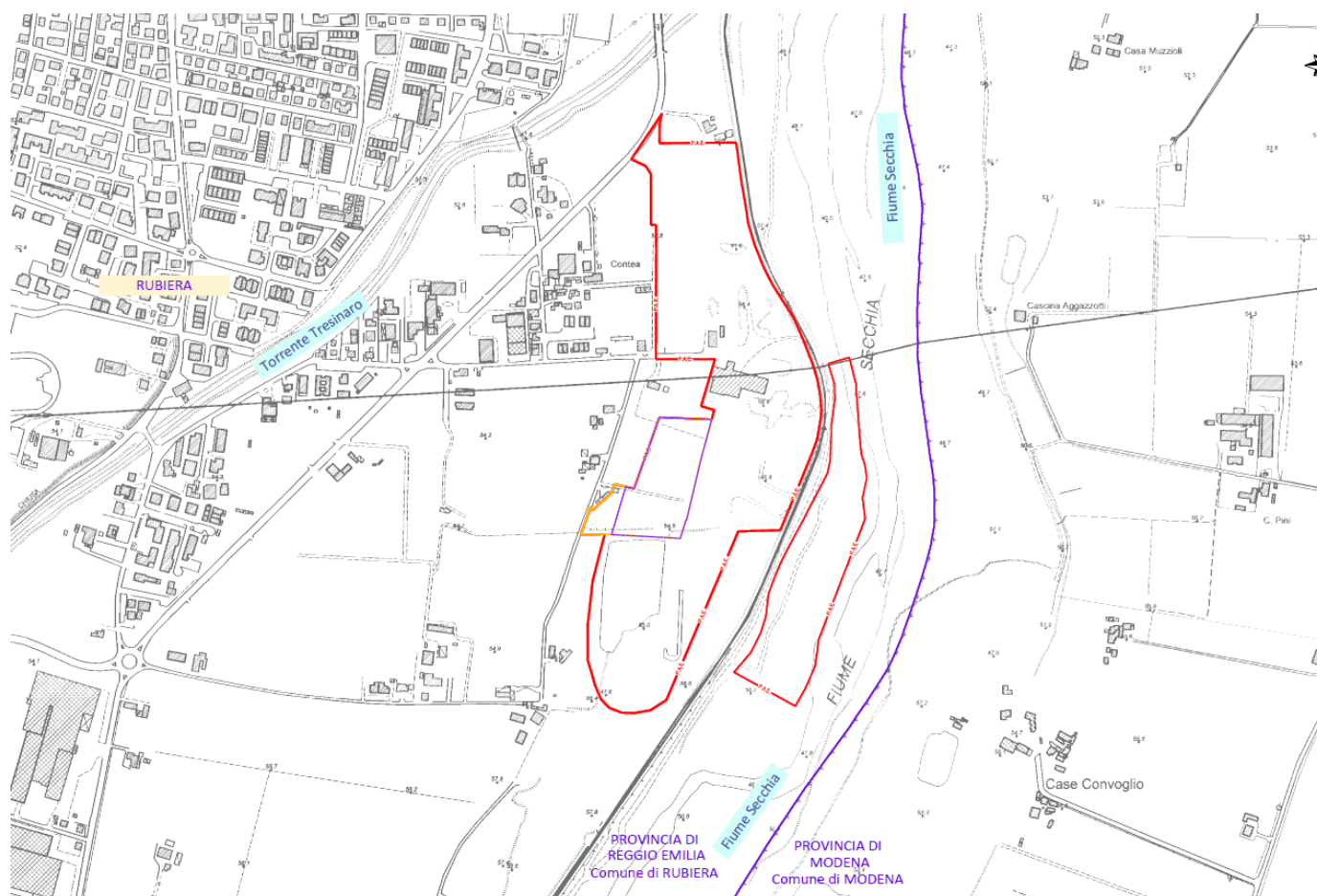


Figura 1. Ubicazione dell'ambito comunale SE00F, perimetro da PAE vigente (in rosso) su base CTR; (in giallo è indicato il perimetro Cava Contea da PAE, in viola il limite di cava).

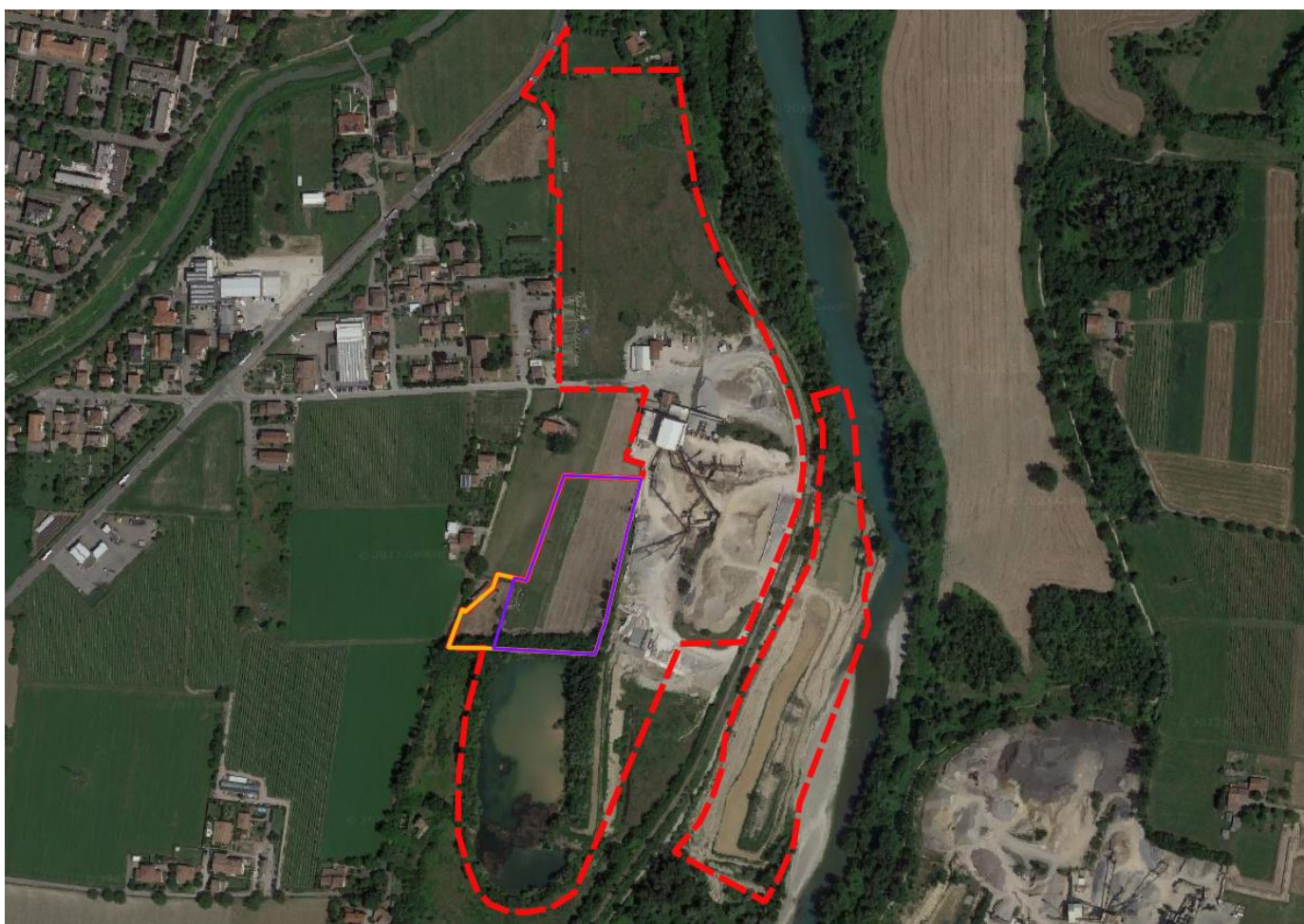


Figura 2. Inquadramento area in esame (perimetro da PAE vigente in rosso, in giallo è indicato il perimetro Cava Contea da PAE, in viola il limite di cava) su ortofoto Google Earth.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 Aspetti tettonico-strutturali

L'area in esame si trova nella porzione meridionale della Pianura Padana. La Pianura Padana rappresenta l'espressione morfologica del Bacino Padano, bacino sedimentario di età terziaria compreso tra le strutture appenniniche a sud (con vergenza settentrionale) e le strutture alpine a nord (con vergenza meridionale). In generale l'area della pianura reggiana è caratterizzata dalla presenza di archi di accavallamento, con andamento NO-SE, legati all'evoluzione del bacino di avanfossa padano-adriatico, generato dalla collisione e subduzione di crosta continentale

L'area in esame è inserita in un contesto sismo-tettonico caratteristico della pianura padano-emiliana. L'evoluzione della pianura emiliano-romagnola è condizionata dall'attività dei thrust del fronte pede-appenninico e delle strutture padane sepolte (PIERI e GROPPI, 1981) ed in particolare per l'area in esame le pieghe emiliane.

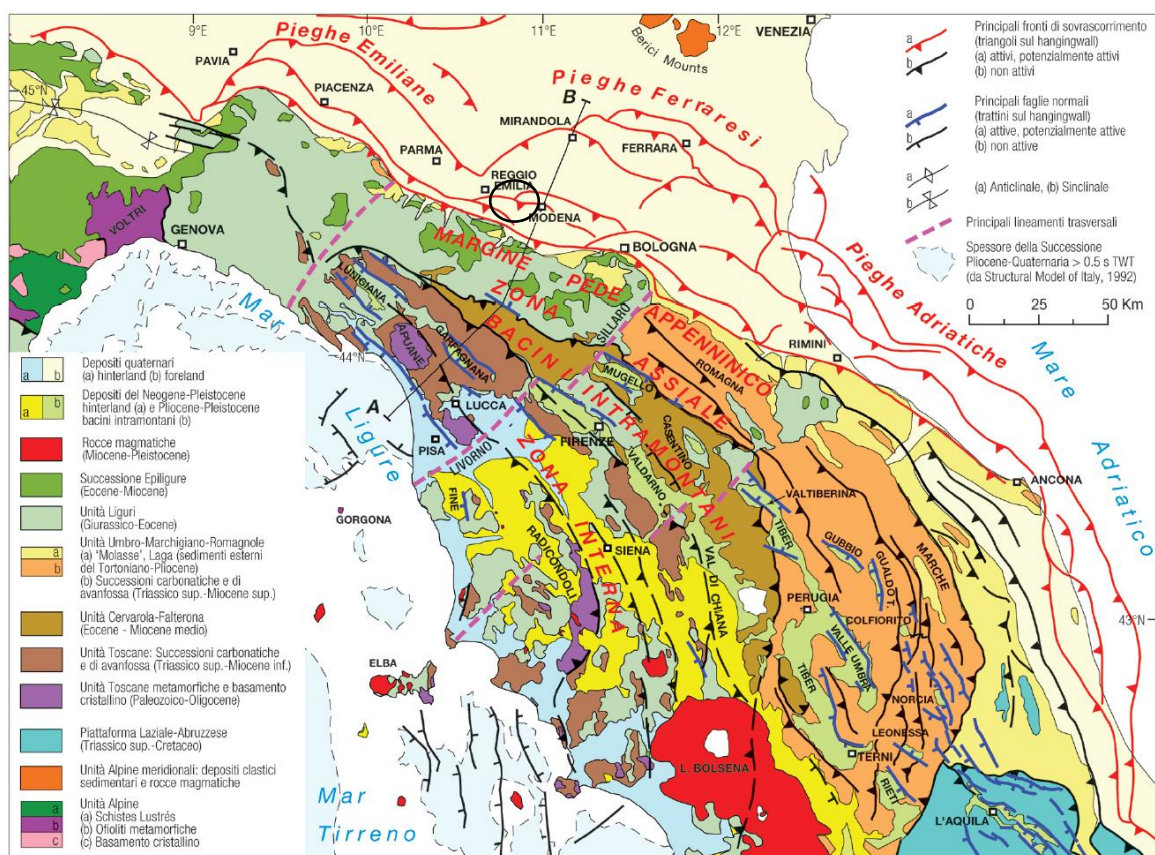


Figura 3. Estratto dalle note illustrative della “Carta sismo-tettonica della Regione Emilia-Romagna e zone limitrofe” Ed.2016. Martelli et. al. 2016¹.

¹ Martelli L., Bonini M., Calabrese L., Corti G., Ercolessi G., Molinari F.C., Piccardi L., Pondrelli S., Sani F., Severi P. (2016) “Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna e zone limitrofe” Edizione 2016, Regione Emilia Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli.

Nella “Carta sismo-tettonica della Regione Emilia-Romagna e zone limitrofe” Ed.2017, di cui nella figura seguente si riporta un estratto, l’area di interesse è compresa tra le strutture del fronte di sovrascorrimento appenninico a sud e l’asse di anticlinale posta a nord est, poco a sud del sito in esame è segnalato l’epicentro di un terremoto da CPT con magnitudo compresa tra 4 e 5.

Nell’area in esame la base del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore è indicata tra -150 e -200 m s.l.m.

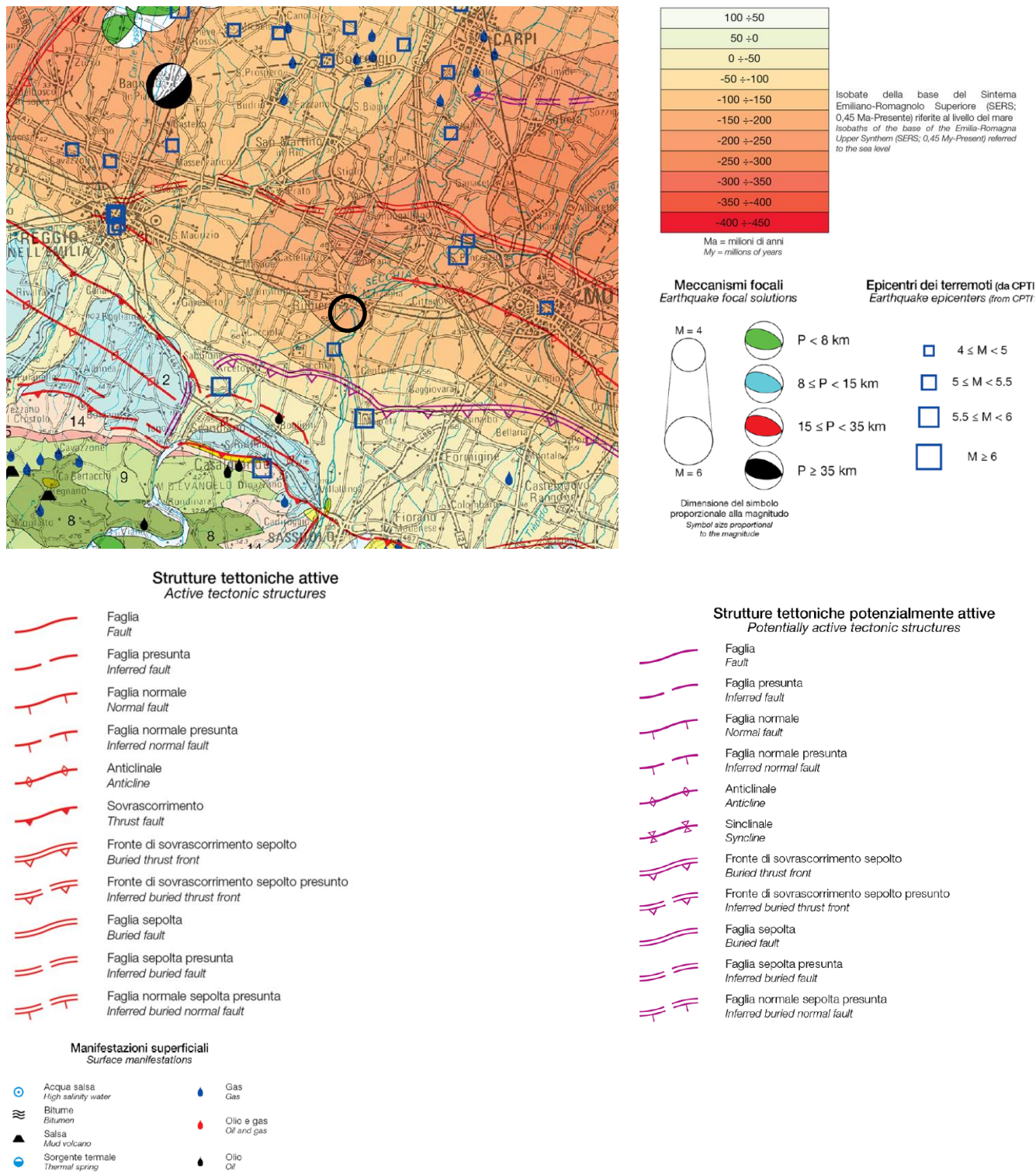


Figura 4. Estratto dalla “Carta sismo-tettonica della Regione Emilia-Romagna e zone limitrofe” Ed.2017. Martelli et. al. 2017. Nel cerchio nero è compresa l’area in esame.

2.2 Aspetti stratigrafici

La zona in esame ricade nel foglio 201 “MODENA” della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ed è caratterizzata principalmente dalla presenza di depositi limo sabbiosi di piana alluvionale appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8) ed in particolare all'Unità di Modena (AES8a).

Nei paragrafi successivi si riportano le descrizioni tratte dalle note illustrative della Cartografia Geologica in scala 1:50.000 della Regione Emilia-Romagna disponibili al sito: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>.

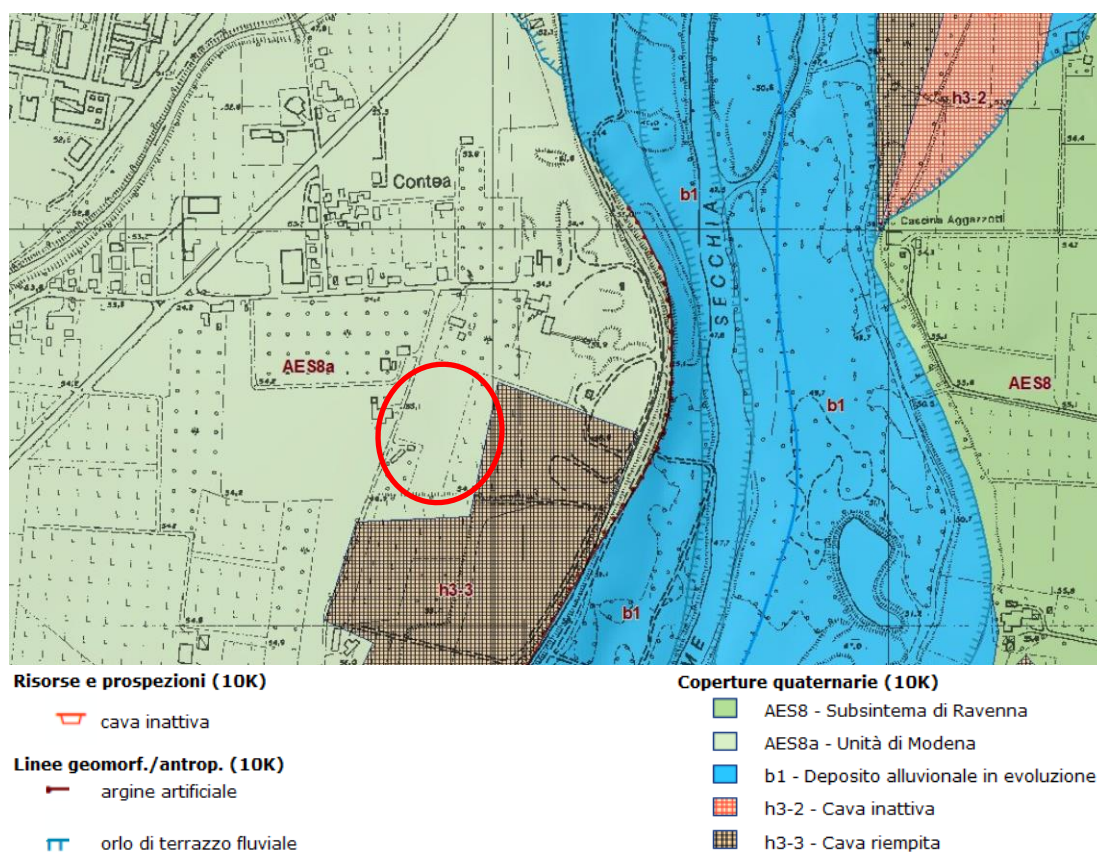


Figura 5. Estratto dalla carta geologica del progetto CARG disponibile nel sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

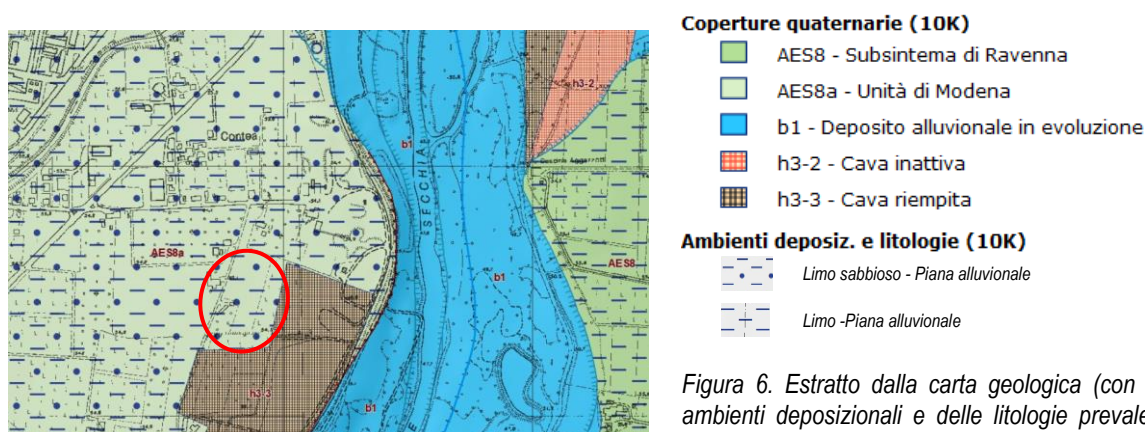


Figura 6. Estratto dalla carta geologica (con indicazione degli ambienti deposizionali e delle litologie prevalenti) del progetto CARG disponibile al sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>.

Le unità geologiche affioranti nell'area in esame possono essere raggruppate all'interno del ciclo Quaternario Continentale, denominato Supersistema Emiliano-Romagnolo (equivalente all'Allogruppo Emiliano-Romagnolo di R.E.R., ENI-AGIP, 1998²) nel quale sono state individuate due unità principali: un'unità inferiore, detta Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI - equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore della pubblicazione citata) ed un'unità superiore, detta Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES - equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore della pubblicazione citata). Nell'area in esame affiorano i depositi del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore.

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Pleistocene medio-Olocene) è stato suddiviso in cinque subsistemi identificabili in affioramento mediante caratteristiche morfo-pedostratigrafiche: si tratta infatti di conoidi alluvionali terrazzate, le cui superfici deposizionali relitte, poste a quote diverse e separate da scarpate erosive, presentano un'evoluzione pedostratigrafica differente; in ordine crescente di età si trova: Subsistema di Ravenna (AES8), Subsistema di Villa Verucchio (AES7), Subsistema di Agazzano (AES3), Subsistema di Maiatico (AES2), Subsistema di Monterlinzana (AES1).

In corrispondenza dell'area in studio affiora il Subsistema di Ravenna (AES8) ed in particolare l'Unità di Modena (AES8a); nel paragrafo successivo si riportano le descrizioni delle coperture quaternarie presenti tratte dalle note illustrative della Cartografia Geologica della Regione Emilia Romagna disponibili al sito: <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati/webgis>.

2.2.1 Subsistema di Ravenna (AES8)

A differenza delle unità continentali più antiche di ambiente intravallivo e di conoidi affioranti in aree pedecollinari, questa si sviluppa in condizioni di piana inondabile e rappresenta l'intero spessore dei sedimenti, prevalentemente fini, depositi nell'ultimo postglaciale, in parte al di sopra dell'esteso corpo ghiaioso attribuito all'unità di Vignola. La base del Subsistema di Ravenna nell'area tipo (Amorosi, 1999; Foglio 223-Ravenna) è caratterizzato da una superficie di discontinuità corrispondente a una lacuna stratigrafica di entità variabile e marcata da un netto contrasto di facies: i depositi alluvionali di età pleistocenica (parte sommitale di Villa Verucchio) sono sovrastati da depositi di ambiente paralic e marino-marginale riconducibili all'ultimo ciclo trasgressivo-regressivo di età olocenica. Nel settore emiliano la base del subsistema cade all'interno di depositi alluvionali ed è generalmente meno facilmente riconoscibile di quanto non avvenga per i settori posti presso la costa. La base affiora in alcune cave abbandonate scavate a NE di Magreta, qui limi e limi argillosi beige poggiano con contatto netto sulle ghiaie e limi di colore bruno-rossastro alterati dal paleosuolo a tetto dell'unità di Vignola.

Il limite superiore del subsistema, coincidente sempre con la superficie topografica, è caratterizzato dalla presenza di suoli a basso grado di alterazione con profilo di alterazione inferiore ai 150 cm, parzialmente decarbonatato, articolato negli orizzonti A, Bw, Bk, (C) (entisuoli), con colori di alterazione (Munsell, 1975) degli orizzonti B delle pagine 10Yr-2,5Y (giallo-bruno). In molte aree al tetto è presente un suolo meno evoluto del precedente, legato a eventi deposizionali di età post-romana; i depositi con a tetto questi suoli sono stati attribuiti all'Unità di Modena.

L'età è pleistocenica superiore-olocenica. Le datazioni con il metodo 14C della base dell'unità oscillano tra 15.000 e 9.000 anni circa BP.

2.2.2 Unità di Modena (AES8a)

Depositi ghiaiosi passanti a sabbie e limi di terrazzo alluvionale. Limi prevalenti nelle fasce pedecollinari di interconoide. L'unità di Modena è caratterizzata dalla presenza a tetto di un suolo a bassissimo grado di alterazione con profilo di alterazione inferiore a 100 cm, non decarbonatato, articolato negli orizzonti A, Bw, C, e A, C (entisuolo e inceptisuolo), con colore Munsell di alterazione dell'orizzonte BC nella pagina 2,5Y (grigio-giallastro). Ad essa appartengono i sedimenti depositi dopo l'età romana (post V secolo d.C.).

Affiora assai estesamente, ricoprendo ampi tratti della centuriazione romana (Pasquinucci, 1983), lasciando affiorare il Subsistema di Ravenna in un tratto di pianura a SO di Modena e in una fascia continua che da Scandiano va a S. Martino in Rio, a Soliera e a Carpi. La base dell'unità è stata definita sulla base dei dati archeologici e dai dati pedologici. Infatti nei profili eseguiti dall'Ufficio pedologico della Regione Emilia-Romagna è ben riconoscibile la sovrapposizione dei sedimenti dell'Unità di Modena al di sopra del suolo evoluto che caratterizza il tetto del Subsistema di Ravenna. L'Unità di Modena è stata ulteriormente suddivisa in base alla granulometria dei depositi affioranti e all'ambiente deposizionale; le ghiaie sono confinate alle aree circostanti il fiume Secchia e ad una limitata area posta nei pressi di Scandiano legata al T. Tresinaro, le sabbie sono poco diffuse mentre i limi e le argille costituiscono la litologia prevalente. Sono stati poi distinti alcuni elementi morfologici quali paleovalvei e argini artificiali, utili alla ricostruzione dell'evoluzione idrografica dell'area.

² REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp..

In corrispondenza della città di Modena sono particolarmente numerosi i dati relativi al sottosuolo, litologici e archeologici, che hanno consentito di ricostruire in dettaglio il sottosuolo della città e le vicende alluvionali che hanno sepolto la città romana di Mutina (Cremaschi & Gasperi, 1989).

L'unità di Modena affiora estesamente anche nel settore reggiano del Foglio; alcune datazioni radiometriche, su tronchi rinvenuti in posizione fisiologica ad ovest di Rubiera testimoniano la presenza di un deposito di circa 4 metri di spessore che seppellisce una foresta di querce tra il 420 e il 670 d.C. (Alessio et alii, 1980). Lo spessore può raggiungere gli 8 m circa, profondità alla quale si rinviene il piano archeologico romano in alcune aree della città di Modena. L'età è post V sec. d.C.-Attuale.

Di seguito si riporta un estratto della Cartografia "Tetto delle ghiaie e delle sabbie quaternarie continentali" allegata al foglio geologico 201 "MODENA" in scala 1:50.000 del progetto CARG, in cui l'area in esame è compresa tra le isobate del tetto delle ghiaie di quota 55 e 50 m s.l.m. Le ghiaie presenti in corrispondenza del sito in esame alle quote suddette sono rappresentate dalle ghiaie dell'unità di Modena (AES8a) così descritte: "Ghiaie e ghiaie sabbiose a geometria nastriforme. Spessore di alcuni metri (<10 m). Post V secolo d.C.-Attuale".

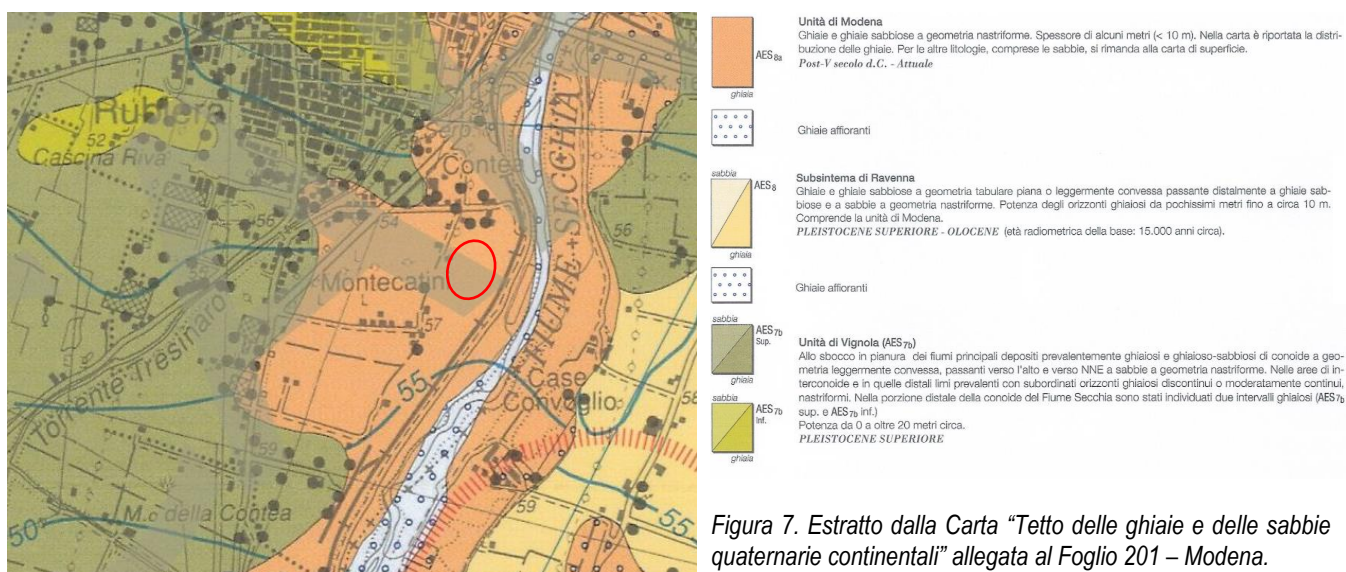


Figura 7. Estratto dalla Carta "Tetto delle ghiaie e delle sabbie quaternarie continentali" allegata al Foglio 201 – Modena.

Si riporta di seguito un estratto della sezione EE' (la porzione ovest), passante poco più a nord del sito in esame, presente nella suddetta tavola "Tetto delle ghiaie e delle sabbie quaternarie continentali" allegata al foglio geologico 201 "MODENA" in scala 1:50.000 del progetto CARG. In sezione, in corrispondenza della proiezione dell'area in esame, la base del ciclo deposizionale del Subsistema di Ravenna ed il tetto, quindi, dell'Unità di Vignola è presente a circa 15/20 m di profondità.

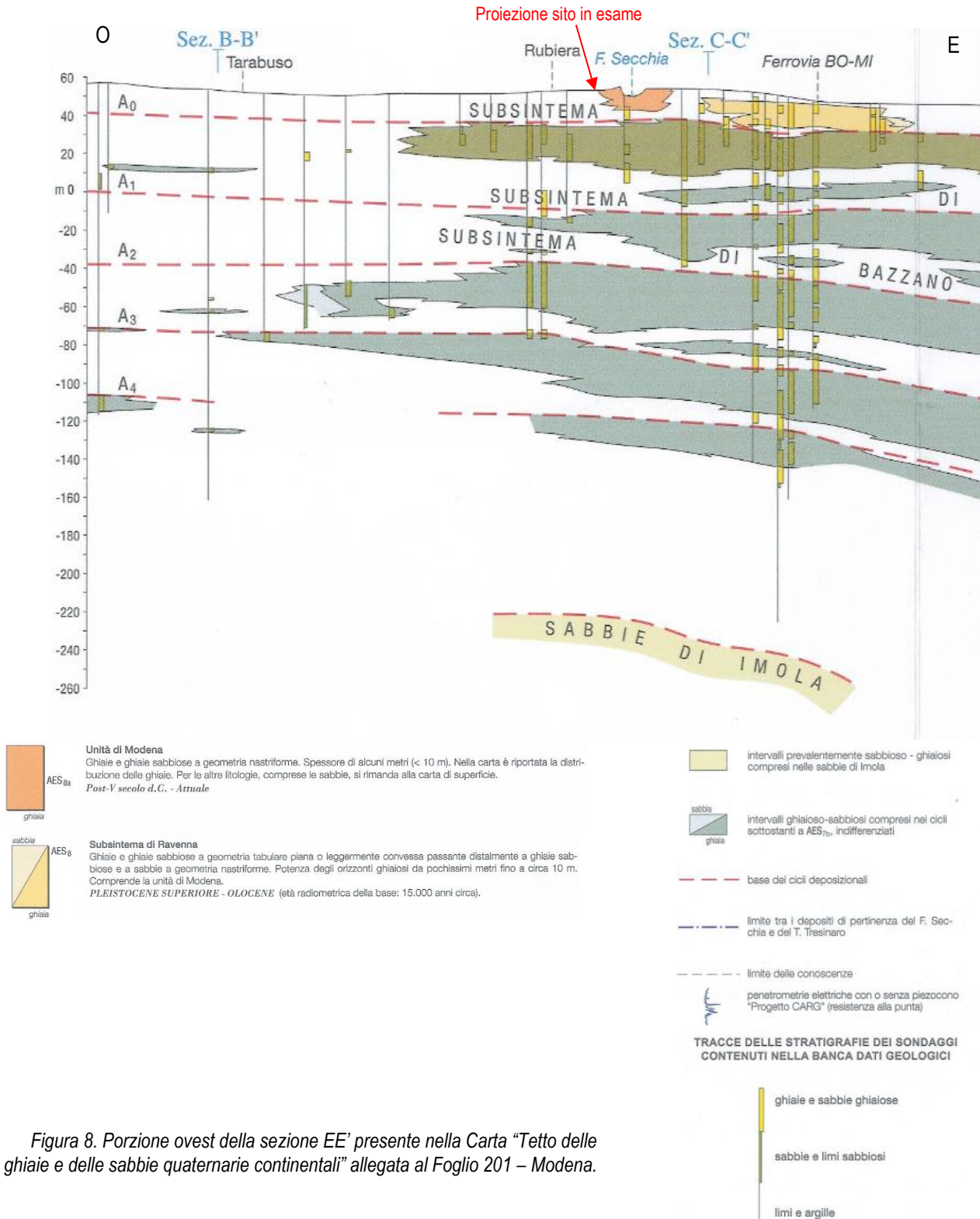


Figura 8. Porzione ovest della sezione EE' presente nella Carta "Tetto delle ghiaie e delle sabbie quaternarie continentali" allegata al Foglio 201 – Modena.

Nella “Carta degli elementi geologici del sottosuolo” (QC-6-TAV9) del Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia per l’area in esame è segnalata la presenza di “ghiaie Pleistoceniche sepolte”, il sito si colloca tra le isobate del tetto dei depositi ghiaiosi o sabbiosi di 30 e 35 m s.l.m.

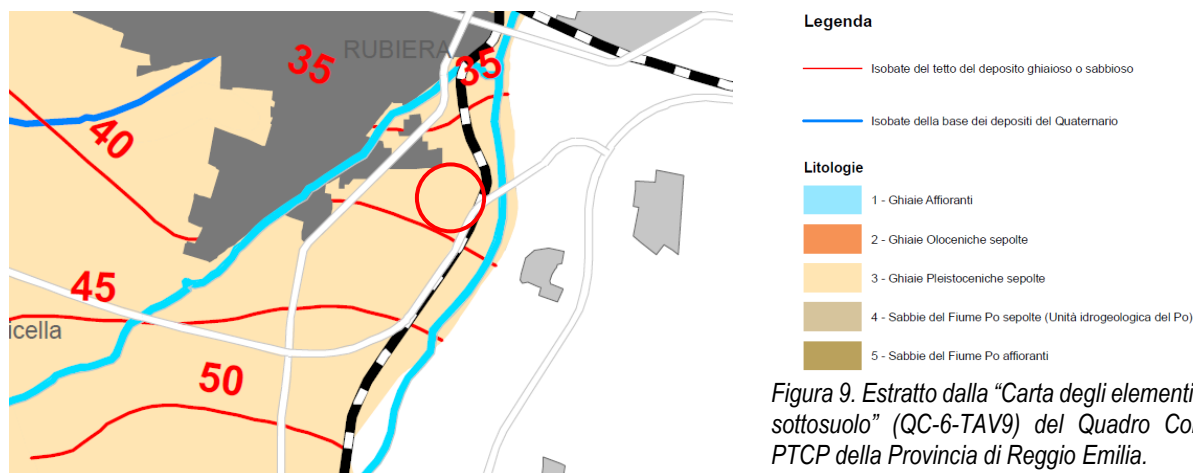


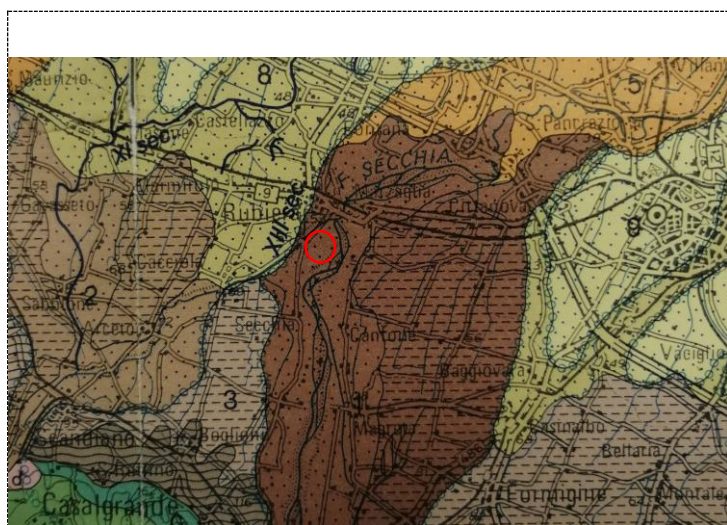
Figura 9. Estratto dalla “Carta degli elementi geologici del sottosuolo” (QC-6-TAV9) del Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

2.3 Aspetti geomorfologici e rischio idrogeologico

Dal punto di vista morfologico l’area, a morfologia pianeggiante, è in prevalenza il risultato dell’azione prodotta dalle acque di scorrimento superficiale e dall’attività antropica. Il sito in esame si trova ad una quota di circa 54-52 m s.l.m., in sinistra idrografica rispetto al Fiume Secchia, che scorre in direzione S-N a circa 170-200 m dall’area in esame.

Nella Carta Geologica di Pianura dell’Emilia-Romagna (1999)³ l’area in studio è contraddistinta dalla presenza di sedimenti di “Conoidi e terrazzi alluvionali”, in particolare, è caratterizzata dalla presenza di “Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all’interno suoli a diverso grado di evoluzione”.

Dal punto di vista pedostratigrafico il sito in esame si colloca in corrispondenza di un’area occupata da “depositi ai primi stadi di alterazione, fronte di alterazione <1m (50-100 cm). Al tetto suoli calcarei con differenziazione del profilo in orizzonti A-C, A-Bw-C; Hue degli orizzonti B2.5Y-10YR. Al tetto ed all’interno dei sedimenti reperti di Età Medioevale e di Età Moderna. (Olocene: tardo antico (VI secolo d.C.) – Età Moderna).



- 1 Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all’interno suoli a diverso grado di evoluzione.
- 2 Sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all’interno suoli a diverso grado di evoluzione.
- 3 Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Depositi di conoide e di terrazzo. Al tetto e all’interno suoli a diverso grado di evoluzione.
- 5 Sabbie medie e fini in strati di spessore decimetrico passanti lateralmente ed intercalate a sabbie fini e finissime limose, subordinatamente limi argillosi. Depositi di canale e argine prossimale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
- 6 Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limoso-argillose intercalate in strati di spessore decimetrico. Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione.
- 9 Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti. Area interfluviale e depositi di palude.

Figura 10. Estratto dalla Carta Geologica di Pianura dell’Emilia-Romagna.

³ Carta Geologica di Pianura dell’Emilia-Romagna (1999) SELCA Firenze

Nella “Carta degli elementi fisici e geomorfologici” (Allegato 6 – TAV1) del Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia per l’area in esame è segnalata la presenza di “limi e argille prevalenti” e il sito è compreso in parte nelle aree rientranti in “cave attive o in sistemazione”.

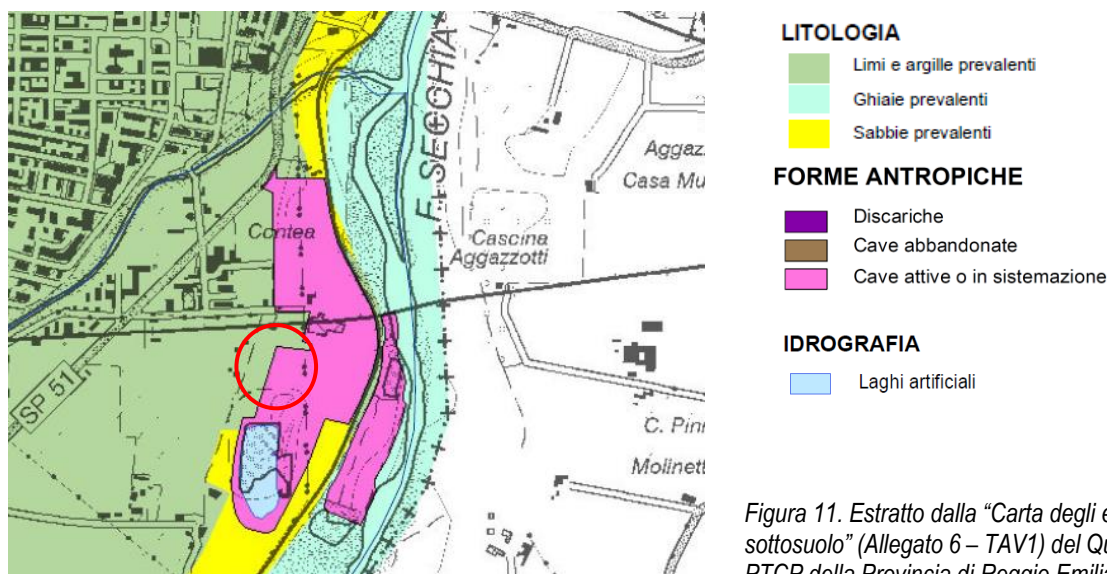


Figura 11. Estratto dalla “Carta degli elementi geologici del sottosuolo” (Allegato 6 – TAV1) del Quadro Conoscitivo del PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

Per quanto riguarda l’inventario del dissesto nell’area, a morfologia pianeggiante, non sono censiti dissesti in atto o quiescenti. Nella “Carta inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare (L.445/1908)” -Tavola P6 del PTCP non vi sono segnalazioni per l’area in esame.

La Tavola P7 del PTCP “Carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)”, in seguito alla specifica Variante PAI del 2022 “Aggiornamento del Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po e del PGR del Distretto idrografico del fiume Po: Fiume Secchia da Lugo alla confluenza nel fiume Po e Torrente Tresinaro da Viano alla confluenza nel fiume Secchia” approvata il 13/04/2022, risulta superata, ma comunque compatibile con le informazioni contenute negli elaborati cartografici della specifica Variante PAI 2022 consultata. L’area in esame ricade in Fascia C.

L’area in esame non è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267 del 1923. L’intervento in esame non è soggetto ad autorizzazione idraulica (ai sensi del RD 523/1904).

Il Progetto di Piano di Gestione Rischio Alluvioni del Bacino del Fiume Po (PGR, disponibile al sito <https://pianoalluvioni.adbpo.it/piano-gestione-rischio-alluvioni-2021/>, il cui aggiornamento ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006 è stato adottato in data 20 dicembre 2021 con Delibera_5/2021_PGRAPo dalla Conferenza Istituzionale Permanente) perimetra le aree allagabili, in riferimento ai tre scenari di piena previsti dalla Direttiva 2007/60/CE e dal D.lgs n.49/2010 così come sintetizzati nella tabella seguente.

Tabella riepilogativa scenari di inondazione

Scenario	Direttiva Alluvioni TR (anni)	Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
			RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni

Figura 12. Estratto dalla Relazione IIA. “Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio” - Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni.

È stata consultata la “Cartografia interattiva Moka WebGis” delle mappe della pericolosità, degli elementi esposti e del rischio di alluvione del Piano Gestione Rischio Alluvioni in Regione Emilia-Romagna disponibile al sito <https://servizimoka.regione.emilia-romagna.it/mokaApp/apps/DA/index.html>. Al suddetto sito è possibile visualizzare i dati di pericolosità, definitivamente approvati dall’Autorità di Distretto del Po con DS n.43/2022 dell’11 aprile 2022, che includono le osservazioni recepite a seguito della fase di partecipazione prevista dalla Direttiva e la correzione di alcuni errori materiali. La RER vi ha inoltre apportato le modifiche al PGRA introdotte a seguito della Variante PAI Secchia-Tresinaro, approvata dall’Autorità con DS n. 49/2022.

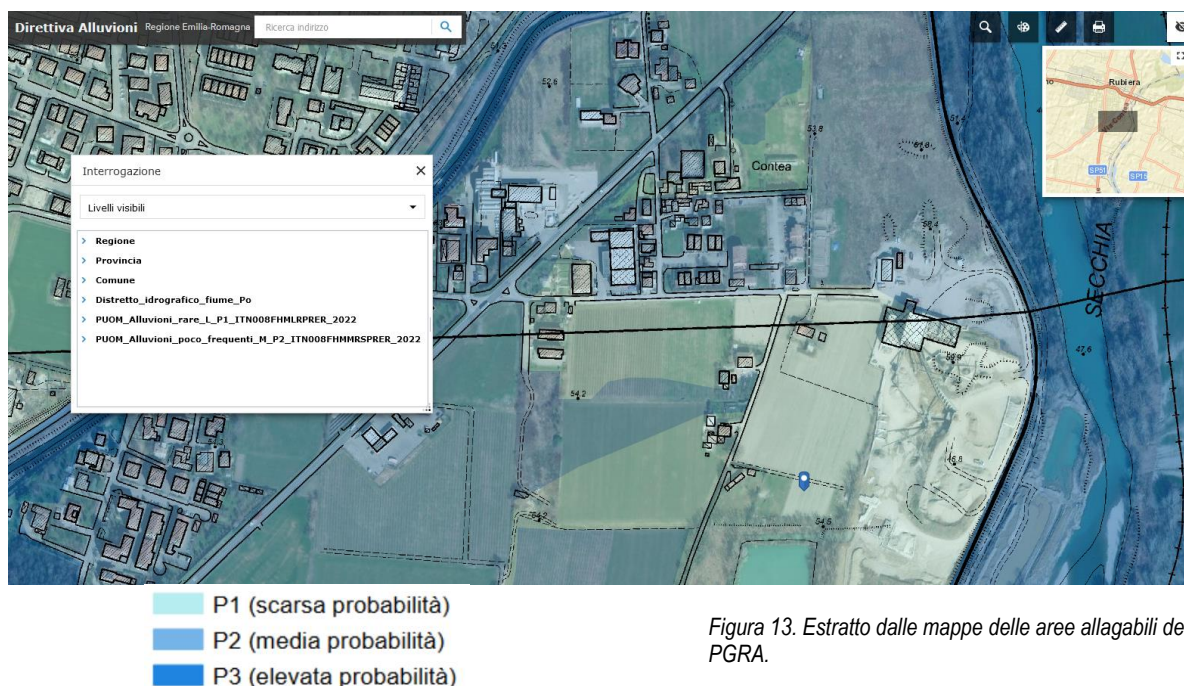


Figura 13. Estratto dalle mappe delle aree allagabili del PGRA.

L’area in esame risulta interna rispetto agli scenari di pericolosità evidenziati per quello che riguarda il reticolo primario e secondario di pianura (RP ed RSP), in particolare l’area è indicata come interessata rispettivamente da “alluvioni rare (L-P1)” di Secchia e Tresinaro ed “alluvioni poco frequenti (M-P2)” del Reticolo secondario di Pianura.

3 LA SITUAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA DELLA CAVA CONTEA

3.1 Dati stratigrafici bibliografici

Per una completa analisi del sito in esame sono stati preventivamente consultati i dati delle indagini bibliografiche reperite nell’intorno dell’area in esame. In particolare sono state consultate le seguenti fonti:

- il database regionale, disponibile al sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>;
- le indagini reperite negli elaborati di PAE;
- le indagini di AIPO per la cassa di espansione;
- le indagini eseguite da Intergeo nel 2003;
- le indagini eseguite dagli scriventi in corrispondenza e nell’intorno dell’area in esame nel 2020 e nel 2023.

Nelle **Tavole 4 e 5** è riportata l’ubicazione delle indagini consultate e nei paragrafi seguenti si riassumono le risultanze delle indagini reperite e consultate.

3.1.1 Indagini bibliografiche da database RER

Nell’immagine seguente si riportano le ubicazioni delle indagini reperite nel database della Regione Emilia-Romagna; nella tabella che segue vengono riassunte alcune informazioni principali relative alle indagini reperite nell’intorno dell’area di Cava Contea.

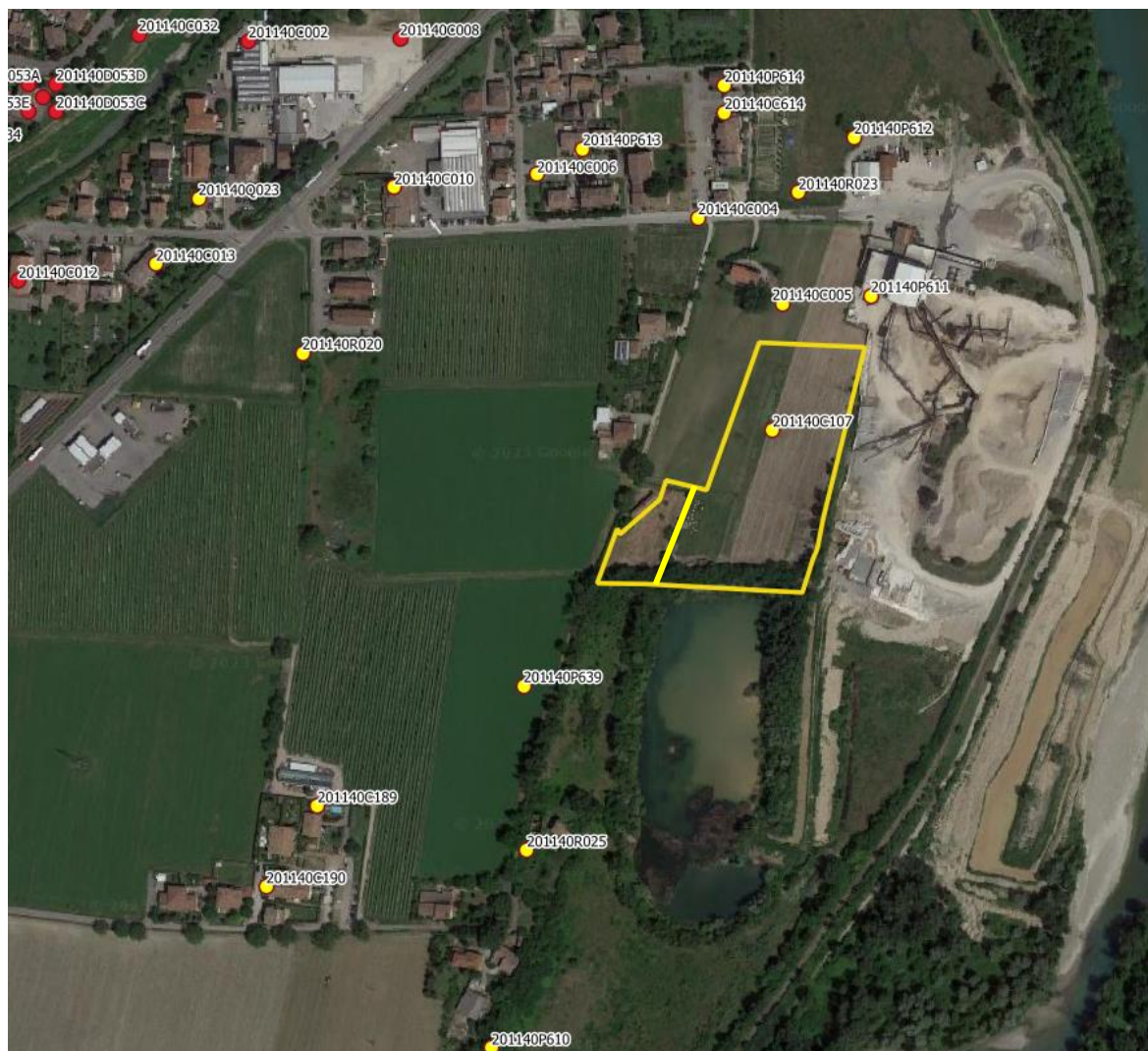


Figura 14. Ubicazione delle prove geognostiche bibliografiche reperite nel database RER. Il perimetro giallo individua la Cava Contea come individuata nel PAE; sono state consultate le indagini indicate con il pallino giallo.

Sigla	Quota (m s.l.m.)	Profondità (m da p.c.)	Data esecuzione	Profondità tetto ghiaie (m da p.c.)	Profondità falda (m da p.c.)	Tipo prova
201140P612	54	88		-		pozzo per acqua
201140P613	54.6	45	1966-12-25	10	-	pozzo per acqua
201140C006	54.4	10	1988-01-15	-	-	prova CPT con punta meccanica
201140C010	54.8	10	1988-01-18	-	-	prova CPT con punta meccanica
201140C013	54.5	10	1988-01-13	0	-	prova CPT con punta meccanica
201140C004	54.8	3	1988-01-15	2	-	prova CPT con punta meccanica
201140C005	54	3	1988-01-15	2	-	prova CPT con punta meccanica
201140P611	54.8	60	1976-10-01	18		pozzo per acqua
201140P639	55.4	50		3	-	pozzo per acqua
201140P610	54.1	30.8	1963-02-01	16.4	-	pozzo per acqua
201140P614	54	50	1976-12-25	10	-	pozzo per acqua
201140C614	54	3	1988-01-15	3	-	prova CPT con punta meccanica
201140Q023	54.4	7.5	2007-07-10	-	-	prova dinamica con penetrometro leggero (DPL)
201140C189	55.8	16	2004-01-02	15.0	-	prova CPT con punta meccanica
201140C190	55.9	13.2	2004-04-02	-	-	prova CPT con punta meccanica
201140C107	53.5	4.6	2010-07-01	4.6		prova CPT con punta meccanica
201140R025	56.3	0	2013-05-15	-		misure di microtremore a stazione singola (HVSr)
201140R020	54.8	0	2013-05-03	-		misure di microtremore a stazione singola (HVSr)
201140R023	54.1	0	2015-05-05	-		misure di microtremore a stazione singola (HVSr)

Tabella 1. Indagini bibliografiche reperite sul sito della cartografia geologica della Regione Emilia-Romagna. (In verde sono segnalate le prove di cui sono stati reperiti dati utili per la ricostruzione della stratigrafia dell'area).

Nelle tabelle seguenti si riassume la stratigrafia di alcuni pozzi per acqua elencati in *Tabella 1* e presenti in un intorno significativo dell'area in esame.

201140P614	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-10.0	Argilla
10.0-17.0	Ghiaia
17.0-30.0	Argilla
30.0-35.0	Ghiaia
35.0-40.0	Argilla
40.0-50.0	Ghiaia

201140P613	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-10.0	Argilla
10.0-17.0	Ghiaia
17.0-30.0	Argilla
30.0-35.0	Ghiaia
35.0-40.0	Argilla
40.0-45.0	Ghiaia

201140P610	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-4.8	Avampozzo
4.8-16.4	Argilla gialla
16.4-29.6	Ghiaia
29.6-30.8	Argilla

201140P639	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-3.0	Terra di riporto
3.0-8.0	Ghiaia grossa
8.0-12.0	Ghiaia grossa
12.0-17.0	Argilla con ciottoli
17.0-26.0	Ghiaia pulita media
26.0-33.0	Ghiaia con poca sabbia
33.0-42.0	Ghiaia pulita
42.0-48.0	Ghiaia
48.0-50.0	conglomerato

Tabella 2. Stratigrafia pozzi per acqua reperiti nell'intorno dell'area in esame su database RER (<http://geo.regione.emilia-romagna.it>).

201140Q023	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-0.5	Riporto
0.5-1.1	Limi argillosi
1.1-2.2	Limi argillosi
2.2-2.5	Argille sabbio limose
2.5-4.4	Argille limose debolmente sabbiose
4.4-4.9	Argille sabbio limose
4.9-5.5	Argille limose
5.5-7.5	Argille e/o argille limose

201140P611	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-7.5	Terra e sassi
7.5-18.0	Argilla
18.0-26.0	Ghiaia
26.0-34.5	Argilla
34.5-44.3	Ghiaia
44.3-50.0	Argilla
50.0-57.5	Ghiaia
57.5-60.0	Argilla

201140P612	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-5.5	Argilla
5.5-65	Sabbia argillosa
65-77	Argilla
77-88	Sabbia media fine

Tabella 3. Stratigrafia pozzi per acqua reperiti nell'intorno dell'area in esame su database RER (<http://geo.regione.emilia-romagna.it>). (La stratigrafia della prova 201140Q023 è stata ricostruita dai risultati della penetrometrica dinamica).

3.1.2 Prove geognostiche riportate nella Variante Generale 2016 al PAE di Rubiera

Nello studio geologico-minerario della Variante Generale 2016 al PAE del Comune di Rubiera sono riportate per la cava Contea diverse indagini geognostiche condotte nel sito ed in aree limitrofe. Nella figura seguente è riportata l'ubicazione delle indagini estratta dal PAE.

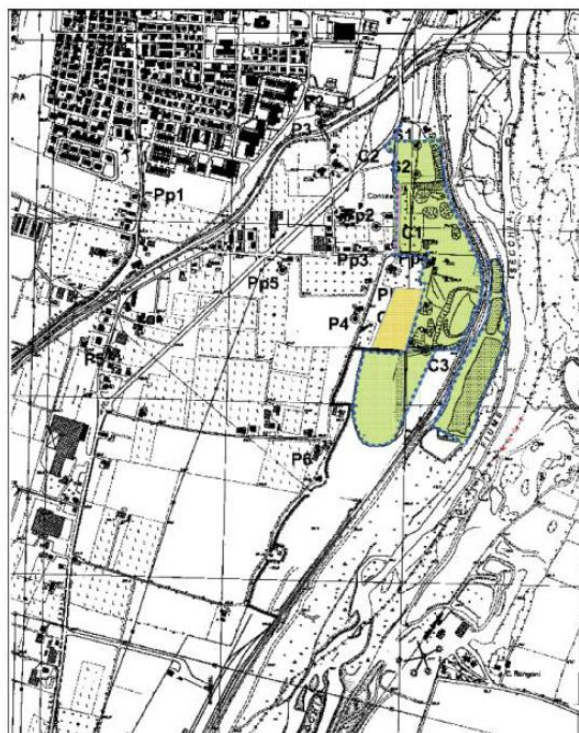
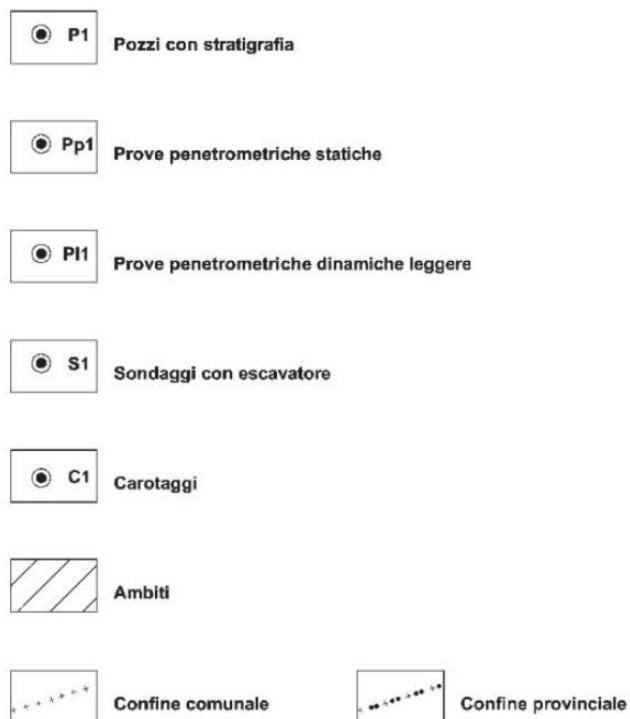


Figura 15. Ubicazione delle indagini estratta dalla Relazione Geologico-Mineraria del PAE

Di seguito sono sintetizzate le principali stratigrafie riportate.

C3 Sondaggio attrezzato a piezometro Profondità della falda ≈-15m dal p.c. (luglio 1998)	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-1.0	Riporto vegetale
1.0-5.0	Ghiaia
5.0-16.2	Argille
16.2-22.5	Ghiaia

C4 Sondaggio attrezzato a piezometro Profondità della falda ≈-15m dal p.c. (luglio 1998)	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-2.4	Riporto vegetale
2.4-11.8	Ghiaia
11.8-18.7	Argille
18.7-22.2	Ghiaia

3.1.3 Indagini AIPO per la Cassa di espansione

In occasione della progettazione della Cassa di espansione sul Secchia (posta a nord dell'area in esame) nel 2019 AIPO fece eseguire una serie di indagini tra cui anche due indagini a sud del ponte della Via Emilia sul Secchia, in un'area posta a nord della Cava Contea. Nella Tavola seguente è riportata l'ubicazione delle indagini considerate.

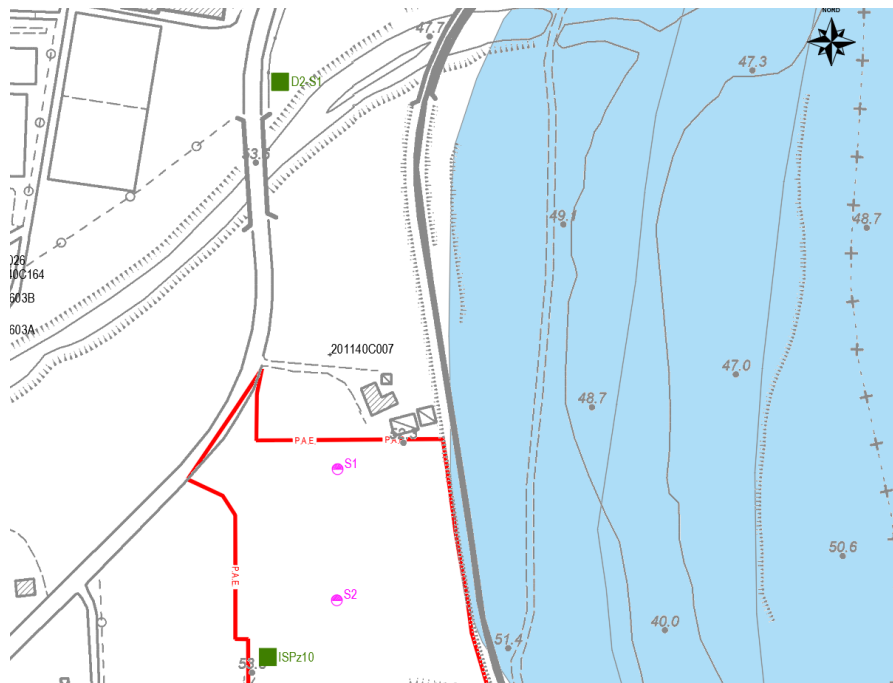


Figura 16. Estratto dalla Tavola 4. Ubicazione indagini AIPO (in verde) per progettazione Cassa di espansione sul Secchia.

Di seguito sono sintetizzate le stratigrafie riportate.

Sondaggio ISPz10 Sondaggio attrezzato a piezometro Fenestrato tra 6 e 13m dal p.c.	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.0-0.1	Terreno vegetale
0.1-8.45	Limi sabbiosi e limi argillosi
8.45-8.6	Sabbia con limo ghiaiosa marrone
8.6-13.05	Ghiaia eterometrica poligenica arrotondata con ciottoli in matrice limosa debolmente sabbiosa marrone
13.05-15.0	Limo argilloso e limo sabbioso grigiastro

Sondaggio D2-S1 Sondaggio attrezzato a piezometro Fenestrato tra 2.0-8.0 e tra 17.0-20.0 m p.c.	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.0-0.1	Terreno vegetale
0.1-0.8	Limo argilloso – ghiaioso debolmente sabbioso
0.8-6.7	Ghiaie eterogenee in matrice sabbiosa – limosa e sabbie ghiaiose-limose
6.7-17.1	Argille, argille limose e limi argillosi
17.1-20.0	Ghiaie poligeniche in matrice limoso-sabbiosa

Durante le indagini geognostiche furono prelevati campioni da sottoporre ad indagini di laboratorio di cui di seguito si riportano le risultanze principali.

Sondaggio ISPz10

Campione CR1 – Profondità 9.5-10.0 m p.c.

Descrizione: Ghiaia da grossa a fina sabbioso limosa marrone

Grado di qualità: AGI Q3 – EC 7-3 Q3

W naturale = 8.2 %

Massa Specifica (Mg/mc) = 2.7

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 65% - Sabbia 22.2% - Limo e Argilla 12.8%

USCS = Ghiaia 57.6% - Sabbia 29.6% - Limo e Argilla 12.8%

Campione CR2 – Profondità 11.5-12.0 m p.c.

Descrizione: Ghiaia da grossa a fina sabbioso limosa marrone

Grado di qualità: AGI Q3 – EC 7-3 Q3

W naturale = 9.6 %

Massa Specifica (Mg/mc) = 2.7

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 57.6% - Sabbia 26.5% - Limo e Argilla 15.9%

USCS = Ghiaia 47.8% - Sabbia 36.3% - Limo e Argilla 15.9%

Sondaggio D2-S1

Campione SPT1 – Profondità 3.0-3.45 m p.c.

Descrizione: Ghiaia da medio fina sabbiosa limosa marrone

Grado di qualità: AGI Q3 – EC 7-3 Q3

W naturale = 0.8 %

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 62.0% - Sabbia 18.8% - Limo e Argilla 19.2%

USCS = Ghiaia 53.5% - Sabbia 27.3% - Limo e Argilla 19.2%

Campione SPT2 – Profondità 6.0-6.45 m p.c.

Descrizione: Ghiaia da medio fina sabbiosa limosa marrone

Grado di qualità: AGI Q3 – EC 7-3 Q3

W naturale = 0.7 %

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 67.4% - Sabbia 16.2% - Limo e Argilla 16.4%

USCS = Ghiaia 60.8% - Sabbia 22.8% - Limo e Argilla 16.4%

Campione CR1 – Profondità 4.0-4.8 m p.c.

Descrizione: Ghiaia da grossa a fina sabbiosa limosa marrone

Grado di qualità: AGI Q3 – EC 7-3 Q3

W naturale = 7.7 %

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 70.3% - Sabbia 17.7% - Limo e Argilla 12.7%

USCS = Ghiaia 62.5% - Sabbia 24.8% - Limo e Argilla 12.7%

Campione Sh1 – Profondità 8.1-8.8 m p.c.

Descrizione: da 0 a 30 limo con argilla marrone con screziature grigiastre da 30 a 51 limo argilloso sabbioso marrone da 51 a 61 limo con argilla marrone grigiastro

<p>Grado di qualità: AGI Q5 – EC 7-3 Q1</p> <p>W naturale = 24.8 %</p> <p>$\gamma_{naturale} = 2.00$ Mg/mc</p> <p>$\gamma_{secco} = 1.6$ Mg/mc</p> <p>$\gamma_{immerso} = 1.01$ Mg/mc</p> <p>Porosità = 41 %</p> <p>Indice dei vuoti = 0.68</p> <p>Grado di saturazione = 98%</p> <p>Massa specifica = 2.7 (Mg/mc)</p>	<p>Limiti di Atterberg</p> <p>Umidità naturale Wn = 25%</p> <p>Limite Liquido LL = 34%</p> <p>Limite Plastico LP = 20%</p> <p>Indice Plastico IP = 14%</p>
---	---

Analisi granulometrica: UNI = Ghiaia 4.5% - Sabbia 14.8% - Limo 60.0% - Argilla 20.7%

USCS = Ghiaia 1.6% - Sabbia 13.8% - Limo 64.0% - Argilla 20.7%

Prova triassiale non consolidata non drenata	Prova di consolidazione edometrica		
<p>Cu = 51.54 kPa</p> <p>Dev standard Cu = 2.4</p>	<p>K = 1.61e-9 m/s</p> <p>Cv = 1.16e-2 cmq/s</p> <p>C_{alfa} = 2.03 e-3</p>	<p>K = 2.71e-10 m/s</p> <p>Cv = 2.7e-3 cmq/s</p> <p>C_{alfa} = 2.96 e-3</p>	<p>K = 1.88e-10 m/s</p> <p>Cv = 3.64e-3 cmq/s</p> <p>C_{alfa} = 3.65e-3 e-3</p>

3.1.4 Indagini Intergeo 2003

Nell'anno 2003 sono stati eseguiti nell'area, a cura della ditta Intergeo S.r.l., due sondaggi a carotaggio continuo, S1 ed S2, spinti fino alla profondità di 10.0 m da p.c.

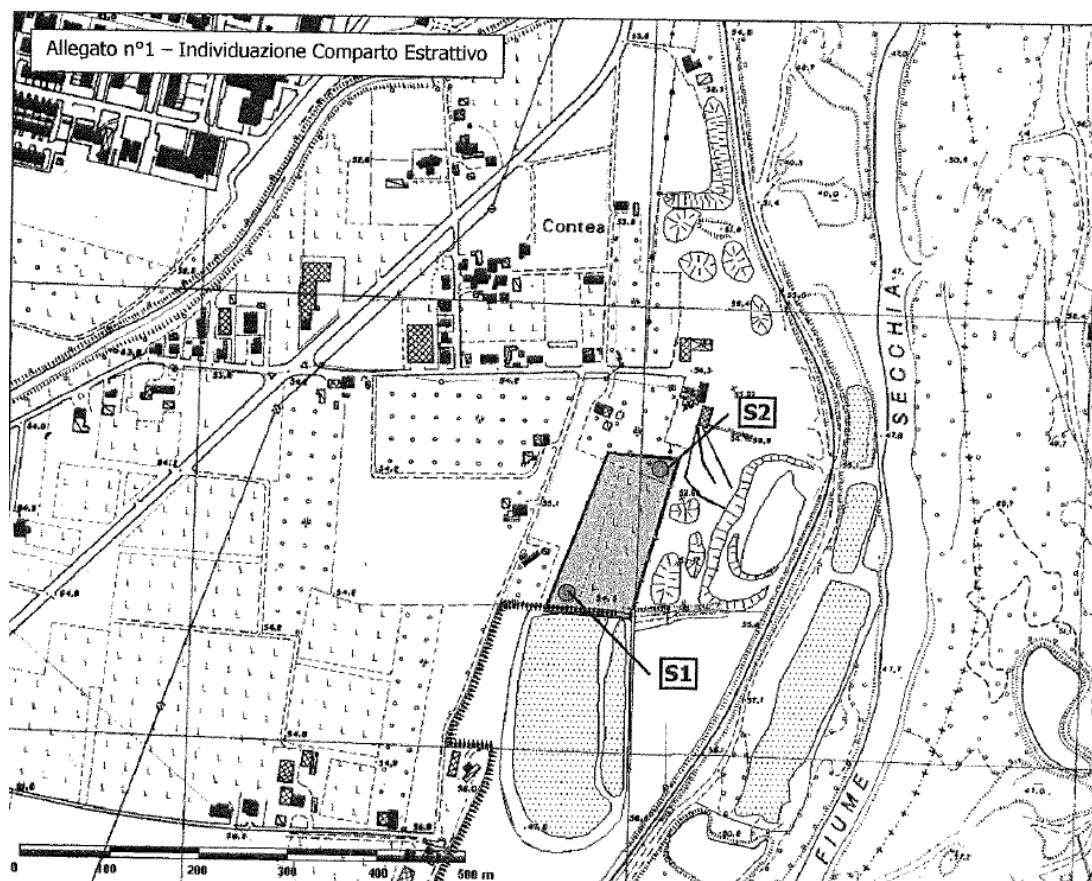


Figura 17. Ubicazione delle indagini 2003

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti sono sintetizzate nella tabella successiva.

Sondaggio S1	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.0-0.5	Limo e limo sabbioso di colore grigio e bruno
0.5-6.9	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo maggiore di 10 cm in matrice sabbiosa di colore grigio
6.9-7.2	Argilla limosa di colore grigio nocciola
7.2-7.7	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo maggiore di 3-4 cm in matrice sabbiosa di colore grigio
7.7-10.0	Argilla debolmente limosa di colore grigio-nocciola con sparsi calcinoli

Sondaggio S2	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.0-0.80	Limo e limo sabbioso di colore grigio
0.80-7.00	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo maggiore di 10 cm in matrice sabbiosa di colore grigio
7.00-10.00	Argilla debolmente limosa di colore grigio-nocciola con sparsi calcinoli

3.1.5 Indagini 2020

Tra Ottobre e Novembre 2020 sono stati eseguiti alcuni saggi con escavatore per meglio definire la stratigrafia dell'area, nella figura seguente è riportata l'ubicazione.

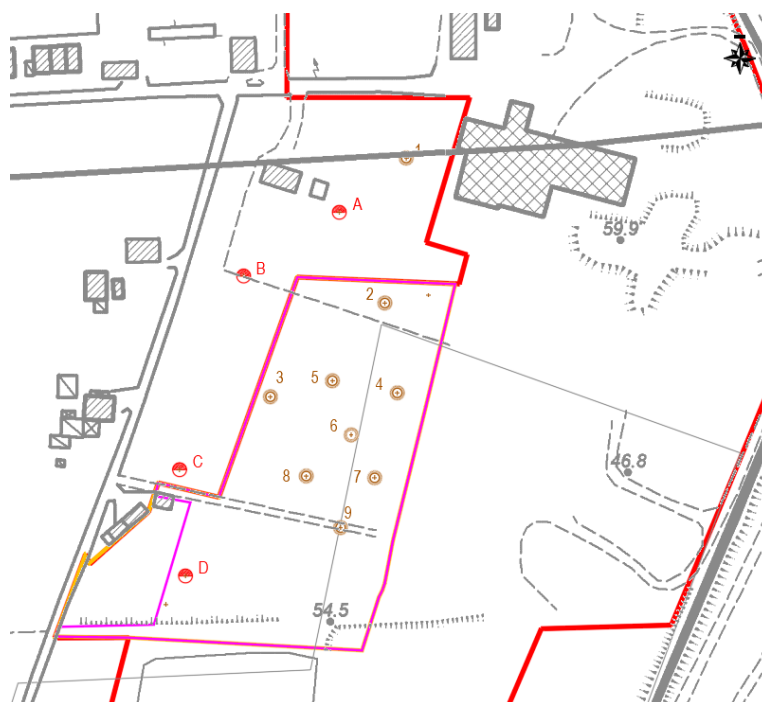


Figura 18. Ubicazione dei saggi 2020

In particolare nell'Ottobre 2020 sono stati realizzati i saggi numerati da 1 a 9. I saggi 1, 2 e 3 sono stati condotti con escavatore pesante (300 q) ed hanno indagato la profondità massima di 7.0 m da p.c. I saggi numerati da 4 a 9 sono stati realizzati nell'area precedentemente interessata dalla presenza della vigna e pertanto eseguiti con mini escavatore al fine di indagare unicamente lo spessore dei cappellacci. Nelle tabelle seguenti si riportano le stratigrafie rinvenute.

Saggio 1	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-1.00	Suolo agrario e Cappellaccio
1.00-7.00	Ghiaia eterometrica
>7.00	Argilla grigio nocciola

Saggio 2	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-1.00	Suolo agrario e Cappellaccio
1.00-7.00	Ghiaia eterometrica
>7.00	Argilla grigio nocciola

Saggio 3	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-1.80	Suolo agrario e Cappellaccio
1.80-5.70	Ghiaia in matrice argillosa
5.70-7.00	Argilla grigio nocciola

Saggio	Tetto delle ghiaie (m da p.c.)
4	1.40
5	1.20
5	0.80
7	1.40
8	0.50
9	0.50

Nel Novembre del 2020 sono stati eseguiti n°4 saggi nel settore occidentale del sito (3 su 4 eseguiti esternamente all'attuale perimetrazione di PAE) con escavatore pesante, spinti fino alla profondità massima di 7.50 m da p.c. Di seguito si sintetizzano le stratigrafie.

Saggio A	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-0.40	Suolo limo argilloso, marrone e marrone scuro
1.00-7.00	Ghiaia eterometrica in matrice limo argillosa. Colore grigio, grigio scuro. Diametro caratteristico 2-5 cm, diametro massimo 30-40 cm. Presenza di rari mattoni arrotondati.
Note:	Falda a -6.50 m da p.c.

Saggio B	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-0.90	Suolo limo argilloso marrone, marrone scuro
0.90-6.30	Ghiaie eterometriche in matrice limo argillosa. Colore grigio, grigio scuro. Diametro caratteristico 2-5 cm, diametro massimo 30-40 cm.
6.30-7.50	Argilla e argilla limosa. I primi 30-40 cm presentano colore marrone. Più in profondità argilla grigio scura bluastra.
Note:	Falda non rilevata

Saggio C	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.0-0.60	Suolo argilloso e limo argilloso con rari ciottoli; colore marrone scuro
0.60-5.00	Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa; diametro caratteristico 2-10 cm, diametro massimo 30-40 cm
5.00-6.30	Argilla e argilla limosa. I primi 30-40 cm presentano colore marrone, marrone scuro con fossili. Più in profondità argilla grigio scura bluastra.
Note:	Falda non rilevata

Saggio D	
Profondità (m dal p.c.)	Litologia
0.00-0.40	Suolo e cappellacci
0.40-5.80	Ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa di colore grigio. Diametro caratteristico 2-10 cm, diametro massimo 30 cm.
5.80-6.80	Argilla ed argilla limosa grigio scura
Note:	Falda non rilevata

3.1.6 Indagini Geode 2023

Per il progetto definitivo di “Realizzazione strada di nuovo accesso dalla strada provinciale n.51 (via Contea), all’impianto di produzione aggregati e conglomerati cementizi della C.E.A.G. calcestruzzi Guidetti s.r.l.” nel mese di Agosto 2023 gli scriventi hanno eseguito, a nord dell’area di cava in esame, n°4 misure di microtremore sismico a stazione singola HVSR. Nell’immagine seguente è riportata l’ubicazione delle prove eseguite.

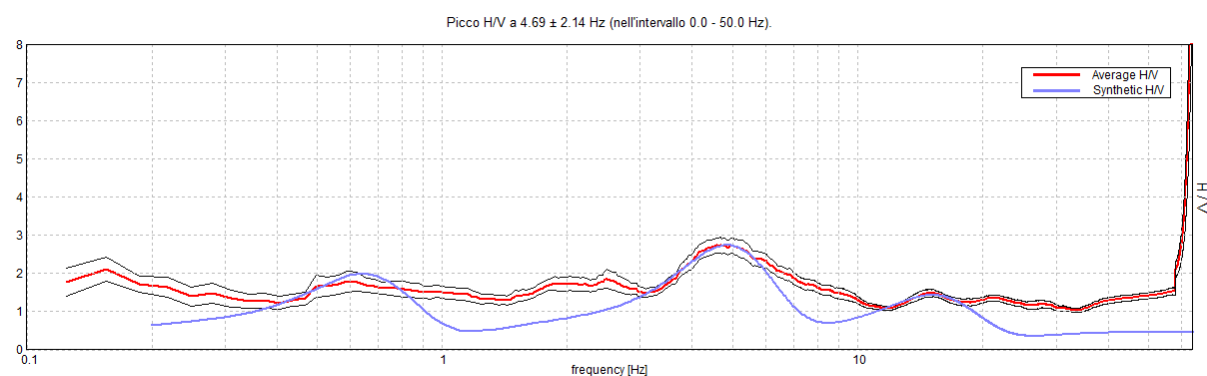
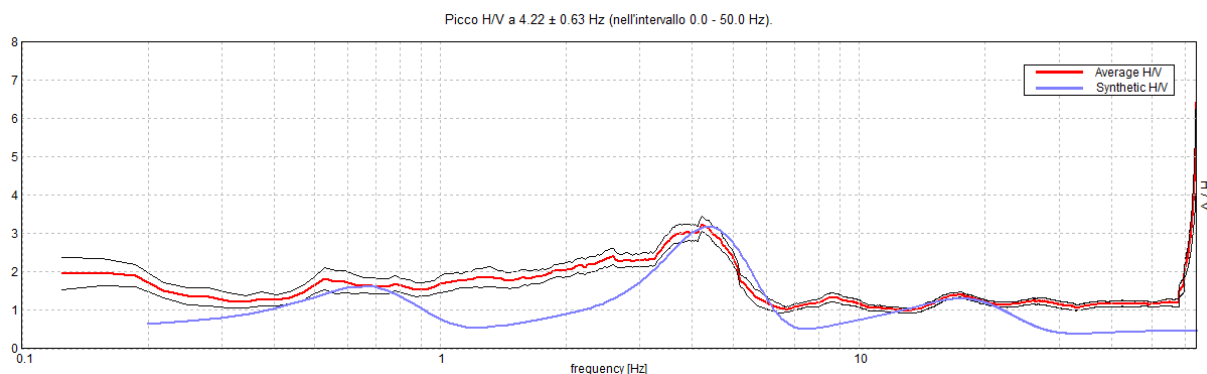


Figura 19. Ubicazione indagini eseguite ad Agosto 2023 a nord della Cava Contea.

Sigla	Profondità (m da p.c.)	Data esecuzione	Tipo prova
HV1	>30	03/08/2023	Misura di microtremore sismico a stazione singola
HV2	>30	03/08/2023	Misura di microtremore sismico a stazione singola
HV3	>30	03/08/2023	Misura di microtremore sismico a stazione singola
HV4	>30	03/08/2023	Misura di microtremore sismico a stazione singola

Tabella 4. Indagini eseguite ad Agosto 2023 a nord della Cava Contea.

Si riassumono di seguito i risultati ottenuti dalle prove sismiche passive eseguite in data 03/08/2023. Come è possibile osservare dai grafici delle registrazioni seguenti tutte le misure di microtremore eseguite individuano un picco di frequenza caratteristico a frequenze comprese tra circa i 4.2-4.7 Hz. Le prime due misure HVSR1 ed HVSR2 hanno portato ad una buona registrazione dei microtremori, affetta da poco disturbo derivato da attività antropiche e rumori di sottofondo continui e vicini. Le registrazioni HVSR3 e soprattutto HVSR4 risentono invece molto dei rumori causati da attività antropiche provenienti dal vicino frantoio (vedasi grafici HV4) e causati dal traffico presente su Via Contea – SP51 (per quanto riguarda la registrazione HV3). Sono quindi state elaborate unicamente le registrazioni HV1 ed HV2.



Il picco fondamentale individuato dalle registrazioni eseguite potrebbe corrispondere al passaggio tra la base del Subsistema di Ravenna (AES8) ed il tetto del Subsistema di Villa Verucchio – Unità di Vignola (AES7b).

Le elaborazioni eseguite portano a determinare valori di V_s intorno ai 320 m/s-324 m/s.

3.2 Dati stratigrafici locali

Nel mese di Settembre 2023 sono state eseguite alcune indagini in corrispondenza della specifica area in esame. Si tratta dell'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo per la realizzazione di n°4 piezometri per il monitoraggio della falda e per verifiche geotecniche dei terreni presenti nel sito di studio. Nei sottoparagrafi seguenti si riportano le risultanze delle più recenti indagini geognostiche.

3.2.1 Sondaggi a carotaggio continuo 2023

Tale prova permette l'estrazione della colonna di terreno (carota) e di visionare direttamente il materiale presente in sito, consentendo di descrivere nel dettaglio la stratigrafia del sottosuolo. Per la realizzazione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata utilizzata una perforatrice MDT 80V con diametro di perforazione 101 mm. Nei paragrafi seguenti vengono riportate le principali informazioni relative ai sondaggi eseguiti nel Settembre 2023 per la costruzione di piezometri per il monitoraggio della falda e per le verifiche geotecniche dei terreni presenti in sito.

3.2.1.1 Realizzazione piezometri

Per una migliore conoscenza dell'idrogeologia della zona, ed in accordo con la scheda di PAE e con il PMA dell'atto di accordo sottoscritto, e indicato nel procedimento di screening, sono stati eseguiti nel mese di Settembre 2023 due coppie di piezometri: una a monte della cava ed una a valle della cava filtranti l'acquifero A_0 e l'acquifero A_1 .

Le due coppie di piezometri sono state eseguite realizzando n°2 perforazioni a valle dell'area di cava e n°2 perforazioni a monte della stessa. Ogni coppia di piezometri è stata realizzata eseguendo due perforazioni a profondità differenziate a poca distanza l'una dall'altra. I piezometri sono di tipo a tubo aperto. La porzione più superficiale dei piezometri è stata cementata al fine di impedire l'infiltrazione di acque meteoriche e di ruscellamento all'interno del tubo stesso; nel piezometro più profondo è inoltre stata eseguita la cementazione della porzione interessante la falda più superficiale (andando ad interessare 2/3 metri dello strato argilloso che funziona da acquiclude).

I piezometri sono stati rivestiti su tutta la loro lunghezza da un geotessile e/o materiale drenante di opportuna pezzatura, esente da frazione limo-argillosa. I piezometri sono stati realizzati in modo da consentire oltre alla misura della soggiacenza della falda anche il prelievo di campioni da sottoporre ad analisi chimica.

Nella figura seguente (e nelle **Tavole 5 e 19**) è riportata l'ubicazione delle due coppie di piezometri eseguiti.



Figura 22. Ubicazione dei piezometri di monitoraggio eseguiti nel mese di Settembre 2023.

La coppia dei piezometri di monte (Pz1_M e Pz2_M) è ubicata a SE dell'area di cava e a sud del frantoio CEAG, in modo da poter essere al servizio anche del monitoraggio ambientale del frantoio stesso, in un'area facilmente accessibile. L'ubicazione della coppia dei piezometri di valle è a N-NW dell'area di cava, nei pressi dell'edificio sempre in proprietà CEAG, presente vicino a Via Secchia.

Per il monitoraggio della falda profonda (A_1) sono stati realizzati i due piezometri Pz1 (uno a monte ed uno a valle) di profondità di 20 m filtrati nelle seguenti porzioni:

- Pz1_monte: parte filtrante estesa da - 14.00 a - 20.00 m da p.c.;
- Pz1_valle: parte filtrante estesa da - 16.00 a - 20.00 m da p.c.;

Per quello che riguarda la falda A_0 sono stati realizzati due piezometri Pz2 (uno a monte ed uno a valle) con le seguenti specifiche caratteristiche:

- Pz2_monte: profondità 10.0 m, parte filtrante estesa da - 4.00 a - 10.00 m;
- Pz2_valle: profondità 7.40 m, parte filtrante estesa da - 4.40 a - 7.40 m da p.c.;

I piezometri hanno un diametro di 3", diametro che permette un agevole campionamento delle acque presenti.

Si riassumono di seguito le stratigrafie ottenute dalla realizzazione dei sondaggi per la costruzione dei n°4 piezometri realizzati per il monitoraggio della falda.

Coppia Piezometri di monte		Coppia Piezometri di valle	
Pz1_monte		Pz1_valle	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica	Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-2.35	Riporti/rimaneggiamenti antropici di materiali terrigeni sia grossolani (ghiaie) che fini (sabbie e limi).	0.0-1.0	Strato carrabile in ciottolame, ghiaie, sabbie e frammenti di laterizi.
2.35-13.2	Depositi alluvionali a granulometria fine: in prevalenza argille e argille limose con intercalazioni limo-sabbiose (evidenti quelle localizzate sia tra i sette e i nove metri di profondità che oltre i dodici metri). Colore dominante marrone-nocciola con ripetuti passaggi a tonalità sia grigiastre che grigio-marroni.	1.0-6.0	Ghiaie e ciottolame in natura. Matrice prevalentemente sabbiosa grigio-marroncina chiara.
13.2-20.0	Ghiaie eterometriche e raro ciottolame in tessitura fluviale e matrice prevalentemente sabbiosa di colore marrone-nocciola.	6.0-16.3	Depositi alluvionali a granulometria fine: in prevalenza argille e argille limose con intercalazioni limo-sabbiose (in evidenza al tetto e tra i dodici e i tredici metri di profondità). Colore dominante marrone-nocciola con frequenti passaggi a tonalità sia grigiastre che brune.
		16.3-20.0	Ghiaie eterometriche e raro ciottolame in tessitura fluviale e matrice prevalentemente sabbiosa di colore marrone-nocciola. Intercalate, da - 17.80 a - 18.50 mt da p.c., da una lente di sabbie a grana media della stessa tonalità precedente.
Pz2_monte		Pz2_valle	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica	Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-3.8	Riporti/rimaneggiamenti antropici di materiali terrigeni sia grossolani (sabbie, ghiaie e ciottolame) che fini (argille e limi). I termini più grossolani risultano localizzati nei primi due metri, quelli più fini (caratterizzati da policromie che comprendono toni marroni, grigi e rossastri) risultato accatastati nella parte basale assieme a frammenti di laterizi e, ancora, a qualche clasto di ghiaietta.	0.0-0.30	Strato carrabile in ciottolame, ghiaie, sabbie e frammenti di laterizi.
3.80-10.0	Depositi alluvionali a granulometria fine: in prevalenza argille e argille limose con ripetute intercalazioni limo-sabbiose. Colore dominante marrone-nocciola con frequenti passaggi a tonalità sia grigiastre che grigio-marroni	0.30-0.80	Limi di colore marrone
		0.80-6.00	Ghiaia e ciottolame in natura. Matrice prevalentemente sabbiosa grigio-marroncina chiara.
		6.00-7.40	Depositi alluvionali a granulometria fine: in prevalenza argille e argille limose con intercalazioni limo-sabbiose. Colore marrone nocciola al tetto in rapido passaggio a tonalità grigiastre/grigio-bluastr

Nella tabella che segue si riportano inoltre i valori di soggiacenza della falda, misurati in corrispondenza dei piezometri costruiti per il monitoraggio piezometrico, durante la loro realizzazione.

Pz	Acquifero	data	Livello falda (m da p.c.)
Pz1_monte	A ₁ – falda profonda	29/09/2023	-7.0
Pz1_valle	A ₁ – falda profonda	26/09/2023	-11.0
Pz2_monte	A ₀ – falda superficiale	29/09/2023	-1.80
Pz2_valle	A ₀ – falda superficiale	29/09/2023	-5.00

Tabella 5. Valore di soggiacenza in corrispondenza dei piezometri di monitoraggio (Settembre 2023)

Si segnala che durante l'esecuzione del sondaggio Pz1_valle è stata eseguita una prova SPT in corrispondenza del livello di ghiaie come riporta la tabella seguente.

Prove SPT Sondaggio Pz1_valle	profondità (m)		n colpi			Livello	Nspt
	da	a					
SPT1_Pz1_valle	3.0	3.45	20	19	34	Ghiaie	53

Tabella 6. Dati prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio Pz1_valle.

È inoltre stato prelevato un campione indisturbato CI_Pz1_valle tra le profondità di 7.50 e 8.10 m da p.c., in corrispondenza di un livello di argilla.

3.2.1.2 Sondaggio geognostico per verifiche geotecniche

Nel mese di Settembre 2023 è stato inoltre realizzato un sondaggio (S3) a carotaggio continuo eseguito in corrispondenza dell'area in esame per la verifica geotecnica dei terreni presenti nell'area di studio.

Si riporta di seguito la stratigrafia ottenuta attraverso l'analisi delle carote estratte.

S3	
Profondità (m dal pc)	Descrizione litologica
0.0-0.2	Terreno agrario
0.2-1.3	Coltre di copertura a base di limi più o meno argillosi di colore marrone. Sporadici clasti di ghiaietta.
1.3-6.6	Ciottolame e ghiaie in natura, intervallate da - 2.90 a - 3.20 da una lente di argille limose di colore marrone chiaro. Prevalentemente sabbiosa nella parte alta del deposito (fino a circa tre metri di profondità), nel tratto sottostante la matrice si arricchisce notevolmente di componenti sia limose che argillose di colore marrone chiaro.
6.6-10.0	Depositi alluvionali a granulometria fine: prevalentemente argille e argille limose con locali intercalazioni limo-sabbiose. Colore dominante marrone chiaro, con sfumature grigiastre poco prima sia dei nove che dei dieci metri.

Tabella 7. Stratigrafia sondaggio S3.

Durante l'esecuzione del sondaggio S3 sono state eseguite alcune prove SPT in corrispondenza del livello di ghiaie come riporta la tabella seguente.

Prove SPT Sondaggio S3	profondità (m)		n colpi			Livello	Nspt
	da	a					
SPT1_S3	2.80	3.25	8	4	4	Lente argilla limosa*	8
SPT2_S3	3.70	4.15	14	16	15	Ghiaie	31

Tabella 8. Dati prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio S3.

* (La prova SPT1_S3 è stata eseguita in corrispondenza di una lente di argilla/argilla-limosa (o tratto di matrice della ghiaia arricchita di componente argillosa/limosa)).

È inoltre stato prelevato un campione indisturbato CI_S3 tra le profondità di 8.0 e 8.60 m da p.c., in corrispondenza di un livello di argilla.

3.2.2 Elaborazione prove SPT 2023

Come riportato in precedenza, in corrispondenza dei sondaggi PZ1_valle e S3 sono state eseguite alcune prove SPT in corrispondenza del livello di ghiaie reperito tra 1/1.3 e 6.0/7.0 m da p.c. Si riportano di seguito i parametri ottenuti dall'elaborazione delle prove SPT (presenti anche al paragrafo 4.1).

	profondità (m)	n colpi			DH2	Nspt	N'60	N'w60	γ (t/mc)	σ (t/mq)	DR	ϕ (°)	E (Mpa)	Cu (kPa)	M (MPa)
S3_SPT1	3.025	8	4	4	S3_SPT1	8.00	11.02	11.02	1.90	3.23	49.14	25.13	17.76	70.54	7.55
S3_SPT2	3.925	14	16	15	S3_SPT2	31.00	39.72	39.72	1.90	1.71	93.63	33.72	34.01	254.22	17.52

Tabella 9. Sintesi elaborazione prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio S3.

	profondità (m)	n colpi			Nspt	N'60	N'w60	γ (t/mc)	σ (t/mq)	DR	ϕ (°)	E (Mpa)	Cu (kPa)	M (MPa)
Pz1_v_SPT1	3.225	20	19	34	53.00	49.83	49.83	1.80	4.01	100.00	39.00	44.60	318.92	21.03

Tabella 10. Sintesi elaborazione prova SPT eseguita durante l'esecuzione del sondaggio Pz1_valle.

Prova N° S3_SPT1				Prova N° S3_SPT2			
profondità prova (m)	3.025	N60	6.00	profondità prova (m)	3.925	N60	23.25
profondità falda (m)	5.000	N'60	11.02	profondità falda (m)	5.000	N'60	39.72
NSPT	8.00	N60w	6.00	NSPT	31.00	N60w	23.25
γ (t/mc)	1.90	N'60w	11.02	γ (t/mc)	1.90	N'60w	39.72
σ' (t/mq)	3.23	γ' (t/mc)	1.90	σ' (t/mq)	1.71	γ' (t/mc)	1.90
$\sigma' v0$ (kPa)	31.68	qd (kg/cmq)	34.14	$\sigma' v0$ (kPa)	16.77	qd (kg/cmq)	132.31
		rpd (kg/cmq)	66.00			rpd (kg/cmq)	255.75
addensamento	SCIOLTA			addensamento	DENSA		
stratigrafia	argilla limosa			stratigrafia	ghiaia con sabbia		
densità relativa	%	angolo di attrito	°	densità relativa	%	angolo di attrito	°
DR (Gibbs - Holz)	50.86	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	28.80	DR (Gibbs - Holz)	100.00	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	33.98
DR (Schultze-Menzenbach)	72.48	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	24.49	DR (Schultze-Menzenbach)	100.00	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	33.67
DR (Idriss&Boulanger)	48.95	ϕ (Schmertmann)	40.30	DR (Idriss&Boulanger)	92.93	ϕ (Schmertmann)	41.91
		ϕ (Peck et al.; 1956)	30.29			ϕ (Peck et al.; 1956)	38.32
DR 5° percentile	49.14	ϕ 5° percentile	25.13	DR 5° percentile	93.63	ϕ 5° percentile	33.72
DR Medio	57.43	ϕ medio	30.97	DR Medio	97.64	ϕ medio	36.97
modulo elastico	MPa			modulo elastico	MPa		
E (Parry)	16.80	NSPT w		E (Parry)	65.10	NSPT w	
E (D'Apollonia)	23.29	correzione falda secondo Bazaara (1967)		E (D'Apollonia)	36.33	correzione falda secondo Bazaara (1967)	
E (D'Apollonia et al.)	27.60			E (D'Apollonia et al.)	49.73		
E (Denver)	17.15			E (Denver)	33.75		
E 5° percentile**	17.76			E 5° percentile**	34.01		
E medio**	22.68	** non comprende il valore E (Parry)		E medio**	39.94	** non comprende il valore E (Parry)	

Prova N° Pz1_v_SPT1			
profondità prova (m)	3.225	N60	39.75
profondità falda (m)	11.000	N'60	49.83
NSPT	53.00	N60w	39.75
γ (t/mc)	1.80	N'60w	49.83
σ' (t/mq)	4.01	γ' (t/mc)	1.80
$\sigma' v0$ (kPa)	39.28	qd (kg/cmq)	226.20
		rpd (kg/cmq)	437.25
addensamento	MOLTO DENSA		
stratigrafia	ghiaia con sabbia		
densità relativa	%	angolo di attrito	°
DR (Gibbs - Holz)	100.00	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	38.93
DR (Schultze-Menzenbach)	100.00	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	39.42
DR (Idriss&Boulanger)	100.00	ϕ (Schmertmann)	42.00
		ϕ (Peck et al.; 1956)	41.15
DR 5° percentile	100.00	ϕ 5° percentile	39.00
DR Medio	100.00	ϕ medio	40.37
modulo elastico	MPa		
E (Parry)	111.30	NSPT w	
E (D'Apollonia)	48.80	correzione falda secondo Bazaara (1967)	
E (D'Apollonia et al.)	57.52		
E (Denver)	44.13		
E 5° percentile**	44.60		
E medio**	50.15	** non comprende il valore E (Parry)	

Tabella 11. Elaborazioni prove SPT eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi Pz1_valle e S3. Durante l'esecuzione del sondaggio S3 non sono stati eseguiti rilievi piezometrici in quanto ritenuti non attendibili, per l'elaborazione delle prove SPT eseguite in foro di sondaggio S3 si è considerata la falda presente a -5.0 m da p.c. come da misura piezometrica eseguita in corrispondenza del PZ2_valle (sondaggio di 7.4 m di profondità, eseguito a nord del sondaggio S3 per il monitoraggio della falda superficiale (acquifero A₀)).

3.2.3 Prove di laboratorio geotecnico 2023

Come riportato in precedenza, durante l'esecuzione dei sondaggi PZ1_valle e S3 sono inoltre stati prelevati n°2 campioni indisturbati come riassume la tabella seguente.

Campione	Livello	Profondità
C1_S3	Argilla interstrato	8.0-8.6
C1_Pz1_valle	Argilla interstrato	7.5-8.10

Sui campioni sono state eseguite le seguenti prove geotecniche:

- ✓ Contenuto d'acqua allo stato naturale (ASTM D 2216)
- ✓ Peso di volume allo stato naturale (BS 1377T 15/E)
- ✓ Prove di taglio diretto (ASTM D 3080-11);
- ✓ Prova di Compressione ad Espansione Laterale Libera (ASTM D2166);

Di seguito si riassumono i risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati.

Campione		C11_Pz1_valle	C11_S3
Parametro/prova			
Sondaggio		Pz1_valle	S3
Profondità m da p.c.		7.5-8.1	8.0-8.6
Livello		Argilla interstrato	Argilla interstrato
Qualità campione		Q5	Q5
Descrizione campione (esame visivo)		Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore marroncino verdastro, consistente e a struttura omogenea. Reagente all'HCl	Argilla limosa con tracce di ghiaia con geometria sub-arrotondata-discoidale ($L_{max}=1$ cm), di colore verdastro, consistente e a struttura omogenea. Reagente all'HCl
γ_n kN/m ³		18.6	17.9
W n %		28.5	27.0
TD	c' (kPa)	9.0	11.3
	ϕ' (°)	17.9	16.3
Compressione ELL	Cu (kPa)	103	100
Moduli di elasticità MPa	tangente	6.5	9.2
	secante	5.5	9.3
	a rottura	2.0	2.9

Tabella 12. Tabella di sintesi delle prove di laboratorio eseguite.

Dove: TD = Prova di taglio Diretto in scatola di Casagrande; W = contenuto d'acqua naturale; γ_n = densità naturale; c' = coesione efficace; ϕ' = angolo di attrito efficace; Cu = Resistenza al taglio in condizioni non drenate.

3.3 Idrogeologia degli acquiferi

Sulla base degli studi “Riserve idriche dell’Emilia Romagna” (1988)⁴ e del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna (2003) nell’area in esame sono stati individuati tre Gruppi Acquiferi separati da barriere di permeabilità di estensione regionale denominati informalmente A, B e C a partire dal piano di campagna. La storia tettonica e deposizionale del bacino padano ha influenzato le caratteristiche e l’architettura dei Gruppi Acquiferi. Il Gruppo più superficiale viene attualmente sfruttato intensamente, il Gruppo B ha importanza solo locale mentre l’acquifero più profondo è raramente sfruttato a causa della imponente copertura superficiale; la successione sedimentaria padana interessata dagli acquiferi identificati è plio-quadernaria ed ha carattere regressivo con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluviale e fluvio-glaciale ricoperto da depositi continentali. Dal punto di vista gerarchico sono stati distinti tre Sequenze Principali (Supersintemi): il Supersintema del Pliocene medio-superiore, il Supersintema del Quaternario marino ed il Supersintema Emiliano-Romagnolo le cui geometrie vengono radicalmente modificate dagli eventi tettonici di sollevamento regionale.

L’organizzazione verticale delle porzioni deposizionali (facies) è costituita da una alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana che presentano talvolta, ad un grado minore, la medesima organizzazione interna. Queste unità, aventi un ciclo genetico di 40-100.000 anni, sono definite come Sequenze Deposizionali Elementari. Le Sequenze Deposizionali Elementari possono essere sede di falda acquifera dolce, salata o salmastra e rappresentano i “mattoni” coi quali costruire il Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola (BIPER).

L’insieme dei sedimenti, già organizzati in Sequenze Deposizionali, costituenti il serbatoio padano, secondo R.E.R.-ENI-AGIP è compartimentato in Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali (UIS): un insieme di depositi con caratteri idrologici omogenei o distribuiti in modo da permettere una divisione interna in acquiferi, caratterizzati dall’aver alla base una facies fine scarsamente o per nulla permeabile (rispettivamente acquitardo o acquicludo) arealmente, in senso geologico, continuo e interessati, ad esclusione delle aree di ricarica, da flussi idrici interni confinati.

PRINCIPALI UNITÀ STRATIGRAFICHE				ETA (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE	
AFFIORANTI		SEPOLTE				GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO
QUATERNARIO CONTINENTALE	TERRE ROSE, DILUVIALI ALLUVIALI, TERRAZZI E ALLUVIONI	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ DI BORGO PANIGALE	-0.12	0.125	A	A5
	DILUVIALI p.p.			UNITÀ DI CIVITAVECCHIA			A1
	FORMAZIONE FLUVIO-LACUSTRE			UNITÀ DI CIVITAVECCHIA			A2
	FORMAZIONE FLUVIO-LACUSTRE			UNITÀ DI CIVITAVECCHIA			A3
QUATERNARIO MARINO	MILAZZANO SABBIE DI CASTELVETRO p.p.	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	-0.35-0.45	0.89	B	B1
	SABBIE GIALLE DI MOGLIA p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			B2
	MILAZZANO e CALABRANO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			B3
	SABBIE DI CASTELVETRO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			B4
QUATERNARIO MARINO	SABBIE GIALLE DI MOGLIA p.p.	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	-0.65	1.72	C	C1
	MILAZZANO e CALABRANO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			C2
	SABBIE DI CASTELVETRO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			C3
	SABBIE GIALLE DI MOGLIA p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			C4
P2	CALABRANO p.p.	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	-1.0	3.55	C	C5
	FORMAZIONE di TERRA DEI SOLE p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			
P2	CALABRANO p.p.	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	-2.2	3.55	C	
	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			
P2	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE	-3.3-3.6	3.55	C	
	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.			UNITÀ ALLUVIONALE INFERIORE			
				-3.9			ACQUITARDO BASALE

Figura 23. Schema stratigrafico del margine appenninico e della pianura emiliano-romagnola (da “Le acque sotterranee della Regione Emilia-Romagna. Modello concettuale” PTA, 2005)

Ogni Unità Idrostratigrafica-Sequenziale può essere considerata idraulicamente isolata da quelle adiacenti cosicché il livello piezometrico misurato in un pozzo attestato su questa UIS può risultare diverso dal livello misurato, nella stessa posizione geografica, in pozzi interessanti le altre Unità.

⁴ Regione Emilia Romagna, ENI-AGIP (1988) “Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna” a cura di G. Di Dio. S.EL.CA. (Firenze)

I tre Gruppi Acquiferi riconosciuti nel sottosuolo sono costituiti complessivamente da tredici UIS denominati Complessi Acquiferi, gerarchicamente inferiori ai precedenti per differenze di volume complessivo utile e per caratteristiche geometriche del proprio livello acquifero o acquicludo basale. La base di ogni Gruppo Acquifero affiora a tratti sul Margine Appenninico Padano; nel territorio in esame è presente il Gruppo Acquifero A.

In generale gli acquiferi sono distinti in una zona di ricarica ed un serbatoio: la zona di ricarica diretta è la porzione di superficie topografica in cui avviene l'alimentazione del serbatoio stesso, a forte componente verticale e proveniente dalla superficie; le porzioni affioranti dei Gruppi Acquiferi costituiscono l'area di ricarica idrometeorica degli acquiferi stessi e sono perciò da salvaguardare con attenzione poiché naturalmente esposte e vulnerabili agli inquinamenti.

Dal punto di vista idrogeologico il sito in esame è ubicato in una zona con uno spessore cumulativo dei depositi porosi permeabili del gruppo acquifero A tra 100 e 120 m e con una profondità del limite basale tra -150 e -200 m s.l.m. (l'area si colloca in prossimità dell'isobata -150 m s.l.m.).

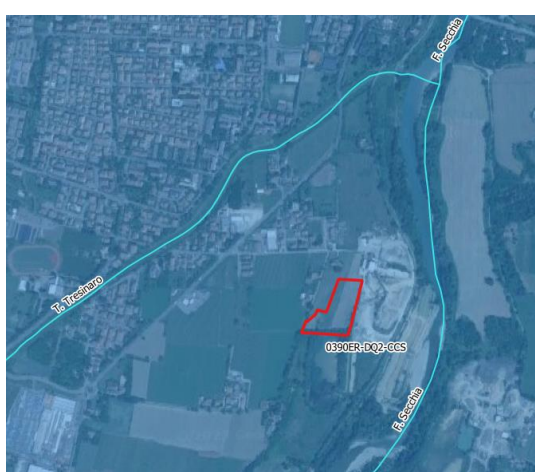
Con la delibera della Giunta Regionale n.350/2010 la Regione Emilia Romagna ha formalizzato l'identificazione e delimitazione dei corpi idrici sotterranei ai sensi delle direttive 200/60/CE e 2006/11/CE.

In sintesi sono stati identificati:

- ✓ L'acquifero freatico di pianura
- ✓ Gli acquiferi confinati superiori, conoidi alluvionali appenniniche-acquifero libero, acquiferi montani
- ✓ Gli acquiferi confinati inferiori

L'acquifero freatico di pianura si presenta con uno spessore contenuto ed è fisicamente separato dagli acquiferi sottostanti e confinati; risulta avere ricarica diretta dai corsi d'acqua superficiali ed è rappresentato dal complesso Acquifero A0. L'acquifero confinato superiore è rappresentato dai complessi acquiferi A1 e A2, mentre l'acquifero confinato inferiore raggruppa i complessi acquiferi A3 ed A4 unitamente ai gruppi Acquiferi B e C.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, si segnala la presenza dell'acquifero freatico di pianura fluviale (IT089015ER-DQ1-FPF), dell'acquifero confinato superiore della Conoide Secchia (IT080390ER-DQ2-CCS) e dell'acquifero confinato inferiore della Conoide Secchia (IT082390ER-DQ2-CCI).



Acquifero freatico di pianura fluviale



Acquifero confinato superiore della Conoide Secchia



Acquifero confinato inferiore della Conoide Secchia

Figura 24. Identificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei in corrispondenza dell'area in esame.

3.3.1 La situazione idrogeologica e piezometrica della cava Contea

Per la definizione della situazione idrogeologica della area della Cava Contea si è fatto riferimento a quanto riportato nello Studio Geologico-Minerario della Variante Generale del PAE 2016, unitamente ai dati bibliografici e di nuova definizione derivanti dalle indagini eseguite per la stesura dell'atto d'accordo e dalla realizzazione dei piezometri per il monitoraggio della falda, eseguiti nell'area in esame nel Settembre 2023.

Per chiarezza si riporta di seguito la sezione E-E' della Carta Geologica CARG in cui sono evidenziati il serbatoio acquifero **A₀** con spessore di circa 15 m in cui la presenza di un acquifero è testimoniata, nella zona di Rubiera, solo nei pressi del F. Secchia, il serbatoio acquifero **A₁** presente tra 0 e 40 m s.l.m. con un acquifero di spessore <20 m, che risulta isolato dall'acquifero **A₀**.

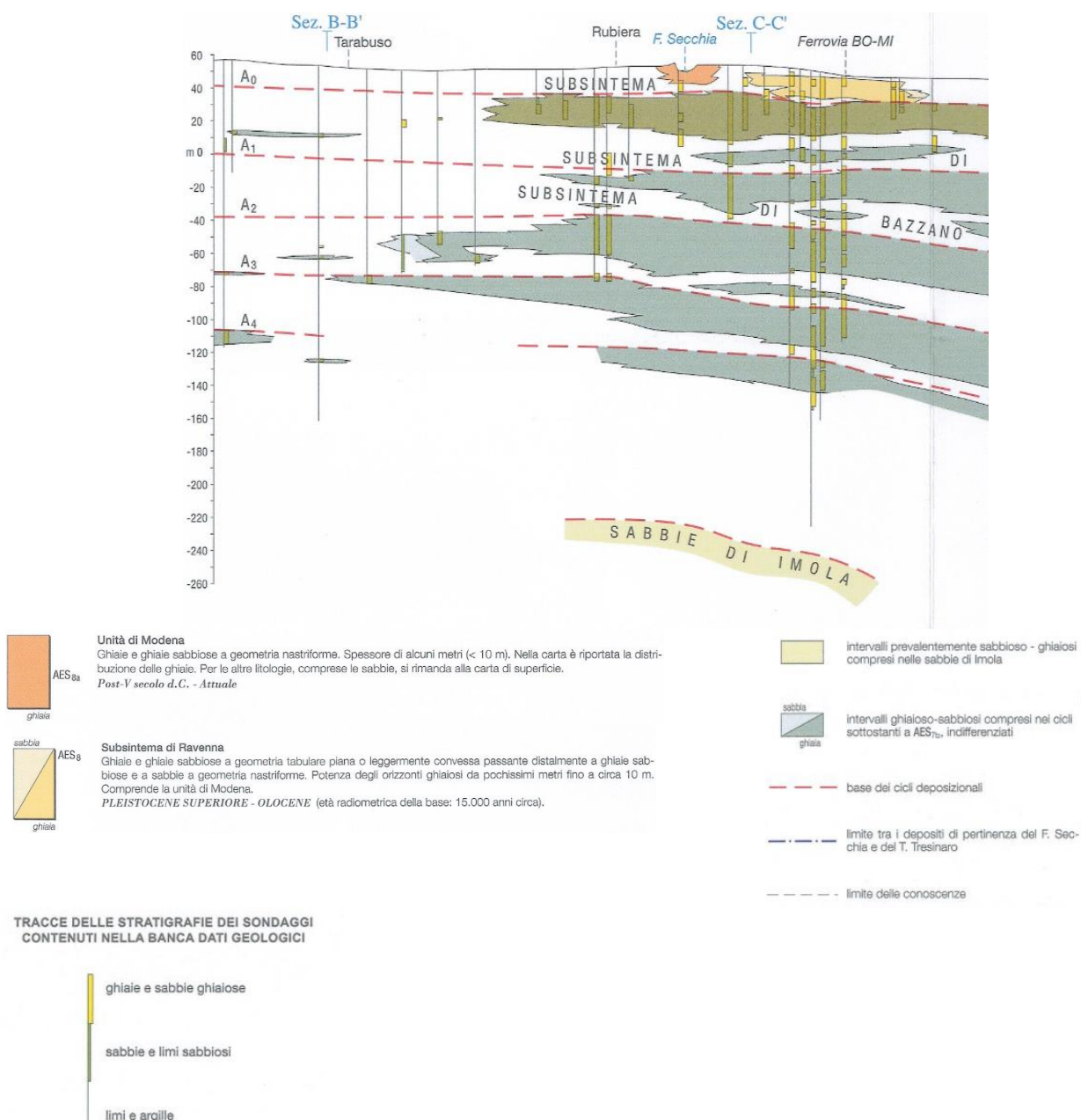


Figura 25. Porzione ovest della sezione EE' presente nella Carta "Tetto delle ghiaie e delle sabbie quaternarie continentali" allegata al Foglio 201 – Modena.

La Variante PAE prende a riferimento la campagna piezometrica eseguita nel Giugno 1998, in cui i pozzi indagati furono sia i pozzi a camicia (con profondità tra -8 e -12 m dal p.c.) captanti la sola falda superficiale (A_0), sia pozzi più profondi con pompa posta a -20/30 m da p.c. captanti la falda più profonda (A_1).

Nella campagna piezometrica 1998 i pozzi a camicia captanti la falda più superficiale A_0 risultarono asciutti, nei pozzi più profondi il livello acquifero era attestato tra -14.1 e 15.7 m dal p.c. Nella **Tavola 4** è riportata la ricostruzione della falda così come riportata nella Figura 40 dello Studio Geologico-Minerario del PAE. Ad integrazione dei dati di PAE nella **Tavola 4** sono riportati inoltre i dati derivanti da altre indagini eseguite nei pressi dell'area in esame e sono stati inseriti anche i dati piezometrici relativi al livello della falda misurato in corrispondenza dei piezometri realizzati nel mese di Settembre 2023 (i valori di soggiacenza indicati nella tavola suddetta sono stati misurati durante la perforazione dei sondaggi a carotaggio continuo per la realizzazione dei piezometri, i dati sono inoltre riportati in *Tabella 13*).

In particolare sono stati considerati per la falda A_0 i dati derivanti dai saggi con escavatore eseguiti nell'autunno del 2020 e il sondaggio eseguito nell'area a nord del perimetro di PAE eseguito per gli studi relativi alla Cassa di Espansione.

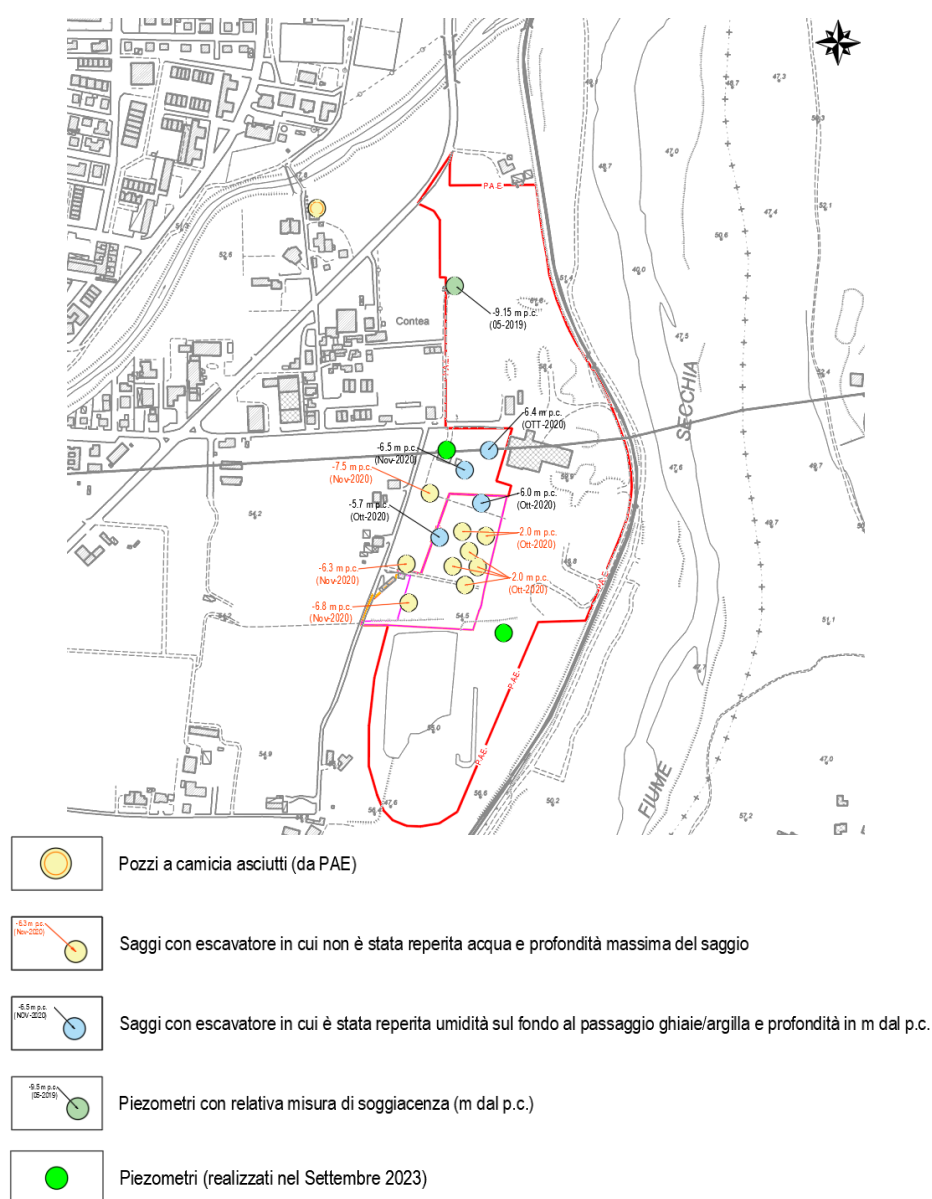


Figura 26. Dati relativi alla falda A_0 (estratto dalla **Tavola 4**).

I dati riportati nella **Tavola 4** e sintetizzati nella figura precedente evidenziano come negli scavi eseguiti nell'autunno 2020 (tra ottobre e novembre) sia stata reperita scarsa e discontinua presenza di acqua, spesso presente al tetto delle argille sottostanti il giacimento ghiaioso da riferire alle precipitazioni avvenute prima dell'esecuzione dei saggi (nel mese di ottobre nella stazione di Marzaglia (MO) la precipitazione è stata di circa 88 mm).

Per quello che riguarda il piezometro posto nel settore nord dell'area di PAE (area di ex cava) eseguito per il progetto della Cassa di espansione da AIPO è possibile evidenziare come all'atto dell'esecuzione del piezometro ISPz10 (Febbraio 2019) fu predisposta l'esecuzione di una prova Lefranc tra 9.0 e 9.8 m dal p.c., prova che non fu possibile eseguire a causa del mancato riempimento del foro. Il dato piezometrico misurato successivamente nel maggio 2019 ha fornito un valore di -9.15 m dal p.c. I dati ottenuti dai saggi con escavatore, unitamente ai dati piezometrici relativi ai pozzi a camicia ed al piezometro posto a nord confermano le considerazioni della VPAE che di seguito si riportano:

I pozzi indagati durante tale la campagna piezometrica sono del tipo a camicia captanti la sola falda superficiale, ed altri con pompa sommersa, posta a profondità dell'ordine dei 20- 30 m, captanti la falda profonda. I primi sono risultati asciutti, mentre nei secondi il livello statico è risultato variabile tra 14.1 m ed i 15,7 dal p.d.c., con un approfondimento della falda in direzione nord. Numerosi pozzi sono risultati non misurabili, a causa della presenza delle pompe ad occludere la bocca del pozzo e molti di quelli a camicia sono risultati asciutti. Tale fatto rappresenta comunque un'indicazione importante per gli scopi del presente PAE; infatti i pozzi a camicia hanno una profondità variabile tra i -8 ed i -12 m dal p.d.c. e quindi la prima falda superficiale da questi captata risulta assente fino a tali profondità. Poiché la profondità di escavazione negli Ambiti "E" ed "F" sarà di -8 m dal p.d.c., non si dovrebbero verificare fenomeni di interferenza con la prima falda durante le operazioni di scavo. Ad ulteriore conferma, l'area già interessata dalle passate estrazioni a sud dell'Ambito "F" si trova ad una profondità di -7 m dal p.d.c. originario e non mostra affioramenti di falda. Inoltre il lago presente in tale zona ribassata non rappresenta affioramento della falda, ma viene direttamente alimentato dalle acque provenienti dal Frantoio della Ditta "Calcestruzzi Guidetti" (ora CEAG s.r.l.).

Si ritiene pertanto che, allo stato attuale delle conoscenze, i previsti scavi fino a - 8 m dal p.c. non interferiscano con una falda acquifera organizzata e continua, ma al limite con venute d'acqua effimere dovute all'infiltrazione delle precipitazioni.

Per quello che riguarda l'acquifero A₁ le isopieze definite nel VPAE 2016 indicano un andamento della falda da sud ovest verso nord est con profondità variabili tra 14-15 m dal p.c., valore confermato anche dai dati relativi ai piezometri C3 e C4 eseguiti nel Luglio 1998.

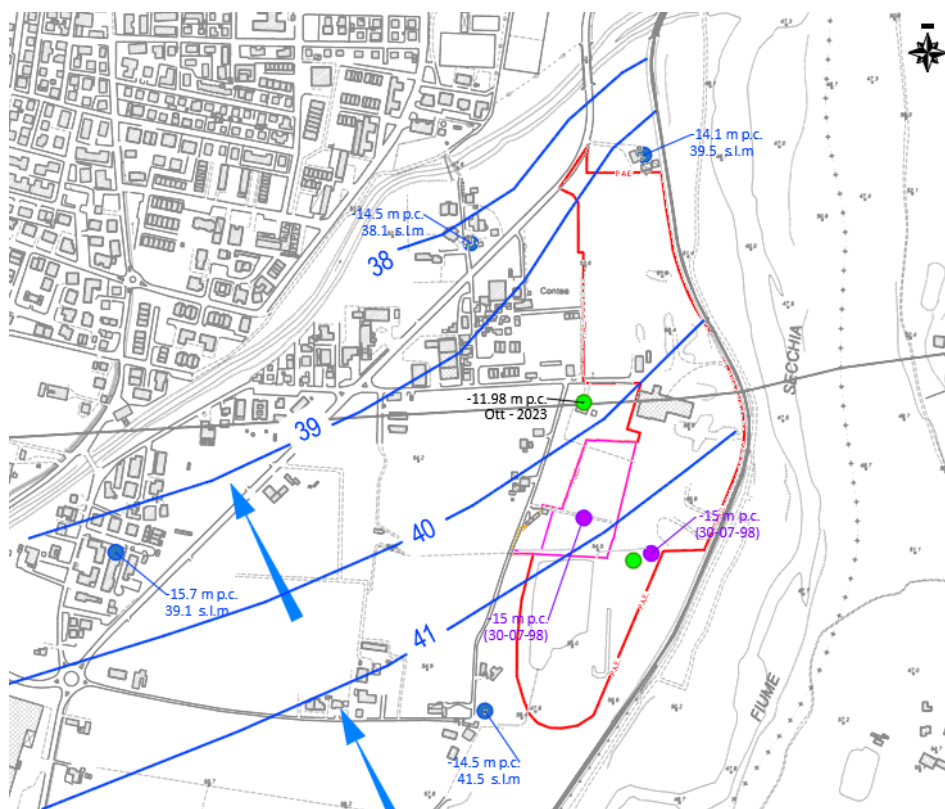


Figura 27. Dati relativi alla falda A₁ (estratto dalla **Tavola 4**)

Come anticipato precedentemente (vedasi paragrafo 3.2), per una migliore conoscenza dell'idrogeologia della zona, ed in accordo con la scheda di PAE e con il PMA dell'atto di accordo sottoscritto, sono stati eseguiti nel mese di Settembre 2023 due coppie di piezometri una a monte della cava ed una a valle della cava filtranti l'acquifero A₀ e l'acquifero A₁.

Nella tabella che segue si riportano i valori di soggiacenza della falda, misurati in corrispondenza dei piezometri costruiti per il monitoraggio piezometrico, durante la loro realizzazione .

Pz	Acquifero	data	Livello falda (m da p.c.)
Pz1_monte	A ₁ – falda profonda	29/09/2023	-7.0
Pz1_valle	A ₁ – falda profonda	26/09/2023	-11.0
Pz2_monte	A ₀ – falda superficiale	29/09/2023	-1.80
Pz2_valle	A ₀ – falda superficiale	29/09/2023	-5.00

Tabella 13. Valore di soggiacenza in corrispondenza dei piezometri di monitoraggio (Settembre 2023)

L'ubicazione dei piezometri eseguiti è riportata nelle **Tavole 5 e 19** allegate.

È stata inoltre eseguita una misura di soggiacenza in corrispondenza dei piezometri di valle nel mese di Ottobre 2023: falda in corrispondenza del piezometro Pz1_Valle (che capta l'acquifero A1) è stata reperita a -11.98 m da p.c., mentre in corrispondenza del piezometro PZ2_valle (che capta l'acquifero superficiale) non è stata reperita la falda.

3.4 Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po (PdGPO) – Acque superficiali

Di seguito si riportano alcune considerazioni relative ai corpi idrici superficiali individuati nei pressi dell'area della Cava in esame, tratte dal repertorio dati messo a disposizione con il Progetto del Secondo Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po (approvato nella seduta del Comitato Istituzionale del 3 marzo 2016, deliberazione n.1/2016). Un'analisi di dettaglio del PdG è riportata all'interno della relazione R.3.1. "Quadro programmatico e progettuale".

I tratti fluviali di interesse sono, per il fiume Secchia, il corpo idrico con sigla "012000000010.1ER" prospiciente l'area di cava individuata ed il corpo idrico con sigla 012014000004ER corrispondente al tratto del T. Tresinaro posto ad ovest dell'area in esame.

Per il corpo idrico del Fiume Secchia sono valutate come pressioni significative quelle diffuse legate al dilavamento dei terreni agricoli (agricoltura) e alterazioni fisiche del canale fluviale. Inoltre nel tratto antistante la cava è indicato anche l'impatto significativo relativo ad Habitat alterati dovuti a cambiamenti idrologici e ad Habitat alterati dovuti a cambiamenti morfologici (inclusa la connettività fluviale).

L'impatto sulla componente biologica è connesso a condizioni morfologiche scadenti, indicato sui corpi idrici naturali che presentano necessità di recupero in termini di ripristino della continuità longitudinale e della permanenza in alveo dei sedimenti alluvionali (come definito all'interno della pubblicazione "Pressioni ed impatti – livello di rischio di non raggiungimento degli obiettivi – misure chiave – allegato C" a cura di Arpa-Regione Emilia Romagna).

Per questo corpo idrico superficiali sono stati riscontrati stato chimico buoni ed uno stato ecologico scarso nel 2015 e pertanto l'obiettivo definito ai sensi della DQA (direttiva 200/60/CE), risulta essere il raggiungimento dello stato ecologico buono.

Altro tratto fluviale di interesse risulta essere il corpo idrico del Torrente Tresinaro, indicato con la sigla 012014000004ER, per tale corpo idrico sono ritenute significative le pressioni diffuse legate al dilavamento dei terreni agricoli (agricoltura) il dilavamento urbano e le alterazioni morfologiche legate ad alterazioni fisiche del canale fluviale. Le pressioni appartenenti a quest'ultima tipologia sono riferibili a modificazioni dell'alveo riconducibili sia a opere trasversali sia opere longitudinali. Come impatti significativi sono segnalati: Inquinamento da nutrienti; Inquinamento chimico; Inquinamento organico; Habitat alterati dovuti a cambiamenti morfologici (inclusa la connettività fluviale).

Per questo corpo idrico superficiali sono stati riscontrati stato chimico buoni ed uno stato ecologico scarso nel 2015 e pertanto l'obiettivo definito ai sensi della DQA (direttiva 200/60/CE), risulta essere il raggiungimento dello stato ecologico buono.

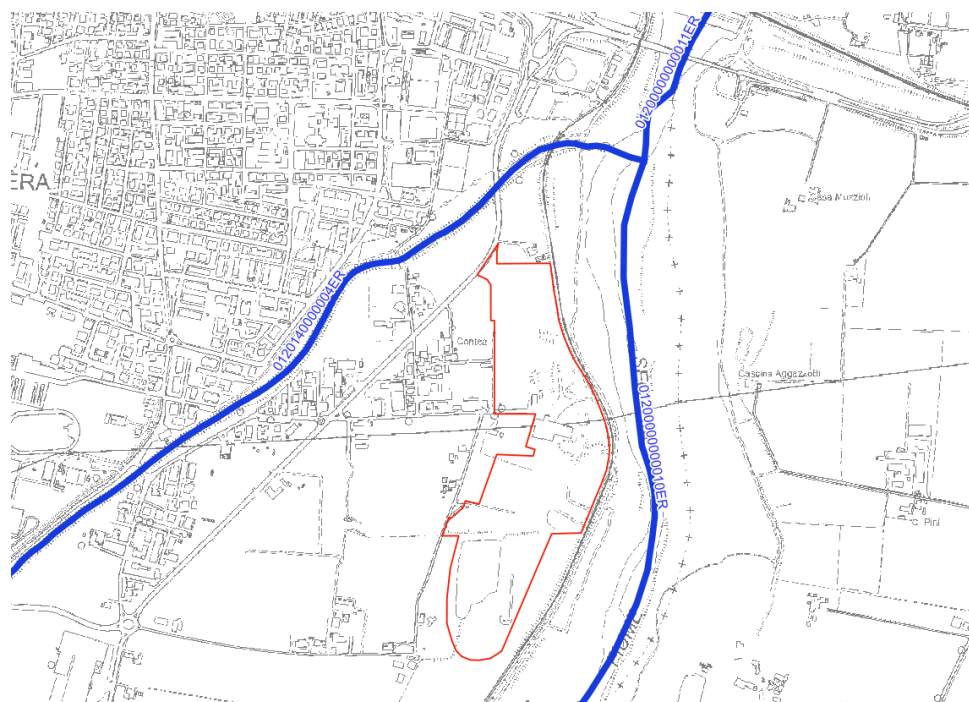


Figura 28. Identificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei nei pressi della Cava Contea sulla base dei dati contenuti all'interno di "AdbPo- Progetto di Piano di Gestione del distretto idrografico del Fiume Po, PdGPo2015

3.5 Piano territoriale di coordinamento provinciale (PTCP)

Come riportato nel paragrafo 2.3 la Tavola P7 "Carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)", in seguito alla specifica Variante PAI del 2022 "Aggiornamento del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po e del PGRA del Distretto idrografico del fiume Po: Fiume Secchia da Lugo alla confluenza nel fiume Po e Torrente Tresinaro da Viano alla confluenza nel fiume Secchia" approvata il 13/04/2022, risulta superata, ma comunque compatibile con le informazioni contenute negli elaborati cartografici della specifica Variante PAI 2022 consultata.

L'area in esame ricade in Fascia C.

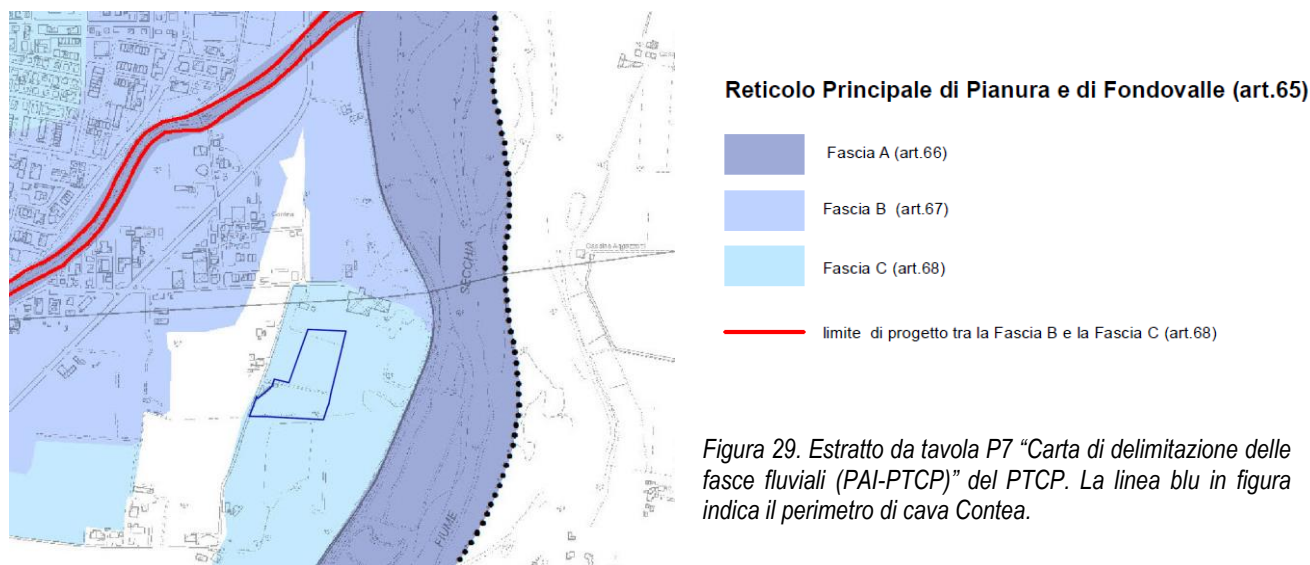


Figura 29. Estratto da tavola P7 "Carta di delimitazione delle fasce fluviali (PAI-PTCP)" del PTCP. La linea blu in figura indica il perimetro di cava Contea.

Nell'ultima parte del tronco, a monte del ponte della via Emilia, l'alveo riprende la morfologia monocursale e riduce il grado di instabilità planimetrica; a valle della confluenza del Tresinaro risulta confinato tra il rilevato della linea ferroviaria in sinistra e un argine di ridotte dimensioni in destra. In corrispondenza degli attraversamenti della SS 9 "Via Emilia" e della ferrovia Milano-Bologna (150 m a valle del precedente) sono presenti due briglie, di cui la prima posta tra le due opere e la seconda a valle della ferrovia (circa 60 m), che complessivamente determinano un salto di fondo di alcuni metri. A monte dei ponti, in sinistra idraulica, inizia un rilevato arginale che risale lungo il torrente Tresinaro, a difesa del centro abitato di Rubiera e che prosegue con l'argine sinistro del torrente stesso.

Le trasformazioni morfologiche subite dal tratto di corso d'acqua incidono profondamente sul comportamento in piena, comportando, per larga parte del tronco, l'esclusione dal deflusso delle aree golenali, l'aumento delle velocità di traslazione dei colmi e l'assenza di laminazione. L'unica condizione di pericolosità idraulica indotta da fenomeni di allagamento 200-ennale che interessano porzioni di tessuto residenziale è presente in sponda sinistra immediatamente a monte di Ponte Veggia.

3.7 Valutazione idraulica sulla cava

In fase di atto di accordo è stata eseguita una valutazione idraulica eseguita dall'Ing. Ubaldo Rubbianesi dell'area di cava di cui si riporta di seguito un estratto. Si veda per gli approfondimenti l'elaborato PCS-R7.

"L'area oggetto di studio si trova in adiacenza alla sponda idrografica sinistra del Fiume Secchia. Tra l'area e l'alveo fluviale si sviluppa il percorso della ferrovia che collega le acciaierie di Rubiera allo scalo ferroviario del capoluogo. L'altimetria del tracciato del raccordo ferroviario presenta una "corda molla" per sottopassare il ponte della S.S. 9 per poi risalire alla quota di attraversamento del T. Tresinaro che affluisce nel F. Secchia. A monte dell'attraversamento del T. Tresinaro il rilevato ferroviario rappresenta un importante presidio idraulico che separa il livello dell'acqua nel fiume dalle aree adiacenti.

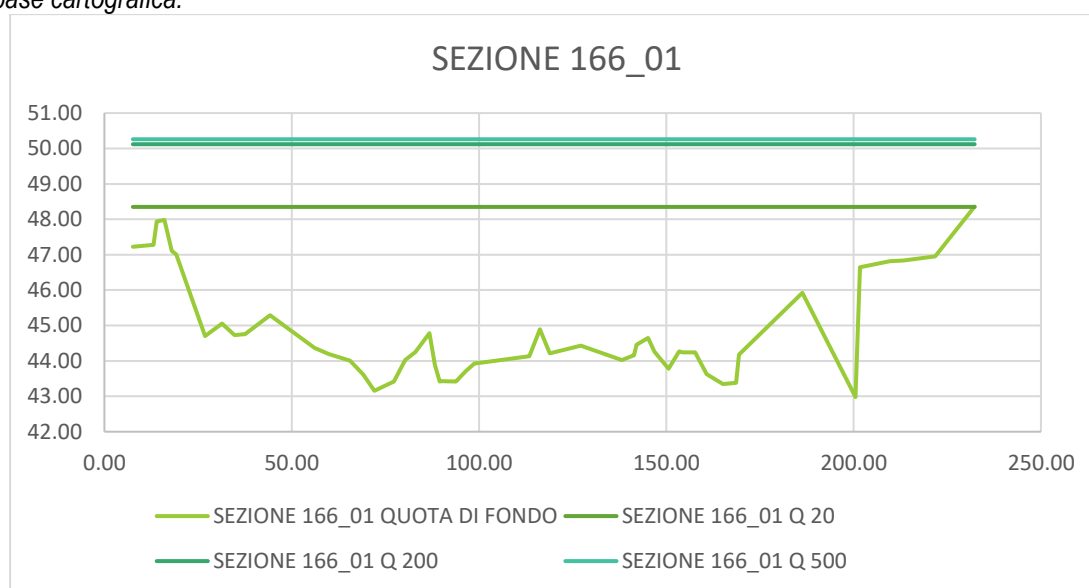
Circa 1 Km a valle dell'area di studio F. Secchia è attraversato dal ponte della S.S. 9 e subito sotto dal ponte della linea ferroviaria Milano-Bologna con le rispettive traverse di controllo delle quote di fondo alveo per proteggerne le fondazioni.

Le portate di piena e i livelli idrometrici corrispondenti sono stati pubblicati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel fascicolo "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" nel marzo 2016 in adempimento all'Art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e del D.lgs. n. 49 del 23.02.2010. La geometria delle sezioni posta a base delle simulazioni sono state le sezioni topografiche realizzate dall'AIPO nel 2002 e pubblicate nel portale cartografico di AIPO.

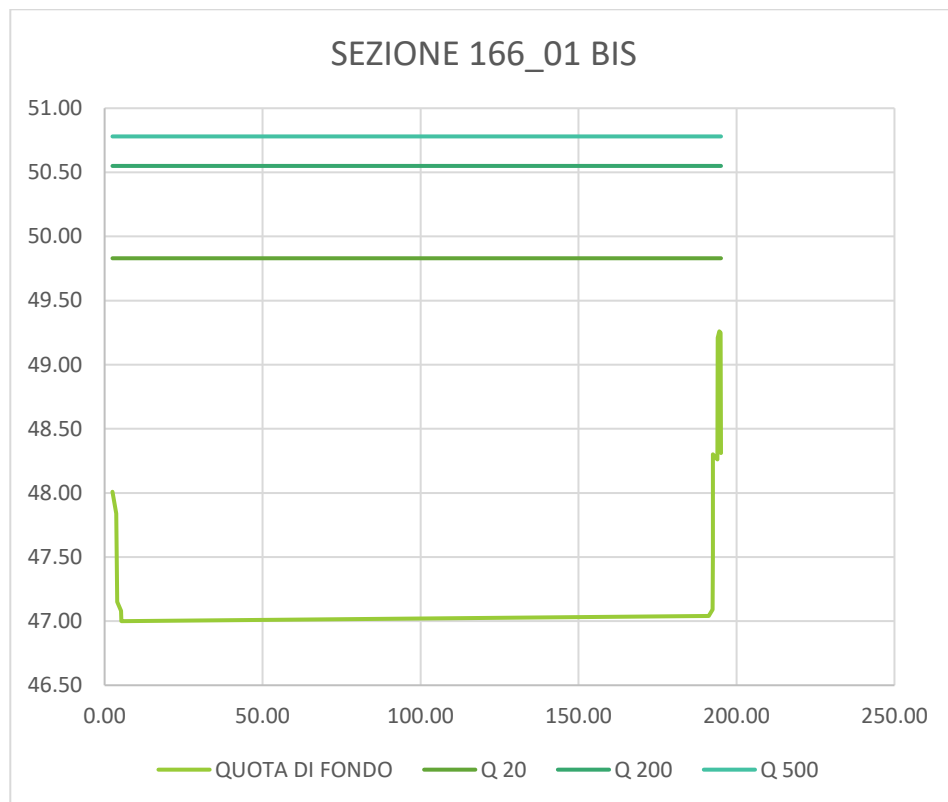
I valori di portata per i quali sono stati determinati i profili di piena sono i seguenti

	Q Tr 20 anni	Q Tr 200 anni	Q Tr 500 anni
Secchia a Rubiera (a monte confl. Tresinaro)	1150	1830	2090
Secchia a Rubiera (a valle confl. Tresinaro)	1330	2010	2270

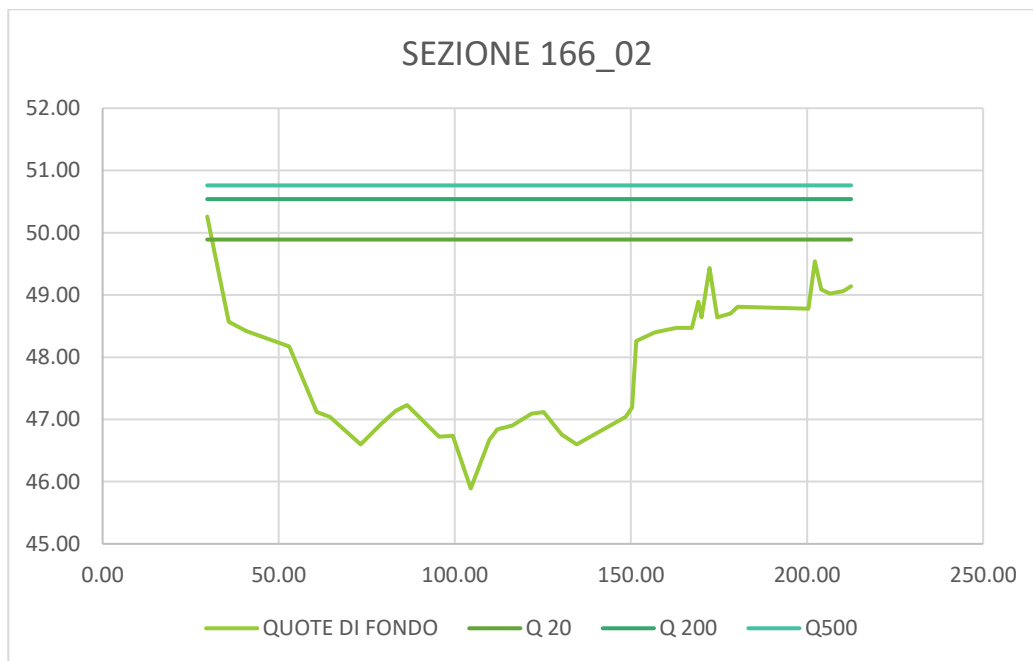
Nelle pagine seguenti si riportano graficamente le sezioni AIPO con indicati i livelli di piena tratti dalla simulazione AdBPO ubicate sulla base cartografica.



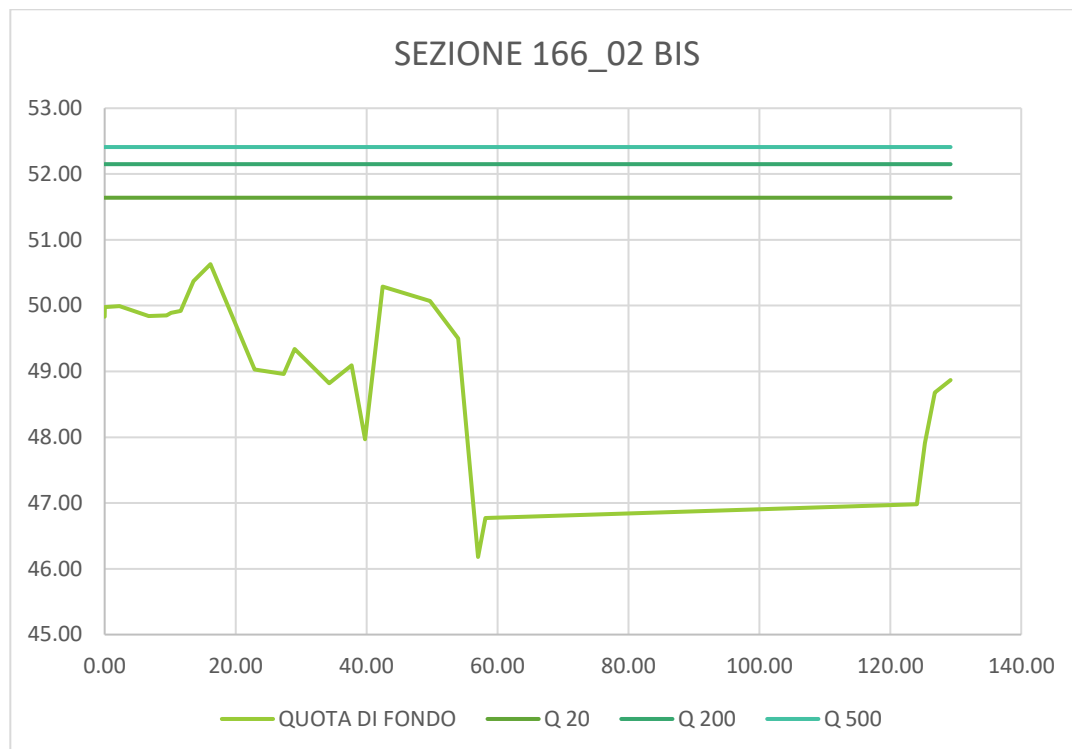
SEZIONE 166_01				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
7,60	47,22	48,35	50,12	50,26
13,08	47,28	48,35	50,12	50,26
13,96	47,94	48,35	50,12	50,26
16,01	47,98	48,35	50,12	50,26
17,96	47,11	48,35	50,12	50,26
19,22	47,01	48,35	50,12	50,26
26,87	44,70	48,35	50,12	50,26
31,37	45,05	48,35	50,12	50,26
34,71	44,73	48,35	50,12	50,26
37,52	44,76	48,35	50,12	50,26
44,19	45,29	48,35	50,12	50,26
56,10	44,37	48,35	50,12	50,26
59,86	44,20	48,35	50,12	50,26
65,58	44,01	48,35	50,12	50,26
69,07	43,62	48,35	50,12	50,26
72,07	43,16	48,35	50,12	50,26
77,28	43,42	48,35	50,12	50,26
80,26	44,02	48,35	50,12	50,26
83,02	44,25	48,35	50,12	50,26
86,74	44,78	48,35	50,12	50,26
88,26	43,89	48,35	50,12	50,26
89,51	43,42	48,35	50,12	50,26
89,99	43,43	48,35	50,12	50,26
93,85	43,42	48,35	50,12	50,26
96,31	43,70	48,35	50,12	50,26
98,77	43,92	48,35	50,12	50,26
113,46	44,13	48,35	50,12	50,26
116,24	44,89	48,35	50,12	50,26
118,92	44,21	48,35	50,12	50,26
127,18	44,43	48,35	50,12	50,26
135,21	44,13	48,35	50,12	50,26
138,09	44,02	48,35	50,12	50,26
141,37	44,16	48,35	50,12	50,26
142,01	44,46	48,35	50,12	50,26
145,16	44,65	48,35	50,12	50,26
146,84	44,26	48,35	50,12	50,26
150,62	43,78	48,35	50,12	50,26
153,42	44,27	48,35	50,12	50,26
154,47	44,24	48,35	50,12	50,26
157,66	44,24	48,35	50,12	50,26
160,79	43,63	48,35	50,12	50,26
165,09	43,35	48,35	50,12	50,26
168,58	43,38	48,35	50,12	50,26
169,35	44,18	48,35	50,12	50,26
186,27	45,92	48,35	50,12	50,26
200,53	42,98	48,35	50,12	50,26
201,69	46,65	48,35	50,12	50,26
209,75	46,82	48,35	50,12	50,26
213,31	46,84	48,35	50,12	50,26
221,81	46,95	48,35	50,12	50,26
232,29	48,36	48,35	50,12	50,26



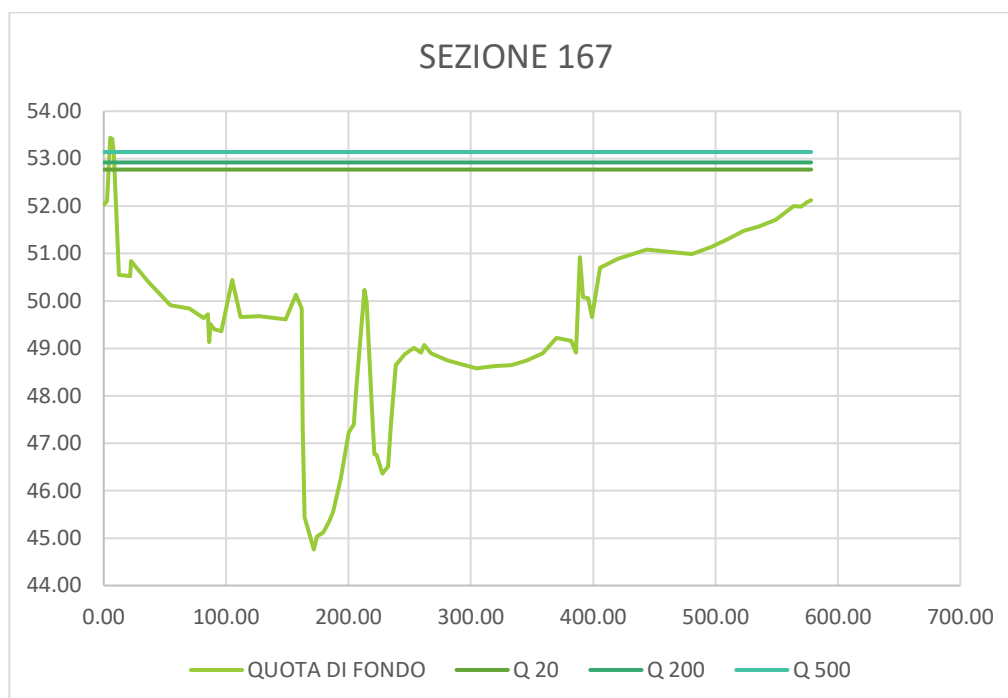
SEZIONE 166_01 BIS				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
2,48	48,01	49,83	50,55	50,78
3,73	47,84	49,83	50,55	50,78
3,97	47,15	49,83	50,55	50,78
5,24	47,08	49,83	50,55	50,78
5,29	47,00	49,83	50,55	50,78
191,19	47,04	49,83	50,55	50,78
192,46	47,09	49,83	50,55	50,78
192,51	47,52	49,83	50,55	50,78
192,55	48,30	49,83	50,55	50,78
193,99	48,26	49,83	50,55	50,78
194,02	49,21	49,83	50,55	50,78
194,54	49,26	49,83	50,55	50,78
194,94	49,25	49,83	50,55	50,78
195,09	48,31	49,83	50,55	50,78



SEZIONE 166_02				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
29,70	50,26	49,89	50,54	50,76
35,79	48,57	49,89	50,54	50,76
40,78	48,42	49,89	50,54	50,76
53,03	48,17	49,89	50,54	50,76
60,78	47,12	49,89	50,54	50,76
64,52	47,04	49,89	50,54	50,76
73,27	46,60	49,89	50,54	50,76
79,07	46,93	49,89	50,54	50,76
83,27	47,14	49,89	50,54	50,76
86,40	47,23	49,89	50,54	50,76
95,52	46,72	49,89	50,54	50,76
99,42	46,74	49,89	50,54	50,76
104,49	45,89	49,89	50,54	50,76
109,76	46,67	49,89	50,54	50,76
112,03	46,84	49,89	50,54	50,76
116,37	46,90	49,89	50,54	50,76
121,76	47,09	49,89	50,54	50,76
125,28	47,12	49,89	50,54	50,76
130,35	46,76	49,89	50,54	50,76
134,58	46,60	49,89	50,54	50,76
148,48	47,04	49,89	50,54	50,76
150,35	47,19	49,89	50,54	50,76
151,52	48,26	49,89	50,54	50,76
156,80	48,40	49,89	50,54	50,76
162,87	48,47	49,89	50,54	50,76
167,29	48,47	49,89	50,54	50,76
169,12	48,89	49,89	50,54	50,76
169,90	48,70	49,89	50,54	50,76
170,08	48,64	49,89	50,54	50,76
172,33	49,43	49,89	50,54	50,76
174,50	48,64	49,89	50,54	50,76
178,35	48,70	49,89	50,54	50,76
180,34	48,81	49,89	50,54	50,76
200,36	48,78	49,89	50,54	50,76
202,19	49,54	49,89	50,54	50,76
204,07	49,09	49,89	50,54	50,76
206,49	49,02	49,89	50,54	50,76
210,30	49,06	49,89	50,54	50,76
212,50	49,14	49,89	50,54	50,76

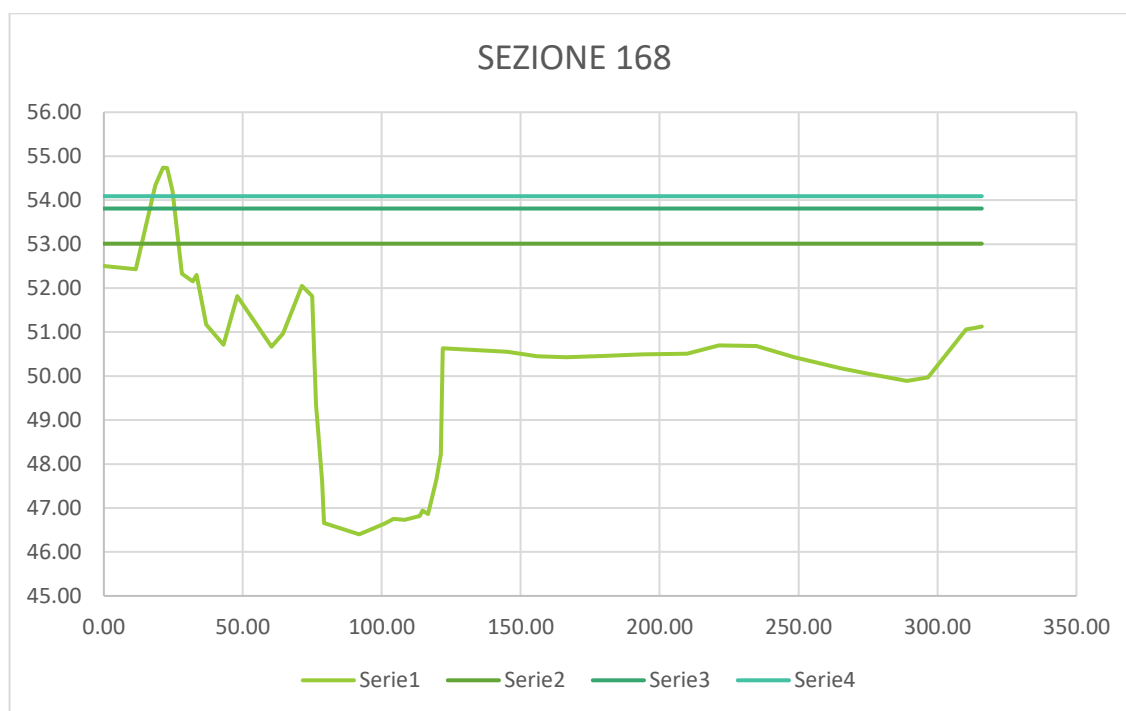


SEZIONE 166_02 BIS				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	49,83	51,64	52,15	52,41
0,00	49,98	51,64	52,15	52,41
2,26	49,99	51,64	52,15	52,41
6,73	49,84	51,64	52,15	52,41
9,44	49,85	51,64	52,15	52,41
10,17	49,89	51,64	52,15	52,41
11,59	49,92	51,64	52,15	52,41
13,55	50,37	51,64	52,15	52,41
16,17	50,63	51,64	52,15	52,41
22,90	49,03	51,64	52,15	52,41
27,35	48,96	51,64	52,15	52,41
29,04	49,34	51,64	52,15	52,41
34,29	48,82	51,64	52,15	52,41
37,74	49,09	51,64	52,15	52,41
39,78	47,97	51,64	52,15	52,41
42,46	50,29	51,64	52,15	52,41
49,72	50,07	51,64	52,15	52,41
53,98	49,50	51,64	52,15	52,41
57,05	46,18	51,64	52,15	52,41
58,14	46,77	51,64	52,15	52,41
124,07	46,98	51,64	52,15	52,41
125,31	47,91	51,64	52,15	52,41
126,82	48,68	51,64	52,15	52,41
129,21	48,87	51,64	52,15	52,41

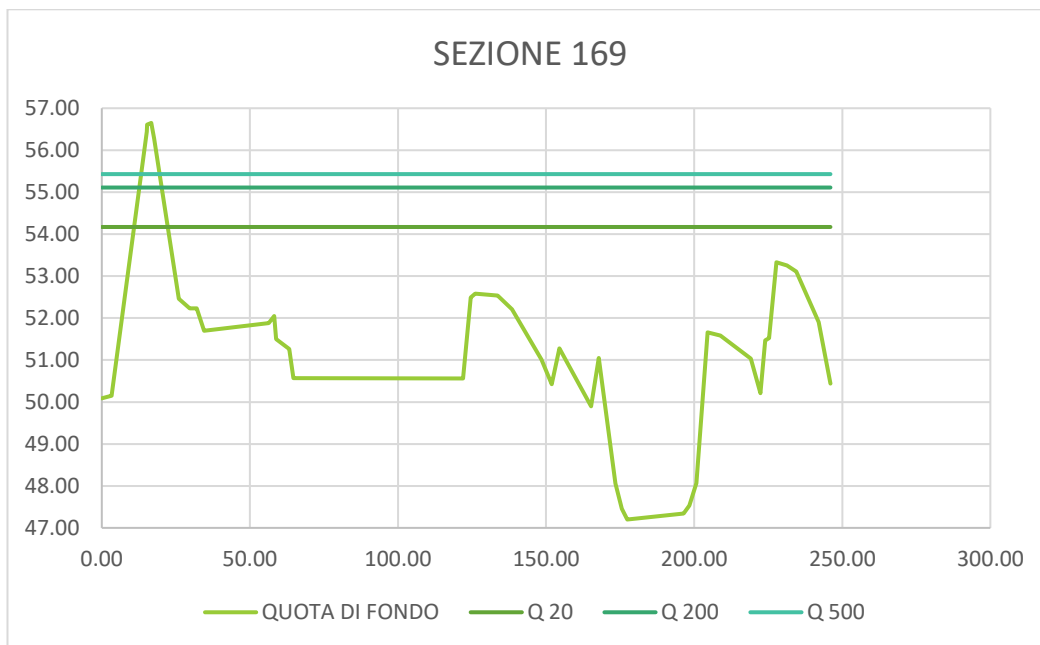


SEZIONE 167				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	52,03	52,77	52,92	53,14
2,80	52,11	52,77	52,92	53,14
4,74	53,21	52,77	52,92	53,14
5,38	53,44	52,77	52,92	53,14
6,87	53,42	52,77	52,92	53,14
8,12	53,13	52,77	52,92	53,14
12,34	50,55	52,77	52,92	53,14
21,68	50,52	52,77	52,92	53,14
22,36	50,84	52,77	52,92	53,14
36,45	50,40	52,77	52,92	53,14
54,64	49,91	52,77	52,92	53,14
69,92	49,84	52,77	52,92	53,14
81,78	49,64	52,77	52,92	53,14
85,09	49,72	52,77	52,92	53,14
86,10	49,13	52,77	52,92	53,14
87,16	49,51	52,77	52,92	53,14
90,46	49,40	52,77	52,92	53,14
96,12	49,36	52,77	52,92	53,14
105,12	50,44	52,77	52,92	53,14
111,92	49,66	52,77	52,92	53,14
126,93	49,68	52,77	52,92	53,14
148,59	49,61	52,77	52,92	53,14
156,98	50,13	52,77	52,92	53,14
161,71	49,84	52,77	52,92	53,14
162,57	47,42	52,77	52,92	53,14
164,22	45,44	52,77	52,92	53,14
171,62	44,76	52,77	52,92	53,14
174,44	45,04	52,77	52,92	53,14
179,39	45,12	52,77	52,92	53,14
183,79	45,33	52,77	52,92	53,14
187,47	45,55	52,77	52,92	53,14
193,66	46,25	52,77	52,92	53,14
200,29	47,23	52,77	52,92	53,14
204,48	47,40	52,77	52,92	53,14
206,46	48,19	52,77	52,92	53,14
212,96	50,23	52,77	52,92	53,14
214,99	49,96	52,77	52,92	53,14
219,92	47,39	52,77	52,92	53,14
221,03	46,77	52,77	52,92	53,14
222,95	46,76	52,77	52,92	53,14

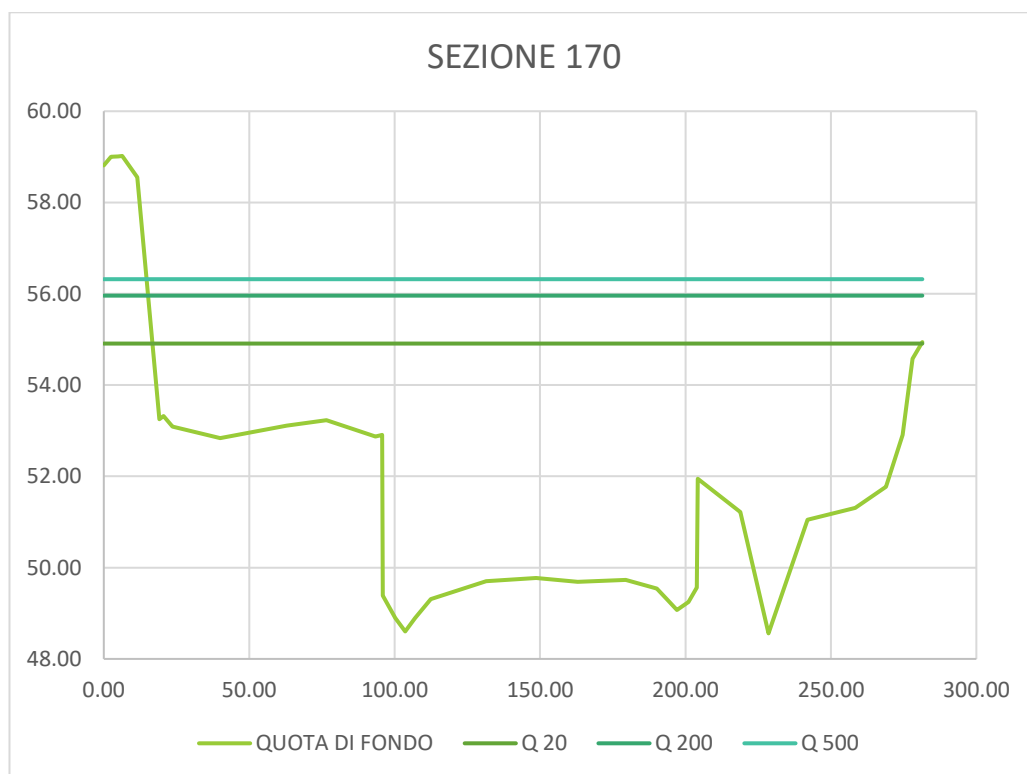
SEZIONE 167				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
227,60	46,36	52,77	52,92	53,14
232,29	46,51	52,77	52,92	53,14
234,73	47,42	52,77	52,92	53,14
238,75	48,65	52,77	52,92	53,14
246,12	48,88	52,77	52,92	53,14
253,70	49,01	52,77	52,92	53,14
259,24	48,91	52,77	52,92	53,14
261,99	49,07	52,77	52,92	53,14
267,56	48,90	52,77	52,92	53,14
280,83	48,75	52,77	52,92	53,14
290,32	48,68	52,77	52,92	53,14
304,48	48,58	52,77	52,92	53,14
319,18	48,63	52,77	52,92	53,14
333,13	48,65	52,77	52,92	53,14
345,34	48,74	52,77	52,92	53,14
358,82	48,90	52,77	52,92	53,14
369,95	49,22	52,77	52,92	53,14
382,05	49,16	52,77	52,92	53,14
386,07	48,91	52,77	52,92	53,14
388,99	50,92	52,77	52,92	53,14
389,47	50,86	52,77	52,92	53,14
391,80	50,08	52,77	52,92	53,14
395,98	50,06	52,77	52,92	53,14
399,16	49,66	52,77	52,92	53,14
405,53	50,70	52,77	52,92	53,14
419,85	50,89	52,77	52,92	53,14
443,78	51,08	52,77	52,92	53,14
480,66	50,99	52,77	52,92	53,14
496,39	51,14	52,77	52,92	53,14
509,09	51,29	52,77	52,92	53,14
523,22	51,48	52,77	52,92	53,14
535,42	51,57	52,77	52,92	53,14
549,20	51,71	52,77	52,92	53,14
563,94	52,00	52,77	52,92	53,14
569,85	51,99	52,77	52,92	53,14
575,19	52,09	52,77	52,92	53,14
578,10	52,12	52,77	52,92	53,14



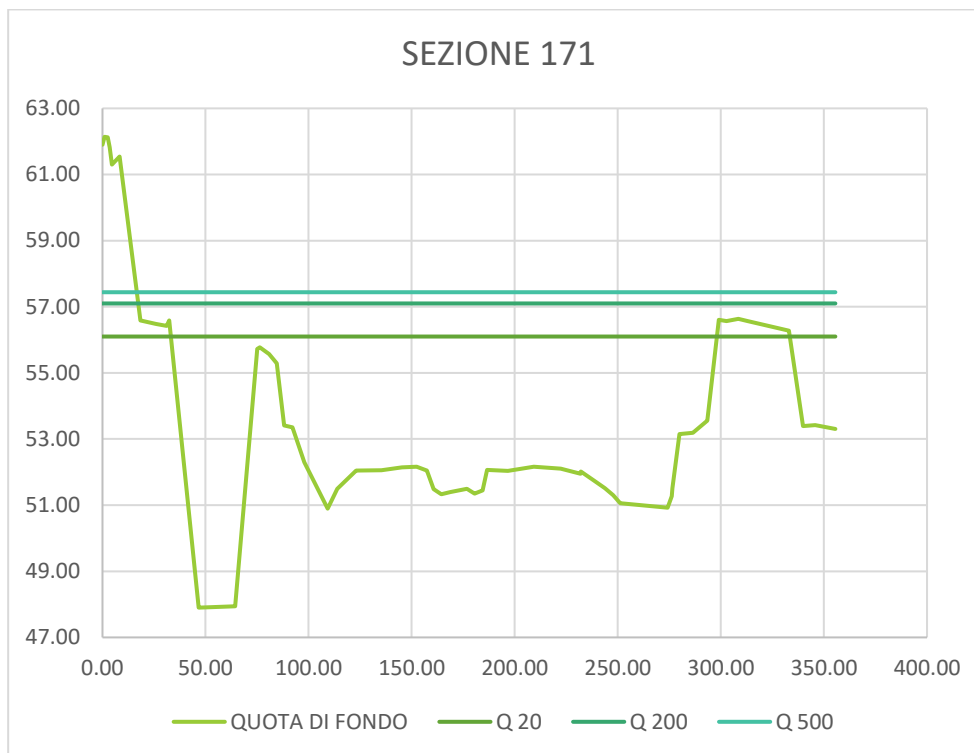
SEZIONE 168				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	52,50	53,01	53,81	54,09
11,51	52,43	53,01	53,81	54,09
18,54	54,34	53,01	53,81	54,09
21,33	54,74	53,01	53,81	54,09
22,75	54,73	53,01	53,81	54,09
24,78	54,20	53,01	53,81	54,09
28,10	52,33	53,01	53,81	54,09
31,97	52,15	53,01	53,81	54,09
33,37	52,30	53,01	53,81	54,09
36,81	51,17	53,01	53,81	54,09
43,08	50,71	53,01	53,81	54,09
48,00	51,82	53,01	53,81	54,09
60,34	50,67	53,01	53,81	54,09
64,53	50,97	53,01	53,81	54,09
71,22	52,05	53,01	53,81	54,09
75,01	51,82	53,01	53,81	54,09
76,40	49,36	53,01	53,81	54,09
78,59	47,62	53,01	53,81	54,09
79,28	46,66	53,01	53,81	54,09
91,94	46,40	53,01	53,81	54,09
100,99	46,64	53,01	53,81	54,09
104,20	46,75	53,01	53,81	54,09
108,31	46,73	53,01	53,81	54,09
113,62	46,82	53,01	53,81	54,09
114,69	46,94	53,01	53,81	54,09
116,71	46,86	53,01	53,81	54,09
119,68	47,64	53,01	53,81	54,09
121,31	48,22	53,01	53,81	54,09
121,97	50,63	53,01	53,81	54,09
145,27	50,55	53,01	53,81	54,09
155,93	50,45	53,01	53,81	54,09
166,44	50,43	53,01	53,81	54,09
179,94	50,46	53,01	53,81	54,09
193,93	50,49	53,01	53,81	54,09
209,82	50,51	53,01	53,81	54,09
221,38	50,70	53,01	53,81	54,09
234,82	50,68	53,01	53,81	54,09
248,39	50,43	53,01	53,81	54,09
264,92	50,18	53,01	53,81	54,09
275,34	50,05	53,01	53,81	54,09
289,02	49,89	53,01	53,81	54,09
296,57	49,97	53,01	53,81	54,09
310,28	51,06	53,01	53,81	54,09
313,72	51,10	53,01	53,81	54,09
315,94	51,13	53,01	53,81	54,09



SEZIONE 169				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	50,09	54,17	55,11	55,43
3,29	50,15	54,17	55,11	55,43
15,18	56,44	54,17	55,11	55,43
15,30	56,61	54,17	55,11	55,43
16,76	56,65	54,17	55,11	55,43
17,66	56,27	54,17	55,11	55,43
25,96	52,46	54,17	55,11	55,43
29,70	52,23	54,17	55,11	55,43
32,04	52,23	54,17	55,11	55,43
34,57	51,70	54,17	55,11	55,43
56,37	51,88	54,17	55,11	55,43
58,26	52,05	54,17	55,11	55,43
58,89	51,50	54,17	55,11	55,43
63,26	51,26	54,17	55,11	55,43
64,73	50,57	54,17	55,11	55,43
121,97	50,56	54,17	55,11	55,43
124,52	52,49	54,17	55,11	55,43
126,08	52,58	54,17	55,11	55,43
133,61	52,54	54,17	55,11	55,43
138,55	52,21	54,17	55,11	55,43
148,50	51,01	54,17	55,11	55,43
151,94	50,42	54,17	55,11	55,43
154,49	51,28	54,17	55,11	55,43
165,24	49,90	54,17	55,11	55,43
167,84	51,05	54,17	55,11	55,43
173,42	48,06	54,17	55,11	55,43
175,61	47,46	54,17	55,11	55,43
177,40	47,20	54,17	55,11	55,43
196,47	47,34	54,17	55,11	55,43
198,33	47,53	54,17	55,11	55,43
200,75	48,07	54,17	55,11	55,43
204,57	51,66	54,17	55,11	55,43
208,88	51,58	54,17	55,11	55,43
219,17	51,03	54,17	55,11	55,43
222,36	50,21	54,17	55,11	55,43
224,02	51,47	54,17	55,11	55,43
225,31	51,52	54,17	55,11	55,43
227,82	53,33	54,17	55,11	55,43
231,37	53,25	54,17	55,11	55,43
234,47	53,11	54,17	55,11	55,43
242,06	51,90	54,17	55,11	55,43
246,01	50,44	54,17	55,11	55,43



SEZIONE 170				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	58,81	54,91	55,96	56,32
2,46	59,00	54,91	55,96	56,32
4,91	59,01	54,91	55,96	56,32
6,35	59,02	54,91	55,96	56,32
11,49	58,55	54,91	55,96	56,32
19,15	53,25	54,91	55,96	56,32
20,49	53,32	54,91	55,96	56,32
23,67	53,09	54,91	55,96	56,32
40,06	52,84	54,91	55,96	56,32
62,87	53,11	54,91	55,96	56,32
76,53	53,23	54,91	55,96	56,32
93,43	52,87	54,91	55,96	56,32
95,66	52,91	54,91	55,96	56,32
95,92	49,39	54,91	55,96	56,32
100,23	48,90	54,91	55,96	56,32
103,66	48,60	54,91	55,96	56,32
107,00	48,90	54,91	55,96	56,32
112,43	49,31	54,91	55,96	56,32
131,46	49,70	54,91	55,96	56,32
148,67	49,77	54,91	55,96	56,32
162,98	49,69	54,91	55,96	56,32
179,49	49,73	54,91	55,96	56,32
190,08	49,54	54,91	55,96	56,32
194,00	49,28	54,91	55,96	56,32
197,11	49,07	54,91	55,96	56,32
201,08	49,25	54,91	55,96	56,32
203,90	49,56	54,91	55,96	56,32
204,20	51,95	54,91	55,96	56,32
218,81	51,22	54,91	55,96	56,32
228,54	48,56	54,91	55,96	56,32
241,95	51,05	54,91	55,96	56,32
258,39	51,31	54,91	55,96	56,32
268,98	51,77	54,91	55,96	56,32
274,66	52,91	54,91	55,96	56,32
278,05	54,58	54,91	55,96	56,32
281,43	54,94	54,91	55,96	56,32



SEZIONE 171				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
0,00	61,90	56,10	57,10	57,44
0,94	62,14	56,10	57,10	57,44
2,51	62,12	56,10	57,10	57,44
3,49	61,82	56,10	57,10	57,44
4,60	61,30	56,10	57,10	57,44
8,25	61,54	56,10	57,10	57,44
18,44	56,59	56,10	57,10	57,44
25,97	56,48	56,10	57,10	57,44
31,21	56,42	56,10	57,10	57,44
32,33	56,59	56,10	57,10	57,44
46,65	47,90	56,10	57,10	57,44
64,39	47,94	56,10	57,10	57,44
75,04	55,72	56,10	57,10	57,44
76,33	55,77	56,10	57,10	57,44
80,84	55,57	56,10	57,10	57,44
84,59	55,29	56,10	57,10	57,44
88,13	53,41	56,10	57,10	57,44
92,13	53,35	56,10	57,10	57,44
97,87	52,30	56,10	57,10	57,44
109,29	50,89	56,10	57,10	57,44
113,86	51,49	56,10	57,10	57,44
123,05	52,05	56,10	57,10	57,44
135,29	52,06	56,10	57,10	57,44
145,26	52,14	56,10	57,10	57,44
152,39	52,16	56,10	57,10	57,44
157,42	52,05	56,10	57,10	57,44
160,72	51,48	56,10	57,10	57,44
164,44	51,33	56,10	57,10	57,44
168,82	51,40	56,10	57,10	57,44
176,83	51,49	56,10	57,10	57,44
180,50	51,35	56,10	57,10	57,44
184,42	51,45	56,10	57,10	57,44
186,62	52,07	56,10	57,10	57,44
196,66	52,04	56,10	57,10	57,44
209,18	52,16	56,10	57,10	57,44
222,23	52,10	56,10	57,10	57,44
231,98	51,95	56,10	57,10	57,44
232,05	52,02	56,10	57,10	57,44
238,55	51,74	56,10	57,10	57,44

SEZIONE 171				
PROGRESSIVA	QUOTA DI FONDO	Q 20	Q 200	Q 500
243,65	51,51	56,10	57,10	57,44
247,81	51,30	56,10	57,10	57,44
251,25	51,06	56,10	57,10	57,44
274,19	50,92	56,10	57,10	57,44
276,17	51,27	56,10	57,10	57,44
276,50	51,51	56,10	57,10	57,44
279,96	53,15	56,10	57,10	57,44
286,43	53,19	56,10	57,10	57,44
293,34	53,56	56,10	57,10	57,44
298,98	56,61	56,10	57,10	57,44
302,77	56,57	56,10	57,10	57,44
308,51	56,63	56,10	57,10	57,44
312,95	56,57	56,10	57,10	57,44
321,61	56,44	56,10	57,10	57,44
332,97	56,28	56,10	57,10	57,44
339,81	53,39	56,10	57,10	57,44
345,76	53,42	56,10	57,10	57,44
355,54	53,30	56,10	57,10	57,44

3.7.1 Idrometria

Nelle vicinanze dell'area di studio sono installati due idrometri con misura continua del livello idrometrico: uno in corrispondenza del ponte della S.S. 9 (Via Emilia) sul F. Secchia e l'altro in corrispondenza del ponte della S.P. 51 sul T. Tresinaro. Il livello significativo per dare una indicazione precisa del livello dell'acqua che potrebbe eventualmente interessare l'area di studio è quello del Tresinaro idraulicamente connesso alla stessa appresentandone il recapito dello scolo naturale delle acque piovane.



La stazione idrometrica più adatta per rappresentare il livello alla confluenza Secchia Tresinaro è quella della Via Emilia: le quote idrometriche in corrispondenza della foce del T. Tresinaro sono determinate dal profilo di rigurgito generato dalla traversa posta a valle del ponte della S.S. 9 su cui è posto l'idrometro.

Le caratteristiche di questa stazione idrometrica sono esposte nella monografia CAE per conto di Regione Emilia Romagna.

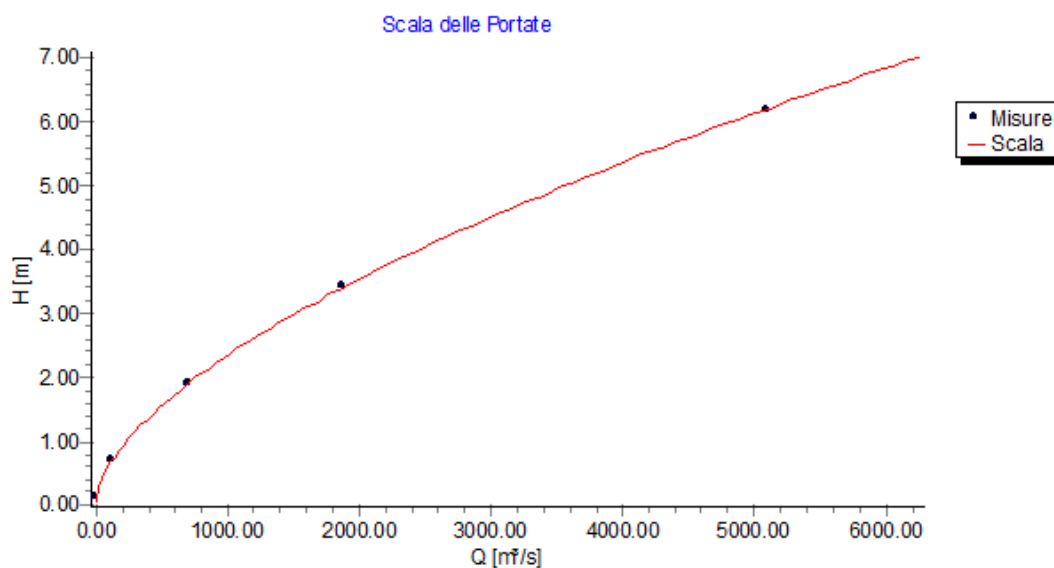
3.7.2 La stazione idrometrica ponte SS9 – Rubiera



La scala di deflusso è stata determinata secondo la seguente formula monomia:

$$Q = 257.973 \cdot (H - 0.07)^{1.646}$$

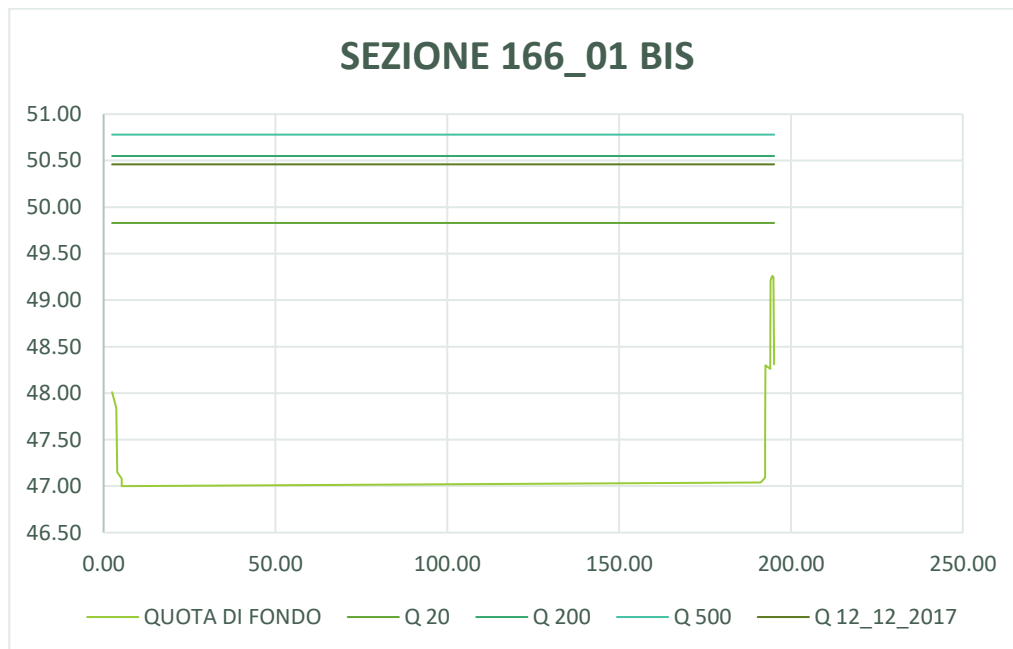
In cui [Q] m³/s e [H] in m



Q

La quota dello zero idrometrico esposta nella monografia citata è di 47,73 m.s.l.m.

L'attuale installazione è attiva dal 2003 e la massima quota idrometrica tra il 2003 e il 2019 (ultima pubblicazione disponibile degli Annali Idrologici parte seconda) è stata raggiunta il 12 dic. 2017 ed era di 2,73 m che aggiunti alla quota dello zero idrometrico danno la quota idrometrica assoluta di 50,46 che nella sezione 166_01bis corrispondono a un tempo di ritorno di poco inferiore a 200 anni.



La lettura dell'idrometro del 12/12/2017 traslata alla sezione 167 che si trova poco a monte della foce del T. Tresinaro corrisponde a 52,85 m.s.l.m. che è inferiore alla quota media del piazzale basso che approssimata per difetto è 54 m.s.l.m. come confermato dal fatto che anche in occasione di questo evento l'area di studio non è stata allagata.

3.7.3 Sistema di allertamento della protezione civile

Nella gestione del sistema di allertamento della Protezione Civile della Regione Emilia Romagna le soglie di intervento sono così determinate:



Agenzia Interregionale
per il Fiume Po



Difesa del suolo,
della coste e bonifica



agenzia
regionale
prevenzione e
ambiente dell'emilia-romagna



Agenzia Regionale di
Protezione Civile

LIVELLI DI RIFERIMENTO Zone di allertamento E ed F

FIUMI ENZA, CROSTOLO, SECCHIA E PANARO

IDROMETRO	Corso d'acqua	SOGLIA 1	SOGLIA 2	SOGLIA 3
RUBIERA SS9	Secchia	1,30	1,80	2,10

3.7.4 Conclusioni Idrauliche

La sorveglianza per la gestione del rischio idraulico nel perimetro aziendale CEAG puo' essere gestita mantenendo costantemente osservato il sistema di allertamento della protezione civile e, nel caso di pubblicazione dell'allerta rosso (possibile superamento della soglia 3) attivare le seguenti misure di tutela:

1. liberare il piazzale basso dell'area dalle persone,
2. spostare i mezzi nella parte alta,
3. chiudere con panconi o sacchetti di iuta riempiti di sabbia gli accessi a piano terra della palazzina a uso uffici.

Questa attività può essere gestita registrandosi Servizio di allertamento via telefono, sms e e-mail adottato dal Comune di Rubiera: basta iscriversi al servizio di Allertamento. In caso di comunicazioni importanti di Protezione Civile un sms, una mail o una voce registrata comunicheranno il messaggio direttamente ai riferimenti indicati dal richiedente. Si può ricevere questo servizio anche sul telefono cellulare.

E' possibile anche scaricare l'app Cityuser, al quale il sistema è collegato, che consente di essere messo al corrente di comunicazioni inviate anche da altri comuni che hanno attivato il servizio in base alla geolocalizzazione dello smartphone (è possibile impostarne il "raggio di azione"). E' scaricabile dal sito <http://www.cityuser.it/> ed è compatibile con gli smartphone e i sistemi più diffusi

In alternativa si possono consultare i dati alla fonte con i seguenti link:

Si ribadisce inoltre (nota integrativa settembre 2019):

La lettura dell'idrometro del 12 dic. 2017 traslata alla sezione 167 che si trova poco a monte della foce del T. Tresinaro corrisponde a 52,85 m.s.l.m. che è inferiore alla quota media del piazzale basso che, nelle adiacenze della palazzina degli uffici approssimata per difetto, è 53.5 m.s.l.m. come confermato dal fatto che anche in occasione di questo evento l'area di studio non è stata allagata....

Una importante osservazione è che la quota del piano viabile della S.P. 51 a valle dell'immissione del nuovo collegamento stradale passa da 52,70 m.s.m. in corrispondenza dell'incrocio di nuova costruzione a scendere verso il ponte del T. Tresinaro e pertanto sarebbe interdetta alla circolazione la S.P. 51 dalle Autorità competenti.

4 SCHEMA LITOLOGICO E MODELLO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Sulla base delle indagini eseguite e dei dati reperiti l'area in esame può essere schematizzata come segue:

- **Livello 1 (L1):** livello rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente fini classificabili come limi/ limi argillosi e argille, il livello presenta spessori variabili da 0.5 a 2.0 m all'interno dell'area di interesse.
- **Livello 2 (L2):** livello rappresentato da depositi alluvionali grossolani classificabili come ghiaie eterometriche in matrice sabbiosa, il livello presenta spessori variabili all'interno dell'area in esame.
- **Livello 3 (L3):** livello rappresentato da depositi alluvionali prevalentemente fini classificabili come argille limose a tratti sabbiose.

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia
0.0-0.5/2.0	L1	Coesivo	Limo e limo sabbioso di colore grigio e bruno
0.5/2.0-5.0/7.7	L2	Granulare	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo >10 cm in matrice sabbiosa di colore grigio. All'interno del livello di ghiaie sono state reperite lenti di materiali fini.
5.0/7.7-16/18	L3	Coesivo	Argilla, argilla limosa di colore grigio nocciola.

4.1 I parametri meccanici

Per quello che riguarda i parametri meccanici dei materiali alluvionali interessati dalle attività di escavazione si è fatto innanzi tutto riferimento ai dati ed alle elaborazioni relative a terreni analoghi della vicina Cassa di espansione del fiume Secchia, in particolare sono stati considerati i dati della Relazione Geotecnica del progetto definitivo relativo a "MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente - MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)" disponibile per la consultazione nel sito della Regione Emilia Romagna <https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/5172>

Nelle Tabelle seguenti sono riportati i dati geotecnici per i terreni coesivi e per i terreni granulari.

	Quote assolute (m s.l.m.)		γ (kN/m ³)	Angolo di attrito interno ϕ (°)		Coesione (kPa)			Modulo edometrico (Mpa)	
	da m	a m		range	caratt.	efficace	non drenata range	non drenata caratteristico	range	caratt.
Argine			19.0		28	10	50-240	120		8.2
Orizzonte A	45.1	37	18.5	25-31	28	10	31-86	55	3.3-8.2	4.2
Orizzonte B	37	28.8	19	23-31	28.5	9	30-180	81.4	2.9-6.5	5.1
Orizzonte C	28.8	18.2	18.5	24-29	26	13	30-135	74.8	4.7-7.3	5.5
Orizzonte D	18.2	9.5	19.5				30-175	93.9		8

Tabella 14. Parametri caratteristici dei terreni coesivi dalla "Relazione Geotecnica" del progetto definitivo relativo a "MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente - MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE).

	TERRENI GRANULARI						
	Quote assolute (m s.l.m.)		γ (kN/m ³)	Angolo di attrito interno ϕ (°)		Modulo elastico (MPa)	
	da m	a m		range	caratter.	range	caratter.
Argine			20.0	31-38	33.2		40.0
Orizzonte A	47	38	21.0	32-49	39.2	29-70	33.6
Orizzonte B	38	27	21.0	32-47	37.0	28-64	40.6
Orizzonte C	27	17	21.5	37-50	42.1	40-73	53.0
Orizzonte D	15	10	21.0	37-46	39.5	40-61	46.7

Tabella 15. Parametri caratteristici dei terreni granulari dalla "Relazione Geotecnica" del progetto definitivo relativo a "MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente - MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE)

La presenza di ghiaie alluvionali non permette una determinazione semplice dei parametri meccanici in quanto non sono eseguibili prove di laboratorio meccaniche atte alla determinazione dei parametri meccanici (le ghiaie non sono prelevabili con i campionatori geotecnici) e l'esecuzione di prove in sito quali le prove penetrometriche dinamiche forniscono spesso valori non elaborabili (numero di colpi > 100) visto o l'elevato addensamento del deposito o le importanti (grandi) dimensioni dei ciottoli.

Per quanto riguarda l'angolo di attrito delle ghiaie, oltre al dato bibliografico precedentemente descritto si è quindi cercato di ricavarlo da prove eseguite in terreni analoghi (ovviamente più penetrabili e quindi stimando valori cautelativi), misurando gli angoli dei cumuli appositamente predisposti, l'angolo dei detriti alla base delle scarpate fluviali e tramite una back analysis di scarpate esistente o riprodotte.

Parametri da terreni analoghi. Le indagini sono state eseguite dagli scriventi sui terrazzi del fiume Secchia (depositi AES8a tipo G1) in sinistra idraulica e sono rappresentate da prove penetrometriche dinamiche pesanti, che hanno permesso di ricavare il valore di Nspt (standard penetration test).

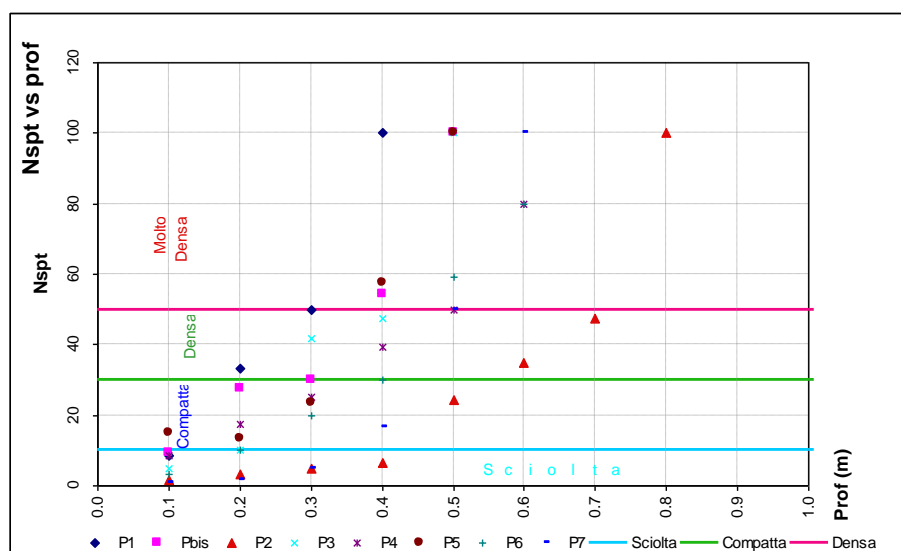


Figura 31. Valori di Nspt in funzione della profondità.

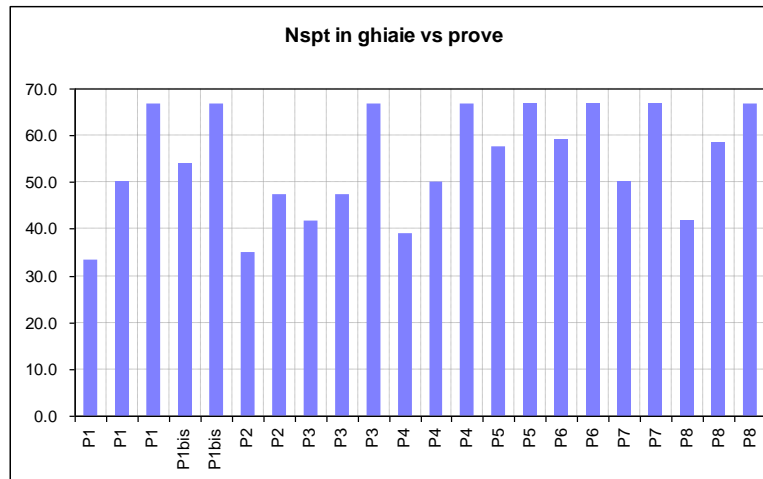


Figura 32. Valori di Nspt nelle diverse prove interessanti le ghiaie.

Dai valori di Nspt sono stati calcolati i parametri Φ' ed E attraverso formule di correlazione.

L'angolo di attrito ϕ' è stato determinato utilizzando le seguenti equazioni:

$$\Phi' = (\text{NSPT} \cdot 0.3) + 27$$

$$\Phi' = (0.14 \cdot D_r) + 28$$

$$\Phi' = 19 - 0.38 \cdot \sigma'_v + 8.73 \cdot \log(\text{NSPT})$$

$$\Phi' = 27.2 + 0.28 \cdot (N'60)$$

$$\Phi' = 20 + 9.3 \cdot (N'60)$$

$$\Phi' = ((15 \cdot \text{NSPT})^{0.5}) + 15$$

Shioi & Fukui (1982)⁵

Schmertmann (1978)⁶

De Mello (1971)⁷

Peck, Hanson e Thornburn (1956)

Peck, Hanson e Thornburn (1953)⁸

RoadBridge

La correlazione con Nspt non è sempre diretta, ma in Schmertmann è necessario determinare la densità relativa D_r ricavata secondo le formule proposte da diversi autori tra cui:

$$D_r = \text{EXP}(0.478 \cdot \text{LN}(\text{Nspt}) - 0.262 \cdot \text{LN}(\sigma'_v) + 2.84)$$

$$D_r = 21 \cdot (\text{Nspt} / (\sigma'_v + 0.7))^{0.5}$$

Schultze & Menzenbach (1961)⁹

Gibbs-Holz (1957)¹⁰

L'elaborazione statistica dei valori di ϕ' trovati è riportata nell'istogramma successivo.

Classe	Frequenza	% cumulativa
20	0	0.00%
25	0	0.00%
28	0	0.00%
30	0	0.00%
32	0	0.00%
34	0	0.00%
36	0	0.00%
38	2	3.03%
40	3	7.58%
42	5	15.15%
45	28	57.58%
50	16	81.82%
>50	12	100.00%

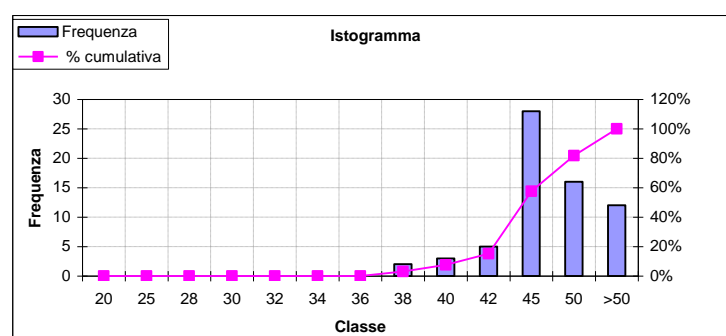


Figura 33 Istogramma Valori di Φ'

⁵ Shioi Y. & Fukui J. (1982): "Application of N-Value to Design of Foundations in Japan", 2nd European Symposium of penetration Testing, Vol.1 pp159-164

⁶ Schmertmann J.H. (1978): "Guidelines for cone penetration test performance and design. U.S. Dept. Of Trasportation, FHWA, R78-209, Washington D.C. USA

⁷ De Mello V.F.B (1971): "The standard penetration test state-of-the art report" 4th Pan-American Conf. On Soil Mechanics Foundation Engineering, Puerto Rico, 1, 1-86

⁸ Peck R.B., Hanson W.F., Thornburn T.H. (1953) "Foundation engineering" Wiley, New York

⁹ Schulze E. & Menzenbach E. (1961): "Standard penetration test and compressibility of soils" Proc. 5th Int. Conf. Soil mechanics, Foundation Engineering, Paris, vol.1, pp527-32

¹⁰ Gibbs H.J. & Holz W.G. (1957): "Research on determinig density of sands by spoon penetration testing" Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.1, 35-39.

Dei parametri sopra riportati sono stati determinati: il valore medio, il 5° percentile, il valore medio di Schmertmann ed il 5° percentile di Schmertmann.

Complessivo		Schmertmann	
Media	5° percentile	Media Sm	5° percentile Sm
47.14	40.00	47.2	44.89

Si nota come i valori risultino alquanto elevati, comunque in linea con l'addensamento e granulometria (grossolana) del deposito di ghiaie presenti in sito. Per meglio comprendere le caratteristiche geotecniche sono stati ricavati i parametri meccanici di riferimento per le analisi e verifiche geotecniche utilizzando la seguente procedura.

L'angolo di attrito determinato con le Nspt rappresenta il valore di riferimento della forza al taglio totale (τ).

Si è quindi ricavata la $\tau = c' + \gamma' \cdot \tan \phi'$ imponendo $c' = 0$ e ϕ' pari al parametro elaborato.

È stata ricalcolata la coppia dei parametri c' (c_2 nelle tabelle seguenti) e ϕ' (ϕ_2 nelle tabelle seguenti) facendo variare c' e mantenendo fisso τ .

In tal modo sono stati calcolati i valori di seguito riportati.

Prof m	γ t/mc	σ t/mq	Φ' °	c' t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c_2 t/mq
0.50	1.70	0.85	40.00	0.00	0.71	40.00	0.0000
0.50	1.70	0.85	44.89	0.00	0.85	40.00	0.1335
0.50	1.70	0.85	47.14	0.00	0.92	40.00	0.2029
0.50	1.70	0.85	47.20	0.00	0.92	40.00	0.2047

Prof m	γ t/mc	σ t/mq	Φ' °	c' t/mq	t t/mq	Φ_2 °	c_2 t/mq
0.50	1.70	0.85	44.89	0.00	0.85	42.00	0.0814
0.50	1.70	0.85	47.14	0.00	0.92	42.00	0.1506
0.50	1.70	0.85	47.20	0.00	0.92	42.00	0.1526

L'analisi evidenzia come la coppia dei parametri geotecnici c' e ϕ' risulti quindi rientrare nel range:

C' t/mq	0.15
Φ' (°)	42

Angolo di riposo. Durante l'esecuzione dei pozzetti esplorativi sono stati predisposti dei cumuli in modo da poter misurare l'angolo di riposo del materiale scavato in sito. Le misurazioni hanno fornito angoli variabili dai 40 a 45°.



Figura 34. Sulla destra in evidenza il cumulo in preparazione con angolo di riposo > 40°.

Ad integrazione dei dati a disposizione sono stati misurati gli angoli di riposo dei detriti al piede delle scarpate fluviali del F. Secchia e dei cumuli presenti in frantoio a Rubiera ed a San Bartolomeo (frantoi CEAG) realizzati con ghiaie del F. Secchia prelevate in cave attive ed hanno fornito valori confrontabili di angolo di riposo compreso tra 40 e 45°.

Le più recenti indagini eseguite in corrispondenza dell'area in esame (vedasi paragrafo 3.2) hanno visto l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo per la realizzazione dei piezometri per il monitoraggio della falda (e per verifiche geotecniche). Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite alcune prove SPT in corrispondenza del livello di ghiaia e sono stati prelevati n°2 campioni in corrispondenza del livello di argilla (argilla interstrato), presente sotto il primo orizzonte di ghiaia. L'elaborazione delle prove SPT e l'esecuzione delle prove di laboratorio hanno permesso di verificare e nel caso delle argille di tarare (data la presenza di dati ulteriori) i parametri geotecnici dei livelli attraversati. Come si riporta di seguito i valori ottenuti dalle prove eseguite in sito sono concordi con i range di angolo di attrito e coesione valutati, in particolare per il livello di ghiaia; per quanto riguarda le argille i dati ottenuti dalle prove geognostiche più recenti (sondaggi a carotaggio continuo e prelievo di campioni indisturbati – Ottobre 2023) hanno permesso di tarare con più accuratezza i parametri geotecnici del livello coesivo.

Come riportato in precedenza, durante l'esecuzione dei sondaggi PZ1_valle e S3 sono stati prelevati n°2 campioni indisturbati, questi hanno riguardato il livello di argilla presente al di sotto del primo orizzonte di ghiaia. Sui campioni sono state eseguite alcune prove di laboratorio tra cui prove di taglio diretto (TD) e prove di compressione ad espansione laterale libera (ELL). Nella tabella che segue si riportano i valori di coesione (c') e angolo di resistenza al taglio (ϕ') (tensioni efficaci da prove di taglio diretto (TD)) e di coesione non drenata (Cu) ottenuti da prove ELL.

Campione	Livello	Profondità	c' [kPa]	ϕ' [°]	Cu [kPa]
C1_S3	Argilla interstrato	8.0-8.6	9.0	17.9	103
C1_Pz1_valle	Argilla interstrato	7.5-8.10	11.3	16.3	100

Tabella 16. Parametri ottenuti da prove di laboratorio geotecnico eseguiti su campioni di argilla interstrato.
c'=coesione efficace; ϕ' = angolo di attrito efficace; Cu=resistenza al taglio in condizioni non drenate.

Le prove SPT eseguite invece in corrispondenza del livello di ghiaia sono le seguenti:

Prove SPT Sondaggio Pz1_valle	profondità (m)		n colpi			Livello	Nspt
	da	a					
SPT1_Pz1_valle	3.0	3.45	20	19	34	Ghiaie	53
Prove SPT Sondaggio S3	profondità (m)		n colpi			Livello	Nspt
	da	a					
SPT1_S3	2.80	3.25	8	4	4	Lente argilla limosa*	8
SPT2_S3	3.70	4.15	14	16	15	Ghiaie	31

Tabella 17. Dati prove SPT eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi Pz1_valle ed S3 (Settembre 2023).

* (La prova SPT1_S3 è stata eseguita in corrispondenza di una lente di argilla/argilla-limosa (o tratto di matrice della ghiaia arricchita di componente argillosa/limosa)).

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione delle prove SPT.

	profondità (m)	n colpi			DH2	Nspt	N'60	N'w60	γ (t/mc)	σ (t/mq)	DR	ϕ (°)	E (Mpa)	Cu (kPa)	M (MPa)
S3_SPT1	3.025	8	4	4	S3_SPT1	8.00	11.02	11.02	1.90	3.23	49.14	25.13	17.76	70.54	7.55
S3_SPT2	3.925	14	16	15	S3_SPT2	31.00	39.72	39.72	1.90	1.71	93.63	33.72	34.01	254.22	17.52

Tabella 18. Sintesi elaborazione prove SPT eseguite durante l'esecuzione del sondaggio S3.

	profondità (m)	n colpi			Nspt	N'60	N'w60	γ (t/mc)	σ (t/mq)	DR	ϕ (°)	E (Mpa)	Cu (kPa)	M (MPa)
Pz1_v_SPT1	3.225	20	19	34	53.00	49.83	49.83	1.80	4.01	100.00	39.00	44.60	318.92	21.03

Tabella 19. Sintesi elaborazione prova SPT eseguita durante l'esecuzione del sondaggio Pz1_valle.

I valori riportati nelle tabelle precedenti rappresentano il 5° percentile dei valori ottenuti dall'elaborazione dei parametri geotecnici ottenuti utilizzando diverse formule conosciute in letteratura. Nelle tabelle seguenti si riportano le elaborazioni complete.

Per quanto riguarda i parametri relativi al livello di ghiaie si segnala che le elaborazioni hanno permesso di valutare valori compresi tra un minimo di 33.7° ed un massimo di 42° di angolo di attrito (ϕ').

Prova N° S3_SPT1				Prova N° S3_SPT2			
profondità prova (m)	3.025	N60	6.00	profondità prova (m)	3.925	N60	23.25
profondità falda (m)	5.000	N'60	11.02	profondità falda (m)	5.000	N'60	39.72
NSPT	8.00	N60w	6.00	NSPT	31.00	N60w	23.25
γ (t/mc)	1.90	N'60w	11.02	NSPT	31.00	N'60w	39.72
σ' (t/mq)	3.23	γ' (t/mc)	1.90	γ (t/mc)	1.90	γ' (t/mc)	1.90
$\sigma' v0$ (kPa)	31.68	qd (kg/cmq)	34.14	σ' (t/mq)	1.71	qd (kg/cmq)	132.31
		rpd (kg/cmq)	66.00	$\sigma' v0$ (kPa)	16.77	rpd (kg/cmq)	255.75
addensamento	SCIOLTA			addensamento	DENSA		
stratigrafia	argilla limosa			stratigrafia	ghiaia con sabbia		
densità relativa		angolo di attrito		densità relativa		angolo di attrito	
	%		°		%		°
DR (Gibbs -Holz)	50.86	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	28.80	DR (Gibbs -Holz)	100.00	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	33.98
DR (Schultze-Menzenbach)	72.48	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	24.49	DR (Schultze-Menzenbach)	100.00	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	33.67
DR (Idriss&Boulanger)	48.95	ϕ (Schmertmann)	40.30	DR (Idriss&Boulanger)	92.93	ϕ (Schmertmann)	41.91
		ϕ (Peck et al.; 1956)	30.29			ϕ (Peck et al.; 1956)	38.32
DR 5° percentile	49.14	ϕ 5° percentile	25.13	DR 5° percentile	93.63	ϕ 5° percentile	33.72
DR Medio	57.43	ϕ medio	30.97	DR Medio	97.64	ϕ medio	36.97
modulo elastico				modulo elastico			
	MPa				MPa		
E (Parry)	16.80	NSPT w		E (Parry)	65.10	NSPT w	
E (D'Apollonia)	23.29	correzione falda secondo Bazaara (1967)		E (D'Apollonia)	36.33	correzione falda secondo Bazaara (1967)	
E (D'Apollonia et al.)	27.60			E (D'Apollonia et al.)	49.73		
E (Denver)	17.15			E (Denver)	33.75		
E 5° percentile**	17.76			E 5° percentile**	34.01		
E medio**	22.68	** non comprende il valore E (Parry)		E medio**	39.94	** non comprende il valore E (Parry)	

Prova N° Pz1_v_SPT1			
profondità prova (m)	3.225	N60	39.75
profondità falda (m)	11.000	N'60	49.83
NSPT	53.00	N60w	39.75
γ (t/mc)	1.80	N'60w	49.83
σ' (t/mq)	4.01	γ' (t/mc)	1.80
$\sigma' v0$ (kPa)	39.28	qd (kg/cmq)	226.20
		rpd (kg/cmq)	437.25
addensamento	MOLTO DENSA		
stratigrafia	ghiaia con sabbia		
densità relativa		angolo di attrito	
	%		°
DR (Gibbs -Holz)	100.00	ϕ (Shioi e Fukuni; 1982)	38.93
DR (Schultze-Menzenbach)	100.00	ϕ (Shioi-Fukuni-R.B.)	39.42
DR (Idriss&Boulanger)	100.00	ϕ (Schmertmann)	42.00
		ϕ (Peck et al.; 1956)	41.15
DR 5° percentile	100.00	ϕ 5° percentile	39.00
DR Medio	100.00	ϕ medio	40.37
modulo elastico			
	MPa		
E (Parry)	111.30	NSPT w	
E (D'Apollonia)	48.80	correzione falda secondo Bazaara (1967)	
E (D'Apollonia et al.)	57.52		
E (Denver)	44.13		
E 5° percentile**	44.60		
E medio**	50.15	** non comprende il valore E (Parry)	

Tabella 20. Elaborazioni prove SPT eseguite durante l'esecuzione dei sondaggi Pz1_valle e S3.

Durante l'esecuzione del sondaggio S3 non sono stati eseguiti rilievi piezometrici in quanto ritenuti non attendibili, per l'elaborazione delle prove SPT eseguite in foro di sondaggio S3 si è considerata la falda presente a -5.0 m da p.c. come da misura piezometrica eseguita in corrispondenza del PZ2_valle (sondaggio di 7.4 m di profondità, eseguito a nord del sondaggio S3 per il monitoraggio della falda superficiale (acquifero A₀)).

Per il livello di argille interstrato è stata invece eseguita una media dei valori di coesione (c') e angolo di attrito (ϕ').

	c' (kPa)	ϕ' (°)
Lab 2023	9	17.9
Lab 2023	11.3	16.3
Bibliografia	10	28
Bibliografia	10	28
Bibliografia	9	28.5
Bibliografia	13	26
Media	10.38	24.12

Tabella 21. Media valori di coesione (c') e angolo di attrito (ϕ') per il livello di argille interstrato.

In sintesi i parametri meccanici considerati ed utilizzati per le verifiche di stabilità (vedasi paragrafo 7) sono i seguenti:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Suolo e cappellaccio	18.75	10.4	24.0	18.75	8.3	19.6
Ghiaie	20	15	42	20	12	35.8
Argilla interstrato	19.6	10.4	24.0	19.6	8.3	19.6

Tabella 22. Parametri geomeccanici

Per i riporti si assume:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Riporti	19	10.0	30.0	19	8.0	24.8

5 ZONAZIONE SISMICA E PERICOLOSITÀ

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004¹¹), ricade all'interno della zona sismogenetica 913. Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

Nel "Database of individual seismogenic sources - DISS"¹² disponibile al sito www.ingv.it l'area in esame risulta esterna alle sorgenti sismogenetiche indicate; in particolare si colloca a sud della sorgente sismogenetica denominata **ITCS049** - Campegine-Correggio e a nord della sorgente sismogenetica denominata **ITCS046** - Langhirano-Sassuolo, per le quali sono riportate le informazioni sintetizzate nella tabella seguente.

GENERAL INFORMATION


DISS-ID	ITCS046
Name	Langhirano-Sassuolo
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08/01/2005
Updated	25/06/2015
Display map	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	2.0	OD Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	8.0	OD Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	95...120	OD Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	20...40	OD Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	EJ Inferred from regional geological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2400... 0.6300	EJ Inferred from geological data by Ponza et al. (2010) and Gunderson et al. (2013)
Max Magnitude [Mw]	6.8	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS049
Name	Campegine-Correggio
Compiler(s)	Burrato P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), D'Ambrogi C.(2), Maesano F.E.(1), Toscani G.(3)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy 2) Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale; Servizio Geologico d'Italia; Via Vitaliano Brancati, 48, 00144 Roma, Italy 3) Università di Pavia; Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente; Via Ferrata, 1, 27100 Pavia, Italy
Created	17/10/2013
Updated	29/05/2015
Display map	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter	Quality	Evidence
Min depth [km]	3.0	OD Based on structural and seismological data from various authors.
Max depth [km]	10.0	OD Based on structural and seismological data from various authors.
Strike [deg] min... max	70...110	OD Based on structural and seismological data from various authors.
Dip [deg] min... max	30...50	OD Based on structural and seismological data from various authors.
Rake [deg] min... max	80...100	OD Based on structural and seismological data from various authors.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.0400... 0.1600	LD Based on geological data from Maesano et al. (2015).
Max Magnitude [Mw]	6.6	ER Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

Nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" ((Gruppo di lavoro CPT115 versione 4.0, 2022¹³) per un intorno significativo dell'area in esame (un rettangolo di 30 Km di lato con centro nell'area in esame) sono stati identificati 85 eventi significativi, dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

¹¹ Gruppo di Lavoro (2004): Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma.

¹² DISS 3.3.0- DISS Working Group (2021). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/diss3.3.0>

¹³ Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A. 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPT115), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4>

Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., 2020. The Italian earthquake catalogue CPT115. Bulletin of Earthquake Engineering 18, 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y>

N	Sect	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	MainRef	TLDef	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	TloDef	MwDef	ErMwDef	TMwDef
40	MA	1249	09					Modena	CFTI4med	MM	44.647	10.926		6-7	bx	4.86	0.46	Mdm
52	MA	1280	01	25				Pianura emiliana	BOSGU003	MM	44.814	10.683		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
85	MA	1345	01	31				Pianura emiliana	ENEL985	MM	44.810	10.564		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
88	MA	1346	02	08				Modena	CFTI4med	MM	44.647	10.926		5	bx	4.16	0.46	Mdm
127	MA	1399	07	20	23			Appennino modenese	CFTI4med	MM	44.441	10.925		7	bx	5.10	0.46	Mdm
183	MA	1465	04	07	15	30		Pianura emiliana	CFTI4med	MM	44.698	10.631		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
201	MA	1474	03	11	20	30		Modena	ENEL985	MM	44.647	10.926		5	bx	4.16	0.46	Mdm
209	MA	1481	02	07	22	45		Pianura emiliana	CFTI4med	MM	44.724	10.628		5	bx	4.16	0.46	Mdm
216	MA	1485						Reggio nell'Emilia	CFTI4med	MM	44.698	10.631		5	bx	4.16	0.46	Mdm
239	MA	1501	06	05	10			Modenese	CFTI4med	MM	44.519	10.844		9	bx	6.05	0.19	Mdm
327	MA	1547	02	10	13	20		Reggiano	CFTI4med	MM	44.698	10.631		7	bx	5.10	0.46	Mdm
328	MA	1547	03	24				Reggiano	CFTI4med	MM	44.698	10.631		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
383	MA	1591	05	24				Reggio nell'Emilia	ENEL985	MM	44.698	10.631		6	bx	4.63	0.46	Mdm
400	MA	1600	10	28				Reggio nell'Emilia	CAMAL011b	MM	44.698	10.631		7-8	bx	5.33	0.46	Mdm
406	MA	1607	12	31				Reggio nell'Emilia	CFTI4med	MM	44.698	10.631		5	bx	4.16	0.46	Mdm
407	MA	1608	01	06	22	20		Reggio nell'Emilia	CFTI4med	MM	44.698	10.631		5-6	bx	4.40	0.46	Mdm
491	MA	1661	03	21	23			Modenese	CFTI4med	MM	44.734	10.863		6-7	bx	4.86	0.46	Mdm
505	MA	1671	06	20	10			Modenese-Reggiano	CFTI4med	MM	44.674	10.866		7	bx	5.27	0.58	Mdm
837	MA	1775	01	04	18			Appennino emiliano	CAMAL011b	MM	44.647	10.926		4	bx	4.43	0.47	Mdm
971	MA	1799	02	22	05	45		Correggio	CFTI4med	MM	44.771	10.779		5	bx	4.16	0.46	Mdm
997	MA	1806	02	12				Reggiano	ENEL985	MM	44.862	10.671		7	bx	5.21	0.26	Mdm
1017	MA	1810	12	25	00	45		Pianura emiliana	ENEL985	MM	44.900	10.719		6	bx	5.06	0.20	Mdm
1020	MA	1811	07	15	22	44		Modenese-Reggiano	ENEL985	MM	44.572	10.728		6-7	bx	5.13	0.34	Mdm
1097	MA	1831	09	11	18	15		Pianura emiliana	CFTI4med	MM	44.753	10.544		7-8	bx	5.48	0.26	Mdm
1107	MA	1832	03	11	06	45		Carpi	CFTI4med	MM	44.778	10.832		5	bx	4.51	0.33	Mdm
1289	MA	1860	07	17	13	43	31.00	Reggiano	CFTI4med	MM	44.743	10.793		4-5	bx	3.93	0.46	Mdm
1335	MA	1869	12	13	02	53		Sassuolo	MOLAL008	MM	44.629	10.779		5	bx	4.57	0.39	Mdm
1358	MA	1873	05	16	19	35		Reggiano	ENEL985	MM	44.612	10.701		6-7	bx	5.01	0.45	Mdm
1652	MA	1895	05	12	20	29		Reggiano	CFTI4med	MM	44.745	10.605		4-5	bx	3.98	0.38	Mdm
1844	MA	1904	02	25	18	47	50.00	Reggiano	CFTI4med	MM	44.490	10.640		6	bx	4.81	0.18	Mdm
2066	MA	1912	09	12	21	15		Carpi	CFTI4med	MM	44.784	10.885		4	bx	3.76	0.52	Mdm
2218	MA	1918	05	06	08	05		Reggiano	CFTI4med	MM	44.691	10.630		5-6	bx	4.41	0.56	Mdm
2295	MA	1923	06	28	15	12		Modenese	AMGNDT995	MM	44.595	10.799		6	bx	5.04	0.12	Wmim
2379	MA	1928	06	13	08			Carpi	ENEL985	MM	44.797	10.872		6	bx	4.67	0.23	Mdm
2381	MA	1928	07	25	01	25		Carpi	CFTI4med	MM	44.783	10.872		4-5	bx	3.93	0.46	Mdm
2425	MA	1930	09	24	19	10	55.00	Reggiano	ISS	II	44.600	10.600						
2431	MA	1930	10	26	7	31		Modenese	CAMMO994	MM	44.434	10.861		4	bx	4.12	0.33	Mdm
2445	MA	1931	6	10	17	2		Modenese	CAMMO994	MM	44.541	11.022		4	bx	4.59	0.12	Wmim
2463	MA	1932	4	19	0	17		Modenese	CAMMO994	MM	44.594	10.854		4	bx	3.63	0.44	Mdm
2465	MA	1932	7	13	3	42		Reggiano	CFTI4med	MM	44.774	10.809		4-5	bx	3.86	0.46	Mdm
2494	MA	1934	9	18	9	37		Vignola	CAMMO994	MM	44.495	11.012		4	bx	3.95	0.44	Mdm
2674	MA	1950	5	6	3	43		Reggiano	AMGNDT995	MI	44.731	10.671		4	bx	4.41	0.2	Wmim
2690	MA	1951	10	29	22	48		Valle del Panaro	AMGNDT995	MI	44.458	10.989		4	bx	4.4	0.2	Wmim
2708	MA	1953	8	22	5	26		Reggiano	CFTI4med	MM	44.787	10.795		6	bx	4.73	0.65	Mdm
2774	MA	1957	8	27	11	54		Appennino modenese	AMGNDT995	MI	44.395	10.995		5	bx	4.73	0.13	Wmim
2877	MA	1963	11	4	15	46		Bassa modenese	CFTI4med	MM	44.681	10.873		5	bx	4.16	0.46	Mdm
2919	MA	1967	4	3	16	36	18	Reggiano	MOLAL008	MI	44.73	10.602		5	bx	4.44	0.18	Wmim
3039	MA	1971	9	11	23	18	12	Pianura emiliana	CFTI4med	MI	44.764	10.862		5	bx	4.19	0.33	Mdm
3207	MA	1978	12	25	22	53	41	Bassa modenese	CFTI4med	MM	44.845	10.99		5	bx	4.39	0.39	Mdm
3519	MA	1987	4	24	2	30	27.04	Reggiano	CSTI1.1	IM	44.812	10.691	0.1	6	bx	4.64	0.12	Wmim
3520	MA	1987	5	2	20	43	53.32	Reggiano	CSTI1.1	IM	44.81	10.694	0.1	6	bx	4.71	0.1	InsO
3553	MA	1988	3	15	12	3	16.17	Reggiano	CSTI1.1	IM	44.838	10.724	0.1	6	bx	4.57	0.09	Wmim
3682	MA	1992	4	17	11	59	7.29	Appennino bolognese	CSTI1.1	IM	44.432	11.011	0.1	4-5	bx	4.11	0.12	Wmim
3788	MA	1995	12	31	21	29	47.6	Appennino reggiano	CSTI1.1	IM	44.422	10.566	10.2	4-5	bx	4.51	0.1	InsO
3815	MA	1996	10	15	9	55	59.95	Pianura emiliana	CSTI1.1	IM	44.798	10.678	1.3	7	bx	5.38	0.1	InsO
3816	MA	1996	10	15	10	19	44.1	Pianura emiliana	CSTI1.1	II	44.815	10.691	0.1			4.1	0.12	InsC
3817	MA	1996	10	15	12	18	24.22	Pianura emiliana	CSTI1.1	II	44.803	10.677	0.5			4.38	0.1	InsO
3818	MA	1996	10	16	0	24	29.1	Pianura emiliana	CSTI1.1	II	44.826	10.7	0.1			4.16	0.12	InsC
3820	MA	1996	10	26	4	56	54.1	Pianura emiliana	CSTI1.1	IM	44.853	10.699		5-6	bx	3.94	0.1	Wmim
3821	MA	1996	10	26	6	50	26.94	Pianura emiliana	CSTI1.1	IM	44.776	10.88		5-6	bx	3.63	0.13	Wmim
3825	MA	1996	11	25	19	47	53.85	Pianura emiliana	CSTI1.1	IM	44.787	10.715	10	5-6	bx	4.29	0.18	Mdm
3828	MA	1996	12	16	9	9	53.08	Pianura emiliana	CSTI1.1	IM	44.814	10.693		5-6	bx	4.06	0.1	Wmim
3833	MA	1997	4	16	6	45	50.66	Appennino reggiano	CSI1.1	II	44.501	10.716	15.1			4.06	0.19	InsC
3836	MA	1997	5	12	22	13	52.5	Pianura emiliana	CSI1.1	IM	44.781	10.63	7.2	4-5	bx	3.68	0.13	Wmim
3931	MA	1998	2	21	2	21	13.3	Pianura emiliana	CSI1.1	IM	44.777	10.723	19.8	5	bx	3.93	0.1	Wmim
4032	MA	2000	6	18	7	42	7.68	Pianura emiliana	CSI1.1	IM	44.785	10.746	25.6	5-6	bx	4.4	0.07	InsO
4033	MA	2000	6	18	8	14	23.95	Pianura emiliana	CSI1.1	II	44.693	10.633	12.1			4.88	0.3	InsC
4129	MA	2002	6	18	22	23	38.1	Frignano	CSI1.1	IM	44.395	10.683	32.1	4	bx	4.3	0.07	InsO
4130	MA	2002	6	19	22	11	15.57	Frignano	CSI1.1	IM	44.413	10.681	31.9	3	bx	4.03	0.07	InsO
4484	MA	2012	5	20	2	20	56.52	Pianura emiliana	BSINGV	II	44.851	10.948	5			4.14	0.14	InsC
4502	MA	2012	5	29	7	7	20.91	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.846	10.99	3.5			4.1	0.19	InsC
4503	MA	2012	5	29	8	25	51.48	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.864	10.947	7.9			4.65	0.07	InsO
4504	MA	2012	5	29	8	27	22.65	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.883	11.041	6			4.64	0.13	InsC
4505	MA	2012	5	29	8	40	57.44	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.869	10.966	4.1			4.27	0.13	InsO
4506	MA	2012	5	29	8	41	42.33	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.877	10.946	6.5			4.21	0.19	InsC
4507	MA	2012	5	29	9	29	37.09	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.883	11.002	6.4			4.21	0.19	InsC
4509	MA	2012	5	29	10	55	56.55	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.865	10.979	4.4			5.5	0.07	InsO
4510	MA	2012	5	29	11	0	1.68	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.855	10.941	8.7			4.95	0.13	InsC
4511	MA	2012	5	29	11	0	22.99	Pianura emiliana	BSINGV	II	44.866	10.976	7.2			4.88	0.07	InsO
4512	MA	2012	5	29	11	7	4.63	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.893	11.033	8			4.18	0.14	InsC
4513	MA	2012	5	29	14	39	40.28	Pianura emiliana	ISIDE	II	44.89	11.027						

Field	Description	TLDef	Type of default location:
N	Record number (in chronological order)		- MI = macroseismic (alternative to instrumental)
Sect	Catalogue section, related to a specific seismological context MA = main NV = Phlegraean volcanic area EV = Etna volcanic area CA = Calabrian arc (subduction)		- IM = instrumental (alternative to macroseismic)
			- II = instrumental (only choice)
			- MM = macroseismic (only choice)
			- PC = from parametric catalogue
Year	Origin time: year		- NP = location not defined
Mo	Origin time: month	LatDef	Default epicentral latitude (WGS84)
Da	Origin time: day	LonDef	Default epicentral longitude (WGS84)
Ho	Origin time: hour	DepDef	Default depth in km (instrumental; only when TLDef = II or IM)
Mi	Origin time: minutes	IoDef	Default epicentral intensity
Se	Origin time: seconds	IloDef	Source of the default epicentral intensity:
EpicentralArea	Epicentral area or area of the largest macroseismic effects		- bx = from macroseismic data, determined using Boxer
			- pc = from parametric catalogue
			- dm = from macroseismic data according to the referenced study (RefM)
MainRef	Main bibliographical reference: - equal to RefM when TLdef = MM, MI, ND - equal to RefIns when TLdef = II o IM - code of the reference parametric catalogue when TLDef = PC	MwDef	Default moment magnitude
		ErMwDef	Error associated to the default moment magnitude
		TMwDef	Default moment magnitude determination code:
			- InsO = instrumental, recorded
			- InsC = instrumental, converted from other magnitude scales
			- Mdm = macroseismic, from intensity data
	- Mlo = macroseismic, converted from epicentral intensity		
	- Mpc = from the source parametric catalogue		
	- Wmim = mean of MwIns and MwM, weighted with the inverse of the related variances		

5.1 Classificazione sismica

Nell'“Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna” (DGR n.1164/2018) il Comune di **Rubiera** viene classificato in **zona 3**. Nella figura seguente viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.

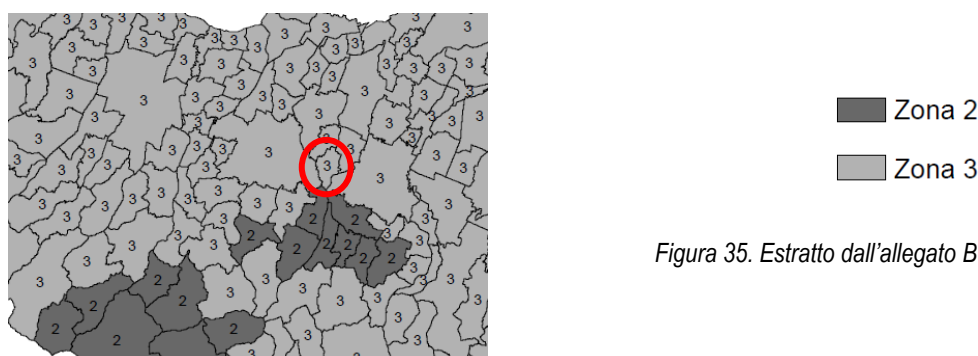


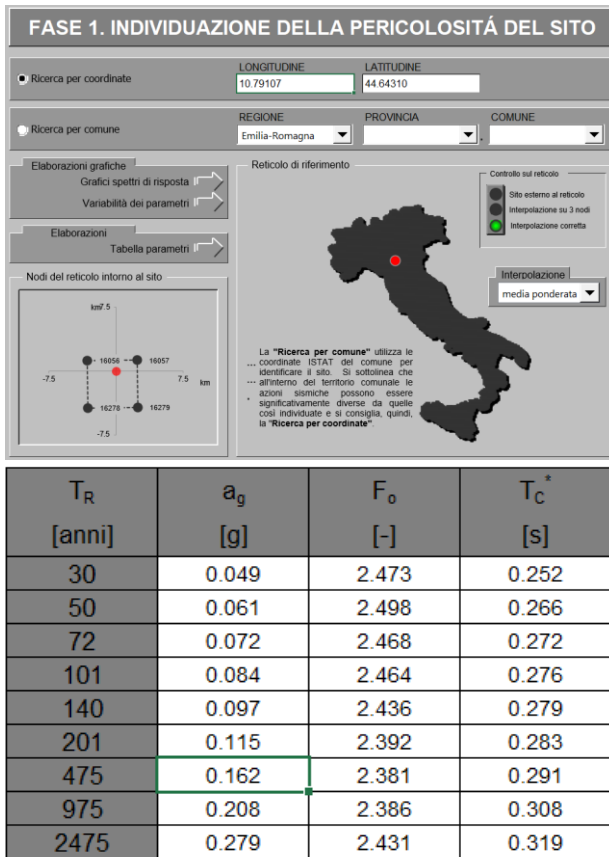
Figura 35. Estratto dall'allegato B della DGR n.1164/2018.

Nel D.M 17 gennaio 2018. “Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” per il calcolo della pericolosità si fa riferimento agli allegati delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” (G.U. n°29 del 04/02/08) in cui in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo di riferimento per diversi intervalli di riferimento (sito <http://esse1.mi.ingv.it/>). Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

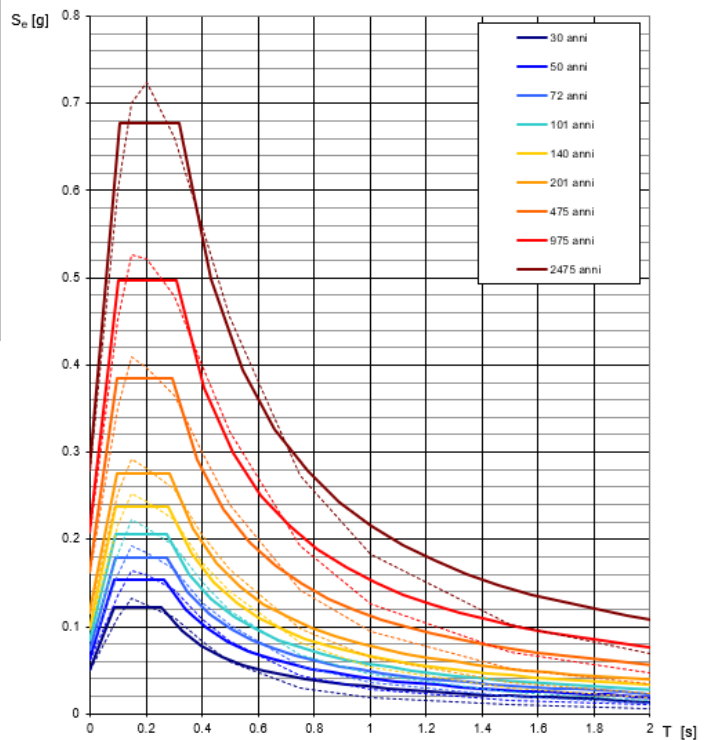
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$$

dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; p_i è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia suddetta.

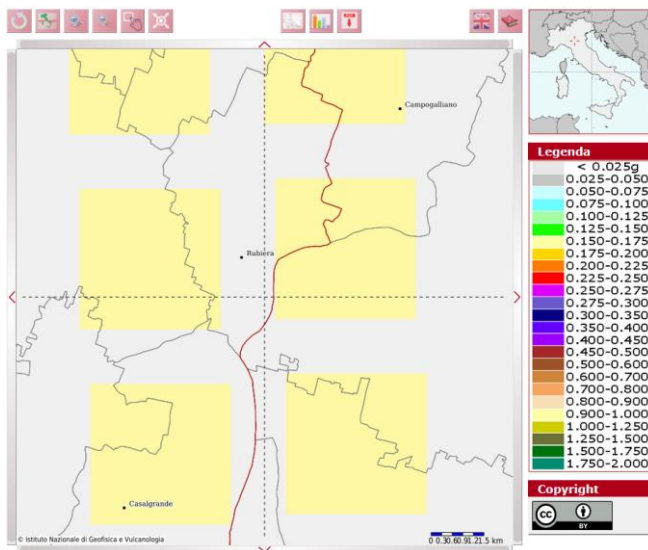
Di seguito si riportano i parametri a_g, F₀ e T_c' per diversi periodi di ritorno TR ottenuti con il programma “Spettri-NTC ver 1.3” disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>.



Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



I dati di disaggregazione riportati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i vertici identificati riferiscono valori di magnitudo (M) per $a(g)$ con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni media comprese tra 4-6 e distanze (D) comprese tra 0-30 km.



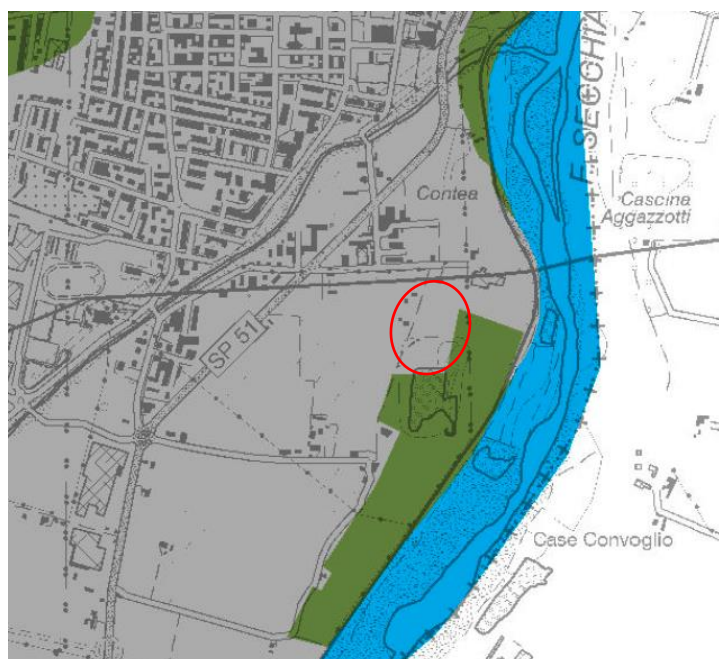
	16056	16057	16279	16278
M	4.9	4.92	4.89	4.88
D	8.59	8.76	8.34	8.24
Epsilon	0.823	0.839	0.854	0.879

Figura 36. Dati di disaggregazione estratti dal sito <http://esse1.mi.ingv.it/> per i nodi relativi all'area in esame per una probabilità del 10% in 50 anni.

5.2 Elementi di microzonazione sismica

5.2.1 Rischio sismico da PTCP di Reggio Emilia

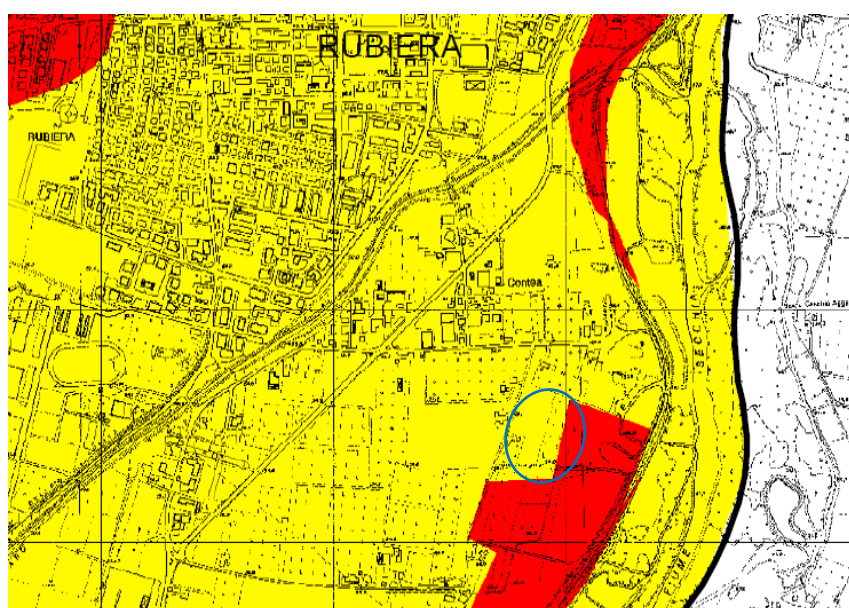
Nella tavola P9a (210SO) “Rischio sismico-carta degli effetti attesi” del PTCP della provincia di Reggio Emilia l’area di Cava Contea comprende aree rientranti principalmente in classe “G” per la quale come effetti attesi sono segnalati l’amplificazione stratigrafica ed i cedimenti (potenziale); la porzione più ad est dell’area di cava rientra inoltre in classe “F” per cui gli effetti attesi sono l’amplificazione topografica e liquefazione.



CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITÀ DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X		X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X				X
G	X			X (potenziale)	
H					

Figura 37. Estratto dalla tavola P9a del PTCP della provincia di Reggio Emilia – “Rischio sismico-carta degli effetti attesi”. Nel cerchio rosso è compresa l’area di cava in esame.

Nella tavola P9b (210SO) “Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento” l’area in esame è compresa principalmente in aree in cui è indicato un livello di approfondimento II. Per la porzione di cava che rientra in classe “F” secondo la carta P9a sopra riportata è indicato un terzo livello di approfondimento. Nell’immagine seguente si riporta un estratto della Tavola P9b del PTCP di Reggio Emilia.



LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

- 1
- 2
- 3

Figura 38. Estratto dalla tavola P9b del PTCP della provincia di Reggio Emilia – “Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento”. Nel cerchio blu è compresa l’area di cava in esame.

5.2.2 Microzonazione sismica del Comune di Rubiera

Il comune di Rubiera dispone dello studio di Microzonazione sismica al II livello (OPCM 4007/2012 MS2). Si riportano di seguito alcuni estratti della cartografia di MZSII.

Nella “Carta delle indagini” è segnalata una prova penetrometrica statica con punta meccanica interna all’area in esame; in prossimità del sito oggetto di studi si segnalano inoltre n°3 misure di rumore sismico a stazione singola (site a nord, ad ovest e a sud-est dell’area di cava), n°2 stendimenti di Refraction Microtremors (RM) siti a sud-est e prossimi a n°2 prove penetrometriche statiche a punta meccanica CPT. Le indagini sopra elencate e di cui si riporteranno altre informazioni attraverso la descrizione degli estratti cartografici riportati di seguito sono citate anche nel capitolo 3.1.1 (indagini reperite nel database RER).

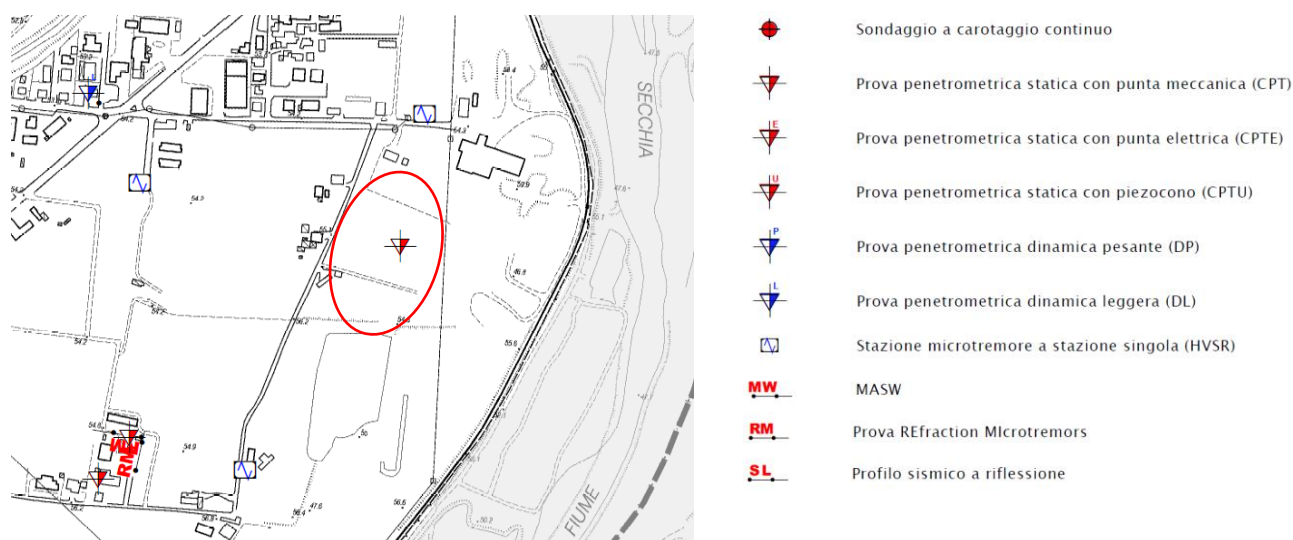


Figura 39. Estratto dalla Tavola 1 “Carta delle indagini” della MZSII del comune di Rubiera.

Nella “Carta geologico-tecnica” in corrispondenza del sito in esame, posto ad una quota di circa 54-52 m s.l.m., come terreni di copertura vengono indicati prevalentemente “limi inorganici, sabbie fini, limi micacei e diatomitici”, di argini/barre/canali (MLEs), nella porzione più a sud e nella porzione est del perimetro di cava è inoltre indicata la presenza di “terreni contenenti resti di attività antropica”. Si segnala inoltre l’indicazione di una misura piezometrica in corrispondenza dell’area di cava che riporta il valore di 1.1 m da p.c. (profondità della falda in aree con sabbie e/o ghiaie).

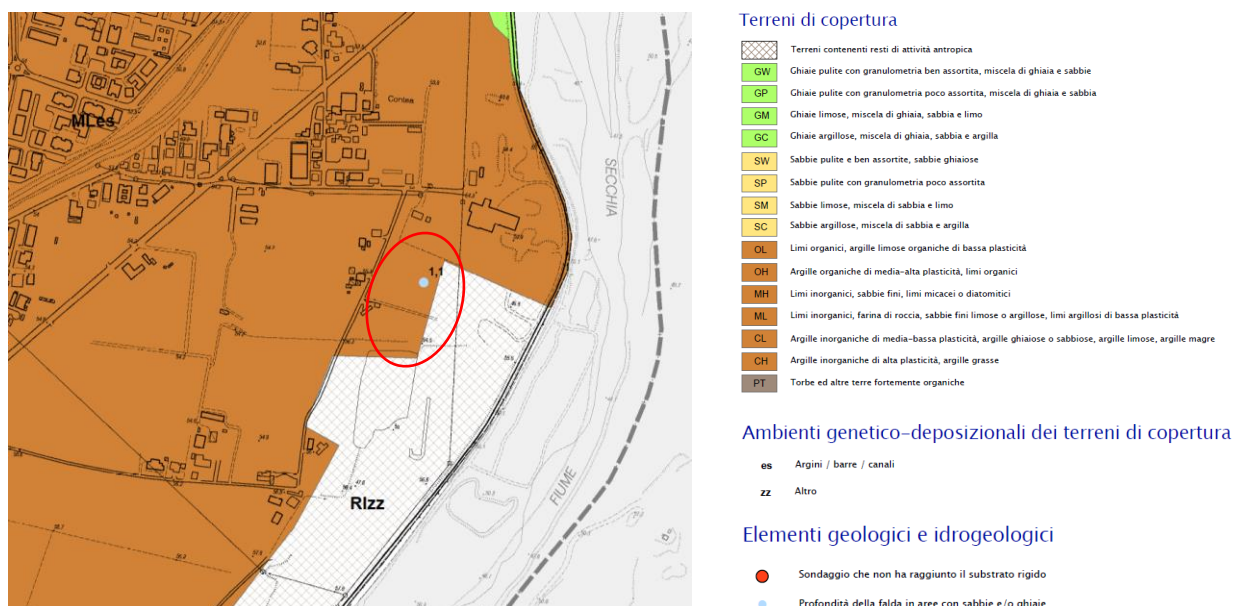
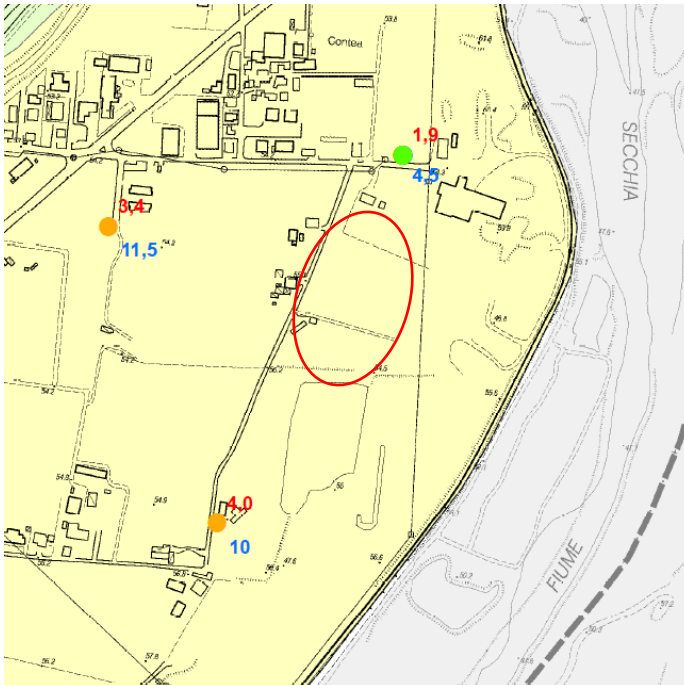


Figura 40. Estratto dalla Tavola “Carta geologico tecnica” della MZSII del comune di Rubiera.

Nella “Carta delle frequenze” in corrispondenza dei punti di misura di microtremore a stazione singola sono indicati il picco di frequenza fondamentale (in rosso) e secondario (in blu). La frequenza fondamentale indicata in corrispondenza della misura eseguita a nord dell’area di cava è pari a 1.9 Hz, con ampiezza del picco inferiore o uguale a 3. Le misure eseguite ad ovest e a sud dell’area indicano un picco rispettivamente di 3.4 e 4.0 Hz, con ampiezze inferiori o uguali a 3.

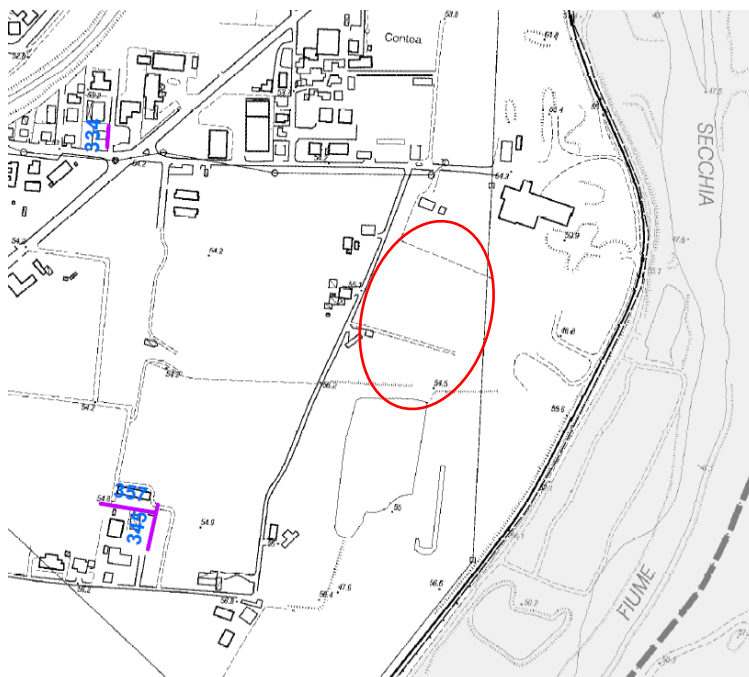


frequenza picco significativo (Hz)	ampiezza picco		
	≤ 3	> 3	
Fo < 1	●	●	■
1 < Fo ≤ 2	●	●	■
2 < Fo ≤ 8	●	●	■
Fo > 8	●	●	■

A lato del simbolo sono riportate la frequenze relative al primo picco significativo (in rosso) e al secondo picco (in blu) se presente

Figura 41. Estratto dalla Tavola “Carta delle frequenze fondamentali” della MZSII del comune di Rubiera.

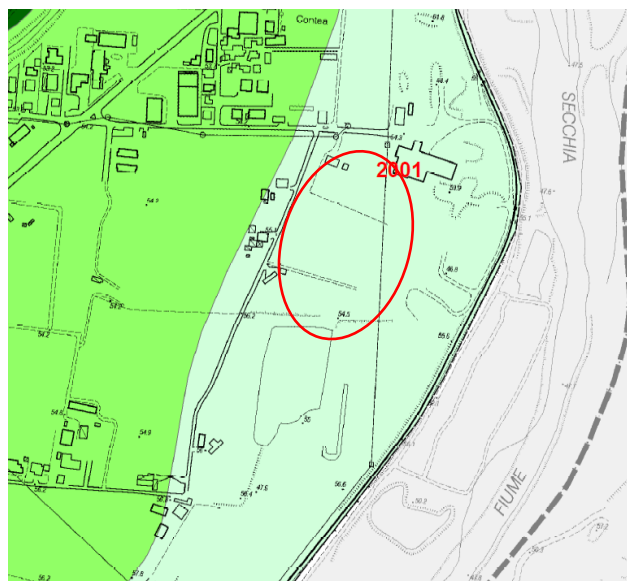
Nella “Carta delle Vs” in corrispondenza delle prova Re.Mi. eseguite a SW dell’area di cava sono indicati i valori di Vs₃₀ pari a 357-345 m/s. Per completezza si segnala anche il valore, riportato in carta a NNW dell’area oggetto di interesse, di Vs₃₀ pari a 334 m/s.



- 190 MASW con indicato il valore di Vs₃₀ in m/s
- 200 Prova REfraction Microtremors con indicato il valore di Vs₃₀ in m/s

Figura 42. Estratto dalla Tavola “Carta delle Vs” della MZSII del comune di Rubiera.

Nella “Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica” il sito rientra nella zona stabile suscettibile di amplificazioni locali Z1 così definita: “successione stratigrafica costituita da prevalenti depositi di ghiaie in matrice sabbio-limosa, con subordinate intercalazioni di materiali fini”.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali





-  Zona 1: successione stratigrafica costituita da prevalenti depositi di ghiaie in matrice sabbioso-limoso, con subordinate intercalazioni di materiali fini
-  Zona 2: successione stratigrafica costituita da depositi di ghiaie in matrice sabbioso-limoso, ricoperte da depositi fini dello spessore di 10-14 metri di argille limose con intercalazioni limo-sabbiose
-  Zona 3: successione stratigrafica costituita da prevalenti depositi fini dello spessore di circa 25 metri, di natura limo-argillosa con intercalazione di un sottile livello grossolano, sovrastanti sedimenti ghiaiosi
-  Zona 4: successione stratigrafica costituita da prevalenti depositi fini dello spessore di circa 60 metri, di natura limo-argillosa con intercalazione di un sottile livello ghiaioso

Figura 43. Estratto dalla Tavola "Carta MOPS" della MZSII del comune di Rubiera.

Si riportano di seguito le informazioni relative alla Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali reperite nella Relazione di Microzonazione sismica di II livello del Comune di Rubiera.

Zona 2001:

Questa zona ricomprende il territorio adiacente il corso del F. Secchia in prossimità del capoluogo. Il sottosuolo è caratterizzato dalla prevalenza di depositi grossolani di natura ghiaiosa appartenenti alla conoide alluvionale del F. Secchia, che si spingono oltre la profondità di -30 m da p.c., con subordinate intercalazioni di materiali fini. In particolare il tetto del primo orizzonte ghiaioso è situato a profondità variabili da -2.00 a -4.00 m da p.c. Questi depositi sono generalmente caratterizzati da ghiaie poco classate ed embriciate, con diametri massimi di circa cm 30, immersi in matrice sabbioso-limoso. La natura dei ciottoli è rappresentata in prevalenza da litologie calcaree e arenacee. Le sabbie sono presenti oltre che nella matrice, in rare lenti poco sviluppate entro le ghiaie stesse o al tetto di queste, ove assieme a limi ed argille costituiscono lo strato superficiale potente qualche metro.

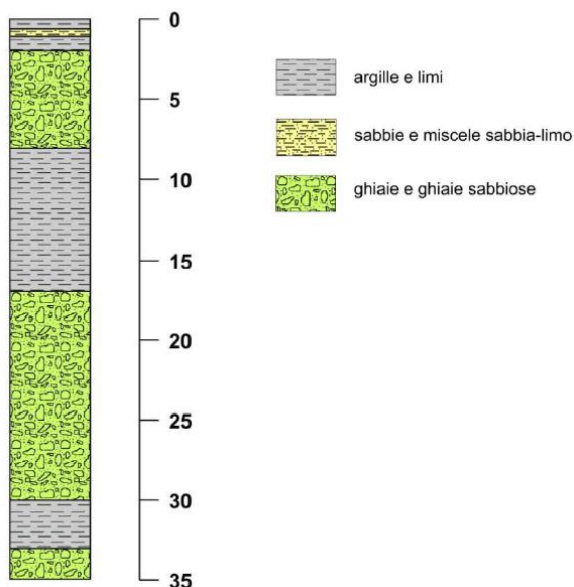
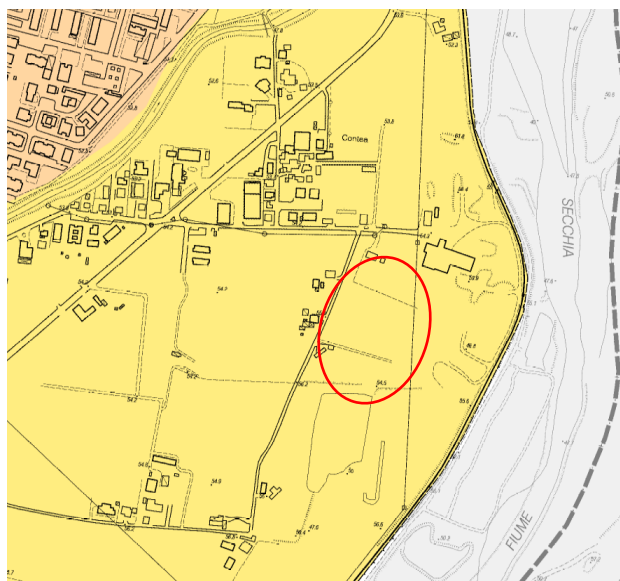


Figura 44. Successione stratigrafica Zona 2001 da "Relazione di Microzonazione sismica di II livello" del Comune di Rubiera.

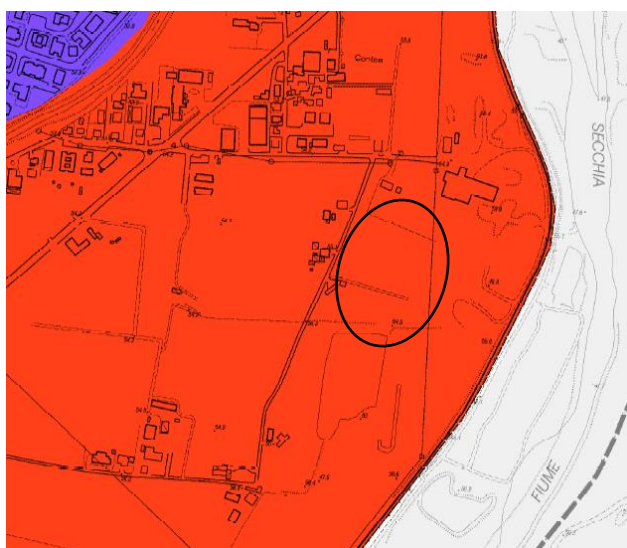
Nella “Carta di Microzonazione sismica, Livello 2 – FA di P.G.A.” per l’area oggetto di studio è indicato un valore di **FA di P.G.A.** pari a **1.3-1.4**. Nelle altre carte di microzonazione sismica in corrispondenza dell’area in esame sono indicati i seguenti valori dei fattori di amplificazione: **FA IS 0.5-1.0s** pari **1.9-2.0** e **FA IS 0.1-0.5s** pari **1.7-1.8**.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

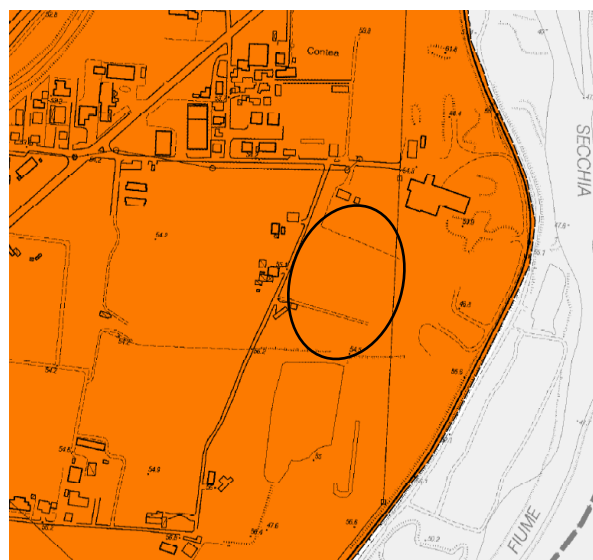
- F.A. P.G.A. = 1,3 - 1,4
- F.A. P.G.A. = 1,5 - 1,6

Figura 45. Estratto dalla Tavola “Carta di Microzonazione sismica, Livello 2 – FA di P.G.A.” della MZSII del comune di Rubiera.



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- F.A. IS. 0,5-1,0s = 1,9 - 2,0
- F.A. IS. 0,5-1,0s = 2,3 - 2,4
- F.A. IS. 0,5-1,0s >= 2,5



Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- F.A. IS. 0,1-0,5s = 1,7 - 1,8

Figura 46. Estratto dalla Tavola “Carta di Microzonazione sismica, Livello 2 – FA IS 0.5-1.0s” e “Carta di Microzonazione sismica, Livello 2 – FA IS 0.1-0.5s” della MZSII del comune di Rubiera.

6 AZIONI SISMICHE AI SENSI NTC2018

6.1 Categorie di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica si è fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle **NTC2018**.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

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

Dove h_i =spessore dell' i -esimo strato; $V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato; N numero di strati; H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Sulla base dei valori di V_s indicati come risultanti delle indagini sismiche reperite in un intorno significativo dell'area in esame e poiché il substrato è presente a profondità $\gg 30$ m, si individua una categoria di sottosuolo **tipo C** al piano campagna (i valori di V_{s30} reperiti in bibliografia indicano una V_{s30} variabile da 334-357 m/s (da MZSII)).

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

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	Depositati 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	Depositati 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.

6.2 Categorie topografiche

Per la definizione delle categorie topografiche si è anche fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle NTC2018 che si basa sull'individuazione di categorie topografiche di riferimento così come riportate nelle tabelle 3.2.III. e 3.2.V. Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni topografiche bidimensionali e devono essere considerate per altezza maggiore a 30m.

Si evidenzia come ai sensi delle NTC la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica sia definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario. Gli effetti della topografia possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° e devono essere calcolati nel caso di configurazioni geometriche bidimensionali e tridimensionali di altezza superiore a 30m.

Per quello che riguarda le categorie topografiche l'area in esame si presenta pianeggiante/subpianeggiante per cui è possibile classificare l'area come T1 "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ". Pertanto nel caso in esame il coefficiente di amplificazione topografica $S_T = 1.0$.

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

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

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

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

6.3 Parametri sismici di calcolo

A titolo esemplificativo l'opera è definita con Vita Nominale $V_N \geq 50$ (vedasi tabella 2.4.1 delle NTC 2018), Classe d'uso II, da cui deriva un coefficiente $C_u = 1.0$ (vedasi tabella 2.4.II delle NTC 2018).

Sulla base delle definizioni precedenti le azioni sismiche si possono calcolare in relazione ad un periodo di riferimento V_R , che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u secondo la relazione riportata nella formula 2.4.1 delle NTC 2018 e di seguito riportata.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per l'opera in esame il valore di V_R risulta pari a 50 anni.

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica è utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni e calcolato secondo la formula (1) dell'allegato A delle NTC 2008, riportata di seguito:

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

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{V_R} cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite è riportato nella tabella 3.2.I delle NTC2018.

Tab. 3.2.I – Probabilità di superamento P_{V_R} in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il valore del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame è risultato pari a **475 anni**.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i dati relativi all'area di interesse per una costruzione con Vita Nominale 50 anni e coefficiente d'uso $C_u = 1.0$ ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici <http://www.cslp.it/cslp/>

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

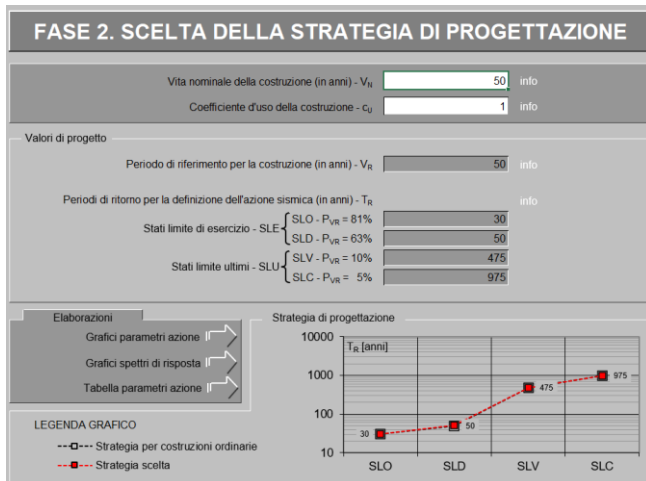
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D. 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.



Comune di		Cava Contea	
Longitudine		44.643100	°
Latitudine		10.791072	°
Zona sismogenetica		913	
Magnitudo attesa	M	6.14	
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	Cu	1	
Periodo di riferimento	VR	50	
Tempo di ritorno	Tr	475	anni

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	30	0.050	2.473	0.252
SLD	50	0.062	2.498	0.266
SLV	475	0.162	2.381	0.291
SLC	975	0.208	2.386	0.308

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max} è stata determinata con la seguente relazione:

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

dove: a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido; S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica; S_t = coefficiente di amplificazione topografica. Il prodotto $S_s \times S_t = S$ = coefficiente di amplificazione locale. Nelle seguenti tabelle si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, rispettivamente in funzione della categoria topografica e del tipo di terreno.

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

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

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

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

In sintesi si riportano i dati:

Stato Limite Ultimo			
accelerazione di progetto	a_g	0.162	g
Parametro spettrale	F_0	2.381	-
Parametro spettrale	T_c'	0.291	s
Stato Limite di Esercizio			
accelerazione di progetto	a_g	0.062	g
Parametro spettrale	F_0	2.498	-
Parametro spettrale	T_c'	0.266	s
Stato Limite Ultimo			
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.469	di progetto
Categoria topografica	T1		
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t \cdot S_s$	1.469	
Amass	$A_{max} = A_g \cdot S$	0.2379	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Da tabella 7.11.I
Coefficiente sismico orizzontale	$k_{hk} = a_g \cdot S \cdot \beta$	0.0904	
Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0452	
Stato Limite di Esercizio			
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	S_s	1.50	di progetto
Categoria topografica	T1		
Coefficiente di amplificazione topografica	S_t	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	$S = S_t \cdot S_s$	1.50	
Amass	$A_{max} = A_g \cdot S$	0.0930	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Da tabella 7.11.I
Coefficiente sismico orizzontale	$k_h = k_{hk} = a_g \cdot S \cdot \beta$	0.0353	
Coefficiente sismico verticale	k_v	0.0177	

7 VERIFICHE DI STABILITÀ DEI FRONTI DI SCAVO E STABILITÀ DELLA CAVA

Le verifiche di stabilità sono state eseguite sia nelle condizioni di coltivazione (fase di scavo) e sia nelle condizioni definitive di abbandono del versante (recupero finale).

Le verifiche di stabilità sono state eseguite con il programma di calcolo *Slide* della Società Canadese Rocscience, secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM del 17 gennaio 2018.

7.1 Combinazione e Metodo di calcolo

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d , è stata condotta secondo:

- 1) Condizioni statiche. Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1 considerando i coefficienti parziali riportati nelle tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC2018:

Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti G_2 ⁽¹⁾	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.8.I - Coefficienti parziali per le verifiche di sicurezza di opere di materiali sciolti e di fronti di scavo

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

- 2) Condizioni sismiche-speudostatiche. Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Tale forza dipende dalle caratteristiche del moto sismico atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e dalla capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale di tale forza possono esprimersi come $F_h = k_h * W$ ed $F_v = k_v * W$, con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale. (§ 7.11.3.5.2)

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{\max}}{g} \quad [7.11.3]$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad [7.11.4]$$

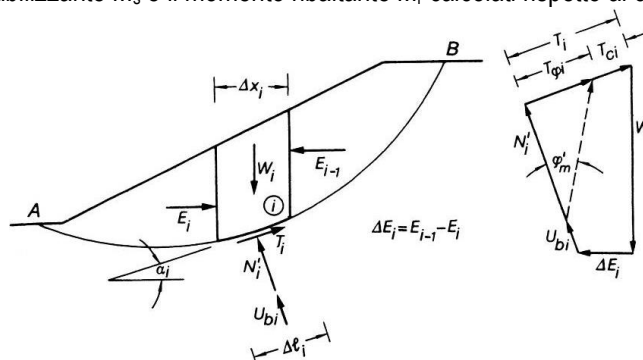
Adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

- Per fronti di scavo e rilevati:
 $\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

In condizioni sismiche le verifiche degli stati limite ultimi devono essere eseguite ponendo pari a 1 i coefficienti parziali sulle azioni (A) e sui parametri geotecnici (M) e impiegando le resistenze di progetto (R), con i coefficienti parziali γ_R indicati nei Capitoli 6 e 7 delle NTC2018.

Come riportato al Capitolo 7.11.4 delle NTC2018 “Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni (A) e sui parametri geotecnici (M) (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto (R) calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$ [..]”

Le verifiche sono state eseguite utilizzando i metodi di Jambu corretto (1955) e Spencer (1968) ed ipotizzando superfici di scorrimento circolari di raggio r , con il materiale coinvolto nella rottura suddiviso in conci di larghezza b , per ognuna delle quali vengono valutati il momento stabilizzante M_s e il momento ribaltante M_r calcolati rispetto al centro del cerchio.



Il contributo al momento stabilizzante M_s di un conco è fornito in generale dalla resistenza alla base, somma della componente del peso W ortogonale alla base moltiplicata per la tangente dell'angolo di resistenza al taglio ϕ e della eventuale coesione c , moltiplicata per la lunghezza $b/\cos\alpha$, dove α è l'inclinazione della base del conco rispetto all'orizzontale.

Nei casi in esame l'azione di progetto E_d corrisponde al momento ribaltante M_r e la resistenza di progetto R_d al momento stabilizzante M_s ; la verifica viene quindi soddisfatta, considerando il fattore parziale γ_r sulla resistenza di progetto, se:

$$E_d \leq R_d \Leftrightarrow M_r \leq \frac{M_s}{\gamma_r}$$

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte mediante l'analisi di tipo pseudo-statico che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti.

7.2 Scelta sezioni di verifica

Per le verifiche di stabilità è stata verificata la sezione tipo di progetto costituita come valore massimo da uno scavo a pendio unico di altezza pari a 8.0 m di pendenza provvisoria compresa tra 56 (2/3) e 60 °. In seconda fase viene analizzata la sezione 6 – si evidenzia che lo scavo sarà realizzato fino alla profondità di reperimento delle argille poste al di sotto delle ghiaie e quindi il valore di -8.0 m è un valore massimo, ma che in realtà varia circa da -6.0 a -8.0 m ove in effetti reperite le ghiaie. Nei fronti dove reperite le argille lo scavo sarà sospeso.

SEZIONE VERIFICA	DESCRIZIONE	CONDIZIONE GEOLOGICA	CONDIZIONE IDROGEOLOGICA	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E PARAMETRI SISMICI
Sez. Tipo e Sez. 6	Interessa la zona nord dell'area di cava	Presenza di ghiaia alluvionali sub-affioranti coperte da una copertura limo-sabbiosa	Assenza di falda zona di scavo – Falda interessante terreni sotto scavo	C kh = 0.0904 kv = 0.0452 Condizione SLV TR 475 anni
Sez. 12	Interessa la zona sud dell'area di cava	SDR: Presenza di terreni di riporto con scarpata di altezza di circa 3.5/3.9 m e pendenza di 18°	Assenza di falda zona di scavo – Falda interessante terreni sotto scavo	C kh = 0.0904 kv = 0.0452 Condizione SLV TR 475 anni

Tabella 23. Condizioni generali ed al contorno definite per le verifiche di stabilità. Per quanto riguarda le verifiche in condizioni pseudostatiche è stato adottato sempre il valore TR 475 anni anche per gli scavi temporanei che saranno parzialmente colmati considerando l'ipotesi cautelativa del non completamento dei lavori.

Come riportato al paragrafo 4.1 i parametri utilizzati per le verifiche di stabilità sono i seguenti:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Suolo e cappellaccio	18.75	10.4	24.0	18.75	8.3	19.6
Ghiaie	20	15	42	20	12	35.8
Argilla interstrato	19.6	10.4	24.0	19.6	8.3	19.6

Per i riporti si assume:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Riporti	19	10.0	30.0	19	8.0	24.8

7.3 Considerazioni finali di stabilità

Le verifiche sono state eseguite in condizioni statiche ed in condizioni pseudo-statiche. Di seguito uno schema riassuntivo delle analisi di stabilità effettuate; le verifiche sono state eseguite nella fase di scavo (denominata SdP) e nella fase di ripristino (denominata SdR). Le verifiche eseguite evidenziano una buona stabilità dei fronti di cava progettati con valori del coefficiente di sicurezza sempre superiore il limite normativo.

SINTESI VERIFICHE STABILITA' CAVA CONTEA								
Sezione	Condizione	Condizione	Combinazione	R2	Falda	Fs-Jambu	Fs-Spencer	Verifica positiva
Tipo	SDP	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	1.228	1.223	si
Tipo	SDP	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	1.415	1.456	si
6	SDP	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	1.212	1.339	si
6	SDP	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	1.399	1.516	si
12	SDR	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	2.619	2.609	si
12	SDR	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	2.700	2.747	si

Tabella 24. Fattori di sicurezza FS ottenuti dalle verifiche di stabilità eseguite.

Nelle immagini seguenti si riportano schematicamente le sezioni utilizzate per le verifiche di stabilità.

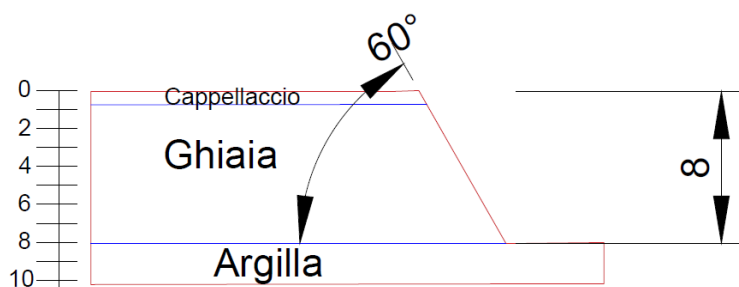


Figura 47. Schema sezione tipo - scavo.



Figura 48. Schema sezione 6 - scavo.

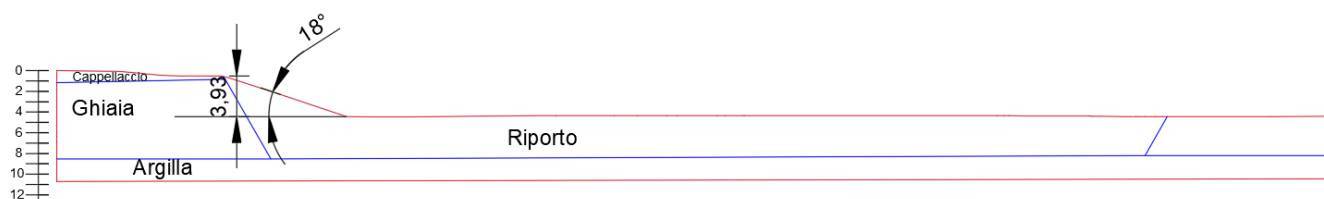


Figura 49. Schema sezione 12 - SDR.

7.4 Verifiche di stabilità

Sezione Tipo – Scavo - Condizione statica

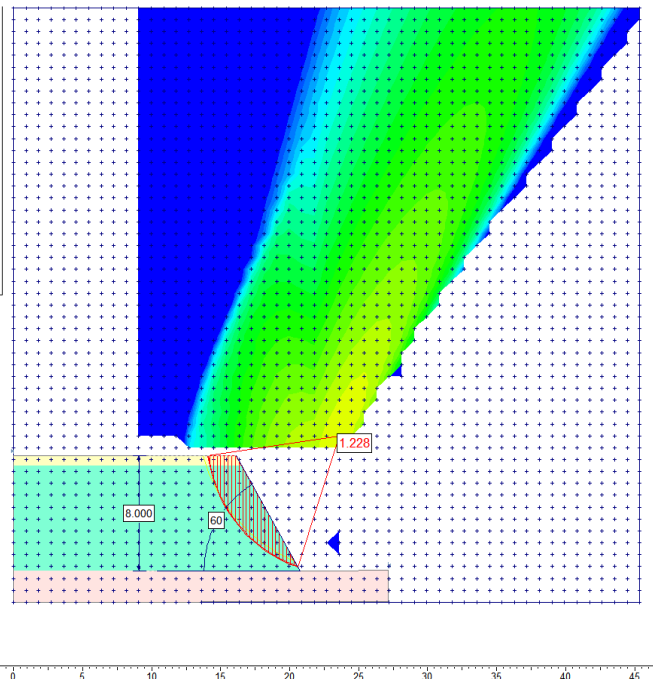
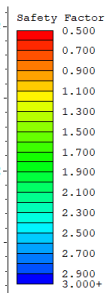
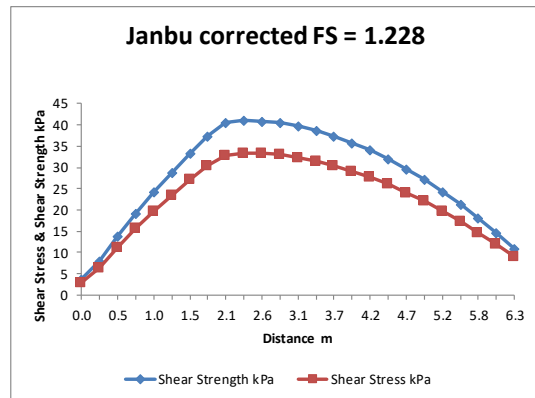
Sezione TIPO_Statica

Analysis Method: janbu corrected

Factor of Safety	1.22794	
Circle Center	23.587	11.573
Radius	9.60743	
Circle Endpoint 1	14.081	10.182
Circle Endpoint 2	20.585	2.447
Surface Intercept 1	14.081	10.182
Surface Intercept 2	20.585	2.447

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.000	3.62565	2.95263
0.198	7.97677	6.49606
0.463	13.873	11.2978
0.729	19.2163	15.6492
0.994	24.176	19.6883
1.260	28.8378	23.4847
1.526	33.2571	27.0837
1.791	37.4702	30.5147
2.057	40.4492	32.9407
2.322	40.9954	33.3855
2.588	40.9619	33.3582
2.853	40.5317	33.0079
3.119	39.7877	32.402
3.385	38.7502	31.5571
3.650	37.4359	30.4868
3.916	35.8579	29.2017
4.181	34.0268	27.7105
4.447	31.9513	26.0202
4.712	29.638	24.1364
4.978	27.0922	22.0631
5.244	24.3176	19.8036
5.509	21.3168	17.3598
5.775	18.0913	14.7331
6.040	14.6417	11.9238
6.306	10.9672	8.93142

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Water Surface	Ru
S - Suolo e Cappellaccio		18.75	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0
G1		20	Mohr-Coulomb	15	42	None	0
Argille interstrati		19.6	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0



Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.22794

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.129793	0.855749	S - Suolo e Cappellaccio	8.304	19.7072	2.95263	3.62565	-12.0488	0	-12.0488
2	0.265574	6.03764	G1	12	35.7661	6.49606	7.97677	-4.47794	0	-4.47794
3	0.265574	10.4365	G1	12	35.7661	11.2978	13.873	4.52619	0	4.52619
4	0.265574	13.8223	G1	12	35.7661	15.6492	19.2163	12.6858	0	12.6858
5	0.265574	16.6459	G1	12	35.7661	19.6883	24.176	20.2597	0	20.2597
6	0.265574	19.0925	G1	12	35.7661	23.4847	28.8378	27.3788	0	27.3788
7	0.265574	21.2615	G1	12	35.7661	27.0837	33.2571	34.1274	0	34.1274
8	0.265574	23.2125	G1	12	35.7661	30.5147	37.4702	40.5614	0	40.5614
9	0.265574	24.2373	G1	12	35.7661	32.9407	40.4492	45.1105	0	45.1105
10	0.265574	23.6089	G1	12	35.7661	33.3855	40.9954	45.9445	0	45.9445
11	0.265574	22.7013	G1	12	35.7661	33.3582	40.9619	45.8934	0	45.8934
12	0.265574	21.6409	G1	12	35.7661	33.0079	40.5317	45.2365	0	45.2365
13	0.265574	20.4789	G1	12	35.7661	32.402	39.7877	44.1003	0	44.1003
14	0.265574	19.2252	G1	12	35.7661	31.5571	38.7502	42.5161	0	42.5161
15	0.265574	17.8879	G1	12	35.7661	30.4868	37.4359	40.5089	0	40.5089
16	0.265574	16.4736	G1	12	35.7661	29.2017	35.8579	38.099	0	38.099
17	0.265574	14.9878	G1	12	35.7661	27.7105	34.0268	35.3028	0	35.3028
18	0.265574	13.4354	G1	12	35.7661	26.0202	31.9513	32.1334	0	32.1334
19	0.265574	11.8203	G1	12	35.7661	24.1364	29.638	28.6008	0	28.6008
20	0.265574	10.146	G1	12	35.7661	22.0631	27.0922	24.7131	0	24.7131
21	0.265574	8.41551	G1	12	35.7661	19.8036	24.3176	20.476	0	20.476
22	0.265574	6.63134	G1	12	35.7661	17.3598	21.3168	15.8935	0	15.8935
23	0.265574	4.79577	G1	12	35.7661	14.7331	18.0913	10.968	0	10.968
24	0.265574	2.91078	G1	12	35.7661	11.9238	14.6417	5.69999	0	5.69999
25	0.265574	0.978078	G1	12	35.7661	8.93142	10.9672	0.0887952	0	0.0887952

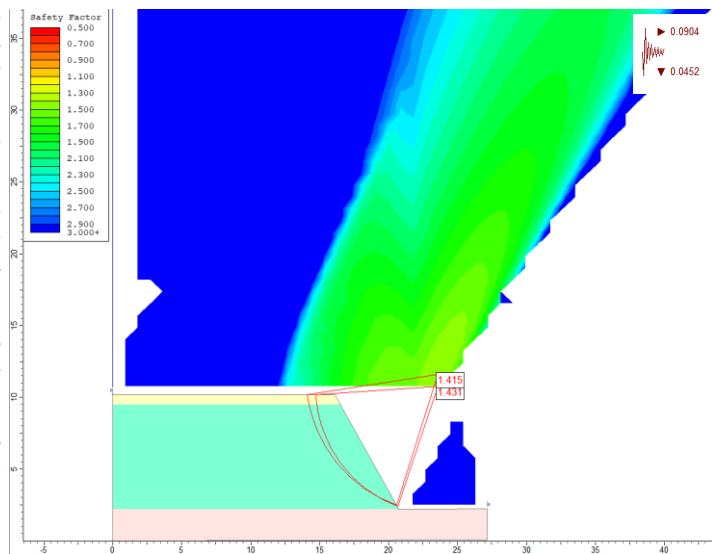
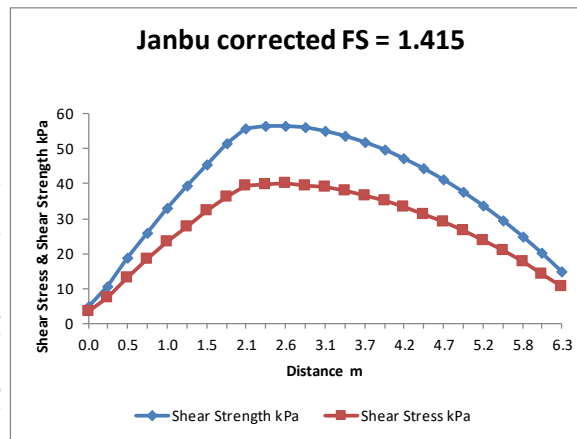
Sezione Tipo -Scavo – Condizione pseudostatica

Sezione TIPO_Dinamica

Analysis Method: Janbu corrected

Factor of Safety	1.41486	
Circle Center	23.587	11.573
Radius	9.60743	
Circle Endpoint 1	14.081	10.182
Circle Endpoint 2	20.585	2.447
Surface Intercept 1	14.081	10.182
Surface Intercept 2	20.585	2.447

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.000	4.77852	3.37738
0.198	10.6246	7.50927
0.463	18.6849	13.2062
0.729	26.047	18.4096
0.994	32.9191	23.2667
1.260	39.4078	27.8528
1.526	45.5824	32.2169
1.791	51.4893	36.3918
2.057	55.7001	39.3679
2.322	56.5408	39.9621
2.588	56.5722	39.9843
2.853	56.0467	39.6129
3.119	55.0781	38.9283
3.385	53.694	37.95
3.650	51.9165	36.6937
3.916	49.763	35.1717
4.181	47.2478	33.394
4.447	44.382	31.3685
4.712	41.174	29.1011
4.978	37.6304	26.5966
5.244	33.7557	23.858
5.509	29.5525	20.8872
5.775	25.0221	17.6852
6.040	20.164	14.2516
6.306	14.9764	10.5851



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi	Water Surface	Ru
S - Suolo e Cappellaccio	Yellow	18.75	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0
G 1	Green	20	Mohr-Coulomb	15	42	None	0
Argille interstrati	Pink	19.6	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0

Global Minimum Query (Janbu corrected) - Safety Factor: 1.41486

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.129793	0.855749	S - Suolo e Cappellaccio	10.38	24.12	3.37738	4.77852	-12.5105	0	-12.5105
2	0.265574	6.03764	G 1	15	42	7.50927	10.6246	-4.85941	0	-4.85941
3	0.265574	10.4365	G 1	15	42	13.2062	18.6849	4.09249	0	4.09249
4	0.265574	13.8223	G 1	15	42	18.4096	26.047	12.2689	0	12.2689
5	0.265574	16.6459	G 1	15	42	23.2667	32.9191	19.9012	0	19.9012
6	0.265574	19.0925	G 1	15	42	27.8528	39.4078	27.1076	0	27.1076
7	0.265574	21.2615	G 1	15	42	32.2169	45.5824	33.9651	0	33.9651
8	0.265574	23.2125	G 1	15	42	36.3918	51.4893	40.5254	0	40.5254
9	0.265574	24.2373	G 1	15	42	39.3679	55.7001	45.202	0	45.202
10	0.265574	23.6089	G 1	15	42	39.9621	56.5408	46.1356	0	46.1356
11	0.265574	22.7013	G 1	15	42	39.9843	56.5722	46.1707	0	46.1707
12	0.265574	21.6409	G 1	15	42	39.6129	56.0467	45.587	0	45.587
13	0.265574	20.4789	G 1	15	42	38.9283	55.0781	44.5114	0	44.5114
14	0.265574	19.2252	G 1	15	42	37.95	53.694	42.974	0	42.974
15	0.265574	17.8879	G 1	15	42	36.6937	51.9165	40.9998	0	40.9998
16	0.265574	16.4736	G 1	15	42	35.1717	49.763	38.6082	0	38.6082
17	0.265574	14.9878	G 1	15	42	33.394	47.2478	35.8148	0	35.8148
18	0.265574	13.4354	G 1	15	42	31.3685	44.382	32.632	0	32.632
19	0.265574	11.8203	G 1	15	42	29.1011	41.174	29.0692	0	29.0692
20	0.265574	10.146	G 1	15	42	26.5966	37.6304	25.1337	0	25.1337
21	0.265574	8.41551	G 1	15	42	23.858	33.7557	20.8303	0	20.8303
22	0.265574	6.63134	G 1	15	42	20.8872	29.5525	16.1622	0	16.1622
23	0.265574	4.79577	G 1	15	42	17.6852	25.0221	11.1306	0	11.1306
24	0.265574	2.91078	G 1	15	42	14.2516	20.164	5.73517	0	5.73517
25	0.265574	0.978078	G 1	15	42	10.5851	14.9764	-0.0262493	0	-0.0262493

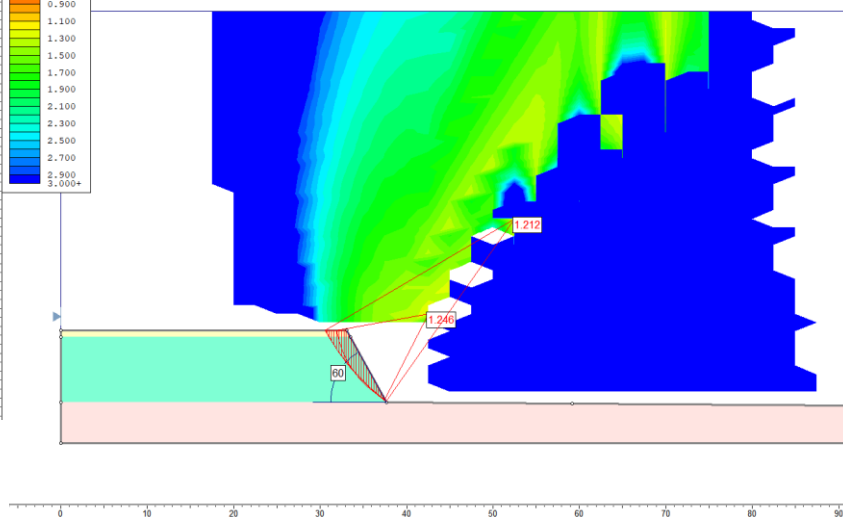
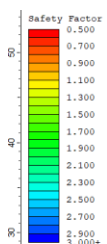
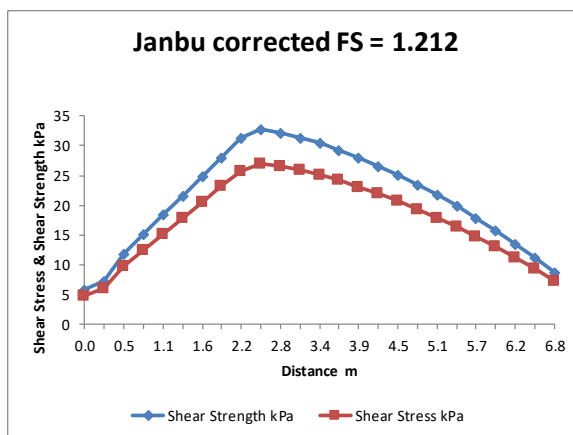
Sezione 6 – Scavo – Condizione statica

Sezione 6_STATICA

Analysis Method: janbu corrected

Factor of Safety	1.21151	
Circle Center	52.490	24.988
Radius	25.1863	
Circle Endpoint 1	30.567	12.589
Circle Endpoint 2	37.633	4.650
Surface Intercept 1	30.567	12.589
Surface Intercept 2	37.633	4.650

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.000	5.72076	4.72201
0.224	7.34225	6.06041
0.480	11.7794	9.72288
0.768	15.0899	12.4554
1.056	18.3785	15.1699
1.343	21.6421	17.8637
1.631	24.8782	20.5349
1.919	28.0851	23.1819
2.207	31.2613	25.8036
2.494	32.7852	27.0614
2.782	32.2723	26.6381
3.070	31.4404	25.9514
3.358	30.4326	25.1196
3.645	29.2915	24.1777
3.933	28.0209	23.1289
4.221	26.6239	21.9758
4.509	25.1036	20.7209
4.796	23.4627	19.3665
5.084	21.7038	17.9147
5.372	19.8291	16.3673
5.660	17.8407	14.726
5.947	15.7405	12.9925
6.235	13.5303	11.1681
6.523	11.2116	9.25424
6.811	8.78587	7.252



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Water Surface	Ru
S - Suolo e Cappellaccio	Yellow	18.75	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0
G 1	Green	20	Mohr-Coulomb	15	42	None	0
Argille interstrati	Pink	19.6	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0

Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.21151

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.224115	0.815636	S - Suolo e Cappellaccio	8.304	19.7072	4.72201	5.72076	-5.61476	0	-5.61476
2	0.224115	2.41484	S - Suolo e Cappellaccio	8.304	19.7072	6.06041	7.34225	-0.635197	0	-0.635197
3	0.287749	5.4258	G 1	12	35.7661	9.72288	11.7794	1.32899	0	1.32899
4	0.287749	8.00435	G 1	12	35.7661	12.4554	15.0899	6.3844	0	6.3844
5	0.287749	10.4685	G 1	12	35.7661	15.1699	18.3785	11.4065	0	11.4065
6	0.287749	12.8282	G 1	12	35.7661	17.8637	21.6421	16.3903	0	16.3903
7	0.287749	15.092	G 1	12	35.7661	20.5349	24.8782	21.3321	0	21.3321
8	0.287749	17.2674	G 1	12	35.7661	23.1819	28.0851	26.2292	0	26.2292
9	0.287749	19.3605	G 1	12	35.7661	25.8036	31.2613	31.0798	0	31.0798
10	0.287749	20.1442	G 1	12	35.7661	27.0614	32.7852	33.4069	0	33.4069
11	0.287749	19.3905	G 1	12	35.7661	26.6381	32.2723	32.6236	0	32.6236
12	0.287749	18.4336	G 1	12	35.7661	25.9514	31.4404	31.3532	0	31.3532
13	0.287749	17.3842	G 1	12	35.7661	25.1196	30.4326	29.8141	0	29.8141
14	0.287749	16.2748	G 1	12	35.7661	24.1777	29.2915	28.0716	0	28.0716
15	0.287749	15.1084	G 1	12	35.7661	23.1289	28.0209	26.1314	0	26.1314
16	0.287749	13.8878	G 1	12	35.7661	21.9758	26.6239	23.998	0	23.998
17	0.287749	12.6155	G 1	12	35.7661	20.7209	25.1036	21.6763	0	21.6763
18	0.287749	11.2939	G 1	12	35.7661	19.3665	23.4627	19.1706	0	19.1706
19	0.287749	9.92499	G 1	12	35.7661	17.9147	21.7038	16.4845	0	16.4845
20	0.287749	8.51081	G 1	12	35.7661	16.3673	19.8291	13.6217	0	13.6217
21	0.287749	7.05309	G 1	12	35.7661	14.726	17.8407	10.5852	0	10.5852
22	0.287749	5.55347	G 1	12	35.7661	12.9925	15.7405	7.37805	0	7.37805
23	0.287749	4.01344	G 1	12	35.7661	11.1681	13.5303	4.00282	0	4.00282
24	0.287749	2.4344	G 1	12	35.7661	9.25424	11.2116	0.461959	0	0.461959
25	0.287749	0.81765	G 1	12	35.7661	7.252	8.78587	-3.24236	0	-3.24236

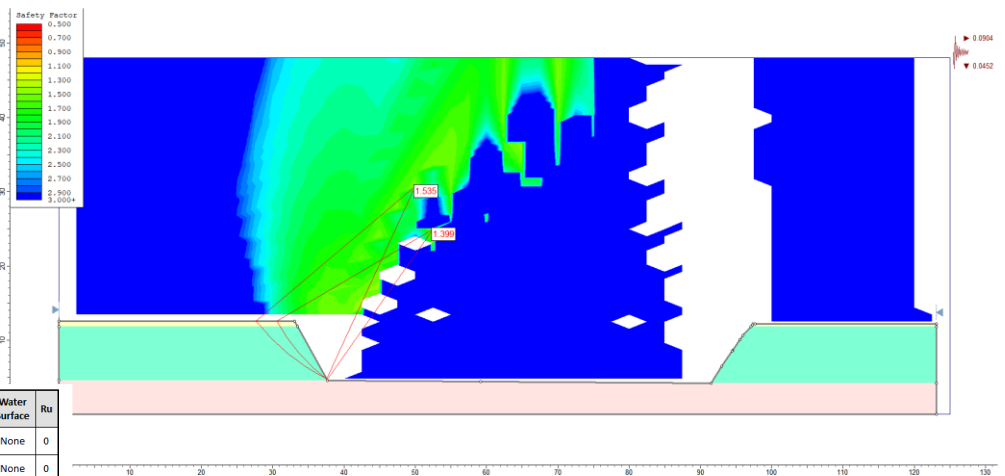
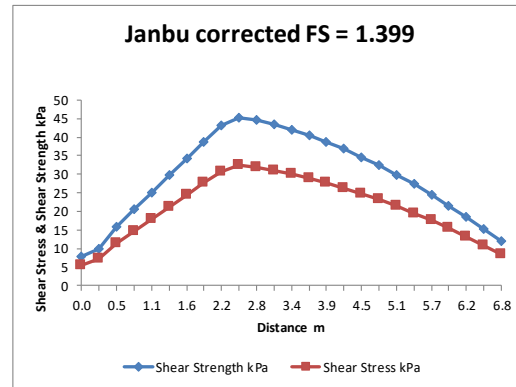
Sezione 6 – Scavo – Condizione pseudostatica

Sez_6_Sismica

Analysis Method: janbu corrected

Factor of Safety	1.39856	
Circle Center	52.490	24.988
Radius	25.1863	
Circle Endpoint 1	30.567	12.589
Circle Endpoint 2	37.633	4.650
Surface Intercept 1	30.567	12.589
Surface Intercept 2	37.633	4.650

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.000	7.70507	5.50929
0.224	9.97656	7.13345
0.480	15.9652	11.4155
0.768	20.5555	14.6976
1.056	25.123	17.9635
1.343	29.6625	21.2093
1.631	34.1702	24.4324
1.919	38.6432	27.6307
2.207	43.0794	30.8027
2.494	45.2225	32.335
2.782	44.5328	31.8419
3.070	43.3973	31.03
3.358	42.0145	30.0413
3.645	40.4437	28.9181
3.933	38.6896	27.6639
4.221	36.7567	26.2818
4.509	34.649	24.7748
4.796	32.37	23.1452
5.084	29.9232	21.3957
5.372	27.3116	19.5284
5.660	24.5379	17.5451
5.947	21.6046	15.4477
6.235	18.5139	13.2379
6.523	15.268	10.917
6.811	11.8687	8.48637



Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kN/m ²)	Phi	Water Surface	Ru
S - Suolo e Cappellaccio		18.75	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0
G1		20	Mohr-Coulomb	15	42	None	0
Argille interstrati		19.6	Mohr-Coulomb	10.38	24.12	None	0

Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 1.39856

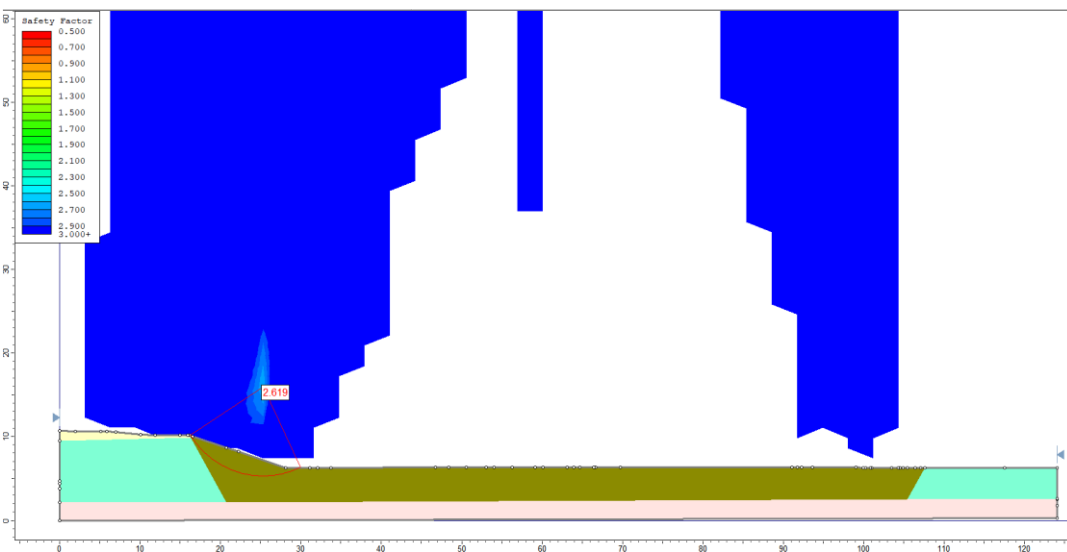
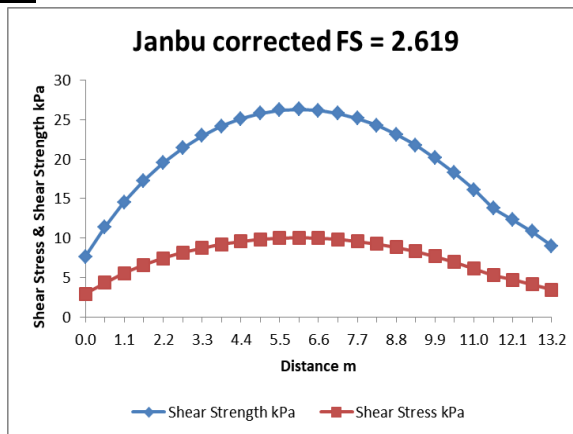
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.224115	0.815636	S - Suolo e Cappellaccio	10.38	24.12	5.50929	7.70507	-5.97427	0	-5.97427
2	0.224115	2.41484	S - Suolo e Cappellaccio	10.38	24.12	7.13345	9.97656	-0.901049	0	-0.901049
3	0.287749	5.4258	G 1	15	42	11.4155	15.9652	1.07199	0	1.07199
4	0.287749	8.00435	G 1	15	42	14.6976	20.5555	6.17002	0	6.17002
5	0.287749	10.4685	G 1	15	42	17.9635	25.123	11.2427	0	11.2427
6	0.287749	12.8282	G 1	15	42	21.2093	29.6625	16.2843	0	16.2843
7	0.287749	15.092	G 1	15	42	24.4324	34.1702	21.2907	0	21.2907
8	0.287749	17.2674	G 1	15	42	27.6307	38.6432	26.2584	0	26.2584
9	0.287749	19.3605	G 1	15	42	30.8027	43.0794	31.1852	0	31.1852
10	0.287749	20.1442	G 1	15	42	32.335	45.2225	33.5654	0	33.5654
11	0.287749	19.3905	G 1	15	42	31.8419	44.5328	32.7996	0	32.7996
12	0.287749	18.4336	G 1	15	42	31.03	43.3973	31.5384	0	31.5384
13	0.287749	17.3842	G 1	15	42	30.0413	42.0145	30.0026	0	30.0026
14	0.287749	16.2748	G 1	15	42	28.9181	40.4437	28.2582	0	28.2582
15	0.287749	15.1084	G 1	15	42	27.6639	38.6896	26.31	0	26.31
16	0.287749	13.8878	G 1	15	42	26.2818	36.7567	24.1633	0	24.1633
17	0.287749	12.6155	G 1	15	42	24.7748	34.649	21.8224	0	21.8224
18	0.287749	11.2939	G 1	15	42	23.1452	32.37	19.2914	0	19.2914
19	0.287749	9.92499	G 1	15	42	21.3957	29.9232	16.5739	0	16.5739
20	0.287749	8.51081	G 1	15	42	19.5284	27.3116	13.6734	0	13.6734
21	0.287749	7.05309	G 1	15	42	17.5451	24.5379	10.5929	0	10.5929
22	0.287749	5.53347	G 1	15	42	15.4477	21.6046	7.33513	0	7.33513
23	0.287749	4.01344	G 1	15	42	13.2379	18.5139	3.90262	0	3.90262
24	0.287749	2.4344	G 1	15	42	10.917	15.268	0.297672	0	0.297672
25	0.287749	0.81765	G 1	15	42	8.48637	11.8687	-3.47766	0	-3.47766

Sezione 12 – Ripristino – Condizione statica

Sezione 12_sdr_STATICA
Analysis Njanbu corrected

Factor of S	2.61893	
Circle Cen	25.299	15.994
Radius	10.8024	
Circle End	16.216	10.148
Circle End	29.948	6.243
Surface In	16.216	10.148
Surface In	29.948	6.243

Distance n	Shear Stre	Shear Stress kPa
0.000	7.62324	2.91082
0.549	11.3902	4.34918
1.099	14.5716	5.56396
1.648	17.2608	6.59079
2.197	19.5251	7.45538
2.746	21.4132	8.17633
3.296	22.9618	8.76764
3.845	24.1983	9.23978
4.394	25.1441	9.60092
4.944	25.8155	9.85728
5.493	26.2248	10.0136
6.042	26.3448	10.0594
6.591	26.189	9.9999
7.141	25.7902	9.84762
7.690	25.1505	9.60336
8.239	24.2699	9.26712
8.789	23.1464	8.83812
9.338	21.7758	8.31478
9.887	20.1515	7.69457
10.437	18.2644	6.974
10.986	16.1024	6.14847
11.535	13.7867	5.26425
12.084	12.3266	4.70675
12.634	10.8265	4.13394
13.183	8.99828	3.43586



Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 2.61893

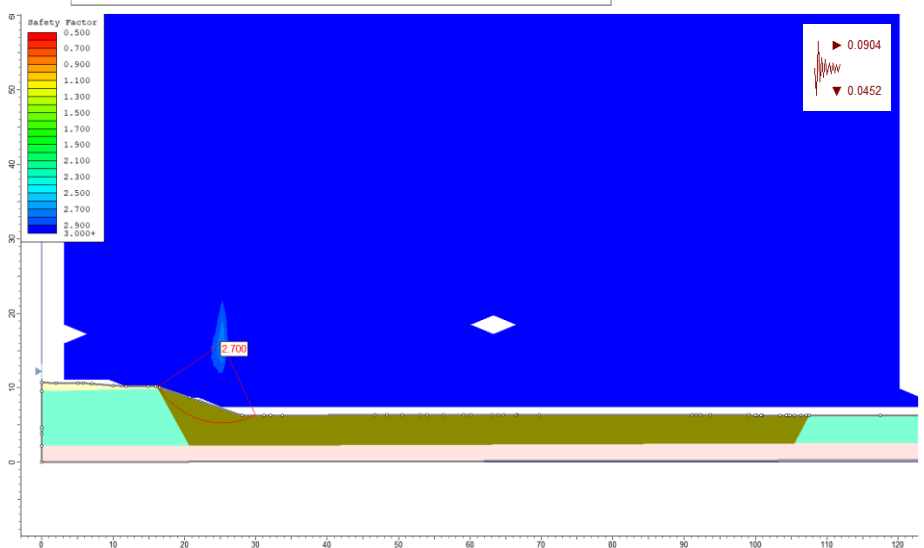
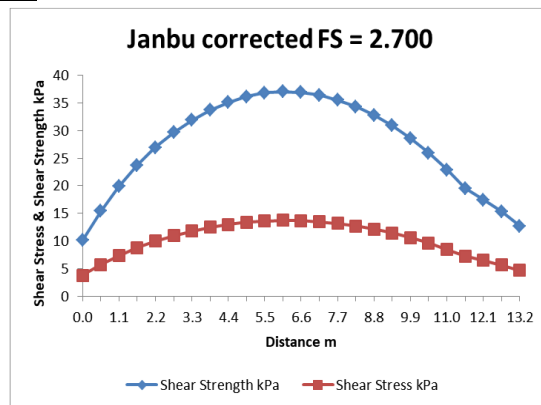
Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.549289	3.11595	Materiali di riempimento	8	24.7913	2.91082	7.62324	0.834765	0	0.834765
2	0.549289	8.72649	Materiali di riempimento	8	24.7913	4.34918	11.3902	9.80605	0	9.80605
3	0.549289	13.2168	Materiali di riempimento	8	24.7913	5.56396	14.5716	17.3828	0	17.3828
4	0.549289	16.8405	Materiali di riempimento	8	24.7913	6.59079	17.2608	23.7873	0	23.7873
5	0.549289	19.7595	Materiali di riempimento	8	24.7913	7.45538	19.5251	29.1799	0	29.1799
6	0.549289	22.0829	Materiali di riempimento	8	24.7913	8.17633	21.4132	33.6767	0	33.6767
7	0.549289	23.888	Materiali di riempimento	8	24.7913	8.76764	22.9618	37.3645	0	37.3645
8	0.549289	25.2319	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.23978	24.1983	40.3094	0	40.3094
9	0.549289	26.1578	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.60092	25.1441	42.562	0	42.562
10	0.549289	26.6987	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.85728	25.8155	44.1609	0	44.1609
11	0.549289	26.8802	Materiali di riempimento	8	24.7913	10.0136	26.2248	45.1356	0	45.1356
12	0.549289	26.6723	Materiali di riempimento	8	24.7913	10.0594	26.3448	45.4214	0	45.4214
13	0.549289	26.1014	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.9999	26.189	45.0505	0	45.0505
14	0.549289	25.219	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.84762	25.7902	44.1007	0	44.1007
15	0.549289	24.0337	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.60336	25.1505	42.5772	0	42.5772
16	0.549289	22.5516	Materiali di riempimento	8	24.7913	9.26712	24.2699	40.4801	0	40.4801
17	0.549289	20.7764	Materiali di riempimento	8	24.7913	8.83812	23.1464	37.8043	0	37.8043
18	0.549289	18.7091	Materiali di riempimento	8	24.7913	8.31478	21.7758	34.5402	0	34.5402
19	0.549289	16.3489	Materiali di riempimento	8	24.7913	7.69457	20.1515	30.6717	0	30.6717
20	0.549289	13.6922	Materiali di riempimento	8	24.7913	6.974	18.2644	26.1775	0	26.1775
21	0.549289	10.7333	Materiali di riempimento	8	24.7913	6.14847	16.1024	21.0286	0	21.0286
22	0.549289	7.63411	Materiali di riempimento	8	24.7913	5.26425	13.7867	15.5135	0	15.5135
23	0.549289	5.64347	Materiali di riempimento	8	24.7913	4.70675	12.3266	12.0362	0	12.0362
24	0.549289	3.63743	Materiali di riempimento	8	24.7913	4.13394	10.8265	8.46353	0	8.46353
25	0.549289	1.27391	Materiali di riempimento	8	24.7913	3.43586	8.99828	4.10952	0	4.10952

Sezione 12 – Ripristino – Condizione pseudostatica

Sezione 12_sdr_STATICA
Analysis Method: janbu corrected

Factor of Safety	2.70034	
Circle Center	25.299	15.994
Radius	10.8024	
Circle Endpoint 1	16.216	10.148
Circle Endpoint 2	29.948	6.243
Surface Intercept 1	16.216	10.148
Surface Intercept 2	29.948	6.243

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0.000	10.1454	3.75707
0.549	15.4011	5.70339
1.099	19.8809	7.36238
1.648	23.6981	8.77597
2.197	26.9367	9.9753
2.746	29.6586	10.9833
3.296	31.9103	11.8171
3.845	33.7276	12.4901
4.394	35.1376	13.0123
4.944	36.1613	13.3914
5.493	36.8143	13.6332
6.042	37.0562	13.7228
6.591	36.9043	13.6665
7.141	36.4039	13.4812
7.690	35.5562	13.1673
8.239	34.36	12.7243
8.789	32.8106	12.1505
9.338	30.9001	11.443
9.887	28.6173	10.5977
10.437	25.9465	9.6086
10.986	22.8675	8.46838
11.535	19.5531	7.24097
12.084	17.4714	6.47006
12.634	15.3229	5.67443
13.183	12.6843	4.6973



Global Minimum Query (janbu corrected) - Safety Factor: 2.70034

Slice Number	Width [m]	Weight [kN]	Base Material	Base Cohesion [kPa]	Base Friction Angle [degrees]	Shear Stress [kPa]	Shear Strength [kPa]	Base Normal Stress [kPa]	Pore Pressure [kPa]	Effective Normal Stress [kPa]
1	0.549289	3.11595	Materiali di riempimento	10	30	3.75707	10.1454	0.25178	0	0.25178
2	0.549289	8.72649	Materiali di riempimento	10	30	5.70339	15.4011	9.35496	0	9.35496
3	0.549289	13.2168	Materiali di riempimento	10	30	7.36238	19.8809	17.1143	0	17.1143
4	0.549289	16.8405	Materiali di riempimento	10	30	8.77597	23.6981	23.7258	0	23.7258
5	0.549289	19.7595	Materiali di riempimento	10	30	9.9753	26.9367	29.3352	0	29.3352
6	0.549289	22.0829	Materiali di riempimento	10	30	10.9833	29.6586	34.0496	0	34.0496
7	0.549289	23.888	Materiali di riempimento	10	30	11.8171	31.9103	37.9498	0	37.9498
8	0.549289	25.2319	Materiali di riempimento	10	30	12.4901	33.7276	41.0974	0	41.0974
9	0.549289	26.1578	Materiali di riempimento	10	30	13.0123	35.1376	43.5396	0	43.5396
10	0.549289	26.6987	Materiali di riempimento	10	30	13.3914	36.1613	45.3126	0	45.3126
11	0.549289	26.8802	Materiali di riempimento	10	30	13.6332	36.8143	46.4437	0	46.4437
12	0.549289	26.6723	Materiali di riempimento	10	30	13.7228	37.0562	46.8627	0	46.8627
13	0.549289	26.1014	Materiali di riempimento	10	30	13.6665	36.9043	46.5998	0	46.5998
14	0.549289	25.219	Materiali di riempimento	10	30	13.4812	36.4039	45.7328	0	45.7328
15	0.549289	24.0337	Materiali di riempimento	10	30	13.1673	35.5562	44.2646	0	44.2646
16	0.549289	22.5516	Materiali di riempimento	10	30	12.7243	34.36	42.1927	0	42.1927
17	0.549289	20.7764	Materiali di riempimento	10	30	12.1505	32.8106	39.509	0	39.509
18	0.549289	18.7091	Materiali di riempimento	10	30	11.443	30.9001	36.2001	0	36.2001
19	0.549289	16.3489	Materiali di riempimento	10	30	10.5977	28.6173	32.246	0	32.246
20	0.549289	13.6922	Materiali di riempimento	10	30	9.6086	25.9465	27.6202	0	27.6202
21	0.549289	10.7333	Materiali di riempimento	10	30	8.46838	22.8675	22.2872	0	22.2872
22	0.549289	7.63411	Materiali di riempimento	10	30	7.24097	19.5531	16.5464	0	16.5464
23	0.549289	5.64347	Materiali di riempimento	10	30	6.47006	17.4714	12.9408	0	12.9408
24	0.549289	3.63743	Materiali di riempimento	10	30	5.67443	15.3229	9.21951	0	9.21951
25	0.549289	1.27391	Materiali di riempimento	10	30	4.6973	12.6843	4.64935	0	4.64935

8 CONSIDERAZIONI FINALI

Il presente elaborato prende in considerazione ed analizza i principali aspetti geologici, geomorfologici ed idrogeologici relativi all'ambito comunale SE00F "contea -Guidetti", ubicato nel comune di Rubiera (RE); l'elaborato costituisce la Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica del "Piano di coltivazione e progetto di sistemazione cava di ghiaie alluvionali Contea – SE00F – Progetto Definitivo".

Sono stati consultati gli studi geologici - geomeccanici sulle litologie presenti e le indagini eseguite nei pressi dell'area per la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area all'interno del quale sono analizzate anche le condizioni di sismicità del sito. È infine stata analizzata la fattibilità dell'intervento, verificando la stabilità dei fronti di scavo e rispristino alla luce delle scelte progettuali e la stabilità generale del sito tramite verifiche di suscettività dei terreni alla liquefazione.

- ⇒ La zona in esame ricade nel foglio 201 "MODENA" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 ed è caratterizzata principalmente dalla presenza di depositi limo sabbiosi di piana alluvionale appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8) ed in particolare all'Unità di Modena (AES8a).
- ⇒ L'ambito comunale SE00F "contea -Guidetti" è ubicato nel comune di Rubiera (RE) ed è compreso negli elementi 201141 "MARZAGLIA" e 201144 "RUBIERA SUD" della carta tecnica regionale (CTR) (scala 1:5.000). L'area in esame del presente PCS (piano di coltivazione e sistemazione) è l'area ZE del suddetto ambito comunale, indicata in seguito come Cava Contea. Le coordinate geografiche riferite un punto baricentrale dell'area in esame sono rispettivamente: Latitudine: 44.643100°; Longitudine: 10.791072° (ED50). L'area è ubicata a quote comprese tra 54-52 m s.l.m.
- ⇒ Dal punto di vista morfologico l'area, a morfologia pianeggiante, è in prevalenza il risultato dell'azione prodotta dalle acque di scorrimento superficiale e dall'attività antropica. Il sito in esame si trova ad una quota di circa 56-54 m s.l.m., in sinistra idrografica rispetto al Fiume Secchia, che scorre in direzione S-N a circa 170-200 m dall'area in esame.
- ⇒ L'area in esame ricade in Fascia C.
L'area in esame risulta interna rispetto agli scenari di pericolosità evidenziati per quello che riguarda il reticolo primario e secondario di pianura (RP ed RSP), in particolare l'area è indicata come interessata rispettivamente da "alluvioni rare (L-P1)" di Secchia e Tresinaro ed "alluvioni poco frequenti (M-P2)" del Reticolo secondario di Pianura.
- ⇒ Per una completa analisi del sito in esame sono stati preventivamente consultati i dati delle indagini bibliografiche reperite nell'intorno dell'area in esame. In particolare sono state consultate le seguenti fonti:
 - il database regionale, disponibile al sito <http://geo.regione.emilia-romagna.it>;
 - le indagini reperite negli elaborati di PAE;
 - le indagini di AIPO per la cassa di espansione.
- ⇒ Nel corso del 2023 sono inoltre state eseguite alcune indagini sismiche in prossimità dell'area in esame ed indagini geognostiche in corrispondenza della cava Contea. In particolare nel mese di Settembre 2023 sono stati eseguiti n°5 sondaggi a carotaggio continuo per la realizzazione di n°4 piezometri per il monitoraggio della falda e per verifiche geotecniche dei terreni presenti nel sito di studio.

⇒ Sulla base delle informazioni ottenute attraverso i dati delle prove eseguite e reperite è possibile definire le seguenti unità geologiche e litotecniche:

Profondità m dal pc	Sigla/Unità geologica	Comportamento prevalente	Litologia
0.0-0.5/2.0	L1	Coesivo	Limo e limo sabbioso di colore grigio e bruno
0.5/2.0-5.0/7.7	L2	Granulare	Ghiaia eterogenea ed eterometrica con diametro massimo >10 cm in matrice sabbiosa di colore grigio. All'interno del livello di ghiaie sono state reperite lenti di materiali fini.
5.0/7.7-16/18	L3	Coesivo	Argilla, argilla limosa di colore grigio nocciola.

⇒ Per quello che riguarda i parametri meccanici dei materiali alluvionali interessati dalle attività di escavazione si è fatto riferimento ai dati ed alle elaborazioni relative a terreni analoghi della vicina Cassa di espansione del fiume Secchia, in particolare sono stati considerati i dati della Relazione Geotecnica del progetto definitivo relativo a "MO-E-1357 - Adeguamento dei manufatti di regolazione e sfioro della cassa di espansione del fiume Secchia comprensivo della predisposizione della possibilità di regolazione in situazioni emergenziali anche per piene ordinarie in relazione alla capacità di deflusso del tratto arginato (ex codice 10969) e avvio dell'adeguamento in quota e potenziamento strutturale dei rilevati arginali del sistema cassa espansione esistente - MO-E-1273 - Lavori di ampliamento e adeguamento della cassa di espansione del Fiume Secchia nel comune di Rubiera (RE) (Accordo di programma Ministero- RER- Parte A)" disponibile per la consultazione nel sito della Regione Emilia Romagna <https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/viavasweb/ricerca/dettaglio/5172>

Ad integrazioni sono stati misurati gli angoli di riposo dei detriti al piede delle scarpate fluviali del F. Secchia e dei cumuli presenti in frantoio a Rubiera ed a San Bartolomeo (frantoi CEAG) realizzati con ghiaie del F. Secchia prelevate in cave attive ed hanno fornito valori confrontabili di angolo di riposo compreso tra 40 e 45°.

Le più recenti indagini eseguite in corrispondenza dell'area in esame (vedasi paragrafo 3.2) hanno visto l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo per la realizzazione dei piezometri per il monitoraggio della falda (e per verifiche geotecniche). Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite alcune prove SPT in corrispondenza del livello di ghiaia e sono stati prelevati n°2 campioni in corrispondenza del livello di argilla (argilla interstrato), presente sotto il primo orizzonte di ghiaie. L'elaborazione delle prove SPT e l'esecuzione delle prove di laboratorio hanno permesso di verificare e nel caso delle argille di tarare (data la presenza di dati ulteriori) i parametri geotecnici dei livelli attraversati. Come si riporta di seguito i valori ottenuti dalle prove eseguite in sito sono concordi con i range di angolo di attrito e coesione valutati, in particolare per il livello di ghiaie; per quanto riguarda le argille i dati ottenuti dalle prove geognostiche più recenti (sondaggi a carotaggio continuo e prelievo di campioni indisturbati – Ottobre 2023) hanno permesso di tarare con più accuratezza i parametri geotecnici del livello coesivo.

In sintesi i parametri meccanici dei livelli indagati e utilizzati per le verifiche di stabilità sono i seguenti:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Suolo e cappellaccio	18.75	10.4	24.0	18.75	8.3	19.6
Ghiaie	20	15	42	20	12	35.8
Argilla interstrato	19.6	10.4	24.0	19.6	8.3	19.6

Tabella 25. Parametri geomeccanici

Per i riporti si assume:

	Verifiche pseudostatiche			Verifiche statiche		
	γ_k (kN/mc)	c'_k (kN/mq)	Φ_k (°)	γ_d (kN/mc)	c'_d (kN/mq)	Φ_d (°)
Riporti	19	10.0	30.0	19	8.0	24.8

⇒ Sulla base dei dati piezometrici disponibili è stata eseguita una ricostruzione dell'andamento delle piezometrie nell'area di intervento e nel suo contesto più ampio come riporta anche la Tavola 4.

Per quello che riguarda l'acquifero A1 le isopieze definite nel VPAE 2016 indicano un andamento della falda da W verso NE con profondità variabili tra 14-15 m dal p.c., valore confermato anche dal dato relativo al piezometro C3 eseguito nel Luglio 1998. In merito all'acquifero A₀ durante l'esecuzione dei saggi, eseguiti tra Ottobre e Novembre 2022 è stata segnalata la scarsa e discontinua presenza di acqua spesso presente al tetto delle argille sottostanti il giacimento ghiaioso (da riferire alle precipitazioni avvenute prima dell'esecuzione dei saggi).

Si ritiene pertanto che, allo stato attuale delle conoscenze, i previsti scavi fino a – 8 m dal p.c. non interferiscano con una falda acquifera organizzata e continua, ma al limite con venute d'acqua effimere dovute all'infiltrazione delle precipitazioni.

Sono stati inoltre considerati i valori di soggiacenza derivanti dalle misure piezometriche eseguite in corrispondenza dei Piezometri costruiti nel Settembre 2023 (vedasi paragrafo 3.3).

È stata inoltre eseguita una misura di soggiacenza in corrispondenza dei piezometri di valle nel mese di Ottobre 2023: falda in corrispondenza del piezometro Pz1_Valle (che capta l'acquifero A1) è stata reperita a -11.98 m da p.c., mentre in corrispondenza del piezometro PZ2_valle (che capta l'acquifero superficiale) non è stata reperita la falda.

⇒ Nell'“Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna” (DGR n.1164/2018) il comune di **Rubiera** è classificato in **zona 3**.

⇒ Nella tavola P9a (210SO) “Rischio sismico-carta degli effetti attesi” del PTCP della provincia di Reggio Emilia l'area di Cava Contea comprende aree rientranti principalmente in classe “G” per la quale come effetti attesi sono segnalati l'amplificazione stratigrafica ed i cedimenti (potenziale); la porzione più ad est dell'area di cava rientra inoltre in classe “F” per cui gli effetti attesi sono l'amplificazione topografica e liquefazione. Nella tavola P9b (210SO) “Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento” l'area in esame è compresa principalmente in aree in cui è indicato un livello di approfondimento II.

⇒ Sulla base dei valori di Vs indicati come risultanti delle indagini sismiche reperite in un intorno significativo dell'area in esame e poiché il substrato è presente a profondità >>30m, si individua una categoria di sottosuolo **tipo C** al piano campagna (i valori di Vs₃₀ reperiti in bibliografia indicano una Vs₃₀ variabile da 334-357 m/s (da MZSII)).

⇒ Sono state determinate le azioni sismiche ai sensi delle NTC2018 per un'opera con V_N=50 anni e Classe d'uso = I, che hanno permesso di determinare, sulla base delle indagini sismiche eseguite i parametri riportati di seguito.

Stato Limite Ultimo		SLV	
accelerazione di progetto	ag	0.162	g
Parametro spettrale	F0	2.381	-
Parametro spettrale	Tc'	0.291	s
Stato Limite di Esercizio		SLD	
accelerazione di progetto	ag	0.062	g
Parametro spettrale	F0	2.498	-
Parametro spettrale	Tc'	0.266	s
Stato Limite Ultimo		SLV	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.469	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = St*Ss	1.469	
Amax	Amax=Ag*S	0.2379	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Da tabella 7.11.I
Coefficiente sismico orizzontale	khk = ag*S* β	0.0904	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0452	
Stato Limite di Esercizio		SLD	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.50	di progetto
Categoria topografica		T1	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.00	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = St*Ss	1.50	
Amax	Amax=Ag*S	0.0930	g
Coefficiente di riduzione	$\beta =$	0.38	Da tabella 7.11.I
Coefficiente sismico orizzontale	kh = khk = ag*S* β	0.0353	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.0177	

⇒ Le verifiche di stabilità sono state eseguite sia nelle condizioni coltivazione (fase di scavo) e sia nelle condizioni definitive di abbandono del versante (recupero finale).

È stato utilizzato il programma di calcolo *Slide* della Società Canadese Rocscience, secondo quanto previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM del 17 gennaio 2018. Le verifiche di stabilità sono state eseguite in condizioni statiche e sismiche (pseudo-statiche).

SINTESI VERIFICHE STABILITA' CAVA CONTEA

Sezione	Condizione	Condizione	Combinazione	R2	Falda	Fs-Jambu	Fs-Spencer	Verifica positiva
Tipo	SDP	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	1.228	1.223	si
Tipo	SDP	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	1.415	1.456	si
6	SDP	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	1.212	1.339	si
6	SDP	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	1.399	1.516	si
12	SDR	Statica	A2+M2+R2	1.1	no	2.619	2.609	si
12	SDR	Pseudostatica	A2+M2+R2	1.2	no	2.700	2.747	si

Tabella 26. Fattori di sicurezza FS ottenuti dalle verifiche di stabilità eseguite.

Alla luce delle verifiche eseguite e delle attività previste e descritte negli elaborati di progetto si ritiene l'intervento geologicamente fattibile.

Infine si segnala che per una corretta gestione dei fronti di scavo si ritiene opportuno prevedere quanto segue:

1. Durante l'esecuzione dei lavori di scavo dovranno essere rispettate rigorosamente le inclinazioni e le profondità di scavo indicate nel progetto.
2. Le scarpate a maggiore pendenza dovranno essere delimitate da segnaletiche (cartelli ammonitori) e/o recinzioni/argini ed arginelli per evitare l'accesso o segnalare il pericolo alle persone non autorizzate all'ingresso in cava.
3. Dovrà essere evitato il più possibile lo scorrimento delle acque meteoriche lungo i profili di scavo con la realizzazione dei fossi di guardia.
4. È fatto divieto del transito dei mezzi di trasporto sul ciglio degli scavi, fatta eccezione il transito dei mezzi sulle piste di progetto. Deroghe possono essere rilasciate temporaneamente dal Direttore Responsabile di Cava.
5. Gli accumuli temporanei e definitivi del materiale scavato dovranno essere caratterizzati da pendenze poco accentuate e dovranno essere posizionati a distanze idonee dai fronti in fase di coltivazione.