

Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato "Campiglia" di potenza pari a 67 MWp e 63,5 MW nel comune di Campiglia Marittima (LI) ed opere connesse alla RTN nel Comune di Suvereto (LI)

RELAZIONE GEOLOGICA

20/03/2024	00	Progetto Definitivo	Dott. Geol G. Di Berardino	Ing. M. Elisio	Ing. D. Memme
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente CoD021_FV_BCR_00088		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale  Meta Studio S.r.l.			Timbro e Firma Resp. Progettazione Ing. Domenico Memme		
Consulente / Specialista Dott. Geol G. Di Berardino			ID Documento Appaltatore --		

Sommario

1	Introduzione	3
1.1	Scopo del documento	3
1.2	Descrizione del progetto	4
1.2.1	Impianto fotovoltaico	4
1.2.2	Opere di connessione	13
1.2.3	Risoluzione interferenze cavidotto MT	15
1.3	Regime vincolistico	21
1.4	Ubicazione dell'area di progetto.....	26
2	Analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica	28
2.1	Geologia generale e locale	28
2.2	Geomorfologica	32
2.3	Idrogeologia.....	35
3	Analisi geotecnica	39
4	Analisi sismica.....	43
4.1	Inquadramento macrosismico.....	43
4.2	Microzonazione sismica.....	44
4.2.1	Liquefazione dei terreni.....	44
4.3	Faglie e tettonica	46
5	Conclusioni	47
5.1	Stato dei luoghi.....	47
5.1.1	Geomorfologia	47
5.1.2	Faglie e tettonica	47
5.2	Caratterizzazione del volume significativo di terreno	47
5.3	Considerazioni finali	47
6	Bibliografia	49
7	Allegati	50

1 Introduzione

La Società Iren Green Generation Tech s.r.l. (di seguito **Proponente**) ha in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico, nel territorio comunale di Campiglia Marittima in Provincia di Livorno, Regione Toscana, denominato “Campiglia”, di potenza complessiva pari a circa 74,13 MWp (di seguito **Impianto**). L'impianto è costituito da n. 6 campi fotovoltaici (Campo A, campo B, Campo C, Campo D, Campo E e Campo F) dislocati sul territorio.

In relazione all'**Impianto**, il **Proponente** ha in progetto la realizzazione delle opere di collegamento alla RTN (di seguito **opere di connessione**), costituite da:

- Tre cavi interrati di interconnessione tra i campi B e C, C e D, D ed E di collegamento in entra esci con le rispettive cabine elettriche di connessione;
- SSE Utente 132/30 kV, da realizzarsi in comune di Suvereto in adiacenza alla strada comunale Località San Giovanni ed in prossimità della SE RTN “Cornia” di futura realizzazione;
- Tre cavi interrati in media tensione a 30 kV (di seguito Cavidotti esterno MT), di collegamento tra le tre Cabine Elettriche di Campo MT/BT (dai campi A, E, F) con la SSE Utente;

La STMG (soluzione tecnica minima generale) del progetto, inoltre, prevede che l'impianto fotovoltaico venga collegato in antenna a 132 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV, in doppia sbarra, da inserire in entra – esce alle linee RTN a 132 kV “Piombino SA AI – Suvereto” e “Piombino Termica – Suvereto”.

Titolo del progetto: “Impianto Fotovoltaico Campiglia” (di seguito **Progetto**). L'iter procedurale per l'ottenimento dei permessi alla realizzazione del progetto prevede la trasmissione, da parte del **Proponente**, di diversi elaborati ad Enti di competenza per l'acquisizione delle autorizzazioni. Tra i diversi studi da esibire, vi è anche il presente elaborato “Relazione geologica” (di seguito **studio**).

1.1 Scopo del documento

Il presente documento costituisce la **Relazione Geologica Preliminare** (in seguito **studio**) che è stata redatta al fine di caratterizzare, da un punto di vista geologico, i terreni destinati ad accogliere l'**Impianto** e alcune tra le **opere di connessione**.

Si premette che l'**Impianto** e le **opere di connessione** trasmetteranno sui terreni carichi pressoché nulli o di fatto trascurabili, per i quali non è necessaria un'approfondita

parametrizzazione fisico meccanica derivante da prove geognostiche *in situ* se non in fase esecutiva. Per la redazione dello **studio** sono stati pertanto utilizzati dati pregressi disponibili sul portale web della Regione Toscana (per i dettagli si rimanda ai successivi paragrafi dello **studio**).

Si precisa, infine, che la SSE Utente 132/30 kV e la SE RTN “Cornia” di futura realizzazione, da realizzarsi in comune di Suvereto, non sono oggetto del presente studio e per le stesse sarà prodotta una nuova relazione geologica in fase di progettazione esecutiva.

1.2 Descrizione del progetto

Accennando alla tipologia delle opere (per i cui dettagli si rimanda agli elaborati di progetto), si riporta in estrema sintesi quanto segue.

1.2.1 Impianto fotovoltaico

Il parco fotovoltaico interesserà esclusivamente aree appartenenti al comune di Campiglia Marittima per l'ubicazione dei campi fotovoltaici e per la maggior parte del percorso del cavidotto, mentre, la restante parte e le stazioni elettriche (SSU e SE RTN) saranno realizzati nel comune di Suvereto. La superficie disponibile al proponente è pari a circa 106,533 ettari catastali; di questa superficie totale a disposizione del Proponente, una parte sarà recintata, circa 96,656 ettari, e occupata dai campi fotovoltaici per una superficie complessiva pari a circa 39,841 ettari (vale a dire moduli fotovoltaici e strutture di supporto, cabine e strumentazione, strade interne, recinzioni e opere di mitigazione che costituiscono concretamente l'opera), la restante parte manterrà lo status quo ante.

L'impianto fotovoltaico sarà composto complessivamente da 97.104 moduli in silicio monocristallino, ciascuno di potenza elettrica di picco in condizioni standard di temperatura (25°C) e di irraggiamento (1000 W/m²) pari a 690 Wp, per una potenza complessiva pari a 67,00 MWp.

I moduli fotovoltaici saranno posizionati su strutture mobili monoassiali ad inseguimento solare (c.d. trackers), in configurazione monofilare con singolo modulo in verticale con tilt +/-0°/55° e distanza tra trackers di 5,25 m. Nel complesso l'impianto fotovoltaico sarà costituito da:

- **n. 97.104 moduli fotovoltaici** da 690 Wp;
- **Trackers da 1x14 – 1x28 moduli** con le seguenti caratteristiche:
 - Larghezza massima struttura in pianta: 2,384 m;
 - Altezza massima palo struttura: 1,782 m;

- Altezza massima struttura: 2,826 m;
- Altezza minima struttura: 0,85 m;
- Pitch (distanza palo-palo) tra le strutture: 5,25 m;
- Larghezza viabilità del sito: 5,00 m;
- Disposizione dei moduli fotovoltaici sulle strutture di sostegno in 1 fila (1p);
- **n. 20 Cabine Elettriche di Campo MT/BT** in container in acciaio e dimensioni in pianta pari a 12,12x2,44 m e 2,90 m di altezza; Le cabine avranno la funzione di convertire la corrente elettrica in DC proveniente dai moduli FV in corrente elettrica AC e di elevare la tensione da bassa tensione a livello di media tensione; esse saranno collegate tra di loro in configurazione radiale in cui saranno convogliati i cavi provenienti dalle stringhe che a loro volta raccoglieranno i cavi provenienti dai moduli fotovoltaici collegati in serie;
- **n. 6 Cabine Elettriche di Connessione** in elementi prefabbricati e dimensioni in pianta pari a 6,00x4,80 m e 3,10 m di altezza; le Cabine di Connessione hanno la funzione di raccogliere le terne provenienti dalle Cabine Elettriche di Campo MT/BT, presenti nei vari sottocampi. Le cabine saranno posizionate in maniera strategica all'interno dell'impianto. Nella stessa area all'interno della cabina sarà presente I quadri contenenti i dispositivi generali DG, di interfaccia DDI e gli apparati SCADA e telecontrollo
- **n.1 Sottostazione Utente** di dimensioni in pianta 110,57x51,20 m e 3,10 m di altezza; La SSE dell'impianto, a livello di tensione pari a 132 kV, sarà posizionata in posizione strategica rispetto alle linee "Piombino SA AI –Suvereto" e "Piombino Termica – Suvereto".

Le successive immagini illustrano i layout degli impianti.



Figura 1-1 Layout impianto Campo A



Figura 1-2 Layout impianto Campo B, C,



Figura 1-3 Layout impianto Campo D,E



Figura 1-4: Layout campo F

Di seguito, alcuni tipici progettuali.

PARTICOLARE – STRUTTURE SOSTEGNO MODULI

 TIPOLOGICI

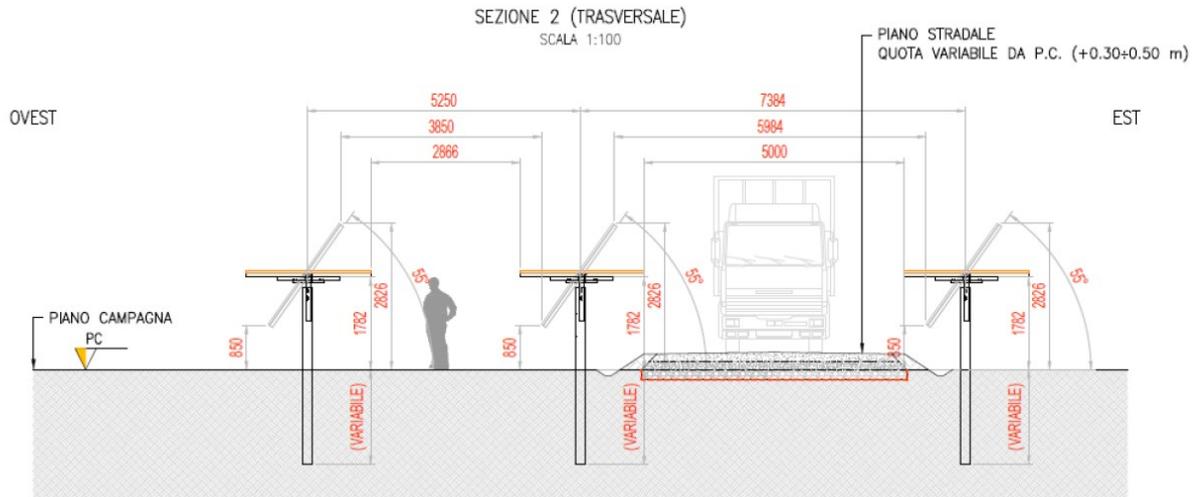


Figura 1-5: Posizionamento dei moduli sugli inseguitori mono assiali

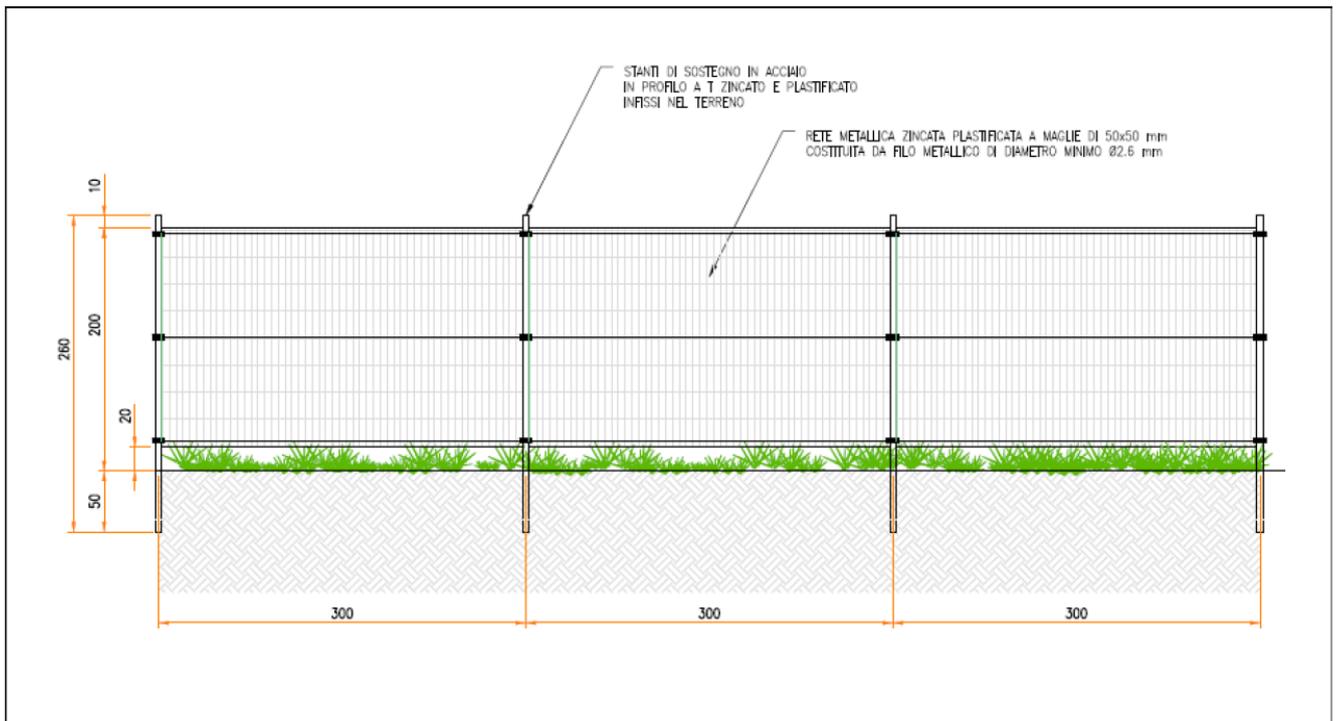


Figura 1-6: Particolare recinzione campo fotovoltaico

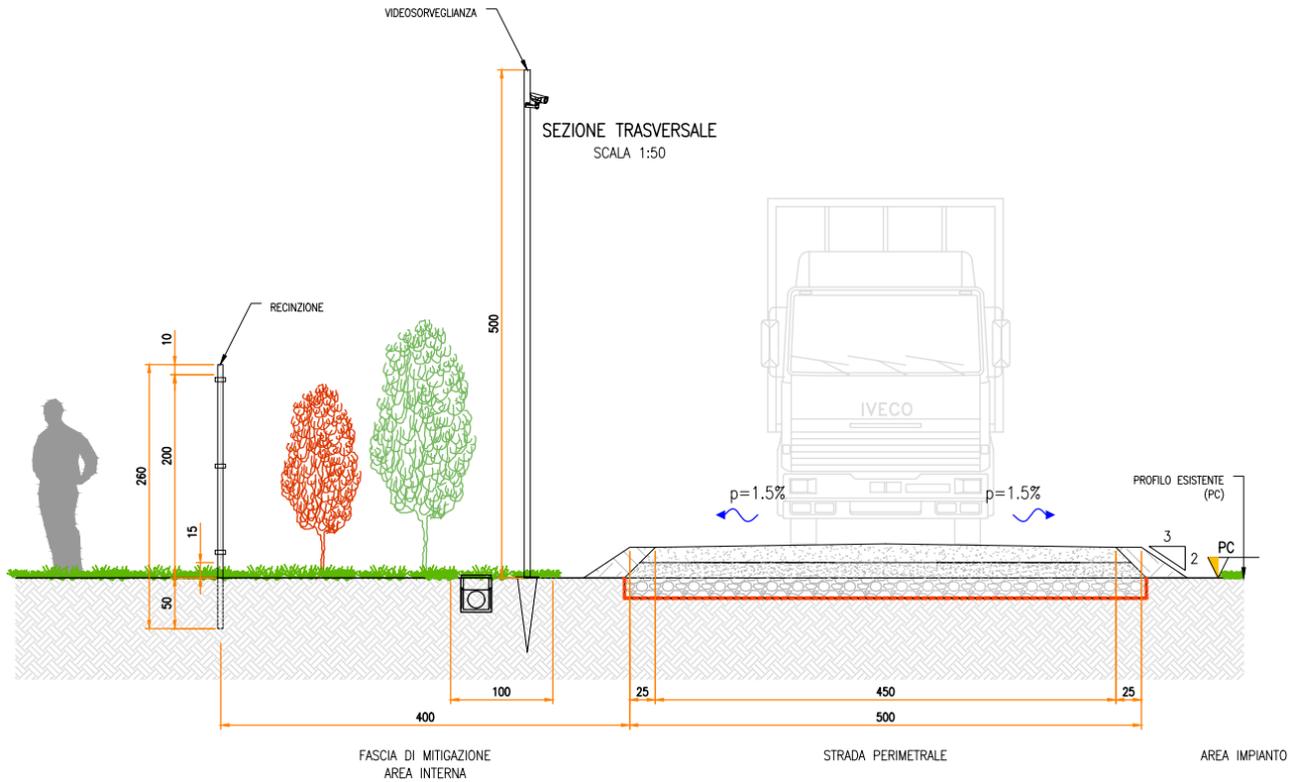


Figura 1-7: Particolare sezione

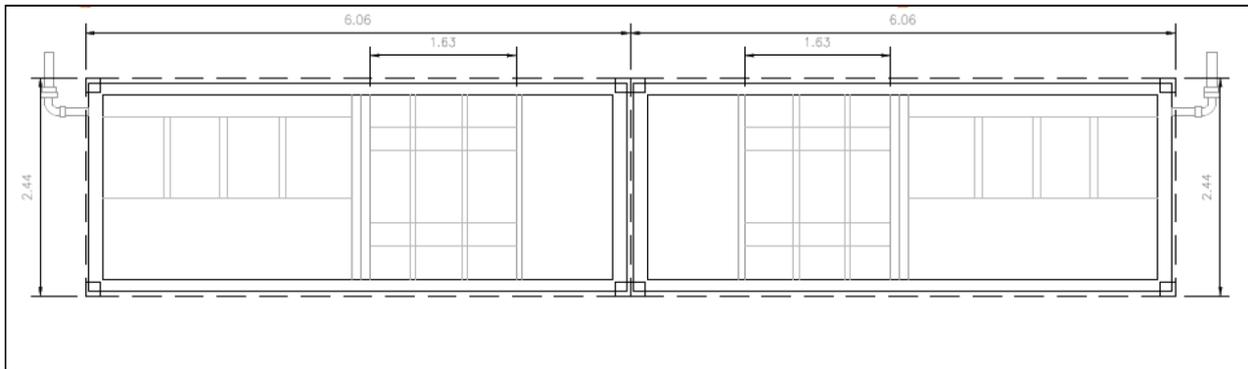


Figura 1-8: Cabina di campo inverter e trasformazione – Pianta

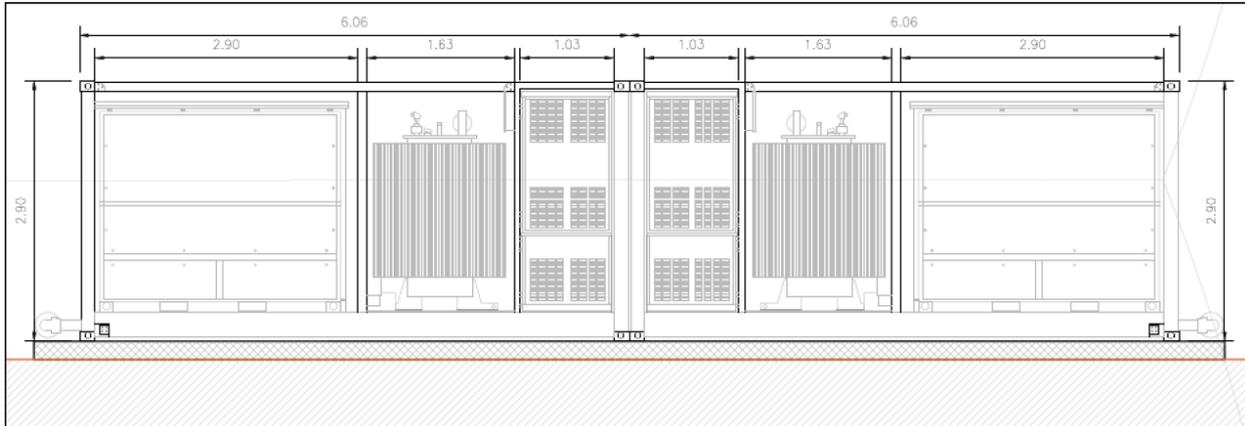


Figura 1-9: Cabina di campo, inverter e trasformatore – Prospetto

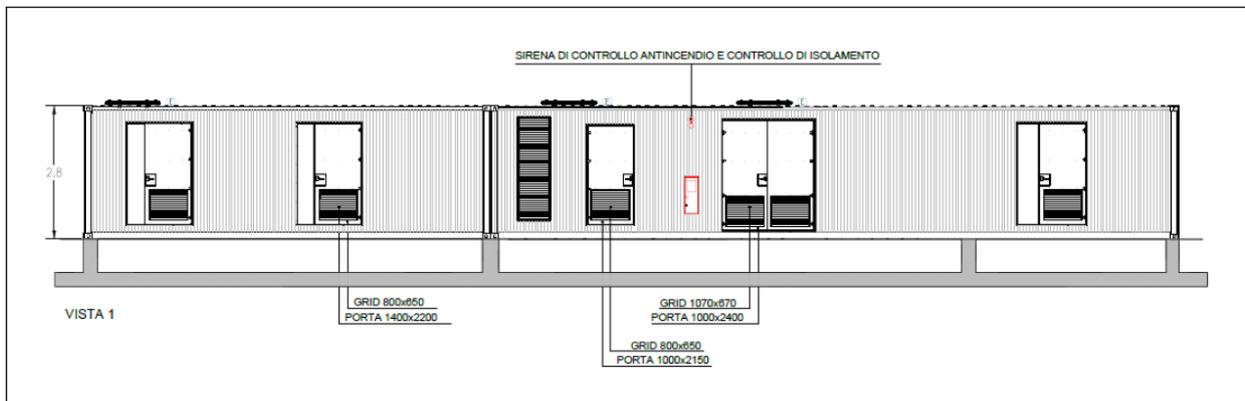


Figura 1-10: Cabina elettrica e di smistamento – Prospetto

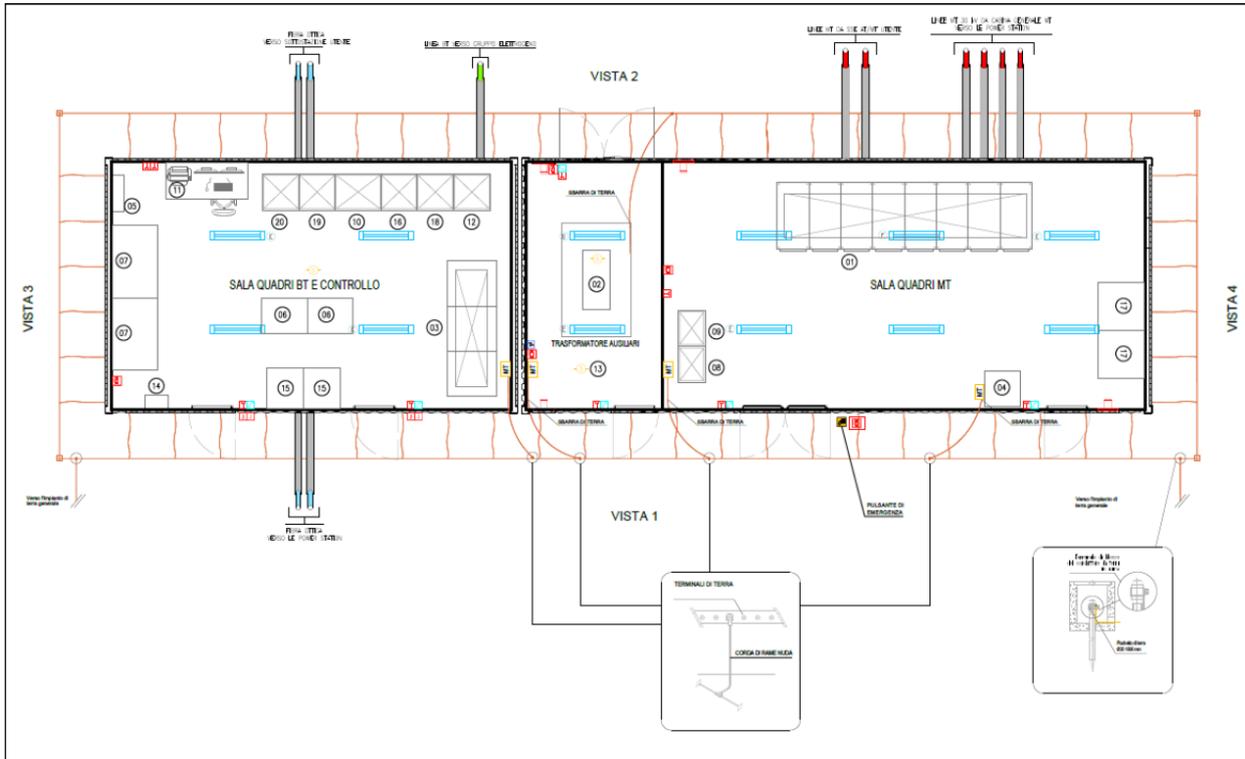


Figura 1-11: Cabina elettrica e di smistamento – Pianta

1.2.2 Opere di connessione

I nuovi cavidotti MT esterni, interrati o staffati a manufatti esistenti, di collegamento tra i campi fotovoltaici e la SSE Utente attraverseranno i territori comunali di Campiglia Marittima e Suvereto, mentre la Stazione Utente sarà realizzata sul territorio di Suvereto.

In particolare, tre **cavidotti interrati esterni** collegheranno le cabine elettriche di connessione dei campi A, E ed F alla Sottostazione Utente in Località Sa Giovanni di Suvereto seguendo il seguente percorso:

- **Cavidotto Connessione Campo A con SSE.** Partendo dalla cabina elettrica di connessione del Campo A il cavidotto seguirà, in comune di Campiglia Marittima, la Via delle Chiuse per 285 m (SC), per proseguire lungo la Via di Rimigliano (SC) per 335 m, proseguendo attraverso la Via Aurelia Nord (SP “Vecchia Aurelia”) per 150 m per proseguire su via di Citerna (SC) per altri 2.680 m fino ad arrivare in prossimità di Rovinato all’innesto con la Via Cafaggio (SP 21 “Cafaggio - Riotorto”) sulla quale il cavidotto prosegue per 2.800 m. Da qui prosegue su via delle Piagge (SC) per 570m e poi su Via Degli Ulivi (SC) per 170 m fino all’innesto con la Via Della Repubblica (SR 398 “Val di Cornia) in località Cafaggio per m

890. Da qui il cavidotto abbandona il comune di Campiglia Marittima e seguirà nel comune di Suvereto sempre sulla SR 398 "Val di Cornia per m 2.180, per poi entrare sulla via comunale Località San Giovanni fino ad arrivare alla SSE per 2.550 m. Lunghezza complessiva 12,90 km;

- **Cavidotto Connessione Campo E con SSE.** Partendo dalla cabina elettrica di connessione del Campo E, dove confluiscono anche i cavi di interconnessione dei campi B,C e D, il cavidotto seguirà, in comune di Campiglia Marittima, la Via degli Affitti per 2.060 m (SC), percorrendo il sovrappasso ferroviario e stradale sulla SS1, per proseguire lungo la Via Aurelia Sud (SP 39 "Vecchia Aurelia") per 710 m, proseguendo attraverso sulla Via di Bandita (SC) per 2.165 m; da qui il cavidotto prosegue in affiancamento al cavidotto Campo F con SSE per m 1.755,0 fino alla intersezione con la SP 21 "Cafaggio Riotorto" per poi proseguire su detta SP per m 525, attraversando il Fiume Cornia su ponte esistente; i cavidotti proseguono ancora su strade comunali e/o interpoderali non denominate per m 4.160, dei quali 815,0 m in comune di Campiglia e 3.345 in comune di Suvereto per proseguire, sempre in comune di Suvereto sulla via "Località San Giovanni" (S C) per m 795,00 fino alla SSE. Lunghezza complessiva 11,80 km;
- **Cavidotto Connessione Campo F con SSE.** Partendo dalla cabina elettrica di connessione del Campo F, il cavidotto seguirà, in comune di Campiglia Marittima la Via di Bandita (SC) per 1.080 m; da qui il cavidotto proseguirà in affiancamento al cavidotto Campo E con fino alla SSE, come descritto in precedenza. Lunghezza complessiva 8,20 km,

Saranno inoltre realizzati tre cavidotti di interconnessione tra i campi, come segue:

- **Cavidotto interconnessione campo B con Campo C.** Partendo dalla cabina elettrica di connessione del campo B il cavidotto proseguirà, dopo 70,0 m di strada interpoderale, sulla Via Lavoriere (SC) per 907,0 m, per immettersi su strada comunale asfaltata non denominata fino alla cabina elettrica di connessione del Campo C con un percorso di 400,0 m. Lunghezza complessiva 1,40 km;
- **Cavidotto interconnessione campo C con Campo D.** Partendo dalla cabina elettrica di connessione del Campo C il cavidotto la strada comunale da denominare per 400,0 m e poi percorrerà via Lavoriere (SC) per m 300,0 fino ad incrociare la SR 398 "Val di Cornia" e poi il Fiume Cornia che saranno attraversati con cavidotto interrato con due esecuzioni in TOC interessando in parte porzioni di terreno privato e/o demaniale per complessivi 165,0 m, per

poi proseguire su via degli Affitti per 775,0 m fino alla cabina di connessione del Campo D. Lunghezza complessiva 1,70 km;

- **Cavidotto interconnessione campo D con Campo E.** Il cavidotto collegherà le due cabine di connessione dei Campi d ed E lungo Via Degli Affitti (SC) con un percorso lungo 1.000,0 m. Lunghezza complessiva 1,00 km.

Il progetto, inoltre, prevede la realizzazione della viabilità d'impianto interna perimetrale e dotata di accessi carrabili, recinzione, sistema di illuminazione, videocamere di videosorveglianza e sistema di irrigazione della fascia arborea di mitigazione del verde.

1.2.3 Risoluzione interferenze cavidotto MT

Corpi idrici

Come illustrato negli elaborati di progetto "CoD.021_FV_BCD_00023_Risoluzione Interferenze e Attraversamenti dei Cavidotti" e "CoD.021_FV_BCD_00024_Dettaglio Risoluzione Interferenze" allegato al presente SIA e il cui stralcio è riportato nella successiva immagine, il percorso del cavidotto MT di collegamento, interrato o staffato a opere esistenti, tra il campo fotovoltaico e la Stazione Utente presenta alcune interferenze/parallelismi con le seguenti strutture idrauliche.

Di seguito si riepilogano le interferenze previste e si indicano le modalità di risoluzione così come riportate nell'elaborato "CoD.021_FV_BCD_00023_Risoluzione Interferenze e Attraversamenti dei Cavidotti".

1. Attraversamento del corpo idrico appartenente alla rete idrografica denominato "TC12417" interferenza "I01": Previsto in Via Di Citerna nel comune di Campiglia Marittima (LI), reputata a pericolosità bassa e risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
2. Attraversamento del medesimo corpo idrico del punto 1, interferenza "I02", in Via Di Citerna, risolta mediante la stessa tecnologia del punto precedente
3. Attraversamento del corpo idrico appartenente alla rete idrografica denominato "TC12240", interferenza "I03": Previsto in Via Cafaggio nel Comune di Campiglia (LI) Marittima, risolta mediante l'interramento del cavidotto
4. Attraversamento del corpo idrico appartenente alla rete idrografica denominato "TC12351", interferenza "I04": Previsto in Via Cafaggio nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputato a pericolosità bassa, risolto mediante l'interramento del cavo

5. Attraversamento del Fosso Taddo, interferenza "I05": Previsto in Via delle Piagge nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputato a pericolosità elevata, risolto mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
6. Attraversamento del Fosso Riomerdancio, interferenza "I06": Previsto nella SR398 nel Comune di Suvereto (LI), reputato a pericolosità bassa, risolto mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
7. Attraversamento del Fosso Acquari, interferenza "I07": Previsto nella strada podereale che collega la SR 398 alla Strada Comunale delle Case nel Comune di Suvereto (LI), reputato a pericolosità alta, risolto mediante l'interramento del cavo
8. Attraversamento del corpo idrico non identificato, interferenza "I08": Previsto in Località San Giovanni nel Comune di Suvereto (LI), reputato a pericolosità bassa, risolto mediante l'interramento del cavo
9. Attraversamento del Fosso delle Gore, interferenza "I09": Previsto all'incrocio tra la strada Provinciale 22 e Località San Giovanni nel Comune di Suvereto, reputata a pericolosità bassa, risolto mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
10. Attraversamento del corpo idrico appartenente alla rete idrografica denominato "TC12199", a ridosso del Fosso di Bagnarello, interferenza "I10": Previsto in Località San Giovanni nel comune di Suvereto (LI), reputata a pericolosità bassa, risolto mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
11. Attraversamento del Fosso Cosimo, interferenza "I11": Previsto in Strada provinciale 21 nel Comune di Campiglia Marittima, reputata a pericolosità alta, risolta mediante la staffatura del cavidotto di progetto al ponte di attraversamento
12. Attraversamento del Fosso Cosimo, interferenza "I12": Prevista in Via degli Affitti nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputata a pericolosità alta, risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
13. Attraversamento del corpo idrico denominato "Fiume Cornia", interferenza "I13": reputata a pericolosità alta, risolta mediante la staffatura del cavidotto di progetto al cavalcavia in Via degli Affitti
14. Attraversamento del Fosso Cornia, interferenza "I14": prevista alla fine di Via degli Affitti, nel punto in cui la strada carrabile incontra la strada podereale che arriva fino a quota fiume

nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputata a pericolosità alta, risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa

15. Attraversamento del Fosso Cornaccia, interferenza "I15": prevista in Via Lavoriere nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputata a pericolosità media, risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa

16. Attraversamento del corpo idrico "Fiume Cornaccia", interferenza "I16": prevista in Via Lavoriere nel Comune di Campiglia Marittima (LI), reputata a pericolosità media, risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa

Strade

Per quanto riguarda le interferenze con le strade, Come illustrato negli elaborati di progetto "CoD.021_FV_BCD_00023_Risoluzione Interferenze e Attraversamenti dei Cavidotti" e "CoD.021_FV_BCD_00024_Dettaglio Risoluzione Interferenze" allegati al presente Studio, il cavidotto di interconnessione tra il parco fotovoltaico e la Cabina di Raccolta e la Stazione Utente, presenta le seguenti interferenze con le strade:

1. Attraversamento della "Strada SS389", interferenza "S01": prevista in Via Lavoriere nel comune di Campiglia Marittima (LI), non classificata a livello di pericolosità, risolta mediante fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa
2. Attraversamento dell'"autostrada E80", interferenza "S02": prevista in Via degli Affitti, non classificata a livello di pericolosità, risolta mediante la staffatura del cavidotto di progetto al cavalcavia sito in Via degli Affitti

Ferrovie

Per quanto riguarda le interferenze con le strade, Come illustrato negli elaborati di progetto "CoD.021_FV_BCD_00023_Risoluzione Interferenze e Attraversamenti dei Cavidotti" e "CoD.021_FV_BCD_00024_Dettaglio Risoluzione Interferenze" allegati al presente Studio, il cavidotto di interconnessione tra il parco fotovoltaico e la Cabina di Raccolta e la Stazione Utente, presenta le seguenti interferenze con la ferrovia:

1. Attraversamento della "Linea ferroviaria Pisa-Roma", interferenza "F01": prevista in Via degli Affitti, non classificata a livello di pericolosità, risolta mediante staffatura del cavidotto di progetto al cavalcavia sito in Via degli Affitti

Di seguito, alcuni tipici progettuali per la posa in opera dei cavidotti.

STEP 1: PERFORAZIONE PILOTA



STEP 2: ALESATURA E TIRO

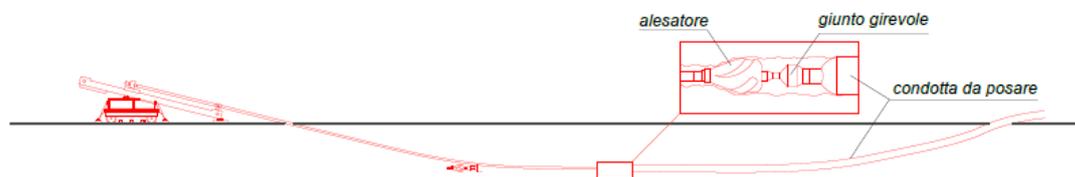


Figura 1-13: Fiancheggiamento con tecnica TOC NO DIG su banchina con giunti di ripresa

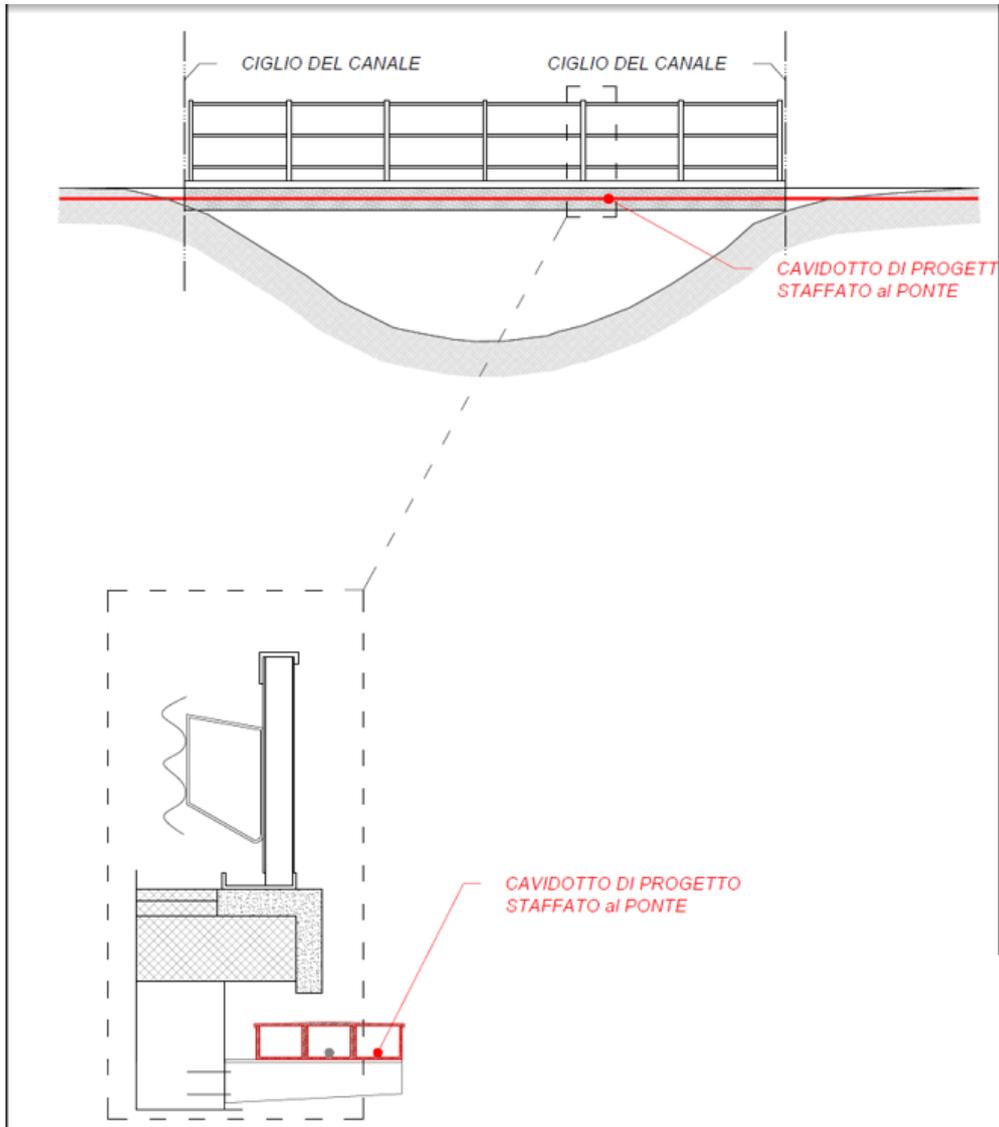


Figura 1-14: Attraversamento con staffatura

1.3 Regime vincolistico

Circa il quadro vincolistico sovraordinato all'area d'intervento individuata per la realizzazione del **Progetto**, per i principali vincoli di natura idrogeologico - idraulica si riporta quanto segue:

TIPOLOGIA VINCOLISTICA	P	A
PAI (pericolosità geomorfologica) PFE pericolosità da frana elevata	X	
PAI (pericolosità geomorfologica) PFME pericolosità da frana molto elevata	X	
PGRA (pericolosità idraulica) P1	X	
PGRA (pericolosità idraulica) P2	X	
PGRA (pericolosità idraulica) P3	X	
Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23)	X	

Tabella 1-1: P- vincolo presente; A – vincolo assente.

L'Ente territoriale competente per quanto attiene ai principali vincoli di carattere idrogeologico è la Struttura dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (ex bacini regionali Toscani: Bacino Toscana Nord, Bacino Ombrone e Bacino Toscana Costa), di seguito **AdB**. In base a quanto indicato dalla cartografia PAI (Piano di stralcio Assetto Idrogeologico) "Pericolosità geomorfologica" dell'**AdB**, come visibile nella seguente Figura 1-15 le aree di interesse sono vincolate da pericolosità da frana; in particolare, l'ampia zona PFE sulla quale insistono il campo F e una certa parte di connessioni non corrisponde ad alcun tipo di pericolosità da frana, dal momento che è stata inserita su di un contesto pianeggiante. Una parte della connessione (in stralcio 1) interferisce con corpi di frana attivi e quiescenti ai quali sono associate pericolosità.

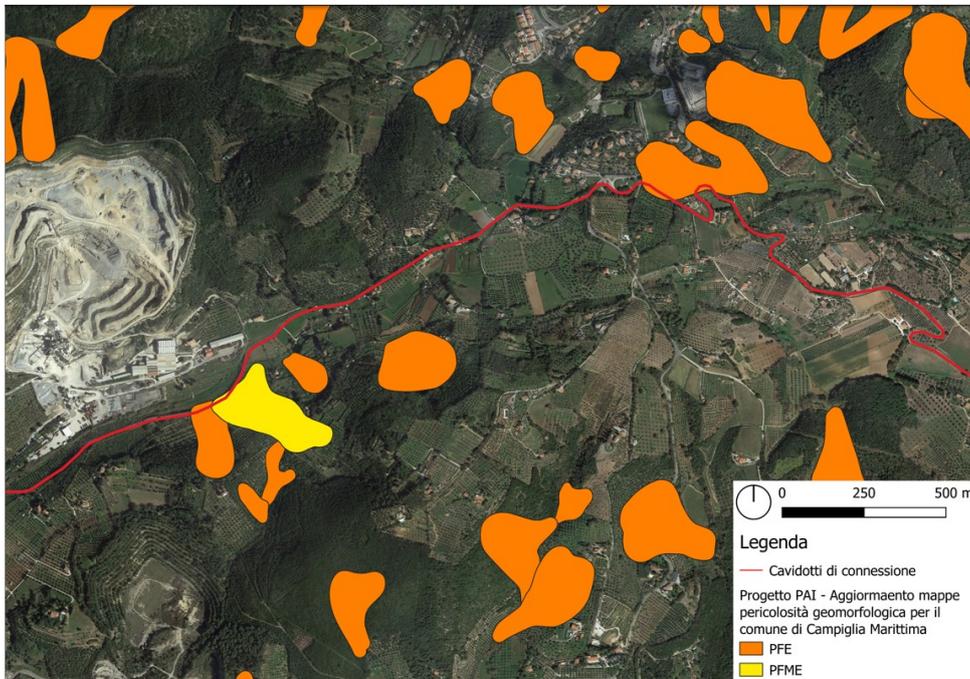
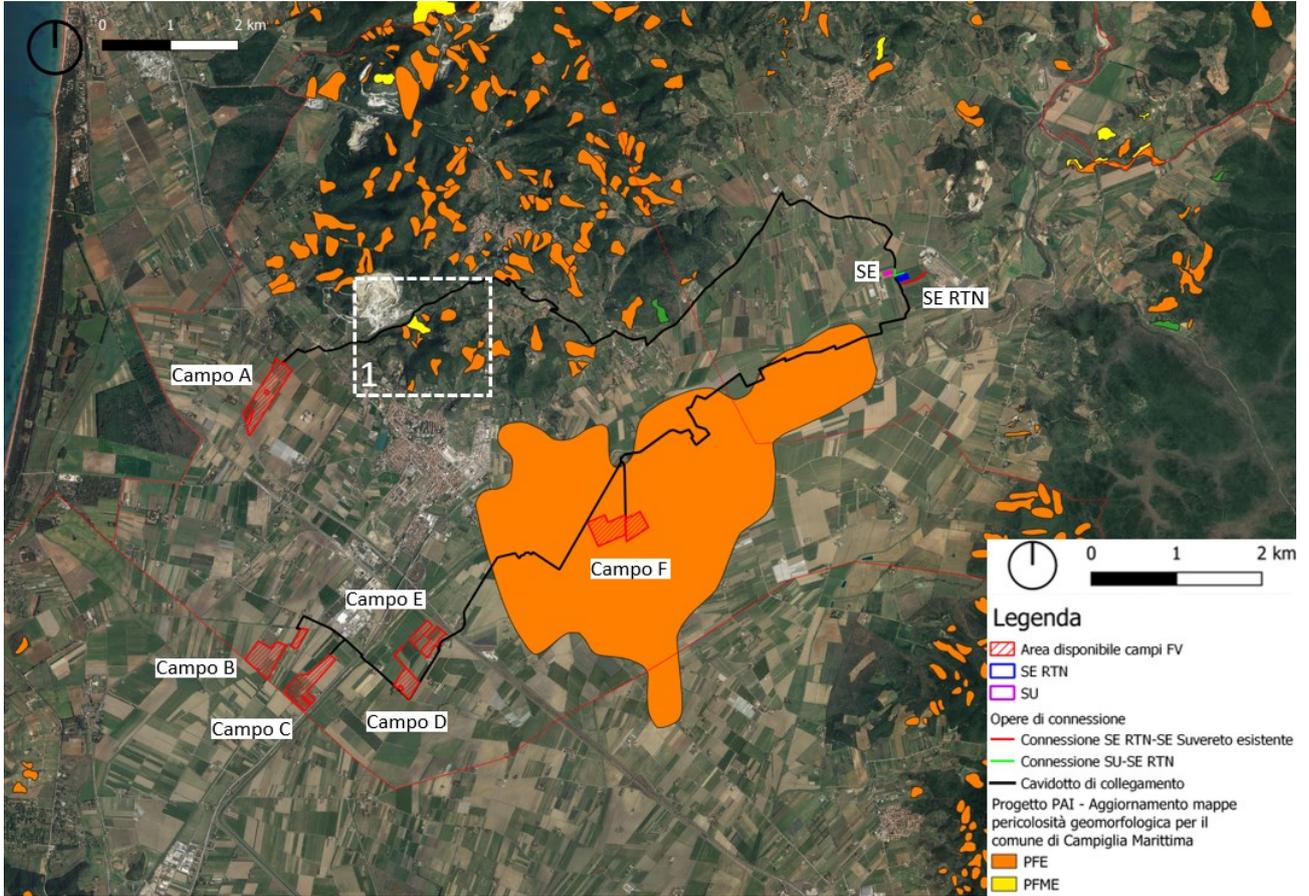


Figura 1-15: stralcio PAI Pericolosità geomorfologica.

Quanto riferito è in accordo con la mappa della propensione al dissesto, la quale mostra la totale assenza di perimetrazioni in corrispondenza della zona valliva (Figura 1-16). Tali considerazioni vengono riprese nello **studio** nella sezione dedicata alla geomorfologia (successivo paragrafo 2.2).

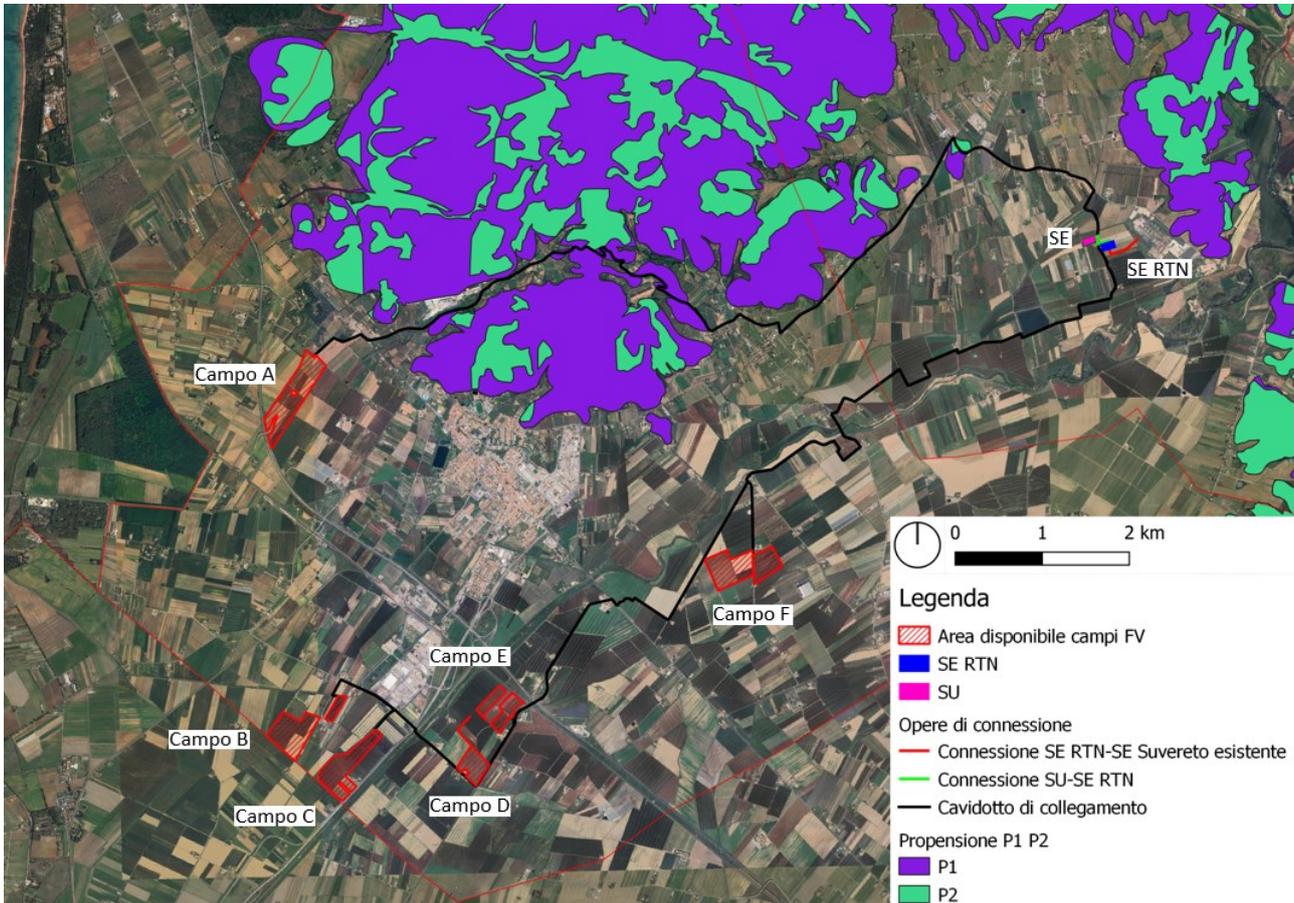


Figura 1-16: stralcio PAI Propensione al dissesto.

Per quanto riguarda l'aspetto idraulico, il PGRA descrive una situazione di pericolosità idraulica che investe la quasi totalità dell'area di progetto ad eccezione dei luoghi rilevati rispetto alla zona valliva (nella seguente Figura 1-17).

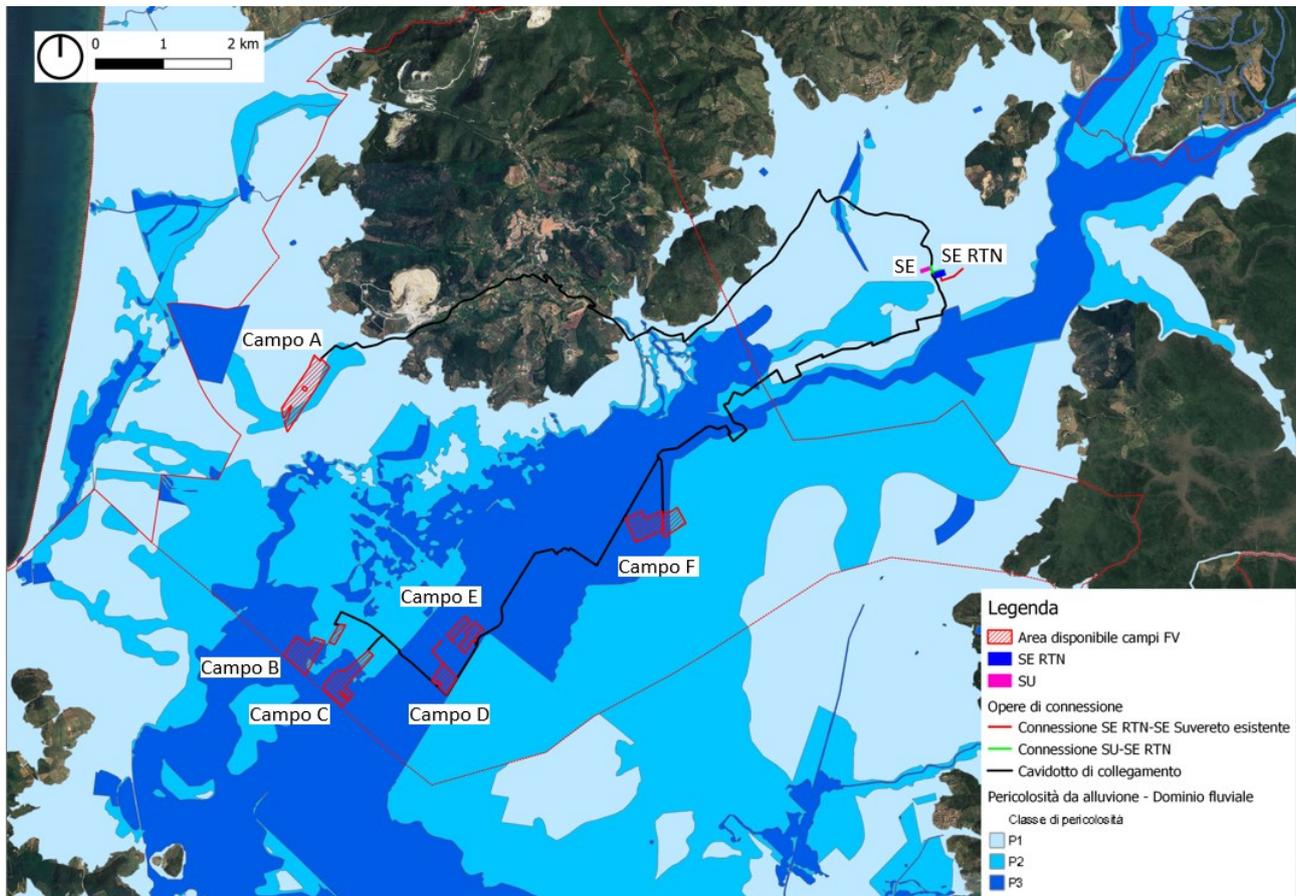


Figura 1-17: stralcio mappa della Pericolosità da alluvione PGRA II Ciclo.

Infine, in merito al Vincolo Idrogeologico R.D. 3267/23, il **Progetto** interferisce con tale vincolo in maniera minima, in corrispondenza del tracciato di connessione in area settentrionale.

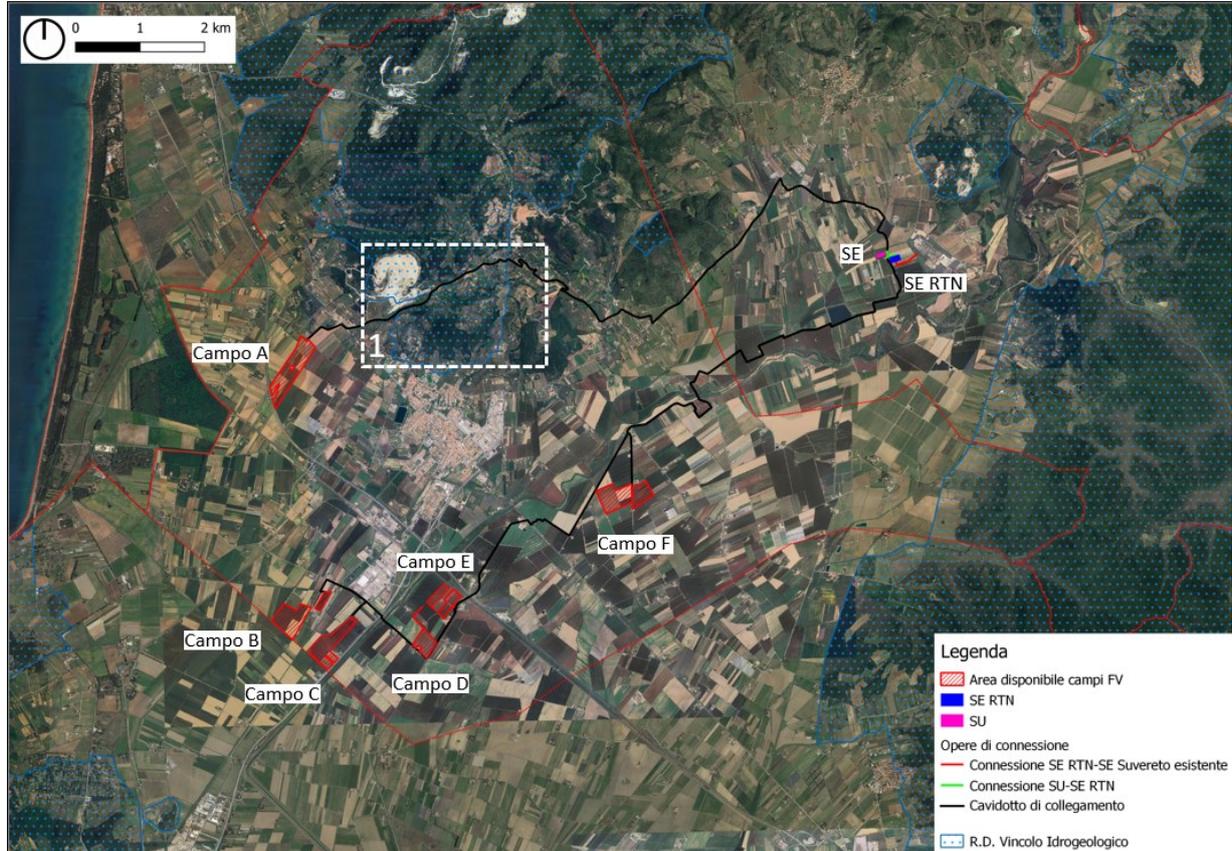


Figura 1-18: stralcio Vincolo Idrogeologico Regione Toscana.

1.4 Ubicazione dell'area di progetto

L'**Impianto** in predicato di realizzazione si inserisce all'interno di una superficie catastale complessiva (Superficie Disponibile) di circa 165,5 ettari. Di questa superficie totale a disposizione del **Proponente**, una parte sarà recintata e occupata dai sei campi (Superficie Occupata), vale a dire vele fotovoltaiche e strutture di supporto, cabine e strumentazione che costituiscono concretamente l'opera, la restante parte manterrà lo *status quo ante*. I siti che accolgono l'**Impianto** si trovano nel territorio comunale di Campiglia Marittima, Provincia di Livorno. Le **opere di connessione** rientrano nei territori comunali di Campiglia Marittima e Suvereto, nella medesima Provincia. L'intera area s'inquadra nel settore Sud-occidentale della Regione Toscana. Le zone sono raggiungibili percorrendo la E80 e prendendo l'uscita Venturina – Piombino e quindi la viabilità locale (SS398 e poi strade provinciali) che conduce ai vari campi.

Di seguito, un estratto fuori scala del progetto su ortofotocarta. Per la topografia di dettaglio si rimanda alla cartografia allegata allo **studio**.



DATI IMPIANTO:

Campo A	
<i>Sup. Catastale</i>	25,60 ha
<i>Potenza</i>	15,20 MW
Campo B	
<i>Sup. Catastale</i>	21,01 ha
<i>Potenza</i>	12,50 MW
Campo C	
<i>Sup. Catastale</i>	16,39 ha
<i>Potenza</i>	10,99 MW
Campo D	
<i>Sup. Catastale</i>	8,75 ha
<i>Potenza</i>	5,04 MW
Campo E	
<i>Sup. Catastale</i>	11,74 ha
<i>Potenza</i>	5,81 MW
Campo F	
<i>Sup. Catastale</i>	30,00 ha
<i>Potenza</i>	17,44 MW
Sup. Catastale	112,95 ha
Pot. Picco	67,00 MW
Pot. Immissione	63,50 MW

LUNGHEZZE CAVIDOTTI

— Campo A-SSU	12,8 km
— Campo B-C	1,4 km
— Campo C-D	1,7 km
— Campo D-E	1,0 km
— Campo E-SSU	12,2 km
— Campo F-SSU	8,2 km

Figura 1-19: stralcio fuori scala con ubicazione del Progetto su base ortofoto.

2 Analisi geologica, geomorfologica e idrogeologica

2.1 Geologia generale e locale

In una visione di ampio respiro, l'area in cui ricade il **Progetto** rientra per la gran parte nel dominio tettono-sedimentario dei Depositi quaternari recenti e marginalmente nei domini delle Unità subliguri e Unità toscane complessivamente raggruppati nel Substrato pre-Tortoniano superiore (Bigi et alii, 1990 in Conti et alii, 2020; Note Illustrative CARG, 2000).

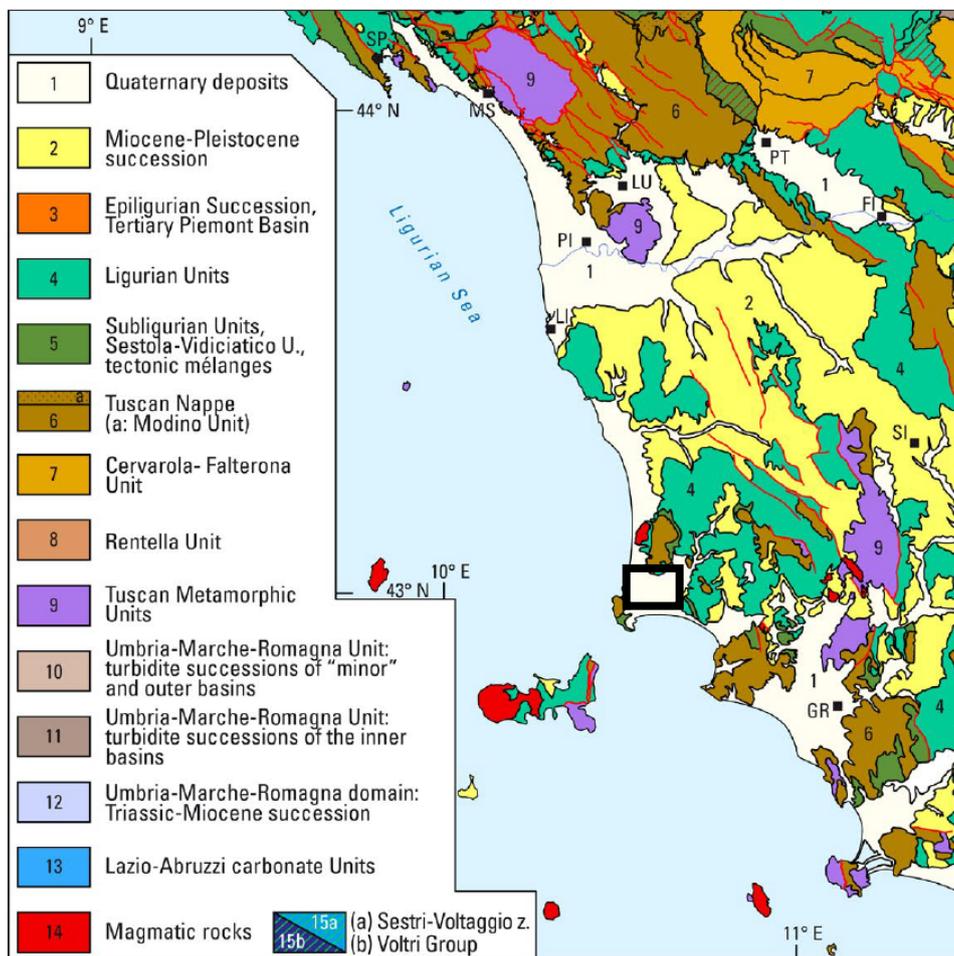


Figura 2-1: schema tettonico degli Appennini settentrionali (Bigi et alii, 1990 in Conti et alii, 2020). L'area di progetto nel riquadro in nero.

A scala regionale, l'area in cui ricade il progetto si trova nella Toscana meridionale, sul bordo tirrenico della Penisola; qui, il Paleoappennino si generò nell'intervallo Eocene sup. – Miocene inferiore per effetto della collisione fra il Margine europeo e la Microplacca Adria ed entrò in regime

di collasso post-collisionale a partire dalla fine del Miocene inferiore (Note Illustrative CARG, *ibidem*).

In base alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 119 "Massa marittima" (figura seguente), il progetto si trova per gran parte al di sopra di sedimenti quaternari, recenti ed attuali, di origine continentale (*Depositi alluvionali attuali e recenti; terreni di bonifica*). La presenza dei suddetti terreni viene confermata dalla cartografia della Regione Toscana, sul portale *Geoscopio*, sulla mappa geologica interattiva, nella quale sono descritti come "*Sabbie limose, miscela di sabbia e limo. Frazione fine abbondante (SM)*" e sono sedimenti fluviali all'interno degli alvei di piena ordinaria e depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati (Olocene). Una minima parte, poco a Sud del centro abitato di Campiglia marittima, la connessione interessa terreni più antichi, di ambiente marino, di tipo sostanzialmente arenaceo-marnoso (*mg*, Formazione di tipo Toscano del Macigno di età oligocenica) e argilloso-calcareo (*sp*, Scisti argillosi policromi di età creta-eocenica). I depositi più vecchi interessati sono quelli Giurassici ascritti alla Formazione siglata *Gm*, sostanziata da argille, marne e calcari marnosi (Dogger), attraversati dalla connessione poco prima di raggiungere il Campo A.

Per una consultazione della legenda originale stralciata e riportata in figura seguente, si rimanda al portale cartografico dell'ISPRA dove è presente la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 completa, all'indirizzo web:
https://sgi.isprambiente.it/geologia100k/mostra_foglio.aspx?numero_foglio=119.

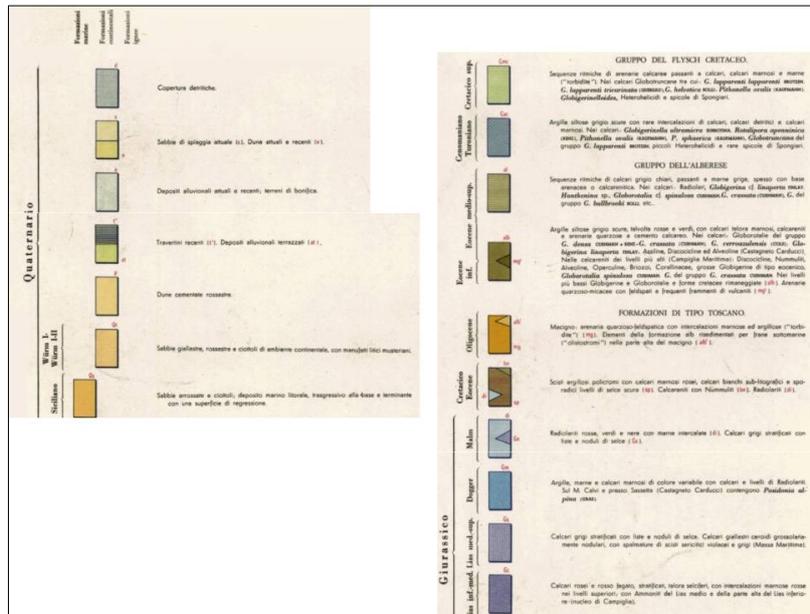
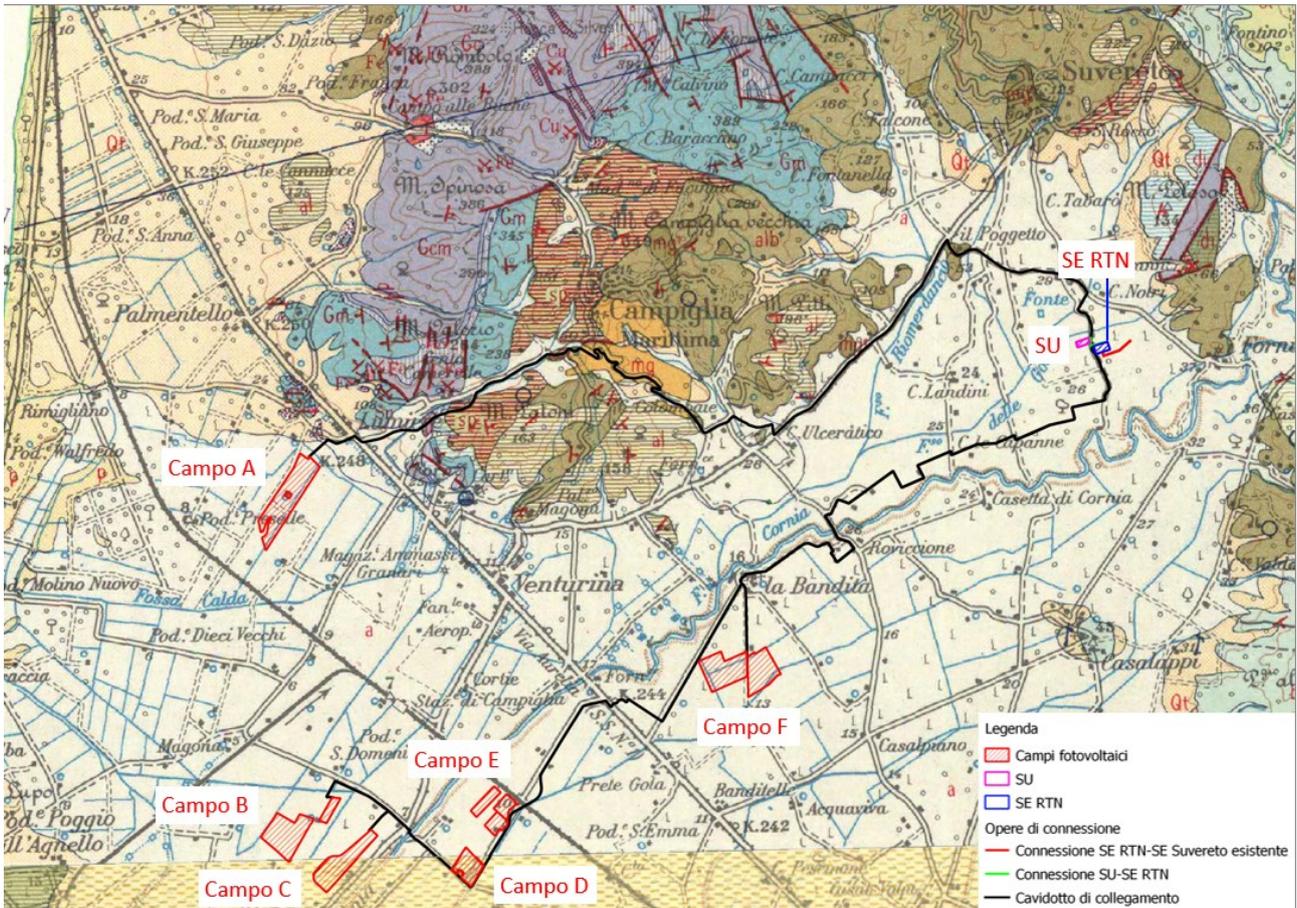


Figura 2-2: progetto al di sopra di uno stralcio della Carta Geologica al 100.000 d'Italia (fuori scala).

Localmente, secondo quanto visibile sul portale web della Regione Toscana all'indirizzo il **Progetto** insiste al di sopra di depositi prevalentemente quaternari, con un breve passaggio in corrispondenza di un dominio di depositi marini antichi, finanche liassici, ancora coperti da coltri quaternarie più o meno spesse. Nella figura seguente, l'immagine tratta dal portale Giroscopio della Toscana all'indirizzo <https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html#>.

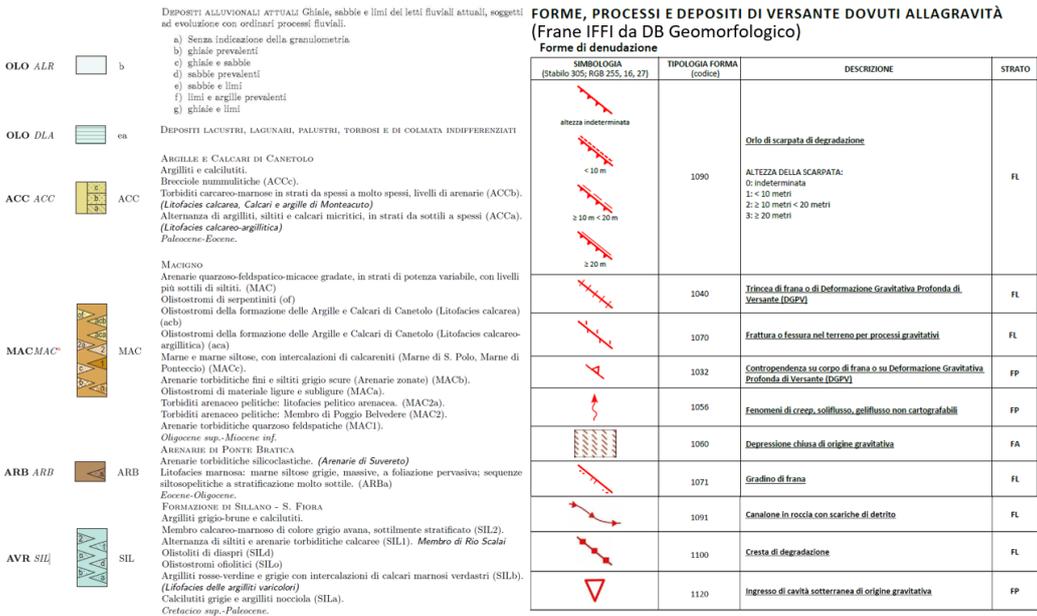
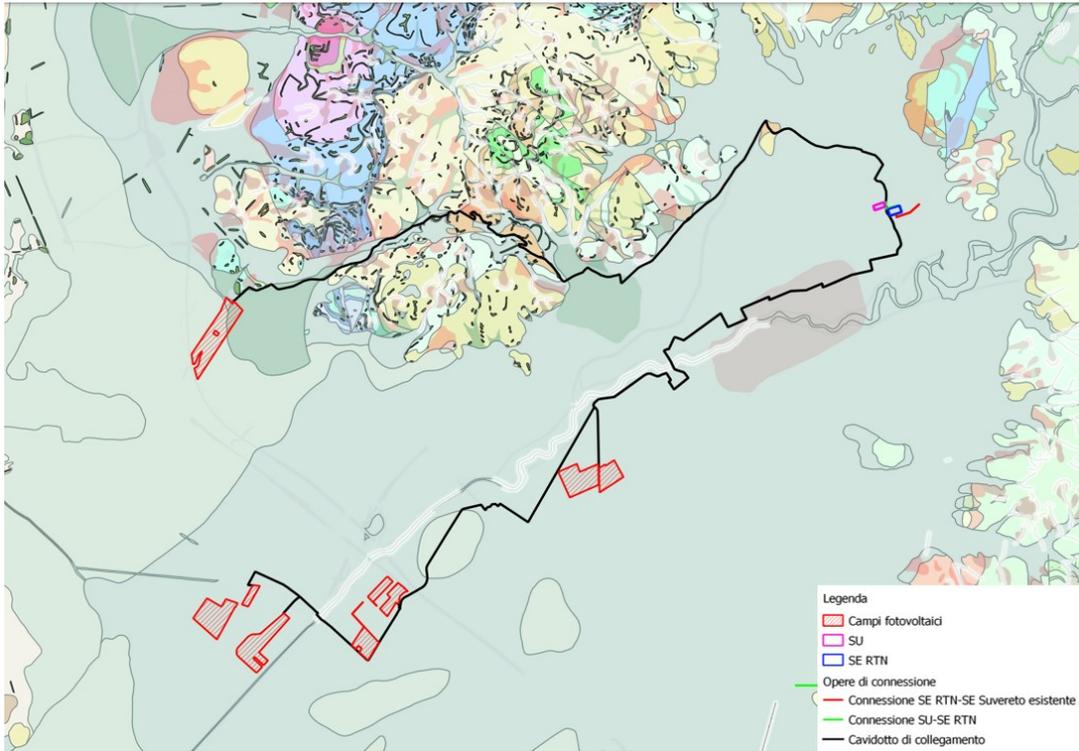


Figura 2-3: carta geolitologica nella zona di progetto, dal portale web della Regione Toscana.

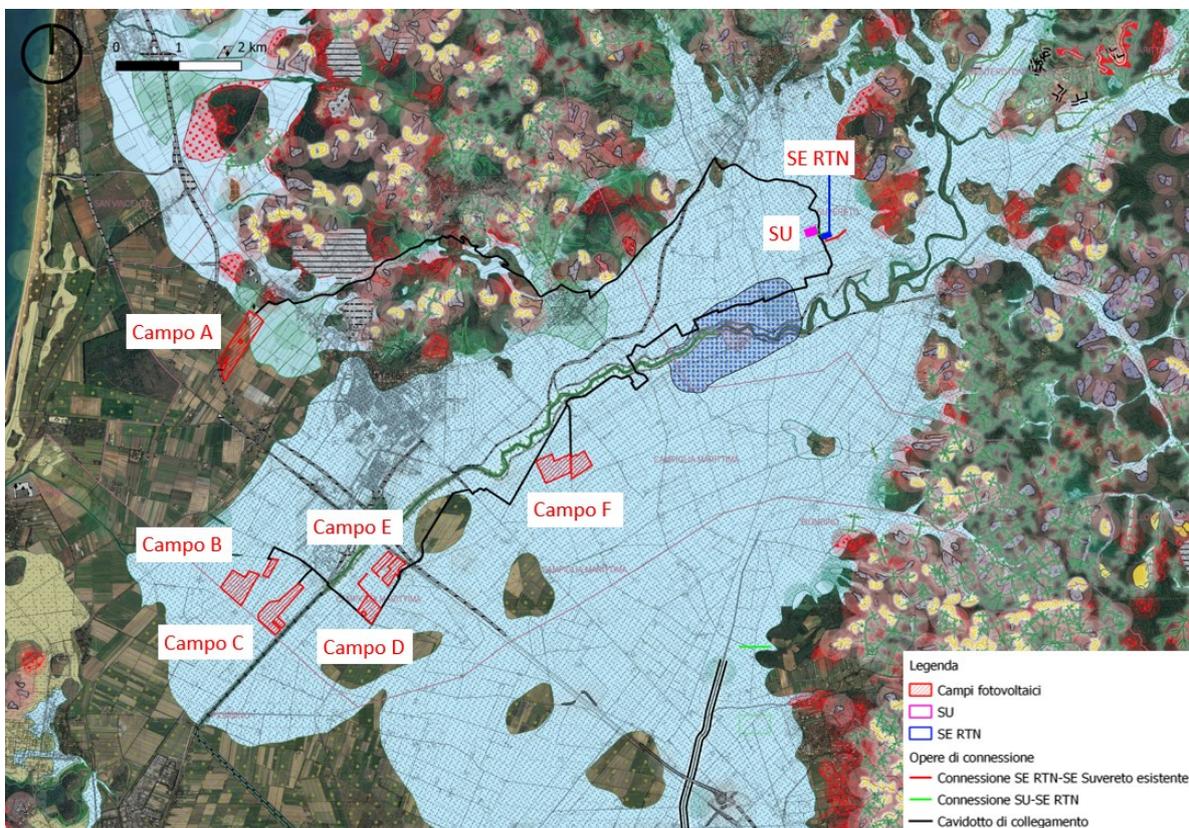
2.2 Geomorfologica

Da un punto di vista generale, la zona centro-meridionale del territorio comunale di Campiglia Marittima e quella centro-occidentale del territorio comunale di Suvereto sono caratterizzate da morfologie piuttosto monotone, subpianeggianti o pianeggianti, eredità delle attività deposizionali di corsi d'acqua e di depositi marini costieri avvicinandosi verso la linea di costa. Sulla mappa interattiva della Regione Toscana, all'indirizzo <https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geomorfologia.html>, è sostanzialmente confermata la presenza di forme e depositi legati a processi di ambienti lacustri, palustri, lagunari, di colmata e dovuti alle acque di scorrimento superficiale. Alcuni processi sono attivi, a seconda della vicinanza più o meno maggiore ai corsi d'acqua e alla linea di costa, altri sono inattivi. Tale paesaggio morfologico si inserisce in un contesto più acclive associabile ai rilievi collinari che fanno da cornice all'area in cui si inserisce il progetto. I rilievi collinari suddetti, appenninici, presentano processi dovuti alla gravità oltre a quelli legati alle acque superficiali. In entrambi gli scenari, il primo di pianura alluvionale con morfologia monotona subpianeggiante e il secondo con rilievi collinari più o meno elevati e acclivi sui fondovalle, è fortemente visibile l'attività umana la quale si è esplicata nel tempo attraverso la realizzazione di infrastrutture (viarie, energetiche e idriche), opere puntuali di varia natura (fabbricati ad uso abitativo e a uso produttivo sostanzialmente) e pratiche agricole che hanno spesso obliterato i terreni primigeni.

In dettaglio, le aree interessate dai campi fotovoltaici in progetto si trovano a quote topografiche variabili tra i 3 e gli 8 m circa per i campi B, C, D, E, tra i 13 e i 15 m circa per il campo F e tra i 10 e i 23 m circa per il campo A. La connessione nel complesso si snoda tra le quote suddette e la quota massima di 125 m circa in zona Casa Poderno, subito a Sud del centro abitato di Campiglia Marittima, nel solo tratto collinare in pendenza interessato dal tracciato.

Per quanto riguarda i fenomeni di versante, questi sono del tutto assenti nelle aree destinate ai campi fotovoltaici; il tracciato invece lambisce alcune aree in frana e ne attraversa, seppur marginalmente, due in località Case Romanella, prima di raggiungere il campo A, nella parte bassa di un versante sul fianco Nord-occidentale di Monte Patoni (si veda la figura seguente la quale è consultabile, ad una scala più utile, in calce al presente elaborato: Carta Geomorfologica della Regione Toscana). I due corpi di frana sono entrambi scorrimenti, uno attivo e l'altro quiescente. Il PAI, come anticipato nel paragrafo 1.3 dello **studio**, segnala la presenza di aree a pericolosità geomorfologica elevata dove non è presente in realtà alcun tipo di pericolosità geomorfologica legata a fenomeni di dissesto. Pericolosità geomorfologica anche molto elevata è indicata in corrispondenza del fenomeno franoso attivo portato all'attenzione nella seguente Figura 2-4.

I processi dovuti alle acque di scorrimento superficiale interessano l'intero progetto, campi e connessione, in ogni parte, attraverso il dilavamento diffuso dovuto alle acque di pioggia. Inoltre, il tracciato della connessione attraversa il Fiume Cornia (che rappresenta il principale agente morfogenico della pianura in cui si inserisce il progetto) in due punti: tra i campi C e D e in località Podere Vivalda, nel settore Nord-orientale dell'area di progetto. In corrispondenza di questi due attraversamenti, sono presenti scarpate di erosione. Ancora, in merito ai processi dovuti alle acque superficiali, la parte settentrionale del campo A si trova al di sopra di un conoide alluvionale che discende dalla vallecchia che si apre in direzione circa Est-Ovest tra la collina su cui sorge Campiglia Marittima e l'allineamento collinare Monte Patoni – Monte Solaio. Anche la connessione si rinvia al di sopra di tale conoide e ancora prima, poco ad Est, passa su un conoide alluvionale che ha andamento circa NO-SE. Sono poi da tenere in considerazione i fenomeni alluvionali: in base a quanto riportato dal PGRA, la pressoché totalità dell'area interessata dal progetto, ad eccezione della porzione settentrionale di connessione, la quale attraversa l'area non di pianura alluvionale, ricade in aree soggette a pericolosità idraulica. Ciò trova accordo con il contesto morfologico topografico e con il regime idrografico: l'elemento fluviale e le morfologie pianeggianti del paesaggio rendono il territorio soggetto a fenomeni di esondazione. Si riveda a tal proposito la Figura 1-17.



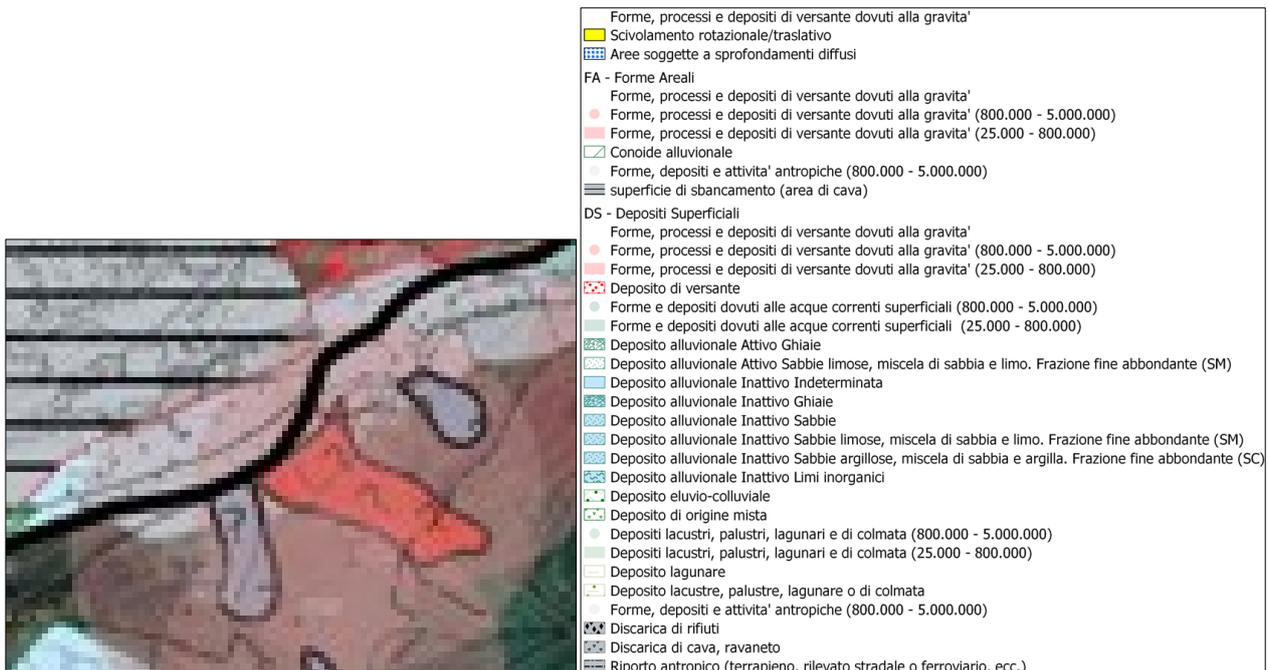


Figura 2-4: fuori scala della Carta Geomorfologica in calce al presente elaborato. Nel riquadro in giallo, l'ingrandimento in figura sotto. In tratto nero spesso il tracciato della connessione il quale intercetta, in maniera marginale, nella parte bassa del versante, i due corpi di frana da scorrimento: quello rosso è attivo, quello in grigio è inattivo.

Circa le forme antropiche, tutta l'area di progetto si rinviene in un contesto fortemente influenzato dalle attività umane: sono interessati campi coltivati, vengono attraversate infrastrutture e vengono lambiti fabbricati. In ultimo, si aggiunge come l'attività di intensa estrazione di acque dal sottosuolo, nella piana alluvionale del Fiume Cornia, abbia dato origine a diversi fenomeni di abbassamento del livello del suolo (Sbrilli; Rosi & Agostini, 2013) come mostrato nella figura seguente. Si approfondisce nel paragrafo dedicato all'idrogeologia.

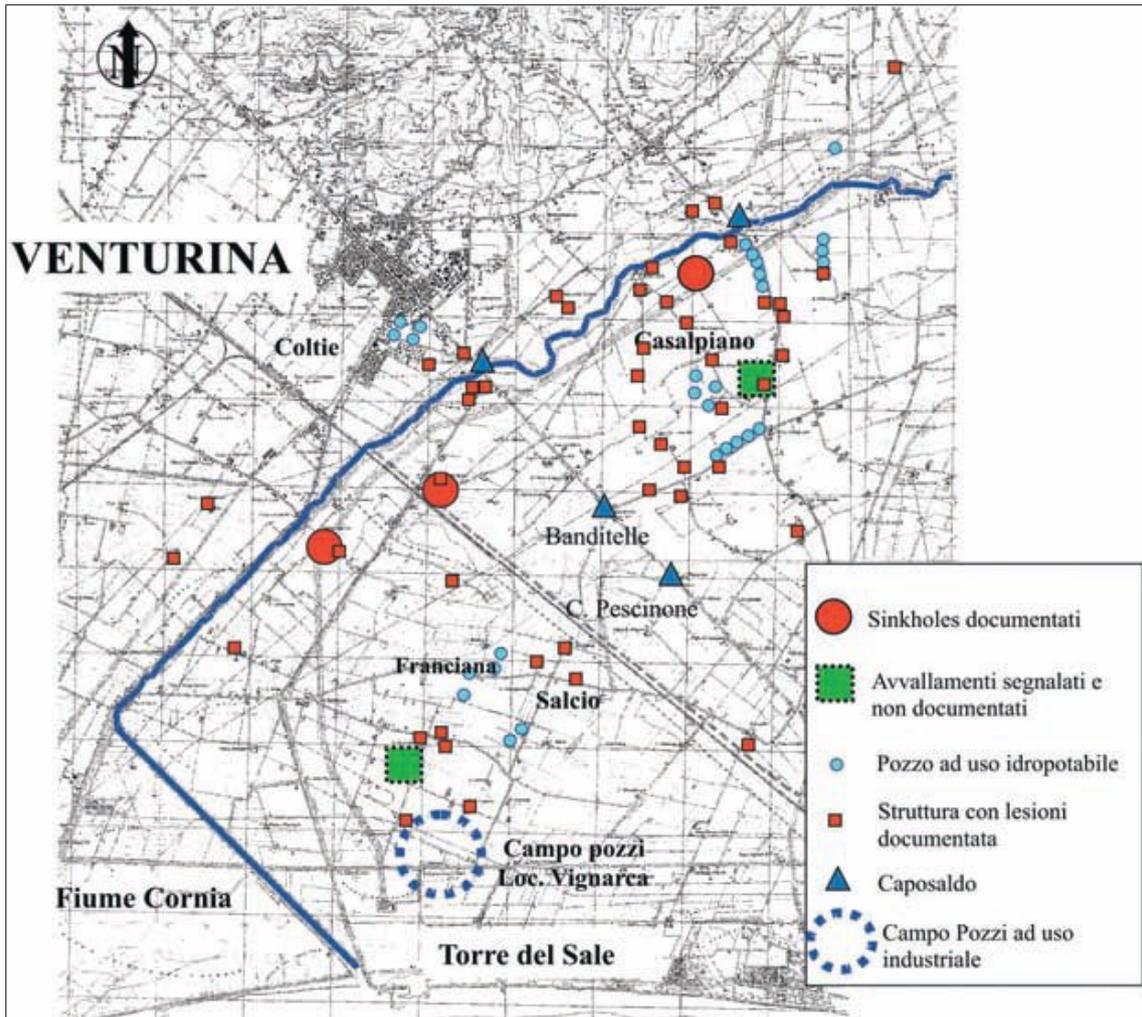


Figura 2-5: planimetria con l'ubicazione delle aree dove sono stati documentati i sinkholes e i manufatti lesionati (tratto da Sbrilli).

2.3 Idrogeologia

In linea generale, il contesto in cui si inserisce il progetto è piuttosto ricco di acque in sottosuolo. Nel lavoro di Sbrilli ("Fenomeni diffusi di *sinkholes* nella pianura del Fiume Cornia soggetta a subsidenza"), si riporta che da un punto di vista tettonico, la pianura della Val di Cornia è impostata su di un graben profondo circa 250 metri (stimato mediante indagini geofisiche) le cui faglie dirette principali hanno direzione appenninica; la pianura della Val di Cornia è caratterizzata da una spessa coltre di depositi alluvionali di età quaternaria, il cui spessore nella parte costiera supera i 120 metri (misura diretta relativa ad alcune perforazioni). Trattasi di alternanze di orizzonti più o meno spessi di sabbie e ghiaie (acquiferi) e di argille (acquitardi). I primi sono caratterizzati da una notevole permeabilità e scarsa suscettibilità alla compressione, mentre i secondi possiedono una

permeabilità molto bassa e risultano compressibili. Schematicamente, da un punto di vista idrogeologico, l'area è caratterizzata da un sistema acquifero definibile multistrato, in cui i vari orizzonti sono oramai comunicanti per il gran numero di opere di captazione diffuse in tutta la pianura (ben oltre 1000 pozzi). Tali orizzonti possiedono una acclività verso Sud e trovano una comune origine a monte, in corrispondenza di un unico acquifero freatico posto alla confluenza del Fiume Cornia con la pianura vera e propria (località *I Forni*). L'attenta analisi di alcune stratigrafie che hanno raggiunto profondità considerevoli, hanno permesso la stima, su basi paleontologiche, di un tasso di subsidenza tettonica pari a 0,03 mm/anno (Bartolini et alii, 1990).

Quanto descritto sopra è in accordo con il lavoro di Rossetto *et alii* (2021) in base al quale nella pianura del Cornia è presente una successione in cui si hanno diversi gradi di permeabilità a seconda degli orizzonti litostratigrafici considerati. Si veda la figura seguente.

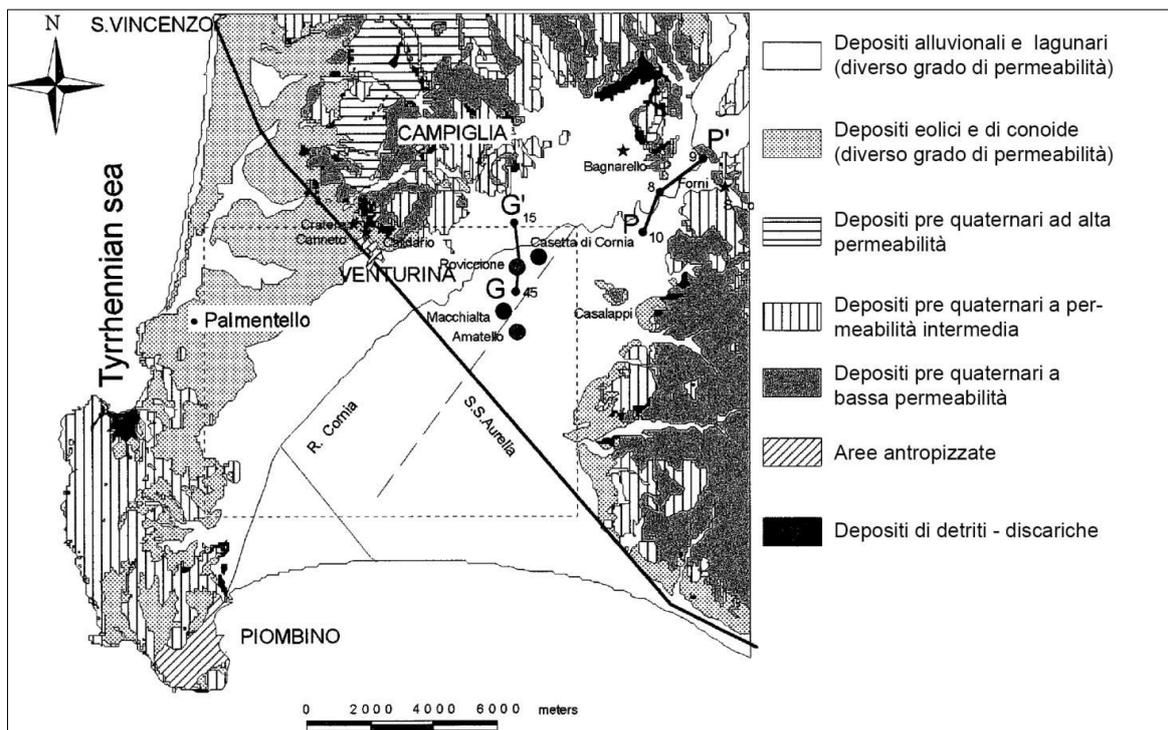
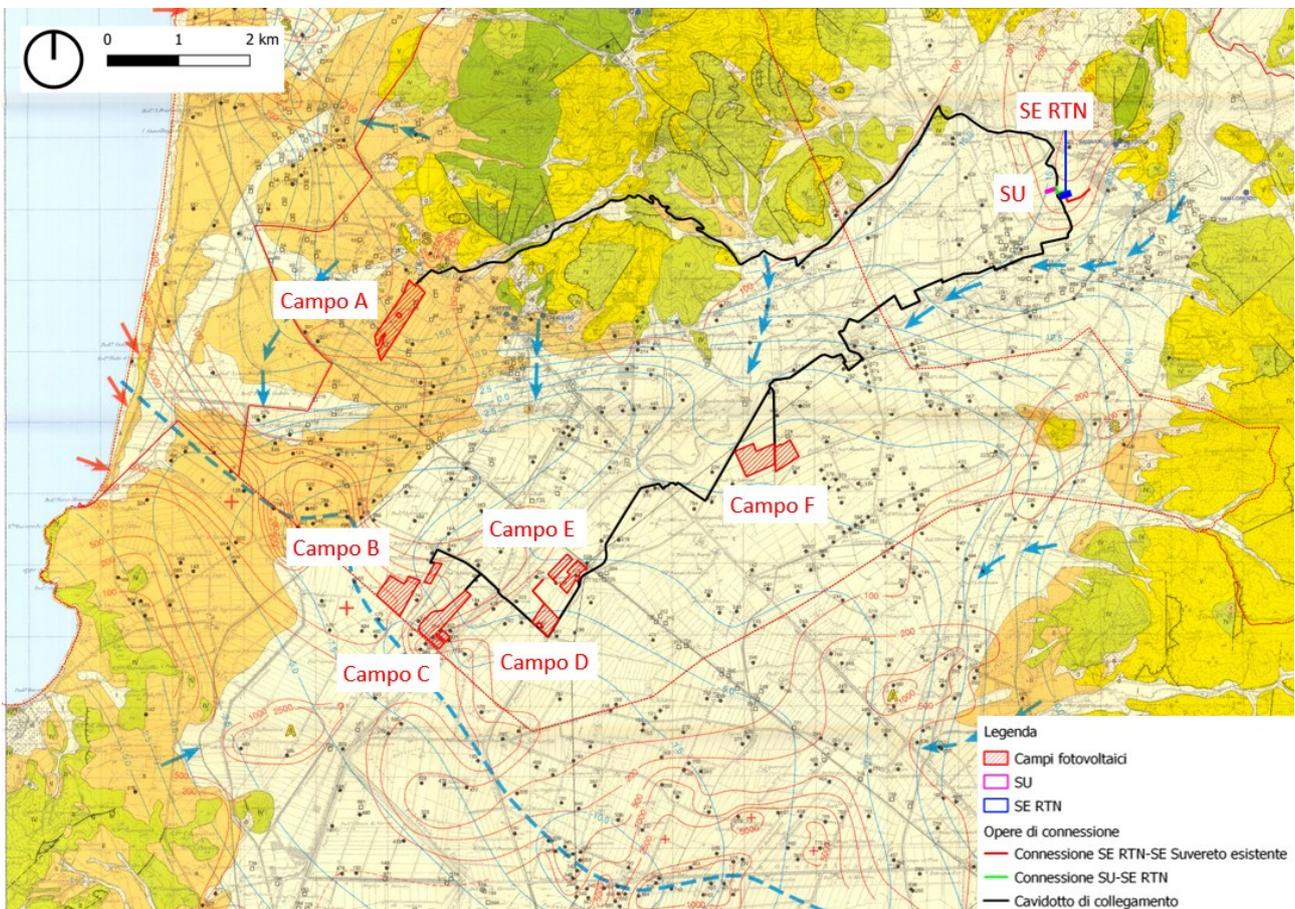


Figura 2-6: i principali corpi idrici nella piana del Cornia ed aree limitrofe (da Barazzuoli *et alii*, 1998 in Rossetto *et alii*, 2021).

In base al lavoro di Ghezzi *et alii* (1995) e considerando le quote topografiche alle quali si trovano gli elementi in progetto (campi e connessioni), nella zona in cui s'inserisce il progetto è possibile osservare che la falda si attesta ad una profondità compresa tra i 5,5 e i 13 m circa da piano campagna nel settore in cui ricadono i campi B, C, D, E, ad una profondità compresa tra i 12 e i 13

m circa da piano campagna in corrispondenza del campo F, ad una profondità prossima al piano campagna in corrispondenza della parte SSO del campo A e a - 5 m circa nella sua parte NNE. Per la connessione, a parte le zone descritte in prossimità dei campi, per le quali valgono le medesime conclusioni in merito alle isopieze, la falda ha profondità variabile rispetto al piano campagna e in generale se ne osserva un approfondimento man mano che ci si sposta verso la parte NE del progetto, in territorio comunale di Suvereto. Per quanto riguarda la breve percorrenza sulle colline intagliate nel substrato, a Sud dell'abitato di Campiglia Marittima, la falda (ove presente) è prossima al piano campagna in corrispondenza delle alluvioni e dei depositi quaternari in generale (coltri eluvio-colluviali, depositi di conoide, altro) mentre è da considerare assente o al limite poco estesa e discontinua nelle *facies* marine calcareo-terrigene.



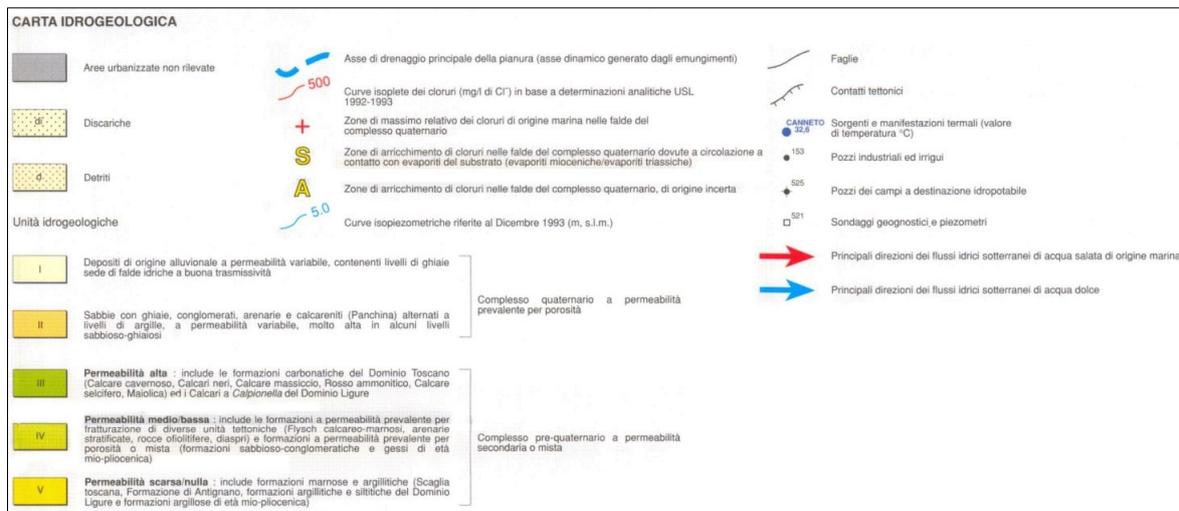


Figura 2-7: stralcio fuori scala tratto da Ghezzi et alii (1995).

Ancora in base alla medesima figura sopra, è possibile notare l'andamento dei principali flussi sotterranei dolci (frecche in color celeste): le acque drenano verso la zona centrale della pianura del Cornia, muovendosi in maniera centripeta dai rilievi circostanti, con una alimentazione dunque che deriva sia dall'infiltrazione diretta, sia dal contributo delle aree collinari ad Est e NE, sia dai calcari *Calcari di Campiglia* ed infine dal deflusso superficiale, primo fra tutti quello del Fiume Cornia, in connessione idraulica con l'acquifero di subalveo (Rossetto et alii, *ibidem*).

Riprendendo quanto anticipato nella parte finale del paragrafo dedicato al contesto geomorfologico, si riporta che l'eccessivo emungimento che ha interessato la falda negli ultimi decenni ha comportato un abbassamento della stessa di circa 10 m nella zona centro-meridionale dell'area di studio. Si nota in particolare un cono di depressione piuttosto esteso nei pressi della costa centro-meridionale, che provoca un afflusso di acque di intrusione marina e fa sì che la concentrazione dei cloruri nelle acque di falda assuma valori fino a 5000 mg/l; il fenomeno dell'intrusione salina interessa anche alcune zone lungo la costa tirrenica occidentale, rappresentando così la principale criticità per la qualità risorsa idrica sotterranea ospitata nel bacino della Val di Cornia (Rossetto et alii, *ibidem*). Tutto ciò ha portato ad una subsidenza che, analizzata con interferometria radar satellitare a riflettori permanenti (PSInSAR), ha restituito valori di velocità di circa 10 mm/anno nell'area di Venturina nella Val di Cornia (Rosi & Agostini, *ibidem*).

3 Analisi geotecnica

Sulla scorta dei dati presenti sul portale *Geoscopio* della Regione Toscana, ove è presente la banca dati delle indagini su suolo regionale, all'indirizzo <https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html>, è possibile ricostruire un quadro litologico e litotecnico qualitativo del sottosuolo nell'area di progetto. In particolare, sono state utilizzate informazioni contenute in report di sondaggi e perforazioni per pozzi ed alcune prove penetrometriche. In tabella seguente, si riportano le suddette investigazioni raggruppate in tre principali zone che complessivamente ricoprono l'intera area di progetto.

SIGLA INDAGINE (id. ubicazione)	TIPO DI INDAGINE	PARTE DEL PROGETTO CARATTERIZZATA
29731060, 29731092, 29731252, 29731022, 29731017	SO – sondaggio geognostico	Area Campi A, B, C, D, E, connessione
29731089, 29731073	PZ - pozzo	
29731254, 29731256, 29731255, 29731235, 29731237, 29731236	DP – prova penetrometrica dinamica	
29731177, 29731037, 29731225*, 29731203*, 29774612*	SO – sondaggio geognostico	Area Campo F, connessione area centrale del progetto e zona collinare (substrato marino*)
29731130, 29731183, 29731204, 29731206, 29731180	PZ - pozzo	
29731234, 29731245	DP – prova penetrometrica dinamica	
29731117, 29731208, 29731207	SO – sondaggio geognostico	Connessione area orientale del progetto
29731043, 29731942	PZ - pozzo	

Tabella 3-1: indagini consultate al link <https://www502.regione.toscana.it/geoscopio/geologia.html>.

In figura seguente, le indagini su di uno stralcio con il progetto.



Figura 3-1: indagini consultabili del DB geologico regionale nell'area del progetto.

In base a tali indagini, si conferma la presenza di un sottosuolo costituito da materiale alluvionale recente ed attuale in discordanza, nel settore Nord centrale della zona di progetto, dove la connessione passa poco a Sud dell'abitato di Campiglia Marittima, su un substrato marino più antico.

Per quanto riguarda la zona occidentale del progetto, dove sono presenti le aree campi A, B, C, D, E e relative connessioni, si ha mediamente un substrato marino, di ambiente di spiaggia, litoraneo, alla quota di circa - 20 m da piano campagna; al di sopra è presente una successione sedimentaria continentale legata a fiumi e ambienti dulcicoli in generale, sostanziata prevalentemente da matrice argilloso-limosa e sabbiosa con clasti immersi in essa; una evidente eccezione è rappresentata dalla stratigrafia riportata nel pozzo 29731089, la quale indica un passaggio dal continentale (al tetto) al marino (al letto) ad una profondità minore, circa 9 m da piano campagna; a tale quota è indicata la presenza di una *panchina* che sarebbe presente fino alla profondità di 14 m ove lascerebbe il posto ad una *argilla turchina e conchiglie* (presente fino a - 20 m da piano campagna). È indicata, nelle indagini, una presenza di falda con soggiacenza abbastanza variabile, tra gli 1,5 m di profondità (nella zona meridionale, aree campi B, C, D ed E) e gli 8,5 m di profondità in corrispondenza dell'area campo A, dunque nel settore Nord-occidentale

del progetto. Il sondaggio 29731252 riporta le letture di prove SPT effettuate in foro durante l'esecuzione dell'indagine: dalla quota di - 27 m da piano campagna sono presenti strati marini caratterizzati da elevati valori di resistenza; il materiale soprastante non è stato carotato; verosimilmente, una certa parte era costituita dai depositi continentali quaternari.

Il settore centrale della zona di progetto vede nuovamente la presenza di depositi quaternari, di ambiente alluvionale, al di sopra di un substrato marino. Il Quaternario conserva grosso modo lo stesso spessore, raggiungendo circa i 20 m di profondità da piano campagna in media. Le alluvioni continuano ad essere costituite da argilla, limo, sabbia e ghiaia variamente miscelati ma con prevalenza della frazione fine.

La zona orientale del progetto vede un approfondimento generale della falda, stando a quanto riportato nelle indagini. Perdura una sovrapposizione di depositi continentali sopra livelli marini litoranei; il quaternario alluvionale è formato ancora da alternanze e miscele di sedimenti fini e grossolani ma si nota un aumento degli incoerenti: si rinvencono ghiaie prevalenti rispetto alla matrice. Variano anche gli spessori: le coperture quaternarie si approfondiscono e sono carotate almeno fino alla profondità di - 30 m da piano campagna dove si raggiunge il fondo foro. La falda continua ad essere piuttosto variabile e mostra sensibili variazioni stagionali e annuali. Infine, per quanto attiene al passaggio della connessione in corrispondenza delle zone rilevate, vale a dire poco a Sud del centro abitato di Campiglia Marittima, sono stati carotati alcuni metri di depositi quaternari (fino a 12) in discordanza al di sopra del substrato marino calcareo, calcareo-marnoso e arenaceo. La discordanza temporale più ampia è fra sabbie e depositi colluviali sopra calcari liassico-superiori.

Da un punto di vista litotecnico, considerando certamente approssimative le quote degli intervalli litostratigrafici e tenendo presente che le verticali d'indagine sono anche abbastanza distanti in pianta tra loro e spesso i dati sono mal leggibili, si può tratteggiare la seguente situazione:

	Profondità	Orizzonte	Comportamento	Qualità dei parametri
Area Campi A, B, C, D, E, connessione	P.C. 2 m	ORIZZONTE 1 (C) (*) Terreno vegetale	Coesivo	Piuttosto scadenti
	2 m 3 m	ORIZZONTE 2 (C) Argilla	Coesivo	L'intervallo mostra una certa resistenza
	3 m 11 m	ORIZZONTE 3 (C) Sabbia limosa	Coesivo - incoerente	L'orizzonte presenta parametri leggermente migliori rispetto a quelli che caratterizzano l'intervallo al tetto
Area Campo F, connessione area centrale del progetto e zona collinare	P.C. 2 m	ORIZZONTE 1 (C) Terreno vegetale	Coesivo	Piuttosto scadenti
	2 m 16 m	ORIZZONTE 2 (C) Argilla sabbiosa, con inclusi	Coesivo - incoerente	I parametri sono leggermente migliori ma ancora abbastanza scadenti
	16 m 20 m	ORIZZONTE 3 (C) Ghiaie	Incoerente	Non si hanno informazioni ma probabilmente possiedono un buon grado di resistenza e un buon angolo di attrito interno
Connessione area orientale del progetto	P.C. 1 m	ORIZZONTE 1 (C) Terreno vegetale	Coesivo	Piuttosto scadenti
	1 m 7,5 m	ORIZZONTE 2 (C) Argille e sabbie	Coesivo - incoerente	L'intervallo mostra una resistenza piuttosto scarsa
	7,5 m 14 m	ORIZZONTE 3 (C) Ghiaie sabbiose	Incoerente	Scarsa resistenza nella parte alta, mancanza di dati al di sotto dei 9 m circa di profondità

Tabella 3-2: quadro litotecnico di sintesi; (*) depositi "Continentali".

4 Analisi sismica

4.1 Inquadramento macrosismico

In relazione a quanto contenuto nelle Norme Tecniche delle Costruzioni, in particolare “ALLEGATO A ALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI: PERICOLOSITÀ SISMICA”, in cui si riporta: [Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.], si è provveduto all’utilizzo della griglia in rete dell’INGV (Progetto DPC – INGV – S1), all’indirizzo <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>. Dunque, sul reticolo di riferimento, sintetizzato dalla Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (figura seguente), per l’area di progetto si ha un valore di pericolosità di base (a_g) all’interno dell’intervallo $0,05 g \leq a_g \leq 0,075 g$, al 50° percentile, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, ovvero allo 0.0021 come frequenza annuale di superamento ed al corrispondente periodo di ritorno di 475 anni; tali condizioni al contorno rispettano la Zonazione MPS04 dell’INGV.

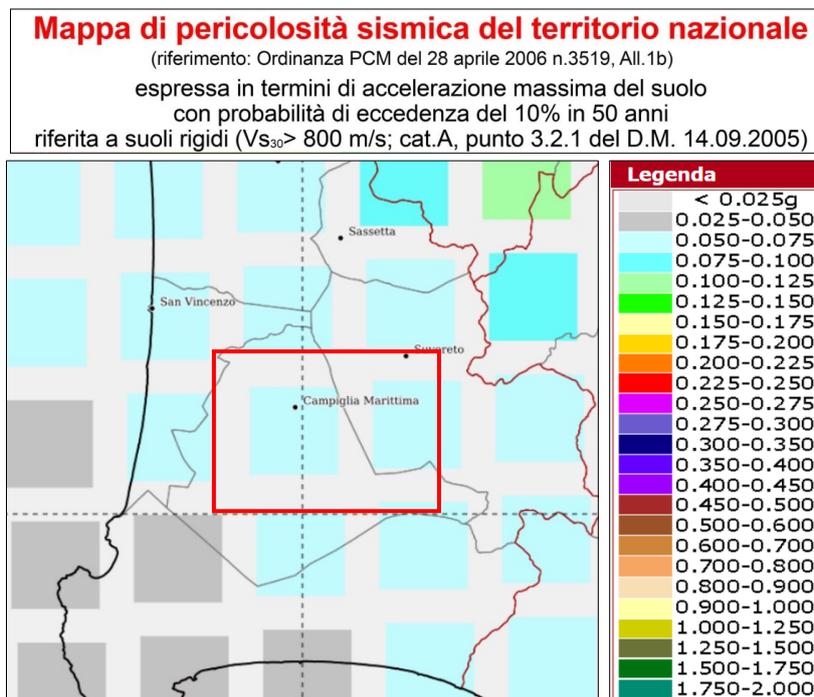


Figura 4-1: il rettangolo in rosso indica orientativamente l’area in cui ricade il progetto.

In base alla mappa della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Uff. prevenzione, valutazione e mitigazione del Rischio Sismico, Classificazione Sismica al 2010, i territori comunali di Campiglia Marittima e Suvereto sono classificati come zona 4 e

rientrano, per l'OPCM n.3519 del 28_04_06, nel range di accelerazione attesa di $a_g \leq 0,05$ g. Perciò, a scopo cautelativo, il sito rientra nel range di pericolosità sismica di base $0,05 \leq a_g \leq 0,075$ g.

4.2 Microzonazione sismica

Parte della provincia di Livorno è stata mappata con studi di Microzonazione Sismica. I territori comunali di Campiglia Marittima e Suvereto non rientrano fra le aree cartografate. I terreni presenti nella zona di studio, sebbene di granulometrie soggette alla liquefazione e nonostante le indagini indichino una soggiacenza della falda tra gli 0 m e i 15 m da piano campagna, sono da considerare *non suscettibili a liquefazione*. Ciò deriva da quanto valutato a seguire.

4.2.1 Liquefazione dei terreni

Il § 2.7.1.1 del volume Gruppo di lavoro MS (2008) (di seguito **indirizzi**) recita:

[La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verificano fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- 1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5 (capitolo 2.8).*
- 2. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.1g.*
- 3. Accelerazione massima attesa in superficie in condizioni free-field minore di 0.15 g e terreni con caratteristiche ricadenti in una delle tre seguenti categorie:*

- frazione di fine45, F_C , superiore al 20%, con indice di plasticità $PI > 10$;*
- $F_C \geq 35\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 20$;*
- $F_C \leq 5\%$ e resistenza $(N_1)_{60} > 25$;*

dove $(N_1)_{60}$ è il valore normalizzato della resistenza penetrometrica della prova SPT, definito dalla relazione: $(N_1)_{60} = N_{SPT} C_N$, in cui il coefficiente C_N è ricavabile dall'espressione $C_N = (p_a / \sigma'v) 0.5$ essendo p_a la pressione atmosferica e $\sigma'v$ la tensione efficace verticale.

- 4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7-1 (a) nel caso di materiale con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in Figura 2.7-1 (b) per coefficienti di uniformità $U_c > 3.5$.*

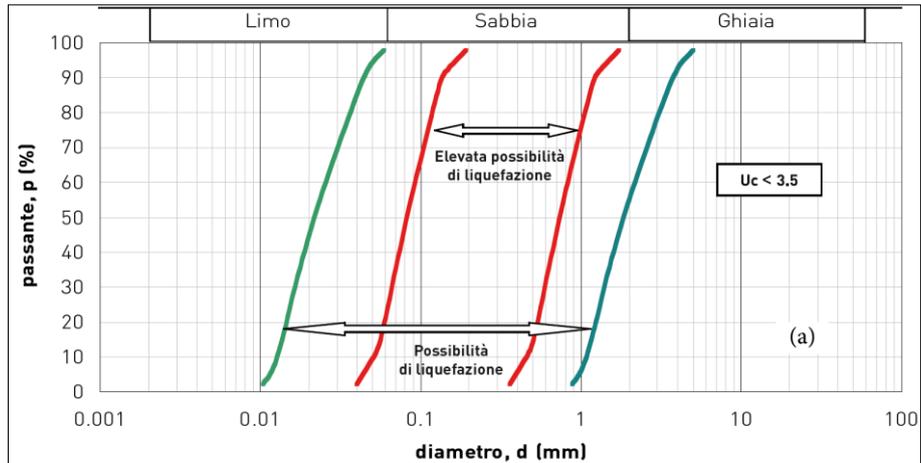


fig.2.7 – 1(a)

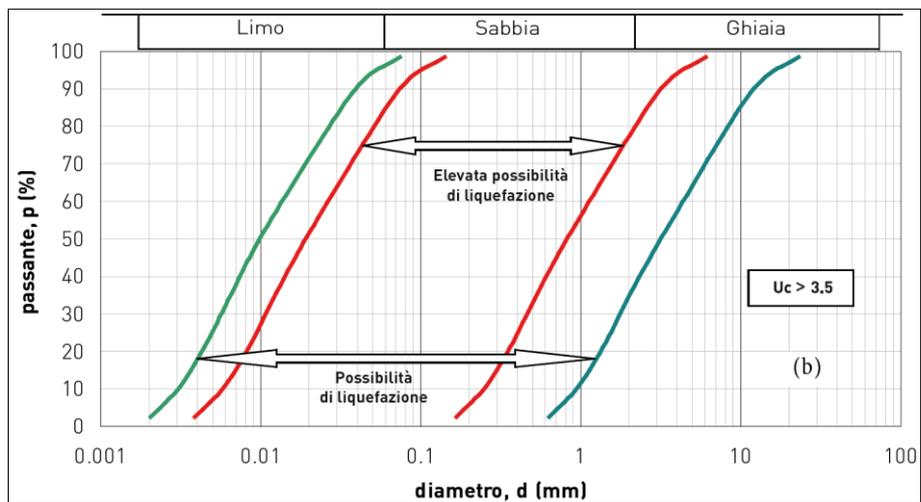


fig.2.7 – 1(b)

5. *Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 m dal piano campagna*⁴⁶.

⁴⁶ L'indicatore è valido solo nel caso di piano campagna orizzontale, in presenza di edifici con fondazioni superficiali.]

In conformità a tali indicazioni, sono stati valutati i cinque punti della *check list* per l'area del **Progetto**.

1. Al sito d'interesse, non ricadendo in alcuna delle *zone* della zonazione ZS9 di Meletti & Valensise (2004), è stata applicata la metodologia di cui al punto 3 del § 2.8.2 degli *indirizzi*; a valle dei risultati, la magnitudo da considerare è $M_{w \max} = 6,14$ ($6,14 > 5$).

2. $0,05 \text{ g} \leq a_g \leq 0,075 \text{ g}$ ($a_g < 0,1 \text{ g}$).

3. $0,05 \text{ g} \leq a_g \leq 0,075 \text{ g}$ (non servono ulteriori valutazioni circa $(N_1)_{60}$ in ragione di quanto esposto nel precedente punto 2).

4. Nello specifico, non sono state condotte analisi granulometriche che possano indicare in quale settore delle figure 2.7 ricadono i terreni di interesse; in base alle informazioni bibliografiche, per ragioni cautelative, i terreni sono da considerare all'interno dei range di liquefazione.

5. la falda, in base alle informazioni bibliografiche, è a profondità talora $< 15 \text{ m}$ da p.c.

Riassumendo in Tabella 4-1:

Punto della check list	Verificato	Non verificato
1		X
2	X	
3		X
4		X
5		X

Tabella 4-1: verifica dei punti per la liquefazione. Il punto 2 risulta verificato.

Dunque, per motivi legati alla pericolosità sismica di base, i terreni nell'area di progetto potrebbero essere valutati non soggetti a liquefazione. In ogni caso, in fase esecutiva, stanti le opere previste e ipotizzando i danni che eventuali cedimenti da liquefazione potrebbero causare loro, i progettisti potranno decidere se eseguire o no approfondimenti sul potenziale di liquefazione e relativi cedimenti.

4.3 Faglie e tettonica

All'indirizzo <http://www.6aprile.it/featured/2016/10/27/ingv-mappa-interattiva-faglie-italiane.html> è presente la mappa interattiva delle faglie attive della Penisola, capaci di generare sismi con intensità minima di 5.5. A seguito della sua consultazione, non risultano faglie attive nella zona di Livorno; la faglia attiva più prossima è quella denominata *Imperia Promontory frontal thrust*, a circa 182 km di distanza in direzione NO (zona al largo delle coste liguri).

5 Conclusioni

5.1 Stato dei luoghi

5.1.1 Geomorfologia

Da un punto di vista geomorfologico, le opere in progetto appaiono compatibili con i luoghi destinati ad accoglierle a meno di approfondimenti che riguarderanno soprattutto l'aspetto idraulico.

5.1.2 Faglie e tettonica

Non ci sono criticità per il **Progetto** derivanti dal contesto tettono-strutturale dell'area.

5.2 Caratterizzazione del volume significativo di terreno

Stando a quanto riportato nel precedente paragrafo 3 dello **studio**, si può sintetizzare dicendo che nell'intera area di progetto è presente una successione quaternaria, più o meno spessa a seconda della posizione rispetto alla linea di costa e agli allineamenti collinari, in discordanza al di sopra di depositi marini più o meno recenti, fino a molto antichi (mesozoici), dal comportamento coesivo, incoerente e coesivo/incoerente. Per quanto riguarda la qualità dei parametri dei vari orizzonti in sottosuolo, in base alle informazioni disponibili è stato ricostruito il quadro visibile in Tabella 3 - 2 nello **studio**.

5.3 Considerazioni finali

- Non appare necessaria una caratterizzazione fisico-meccanica del sottosuolo, **in fase preliminare**, in considerazione delle opere da realizzare: **Impianto e opere di connessione** trasmetteranno carichi di fatto trascurabili (finanche nulli) ai terreni che li accoglieranno.
- In ogni caso, qualora richiesto da Ditta esecutrice e/o progettisti, in fase esecutiva sarà possibile eseguire indagini (geognostiche e sismiche) per una caratterizzazione fisico-meccanica dei depositi quaternari in corrispondenza delle opere che poggeranno su fondazioni.
- Non viene esclusa la possibilità di liquefazione; tuttavia, in considerazione delle strutture da posare in opera, non rappresenterebbe una criticità severa e impattante; anche per la

liquefazione, sarà possibile eseguire indagini in fase esecutiva, sulla scorta delle quali valutare i cedimenti attesi.

- **In via collaterale, si rammenta come il vento potrebbe rappresentare la sola problematica reale per la tenuta di opere come l'*Impianto* in progetto.**

Chieti, marzo 2024

Il tecnico

Dottor Geologo Di Berardino Giancarlo Rocco

6 Bibliografia

- Bartolini C., Palla B. & Pranzini E. (1990) – “Studi di geomorfologia costiera: il ruolo della subsidenza nell’erosione litoranea della pianura del Fiume Cornia”. Boll. Soc. Geol. It. 108 (1989), 635-647.
- Bigi G., Cosentino D., Parotto M., Sartori R. & Scandone P. (1990) - Structural Model of Italy. Scale 1:500,000 , C.N.R. – Progetto Finalizzato Geodinamica, Roma.
- Conti P., Cornamusini G. & Carmignani L. (2020) - An outline of the geology of the Northern Apennines (Italy), with geological map at 1:250,000 scale. Ital. J. Geosci., Vol. 139, No. 2 (2020), pp. 149-194, 16 figs., 1 extraplate (<https://doi.org/10.3301/IJG.2019.25>) © Società Geologica Italiana, Roma 2020.
- Ghezzi G, Ghezzi M. & Muti A. (1995) – Carta Idrogeologica della Pianura di Piombino (Pianura del Fiume Cornia e Terrazzo di S. Vincenzo - Palmentello). Quad. Mus. Stor. Nat. Livorno, Vol. 13, Suppl. n. 2.
- Servizio Geologico d’Italia (2000) – Note Illustrative della Carta Geologica d’Italia (1:50.000), Progetto CARG, F° 306 “Massa Marittima”.
- Servizio Geologico d’Italia (1969) –Carta Geologica d’Italia (1:100.000), F° 306 “Massa Marittima”.
- Rosi A. & Agostini A. (2013) - Subsidence analysis in the Cornia river basin (Southern Tuscany, Italy) by using PSInSAR technique. Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 24 (2013), pp. 276-278, 6 figs. © Società Geologica Italiana, Roma 2013.
- Rossetto R, Veroli S., De Filippis G., Ercoli L. & Ravenna C. (2021) - Gestione sostenibile delle acque nella bassa Val di Cornia attraverso la riduzione della domanda idrica, la ricarica della falda e la riqualificazione fluviale. Revisione e aggiornamento del modello numerico per la gestione della risorsa idrica in Val di Cornia.
- Sbrilli L. – Fenomeni diffusi di sinkholes nella pianura del Fiume Cornia soggetta a subsidenza.

7 Allegati

CoD021_FV_BGD_00002_Inquadramento su Ortofoto
CoD021_FV_BGD_00003_Inquadramento su CTR_REV 00b
CoD21_FV_BPD_00054 - Carta Geologica
CoD21_FV_BPD_00055 - Carta Geomorfologica
CoD21_FV_BPD_00056 - Carta Idrogeologica