



Rinnovabili da sempre

Impianto fotovoltaico flottante “Cave Podere Stanga” nel Comune di Piacenza

Studio di Impatto Ambientale

Legge Regione Emilia-Romagna n. 20/2018 e smi

Decreto legislativo n. 152/2006 e smi

Dott. Geol. Alessandro

MURRATZU

Ord. Geologi della Toscana, n. 640

Dott. Geol. Simone

FIASCHI

Ord. Geologi della Toscana, n. 736

Marzo 2022

GEO.REL.01

Relazione geologica

Progettista

BP Engineering SrL

Coordinamento di progetto e consulenza tecnica

Hydrosolar SrL – Infralab SrL

Opere di rete per la connessione CP "Montale"

Sering Italia SrL

Opere di utenza per la connessione

Ing. Giovanni Antonio Saraceno – **3E Ingegneria SrL**

Geologia

Dott. Geol. Alessandro Murratzu, Dott. Geol. Simone Fiaschi – **Idrogeo Service SrL**

Studio di impatto ambientale e progettazione ambientale integrata

Dott. Agr. Andrea Vatteroni, Ing. Cristina Rabozzi, Dott. Agr. Elena Lanzi,
Arch. Pian. Terr. Michela Bortolotto, Ing. Sara Cassini

ENVIarea stp snc

Idrobiologia

Dott. Biol. Nicola Polisciano

Ambiente, Paesaggio, Biodiversità e Ecologia

Dott. Agr. Andrea Vatteroni, Ing. Cristina Rabozzi, Dott. Agr. Elena Lanzi,
Arch. Pian. Terr. Michela Bortolotto, Ing. Sara Cassini

ENVIarea stp snc

Cartografia vettoriale

Dott. Agr. Andrea Vatteroni, Arch. Pian. Terr. Michela Bortolotto

ENVIarea stp snc

Rendering e fotosimulazioni

Geom. Eleonora Frosini – **3D Visualization***

Acustica

Ing. Francesco Borchì, Ing. Gianfranco Colucci – **Vie en.ro.se. Ingegneria SrL**

SOMMARIO

Premessa	3
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO	5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOTECNICO	10
3. CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO	14
4. STUDI DI SUPPORTO ALLO S.U.G. VIGENTE: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' DELL'AREA	18
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI	26
5.1 Criteri d'indagine	26
5.2 Descrizione delle indagini	26
5.3 Caratteristiche litologico-stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni	29
5.4 Categoria di sottosuolo	31
6. MODELLAZIONE SISMICA	33
7. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE	39
8. CONCLUSIONI	40
Allegato 1	42
Allegato 2	43

Premessa

Per incarico della Società proponente del progetto CVA Eos SrL sono esposti e commentati i risultati dell'indagine geologica e geologico-tecnica di supporto allo Studio di Impatto Ambientale nell'ambito della Valutazione di Impatto Ambientale - Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale, ai sensi del combinato disposto dell'art. 27 bis del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. e D.M. 52/2015 relativo al progetto "Impianto fotovoltaico flottante "Cave Podere Stanga" di Potenza Nominale pari a 30.602,88 kWp (30,6 MWp) corrispondente ad una potenza nominale AC pari a 26,950 MW.

Le peculiarità della tecnologia fotovoltaica "flottante" hanno permesso di concretizzare l'idea progettuale di utilizzare uno specchio d'acqua ascrivibile a bacino di cava come area fruibile per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, introducendo quindi una diversificazione rispetto all'approccio più convenzionale che si rileva per tale tipologia impiantistica e coniugando la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con il contenimento del consumo di suolo, contribuendo anche in tal modo alla tutela del paesaggio.

Nello specifico, il progetto presentato consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico, per l'appunto del tipo "floating" (galleggiante), ed annesso opere di utenza e di rete per la connessione alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale). La caratteristica galleggiante dell'impianto fotovoltaico si determina grazie all'impiego di un sistema a zattere interconnesse meccanicamente tra di loro attraverso reticolo di passerelle calpestabili. Le zattere ospitano sistema a falde inclinate di 10°, con orientamento simmetrico Est-Ovest, su cui sono installati i moduli fotovoltaici.

Il posizionamento delle zattere è previsto su specchio d'acqua denominato "Cave Podere Stanga" sito nel Comune di Piacenza derivante da attività estrattive - oggi non più attive - svoltesi tra il 2000 e il 2020 e composto da due bacini adiacenti: "bacino Nord" e "bacino Sud". Il due bacini presentano rispettivamente una superficie d'acqua di circa 21,28 ha e 18,33 ha.

L'architettura di impianto prevede l'installazione di 5.313 zattere dedicate ad ospitare i moduli fotovoltaici ed ulteriori 77 zattere dedicate ad ospitare 154 convertitori statici (inverters), ciascuno avente potenza nominale AC pari a 175 kW.

Le zattere dedicate all'installazione dei moduli fotovoltaici presentano tutte le stesse dimensioni ed ospitano ciascuna n°12 moduli fotovoltaici del tipo monocristallino e di potenza nominale pari a 480 Wp. La potenza nominale DC dell'impianto fotovoltaico è pari a 30.602,88 kWp (30,6 MWp) corrispondente ad una potenza nominale AC pari a 26,950 MW.

La configurazione descritta determina un'occupazione prevista della superficie d'acqua dei due bacini rispettivamente pari al 46,1% (Bacino Nord) e al 38,1% (Bacino Sud).

L'interconnessione dell'impianto con la RTN è conseguita attraverso la realizzazione di cavidotto di utenza per la connessione interrato ed esercito alla tensione nominale di 30 kV. La lunghezza totale del cavidotto è di 6,7 km circa, prevalentemente su viabilità pubblica esistente. Il terminale di arrivo del cavidotto dall'impianto fotovoltaico è una nuova sottostazione di trasformazione 132/30 kV, la cui ubicazione è prevista in terreno nelle disponibilità della società proponente ed in posizione antistante all'esistente Cabina Primaria (CP) "Montale" di proprietà e-Distribuzione. Tale sottostazione è sua volta connessa alla CP indicata attraverso nuovo stallo AT-132 kV da realizzare all'interno dell'area della Cabina Primaria.

Per maggiori dettagli tecnici si rimanda alle relazioni specialistiche redatte dalla società proponente.

Partendo dal quadro conoscitivo derivante dalla consultazione del Piano Strutturale Comunale (PSC) di Piacenza, approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n.23 del 06.06.2016 (ultima modifica ottobre 2021), nonché dall'analisi del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - P.G.R.A del Fiume Po - UoM ITN008 Po e dal PAI "Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici", la presente relazione geologica

viene redatta a seguito di adeguati approfondimenti di carattere geologico, geomorfologico ed idrologico - idraulico.

Il Comune di Piacenza è classificato fra i comuni sismici in zona 3 (DGR 1435/2003 e s.m.i. e DGR 1164 del 23/07/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna").

Si fa presente che l'area d'intervento non risulta interessata dal Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/1923 e L.R. 39/00 con relativo Regolamento di Attuazione D.P.G.R. n. 48/R del 08/08/2003 e s.m.i.).

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA DI INTERVENTO

Il progetto di realizzazione dell'Impianto Fotovoltaico Flottante di circa 30 MWp denominato "Cave Podere Stanga", ricade nella porzione est del Comune di Piacenza, in località i Dossi di Roncaglia, in un'area pianeggiante ad ovest del Torrente Nure, in corrispondenza delle aree lacuali delle cave, come visibile in Figura 1.

Per completezza di informazione, la mappa riporta, oltre all'ingombro del layout dove saranno installati i pannelli fotovoltaici flottanti, anche il tracciato dell'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, che avrà una lunghezza complessiva di circa 6,7 km e collegherà l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete "e-Distribuzione 132/15 kV Montale", a seguito di ampliamento della stessa con realizzazione di un nuovo stallo di AT.

L'area in cui si prevede di realizzare l'impianto fotovoltaico ricade nel Foglio 28 del comune di Piacenza (PC) e interessa le particelle 7, 653, 695, 712, 660. L'area stazione utenza e la C.P. "Montale" ricadono invece nel Foglio di Mappa n.95, particelle n.28 e n. 498.

Il tracciato dell'elettrodotto partendo dall'area dell'impianto FV "Cave Podere Stanga", in località i Dossi di Roncaglia, nel comune di Piacenza (PC), dopo un breve tratto con direzione sud-ovest si innesta nella viabilità comunale esistente, oltrepassa l'A21 "Autostrada dei vini" e raggiunge la S.P. n.10 (già S.S. n.10 Padana Inferiore), la percorre in direzione sud-ovest per un breve tratto e volge a sud proseguendo il suo percorso attraverso campi agricoli, oltrepassando il Nuovo Colatore Riello, la S.P. n.587 (Strada di Cortemaggiore), la Ferrovia Piacenza-Cremona, intercetta la viabilità esistente e la percorre in direzione sud-ovest fino ad oltrepassare vari tratti ferroviari, l'A1 "Autostrada del Sole", si reimmette sulla viabilità locale esistente, la percorre con direzione sud-ovest e poi sud, oltrepassa la Ferrovia Piacenza-Bologna e si immette nella S.S. n.9 (via Emilia Parmense), la percorre per un tratto con direzione ovest per poi svoltare verso sud ed immettersi nella viabilità locale, fino a terminare il suo percorso all'interno della stazione di utenza.

Dal punto di vista geomorfologico, come estratto dalla relazione geologica del Piano Strutturale Comunale (PSC) di Piacenza, l'area di interesse ricade nella zona di pianura pedemontana distale che confina con la fascia di meandreggiamento del Fiume Po, compresa ad est dal Torrente Nure e ad ovest dal Fiume Trebbia.

Nell'ambito geografico in esame gli interventi antropici hanno condizionato in modo marcato la superficie del suolo e i corsi d'acqua sono rimasti le uniche zone che mantengono un elevato grado di naturalità nonostante le massicce opere di regimazione (arginature, pennelli, traverse, etc).

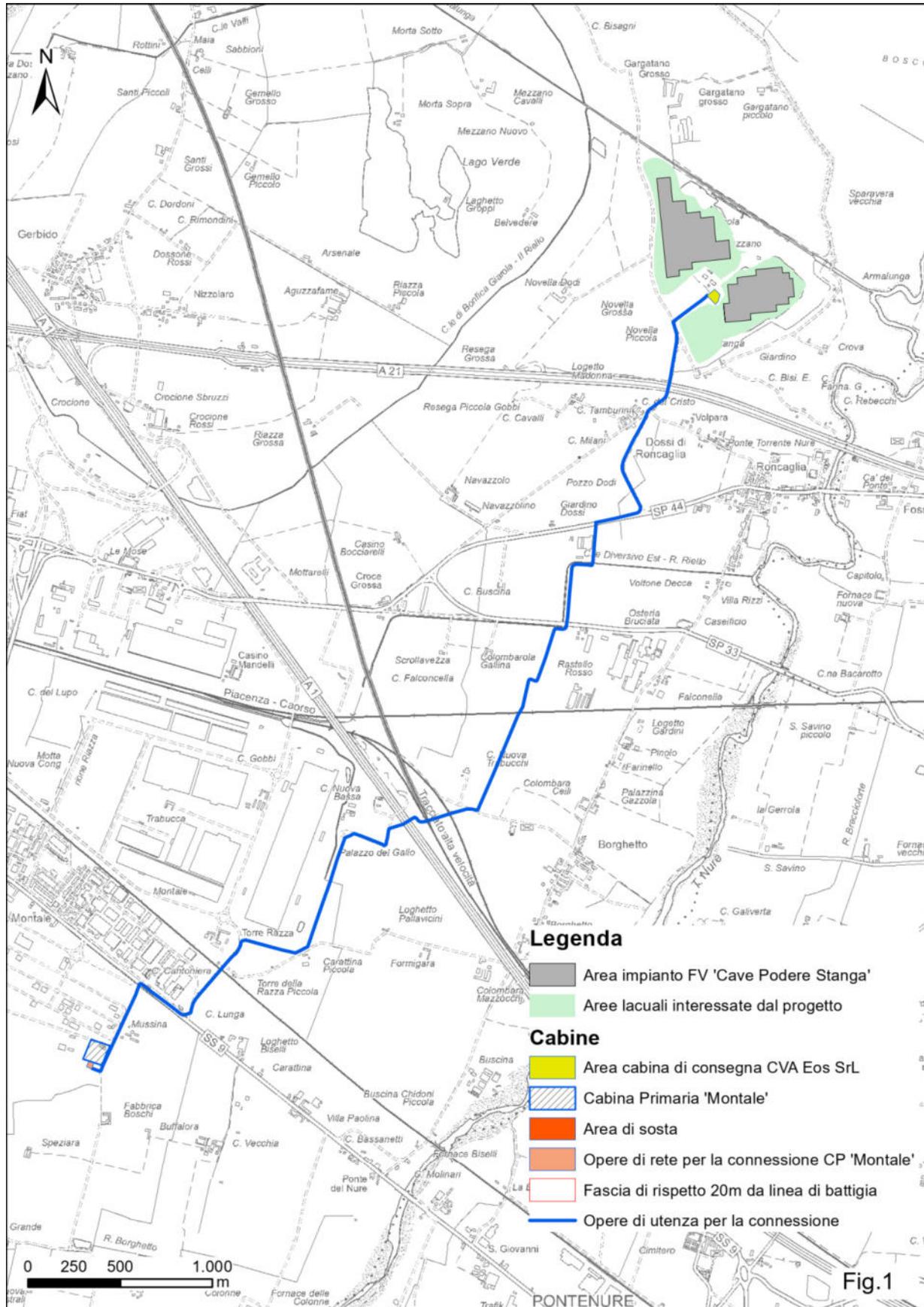
La pianura pedemontana è costituita dall'impalcatura della conoide alluvionale del fiume Trebbia e, in misura inferiore, del torrente Nure. Il fiume Trebbia mostra un andamento prevalentemente rettilineo, mentre il torrente Nure lo presenta nella parte meridionale del territorio comunale, fino all'altezza della frazione di Roncaglia, per poi assumere un andamento molto più sinuoso nella zona settentrionale.

Nella zona considerata la fascia di meandreggiamento del fiume Po è larga 6-8 km e, nel suo complesso, è caratterizzata da un assetto suborizzontale con superfici piane e/o poco ondulate. In particolare, in prossimità dell'area di impianto (loc. Mortizza), il Po descrive un ampio meandro strizzato con concavità rivolta verso sud.

Nonostante il corso d'acqua sia regolato da importanti opere spondali, le parti convesse delle curve sono caratterizzate da fenomeni di erosione laterale mentre quelle concave da sedimentazione attiva. Il rapporto erosione/sedimentazione, allo stato attuale, risulta inferiore all'unità.

Lungo gli antichi percorsi del Po, individuali anche ad oltre 2 km di distanza dall'attuale alveo, sono stati individuati dei sistemi di lanche. Morfologicamente si tratta di strette e lunghe depressioni arcuate nel piano campagna, caratterizzate dal sovente affioramento della superficie freatica in specchi lacustri. Nel territorio comunale è stato individuato un esempio di lanca terminale a nord-est del centro abitato, rappresentato dal vecchio tracciato del torrente Nure.

Figura 1. Inquadramento su topografia 1:25.000



Dalla consultazione della carta geomorfologica del PSC (Figura 2) risulta che le componenti progettuali siano interessate dalle seguenti forme geomorfologiche:

- l'area impianto fotovoltaico "cave Podere Stanga" ricade in area pianeggiante, in prossimità dei *bacini lacustri* e risulta situato ad una distanza minima di circa 15 m dal Canale Bonifica Armalunga, a N delle aree lacuali interessate dal progetto, ed a circa 350 m ad W del Torrente Nure;
- l'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete "e-Distribuzione 132/15 kV Montale", nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 600 m, a partire dall'area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, *"depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del fiume Po; sabbie e sabbie limose con locali intercalazioni di ghiaietto"*;
 - per circa 1,5 km, il tracciato MT, dopo aver intercettato *orli di terrazzo fluviale* che delimitano il passaggio ai *"depositi di interconoide costituiti da argille limose e limi argillosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie"*, prosegue all'interno di tali depositi per tutto il tratto considerato;
 - per ulteriori 4,0 km circa, il cavidotto MT attraversa una zona *"delle conoidi alluvionali distali"* per poi confluire, nell'ultimo tratto di circa 500 m, in *"zona delle conoidi alluvionali"*.
- la Cabina primaria "Montale" ricade in *"zona delle conoidi alluvionali"*.

Si sottolinea che l'area cabina di consegna CVA Eos SrL ed il tratto di cavidotto MT per una lunghezza di circa 2 km, attraversano un'area mappata in "Fascia C", ovvero in Fascia di inondazione per piena catastrofica - zone di rispetto dell'ambito fluviale (rimandiamo alle considerazioni più specifiche sul rischio idraulico per approfondire tale criticità).

Complessivamente, l'area in oggetto è interessata inoltre da una rete idrica secondaria piuttosto fitta che crea una maglia di cavi, canali e fossi artificiali, o comunque con evidente grado di antropicità, frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti. Questi elementi, per la duratura permanenza sul territorio, giustificano a loro volta la stabilità morfologica e la perfetta aderenza della pianificazione romana al paesaggio.

Segnaliamo che il cavidotto MT in progetto, lungo il suo tracciato, incontra numerosi corsi d'acqua afferenti al Reticolo Idrografico Primario o ai Canali di Bonifica (Figura 3).

Si segnala che le caratteristiche progettuali dovranno rispettare le fasce di rispetto da tali corsi d'acqua ai sensi del RD 523/1904 (richiedendo eventualmente anche titoli concessori specifici per l'occupazione delle aree) e delle più recenti normative Regionali per la Tutela dei corsi d'acqua.

In base a quanto evidenziato dagli approfondimenti geomorfologici effettuati è possibile affermare che non vi sono criticità, di natura geomorfologica, in grado di compromettere la fattibilità degli interventi di progetto.

Figura 2. Estratto Carta geomorfologica PSC

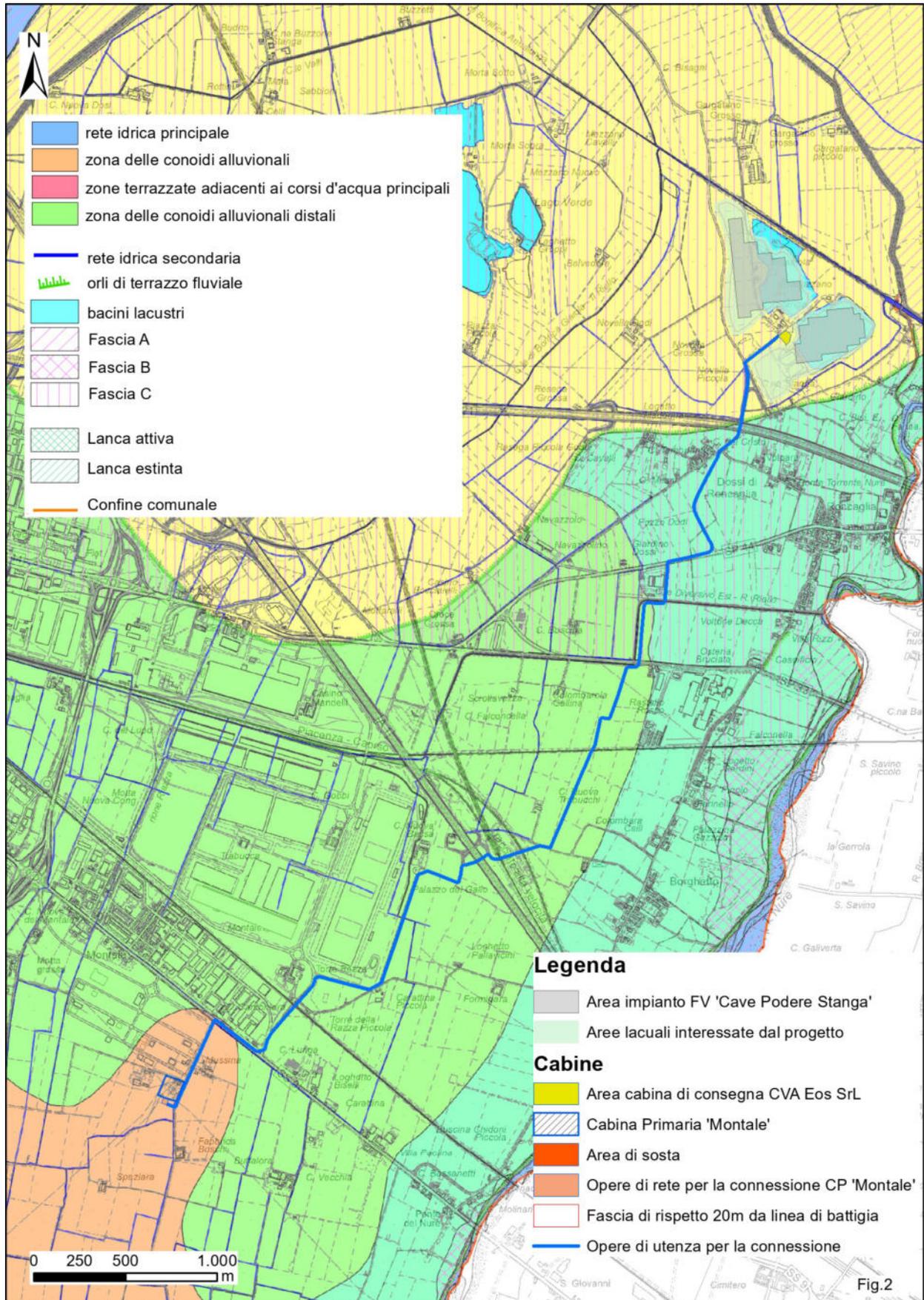
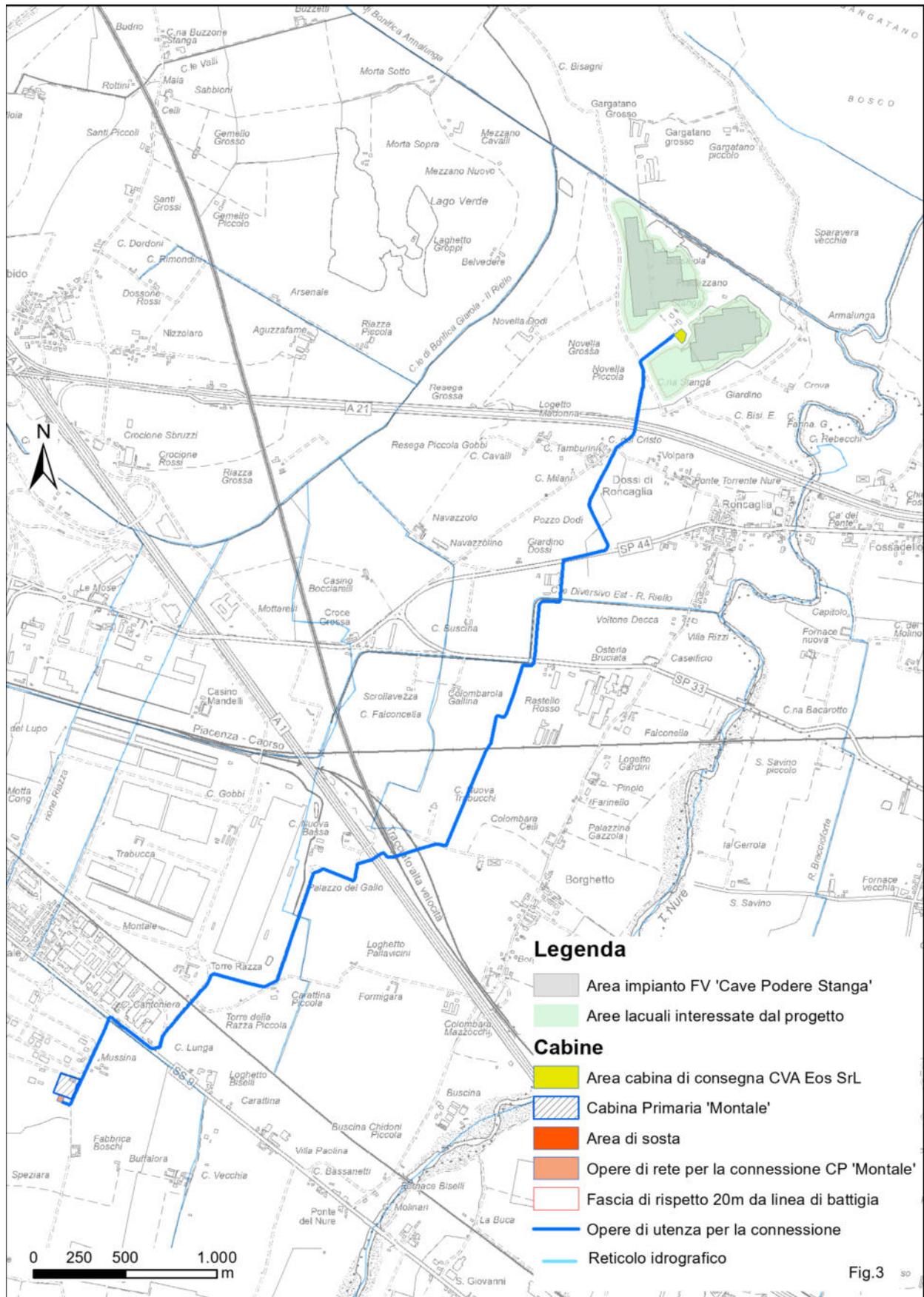


Figura 3. Aste fluviali (fonte wms RER :<http://wms.pcn.minambiente.it>)



2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E LITOTECNICO

L'area di interesse si colloca nella Pianura Padana, in destra idrografica del Fiume Po, nella porzione est del Comune di Piacenza, in località i Dossi di Roncaglia, in un'area pianeggiante ad ovest del Torrente Nure, in corrispondenza delle aree lacuali delle cave.

L'assetto geologico dell'area è legato, a livello di area vasta, ai numerosi cicli erosivo-deposizionali verificatisi nel corso del Quaternario, e che hanno contribuito al colmamento e alla modellazione geologica e geomorfologica dell'area della Pianura Padana.

Come riportato da Ricci Lucchi et al. (1982), gli eventi morfogenetici e deposizionali che hanno dato origine alla serie di aggradazione/progradazione che caratterizza la formazione della coltre deposizionale, deriva da un succedersi di situazioni di squilibrio generate dall'alternanza di cicli glaciali responsabili di altrettante variazioni del livello del mare con conseguenti fasi alterne di accrescimento ed erosione, queste ultime definite da superfici di discontinuità e terrazzamento individuabili nell'area della Pianura.

La ricostruzione di un assetto stratigrafico più di dettaglio è stato possibile dall'analisi delle unità geologiche affioranti e dalle stratigrafie delle numerose perforazioni eseguite nel territorio per scopi di ricerca idrica e di *oil and gas*.

Come riportato nella relazione geologica del PSC, tali approfondimenti hanno permesso l'individuazione di quattro macroaree, ad assetto stratigrafico omogeneo dal punto di vista geotecnico, che caratterizzano il territorio comunale di Piacenza:

ALLOMEMBRO DI RAVENNA AES8 (Olocene-Pleistocene Superiore; attuale – 20.000 BP)

Lo spessore massimo dell'Unità è di circa 20 metri. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk (C). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri allomembri e sulle unità più antiche.

- Depositi di conoide alluvionale ad alimentazione appenninica, prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi;

La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie amalgamate o con sottili intercalazioni di argille e/o limi di limitata continuità areale. I livelli ghiaiosi sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità. Le eventuali intercalazioni limose ed argillose, generalmente con sviluppo spaziale ridotto, possono presentare localmente spessori anche superiori ai 2 metri. Il rapporto ghiaia ed argilla è comunque superiore all'unità. Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico, sono favorevoli. I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medio bassi indici di compressibilità. Il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

- Depositi d'interconoide ad alimentazione appenninica costituiti da alluvioni sabbiose e limo-argillose solcate localmente da canali di ghiaie;

Si tratta della zona d'interdigitazione dei depositi di conoide distale del T. Nure e del F. Trebbia con quelli di paleo alveo e barra fluviale del F. Po. La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie intervallati da livelli di argille e/o limi. Il rapporto ghiaia ed argilla è generalmente pari all'unità. Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico, sono in genere favorevoli. La presenza anche

consistente di argille e limi a comportamento coesivo con bassi e medio-bassi valori di resistenza al taglio ed alti e medio alti indici di compressibilità, comporta limitazioni nell'applicazione dei carichi per fondazioni dirette.

Anche nelle situazioni più favorevoli con presenza di terreni a comportamento granulare il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali. Per carichi significativi, o per inaccettabilità di cedimenti da parte delle strutture, è necessaria la realizzazione di fondazioni profonde, da intestare nei livelli ghiaiosi sottostanti, dei quali dovrà essere verificata la resistenza e lo spessore.

UNITA' MODENA (Olocene; post IV-VII sec. d.C.)

- Depositi di canale fluviale, rotta e argine prossimale ghiaiosi e sabbiosi ad alimentazione appenninica, localmente intercalati da lenti di sabbie fini limose e limi argillosi;

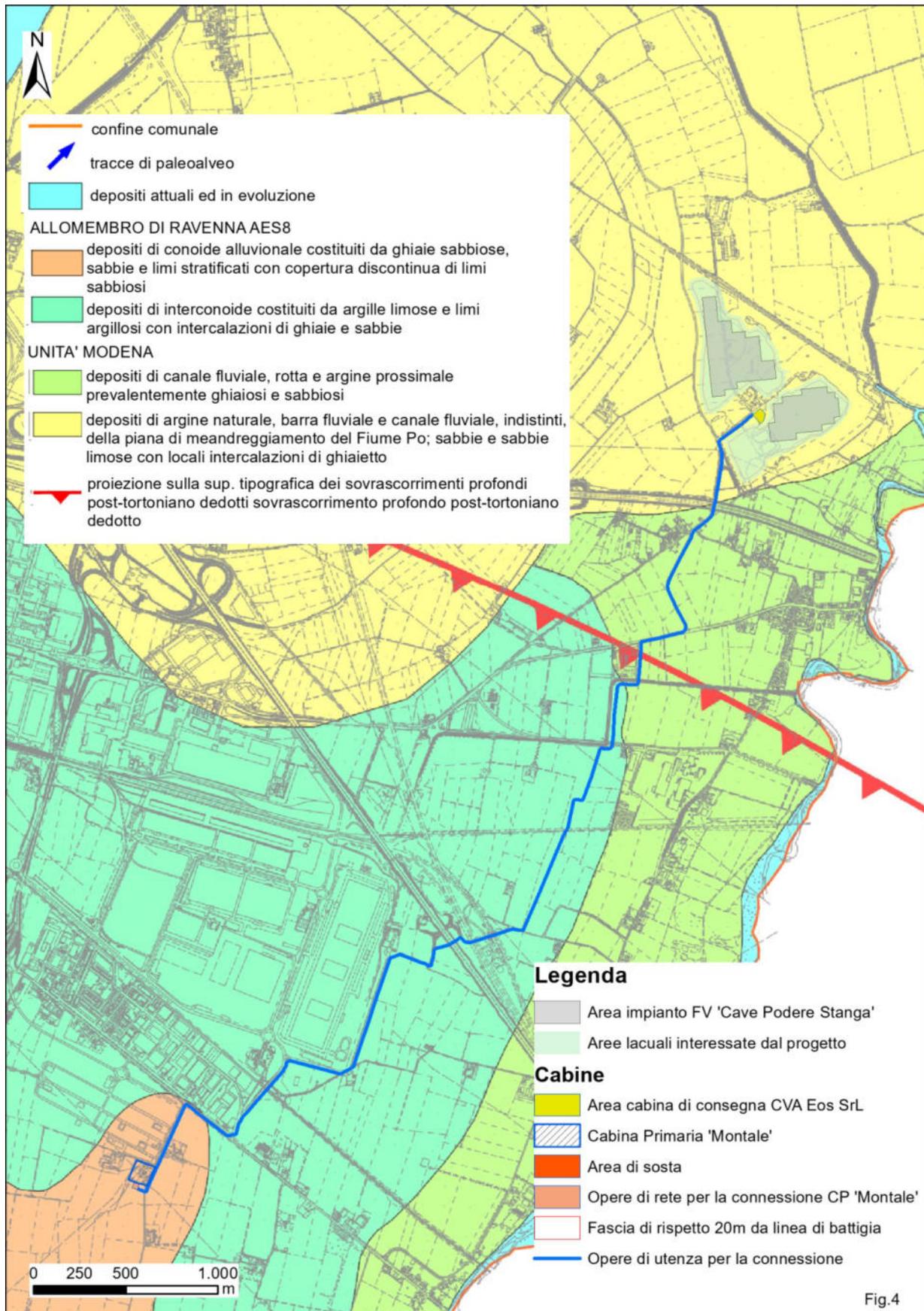
I depositi di canale e barra fluviale appartengono alle zone di pertinenza fluviale del T. Nure e del Fiume Trebbia. La successione stratigrafica è costituita da livelli di ghiaie poligeniche ed eterometriche in matrice sabbiosa e/o limosa e sabbie amalgamati o con sottili intercalazioni di argille e/o limi di limitata continuità areale. I livelli ghiaiosi sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità. Le eventuali intercalazioni limose ed argillose, generalmente con sviluppo spaziale ridotto, possono presentare localmente spessori anche superiori ai 2 metri. Il rapporto ghiaia ed argilla è generalmente pari all'unità. Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico sarebbero favorevoli se non intervenissero problematiche di natura idraulica legate alla vicinanza del T. Nure e del F. Trebbia. I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medio bassi indici di compressibilità. Il tetto delle ghiaie e lo spessore dei livelli ghiaiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

- Depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del Fiume Po ad alimentazione assiale costituiti da sabbie e sabbie limose prevalenti.

I depositi della piana di meandreggiamento del Fiume Po appartengono alle zone di pertinenza fluviale del F. Po. La successione stratigrafica è costituita da livelli di sabbie, sabbie ghiaiose e sabbie limose amalgamati o con sottili intercalazioni di limi sabbiosi e/o limi argillosi di limitata continuità areale. I livelli sabbiosi prevalenti sono quasi sempre prossimi al piano campagna o comunque a ridotta profondità. Le condizioni di edificabilità dal punto di vista geologico-geotecnico sarebbero favorevoli se non intervenissero problematiche di natura idraulica legate alla vicinanza del F. Po. I terreni di fondazione presentano prevalentemente un comportamento granulare con alta e medio-alta resistenza al taglio e bassi e medi bassi indici di compressibilità. Il tetto delle sabbie e lo spessore dei livelli sabbiosi potrebbe però essere discontinuo in senso spaziale, comportando, in caso di fondazioni superficiali, possibili problematiche connesse ai cedimenti differenziali.

Dalla consultazione della Carta geologica del PSC (Figura 4) risulta che le componenti progettuali siano interessate dalle seguenti Unità geologiche:

Figura 4. Estratto Carta geologica PSC



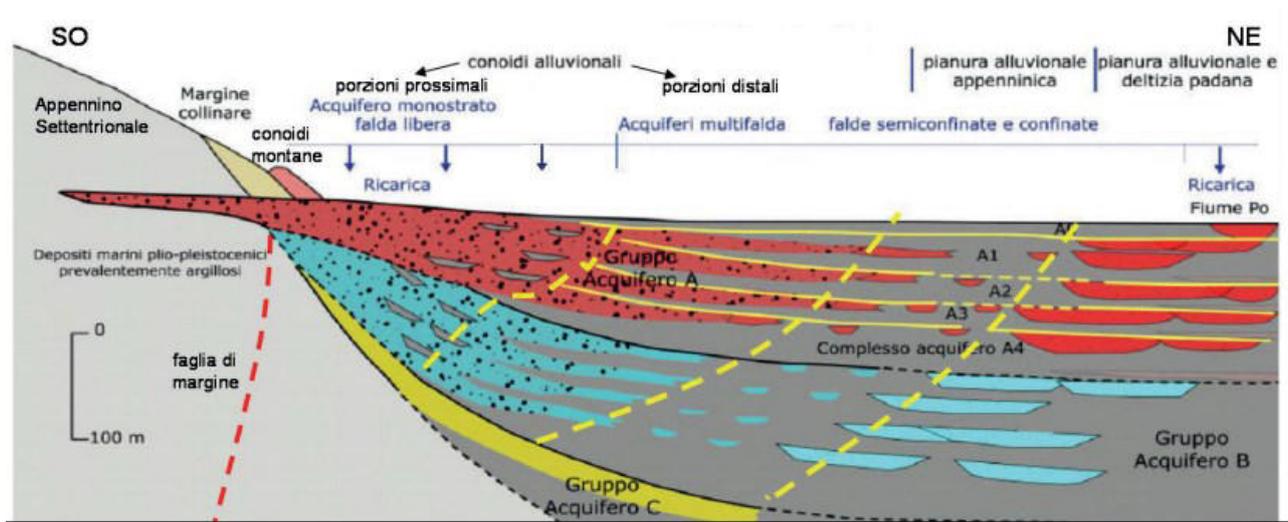
- l'area impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga”, ricade nell'UNITA' MODENA – *depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del Fiume Po; sabbie e sabbie limose con intercalazioni di ghiaietto*;
- l'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete “e-Distribuzione 132/15 kV Montale”, nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 600 m, a partire dall'area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, la stessa UNITA' MODENA – *“depositi di argine naturale, barra fluviale e canale fluviale, indistinti, della piana di meandreggiamento del fiume Po; sabbie e sabbie limose con locali intercalazioni di ghiaietto”*;
 - per circa 1,5 km, il tracciato MT intercetta la stessa UNITA' MODENA *“depositi di canale fluviale, rotta e argine prossimale prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi”*;
 - per ulteriori 4,0 km circa, il cavidotto MT attraversa l'ALLOMEBRO DI RAVENNA AES8 – nei depositi di interconoide costituiti da argille limose e limi argillosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie, per poi confluire, nell'ultimo tratto di circa 500 m, nei *“depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi sabbiosi”*.
- la Cabina primaria “Montale” ricade nell'ALLOMEBRO DI RAVENNA AES8 – nei *“depositi di conoide alluvionale costituiti da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi sabbiosi”*.

Data la tipologia di intervento da realizzare e date le caratteristiche geologiche descritte nell'area, non si evidenziano criticità geologiche degne di nota nelle aree interessate dalla realizzazione del progetto.

3. CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'area di intervento si inserisce nel Bacino Idrogeologico Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola. Come estratto dagli elaborati conoscitivi del Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna, tale bacino risulta caratterizzato da tre gruppi acquiferi principali, A, B e C, disposti secondo la sezione idrostratigrafica di figura sottostante.

Figura 5. Sezione idrostratigrafica schematica degli acquiferi della pianura emiliano-romagnola ed identificazione dei complessi idrogeologici (Chahoud et al., 2013)



Secondo quanto riportato anche nella relazione geologica del PSC, tali gruppi acquiferi presentano le caratteristiche a seguire:

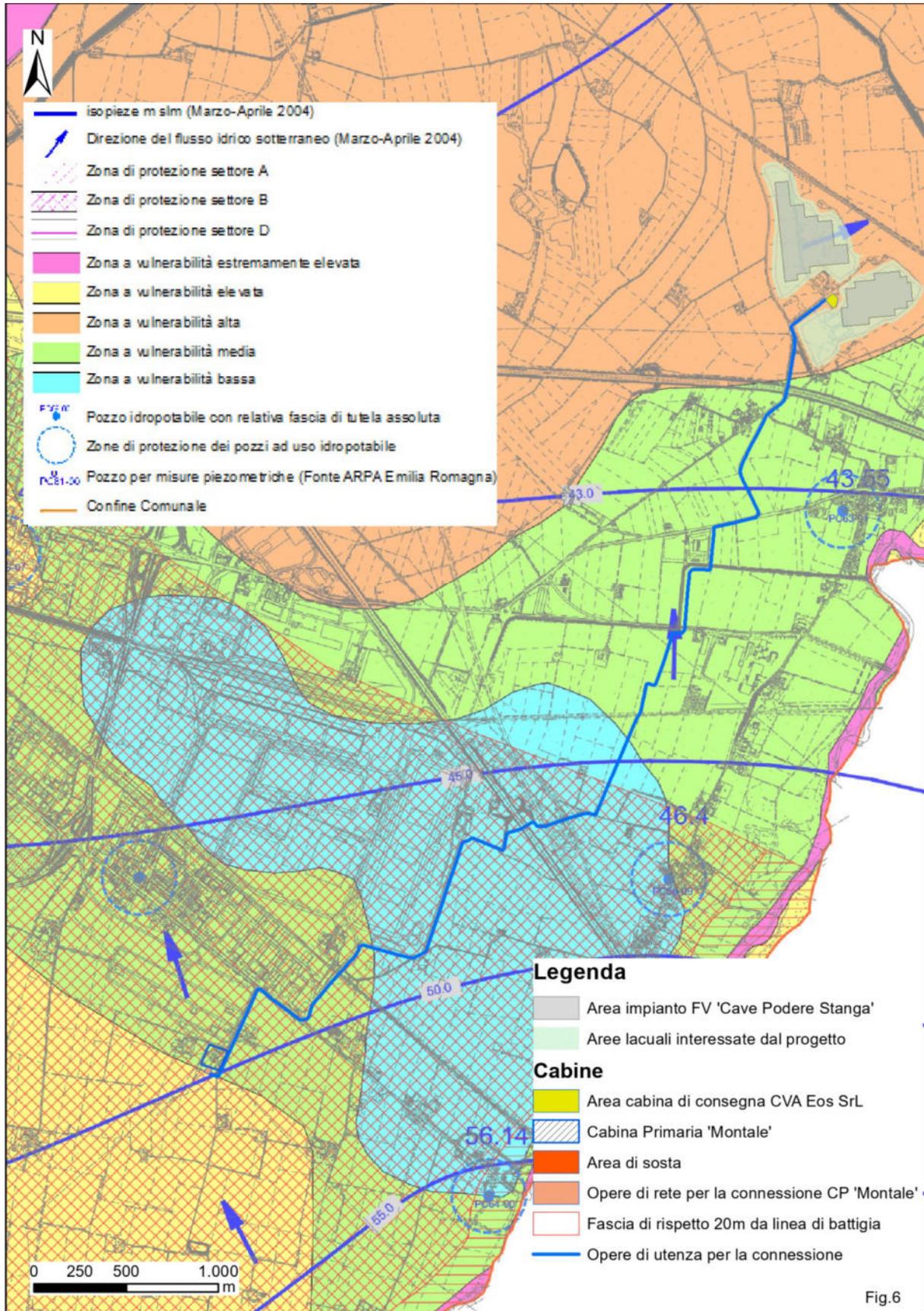
- Gruppo Acquifero C

I depositi grossolani di origine marino-marginale e di delta-conoide costituiscono Sistemi Acquiferi confinati di grande estensione, intercalati da Barriere di Permeabilità di notevole spessore (> 8 m) e continuità, la cui correlazione è possibile in tutta l'alta pianura piacentina. Tale gruppo risulta deformato e strutturato per effetto dei movimenti tettonici tardo-quadernari del Margine Appenninico Padano; in conseguenza di ciò, gli assi strutturali sepolti condizionano notevolmente la profondità a cui può essere incontrato uno stesso Sistema Acquifero del Gruppo C che, nel Comune di Piacenza ma si estende alla profondità di circa 200 m dalla superficie topografica;

- Gruppi Acquiferi B ed A

d'origine alluvionale, non costituiscono mai, se non nelle zone strettamente apicali di conoide, un acquifero freatico, monostrato e indifferenziato. Essi sono invece molto più complessi e articolati del Gruppo C a causa della giustapposizione e sovrapposizione di differenti sistemi deposizionali, ma possono comunque essere studiati e cartografati in dettaglio, evidenziando le aree di interconnessione presenti tra Sistemi Acquiferi generalmente separati e l'estensione delle principali Barriere di Permeabilità. La superficie erosiva di separazione tra Gruppo Acquifero A e B in Comune di Piacenza si estende alla profondità di 140 metri dalla superficie topografica. Lo spessore dei sedimenti, appartenenti al sistema Emiliano Romagnolo Superiore, che contengono il Gruppo Acquifero A è di circa 140 metri.

Figura 6. Estratto Carta idrogeologica PSC



Dall'assetto strutturale dei gruppi acquiferi, visibile in Figura 5, gli Acquiferi del gruppo A risultano quelli di interesse ai fini della realizzazione delle opere.

Dalla consultazione della Carta Idrogeologica del PSC (Figura 6) risulta che le componenti progettuali siano interessate dalle seguenti caratteristiche idrogeologiche:

- l'area impianto fotovoltaico "cave Podere Stanga" ricade in una *zona classificata a vulnerabilità alta*. La direzione del flusso idrico sotterraneo (secondo dati ricavati nel periodo Marzo-Aprile 2004) è verso NE;
- l'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete "e-Distribuzione 132/15 kV Montale", nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 600 m, a partire dall'area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, una *zona classificata a vulnerabilità alta*, con direzione del flusso idrico sotterraneo (secondo dati ricavati nel periodo Marzo-Aprile 2004) è verso NE;
 - per circa 2,5 km, il tracciato MT intercetta una *zona a vulnerabilità media*, con direzione del flusso idrico sotterraneo (secondo dati ricavati nel periodo Marzo-Aprile 2004) è verso N, ed un livello isopiezometrico a 43 m slm; considerando una quota media di circa 47 m slm, viene attesa una falda a circa - 4 m;
 - per ulteriori 2,0 km circa, il cavidotto MT attraversa una *zona a vulnerabilità bassa* ed interessata da *Zona di protezione settore B*, ovvero, *aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda*. L'area è attraversata dalle isopiezometriche con valore 45 e 50 m slm. Considerando le quote medie del terreno in tale area, variabile da circa 45 m a 50 m slm, viene attesa un livello acquifero alla profondità di circa -7/8 m;
 - i restanti 1,5 km, il tracciato MT attraversa nuovamente una *zona a vulnerabilità media* ed interessata da *Zona di protezione settore B*, ovvero, *aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda*; con direzione del flusso idrico sotterraneo (secondo dati ricavati nel periodo Marzo-Aprile 2004) verso NO; il livello piezometrico in tale area è di 50 m slm. Considerando le quote medie del terreno in tale area di circa 62 m slm, viene attesa un livello acquifero alla profondità di circa -12 m;
- la Cabina Primaria "Montale" ricade una *zona a vulnerabilità media* ed interessata da *Zona di protezione settore B*, ovvero, *aree caratterizzate da ricarica indiretta della falda*; con direzione del flusso idrico sotterraneo (secondo dati ricavati nel periodo Marzo-Aprile 2004) verso NO; il livello piezometrico in tale area è di 50 m slm. Dato che la CP si trova ad una quota di circa 62 m slm, viene attesa una falda a circa -12 m.

Considerando le modalità operative previste per la realizzazione delle opere che consistono sostanzialmente:

- nella realizzazione di impianto fotovoltaico flottante;
- nella posa del cavidotto MT interrato alla profondità di circa 1,5 m da p.c. e la realizzazione della cabina di consegna CVA Eos SrL con prefabbricato su platea con piano di posa di circa 0,5 m da pc.;
- nell'ampliamento della C.P. "Montale" con realizzazione di un nuovo stallo di AT che prevede la messa in posa di fondazioni a plinto alla profondità di circa -1,00 m da p.c.;

e dati gli approfondimenti idrogeologici enunciati, non sono previste interazione con la falda. Non possono escludersi tuttavia livelli acquiferi più superficiali, a carattere temporaneo ed in concomitanza dei periodi più piovosi, al contatto tra strati a diversa litologia.

In un intorno di 200 m dall'area d'intervento non si rilevano inoltre pozzi potabili destinati al consumo umano (art. 94, comma 6 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Segnaliamo che il cavidotto MT in progetto, lungo il suo tracciato, incontra numerosi corsi d'acqua afferenti al Reticolo Idrografico Primario o ai Canali di Bonifica con ente di riferimento il Consorzio di Bonifica di Piacenza (Figura 3).

Si segnala che le caratteristiche progettuali dovranno rispettare le fasce di rispetto da tali corsi d'acqua ai sensi del RD 523/1904 e delle più recenti normative Regionali per la Tutela dei corsi d'acqua.

Per tali interferenze verrà richiesta opportuna autorizzazione idraulica e concessione uso (per opere interferenti con demanio idrico, ex R.D. 523/1904 e smi). Le modalità tecniche di attraversamento dei corsi d'acqua, in riferimento all'elaborato tecnico "Relazione Tecnica Cavo MT", al quale rimandiamo per maggiori dettagli, avverranno secondo la tecnica della trivellazione orizzontale controllata che consente di limitare le possibili interferenze con i corsi d'acqua di interesse.

Pertanto, sulla base delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, nonché delle specifiche progettuali dell'intervento, che prevede sostanzialmente la messa in posa del cavidotto MT ad una profondità massima di 1,5 m da p.c., nonché la realizzazione di cabinati per il trasporto della corrente elettrica, si ritiene che le opere in progetto non comportino alterazioni del regime idrogeologico ed idraulico dell'area.

4. STUDI DI SUPPORTO ALLO S.U.G. VIGENTE: CONSIDERAZIONI SULLA PERICOLOSITA' DELL'AREA

Per quanto concerne la pericolosità dell'area in studio, secondo quanto indicato dal Piano Strutturale Comunale (PSC) di Piacenza, approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n.23 del 06.06.2016 (ultima modifica ottobre 2021), riportiamo le considerazioni a seguire.

Per quanto concerne il rischio sismico, dalla consultazione della Carta della Microzonazione sismica 1° livello (Figura 7):

- l'area impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga” ricade in area a *depositi prevalentemente sabbiosi*. Gli effetti attesi risultano in *amplificazioni per caratteristiche litologiche, potenziale liquefazione e possibili cedimenti*; in questa area le isobate della base dei depositi fluviali è indicata a -200 m slm (assegnazione di categoria di suolo tipo C);
- l'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete “e-Distribuzione 132/15 kV Montale”, nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 600 m, a partire dall'area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, *depositi prevalentemente sabbiosi*. Gli effetti attesi risultano in *amplificazioni per caratteristiche litologiche, potenziale liquefazione e possibili cedimenti*; in questa area le isobate della base dei depositi fluviali è indicata a -200 m slm (assegnazione di categoria di suolo tipo C);
 - per circa 1,5 km, il tracciato MT intercetta *depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto* ai quali sono associati effetti di *amplificazione per caratteristiche litologiche* (assegnazione di categoria di suolo tipo B o C);
 - per ulteriori 4,0 km circa, il cavo MT attraversa *depositi misti ghiaiosi e sabbiosi intercalati da depositi fini limosi e argillosi* ai quali sono associati effetti di *amplificazione per caratteristiche litologiche* (assegnazione di categoria di suolo tipo C);
 - i restanti 0,5 km, il tracciato MT attraversa nuovamente *depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto* ai quali sono associati effetti di *amplificazione per caratteristiche litologiche* (assegnazione di categoria di suolo tipo B o C);
- la Cabina Primaria “Montale” ricade una zona caratterizzata da *depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto* ai quali sono associati effetti di *amplificazione per caratteristiche litologiche* (assegnazione di categoria di suolo tipo B o C);

Dalla consultazione della Carta dei Suoli (Figura 8):

- l'area impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga” ricade in area classificata come *CAS1-MOR1 – associazione dei suoli Castelvetro-Mortizza, su aree raramente inondabili*;
- l'elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l'Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete “e-Distribuzione 132/15 kV Montale”, nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 600 m, a partire dall'area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, suoli classificati come *CAS1-MOR1 – associazione dei suoli Castelvetro-Mortizza, su aree raramente inondabili*;
 - per circa 1,5 km, il tracciato MT intercetta suoli *BEL1-BOG1 – Associazione dei suoli Bellaria-Borghesia*;
 - per ulteriori 4,0 km circa, il cavo MT attraversa suoli *RNV1 – consociazione dei suoli Roncole Verdi franco argillosi limosi*;
 - i restanti 0,5 km, il tracciato MT attraversa suoli *RNV2 – consociazione dei suoli Roncole Verdi argilloso limosi*;

- la Cabina Primaria "Montale" ricade una zona caratterizzata da suoli RNV2 - consociazione dei suoli Roncole Verdi argilloso limosi;

Figura 7. Estratto Carta i della Microzonazione sismica 1° livello da PSC

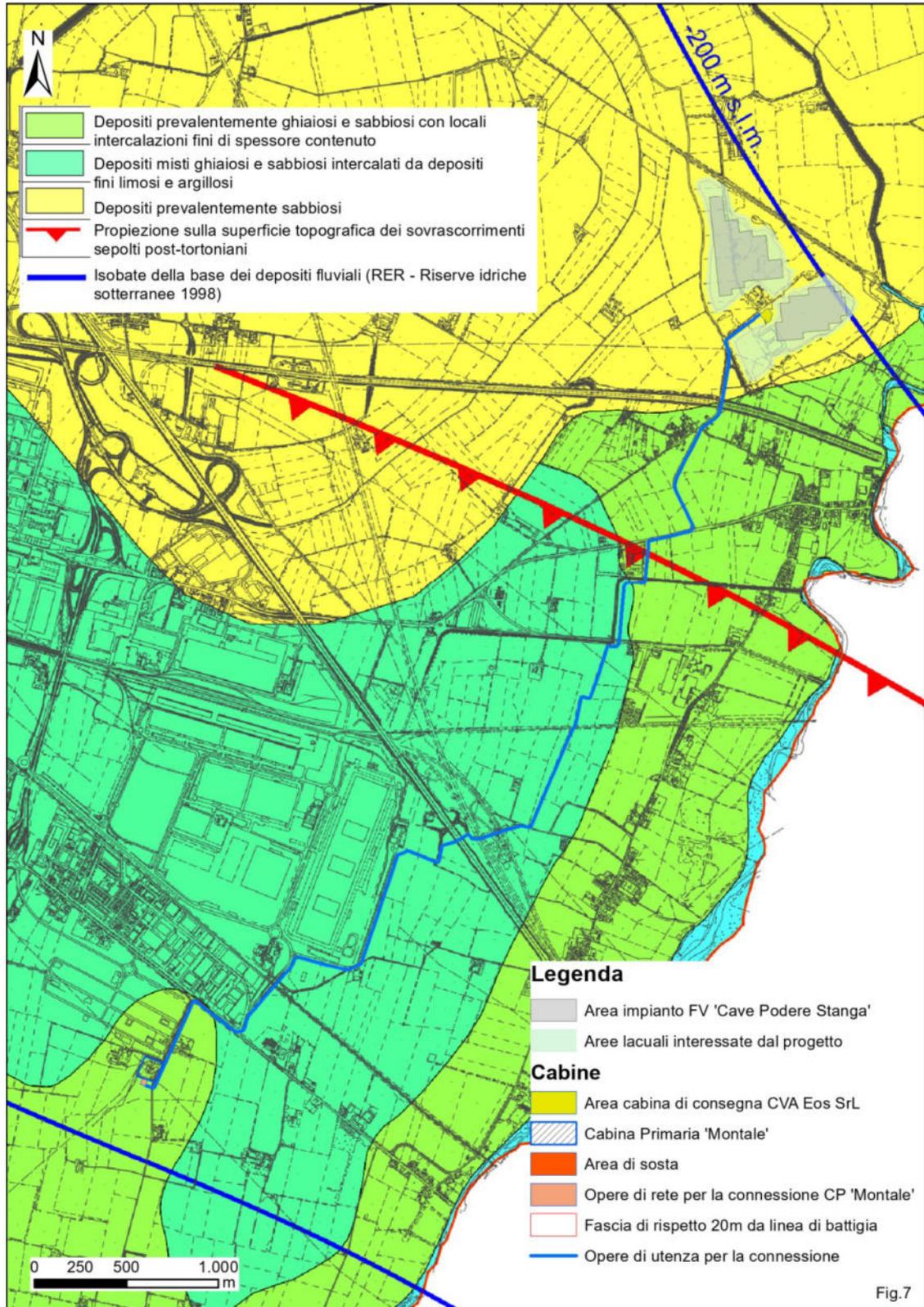


Figura 8. Estratto Carta Suoli da PSC

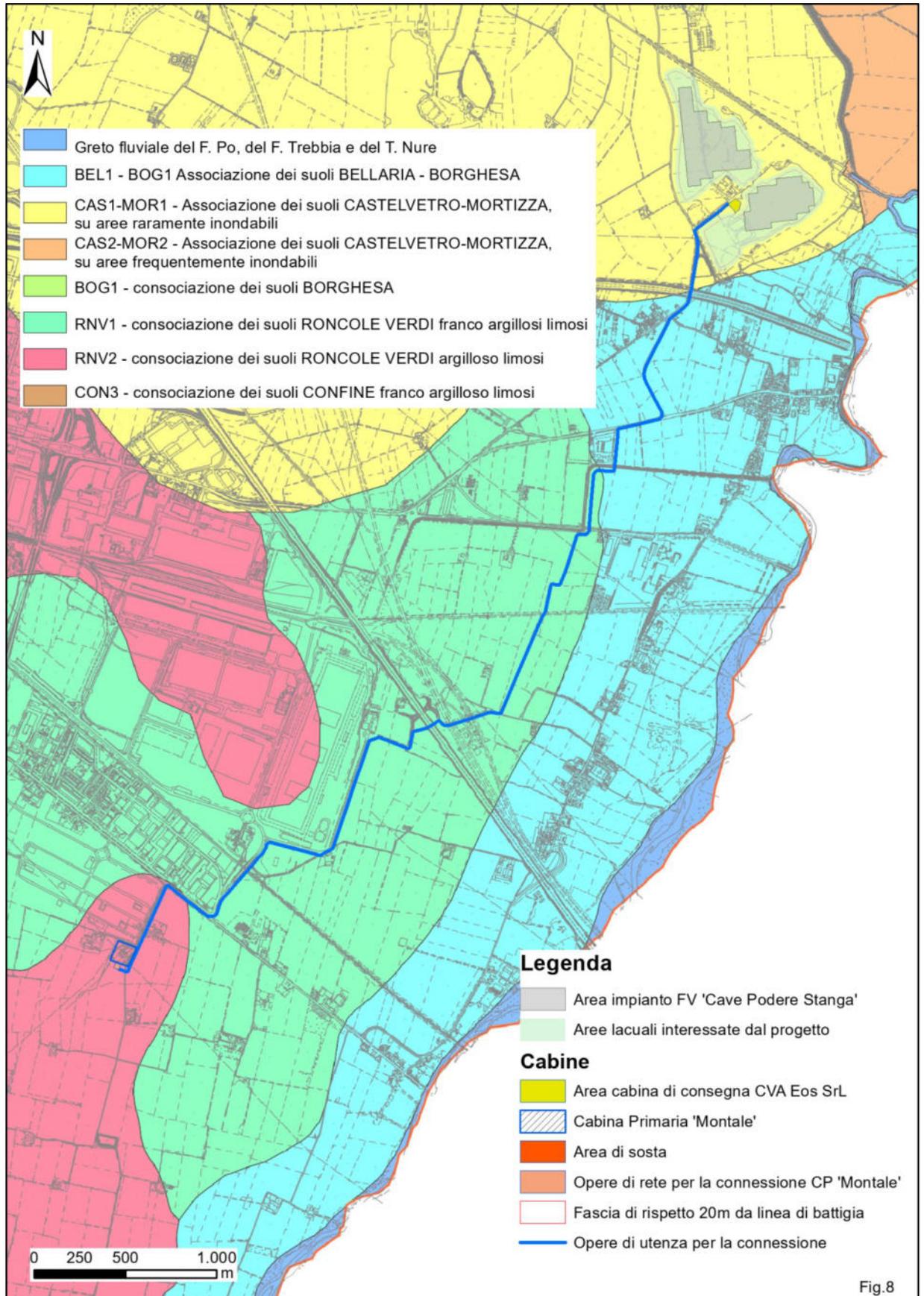


Fig.8

Per quanto concerne il rischio idraulico, lo stesso PSC individua nella Carta geomorfologica (Figura 2) le aree a rischio adiacenti ai corsi d’acqua principali, individuate sia dal PAI che dal PTCP e comprendono la Fascia A, la Fascia B e la Fascia C.

Nello specifico, per quanto riguarda l’intervento in progetto risultano ricadere in Fascia C, ovvero in *fascia di inondazione per piena catastrofica – zone di rispetto dell’ambito fluviale* l’area dell’impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga” ed un tratto di circa 2,5 km dell’elettrodotto in cavo MT, con inclusa la cabina di consegna CVA Eos SrL posta in prossimità dell’impianto flottante.

Secondo quanto riportato nella relazione di Piano, all’art. 13, comma 2, nella fascia C l’obiettivo primario è quello di *conseguire un livello di sicurezza adeguato alle popolazioni e il territorio rispetto al grado di rischio residuale, anche in riferimento all’adeguatezza delle eventuali difese idrauliche, e di recuperare l’ambiente fluviale, principalmente tramite specifici piani e progetti di valorizzazione.*

Come da normativa vigente, oltre allo S.U. comunale, sono stati presi in considerazione elaborati cartografici del PGRA del Fiume Po – UoM ITN008 Po secondo i quali l’area di impianto ed un tratto di circa 2,5 km di cavo interrato MT (dall’area di impianto fino alla SP 587) ricadono in area a pericolosità P1 – alluvioni rare di estrema intensità (Figura 9).

Dalla consultazione dell’elaborato del PAI “Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici” e, nello specifico, dell’Allegato 4-1 “Atlante perimetro aree a rischio idrogeologico elevato” si rileva che l’intervento oggetto di valutazione non ricade in aree classificate a rischio idrogeologico elevato.

Per quanto concerne la pericolosità geomorfologica, dalla consultazione dell’elaborato del PAI “Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici” e, nello specifico, dell’Allegato 4 “Delimitazione delle aree in dissesto in scala 1:25000”¹ si rileva che l’intervento oggetto di valutazione non ricade in aree soggette a pericolosità da frane.

La consultazione della Carta di Fattibilità delle trasformazioni (tav. G6 del PSC) (Figura 10):

- l’area impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga” ricade in *zone a fattibilità con modeste limitazioni all’insediamento residenziale ed industriale (Fascia C del PAI)*;
- l’elettrodotto in cavo MT con tensione nominale di 30 kV, di collegamento tra l’Impianto Fotovoltaico flottante con la stazione di utenza in prossimità della C.P. di rete “e-Distribuzione 132/15 kV Montale”, nel suo percorso complessivo di circa 6,7 km, interessa:
 - per circa 2,5 km a partire dall’area cabina di consegna CVA Eos SrL in direzione S-SW, *zone a fattibilità con modeste limitazioni all’insediamento residenziale ed industriale (Fascia C del PAI)*;
 - per il tratto restante in *zone a fattibilità con lievi limitazioni all’insediamento residenziale e industriale.*
- la Cabina Primaria “Montale” ricade *zone a fattibilità con lievi limitazioni all’insediamento residenziale e industriale*

Si individuano pertanto due classi di fattibilità che, secondo quanto riportato nella relazione del PSC, sono descritte come segue.

¹ http://www.adbpo.it/PAI/2%20-%20Atlante%20dei%20rischi%20idraulici%20e%20idrogeologici/2.5%20-%20Allegato_4_delimitazione_aree_in_dissesto_scala_25000/tavole_allegato-04_dissesti/DissestiPAI_162_3_aaaammgg.pdf

Figura 9. Pericolosità fluviale da PGRA

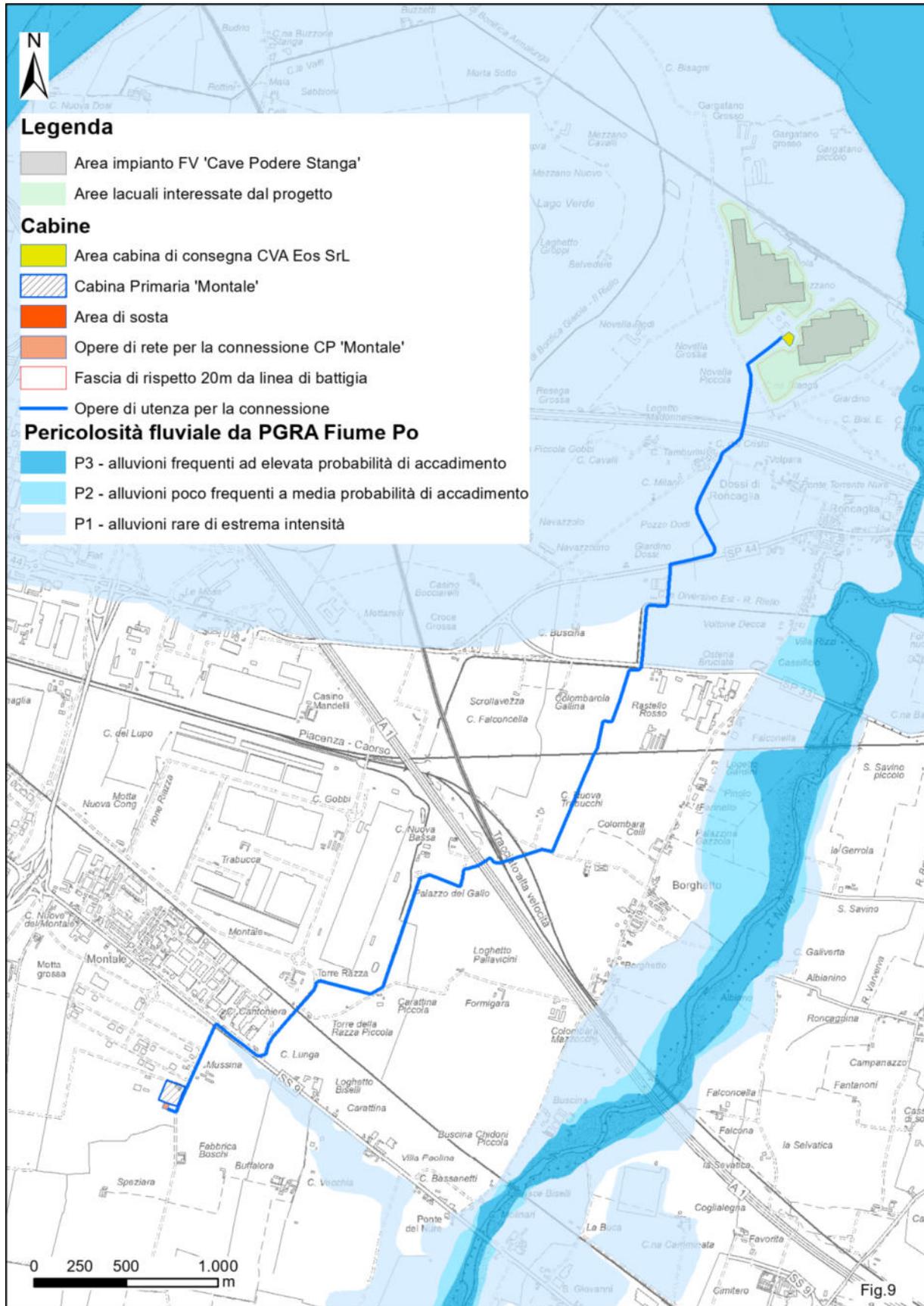
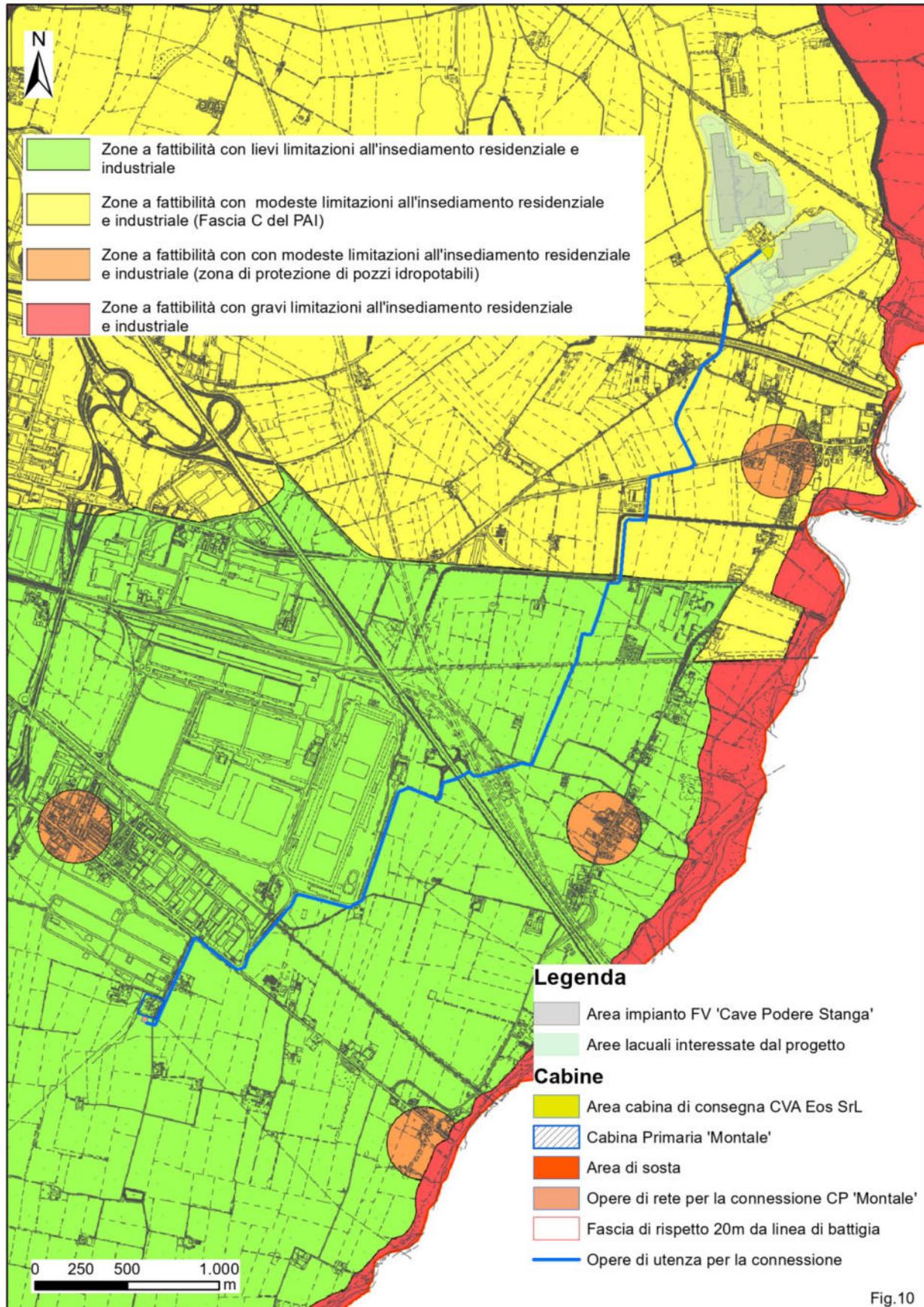


Figura 10. Carta della fattibilità delle trasformazioni (da PSC)



Fattibilità con modeste limitazioni all'insediamento residenziale e industriale

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree, per la presenza delle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile, della fascia C del Piano di Assetto Idrogeologico e di un grado di vulnerabilità alto ed elevato all'inquinamento delle acque sotterranee. Le attività edificatorie potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili. Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare, i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione. Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali. È vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate.

Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria esistente si dovranno utilizzare degli appositi sistemi di laminazione.

Le attività edificatorie nelle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili. La gestione degli scarichi, dei pozzi e delle acque di prima pioggia è rimandata alle Norme Tecniche del PTCP vigente.

Fattibilità con lievi limitazioni all'insediamento residenziale e industriale

Nel territorio comunale di Piacenza la classe 1 è rappresentata nel settore centro meridionale del territorio comunale. In linea generale si tratta di zone che presentano problematiche sotto il profilo idrogeologico perché suscettibili all'inquinamento delle acque sotterranee, ma facilmente risolvibili attraverso adeguati accorgimenti costruttivi da definire in sede di progettazione, sulla base di specifici approfondimenti per la mitigazione del rischio.

In particolare, le attività edificatorie potranno essere attuate solo dimostrando, in sede progettuale e tramite opportuno studio idrogeologico, che gli interventi non arrecheranno impatti negativi sulle falde sotterranee e nel caso dovranno prevedersi tutte le misure di salvaguardia possibili. Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno essere realizzati con modalità atte a consentire una corretta regimazione delle acque superficiali. In particolare, i materiali impiegati per le pavimentazioni dovranno favorire l'infiltrazione nel terreno e comunque la ritenzione temporanea delle acque di precipitazione. Tutti i nuovi interventi edilizi dovranno inoltre essere realizzati in modo da non alterare la funzionalità idraulica del contesto in cui s'inseriscono garantendo il mantenimento dell'efficienza della rete di convogliamento e di recapito delle acque superficiali. E' vietato interrompere e/o impedire il deflusso superficiale dei fossi e dei canali nelle aree agricole, sia con opere definitive sia provvisorie, senza prevedere un nuovo e/o diverso recapito per le acque di scorrimento intercettate. Per gli interventi edilizi che provochino l'impermeabilizzazione di grandi superfici di terreno, al fine di evitare un aumento eccessivo di carico idraulico nella rete di scolo superficiale e nella rete fognaria esistente si dovranno utilizzare degli appositi sistemi di laminazione. La gestione degli scarichi, dei pozzi e delle acque di prima pioggia è rimandata alle Norme Tecniche del PTCP vigente.

In considerazione delle fattibilità descritte e della tipologia di interventi da realizzare sul territorio, non sono individuate particolari criticità nella realizzazione delle opere stesse.

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico "Cave Podere Stanga", di tipo flottante e da realizzarsi in laghi ricavati da siti di cava, non è previsto alcun aggravio delle condizioni di rischio idrogeologico al

suolo. Stessa considerazione vale per la realizzazione del cavidotto interrato MT, alla profondità massima di 1,5 m da p.c., la cui messa in posa avverrà con opportune tecniche operative, in grado di garantire la salvaguardia delle componenti ambientali circostanti. Particolare attenzione sarà effettuata durante l'attraversamento dei corsi d'acqua con messa in posto del cavidotto con tecnica di perforazione orizzontale controllata.

L'ampliamento dell'esistente Cabina Primaria "Montale", con realizzazione di un nuovo stallo di AT con esecuzione di fondazioni a plinto alla profondità di circa -1,00 m da p.c. non è ritenuto in grado di alterare le condizioni dell'area.

Alla luce di quanto enunciato, l'intervento risulta quindi fattibile senza particolari condizionamenti.

In merito alle pericolosità suddette preme sottolineare che gli interventi in progetto non comporteranno alterazioni sostanziali della condizione attuale.

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITU E CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI

5.1 Criteri d'indagine

Tenendo in considerazione le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche del luogo di intervento, nonché tutte le prescrizioni della normativa e quelle derivate da strumenti sovraordinati di gestione del territorio, ai fini della definizione del modello geologico di sintesi per la progettazione sono state prese a riferimento le seguenti indagini realizzate, in campagne geognostiche precedenti, in prossimità dei comparti d'intervento, ovvero:

- per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è stata presa a riferimento la caratterizzazione geotecnica dei terreni ricavata dal "Quadro di Riferimento Progettuale" dello Studio di Impatto Ambientale 2018 per il Polo PIAE n.42 – Cava di sabbia e ghiaia – Podere Stanga² di consultazione pubblica sul web;
- per la realizzazione del cavidotto MT sono state ricavate le informazioni di sottosuolo disponibili sul geoportale della regione Emilia-Romagna (servizio wms prove geognostiche³). La localizzazione delle indagini analizzate, disponibili in prossimità del tracciato di interesse, è visibile in Figura 11:
 - n.4 stratigrafie (pozzi per acqua);
 - n.4 sondaggi a carotaggio continuo;
- per l'ampliamento della C.P. "Montale" è stata presa a riferimento la campagna geognostica realizzata per il progetto di "*realizzazione di un nuovo stallo di AT, per connessione AT del produttore CVA EOS s.r.l., presso l'area della cabina primaria esistente CP-Piacenza Montale, di proprietà di e-distribuzione nel comune di Piacenza (PC)*" - *Caratterizzazione e modellizzazione geologica, geotecnica e sismica del sito*, redatta a cura del Dr. Geol. Matteo Pollini, fornita dalla committenza, che ha previsto l'utilizzo di dati relativi a:
 - n.2 prove penetrometriche statiche (localizzate come da Figura 12);
 - n.1 indagine di sismica in sito.

5.2 Descrizione delle indagini

Nella prova statica, l'operazione consiste nell'infiggere nel terreno a mezzo di un martinetto idraulico la punta conica tipo "Begemann" misurando ai manometri ogni 20 cm la resistenza alla penetrazione (qc), l'attrito laterale locale (Fs), il rapporto di attrito (RF) e la pressione totale di spinta (Qt).

Elaborando le letture di campagna, è possibile risalire alle principali caratteristiche dei terreni attraversati. In particolare, il rapporto di attrito fornisce una indicazione della granulometria e consente quindi di distinguere i terreni coesivi dai terreni incoerenti.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla

² Progetto a cura dello Studio Lusignani di Piacenza, commissionato da Bassanetti C. srl

³ <http://servizigis.regione.emilia-romagna.it/wms/geognostica>

propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè onde con diverse lunghezze d’onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La metodologia di acquisizione si sviluppa in quattro fasi:

- acquisizione dei dati di campagna energizzando a più riprese e alternativamente ai due estremi dello stendimento geofonico;
- determinazione dello spettro di velocità sperimentale dal campo di moto acquisito nel dominio spazio-tempo lungo lo stendimento;
- calcolo della curva di dispersione attraverso il picking o la modellazione diretta;
- inversione della curva di dispersione per l’individuazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs e il parametro Vs,eq.

Nel complesso la prospezione geofisica eseguita, per mezzo delle analisi della prova MASW, ha permesso di ricavare sia il modello medio di distribuzione della velocità delle onde “S” che il parametro Vs,eq relativi al sottosuolo del sito indagato.

La tabella sottostante sintetizza le tipologie di indagini analizzate e le relative profondità.

Tabella 1. Sintesi indagini geognostiche

Intervento	Indagine	Profondità (m da p.c.)	fonte
<u>impianto fotovoltaico “cave Podere Stanga”</u>	caratterizzazione geotecnica dei terreni ricavata dal “Quadro di Riferimento Progettuale” dello Studio di Impatto Ambientale 2018 per il Polo PIAE n.42 – Cava di sabbia e ghiaia – Podere Stanga	-	Progetto a cura dello Studio Lusignani di Piacenza, commissionato da Bassanetti C. srl
<u>elettrodotto in cavo MT</u>	- n.4 stratigrafie (pozzi per acqua) -n.4 sondaggi a carotaggio continuo	(1) -20,00 m	Geoportale RER (wms Prove geognostiche)
		(2) -25,00 m	
		(3) -10,00 m	
		(4) -35,00 m	
		(5) -40,00 m	
		(6) -40,00 m	
		(7) -42,00 m	
		(8) -12,00 m	
<u>ampliamento della C.P. “Montale”</u>	-n.2 prove penetrometriche statiche - n.1 indagine di sismica in sito	(CPT1) - 13,40 m (CPT2) -5,00 m	“realizzazione di un nuovo stallo di AT, per connessione AT del produttore CVA EOS s.r.l., presso l’area della cabina primaria esistente CP-Piacenza Montale, di proprietà di e-distribuzione nel comune di Piacenza (PC)” - Caratterizzazione e modellizzazione geologica, geotecnica e sismica del sito, redatta a cura del Dr. Geol. Matteo Pollini, fornita dalla committenza

Figura 11. Prove geognostiche analizzate lungo il tracciato del cavidotto Mt (da 1 a 8). Fonte: wms RER - Prove geognostiche

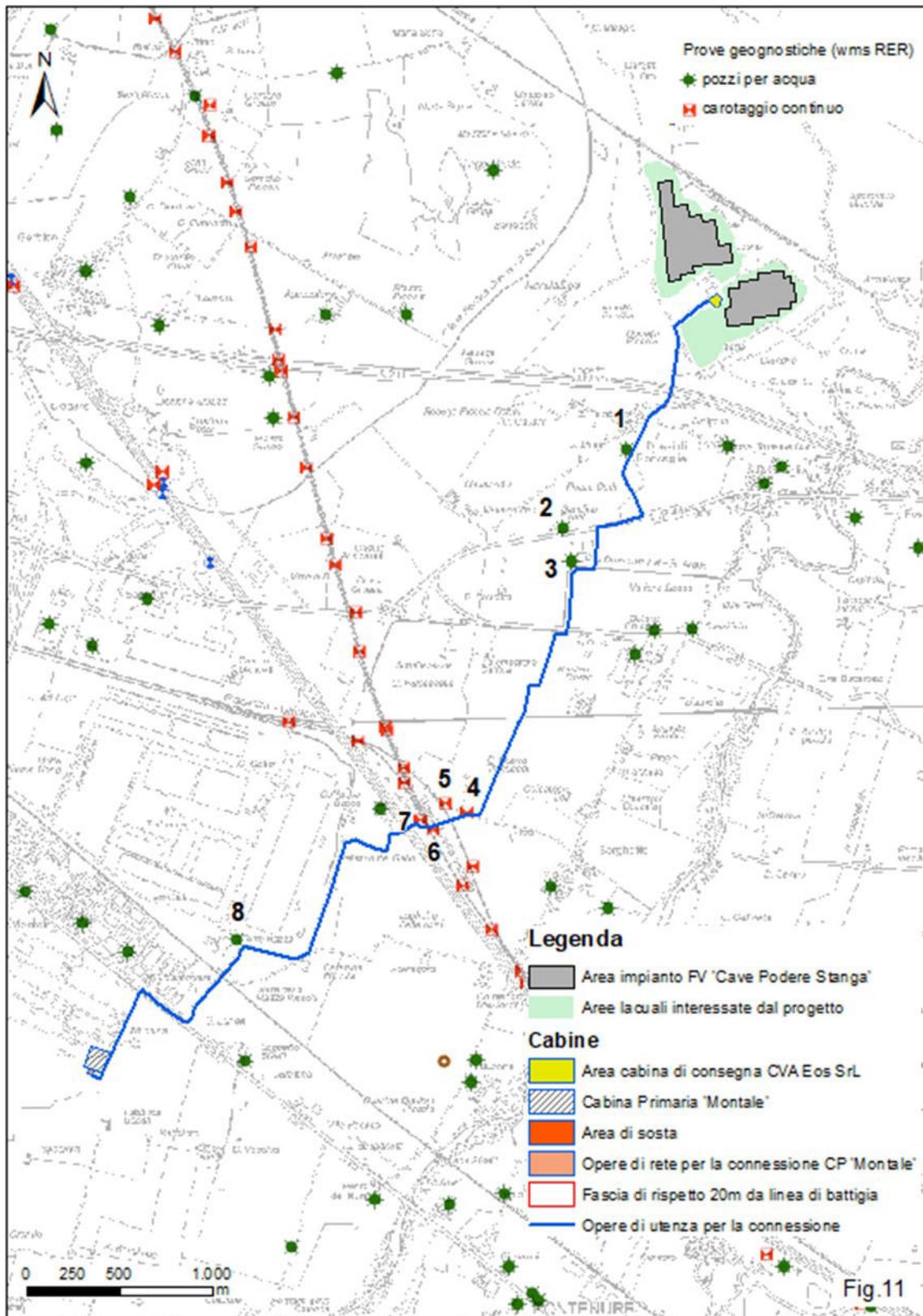
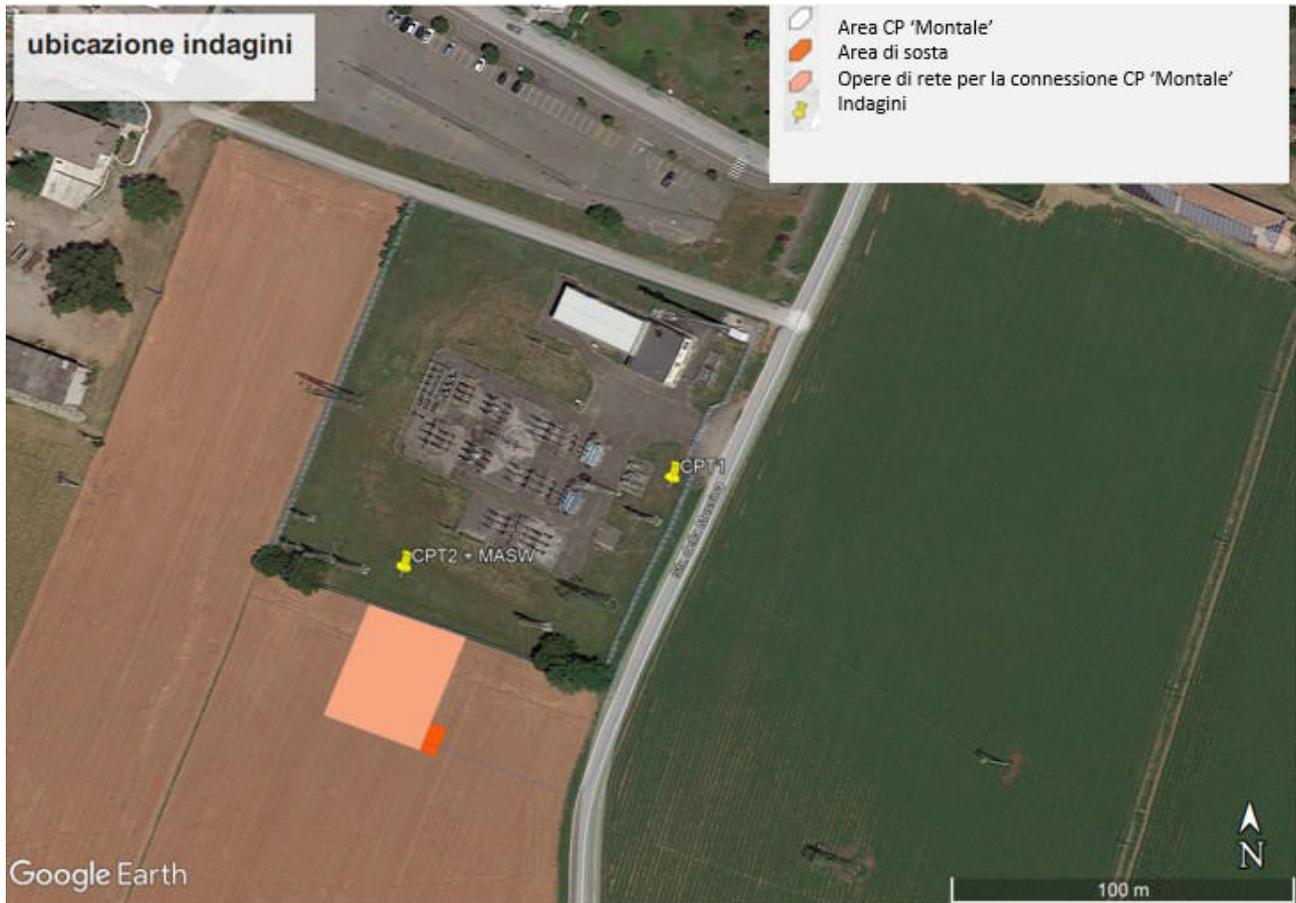


Figura 12. Ubicazione indagini in prossimità dell’ampliamento della C.P. “Montale”



5.3 Caratteristiche litologico-stratigrafiche e fisico-meccaniche dei terreni

Impianto fotovoltaico

Viene individuato un terreno vegetale, con coltre limosa di copertura dello spessore medio di circa 4 m che poggia su un substrato incoerente sabbioso, localmente ghiaioso.

A seguire i parametri ricavati da fonte bibliografica⁴

TERRENO VEGETALE E COLTRE LIMOSA DI COPERTURA (spessore 4,00 m)

Comportamento meccanico: coesivo

Peso di volume naturale sopra falda: $\gamma = 2,1 \text{ tonn/mc}$

Coesione non drenata: $0,2 < Cu < 1,2 \text{ tonn/mq}$

Modulo Edometrico: $E_{ed} = 20 \text{ kg/cmq}$

⁴ “Quadro di Riferimento Progettuale” dello Studio di Impatto Ambientale 2018 per il Polo PIAE n.42 – Cava di sabbia e ghiaia – Podere Stanga di consultazione pubblica sul web

SOTTOSUOLO INCOERENTE SABBIOSO LOCALMENTE GHIAIOSO

Comportamento meccanico: incoerente

Peso di volume naturale sopra falda: $\gamma = 1,9 \text{ tonn/mc}$

Peso di volume immerso: $\gamma = 1,07 \text{ tonn/mc}$

Densità relativa: D_r 70%

Angolo di attrito di picco $\phi_p = 40^\circ$

Angolo di attrito di picco $\phi_p = 35^\circ$

Coesione: $C=0$

L'elettrodotto in cavo MT

L'analisi delle indagini disponibili lungo il tracciato MT denota la presenza di un'alternanza di depositi a componente prevalentemente argillosa e subordinatamente composti da sabbia fine, con profondità che superano i 4/5 m da p.c.. Per le stratigrafie di dettaglio rimandiamo ai certificati delle prove riportati in allegato 1.

A livello generale, considerando la tipologia di intervento che prevede la messa in posa di cavo interrato ad una profondità massima di circa 1,5 m da p.c., segnaliamo a livello indicativo i seguenti parametri geotecnici in caso di componente prevalentemente coesiva o sabbiosa.

PRESENZA DI TERRENI A COMPONENTE PREVALENTE ARGILLOSO-LIMOSA (nei primi 4,00 m di profondità da p.c.)

Comportamento meccanico: coesivo

Coesione non drenata: $C_u = 1,0 \text{ kg/cmq}$

Angolo di attrito di picco $\phi_p = 24^\circ$

PRESENZA DI TERRENI A COMPONENTE PREVALENTE SABBIOSA (nei primi 4,00 m di profondità da p.c.)

Comportamento meccanico: incoerente

Coesione: $C=0$

Angolo di attrito di picco $\phi_p = 25^\circ$

Ampliamento della C.P. "Montale"

Come estratto dalla relazione geologica redatta a cura del Dr. Geol. Matteo Pollini sopracitata è stato possibile ricavare il seguente assetto stratigrafico e litologico dei terreni di pertinenza dell'ampliamento della C.P., ovvero:

La presenza di un primo strato (con spessore metrico) prevalentemente argilloso fine, con possibili intercalazioni a carattere limoso-sabbioso (di corpi sabbiosi nastriformi allungati). Al di sotto del primo strato più fine si ritrovano dei depositi quaternari continentali grossolani prevalentemente costituiti da ghiaie più o meno grossolane e ghiaie sabbiose.

In sintesi, nell'area in cui è previsto la realizzazione dell'ampliamento della C.P. si possono raggruppare le seguenti unità litologico stratigrafiche:

- *da p.c. sino a m 2,80: limi argillosi consistenti (coesione non drenata $c_u = 1,0 \text{ Kg/cmq}$; angolo di attrito drenato di picco = 24°)*
- *da m 2,80 a m 7,20: ghiaie eterogenee mal classate in matrice limo argillosa con lenti limo argillose intercalate (coesione = 0 ; angolo di attrito a volume costante = 31°);*

- da m 7,20 a m 12,60: argille limose compatte intercalate a lenti di ghiaia in matrice argillosa (coesione non drenata cu 0 1,8 Kg/cmq; angolo di attrito drenato = 28°);
- da m 12,60 a ff.: livello ghiaioso addensato in matrice limosa (con angolo di attrito a volume costante = 32°)

La parametrizzazione geotecnica proposti sono basati su campagne geognostiche realizzate in passato nelle aree di intervento e da fonti bibliografiche regionali, la cui natura puntuale rende obbligatoria la verifica delle assunzioni fatte, in fase di esecuzione dei lavori; si prescrive quindi l'assistenza geologica durante l'esecuzione dei lavori. Si ricorda che eventuali difformità rispetto alle ipotesi progettuali comporteranno necessariamente una verifica dei dimensionamenti previsti. Lo scrivente si rende comunque fin da ora disponibile a fornire integrazioni a quelle attuali secondo le diverse esigenze della Committenza, del Progettista Geotecnico (in merito alla necessità di una maggiore definizione della campagna geognostica ai fini della caratterizzazione-modellazione geotecnica), della Direzione Lavori e degli uffici preposti alla disamina della pratica in oggetto.

5.4 Categoria di sottosuolo

Al punto 3.2.2 del D.M. 17/01/2018 (Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche), per la definizione dell'azione sismica di progetto si afferma che:

L'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

- 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 Vs non inferiore a 800 m/s.

Tabella 2. Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato (Tab. 3.2.II - NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni fi caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine 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 m/s e 180 m/s.</i>

In riferimento al D.M. 17/01/2018, per i terreni indagati, dall'analisi della $V_{s,eq}$ (profondità del substrato sismico $H > 30$ m) e verificando la congruenza con la descrizione stratigrafica della tabella sopra (3.2. II NTC 2018), sono state stimate le seguenti categorie di sottosuolo per i principali interventi da realizzare, ovvero impianto fotovoltaico e ampliamento C.P. Montale:

- per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in riferimento a quanto riportato al capitolo 5, dalla consultazione della Carta della Microzonazione sismica 1° livello, viene associato una categoria di suolo C;
- per l'ampliamento della C.P. "Montale" è stato preso a riferimento il risultato della prova MASW realizzata nell'ambito del già citato progetto di "realizzazione di un nuovo stallo di AT, per connessione AT del produttore CVA EOS s.r.l., presso l'area della cabina primaria esistente CP-Piacenza Montale, di proprietà di e-distribuzione nel comune di Piacenza (PC)" - Caratterizzazione e modellizzazione geologica, geotecnica e sismica del sito, redatta a cura del Dr. Geol. Matteo Pollini, fornito dalla committenza.

Tale indagine ha restituito una $V_{s,eq} = 520$ m/s, ovvero una categoria di suolo B.

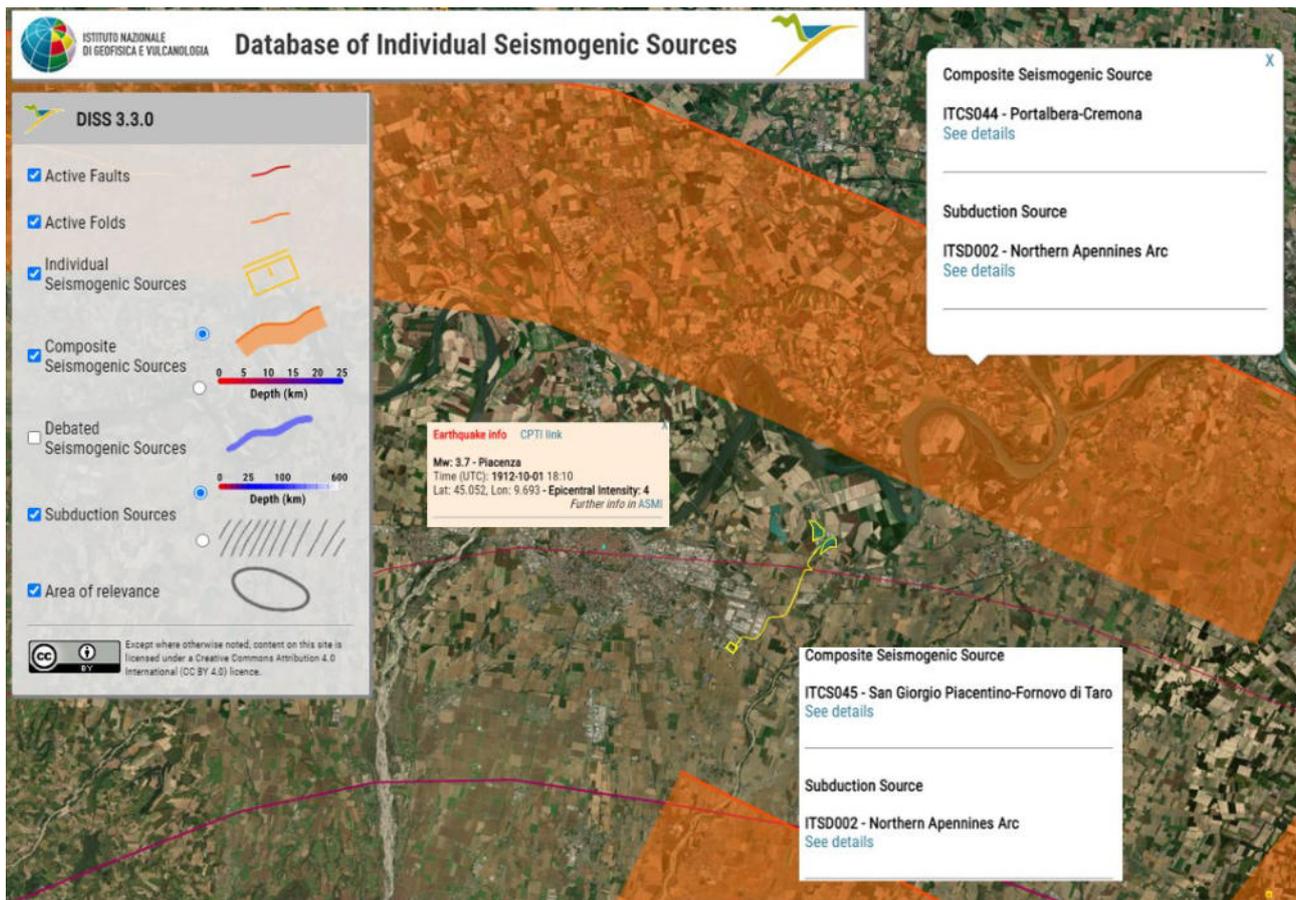
6. MODELLAZIONE SISMICA

L’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) ha realizzato una banca dati, disponibile sul territorio nazionale, che mappa le sorgenti sismogenetiche potenzialmente in grado di generare terremoti con magnitudo superiore a valori di M 5.5 (Database of Individual Seismogenic Sources – DISS 3.2.1) e dandone, laddove disponibili, informazioni più dettagliate sulla geometria dei lineamenti tettonici attivi sul territorio.

La consultazione di tale banca dati in prossimità dell’area di Piacenza mostra la presenza di:

- una sorgente sismogenetica composta, classificata dalla banca dati con codice ITCS044 – Portalbera-Cremona, per la quale sono fornite informazioni parametriche derivanti da dati geologici e sismologici a carattere regionale che individuano profondità variabili da 2,0 a 7,0 km, direzione (in gradi) variabile da un min di 30 ad un massimo di 115 gradi ed inclinazione di 20-40 gradi. La massima magnitudo associata a questa sorgente è di 6.7 Mw;
- una sorgente sismogenetica composta, classificata dalla banca dati con codice ITCS045 – San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro, per la quale sono fornite informazioni parametriche derivanti da dati geologici e sismologici a carattere regionale che individuano profondità variabili da 2,0 a 10,0 km, direzione (in gradi) variabile da un min di 110 ad un massimo di 150 gradi ed inclinazione di 20-40 gradi. La massima magnitudo associata a questa sorgente è di 7.2 Mw;

Figura 13. Estratto banca dati DISS 3.3 (fonte: INGV) nell’area di Piacenza. In giallo la localizzazione degli interventi



La Figura 13 mostra la localizzazione degli interventi rispetto alle sorgenti composite segnalate. Si sottolinea che il tracciato del cavidotto MT interseca una faglia attiva classificata con identificativo ITSD002.

La presenza di tale faglia è confermata dalla consultazione della banca dati del Servizio Geologico d'Italia - ISPRA che ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci, ovvero quelle in grado di generare potenzialmente dei terremoti, che interessano il territorio italiano. La Figura 14 mostra un estratto della banca dati nell'area di Piacenza. Come visibile dalla stessa figura, sono cartografate in pianta delle faglie inverse denominate: Piacenza-Busseto e Firenzuola d'Arda.

Figura 14. Estratto ITHACA - Catalogo delle faglie capaci (fonte: ISPRA) sull'area di Piacenza. In rosso le faglie normali cartografate. In giallo la localizzazione degli interventi.



Analizzando il territorio da un punto di vista regionale, specifichiamo quanto segue.

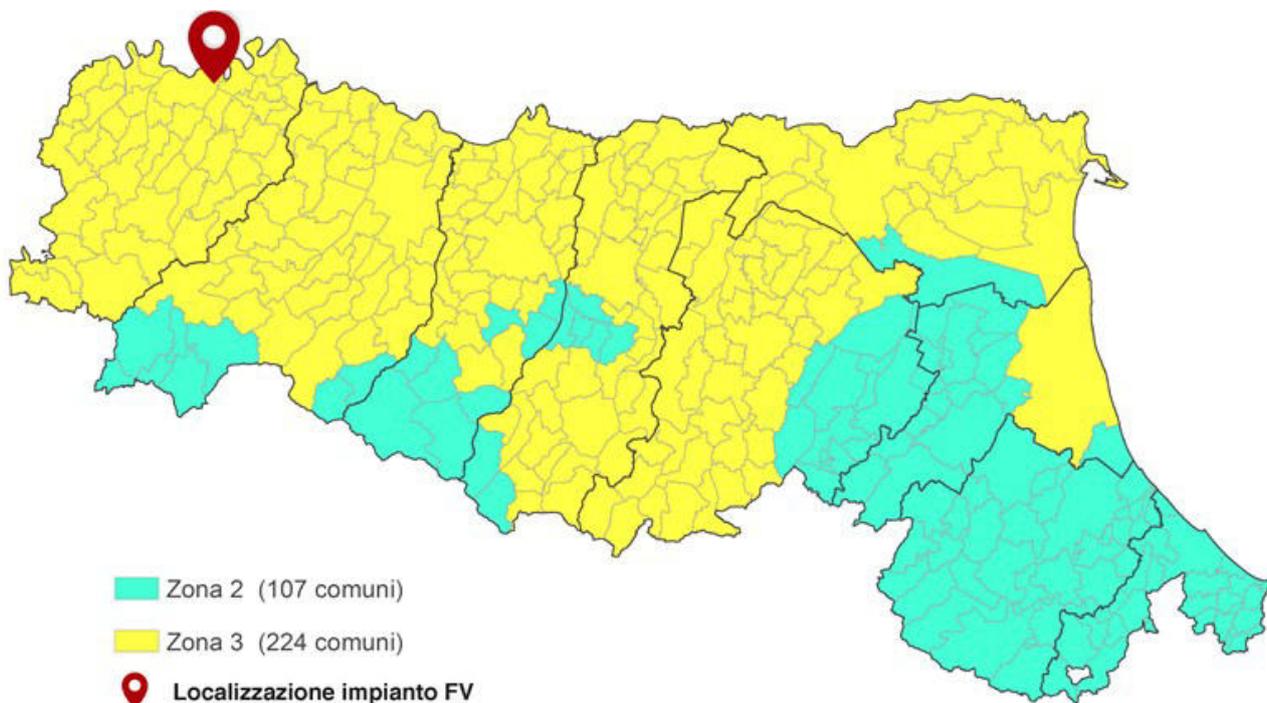
Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche, delle quali le prime tre coincidono con quelle individuate dalla L. n. 64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione.

La mappa di pericolosità di riferimento è stata predisposta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 ed è stata adottata con l'Ordinanza P.C.M. n. 3519/2006. La pericolosità sismica è determinata sulla base del picco di massima accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (a_g) e in base al suo valore le Regioni individuano la zona sismica cui appartiene un determinato Comune.

La Regione Emilia-Romagna ha recepito tale classificazione con la DGR 1435/2003, successivamente superata dall'aggiornamento di luglio 2018 con la DGR 1164 del 23/07/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna". In Figura 15 è rappresentata la classificazione sismica regionale ed è possibile osservare che 107 comuni ricadono in zona sismica 2 mentre 224 ricadono in zona sismica 3.

Il comune di Piacenza è classificato fra i comuni sismici in zona 3, ossia zona con pericolosità sismica bassa, che può essere soggetta a scuotimenti modesti.

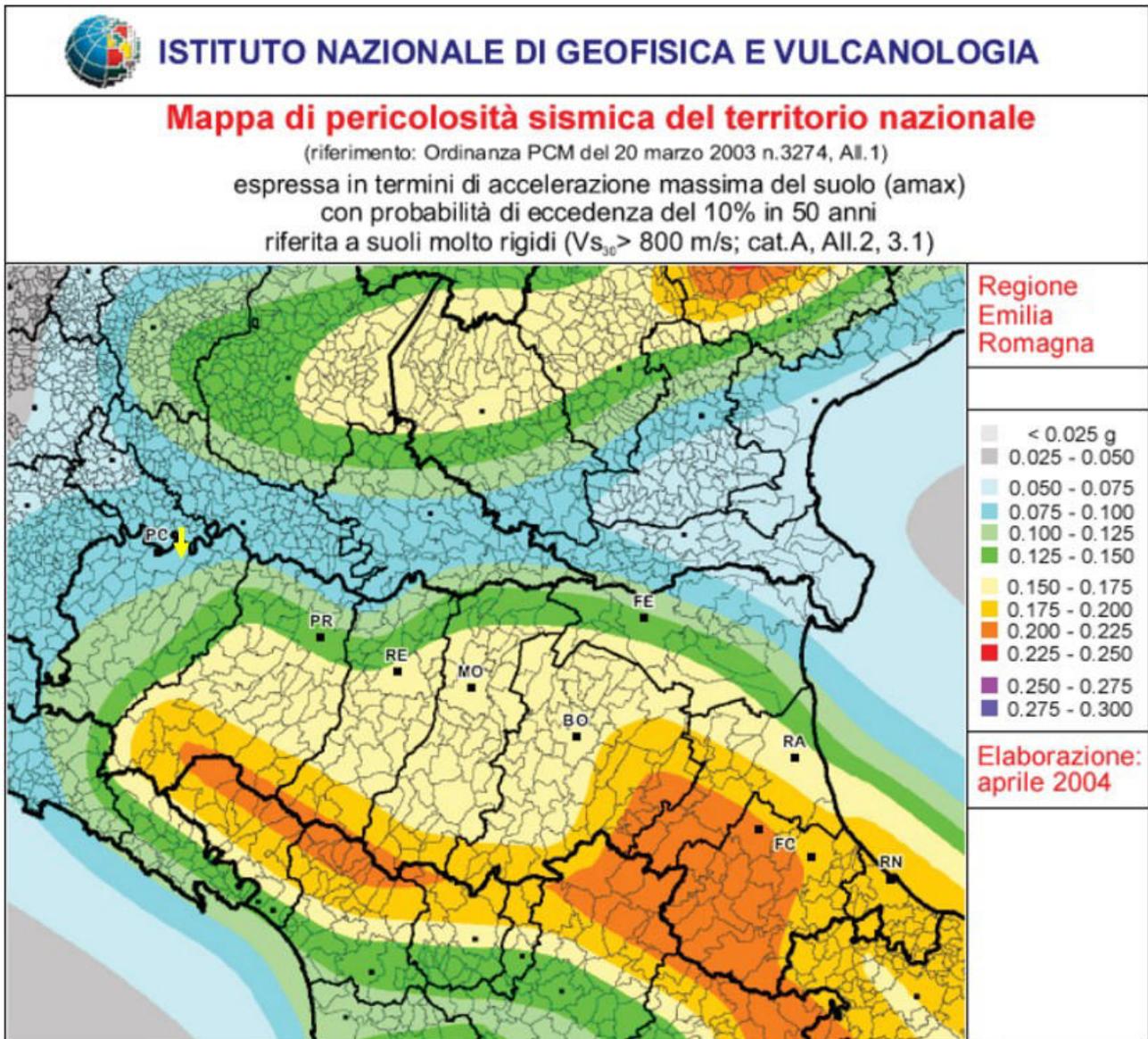
Figura 15. Classificazione sismica dei Comuni della regione Emilia-Romagna



Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/08 e nel successivo aggiornamento del D.M. 17/01/18, la stima della pericolosità sismica è inoltre definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite è definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione, che è l'elemento essenziale per la determinazione dell'azione sismica. In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale del valore dell'accelerazione massima a_g al sito e dei parametri (F_0 e T_c^*), che permettono di definire gli spettri di risposta elastici per la generica probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento PVR. È necessario, pertanto, determinare i parametri spettrali relativi al sito di intervento utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento riportato nella tab. 1 dell'allegato B del suddetto decreto. Lo scuotimento al suolo così individuato deve essere corretto per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

La mappa di Figura 16 mostra la pericolosità sismica (MPS) della Regione Emilia-Romagna, espressa come mappa mediana al 50° percentile. I valori di accelerazione sono riferiti ad un tempo di ritorno pari a 475 anni (INGV, 2004). Il comune di Piacenza risulta caratterizzato da valori di accelerazione di 0.075-0.100.

Figura 16. Classificazione sismica dei Comuni della regione Emilia-Romagna



Per una caratterizzazione sismica sito specifica, in base alle NTC 2018, sono stati ricavati i seguenti parametri sismici con consultazione del sito GeoStru⁵ relativamente all'ampliamento della C.P. "Montale":

Parametri sismici ampliamento C.P. "Montale"

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii

Muro rigido: 0

⁵ <https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>

Sito in esame.

latitudine: 45,017463446838
longitudine: 9,75076770700395
Classe: 4
Vita nominale: 100

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 14266	Lat: 45,0263	Lon: 9,7434	Distanza: 1142,400
Sito 2	ID: 14267	Lat: 45,0285	Lon: 9,8139	Distanza: 5113,918
Sito 3	ID: 14489	Lat: 44,9786	Lon: 9,8170	Distanza: 6771,968
Sito 4	ID: 14488	Lat: 44,9764	Lon: 9,7465	Distanza: 4582,890

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 200anni
Coefficiente cu: 2

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 120 [anni]
ag: 0,058 g
Fo: 2,564
Tc*: 0,265 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 201 [anni]
ag: 0,070 g
Fo: 2,549
Tc*: 0,278 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 1898 [anni]
ag: 0,153 g
Fo: 2,513
Tc*: 0,303 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 2475 [anni]
ag: 0,167 g

Fo: 2,512
Tc*: 0,305 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,430
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,678
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,420
St: 1,000
Kh: 0,017
Kv: 0,008
Amax: 0,825
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,044
Kv: 0,022
Amax: 1,806
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,390
St: 1,000
Kh: 0,048
Kv: 0,024
Amax: 1,971
Beta: 0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 45.016523

longitudine: 9.749729

7. VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Le NTC'18 propongono una griglia di casi per i quali il sito non presenta possibilità di liquefazione dei terreni. Le NTC recitano che "La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze":

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

Inoltre, per quanto riguarda la valutazione della potenzialità di liquefazione dei terreni facciamo presente che il potenziale di liquefazione prodotto per tensioni cicliche derivate da un evento tellurico, nasce dall'istantaneo incremento di pressioni neutre sottoposte all'accelerazione sismica che possono comportare il totale annullamento delle pressioni effettive intergranulari, determinando il completo decadimento della resistenza tangenziale di un terreno a comportamento esclusivamente granulare.

Perché ciò possa accadere occorre che il sedimento non sia dotato di coesione e che il drenaggio non sia talmente rapido da avvenire istantaneamente; per tali motivazioni, soltanto i depositi sabbiosi fini monogranulari, saturi e non addensati risultano soggetti a tale tipo di rischio.

Per il caso in progetto vengono fornite le considerazioni a seguire.

- l'area impianto fotovoltaico "cave Podere Stanga" ricade in area a *depositi prevalentemente sabbiosi*. In considerazione della tipologia di opera flottante non è stato ritenuto opportuno effettuare alcuna verifica alla liquefazione;
- l'elettrodotto in cavo MT, considerando la tipologia di opera che consiste sostanzialmente nella messa in posa di tubo interrato a profondità massima di 1,5 m da p.c., nonostante nel suo tracciato di circa 6,7 km si incontrino alternanze di depositi alluvionali a natura coesiva e incoerente, e non prevedendo l'interferenza con la falda attesa a profondità superiori a quella di messa in posa dell'opera, non è stato ritenuto opportuno effettuare verifiche alla liquefazione;
- la Cabina Primaria "Montale" ricade una zona caratterizzata da *depositi prevalentemente ghiaiosi e sabbiosi con locali intercalazioni fini di spessore contenuto* ai quali sono associati effetti di *amplificazione per caratteristiche litologiche* (assegnazione di categoria di suolo tipo B o C). Considerando la natura prevalentemente coesiva dei terreni di interesse non sono attesi fenomeni di liquefazione. Data l'entità dell'opera è stata cautelativamente realizzata una verifica alla liquefazione, utilizzando i dati disponibili da bibliografia, che ha restituito fattore di sicurezza superiore a 1, restituendo pertanto non liquefacibile il sito di interesse (vedi allegato 2).

8. CONCLUSIONI

Per incarico della Società proponente del progetto CVA Eos SrL sono esposti e commentati i risultati dell'indagine geologica e geologico-tecnica di supporto allo Studio di Impatto Ambientale nell'ambito della Valutazione di Impatto Ambientale - Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale, ai sensi del combinato disposto dell'art. 27 bis del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. e D.M. 52/2015 relativo al progetto "Impianto fotovoltaico flottante "Cave Podere Stanga" di Potenza Nominale 30 MWp, connesso alla RTN" nel Comune di Piacenza (PC).

Dallo studio geologico-geotecnico-idraulico effettuato si può concludere che l'opera (sia per ciò che riguarda l'impianto, cavidotto e ampliamento CP) verrà realizzato in aree prive di problematiche geomorfologiche degne di nota.

Si sottolinea che l'impianto fotovoltaico flottante, l'area cabina di consegna CVA Eos SrL ed il tratto di cavidotto MT per una lunghezza di circa 2 km, attraversano un'area mappata in "Fascia C", ovvero in Fascia di inondazione per piena catastrofica - zone di rispetto dell'ambito fluviale.

Considerando le modalità operative previste per la realizzazione delle opere che consistono sostanzialmente:

- nella realizzazione di impianto fotovoltaico flottante;
- nella posa del cavidotto MT interrato alla profondità di circa 1,5 m da p.c. e la realizzazione della cabina di consegna CVA Eos SrL con prefabbricato su platea con piano di posa di circa 0,5 m da pc.;
- nell'ampliamento della C.P. "Montale" con realizzazione di un nuovo stallo di AT che prevede la messa in posa di fondazioni a plinto alla profondità di circa -1,00 m da p.c.;

e dati gli approfondimenti idrogeologici enunciati, non sono previste interazione con la falda. Non possono escludersi tuttavia livelli acquiferi più superficiali, a carattere temporaneo ed in concomitanza dei periodi più piovosi, al contatto tra strati a diversa litologia.

In un intorno di 200 m dall'area d'intervento non si rilevano inoltre pozzi potabili destinati al consumo umano (art. 94, comma 6 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

Segnaliamo che il cavidotto MT in progetto, lungo il suo tracciato, incontra numerosi corsi d'acqua afferenti al Reticolo Idrografico Primario o ai Canali di Bonifica con ente di riferimento il Consorzio di Bonifica di Piacenza (Figura 3).

Le caratteristiche progettuali dovranno pertanto rispettare le fasce di rispetto da tali corsi d'acqua ai sensi del RD 523/1904 e delle più recenti normative Regionali per la Tutela dei corsi d'acqua.

Per tali interferenze verrà richiesta opportuna autorizzazione idraulica e concessione uso (per opere interferenti con demanio idrico, ex R.D. 523/1904 e smi). Le modalità tecniche di attraversamento dei corsi d'acqua, in riferimento all'elaborato tecnico "Relazione Tecnica Cavo MT", al quale rimandiamo per maggiori dettagli, avverranno secondo la tecnica della trivellazione orizzontale controllata che consente di limitare le possibili interferenze con i corsi d'acqua di interesse.

Dalla consultazione delle mappe di pericolosità (PGRA del Fiume Po - UoM ITN008 Po) del P.A.I. "Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici" non sono emersi elementi di pericolosità (da frana o da alluvioni) che intersecano l'opera.

Il Comune di Piacenza è classificato fra i comuni sismici in zona 3 (DGR 1435/2003 e s.m.i. e DGR 1164 del 23/07/2018 "Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei comuni dell'Emilia-Romagna").

Dalla consultazione della Carta della Microzonazione sismica 1° livello e dalle indagini disponibili nell'area, dal punto di vista sismico la realizzazione:

- dell'impianto fotovoltaico è associata ad una categoria di suolo C;
- dell'elettrodotto in cavo MT è associata una categoria di suolo tipo B o C;
- dell'ampliamento della C.P. "Montale" è associata ad una categoria di suolo B.

Ai fini della caratterizzazione litologico-stratigrafica e fisico-meccanica dei terreni interessati dagli interventi sono state analizzate indagini pregresse.

A tal proposito segnaliamo che:

- la realizzazione del fotovoltaico flottante è prevista in terreno vegetale e coltre limosa di copertura (spessore di circa 4,00 m) poggiante su sottosuolo incoerente sabbioso localmente ghiaioso. In riferimento a quanto riportato al capitolo 5, dalla consultazione della Carta della Microzonazione sismica 1° livello, viene associato una categoria di suolo C;
- la posa del cavidotto interesserà terreni con presenza di un'alternanza di depositi a componente prevalentemente argillosa e subordinatamente composti da sabbia fine, con profondità che superano i 4/5 m da p.c.;
- per l'ampliamento della CP Montale è previsto il piano di posa delle fondazioni all'interno dei limi argillosi consistenti presenti fino alla profondità di -2,80 m da p.c., su categoria di suolo B. Considerando la natura prevalentemente coesiva dei terreni di interesse non sono attesi fenomeni di liquefazione. Data l'entità dell'opera è stata cautelativamente realizzata una verifica alla liquefazione, utilizzando i dati disponibili da bibliografia, che ha restituito fattore di sicurezza superiore a 1, restituendo pertanto non liquefacibile il sito di interesse.

Allegato 1

Informazioni di sottosuolo disponibili sul geoportale della regione Emilia-Romagna (servizio wms prove geognostiche)

Pratica N° 2.537

COMPRESORIO

Cm 404

COMUNE-Isot.

P I A

18

162140 P640

-Ditta Pighi Arcangelo

residente a Piacenza in Via Dossi di Roncaglia

-Pozzo ad uso irriguo in Comune di PIACENZA

Frazione Dossi di Roncaglia località _____ Mapp. N° I85 / Fg. 3I

-Data di ultimazione della perforazione: 28 Luglio 1980

-Ditta perforatrice: Boselli A e F. Polignano

46
20

CARATTERISTICHE DEL POZZO
*avanpozzo (si o no) _____
*diametro interno tubi mm. <u>150</u>

*profondità mt. <u>20</u>

EQUIPAGGIAMENTO
*tipo della pompa <u>motopompa</u>
*potenza Cv _____ kW _____
*prevalenza mt. _____
*portata lt/sec. _____

-Livello statico mt. 6

-Portata pozzo: lt/sec. _____

-Superficie irrigata:
ha. 8 are 2 ca. 00

-Consumo giornaliero (24 ore):
metri cubi 400

STRATIGRAFIA DEL TERRENO	Folde captate
Indicare la natura dei terreni e le FALDE ACQUIFERE attraversati	
-da mt. <u>0,00</u> a mt. <u>8,00</u> <u>ter. argilloso-limoso</u>	1°
-da mt. <u>8,00</u> a mt. <u>14,00</u> <u>Ghiaia</u>	
-da mt. <u>14,00</u> a mt. <u>17,00</u> <u>sabbia</u>	
-da mt. <u>17,00</u> a mt. <u>20,00</u> <u>sabbia con frammista ghiaia</u>	2°
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	
-da mt. _____ a mt. _____	

Localizzazione del pozzo					
Long.	2 5	Lat.	2 3	Ha.	1 2
Quota piano campagna: m.s.l.m.				4	5 0

La Ditta sottoscritta afferma, sotto la propria responsabilità, che la presente dichiarazione è completa e veritiera.

Data 4 / 8 / 1980

Firma Pighi Arcangelo

ANNOTAZIONI: _____

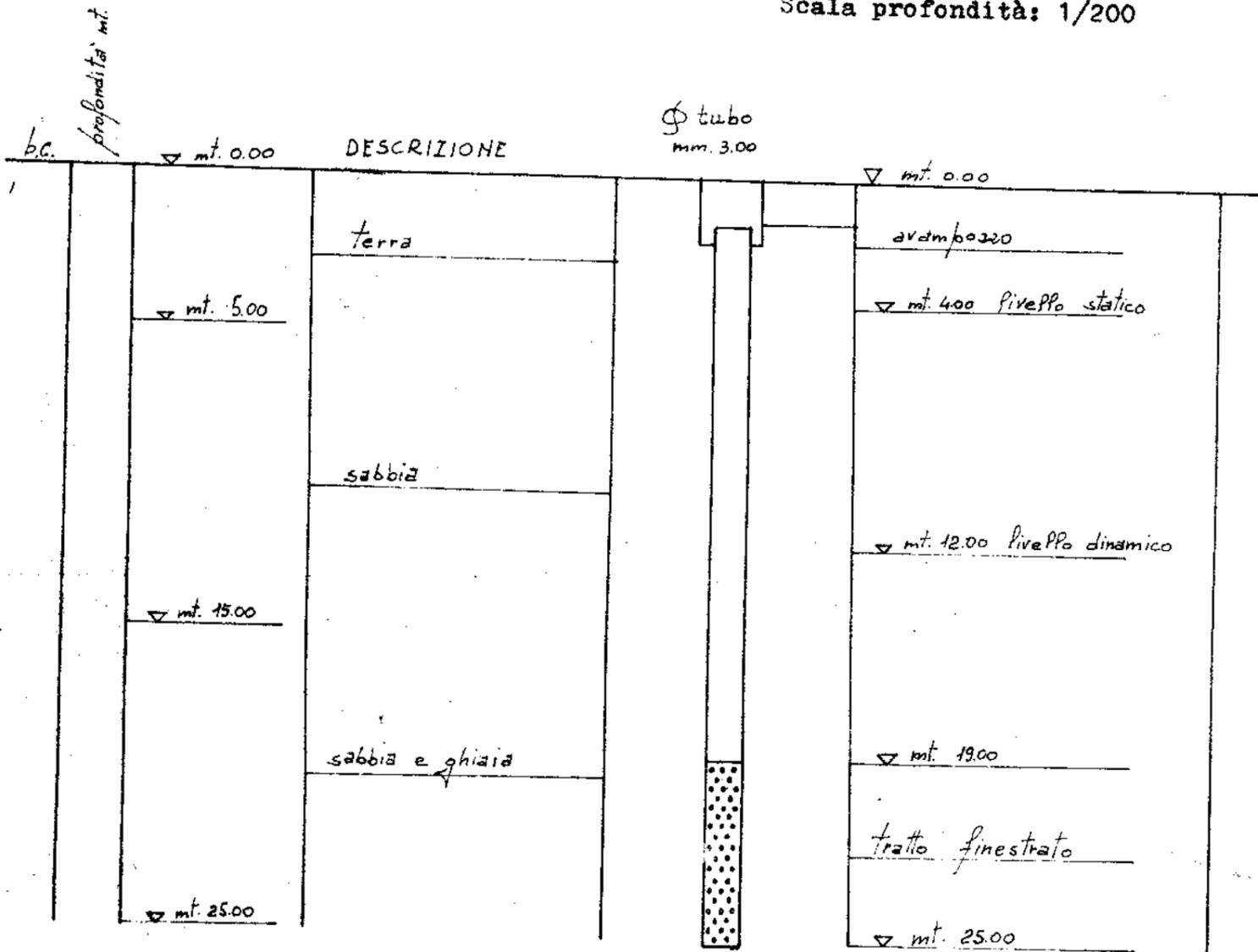
N.B. : Qualora la Ditta sia in possesso di referti di analisi dell'acqua del pozzo, rilasciati da Laboratori o Gabinetti, è invitata ad allegarne copia.

COMUNE DI PIACENZA

Posso ad uso agricolo esistente sul podere "Giardino" posto in località omonima della frazione di "Rencaglia" di proprietà della ditta: "BRAGHI dott. Pierino" da Piacenza, Via Scoto n.21.

SEZIONE TRASVERSALE

Scala profondità: 1/200



Piacenza li 14 DIC. 1977



Il Tecnico
Geom. Corrado Polli)

S. S. S.
Piacenza - Tel. (0523) 388184
Tel. (0523) 70352

C.C.I.A.A. N. 81681
REG. SOC. TRIB. PIACENZA N. 3886
CODICE FISCALE

Cm403

2688 P14 4

UBICATO SUL 250000

162140 P639 50
15

di perforazione, ha presentato i seguenti dati:

- fino alla profondità di metri 2,50 abbiamo uno strato di argilla rossa,
- da metri 2,50 a 8 metri abbiamo trovato argilla mista a sabbia di natura lagunare,
- da metri 8 e fino alla profondità esplorata abbiamo uno strato in prevalenza di ghiaia mista a sabbia.

ZINCARONA e METALLI S.a.s.



SCHEMA IMPIANTO SOLLEVAMENTO ACQUA

E NATURA DEL TERRENO

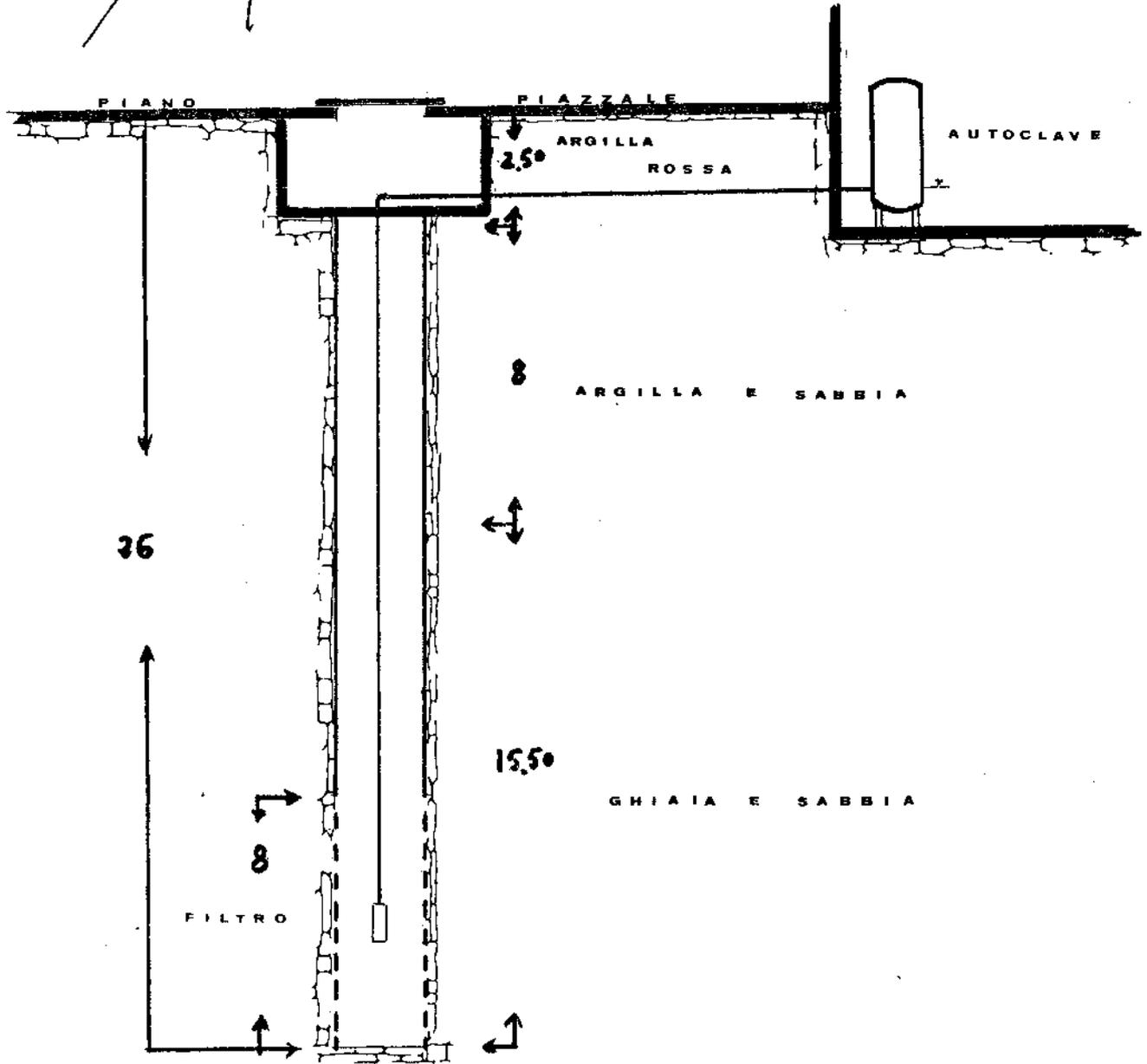


ZINGATURA e METALLI s.a.s.

Stah - Via Cassana, 173
Loc. Roncaglia
20090 - VIGEVANO (PV)
Tel. (0523) 388184

Gobbli

21 SET. 1973



162140 P418



committente	AQUATER S.p.A. CEPAV 1	commessa n.	230800
localita'	LOTTO DI INDAG. pk26+100-71+800	inizio perforaz.	07/04/95
perforatore	EMILIO CICCOTELLI	fine perforazione	10/04/95
resp. di cantiere	Dr. DIMITRI PEPE	scala	1:100
Macchina operatr.	C.M.V. MK 2.000	PROGRESSIVA Km.	1+610

PS
203
ml 40.00

scala	profondita' (m)	pakel penetrometer	vane test	stratigrafia	descrizione	campioni	nspt	faldo (m)
1	0.5				Limo sabbioso con resti vegetali.			
2		5.1	0.8		Limi sabbiosi debolmente argillosi molto consistenti. Presenti rari livelli sabbiosi centimetrici tra i 3 e i 3.5 mt. Aumento della frazione sabbiosa, con rari ciottoli ghiaiosi.			
3		4.3	0.7					
4		3					3.0	
5		0.4					Sh	
6		3.2	0.4				3.45	
7		4.3	0.7					
8		0.5					6.0	
9		2.7	0.6				Sh	
10		1.8	0.7				6.55	
11	9.5						9.0	
12		0.4			Sabbie limose in alternanze a sabbie medie e grossolane con rari ciottoli ghiaiosi.	Sh		
13						9.5		
14								
15	13.0	2.6			Sabbie medie e fini in frequenti alternanze di livelli limo-sabbiosi, moderatamente addensate. Aumento della frazione grossolana nelle sabbie con strato molto addensato.			
16							15.0	
17							12 15 17	
18							15.45	
19								
20							20.0	



committente	AQUATER S.p.A. CEPAV 1	commessa n.	230800
localita'	LOTTO DI INDAG. pk26+100-71+800	inizio perforaz.	07/04/95
perforatore	EMILIO CICCOTELLI	fine perforazione	10/04/95
resp. di cantiere	Dr. DIMITRI PEPE	scala	1:100
Macchina operatr.	C.M.V. MK 2.000	PROGRESSIVA Km.	1+610

PS
203
ml 40.00

scale	profondita' (m)	poket penetrometer	vane test	stratigrafia	descrizione	campioni	nspt	falda (m)		
21	30.0				Sabbie medie e fini in frequenti alternanze di livelli limo-sabbiosi, moderatamente addensate. Aumento della frazione grassolana nelle sabbie con strato molto addensato.		15 49 50			
22							20.35			
23										
24										
25							25.0			
26							37 50			
27							25.24			
28										
29										
30										
31	36.0		0.5		Argilla grigio-azzurra da limosa a debolmente limosa si segnalano rari ciottoli unimetrici da consistenti a molto consistenti. Graduale aumento della frazione limosa-sabbiosa a partire da 35 mt.					
32							0.7			
33							5.8		0.1	32.75
34							0.1		32.35	
35							4.4		0.6	
36							3.6			35.6
37										20 37 3
38										36.05
39										
40										

Casse n 8.

162M 607



Committente AQUATR S.P.A. - PRARÒ		Località LINEA FERROVIARIA TRATTO MILANO-BOLOGNA		CS128
Sintesi della perforazione SOMIAGGI GEONOSTICI CANTIERE: CRPAV UNO TRATTO 1° - LOTTO 3 - BORGHIETTO (PIACENZA)				
Inizio perforazione 26.05.92		Fine perforazione 26.05.92		Profondità perforazione m.l. 40.00
Inclinazione (gradi) 0.00		Scala grafica 1:100		Macchine perforatrici CMV MK 900 D1
Perforatore DI DOMENICO GIAMPIERO			Responsabile di cantiere FRANCO VALLONE	

ASSOLUTA (s.m.l.)	PROFONDITÀ DA P.C. (m)	POTENZA DELO STRATO (m)	SIMBOLO GRAFICO	POMET kg/cm	γ kg/cm³	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONI		FALDA		PERCENTUALE DI CAROTTAGGIO			NOCK QUALITY DESIGNATION			STANDARD PENETRATION TEST colpi	DIAMETRO DEL FONDO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZIONE
							PROFONDITÀ PRELIEVO	CAMPIONAT.	RIVERBUTA	STABILIZZATA	25	50	75	25	50	75				
								2.20	Shelby											
						Linea argillosa ed argilla limosa, verso il fatto sabbiosa, marrone-chiara, da molto con sistente a consistente.		5.00	Shelby											
								7.50	Shelby	7.5										
	9.80															10.00				
						Sabbia da media a grossa limosa, marrone-chi ra, mediamente addensata.										12.50				
	6.20															15.00				
						Sabbia grossa ghiaiosa (ghiaia subangolare, Ø max. 5 cm.), marrone-chiara, da mediamente addensata a molto addensata.										17.50				
	7.40															20.00				
																22.50				
																25.00				
						Linea argillosa, a luoghi sabbiosa, nocciola, da priva di consistenze a molto consistente.		27.00	Shelby											

Ø 101
ROTAZIONE CON CAROTIERE SEMPLICE A SECCO
RIVESTIMENTO Ø 127



A N C 5891905

Commitente AQUATER S.P.A. - PESARO		Località LINEA FERROVIARIA TRATTO MILANO-BOLOGNA		CS128
Scopo della perforazione SONDAGGI GEONOSTICI CANTIERE: CEPAV UNO TRATTO 1° - LOTTO 3 - BORCHETTO (PIACENZA)				
Inizio perforazione 25.05.92		Fine perforazione 26.05.92		Profondità perforazione m. 40.00
Inclinazione (gradi) 0.00		Scala grafica 1:100		Macchine perforatrici CNV NK 900 D1
Perforatore DI DOMENICO GIAMPIERO			Responsabile di cantiere FRANCO VALLONE	

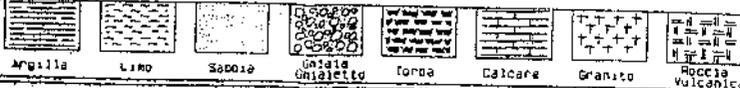
ASSUECITA 10 m	PROFONDITA DA P.C. (m)	POTENZA DELLA STRATA (m)	SIMBOLO GRAFICO	SOLLET kg/cm ²	V.T. kg/cm ²	DESCRIZIONE LITOLOGICA	CAMPIONI		FALDA		PERCENTUALE DI CANTAGGIO			ROCK QUALITY DESIGNATION			STANDARD SUPPLEMENTATION CORRECTION	DIAMETRO DEL FORO (mm)	METODO DI PERFORAZIONE	METODO DI STABILIZZAZIONE
							PROFONDITA DI PRELIEVO	CAMPIONATI	RINVENUTA	STABILIZZATA	25	50	75	25	50	75				
	11.60		[Symbol: Dotted pattern]	4.2	0.9	Lima argillosa, a luoghi sabbiosa, nocciola, da priva di consistenza e molto consistente.	29.80	See 1												
				1.7	0.7															
				1.7	0.7															
				1.1	0.9															
	5.00		[Symbol: Coarse sand with pebbles]			Sabbia grossa ghiaiosa (ghiaia subarrotondata, Ø max. 4 cm.) debolmente limosa, nocciola addensata.														
															40.00					
															15/18/29					

Committente GRANDI LAVORI FINECOST
 Coordinate X* 1560912.693
 Data inizio 26/06/99
 Operatore F. Podella
 Cantiere BORGHETTO (PC) - prog. Km 50+418
 Y= 4986397.752
 Data ultimazione 29/06/99
 Responsabile Dott. Geol. M. Galvanin

Perforazione N. VS012
 Quota ass. p.c. = 54.594 m
 Tipo di attrezzatura Gelma 2

RCT
 2 Via G. Di Vittorio
 20069 Livorno (LI)
 Tel. 0576/501000 - Fax 0576/501001
 100. Via Fiesolana - 00195 ROMA
 Tel. 06/3217403

LEGENDA:
 1, 2, 3... = camp. indisturbati
 A, B, C... = camp. rimaneggiati
 s = Shelby
 m = Mazzer
 p = percussione



DM. CORONA DIAMANTATA
 * CORONA NIDIA

RILIEVO HQO DURANTE LA PERFORAZIONE			
PROF. FORO	PROF. RIVESTE	SERA	MATTINA
18.0 piezometro	18.3	66	66
			29/06 20/06

Data	Metodo di perforazione	Attrezzatura di perforazione	Tipo di corona	Rivestimento	Profondità Completione	Campioni Tipo	Profondità del p.c.	Corona stratigrafica	Descrizione stratigrafica	Carotaggio		R.O.D.		Manovra di carotaggio	Pocket	S.P.T			Vane Test		Strumentaz. installata	Note (rispond. Geol. p.c.)	
										20 40 60 80	10 30 50 70 90	20 40 60 80	10 30 50 70 90			No	No colpi	Profond.	Max.	RES.			
							1.5		limo sabbioso bruno nocciola ingl. resti vegetali														
					3.0																		
					3.5				limo argilloso sabbioso bruno nocciola ingl. rara ghiaia fine														
							5.0		① <i>Sabbia de b... fine</i>														
					6.0				sabbia fine da deb. limosa a limosa bruno nocciola loc. ingl. rarissima ghiaia														
							7.3																
					9.0				limo argilloso loc. sabbioso bruno nocciola ingl. rara ghiaia fine														
					9.5		9.5		② <i>limo argilloso</i>														
							10.0		limo sabbioso a deb. leg. argilloso nocciola														
							17.0																
					18.0				idem c.s. ingl. rara ghiaia eterometrica														
							18.5																
							19.0		ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa bruno nocciola														
					20.6				sabbia finissima limosa bruno nocciola passante a sabbia medio fine grigio nocciola														

ROTAZIONE
 CAROTIERE SEMPLICE Ø 101

Ø 127

piezometro a tubo aperto Ø 1.5" a -21.00 m da p.c.

127 Ø 127

P O Z Z O N ° 44

162160
P653

LOCALITÀ : Torre della Razza - Borghetto di Roncaglia
DENOMINAZIONE : F.lli Cristalli
QUOTA DEL P.C. : 59 m.s.l.m.
DITTA PERFORATRICE : /
ANNO DI PERFORAZIONE : 1962

Stratigrafia

0.00	-	4.00	argilla
4.00	-	7.00	sabbia di riporto
7.00	-	8.00	conglomerato
8.00	-	12.00	ghiaia

Livello statico :
Livello dinamico :
Portata :

Allegato 2

Verifica alla liquefazione

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove dinamiche SPT)

Metodo semplificato

Metodo di Seed e Idris (1971), modificato da Tokimatsu & Yoshimi (1983) e semplificato da GNDT-CNR

PARAMETRI:

γ	=	1,8	g/cm ³
σ_{vo}	=	2,41	kg/cm ²
σ_{vo}'	=	2,41	kg/cm ²
profondità della prova	=	1340	cm
N_{SPT}	=	12	
profondità falda	=	1340	cm
γ_{H_2O}	=	1	g/cm ³
Pressione neutra	=	0,000	kg/cm ²
z	=	13,4	m

R= Resistenza al taglio mobilitata
T= Sforzo di taglio indotto dal sisma

FORMULE:

RISULTATI:

$$N_a = N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo}' + 0,7)) + N_f$$

14,05526992

Na

$$N_f = 7,5$$

$$R = 0,2565 * [0,16 * \text{Rad}QNa + (0,2133 * \text{Rad}QNa)^{14}]$$

0,162876804

R

$$T = 0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}' / \sigma_{vo})) * r_d$$

0,0779025

T

$$a_{max}/g = 0,15$$

$$r_d = 0,799$$

Fs=R/T

> **1,3** Sabbie sciolte

> **1,5** Sabbie mediamente addensate

2,090777627

Verificato Fs

Verificato Fs

"Software Freeware distribuito da geologi.it"
Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco
Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 -
E mail: sg.monaco@libero.it - Tel: 3394103820