

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE DISCARICA CASONI DI CHIETI

D Lgs 152/2006 articolo 242 Allegato 2 Parte IV

Convenzione tra *Solved srl.* - spin off *Università G. d'Annunzio* e *DECO S.p.a.*



Responsabile scientifico
Prof. Sergio Rusi



Chieti, Febbraio 2019

Sommario

INTRODUZIONE E PREMESSE.....	2
1 - RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA.....	3
2 - ELABORAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	7
2.1 - Lavori ed elaborati consultati.....	7
2.2 - Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area di studio.....	9
2.3 - Caratteristiche idrogeologiche.....	16
2.3.1 - Superficie piezometrica.....	16
2.3.2 - Oscillazioni della superficie piezometrica.....	19
2.3.3 - Test di permeabilità.....	20
2.3.4 - Assetto idrogeologico e circolazione idrica sotterranea.....	21
2.4 - Caratterizzazione chimico-fisica e chimica delle acque presenti.....	21
2.4.1 - Chimismo di base.....	22
2.4.2 - Monitoraggio chimico fisico e chimico.....	25
2.4.3 - Distribuzione statistica dei parametri chimici.....	29
2.4.4 Analisi dei contenuti anomali degli ioni fondamentali e dei contaminanti e loro distribuzione spaziale.....	30
2.4.5 - Considerazioni sul chimismo delle acque sotterranee (a prescindere dalle CSC).....	39
2.5 - Analisi delle anomalie chimiche e delle contaminazioni in relazione ai limiti normativi e ipotesi sulla genesi della contaminazione.....	40
2.6 - Analisi isotopiche pregresse.....	45
2.7 - Chimismo acque superficiali.....	46
2.8 - Analisi sedimenti del fosso e terreni dell'argine.....	47
2.9 - Modello Concettuale Preliminare.....	48
3 - PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI.....	51
3.1 - Obiettivi.....	51
3.2 - Indagine geognostica (sondaggi e posa piezometri).....	54
3.3 - Indagine sul fosso dell'Inferno.....	54
3.4 - Analisi chimiche sui terreni.....	54
3.5 - Analisi chimiche sulle acque sotterranee e sul percolato.....	54
3.6 - Analisi isotopiche sulle acque sotterranee e del percolato.....	55
3.7 - Specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività.....	55
ALLEGATO 1: stratigrafie dei sondaggi reperiti.....	57
ALLEGATO 2: grafici "soggiacenza/tempo" relativi alle prove tipo Lefranc nei piezometri.....	68
ALLEGATO 3: tabelle dati e risultati delle prove tipo Lefranc nei piezometri.....	69
ALLEGATO 4: log della temperatura e della conducibilità eseguiti nei piezometri.....	72
ALLEGATO 5: specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività.....	76

INTRODUZIONE E PREMESSE

La presente relazione è stata redatta secondo quanto previsto dalla convenzione tra *Solved srl. – spin off Università G. d'Annunzio* e *DECO S.p.a.*

I contenuti in essa riportati riguardano la *“predisposizione del piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del sottosuolo”* nel sito della discarica Casoni nel comune di Chieti, secondo quanto previsto dall'articolo 242 del D.Lgs. 152/2006 e nella fattispecie dall'Allegato 2 alla Parte IV.

Secondo quanto previsto dal suddetto Allegato 2, la relazione è organizzata in tre fasi tra loro consequenziali:

- 1) Ricostruzione storica delle attività di coltivazione della discarica;
- 2) Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare;
- 3) Predisposizione del piano delle indagini ambientali.

1 - RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA

Sull'area, originariamente adibita a cava di argilla a servizio dell'adiacente fornace – terzi a partire dal 1988 (prima la ditta Ecomar s.r.l. e poi la Soleco s.r.l.) hanno realizzato una discarica per rifiuti urbani ed assimilabili per la cui realizzazione e gestione è stato autorizzato il Comune di Chieti (da ultimo AIA n. 43/42 del 31.3.2008).

Deco S.p.A. è subentrata nella gestione della discarica, in qualità di concessionaria, a decorrere dall'anno 2004.

Durante la prima gestione di Ecomar e Soleco (dal 1988 al 2004), i rifiuti venivano accumulati e compattati all'interno della prima vasca di SW, con interstrati di terreno su un substrato non protetto sul fondo da alcun tipo di geomembrana impermeabile, facendo leva sulle caratteristiche di permeabilità delle argille che garantivano le condizioni di tenuta.

A partire dal 2004, la vasca più recente di NE è stata protetta sia ai fianchi che sul fondo da telo in HDPE.

L'evoluzione morfologica dell'area è riassunta anche dalle immagini aeree reperite e descritte nella fig. 1.1 A e B e dalle foto di figura 1.2 Anche la tipologia di rifiuti stoccati è variata negli anni passando da RSU tal quale nella fase dal 1988 al 2009 (gestione SOLECO e DECO) a rifiuti trattati dal 2010 ad oggi.

Attualmente la discarica è a fine coltivazione potendo ricevere ancora circa 55.000 mc. La sua geometria ricostruita nelle sezioni delle figure da 2.2.4 a 2.2.9, è riassumibile in due vasche separate da un setto di altezza variabile da circa 5 m (lato W) a circa 2 m (lato E) con lunghezza complessiva al piano campagna di 300 m circa lungo la direttrice nordest-sudovest e variabile da 120 m a 180 m circa lungo le direttrici trasversali nordovest-sudest. Gli abbancamenti ad oggi assommano a circa 1.015.000 ton di rifiuti.

Il monitoraggio eseguito da DECO, secondo quanto previsto dalla normativa vigente, ha evidenziato la presenza di concentrazioni al di sopra della soglia di contaminazione (CSC) per i composti Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloropropano, solfati, Ferro, Manganese, Arsenico, Nichel e Boro complessivamente o parzialmente presenti nei piezometri P1, P2, PZ5, PZ6, PZ3, P3A, P4A (Fig. 2.1.1)

In conseguenza di tali superamenti, la Deco S.p.A ha messo in atto una serie di MISE che qui di seguito si riportano sinteticamente:

- posa in opera, su una superficie di ca. 2000 mq dell'argine in rilevato della discarica, di un telo in polietilene orecchiato del peso di 210 gr/mq, stabilizzato ai raggi UV (riferimento comunicazione Deco 23.4.12 prot. 5382/12 ROP);

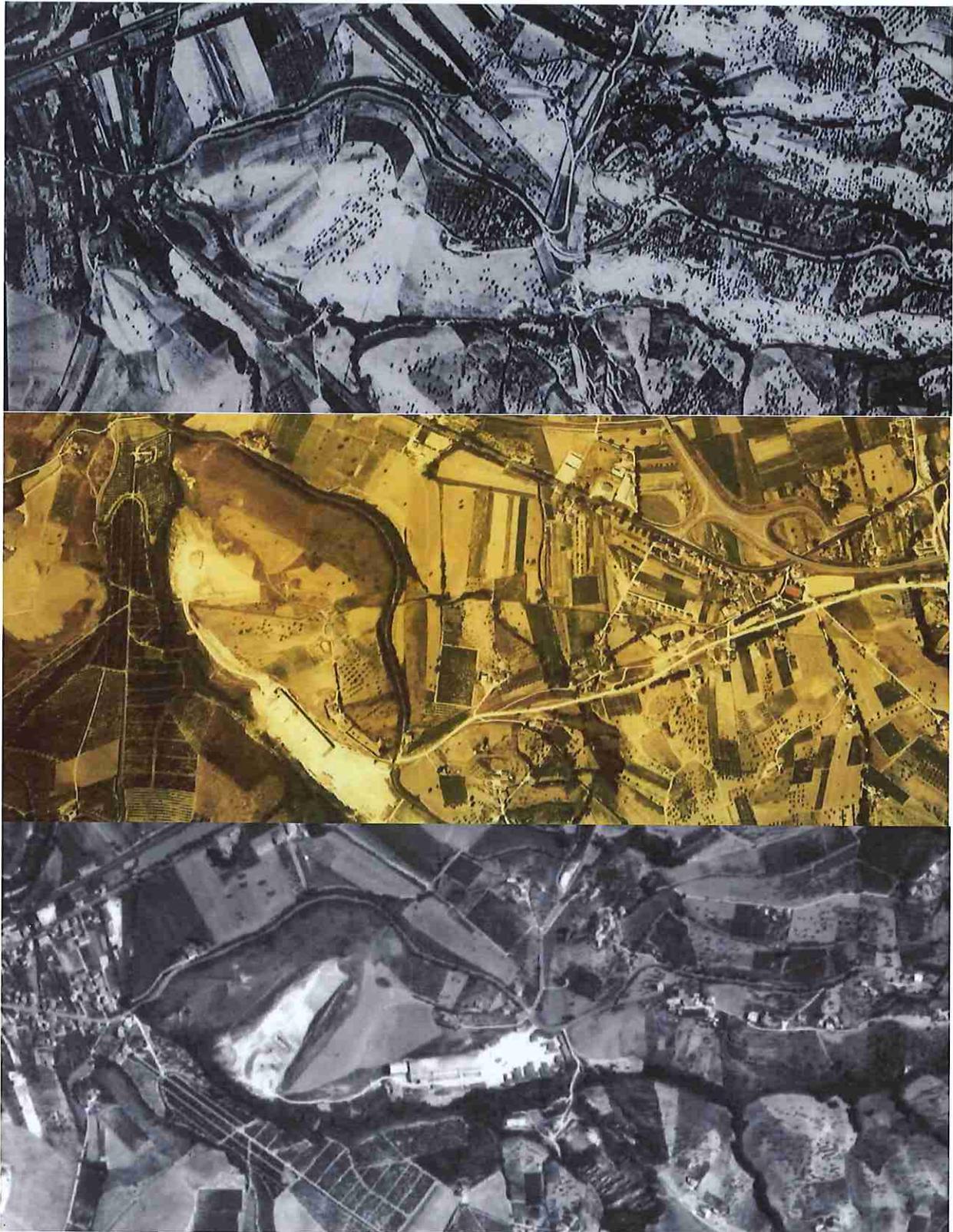


Fig. 1.1 A – Foto aeree dell'area di studio. Dall'alto in basso: IGM 1954; CasMez 1974; IGM 1985



Fig. 1.1 B – Foto aeree dell'area di studio. Dall'alto in basso: IGM 1991; Regione Abruzzo 1994; Regione Abruzzo 2002



Fig. 1.2 – In alto: due fasi della coltivazione nella vasca più vecchia parzialmente protetta al bordo sud. In basso: immagini della posa in opera del telo HDPE nella vasca più recente.

6/76

- posa in opera, sull'intera viabilità sommitale dell'argine in rilevato della discarica, di un telo in HDPE spessore 1,0 mm (riferimento par. 3.3.1 del rapporto finale Arta di controllo a tariffa speditivo anno 2012);
- copertura di un'area vasta con telo impermeabile all'interno della quale sono posizionati i piezometri PZ5 e PZ6 (riferimento comunicazione Deco 10.6.2013, prot. 7036/13 ROP);
- realizzazione di una barriera idraulica consistente nell'istallazione, all'interno dei piezometri PZ3 e P3A, di pompe dotate di sistema automatico/manuale di attivazione in funzione del livello d'acqua presente nei piezometri stessi (riferimento comunicazione Deco 21.12.2015, prot. 11025/15 ROP).

A seguito degli approfondimenti eseguiti da DECO Spa tra il giugno 2018 e il gennaio 2019 si è giunti alla comunicazione ex artt. 245 e 242 del TUA prot. n° 592/19 ROP del 14.1.2019 della individuazione della contaminazione storica del sito della discarica.

2 - ELABORAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

2.1 - Lavori ed elaborati consultati

Il Modello Concettuale è stato ricostruito grazie alla disponibilità di molteplici dati e relazioni attinenti il monitoraggio della discarica. In particolare sono stati consultati i seguenti elaborati.

- DECO SpA – Solved Srl (2018/2019): *Studio ambientale presso discarica Casoni di Chieti*. Da esso è stato possibile dedurre informazioni sull'inquadramento geologico ed idrogeologico; sulla ricostruzione dell'assetto piezometrico e del tipo di corpo idrico presente; sulla valutazione della conducibilità idraulica; sul chimismo di base di tutti i corpi idrici presenti tramite classificazioni e rapporti chimici; sulla distribuzione temporale e spaziale di parametri chimico-fisici, di ioni di base e di contaminanti, anche a prescindere dal superamento o meno della CSC; sulla analisi statistica di parametri chimico-fisici e chimici.

- Comune di Chieti - DECO SpA (2010-2016): *Complesso IPPC discarica per rifiuti non pericolosi in località "Casoni" di Chieti. Relazioni Annuali*

- Comune di Chieti – SOLECO srl (1999): *Variante in corso d'opera per l'adeguamento funzionale con recupero energetico della discarica controllata in località Casoni (CH). Studio Geologico, Idrogeologico e Geotecnico.*

7/76

- DECO SpA (2018): rilievi topografici dell'area della discarica e degli immediati intorno.

- DECO SpA (vari anni): documentazione fotografica di varie fasi di lavoro

- DECO SpA (2017): *Rapporto sullo stato ambientale delle acque sotterranee soggiacenti la Discarica per rifiuti non pericolosi e l'Impianto TMB di Casoni (Chieti)*. A cura dei Proff. G. Sappa e P. Viotti

- DECO SpA – CRITEVAT (Università La Sapienza) (2017): *Studio per la definizione della natura dei superamenti nei valori di concentrazione di alcuni analiti, nelle acque sotterranee soggiacenti la Discarica per rifiuti non pericolosi di Casoni (Chieti)*. A cura del Prof. G. Sappa

- DECO SpA (vari anni): elaborati grafici e tabelle riassuntive delle *analisi chimiche delle acque*.

I punti d'acqua analizzati e campionati derivanti dai suddetti studi, sono riassunti in figura 2.1.1

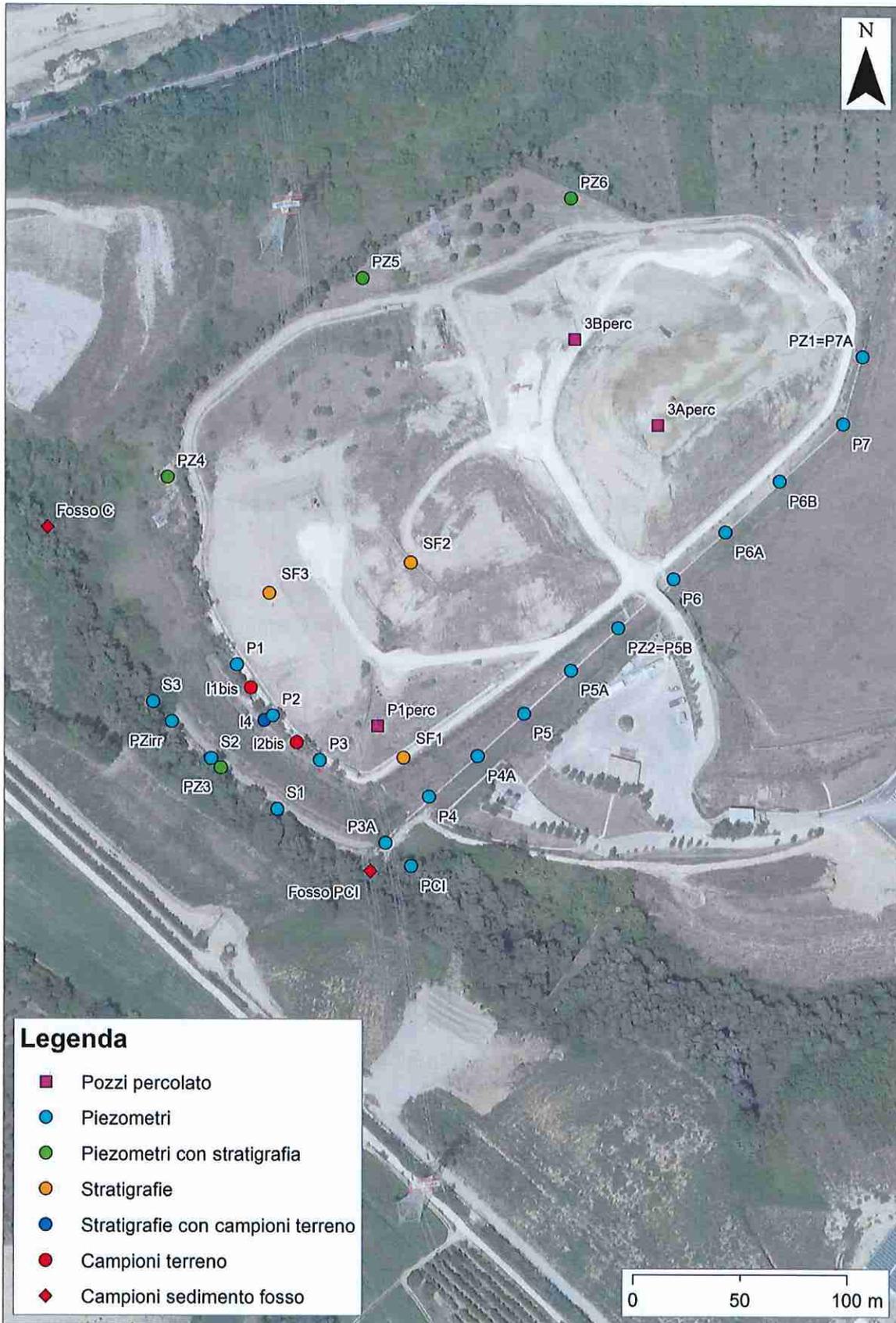


Fig. 2.1.1 – Planimetria dell'area di studio con ubicazione dei punti d'acqua monitorati e delle stratigrafie analizzate.

Inoltre sono state utilizzate anche le seguenti pubblicazioni scientifiche connesse ai temi ed ai luoghi trattati:

- Desiderio G., Nanni T., Rusi S. (2000): *La pianura alluvionale del fiume Pescara (Abruzzo): Idrogeologia e vulnerabilità dell'acquifero*. Mem. Soc. Geol. 56, 197-211.
- Desiderio G. & Rusi S. (2004): *Idrogeologia e idrogeochimica delle acque mineralizzate dell'avanfossa abruzzese molisana*. Boll. Soc. Geol. It., 123 (3), 373-389.
- Desiderio G., Rusi S., & Tatangelo F. (2010): *Caratterizzazione idrogeochimica delle acque sotterranee abruzzesi e relative anomalie*. Bol. Soc. Geol. It., 129 (2), 207-222.
- Fetter C.W. (1992) *Contaminant Hydrogeology*. Prentice Hall
- Palmucci W. e Rusi S. (2013): *Origin and distribution of Iron, Manganese and Boron in the Abruzzo region groundwaters. Hydrogeochemical survey on the Saline sample area*. Rend. Online Soc. Geol. It., 24, 222-224.
- Palmucci W., Rusi S. (2014): *Boron-rich groundwater in Central Eastern Italy: a hydrogeochemical and statistical approach to define origin and distribution*. Environ. Earth Sci. 72/12, 5139–5157.
- Palmucci W., Rusi S., Di Curzio D. (2016): *Mobilisation processes responsible for iron and manganese contamination of groundwater in Central Adriatic Italy*. Environmental Science and Pollution Research, 23, 11709-11805
- Palmucci W., Rusi S., Pennisi M., Di Curzio D. (2016) *Contribution of B and Sr Isotopes to assess boron contamination of groundwater: case studies in Central Italy*. Rend. Online Soc. Geol. It., Vol. 41, pp. 65-68
- Rusi S. (2012): *Cenni di Idrogeologia*. In: *note illustrative della Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 foglio 361 - Chieti*, 88-90. A cura di: Crescenti U. ISPRA – Servizio Geologico d'Italia.

9/76

2.2 - Inquadramento geologico e geomorfologico dell'area di studio

Nell'area di studio è presente la Formazione di Mutignano localmente caratterizzata da una associazione pelitico-sabbiosa storicamente nota col nome di "Argille Grigio Azzurre" di età plio-pleistocenica. La Formazione risulta stratificata e laminata con strati di 30-50 cm di spessore (Fig. 2.2.1).

Dal punto di vista granulometrico, la formazione risulta prevalentemente argillosa con intercalazioni sabbiose fini da centimetriche a decimetri che talora con lamine, concrezioni e noduli di ossidazione dovuti sia a minerali di ferro (ossidi), che a carbonato di calcio. All'interno della formazione, sono stati segnalati anche livelli a solfati sia derivanti da ossidazione di solfuri che a minerali solfatici derivanti dalla deposizione marina della Formazione.



Fig. 2.2.1 – Affioramenti della formazione Mutignano nei dintorni della discarica. In basso a destra, un particolare delle condizioni di affioramento

A causa della degradazione meteorica e dell'allentamento tensionale, la formazione sopra schematicamente descritta presenta nella porzione superficiale una fascia di alterazione con colorazione avana marrone e caratteristiche di porosità e permeabilità maggiori della porzione inferiore, che invece appare grigio azzurra e meno allentata. Lo spessore di questa fascia di alterazione è molto variabile e dipendente, tra l'altro, dalla topografia, dall'evoluzione dei versanti e dall'azione delle acque superficiali. D'ora in avanti la parte superficiale allentata sarà chiamata "Argille Avana" (Fig. 2.2.1), quella inferiore "Argille Grigie".

Alla base dei versanti e nei primi metri di affioramento della formazione, è presente la cosiddetta "coltre eluviale e colluviale", i cui due termini sono relativi rispettivamente ad una vera e propria alterazione chimica, biologica e fisico-meccanica in posto e ad accumulo gravitativo con conseguente alterazione chimica e fisico-meccanica.

A partire dalla stessa Formazione, sono dunque presenti tre litotipi diversi, due dei quali (Argille Grigie ed Argille Avana) strettamente interessati dalla discarica (Fig. 2.2.2).

Dalle ricostruzioni eseguite sfruttando le stratigrafie di sondaggio note e desunte da precedenti lavori, e riportate nell'allegato 1, nonché dalla documentazione fotografica e da rilievi geologici appositamente eseguiti in sito (Fig. 2.2.3), è stato possibile ricostruire l'assetto litologico del

substrato della discarica. Il fondo di entrambe le vasche e il setto di separazione sono costituiti dalle Argille grigie mentre i fianchi interessano le argille grigie nella porzione più bassa e le argille avana nella porzione più alta. Il limite tra le due diverse litologie interseca le vasche a profondità variabile (si vedano le sezioni delle figure da 2.2.4 a 2.2.9). Il bordo di SW della discarica verso il fosso dell'Inferno è costituito da un argine artificiale, realizzato con materiali prevalentemente argillosi compattati, protetto a valle da gabbionate.

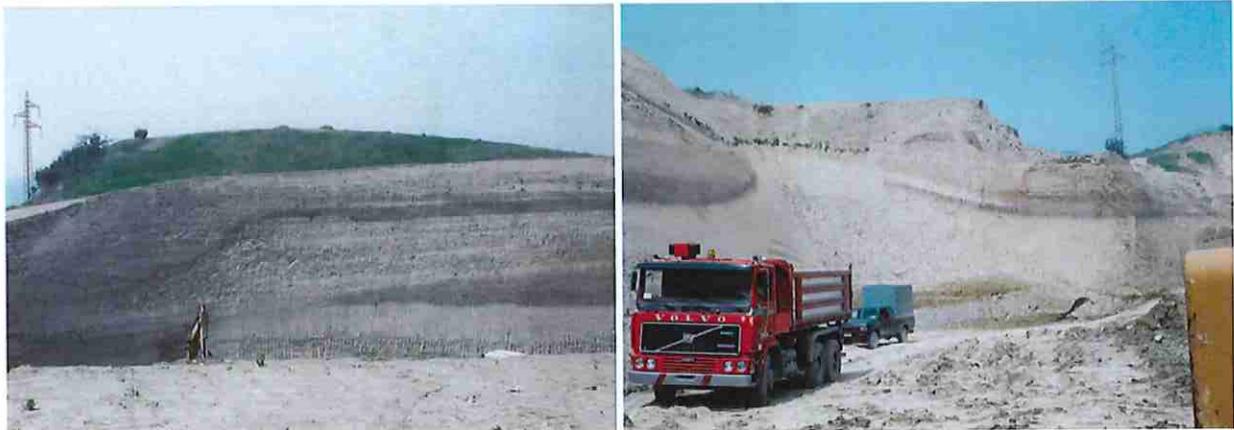


Fig. 2.2.2 – Immagini dalla fase di realizzazione della vasca più recente. A sinistra: affioramenti delle argille avana con livelli organici e ferrosi. A destra: oltre alle argille avana con livelli organici sono visibili anche le Argille Grigie (nella foto dietro al furgonato scuro)

11/76



Fig. 2.2.3 – Planimetria con l'ubicazione delle tracce delle sezioni litologiche/idrogeologiche di figg. 2.2.4÷2.2.9 e delle stratigrafie reperite ed utilizzate per le ricostruzioni

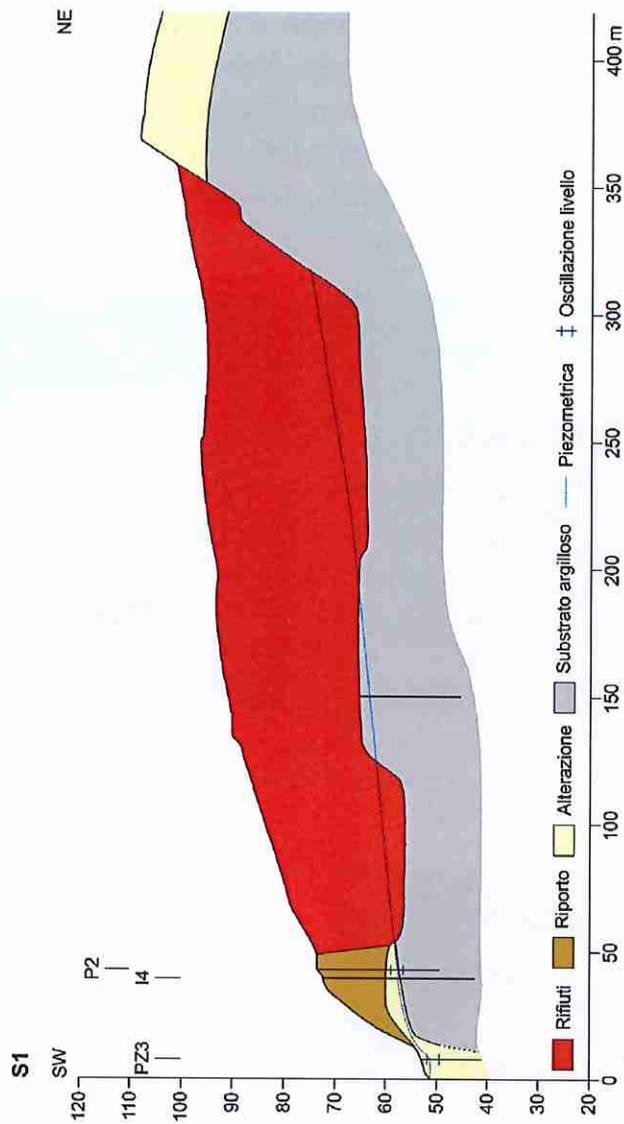


Fig 2.2.4 – Sezione litologica/idrogeologica S1 longitudinale alla discarica (traccia in fig. 2.2.3). Il livello piezometrico indicato si riferisce ad un media dei rilievi.

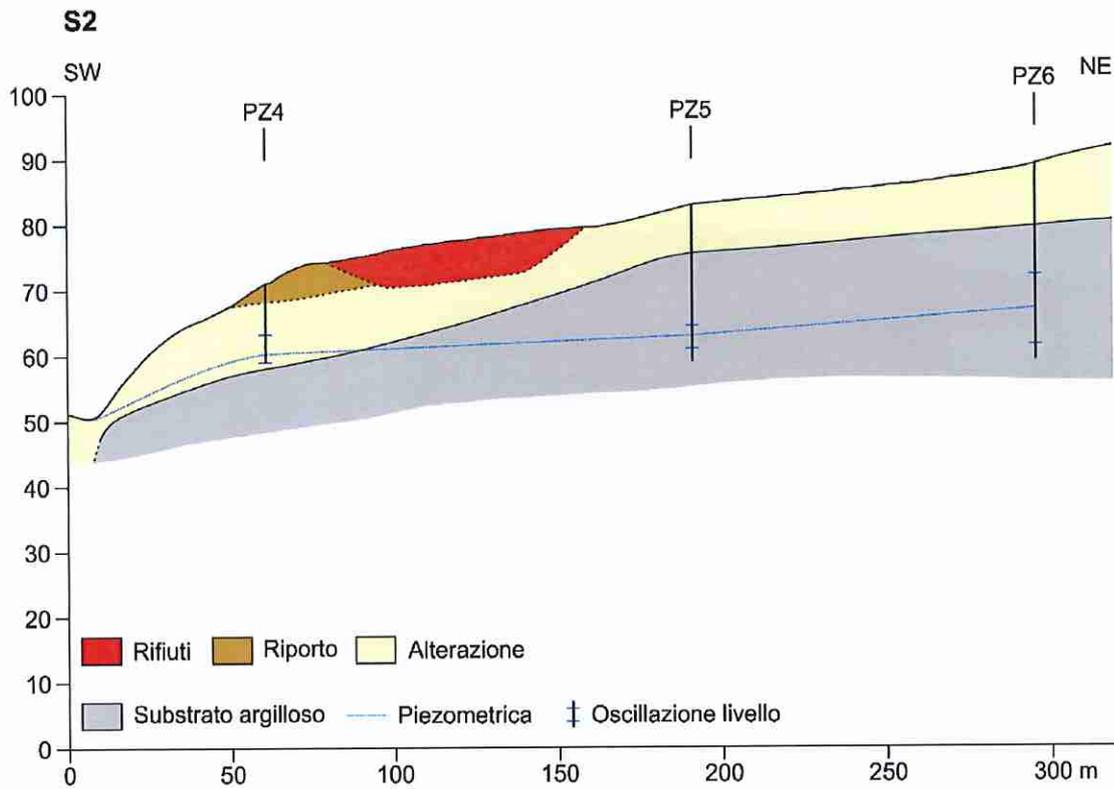


Fig. 2.2.5 - Sezione litologica/idrogeologica S2 longitudinale all'area di studio e parzialmente intersecante la discarica (traccia in fig. 2.2.3)

13/76

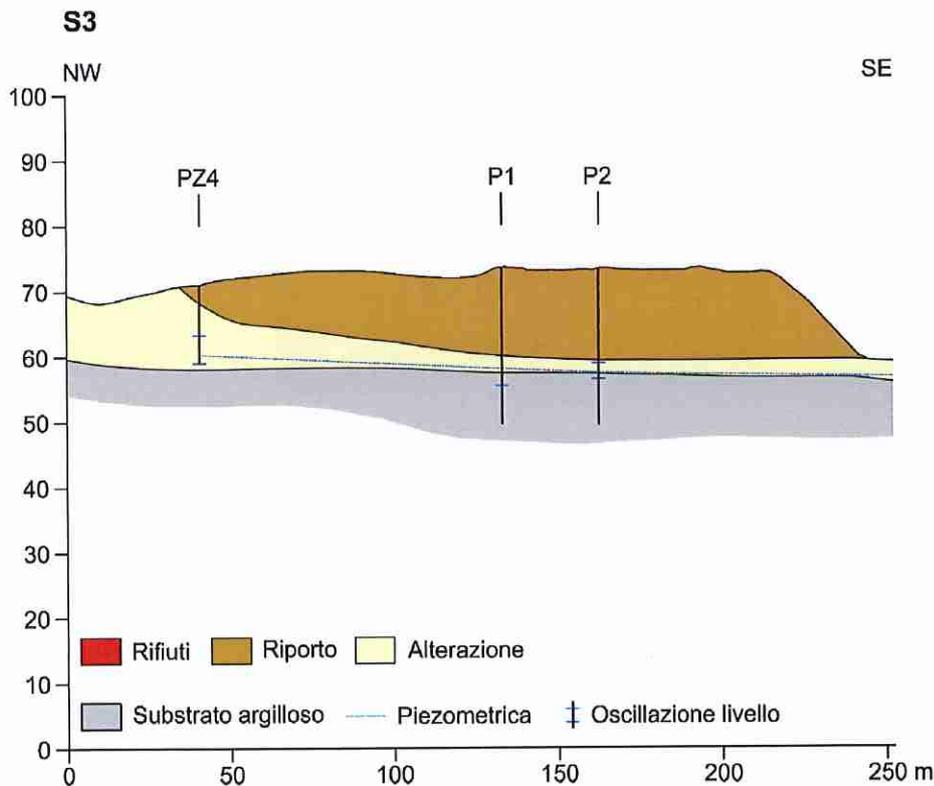


Fig. 2.2.6 - Sezione litologica/idrogeologica S3 trasversale all'area di studio e passante per l'argine di SW (traccia in fig. 2.2.3).

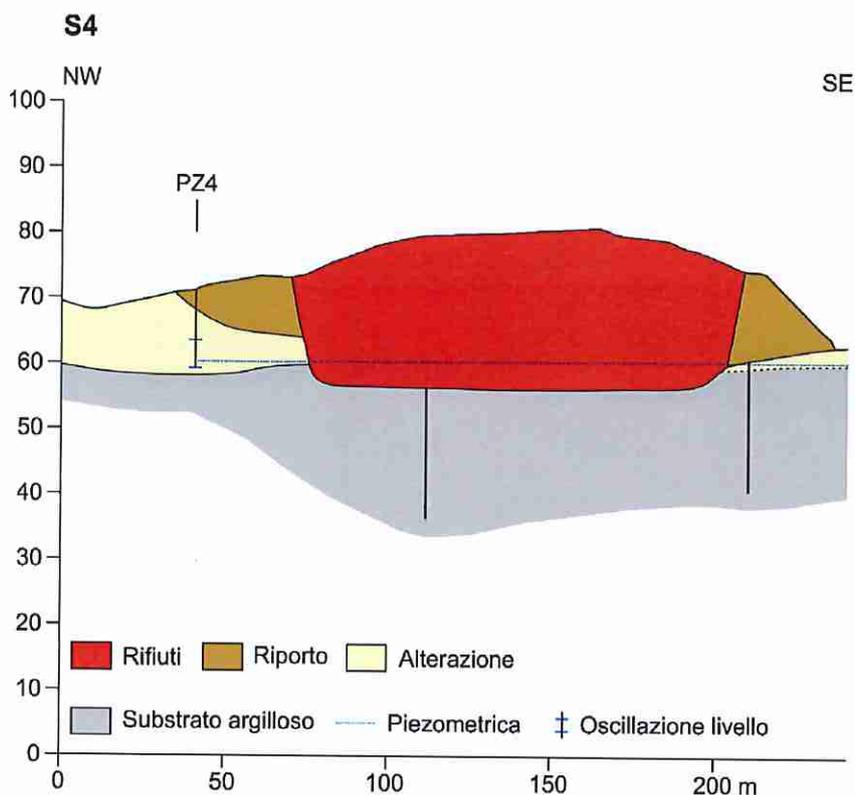


Fig. 2.2.7 - Sezione litologica/idrogeologica S4 trasversale alla discarica nella parte SW della stessa (traccia in fig. 2.2.3).

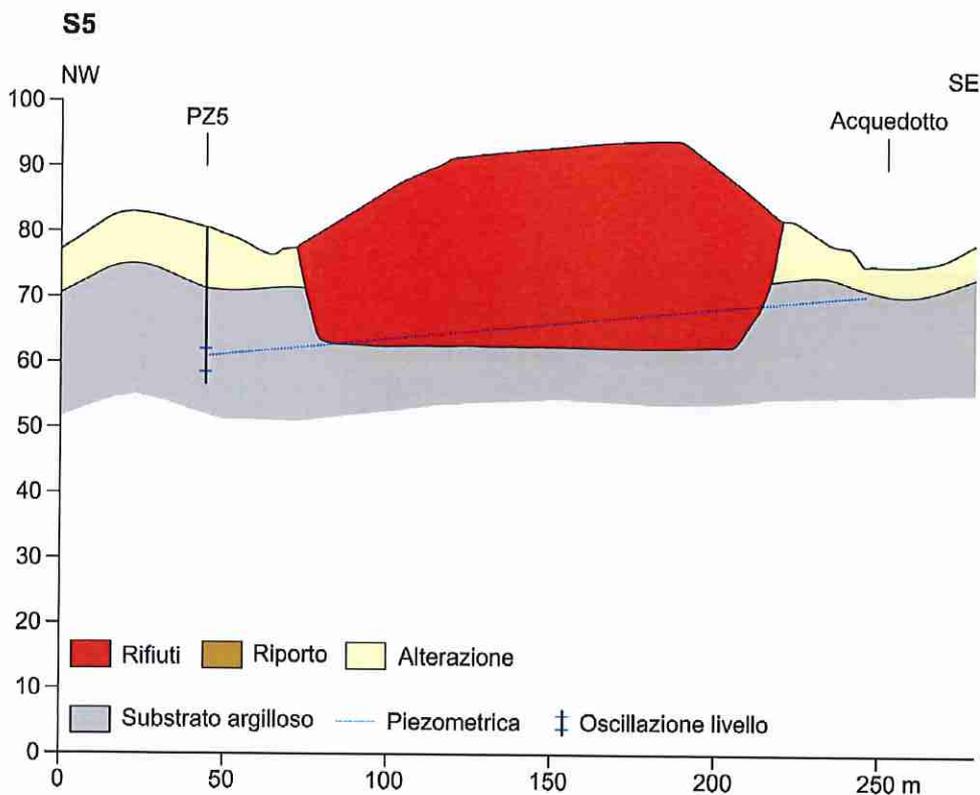


Fig. 2.2.8 - Sezione litologica/idrogeologica S5 trasversale alla discarica nella parte centrale della stessa (traccia in fig. 2.2.3).

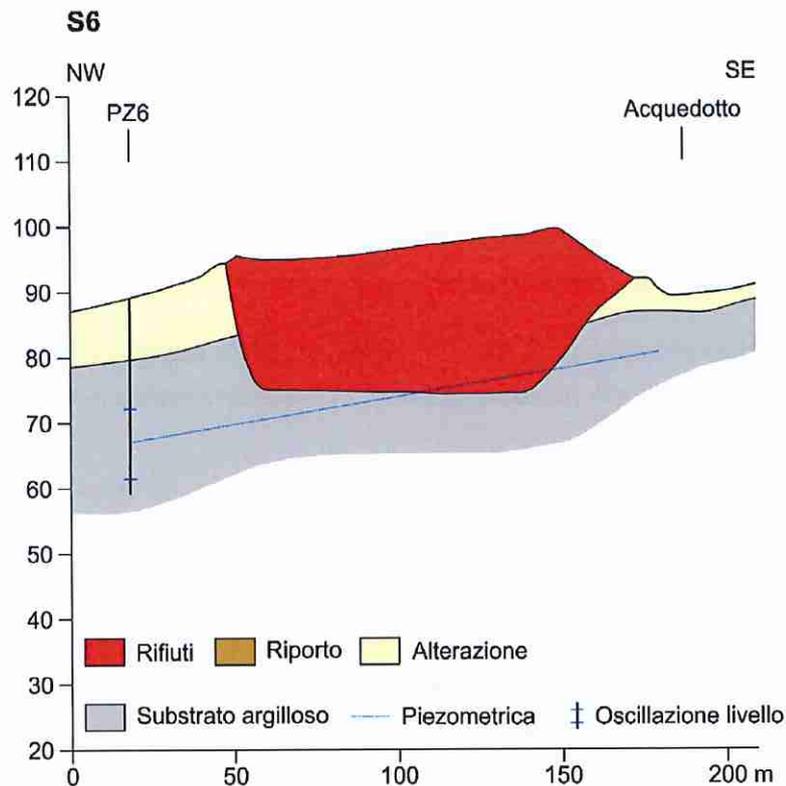


Fig. 2.2.9 - Sezione litologica/idrogeologica S6 trasversale alla discarica nella parte NE della stessa (traccia in fig. 2.2.3).

15/76

Dal punto di vista morfologico, la collina su cui è stata coltivata la discarica (Fig. 1.1 e 2.2.10) si sviluppava in direzione NE-SW delimitata da due impluvi con la stessa direzione che confluivano nel fosso dell'Inferno che borda a Sud la discarica stessa e confluisce più a valle nel fiume Pescara. La coltivazione della discarica è avvenuta ed avviene in modo da ricostruire l'andamento naturale NE-SW del versante. L'area di studio ha subito notevoli variazioni di origine antropica. La stessa area di imposta era interessata da cave di argilla a servizio della fornace adiacente.

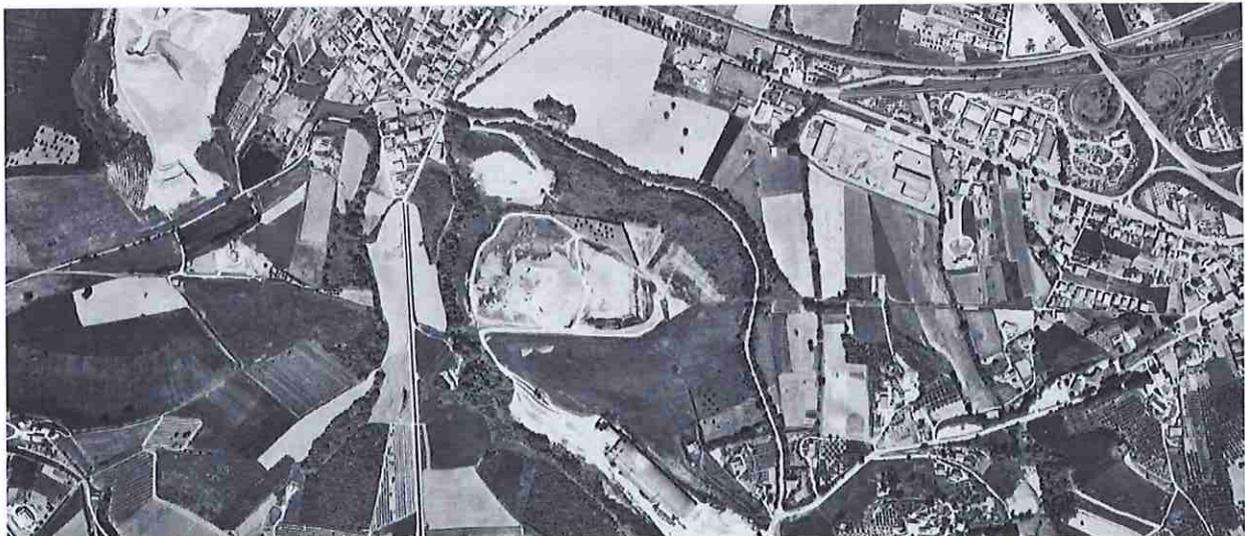


Fig. 2.2.10 - Foto aerea dell'area di studio da Regione Abruzzo 2002

2.3 - Caratteristiche idrogeologiche

L'assetto geolitologico sopra descritto ha consentito di ascrivere le formazioni presenti al gruppo degli aquitard o aquiclude, ovvero a quelle formazioni a scarsa permeabilità all'interno delle quali si può avere circolazione di acqua a bassa o bassissima velocità. Per tale motivo, d'ora in avanti si parlerà di "corpi idrici sotterranei" e non di Acquiferi, termine riservato a formazioni a permeabilità medio alta con acqua al loro interno.

L'assetto idrogeologico è stato dunque desunto dalla ricostruzione della superficie piezometrica in diversi periodi, dalla oscillazione nel tempo dei livelli piezometrici nei pozzi e piezometri analizzati e dalla stima della permeabilità tramite prove in sito.

2.3.1 - Superficie piezometrica

L'assetto piezometrico è stato ricostruito al fine di individuare la morfologia della superficie piezometrica, a sua volta indicativa dell'andamento delle linee di flusso del corpo idrico sotterraneo e dei rapporti con le acque superficiali. Perciò, sono stati utilizzati tutti i piezometri a disposizione e sono state ricostruite più superfici piezometriche. In particolare, è stata ricostruita la piezometrica con i dati dei rilievi del giugno 2013 (Fig. 2.3.1), e del luglio 2018 (Fig. 2.3.2). Allo stato attuale, quasi tutti i piezometri, fanno eccezione solo quelli in prossimità del fosso, sono tenuti in depressione per la gestione/controllo di eventuali fughe di biogas, mentre PZ3 e P3A sono utilizzati come pozzi barriera e sottoposti ad emungimento quale MISE adottata. All'interno dei primi possono dunque verificarsi condizioni di pressione superiori o inferiori a quella atmosferica che, in considerazione della scarsa permeabilità dei terreni presenti, possono influenzare il livello piezometrico. In quelli sottoposti ad emungimento, possono invece verificarsi condizioni transitorie di abbassamento della superficie piezometrica indotto dall'emungimento stesso. Per tali motivi nel luglio 2018 è stata eseguita, nell'ambito degli studi eseguiti dal giugno 2018 al gennaio 2019 da DECO e Solved, una campagna piezometrica dopo aver lasciato aperti tutti i piezometri e dopo aver interrotto temporaneamente gli emungimenti.

16/76

Le morfologie piezometriche così ottenute (Figg 2.3.1 e 2.3.2) risentono della distribuzione dei punti d'acqua utilizzati che sono, per ovvi motivi, distribuiti attorno alle vasche e non all'interno delle stesse. In generale, esse evidenziano quanto segue.

- È la morfologia del versante che guida la morfologia piezometrica: infatti i carichi idraulici diminuiscono da 85 m s.l.m. all'apice NE della collina fino a circa 51 m s.l.m. in prossimità del fosso, al quale la superficie piezometrica si raccorda lungo tutto il lato SW della discarica. Il cosiddetto "monte idrogeologico", secondo una nomenclatura da consuetudine, va dunque individuato nella parte alta della discarica al bordo NE dell'area di studio, mentre il cosiddetto valle idrogeologico va individuato al bordo SW dell'area di studio.

17/76

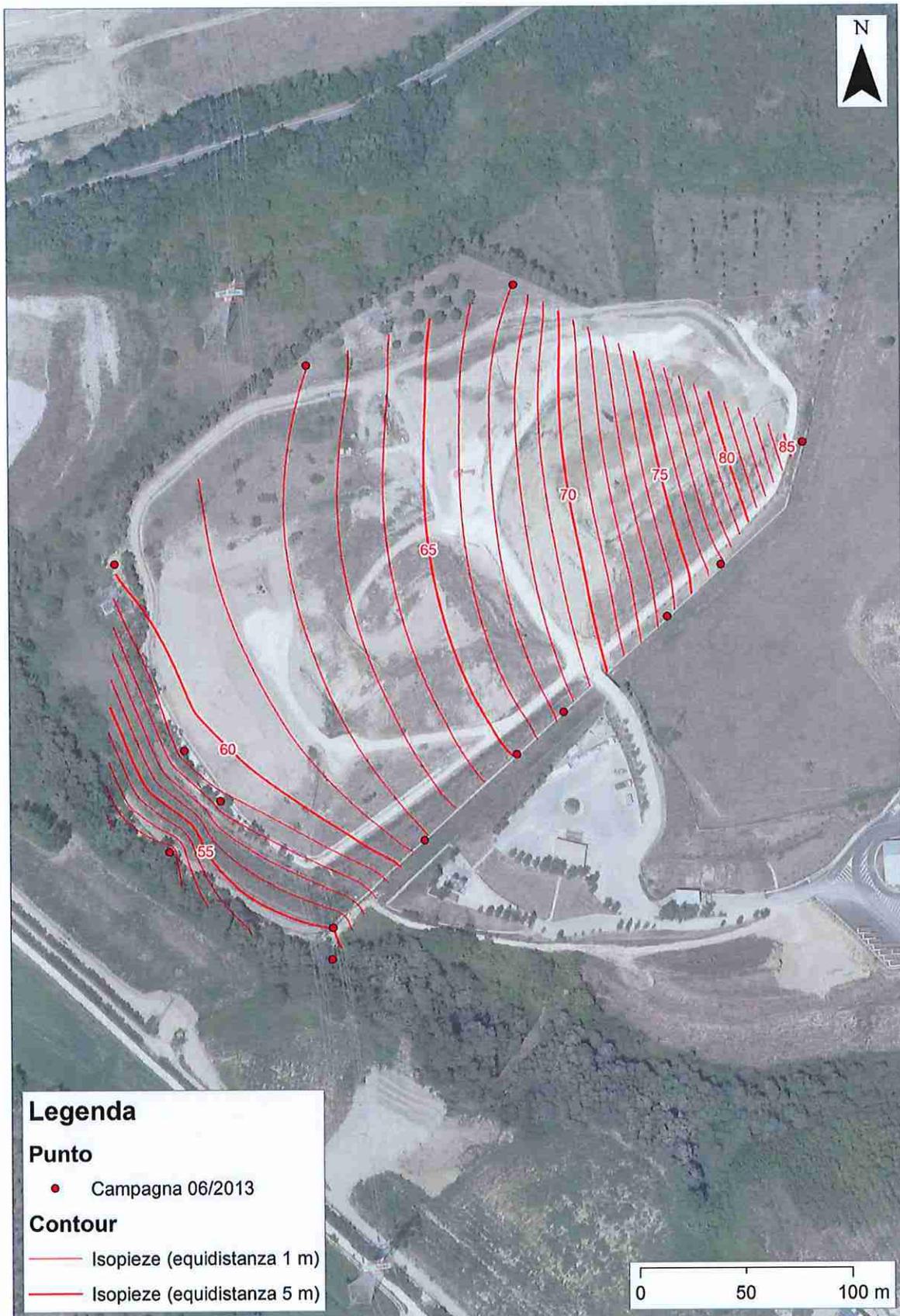


Fig. 2.3.1 – Carta delle isopiezometriche relative alla campagna di misura del giugno 2013

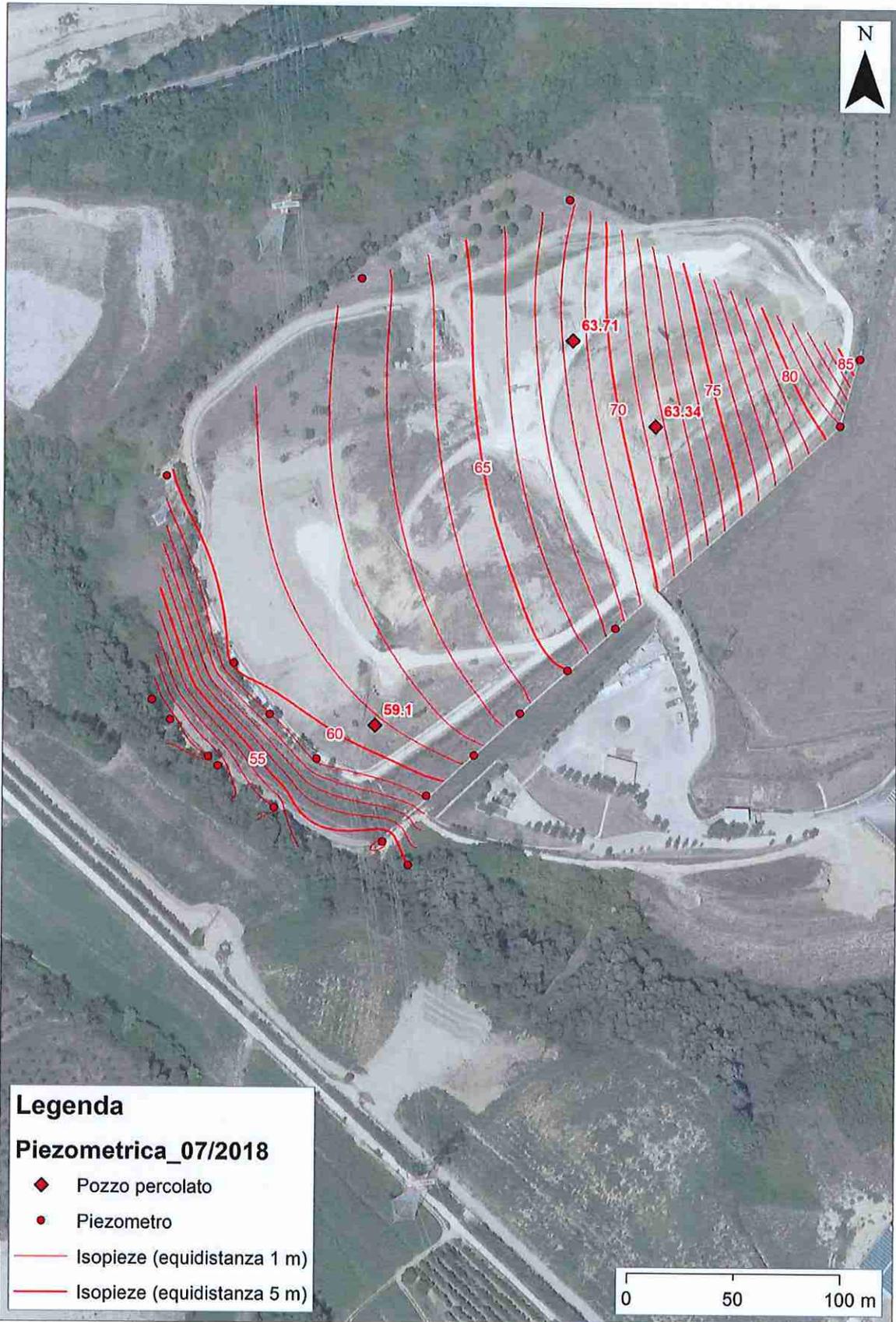


Fig. 2.3.2 – Carta delle isopiezometriche relative alla campagna di misura del giugno 2013

- Il gradiente idraulico (osservabile anche nella sezione di fig. 2.2.4) varia da 0,10 nella parte alta della collina e della piezometrica, a 0,04 nella parte mediana delle stesse, a 0,21 nella parte bassa della collina in prossimità del fosso. Gli alti valori del gradiente idraulico sono sintomatici di bassi valori di permeabilità, come intuibile dalla litologia e come stimato quantitativamente (si veda il paragrafo 2.3.3).
- I carichi idraulici al bordo SW si raccordano alle quote del fosso e non sono mai state osservate venute d'acqua al di sopra della quota del fosso stesso. Ciò significa che il fosso costituisce un potenziale imposto del corpo idrico sotterraneo.
- Il livello del percolato misurato nei relativi pozzi risulta più basso del livello piezometrico ricostruito (Fig. 2.3.2).

Sulla scorta di quanto sopra riportato e della presenza di livelli più o meno sabbiosi all'interno delle prevalenti argille (sia avana che grigie) deriva che il corpo idrico sotterraneo può essere considerato come un "corpo idrico multistrato" nel quale la circolazione avviene prevalentemente nei livelli limoso sabbiosi, che non presentano continuità laterale e dunque non individuano livelli idrici ben distinti. Se fossero presenti questi ultimi, dovrebbero notarsi venute d'acqua o livelli umidi lungo i versanti, laddove i livelli continui intercettano la superficie topografica. Si tratta dunque di un corpo idrico multistrato a comportamento singolo e sincrono i cui potenziali imposti, nonché allineamento di recapito principale, è il fosso. Dal punto di vista normativo il corpo idrico, per quanto sopra detto e per quanto dedotto da test di permeabilità (Par. 2.3.3), va considerato (D.Lgs 152/2006 Allegato 1 parte III) come "non significativo" in quanto "orizzonti saturi di modesta estensione e continuità all'interno o sulla superficie di una litozona poco permeabile e di scarsa importanza idrogeologica e irrilevante significato ecologico". Esso inoltre non va denominato come "falda", secondo l'Accordo Stato-Regione del 12/12/2003 allegato 1, che recita: "non costituiscono una falda i livelli discontinui e/o di modesta estensione presenti all'interno e al di sopra di una litozona a bassa conducibilità idraulica".

19/76

2.3.2 - Oscillazioni della superficie piezometrica

Le oscillazioni piezometriche dedotte dalle relazioni annuali e dalle operazioni di misura del carico idraulico in occasione del campionamento nei piezometri, già peraltro riassunti nel lavoro DECO-Solved, mostrano come solo in alcuni piezometri è visibile un'oscillazione stagionale (P1, P2, PZ6) ma in generale non sembra esserci correlazione tra afflussi ed oscillazioni. Appare invece chiaro l'effetto di abbassamento del carico idraulico nei piezometri utilizzati come pozzi barriera e sottoposti ad emungimento (es. PZ3).

Alcune oscillazioni della piezometrica risentono degli effetti dovuti alla protezione ermetica presente (sistema di protezione fughe di biogas) che può determinare condizioni di pressione superiori a quella atmosferica che, in considerazione della scarsa permeabilità dei terreni presenti, possono influenzare sensibilmente il livello piezometrico.

2.3.3 - Test di permeabilità

L'assetto idrogeologico è stato completato con l'esecuzione di test di permeabilità in sito per la stima della conducibilità idraulica utile sia per una miglior comprensione dei flussi sotterranei sia per eventuali stime quantitative.

La stima della conducibilità idraulica in sito è stata eseguita tramite prove di permeabilità in fori già eseguiti ed attrezzati a piezometri. La presenza di numerosi fori attrezzati a piezometri, in cui è noto il completamento e la successione litologica attraversata, ha consentito di utilizzare questi ultimi come fori per prove tipo Lefranc a carico variabile in fase di risalita. Tali prove sono state eseguite abbassando il livello dell'acqua di una altezza nota e misurando la velocità di risalita del livello. Il risultato della prova è significativo del comportamento dell'intero corpo idrico attraversato dal piezometro e non già di singoli livelli.

Le prove sono state eseguite svuotando o comunque abbassando il livello nei piezometri (fase di spurgo) ed osservando la risalita nelle ore e nei giorni successivi tramite rilievi con freatimetro. Per tale tipo di prova, la conducibilità idraulica K in m/s è pari a:

$$K = (A / (C_L(t_2-t_1)) \text{ Ln}(h_1/h_2)$$

in cui:

A (m²): area di base del piezometro

h_1 e h_2 (m): altezza dei livelli d'acqua nel piezometro rispetto al livello della falda indisturbata agli istanti t_1 e t_2

t_1 e t_2 (s): tempi ai quali si misura h_1 e h_2

C_L : coefficiente di forma dipendente dall'area di base del piezometro e dalla lunghezza del tratto filtrante, per tratti filtranti molto maggiori del diametro di base del piezometro (presenti casi di studio) C_L viene posto pari alla lunghezza stessa del tratto filtrante (m).

Nelle tabelle dell'ALLEGATO 3 sono riportati i dati e i risultati per ogni piezometro testato, mentre nelle figure dell'ALLEGATO 2 sono riportati i grafici tempo/altezze.

n.	PZ6	PZ5	P1	P2	S3	PZ irriguo	S2	PZ3	S1	PCI	P3A	P4	P4A	P5	P5A
K (m/s)	9,2 10 ⁻¹⁰	3,0 10 ⁻⁹	3,9 10 ⁻⁹	4,4 10 ⁻⁹	4,6 10 ⁻⁸	1,5 10 ⁻⁷	4,9 10 ⁻⁸	9,5 10 ⁻⁸	6,1 10 ⁻⁸	2,6 10 ⁻⁹	2,1 10 ⁻⁸	2,2 10 ⁻⁷	1,0 10 ⁻⁸	9,7 10 ⁻⁸	4,0 10 ⁻⁸

Tab. 2.3.1 – valori di conducibilità ottenuti con prove tipo Lefranc nei piezometri esistenti

In tabella 2.3.1 sono sintetizzati i valori di K (in m/s) ricavati per ciascun piezometro da cui si evince che tutti i valori sono confrontabili e che dunque i test sono attendibili. In generale, i valori di K sono bassissimi e variabili da 10⁻⁹ m/s a 10⁻⁷ m/s. Ai limiti NW e SW della discarica, la permeabilità risulta bassissima (10⁻⁹ m/s), mentre in prossimità del fosso e al limite SE della discarica la permeabilità risulta molto bassa (10⁻⁷ – 10⁻⁸ m/s). I valori ottenuti consentono di ascrivere il complesso delle Argille Avana e Grigie ad un Aquiclude.

I valori di conducibilità idraulica ottenuti confermano quanto ipotizzato nel paragrafo 2.3.1 sulla distribuzione del gradiente idraulico, che risulta essere sempre alto come si confà a litologie a bassissima conducibilità idraulica. La presenza di un limite a potenziale imposto e la morfologia del territorio rendono conto della morfologia piezometrica ottenuta.

2.3.4 - Assetto idrogeologico e circolazione idrica sotterranea

L'assetto geologico, la ricostruzione delle geometrie della discarica e la tipologia della stessa analizzate in comparazione all'assetto piezometrico dell'area di studio (Figg. sezioni 2.2.4÷2.2.9) hanno evidenziato che, al di là delle ragionevoli approssimazioni nel calcolo dei carichi idraulici e nel rilievo topografico, c'è interazione tra il fondo della discarica e la superficie piezometrica. In particolare, considerando le oscillazioni piezometriche registrate nei piezometri, i livelli piezometrici più alti intersecano ed entrano all'interno del corpo della discarica. Tale fenomeno non comporta un ingresso fisico nel corpo discarica se lo stesso è opportunamente protetto, viceversa, in mancanza di protezione, il contatto durante i periodi di alto piezometrico è di tipo fisico. Questa seconda ipotesi è molto probabile nella porzione SW e S del corpo discarica in corrispondenza della parte più vecchia della stessa, laddove la protezione è garantita solo dalla presenza delle Argille Grigie e non da membrane protettive. D'altra parte la permeabilità delle Argille Grigie risulta estremamente bassa ($10^{-8} \div 10^{-9}$ m/s) e questo fa sì che eventuali flussi idrici di liquidi derivanti dalla interazione tra acqua e discarica filtrino con velocità estremamente basse. Considerando la direzione di flusso scaturita dalla indagine piezometrica (Fig. 2.3.2), i gradienti idraulici deducibili dalla stessa e i valori di permeabilità stimati con le prove in sito, è possibile, applicando meramente la legge di Darcy, stimare le velocità medie delle acque sotterranee nel contesto analizzato. I valori di velocità ottenibili mediamente sull'intera area è pari a 0,26 cm/a con valori maggiori se si analizza la zona S/SE in cui il maggior gradiente consente di stimare velocità di 26 cm/a. Nella ipotesi, non riscontrata in campagna, che i maggiori gradienti si posizionino in corrispondenza delle zone a maggiore permeabilità (10^{-7} m/s) si ottengono valori di 132 cm/a.

I valori ottenuti, sebbene rispondenti a stime, rendono bene conto degli scarsi flussi in gioco.

2.4 - Caratterizzazione chimico-fisica e chimica delle acque presenti

Il chimismo delle acque presenti è stato analizzato sulla base delle numerose campagne di analisi eseguite e riportate nelle relazioni annuali e nello studio DECO-Solved. Le acque analizzate appartengono ai corpi idrici sotterranei in prossimità della discarica, al fosso dell'Inferno ed al percolato di discarica.

Le disomogeneità nelle date di analisi e del tipo di parametro analizzato, dovute al rispetto della normativa che impone frequenze di campionamento diverse a seconda dell'obiettivo, ha suggerito di eseguire una campagna omnicomprensiva su tutte le verticali campionabili dell'area e per tutti gli ioni utili alla comprensione del chimismo di base e delle eventuali contaminazioni. Tale campagna è stata eseguita nel luglio 2018 dopo aver spento tutti i pozzi in emungimento e liberato dalla chiusura ermetica tutti i piezometri di monitoraggio in modo da fotografare nel miglior modo possibile, senza impattare sulla gestione della discarica, una condizione indisturbata e dunque rappresentativa dello stato di fatto chimico. I risultati sono stati poi confrontati con quelli storici.

La trattazione dei dati è stata fatta con puri obiettivi idrogeochimici e dunque elaborando congetture sulla base dei dati e non sull'assioma "superamento – non superamento della CSC". Inoltre, sono stati presi in considerazione a mo' di riferimento anche i dati chimici delle acque superficiali del fosso dell'Inferno, delle acque sotterranee della zona TMB e le analisi chimiche del percolato (per il quale sono state eseguite due campagne in luglio ed in ottobre 2018) analizzato come acqua sotterranea, per favorire il confronto analitico con le acque sotterranee e dunque utilizzando gli stessi limiti analitici di rilevabilità.

Si premette inoltre che per i piezometri S1, S2, S3 PZirr e PCI (Fig. 2.1.1) è stato possibile reperire solo campagne parziali riguardanti alcuni ioni tra i quali non quelli fondamentali. Non è stato dunque possibile verificare l'attendibilità delle analisi. Nella campagna del luglio 2018 sono stati invece analizzati in modo completo.

Di seguito vengono riportati nell'ordine: il chimismo di base; la distribuzione nel tempo di alcuni parametri chimico-fisici, degli ioni di base e di alcuni contaminanti; la distribuzione spaziale di parametri chimico-fisici, di ioni di base e di contaminanti; la distribuzione statistica di parametri chimico-fisici e chimici.

22/76

Nel prosieguo della relazione sono state utilizzate delle semplificazioni nella scrittura degli ioni secondo il seguente schema:

scritto	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO4	HCO3	NH4	NO3
significato	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻

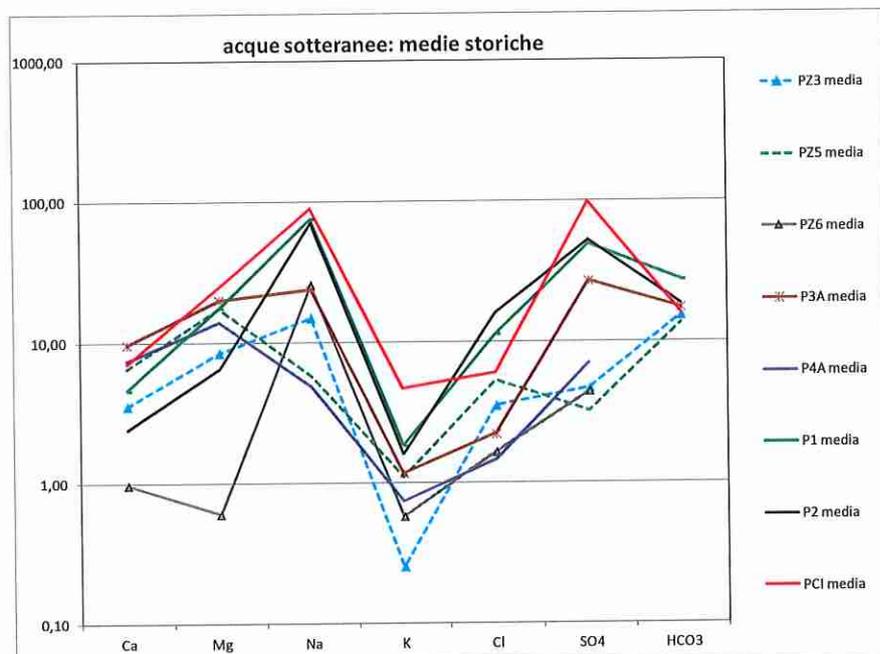
2.4.1 - Chimismo di base

Il chimismo di base è stato analizzato tramite i diagrammi di classificazione e confronto di Schoeller-Berkaloff. Nelle figure da 2.4.1 a 2.4.4 sono riportati e commentati i risultati.

Il chimismo di base, raggruppato per acque sotterranee e acque superficiali, si presenta in generale come bicarbonato alcalino terroso con lieve prevalenza del Mg rispetto al Ca. Le acque superficiali del fosso dell'Inferno sono meno concentrate di quelle sotterranee ma della stessa tipologia. Al sovrastante schema fanno eccezione le seguenti acque:

- P1, P2, PCI che mostrano un chimismo solfato-sodico con incrementi anche in Cl e K;

- PZ6 che mostra un chimismo bicarbonato-sodico e un sensibile decremento di Mg e Ca;
- PZ5 che mostra un incremento in Cl e in K rispetto al chimismo di base;
- P3A che mostra caratteri intermedi tra quello di base e quello dei P1, P2 e PCI.



23/76 *Fig. 2.4.1 – Diagramma di Schoeller Berkaloff (in meq/l) relativo ai valori medi di concentrazione delle acque sotteranee (periodo 2006-2017)*

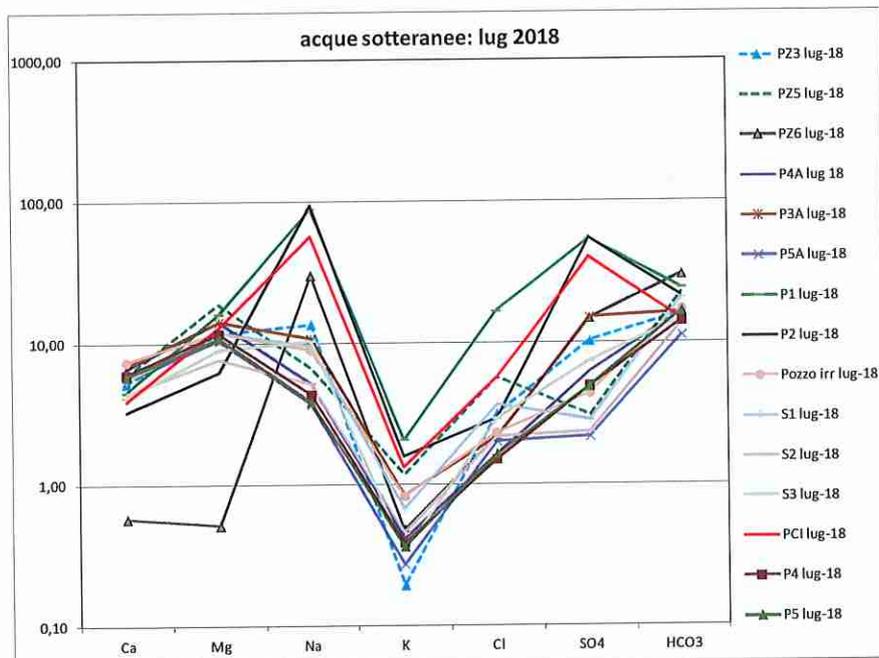


Fig. 2.4.2 – Diagramma di Schoeller Berkaloff (in meq/l) relativo al luglio 2018 nelle acque sotteranee

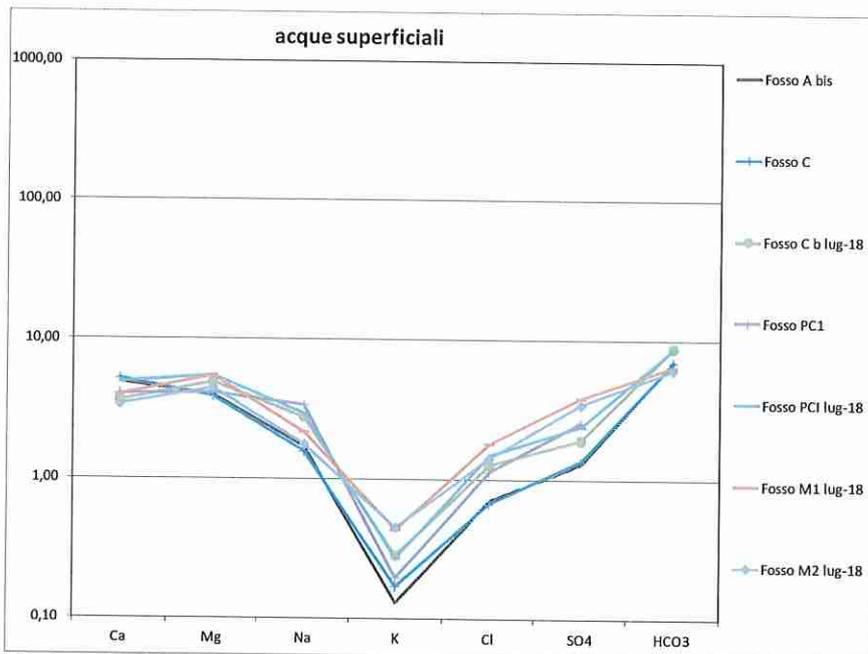


Fig. 2.4.3 – Diagramma di Schoeller Berkloff (in meq/l) relativo alle acque superficiali del fosso dell'Inferno

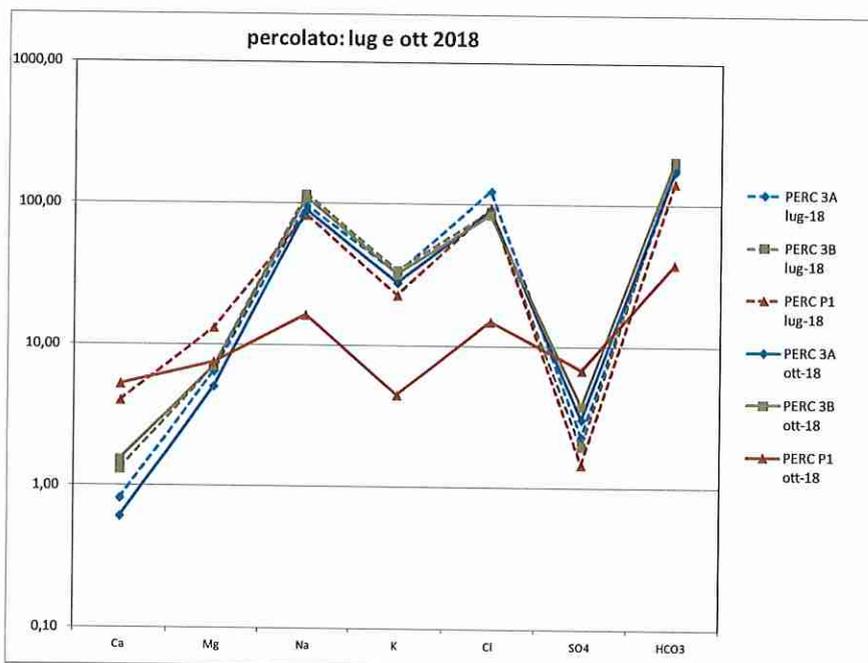


Fig. 2.4.4 – Diagramma di Schoeller Berkloff (in meq/l) relativo al percolato. Le analisi (luglio e ottobre 2018) sono state eseguite trattando analiticamente il percolato come acqua sotterranea

La classificazione di Scholler Berkloff del percolato prelevato nei tre pozzi del percolato disponibili e relativa alle due campagne di analisi complete del 2018 (ubicazione in figura 2.1.1), evidenzia un chimismo bicarbonato/cloruro-sodico con elevati contenuti in K e basse concentrazioni in Ca e SO₄. La bassa concentrazione in SO₄ è probabilmente da relazionare agli equilibri redox che si verificano nel percolato che tendono a ridurre le specie chimiche come SO₄ in S²⁻, così come i NO₃ in NH₄ la CO₂ in CH₄ etc.

2.4.2 - Monitoraggio chimico fisico e chimico

L'analisi del chimismo eseguita al precedente paragrafo, sebbene relativa alla media dei rilievi eseguiti nel tempo e alla fotografia più recente del luglio 2018, non rende conto di eventuali variazioni nel tempo in relazione alle oscillazioni piezometriche, naturali o indotte che siano, ed alla eventuale ricarica meteorica. Per tale motivo sono state analizzate e graficate le variazioni di alcuni analiti nel tempo sulla base dei dati messi a disposizione da DECO spa. Qui di seguito si riportano alcuni dei più significativi, anche sulla base di quanto emerso al paragrafo precedente. Anche in questo caso, i dati delle acque sotterranee vengono confrontati con quelli del percolato e delle acque superficiali.

L'andamento della temperatura evidenzia valori alti e molto variabili (variazioni di 8 °C) per P1, P2. Oscillazioni meno accentuate ma comunque visibili si osservano per Pz5 e Pz6 (oscillazioni di 6 °C). Anche Pz3 manifesta variazioni di circa 6 °C ma la soggiacenza è minore che negli altri e dunque più soggetto a variazioni stagionali. Tutti gli altri manifestano oscillazioni nell'ambito della normalità (alcuni °C).

L'analisi della temperatura, e parallelamente della Conducibilità elettrica, dei corpi idrici non è stata limitata alla sola distribuzione nel tempo dei dati rilevati ad ogni campionamento, ma sono stati eseguiti log di T e di Conducibilità elettrica in tutti i piezometri presenti. Nei grafici riportati nell'allegato 4 sono riportati tutti i log eseguiti, dai quali si evince che la T e la Conducibilità non varia significativamente con la profondità e che dunque i dati relativi alle campagne di campionamento sono attendibili e riferibili all'intero corpo idrico. Unica eccezione vale per i pozzi in prossimità del fosso per i quali la soggiacenza è minima e dunque la temperatura risente delle oscillazioni stagionali atmosferiche (zona di eterotermia stagionale). Al di là della distribuzione verticale della Temperatura che, come visto dai log, non subisce variazioni, la distribuzione areale invece evidenzia la presenza di zone più calde, in corrispondenza dei pozzi P1, P2 (in media circa 20°C), meno calde in PZ5 (in media 18,5 °C) e più consona a temperature idriche sotterranee in tutti gli altri punti (attorno a 15 °C con variazioni di frazioni di grado).

L'andamento della conducibilità elettrica (Fig. 2.4.5) mostra valori elevati rispetto alla media e oscillazioni elevate (da 2000 a 6000 microS/cm) per P1 e P2. Anche il piezometro PCI, per il breve periodo di monitoraggio disponibile, mostra elevate oscillazioni. Oscillazioni evidenti ma meno accentuate si osservano per Pz6 e P3A (da 2000 a 4000 microS/cm). Tutti gli altri oscillano lievemente attorno ai valori medi visibili in tabella 2.5.1. I valori elevati e, soprattutto, le oscillazioni, registrate nei punti P1 e P2 non sono riconducibili a fenomeni naturali. Ovvero il contenuto in ioni totali delle acque sotterranee non può oscillare così tanto a maggior ragione se in un acquifero/aquicludo con valori di permeabilità come quelli evidenziati nel presente studio.

Per tale motivo il monitoraggio è stato approfondito. In figura 2.4.5 sono riportati gli andamenti sinottici della conducibilità elettrica anche in relazione a quelli del percolato. Risulta chiaro che P1, P2 e PCI si discostano chiaramente dagli altri sia come valore assoluto che come andamento nel tempo. Pz6 e Pz5 mostrano comportamento intermedio tra quelli che non mostrano oscillazioni e i

primi. Risulta anche chiaro che il percolato mostra elevati valori ed elevate oscillazioni (da qualche migliaio ad oltre 25000 microS/cm). Essendo i dati del percolato relativi ai serbatoi di stoccaggio e dunque mediati tra i tre pozzi a disposizione e soprattutto campionati non in modo sincrono con le acque sotterranee, il confronto presentato ha solo valore qualitativo e non può essere temporale.

Stante la situazione sopra descritta sono stati eseguiti confronti anche con gli ioni Cl, SO₄, NH₄ e Fe rispettivamente nelle figure 2.4.6, 2.4.7, 2.4.8, 2.4.9.

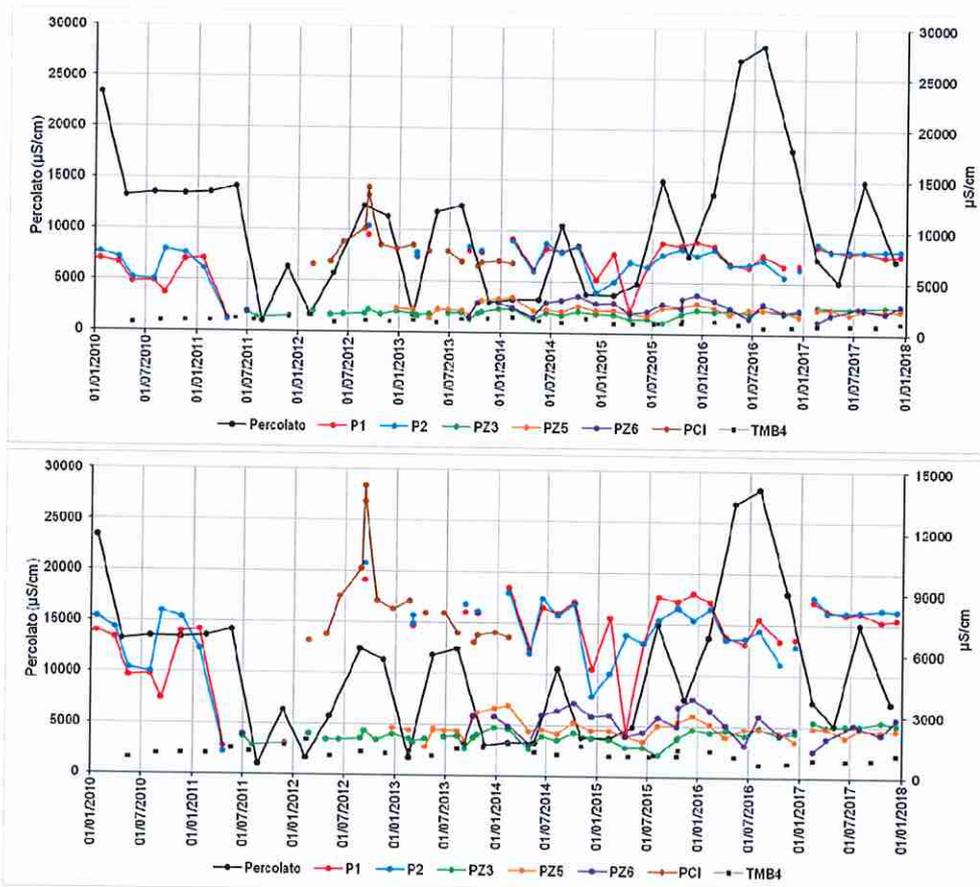


Fig. 2.4.5 – Monitoraggio della conducibilità elettrica dell'acqua in alcuni piezometri. Il grafico in basso è stato disegnato con la scala di destra esplosa per meglio evidenziare le variazioni nelle acque sotterranee. A mò di confronto, è riportato anche l'andamento nel piezometro TMB4 dell'area ad E della discarica.

L'andamento dei Cl e del NH₄ è praticamente sovrapponibile a quello della conducibilità elettrica (Figg. 2.4.6 e 2.4.7); quello del Fe (Fig. 2.4.8) evidenzia che in Pz5 e Pz6 si hanno valori assoluti ed oscillazioni molto variabili, anche più che in P1 e P2. Tale osservazione andrà considerata in relazione al contenuto in sostanze organiche che influenzano la solubilità del Fe. L'andamento dei SO₄ risulta totalmente diverso con elevati valori ed elevate oscillazioni in P1, P2 in minor misura in Pz3, Pz5 e Pz6 ma praticamente nulli nel percolato e negli altri punti (Fig. 2.4.9).

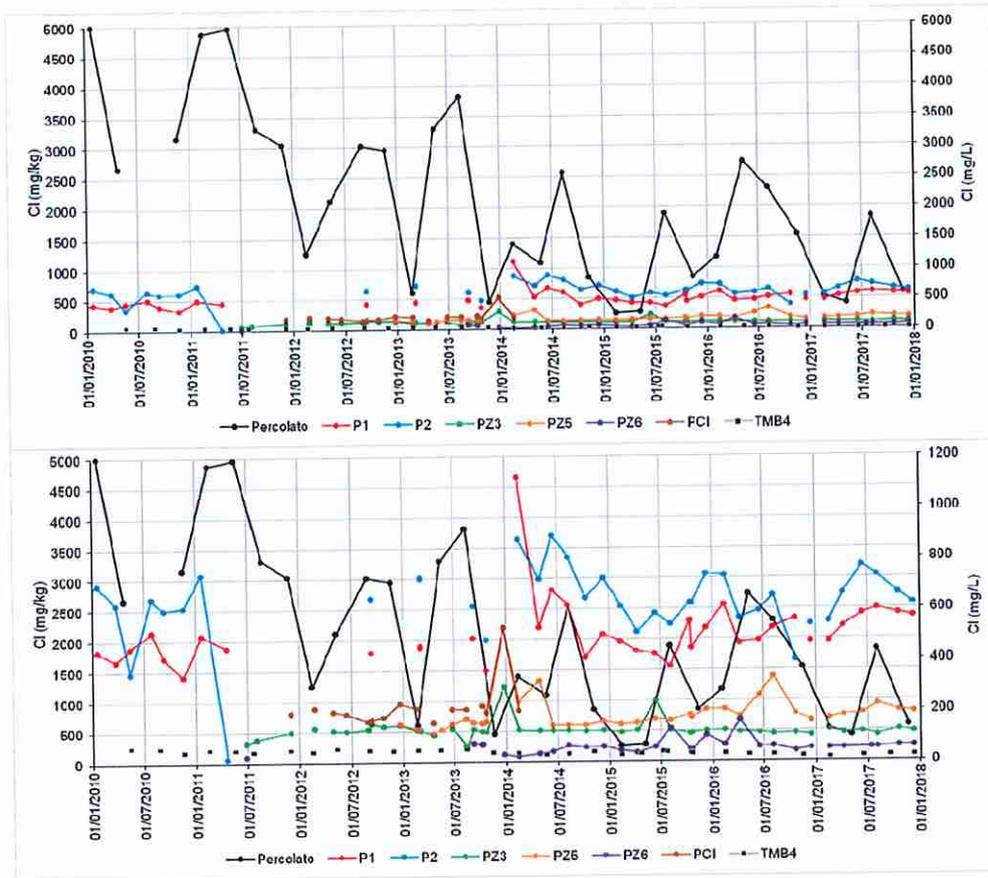


Fig. 2.4.6 – Monitoraggio dei cloruri in alcuni piezometri. Il grafico in basso è stato disegnato con la scala di destra esplosa per meglio evidenziare le variazioni nelle acque sotterranee. A mò di confronto, è riportato anche l'andamento nel piezometro TMB4 dell'area ad E della discarica.

27/76

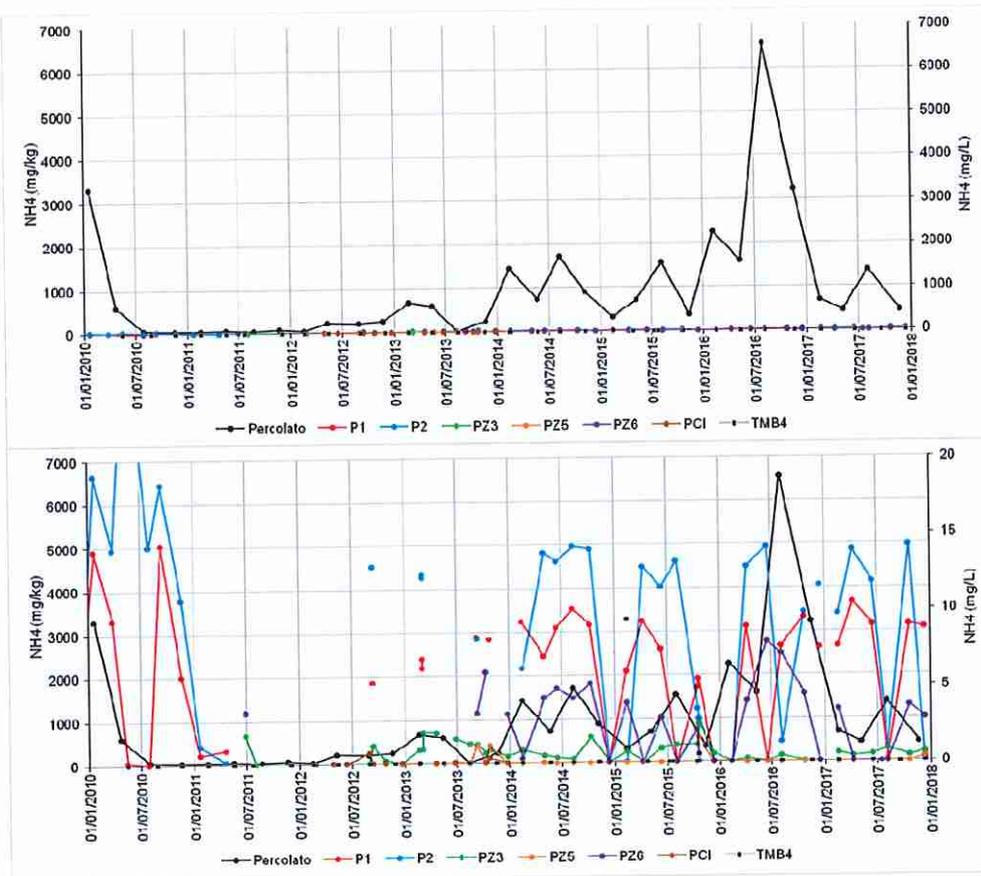


Fig. 2.4.7 – Monitoraggio dello ione ammonio in alcuni piezometri. Il grafico in basso è stato disegnato con la scala di destra esplosa per meglio evidenziare le variazioni nelle acque sotterranee. A mò di confronto, è riportato anche l'andamento nel piezometro TMB4 dell'area ad E della discarica.

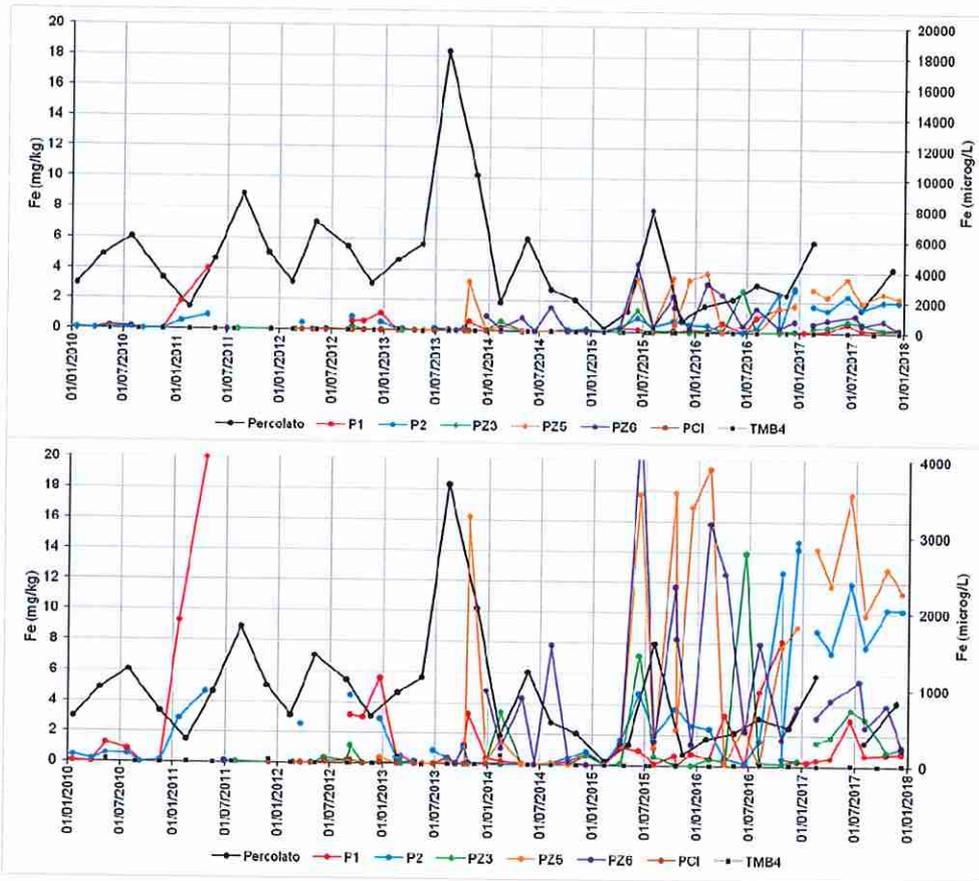


Fig. 2.4.8 – Monitoraggio del ferro in alcuni piezometri. Il grafico in basso è stato disegnato con la scala di destra esplosa per meglio evidenziare le variazioni nelle acque sotterranee. A mò di confronto, è riportato anche l'andamento nel piezometro TMB4 dell'area ad E della discarica.

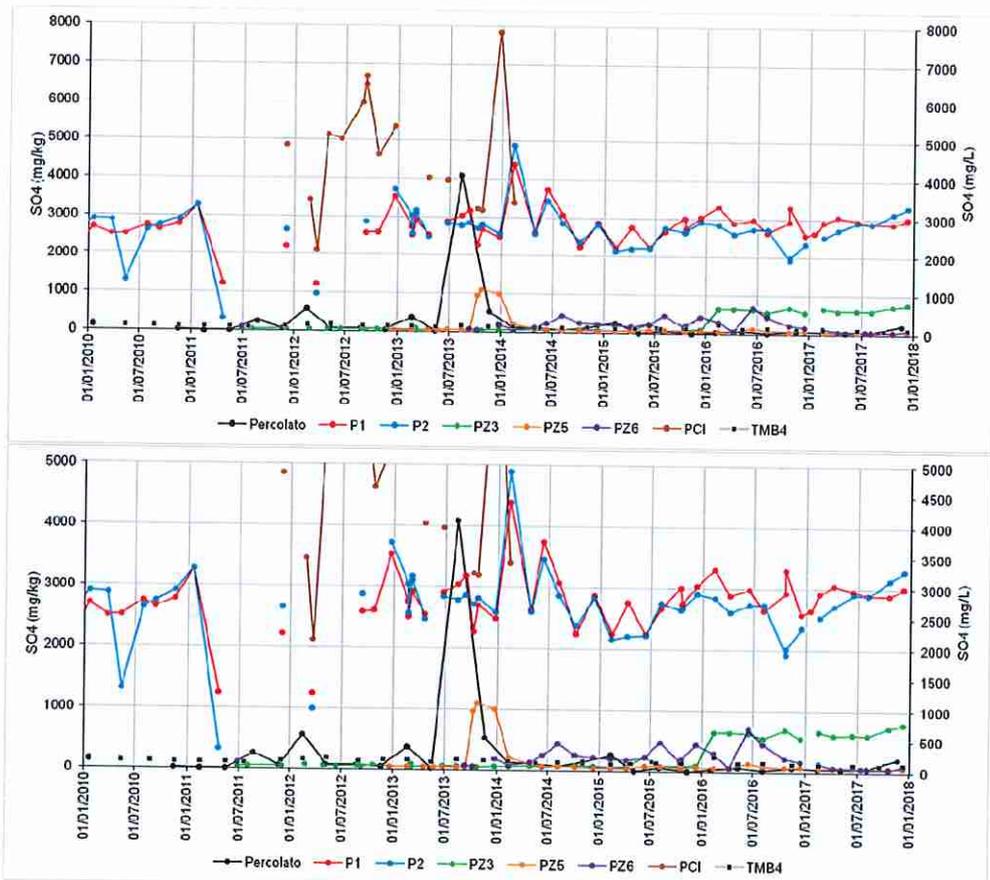


Fig. 2.4.9 – Monitoraggio dei solfati in alcuni piezometri. Il grafico in basso è stato disegnato con la scala di destra esplosa per meglio evidenziare le variazioni nelle acque sotterranee. A mò di confronto, è riportato anche l'andamento nel piezometro TMB4 dell'area ad E della discarica.

2.4.3 - Distribuzione statistica dei parametri chimici

Essendo emersa una variazione nel tempo di non tutti i parametri chimici in non tutti i punti di analisi, è stata eseguita una analisi statistica semplice della gran mole di dati disponibili. In particolare, per alcuni parametri chimici, è stata analizzata la distribuzione statistica nel tempo e sono stati estratti e rappresentati in grafici tipo "box plot" il valore mediano, quello max e quello min e l'intervallo tra il 25° e il 75° percentile. Nelle figure 2.4.10 e 2.4.11 ed in tabella 2.5.1 sono riportati i risultati. In esse, sono state rappresentate anche due famiglie di contaminanti di cui si parlerà anche di seguito.

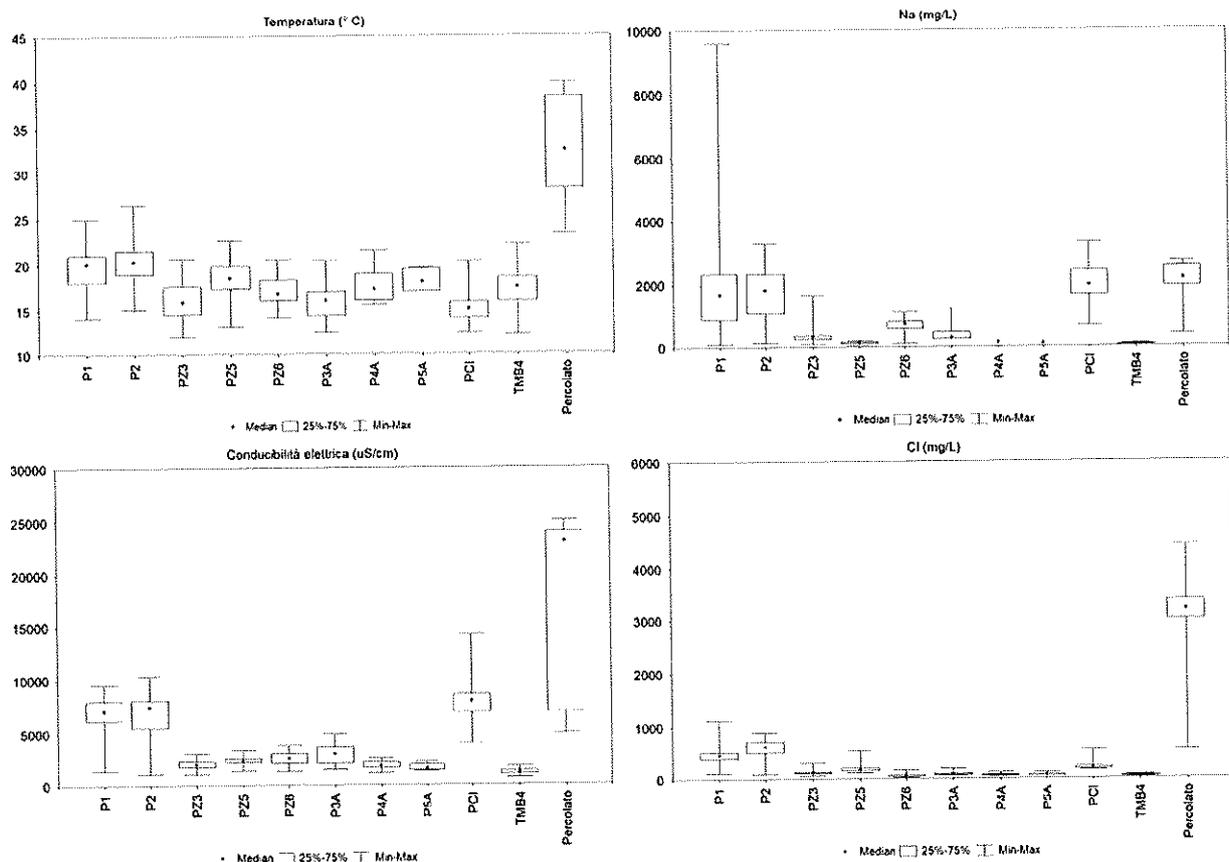


Fig. 2.4.10 – Distribuzione statistica di T, Conduttività elettrica, sodio e cloruri. Rappresentazione "box plot" del valore mediano, quello max e quello min e dell'intervallo tra il 25° e il 75° percentile

Appare chiaro come nei piezometri P1, P2 e PCI ed in minor misura in P3A, si rilevino le maggiori oscillazioni nel tempo, che quasi sempre coincidono anche con i più alti valori max di Conduttività, degli ioni Cl, Na, SO₄, NH₄. Quest'ultima non nel PCI. I pozzi PZ5 e, in minor misura, PZ6 mostrano valori ed oscillazioni inferiori ai precedenti ma presentano invece elevati valori di oscillazione ed elevati valori max di alcune famiglie di contaminanti organici al pari di P1 e P2. L'andamento statistico di Fe ed As appare più omogeneo nei punti analizzati e non risulta possibile individuare piezometri che si discostano dagli altri. Anzi, le maggiori oscillazioni e valori max si presentano in piezometri che non evidenziano contaminazioni (come il P5A). La distribuzione del Boro si mostra omogenea e con concentrazione al di sopra della CSC e nei piezometri P1 e P2 un contenuto elevato e statisticamente superiore anche a quello del percolato. Tale situazione potrebbe essere

dovuta ad una ubiquitarietà di diffusione nelle acque sotterranee che, soprattutto in corrispondenza dei piezometri P1 e P2, riceve un ulteriore contributo in Boro.

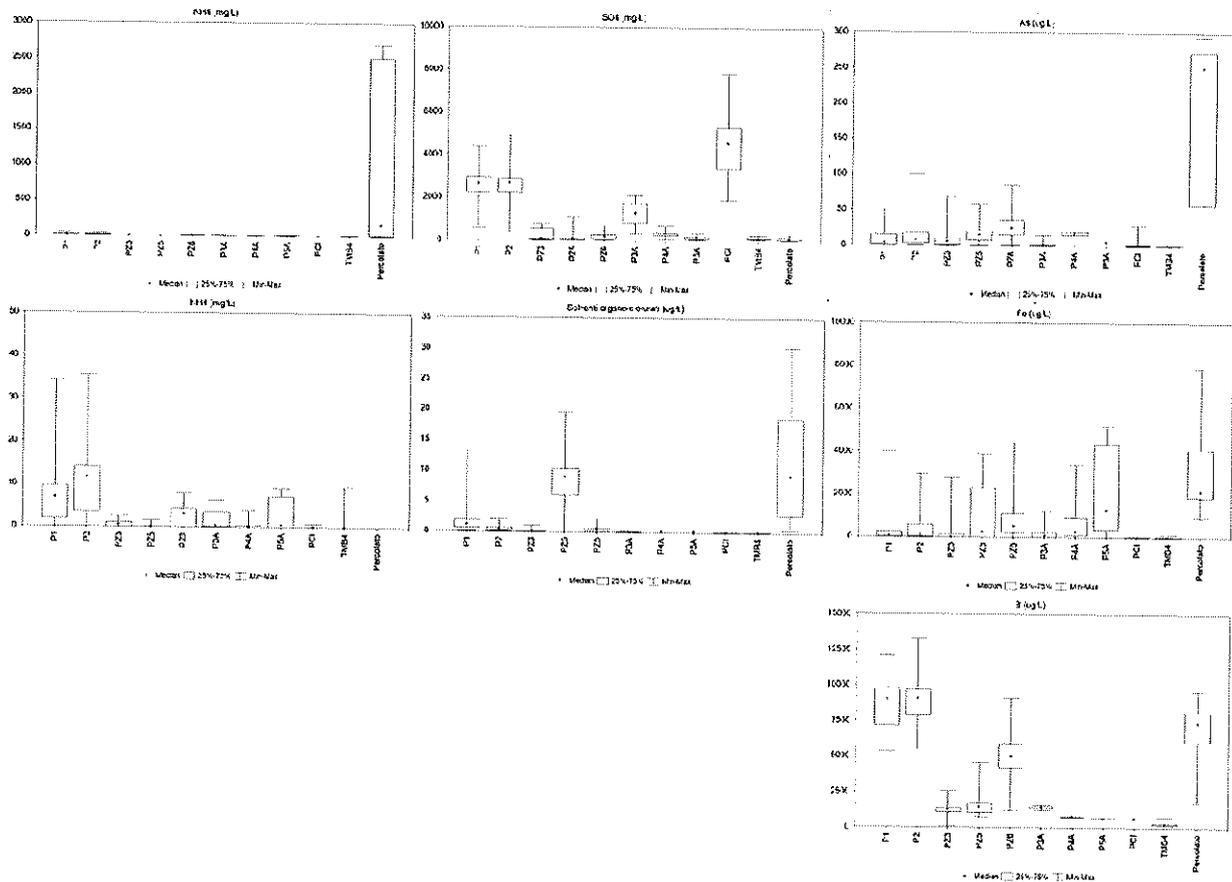


Fig. 2.4.11 – Distribuzione statistica di ione ammonio (a diversa scala), solfati, arsenico, solventi organo alogenati, ferro e boro. Rappresentazione "box plot" del valore mediano, quello max e quello min e dell'intervallo tra il 25° e il 75° percentile

2.4.4 Analisi dei contenuti anomali degli ioni fondamentali e dei contaminanti e loro distribuzione spaziale

Nel presente paragrafo vengono valutati i contenuti in sostanze contaminanti e i valori "anomali" degli ioni principali, ovvero quei valori che emergono quantitativamente partendo dalla distribuzione statistica. Nelle figure da 2.4.12 a 2.4.20 sono state riportate le distribuzioni spaziali di alcuni significativi parametri e contaminanti. Nella rappresentazione si è tenuto conto della presenza e della concentrazione degli ioni e dei contaminanti e del valore soglia di contaminazione. La tipologia di cartografia scelta è quella del valore reale nel punto di misura e non delle isoconcentrazioni che sarebbero state comunque delle artefazioni nel contesto analizzato. Nelle rappresentazioni di sinistra sono riportate le medie storiche, in quelle di destra la situazione al luglio 2018 con anche le concentrazioni nei pozzi del percolato.

L'analisi comparata delle distribuzioni areali consente di evidenziare quanto segue.

1) la salinità totale delle acque (fig. 2.4.12), dovuta agli ioni disciolti e ben rappresentata dalla Conducibilità elettrica, mostra valori elevati ovviamente per il percolato e per i pozzi P1 e P2 e moderatamente elevati per altri pozzi, tra cui PCI allo spigolo a S della discarica; nei piezometri PZ5 e PZ6 i valori sono superiori alla media delle acque sotterranee, ma comunque contenuti.

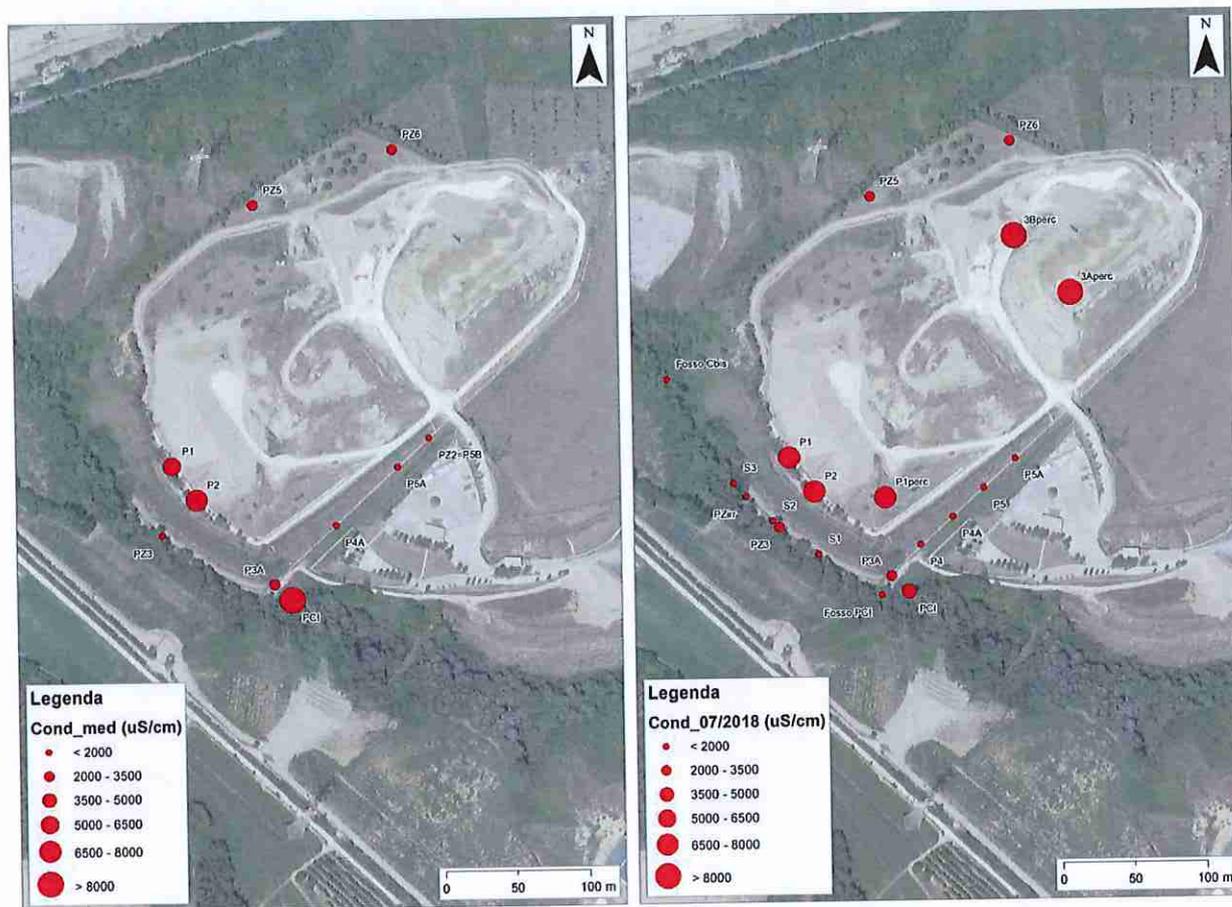


Fig. 2.4.12 – Distribuzione areale della conducibilità elettrica. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

2) l'aumento di conducibilità elettrica nel percolato è dovuto ad un aumento generale di tutti gli ioni ma sostanzialmente all'aumento di ioni Cl e Na; la distribuzione di Cl (preso come ione rappresentativo) mostra, infatti, la stessa situazione della Conducibilità elettrica (Fig. 2.4.13).

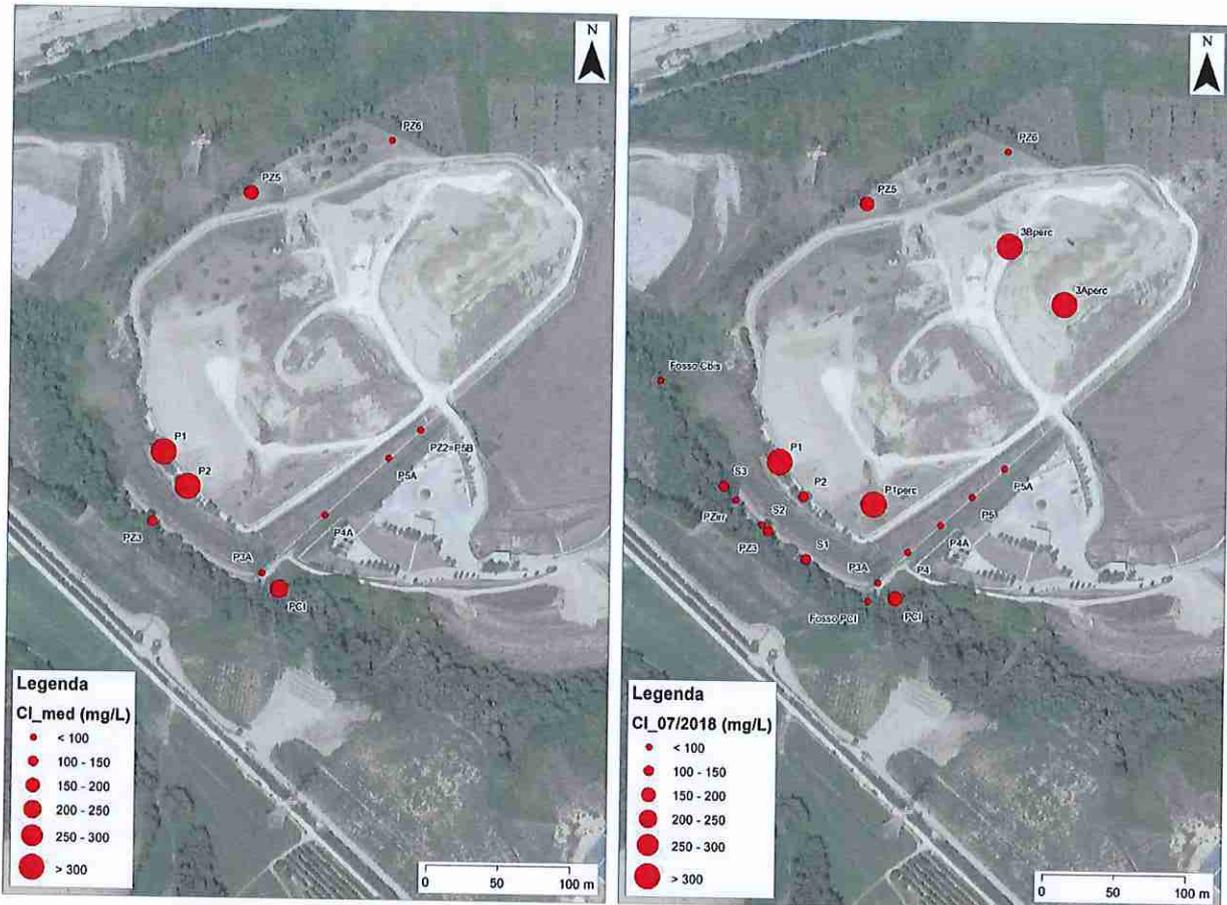


Fig. 2.4.13 – Distribuzione areale dei cloruri. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

3) la distribuzione dello ione NH_4 (fig. 2.4.14), di solito scarsamente presente nelle acque sotterranee, a meno della presenza di acque fossili o comunque a scarsa circolazione attiva e dunque da ambienti naturalmente anaerobici che contribuiscono a creare facies ridotte, mostra concentrazioni elevate o elevatissime nel percolato e concentrazioni elevate nei piezometri P1 e P2.

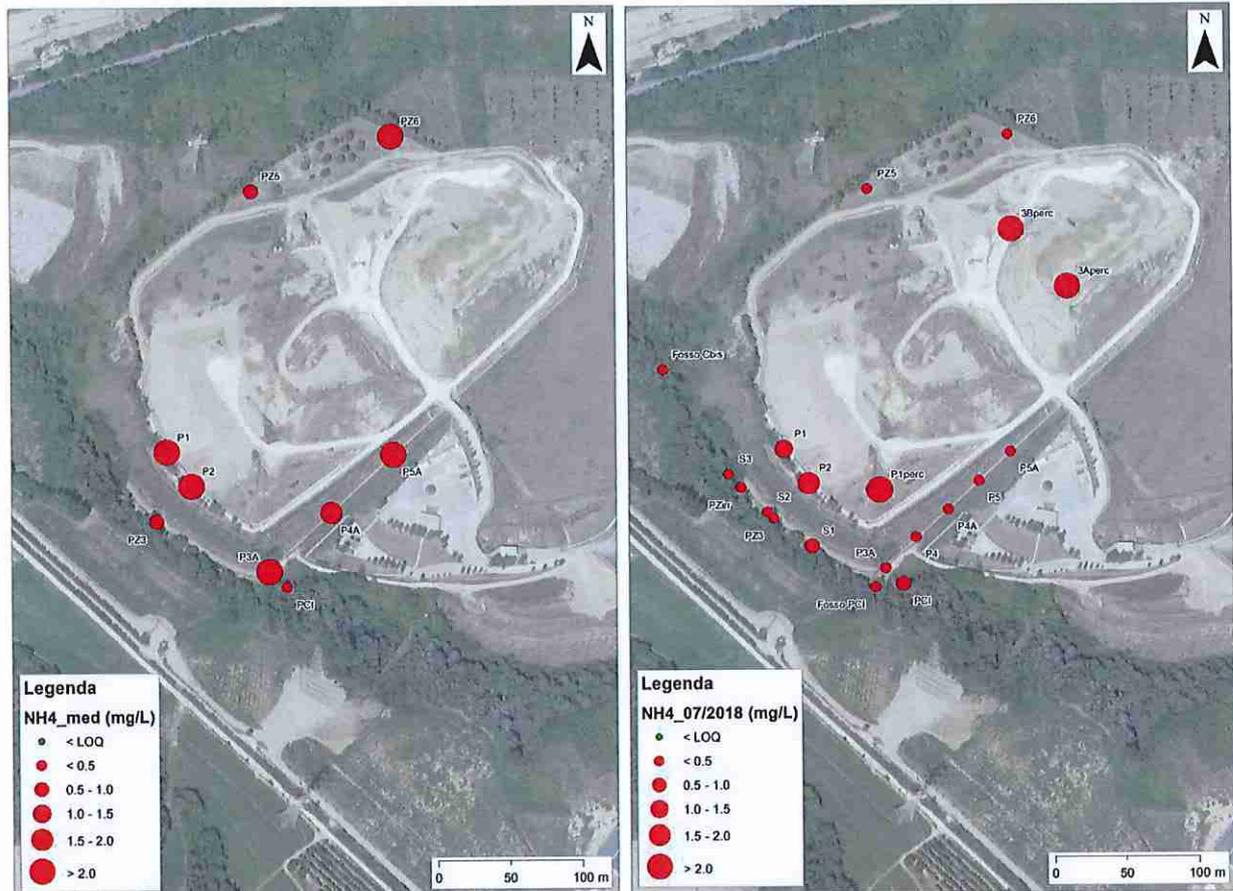


Fig. 2.4.14 – Distribuzione areale dello ione ammonio. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

4) la distribuzione dello ione SO_4 (Fig. 2.4.15), la cui analisi non può prescindere dalla considerazione che lo S è un elemento redox sensibile che in soluzioni acquose da luogo a composti diversi a seconda della facies ossido riduttiva nella quale viene a trovarsi, mostra una scarsa concentrazione nel percolato che infatti è un liquido fortemente riducente e nel quale lo S è presente come S^{2-} (solfuro). Nelle acque sotterranee invece risulta sempre ben rappresentato come SO_4 così come in quelle superficiali (si veda anche il paragrafo 2.7). Le maggiori concentrazioni, pari anche a 4 volte la CSC, si riscontrano in P1, P2 ed allo spigolo sud della discarica.

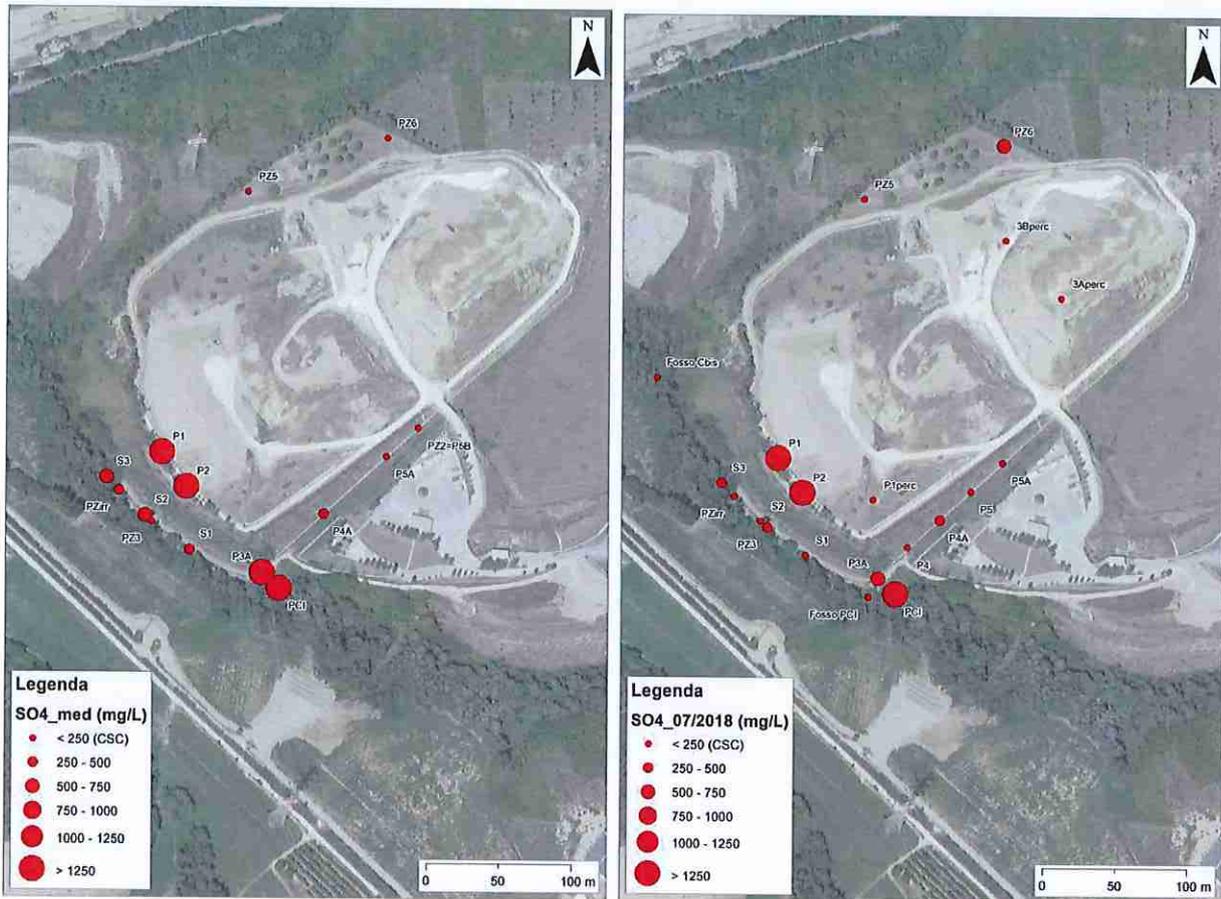


Fig. 2.4.15 – Distribuzione areale dello ione solfato. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

5) anche la distribuzione del Fe (fig. 2.4.16) dipende dagli equilibri redox nei liquidi analizzati. Il suo contenuto in soluzione, infatti, aumenta in condizioni riducenti che causano il passaggio in soluzione come Fe^{2+} , e quindi in presenza di litologie ad elevato contenuto organico, a bassa permeabilità, a contatto con liquidi riducenti etc. Dalle analisi disponibili per i terreni e per i sedimenti presenti nell'alveo del fosso (si vedano anche capitoli 2.7 e 2.8), si riscontra sempre un elevato contenuto in Fe. Questo non necessariamente corrisponde ad un elevato contenuto nelle acque a contatto con tali terreni e sedimenti, ma, in presenza di condizioni riducenti, i terreni analizzati rappresentano una sorgente primaria di ferro. Ciò premesso, la distribuzione del Fe mostra uno scenario per le acque sotterranee diverso da quello emerso finora per gli altri ioni analizzati: le acque sotterranee sono generalmente più ricche in Fe (fino a 5 volte la CSC) ad eccezione dello spigolo sud della discarica e dei piezometri P1 e P2.

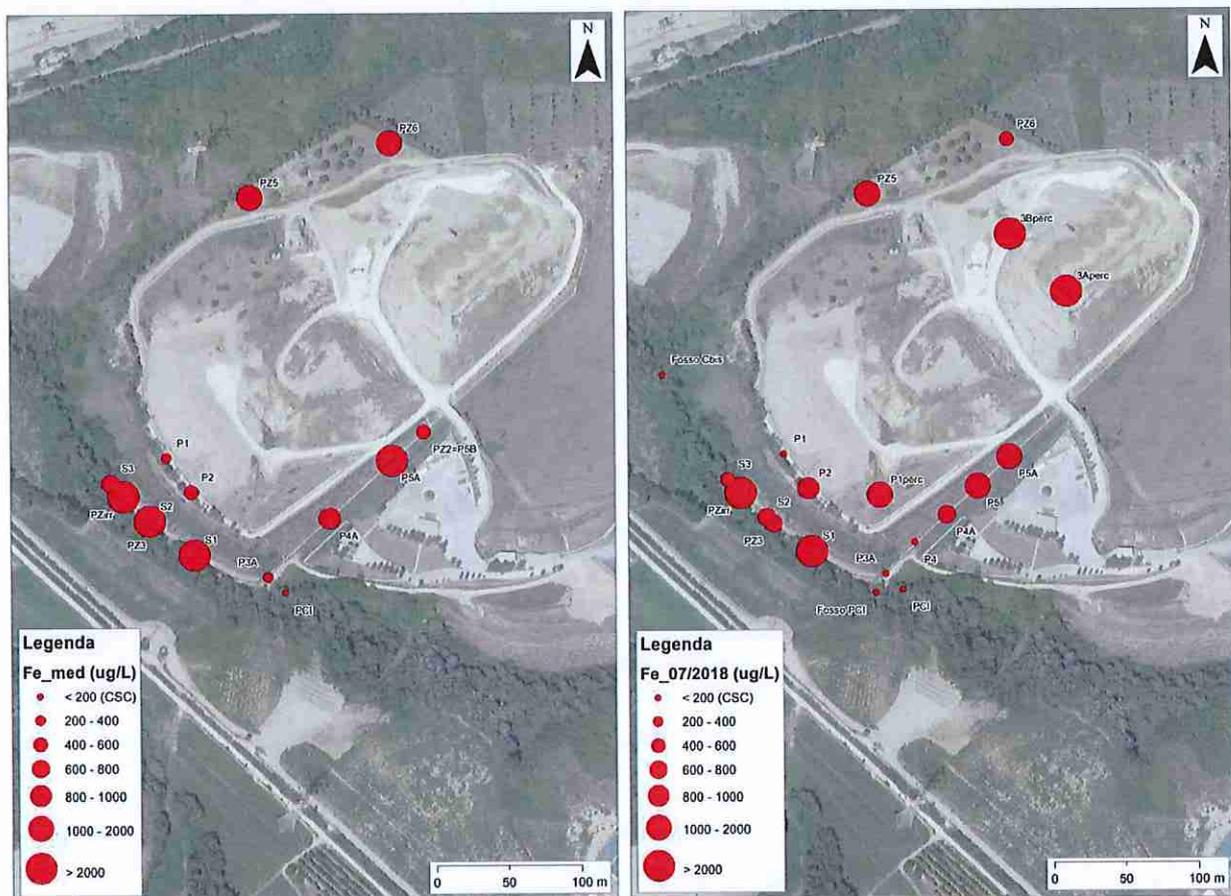
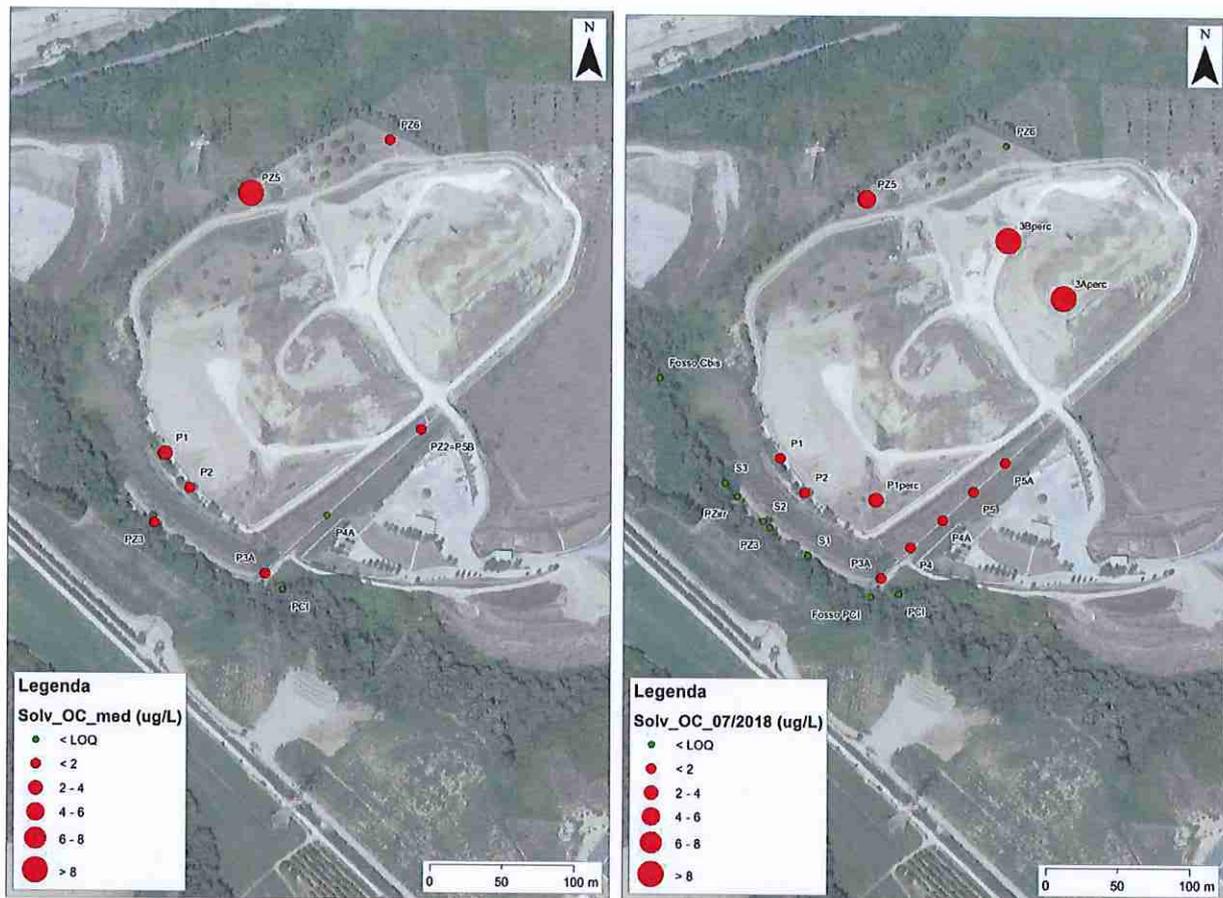


Fig. 2.4.16 – Distribuzione areale del ferro. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

6) La distribuzione di alcuni contaminanti (problematica che verrà approfondita di seguito) quali solventi organo-clorurati (Fig. 2.4.17), mostra una zonazione sia nei percolati che nelle acque sotterranee. La zona NE della discarica (pozzi del percolato P3A, P3B) evidenziano valori elevati mentre nel pozzo P1 pur essendo presenti mostrano valori molto inferiori. Anche la distribuzione nelle acque sotterranee evidenzia concentrazioni maggiori nel PZ5 (zona NW della discarica) e la presenza nei piezometri al bordo sud della discarica.



36/76

Fig. 2.4.17 – Distribuzione areale dei solventi organo clorurati. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

Per una migliore visualizzazione degli inquinanti organo-clorurati è stata analizzata anche la distribuzione del Cloruro di Vinile e del 1,2 Dicloropropano (Fig. 2.4.18).

Il Cloruro di Vinile risulta presente nelle analisi precedenti nei punti P1, P2, PZ5 e PZ6 anche al di sopra della CSC. Nella analisi 2018 risulta presente al di sopra della CSC solo nel piezometro PZ5.

Il Dicloropropano risulta presente dai dati precedenti nei piezometri P1 e P2 anche al di sopra della CSC. In quelle del 2018 risulta presente, con valori superiori o vicino alla CSC, nei punti P1, P2 e PZ5; con valori degni di segnalazione, anche se al disotto della CSC, nei piezometri P4A e P5. Presenza in quantitativi molto al di sotto della CSC è stata riscontrata nei punti P3A e P5A. Il composto risulta presente nel percolato.

La distribuzione di Cloruro di Vinile e 1,2-Dicloropropano è dunque ben rappresentata dalla già descritta situazione per la loro sommatoria (composti organo-clorurati).

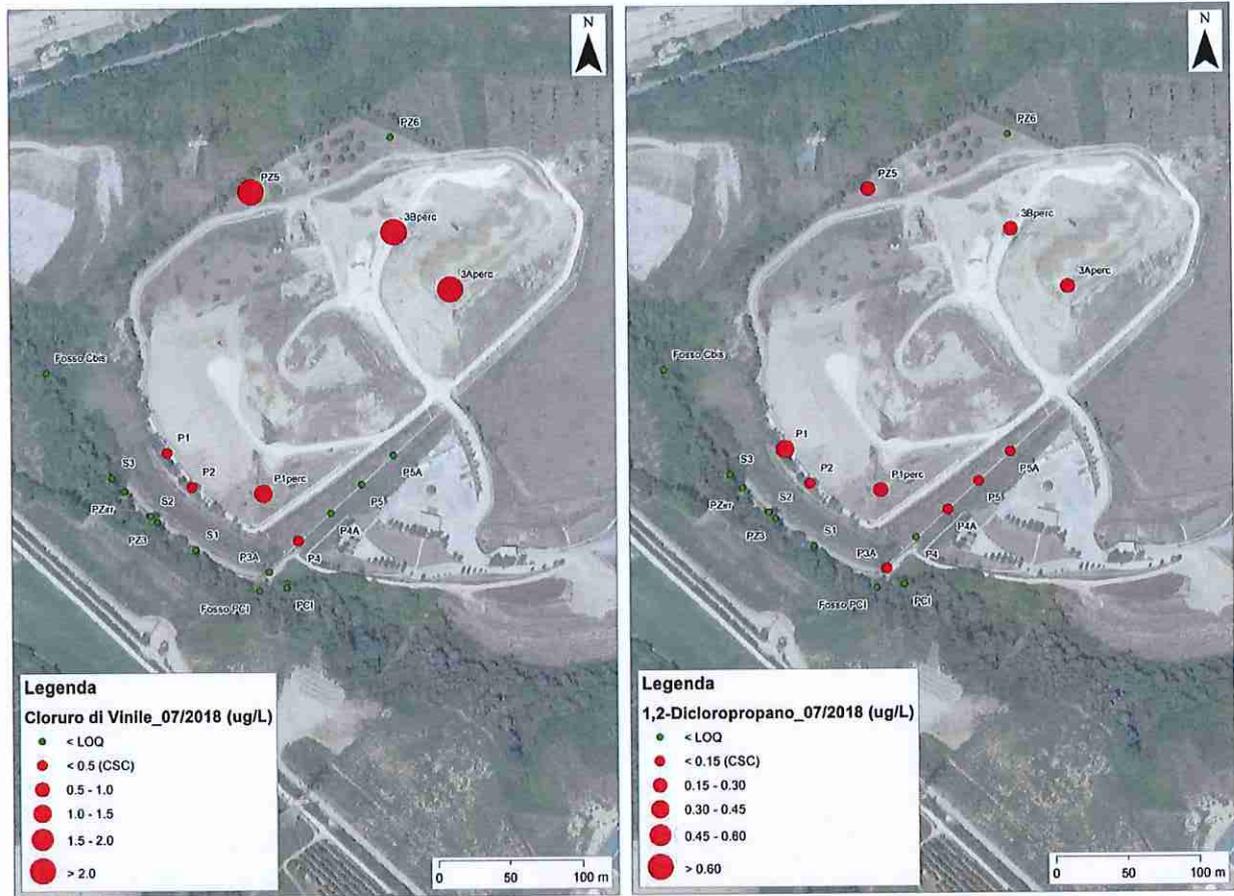


Fig. 2.4.18 – Distribuzione areale del Cloruro di Vinile (a sinistra) e del 1,2-Dicloropropano (a destra). Entrambe relative alla campagna del luglio 2018

7) La distribuzione dell'As (Fig. 2.4.19) evidenzia una diffusione omogenea in tutta l'area di studio con valori prossimi alla CSC sia nell'indagine storica che in quella del luglio 2018. La presenza di As è connessa agli equilibri redox e dunque alla presenza nel sottosuolo di sostanza organica ma risulta chiaramente un marker del percolato. Le massime concentrazioni (che sono anche quelle chiaramente al di sopra delle CSC) si riscontrano al bordo SW della discarica in P2 e al bordo N in PZ6. I quantitativi riscontrati in S1 sono meno attendibili a causa di quanto già detto al paragrafo 2.4 sulla attendibilità delle analisi in S1, S2, S3 e PZirr.

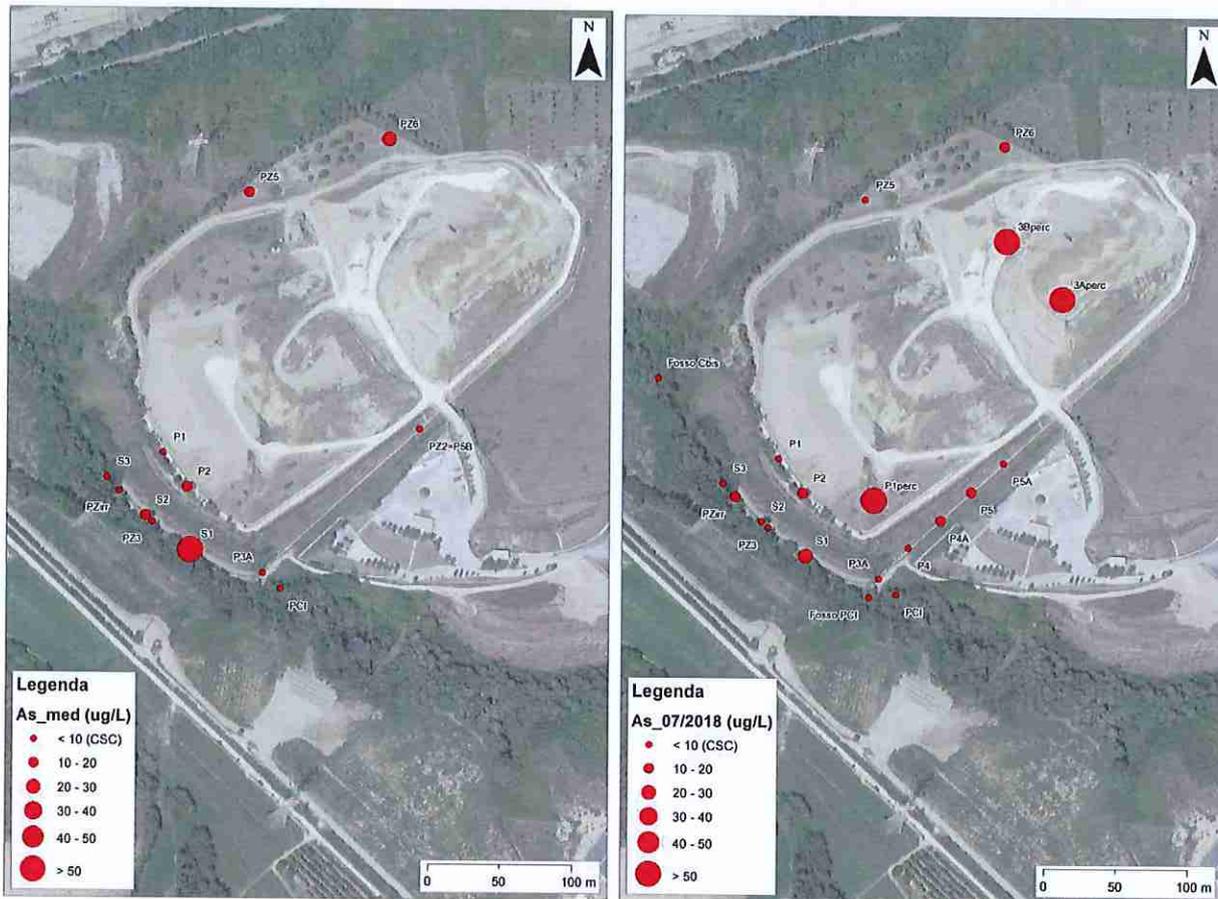
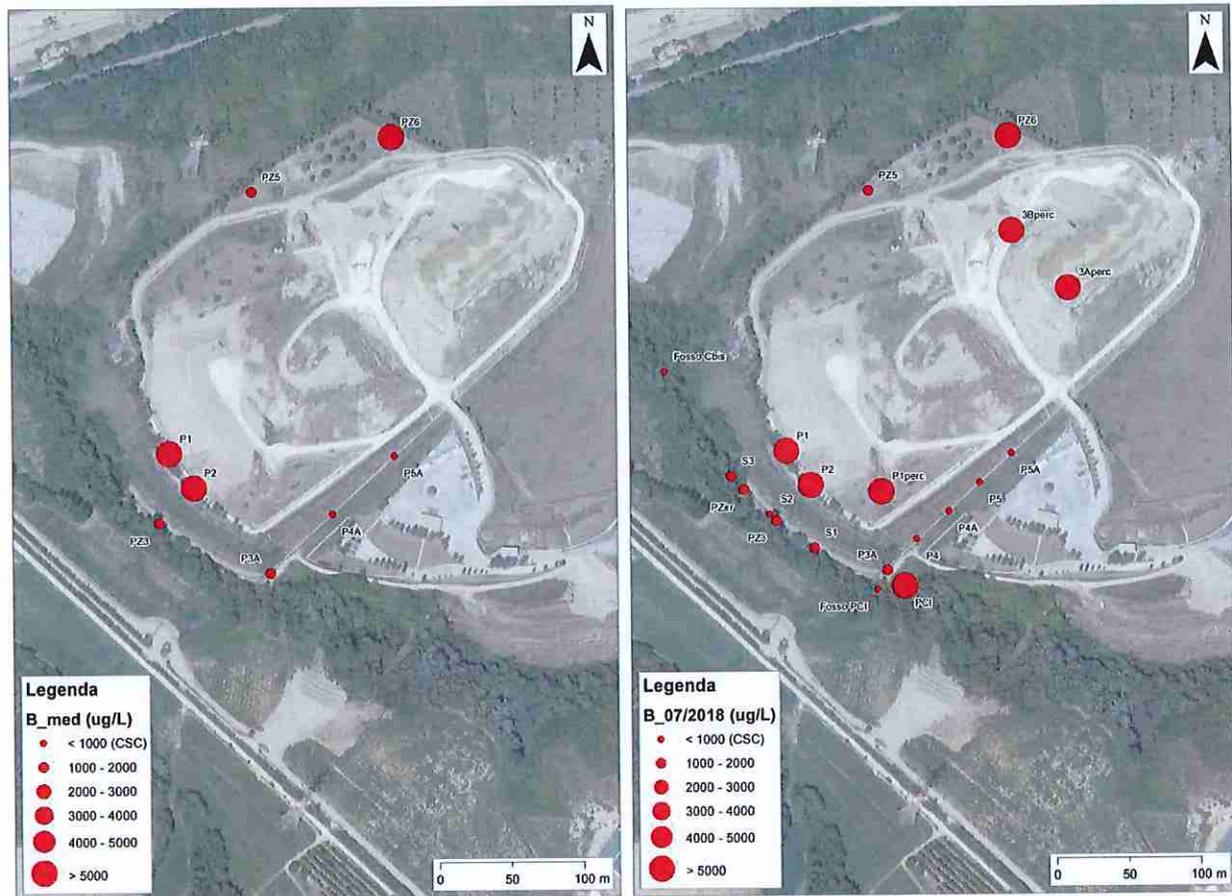


Fig. 2.4.19 – Distribuzione areale dell'arsenico. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

8) Il Boro presenta concentrazioni sempre maggiori della CSC o poco inferiori (Fig. 2.4.20). La distribuzione mostra una bipartizione tra valori molto più alti della soglia e valori attorno alla soglia. I primi si registrano per P1, P2 e PZ6 mentre PZ5 si pone in concentrazioni intermedie.



39/76

Fig. 2.4.20 – Distribuzione areale del boro. A sinistra, delle medie storiche 2008-2017; a destra, della campagna del luglio 2018

2.4.5 - Considerazioni sul chimismo delle acque sotterranee (a prescindere dalle CSC)

Il chimismo di base delle acque sotterranee e superficiali è bicarbonato alcalino terroso con lieve prevalenza del Mg rispetto al Ca. Il chimismo del percolato (limitato agli stessi ioni fondamentali per le acque sotterranee) si presenta bicarbonato/cloruro-sodico con elevati contenuti in K e basse concentrazioni in Ca e SO₄. Se si sovrappongono i due chimismi sopra descritti, fatta eccezione per i SO₄, si ottiene il chimismo rilevato in P1, P2 e, meno evidente, in PCI. Ovvero questi ultimi presentano un aumento, rispetto al resto delle acque sotterranee, di quelli che sono gli ioni caratteristici del percolato. In tale schema non trovano posto i SO₄ la cui concentrazione nel percolato è probabilmente da relazionare agli equilibri redox che si verificano in esso che tendono a ridurre le specie chimiche come SO₄ in S⁻ di cui sono generalmente ricchi i percolati. Meno evidente, ma della stessa tipologia, è la sovrapposizione con il chimismo rilevato in PZ5, PZ6 e P3A.

I risultati dell'analisi dei numerosi rapporti caratteristici, quelli dell'analisi statistica e quelli del monitoraggio nel tempo, convergono tra loro e hanno evidenziato in misura più o meno evidente che, a prescindere dai valori numerici delle CSC, i piezometri P1 e P2 sono i più affini al chimismo del percolato sia per gli ioni di base che per quelli "contaminanti". Questi sono seguiti dai

piezometri PZ5 e PZ6. Il piezometro PCI mostra affinità simili a quelle di P1 e P2 ma esclusivamente per gli ioni di base e non per i contaminanti.

La distribuzione areale dei parametri chimici ha consentito di contestualizzare nello spazio le caratteristiche ed i rapporti idrochimici analizzati. Emerge chiaramente che nel bordo S-SW della discarica sono presenti concentrazioni superiori alle medie delle acque sotterranee e talora lievemente superiori alle CSC, sia per ioni di base (Na, Cl, SO₄, HCO₃) che per contaminanti (NH₄, As, Solventi organo clorurati). Anche nel bordo N della discarica, sono presenti concentrazioni più alte della media, sia per ioni di base (ma inferiori a quelli al bordo S-SW) che per taluni contaminanti (con valori superiori a quelli registrati al bordo S-SW).

La distribuzione areale unitamente ai rapporti caratteristici ha consentito di individuare la presenza di interazioni tra contenuto naturale ed antropico di alcuni ioni. In particolare, è stato possibile constatare la presenza naturale di SO₄, Fe, Mn, As e B sia come ioni naturalmente presenti, anche con concentrazioni prossime o superiori alla CSC, che come derivanti da contaminazione da percolato direttamente o indirettamente, rispettivamente: 1) come interazione diretta attraverso le acque sotterranee, 2) attraverso il rilascio di ioni redox sensibili, quali sono quelli sopra elencati, a seconda della modificate condizioni redox indotte dalla presenza del percolato.

2.5 – Analisi delle anomalie chimiche e delle contaminazioni in relazione ai limiti normativi e ipotesi sulla genesi della contaminazione

40/76

In tabella 2.5.1 sono riassunte le concentrazioni in relazione alle CSC nei piezometri analizzati, sia per i dati storici (per i quali sono riportati i valori mediani e le oscillazioni come valori min, max e deviazione standard) che per la campagna completa di luglio 2018. La tabella analizzata nel suo complesso mostra un quadro generale della distribuzione delle concentrazioni superiori alle CSC che sono state riscontrate per i seguenti ioni/composti: Cloruro di Vinile; 1,2-Dicloropropano; SO₄; Fe; Mn; As; Ni; B.

La distribuzione dei superamenti della CSC delle specie redox sensibili, quali SO₄, Fe, Mn e As, e del B, che ad essi si accompagna quanto a genesi, evidenzia una diffusione pressoché costante in tutti i piezometri e quasi sempre ben al di sopra delle CSC. Prova ne sia il fatto che superamenti della CSC si riscontrano anche nelle acque superficiali del fosso dell'Inferno (capitolo 2.7). Per tale motivo, l'analisi in relazione ai superamenti delle CSC è stata fatta dando importanza decrescente ai composti organo-clorurati e agli ioni e metalli redox sensibili secondo la seguente scala dal più influente al meno:

Contaminanti organo-clorurati (Cloruro di Vinile e 1,2-Dicloropropano) - As - Ni - B - Fe - Mn - SO₄.

Tenendo conto di tale scala di importanza e della minor attendibilità delle analisi eseguite in S1, S2, S3, PZirr e PCI per quanto detto al paragrafo 2.4, è possibile sintetizzare quanto segue.

- *Bordo SW – argine SW della discarica.* Risulta evidente che il piezometro P1 presenta concentrazioni al di sopra della CSC per Cloruro di Vinile, 1,2-Dicloropropano, Boro, SO₄ e, al limite della CSC, di As. Lo stesso dicasi per P2 per il quale sono presenti ma senza superare la CSC i composti organo-clorurati.

- *Bordo N della discarica.* Il piezometro PZ5 presenta le più alte contaminazioni da Cloruro di Vinile e 1,2-Dicloropropano, unitamente a superamenti della CSC per Ni, As. Gli elevatissimi contenuti in Fe sono probabilmente connessi alla presenza di sostanza organica e/o fluidi riducenti che favoriscono il rilascio di Fe contenuto nei terreni in elevate concentrazioni. Il PZ6 presenta minor contenuti in Ni ma superamenti per As e Boro.

- *Bordo SW ai piedi dell'argine.* In questa zona sono presenti i piezometri con le analisi meno attendibili. In tutti i casi i piezometri S1, S2 e, in minor misura, ma comunque al di sopra della CSC, il PZirr, presentavano superamenti per l'As. Di questi l'S1 presenta valori superiori alla soglia anche per il Ni e per il Fe ed il PZirr per il Fe. In questa zona il PZ3 presenta valori inferiori alla CSC per As e Ni ma in passato sono stati superiori.

- *Bordo S-SE della discarica.* Il P4A presenta superamenti per l'As e il P5A mostra superamenti per il solo Fe. Il piezometro PCI mostra lievi superamenti della CSC per il Ni e, solo in passato, per As.

41/76

Da quanto sopra detto e dall'analisi della tabella 2.5.1 si deduce che i piezometri sicuramente contaminati potranno essere individuati dal contemporaneo superamento delle CSC di Cloruro di Vinile e/o 1,2-Dicloropropano; As; Ni; elevatissime concentrazioni di Fe, Mn, B e SO₄.

Nella fattispecie, si individuano attualmente nella porzione N della discarica i piezometri PZ5 e PZ6. Nel bordo SW, i piezometri P1, P2. Allo spigolo Sud, il P4A. Impercettibili appaiono i superamenti e le frequenze di superamento in PCI.

Così come emerso dalla caratterizzazione chimica, il percolato si caratterizza anche per le concentrazioni elevate di ioni non soggetti a CSC quali NH₄, Cl, Na, HCO₃ e per la Conducibilità elettrica (salinità totale equivalente). Per tale motivo, di seguito, si analizzano le concentrazioni di tali composti nelle acque sotterranee considerando soprattutto le campagne di analisi recenti (dal '09). In Tab. 2.5.1 le concentrazioni sono sinotticamente illustrate con tonalità di colore decrescenti.

Lo ione NH₄ presenta elevate concentrazioni nei punti P1, P2 e PZ6 e, meno evidente, in S1.

Lo ione Cl mostra valori elevati in P1 e P2 e minori in PZ5, PCI, S1 e S3

Lo ione Na mostra valori alti in P1 e P2, valori più bassi in PZ6 e PCI, valori poco superiori alla media in PZ3, P3A, S1 e S3.

Lo ione HCO₃ mostra valori alti in P1 e PZ6, quindi in P2 e PZ5, infine S1.

La Conducibilità elettrica riassume quanto sinora evidenziato e presenta valori man mano minori a partire da P1 e P2, quindi PCI, PZ6, PZ5 e PZ3, quindi P3A, P4A ed S1.

L'analisi comparata delle concentrazioni al di sopra delle CSC e delle concentrazioni anomale di composti non soggetti a CSC (tabella 2.5.1) rende conto della effettiva contaminazione, al di là dell'eventuale superamento delle CSC per motivi naturali. Infatti, solo i piezometri in cui sono presenti superamenti delle CSC e, contemporaneamente, anomalie nelle concentrazioni di composti affini al percolato, potranno essere classificati come contaminati. In particolare, lo risultano in modo evidente in ordine decrescente di contaminazioni e concentrazioni i piezometri: P1, P2, PZ5 e PZ6. In modo meno evidente il PZ3, il P4A, il PCI, il PZirr ed S1 (tenuto conto della minore attendibilità delle analisi degli ultimi tre) con valori intermedi tra i sopraelencati e tutti gli altri che non presentano contaminazioni (P3A, P4, P5, P5A, S2, S3).

Le suddette osservazioni risultano utili anche a definire la distribuzione di alcuni ioni quali SO₄, Fe, Mn, As e B. Questi infatti in generale appaiono con concentrazioni molto al di sopra della CSC solo nei piezometri chiaramente contaminati quali P1, P2, Pz5 e PZ6. In particolare:

- lo ione SO₄, che nel percolato è presente con concentrazioni ben al di sotto delle acque sotterranee, è presente con concentrazioni simili e talora superiori alle CSC anche nelle acque superficiali. Solo nei pozzi P5A e PZ5 presenta medie al di sotto della CSC ma comunque valori max nel monitoraggio anche molto più alti delle CSC. La sua presenza va dunque ricondotta alla interazione acqua-roccia (si veda la distribuzione statistica e il paragrafo 2.4.3).

- Il Fe ed il Mn sono presenti con valori ben superiori alle CSC anche in pozzi senza contaminazione, nelle acque superficiali del fosso dell'Inferno, nei sedimenti in alveo del fosso e nei terreni di fondazione della discarica (si vedano anche il par. 2.4.3 e i cap. 2.7 e 2.8). Inoltre, in tutti i piezometri, sono stati misurati valori max decuplicati rispetto alle CSC. Le elevate quantità sono giustificabili dalla interazione acqua roccia e acqua sedimento nel fosso che, unitamente alla presenza di sostanza organica nelle argille, e grazie alla bassissima permeabilità di queste ultime, contribuiscono a creare condizioni riducenti in grado di portare i metalli in soluzione.

- la presenza dell'As non risulta evidente nelle acque superficiali e presenta valori ben al di sopra della CSC soprattutto nei piezometri chiaramente contaminati. Concentrazioni superiori alla CSC si riscontrano anche al bordo sudovest e sud della discarica in corrispondenza dei punti S1, P4A e P5 (in parte dei quali però le analisi sono meno attendibili). La sua distribuzione appare dunque diversa da quella degli altri metalli simili (Fe e Mn). Molto simile all'As è la distribuzione del Ni che mostra quantità elevate e talora superiori alla CSC nei piezometri chiaramente contaminati (PZ5 e P1). Anche la zona a S e SW della discarica presenta concentrazioni vicine o superiori alla CSC.

- Per quanto riguarda il B, fatti salvi i piezometri chiaramente contaminati che presentano concentrazioni anche 8 volte la CSC (P1, P2 e PZ6) e dunque superiori anche a quelle del percolato, la concentrazione è variabile in quasi tutti i punti attorno alla CSC. Tali osservazioni, soprattutto la presenza di quantità superiori a quelle nel percolato, suggeriscono una presenza naturale superiore alle CSC alla quale si somma quella da contaminazione chiaramente visibile esclusivamente in P1, P2 e PZ6.

Pagina Bianca

2.6 – Analisi isotopiche pregresse

Precedenti studi commissionati da DECO Spa hanno preso in considerazione il contenuto isotopico di alcuni ioni nelle acque sotterranee. In particolare sono stati dosati l'Ossigeno18 (^{18}O) unitamente al Deuterio (^2H), il Tritio (^3H), il Carbonio13 (^{13}C) e il Boro11 (^{11}B). Lo studio, al quale si rimanda per gli approfondimenti (DECO Spa – CRITEVAT, 2017), in sintesi evidenziava piccole affinità tra il contenuto isotopico (^{13}C , Deuterio, Tritio) del percolato e quello di alcuni piezometri (P1 e P2). Per quanto concerne il rapporto isotopico ^{18}O /Deuterio (Fig. 2.4.21) gli autori evidenziavano che: *“i campioni di acqua superficiali e quelli presi dai piezometri si allineano lungo la retta meteorica locale (LMWL) calcolata secondo l'equazione relativa alle regioni del centro Italia. Si può inoltre notare il caratteristico arricchimento del deuterio presente nei due campioni di percolato (S1 e 3B) dovuto al processo di metanogenesi”*. Dal grafico non emergeva una evidente correlazione tra i valori isotopici delle acque campionate nei piezometri e i valori isotopici del percolato: non era pertanto possibile cogliere sintomi evidenti di miscelamento, anche parziale fra percolato e acque sotterranee.

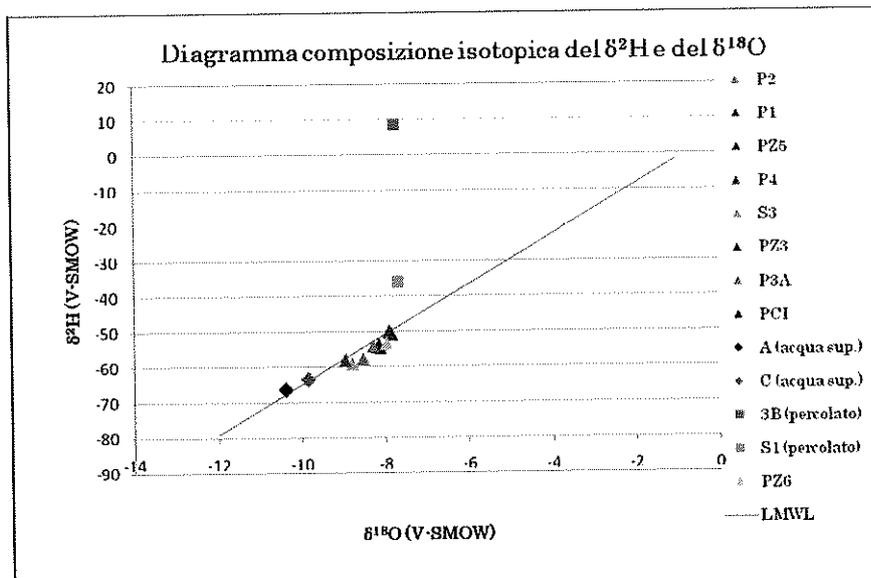


Fig. 2.4.21 – Rapporto isotopico $^{18}\text{O}/\text{D}$ dallo studio DECO Spa-CRITEVAT (2017)

Lo studio relativo all'isotopo ^{11}B metteva in evidenza l'origine naturale del B nella maggior parte delle acque analizzate ma non escludeva, per le acque provenienti da alcuni piezometri, l'origine antropica sebbene non meglio precisabile allo stato della capacità di risoluzione della tecnica utilizzata.

I risultati ottenuti dalle analisi isotopiche sembrano, apparentemente, in discordanza con quanto sinora riportato nei capitoli precedenti.

Infatti la presenza di Boro di origine naturale e la probabile presenza di Boro di origine antropica in diverse proporzioni nelle acque sotterranee, unitamente alla presenza di acque mineralizzate

spesso presenti all'interno delle argille Plio-Pleistoceniche, renderebbe conto dei non soddisfacenti risultati ottenuti dal dosaggio del ^{11}B .

L'allineamento delle acque sotterranee ottenuto nel grafico $^{18}\text{O}/\text{D}$ secondo la retta meteorica relativa al centro Italia (Fig. 2.4.21), evidenzia l'origine meteorica delle acque sotterranee e allo stesso tempo la non chiara miscelazione con percolato. D'altra parte la miscelazione in aquitardi / aquicludi come le Argille grigio avana o grigio azzurre con valori di conducibilità idraulica bassissimi come quelli ottenuti nel presente studio, è piuttosto bassa in termini quantitativi. Essa va piuttosto riferita a prevalenti moti di diffusione di ioni piuttosto che a moti advettivi. In altre parole il mescolamento eventuale tra acque sotterranee e percolato, evidenziato dai parametri idochimici, statistici e di contaminazione, avverrebbe, in litologie argillose a bassissima permeabilità, in modo da non essere evidenziato quantitativamente dalle analisi isotopiche a causa delle scarse quantità di scambio tra percolato e acqua sotterranea.

2.7 - Chimismo acque superficiali

Per quanto concerne le acque superficiali i dati a disposizione riguardano solo alcuni ioni in analisi eseguite negli anni 2012, 2013 e 2015. Nella campagna del luglio 2018 sono state analizzate in modo più completo. I punti di prelievo storici e del luglio 2018 sono riportati in figura 2.7.1 mentre i risultati sono riportati nella tabella 2.5.1.

46/76

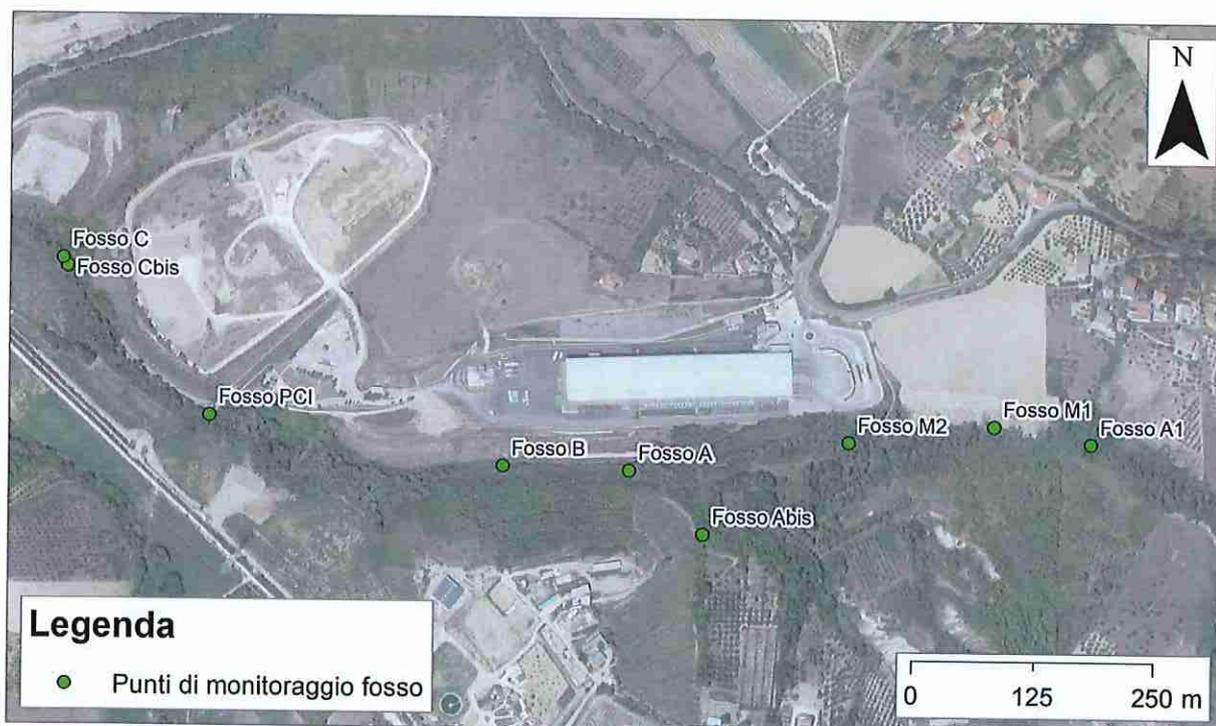


Fig. 2.7.1 – Punti di prelievo della acque superficiali. I punti A1, M1, M2, PCI e Cbis sono relativi alla campagna del luglio 2018.

Le concentrazioni ottenute mostrano contenuti in solfati al di sopra delle CSC sin dai prelievi eseguiti a monte dell'area di studio (punti A e B delle campagne storiche); negli altri punti, compresi quelli della campagna recente del luglio 2018, i valori sono alti ma non superano le CSC. Il contenuto in Fe è molto variabile lungo il corso del fosso e supera le CSC nei rilievi storici in A, B e PCI. Il contenuto in Mn invece è costantemente alto ed al di sopra delle CSC sia nelle campagne storiche che in quella recente. Fa eccezione solo il punto Cbis a valle dell'area di studio in cui il Mn è praticamente assente. Le analisi chimiche delle acque superficiali non hanno la stessa frequenza di campionamento di quelle delle acque sotterranee. Dalla loro analisi risulta chiaro che le CSC sono spesso superate per i Solfati, il Fe ed il Mn.

2.8 - Analisi sedimenti del fosso e terreni dell'argine

I sedimenti presenti nell'alveo del fosso dell'Inferno, i terreni di fondazione dell'argine e i terreni costituenti gli argini della discarica sono stati oggetto di analisi chimiche nel periodo 2011 – 2013. In essi sono stati ricercati i contaminanti redox sensibili quali metalli e solfati oltre ai contaminanti organici. I risultati dei dosaggi sono riportati in tabella 2.8.1.

Ubicazione/nif	Data	Profondità	As	Fe	Mn	SO4	Ni	Cloruro di Vinile	1,2-Dicloropropano	Idrocarburi C>12	Idrocarburi C≤12
		m	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
152/06 cat. A			20				120	0,01	0,3	50	10
152/06 cat. B			50				500	0,1	5	750	250
I4-C1	19/03/2012	7.0-8.0	<0.50	10842,00	186,00	463,00					
I4-C2	19/03/2012	15.0-16.0	1,71	4170,00	136,00	4475,00					
I4-C3	19/03/2012	25.0-26.0	8,90	21188,00	566,00	21,90					
I1bis	21/03/2013	10.0-15.0	16,00				35,00	<0.0060	<0.012	<3.5	<5.4
I1bis	21/03/2013	20.0-25.0	16,00				35,00	<0.0061	<0.012	<4.7	<3.6
I2bis	21/03/2013	10.0-15.0	<9.0				33,00	<0.0046	<0.0091	<8.3	<4.1
I2bis	21/03/2013	20.0-24.0	9,00				33,00	<0.0063	<0.013	<3.5	<5.6
PCI_fosso	01/12/2011	0,00	0,61				5,38			46,10	<1.0
A_fosso	25/01/2012	0,00	2,23								
B_fosso	25/01/2012	0,00	2,63								
C_fosso	25/01/2012	0,00	1,95								
A_fosso	24/02/2012	0,00	10,80								
B_fosso	24/02/2012	0,00	1,55								
C_fosso	24/02/2012	0,00	4,85								
PCI_fosso	24/02/2012	0,00	2,11								
A_fosso	20/03/2012	0,00	3,53	29994,00	352,00	14,80					
A1_fosso	22/03/2012	0,00	1,65	22560,00	127,00	12,90					
B_fosso	20/03/2012	0,00	<0.5	8042,00	220,00	7,82					
C_fosso	20/03/2012	0,00	<0.5	19298,00	390,00	57,46					
PCI_fosso	20/03/2012	0,00	<0.5	10740,00	210,00	2,06					

Tabella 2.8.1 – Dosaggio di alcuni analiti nei terreni di fondazione (analizzati col prelievo dei campioni più profondi in I4, I1bis e I2 bis), nei terreni costituenti l'argine (analizzati col prelievo dei campioni più superficiali di I4, I1bis e I2bis) e nei sedimenti del fosso dell'Inferno.

Nessuno degli analiti soggetti a CSC nei terreni è stato riscontrato al di sopra del limite, tuttavia è emerso che sia i sedimenti che i terreni costituenti le fondazioni e l'argine stesso contengono quantità di Fe, Mn e solfati in concentrazioni dell'ordine dei g/Kg. Il Fe in particolare giunge ad essere presente in 30 g/Kg nei sedimenti del fosso e oltre 20 g/Kg a 25 m di profondità nel sondaggio I4. Percentuali più basse ma comunque rilevanti e fino a 0,5 g/Kg sono state riscontrate per il Mn. Non di meno l'As ed il Ni ovviamente in percentuali minori e pari a decine di mg/Kg risultano presenti.

Il dosaggio nei terreni non è stato eseguito in modo sistematico ed ha interessato solo alcuni sondaggi e alcune porzioni di alveo del fosso. Tuttavia i risultati evidenziano la presenza di elementi quali Fe, Mn ed As, a prescindere dalla presenza della discarica, sia nei terreni di fondazione (campioni I4-C3 e I2bis), che nei materiali utilizzati per l'elevazione degli argini (I4 C1 e C2; I1bis e I2bis), che nei sedimenti del fosso.

2.9 – Modello Concettuale Preliminare

L'assetto geologico, la ricostruzione delle geometrie della discarica e l'assetto piezometrico dell'area di studio evidenziano che c'è interazione tra il fondo della discarica e la superficie piezometrica. In particolare è emerso che i livelli piezometrici più alti intersecano il corpo della discarica da NE a SW. Tale ipotesi è molto più probabile nella porzione SW e S del corpo discarica in corrispondenza della parte più vecchia della stessa, laddove la protezione è garantita solo dalla presenza delle Argille Grigie e non da membrane protettive. D'altra parte, la permeabilità delle Argille Grigie risulta estremamente bassa e variabile da 10^{-8} a 10^{-9} m/s facendo sì che eventuali flussi idrici di liquidi, derivanti dalla interazione tra acqua e discarica, filtrino con velocità estremamente basse stimate mediamente in 0,26 cm/a come emerso da test di permeabilità appositamente eseguiti.

48/76

L'indagine sul chimismo di base e di numerosi rapporti caratteristici, sulla distribuzione statistica e sul monitoraggio nel tempo, convergono tra loro e hanno evidenziato che, a prescindere dai valori numerici delle CSC, i piezometri P1 e P2 sono i più affini al chimismo del percolato sia per gli ioni di base che per quelli "contaminanti". I piezometri PZ5 e PZ6 seguono a ruota i primi due.

In sintesi le indagini svolte hanno evidenziato una interazione idraulica tra il percolato e il corpo idrico sotterraneo all'interno delle Argille Grigie ed Argille Avana chiaramente presente nella porzione sud e sudovest della discarica, laddove il riempimento è avvenuto senza l'uso di protezioni. Tale interazione, in accordo con l'assetto piezometrico, si manifesta attualmente con una contaminazione da solventi clorurati e metalli nell'immediata prossimità della discarica al bordo SW al di sotto dell'argine artificiale (P1 e P2) e con contaminazione esclusivamente da metalli nella porzione idraulicamente a valle della precedente (PZ3). La distribuzione spaziale delle contaminazioni da solventi clorurati e ioni metallici è connessa alla loro mobilità che risulta più

bassa per i primi, che sono DNAPL (Dense Non Aqueous Phase Liquid) poco solubili in acqua, e più alta per i secondi, noti per essere tra i più solubili e mobili in fase acquosa.

Tracce di contaminazione da solventi organici e metalli, probabilmente avvenute in passato ma ancora presenti come fase residuale dal substrato argilloso, sono presenti al bordo S – SE (P3A, P4A). In tale zona, interessata dalla presenza di materiale di riporto dovuta alla posa in opera della adduttrice acquedottistica interrata, è stata notata nel piezometro PCI una concentrazione di alcuni ioni (Cl, Na, SO₄, Mn e Ni) superiori a quelli dell'adiacente P3A. Tale incongruenza potrebbe essere dovuta all'utilizzo di terreno di riporto, con permeabilità e chimismo diversi, in occasione dei lavori di posa dell'acquedotto o di quelli precedenti legati alle attività della adiacente fornace.

Le contaminazioni a N della discarica (PZ5 e PZ6) risultano chiaramente da solventi clorurati e metalli mentre non altrettanto chiaro è il contributo degli altri ioni non soggetti a CSC (come NH₄, Cl, Na). La stessa conducibilità elettrica non appare così alta come nei piezometri della zona a SW. La contaminazione non è dunque univocamente attribuibile al percolato ma potrebbe derivare anche o solo da altre attività antropiche in grado di rilasciare contaminanti organo clorurati. Lo stesso studio degli isotopi del B aveva evidenziato tale ipotesi.

Dall'assetto piezometrico ricostruito e dalla distribuzione dei contaminanti appare chiaro che i bersagli dell'inquinamento sono il corpo idrico sotterraneo sull'intero bordo S e SW della discarica e dunque il fosso dell'Inferno lungo il suddetto bordo.

49/76

Tutte le contaminazioni, ed in particolare, quelle da metalli (As e Ni) più mobili nelle acque sotterranee rispetto ai solventi clorurati, sono state riscontrate fino al piezometro S2 e non risultano presenti nell'S3. Le contaminazioni risultano dunque contenute nell'intorno della discarica sia in accordo con la presenza di un substrato a conducibilità idraulica di $10^{-9} - 10^{-7}$ m/s, sperimentalmente ricavati, e che va dunque considerato come acquiclude, sia per l'azione dei pozzi barriera PZ3 e P3A (Fig. 2.9.1).

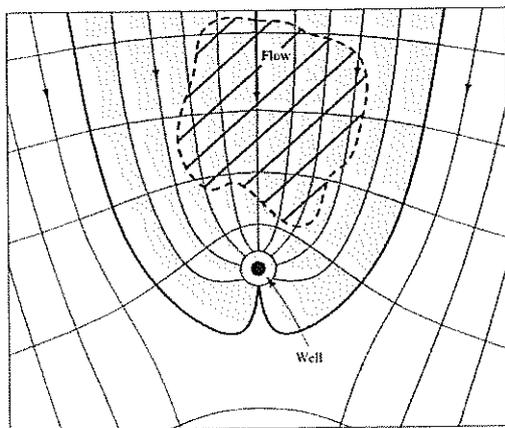


Fig. 2.9.1 – Planimetria ad isopiezometriche schematica illustrante l'effetto di un pozzo barriera idrodinamico. le frecce indicano le linee di flusso; l'area grigia individua il fronte di richiamo; l'area a rigato obliquo indica la contaminazione.

Questi ultimi, realizzati in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 245 del D Lgs. 152/2006, alla luce della distribuzione dei contaminanti e degli ioni non soggetti a CSC sin qui descritti, stanno

effettivamente assolvendo alla loro funzione di pozzi barriera idrodinamica il cui ruolo è quello di creare una depressione piezometrica indotta dall'emungimento che crea a sua volta una zona di richiamo della porzione inquinata di corpo idrico (Fig. 2.9.1). Le dimensioni del fronte di richiamo sono direttamente proporzionali alla portata di emungimento ed inversamente proporzionali alla Conducibilità idraulica. Nei corpi idrici a bassissima conducibilità, come quello in studio, il fronte di richiamo risulta ampio già per moderate portate di emungimento.

3 – PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI

3.1 - Obiettivi

La contaminazione si manifesta attualmente con una presenza di solventi clorurati e metalli nell'immediata prossimità della discarica al bordo SW al di sotto dell'argine artificiale e con contaminazione esclusivamente da metalli nella porzione idraulicamente a valle della precedente. La distribuzione spaziale delle contaminazioni da solventi clorurati (DNAPL) e ioni metallici è dunque connessa alla loro mobilità che risulta minore per i primi. Tutte le contaminazioni, ed in particolare, quelle da metalli (As e Ni) più mobili sono state riscontrate al di sopra della CSC fino al piezometro S1 (fig. 2.1.1) e non risultano presenti nell'S3 e dunque a metà circa del bordo SW della discarica.

Avendo individuato i bersagli dell'inquinamento nel corpo idrico sotterraneo all'interno di argille a bassissima permeabilità (in media 1×10^{-9} m/s) a S e SW della discarica e nel fosso dell'Inferno, il piano delle indagini sarà mirato ai seguenti obiettivi:

- individuazione dei cosiddetti punti di bianco attraverso l'esecuzione di sondaggi geognostici con posa in opera di piezometri a monte piezometrico della discarica e comunque all'esterno della zona contaminata, con prelievo di campioni di terreno e di acqua sotterranea su cui eseguire analisi chimiche anche allo scopo di verificare la presenza naturale di alcuni contaminanti appartenenti alle specie redox sensibili (Fe, Mn, As, B, SO₄);
- individuazione dei punti di bianco delle acque superficiali del fosso dell'Inferno tramite campionamenti a monte della area di drenaggio della discarica su cui eseguire analisi chimiche;
- ricostruzione delle condizioni attuali di contaminazione delle acque sotterranee attraverso il campionamento d'acqua in piezometri esistenti facenti parte della rete di monitoraggio su cui eseguire analisi chimiche;
- verifica delle condizioni di contaminazione anche a diverse profondità tramite esecuzione di nuovi sondaggi geognostici con posa in opera di piezometri per il campionamento e l'analisi chimica di terreni e di acqua a diverse profondità: tale tipologia di indagine viene proposta per la presenza di DNAPL sebbene in concentrazioni molto basse e prossime alla CSC.
- verifica dello stato eventuale di contaminazione del bersaglio tramite campionamento ed analisi delle acque del fosso dell'Inferno in corrispondenza del bordo SW della discarica e all'esterno del bordo SW della discarica;
- individuare la genesi dei contaminanti organici tramite analisi isotopiche cosiddette Compound Specific Isotope Analysis (CSIA) adatte a verificare le cosiddette impronte digitali della contaminazione organica.

Le analisi proposte sono descritte di seguito, la loro ubicazione è riportata in figura 3.1.1 mentre nelle tabelle 3.1.1 e 3.1.2 sono riepilogate in tutte le loro caratteristiche.

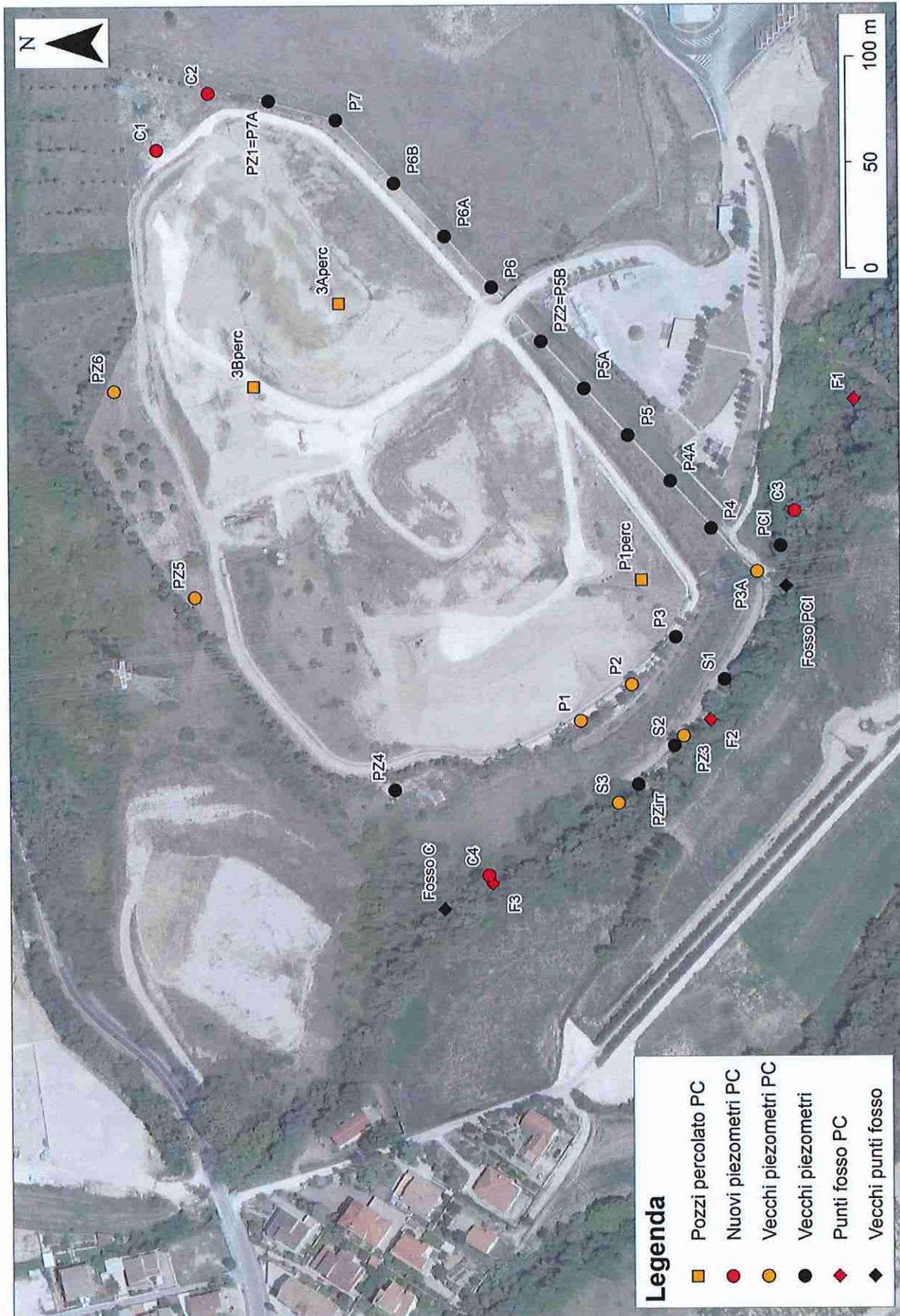
Indagine	Profondità (m)	Completamento	Prelievo campioni terreno	Tipologia di analisi chimica terreni	Prelievo campioni acqua	Tipologia di analisi chimica acqua
C1 (bianco) monte discarica	40	Piezometro TA	3 campioni sec. DL 152 2006 + terreno saturo a FF circa	DL 152 2006 Allegato 5 Tab.1 + SO4, Fe, Mn, B	1 campione nella zona saturo (circa 38-40 m)	D.Lgs 36/2003 Tab. 1 integrato da DL 152/2006 Allegato 5 Tab. 2 + HCO3
C2 (bianco) monte discarica Nord est	25	Piezometro TA	3 campioni sec. DL 152 2006 + terreno saturo a FF circa	DL 152 2006 Allegato 5 Tab.1 + SO4, Fe, Mn, B	1 campione nella zona saturo (circa 23-25 m)	"
C3 bianco) Est discarica	12	Piezometro TA	3 campioni sec. DL 152 2006 (se possibile) + terreno saturo a FF circa	DL 152 2006 Allegato 5 Tab.1 + SO4, Fe, Mn, B	1 campione nella zona saturo (circa 10-12 m)	"
C4 (valle contaminazione)	C4A	3	Piezometro TA interamente drenante salvo testa piez.		1 campione nel tratto drenante	"
	C4B	6	Piezometro TA drenante da 4 a 6 m		1 campione nel tratto drenante	"
	C4C	12	Piezometro TA drenante da 9 a 12 m	1 campione sec. DL 152 2006 zona insatura + terreno saturo	DL 152 2006 Allegato 5 Tab.1 + SO4, Fe, Mn, B	1 campione nel tratto drenante
Pz3 esistente	12	Piezometro TA			1 campione	"
Pz5 esistente	24	Piezometro TA			1 campione	"
Pz6 esistente	30	Piezometro TA			1 campione	"
P1 esistente	24	Piezometro TA			1 campione	"
P2 esistente	24	Piezometro TA			1 campione	"
S3 esistente	10	Piezometro TA			1 campione	"
P3A	8	Piezometro TA			1 campione	"
Pozzo percolato P1					1 campione	Come acque sotterranee
Pozzo percolato 3B					1 campione	Come acque sotterranee
Pozzo percolato 3A					1 campione	Come acque sotterranee

52/76

Tabella 3.1.1 Quantificazione delle indagini geognostiche previste, dei campionamenti e della tipologia di analisi dei terreni e delle acque.

Punto di prelievo	Ubicazione	Tipologia di analisi
F 1 (ex Fosso B)	A monte dell'area di discarica	Come acque sotterranee
F 2 (ex Fosso C e Cbis)	Spigolo Ovest della discarica	Come acque sotterranee
F 3	A valle del C4 esterno discarica	Come acque sotterranee

Tabella 3.1.2 Quantificazione e tipologia di analisi delle acque del fosso dell'Inferno.



53/76

Fig. 3.1.1 – Ubicazione delle indagini previste per il piano di caratterizzazione (PC)

3.2 - Indagine geognostica (sondaggi e posa piezometri)

L'indagine geognostica quantificata in tabella 3.1.1 e localizzata in figura 3.1.1 consisterà nella esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo a rotazione e posa in opera di piezometri a tubo aperto per la misura del carico idraulico e per il campionamento delle acque. I piezometri saranno approfonditi per almeno 3 m all'interno della zona satura e del diametro sufficiente ad eseguire gli spurghi e i campionamenti. L'ubicazione dei sondaggi ha tenuto conto della necessità di individuare il bianco (sondaggi C1, C2 e C3), determinare la presenza di eventuali ioni contaminanti di origine naturale e circoscrivere l'area contaminata. A proposito di quest'ultima e della presenza di DNAPL nelle acque sotterranee, è stata prevista l'esecuzione di tre piezometri (C4/A/B/C) lungo la medesima verticale al fine di campionare acque sotterranee a diverse profondità. Saranno inoltre utilizzati piezometri esistenti facenti parte della rete di monitoraggio per il rilievo del carico idraulico (Pz3, Pz5, Pz6, P1, P2, S3 e P3A).

3.3 - Indagine sul fosso dell'Inferno

Il campionamento ed analisi delle acque del fosso dell'Inferno (Tab. 3.1.2 e fig. 3.1.1) avverrà secondo le procedure previste all'Allegato 5 del presente Piano di Caratterizzazione. Le analisi chimiche tenderanno a verificare la presenza di ioni contaminanti di origine naturale come Fe, Mn, SO₄, B. A tale scopo le analisi verranno eseguite secondo quanto previsto per le acque sotterranee e dunque secondo la Tab. 1 del D.Lgs 36/2003 integrate da quanto previsto alla Tab. 2 del DL 152/2006 Allegato 5 a cui verrà aggiunto il dosaggio dei HCO₃.

54/76

3.4 - Analisi chimiche sui terreni

Le analisi chimiche sui terreni sono mirate alla caratterizzazione del chimismo naturale e delle contaminazioni. Il chimismo naturale verrà indagato nei campioni prelevati nei sondaggi C1, C2 e C3 tenendo conto di quanto previsto alla Tab.- 1 dell'Allegato 5 colonna B del DL 152/2006 a cui si aggiungerà il dosaggio di SO₄, Fe, Mn e B. Le contaminazioni verranno indagate esclusivamente nei campioni prelevati nella zona satura del sondaggio C4 secondo quanto previsto dalla Tab.- 1 dell'Allegato 5 colonna B del DL 152/2006 anche in virtù del fatto che i terreni sono argillosi e a bassissima permeabilità e dunque passibili di scambio ionico con i contaminanti. Tale evenienza starebbe a dimostrare che le argille starebbero attuando una azione di auto depurazione.

3.5 - Analisi chimiche sulle acque sotterranee e sul percolato

Così come per i terreni Le analisi chimiche sulle acque sotterranee sono mirate alla caratterizzazione del chimismo naturale e delle contaminazioni. In particolare il primo verrà indagato con i campionamenti in C1, C2, C3, mentre le contaminazioni e la loro entità verranno

indagate grazie ai prelievi in C4/A/B/C e nei piezometri esistenti (Pz3, Pz5, Pz6, P1 e P2, S3 e P3A). Le analisi saranno quelle previste dalla Tab. 1 del D.Lgs 36/2003 integrate da quanto previsto alla Tab. 2 del DL 152/2006 Allegato 5 a cui verrà aggiunto il dosaggio dei HCO₃. Le operazioni di spurgo e prelievo verranno eseguite secondo quanto previsto dall'allegato 5 del presente piano di caratterizzazione

Al fine di poter eseguire confronti idrochimici tra tutti i corpi idrici presenti saranno eseguite campagne di analisi del percolato direttamente ai pozzi come se lo stesso fosse acqua e per tutti i parametri previsti per le acque sotterranee e dunque con i relativi metodi e limiti di analisi con le aggiunte sopra elencate.

3.6 - Analisi isotopiche sulle acque sotterranee e del percolato

In aggiunta alle analisi chimiche di routine e per la ricerca degli ioni contaminanti viene proposta una tecnica di analisi degli isotopi stabili della molecole del contaminante. La Compound Specific Isotope Analysis (CSIA) per la verifica delle cosiddette impronte digitali della contaminazione organica. La tecnica consiste nel caratterizzare isotopicamente con dosaggio di $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{37}\text{Cl}$ sia il contaminante, nel nostro caso il percolato di discarica, sia l'acqua contaminata. La tecnica si rivela particolarmente utile nelle contaminazioni da sostanze organiche e solventi clorurati. La sua applicabilità alla presente caratterizzazione è tuttavia da verificare visto che le concentrazioni dei contaminanti solventi clorurati sono molto basse nelle acque sotterranee e al limite della applicabilità del metodo.

55/76

3.7 - Specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività

Per l'esecuzione delle indagini e delle analisi sulle matrici da indagare, in allegato 5 sono riportate le procedure di campionamento ivi incluse le operazioni di spurgo dei piezometri, le misure di campo, le modalità di identificazione, conservazione e trasporto dei campioni e le relative metodiche analitiche adottate.

Prof. Geol. Sergio Rusi



ALLEGATI:

- 1 – Stratigrafie di sondaggio reperite
- 2 – test di permeabilità
- 3 – tabelle risultati test di permeabilità
- 4 – log della temperatura e della conducibilità elettrica
- 5 – specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività

56/76

ALLEGATO 1: stratigrafie dei sondaggi reperiti

ubicazione in figura 2.1.1

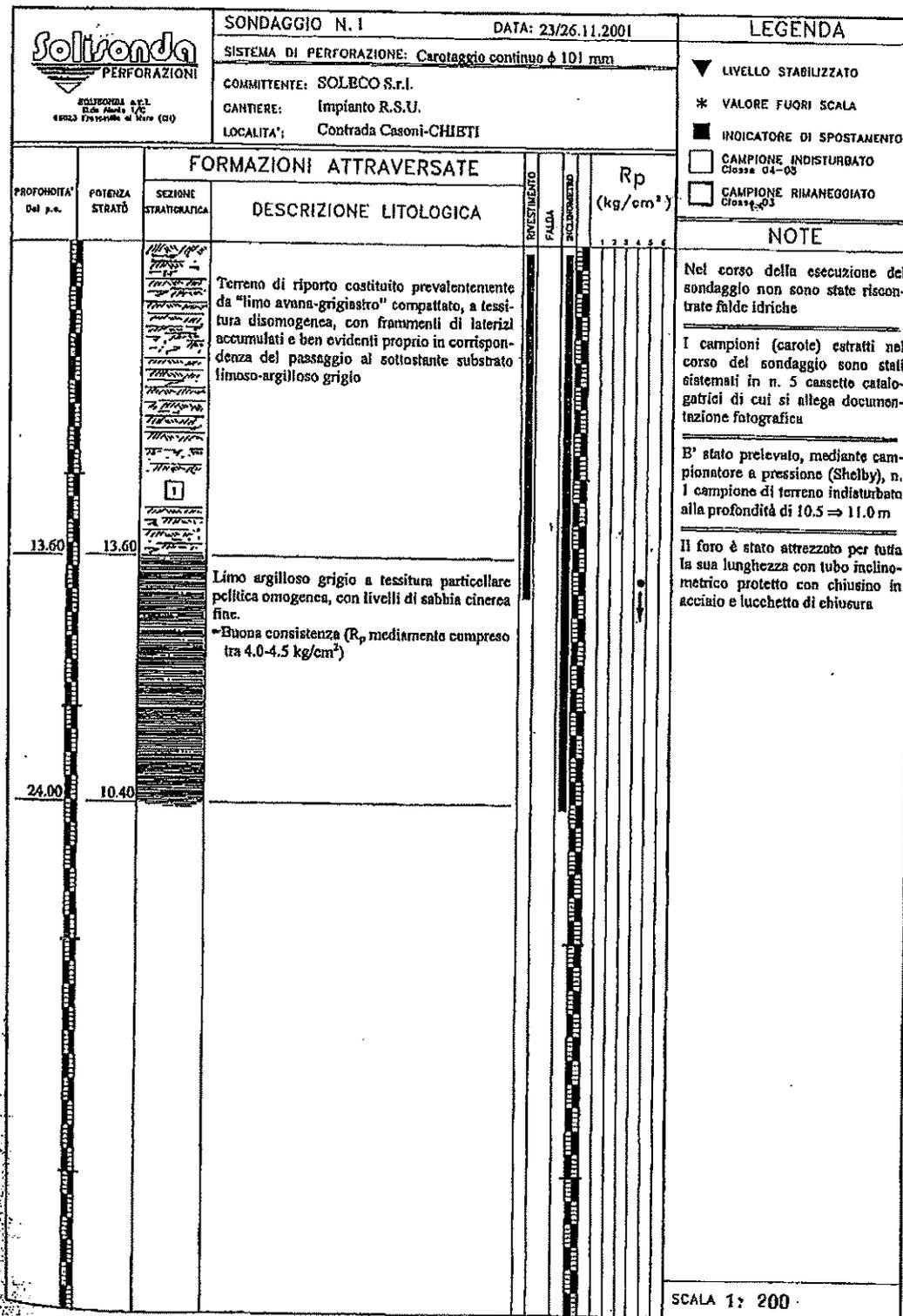
Corrispondenze Sigle:

Sigla su stratigrafia	Sigla in fig. 1.1.1
Solisonda I4	I4
Solisonda N.1	P1
Solisonda N.2	P2
Solisonda PZ3	PZ3
Solisonda PZ4	PZ4
Solisonda PZ5	PZ5
Solisonda PZ6	PZ6
Busico N.1	SF1 (eseguito sull'allora fondo discarica)
Busico N.2	SF2 (eseguito sull'allora fondo discarica)
Busico N.3	SF3 (eseguito sull'allora fondo discarica)

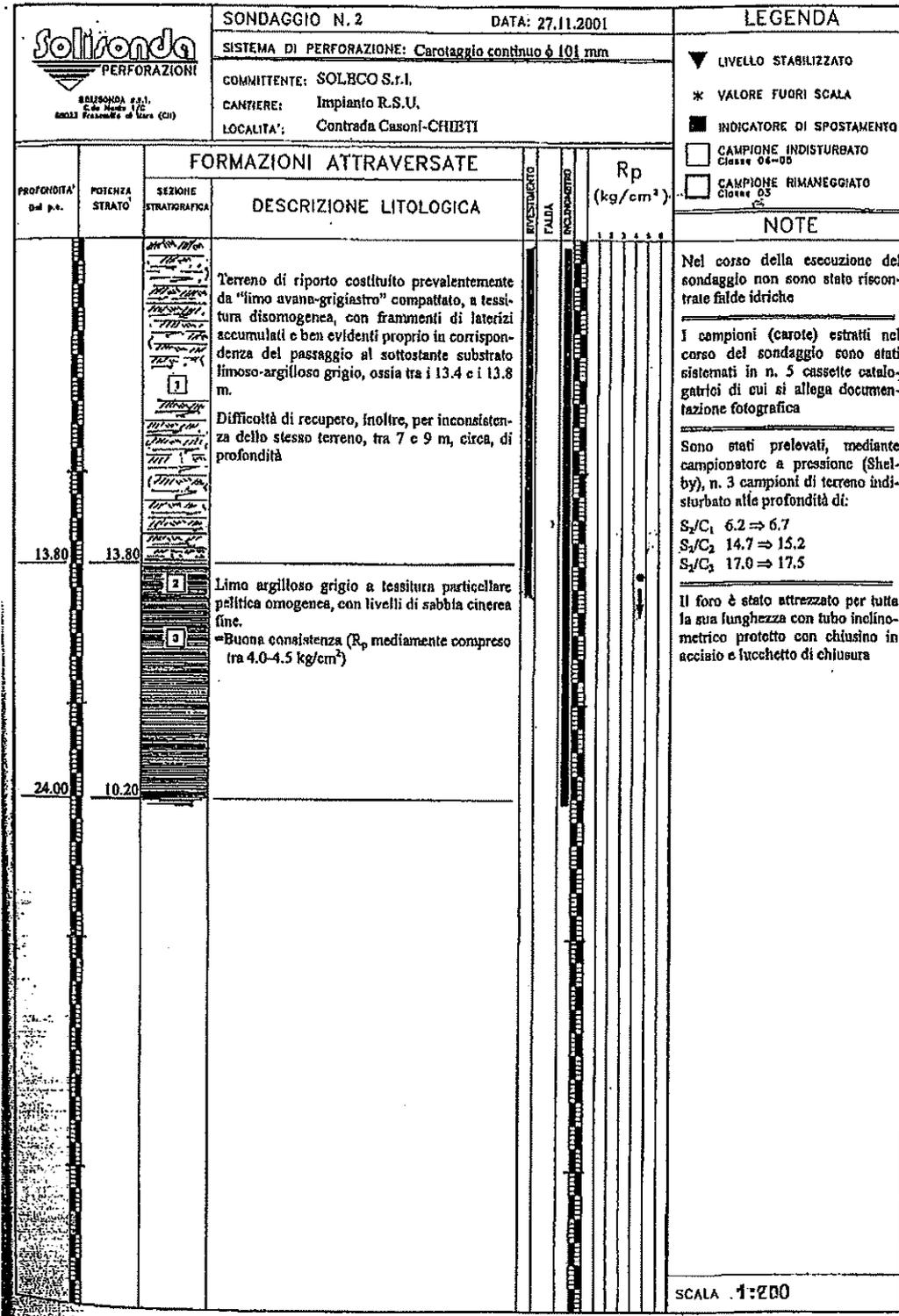


Committente: DECO S.p.A.	Opera: Indagini geognostiche c/o discarica "Casoni"	Sondaggio: 14	da m 0.0 a m 30.0
Località: Chieti (CH)	Geologo: dott. Gianluca Bucciarelli	Rivestimento: 24.0 m	Scala: 1:200
		Coordinate: 42°19'40.67"N 14°07'17.13"E	Data inizio: 15.02.2011
		Quota s.l.m.:	Data fine: 15.02.2011

Profondità (m)	Spessore (m)	Straigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Falda (m)						Rivestimento	Inclinometro	Note
				1	2	3	4	5	6			
0.0			Terreno di riporto.									<p>Nel corso di esecuzione del sondaggio non è stata rilevata presenza di acqua libera ma solo contenuti variabili di umidità in corrispondenza dei livelli più sabbiosi.</p> <p>I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 6 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica.</p> <p>Installata tubazione inclinometrica in alluminio fino a f.f.</p>
12.3	12.3		Limo argilloso sabbioso di colore avana e avana e grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra.									
15.0	2.7		<p><i>Passaggio graduale alla formazione sottostante.</i></p> <p>Argilla di colore grigio con nuclei e/o livelli di sabbia cinerea fine.</p>									
30.0	15.0											



59/76





Committente: DECO S.p.A.	Opera: Indagini geognostiche c/o discarica "Casoni"	Sondaggio: PZ3	da m 0.0 a m 12.0
Località: Chieti (CH)	Geologo: dott. Gianluca Bucciarelli	Rivestimento: 9.0 m	Scala: 1:100
		Coordinate: $42^{\circ}15'40.84''N$ $14^{\circ}07'16.34''E$	Data inizio: 18.02.2011
		Quota s.l.m.:	Data fine: 18.02.2011

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Falda (m)						Rivestimento Piezometro a tubo aperto	Note
				1	2	3	4	5	6		
0.0			Terreno di riporto: limo argilloso sabbioso di colore avana e grigio e a partire da 11.5 m di colore grigio; sono presenti, diffusi disuniformemente, frammenti di laterizi.								<p>Nel corso di esecuzione del sondaggio sono state rilevate venute idriche alle profondità di 1.7 m e 6.0 m.</p> <p>I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 3 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica.</p> <p>Una volta effettuato il sondaggio con diametro del foro Φ 101 mm rivestito con tubazione del diametro Φ 127 mm, lo stesso è stato rialesato mediante tubazioni di rivestimento del diametro Φ 220 mm. Infine è stato installato un piezometro a tubo aperto in HDPE del diametro Φ 125 mm fino a f.f.</p>
12.0	12.0										



Committente: DECO S.p.A.		Opera: Indagini geognostiche c/o discarica "Casoni"		Sondaggio: PZ4		da m 0.0 a m 12.0	
Località: Chieti (CH)		Geologo: dott. Gianluca Bucciarelli		Rivestimento: 12.0 m		Scala: 1:100	
				Coordinate: $\begin{matrix} 14^{\circ}19'44.4524'' \\ 42^{\circ}07'15.339'' \end{matrix}$		Data inizio: 14.02.2011	
				Quota s.l.m.:		Data fine: 14.02.2011	

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Falda (m)	Rp (kg/cmq)						Rivestimento	Piezometro a tubo aperto	Note
					1	2	3	4	5	6			
0.0			Terreno di riporto e/o di alterazione superficiale.										<p>Nel corso di esecuzione del sondaggio non è stata rilevata presenza di acqua libera ma solo contenuti variabili di umidità in corrispondenza dei livelli più sabbiosi.</p> <p>I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 3 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica.</p> <p>Una volta effettuato il sondaggio con diametro del foro Φ 101 mm rivestito con tubazione del diametro Φ 127 mm, lo stesso è stato rialesato mediante aste elicoidali diametro Φ 160 mm. Infine è stato installato un piezometro a tubo aperto in HDPE del diametro Φ 125 mm fino a f.f.</p>
2.8	2.8		Limo argilloso sabbioso di colore avana e avana e grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra.										
12.0	9.2												



Committente: DECO S.p.A.	Opera: Indagini geostatiche c/o discarica "Casoni"	Sondaggio: PZ5	da m 0.0 a m 24.0
Località: Chieti (CH)	Geologo: dott. Gianluca Bucciarelli	Rivestimento: 7.5 m	Scala: 1:200
		Coordinate: 42°19'47.22"N 14°07'19.08"E	Data inizio: 11.02.2011
		Quota s.l.m.:	Data fine: 11.02.2011

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Falda (m)						Rivestimento	Piezometro a tubo aperto	Note
				1	2	3	4	5	6			
0.0	1.0		Terreno di riporto c/o di alterazione superficiale.									<p>Nel corso dell'esecuzione del sondaggio non sono state riscontrate manifestazioni idriche.</p> <p>I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 5 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica.</p> <p>Una volta effettuato il sondaggio con diametro del foro Φ 101 mm rivestito con tubazione del diametro Φ 127 mm, lo stesso è stato rialesato mediante aste elicoidali diametro Φ 160 mm. Infine è stato installato un piezometro a tubo aperto in HDPE del diametro Φ 125 mm fino a f.f.</p>
7.4	6.4		Limo argilloso sabbioso di colore avana e avana e grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra.									
			<i>Passaggio graduale alla formazione sottostante.</i>									
24.0	16.6		Argilla di colore grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra e sabbia cinerea fine.									



Committente: DECO S.p.A.		Opera: Indagini geognostiche c/o discarica "Casoni"		Sondaggio: PZ6		da m 0.0 a m 30.0	
Località: Chieti (CH)		Geologo: dott. Gianluca Bucciarelli		Rivestimento: 10.5 m		Scala: 1:200	
				Coordinate: 42°19'48.60"N 14°07'33.55"E		Data inizio: 10.02.2011	
				Quota s.l.m.:		Data fine: 10.02.2011	

Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Falda (m)	Rp (kg/cmq)						Rivestimento	Piezometro a tubo aperto	Note
					1	2	3	4	5	6			
0.5	0.5		Terreno di riporto e/o di alterazione superficiale.										<p>Nel corso dell'esecuzione del sondaggio non sono state riscontrate manifestazioni idriche.</p> <p>I campioni ("carote") estratti nel corso del sondaggio sono stati sistemati in n° 6 cassette catalogatrici delle quali si allega documentazione fotografica.</p> <p>Una volta effettuato il sondaggio con diametro del foro Φ 101 mm rivestito con tubazione del diametro Φ 127 mm, lo stesso è stato rialesato mediante aste elicoidali diametro Φ 160 mm. Infine è stato installato un piezometro a tubo aperto in HDPE del diametro Φ 125 mm fino a f.f.</p>
9.5	9.0		<p>Limo argilloso sabbioso di colore avana e avana e grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra.</p> <p><i>Passaggio graduale alla formazione sottostante.</i></p> <p>Argilla di colore grigio con nuclei e/o livelli di sabbia rossastra e sabbia cinerea fine.</p>										
30.0	20.5												

DOTT. GEOL. BUSICO FRANCO MONTESILVANO		SONDAGGIO N. 1			DATA: _____			
					QUOTA s.l.m.: _____			
Profondità dal P.C. in m.	Potenza strati in m.	TERRENI ATTRAVERSATI		Faldo acquifero			Resistenze penetro- metrica Kp/cm ²	NOTE
		SEZIONE STRATI- GRAFICA	DESCRIZIONE TERRENI	CAPIONE N.	1	2		
20,00	20,00		Argilla limoso-sabbiosa grigio-azzurra.					
LOCALITA': Cava di argilla del Laterificio Femminella - CH								SCALA 1:100
COMMITTENTE: Ing. GIOVANI LEVE - CHIETI								ALLEGATO N. _____

65/76

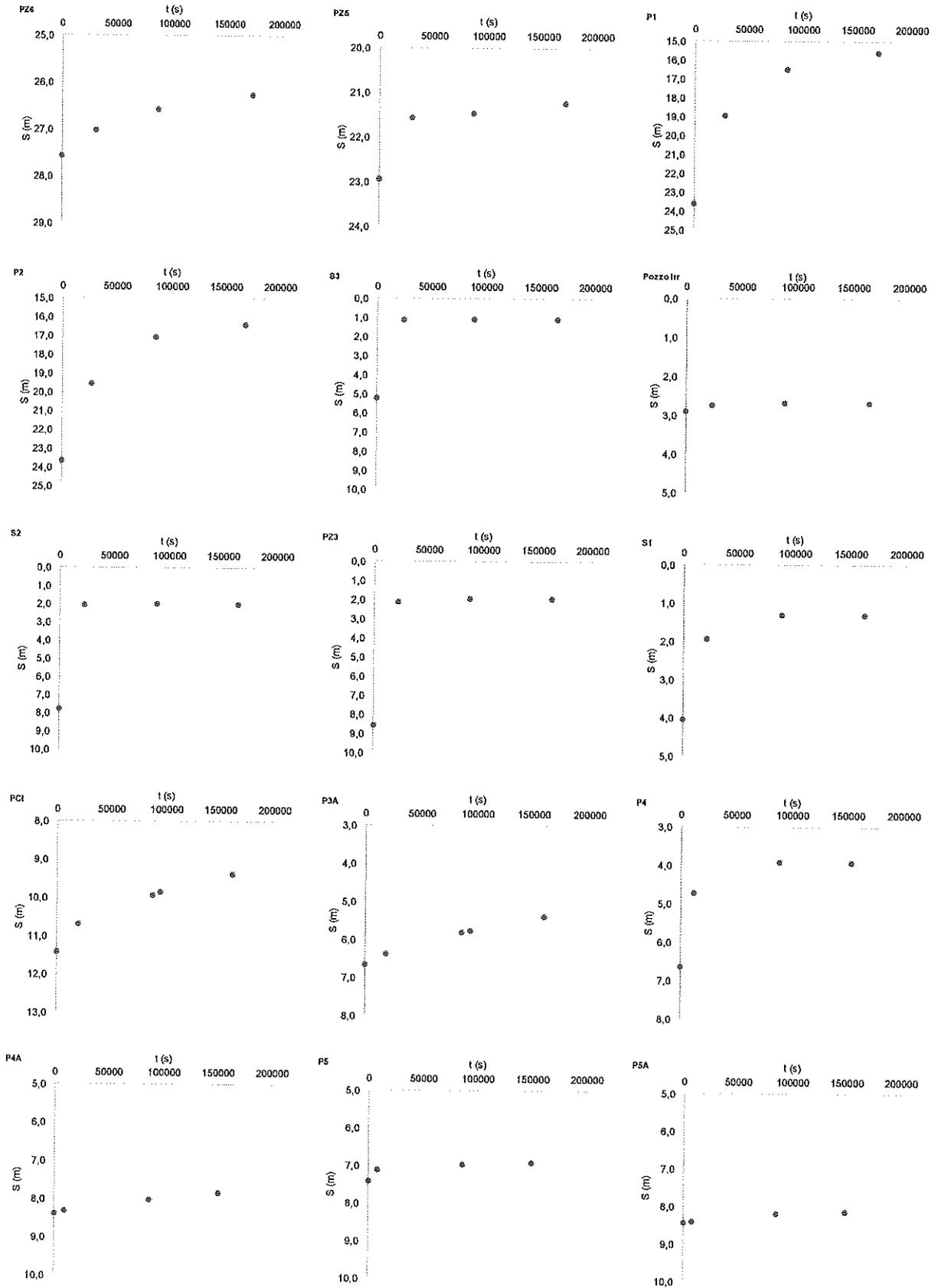
DOTT. GEOL. BUSICO FRANCO MONTESILVANO		SONDAGGIO N. <u>2</u>			DATA: _____ QUOTA s.l.m.: _____				
Profondità dal P.C. In m.	Potenza strati in m.	TERRENI ATTRAVERSATI		CAMPIONE N.	Falda acquifero			Resistenza penetro- metrica Kg/cm ²	NOTE
		SEZIONE STRATI- GRAFICA	DESCRIZIONE TERRENI		1	2	3		
0,0			Argilla limoso-sabbio- sa grigio-azzurra.						
20,00	20,00								
LOCALITA': ...Cava di argilla del Laterificio Femminella - CH								SCALA 1:100	
COMMITTENTE: Ing. GIOVANI LEVE - CHIETI								ALLEGATO N. _____	

66/76

DOTT. GEOL. BUSICO FRANCO MONTESILVANO		SONDAGGIO N. <u>3</u>			DATA: QUOTA s.l.m.:					
Profondità dal P.C. in m.	Potenza strati in m.	TERRENI ATTRAVERSATI			CAMPIONE N.	Falde acquifero			Resistenza penetro- metrica Kg/cm ²	NOTE
		SEZIONE STRATI- GRAFICA	DESCRIZIONE TERRENI	1		2	3			
0,0			Argilla limoso-sabbio- sa grigio -azzurra.							
	20,00	20,00								
LOCALITA': <u>Cava di Argilla del Laterificio Femminella - CHI</u>										SCALA 1:100
COMMITTENTE: <u>Ing. GIOVANI LEVE - CHIETI</u>										ALLEGATO N.

67/76

ALLEGATO 2: grafici "soggiacenza/tempo" relativi alle prove tipo Lefranc nei piezometri



ALLEGATO 3: tabelle dati e risultati delle prove tipo Lefranc nei piezometri

PZ6									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 9:07	43300,380	3741152820,000			21,400		6	0,008655	0,105
19/7/18 9:23	43300,391	3741153780,000	0	0	27,550				
19/7/18 17:56	43300,747	3741184560,000	30780,000	30780,000	27,010	0,540			
20/7/18 9:24	43301,392	3741240240,000	55680,000	86460,000	26,560	0,450			
21/7/18 9:10	43302,382	3741325800,000	85560,000	172020,000	26,250	0,310			
								K =	9,28E-10

PZ5									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 9:33	43300,398	3741154380,000			20,680		6	0,008655	0,105
19/7/18 9:43	43300,405	3741154980,000	0	0	22,930				
19/7/18 17:59	43300,749	3741184740,000	29760,000	29760,000	21,550	1,380			
20/7/18 9:45	43301,406	3741241500,000	56760,000	86520,000	21,450	0,100			
21/7/18 9:13	43302,384	3741325980,000	84480,000	171000,000	21,220	0,230			
								K =	3,01E-09

P1									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 9:55	43300,413	3741155700,000			14,350		10	0,005024	0,08
19/7/18 10:13	43300,426	3741156780,000	0	0	23,580				
19/7/18 18:02	43300,751	3741184920,000	28140,000	28140,000	18,920	4,660			
20/7/18 10:02	43301,418	3741242520,000	57600,000	85740,000	16,460	2,460			
21/7/18 9:16	43302,386	3741326160,000	83640,000	169380,000	15,560	0,900			
								K =	3,93E-09

69/76

P2									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 10:17	43300,428	3741157020,000			15,760		8	0,005024	0,08
19/7/18 10:32	43300,439	3741157920,000	0	0	23,620				
19/7/18 18:04	43300,753	3741185040,000	27120,000	27120,000	19,520	4,100			
20/7/18 10:17	43301,428	3741243420,000	58380,000	85500,000	17,040	2,480			
21/7/18 9:19	43302,388	3741326340,000	82920,000	168420,000	16,360	0,680			
								K =	4,41E-09

S3									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 10:56	43300,456	3741159360,000			1,040		7	0,005024	0,08
19/7/18 11:25	43300,476	3741161100,000	0	0	5,190				
19/7/18 18:08	43300,756	3741185280,000	24180,000	24180,000	1,100	4,090			
20/7/18 12:11	43301,508	3741250260,000	64980,000	89160,000	1,050	0,050			
21/7/18 9:26	43302,393	3741326760,000	76500,000	165660,000	1,040	0,010			
								K =	4,6E-08

Pozzo Irr									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 10:58	43300,457	3741159480,000			2,620		8	0,5024	0,8
19/7/18 11:40	43300,486	3741162000,000	0	0	2,890				
19/7/18 18:09	43300,756	3741185340,000	23340,000	23340,000	2,730	0,160			
20/7/18 12:25	43301,517	3741251100,000	65760,000	89100,000	2,660	0,070			
21/7/18 9:28	43302,394	3741326880,000	75780,000	164880,000	2,660	0,000			
								K =	1,53E-07

S2									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 10:59	43300,458	3741159540,000			1,900		6	0,005024	0,08
19/7/18 11:52	43300,494	3741162720,000	0	0	7,760				
19/7/18 18:10	43300,757	3741185400,000	22680,000	22680,000	2,040	5,720			
20/7/18 12:35	43301,524	3741251700,000	66300,000	88980,000	1,960	0,080			
21/7/18 9:30	43302,396	3741327000,000	75300,000	164280,000	1,970	-0,010			
								K =	4,93E-08

PZ3									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 11:00	43300,458	3741159600,000			1,880		6	0,008655	0,105
19/7/18 12:15	43300,510	3741164100,000	0	0	8,550				
19/7/18 18:11	43300,758	3741185460,000	21360,000	21360,000	2,100	6,450			
20/7/18 12:37	43301,526	3741251820,000	66360,000	87720,000	1,910	0,190			
21/7/18 9:31	43302,397	3741327060,000	75240,000	162960,000	1,900	0,010			
								K =	9,48E-08

S1									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 11:01	43300,459	3741159660,000			1,260		2,9	0,005024	0,08
19/7/18 12:23	43300,516	3741164580,000	0	0	4,030				
19/7/18 18:12	43300,758	3741185520,000	20940,000	20940,000	1,920	2,110			
20/7/18 13:03	43301,544	3741253380,000	67860,000	88800,000	1,290	0,630			
21/7/18 9:32	43302,397	3741327120,000	73740,000	162540,000	1,290	0,000			
								K =	6,13E-08

PCI									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 11:03	43300,460	3741159780,000			0,750		11	0,008655	0,105
19/7/18 12:44	43300,531	3741165840,000	0	0	11,410				
19/7/18 18:14	43300,760	3741185640,000	19800,000	19800,000	10,680	0,730			
20/7/18 13:05	43301,545	3741253500,000	67860,000	87660,000	9,920	0,760			
20/7/18 15:03	43301,627	3741260580,000	7080,000	94740,000	9,830	0,090			
21/7/18 9:35	43302,39931	3741327300,000	66720,000	161460,000	9,36	0,470			
								K =	2,63E-09

P3A									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 11:05	43300,462	3741159900,000			4,380		3,6	0,0314	0,2
19/7/18 13:08	43300,547	3741167280,000	0	0	6,650				
19/7/18 18:15	43300,760	3741185700,000	18420,000	18420,000	6,360	0,290			
20/7/18 13:07	43301,547	3741253620,000	67920,000	86340,000	5,790	0,570			
20/7/18 15:15	43301,635	3741261300,000	7680,000	94020,000	5,740	0,050			
21/7/18 9:37	43302,40069	3741327420,000	66120,000	160140,000	5,36	0,380			
								K =	2,11E-08

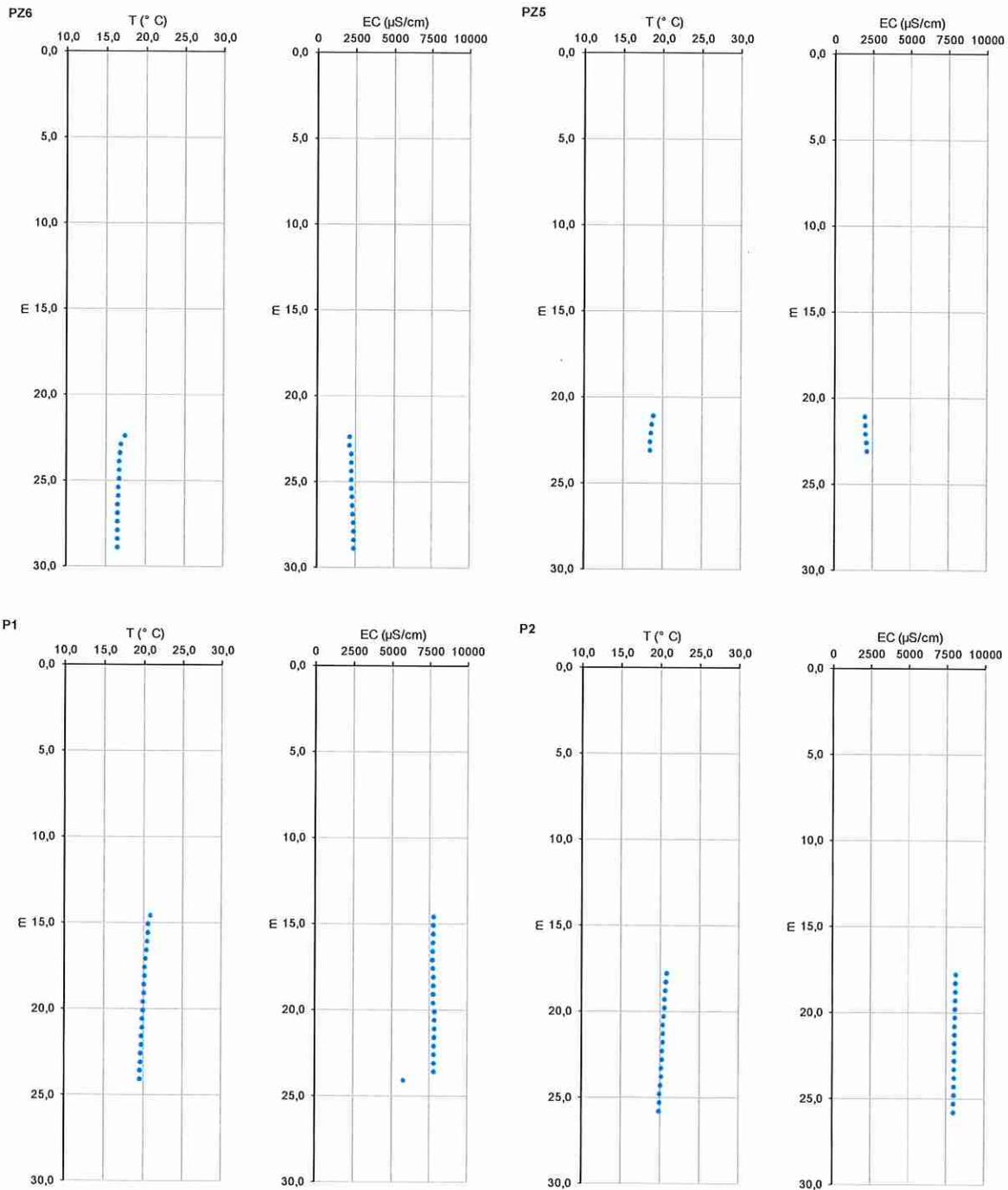
P4									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 14:26	43300,601	3741171960,000			3,810		4,2	0,0314	0,2
19/7/18 15:04	43300,628	3741174240,000	0	0	6,630				
19/7/18 18:17	43300,762	3741185820,000	11580,000	11580,000	4,710	1,920			
20/7/18 15:44	43301,656	3741263040,000	77220,000	88800,000	3,900	0,810			
21/7/18 9:38	43302,401	3741327480,000	64440,000	153240,000	3,910	-0,010			
								K =	2,21E-07

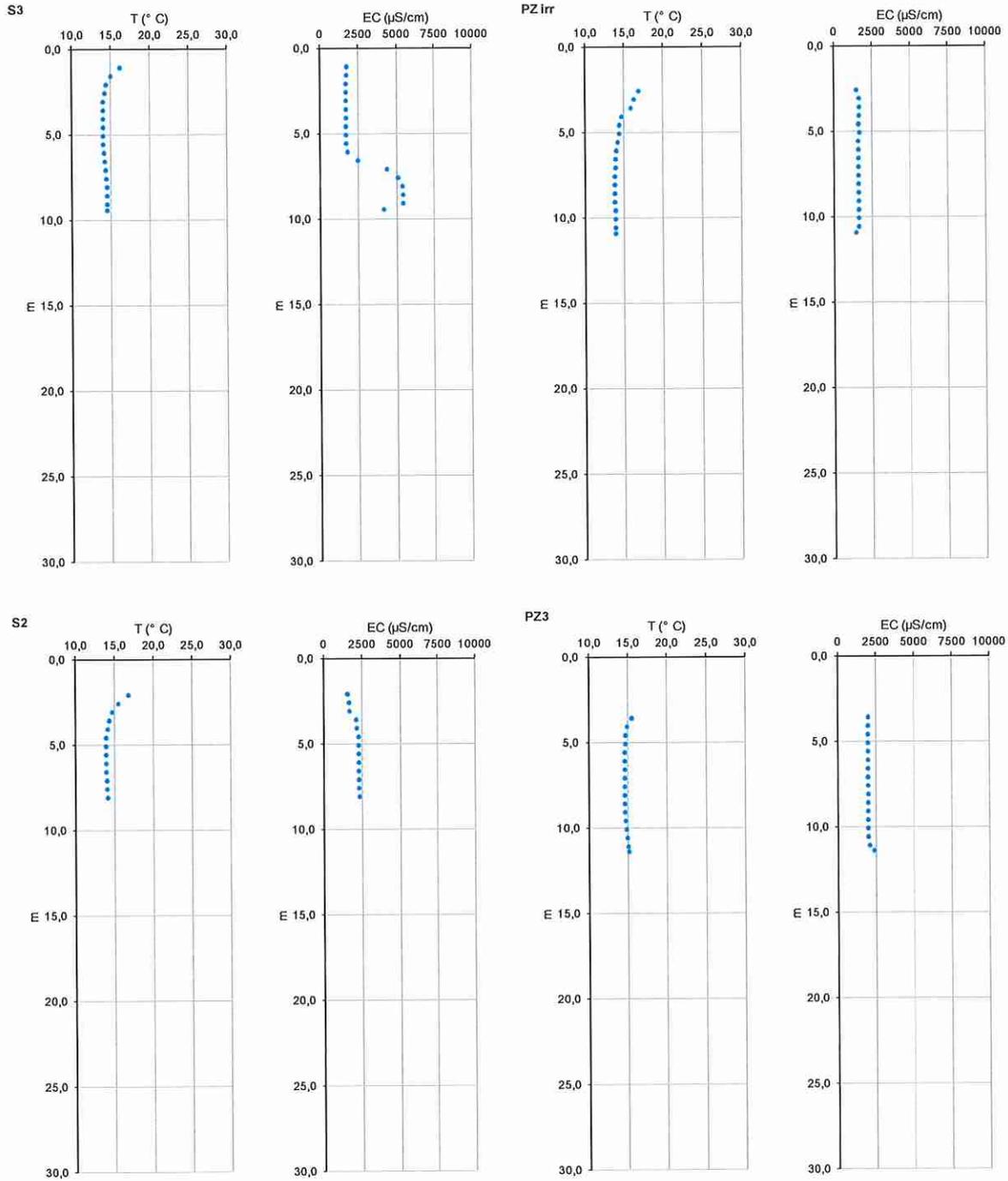
P4A									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 15:07	43300,630	3741174420,000			5,250		2,8	0,0314	0,2
19/7/18 15:42	43300,654	3741176520,000	0	0	8,380				
19/7/18 18:19	43300,763	3741185940,000	9420,000	9420,000	8,310	0,070			
20/7/18 15:53	43301,662	3741263580,000	77640,000	87060,000	8,010	0,300			
21/7/18 9:40	43302,403	3741327600,000	64020,000	151080,000	7,820	0,190			
								K =	9,99E-09

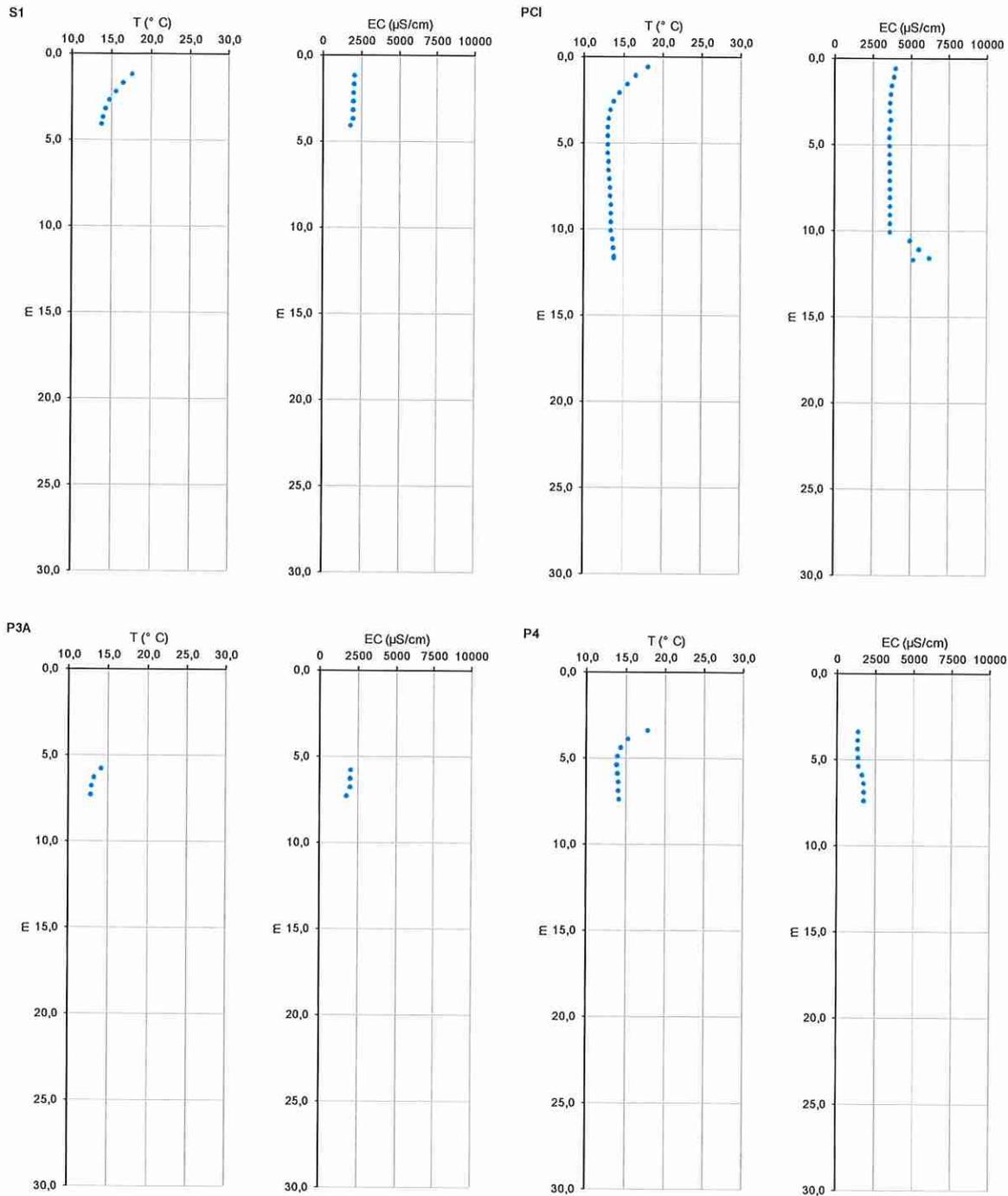
P5									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 15:45	43300,656	3741176700,000			6,290		1,7	0,0314	0,2
19/7/18 16:09	43300,673	3741178140,000	0	0	7,400				
19/7/18 18:20	43300,764	3741186000,000	7860,000	7860,000	7,100	0,300			
20/7/18 16:04	43301,669	3741264240,000	78240,000	86100,000	6,950	0,150			
21/7/18 9:42	43302,404	3741327720,000	63480,000	149580,000	6,890	0,060			
								K =	9,73E-08

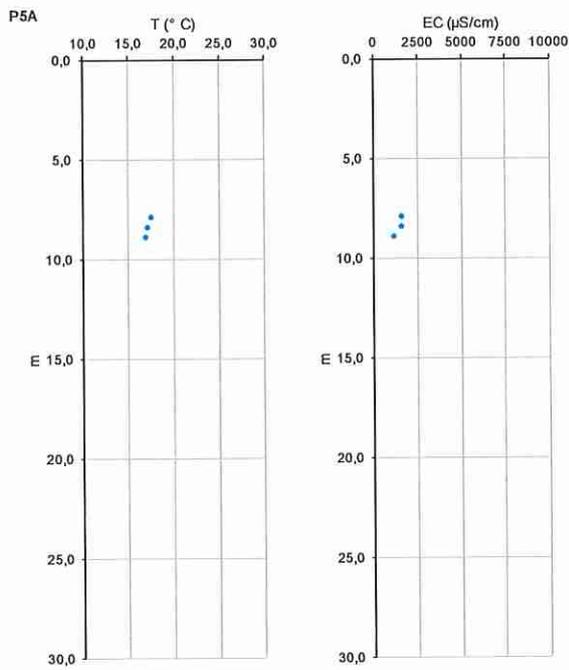
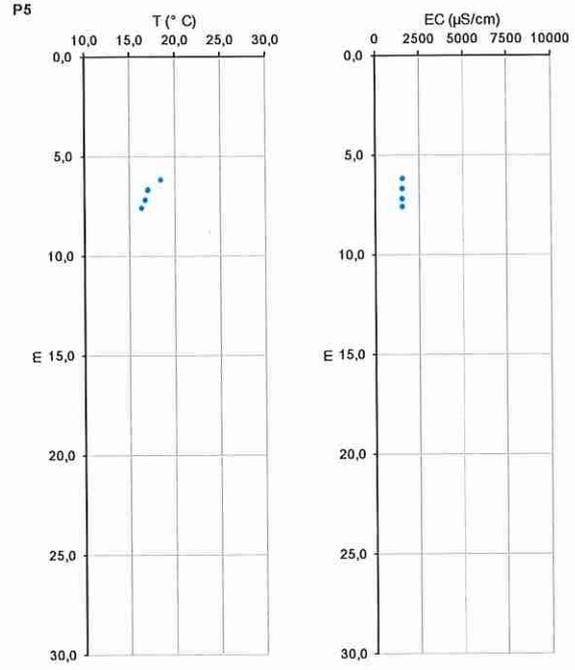
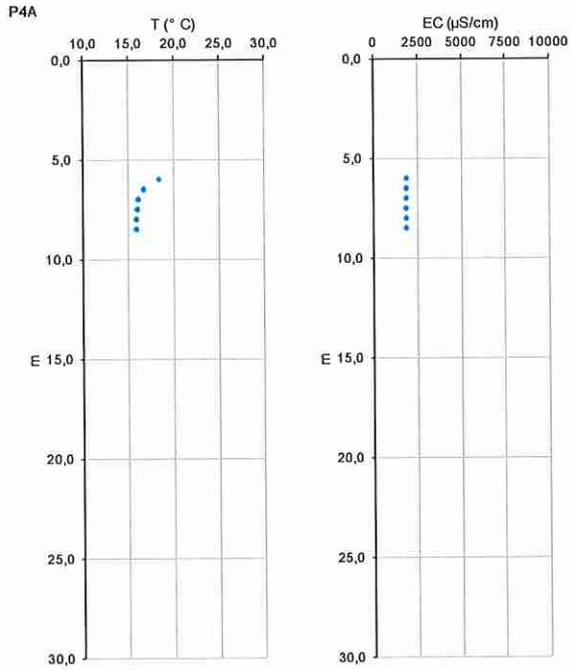
P5A									
Data/ora	Data/ora_d	Data/ora_s	dt_s	t_s	S_m	dS_m	l filtr_m	Area_m2	D_m
19/7/18 15:50	43300,660	3741177000,000			7,960		0,5	0,0314	0,2
19/7/18 16:18	43300,679	3741178680,000	0	0	8,430				
19/7/18 18:22	43300,765	3741186120,000	7440,000	7440,000	8,390	0,040			
20/7/18 16:06	43301,671	3741264360,000	78240,000	85680,000	8,170	0,220			
21/7/18 9:43	43302,405	3741327780,000	63420,000	149100,000	8,120	0,050			
								K =	4,01E-08

ALLEGATO 4: log della temperatura e della conducibilità eseguiti nei piezometri









ALLEGATO 5: specifiche tecniche per l'esecuzione delle attività

DECO S.p.A.
Via Vomano, 14
SANTA TERESA DI SPOLTORE (PE)

PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI
AMBIENTALI

Insedimento indagato
Discarica "Casoni" - Chieti

Febbraio 2019

Indice

1	PREMESSA	3
2	PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DA SVOLGERE IN CAMPO	4
2.1	Terreni	4
2.2	Acque sotterranee	5
2.3	Acque superficiali	7
2.4	Percolato	8
3	ANALISI DI LABORATORIO E CONFRONTO DEI RISULTATI CON I LIMITI LEGISLATIVI	10

1 PREMESSA

Il presente piano di indagini preliminari ambientali ha lo scopo di descrivere le attività di campionamento ed analisi su varie matrici ambientali (terreni, acque sotterranee, acque superficiali, percolati di discarica), in esecuzione del piano di caratterizzazione del sito della Discarica Casoni di Chieti ex artt. 242 e 245 del D.Lgs. 152/2006. Tale piano di indagine contiene, per ogni matrice, la descrizione della procedura di campionamento, le misure effettuate in campo, le modalità di identificazione dei campioni, la conservazione ed il trasporto dei campioni in laboratorio; infine, sono elencati i parametri ricercati nei campioni.

2 PROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DA SVOLGERE IN CAMPO

Con riferimento a quanto illustrato sinora, si prevede di investigare nel sito della discarica le seguenti matrici ambientali:

- Terreni
- Acque sotterranee
- Acque superficiali
- Percolati di discarica

2.1 Terreni

Per le indagini sui terreni si prevede di effettuare n.4 sondaggi con perforazione a carotaggio continuo. Il carotaggio verrà effettuato ad andamento verticale, con metodi di perforazione a secco senza fluido di perforazione, usando un carotiere di diametro idoneo (100 mm) a prelevare campioni indisturbati ed evitando fenomeni di surriscaldamento.

Le profondità a cui verranno spinti i suddetti sondaggi, sono le seguenti:

- Sondaggio C1 – 40 m
- Sondaggio C2 – 25 m
- Sondaggio C3 – 12 m
- Sondaggio C4 – 12 m

Tutti i carotaggi saranno finalizzati al prelievo dei campioni di terreno e tutte le operazioni che saranno svolte per il campionamento, la formazione, il trasporto e la conservazione dei campioni per le successive analisi di laboratorio, dovranno essere documentate con verbali quotidiani. L'estrusione del materiale raccolto per mezzo del carotiere deve essere effettuata senza l'ausilio di liquidi e per evitare contaminazione tra i diversi prelievi, il recipiente per la deposizione delle carote dovrà essere lavato, decontaminato e lasciato asciugare tra una deposizione e l'altra.

Le carote estratte verranno identificate, fotografate ed infine conservate in opportune cassette catalogatrici.

Dal materiale estratto dai sondaggi realizzati dovranno essere prelevati almeno n.3 campioni (fatta eccezione per il sondaggio C4 dal quale dovrà essere prelevato 1 solo campione nella zona insatura) a varie profondità, oltre ad un campione di terreno saturo a fondo foro, per ogni sondaggio; in campo verrà stabilito se prelevare o meno ulteriori campioni, soprattutto sui sondaggi più profondi.

Ogni campione verrà conservato in opportuni contenitori (barattoli in vetro o in PE) con etichetta indicante:

- Sito di indagine
- Numero o sigla identificativa del sondaggio
- Data e ora di prelievo
- Numero progressivo del campione con identificazione dell'aliquota
- Quota di prelievo

A seguito del prelievo e fino al momento dello svolgimento delle analisi i campioni devono essere mantenuti in condizioni di refrigerazione ad una temperatura di 4°C circa.

2.2 Acque sotterranee

Per indagare la qualità delle acque sotterranee si procederà attrezzando a piezometro tutti i sondaggi previsti. Il sondaggio C4 verrà attrezzato a piezometro con tripla cannula, in maniera tale da intercettare le acque sotterranee, evitando fenomeni di *cross contamination*, alle profondità di 3 m, 6 m e 12 m.

Oltre ai 4 piezometri di nuova realizzazione, verranno indagati anche alcuni piezometri esistenti in discarica e per la precisione:

- Piezometro PZ3
- Piezometro PZ5
- Piezometro PZ6
- Piezometro P1
- Piezometro P2
- Piezometro S3
- Piezometro P3A

Il totale dei campioni da prelevare è pari a 13 (1 per ogni piezometro nuovo o esistente e 3 per il piezometro attrezzato sul sondaggio C4).

Tutte le operazioni che saranno svolte per il campionamento delle acque sotterranee, lo spurgo, il trasporto e la conservazione del campione e per le analisi di laboratorio dovranno essere documentate con verbali quotidiani contenenti almeno le seguenti informazioni: descrizione delle principali attrezzature utilizzate (pompe sommerse, strumenti per misure di campo, ecc.), identificativo piezometro, presenza di liquido surnatante, soggiacenza, descrizione dei campioni prelevati, misure di campo (valori misurati di pH, temperatura, conducibilità, potenziale redox, ossigeno disciolto), spurgo, note sul campionamento e sulle attività svolte, note su eventi imprevisti o accidentali verificatesi, ecc.

Da ciascun piezometro si prevede di prelevare un campione (tranne che dal piezometro attrezzato sul sondaggio C4 dal quale verranno prelevati n.3 campioni alle profondità di 3, 6 e 12 metri) suddiviso nelle seguenti aliquote:

- 2 provettoni in PE da 50 ml filtrati e acidificati con HNO₃
- 2 provettoni in PE da 50 ml
- 1 contenitore in PE da 250 ml acidificato con H₂SO₄
- 2 bottiglie in vetro scuro da 500 ml
- 4 bottiglie in vetro scuro da 1000 ml.

Le aliquote saranno prelevate a valle dello spurgo di ciascun piezometro, che sarà eseguito il giorno precedente al campionamento. Lo spurgo consisterà, laddove possibile e in funzione della capacità di ricarica di ciascun piezometro, nell'estrazione di un quantitativo pari a 3 volte il volume della colonna d'acqua presente nel piezometro con portate non superiori a 3-6 l/min; le acque di spurgo saranno raccolte in appositi contenitori e successivamente smaltite secondo quanto prescritto dalla normativa vigente.

Qualora fosse rinvenuto nei piezometri del prodotto surnatante in fase libera, occorrerà provvedere ad un campionamento selettivo del prodotto e alla fase successiva di caratterizzazione dello stesso.

Su ciascun campione prelevato verrà apposta un'etichetta con le seguenti indicazioni:

- Sito di indagine

- Numero o sigla del piezometro
- Data e ora del prelievo
- Numero progressivo del campione
- Eventuale quota del prelievo

A seguito del prelievo e fino al momento dello svolgimento delle analisi i campioni devono essere mantenuti in condizioni di refrigerazione ad una temperatura di 4°C circa.

2.3 Acque superficiali

Per indagare la qualità delle acque superficiali è prevista una campagna di indagini preliminari consistente nel prelievo di 3 campioni di acqua dal Fosso dell'Inferno che scorre adiacente alla discarica. I campioni prelevati saranno i seguenti:

- Fosso dell'Inferno – Monte discarica
- Fosso dell'Inferno – Spigolo Ovest discarica
- Fosso dell'Inferno – Valle discarica

Tutte le operazioni che saranno svolte per il campionamento delle acque superficiali, il trasporto e la conservazione del campione e per le analisi di laboratorio dovranno essere documentate con verbali quotidiani contenenti almeno le seguenti informazioni: descrizione delle principali attrezzature utilizzate (strumenti per misure di campo, ecc.), identificativo del punto di prelievo, descrizione dei campioni prelevati, misure di campo (valori misurati di pH, temperatura, conducibilità, potenziale redox, ossigeno disciolto), note sul campionamento e sulle attività svolte, note su eventi imprevisti o accidentali verificatesi, ecc.

Per ciascun campione si prevede di prelevare le seguenti aliquote:

- 2 provettoni in PE da 50 ml filtrati e acidificati con HNO₃
- 2 provettoni in PE da 50 ml
- 1 contenitore in PE da 250 ml acidificato con H₂SO₄
- 2 bottiglie in vetro scuro da 500 ml
- 4 bottiglia in vetro scuro da 1000 ml.

Su ciascun campione prelevato verrà apposta un'etichetta con le seguenti indicazioni:

- Sito di indagine
- Numero o sigla del punto di campionamento
- Data e ora del prelievo
- Numero progressivo del campione
- Eventuale quota del prelievo

A seguito del prelievo e fino al momento dello svolgimento delle analisi i campioni devono essere mantenuti in condizioni di refrigerazione ad una temperatura di 4°C circa.

2.4 Percolato

Per indagare la qualità dei percolati di discarica si è prevista una campagna di indagini preliminari mediante il prelievo di 1 campione di percolato dai pozzi P1, P3A e P3B presenti nel sito della discarica.

Tutte le operazioni che saranno svolte per il campionamento del percolato di discarica, il trasporto e la conservazione del campione e per le analisi di laboratorio dovranno essere documentate con verbali quotidiani contenenti almeno le seguenti informazioni: descrizione delle principali attrezzature utilizzate (strumenti per misure di campo, ecc.), identificativo del punto di prelievo, campioni prelevati, note sul campionamento e sulle attività svolte, note su eventi imprevisti o accidentali verificatesi, ecc.

Per ciascun campione si prevede di prelevare le seguenti aliquote:

- 2 provettoni in PE da 50 ml filtrati e acidificati con HNO₃
- 2 provettoni in PE da 50 ml
- 1 contenitore in PE da 250 ml acidificato con H₂SO₄
- 2 bottiglie in vetro scuro da 500 ml
- 4 bottiglia in vetro scuro da 1000 ml

Su ciascun campione prelevato verrà apposta un'etichetta con le seguenti indicazioni:

- Sito di indagine
- Numero o sigla del punto

- Data e ora del prelievo
- Numero progressivo del campione
- Eventuale quota del prelievo

A seguito del prelievo e fino al momento dello svolgimento delle analisi i campioni devono essere mantenuti in condizioni di refrigerazione ad una temperatura di 4°C circa.

3 ANALISI DI LABORATORIO E CONFRONTO DEI RISULTATI CON I LIMITI LEGISLATIVI

Le determinazioni analitiche previste per i campioni di terreno, acque e percolati vengono riportate nelle tabelle successive.

TERRENI

Sulla matrice terreni saranno ricercati tutti i parametri descritti nel D.Lgs. 152/06 alla parte quarta – titolo V allegato 5 Tabella 1 colonna B, oltre a struttura, pH, Ferro, Manganese, Solfati, Boro, Bicarbonati, Cloruri, Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio.

Nella tabella seguente sono riportati i parametri che saranno determinati e i relativi metodi di analisi:

PARAMETRO	METODO
UMIDITÀ, TERRA FINE E SCHELETRO	
Umidità	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/19999 SO n. 185 Met. II.2
Terra dfine (frazione granulometrica <2mm)	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/19999 SO n. 185 Met. II.1
Scheletro (frazione granulometrica ≥2mm)	DM 13/09/1999 GU n. 248 21/10/19999 SO n. 185 Met. II.1
COMPOSTI INORGANICI	
Antimonio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Arsenico	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Berillio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Cadmio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Calcio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Cobalto	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Cromo esavalente	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Ferro	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Cromo totale	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Magnesio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Manganese	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Mercurio	CNR IRSA 10 Q64 Vol 3 1985 + APAT CNR IRSA 3200 A1 Man 29 2003
Nichel	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Piombo	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Rame	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Selenio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Sodio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Potassio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Stagno	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Tallio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Vanadio	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Zinco	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Cianuri liberi	MU 2251:08 App. C
pH	DM 13/09/1999 GU n.248 21/10/1999 SO n.185 Met. III.1
Boro	EPA 3050B 1996 + EPA 6010D 2014
Bicarbonati	DM 13/09/1999 GU n°248 21/10/1999 SO n°185 Met V.1
Cloruri	EPA 9056A 2007
Solfati	EPA 9056A 2007

PARAMETRO	METODO
Fluoruri	DM 13/09/1999 GU SO n. 248 21/10/1999 Met. IV.2 DM 25/03/2002 GU n. 84 10/04/2002
Composti organici aromatici	
o,m,p-xilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Etilbenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Stirene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Benzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Toluene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
ΣOrganici aromatici	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	
Benzo (g,h,i) perilene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dibenzo (a,c) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dibenzo (a,h) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dibenzo (a,i) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dibenzo (a,l) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Indeno (1,2,3-cd) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Benzo (a) antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Benzo (a) pirene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Benzo (b) fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Benzo (k) fluorantene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Crisene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dibenzo (a,h) antracene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
ΣIPA	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	
Cloroformio (triclorometano)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Clorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Cloruro di vinile	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Diclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Percloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Tricloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	
1,1-dicloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
cis-1,2-dicloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
trans-1,2-dicloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetilene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Metilcloroformio (1,1,1-tricloroetano)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,1,2-tricloroetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2,3-tricloropropano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI	
Bromodiclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Dibromoclorometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2-dibromoetano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Tribromometano	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
NITROBENZENI	
o,m,p-cloronitrobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
1,2-dinitrobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
1,3-dinitrobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Nitrobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
CLOROBENZENI	
Clorobenzene (monoclorobenzene)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017

PARAMETRO	METODO
1,2-diclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,4-diclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
1,2,4-triclorobenzene	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Pentaclorobenzene	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Cloronitrobenzeni	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Esaclorobenzene (HCB)	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
FENOLI NON CLORURATI	
Fenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o-metilfenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
m,p-metilfenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o,m,p-metilfenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
FENOLI CLORURATI	
2-clorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
2,4-diclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Pentaclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
2,4,6-triclorofenolo	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
AMMINE AROMATICHE	
Anilina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o-anisidina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
p-anisidina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
m,p-anisidina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o-anisidina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Difenilammina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
p-toluidina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Σ ammine aromatiche	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
DIBENZDIOSINE/FURANI POLICLORURATI (PCDD/PCDF)	
2,3,7,8-tetraclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
Octaclorodibenzodiossina	EPA 1613B 1994
2,3,7,8-tetraclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
2,3,4,7,8-pentaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
2,3,4,6,7,8-esaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
Octaclorodibenzofurano	EPA 1613B 1994
Σ PCDD/PCDF WHO	EPA 1613B 1994 + UNEP/POPS/COP.3/INF/27 11/04/2007
FITOFARMACI	
Alaclor	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Atrazina	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o,p-DDD	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
p,p-DDD	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o,p-DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
p,p-DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
o,p-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
p,p-DDT	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017

PARAMETRO	METODO
DDD,DDT,DDE	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
alfa-HCH (esaclorocicloesano)	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
beta-HCH (esaclorocicloesano)	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
gamma-HCH (esaclorocicloesano) (lindano)	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Aldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Cis-clordano	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Trans-clordano	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Clordano (Cis e Trans)	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dieldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Endrin	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
beta-HCH	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
delta-HCH	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dieldrin	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Endosulfan solfato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Endrin	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Fenoli	
Policlorobifenili	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
IDORCARBURI	
Idrocarburi C>12 (pesanti)	ISO 16703:2004
Idrocarburi C≤12 (leggeri)	EPA 5035A 2002 + EPA 8260D 2017
Fenoli	
Bis(2-etilesil) ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Butil benzil ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dietil ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Dimetil ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Di-n-butil ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
Di-n-ottil ftalato	EPA 3545A 2007 + EPA 8270E 2017
COMPOSTI ORGANOSTANNICI	
Stagno dibutile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno trietile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno tripropile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno tributile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno trifenile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno monoottile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno monobutile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno diottile	UNI EN ISO 23161:2011
Stagno tetrabutile	UNI EN ISO 23161:2011
Composti organostannici	UNI EN ISO 23161:2011
ALTRE SOSTANZE	
Amianto	CNR IRSA App III Q64 Vol 3 1996

Le concentrazioni risultanti dall'analisi dei terreni verranno confrontate con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione riportate nella Tabella 1 colonna B dell'Allegato V alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

ACQUE SOTTERRANEE

Sulle matrici acque saranno ricercati tutti parametri descritti nel D.Lgs. 152/06 alla parte quarta – titolo V allegato 5 Tabella 2 (escluso diossine, furani e PCB) oltre a livello idrico,

pH, temperatura, conducibilità, Potenziale Redox, Ossigeno Disciolto, COD, BOD₅, TOC, Ammonio, Azoto totale, Nitrati, Bicarbonati, Cloruri, Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio.

PARAMETRO	METODO
Conducibilità elettrica a 20 °C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Potenziale redox	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 22nd 2012 2580 B
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	UNI EN ISO 5814:2013
Alluminio	EPA 6020B 2014
Antimonio	EPA 6020B 2014
Argento	EPA 6020B 2014
Arsenico	EPA 6020B 2014
Berillio	EPA 6020B 2014
Cadmio	EPA 6020B 2014
Cobalto	EPA 6020B 2014
Cromo VI	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003
Cromo totale	EPA 6020B 2014
Ferro	EPA 6020B 2014
Manganese	EPA 6020B 2014
Mercurio	EPA 6020B 2014
Nichel	EPA 6020B 2014
Piombo	EPA 6020B 2014
Rame	EPA 6020B 2014
Selenio	EPA 6020B 2014
Tallio	EPA 6020B 2014
Zinco	EPA 6020B 2014
Sodio	EPA 6020B 2014
Potassio	EPA 6020B 2014
Calcio	EPA 6020B 2014
Magnesio	EPA 6020B 2014
Boro	EPA 6020B 2014
Cianuri liberi	M.U. 2251:08 par. 6.4
Fluoruri	EPA 9056A 2007
Nitriti	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
Solfati	EPA 9056A 2007
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
m,p-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(b)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ Idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017

PARAMETRO	METODO
1,1-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Σ organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2-tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,3-tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorodibromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tribromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1-cloro-2-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-3-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-4-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,3-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,4-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2,4-triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Pentachlorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2-clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2,4-diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2,4,6-triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Anilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Difenilammina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
o,p-toluidina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
DDD, DDT, DDE	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alfa-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Beta-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Gamma-esaclorocicloesano (lindano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clordano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ fitofarmaci	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Idrocarburi totali come esano	EPA 5030C 2003 + EPA 8015C 2007+ UNI EN ISO 9377-2:2002
Amianto	MP 61-M rev0 2017
Acido p-ftalico	MP 355 rev 0 2017
Acrilammide	MP 335 rev 0 2016
BOD5	APHA Standard Methods for the Examination of water and wastewater, ed. 22nd 2012 5210 D
COD	ISO 15705:2002
TOC	UNI EN 1484:1999
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto totale	UNI 11658:2016

PARAMETRO	METODO
Nitrati	EPA 9056A 2007
Bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003
Cloruri	EPA 9056A 2007

ACQUE SUPERFICIALI

Sulle matrici acque saranno ricercati tutti parametri descritti nel D.Lgs. 152/06 alla parte quarta – titolo V allegato 5 Tabella 2 (escluso diossine, furani e PCB) oltre a pH, temperatura, conducibilità, Potenziale Redox, Ossigeno Disciolto, COD, BOD₅, TOC, Ammonio, Azoto totale, Nitrati, Bicarbonati, Cloruri, Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio.

PARAMETRO	METODO
Conducibilità elettrica a 20 °C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Potenziale redox	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 22nd 2012 2580 B
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	UNI EN ISO 5814:2013
Alluminio	EPA 6020B 2014
Antimonio	EPA 6020B 2014
Argento	EPA 6020B 2014
Arsenico	EPA 6020B 2014
Berillio	EPA 6020B 2014
Cadmio	EPA 6020B 2014
Cobalto	EPA 6020B 2014
Cromo VI	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003
Cromo totale	EPA 6020B 2014
Ferro	EPA 6020B 2014
Manganese	EPA 6020B 2014
Mercurio	EPA 6020B 2014
Nichel	EPA 6020B 2014
Piombo	EPA 6020B 2014
Rame	EPA 6020B 2014
Selenio	EPA 6020B 2014
Tallio	EPA 6020B 2014
Zinco	EPA 6020B 2014
Sodio	EPA 6020B 2014
Potassio	EPA 6020B 2014
Calcio	EPA 6020B 2014
Magnesio	EPA 6020B 2014
Boro	EPA 6020B 2014
Cianuri liberi	M.U. 2251:08 par. 6.4
Fluoruri	EPA 9056A 2007
Nitriti	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
Solfati	EPA 9056A 2007
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
m,p-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017

PARAMETRO	METODO
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(b)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ Idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Σ organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2-tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,3-tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorodibromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tribromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1-cloro-2-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-3-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-4-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,3-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,4-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2,4-triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Pentachlorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2-clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2,4-diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2,4,6-triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Anilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Difenilammina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
o,p-toluidina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
DDD, DDT, DDE	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alfa-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Beta-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Gamma-esaclorocicloesano (lindano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clordano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017

PARAMETRO	METODO
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ fitofarmaci	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Idrocarburi totali come esano	EPA 5030C 2003 + EPA 8015C 2007+ UNI EN ISO 9377-2:2002
Amianto	MP 61-M rev0 2017
Acido p-ftalico	MP 355 rev 0 2017
Acrilammide	MP 335 rev 0 2016
BOD ₅	APHA Standard Methods for the Examination of water and wastewater, ed. 22nd 2012 5210 D
COD	ISO 15705:2002
TOC	UNI EN 1484:1999
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto totale	UNI 11658:2016
Nitrati	EPA 9056A 2007
Bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003
Cloruri	EPA 9056A 2007

PERCOLATO DI DISCARICA

Sulle matrici acque saranno ricercati tutti parametri descritti nel D.Lgs. 152/06 alla parte quarta – titolo V allegato 5 Tabella 2 (escluso diossine, furani e PCB) oltre a pH, temperatura, conducibilità, Potenziale Redox, Ossigeno Disciolto, COD, BOD₅, TOC, Ammonio, Azoto totale, Nitrati, Bicarbonati, Cloruri, Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio.

PARAMETRO	METODO
Conducibilità elettrica a 20 °C	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Potenziale redox	APHA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater ed 22nd 2012 2580 B
Temperatura	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003
Ossigeno disciolto	UNI EN ISO 5814:2013
Alluminio	EPA 6020B 2014
Antimonio	EPA 6020B 2014
Argento	EPA 6020B 2014
Arsenico	EPA 6020B 2014
Berillio	EPA 6020B 2014
Cadmio	EPA 6020B 2014
Cobalto	EPA 6020B 2014
Cromo VI	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003
Cromo totale	EPA 6020B 2014
Ferro	EPA 6020B 2014
Manganese	EPA 6020B 2014
Mercurio	EPA 6020B 2014
Nichel	EPA 6020B 2014
Piombo	EPA 6020B 2014
Rame	EPA 6020B 2014
Selenio	EPA 6020B 2014
Tallio	EPA 6020B 2014
Zinco	EPA 6020B 2014
Sodio	EPA 6020B 2014
Potassio	EPA 6020B 2014

PARAMETRO	METODO
Calcio	EPA 6020B 2014
Magnesio	EPA 6020B 2014
Boro	EPA 6020B 2014
Cianuri liberi	M.U. 2251:08 par. 6.4
Fluoruri	EPA 9056A 2007
Nitriti	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
Solfati	EPA 9056A 2007
Etilbenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Stirene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Toluene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
m,p-xilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Indeno[1,2,3-c,d]pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(a)pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(b)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Benzo(k)fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ Idrocarburi policiclici aromatici	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Triclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Cloruro di vinile	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Esaclorobutadiene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tetracloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tricloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Σ organoalogenati	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1-dicloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloroetilene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dicloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,1,2-tricloroetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,3-tricloropropano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Bromodiclorometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Clorodibromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-dibromoetano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Tribromometano	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1-cloro-2-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-3-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1-cloro-4-nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,3-dinitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Nitrobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,4-diclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
1,2,4,5-tetraclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
1,2,4-triclorobenzene	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2017
Pentachlorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Esaclorobenzene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2-clorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017

PARAMETRO	METODO
2,4-diclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Pentaclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
2,4,6-triclorofenolo	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Anilina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Difenilammina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
o,p-toluidina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alaclor	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Atrazina	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
DDD, DDT, DDE	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Alfa-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Beta-esaclorocicloesano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Gamma-esaclorocicloesano (lindano)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Clordano	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Σ fitofarmaci	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2017
Idrocarburi totali come esano	EPA 5030C 2003 + EPA 8015C 2007+ UNI EN ISO 9377-2:2002
Amianto	MP 61-M rev0 2017
Acido p-ftalico	MP 355 rev 0 2017
Acrilammide	MP 335 rev 0 2016
BOD5	APHA Standard Methods for the Examination of water and wastewater, ed. 22nd 2012 5210 D
COD	ISO 15705:2002
TOC	UNI EN 1484:1999
Azoto ammoniacale	APAT CNR IRSA 4030 A1 Man 29 2003
Azoto totale	UNI 11658:2016
Nitrati	EPA 9056A 2007
Bicarbonati	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003
Cloruri	EPA 9056A 2007

Le concentrazioni risultanti dall'analisi di acque sotterranee, acque superficiali e percolato di discarica verranno confrontate con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione riportate nella Tabella 2 dell'Allegato V alla Parte IV del D.Lgs. 152/2006.

