



GENNAIO 2025

GREEN FROGS PARMA SRL
IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO
"PARMA"
COMUNI DI MONTECHIARUGOLO E
TRAVERSETOLO (PR)

Montana

PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO UNICO
REGIONALE - art. da 15 a 21 della L.R. 4/2018

ELABORATO R05

RELAZIONE GEOLOGICA E
GEOTECNICA

Progettista

Corrado Pluchino / Ord. Ing. Milano A27174

Coordinamento

Sara Zucca

Codice elaborato

*3162_6252_PA_PAUR_R05_Rev0_Relazione geologica e
geotecnica.docx*

Memorandum delle revisioni

Cod. Documento	Data	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
3162_6252_PA_PAUR_R05_Rev0_Relazione geologica e geotecnica.docx	01/2025	Prima emissione	G.d.L.	S.Zucca	C.Pluchino

Gruppo di lavoro

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Corrado Pluchino	Responsabile Tecnico Operativo	Ord. Ing. Milano A27174
Sara Zucca	Architetto - Coordinamento G.d.L.	
Andrea Mastio	Ingegnere Ambientale	
Andrea Delussu	Ingegnere Elettrico	
Michele Dessì	Ingegnere Elettrico	Ordine Ing. Prov. CA n. 9040 – Sez. A
Matthew Piscedda	Esperto in discipline elettriche	
Damiano Collu	Ingegnere Ambientale	
Matteo Cuda	Naturalista	
Raffaella Bertolini	Naturalista	
Francisco Dimaculangan	Architetto	
Sergio Alifano	Architetto	
Fabio Lassini	Ingegnere Idraulico	Ordine Ing. Milano A29719
Enzo Baldi	Ingegnere Idraulico	
Fortunato Bruzzaniti	Ingegnere Ambientale	Ordine Ing. Reggio Calabria A3823
Vito Cucciniello	Geologo	
Stefano Adami	Ingegnere Ambientale	
Stefano Corrà	Ingegnere civile strutturista	

Nome e cognome	Ruolo nel gruppo di lavoro	N° ordine
Francesca Scrofani	Ingegnere civile strutturista	
Matteo Zagarola	Archeologo	Matteo Zagarola
Daniele Gerosa	Geologo	
Federico Miscali	Tecnico Competente in Acustica	Ord. Ing. Prov. CA n. 5061 - ENTECA n. 4017
Eliana Santoro	Agronomo	Agronomo albo n.883 dottori agronomi e forestali provincia di Torino
Leonardo Cuscito	Perito Agrario Laureato	Periti Agrari della Provincia di Bari, n° 1371
Emanuela G. Forni	PHD	PHD - Scienze e Tecnologie Agrarie



INDICE

1. PREMESSA.....	6
1.1 METODICHE DI STUDIO.....	8
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	10
2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO.....	10
2.1.1 <i>Inquadramento Territoriale</i>	10
2.1.2 <i>Inquadramento Catastale</i>	14
2.1.3 <i>Inquadramento Normativo</i>	15
2.1.4 <i>Dati generali del progetto</i>	17
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	19
4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL PRIMO SOTTOSUOLO	23
5. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....	24
6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	26
7. CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI.....	28
7.1 ANALISI DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI	31
8. CARATTERISTICHE GEOLETTRICHE DEL PRIMO SOTTOSUOLO	33

1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare agrivoltaico di tipo avanzato all'interno di un'area recintata di circa 19,2 ettari nei territori comunali di Montechiarugolo e Traversetolo, in provincia di Parma (PR), di potenza nominale pari a 15,81 MW.

La società proponente è la GREEN FROGS PARMA s.r.l., con sede legale in via Fratelli Cairoli 2, 25122, Brescia (BS), la quale in considerazione della complessità del progetto e della sensibilità del territorio di riferimento, ha deciso di presentare volontariamente il progetto in Valutazione di Impatto Ambientale, al fine di valutare approfonditamente gli eventuali impatti del progetto sul territorio e tutte le componenti ambientali.

Il progetto risponde alla necessità di produrre energia rispettando, al contempo, l'esigenza, ormai da tempo sentita sia a livello nazionale sia internazionale, di una maggiore sostenibilità ambientale delle attività economiche. Nel caso specifico, si fa riferimento all'impiego privilegiato di risorse energetiche rinnovabili, ottenute mediante tecnologie produttive poco impattanti sull'ambiente, ovvero caratterizzate da emissioni contenute di inquinanti e calore.

L'impianto in esame sarà eseguito in regime "agrivoltaico", in modo da produrre energia elettrica "zero emission" da fonti rinnovabili attraverso un sistema integrato che permetta di preservare l'attività agricola presente nel territorio, garantendo un modello eco-sostenibile che fornisca energia pulita e prodotti sani da agricoltura biologica.

Il D. Lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", con l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, reca le disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050.

Al fine, pertanto, di permettere alle regioni e Province Autonome l'individuazione delle aree idonee all'installazione della potenza eolica e fotovoltaica indicata nel PNIEC, il D. Lgs. 199/2021 fornisce le modalità per minimizzare il relativo impatto ambientale e la massima porzione di suolo occupabile dai suddetti impianti per unità di superficie, nonché dagli impianti a fonti rinnovabili di produzione di energia elettrica già installati e le superfici tecnicamente disponibili.

Inoltre, il recente Testo Unico FER - Decreto Legislativo 25 novembre 2024, n. 190, entrato in vigore il 30/12/2024, integra e semplifica ulteriormente il quadro normativo, introducendo disposizioni specifiche per l'autorizzazione e la realizzazione di impianti agrivoltaici avanzati come quello in esame.

Tuttavia, poiché il termine di 180 giorni per l'adeguamento delle regioni e degli enti locali ai principi del Testo Unico FER non è ancora decorso, in questa fase si applica la disciplina previgente. Nonostante ciò, è importante sottolineare che il progetto in esame rispetta pienamente sia le normative previgenti che i principi e le disposizioni del nuovo Testo Unico FER, garantendo la conformità alle migliori pratiche di sostenibilità ambientale e amministrativa.

L'area su cui si prevede di installare l'agrivoltaico avanzato risponde ai requisiti di cui all'art. 20 "Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili", comma 8, lett. c-ter) punti 1 e 2 del summenzionato Decreto 199 del 2021, e si qualifica inoltre come idonea secondo le disposizioni aggiornate del Testo Unico FER, così come evidenziato all'articolo 3 comma 3:

"È fatta salva l'individuazione delle aree ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199."

Idoneità dell'area ai sensi dell'art 20 comma 8 lett. c-ter) n.1

L'area in esame rientra tra le aree ex lege idonee per la realizzazione di impianti fotovoltaici ai sensi dell'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021 secondo cui sono considerate aree idonee, in

assenza di vincoli della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: "le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere".

Infatti, nel caso di specie, l'intera area di impianto si trova a una distanza inferiore a 500 metri da una zona classificata, sulla base degli strumenti urbanistici attualmente vigenti, come a uso per attività produttiva (industriale e artigianale) e commerciale, e dunque rientra all'interno delle aree idonee prevista dall'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021.

Ciò chiarito, è bene segnalare che il divieto previsto dall'art. 5 del D.L. n. 63/2024 (c.d. D.L. Agricoltura) di realizzazione di impianti fotovoltaici a terra in alcune aree agricole, tra cui anche le aree di cui all'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 1, D.lgs. 199/2021, è riferito esclusivamente agli impianti fotovoltaici e non agli impianti agrivoltaici. Pertanto, nel caso di specie, il predetto divieto non trova applicazione, posto che la Società non intende realizzare un semplice impianto fotovoltaico, bensì un impianto agrivoltaico avanzato. A ciò si aggiunga che l'impianto agrivoltaico che si intende realizzare – come precisato anche dalla giurisprudenza consolidata sul punto (v. Consiglio di Stato n. 8029/2023) si differenzia rispetto un impianto fotovoltaico classico, considerato che - diversamente da quest'ultimo - adotta soluzioni volte a preservare lo svolgimento e la continuità dell'attività agricola sull'area interessata dall'intervento.

Idoneità dell'area ai sensi dell'art 20 comma 8 lett. c-ter) n.2

In ogni caso, l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto rientra anche tra le aree idonee ex lege previste dall'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 2, D.lgs. 199/2021 secondo cui sono considerate aree idonee per la realizzazione degli impianti fotovoltaici, in assenza di vincoli della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: *"le aree interne agli impianti industriali e agli stabilimenti, questi ultimi come definiti dall'articolo 268, comma 1, lettera h), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché le aree classificate agricole racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri dal medesimo impianto o stabilimento"*.

Ciò posto, nel caso di specie l'area agricola interessata dalla realizzazione dell'impianto si trova racchiusa in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da uno stabilimento denominato "Azienda Agricola Drugolo S.r.l." riguardante un allevamento di suini. Come già citato precedentemente, quindi, il divieto di installazione di impianti fotovoltaici con moduli a terra previsto dall'art. 5 del D.L. Agricoltura non riguarda le aree agricole idonee ai sensi dell'art. 20, comma 8, lett. c-ter n. 2, D.lgs. 199/2021 e, pertanto, in tali aree ne è consentita la realizzazione senza alcun tipo di limitazione.

Il progetto rispetta inoltre i requisiti riportati all'interno delle "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" in quanto la superficie minima per l'attività agricola è pari al 96,3% mentre la LAOR (Land Area Occupation Ratio), che determina la percentuale di superficie ricoperta dai moduli, è pari al 34,8 %, garantisce la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli, adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra (altezza minima superiore ai 2,10 m) e rispetta altresì i requisiti in termini di monitoraggio e rispetta quindi i parametri necessari per poter essere definito "agrivoltaico avanzato".

Il progetto verrà connesso alla rete MT (15 kV) di e-distribuzione fino alla cabina primaria denominata CP Montechiarugolo a circa 6 km dall'impianto in progetto. La STMG è identificata dal codice di tracciabilità 381295977. La richiesta è stata effettuata per lotto di impianti di produzione, e in particolare il lotto totale sarà suddiviso in 2 impianti di potenza pari a 5612,00 kW e 8418,00 kW, con la realizzazione di n. 2 cabine di consegna.

1.1 METODICHE DI STUDIO

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato redatto con la principale finalità di descrivere gli effetti sull'ambiente derivanti dal progetto in esame.

L'approccio di analisi adottato per il presente documento è, in accordo con le disposizioni della L.R. 4/2018, ispirato dal punto di vista espositivo e informativo, all'allegato VII del D.Lgs. 152/2006, così come recentemente modificato dal D.Lgs. 104/2017 che ha abrogato i precedenti riferimenti di legge in materia di Studi di Impatto Ambientale, e in particolare il DPCM 27/12/1988 recante norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6, L. 08/07/1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del DPCM 10/08/1988, n. 377.

Lo studio è stato quindi articolato secondo il seguente schema espositivo (art.22 allegato VII del D.Lgs. 152/2006):

- Descrizione del progetto, nel quale è dettagliata l'opera e come interviene sull'area di progetto, sono riportati i vincoli e le tutele presenti nell'area di riferimento, vengono illustrate le emissioni principali, la configurazione tecnologica, le caratteristiche tecniche specifiche dell'impianto e la descrizione dell'attività. Nel caso in esame, al fine di non duplicare le informazioni e di agevolarne la lettura, il presente documento riporta una sintesi del progetto, rimandando alla relazione tecnica progettuale ed ai suoi allegati per qualsiasi altro approfondimento.
- Alternative di progetto, dove vengono descritte le principali alternative ragionevoli del progetto prese in esame, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle principali ragioni della scelta, sotto il profilo progettuale e dell'impatto ambientale.
- Descrizione dello scenario di base, nel quale vengono descritte le caratteristiche dell'ambiente in cui si inserisce l'opera, organizzate per comparto ambientale (popolazione e salute umana, territorio, biodiversità, suolo e sottosuolo, acque superficiali e sotterranee, aria e clima, beni materiali, patrimonio culturale e agroalimentare, paesaggio) e considerate le possibili interazioni tra diverse matrici. Le descrizioni ivi riportate sono commisurate alle possibilità di impatto connaturate con l'opera in progetto.
- Stima degli impatti potenziali, nel quale vengono identificati per ogni componente ambientale (art.5 lettera c) le azioni ed i recettori di impatto e vengono valutati gli impatti specifici, in fase di realizzazione, gestione e post-gestione, nonché le mitigazioni adottate per ridurre gli stessi.
- Individuazione dei potenziali impatti cumulati con impianti simili e interazioni tra diversi fattori.
- Misure di prevenzione, riduzione e compensazione, dove vengono sintetizzate le misure previste per evitare, prevenire, ridurre o eventualmente compensare gli impatti ambientali significativi e negativi identificati del progetto.
- Rischio di gravi incidenti, dove viene verificata sinteticamente la possibilità che si creino impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla vulnerabilità del progetto a rischi di gravi incidenti.
- Fonti utilizzate, dove viene riportato in forma bibliografica un elenco di riferimenti utilizzati per le descrizioni e le valutazioni del SIA.
- Sommario delle difficoltà, inteso come breve inventario delle criticità incontrate nella raccolta dei dati e nella previsione degli impatti.
- Sintesi non tecnica, documento nel quale è riassunto lo studio articolato in tutte le sue componenti in modo da poter essere destinato all'informazione al pubblico.

Al presente studio si allegano i seguenti documenti:



- 3162_6252_PA_PAUR_R14_Rev0_Valutazione preliminare di impatto acustico: ai sensi della Legge 26/10/95, n. 447, in esso vengono riportate tutte le informazioni utili a comprendere lo stato della componente clima acustico e gli impatti del progetto sulla stessa.
- 3162_6252_PA_PAUR_R10_Rev0_Relazione campi elettromagnetici: sono riportati i calcoli tecnici inerenti agli impatti elettromagnetici e le relative fasce di rispetto per le strutture e le opere connesse alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico avanzato.
- 3162_6252_PA_PAUR_R15_Rev0_VPIA: Verifica Preventiva di Interesse Archeologico, come stabilito dall'art. 25 D. Lgs. 50/2016 per fornire eventuali ed ulteriori dati rispetto a quelli già noti per l'area interessata dal Progetto.
- 3162_6252_PA_PAUR_R11_Rev0_Relazione terre e rocce da scavo: descrive le modalità e le prescrizioni per l'esecuzione dei movimenti terra da eseguire sul sito Secondo quanto previsto dal D.P.R. n. 120 del 13/06/2017.
- 3162_6252_PA_PAUR_R17_Rev0_Relazione Paesaggistica, volta a valutare i potenziali impatti del progetto e l'inserimento Paesaggistico del medesimo.
- 3162_6252_PA_PAUR_R24_Rev0_PMA, Piano di Monitoraggio Ambientale.

L'area vasta, intesa come l'ambito territoriale nel quale sono inseriti i sistemi ambientali interessati dal progetto, è stata identificata come un "buffer" di 1 km a partire dal perimetro di progetto. Si tratta di un'entità areale entro la quale è stata incentrata la descrizione delle componenti ambientali al fine di produrre un'analisi territoriale attraverso la descrizione e la restituzione cartografica di vari contenuti dell'analisi sviluppata nella descrizione dello scenario di base. Questa scelta è stata effettuata al fine di caratterizzare in modo esaustivo la variabilità del territorio nel quale è inserito l'impianto; è però da sottolineare che l'area vasta può avere un'estensione variabile a seconda di quanto si ritiene corretto spingersi nell'analisi dello stato di fatto e degli effetti ambientali per ogni matrice analizzata ed in questo senso l'area suddetta non è stata considerata come un riferimento fisso ma più che altro come una zona minima a cui fare riferimento per la descrizione degli aspetti ambientali.

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 INQUADRAMENTO DEL SITO

2.1.1 Inquadramento Territoriale

Il progetto in esame è ubicato nei comuni di Traversetolo e Montechiarugolo, in provincia di Parma (PR), a circa 5 km in direzione sud-ovest dal centro abitato di Montechiarugolo e circa 4,5 km in direzione nord-est da Traversetolo.

L'area oggetto di studio si trova in agro comunale, a nord della Azienda agricola denominata "Drugolo" e ospita l'impianto agrivoltaico avanzato. In Figura 3.1 viene evidenziato in rosso l'area totale di proprietà dell'azienda Drugolo, di cui solo una porzione è interessata dall'impianto in progetto. Le opere previste, infatti, si inseriscono all'interno di un'area recintata di superficie pari a 19,2 ettari (linea blu). Il cavidotto di connessione che collega l'impianto agrivoltaico alla cabina primaria denominata "Montechiarugolo" si estende per circa 6 km, sarà previsto interrato e percorrerà unicamente la pubblica via. Per il funzionamento dell'impianto, e-distribuzione, ente gestore dell'energia elettrica, ha richiesto il posizionamento di una cabina di sezionamento lungo il percorso del cavidotto e la stessa è stata prevista, come da STMG, nella posizione indicata in figura ricadente nel comune di Montechiarugolo.

Di seguito viene mostrata la localizzazione su base ortofoto dell'area in cui ricadono le opere di progetto:

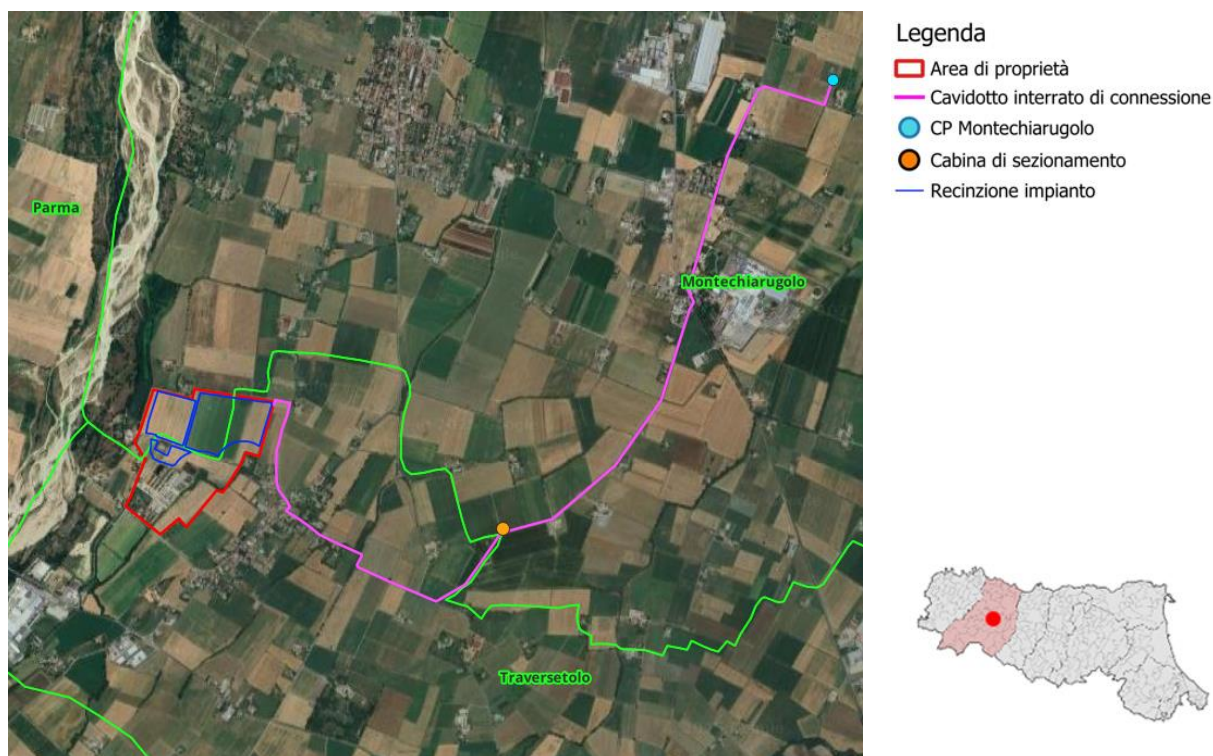


Figura 3.1: Localizzazione dell'impianto

La rete stradale, illustrata dalla figura successiva, che circonda l'area di progetto è costituita:

- a nord, dalla Strada dei Mulini, una strada locale extraurbana;
- a ovest dalla via Stradazza e più distante, la SP16;
- a sud dalla via del Parma.

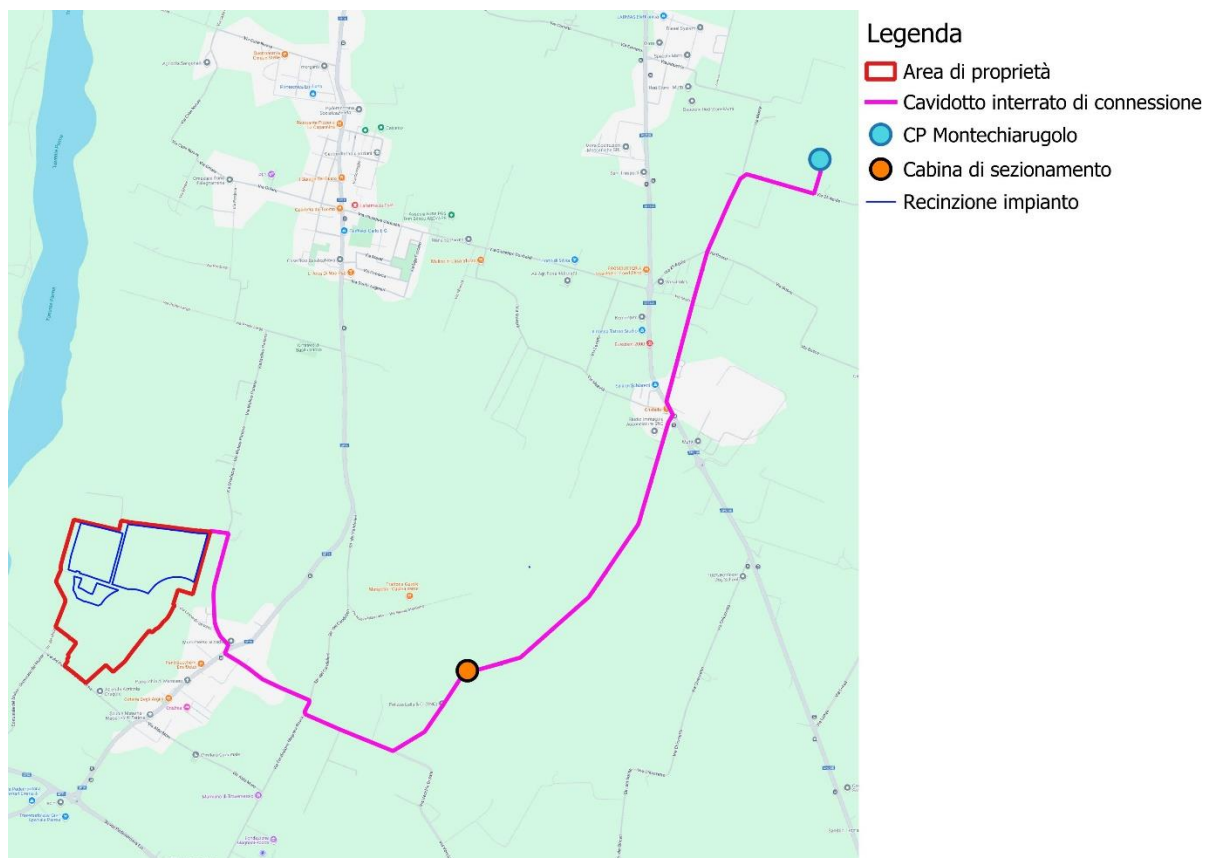
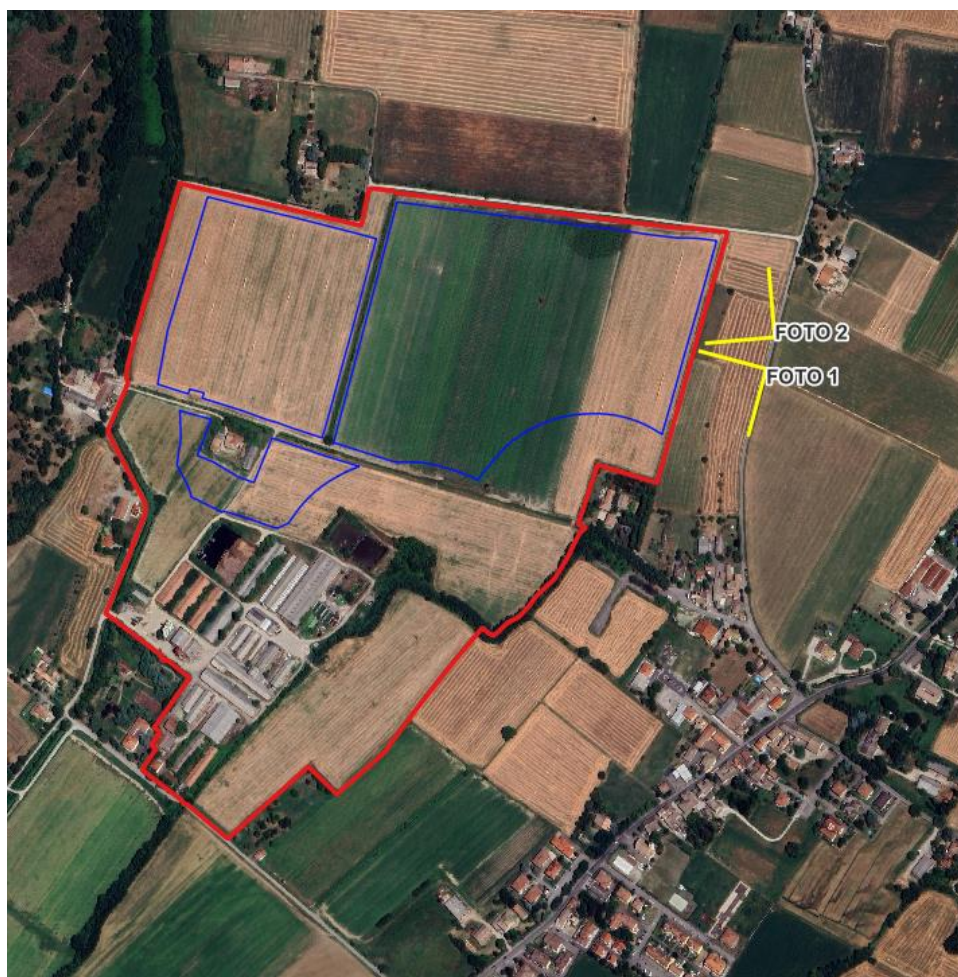


Figura 3.2: Principale viabilità della zona

All'interno dell'area di proprietà sono presenti dei fabbricati di proprietà dell'Azienda Agricola Drugolo. La superficie imputata per la realizzazione dell'agrivoltaico avanzato risulta pianeggiante e attualmente impiegata principalmente per la coltivazione di pomodori e grano duro. Di seguito si riportano alcune fotografie del territorio di riferimento.



Legenda

- Area di proprietà
- Recinzione
- Punti di vista

Figura 3.3: Indicazione punti di presa fotografica



Figura 3.4: Foto n.1



Figura 3.5: Foto n.2



Figura 3.6: Panoramica del territorio di riferimento

2.1.2 Inquadramento Catastale

Le aree oggetto di studio sono censite al catasto terreni dei comuni di Traversetolo e Montechiarugolo (PR). Si riporta di seguito l'elenco delle particelle contrattualizzate¹ e l'inquadramento catastale del sito.

Tabella 3.1: Inquadramento catastale del sito

COMUNE	FOGLIO	PARTICELLE	PRESENZA IMPIANTO
Montechiarugolo	43	5	SI
Montechiarugolo	43	7	SI
Montechiarugolo	43	8	SI
Montechiarugolo	43	28	SI
Traversetolo	2	5	SI
Traversetolo	2	45	NO
Traversetolo	2	61	NO
Traversetolo	2	64	NO
Traversetolo	2	82	NO
Traversetolo	2	87	NO
Traversetolo	2	95	SI
Traversetolo	2	96	SI
Traversetolo	2	97	SI
Traversetolo	2	150	NO
Traversetolo	2	284	NO
Traversetolo	2	287	SI

¹ Si rimanda al documento 3162_6252_PA_PAUR_D15_Rev0_Disponibilità aree che contiene il contratto trascritto.

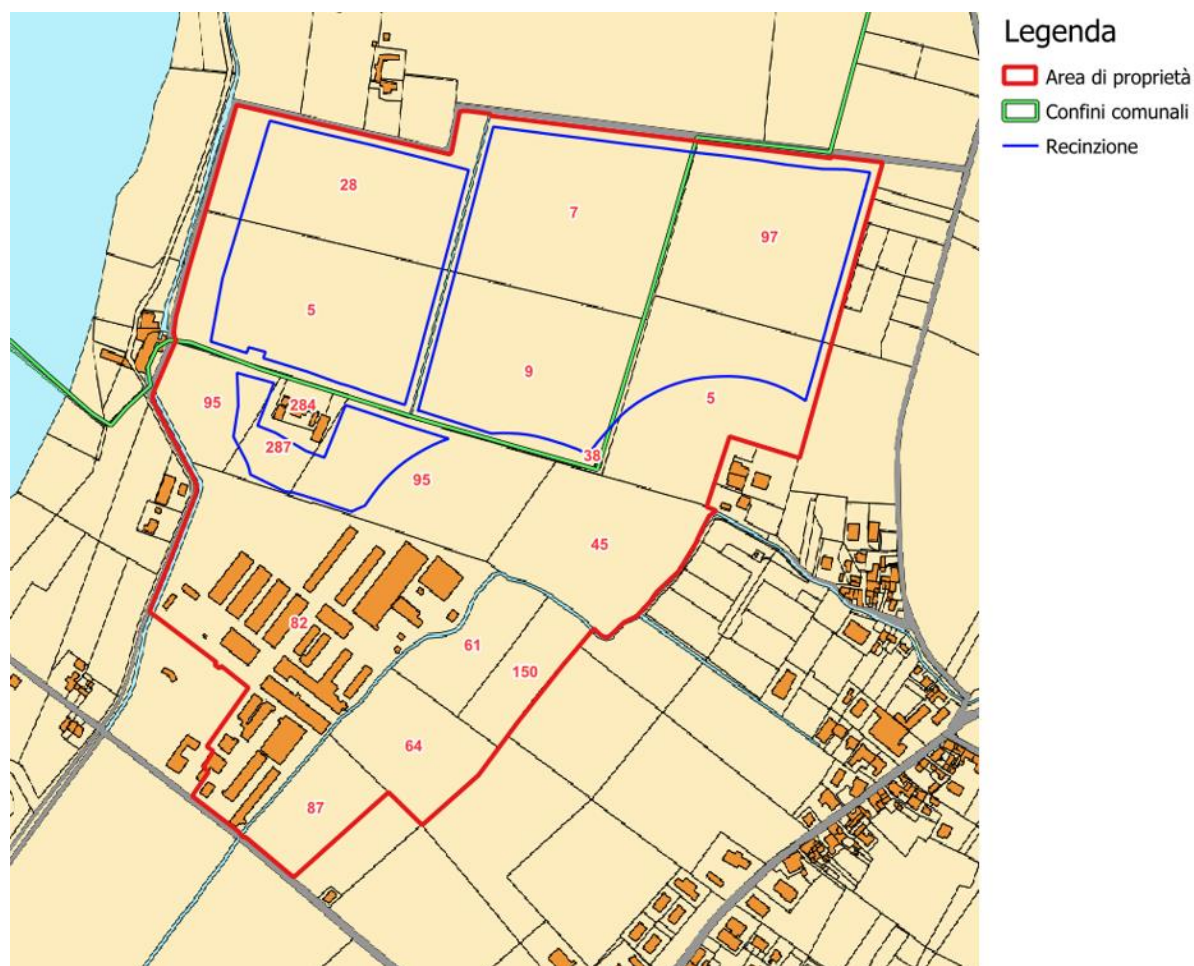


Figura 3.7: Inquadramento catastale

Si rimanda agli elaborati Piano Particellare "3162_6252_PA_PAUR_R23_Rev0_Piano particellare impianto" e "3162_6252_PA_PAUR_T05_Rev0_Inquadramento Catastale" per ulteriori dettagli.

2.1.3 Inquadramento Normativo

Il recente Testo Unico FER - Decreto Legislativo 25 novembre 2024, n. 190, entrato in vigore il 30/12/2024, integra e semplifica ulteriormente il quadro normativo, introducendo disposizioni specifiche per l'autorizzazione e la realizzazione di impianti da fonti rinnovabili, come l'impianto agrivoltaico avanzato in esame.

Come già descritto in premessa, si evidenzia che nonostante non siano ancora decorsi i 180 giorni per l'adeguamento delle regioni e degli enti locali ai principi del Testo Unico FER, l'area si qualifica comunque idonea secondo le disposizioni aggiornate del recente Testo Unico, così come evidenziato all'articolo 3 comma 3, che fa salva l'individuazione delle aree idonee definite dal D.lgs. 199/2021:

"È fatta salva l'individuazione delle aree ai sensi dell'articolo 20 del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199."

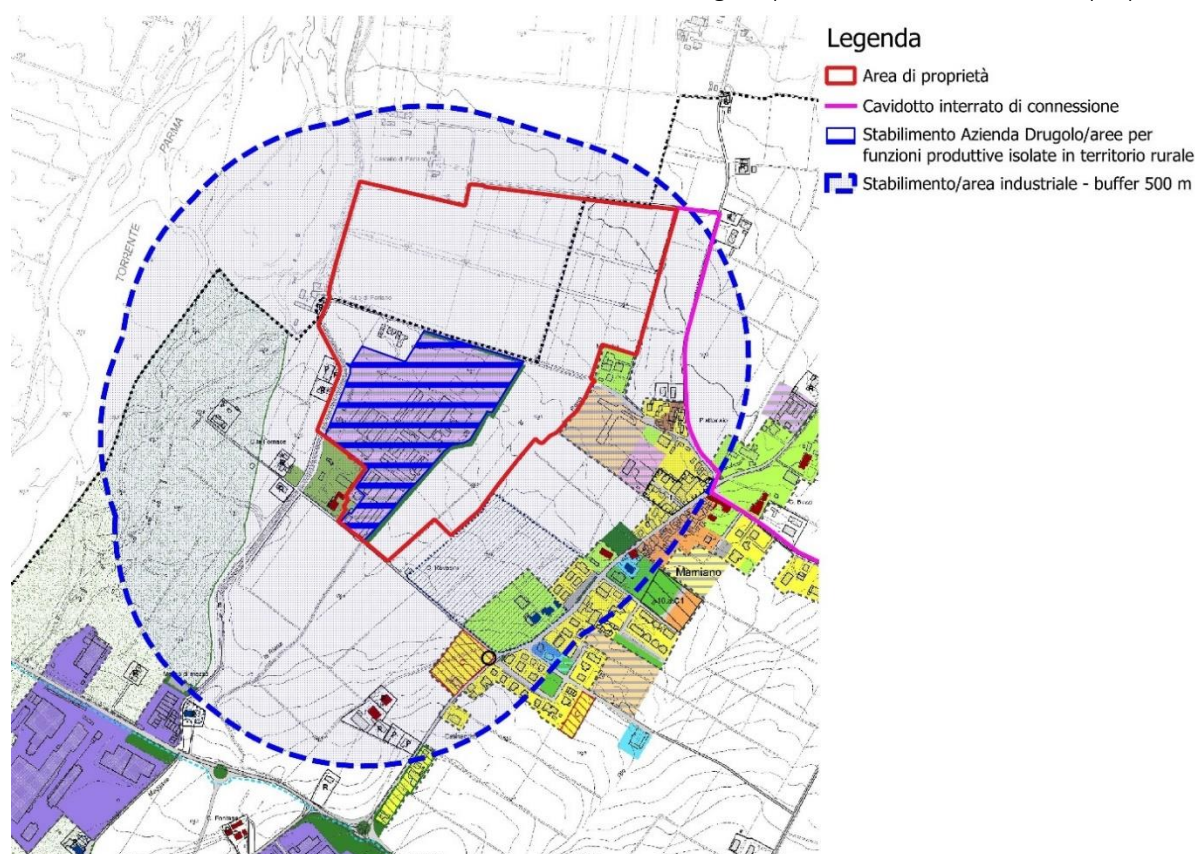
Il Decreto legislativo n. 199 dell'8 novembre 2021 dà attuazione alla Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018 sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili ha l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, recando disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050. Il D.lgs.

definisce gli strumenti, i meccanismi, gli incentivi e il quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi di incremento della quota di energia da fonti rinnovabili al 2030, in attuazione della direttiva (Ue) 2018/2001 e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 22 aprile 2021, n. 53.

Si ribadisce inoltre che, in sede di individuazione delle superfici e delle aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili, devono essere rispettati i principi della minimizzazione degli impatti sull'ambiente, sul territorio, sul patrimonio culturale e sul paesaggio, fermo restando il vincolo del raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione al 2030 e tenendo conto della sostenibilità dei costi correlati al raggiungimento di tale obiettivo.

Come già detto anche in premessa, l'area sulla quale si intende realizzare l'impianto si qualifica come "area idonea" ex lege sia ai sensi dell'art 20, comma 8, lett. c-ter n. 1), D.lgs. 199/2021 e anche ai sensi dell'art 20, comma 8, lett. c-ter n. 2), D.lgs. 199/2021, così come dalla Delibera di Giunta regionale n. 125 del 23 maggio 2023 (al paragrafo 1, punto 2.2) che riprende le indicazioni già definite dal sopra citato decreto legislativo.

L'immagine seguente riporta la localizzazione dell'area rispetto sia alla zona con destinazione industriale che allo stabilimento industriale dell'azienda Drugolo presente a sud dell'area di proprietà.



Insedimenti esistenti in territorio rurale

- Aree residenziali connesse ai nuclei di antico insediamento (art.11.10)
- Aree residenziali a verde privato in territorio rurale (art.11.11)
- Aree per funzioni produttive isolate in territorio rurale (art.11.12)
- Perimetro di intervento per attività funzionali al frantoio esistente (art.11.13)
- Aree per allevamenti suinicoli di tipo industriale (art.11.14)

Partizione del territorio rurale

- Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola (art.11.1.1)
- Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico (art.11.1.2)
- Ambiti agricoli di valore naturale e ambientale (art.11.1.3)
- Campagna parco (art.11.2)

Figura 3.8: Stralcio tav.1 territorio comunale del RUE di Traversetolo – Buffer dalla zona con destinazione industriale e dallo stabilimento Drugolo

L'area di progetto ricade in parte in "Aree per funzioni produttive isolate in territorio rurale (art.11.12) ed in parte in "Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola 11.1.1), rientrando per definizione tra le aree idonee definite dall'articolo 20 del decreto legislativo citato precedentemente, in quanto aree agricole situate in un buffer di 500 m da zona industriale e dal vicino stabilimento produttivo.

In aggiunta, la stessa Delibera di Giunta regionale n. 125 del 23 maggio 2023 prevede che nelle aree idonee interessate da coltivazioni certificate, e in quelle dove non sono ancora trascorsi 3 anni dalla loro dismissione, siano ammessi esclusivamente impianti agrivoltaici avanzati. Pertanto, accertata la coltivazione del "panico da foraggio" nell'anno 2022 su parte dei terreni di proprietà sui quali si prevede di realizzare il progetto in esame e non decorsi ancora tre anni dalla dismissione di tali coltivazioni, l'impianto agrivoltaico previsto è di tipo avanzato.

Il panico da foraggio infatti ricade all'interno delle colture certificate individuate nella delibera della giunta regionale dell'Emilia-Romagna numero 693 del 22/04/2024, facente parte della categoria "foraggi prodotti nella zona d'origine del formaggio DOP Parmigiano-Reggiano, individuati nel Disciplinare di produzione approvato con Regolamento (UE) n. 794/2011 e successive modifiche".

In ragione di quanto esposto, il presente progetto è stato configurato nella tipologia di agrivoltaico avanzato.

2.1.4 Dati generali del progetto

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto.

Tabella 3.2: Dati di progetto

PARAMETRO	DESCRIZIONE	
Proponente	GREEN FROGS PARMA s.r.l.	
Luogo di installazione	Montechiarugolo e Traversetolo (PR)	
Denominazione impianto	Parma	
Potenza di picco (MW _p)	15,81 MWp	
Informazioni generali del sito:	Sito ben raggiungibile, caratterizzato da strade esistenti asfaltate, idonee alle esigenze legate alla realizzazione dell'impianto e di facile accesso. La morfologia è regolare.	
Connessione:	Interfacciamento alla rete mediante soggetto privato nel rispetto delle norme CEI	
Tipo strutture di sostegno:	Strutture metalliche in acciaio zincato tipo Tracker infisse a terra su pali	
Inclinazione piano dei moduli (tilt)	+55°/-55°	
Pitch (m):	5.5 m	
Azimut di installazione	0°	
Power station	n. 10 power station	
Cabina di Consegna	n. 2	
Cabina Utente	n. 2	
Rete di collegamento	15 kV	
Coordinate POD (punto di allaccio)	Cabina 1.1	Cabina 1.2

PARAMETRO	DESCRIZIONE	
cavidotto MT):	Altitudine media 155 m s.l.m. [WGS84/ UTM Zone 32N] X: 606536,30 m Y: 4948473,65 m	Altitudine media 155 m s.l.m. [WGS84/ UTM Zone 32N] X: 60653359 m Y: 4948463,06 m
Cabina di sezionamento	n.1	
	Altitudine media 146 m s.l.m. [WGS84/ UTM Zone 32N] X: 607874,75 m Y: 4947788,27 m	

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area oggetto della presente relazione si colloca nella fascia di transizione tra l'alta pianura padana emiliano-romagnola ed i primi rilievi collinari compresi tra il T. Enza ad est ed il T. Parma ad ovest.

La pianura emiliano-romagnola è il risultato del riempimento del Bacino Perisuturale Padano, legato all'orogenesi dell'Appennino settentrionale, la cui successione di depositi plio-quadernari presenta carattere regressivo, con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.

Le variazioni di ambiente deposizionale all'interno del bacino, pilotate dalla strutturazione delle pieghe emiliane, hanno determinato la progradazione dei fronti deltizi dapprima in ambiente marino (SUPERSINTEMA QUATERNARIO MARINO) e, successivamente, in ambiente continentale (SUPERSINTEMA EMILIANO ROMAGNOLO) (Di Dio et al, 1997).

Durante i periodi interglaciali la disattivazione dei sistemi progradanti in ambiente continentale, causata dalle trasgressioni marine, ha permesso l'annegamento delle morfologie intervallive, mentre nei periodi glaciali l'abbassamento eustatico ha determinato l'incisione delle valli, portando alla formazione dei complessi pedologici intravallivi terrazzati dell'alta e media pianura emiliana.

Le unità affioranti nei territori in esame sono state distinte facendo riferimento alla nuova *"Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna – Progetto CARG"* che, per i depositi di margine appenninico, utilizza una suddivisione geologica delle unità basata sulla stratigrafia sequenziale, ossia su un metodo stratigrafico che utilizza le discontinuità e le superfici di continuità ad esse correlabili, per dividere la successione sedimentaria in sequenze deposizionali.

Nella figura seguente si riporta un estratto della Carta geologica della Regione Emilia-Romagna da cui si ricava che l'area in esame rientra nell'unità di Modena (AES8a – Olocene) appartenente al SubsinTEMA di Ravenna del SinTEMA Emiliano Romagnolo Superiore (AES): trattasi di depositi alluvionali costituiti da ghiaie prevalenti e sabbie ricoperte da una coltre limoso-argillosa discontinua.

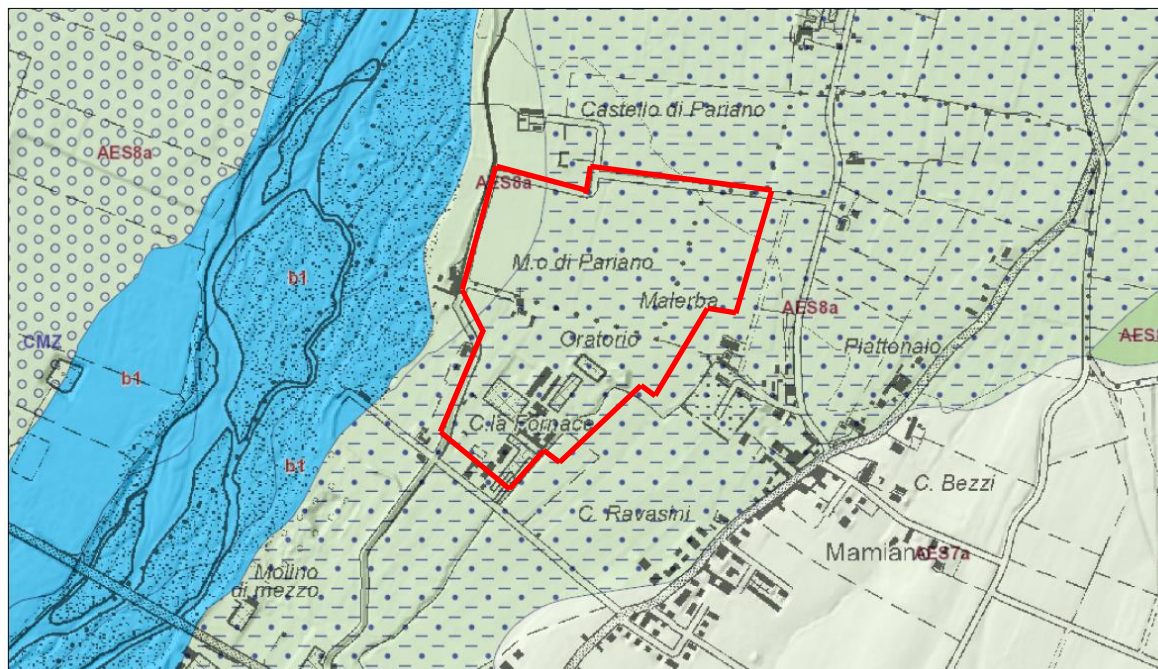


Figura 3.1: Estratto della Carta geologica della Regione Emilia-Romagna con ubicazione dell'area in esame.

L'area si presenta come sub-pianeggiante posta ad una quota altimetrica compresa tra circa 149 e circa 155 m s.l.m., inserita in un contesto scarsamente edificato e priva di processi geomorfologici attivi di una certa entità (sito stabile). Si segnala la presenza di alcuni canali irrigui con direzione prevalente N-S che attraversano il sito in esame.

L'area in oggetto rientra nella fascia di inondazione per piena catastrofica del T. Parma: si sottolinea che la valutazione del rischio idraulico/ di inondazione esula dalla presente relazione ed andrà valutato con apposito studio di compatibilità idraulica.

Nella figura seguente si riporta un estratto della Carta Geologico-tecnica dello studio di microzonazione sismica del comune di Montechiarugolo (sopra) e Travesetolo (sotto) in cui si evidenzia che l'area in esame è costituita per da depositi ghiaioso-sabbiosi (GPes) ricoperti da coltri limoso-argillose (MHpd).

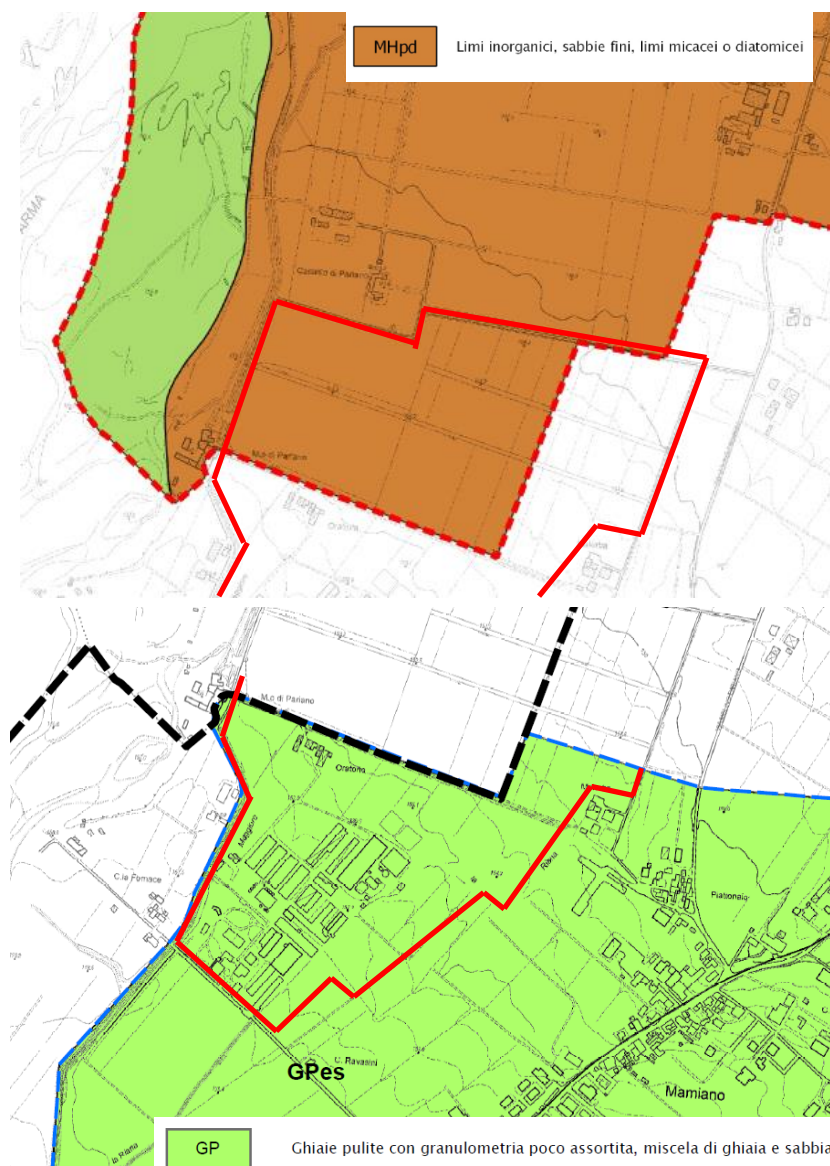


Figura 3.2: Estratto della Carta geologo-tecnica con ubicazione dell'area in esame (studio di MS)- Pannello superiore= comune di Montechiarugolo, pannello inferiore= comune di Traversetolo.

Gli aspetti idrogeologici rilevanti per il progetto in esame sono legati prevalentemente alla soggiacenza della falda freatica ed alle sue oscillazioni nel tempo.

Per quanto riguarda la valutazione delle caratteristiche e della profondità della prima falda, definita come falda freatica (cioè, con un livello superiore libero di oscillare), si è fatto riferimento alla documentazione tecnica esistente

Facendo riferimento alla *Carta Idrogeologica* contenuta nello studio del rischio sismico del PSC del comune di Traversetolo, si ricava che la falda nell'area in esame è posta tra l'isopieza 144 m s.l.m. e l'isopieza 152 m s.l.m. a fonte di una quota dell'area compresa tra 149 e 155 m s.l.m. (soggiacenza media della falda compresa tra 4 e 6 m con variazioni stagionali valutabili nell'ordine di 1-2 metri). La direzione di flusso risulta prevalentemente SW-NE.

Tale dato risulta coerente con quanto verificato durante l'esecuzione delle indagini geognostiche: la falda non è stata rilevata fino ad una profondità di circa 4 m da p.c. (11 Dicembre 2023).

Si ricorda che la misura della profondità della falda è riferita alla data specifica in cui è stata effettuata e non sono state determinate le oscillazioni temporali del suo livello per le quali è necessario un monitoraggio periodico all'interno di un piezometro attrezzato, aspetto quest'ultimo da prendere in considerazione eventualmente nelle successive fasi progettuali/costruttive (di competenza dei progettisti).

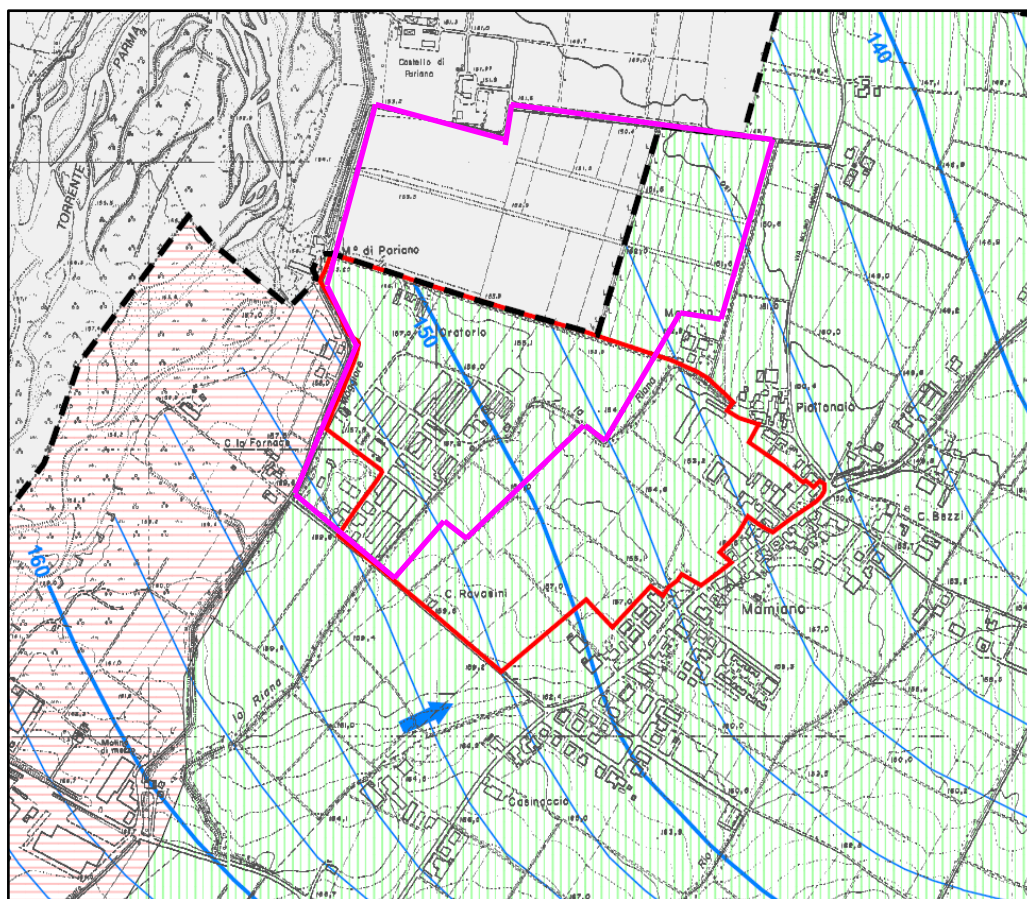


Figura 3.3: Estratto dalla Carta idrogeologica con ubicazione delle aree in oggetto (linea magenta).

4. SUCCESSIONE STRATIGRAFICA DEL PRIMO SOTTOSUOLO

Le caratteristiche litologiche preliminari del primo sottosuolo relative alle aree in esame sono state ricostruite in seguito all'esecuzione di n.1 sondaggio a percussione spinto fino a 2 m di profondità da p.c. (S1) ed eseguito infiggendo a percussione il tubo carotiere da 101 mm tramite penetrometro PAGANI.

Di seguito si riporta la successione stratigrafica rilevata:

S1	
Profondità da p.c.	Litologia
0.0 - 0.6 m	Terreno vegetale limoso-argilloso, colore marrone
0.4 - 2.0 m	Limo argilloso/deb. argilloso, colore marroncino



Figura 4.1: Cassetta del sondaggio a percussione (S1).

5. INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

In base al contesto geologico sopra descritto ed alle caratteristiche progettuali e logistiche del sito, si è dimensionata, in accordo con i progettisti, una campagna di indagini geognostiche da cui ricavare gli elementi per una caratterizzazione geologico-tecnica e sismica preliminare dei terreni che costituiscono l'area in esame. La campagna è consistita nell'esecuzione di:

- **N. 2 prove penetrometriche dinamiche (DP1-DP2)** eseguite con penetrometro dinamico tipo PAGANI TG 63/100 kN (maglio da 73.5 kg) e spinte fino ad un massimo di 3.9 m di profondità da p.c. (raggiungimento del rifiuto strumentale);
- **N. 1 stendimento sismico con la metodologia MASW (M1).**
- **N.1 Sondaggio a percussione (S1)**, spinto fino a 2.0 di profondità;
- **N.1 stendimento di tomografia geoelettrica (ERT1)**

Nella seguente figura si mostra l'ubicazione delle indagini geognostiche effettuate, mentre nell'Allegato si riportano i risultati delle prove.

Le indagini geognostiche sono state effettuate alla quota dell'attuale p.c.: tale quota è stata assunta come quota di riferimento q.r.

La prova penetrometrica è stata eseguita con l'obiettivo di definire le caratteristiche meccaniche preliminare dei terreni, l'indagine geofisica MASW è stata eseguita per la caratterizzazione sismica dei terreni mentre la tomografia geoelettrica per determinare le caratteristiche geoelettriche del primo sottosuolo.



Figura 5.1: Indagini geognostiche: prova penetrometrica, prospezione geofisica MASW e tomografia geoelettrica.

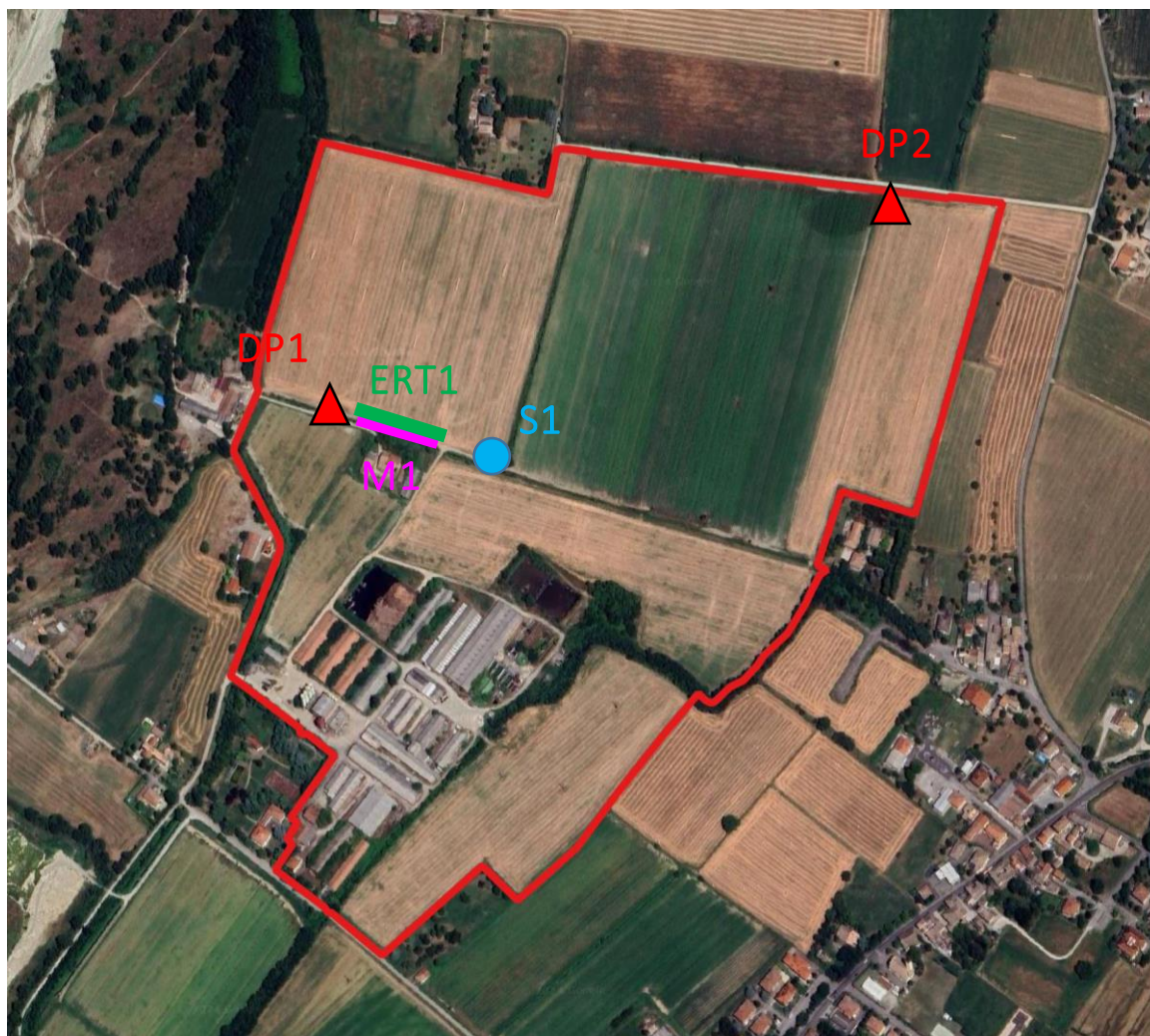


Figura 5.2: Ubicazione delle indagini geognostiche effettuate (immagine tratta da Google Maps).

6. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

Nel presente capitolo si riportano le informazioni relative alla caratterizzazione geologico-tecnica preliminare dei terreni che costituiscono l'area in oggetto.

Si ribadisce il carattere preliminare delle informazioni di seguito riportate che devono essere intese come indicative ed utili per un primo inquadramento delle problematiche geotecniche che interessano il sito in esame ed andranno necessariamente verificate/integrate in fase esecutiva della progettazione con una campagna di indagini geognostiche (sondaggi a carotaggio continuo con prove in foro vista la natura granulare dei depositi al di sotto della coltre fine) adeguatamente dimensionata (quantità e profondità di indagine).

Per la valutazione dei parametri geotecnici sono state utilizzate le più note e diffuse correlazioni basate sui valori di N_{SPT} (conversione $N_{SPT} = 1.25 \times N_{DP}$, N_{DP} = numero di colpi misurati dalla prova penetrometrica), confrontati con le litologie in esame e, ove possibile, si sono utilizzati diversi approcci, confrontandone criticamente i risultati.

I parametri geotecnici sono stati così definiti:

- ✓ Il peso di volume γ è stato assunto pari a 18 kN/m^3 (limiti di variabilità indicati in letteratura tecnica – Colombo et al 1996);
- ✓ L'angolo di resistenza al taglio ϕ' è stato ricavato utilizzando la correlazione di De Mello e successivamente confrontato con le correlazioni di Wolff (1989) e Shioi&Fukuni (JNR 1982);
- ✓ La coesione non drenata C_u è stata ricavata utilizzando la correlazione di TERZAGHI & PECK in funzione del valore di N_{SPT} ;
- ✓ Il modulo elastico $E'-E_0$ è stato definito utilizzando la correlazione proposta da Bowles (1998) per i litotipi limoso-argillosi e ghiaioso-sabbiosi.

Facendo riferimento a quanto riportato nel D.M. 17.01.2018, per ciascun strato che compone il modello geotecnico si sono riportati i valori caratteristici dei parametri geotecnici (γ , ϕ , C_u e $E-E_0$), calcolati come valore medio probabilistico della distribuzione dei valori ottenuti.

Sulla base di quanto precedentemente esposto, è possibile costruire il seguente modello geotecnico preliminare per l'area in esame

Tabella 6-1: Valori caratteristici dei parametri geotecnici di ciascuna unità che compone il sottosuolo

Unità geotecnica	Litologia	Profondità da q.r. [m]	γ [kN/m ³]	D_r	ϕ [°]	C_u [kPa]	$E-E_0$ [MPa]
A	Limo argilloso	0.0-2.4/3.3	18	-	24-26	20-40	3-5
B	Ghiaia e sabbia	da 2.4/3.3 a 3.9	18	70-80	30-32	-	40-46



Sulla base delle indagini geognostiche effettuate emerge che il sottosuolo è costituito da terreni con mediocri caratteristiche geotecniche fino a circa 2.4-3.3 m di profondità, da compressibili a molto compressibili se sottoposti a carichi e dunque potenzialmente contraddistinti da elevati valori dei cedimenti sia totali che differenziali. Tali aspetti andranno quantificati nella fase successiva della progettazione sulla base di una nuova campagna di indagini geognostiche (preferibilmente con sondaggi a carotaggio continuo per caratterizzare la continuità dell'unità B oltre i 3.9 m di profondità)

Per i terreni che costituiscono il sottosuolo si è ipotizzato una coesione $c'=0$. Per definire in modo più affidabile le caratteristiche di deformabilità (breve e lungo periodo) dei terreni dell'unità A è necessario effettuare delle prove di laboratorio geotecnico (prove edometriche) su campioni indisturbati appositamente prelevati.

La litologia delle varie unità che costituiscono il modello geotecnico è stata ricavata fino a 2 m di profondità dalle informazioni derivanti dal sondaggio effettuato ed oltre tale profondità analizzando le caratteristiche geologiche medie dei depositi presenti nell'area e su informazioni stratigrafiche derivanti da indagini geognostiche pregresse (stratigrafie di sondaggi, pozzi, trincee esplorative) effettuate nei dintorni dell'area in esame, su terreni di analoga natura e genesi.

Si ricorda che la prova penetrometrica dinamica non consente la visione diretta del terreno per cui l'interpretazione stratigrafica e la definizione dei parametri geotecnici dei terreni indagati pur basandosi su formule empiriche ampiamente collaudate presentano sempre un certo grado d'incertezza e variabilità

7. CARATTERISTICHE SISMICHE DEI TERRENI

Secondo la D.g.r. n. 1164 del 23/07/2018, il territorio comunale di Traversetolo e Montechiarugolo appartiene alla zona sismica 3.

Facendo riferimento alle rispettive *Carte delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* allegate agli studi di MS comunale, il sito in esame rientra nella zona 2001 ovvero all'interno delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (amplificazione stratigrafica).

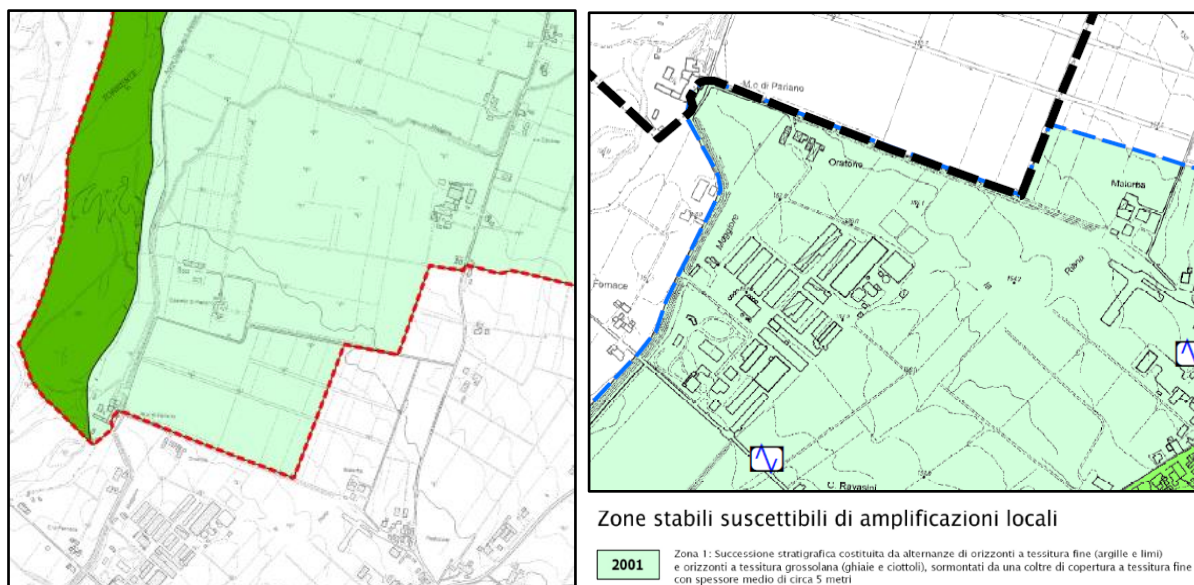


Figura 7.1: Estratto della carta delle aree suscettibili di effetti locali, con ubicazione delle aree in esame (linea rossa).

Per la definizione delle caratteristiche sismiche preliminari dei terreni che costituiscono il sottosuolo dell'area in esame in grado di modificare, amplificando, la pericolosità sismica di base (PSB), si è proceduto ad effettuare n.1 stendimento sismico con la metodologia MASW (vedi curva di dispersione riportata in allegato).

Attraverso l'indagine geofisica si è ricostruito l'andamento con la profondità della velocità delle onde sismiche di taglio (o modello sismico monodimensionale), mostrato nella seguente figura:

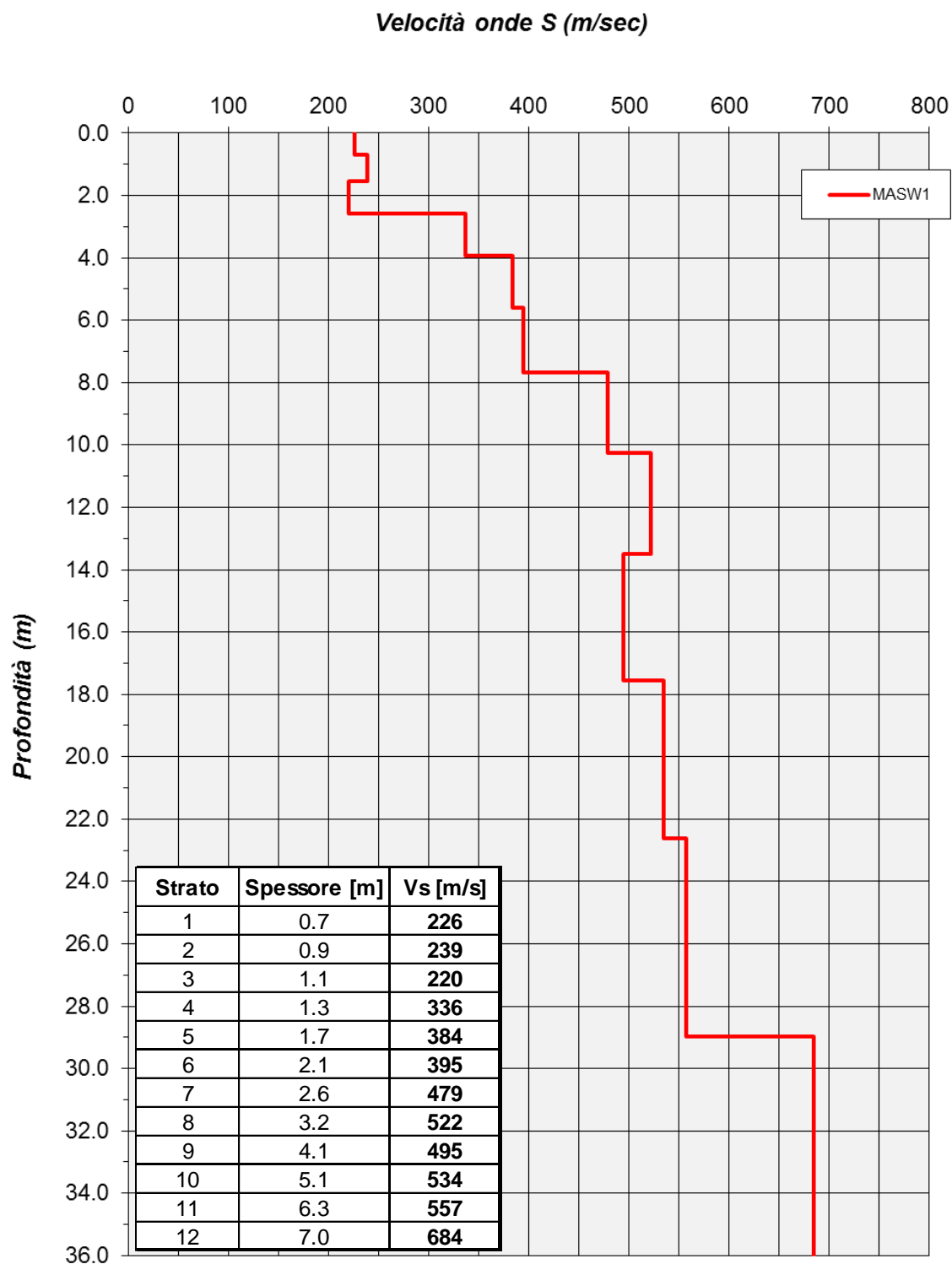


Figura 7.2: Andamento delle velocità delle onde S con la profondità ricavato dall'analisi della prova MASW.

A partire dal profilo Vs-profondità dell'area in esame, si ottengono i seguenti risultati:

<i>Quota fondazioni da q.r .</i>	<i>$V_{s,eq}$ [m/s]</i>	<i>Categoria sottosuolo</i>
-0.0 m	447	B
-0.5 m	457	B
-1.0 m	467	B
-2.0 m	489	B

Tabella 7.3: Categorie di sottosuolo (D.M. 17.01.2018).

<i>Categoria</i>	<i>Descrizione</i>
A	<u>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</u> 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	<u>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,</u> 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	<u>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m,</u> 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	<u>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,</u> 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	<u>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D,</u> con profondità del substrato non superiore a 30 m.

7.1 ANALISI DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI

La liquefazione è un fenomeno associato alla perdita di resistenza al taglio o ad un accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni dinamiche (terremoti) che agiscono in condizioni non drenate.

L'analisi della suscettibilità alla liquefazione di un dato sito dipende da:

- caratteristiche dell'azione sismica (intensità e durata);
- proprietà geotecniche dei terreni;
- caratteristiche litologiche dei terreni e profondità della falda.

La liquefazione di un deposito è dunque il risultato dell'effetto combinato di due principali categorie di fattori: le condizioni del terreno (fattore predisponente) e la sismicità (fattore scatenante). Ai sensi delle NTC18 (Cap. 7.11.3.4.2) la verifica della liquefazione può essere omessa qualora si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

1. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di campo libero) $<0.10g$;
2. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna;
3. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1n} > 180$;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella *figura 12* nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

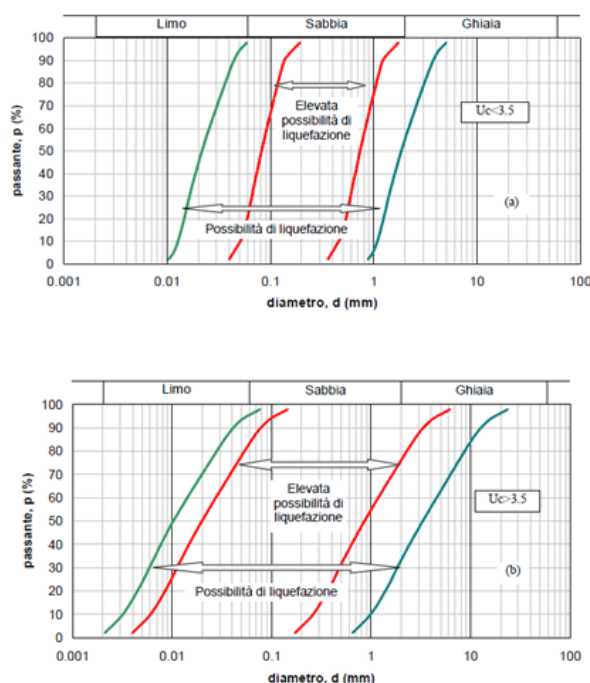


Figura 7.4: Fasce granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b).

Per l'area in esame risulta:

- ✓ Accelerazione massima orizzontale $a_{\max}=0.187g$ ($a_{\max}=a_g \cdot S$ – condizione SLV, $V_R=50$ anni, categoria sottosuolo = B, categoria topografica=T1);
- ✓ Magnitudo di riferimento $M_W=6.14$ (zona sismogenetica 913 "Appennino Emiliano-Romagnolo");
- ✓ Falda di calcolo (m di profondità da p.c.) = 4.0 m.
- ✓ Terreni saturi del sottosuolo = prevalentemente ghiaie grossolane e sabbie.

Sulla base delle caratteristiche litologiche medie dei terreni che costituiscono il sottosuolo delle aree in esame, si può ipotizzare che il rischio di liquefazione in condizioni sismiche sia molto basso/trascurabile così come indicato anche negli studi di MS; se ritenuto importante dai progettisti tale aspetto andrà verificato puntualmente tramite l'esecuzione di apposite prove SPT all'interno di fori di sondaggio applicando i metodi semplificati basati sul rapporto CRR/CSR.

8. CARATTERISTICHE GEOLETTRICHE DEL PRIMO SOTTOSUOLO

Al fine determinare le caratteristiche geoelettriche del primo sottosuolo si è provveduto ad eseguire un profilo geoelettrico con elaborazione tomografica (*ERT1*). L'acquisizione dei dati è stata effettuata utilizzando un'apposita strumentazione in grado di acquisire 48 canali simultaneamente (Georesistimetro Syscal Pro Switch 48 della Iris Instruments).

La strumentazione permette di acquisire un elevato numero di combinazioni di quadripoli traslati automaticamente lungo il profilo secondo una sequenza opportunamente impostata dal software di gestione. Il profilo geoelettrico è stato acquisito sia in modalità tipo Dipolo-Dipolo (DD) che Wenner-Schlumberger (WS).

La sequenza di scansione degli elettrodi è stata preliminarmente fissata, via software, mediante l'elaborazione di una matrice di punti, stabilendo il passo ed il valore dei livelli di approfondimento, i quali vanno a definire la densità spaziale e, conseguentemente, la risoluzione verticale/orizzontale delle misure. Per ridurre gli effetti indotti dal rumore, sono state eseguite non meno di 6 iterazioni da cui è stato calcolato il valore medio e la deviazione standard.

La fase preliminare all'inizio della prova, consiste nella misura della resistenza di contatto per ciascun elettrodo, verificando in questo modo la corretta ubicazione di ciascun picchetto ed evitare misure con errori sistematici.

In assenza di disturbi superficiali, il georesistivimetro è in grado di fornire una buona mappatura dei valori di resistività nel sottosuolo correlabili a variazioni litologiche naturali e/o artificiali fino a profondità massime che dipendono dal metodo di misurazione utilizzato (polo-dipolo, dipolo-dipolo, Wenner, Schlumberger, etc...), dalla spaziatura degli elettrodi e dalla lunghezza della sezione

Nella tabella di seguito si riassumono le caratteristiche geometriche della tomografia geoelettrica effettuata:

<i>ID Profilo</i>	<i>Numero elettrodi</i>	<i>Spaziatura elettrodi [m]</i>	<i>Lunghezza Totale [m]</i>	<i>Metodo</i>
ERT1	48	1.0	47	DD+WS

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati acquisiti è stata effettuata utilizzando il software RES2DINV della società Geotomo. Il programma di elaborazione permette la determinazione di una sezione di resistività bidimensionale del sottosuolo (sezione dal modello di inversione) dai dati acquisiti in campagna (pseudosezione di resistività apparente misurata).

Viene utilizzato un modello di inversione basato sul metodo dei minimi quadrati che, sfruttando un procedimento ad iterazioni successive, permette l'analisi di un elevato numero di punti e di elettrodi. L'elaborazione è necessaria, in quanto i valori di resistività ricavati in sito (resistività apparente) riproducono solo approssimativamente ed in modo distorto le condizioni reali del sottosuolo, fornendo il valore della resistività per ciascun punto investigato; questo valore puntuale viene interpolato rispetto a quelli circostanti mediante il procedimento d'inversione tomografico per ottenere informazioni bidimensionali. Il programma tramite la procedura di inversione elabora, a partire dalle resistività apparenti misurate, una sezione delle resistività reali. Prima di procedere con il processo di inversione si è effettuata un'accurata analisi dei dati tramite il filtraggio dei dati acquisiti (eliminazione dei dati con valori elevati dell'errore, di $V_p > 15V$ e resistività negative).

I risultati del processo di inversione tomografica vengono rappresentati sotto forma di una sezione 2D dei valori di resistività elettrica in Ωm con una scala colorimetrica che va dal blu (bassa resistività) al rosso-viola (media resistività).

Dall'osservazione della *figura 9* si ricava che il sottosuolo indagato risulta costituito dalla sovrapposizione di due unità elettrostratigrafiche principali: la prima si sviluppa fino a circa 2.0-3.0 m di profondità e presenta valori di resistività medio-bassi (associabili a terreni asciutti limoso-argillosi), la seconda si sviluppa fino a circa 10 m di profondità e presenta valori di resistività medio-alti associabili a terreni prevalentemente granulari (ghiaie e sabbie).

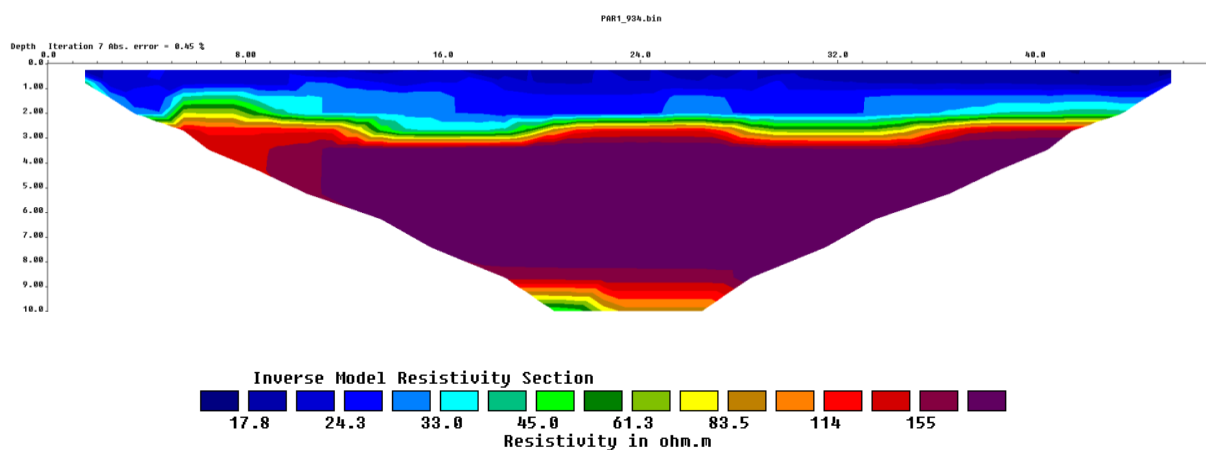


Figura 8.1: Sezione 2D elaborata dei valori di resistività - ERT1.



ALLEGATO

INDAGINI GEOGNOSTICHE

TABELLA PROVE PENETROMETRICHE

Profondità	DP1	DP2	Unità Geotec
m da p.c.	N. Colpi [N ₃₀]	N. Colpi [N ₃₀]	
0.3	2	3	A
0.6	3	2	
0.9	3	2	
1.2	6	3	
1.5	6	3	
1.8	5	4	
2.1	6	4	
2.4	5	5	
2.7	31	4	
3.0	100	5	
3.3		8	
3.6		31	B
3.9		37	
4.2		100	

Profondità della falda = non rilevata (data rilievo 11/12/2023)

MASW M1 - CURVA DI DISPERSIONE e PICKING

Acq. attiva: 24 geofoni passo = 2.0 m, Sorgente = 6-10 m, $T_s = 1$ msec, $T_L = 2$ sec.

Acq. Passiva: 24 geofoni con interdistanza = 2.0 m, $T_s = 4$ msec, $T_L = 30$ sec

Elaborazione dati: SurfSeis 6.0 della Kansas University, Park C. B., 2019)

