

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C4015217

Cliente Enel Green Power Italia S.r.l.

Oggetto Concessione "Travale".
Realizzazione nuove postazioni geotermiche "Montieri 7", "Radicondoli 35",
"Radicondoli 36".
Piano di indagine per la determinazione del Valore di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017) - Postazione Radicondoli 36.
Relazione tecnica indagine integrativa - settembre 2024

Ordine A.Q. JA10125351 - Attivazione n. 3500589541 del 28.05.2024

Note

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 37

N. pagine fuori testo 259

Data 28/10/2024

Elaborato C4015217 1793913 AUT **STC - Gatto Cesare ,** C4015217 3219906 AUT **STC - Grattacaso Gaia ,** C4015217 2721036 AUT **STC - Raduazzo Alessandro**
Davide Boschi

Verificato C4015217 2809622 VER **ENC - Mozzi Riccardo**

Approvato C4015217 2809622 APP **ENC - Il Responsabile - Mozzi Riccardo**

Indice

1	PREMESSA	4
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	7
3	INQUADRAMENTO DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO	10
3.1	Inquadramento geografico.....	10
3.2	Uso del suolo	11
3.3	Destinazione d'uso urbanistica	11
3.4	Localizzazione delle attività antropiche	11
4	ASSETTO AMBIENTALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO	13
4.1	Assetto geologico locale.....	13
4.2	Assetto idrogeologico locale	15
4.3	Assetto geomorfologico	17
4.4	Assetto pedologico locale.....	20
5	RIEPILOGO DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TRS	22
5.1	Sintesi delle attività eseguite	23
6	INDAGINE DI CARATTERIZZAZIONE INTEGRATIVA (SETTEMBRE 2024)	25
6.1	Impostazione metodologica	25
6.1.1	Numero, ubicazione e caratteristiche dei punti di indagine	26
6.1.2	Frequenza dei prelievi in senso verticale	27
6.1.3	Parametri da determinare.....	27
6.1.4	Restituzione dei risultati e limiti di riferimento	28
6.2	Modalità di indagini in campo	28
6.2.1	Ubicazione dei punti d'indagine realizzati.....	28
6.2.2	Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo.....	29
6.3	Campionamento della matrice suolo	30
6.4	Metodi per le analisi chimiche di laboratorio	32
7	RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE ANALITICA E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI ...	33
8	CONCLUSIONI	35

ELENCO TAVOLE FUORI TESTO

Tot. Pagg. 2

Tavola 1 Ubicazione dei punti di indagine realizzati

Tavola 2 Indicazione dei superamenti delle CSC nei terreni insaturi

ELENCO ALLEGATI FUORI TESTO

Allegato 1a – ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Verbale riunione del 28 maggio 2024.* **Tot. Pagg. 6**

Allegato 1b – ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Considerazioni in merito ai piani di indagine per definire i valori di fondo naturale Montieri 7, Radicondoli 35 e 36* **Tot. Pagg. 16**

Allegato 2 – ARPAT (Dip.to di Siena). *Verballi di campionamento suoli del 19/09/2024* **Tot. Pagg. 4**

Allegato 3 – Report delle indagini in sito - GRE.EEC.R.25.IT.G.U0459.49.002.00 **Tot. Pagg. 125**

Allegato 4a – RdP terreni. Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi comprensiva dello scheletro (raffronto con le CSC) **Tot. Pagg. 66**

Allegato 4b – RdP terreni. Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi non comprensiva dello scheletro (richiesta di ARPAT con nota n. 67149 del 26 agosto 2024) **Tot. Pagg. 44**

STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	28/10/2024	C4015217	Prima emissione

1 PREMESSA

Nell'ambito della Concessione di Coltivazione fluidi geotermici denominata "Travale", la Regione Toscana ha avviato l'iter autorizzativo di PAUR ex art. 27-bis del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. in data 04.04.2024 su istanza di Enel Green Power Italia s.r.l. (di seguito denominata EGPI), per la realizzazione di tre nuove postazioni di manutenzione campo geotermico ("Montieri_7", "Radicondoli_35", "Radicondoli_36") e delle relative opere a rete necessarie a garantirne il collegamento con le Centrali geotermoelettriche esistenti nell'area.

Le tre postazioni denominate Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36 ricadono: la prima nel Comune di Montieri (GR), le ultime due nel Comune di Radicondoli (SI).

Le postazioni di perforazione dei pozzi geotermici consistono in piazzali di servizio destinati al posizionamento dei macchinari e delle attrezzature logistiche necessarie per l'esecuzione delle perforazioni, per lo svolgimento delle prove di caratterizzazione e per l'esercizio dei pozzi con l'obiettivo di mantenere costante la produzione dell'energia elettrica e far fronte al declino naturale del fluido estraibile, normali attività facenti parte della coltivazione della risorsa mineraria; il progetto prevede quindi la realizzazione di manufatti in cemento armato tra i quali i principali sono: le solette per il posizionamento dell'impianto di perforazione e la raccolta dei potenziali ed eventuali sversamenti, la vasca per la raccolta del detrito di perforazione, la vasca acqua-fango.

Le opere sono completate dalla viabilità di accesso alle postazioni, parcheggi, e dalle linee fluidi (vapore, acqua) per il collegamento delle singole postazioni alle reti fluidi già esistenti nell'area.

Nell'ambito della progettazione definitiva delle opere della Concessione "Travale", sviluppata dalla Società ISMES S.p.A. su incarico di EGPI, è stato ricostruito il modello geologico locale dei tre siti, la cui validità è stata verificata attraverso indagini geognostiche dirette svolte da settembre 2023 e febbraio 2024, comprensive di perforazioni a carotaggio continuo spinte fino alla profondità massima di 30 m da p.c., oltre che di piezometri penetranti l'acquifero superficiale (ove presente), di prove penetrometriche e indagini geofisiche (sismica a rifrazione).

Le opere civili previste dai progetti proposti comportano la realizzazione di scavi e rilevati, con la previsione di riutilizzare all'interno del sito, in due dei tre siti senza trattamento preliminare, i terreni provenienti dagli scavi che saranno ritenuti idonei dal punto di vista geotecnico ed ambientale; i terreni prodotti dagli scavi già identificati in fase progettuale, o che risulteranno, non idonei o eccedenti rispetto ai quantitativi necessari, saranno destinati al conferimento come rifiuto. Nell'ambito delle attività di cui sopra le Terre e Rocce da Scavo (nel seguito TRS), qualificate come sottoprodotti ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 120/2017, saranno gestite ai sensi dell'articolo 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

EGPI ha quindi elaborato, per ciascuna delle postazioni succitate, il "Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017 (art. 9) in forma preliminare e criteri di gestione delle terre da scavo come rifiuto ai sensi della parte IV del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii." (per la postazione di Radicondoli 36: GRE.EEC.R.28.IT.G.13407.00.007.00 del 14/12/2023, Rif.[4]).

I Piani di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo sono stati redatti con riferimento al Capo II del D.P.R. 120/2017, relativo a cantieri di grandi dimensioni sottoposti a VIA; i documenti contengono il Piano di caratterizzazione dei suoli al fine di accertarne i requisiti ambientali, redatto ai sensi dell'art. 4, comma 2, lettera d) del D.P.R. 120/2017.

Le indagini di caratterizzazione ambientale delle Terre e Rocce da Scavo sono state eseguite a novembre 2023 (Montieri 7), dicembre 2023 (Radicondoli 35) e gennaio 2024 (Radicondoli 36), mediante la realizzazione presso il sedime di ciascuna postazione di n. 10 sondaggi geognostici (AMB01÷AMB10) a carotaggio continuo. I sondaggi sono stati spinti fino a profondità variabili, in funzione della massima profondità di scavo prevista a progetto in corrispondenza delle diverse strutture costituenti la postazione e le relative opere accessorie. Durante la realizzazione dei sondaggi sono stati prelevati dei campioni di terreno, secondo i dettami definiti nell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017, al fine di caratterizzare il sottosuolo in corrispondenza delle principali strutture civili da realizzare. Il campionamento delle acque di falda è stato eseguito, ove possibile, in corrispondenza dei piezometri preesistenti, installati in occasione delle indagini geotecniche funzionali alla progettazione delle opere.

Le analisi chimiche dei terreni prelevati dai sondaggi hanno evidenziato concentrazioni non conformi alle concentrazioni soglia previste dalla Tabella 1 dell'Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. per i parametri Antimonio (Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36), Arsenico (Montieri 7, Radicondoli 35), Cobalto (Montieri 7, Radicondoli 36), Cromo totale (Radicondoli 35), Nichel (Radicondoli 35), Rame (Radicondoli 35, Radicondoli 36), Zinco (Radicondoli 35), Idrocarburi pesanti C>12 (Montieri 7). Le acque sotterranee sono invece risultate conformi ai limiti di legge per tutti i parametri analizzati.

I risultati delle indagini svolte sono descritti nel documento ISMES "Relazione sull'esito delle indagini ambientali" (Rif. [8]), che oltre a descrivere le non conformità riscontrate contiene una descrizione del contesto geologico e geochimico nel quale i tre siti sono inseriti e ipotizza una correlazione tra tale contesto naturale e i valori di concentrazione rilevati per i parametri risultati non conformi (in particolare metalli).

Con lo scopo di definire le modalità di gestione operativa delle terre e rocce da scavo, che saranno prodotte sui siti della Concessione "Travale", con particolare riferimento alle concentrazioni riscontrate per i parametri Antimonio, Arsenico, Cobalto, Cromo totale, Nichel, Rame, Zinco, Idrocarburi pesanti C>12, EGPI intende procedere con lo studio per la determinazione dei Valori di Fondo in conformità con quanto previsto dall'art. 11 del DPR 120/2017, comma 1 (Rif. [2]).

In data 07/05/2024 EGPI ha pertanto notificato il rilevamento di superamenti delle CSC nei terreni ai sensi dell'art.245 del D.Lgs.152/06 e ss.mm.ii. (nota ENEL-EGI-07/05/2024-0011984, Rif. [9]), allegando alla stessa la Relazione Tecnica sull'esito delle indagini di caratterizzazione delle TRS e richiedendo ad ARPAT un incontro tecnico per presentare i dati a disposizione e condividere le linee essenziali del modello concettuale sulla base del quale basare il Piano di indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale.

In tale ambito, EGPI ha incaricato CESI S.p.A. (in seguito CESI) di elaborare il documento "Piano di Indagine per la definizione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art.11 D.P.R. 120/2017)" (Rif. [2]), nel quadro normativo previsto dall'art. 11, comma 1, del D.P.R. 120/2017 e della procedura di cui al Par. 4.1 delle Linee Guida 174/2018 (Rif. [8]), finalizzato alla formulazione del Modello Concettuale preliminare ed alla definizione del piano di indagine per il completamento del set di dati disponibili, necessario per la fase di analisi dei dati, funzionale alla determinazione dei Valori di Fondo (si seguito VFN).

L'assetto ambientale locale, il Modello Concettuale e il Piano delle Indagini proposti per ogni sito sono contenuti nelle Appendici 1÷3 al medesimo documento per la postazione Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36 (Rif. [13]), rispettivamente.

Con lo scopo di condividere preliminarmente con Regione Toscana (Settore VIA/VAS) e con i Dipartimenti di ARPA Toscana coinvolti (Grosseto e Siena) i contenuti previsti dal sopracitato Piano di Indagine, in data 28/05/2024 si è svolto in videoconferenza un Tavolo Tecnico, il cui verbale è riportato in **Allegato 1a** al presente documento.

Le osservazioni formulate dall'Ente di Controllo sono state dunque recepite nel Piano di Indagine che è stato quindi trasmesso in data 24/06/2024 con nota prot. n.17051 e considerato positivamente nella nota ARPAT prot.67149 del 26/08/2024 (**Allegato 1b**).

A seguito di idonei sopralluoghi atti a verificare l'effettiva fattibilità delle perforazioni in corrispondenza delle ubicazioni previste, le indagini sono state eseguite nei giorni 10÷11/09/2024 presso la postazione "Montieri 7", nei giorni 13÷16/09/2024 presso la postazione "Radicondoli 35" e in data 17/09/2024 presso la postazione "Radicondoli 36".

Le attività sono state svolte in contraddittorio con ARPA Toscana, rispettivamente dipartimenti di Grosseto nelle giornate 10÷11/09/2024 e Siena nelle giornate 13-16-17/09/2024.

Il presente documento ha pertanto lo scopo di descrivere in dettaglio le attività e i risultati ottenuti con le indagini integrative svolte presso la postazione "Radicondoli 36", identificata quale Unità di Campionamento (di seguito UdC) sulla base del suo contesto geologico, geomorfologico e geochimico, ovvero i caratteri specifici che la differenziano dalle restanti UdC definite per la concessione di Travale (Montieri 7 e Radicondoli 35), come descritto al Paragrafo 7.2 del Piano di Indagine (Rif. [12]).

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Riferimenti tecnici

- [1] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Progetto Definitivo. Postazioni e linee fluidi. Relazione Geologica* GRE.EEC.R.28.IT.G.13407.00.001.00 del 14/9/2023, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [2] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Progetto Definitivo. Postazione e opere di rete. Piano particellare.* GRE.EEC.R.28.IT.G.13407.00.008.00 del 25/8/2023, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [3] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Progetto Definitivo. Relazione descrittiva progetto, fasi di lavorazione, mezzi d'opera e maestranze. Caratteristiche dei cantieri ai sensi dell'Art. 40 ter del DPGR 46/R/2008 e ss.mm.ii.* GRE.EEC.R.28.IT.G.13407.00.003.00 del 30/11/2023, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [4] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Progetto Definitivo. Piano Preliminare di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo ai sensi del DPR 120/2017 (art.9) in forma preliminare e criteri di gestione delle terre da scavo come rifiuto ai sensi della parte IV del DLgs 152/06 e ss.mm.ii.* GRE.EEC.R.28.IT.G.13407.00.007.00 del 14/12/2023, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [5] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche* GRE.EEC.R.25.IT.G.13407.49.002.00 del 8/3/2024, presentato in fase di integrazione documentale PAUR (prot.n.008645 del 28/03/2024).
- [6] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Rapporto Indagini Sondaggi Ambientali per caratterizzazione Terre e Rocce da Scavo.* GRE.EEC.R.25.IT.G.13407.49.005 R36005_RIAmb del 21/03/2024, presentato in fase di integrazione documentale PAUR (prot.n.008645 del 28/03/2024).
- [7] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazione Geotermica Radicondoli 36. Rapporto prove di laboratorio ambientale.* GRE.EEC.R.25.IT.G.13407.49.006 R36006_LabAm del 23/04/2024 presentato con Nota prot. ENEL-EGP-07/05/2024-0011984 del 07/05/2024.
- [8] Enel Green Power Italia S.r.l. *Concessione "Travale". Postazioni Geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36. Progetto definitivo. Relazione tecnica sull'esito delle indagini ambientali di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017.* GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 CTr021_RAmb del 24/04/2024, presentato in istanza di PAUR (prot.n.001382 del 19/01/2024).
- [9] Enel Green Power Italia (EGP and TGx Italy – Operation & Maintenance Geothermal Italy). *Comunicazione ai sensi dell'articolo 245 del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. di rilevamento superamenti delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) nei terreni – Nuove Postazioni di Manutenzione Campo Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36 ubicate nella Concessione di Coltivazione "Travale", nei Comuni di Radicondoli (SI) e Montieri (GR) – Procedimento autorizzativo PAUR (Regione Toscana) n.ID: 2199.* Nota prot. ENEL-EGP-07/05/2024-0011984 del 07/05/2024.
- [10] ARPA Toscana – Direzione Tecnica – Settore VIA/VAS. [ID:2199] PAUR ex Dlgs. 152/2006 art. 27-bis, "Progetto di realizzazione di tre nuove postazioni di coltivazione campo geotermico

(Montieri_7, Radicondoli_35, Radicondoli_36) e opere a corredo nell'ambito della Concessione di Coltivazione Travale" nei Comuni di Radicondoli (SI) e Montieri (GR). Proponente: Enel Green Power Italia S.r.l. Contributo istruttorio. Nota n. 0267247 del 13 maggio 2024.

- [11] ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. Verbale riunione del 28 maggio 2024.
- [12] CESI S.p.A. Rapporto C4009046 del 21/06/2024. *Concessione "Travale". Realizzazione nuove postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36. Piano di Indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017).*
- [13] CESI S.p.A. Rapporto C4009046 del 21/06/2024. *Concessione "Travale". Realizzazione nuove postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35, Radicondoli 36. Piano di Indagine per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art. 11 D.P.R. 120/2017) - APPENDICE 3: Postazione Radicondoli 36.*
- [14] ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Considerazioni in merito ai piani di indagine per definire i valori di fondo naturale Montieri 7, Radicondoli 35 e 36. Nota n. 67149 del 26 agosto 2024.*
- [15] Enel Green Power Italia S.r.l. [ID:2199] *PAUR ai sensi art. 27 bis del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e art. 73 bis della L.R. 10/2010 relativamente al progetto "Concessione di Coltivazione Travale - Nuove Postazioni di Manutenzione Campo Montieri_7, Radicondoli_35, Radicondoli_36" nei comuni di Montieri (GR) e Radicondoli (SI). Proponente: Enel Green Power Italia S.r.l. Caratterizzazione delle aree interessate da movimenti terra e determinazione del Valore di Fondo Naturale (VFN) ex art. 11 del D.P.R. 120/2017: Trasmissione esiti indagini postazioni e Rapporti di Prova Nota. prot. ENEL-EGI-14/10/2024-0027823 del 14/10/2024*

Riferimenti tecnico-normativi

- [1] Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e successive modificazioni e integrazioni (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96).
- [2] Decreto del Presidente della Repubblica 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164" (G.U. n. 183 del 7 agosto 2017)
- [3] ARPAT (2009) - Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee nei Siti di Interesse Nazionale di Massa Carrara, Livorno e Piombino
- [4] ARPAT (2010) - Definizione dei Valori di Fondo per alcuni parametri nelle Acque Sotterranee nel Sito di Interesse Nazionale di Grosseto
- [5] ISPRA (2011) – Linee Guida "Procedura per l'analisi degli idrocarburi >C12 in suoli contaminati". Manuali e Linee Guida n. 75/2011
- [6] ARPAT (2015) - Studio per la definizione dei valori di fondo delle sostanze prioritarie Cd, Hg, Ni, Pb e di As e Cr nelle acque e sedimenti dei corpi idrici superficiali interni
- [7] ARPAT (2017) - Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere della Toscana. Rapporto finale aggiornato
- [8] ISPRA (2018) – "Determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee". Manuali e Linee Guida n. 174/2018.

- [9] ISPRA (2018) – Linee Guida n. 170/2018 “Definizione delle province geochemiche a mare e dei relativi valori di fondo nei sedimenti marini”. Manuali e Linee Guida n. 170/2018.

3 INQUADRAMENTO DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

3.1 Inquadramento geografico

La postazione Radicondoli 36 si trova nel territorio del Comune di Radicondoli (SI), nella zona delle Colline Metallifere toscane, corrispondente al settore compreso tra Siena e il Mar Tirreno.

Nella figura seguente è possibile osservare l'ubicazione relativa della postazione geotermica di Radicondoli 36, ubicata a circa 4,5 km dalla postazione Radicondoli 35 e a circa 6,5 km da quella Montieri 7.

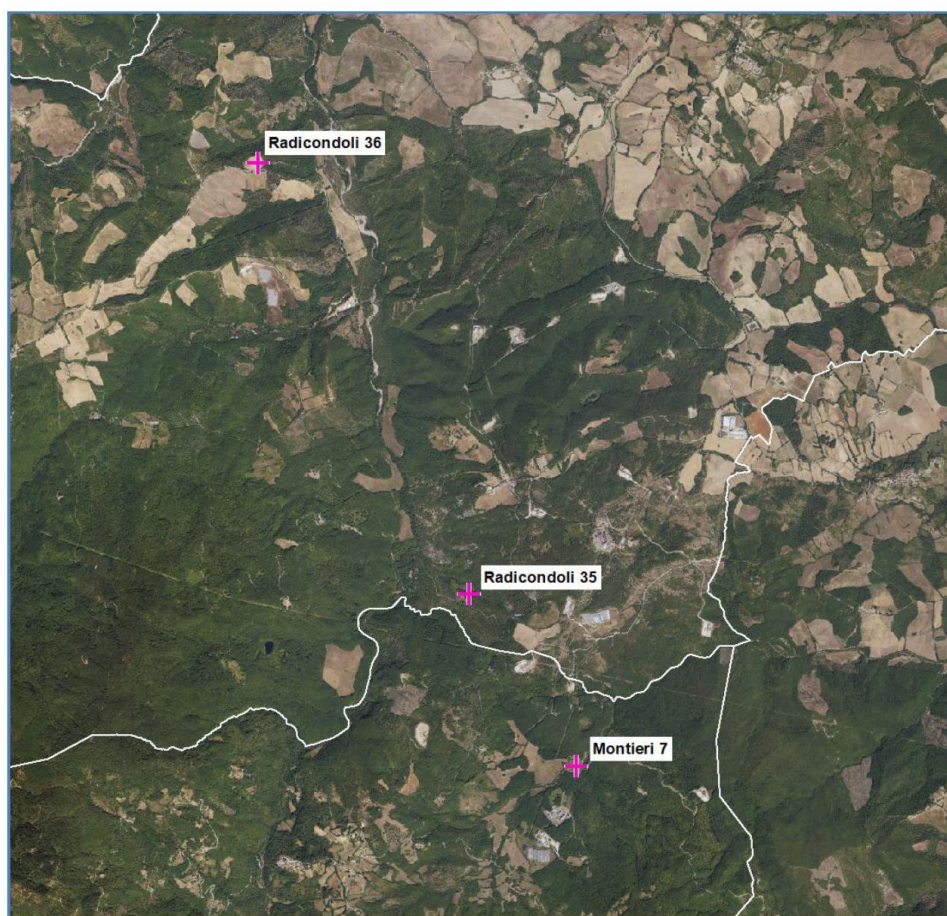


Figura 1– Ubicazione delle tre Postazioni: Radicondoli 36, Radicondoli 35 e Montieri 7.
Ortofoto OFC 2023 (GSD 20cm) fornite dalla Regione Toscana

Nella tabella seguente sono riportati i riferimenti cartografici del sito; le coordinate geografiche, nel sistema Gauss Boaga Datum ROMA 1940 fuso Ovest, sono relative al punto di origine degli assi X e Y della postazione, corrispondente al centro del pozzo, tra i 5 previsti, più distante dall'ingresso della postazione stessa.

Postazione	Coordinate U.T.M. Gauss Boaga		Riferimento (pozzo)	Sezione CTR 1:10.000
	E	N		
Radicondoli 36	1662995.98	4787786.73	RAD_36	296130

Tabella 1– Riferimenti cartografici della postazione.

I riferimenti catastali delle particelle interessate dagli interventi e l'elenco dei relativi proprietari sono elencati nel documento "Postazione e Opere di rete: Piano Particellare" (elaborato GRE.EEC.D.28.IT.G.13406.00.009.00, Rif. [2]).

3.2 Uso del suolo

L'area destinata alla realizzazione della postazione Radicondoli 36 corrisponde ad un seminativo attualmente in uso, collocato su un'altura con crinale orientato in direzione OSO – ENE, delimitato a sud dalla strada comunale di Rivardello Fosini; sul sito sono presenti i fabbricati abbandonati del Podere Acquabona, di cui è prevista dal progetto la salvaguardia previo intervento di messa in sicurezza e consolidamento fondale. La superficie topografica degrada dolcemente in direzione est e sud, mentre con pendenze significative verso nord. L'area circostante è fittamente vegetata. Il pendio che si sviluppa a sud, al di là della strada che corre sul crinale, è spoglio di vegetazione e, proprio di fronte al sito di intervento, è utilizzato come vigneto.

Per quanto concerne la copertura e l'uso del suolo prevalenti del sito della futura postazione Radicondoli 36, la cartografia della Regione Toscana (con riferimento alla Figura 5 del rapporto CESI C4009046 rif. [12]) riporta la presenza di *aree a Seminativo (210)*, mentre le aree circostanti (con particolare riferimento a quelle poste a N, E, e O) sono fittamente vegetate a *boschi di latifoglie (311)*. Il percorso delle relative linee fluidi ricade in aree a *Seminativi (210)* e *Aree industriali e commerciali (121)*.

3.3 Destinazione d'uso urbanistica

Il Piano Operativo Intercomunale (2014) identifica per la postazione di Radicondoli 36 le seguenti destinazioni d'uso: "E2 – Prevalente funzione agricola" e "Eb5 – Boschi di conifere".

Ai fini della gestione delle terre di scavo secondo il D.P.R. 120/2017, i terreni interessati dagli scavi sono da attribuire a "siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale" di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Si evidenzia però che l'autorizzazione alla realizzazione ed esercizio della nuova Postazione comporterà l'avvio sul relativo sito di una attività produttiva, consistente nell'attività di ricerca mineraria e di coltivazione della risorsa geotermica nell'ambito della Concessione Travale.

In tal senso la gestione delle terre da scavo potrà fare riferimento alla destinazione d'uso di fatto prevista, corrispondente a "siti ad uso Commerciale e Industriale" di cui alla colonna B della Tabella 1, Allegato 5, sopra citato.

3.4 Localizzazione delle attività antropiche

L'analisi relativa alla localizzazione delle attività antropiche alla scala della postazione è stata condotta attraverso la consultazione del Sistema Informativo Regionale Ambientale della Toscana (SIRA), relativamente alle seguenti categorie INSPIRE con i relativi dataset:

- Risorse energetiche:
 - Centrali geotermiche.
- Produzione e impianti industriali:
 - Aziende a rischio di incidente rilevante
 - Aree agricole per spandimento fanghi
 - Impianti di gestione dei rifiuti
 - Impianti soggetti ad autorizzazione ambientale integrata
 - Impianti di potenza a biocombustibile

- Impianti di gestione dei rifiuti
- Impianti di depurazione.

Nell'area comprendente la postazione in progetto sono presenti infrastrutture legate alla coltivazione della risorsa geotermica rappresentate da vapordotti, acquedotti, postazioni di perforazione e da n.3 centrali geotermoelettriche esistenti, come mostrato nella Figura 6 del rapporto CESI C4009046 rif. [12]:

- Centrale "Pianacce": ubicata nel Comune di Radicondoli ad una distanza di 2,5 m dalla nuova postazione Radicondoli 36.
- Centrale "Rancia 1": ubicata nel Comune di Radicondoli ad una distanza di 3 km dalla postazione Radicondoli 36.
- Centrale "Rancia 2": ubicata nel Comune di Radicondoli ad una distanza di 2,8 m dalla postazione Radicondoli 36.

Alla medesima scala di osservazione, non si rileva la presenza di insediamenti produttivi e impianti industriali quali aziende a rischio incidente rilevante, impianti gestione rifiuti, impianti soggetti ad AIA.

La consultazione delle schede dell'inventario dei siti minerari della Regione Toscana (BD_RIMI, Regione Toscana - Banca Dati Risorse Minerarie (BD_RIMI)) ha permesso di constatare che nel bacino imbrifero sotteso alla postazione geotermica in progetto, sono presenti tre siti minerari di diversa epoca storica, tutti abbandonati ma comunque censiti all'interno del database regionale. In particolare, sono censite coltivazioni di mineralizzazioni sia tipo "Lagoni" collegate ai soffioni boraciferi (Travale MIN-193), sia a solfuri misti (Poggio Mutti-Gerfalco MIN_138 e Montieri MIN_117). Per le caratteristiche geologiche e giacimentologiche dei tre siti minerari indentificati, estratte dalle schede dell'inventario del BD_RIMI, si rimanda al paragrafo 6.2 del documento RAAMB (*Concessione "Travale". Postazioni Geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36. Progetto definitivo. Relazione tecnica sull'esito delle indagini ambientali di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017* Rif. [8]). L'ubicazione di questi siti minerari, in relazione alla posizione della postazione geotermica in progetto e all'assetto geologico ricavato dal DB geologico della Regione Toscana (fonte: Geoscopio), è riportata nella Figura 7 del rapporto CESI C4009046 (rif. [12]).

Dal portale Geoscopio della Regione Toscana sono state altresì reperite ulteriori informazioni concernenti la presenza di siti censiti dal Piano Regionale Cave nell'areale di riferimento della postazione. Con riferimento alla Figura 8 del rapporto CESI C4009046 rif. [12]), l'analisi ha permesso di identificare la presenza di alcuni giacimenti potenziali di cui n.2 ubicati nel Comune di Radicondoli; rispetto alla postazione di Radicondoli 36, il più vicino di tali giacimenti potenziali si trova ad una distanza di circa 3,5 km (ID 09052025065001, Pod. Fibbiano, gessi e alabastri per uso industriale e da costruzione).

L'analisi di dettaglio delle pressioni antropiche potenziali, passate e presenti, approfondita alla scala della singola postazione mediante l'esecuzione di sopralluoghi e la consultazione delle foto aeree storiche disponibili sul portale Geoscopio della Regione Toscana (funzione "Historia Loci") che risalgono fino al volo GAI del 1954, è riportata al paragrafo 3.4 del rapporto CESI C4009046 (rif. [12]).

4 ASSETTO AMBIENTALE DELL'UNITÀ DI CAMPIONAMENTO

Nel seguito sono descritte le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, geomorfologiche e pedologiche locali dell'area interessata dalla postazione in progetto. Per le informazioni relative all'assetto generale, a scala regionale ed alla scala dell'area comprendente le tre postazioni in progetto, si rimanda al Capitolo 4 del rapporto CESI C4009046 (rif. [12]).

4.1 Assetto geologico locale

L'area in studio è caratterizzata dalle unità appartenenti alla Successione Neogenica del versante tirrenico dell'Appennino settentrionale, cronologicamente riferibile al Pliocene, qui rappresentata nello specifico dalla Formazione di Chiusdino.

Litologicamente si tratta di argille e argille sabbiose con livelli di lenti di sabbie alternate a conglomerati minuti. Il substrato risulta costantemente mascherato dalla coltre di copertura costituita dai depositi quaternari olocenici di natura eluvio-colluviale, alterati e modellati dagli agenti morfodinamici legati alla gravità (colamenti, soliflussi).

Nei limitati affioramenti riscontrati nell'area del sito sono stati rilevati depositi ascrivibili al membro dei Conglomerati di Monte Capino in facies conglomeratica. L'unità è qui costituita da un conglomerato poligenico mal classato, con clasti eterometrici (2- 35 centimetri) di forma da sub-arrotondata ad arrotondata, matrice-sostenuto (localmente clasto-sostenuto) scarsamente o affatto cementato e con matrice argilloso-sabbiosa di colore nocciola (a luoghi giallo ocra o rossa). La stratificazione è mal definita o totalmente assente. La giacitura risulta sub-parallela alle isoipse, solo debolmente a franapoggio con immersione verso O-NO. All'interno del membro conglomeratico si rinvencono piccole lenti di argille e sabbie (da 10 a 50 cm di spessore), di colore giallo ocra, le quali sottolineano il passaggio latero-verticale con la litofacies argillosa.

Dall'esame morfologico e del reticolato idrografico si evince come l'area della postazione, che risulta ubicata in corrispondenza del culmine di una dorsale collinare, non sia interessata dalla presenza di depositi di origine alluvionale; l'alveo dei fossi minori presenti nell'immediato intorno (Fosso Brutalmelo a N e Fosso Foreste a S) risulta collocato a quote inferiori di circa 80-100 m. Il bacino imbrifero di tali fossi risulta ad ogni modo impostato all'interno delle medesime formazioni che costituiscono il sottosuolo del sito in studio (depositi continentali della Formazione di Chiusdino).

L'assetto geologico dell'area è raffigurato nella seguente **Figura 2**.

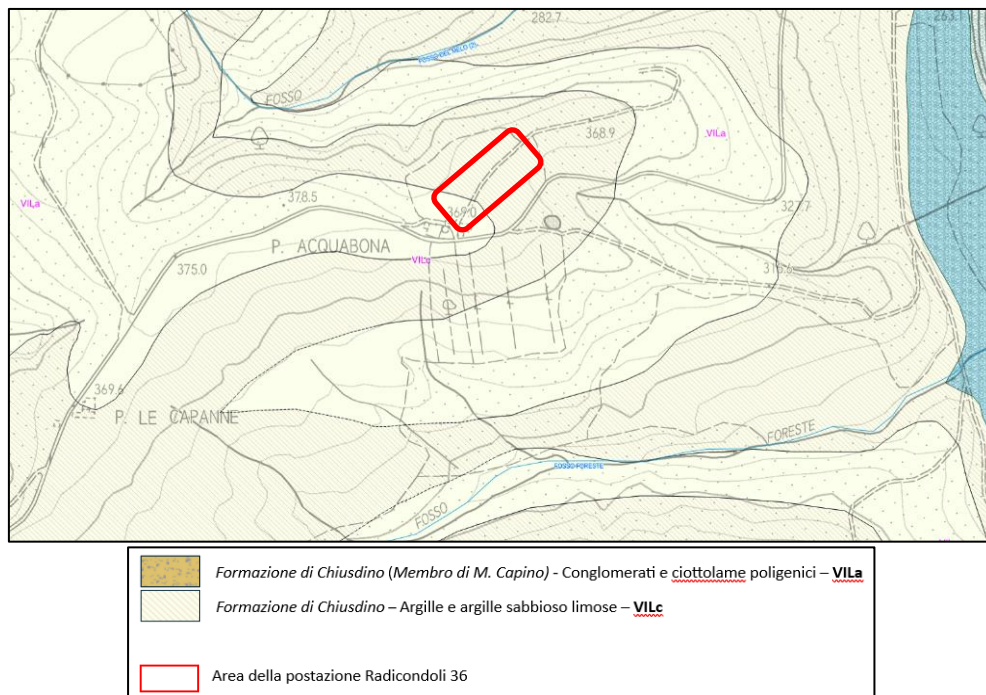
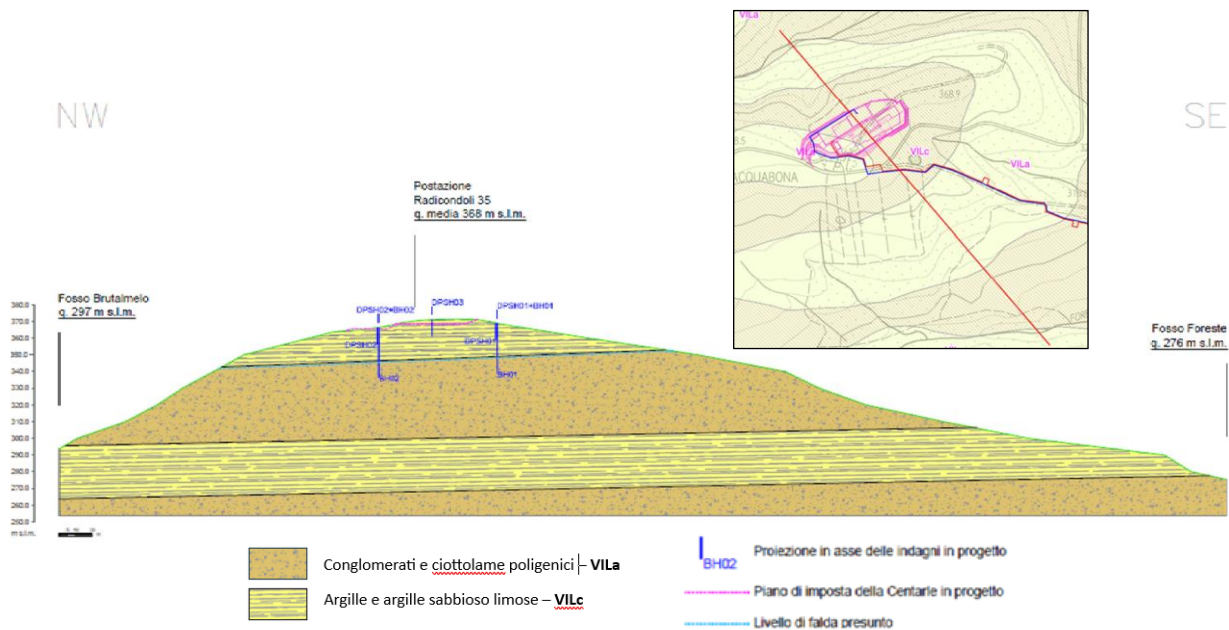


Figura 2– Carta geologica di dettaglio dell’area della postazione Radicondoli 36
(Regione Toscana – Portale Geoscopio - Database Geologico)

La caratterizzazione litostratigrafica del sito è riportata nella Relazione Geologica del Progetto Definitivo della postazione (Rif. [1]), sulla base dei dati raccolti con alcune indagini svolte nell’ambito del Piano Strutturale Intercomunale dei Comuni di Casole d’Elsa e Radicondoli; ulteriori dati sono stati raccolti attraverso una campagna di indagini geognostiche dedicate alla completa caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dell’area della postazione e della annessa viabilità di accesso (*Progetto Definitivo. Postazione: Rapporto indagini geognostiche*, Rif. [5]), realizzata da EGPI nell’ambito della progettazione esecutiva delle opere civili previste.

Le indagini del Piano Strutturale Intercomunale hanno evidenziato la presenza di terreni di origine continentale caratterizzati da alternanze di livelli plurimetri a granulometria fine prevalente (argille, argille limose, limi sabbioso-argillosi,) ed a tessitura più grossolana (ghiaie e conglomerati poligenici eterometrici in matrice sabbioso-limosa). Tali alternanze sono state rilevate con continuità fino alla massima profondità investigata. In superficie è stato inoltre riconosciuto un orizzonte costituito da terreni eluviali probabilmente interessati da fenomeni di creep e/o soliflusso.

Sulla base dei dati di cui sopra e delle evidenze raccolte in sito durante il sopralluogo per la progettazione della postazione, è stato elaborato il modello geologico preliminare del sottosuolo presentato nella Relazione Geologica del Progetto (Rif. [1]), rappresentato nella sezione geologico-interpretativa in



Figura

3.

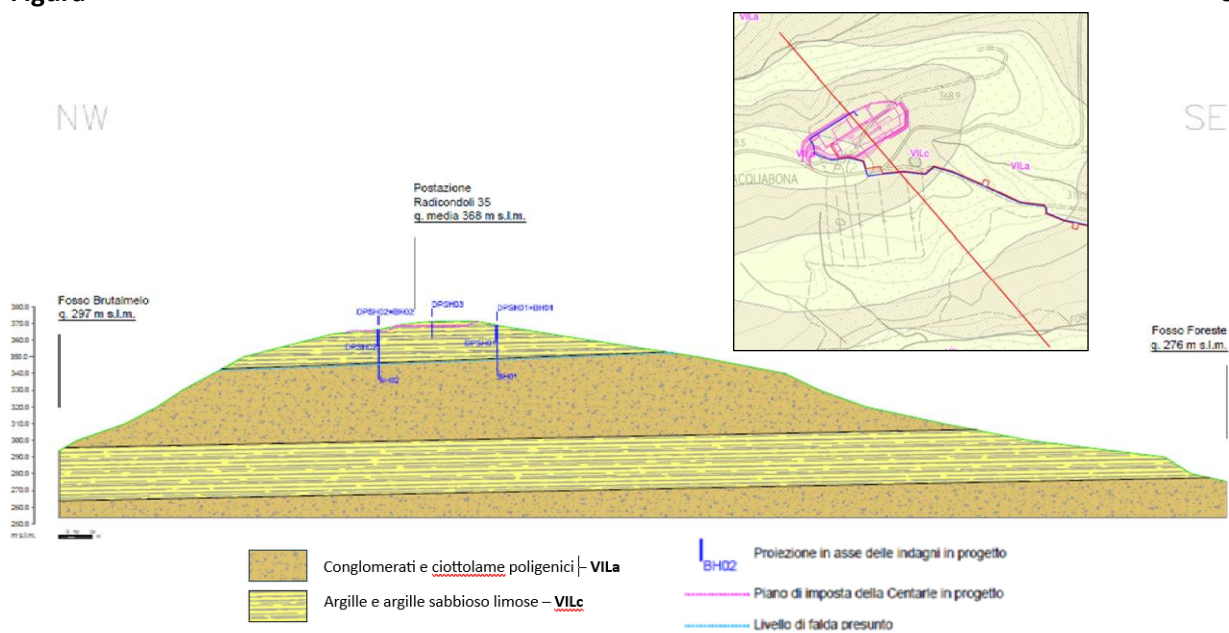


Figura 3– Sezione geologica interpretativa estesa per l'area in studio

Nel profilo interpretativo in

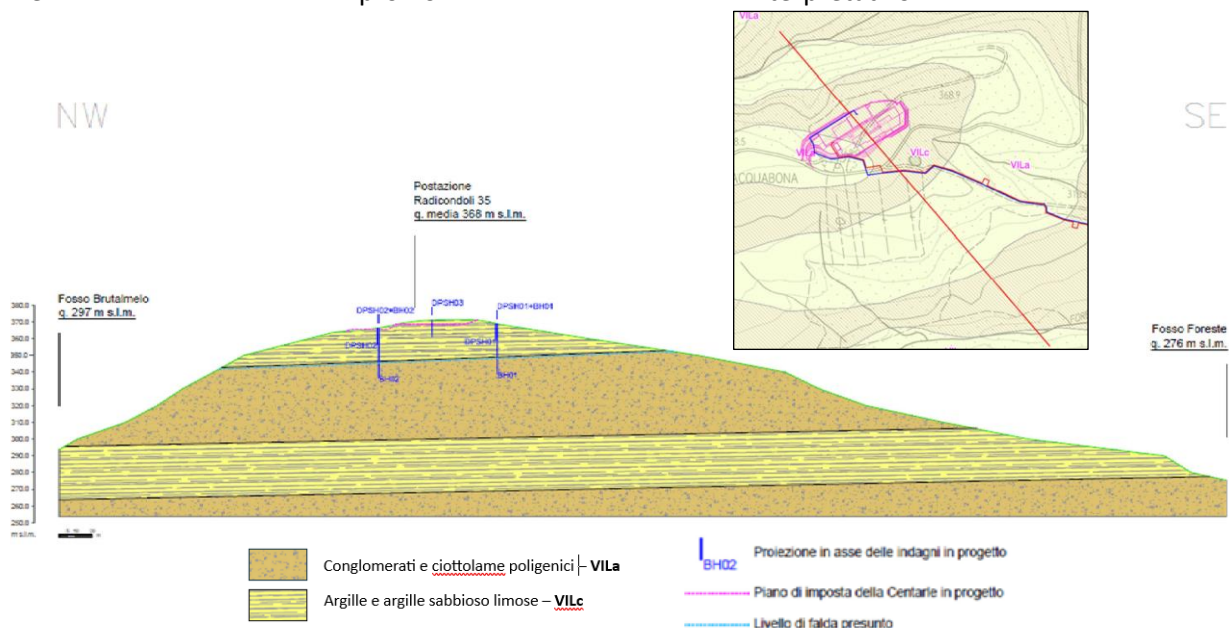


Figura 3 sono state indicate le posizioni approssimative di alcune delle verticali delle indagini geognostiche eseguite nell'ambito della progettazione presso il sedime della postazione (Rif. [5]); i logs stratigrafici dei quattro sondaggi perforati fino a 30 m dal p.c. confermano il modello geologico rappresentato, evidenziando la presenza di materiali ascrivibili a copertura eluviale di limitato spessore (max 4-5 m da p.c.) cui seguono, fino alla massima profondità indagata, fitte alternanze metriche o plurimetriche di argille prevalentemente limose, talora sabbiose o debolmente sabbiose, e ghiaie fini eterometriche a prevalenti ciottoli carbonatici da millimetrici a centimetrici, immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa, queste ultime interpretabili come facies conglomeratica della Formazione di Chiusdino.

4.2 Assetto idrogeologico locale

L'assetto idrogeologico del sito, in accordo a quanto riportato nella carta idrogeologica contenuta nel PSC intercomunale già citato (**Figura 4**), è legato alle caratteristiche delle formazioni costituenti il substrato; in particolare, viene attribuita una sostanziale impermeabilità ai terreni caratterizzati da facies fine prevalente (argille, argille limose, limi sabbioso-argillosi, che interessano la quasi totalità dell'area di imposta della postazione) ed una permeabilità secondaria per fratturazione in corrispondenza delle facies ghiaioso-conglomeratiche maggiormente competenti.

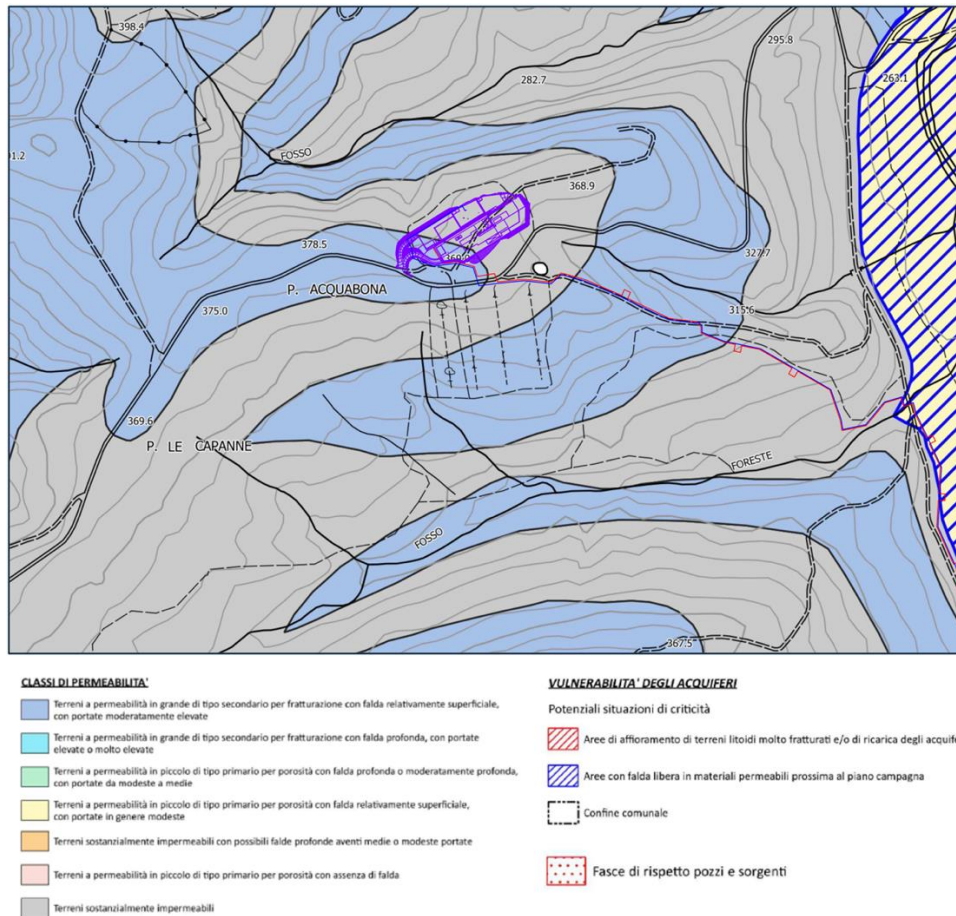


Figura 4– Carta idrogeologica di sintesi per l'area della postazione Radicondoli 36 (Piano Strutturale Intercomunale di Radicondoli e Casole d'Elsa, Tavola Q.G03.5)

I sopralluoghi conoscitivi effettuati hanno evidenziato la presenza di possibili punti di emersione della falda superficiale, testimoniati in particolare sia dalla presenza di uno specchio d'acqua (indicato nella **Figura 5**) apparentemente privo di un immissario e alimentato direttamente dalle acque sotterranee, posto a quota di circa 350 m s.l.m. a poca distanza dal sedime delle opere in progetto, che da numerosi scaturigini e stillicidi, ubicati sui due versanti che degradano sia verso N che verso S rispetto all'area in studio, all'incirca alla medesima quota di cui sopra, e da cui traggono origine i piccoli impluvi degli immissari del Fosso Brutamelo, a nord, e del Fosso Foreste, a sud (**Figura 5**).

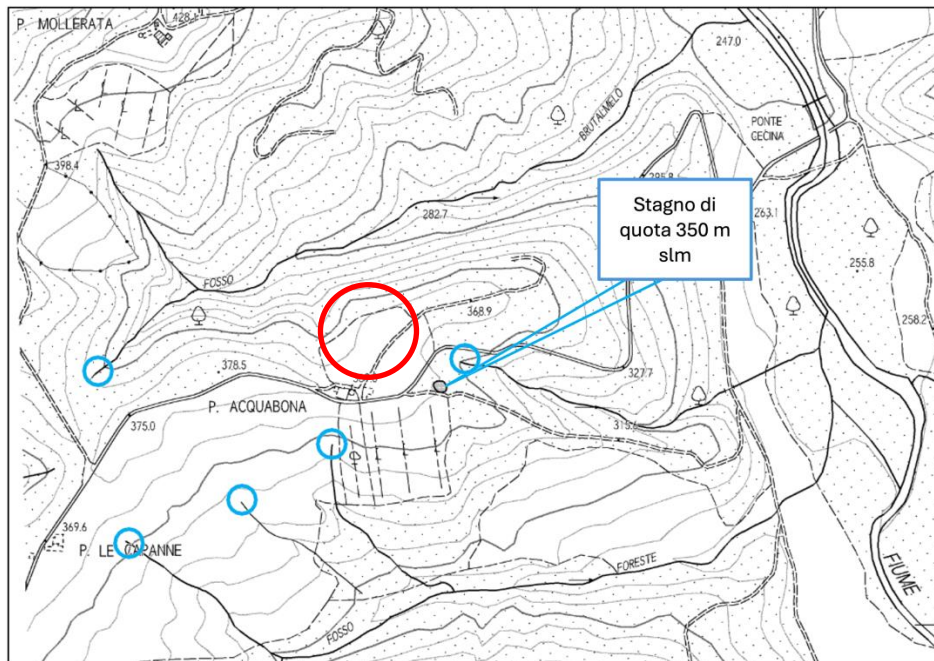


Figura 5– Evidenza delle principali sorgenti locali poste alla quota di circa 350 m s.l.m. In rosso l'area di imposta della postazione di perforazione

Considerando la differenza tra la quota di imposta delle opere in progetto (compresa tra 360 e 367 m circa s.l.m.) e le quote delle emergenze di cui sopra, è possibile stimare una soggiacenza della falda acquifera maggiore di 10 m dal p.c..

Tale ipotesi è confermata dalle misure piezometriche eseguite in corrispondenza dei piezometri superficiali e profondi realizzati nell'ambito delle indagini geognostiche per la progettazione degli interventi (Rif. [5]), che hanno evidenziato soggiacenze comprese tra 12,4 e 14,2 m da p.c. rispettivamente.

La Relazione Geologica di progetto (Rif. [1]) adotta il principio di cautela assumendo di considerare, in fase esecutiva degli scavi, la possibile presenza di venute d'acqua, in quanto non si può escludere che localmente possano essere intercettati orizzonti di deflusso preferenziali, delle acque di infiltrazione meteorica.

Considerato l'assetto stratigrafico di dettaglio desunto dai logs stratigrafici preliminari dei sondaggi geognostici di cui sopra, e confermato da quelli realizzati nell'ambito della caratterizzazione delle TRS, l'orizzonte acquifero intercettato non interessa quindi i materiali superficiali ascrivibili a copertura eluviale, che dalle stratigrafie dei sondaggi geognostici realizzati hanno uno spessore limitato a circa 4-5 m, ma risulta impostato direttamente nei depositi argilloso-conglomeratici del substrato neogenico; per quest'ultimo le prove Lefranc in foro eseguite a diverse profondità hanno restituito valori di permeabilità con ordini di grandezza compresi tra $10^{-8} < k < 10^{-9}$ m/sec.

4.3 Assetto geomorfologico

L'aspetto morfologico del sito di imposta della futura postazione Radicondoli 36 è visibile nel suo insieme in **Figura 6**, da cui è possibile notare come il sito risulti situato in corrispondenza di un blando crinale, con versanti asimmetrici a probabile controllo strutturale, che presenta un versante più acclive immergente verso NO con una pendenza media di circa 25°, con variazioni locali imputabili a variazioni gravitative di assetto della coltre superficiale, e un versante immergente verso SE con una pendenza

media di circa 12°, anche questo caratterizzato da locali variazioni imputabili alle blande azioni erosive che ne incidono la superficie.

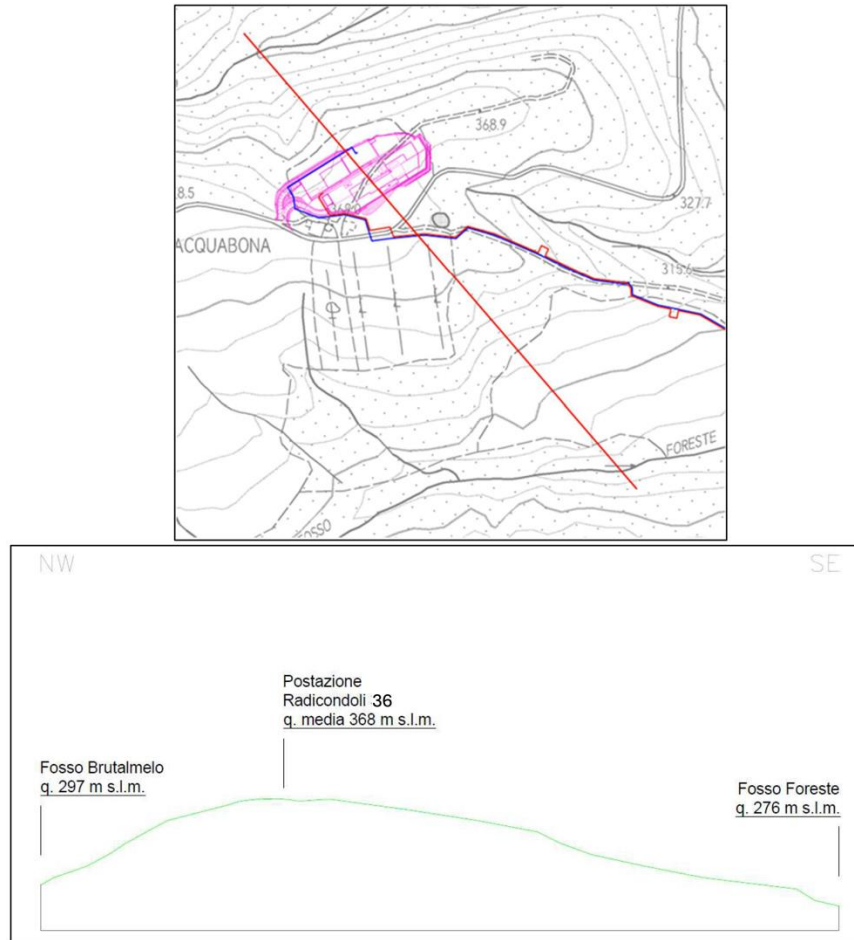


Figura 6– Profilo topografico del versante sede della postazione Radicondoli 36

La dominante matrice argillosa delle formazioni presenti determina la morfologia del pendio privo di particolari risalti topografici, con bassa e costante pendenza. Il substrato risulta quasi costantemente mascherato dalla coltre di copertura superficiale, di natura eluvio colluviale, alterata e modellata dagli agenti morfodinamici legati alla gravità (colamenti, soliflussi).

Il rilievo di dettaglio in sito, tuttavia, non ha posto in evidenza la presenza di situazioni di sostanziale criticità legata a dissesti gravitativi. Si tratta di movimenti molto superficiali espressione locale del generalizzato movimento di versante dovuto alla tessitura dei materiali coinvolti e al locale assetto morfologico. La suscettività al dissesto gravitativo di porzioni del versante in esame, dovuta all'assetto morfologico dell'area unitamente alle caratteristiche geotecniche dei terreni coinvolti, è accertata dagli strumenti di censimento degli eventi franosi disponibili (**Figura 7**).

Evidenze di scarpate in erosione e ruscellamenti concentrati, comunque di debole intensità, sono stati rilevati anche lungo il tracciato delle nuove linee fluidi previste dal progetto senza tuttavia evidenziare elementi di criticità.

Solamente in un punto subito a sud del Fosso Foreste è stata rilevata una porzione di versante piuttosto limitata alla base della strada sterrata, che mostra evidenze di un possibile fenomeno di rilascio gravitativo, comunque molto circoscritto, probabilmente innescato anche a causa dei lavori di realizzazione della strada sterrata stessa.

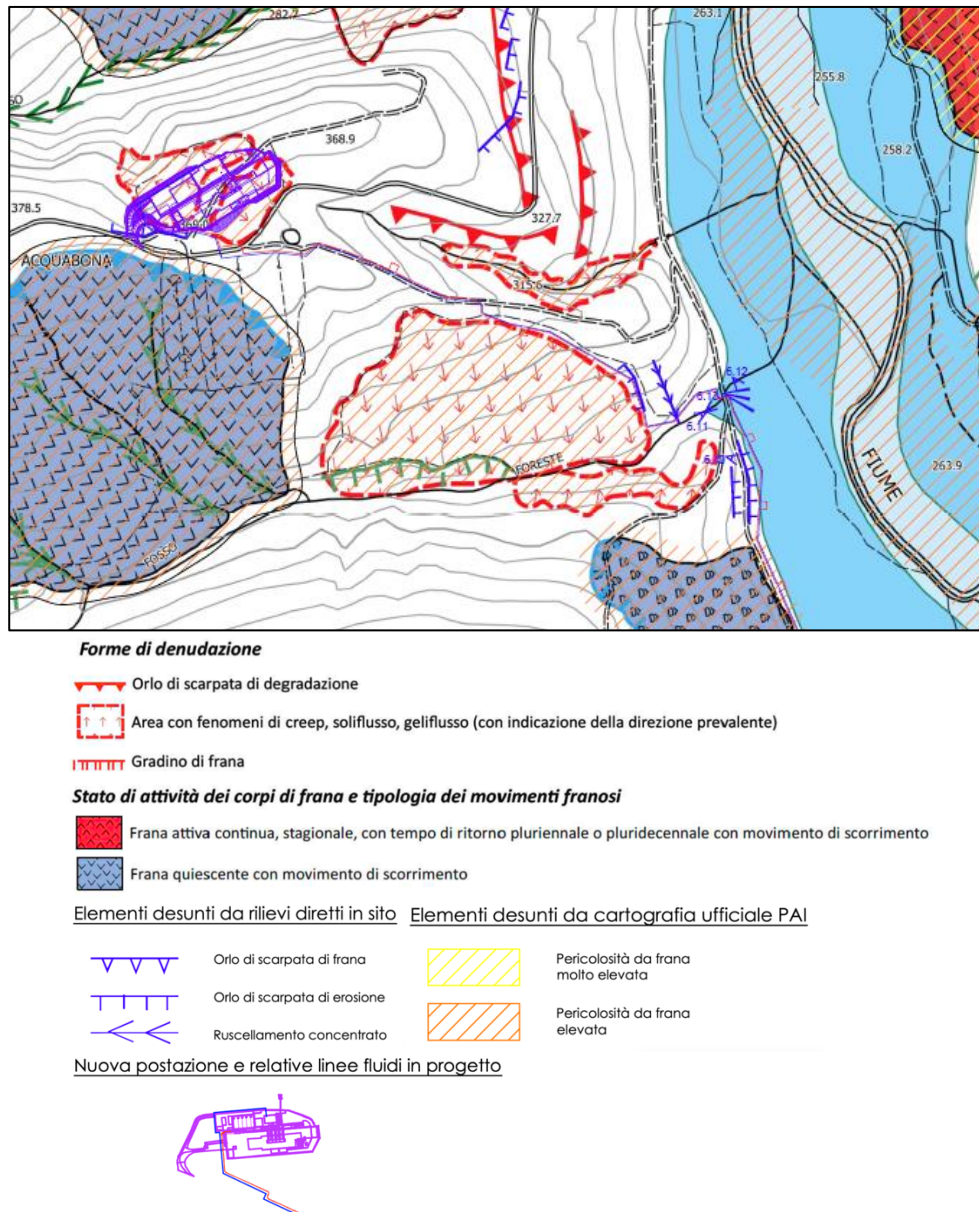


Figura 7– Stralcio della carta geomorfologica dell'area della postazione e relative linee fluidi (Regione Toscana – Portale Geoscopio - Database Geomorfologico)

Per quanto concerne la stabilità dei versanti, confrontando l'inventario degli eventi franosi del progetto IFFI con la perimetrazione reperita nel database geomorfologico del PSC intercomunale, strettamente derivato da quello presente nel database geomorfologico della Regione Toscana, emerge una sostanziale analogia: anche l'inventario IFFI riconosce la presenza di un dissesto a controllo gravitativo, definito per *aree con frane superficiali diffuse*, che interessa il sito di imposta della postazione Radicondoli 36.

La linea fluidi attraversa invece tratti attualmente stabili, contornati tuttavia, sul lato occidentale, da numerosi processi gravitativi dovuti sia a scivolamenti rotazionali/traslativi che ad aree caratterizzate da colamenti lenti in possibile evoluzione verso le strutture in progetto (**Figura 8**).

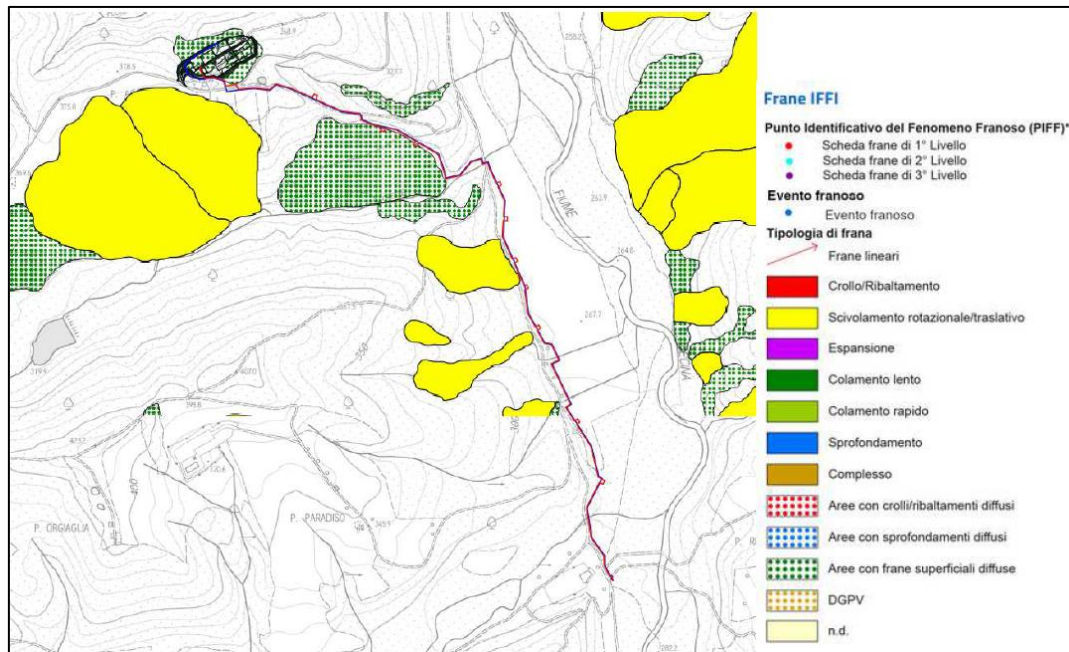


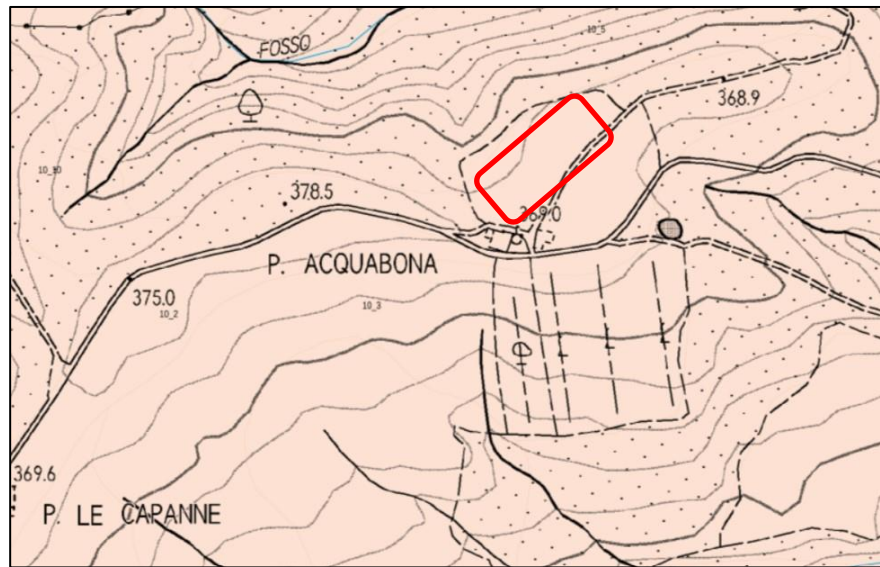
Figura 8– Dissesti gravitativi nell'area in esame stralciati dal progetto I.F.F.I.

(è indicata in nero la postazione Radicondoli 36 in progetto, e in rosso/blu il tracciato delle linee fluidi)

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, la cartografia riportata nel PAI di competenza dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino settentrionale evidenzia che il sito di imposta della stazione di perforazione Radicondoli 36 risulta interessato, per la quasi totalità della sua estensione da un ambito classificato come "PFE – aree a pericolosità da frana elevata", mentre sono assenti criticità idrauliche secondo le previsioni del Piano Gestione Rischio Alluvioni (P.R.G.A.), che interessano invece la parte terminale del tracciato delle linee fluidi, che attraversa diversi ambiti caratterizzati da scenari a diversa pericolosità dovuta al reticolo fluviale principale (F. Cecina).

4.4 Assetto pedologico locale

Le aree sulle quali insistono la postazione Radicondoli 36 e la viabilità relativa, come mostrato nella **Figura 9**, sono attribuite all'Unità di Paesaggio 10_2.



10_2



Sommità arrotondate molto debolmente pendenti e versanti lineari da debolmente a moderatamente pendenti, soggette ad erosione idrica moderata per lo più diffusa, su conglomerati poligenici talora intercalati a sabbie.
Usi del suolo: colture legnose agrarie (oliveto e vigneto), seminativo e prato.

Figura 9– Unità di paesaggio identificata per l'area della postazione Radicondoli 36 (poligono rosso).
(Regione Toscana, SIPT-Database pedologico, Portale Geoscopio)

All'unità di paesaggio indicata, corrispondente localmente a terreni perlopiù di copertura eluvio/colluviale impostati su substrato costituito prevalentemente da argille sabbiose e conglomerati poligenici, vengono associati principalmente suoli classificati come "BEL1", si tratta di suoli moderatamente profondi, con spessore tipico pari o superiore a 1,0 m, tessitura franco argillosa e franca, ben drenati.

Le caratteristiche idrauliche evidenziano bassa capacità di accumulo di acqua, conducibilità idraulica satura moderatamente alta con prevalenza dei flussi in senso verticale; esse presentano, inoltre, bassa capacità di trattenere o inattivare i potenziali inquinanti.

5 RIEPILOGO DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DELLE TRS

Come accennato in precedenza, per ciascuna delle 3 postazioni di manutenzione campo geotermico in progetto (Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36) i rispettivi Piani di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo (per Radicondoli 36: Rif.[6]), hanno definito un Piano di caratterizzazione ambientale delle TRS ai sensi del D.P.R. 120/2017.

Per tutti e tre i siti è stata realizzata una campagna di sondaggi geognostici a carotaggio continuo presso il sedime di ciascuna postazione e della relativa viabilità di accesso, per la definizione delle caratteristiche lito-stratigrafiche locali e il prelievo di campioni rappresentativi di terreno, da destinare ad analisi chimiche di laboratorio. Le indagini hanno riguardato i volumi di terreno di scavo per i quali il progetto prevede il riutilizzo in sito (scotico, sbancamento, scavi di fondazione presso la postazione e la viabilità di accesso), mentre non hanno interessato le aree presso le quali il progetto prevede la gestione come rifiuto dei terreni di scavo prodotti (aree di cantiere, opere di sostegno su pali, infrastrutture a rete – vapordotti).

Sono inoltre stati prelevati campioni di acque sotterranee in corrispondenza di alcuni piezometri di monitoraggio presso ciascun sito, precedentemente installati nel corso di indagini svolte per la caratterizzazione geotecnica delle aree su cui saranno realizzate le opere civili previste.

L'ubicazione delle verticali di indagine e di conseguenza dei punti di prelievo dei campioni della matrice terreno, che salvo limitati scostamenti legati alle condizioni logistiche di ogni sito ha rispettato quella di progetto, ha perseguito un criterio ragionato ed è stata tarata, secondo i dettami dell'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017, al fine di caratterizzare il sottosuolo in corrispondenza dei principali volumi di scavo; con i medesimi criteri, la profondità raggiunta da ciascun punto di indagine è stata funzione della profondità di scavo prevista a progetto in corrispondenza delle diverse aree interessate da movimenti terra nell'ambito della relativa postazione manutenzione campo geotermico e delle opere accessorie correlate.

Per quanto riguarda le infrastrutturali lineari (principalmente viabilità di accesso), i requisiti minimi di numerosità indicati dal dispositivo di legge di riferimento sopra citato, basati sui metri lineari di sviluppo delle opere, hanno previsto un punto di indagine ogni 500 metri circa di tracciato.

Sempre secondo quanto previsto dalla normativa (D.P.R. 120/2017, Allegato 2, Art. 8) per ciascun sondaggio realizzato è stato effettuato il prelievo di un numero di campioni secondo il seguente schema:

- *per scavi di progetto superficiali, di profondità inferiore a 2 metri*, sono stati prelevati almeno due campioni, uno per ciascun metro di profondità;
- *per scavi di progetto profondi (>2m)* i campioni prelevati sono stati almeno tre (campione n. 1 da 0 a 1 m dal piano campagna, campione n. 2 alla profondità corrispondente alla quota del fondo scavo di progetto e campione n. 3 nell'orizzonte di terreno intermedio tra i due).

Per quanto concerne le acque sotterranee, la modalità operativa di campionamento, conformemente ai dettami tecnici dell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.lgs. 152/06, ha previsto lo spurgo preliminare a basso flusso dei piezometri, con contestuale rilievo a mezzo di sonda multi-parametrica dei parametri chimico-fisici caratteristici fondamentali (Potenziale di Ossido- Riduzione, Conducibilità Elettrica, Temperatura e pH), con prelievo e confezionamento del campione rappresentativo alla completa stabilizzazione di questi ultimi.

5.1 Sintesi delle attività eseguite

La campagna di indagine, svolta nel corso del mese di gennaio 2024 è stata realizzata con la perforazione di un totale di n. 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo a secco (\varnothing 101mm), tutti ubicati all'interno del sedime della postazione di manutenzione del campo geotermico in progetto.

I dati tecnici salienti dei sondaggi realizzati sono riepilogati nella seguente tabella.

ID Sondaggio	Ubicazione/ area investigata	Data perforazione	Prof. max scavo prevista* (m da p.c.)	Prof. perforo (m da p.c.)
RA36_AMB_01	Postazione	29/01/24	2,0	1,0
RA36_AMB_02	Postazione	29/01/24	1,0	1,0
RA36_AMB_03	Postazione	31/01/24	7,1	7,1
RA36_AMB_04	Postazione	30/01/24	3,0	3,0
RA36_AMB_05	Postazione	23/01/24	3,9	4,0
RA36_AMB_06	Postazione	29/01/24	1,0	1,0
RA36_AMB_07	Postazione	30/01/24	3,4	3,4
RA36_AMB_08	Postazione	29/01/24	5,8	1,0
RA36_AMB_09	Postazione	30/01/24	5,1	5,1
RA36_AMB_10	Postazione	30/01/24	1,0	1,0

*: profondità prevista indicata nel documento ISMES Spa C3300370 "Piano Preliminare di Utilizzo delle TRS ai sensi del DPR 120/17" (§6.1)

Tabella 2 - Sito Radicondoli 36. Caratteristiche dei sondaggi ambientali realizzati

Come previsto dal Piano Preliminare di Utilizzo (rif.[4], par. 6.4.2.2) tutti i campioni di cui alla **Tabella 3** sono stati prelevati in triplice aliquota, una delle quali è stata archiviata presso i laboratori EGPI per eventuali approfondimenti analitici successivi.

Dai sondaggi sopra elencati sono stati prelevati, sulla base dei criteri di campionamento previsti dal D.P.R. 120/17 esposti in precedenza, un totale di n. 20 campioni medi rappresentativi della matrice terreno, come riportato nella tabella sinottica che segue.

ID Sondaggio	Campione superficiale		Campione intermedio		Campione profondo	
	ID	Prof. di prelievo (m da p.c.)	ID	Prof. di prelievo (m da p.c.)	ID	Prof. di prelievo (m da p.c.)
RA36_AMB_01	01_C1	0,0-1,0	-	-	-	-
RA36_AMB_02	02_C1	0,0-1,0	-	-	-	-
RA36_AMB_03	03_C1	0,0-1,0	03_C2	3,6-4,6	03_C3	6,1-7,1
RA36_AMB_04	04_C1	0,0-1,0	04_C2	1,0-2,0	04_C3	2,0-3,0
RA36_AMB_05	05_C1	0,0-1,0	05_C2	1,5-2,5	05_C3	3,0-4,0
RA36_AMB_06	06_C1	0,0-1,0	-	-	-	-
RA36_AMB_07	07_C1	0,0-1,0	07_C2	1,2-2,2	07_C3	2,4-3,4
RA36_AMB_08	08_C1	0,0-1,0	-	-	-	-
RA36_AMB_09	09_C1	0,0-1,0	09_C2	2,0-3,0	09_C3	4,1-5,1
RA36_AMB_10	10_C1	0,0-1,0	-	-	-	-

Tabella 3 - Sito Radicondoli 36. Sinottico dei campioni di terreno prelevati dai sondaggi

Per la caratterizzazione della matrice acque sotterranee soggiacenti l'area della postazione di manutenzione campo geotermico Radicondoli 36, nel documento ISMES Spa C3300370 "Piano Preliminare di Utilizzo delle TRS ai sensi del DPR 120/17" (§6.1) era stato previsto il prelievo di campioni di tale matrice in corrispondenza di n. 2 piezometri superficiali già esistenti (denominati RA36_BH01-PZs

e RA36_BH02-PZs) e realizzati nell'ambito della campagna dedicata alla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (Rif. [5]).

La seguente tabella evidenzia le relative caratteristiche costruttive principali.

ID piezometro	Data perforazione	Prof. perforo (m da p.c.)	Prof. piezometro (m da p.c.)	Ø tubazione installata	Modalità di completamento* (m da p.c.)	Campione acqua prelevato
RA36_BH01-PZs	7/02/24	18,0	17,7	PVC 3"	0-8,7m c + 8,7-17,7m f	NO
RA36_BH02-PZs	7/02/24	15,0	15,0	PVC 3"	0-8,7m c + 8,7-17,7m f	NO

*: c=tratto cieco; f=tratto microfessurato

Tabella 4 - Sito Radicondoli 36. Caratteristiche piezometri utilizzati per il campionamento delle acque sotterranee

Le misure di soggiacenza eseguite al termine delle operazioni di perforazione ed allestimento delle colonne piezometriche hanno evidenziato, in entrambi i punti di monitoraggio, livelli idrici pari a circa 13 m dal p.c., non interferenti quindi con la massima profondità degli scavi prevista per le opere da realizzare (7,1 m, vedasi **Tabella 2**). Di conseguenza non sono stati prelevati campioni di acque sotterranee in corrispondenza dei due piezometri superficiali.

L'ubicazione dei sondaggi geognostici realizzati nell'area della postazione del campo geotermico Radicondoli 36 è mostrata nella planimetria riportata nella **Tavola 1** allegata al presente documento.

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative per i 20 campioni di terreno prelevati nell'ambito delle indagini di caratterizzazione ambientale delle TRS avevano fatto riscontrare delle non conformità alle CSC per i parametri Cobalto, Rame, Antimonio.

Per maggiori dettagli e approfondimenti in merito alle attività eseguite ed ai loro risultati si rimanda comunque integralmente ai contenuti del documento redatto da ISMES GRE.EEC.R.26.IT.G.08015.00.023 "Enel Green Power Italia S.r.l. - Postazioni geotermiche Montieri 7, Radicondoli 35 e Radicondoli 36 - Progetto definitivo - Relazione sull'esito delle indagini ambientali" (rif. [8]).

6 INDAGINE DI CARATTERIZZAZIONE INTEGRATIVA (SETTEMBRE 2024)

Il presente capitolo illustra e dettaglia le attività di indagine eseguite per il completamento del set di dati analitici disponibili da analizzare e da validare da parte di ARPAT, ai fini della determinazione dei Valori di Fondo Naturale, in linea con quanto previsto dall'art. 11 del D.P.R. 120/2017, c.1.

Tutte le indagini sono state condotte applicando i medesimi criteri adottati in fase di caratterizzazione delle TRS, in conformità a quanto prescritto dal D.Lgs. 152/2006 e sulla base di quanto indicato nel Rapporto CESI C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [13]), i cui contenuti sono stati preliminarmente discussi e condivisi con gli Enti preposti in occasione del Tavolo Tecnico del 28/05/2024, di cui in **Allegato 1a** si riporta il relativo verbale (Rif. [11]).

Si precisa che il Piano di Campionamento, di cui al documento CESI sopracitato, è stato redatto recependo altresì i contenuti dell'Allegato A *“Caratterizzazione delle matrici ambientali finalizzata alla determinazione dei valori di fondo”, delle Linee Guida 174/2018* (Rif. [8]).

Le attività di perforazione propedeutiche all'indagine sono state eseguite dalla società Georas nei giorni 13÷16/09/2024 sotto la supervisione dei tecnici Enel Greenpower di Larderello, che hanno provveduto anche ad eseguire i campionamenti.

Inoltre, si precisa che le attività sono state eseguite alla presenza di tecnici ARPA Toscana (Dipartimento di Siena) che hanno presenziato all'esecuzione delle indagini ambientali e provveduto al prelievo in contraddittorio di contro-campioni di suolo in corrispondenza di tutti i sondaggi realizzati per la validazione della campagna d'indagine, come risulta dai verbali di campionamento riportati in **Allegato 2**.

Vengono di seguito descritte le modalità di esecuzione dei sondaggi, di formazione dei campioni in campo, di conservazione, le metodiche analitiche utilizzate e i risultati delle determinazioni chimiche quantitative sui campioni prelevati.

6.1 Impostazione metodologica

Come indicato nella premessa del presente capitolo, le indagini integrative previste dal Piano di indagine (Rif.[13]) sono finalizzate ai seguenti obiettivi:

- completare il set di dati disponibili per l'UdC Radicondoli 36,
- ottenere la validazione di ARPAT del set di dati,

per l'analisi funzionale alla determinazione dei Valori di Fondo Naturale, in linea con quanto previsto dall'art. 11 del D.P.R. 120/2017, c.1.

Con lo scopo di ottenere una confrontabilità con i dati pregressi, le indagini sono consistite in **sondaggi a carotaggio continuo** in prevalenza ubicate secondo un **criterio ragionato**, in corrispondenza delle aree di scavo previste delle principali opere in progetto da realizzare andando quindi ad infittire la maglia dei punti di indagine già realizzati.

Si specifica che le indagini già eseguite nell'ambito della caratterizzazione delle TRS di gennaio 2024 e le indagini integrative, oggetto del presente rapporto tecnico, oltre all'area prevista da progetto per la realizzazione della postazione hanno interessato anche le zone destinate alla viabilità di nuova realizzazione di raccordo tra la postazione stessa e la viabilità esistente.

Di contro, non sono stati previsti punti di indagine in corrispondenza delle aree di accumulo temporaneo delle TRS previste da progetto, in quanto la preparazione del terreno in tali aree non prevede la

produzione significativa di TRS, che sarà, infatti, ridotta al minimo grazie alla scelta di aree semipianeggianti e stabili; in aggiunta, le aree di deposito intermedio delle TRS saranno impermeabilizzate con lo scopo di impedire il contatto tra le TRS e il terreno naturale sottostante.

Inoltre, non sono state sottoposte ad indagine né le aree oggetto di scavo per i vapordotti, in quanto i modesti quantitativi di materiali derivanti dagli scavi saranno gestiti come rifiuto, né le strade vicinali esistenti, le quali non saranno oggetto né di scavo né di riporto.

Al fine di ottenere una confrontabilità con i dati pregressi, le profondità di indagine raggiunte sono state fissate in funzione della massima profondità di scavo prevista a progetto in corrispondenza delle diverse strutture da realizzare, e i campioni di terreno sono stati prelevati secondo il medesimo schema già attuato, ovvero:

- *per scavi di progetto superficiali, di profondità inferiore a 2 metri*, uno per ciascun metro di profondità;
- *per scavi di progetto profondi (>2m)*, n. tre campioni (campione n. 1 da 0 a 1 m dal piano campagna, campione n. 2 alla profondità corrispondente alla quota del fondo scavo di progetto e campione n. 3 nell'orizzonte di terreno intermedio tra i due).

6.1.1 Numero, ubicazione e caratteristiche dei punti di indagine

Le attività d'indagine svolte durante la campagna geognostica di settembre 2024 previste nel documento C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [13]), sono di seguito riassunte:

- esecuzione di **n. 7 sondaggi a carotaggio continuo (RA36_AMB11÷RA36_AMB17)**, al fine di infittire la maglia dei punti di indagine già realizzati nella precedente indagine di caratterizzazione delle TRS, per il completamento del set di dati analitici disponibili ed ottenere la validazione di ARPAT sul set di dati per l'analisi funzionale alla determinazione dei Valori di Fondo Naturale.
- esecuzione di **n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (RA36_AMB18 e RA35_AMB19) per il prelievo di campioni di suolo insaturo, ubicati esternamente all'area di intervento prevista per la postazione geotermica, come richiesto da ARPAT Dip.to di Siena (Rif.[11]);**
- prelievo di **n. 22 campioni di suolo insaturo**, per la determinazione dei parametri analitici d'interesse.

In linea con quanto eseguito in fase di caratterizzazione, i sondaggi sono stati realizzati con tecnica di perforazione a rotazione a carotaggio continuo a secco.

In fase di esecuzione le ubicazioni di alcuni dei punti di indagine integrativa sono state modificate rispetto a quanto previsto nel documento C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [13]), per esigenze logistiche.

Con riferimento alla planimetria in **Tavola 1** e alle opere in progetto, i punti di indagine integrativa sono stati ubicati in corrispondenza delle seguenti opere previste dal progetto:

- n. 5 sondaggi (RA36_AMB_11, RA36_AMB_12, RA36_AMB_13, RA36_AMB_16 e RA36_AMB_17) in corrispondenza del piazzale superiore;
- n. 2 sondaggi (RA36_AMB_14 e RA36_AMB_15) in corrispondenza del piazzale inferiore;
- n. 2 sondaggi (RA36_AMB_18 e RA36_AMB_19) ubicati esternamente al perimetro dell'area di intervento per la realizzazione della postazione geotermica.

Le perforazioni eseguite, spinte sino alla profondità massima di 5,0 m da p.c., non hanno intercettato la falda.

6.1.2 Frequenza dei prelievi in senso verticale

La frequenza di prelievo dei campioni in corrispondenza di ogni punto d'indagine, in senso verticale, è stata tale da intercettare le litologie e l'intero spessore di materiale TRS oggetto di scavo, come indicato nella Tabella VI dell'Allegato A delle Linee Guida 174/2018 (Rif. [30]).

In linea con le indagini di caratterizzazione pregresse e secondo quanto previsto dalla normativa (D.P.R. 120/2017, Allegato 2, Art. 8) per ciascun sondaggio realizzato è stato effettuato il prelievo di un numero di campioni definito secondo il seguente schema:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Prima di definire le precise profondità di prelievo, si è provveduto ad esaminare il rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni fra gli strati della sezione da campionare. Si è posta cura a che ogni campione fosse rappresentativo di una e una sola unità litologica, evitando di mescolare nello stesso campione materiale proveniente da strati di natura diversa.

6.1.3 Parametri da determinare

Nella seguente tabella si riporta il set analitico adottato relativamente ai campioni prelevati dai punti di indagini RA36 AMB 11÷RA36 AMB19.

Parametri	Numero identificativo parametro (Tab.1, D.Lgs. 152/2006)	Limite di rilevanza (mg/kg)
Antimonio	1	< 1
Arsenico	2	< 2
Piombo	10	< 10
Cadmio	4	< 0,2
Cobalto	5	< 2
Nichel	9	< 12
Rame	11	< 12
Zinco	16	< 15
Mercurio	8	< 0,1
Idrocarburi C>12	95	< 5
Cromo totale	6	< 15
Cromo VI	7	< 0,1
Amianto	96	< 10
pH	-	-
Scheletro (frazione granulometrica) >2mm	-	-
Contenuto d'acqua	-	-
Residuo fisso a 105 C	-	-

Tabella 5 – Set analitico applicato alla matrice terreno – punti di indagine RA36 AMB 11÷RA36 AMB19

Come si evince dalla tabella sopra riportata, il set analitico ha incluso i parametri ricercati durante la pregressa campagna di caratterizzazione ambientale delle TRS, condotta secondo le indicazioni contenute nei Piani di Utilizzo redatti in forma preliminare ai sensi del D.P.R. 120/2017 (Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del D.P.R. n. 120/2017, con l'aggiunta del parametro Antimonio), con l'esclusione dei

parametri BTEXs e IPA, come previsto nel documento C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [13]). Tale scelta è dettata dal fatto che nella pregressa indagine di caratterizzazione ambientale delle TRS la totalità dei campioni ha mostrato valori inferiori ai limiti di rilevabilità analitica per questi ultimi parametri.

6.1.4 Restituzione dei risultati e limiti di riferimento

Le analisi sui campioni di terreno sono state condotte sulla frazione secca passante il vaglio dei 2 mm. Ai fini del confronto con i valori delle CSC previsti dal D.Lgs. 152/06, nei referti analitici viene riportata la concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, da scartare in campo).

I valori analitici ottenuti sono stati confrontati con le CSC con le seguenti CSC:

- CSC per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, di cui alla Tabella 1, Colonna A dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, in considerazione dell'uso attuale del sito;
- CSC per i siti ad uso industriale/commerciale, di cui alla Tabella 1, Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, sulla base dell'uso futuro previsto per il sito (ricerca mineraria e sfruttamento della risorsa geotermica).

Ai fini della gestione delle terre di scavo secondo il D.P.R. 120/2017, i terreni interessati dagli scavi sono da attribuire a "siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale" di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

Si evidenzia però che l'autorizzazione alla realizzazione ed esercizio delle nuove Postazioni comporterà l'avvio sul sito di una attività produttiva, consistente nell'attività di ricerca mineraria e di coltivazione della risorsa geotermica nell'ambito della Concessione Travale.

In tal senso la gestione delle terre da scavo potrà fare riferimento alla destinazione d'uso prevista, corrispondente di fatto a "siti ad uso Commerciale e Industriale" di cui alla colonna B della Tabella 1, Allegato 5, sopra citato.

Come richiesto da ARPAT (rif. [14]), nei referti analitici sono altresì riportati i risultati delle determinazioni analitiche sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, finalizzati al successivo studio per la determinazione dei VFN.

6.2 Modalità di indagini in campo

Per quanto concerne le modalità di esecuzione delle indagini e le procedure di campionamento dei terreni, in ogni fase sono state seguite le indicazioni fornite dal D.Lgs. 152/2006, ed in particolare i dettami di cui all'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta.

Il prelievo dei campioni è stato condotto ai sensi del DPR 120/2017 All.2 e la metodica di prelievo è stata verificata in campo da ARPAT.

6.2.1 Ubicazione dei punti d'indagine realizzati

L'ubicazione definitiva di tutti i singoli punti è stata verificata in sede di cantiere e per alcuni punti condivisa con l'Ente di Controllo, con l'identificazione di tutte le possibili interferenze presenti nelle aree interessate ed in funzione della situazione logistica.

Le coordinate piane e le quote del piano di campagna di tutti i punti di indagine sono state rilevate tramite georeferenziazione in "tempo reale" mediante l'utilizzo di un sistema GPS (Global Positioning System).

Nella successiva tabella sono riportate, per ciascun punto di indagine, le coordinate, il relativo manufatto/area di indagine interessato e la profondità di perforazione.

ID punto di indagine	Tipologia	Coordinate punto (Monte Mario/Gauss Boaga zona 1)		Area interessata	Manufatto	Prof. Sondaggio (m da p.c.)
		E	N			
RA36_AMB_11	sondaggio	1.662.894	4.787.744	Postazione	Piazzale sup	2
RA36_AMB_12	sondaggio	1.662.959	4.787.761	Postazione	Piazzale sup	4,5
RA36_AMB_13	sondaggio	1.662.942	4.787.747	Postazione	Piazzale sup	5
RA36_AMB_14	sondaggio	1.662.953	4.787.790	Postazione	Piazzale inf	3,5
RA36_AMB_15	sondaggio	1.662.986	4.787.806	Postazione	Piazzale inf	3
RA36_AMB_16	sondaggio	1.663.036	4.787.816	Postazione	Piazzale sup	1
RA36_AMB_17	sondaggio	1.663.006	4.787.778	Postazione	Piazzale sup	1
RA36_AMB_18	sondaggio	1.662.944	4.787.832	Esterno postazione	-	3
RA36_AMB_19	sondaggio	1.663.010	4.787.740	Esterno postazione	-	3

Tabella 6 - Ubicazione dei punti di indagine realizzati.

In **Tavola 1** è riportata l'ubicazione dei punti di indagine realizzati.

6.2.2 Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo

I dettagli delle modalità di perforazione e scavo sono descritti nell'**Allegato 3**.

In tutte le fasi di perforazione sono stati adottati gli accorgimenti necessari ad evitare fenomeni di contaminazione indotta generata dall'attività di perforazione (trascinamento in profondità del potenziale inquinante o collegamento di livelli di falda a diverso grado di inquinamento).

Le operazioni di sondaggio sono state eseguite rispettando alcuni criteri di base essenziali al fine di rappresentare correttamente la situazione esistente in sito, in particolare:

- le perforazioni sono state condotte in modo da garantire il campionamento in continuo di tutti i litotipi, garantendo il minimo disturbo del suolo e del sottosuolo;
- durante le operazioni di perforazione, l'utilizzo delle attrezzature impiegate, la velocità di rotazione e quindi di avanzamento delle aste e la loro pressione sul terreno è stato tale da evitare fenomeni di attrito e di surriscaldamento, la contaminazione e quindi l'alterazione della composizione chimica e biologica del materiale prelevato;
- la ricostruzione stratigrafica e la profondità di prelievo nel suolo è stata determinata con la massima accuratezza possibile, non peggiore di 0,1 metri;
- il campione prelevato è stato conservato con tutti gli accorgimenti necessari per ridurre al minimo ogni possibile alterazione;
- nell'esecuzione dei sondaggi, è stata adottata ogni cautela al fine di non provocare la diffusione di inquinanti a seguito di eventi accidentali ed evitare fenomeni di contaminazione indotta,

generata dall'attività di perforazione (trascinamento in profondità del potenziale inquinante o collegamento di livelli di falda a diverso grado di inquinamento).

Nel corso degli interventi di prelievo dei campioni tutto il materiale estratto è stato esaminato e tutti gli elementi che lo caratterizzano sono stati riportati su un apposito rapporto.

I carotaggi sono stati eseguiti a secco, evitando l'utilizzo di fluidi e quindi l'alterazione delle caratteristiche chimiche dei materiali da campionare.

Al fine di evitare il trascinamento in profondità di contaminanti di superficie, oltre che per evitare franamenti delle pareti del foro nei tratti non lapidei, qualora necessario la perforazione è stata eseguita impiegando una tubazione metallica provvisoria di rivestimento. Tale tubazione provvisoria, avente un diametro adeguato al diametro dell'utensile di perforazione, è stata infissa dopo le manovre di carotaggio, fino alla profondità ritenuta necessaria per evitare franamenti. Sono state adottate modalità di infissione tali che il disturbo arrecato al terreno fosse contenuto nei limiti minimi.

Le corone e gli utensili per la perforazione a carotaggio sono stati scelti di volta in volta in base alle necessità evidenziatesi, e sono stati impiegati rivestimenti e corone non verniciate.

Prima e durante ogni operazione sono stati messi in atto accorgimenti di carattere generale per evitare l'immissione nel sottosuolo di composti estranei, quali:

- la rimozione dei lubrificanti dalle zone filettate;
- l'eliminazione di gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche;
- la pulizia di tutte le parti delle attrezzature tra un campione e l'altro.

Il materiale raccolto dopo ogni manovra è stato estruso per battuta, senza l'utilizzo di fluidi, e quindi disposto in un recipiente che permettesse la deposizione delle carote prelevate senza disturbarne la disposizione stratigrafica. È stato utilizzato un recipiente di materiale inerte (PVC), idoneo ad evitare la contaminazione dei campioni prelevati. Per evitare la contaminazione tra i diversi prelievi, il recipiente per la deposizione delle carote è stato lavato, decontaminato e asciugato tra una deposizione e l'altra. Il materiale estruso è stato riposto nel recipiente in modo da poter ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Ad ogni manovra, è stata annotata la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, granulometria, stato di addensamento, composizione litologica, ecc., riportando i dati in un apposito modulo. Tutti i campioni estratti sono stati sistemati, nell'ordine di estrazione, in adatte cassette catalogatrici distinte per ciascun sondaggio, nelle quali sono stati riportati chiaramente e in modo indelebile i dati di identificazione del perforo e dei campioni contenuti e, per ogni scomparto, le quote di inizio e termine del campione contenuto.

Ciascuna cassetta catalogatrice è stata fotografata, completa delle relative indicazioni grafiche di identificazione.

Per ogni perforo è stata compilata la stratigrafia del sondaggio stesso secondo le usuali norme A.G.I..

Le cassette sono state trasferite presso un deposito in luogo chiuso, ivi immagazzinate per la conservazione e sono rimaste a disposizione del Committente.

Al termine delle operazioni i perfori dei sondaggi sono stati chiusi in sicurezza.

Tutte le attività di perforazione sono state eseguite in campo sotto la costante supervisione di un geologo.

Le stratigrafie dei sondaggi eseguiti e la relativa documentazione fotografica sono riportati in **Allegato 3**.

6.3 Campionamento della matrice suolo

Per quanto concerne le modalità e le procedure di campionamento dei suoli, in accordo con quanto suggerito dal Dipartimento di Siena di ARPAT in occasione del Tavolo Tecnico del 28 maggio 2024 (Rif. [22]), è stato definito un protocollo condiviso di formazione, conservazione ed analisi dei campioni.

Ogni campione di suolo prelevato e sottoposto alle analisi è costituito da un campione rappresentativo dell'intervallo di profondità indicato.

Personale tecnico di ARPA Toscana (dipt. di Siena) ha assistito ai campionamenti e provveduto al prelievo in contraddittorio di contro-campioni di suolo in corrispondenza di tutti i sondaggi realizzati, per la validazione della campagna d'indagine, come risulta dai verbali di campionamento riportati in **Allegato 2**.

Come specificato nella tabella seguente sono stati prelevati **n. 22 campioni di suolo insaturo** per la verifica della conformità alle CSC di Colonna A/B.

La tabella sotto riportata elenca i campioni prelevati, inclusi quelli in contraddittorio con ARPA.

ID punto di indagine	Prof. Sondaggio (m da p.c.)	Campione superficiale C1	Prelievo in contraddittorio con ARPAT	Campione intermedio C2	Prelievo in contraddittorio con ARPAT	Campione profondo C3	Prelievo in contraddittorio con ARPAT
Profondità di prelievo (m da p.c.)							
RA36_AMB_11	2	0,0-1,0	X	1,0-2,0	X		
RA36_AMB_12	4,5	0,0-1,0	X	1,75-2,75	X	3,5-4,5	X
RA36_AMB_13	5	0,0-1,0	X	2,0-3,0	X	4,0-5,0	X
RA36_AMB_14	3,5	0,0-1,0	X	1,25-2,25	X	2,5-3,5	X
RA36_AMB_15	3	0,0-1,0	X	1,0-2,0	X	2,0-3,0	X
RA36_AMB_16	1	0,0-1,0	X				
RA36_AMB_17	1	0,0-1,0	X				
RA36_AMB_18	3	0,0-1,0	X	1,0-2,0	X	2,0-3,0	X
RA36_AMB_19	3	0,0-1,0	X	1,0-2,0	X	2,0-3,0	
TOTALE (n.22 campioni)		9		7		6	

Tabella 7 - Profondità di prelievo dei campioni di suolo.

In tutte le operazioni di prelievo è stata rigorosamente mantenuta la pulizia delle attrezzature e dei dispositivi di prelievo, eseguita con mezzi o solventi compatibili con i materiali e le sostanze di interesse, in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione.

Gli incrementi di terreno prelevati sono stati trattati e confezionati in campo a seconda della natura e delle particolari necessità imposte dai parametri analitici da determinare.

Il prelievo degli incrementi di terreno e ogni altra operazione ausiliaria (separazione del materiale estraneo, omogeneizzazione, suddivisione in aliquote, ecc.) sono stati eseguiti seguendo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. e in accordo con la Procedura ISO 18400-102:2017 Soil Quality – Sampling, nonché con le linee guida del Manuale UNICHIM n° 196/2 Suoli e falde contaminati – Campionamento e analisi.

Per permettere un allineamento con le metodiche adottate da ARPAT è stato previsto il prelievo dei campioni nelle stesse aliquote e contenitori e con il medesimo sistema di conservazione di ARPAT, ovvero sono stati prelevati previa quartatura, omogeneizzazione e scarto dei materiali grossolani > 2cm in tre replicati, suddivisi nelle seguenti aliquote:

- circa 500 g di campione in contenitore in plastica conservato a temperatura ambiente per le analisi dei metalli;

- circa 500 g di campione in contenitore di vetro refrigerato alla temperatura di 4°C per le analisi degli idrocarburi;
- circa 1 Kg di campione in contenitore in plastica conservato a temperatura ambiente per le analisi dell'amianto (si precisa che entrambi i dipartimenti di ARPAT – Siena e Grosseto – non hanno prelevato l'aliquota finalizzata alla determinazione di tale parametro).

Dei tre replicati uno è stato inviato al laboratorio incaricato delle analisi, uno è stato messo a disposizione di ARPAT ed uno è stoccato presso i laboratori di Larderello per eventuali approfondimenti o verifiche.

6.4 Metodi per le analisi chimiche di laboratorio

Le analisi chimiche sono state effettuate da laboratorio accreditato, adottando metodiche analitiche ufficiali UNICHIM, CNR-IRSA e EPA o comunque in linea con le indicazioni del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., anche per quanto attiene i limiti inferiori di rilevabilità pari ad almeno 1/10 delle CSC previste dalla Tabella 1 (Colonna A) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006).

In accordo con quanto suggerito dal Dipartimento di Siena di ARPAT in occasione del Tavolo Tecnico del 28 maggio 2024 (Rif. [11]), le analisi sono state condotte previo allineamento con il Laboratorio ARPAT di Siena in merito alle metodiche da utilizzare.

Nella tabella seguente si riportano le metodiche analitiche utilizzate dal laboratorio.

Parametro	Metodo trattamento campione	Principio del metodo di trattamento	Metodo di misura	Principio del metodo di misura
pH	--	--	--	--
Umidità	--	--	--	--
Residuo secco a 105°C	--	--	--	--
Scheletro			DM 13/09/1999 SO n° 185 SO n° 185 SO Met II.1	Gravimetrico
Antimonio	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Arsenico	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Cadmio	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Cobalto	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Cromo	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6010D 2018*	ICP-OES
Nichel	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6010D 2018*	ICP-OES
Piombo	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Rame	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6010D 2018*	ICP-OES
Zinco	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6010D 2018*	ICP-OES
Mercurio	EPA 3051A 2007	Digestione acida	EPA 6020B 2014	ICP-MS
Cromo VI	EPA3060A 1996	Digestione alcalina	EPA 7199 1996	IC + ICP-MS
Idrocarburi C>12	--	--	ISO 16703:2004	GC-FID
Amianto	--	--	DM 06/09/1994 SO GU n°288 10/12/1994 All 1 B	Microscopia Elettronica a Scansione (SEM)

* Prova non accreditata da ACCREDIA

Tabella 8 – Metodiche analitiche di laboratorio adottate

7 RISULTATI DELLA CARATTERIZZAZIONE ANALITICA E CONFRONTO CON I LIMITI NORMATIVI

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di suolo, espressi come sostanza secca e riferita al totale (comprensivo dello scheletro maggiore di 2 mm e privo della frazione maggiore di 2 cm, scartata in campo), sono riportati nei Rapporti di Prova dell'**Allegato 4a** posti a confronto con i seguenti valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) specificati dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.:

- CSC per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, di cui alla Tabella 1, Colonna A dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., in considerazione dell'uso attuale del sito;
- CSC per i siti ad uso industriale/commerciale, di cui alla Tabella 1, Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., sulla base dell'uso futuro previsto per il sito (ricerca mineraria e sfruttamento della risorsa geotermica).

Nella tabella sottostante si riepilogano i risultati analitici per i quali è stato riscontrato un superamento delle CSC nel suolo.

Sondaggio	Campione (prof. m da p.c.)	Cr [mg/kg]	Ni [mg/kg]	Co [mg/kg]	TPH C>12 [mg/kg]
	CSC Col. A	150	120	20	50
	CSC Col. B	800	500	250	750
AMB_11	C1 (0-1)	234	151	-	-
	C2 (1-2)	-	144	-	140
AMB_13	C1 (0-1)	187	-	-	-
AMB_15	C1 (0-1)	-	-	20,7	-
	C1 (0-1)	181	-	-	-
AMB_17	C1 (0-1)	224	133	-	-
AMB_18	C1 (0-1)	173	124	-	-
AMB_19	C2 (1-2)	156	-	26,9	-
	C3 (2-3)	177	-	-	-

Tabella 9 - Sintesi dei superamenti delle CSC (Colonna A/B) nel suolo). I valori superiori alle CSC di colonna A sono in arancione, in rosso quelli superiori alle CSC di colonna B

Nei Rapporti di Prova dell'**Allegato 4b**, come richiesto da ARPAT con la nota prot. 67149 del 26/08/2024 (Rif.[13]) sono altresì riportati i risultati delle determinazioni analitiche sul passante a due millimetri con espressione finale del risultato riferendosi alla totalità dei materiali secchi, non comprensiva dello scheletro, finalizzati al successivo studio per la determinazione dei VFN.

Il confronto tra i superamenti riportati nella Tabella 9 per i metalli e quelli risultanti dalle indagini di caratterizzazione delle TRS, richiamati nel Capitolo 5, evidenzia la necessità di condurre approfondimenti sulle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno prelevati nell'indagine precedente, in considerazione delle diverse metodiche analitiche adottate nelle due indagini.

Come riportato nota ENEL-EGI-14/10/2024-0027823 (Rif.[15]), sulla base delle risultanze analitiche di cui sopra e degli approfondimenti sui risultati analitici dell'indagine di caratterizzazione delle TRS, esigenza quest'ultima emersa dall'analisi delle risultanze ottenute dall'indagine in oggetto, nell'attesa di ricevere i risultati analitici dei campioni prelevati in contraddittorio da ARPAT e la validazione dei dati di parte trasmessi, si procederà con la valutazione statistica dei dati per la definizione dei Valori di Fondo Naturale.

Per quanto riguarda la presenza del superamento per il parametro Idrocarburi C>12, in attesa degli esiti analitici da parte del laboratorio ARPA Toscana sui campioni dell'Indagine di caratterizzazione integrativa effettuata in contraddittorio, la sola non conformità riscontrata riguarda il campione prelevato durante l'indagine integrativa AMB_11_C2 (1-2) ed è relativa alla CSC di Colonna A (siti ad uso residenziale – verde pubblico). Il carattere sporadico della non conformità, e la mancanza di informazioni utili per la determinazione della sua origine (ad es. combustibili, materiale vegetale), comporta di non poter considerare come di origine non naturale la non conformità per il parametro Idrocarburi pesanti C>12.

Ad ogni modo sulla base di quanto su riportato nell'ambito dell'analisi statistica che sarà condotta sulle serie dei dati raccolti, sarà verificata l'ipotesi che il suddetto dato, non conforme alla CSC, possa essere identificato come *outlier*.

8 CONCLUSIONI

Nell'ambito dell'iter autorizzativo di PAUR avviato dalla Regione Toscana su istanza di EGPI per la realizzazione di tre nuove postazioni di manutenzione campo geotermico ("Montieri_7", "Radicondoli_35", "Radicondoli_36") e delle relative opere a rete di collegamento, EGPI ha redatto il Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da Scavo per ciascuno dei tre siti (per la postazione di Radicondoli 36, Rif.[4]), per la gestione dei terreni provenienti dagli scavi previsti.

Le indagini di caratterizzazione ambientale delle TRS, realizzate al fine di accertarne i requisiti ambientali, hanno fatto riscontrare la non conformità alle CSC previste dal D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. per alcuni metalli e per gli Idrocarburi pesanti C>12 (sul solo sito della futura postazione Montieri 7), per i quali è possibile ipotizzare l'origine naturale delle concentrazioni rilevate considerando il contesto geologico e minerario nel quale si inseriscono le postazioni in progetto EGPI intende quindi procedere con lo studio per la determinazione dei VFN in conformità con quanto previsto dall'art. 11 del D.P.R. 120/2017, comma 1 (Rif. [2]), con lo scopo di definire le modalità di gestione operativa delle TRS.

In tale ambito, EGPI ha incaricato CESI S.p.A. (in seguito CESI) di elaborare il documento "Piano di Indagine per la definizione dei Valori di Fondo Naturale (ai sensi dell'art.11 D.P.R. 120/2017)" (Rif. [12]), nel quadro normativo previsto dall'art. 11, comma 1, del D.P.R. 120/2017 e della procedura di cui al Par. 4.1 delle Linee Guida 174/2018 (Rif. [8]), finalizzato alla formulazione del Modello Concettuale preliminare ed alla definizione del piano di indagine per il completamento del set di dati disponibili, necessario per la successiva fase di analisi dei dati, funzionale alla determinazione dei Valori di Fondo (di seguito VFN).

Con lo scopo di condividere preliminarmente con i dipartimenti di ARPA Toscana coinvolti i contenuti previsti dal sopracitato Piano di Indagine, in data 28/05/2024 si è svolto in videoconferenza un Tavolo Tecnico, il cui verbale è riportato in **Allegato 1a** al presente documento.

Le osservazioni formulate dall'Ente di Controllo sono state dunque recepite nel Piano di Indagine che è stato quindi trasmesso in data 24/06/2024 con nota prot. n.17051 e considerato positivamente nella nota ARPAT prot.67149 del 26/08/2024 (**Allegato 1b**).

Le attività di indagine integrativa presso l'UdC "**Radicondoli 36**" sono state condotte in data 17/09/2024, in contraddittorio con i tecnici ARPAT.

Al fine di ottenere una confrontabilità con i dati pregressi, l'indagine integrativa è stata condotta applicando i medesimi criteri adottati in fase di caratterizzazione delle TRS per quanto concerne:

- l'ubicazione dei punti di indagine, secondo un criterio ragionato, in corrispondenza delle aree di scavo previste delle principali opere in progetto;
- la profondità delle indagini, in funzione della profondità di scavo prevista a progetto in corrispondenza delle diverse strutture;
- lo schema di campionamento lungo le verticali di indagine, secondo quanto previsto dal DPR 120/17.

Nello specifico, per l'UdC Radicondoli 36 sono stati realizzati i seguenti punti di indagine:

- esecuzione di **n. 7 sondaggi a carotaggio continuo (RA36_AMB11÷RA36_AMB17)**, per il prelievo di campioni di suolo insaturo, al fine di infittire la maglia dei punti di indagine già realizzati nella precedente indagine di caratterizzazione delle TRS, per il completamento del set di dati analitici disponibili da analizzare e quindi ottenere la validazione di ARPAT per la determinazione dei Valori di Fondo Naturale;
- esecuzione di **n. 2 sondaggi a carotaggio continuo (RA36_AMB18 e RA35_AMB19)** per il prelievo di campioni di suolo insaturo, ubicati esternamente all'area di intervento prevista per la postazione geotermica, come richiesto da ARPAT Dip.to di Siena (Rif.[11]).

Il set analitico ha incluso i parametri ricercati durante la pregressa campagna di caratterizzazione ambientale delle TRS, condotta secondo le indicazioni contenute nei Piani di Utilizzo redatti in forma preliminare ai sensi del D.P.R. 120/2017 (Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del D.P.R. n. 120/2017, con l'aggiunta del parametro Antimonio), con l'esclusione dei parametri BTEXs e IPA, come previsto nel documento C4009046 del 21/06/2024 (Rif. [13]). Tale scelta è dettata dal fatto che nella pregressa indagine di caratterizzazione ambientale delle TRS la totalità dei campioni ha mostrato valori inferiori ai limiti di rilevabilità analitica per questi ultimi parametri.

Per quanto concerne le modalità e le procedure di campionamento dei suoli, in accordo con quanto suggerito dal Dipartimento di Siena di ARPAT in occasione del Tavolo Tecnico del 28 maggio 2024 (Rif. [11]), è stato definito un protocollo condiviso di formazione, conservazione ed analisi dei campioni.

In accordo con quanto suggerito dal Dipartimento di Siena di ARPAT in occasione del Tavolo Tecnico del 28 maggio 2024 (Rif. [11]), le analisi sono state condotte previo allineamento con il Laboratorio ARPAT di Siena in merito alle metodiche da utilizzare.

I risultati delle determinazioni analitiche quantitative sui campioni di suolo sono stati posti a confronto con i seguenti valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) specificati dal D.Lgs. 152/2006:

- CSC per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale, di cui alla Tabella 1, Colonna A dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., in considerazione dell'uso attuale del sito;
- CSC per i siti ad uso industriale/commerciale, di cui alla Tabella 1, Colonna B dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii., sulla base dell'uso futuro previsto per il sito (ricerca mineraria e sfruttamento della risorsa geotermica).

I risultati analiti ottenuti sui n.22 campioni di terreno prelevati hanno evidenziato la non conformità:

- per il parametro Cromo alle CSC di Colonna A in n. 7 campioni;
- per il parametro Nichel alle CSC di Colonna A in n. 4 campioni;
- per il parametro Cobalto alle CSC di Colonna A in n. 2 campioni;
- per il parametro Idrocarburi Pesanti (C> 12) alle CSC di Colonna A in n. 1 campione;

mentre hanno mostrato la conformità alle CSC per i parametri Rame e Antimonio in tutti i campioni prelevati.

Come suggerito dalle LL.GG. SNPA 174/2018, il numero minimo di osservazioni su cui basare la procedura per la determinazione del fondo naturale, necessario a garantire la significatività statistica del valore determinato, è compreso fra 10 e 30, in funzione dello scopo dell'indagine. Come previsto dal Piano di Indagine integrativo (rif. [12]) e concordato con gli Enti preposti, la numerosità minima adottata è di 30 osservazioni.

Per l'UdC in esame, la numerosità campionaria minima è raggiunta considerando i 20 campioni prelevati nell'ambito delle attività di caratterizzazione delle TRS di gennaio 2024 e i 22 campioni prelevati nell'ambito dell'indagine integrativa di settembre 2024, oggetto del presente documento, il confronto tra i superamenti riscontrati per i metalli sui campioni dell'indagine integrativa e quelli risultanti dalle indagini di caratterizzazione delle TRS, evidenzia la necessità di condurre approfondimenti sulle analisi chimiche effettuate sui campioni di terreno di quest'ultima indagine, in considerazione delle diverse metodiche analitiche adottate nelle due circostanze.

Gli approfondimenti analitici di cui sopra consentiranno di verificare la confrontabilità tra le due serie di dati e di determinare il set di dati che sarà utilizzato per:

- **la determinazione dei VFN per i parametri di interesse caratterizzati da superamenti dei limiti di riferimento frequenti e diffusi;**
- **l'individuazione di eventuali outlier in relazione ai parametri di interesse caratterizzati da isolati superamenti dei limiti di riferimento.**

I dati raccolti nel corso delle due campagne di indagine non hanno invece consentito di determinare l'origine naturale dell'unica non conformità rilevata durante la seconda indagine per il parametro Idrocarburi pesanti C>12; nell'ambito dell'analisi statistica che sarà condotta sulle serie dei dati raccolti, sarà verificata l'ipotesi che il suddetto dato non conforme alla CSC possa essere identificato come outlier.

Sulla base delle risultanze analitiche di cui sopra, nell'attesa di ricevere i risultati analitici dei campioni prelevati in contraddittorio da ARPAT e la successiva validazione dei dati di parte trasmessi, si procederà con approfondimenti sui risultati analitici dell'indagine di caratterizzazione delle TRS e con la valutazione statistica dei dati per la definizione dei Valori di Fondo Naturale.

ELENCO ALLEGATI FUORI TESTO

Allegato 1a – ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Verbale riunione del 28 maggio 2024.* **Tot. Pagg. 6**

Allegato 1b – ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. *Considerazioni in merito ai piani di indagine per definire i valori di fondo naturale Montieri 7, Radicondoli 35 e 36* **Tot. Pagg. 16**

Allegato 2 – ARPAT (Dip.to di Grosseto). *Verballi di campionamento suoli del 19/09/2024* **Tot. Pagg.04**

Allegato 3 – Report delle indagini in sito - GRE.EEC.R.25.IT.G.U0459.49.002.00 **Tot. Pagg. 125**

Allegato 4a – RdP terreni. Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi comprensiva dello scheletro (raffronto con le CSC) **Tot. Pagg. 66**

Allegato 4b – RdP terreni. Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi non comprensiva dello scheletro (richiesta di ARPAT con nota n. 67149 del 26 agosto 2024) **Tot. Pagg. 44**

ALLEGATO 1.a

ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. Verbale riunione del 28 maggio 2024

Tot. pagg. 6

ALLEGATO 1.b

ARPA Toscana - Settore VIA/VAS – Direzione tecnica, Dipartimento di Siena e Dipartimento di Grosseto - AV Sud. Considerazioni in merito ai piani di indagine per definire i valori di fondo naturale Montieri 7, Radicondoli 35 e 36

Tot. pagg. 16

ALLEGATO 2

ARPAT (Dip.to di Siena). Verbali di campionamento suoli del 19/09/2024

Tot. pagg. 04

ALLEGATO 3

Report delle indagini in sito - GRE.EEC.R.25.IT.G.U0459.49.002.00

Tot. pagg. 125

ALLEGATO 4a

RdP terreni

**Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi comprensiva dello scheletro
(raffronto con le CSC)**

Tot. pagg. 66

ALLEGATO 4b

RdP terreni

**Risultati espressi con riferimento alla totalità dei materiali secchi non comprensiva dello scheletro
(richiesta di ARPAT con nota n. 67149 del 26 agosto 2024)**

Tot. pagg. 44