

Discarica di Casa Rota (AR)

Relazione annuale 2021 ai sensi del D.Lgs. 36/03 e smi

Presentato a:

CSAI SpA

Inviato da:

Golder Associates S.r.l.

Via Sante Bargellini 4, 00157 Roma, Italia

+39 06 45 22 3111

Rel. 20140417/R4035

Marzo 2022



Lista di distribuzione

CSAI SpA: 1 copia

Golder Associates Srl: 1 copia

Indice

PARTE I - INTRODUZIONE	1
1.0 PREMESSA	1
2.0 GENERALITÀ	2
2.1 Impianto.....	2
PARTE II – DESCRIZIONE DELLA DISCARICA.....	3
3.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3.1 Inserimento territoriale	3
3.2 Storia del sito.....	3
3.3 Descrizione impianto	5
3.4 Geologia e idrogeologia	6
3.4.1 Premessa	6
3.4.2 Inquadramento geologico generale	8
3.4.3 Lineamenti geologici di comparto	9
3.4.4 Studi di approfondimento della caratterizzazione geologica ed idrogeologica	11
3.4.5 Aggiornamento del quadro idrogeologico locale.....	12
3.4.6 Sintesi dei risultati	13
4.0 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA	14
4.1 Proprietà area.....	14
4.2 Iter autorizzativo	14
4.3 Stato attuale	19
5.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE	21
5.1 Premessa	21
5.2 Sistema di impermeabilizzazione di fondo e laterale	21
5.3 Argine di contenimento di fondo.....	21
5.4 Sistema di gestione del percolato	22
5.5 Sistema di gestione del biogas	24
5.6 Sistema di recupero energetico	25
5.6.1 Composizione impianto.....	25

5.6.2	Interventi impiantistici realizzati per il trattamento del biogas inviato al recupero energetico	25
5.7	Sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche	26
5.8	Sistema di monitoraggio ambientale	27
5.8.1	Configurazione attuale (2021).....	27
5.9	Copertura finale.....	33
5.10	Copertura giornaliera	35
PARTE III – CONTENUTI DELLA RELAZIONE ANNUALE.....		36
6.0	PREMESSA	36
7.0	ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI.....	37
8.0	GESTIONE DELL'IMPIANTO.....	38
8.1	Premessa	38
8.2	Quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale.....	38
8.2.1	Analisi dei dati	38
8.2.2	Sintesi	41
8.3	Controlli effettuati sui rifiuti conferiti	45
8.3.1	Analisi dei dati	45
8.3.2	Sintesi	49
8.4	Andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di smaltimento	49
8.4.1	Analisi dei dati	49
8.4.2	Sintesi	51
8.5	Sistemi e modalità di gestione del percolato.....	55
8.5.1	Premessa	55
8.5.2	Descrizione generale del sistema di gestione del percolato e modalità operative di gestione...55	
8.5.3	Caratteristiche e operatività del sistema di monitoraggio dei livelli di percolato	57
8.5.4	Dati acquisiti dal sistema di gestione del percolato	58
8.5.5	Sintesi	70
8.6	Quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento	73
8.6.1	Analisi dei dati	73
8.6.2	Sintesi	76
8.7	Energia prodotta dall'impianto di recupero energetico	80
8.7.1	Analisi dei dati	80

8.7.2	Sintesi	81
8.8	Volume occupato e capacità residua nominale della discarica	83
8.8.1	Analisi dei dati	83
8.8.2	Sintesi	86
8.9	Trattamento scarichi civili	87
9.0	COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO	89
9.1	Premessa	89
9.2	Rilievi topografici	89
9.2.1	Analisi dei dati	89
9.2.2	Sintesi	89
9.3	Impianto elettrico	89
10.0	MONITORAGGIO	90
10.1	Premessa	90
10.2	Monitoraggio delle acque sotterranee	90
10.2.1	Attività di monitoraggio eseguite	90
10.2.2	Modalità di prelievo dei campioni	93
10.2.3	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	93
10.2.4	Valutazioni	108
10.2.5	Ulteriori valutazioni derivanti da analisi isotopiche sulle acque sotterranee e sul percolato svolte nel periodo 2018-2019	127
10.2.6	Quadro di sintesi	135
10.3	Monitoraggio delle acque meteoriche	138
10.3.1	Attività di monitoraggio eseguite	138
10.3.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	138
10.3.3	Quadro di Sintesi	139
10.4	Monitoraggio delle acque meteoriche dilavanti	140
10.5	Monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi	140
10.5.1	Attività di monitoraggio eseguite	140
10.5.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	141
10.5.3	Quadro di sintesi	143
10.6	Monitoraggio dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi	144

10.6.1	Attività di monitoraggio eseguite	144
10.6.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	144
10.6.3	Quadro di sintesi	147
10.7	Monitoraggio dello stato di qualità biologica del Torrente Riofi	148
10.7.1	Attività di monitoraggio eseguite	148
10.7.2	Tecniche di campionamento	148
10.7.3	Risultati – campagna di giugno 2021	151
10.7.4	Quadro di sintesi	153
10.8	Monitoraggio del percolato	153
10.8.1	Attività di monitoraggio eseguite	153
10.8.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	154
10.8.3	Quadro di sintesi	155
10.9	Monitoraggio del biogas	156
10.9.1	Attività di monitoraggio eseguite	156
10.9.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	157
10.9.3	Valutazioni.....	160
10.9.4	Quadro di sintesi	162
10.10	Monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas	162
10.11	Monitoraggio della qualità dell'aria.....	162
10.11.1	Attività di monitoraggio eseguite	162
10.11.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	163
10.11.3	Valutazioni.....	164
10.11.4	Quadro di sintesi	165
10.12	Monitoraggio delle fibre di amianto	166
10.12.1	Attività di monitoraggio eseguite e risultati analitici	166
10.12.2	Quadro di sintesi	166
10.13	Monitoraggio delle emissioni in atmosfera dai motori di recupero energetico	167
10.13.1	Attività di monitoraggio eseguite	167
10.13.2	Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	167
10.13.3	Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE)	170
10.14	Monitoraggio degli inclinometri.....	173

10.14.1 Attività di monitoraggio eseguite	173
10.14.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite	176
10.14.3 Quadro di sintesi	178
10.15 Assestamenti del corpo discarica.....	179
10.15.1 Risultati	179
10.15.2 Sintesi	180
10.16 Dati meteoroclimatici	181
11.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	182

FIGURE

Figura 1 - Schema planimetrico di riferimento (in rosso la zona occupata dal sito)	2
Figura 2 - Ubicazione TPZA1 e TPZA2	28
Figura 3 - Ubicazione SA6	29
Figura 4 - Ubicazione TPZN	29
Figura 5 - Conferimenti annuali	42
Figura 6 - Rifiuti smaltiti e rifiuti recuperati nel 2021	43
Figura 7 - Confronto dei rifiuti smaltiti mensilmente nel periodo 2020 – 2021	43
Figura 8 - Confronto dei rifiuti recuperati mensilmente nel periodo 2020 - 2021	44
Figura 9 - Andamento dei flussi dei rifiuti per tipologia (2021)	45
Figura 10 - Percolato smaltito mensilmente e precipitazioni (2021).....	52
Figura 11 - Percolato smaltito settimanalmente e precipitazioni (2021).....	52
Figura 12 - Produzione annua di percolato (t)	53
Figura 13 - Correlazione piogge percolato (valori totali annui).....	54
Figura 14 - Distribuzione misure battente e andamento dei battenti medi annui	70
Figura 15 - Distribuzione dei battenti medi giornalieri	72
Figura 16 - Volume totalizzato di biogas estratto	77
Figura 17 - Volume parziale di biogasLFG50 estratto	77
Figura 18 - Portate medie orarie di biogas captato	78
Figura 19 - Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE1 (2021)	79
Figura 20 - Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE2 (2021)	79
Figura 21 - Dati sulla produzione mensile di energia e biogas captato	81
Figura 22 - Produzione annua di energia e biogas captato	82
Figura 23 - Volumi occupati (1999-2021)	85

Figura 24 - Andamento del volume occupato e residuo dal 1998	87
Figura 25 - Piezometro N2(s)	103
Figura 26 - Posizione del piezometro TPZ13 rispetto al profilo della discarica	113
Figura 27 - Immagini SEM-BSE di (B) pirite framboidale, (D) pirite framboidale associata a cristalli prismatici di gesso e (E, F) ossi-idrossidi di ferro trivalente associati al gesso all'interno delle torbe di Kietrz, Polonia Meridionale (Skreczko et al. 2015)	114
Figura 28 - Diagramma di correlazione fra concentrazioni di calcio e solfato in cui i dati delle acque sotterranee presenti nei pressi della discarica di Casa Rota sono confrontati con i risultati di PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite	115
Figura 29 - Figura 29	117
Figura 30 - Immagini morfologiche e composizionali di un aggregato di pirite framboidale	119
Figura 31 - TPZ18 - Solfati - Cloruri	120
Figura 32 - Cloruri - Circolazione profonda confinata (dicembre 2010 - dicembre 2021)	121
Figura 33 - Cloruri - Circolazione profonda confinata (novembre 2016 - novembre 2021)	121
Figura 34 - Cl, SO ₄ -	122
Figura 35 - PCE nei piezometri e pozzi privati esterni (luglio 2008)	126
Figura 36 - Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel marzo 2019. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale (Craig, 1961) e quella dell'Italia Centrale (Longinelli e Selmo, 2003)	130
Figura 37 - Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel marzo 2019 e caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale e quella dell'Italia Centrale	131
Figura 38 - Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel corso del 2019	132
Figura 39 - Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel 2019, caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. I cerchi di colore arancione indicati dalle lettere A, B, C indicano rispettivamente le acque di pioggia locali recenti, le acque di pioggia locali più datate e le acque di pioggia distali più datate.	133
Figura 40 - Diagramma di correlazione fra valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC e contenuti di DIC (in scala logaritmica) per i campioni di acque sotterranee e di percolato della discarica di Casa Rota prelevati nel 2018	135
Figura 41 - Sei metriche dell'indice multimetrico	149
Figura 42 - Lista degli invertebrati raccolti nelle diverse stazioni	152
Figura 43 - Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 2 MW	171
Figura 44 - Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 1,8 MW	171
Figura 45 - Ubicazione inclinometri area a Nord impianto di trattamento rifiuti	174
Figura 46 - Ubicazione inclinometri area a Sud-Ovest impianto di trattamento rifiuti	174
Figura 47 - Schema della numerazione guide tubo inclinometrico	175
Figura 48 - Direttrici per il controllo degli assestamenti della discarica	180

TABELLE

Tabella 1 - Codifica dei punti di monitoraggio previsti dal PSC iniziale approvato a febbraio 2009.....	32
Tabella 2 - Punti di monitoraggio acque sotterranee del nuovo sistema di monitoraggio	33
Tabella 3 - Consulenti della CSAI e attività svolte	37
Tabella 4 - Conferimenti annuali	38
Tabella 5 - Conferimenti mensili 2021	39
Tabella 6 - Rifiuti smaltiti nel 2021 (t).....	40
Tabella 7 - Rifiuti recuperati nel 2021 (t).....	40
Tabella 8 - Conferimenti 2021 per codice CER	41
Tabella 9 - Elenco delle analisi effettuate sui rifiuti nel 2021	46
Tabella 10 - Elenco dei rifiuti respinti (2021).....	49
Tabella 11 - Produzione annuale di percolato	50
Tabella 12 - Produzione mensile di percolato - 2021	50
Tabella 13 - Impianti di smaltimento percolato	51
Tabella 14 - Variazioni annue di piogge e percolato.....	54
Tabella 15 - Tabella ubicazione pozzi.....	59
Tabella 16 - Analisi dei dati di battente del percolato	62
Tabella 17 - Valori complessivi di battente medio giornaliero per ciascun pozzo e suddivisi per intervallo di battente	70
Tabella 18 - Dati sul biogas captato – Linea TCE1 (*).....	73
Tabella 19 - Dati sul biogas captato – Linea TCE2 (*).....	74
Tabella 20 - Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE1.....	75
Tabella 21 - Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE2.....	76
Tabella 22 - Energia prodotta nel 2021.....	80
Tabella 23 - Potenza media mensile ceduta in rete.....	82
Tabella 24 - Dati sulle volumetrie occupate e residue della discarica	83
Tabella 25 - Densità apparente dei rifiuti	85
Tabella 26 - Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sotterranee di fondovalle a seguito della realizzazione della cassa di espansione sul torrente Riofi	91
Tabella 27 - Parametri e frequenze di controllo ambientale per le acque sotterranee di fondovalle	91
Tabella 28 - Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare.....	92
Tabella 29 - Parametri e frequenze di controllo gestionale per le acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare.....	93
Tabella 30 - Bilancio ionico dei piezometri di fondovalle	107
Tabella 31 - Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H), Carbonio-13 ($\delta^{13}\text{C}$) (campagna anno 2018)	128

Tabella 32 - Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H), (campagna anno 2019).....	128
Tabella 33 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)	138
Tabella 34 - Date di prelievo dei campioni (anno 2020)	141
Tabella 35 - Concentrazioni medie acque superficiali Torrente Riofi (2021).....	141
Tabella 36 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)	144
Tabella 37 - Concentrazioni medie sedimenti Torrente Riofi (2021)	145
Tabella 38 - Limiti di classe dell'indice di STAR_ICMi per il Macrotipo fluviale M1	149
Tabella 39 - Tabella per il calcolo dell'IBE	150
Tabella 40 - Tabella di conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità.....	151
Tabella 41 - Calcolo delle metriche biologiche e dell'indice STAR_ICMi	153
Tabella 42 - Indice STAR_ICMi e stato ecologico	153
Tabella 43 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)	154
Tabella 44 - Variabilità dei valori di conducibilità, BOD5, COD, BOD5/COD, cloruri e solfati nel percolato ...	155
Tabella 45 - Parametri chimici e valori medi del percolato	156
Tabella 46 - Codifica dei punti di monitoraggio del biogas	156
Tabella 47 - Date dei rilievi (anno 2021)	157
Tabella 48 - Concentrazioni (%) di metano (CH_4) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2	158
Tabella 49 - Concentrazioni (%) di anidride carbonica (CO_2) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2	159
Tabella 50 - Concentrazioni (%) di ossigeno (O_2) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2	159
Tabella 51 - Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE1).....	159
Tabella 52 - Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE2).....	160
Tabella 53 - Parametri chimici monitorati per la qualità dell'aria	163
Tabella 54 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)	163
Tabella 55 - Variabilità dei parametri oggetto del monitoraggio della qualità dell'aria	164
Tabella 56 - Risultati delle analisi chimiche per il controllo delle fibre di amianto	166
Tabella 57 - Risultati analitici motori TMP1, TMP3, TMP4 e TMP5 (aprile 2021)	168
Tabella 58 - Risultati analitici motori TMP1, TMP4, TMP5 e TMP6 (settembre 2021).....	169
Tabella 59 - Risultati analitici motori TMP3 (novembre 2021)	170
Tabella 60 - Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O_2 pari al 5%	170
Tabella 61 - Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O_2 pari al 5% considerato le previsioni dell'Allegato VI parte quinta del D.Lgs. 152/06	170
Tabella 62 - Verifiche IAR negative	172
Tabella 63 - Caratteristiche tecniche sonda Slope Indicator 50302510	175
Tabella 64 - Date dei sopralluoghi	176
Tabella 65 - Cedimenti massimi e minimi nel 2021	180

Tabella 66 - Sintesi dati di gestione, costruzione e monitoraggio della discarica.....	182
---	------------

APPENDICE 1 - TAVOLE

- Tavola 1. Planimetria del sistema di monitoraggio**
- Tavola 2. Rilievo topografico (dicembre 2021)**
- Tavola 3. Monitoraggio assestamenti**

APPENDICE 2 – TABELLE

- Tabella 1. Analisi chimiche acque sotterranee – piezometri di fondovalle e collinari (gennaio 2021)**
- Tabella 2. Analisi chimiche acque sotterranee – piezometri di fondovalle e collinari (febbraio 2021)**
- Tabella 3. Analisi chimiche acque sotterranee – piezometri di fondovalle (marzo 2021)**
- Tabella 4. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (giugno 2021)**
- Tabella 5. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (settembre 2021)**
- Tabella 6. Analisi chimiche acque sotterranee - piezometri di fondovalle (dicembre 2021)**
- Tabella 7. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare (marzo 2021)**
- Tabella 8. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (marzo 2021)**
- Tabella 9. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare (giugno 2021)**
- Tabella 10. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (giugno 2021)**
- Tabella 11. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare (settembre 2021)**
- Tabella 12. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (settembre 2021)**
- Tabella 13. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare (dicembre 2021)**
- Tabella 14. Analisi chimiche acque di infiltrazione – area collinare – piezometri TPZA1 e TPZA2 (dicembre 2021)**
- Tabella 15. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - maggio 2021**
- Tabella 16. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - giugno 2021**
- Tabella 17. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - luglio 2021**
- Tabella 18. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - agosto 2021**
- Tabella 19. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - settembre 2021**
- Tabella 20. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - ottobre 2021**
- Tabella 21. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - novembre 2021**
- Tabella 22. Analisi chimiche di Cromo, Cromo VI e Selenio - dicembre 2021**

APPENDICE 3 – FIGURE

Grafici acque sotterranee – circolazioni di fondovalle

- Figura 1. Serie storica della conducibilità (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 2. Serie storica del pH (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 3. Serie storica dell'ammoniaca (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 4. Serie storica dei nitrati (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 5. Serie storica dei cloruri (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 6. Serie storica dei nitriti (circolazioni di fondovalle)**
- Figura 7. Serie storica del manganese (circolazioni profonde di fondovalle)**

Figura 8. Serie storica del manganese (acquifero superficiale di fondovalle)

Figura 9. Serie storica del ferro (circolazioni profonde di fondovalle)

Figura 10. Serie storica del ferro (acquifero superficiale di fondovalle)

Figura 11. Serie storica dell'arsenico (circolazioni di fondovalle)

Figura 12. Serie storica del TOC (circolazioni di fondovalle)

Figura 13. Serie storica del nichel (circolazioni di fondovalle)

Figura 14. Serie storica dei solfati (circolazioni di fondovalle)

Figura 15. Serie storica del piombo (circolazioni di fondovalle)

Grafici acque di infiltrazione - area collinare

Figura 16. Serie storica della conducibilità e del pH

Figura 17. Serie storica dell'ammoniaca e dei cloruri

Figura 18. Serie storica del piombo e dell'arsenico

Figura 19. Serie storica del nichel e dei solfati

Grafici percolato

Figura 20. Serie storica della conducibilità e del pH

Figura 21. Serie storica del COD e del rapporto BOD5/COD

Figura 22. Serie storica dell'ammoniaca e del ferro

Figura 23. Serie storica del rame e del nichel

Figura 24. Serie storica del piombo e dello zinco

Figura 25. Serie storica del manganese e del cromo

Figura 26. Serie storica dell'arsenico e dei cloruri

Grafici biogas

Figura 27. Serie storica della concentrazione di metano nelle linee di trasporto

Figura 28. Serie storica della concentrazione di anidride carbonica nelle linee di trasporto

Figura 29. Serie storica della concentrazione di ossigeno nelle linee di trasporto

Figura 30. Serie storica della concentrazione dei parametri chimici nel biogas

Figura 31. Serie storica della concentrazione dei parametri chimici (idrogeno) nel biogas

Grafici qualità dell'aria

Figura 32. Serie storica del PM10 e dell'acido solfidrico

Figura 33. Serie storica di benzene, toluene e xileni

Figura 34. Serie storica delle sostanze odorigene

Figura 35. Serie storica del CVM e delle fibre di amianto

Grafici inclinometri

Figura 36. Inclinometro TIN6D – Deviazione asse, componente est

Figura 37. Inclinometro TIN6D – Deviazione asse, componente nord

Figura 38. Inclinometro TIN6D – Deviazione risultante

- Figura 39.** Inclinometro TIN6D – Diagramma polare
Figura 40. Inclinometro TIN7A – Deviazione asse, componente est
Figura 41. Inclinometro TIN7A – Deviazione asse, componente nord
Figura 42. Inclinometro TIN7A – Deviazione risultante
Figura 43. Inclinometro TIN7A – Diagramma polare
Figura 44. Inclinometro TIN8C – Deviazione asse, componente est
Figura 45. Inclinometro TIN8C – Deviazione asse, componente nord
Figura 46. Inclinometro TIN8C – Deviazione risultante
Figura 47. Inclinometro TIN8C – Diagramma polare
Figura 48. Inclinometro TIN9A – Deviazione asse, componente est
Figura 49. Inclinometro TIN9A – Deviazione asse, componente nord
Figura 50. Inclinometro TIN9A – Deviazione risultante
Figura 51. Inclinometro TIN9A – Diagramma polare
Figura 52. Inclinometro TIN10 – Deviazione asse, componente est
Figura 53. Inclinometro TIN10 – Deviazione asse, componente nord
Figura 54. Inclinometro TIN10 – Deviazione risultante
Figura 55. Inclinometro TIN10 – Diagramma polare

APPENDICE 4 – CERTIFICATI DELLE ANALISI CHIMICHE (SU SUPPORTO INFORMATICO)

APPENDICE 5 – DATI INERENTI AI BATTENTI DI PERCOLATO NEI POZZI

APPENDICE 6 – SCHEDE SMCE

APPENDICE 7 – SCHEDE IMPIANTO TRATTAMENTO REFLUI CIVILI

APPENDICE 8 - “RETE DI MONITORAGGIO DELL’ARGINE DI VALLE - REPORT INTEGRATO DELLE CAMPAGNE DI MISURA – Aggiornamento Dicembre 2021”

APPENDICE 9 - “Riscontro Note ARPAT AR.01.23.40_24.1 e AR.01.11.40/1.235” del luglio 2021

APPENDICE 10 – Bilancio idrologico

PARTE I - INTRODUZIONE

1.0 PREMESSA

Nell'ambito dell'incarico di esecuzione del Piano di Sorveglianza e Controllo ("PSC") della discarica per rifiuti non pericolosi in località Casa Rota (nel seguito "discarica" o "impianto"), nel Comune di Terranuova Bracciolini (AR), Strada Provinciale 7 di Piantravigne, la Golder Associates Srl ("Golder") ha redatto la presente **Relazione Annuale** ai sensi del D.Lgs. 36/03 e s.m.i.

Il presente documento fa riferimento al periodo **gennaio – dicembre 2021**.

L'autorizzazione vigente per l'esercizio della discarica di Casa Rota è il **Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11** e successive integrazioni e modificazioni, il quale costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA") ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i..

La discarica è gestita dalla CSAI con sede in Terranuova Bracciolini (AR), S.P. 7 di Piantravigne.

Oltre ad alcune prescrizioni specifiche, l'autorizzazione prevede anche la presentazione della presente relazione entro il **31 marzo di ogni anno**.

Nella presente relazione sono riportate le generalità dell'impianto di smaltimento, i dati di carattere gestionale, le attività svolte dalla Golder e dagli altri consulenti della CSAI nell'ambito del PSC, la cui attivazione operativa è avvenuta a dicembre 2003, i risultati di tali attività e le relative valutazioni.

In particolare, le attività di controllo riguardano verifiche gestionali dell'impianto, verifiche della fase di costruzione della discarica e controlli ambientali.

Nella prima parte della presente relazione sono descritte le generalità dell'impianto di smaltimento in oggetto.

Nella seconda parte viene fornita una descrizione riguardante l'inquadramento territoriale della discarica, la sua situazione amministrativa e le principali caratteristiche costruttive.

Nella terza parte del presente rapporto sono descritte le attività di controllo svolte presso l'impianto e sono riportati i principali dati gestionali.

I dati acquisiti nel corso dei sopralluoghi effettuati o forniti dal gestore, sono organizzati in forma di tabelle e grafici.

In riferimento alla struttura della presente relazione, si precisa che la stessa, per ogni sezione (costruzione, gestione e ambiente), riporta l'analisi dei **risultati** ottenuti dalle attività svolte e le relative **valutazioni**.

La Golder, che ha redatto la presente relazione, ha raccolto e consolidato in essa sia i dati raccolti nell'ambito delle proprie attività sia le informazioni fornite dal gestore e dai vari consulenti, organizzandoli per i comparti suddetti.

2.0 GENERALITÀ

2.1 Impianto

L'impianto di Casa Rota, prima dell'emanazione del D.Lgs. 36/03 era una discarica di I cat. e di II cat. tipo B; dopo l'emanazione del citato decreto ed in seguito all'approvazione del progetto di ampliamento e del PdA della discarica avvenuta il 04.08.03, l'impianto è stato autorizzato quale discarica controllata per lo smaltimento di **rifiuti non pericolosi**.

Inoltre, l'impianto è stato classificato nella sottocategoria di discarica per rifiuti non pericolosi quale discarica di cui alla lettera c), comma 1, dell'art. 7-sexies del D.Lgs 36/03: *"discariche per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas"*.

L'ingresso del sito si trova a Sud Est rispetto all'impianto, sulla SP 7 di Piantravigne, dove è ubicata anche la pesa. Gli uffici sono localizzati nella zona Sud dell'area in corrispondenza del vecchio ingresso.

L'area della discarica è delimitata nel suo intorno da terreni agricoli, mentre a Sud il limite è definito dalla stessa SP 7.

Dal punto di vista idrografico, l'asta principale è costituita dal Torrente Riofi, che scorre parallelamente alla strada provinciale di Piantravigne dal lato opposto rispetto alla discarica (Tav. 1).

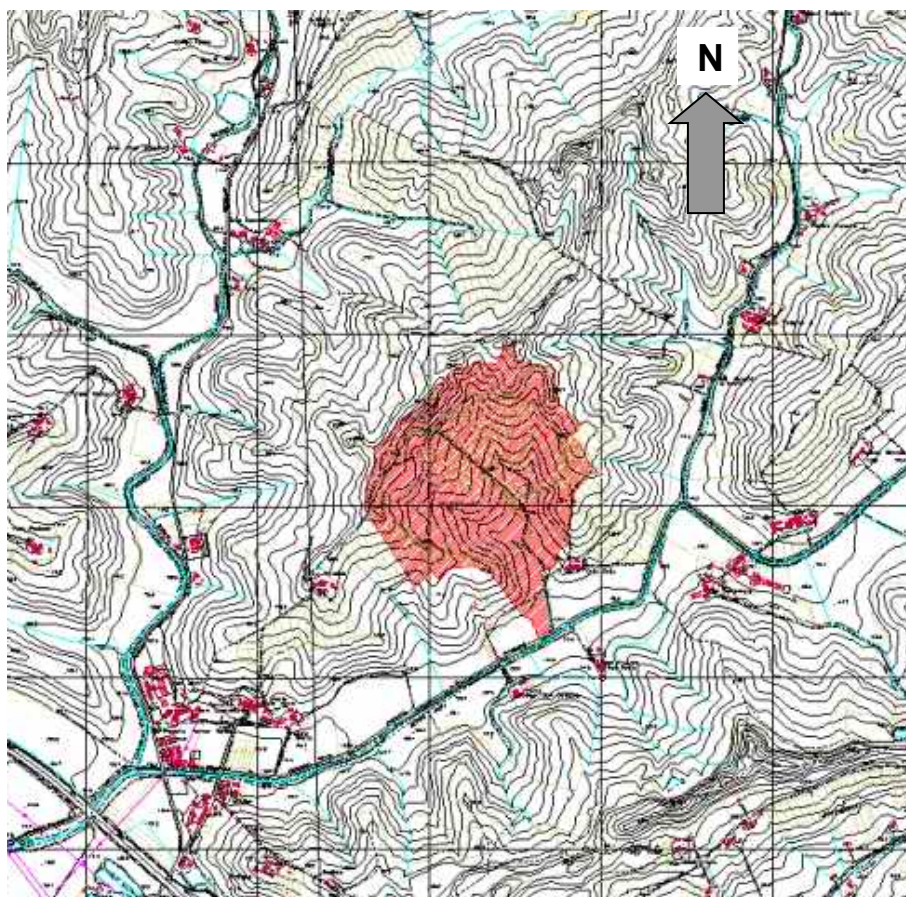


Figura 1 - Schema planimetrico di riferimento (in rosso la zona occupata dal sito)

PARTE II – DESCRIZIONE DELLA DISCARICA

3.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3.1 Inserimento territoriale

L'impianto è localizzato in Provincia di Arezzo, nel Comune di Terranuova Bracciolini. In particolare, il sito si trova a circa 4 km a NO dal centro abitato di Terranuova Bracciolini.

Le principali vie di comunicazione circostanti la discarica sono:

- la SC di Piantravigne che si sviluppa a Est dell'impianto prendendo origine dalla SP 7
- la SP 7 di Persignano a Sud della discarica
- la SP del Botriolo che si sviluppa in direzione Nord/Sud a circa 750 m a Ovest della discarica
- l'A1, Autostrada del Sole, a circa 1200 m a Sud/Ovest del sito.

3.2 Storia del sito

Il progetto iniziale della discarica Casa Rota quale impianto di I cat. e II cat. Tipo B, è stato approvato in data 28/07/88 dalla Provincia di Arezzo (Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28/07/88), e prevedeva un volume netto di abbancamento di **1.526.000 m³** (per volume netto si intende il volume occupato dai rifiuti più il volume della copertura giornaliera degli stessi) per un totale di 7 moduli di coltivazione (nel seguito si farà riferimento a tale zona come "*modulo storico*"). La coltivazione della discarica è iniziata nel 1989.

In data 16/04/02 la Centro Servizi Ambiente Spa ("CSA") ha presentato il progetto di ampliamento della discarica, approvato in data 04/08/03 con Delibera GP n. 589.

Gli interventi di ampliamento si inquadrano nella pianificazione proposta dalla Provincia di Arezzo, con l'adozione del "Piano di Gestione dei Rifiuti - 1° stralcio Rifiuti urbani ed assimilabili"

L'ampliamento prevedeva la realizzazione di 4 moduli, da coltivare in 6 fasi successive, per una volumetria netta totale (oltre a quella realizzata con il progetto iniziale) di **2.174.000 m³**.

A giugno 2002 a fronte di una situazione di emergenza relativa alla gestione rifiuti, dovuta ad una scarsa volumetria residua di 130.000 m³, al fine di consentire il pieno sviluppo delle previsioni del Piano di Gestione dei Rifiuti, è stato predisposto un progetto stralcio per consentire il proseguimento dello smaltimento fino alla realizzazione ed autorizzazione dei nuovi moduli in ampliamento.

Tale progetto, approvato con Delibera G.P. n. 394 del 17/06/02, prevedeva l'utilizzo di 327.500 m³ della volumetria prevista dal progetto di ampliamento (2.174.000 m³). Questa capacità è stata reperita a monte della zona Ovest della discarica ed è stata principalmente ottenuta in parziale sormonto dei rifiuti abbancati ("*modulo stralcio*" della precedente tabella).

A novembre 2005 CSAI ha presentato il "*Progetto definitivo di riassetto morfologico ed ottimizzazione gestionale dell'impianto di Casa Rota*" approvato contestualmente al rilascio dell'AIA, il quale prevede una nuova

ripartizione dei volumi di abbancamento, per la stessa volumetria sopra citata, al fine di ottimizzare la gestione complessiva dell'impianto.

Dal progetto iniziale e dall'ampliamento della discarica consegue una volumetria netta attuale complessiva dell'impianto pari a **3.700.000 m³**.

In data 16/07/07 CSAI ha inoltrato alla Provincia di Arezzo la richiesta di autorizzazione alla realizzazione e gestione del progetto definitivo di ampliamento della discarica di Casa Rota ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. 59/05 e dell'art. 210 del D.Lgs. 152/06 (Rif. prot. 610/07). In particolare, è stata richiesta anche l'approvazione della VIA e della variante urbanistica derivante dal progetto presentato. La VIA è stata valutata dalle Autorità con parere favorevole in sede di Conferenza dei Servizi tenutasi il 30/12/10.

In data 14/03/2011 è stato approvato il progetto del 2007 con il rilascio del Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011) il quale costituisce, come detto, Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA").

La volumetria utile per i conferimenti, relativa alla capacità complessiva dell'impianto, risulta pari **5.287.768,50 m³**.

Nel corso del 2014, dando seguito ad un iter procedurale dettato dalle prescrizioni contenute nel P.D. 48/EC, veniva autorizzato con Delibera della Giunta Provinciale n. 421 del 10/10/2014 il progetto presentato dalla CSAI di *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di "Casa Rota" attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi o delle Cave, e delle relative opere connesse e funzionali, nel Comune di Terranuova Bracciolini"*.

I lavori sono stati consegnati in data 01/08/2016 e sono stati conclusi il 24/07/2019.

L'intervento ha comportato la rimodulazione di tutta la rete infrastrutturale presente sul fondovalle, ivi compresi l'accesso alla discarica ed all'adiacente impianto di trattamento meccanico e biostabilizzazione dei rifiuti, e quota parte dei presidi di monitoraggio ambientale riferiti alle acque sotterranee.

Nel corso del 2018 i conferimenti sono proseguiti nel modulo I di terza fase, autorizzato alla gestione dalla Regione Toscana ad inizio 2018 (rif. prot. CSAI 1519 del 23/04/2018).

Nel corso del 2019 e 2021 i conferimenti sono proseguiti nei moduli I e II di terza fase, i quali, come suddetto, sono stati autorizzati alla gestione dalla Regione Toscana ad inizio 2018 (rif. prot. CSAI 1519 del 23/04/2018).

Si evidenzia inoltre che la Società ha un Sistema di Gestione Integrato per la Qualità, l'Ambiente, la Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro e l'Energia certificato:

- dal 2007, conforme alla norma UNI EN ISO 14001:2015 per l'ambiente, nel 2020 hanno avuto regolare svolgimento le attività di mantenimento del certificato (Certificato n° IT07/0609 valido fino al 12/04/2022).
- dal 2008 conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2015 per la qualità, nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione (Certificato n° IT08/1072 valido fino al 09/12/2022);

- dal 2014 sino al 2020 conforme alla OHSAS 18001 per gli aspetti di sicurezza e salute sul lavoro. Nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione con migrazione allo schema ISO 45001:2018 (Certificato n° IT14/0800 valido fino al 7/09/2023);

- dal 2017 conforme alla UNI CEI EN ISO 50001 per gli aspetti energetici del sito Casa Rota nel 2020 è avvenuto il rinnovo della certificazione con transizione alla edizione 2018 della norma (Certificato n° IT17/1075 valido fino al 22/12/2023);

Per i siti operativi Casa Rota in Terranuova Bracciolini e Il Pero in Castiglion Fibocchi, dal 2008 CSAI è altresì inserita nell'elenco delle organizzazioni registrate EMAS ai sensi del Regolamento n. 1221/09, nel 2020 hanno avuto regolare svolgimento le attività di mantenimento della registrazione (registrazione n. IT-000812, con certificato di registrazione valido fino al 16 maggio 2022).

3.3 Descrizione impianto

Il sito è ubicato in una zona precedentemente agricola. L'area nella quale sorge la discarica ha caratteristiche prettamente collinari con pendenze naturali non molto accentuate, tipiche della campagna toscana. Nella zona circostante l'impianto vi sono terreni di natura agricola con case rurali.

La vegetazione nel circondario è prevalentemente occupata da vigneti ed altre colture agricole stagionali e localmente boscosa a macchie.

L'accesso al sito, che storicamente era collocato nella zona Sud della discarica, è stato spostato ad inizio 2019 a Sud Est del polo impiantistico raggiungibile dalla Strada Provinciale 7 per mezzo di un raccordo stradale dedicato che confluisce alla rotatoria realizzata lungo la stessa S.P. 7.

Gli uffici del personale di gestione sono rimasti ubicati nell'area Sud mentre la stazione di pesatura e controllo degli accessi è stata collocata in prossimità del nuovo accesso. La discarica si raggiunge transitando di fronte all'impianto di selezione e compostaggio (gestito dalla TB Spa) e poi dirigendosi verso nord fino ad incrociare la viabilità interna della discarica.

In corrispondenza dell'incrocio si trova un piazzale dove sono ubicati la centrale di estrazione del biogas, le torce, i motori di recupero energetico, 16 cisterne di raccolta del percolato da 20 m³ ciascuna (suddivise in 4 gruppi, ognuno dei quali è composto da quattro cisterne alloggiate vasche di contenimento in calcestruzzo armato) e la zona di lavaggio ruote.

Subito a monte di questo piazzale inizia la zona di abbancamento dei rifiuti; il *modulo storico* occupa la parte Ovest del Sito, mentre sul lato Est si trova il nuovo bacino oggetto dell'ampliamento della discarica in parte in fase di costruzione, ed in parte in fase di coltivazione.

La zona di coltivazione dei rifiuti si estende fino al confine Nord dell'impianto.

Continuando verso Nord, lungo il confine Ovest del modulo coltivato, sono posizionate altre cinque cisterne di raccolta del percolato da 20 m³ ciascuna e, a Nord a circa 280 m da queste ultime cisterne, la nuova centralina meteorologica. Sempre lungo il confine ovest si trova anche l'impianto di combustione del biogas dedicato al gas a basso potere calorifico.

Sul corpo dei rifiuti in prossimità del punto di scarico è ubicata una torcia mobile per la combustione del gas generato dalle aree in conferimento attivo tramite dreni sub – orizzontali e n. 3 ulteriori serbatoi flessibili per il contenimento del percolato da 120 m³/cad.

L'area interessata dall'impianto è recintata.

In posizione adiacente agli uffici si trova un capannone adibito a magazzino di servizio.

3.4 Geologia e idrogeologia

3.4.1 Premessa

Il quadro di riferimento relativo agli aspetti geologici e idrogeologici riportate nel presente capitolo sono il risultato di quasi vent'anni di indagini e ricerche condotte per definire, soprattutto da un punto di vista idrogeologico, rapporti e relazioni tra il sedime di insediamento della discarica controllata comprensoriale di Casa Rota e le risorse ambientali esistenti. Com'è noto l'ingente mole di dati acquisita ha consentito di definire un modello idrogeologico del sottosuolo, in un ambito assai più esteso che il ristretto sedime di discarica, ma, considerata la complessità e le peculiarità del contesto territoriale di riferimento, vi sono ancora oggi alcuni aspetti che richiedono ulteriori affinamenti per poter effettivamente formulare, in via definitiva, l'assetto idrogeologico dell'areale.

A titolo puramente esemplificativo e non esaustivo, è utile passare in rassegna i principali lavori che hanno consentito di giungere al quadro di riferimento ambientale, successivamente rappresentato:

RASSEGNA DOCUMENTALE INDAGINI SVOLTE NELL'AREALE DAL 1988 AL 2016

- **Anno 1988**, Geotecnica Palazzi, Realizzazione di n. 9 sondaggi a carotaggio continuo di profondità tra 21 ÷ 30 m
- **Anno 1997**, Ing. Pizzolon, Relazione geotecnica con verifica della stabilità dei fronti di scavo
- **Anno 1997**, società Tecna, Esecuzione prove penetrometriche statiche di tipo CPT per la parametrizzazione dei depositi del settore SE dell'impianto
- **Anno 1997** - Proff. Pranzini e Focardi (Università di Firenze), Relazione geologica con verifica della stabilità dei versanti. (Agosto 1997)
- **Anno 2002** Dott. G. Francini, Relazione geologico tecnica ed indagine geognostica sull'area del previsto ampliamento della discarica controllata comprensoriale di Casa Rota – Comune di Terranuova Bracciolini". Realizzazione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo, in parte attrezzati ad inclinometri, prove di permeabilità tipo Lefranc, prove penetrometriche statiche ed analisi di laboratorio. (Marzo 2002)
- **Anno 2004**, Dott. G. Francini, Completamento della rete di monitoraggio piezometrico ed inclinometrico nella discarica comprensoriale di Podere Rota. (Novembre 2004)

- **Anno 2005**, Dott. G. Francini, rilievi piezometrici nella zona di fondovalle, ricostruzione delle isopieze e definizione della direzione del flusso idrico dell'acquifero presente nelle alluvioni del B. Riofi ed esecuzione di 2 profili di sismica a rifrazione. (Maggio 2005)
- **Anno 2005**, Golder **Associates**, Studio idrogeologico dell'area della discarica di Casa Rota. (Novembre 2005)
- **Anno 2006**, **Golder Associates**, Realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo sul fondovalle, attrezzati a piezometro di monitoraggio delle acque sotterranee e pozzi di approvvigionamento idrico
- **Anno 2006**, Realizzazione di prove penetrometriche statiche CPT ai fini dell'ampliamento della discarica;
- **Anno 2007**, **Dott. G. Francini e Dott. Censini – Indagini** sismiche con esecuzione di n. 12 profili di sismica a rifrazione per lo studio degli interventi di ampliamento discarica Podere Rota. (Marzo 2007)
- **Anno 2007** **Golder Associates**, Sviluppo Operativo dello Studio Idrogeologico dell'area della discarica di Casa Rota. (Maggio 2007)
- **Anno 2008**, **Golder Associates**, esecuzione di un piezometro e prove di pompaggio sul fondovalle
- **Anno 2010** Prof. **G.P. Beretta**, Caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area circostante la discarica di Casa Rota. (Dicembre 2010)
- **Anno 2010**, **Golder Associates**, Esecuzione di sondaggi in zona collinare e in posizione intermedia tra fondovalle e area collinare, successivamente attrezzati a piezometri. Esecuzione di prove lefranc e di portata sul fondovalle. Esecuzione di indagini geoelettrica lungo 3 sezioni, delle quali due sul versante della discarica ed uno lungo il fondovalle;
- **Anno 2011**, **Golder Associates**, Esecuzione di sondaggi sul fondovalle finalizzati a realizzazione di piezometri e barriera idraulica. Esecuzione di prove di portata sul fondovalle.
- **Anno 2012**, **Golder Associates**, relazione delle indagini ambientali finalizzate alla realizzazione di una barriera idraulica (Maggio 2012)
- **Anno 2014**, **Gardone Associati Consulenze**, Relazione geologica e geotecnica sulle indagini – Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Aprile 2014)
- **Anno 2015**, **Gardone Associati Consulenze**, Piano per il superamento delle interferenze, con perforazione dei piezometri sostitutivi, test di emungimento e monitoraggi piezometrici. - Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Aprile-Settembre 2015)

- **Anno 2016, Gardone Associati Consulenze**, Piano per il superamento delle interferenze, con perforazione dei piezometri sostitutivi, elaborazione test di emungimento e monitoraggi piezometrici. - Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto e delle relative opere connesse e funzionali. (Settembre 2016-attuale).
- **Anno 2020, GOLDER - SINERGIA srls** Discarica per rifiuti non pericolosi di "Casa Rota" Comune di Terranuova Bracciolini (AR): Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell'area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019;
- **Anno 2021, GOLDER - SINERGIA srls** "Riscontro Note ARPAT AR.01.23.40_24.1 e AR.01.11.40/1.235".

3.4.2 Inquadramento geologico generale

Nella zona oggetto di studio sono ben rappresentati i sedimenti appartenenti alla seconda e terza fase deposizionale coincidenti rispettivamente con il Sintema di Montevarchi e di Monticello-Ciuffenna.

Appartenenti al primo gruppo (Sintema di Montevarchi) ed estesamente affioranti in zona, si riconoscono, i Limi e Sabbie del Torrente Oreno (LSO), le Argille del Torrente Ascione (ASC) e i Limi di Terranuova (TER). I primi sono costituiti da limi grigi e grigi-azzurri, talora argillosi o sabbiosi, spesso intensamente bioturbati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate; frequenti le intercalazioni di banchi di argille grigio – azzurre e locali lenti di ciottolami ad elementi arenacei, paleosuoli e concrezioni calcaree. L'età è Pliocene superiore – Pleistocene inferiore. Le Argille del Torrente Ascione sono rappresentate da argille, argille limose e sabbie argillose di colore grigio contenenti abbondanti frammenti vegetali, argille torbose e nerastre e livelli di lignite; frequenti le intercalazioni di banchi di sabbie e sabbie ciottolose giallastre, talora arrossate. L'età è Pliocene superiore. I Limi di Terranuova sono costituiti da limi argillosi – sabbiosi grigi e argille talora sabbiose grigio – azzurrognole; frequenti intercalazioni di banchi di lenti e sabbie giallastre talora arrossate; locale presenza di paleosuoli. L'età è Pliocene superiore. Al Sintema di Monticello-Ciuffenna appartengono invece i Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie del Tasso (STA). I primi sono costituiti da limi sabbiosi o sabbioso argillosi, bruno giallastri e rossastri, talora pedogenizzati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose e di ciottolami ad elementi arenacei; presenti livelli di limi argillosi e argille torbose. L'età è Pleistocene medio. Le Sabbie del Tasso sono rappresentate da sabbie quarzoso – feldspatiche mal classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, talvolta ocracee per alterazione. Locali intercalazioni lentiformi di ciottolami minuti ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbose. L'età è Pleistocene medio. In corrispondenza dei corsi d'acqua, quali Borro Persignano e Borro Renacciola, sono presenti depositi alluvionali in evoluzione costituiti da sabbie, limi e ghiaie di età olocenica.

Il modello litostratigrafico è stato desunto sulla base di quanto riportato nella Carta Geologica della Regione, opportunamente validato da rilievi diretti in campo e da un notevole numero di prospezioni geognostiche, dirette ed indirette, eseguite a partire dal 1988. L'areale, sia esso riferito al comparto collinare che di fondovalle, risulta caratterizzato, in affioramento, da una sequenza regolare di orizzonti a giacitura suborizzontale dei depositi plio-quadernari del bacino del Valdarno, con contatti stratigrafici paralleli alle curve di livello.

In particolare, l'**areale collinare** vede l'affioramento di due formazioni: i Limi e le Sabbie del Torrente Oreno, appartenenti al Sintema di Montevarchi, ubicate nella porzione più a valle, poste a quote comprese tra i 180 e 200 m s.l.m., sovrastati in successione stratigrafica, da residui lembi di Sabbie del Tasso, appartenenti al Sintema di Monticello – Ciuffenna, tra i 200 ed i 215 m s.l.m.

Litologicamente le due formazioni sono caratterizzate da un'alternanza di livelli e lenti a diversa granulometria e tessitura, con estensione variabile. Più in particolare:

- le **Sabbie del Tasso** (Pleistocene medio) presentano uno spessore massimo di circa 20 m suddivisi in vari livelli, rappresentati da una prevalenza di sabbie all'interno delle quali si trovano intercalate lenti e livelli minori di materiale più grossolano
- i **Limi e le Sabbie del Torrente Oreno** (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore) presentano uno spessore medio di circa 30 m. La granulometria di tali depositi è prevalentemente medio - fine. All'interno del deposito principale, rappresentato verosimilmente da limi e argille, si riscontra la presenza di lenti di notevoli dimensioni costituite da materiale più grossolano rappresentato, per una buona percentuale da sabbie.

Al di sotto dei Limi e Sabbie del Torrente Oreno giacciono in successione stratigrafica e con giacitura suborizzontale le **Argille del Torrente Ascione** (Pliocene superiore), che affiorano estesamente poco più a sud in un'area che costituisce attualmente una parte del sedime della discarica esistente.

Seguono in successione stratigrafica i **Limi di Terranuova** (Pliocene superiore): limi argilloso-sabbiosi grigi prevalenti, con subordinate argille e argille sabbiose grigio azzurrognole, intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora rossastre e lenti di torba.

Nell'**areale di fondovalle**, di pertinenza evolutiva del Borro Riofi, si riconoscono in successione stratigrafica dai più antichi ai più recenti:

- **Limi di Terranuova (Pliocene superiore):** limi argilloso-sabbiosi grigi prevalenti, con subordinate argille e argille sabbiose grigio azzurrognole, intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora rossastre e lenti di torba. Lo spessore massimo affiorante è di 25-30 metri. Tale formazione affiora nella parte inferiore dei versanti in prossimità della pianura alluvionale.
- **Alluvioni recenti (Olocene):** si ritrovano nel letto dei corsi d'acqua e nelle aree esondabili contigue. Sono caratterizzate da sabbie medio fini e limi sabbiosi, con rara presenza di ciottolini e ghiaie di natura arenacea e calcarea. Lo spessore varia da pochi decimetri nei borri secondari, a qualche metro in quelli principali. Localmente questi terreni possono presentarsi poco addensati.

3.4.3 Lineamenti geologici di comparto

Per quanto riguarda l'assetto stratigrafico dei due domini, collinare e di fondovalle, i sondaggi realizzati hanno evidenziato la presenza estesa e profonda di litologie poco permeabili. Sono presenti sporadici ed isolati livelli sabbioso-limosi che, tuttavia, non hanno una significativa permeabilità. È stata pertanto confermata nel sottosuolo dell'area della discarica la presenza di litotipi a bassa permeabilità, appartenenti alle Argille del

Torrente Ascione ed ai Limi di Terranuova. La conducibilità idraulica dei livelli meno permeabili è intorno a $10^{-8} \div 10^{-9}$ m/s, mentre quella degli orizzonti relativamente più permeabili è intorno a $10^{-6} \div 10^{-7}$ m/s.

I sondaggi ubicati nel **settore di fondovalle**, che si sviluppano approssimativamente lungo il corso del Borro Riofi ed in sequenza da NE verso SW, al disotto di una debole copertura di terreno vegetale di spessore circa 1,0 metro, rivelano la presenza di depositi a granulometria prevalentemente limo sabbiosa, a luoghi con tessitura prevalente sabbiosa e ciottolini ben evoluti interclusi, talora intervallati da orizzonti di argille limose.

I litotipi descritti, riferibili sia alle alluvioni recenti del Borro Riofi che, in misura variabile, al rimaneggiamento dei depositi di versante, presentano uno spessore compreso tra circa i 10,0 m e i 15,0 m. Le alluvioni poggiano su un substrato, Limi di Terranuova, costituito da argille limose – limi argillosi di colore dal grigio al grigio azzurro, con tracce o piccoli banchi di torba e livelli o lenti intercalari di sabbie fini limose omocrone il cui spessore, ove presenti, può variare tra 2,0 e 8,0 m. Orizzonti e lenti di sabbie fini e medio fini limose, talora con sparso minuto ghiaietto appaiono decisamente in subordine e con spessori sempre limitati. La formazione costituita da argille limose – limi argillosi si estende fino alle massime profondità investigate con i sondaggi ed ha consistenza che da media tende gradualmente ad aumentare con la profondità ed una plasticità che varia in funzione della frazione sabbioso-siltosa.

Il contesto idrogeologico dell'area di fondovalle è caratterizzato dalla presenza della coltre alluvionale che colma la paleoincisione del Borro Riofi, la quale è rappresentata da una granulometria prevalentemente sabbiosa e sabbioso-limosa, a luoghi con ciottolini ben evoluti interclusi o veri e propri livelletti di ghiaia in matrice sabbiosa, in alcuni casi intervallati da orizzonti di argille limose. Tali depositi, caratterizzati da una permeabilità da media a medio bassa, sono risultati sede di una ridotta circolazione sub superficiale ed ipodermica, in particolar modo in corrispondenza dei termini sabbioso-limosi talora sabbioso-ghiaiosi nocciola-ocraceo, in condizioni freatiche. E' presente, quasi sempre nettamente separato dal sovrastante livello richiamato in precedenza, da un orizzonte metrico a tessitura francamente limo argillosa, un livello di sabbie fini limose talora con interclusi ghiaiosi, nocciola con fiammature grigiastre, anch'esso sede di circolazione idrica in condizioni semiconfinat. Le condizioni di alimentazione di tale livello, soprattutto in corrispondenza dell'ingresso al polo tecnologico di Podere Rota, risultano assai più significative di tutti i livelli più permeabili sinora trattati ed esaminati. Nei sottostanti limi di Terranuova, sono presenti, lenti intercluse di sabbie fini limose, sature, che manifestano deboli potenzialità idriche in condizioni confinate.

Nel **comparto collinare** i dati forniti dai sondaggi mostrano la presenza al di sotto di una copertura estesa di detriti di versante costituita da limi debolmente sabbiosi e sabbie limose di colore marrone, di limi argillosi grigio-azzurri che costituiscono il substrato di tutta l'area appartenenti prevalentemente ai Limi di Terranuova ed in subordine, alle Argille del Torrente Ascione. All'interno di tali orizzonti tuttavia sono presenti lenti intercluse di limi sabbiosi e sabbie limose la cui continuità areale, risulta talvolta di dubbia interpretazione e di non facile localizzazione. Spesso infatti l'estensione e la significatività risulta assai limitata esaurendosi nello spazio di qualche decina di metri. Tali orizzonti, in giacitura sub orizzontale, pur manifestando connotati idrogeologici differenti dai limi argillosi entro cui vengono ritrovati, assumono valori di permeabilità comunque bassa.

All'interno dei due orizzonti individuati sono state rinvenute fenomeni di saturazione . Le frequenti eteropie laterali tra livelli e lenti di sabbia di debole spessore e le potenti bancate di argilla, limitano infatti la continuità idraulica tra gli orizzonti più permeabili saturi e favoriscono in presenza di deboli gradienti, di un deflusso idrico fortemente condizionati da direttrici preferenziali di migrazione controllate da locali variazioni tessiturali e/o granulometriche. I livelli di torba e lignite, inoltre, essendo caratterizzati da una permeabilità nulla o quasi, rappresentano delle barriere all'infiltrazione in profondità.

Pertanto i livelletti di limi sabbiosi o sabbie limose, relativamente più permeabili, se in condizioni di saturazione, si comportano come piccoli serbatoi, spesso di limitate capacità, i quali, laddove disposti in prossimità del piano campagna, trovano alimentazione direttamente dalle acque meteoriche o da quelle di scorrimento superficiale; al contrario quando intercluse nei banchi argillo-limosi, drenano lentamente l'acqua di imbibizione di questi ultimi.

3.4.4 Studi di approfondimento della caratterizzazione geologica ed idrogeologica

I principali assunti riguardanti il modello preso a riferimento relativo alla circolazione idrica nel sottosuolo, prima delle più recenti campagne di indagine geognostica ed idrogeologica (2018-2020) sono sintetizzabili nei seguenti punti:

1. nell'insieme le indagini hanno accertato che l'assetto stratigrafico dell'area risulta complesso e di come la presenza di livelli a maggior conducibilità idraulica **si estendano tubularmente**, ponendo in connessione idraulica settori fra loro distanti.
2. le prove di pompaggio eseguite che hanno confermato l'esistenza di una connessione idraulica fra piezometri appartenenti ad uno stesso livello acquifero, evidenziata dall'osservazione di abbassamenti dei livelli idrici in piezometri posti anche a notevole distanza (300 metri) dal piezometro in emungimento.
3. i quantitativi massimi complessivamente emungibili nell'area risultano pari ai circa 500 mc/giorno, valore superiore di 50 volte al quantitativo minimo previsto dal D.Lgs 30/2009 per la definizione di sistema acquifero.
4. i due intercalari sabbiosi (sede delle circolazioni semiconfinata e confinata) vista la continuità osservata lungo la direttrice del Riofi è ipotizzabile che possano estendersi anche al di sotto del corpo di discarica (condizione non indagabile). Il primo di essi localizzandosi fra quote 132-127 se estrapolato orizzontalmente, si localizzerebbe a circa 11 metri dal fondo vasca della discarica (quota fondo vasca 143 m s.l.m.).

In riferimento ai punti poc'anzi elencati, sulla scorta degli aggiornamenti intervenuti e di una oggettiva rilettura critica, si rileva quanto segue:

- 1) La ricostruzione scientifica sull'evoluzione sedimentologica e paleogeografica dell'areale supporta la tesi che forma e geometria degli orizzonti a maggiore permeabilità, corrispondenti agli episodi sedimentari a maggiore energia, sia assimilabile a paleocanali e/o conoidi di forma lenticolare intercluse e/o interdigitate entro i sedimenti fini a tessitura limo argillosa (siano essi Argille del Torrente Ascione che Limi di Terranuova). Tale modello appare più coerente rispetto alla tesi 2011 che, semplificando, riconduceva gli intercalari limo sabbiosi a maggiore permeabilità, a corpi sedimentari a giacitura suborizzontale e di forma tabulare, pervasivamente distribuiti in ambiti anche molti estesi.
- 2) I test eseguiti si sono rivelati sovente prove di svuotamento con tutti i limiti probanti di simili accertamenti, soprattutto per definire parametri idrodinamici ed ambiti di interferenza. Peraltro, la maggior parte di tali prove

sono risultate pesantemente condizionate da disturbi esterni che ne hanno alterato i risultati e mascherato l'effettiva significatività.

- 3) Il concetto va riferito ai corpi idrici sotterranei con produttività maggiore di 7 l/min in regime di equilibrio idrogeologico e non esteso genericamente a tutto ciò che intercetta indistintamente acqua nel sottosuolo di altra origine. Da qui la necessità di riferirsi a codifiche coerenti, attribuendo, dove ne ricorrano i presupposti, a definizione appropriate differenziando ciò che può oggettivamente essere qualificato come corpo idrico sotterraneo e/o orizzonte acquifero, rispetto a ciò che oggettivamente può e deve essere riconosciuto come acquicludo o acquitardo, diffidando da interpretazioni semplificative.
- 4) A seguito delle ulteriori campagne di indagine susseguites dal 2013 in poi, si è consolidata l'ipotesi che, delineando un assetto idrogeologico più coerente, individua due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente confinati entro il fondovalle del Riofi le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. A giudizio degli scriventi perde pertanto sostanza la tesi sulla connessione idraulica tra la zona di imposta della discarica ed il fondovalle mediante intercalari limo sabbiosi, a giacitura suborizzontale e di forma tabulare, pervasivamente distribuiti in ambiti anche molti estesi.

3.4.5 Aggiornamento del quadro idrogeologico locale

Nel comparto del fondovalle, si consolida un modello idrogeologico aggiornato, suffragato non solo da dati quantitativi ma anche dai riscontri geochimici, che delinea un assetto più coerente, individuando due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente compresi entro il materasso alluvionale del Borro Riofi, le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. Il dominio collinare viene pertanto connotato da una estesa presenza di orizzonti a tessitura limo argillosa franca, classificabili idrogeologicamente come acquitardi, al cui interno trovano riscontro, lenti di estensione variabile ma di spessori esigui, a tessitura limo sabbiosa, classificabili come acquicludi. Le frequenti eteropie laterali tra livelli e lenti di limi sabbiosi di debole spessore e le potenti bancate di argilla, limitano infatti la continuità idraulica tra gli orizzonti, relativamente più permeabili, favorendo l'instaurarsi di sistemi di circolazione idrica spesso fortemente condizionati da direttrici preferenziali di migrazione controllate da locali variazioni tessiturali e/o granulometriche. I livelli di torba e lignite, oltre a condizionare fortemente il chimismo delle acque di saturazione presenti, essendo caratterizzati da una permeabilità nulla o quasi, rappresentano ulteriori ostacoli alla migrazione delle acque nel sottosuolo. Migrazione che, come più volte accennato, nell'ambito del dominio collinare, avviene nell'ambito di un sistema eterogeneo e fortemente anisotropo dove, pertanto, la circolazione dell'acqua risulta fortemente condizionata dalla variazione, in senso orizzontale e verticale, della conducibilità idraulica; ciò può determinare, ad esempio, il passaggio da una migrazione per gravità ad una diffusione per capillarità dell'acqua nel sottosuolo. Conducibilità idraulica che, trattandosi di acquicludi ed acquitardi, risulta sempre inferiore 10-5 m/sec e pertanto con una capacità di trasporto commisurata a velocità di migrazione comprese, come ordine di grandezza tra le decine e le centinaia di anni.

3.4.6 Sintesi dei risultati

- L'invaso della discarica di Casa Rota è impostato all'interno di litologie poco permeabili costituiti da limi e argille; compaiono ridotti ed isolati livelli limo-sabbiosi talora in condizioni di saturazione, che sono da classificarsi come acquicludi ricompresi entro terreni limo argillosi definibili come acquitardi;
- dal complesso dei dati disponibili non emerge alcun collegamento tra gli intercalari limo-sabbiosi, lenticolari, nei Limi di Terranuova posti nel dominio collinare e quelli maggiormente permeabili, residenti nei depositi alluvionali posti sul fondovalle del Borro Riofi. Ciò è stato confermato dall'analisi dei logs stratigrafici e dalle correlazioni elaborate, tra le numerosissime verticali di prospezione, sia nell'ambito collinare che di fondovalle.;
- in queste circostanze è possibile constatare che l'impianto, a seguito della generale bassa permeabilità dei litotipi di fondo, sia dotato di un buon confinamento che garantisce il rispetto degli obiettivi prestazionali soprattutto della barriera geologica naturale;
- Nel comparto del fondovalle, si consolida un modello idrogeologico aggiornato, suffragato non solo da dati quantitativi ma anche dai riscontri geochimici, che delinea un assetto più coerente, individuando due corpi idrici sotterranei, semiconfinato e confinato, geometricamente compresi entro il materasso alluvionale del Borro Riofi, le cui propaggini distali, lungo i fianchi dei paleocanali o delle paleo conoidi, si estendono decametricamente entro il dominio collinare, sfumando tuttavia nei termini argilloso limosi. In tali contesti, a differenza del dominio collinare, è confermata la presenza di circolazione idrica con gradienti apprezzabili e produttività modeste ma idrogeologicamente riconducibili ad acquiferi seppur di limitata estensione.

4.0 SITUAZIONE AMMINISTRATIVA

4.1 Proprietà area

L'area su cui sorge l'impianto di smaltimento in esame, come evidenziato nell'attuale autorizzazione, risulta di proprietà della CSAI.

4.2 Iter autorizzativo

La CSAI è l'attuale titolare dell'autorizzazione per l'esercizio della discarica di Casa Rota rilasciata dalla Provincia di Arezzo.

Il progetto iniziale della discarica Casa Rota, quale impianto di I cat. e II cat. tipo B, è stato approvato con Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28 luglio 1988; tale progetto prevedeva una capacità globale di 1.526.000 m³.

I principali atti riguardanti la realizzazione e l'esercizio della discarica sono i seguenti:

1. Deliberazione C.P. di Arezzo n. 340 del 28/07/88 di approvazione del progetto dell'impianto di Casa Rota quale discarica di I cat. e II. cat. tipo B;
2. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 1570 del 29/05/90 di attivazione all'esercizio della sezione di I cat. della discarica in esecuzione all'Ordinanza P.G.R.T. n. 11 del 18/04/90;
3. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 2959 del 25/10/90 di sospensione dell'esercizio dell'impianto come discarica di II cat. tipo B;
4. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 184 del 30/01/92 di autorizzazione alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/92;
5. Deliberazione G.P. di Arezzo n. 2883 del 29/10/92 con cui è stato dato corso al piano pluriennale di coltivazione dell'impianto di I cat. approvato dal Comune concedente con atto G.C. di Terranuova Bracciolini n. 390 del 14/05/92;
6. Deliberazione G.P. n. 149 del 28/01/93 di proroga alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/93;
7. Provvedimento dirigenziale n. 119 del 24/12/93 rilasciato alla società Ecosistema S.r.l. di autorizzazione alla gestione dell'impianto di I cat. fino al 31/12/95;
8. Provvedimento dirigenziale n. 23 del 28/02/96 di autorizzazione all'esercizio della discarica di I cat. di Casa Rota fino al 31/12/97;
9. Deliberazione G.P. n. 876 del 17/04/97 di riapprovazione del modulo II cat. tipo B (300.000 m³);
10. Determinazione dirigenziale n. 102/EC del 30/12/97 con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto di I cat. fino al 31/01/98;
11. Determinazione dirigenziale n. 9/EC del 02/02/98 con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto di I cat. fino al 31/12/99;

12. Determinazione dirigenziale n. 23/EC del 27/02/98 con cui sono state assunte ulteriori prescrizioni per l'esercizio dell'impianto di I cat.;
13. Deliberazione G.P. n. 239 del 17/03/98 di approvazione variante al progetto ed autorizzazione all'esercizio della discarica di II cat. tipo B fino al 31/12/98, per una volumetria pari a 100.000 m³;
14. Determinazione dirigenziale n. 112/EC del 30/12/98 di presa d'atto che la gestione dell'impianto è svolta dalla società Centro Servizi Ambiente S.p.a.;
15. Determinazione dirigenziale n. 52/EC del 23/03/99 di proroga dell'esercizio del 1° Stralcio della discarica II cat. tipo B fino al 18/09/99;
16. Determinazione dirigenziale n. 206/EC del 20/09/99 (integrato con provvedimento dirigenziale in data 18/10/01 n. 181/EC e con deliberazione G.P. n. 394 del 17/06/02) con cui è stato prorogato l'esercizio dell'impianto fino al 20/09/04;
17. Deliberazione G.P. n. 431 del 09/06/03 con cui è stato approvato, con prescrizioni relative a integrazioni progettuali, il progetto di ampliamento della discarica di Casa Rota;
18. Deliberazione G.P. n. 589 del 04/08/03 di approvazione:
 - del progetto di realizzazione dell'ampliamento della discarica Casa Rota;
 - del Piano di Adeguamento e dei relativi piani allegati (piano di ripristino ambientale, piano di gestione operativa e post-operativa, piano di sorveglianza e controllo e piano finanziario) e autorizzazione all'esercizio della discarica fino al 04/08/08, nonché autorizzazione integrata ambientale ai sensi del D.Lgs. 372/99;
19. Autorizzazione n. 57/2003, prot. n. 26702 del 16/12/03 all'installazione ed esercizio dell'impianto di produzione di energia elettrica, nonché all'esercizio dell'attività di emissioni in atmosfera derivanti da tale impianto;
20. Deliberazione G.P. n. 828 del 29/12/2005 con cui, a far data dal 02/01/2006, e comunque a far data dall'iscrizione al Registro delle Imprese presso la C.C.I.A.A., è stata volturata a favore della società CSAI l'autorizzazione all'esercizio della discarica per rifiuti non pericolosi, di cui alla Deliberazione della G.P. n. 589 del 04/08/2003;
21. Provvedimento Dirigenziale n. 88/EC del 30/06/06 che costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto ai sensi del D.Lgs 59/2005 e della LRT 61/2003 e che *"sostituisce ad ogni effetto ogni altra autorizzazione, visto, nulla osta o parere in materia ambientale previsti dalle disposizioni di legge e dalle relative norme di attuazione..."*;
22. Provvedimento Dirigenziale n. 38/EC del 02/04/07 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 88/EC del 30/06/06 con l'autorizzazione alla realizzazione gestione di un secondo impianto per l'aspirazione del biogas per la produzione di energia elettrica di potenzialità 1800 kW;

23. Provvedimento Dirigenziale n. 223/EC del 31/12/08 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 88/EC del 30/06/06 con l'aggiornamento delle quantità di CER 190503 destinate al recupero;
24. Provvedimento Dirigenziale n. 91/EC del 10/06/09 con cui è stato aggiornato il Provvedimento n. 38/EC del 30/06/06 autorizzando il riutilizzo presso la discarica de "Il Pero" di terra proveniente dagli scavi relativi all'ampliamento;
25. Provvedimento Dirigenziale n. 128/EC del 22/07/10 con cui è stato sostituito il Provvedimento n. 38/EC del 30/06/06 e che costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto ai sensi del D.Lgs 152/2006;
26. Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11 con cui è stato aggiornato il precedente atto autorizzativo (P.D. n. 128/EC del 22/07/2010) e che costituisce l'attuale Autorizzazione Integrata Ambientale vigente dell'impianto ai sensi del D.Lgs 152/2006;
27. Provvedimento Dirigenziale n. 86/EC del 23/05/12 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con misure volte alla riduzione dell'impatto odorigeno con particolare riferimento alle limitazioni sui conferimenti di taluni rifiuti ed alla copertura giornaliera;
28. Provvedimento Dirigenziale n. 185/EC del 19/12/12 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC e l'autorizzazione all'esercizio di una torcia mobile per la combustione dei gas provenienti dalle aree di discarica in coltivazione;
29. Provvedimento Dirigenziale n. 105/EC del 01/07/13 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC e 185/EC;
30. Provvedimento Dirigenziale n. 111/EC del 11/07/13 con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11, in riferimento alle modalità di riutilizzo del rifiuto come materiale tecnico per le coperture giornaliere, alla composizione della copertura definitiva ed alle modifiche al Sistema di Monitoraggio in Continuo delle emissioni in atmosfera provenienti dai camini dell'impianto di produzione di e.e.;
31. Provvedimento Dirigenziale n. 207/EC del 31/12/13, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC, 185/EC e 105/EC;
32. Provvedimento Dirigenziale n. 04/EC2 del 08/07/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 con la conferma delle misure già definite in seno al P.D. 85/EC, 185/EC, 105/EC e 207/EC;
33. Provvedimento Dirigenziale n. 28/EC2 del 21/08/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 in riferimento alla ulteriore modifica del pacchetto di copertura definitiva della discarica rispetto a quanto già disposto con P.D. 11/EC;
34. Provvedimento Dirigenziale n. 121/EC2 del 19/12/2014, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 relativamente all'approvazione del Piano Finanziario in ottemperanza a quanto stabilito dalla DGRT 743/2012;
35. Provvedimento Dirigenziale n. 157/EC del 23/06/2015, con cui è stato aggiornato il P.D. n. 48/EC del 14/03/11 in riferimento alla modifica dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica;

36. Comunicazione della Regione Toscana sulla archiviazione del procedimento di rinnovo di AIA senza modifiche rilasciata con P.D. n. 48/EC del 14/03/2011, a seguito di quanto introdotto dal D.Lgs. n. 46 del 04/03/2014, e proroga della scadenza dell'AIA dell'impianto al 14/03/2023 (prot. CSAI n. 1985 del 27/05/2016);
37. Autorizzazione della Regione Toscana (prot. RT n. AOOGR_0142857_2017_03_16 del 16/03/2017) alle modifiche non sostanziali relative alla realizzazione di una vasca di sedimentazione delle acque meteoriche, al riposizionamento dei punti di campionamento e controllo ed all'installazione di un sistema di depurazione delle acque reflue domestiche provenienti dai servizi igienici degli uffici;
38. Autorizzazione della Regione Toscana (prot. RT n. AOOGR_035244_2017_07_13 del 13/07/2017) alla modifica non sostanziale proposta riguardo le procedure di pre-accettazione dei rifiuti in conferimento;
39. Decreto n. 3698 del 19/03/2018 della Regione Toscana con cui è stata rinnovata la concessione di derivazione d'acqua sotterranea da tre pozzi esistenti per una durata di 15 anni (scadenza al 05/11/2033).

Si segnala, l'emissione, nel corso del 2018 di n. 2 Ordinanze del Presidente della Giunta Regionale Toscana nei confronti di n. 4 discariche, tra cui Casa Rota, per fronteggiare l'emergenza dovuta allo smaltimento dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione civili:

- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 2/2018 del 03/08/2018 "Fanghi prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane – Ordinanza contingibile e urgente ai sensi dell'art. 191 del DLgs 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota di 7.200 t di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 4 mesi.
- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 3/2018 del 18/10/2018 "Reiterazione dell'Ordinanza contingibile e urgente n.2/2018 emanata ai sensi dell'art. 191 del DLgs 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota fino a 13.200 t di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 6 mesi a partire dalla data dell'ordinanza in parola.

Nel corso del 2019 il Presidente della Giunta Regionale Toscana ha emesso la seconda reiterazione dell'ordinanza nei confronti di n. 4 discariche, tra cui Casa Rota, per fronteggiare l'emergenza dovuta allo smaltimento dei fanghi provenienti dagli impianti di depurazione civili:

- Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale Toscana n. 1/2019 del 18/04/2019 "Seconda reiterazione dell'Ordinanza contingibile e urgente del Presidente della Giunta Regionale n. 2/2018 emanata ai sensi dell'art. 191 del D.Lgs. 152/2006", con cui viene disposto il conferimento presso la discarica di Casa Rota di fanghi di depurazione per un periodo massimo di 6 mesi a partire dalla data dell'ordinanza in parola (termine di validità ordinanza 18/10/2019).
40. Richiesta di modifica ed integrazione delle aree in pericolosità PAI dell'area ubicata in località podere Rota nel Comune di Terranuova Bracciolini ai sensi dell'art. 32 NTA PAI del Bacino Arno (prot. n. 677/2019);

41. Trasmissione alla Prefettura di Arezzo, in forza dell'art. 26 bis della del Decreto Legge 4 ottobre 2018, n.113 (impianti di stoccaggio e di lavorazione dei rifiuti esistenti o di nuova costruzione), della documentazione e delle informazioni richieste dalla Circolare del MATTM n. 2730 del 13/02/2019;
42. Decreto n. 1985 del 14/02/2020 della Regione Toscana con cui è stata rilasciata la concessione di volturare il TPO1 a favore di TB Spa. (Prot. n. 1011).

Si evidenzia che nel Rapporto AIA 2018/2019 di ARPAT trasmesso in data 24/09/2020, ARPAT ha evidenziato che *“dalla lettura d’insieme dei dati di monitoraggio si evidenzia un peggioramento dello stato qualitativo delle acque relativo a tutte e tre le circolazioni presenti (profonda, intermedia, superficiale) che rafforza pertanto l’ipotesi dell’influenza della discarica sulle acque sotterranee e sulla loro evoluzione qualitativa, in area di versante e di fondovalle”* e conseguentemente sottolineava la necessità *“che CSAI proceda ai sensi dell’art. 242 del D.Lgs. 152/06 alla notifica di potenziale contaminazione”*.

CSAI, prendendo atto di quanto segnalato da ARPAT, ha trasmesso con nota prot. 2433/2020 la notifica ai sensi dell’art. 245 comma 2 del D.Lgs. 152/06 in qualità di soggetto non responsabile della potenziale contaminazione per i parametri per i quali risultano superate le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (“CSC”) così come riportati nei paragrafi 2.4.1 e 2.4.1.5 del RIA (solfati, arsenico, nitriti, ferro, manganese, tricloroetilene, tetracloroetilene, ecc.). Nell’ambito di tale notifica il gestore sottolinea che *“secondo quanto emerge dagli autocontrolli effettuati nel corso del 2019 la situazione riscontrata risulta in linea con le considerazioni già sviluppate dalle Autorità negli anni precedenti, evidenziando un quadro ambientale stazionario, a meno di locali oscillazioni comunque non riconducibili alla presenza dell’impianto”* ed inoltre che *“relativamente ai superamenti diffusi delle CSC riscontrati per alcuni parametri sia a monte che a valle della discarica, sulla base del complesso dei dati rilevati nell’ambito del PSC e delle varie indagini di approfondimento, si ritiene di confermare quanto già evidenziato dalle Autorità nell’ambito delle CdS del 21 e del 30/10/2010”* ossia che *“gli esiti degli approfondimenti specifici condotti (...omissis...) considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l’area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso (...omissis...) e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D.Lgs. 152/06”*.

CSAI in data 19/10/2020 ha presentato istanza per il rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) ai sensi dell’art 27-bis del D.Lgs 152/06 e dell’art 73 della LR 10/2010 relativamente al progetto di adeguamento volumetrico della discarica per rifiuti non pericolosi di Casa Rota.

In occasione del campionamento delle acque sotterranee di dicembre 2020 della discarica di Casa Rota è stata rilevata, per la prima volta, la presenza di Cromo totale e Cromo esavalente nel piezometro N2(s); a seguito di tale rilievo CSAI ha provveduto in data 30/06/21 con prot 1605 ad effettuare comunicazione ex art 245 del D.Lgs 152/06. Nella comunicazione è rappresentato come:

“Nonostante la persistenza dei superamenti per Cr e CrVI, si ritiene che la presenza di tali parametri, nonché del Selenio, nel pozzo N2(s) non abbia alcuna correlazione con le attività di gestione della discarica, ed in specie con il percolato. Infatti - giova rammentare - che le numerose indagini svolte nel corso degli anni, nonché i rilievi piezometrici rilevati mensilmente hanno evidenziato che il piezometro N2(s), ubicato nella zona di monte

idraulico rispetto alla posizione della discarica, è un pozzo di controllo superficiale, ubicato sul fondovalle, fenestrato tra 2 e 4,5 m di profondità dal piano campagna. La discarica è posizionata sul versante collinare privo di circolazioni idriche (falde) e caratterizzato da substrato argilloso che si estende a elevate profondità e che costituisce elemento di contenimento idraulico dell'invaso di discarica rispetto all'ambiente idrico sotterraneo del fondovalle. Inoltre, negli ultimi anni sono state condotte diverse indagini idrogeologiche, tra cui prove di pompaggio, che hanno evidenziato assenza di connessione idraulica tra la zona del fondovalle e la zona della discarica.

Oltre a quanto sopra, giova evidenziare che i dati disponibili sulla qualità delle acque sotterranee confermano assenza di impatto da percolato nel pozzo in questione; i principali dati a sostegno di tale ipotesi provengono dal monitoraggio isotopico svolto a marzo 2019 e sono indicativi della totale assenza di impatto da percolato nel piezometro N2(s). In merito, anche gli altri traccianti di percolato, tra cui conducibilità, ammoniaca, cloruri, altri metalli non evidenziano anomalie in N2(s)."

In riferimento alla comunicazione del 30/06/21 con prot 1605, CSAI, con prot. 2422 del 04/11/21, presenta volontariamente il Piano di Caratterizzazione del sito AR-1223.

In data 16/02/22 con prot 367/22 CSAI ha presentato istanza di sospensione del PAUR per "Adeguamento volumetrico della discarica per rifiuti non pericolosi di Casa Rota

In data 18 febbraio 2022 la Regione Toscana ha trasmesso il Decreto Dirigenziale n. 8674 del 21 maggio 2021 di "conclusione delle indagini istruttorie finalizzate all'individuazione del soggetto responsabile della potenziale contaminazione della matrice acque sotterranee del Sito AR-1195 (...omissis...) ed alla contestuale adozione del provvedimento di cui all'art. 244 del D.Lgs. 152/2006" con il quale ha dato atto che "secondo il criterio del "più probabile che non" (...omissis...) il responsabile della potenziale contaminazione del sito AR-1195 è individuabile nella Società Centro Servizi Ambiente Impianti S.p. A (...omissis...)".

CSAI, in attuazione all'Ordinanza Regionale, con prot 627 del 18/03/22, ha presentato il Piano di Caratterizzazione.

In data 15/12/21, con prot 2776, CSAI ha presentato il progetto per la realizzazione di un nuovo impianto per l'upgrade del biogas finalizzato alla produzione di biometano per autotrazione in ordine alla valutazione di assoggettabilità a VIA e definizione di sostanzialità della modifica.

4.3 Stato attuale

L'autorizzazione vigente all'esercizio della discarica e degli impianti di pertinenza è stata rilasciata dalla Provincia di Arezzo con Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11 (AIA) e s.m.i.

La scadenza dell'AIA è fissata al 14/03/2023 ed il rinnovo dovrà essere richiesto dal Gestore almeno 1 anno prima della scadenza.

Con l'approvazione da parte dell'Autorità del progetto di ampliamento presentato a luglio 2007, che prevedeva una volumetria aggiuntiva di circa 1.500.000 m³, la capacità totale attuale della discarica è di 5.287.768,50 m³.

I codici CER per cui la discarica di Casa Rota è autorizzata sono quelli riportati nell'AIA.

Nel corso del 2021 i conferimenti sono proseguiti nei moduli di I e II di terza fase sopra citati.

5.0 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

5.1 Premessa

In questo capitolo sono descritte le caratteristiche costruttive della discarica relativamente ai vari elementi funzionali che la compongono:

- sistema di impermeabilizzazione
- argine di contenimento di fondo
- sistema di gestione del percolato
- sistema di gestione del biogas
- sistema di drenaggio e raccolta delle acque meteoriche
- sistema di monitoraggio ambientale e copertura finale.

Per le parti già costruite o coltivate si fa riferimento al progetto iniziale mentre per i nuovi moduli si fa riferimento al progetto di ampliamento della discarica.

5.2 Sistema di impermeabilizzazione di fondo e laterale

Il sistema di impermeabilizzazione dell'ampliamento della discarica Casa Rota può essere distinto in sistema di fondo e laterale.

Il sistema di fondo dei nuovi moduli è costituito (dal basso verso l'alto) dalla stratigrafia seguente:

- argilla compattata ($k < 10^{-9}$ m/s): 100 cm
- geomembrana HDPE: 2,5 mm
- tessuto non tessuto in polipropilene (1.200 g/m²).

La stratigrafia del rivestimento laterale dei nuovi moduli, dal basso verso l'alto, è la seguente:

- tessuto non tessuto in polipropilene (700 g/m²).
- geomembrana HDPE: 2,5 mm
- materassino bentonitico ($k < 5 \cdot 10^{-11}$ m/s): 6 mm.

5.3 Argine di contenimento di fondo

A valle del primo modulo di ampliamento è stato realizzato un argine di contenimento di fondo che riveste la duplice funzionalità di contenimento statico delle nuove strutture da realizzare, quindi dei rifiuti che verranno abbancati, e di contenimento idraulico del percolato.

L'argine ha una sezione trapezoidale, con la base maggiore pari a 33 m; per la costruzione sono stati usati idonei materiali derivanti dalle operazioni di scavo, rinforzati con una serie di strati di geogriglie in polipropilene per conferire alla struttura maggiore omogeneità e resistenza.

La sponda verso monte dell'argine è rivestita dal basso verso l'alto con:

- strato di argilla compattata di spessore minimo pari a 1 m
- geocomposito bentonitico (6 mm)
- geomembrana in HDPE (2,5 mm).

5.4 Sistema di gestione del percolato

Il sistema di gestione percolato, relativamente ai nuovi moduli, è composto da una serie di pozzi e pompe per l'allontanamento del percolato dal fondo vasca.

Il letto drenante di fondo è costituito (dal basso verso l'alto) da:

- uno strato di tessuto non tessuto posato sopra la geomembrana
- uno strato drenante di 50 cm di materiale inerte
- tubazioni fessurate principali in HDPE da 200 mm di diametro e classe di spessore PN10, posate all'interno del dreno, che convogliano il percolato ai pozzi di raccolta e pompaggio
- tubazioni fessurate secondarie in HDPE da 150 mm di diametro e classe di spessore PN10, posate all'interno del dreno, che convogliano il percolato ai pozzi di raccolta e pompaggio.

Il sistema di raccolta del percolato è composto dai seguenti elementi:

- 59 pozzi di raccolta del percolato (di cui 4 trivellati in opera nel corso del 2015, uno realizzato nel 2016 all'interno del secondo modulo della seconda fase aggiuntivo rispetto al progetto, ed uno realizzato nel 2020 nel secondo modulo della terza fase aggiuntivo rispetto al progetto), realizzati in elementi circolari in c.a. fessurato di 1 m di diametro con incastro a banchiera, annegati in un corpo di materiale drenante e poggiati su apposita struttura di sostegno in c.a., di cui attivi per l'emungimento sono 53.
- rete di adduzione e collettamento del percolato
- drenaggi di strato, realizzati a raggiera rispetto al pozzo ogni 7-8 m di rifiuti e riempiti di idoneo materiale drenante
- drenaggi laterali orizzontali di convogliamento del percolato, realizzati in corrispondenza delle arginature laterali di contenimento dei rifiuti
- drenaggi laterali verticali di convogliamento del percolato, realizzati in corrispondenza delle arginature laterali di contenimento dei rifiuti con interasse di circa 15 m.

I pozzi del percolato sono dotati di pompe sommergibili e dotate di sensori di livello che disattivano il funzionamento della pompa in caso di scarso battente di liquido all'interno del pozzo stesso.

Il Gestore, nel corso del 2019, ha ultimato il programma di installazione delle sonde di rilevamento livello, così come previsto dal "protocollo di gestione del sistema di estrazione del percolato", trasmesso con prot. 3862 del 24/09/2015, avente ad oggetto un percorso di installazione di ulteriori sonde all'interno dei pozzi di raccolta del percolato. Allo stato attuale tutti i pozzi in emungimento sono dotati di sonda di misura.

Si precisa che nel corso dell'anno sono stati interessati dal conferimento dei rifiuti i pozzi 41 e 56 e pertanto il sistema di misura è stato dismesso per il periodo strettamente necessario.

Il pozzo 57, nel corso del 2020, era stato riattivato alimentandolo con gruppo elettrogeno e tubazioni in superficie approntate eccezionalmente, ma senza sonda di misura dei livelli e senza collegamento all'impianto elettrico, al fine di mantenere un'area dedicata disponibile ai conferimenti in condizioni emergenziali dei rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale n. 110 del 14/11/20 e delle raccomandazioni dell'ISS contenute nel rapporto n. 3/2020 versione del 31/05/2020. Il pozzo è stato ripristinato al corretto esercizio a febbraio 2021.

Nel periodo maggio – ottobre 2021 a causa di un problema occorso al quadro di distribuzione dell'e.e. il pozzo 50 è rimasto privo di alimentazione e si è dovuto provvedere ad alimentare la pompa con gruppo elettrogeno senza poter alimentare la sonda di livello.

Le condotte in uscita dai singoli pozzi di estrazione vengono via via collegate alle tubazioni principali di maggiore diametro direttamente collegate alle cisterne di stoccaggio.

Attualmente i volumi di stoccaggio percolato ammontano a 420 mc così suddivisi:

- Cisterne A volumetria complessiva: 100 m³
- Cisterne B volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne C volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne D volumetria complessiva: 80 m³
- Cisterne E volumetria complessiva: 80 m³

Ad essi si vanno ad aggiungere circa 362 mc costituiti dai sistemi recentemente installati:

- N. 2 Sistemi serbatoio flessibile + cisterna metallica: 114 m³/cad; posti sul gradone a quota +197 m su una superficie della discarica coperta in modo provvisorio. Nel corso del 2019 è stato spostato un serbatoio flessibile dedicato alla raccolta del percolato prodotto dai pozzi che si trovano sul lato nord-est ubicandolo sulle coperture provvisorie poste a quota +205 m.
- Sistema serbatoio flessibile + cisterna metallica: 134 m³; posto sul gradone a quota +210 m su una superficie della discarica coperta in modo definitivo.

Il percolato viene quindi inviato ad impianti di trattamento esterni mediante trasferimento in autobotti.

5.5 Sistema di gestione del biogas

L'impianto di captazione del biogas dalla discarica esistente, in fase di completamento, prevede:

- 142 pozzi di estrazione verticali, 61 dreni sub orizzontali e 59 pozzi del percolato mantenuti in aspirazione;
- sistemi di captazione orizzontale nei rifiuti e sistemi perimetrali;
- linee secondarie di raccordo dei pozzi di captazione;
- 23 stazioni locali di raccordo tra collettori principali e secondari;
- 5 collettori principali;
- scaricatori di condensa posizionati sulle linee di trasporto;
- 2 centrali di estrazione e controllo dalle quali il biogas è inviato al recupero energetico o alle torce;
- 1 centrale di aspirazione per la combustione in torcia del gas a basso potere calorifico;
- 1 centrale mobile di aspirazione del biogas per combustione in torcia dedicata al gas proveniente dalle superfici operative.

Ciascun pozzo esistente è realizzato, come previsto anche per quelli non ancora costruiti, con un diametro di perforazione di 600 mm; i tubi sono in HDPE microfessurato (DN 160) annegati in un corpo di materiale drenante. I pozzi sono dotati di una testa di captazione con valvola di chiusura, raccordata al collettore di aspirazione e dotati di scaricatore di condensa.

Per ogni pozzo è stato stimato un raggio di influenza di circa 20 m. Si prevede di realizzare i pozzi per fasi successive al momento del raggiungimento della quota finale di coltivazione dei vari moduli.

Una rete di captazione orizzontale, realizzata con tubazioni fessurate in PE con drenaggi in gomme macinate e materiali inerti, si estende in tutto il corpo discarica ed è posta in opera progressivamente con l'abbancamento dei rifiuti. Inizialmente i dreni realizzati sono messi in aspirazione ed il gas bruciato nell'apposita torcia mobile, al raggiungimento di idonee concentrazioni di CH₄ e O₂, il gas vien avviato all'impianto di produzione di recupero energetico fino al termine del funzionamento dei dreni stessi.

I pozzi di raccolta del percolato sono dotati di un coperchio di chiusura a tenuta che consente di porre il pozzo stesso in depressione e di collegarlo quindi alla rete di captazione del biogas. Nel corso della gestione sono stati collegati alla rete di captazione del biogas diversi pozzi di raccolta del percolato.

Il biogas è convogliato per aspirazione alle centrali di estrazione.

Il biogas captato dai sistemi sopra descritti viene inviato, previo trattamento, ai motori di recupero energetico. In caso di necessità, l'eccedenza di portata di biogas in arrivo alla centrale di estrazione viene trattato nei sistemi di combustione in torcia.

Nel corso del 2007 è stata anche installata una ulteriore torcia per la combustione del biogas con caratteristiche non idonee al recupero energetico, ubicata nelle vicinanze delle vecchie cisterne di accumulo del percolato.

Nel corso del 2012 è stata installata una nuova ed ulteriore torcia mobile per la combustione del biogas captato dalle aree in conferimento attivo.

Nel corso del 2021 sono stati realizzati n. 12 drenaggi sub orizzontali di circa 70-80 m ciascuno collegati inizialmente alla torcia di combustione mobile dedicata all'area di conferimento attivo e successivamente alla rete di produzione di adduzione all'impianto di produzione di energia elettrica.

5.6 Sistema di recupero energetico

5.6.1 Composizione impianto

Presso la discarica di Casa Rota sono attualmente presenti 5 motori di recupero energetico per la produzione di energia elettrica, di cui 3 (P1, P3, P4 – ricodificati nel PSC rispettivamente TMP1, TMP3, TMP4) installati a fine 2003, mentre altri due (TMP5 e TMP6), installati nel secondo semestre del 2007 ed avviati nel 2010.

La CSAI è stata autorizzata per l'installazione e l'esercizio di 4 motori (P1-P4) con Provvedimento dirigenziale n. 223/EC del 05/12/03 e successivamente con Provvedimento Dirigenziale n. 38/EC del 02/04/07 è stato autorizzato la realizzazione e l'esercizio di un secondo impianto con n. 2 motori a combustione interna (P5, P6). A seguito della riduzione della produzione di biogas dalle aree di discarica più vecchie il motore P2 (TMP2) è stato dismesso nel 2013.

I motori sono del tipo a combustione interna ed hanno le seguenti potenze elettriche:

- TMP1 e TMP3: 625 kWe;
- TMP4 e TMP6: 836 kWe;
- TMP5: 1.064 kWe.

per una potenza totale installata di circa 3.986 kWe.

Per la manutenzione e supervisione alla gestione dei motori di recupero energetico CSAI ha incaricato una società esterna.

5.6.2 Interventi impiantistici realizzati per il trattamento del biogas inviato al recupero energetico

In seguito all'attivazione del sistema di recupero energetico, CSAI ha riscontrato una serie di problematiche operative legate alla eccessiva presenza di alcuni composti indesiderati all'interno del biogas, che, da un lato causano un'eccessiva ed accelerata usura dei motori (silossani, cloro, fluoro, zolfo) e, dall'altro, l'emissione in

atmosfera di alcune sostanze (acidi del cloro e del fluoro) in concentrazione, anche se di poco, superiori ai limiti previsti per l'impianto.

In relazione a tale situazione, il gestore si è immediatamente attivato su vari fronti per individuare le possibili cause della presenza di composti del cloro, del fluoro e di silossani all'interno del biogas e, conseguentemente, per attuare le necessarie misure correttive.

Al fine di ridurre in maniera significativa la presenza di inquinanti nel biogas, i due impianti di recupero energetico sono stati ambedue dotati di un sistema di lavaggio ad umido: l'impianto costituito dai motori TMP1÷TMP4 fin dal 2006 presenta a valle degli aspiratori un sistema *jet scrubber* con circolazione di acqua raffreddata mentre l'impianto costituito dai motori TMP5-TMP6 da dicembre 2011 presenta un sistema più complesso costituito da:

- una torre di lavaggio con additivazione di idrossido di sodio (NaOH) e ipoclorito di sodio (NaClO) per l'abbattimento del cloro, fluoro e zolfo;
- uno scambiatore di calore a fascio tubiero seguito da uno scaricatore di condensa ed un filtro del tipo Knock Out Drums per la condensazione dell'acqua contenuta nel biogas e la sua rimozione;
- una batteria di due elementi filtranti a carboni attivi per la rifinitura del trattamento di rimozione del biogas.

Nel corso dei mesi di agosto 2019 e dicembre 2019 si è provveduto alla sostituzione dei blocchi motori degli impianti di produzione di energia elettrica indicati rispettivamente come P5 e P1. Nel mese di gennaio 2020 è stato sostituito il blocco motore del P4. Nel corso del 2021 è stato sostituito il blocco motore P3 e a partire dal mese di novembre è stato sostituito l'intero gen set del motore P6. Preme specificare che tale attività non ha previsto nessuna variazione rispetto alla potenza nominale installata.

5.7 Sistema di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche

Per l'allontanamento e il drenaggio delle acque meteoriche sono previste una serie di canalizzazioni ed in particolare:

- canali a sezione trapezia (60 x 30 x 40 cm) realizzati sulla superficie dei moduli dopo la copertura finale;
- canalette a tegola prefabbricate in cls lungo le scarpate con massima pendenza;
- pozzetti di confluenza dei canali a sezione trapezia e delle canalette a tegola;
- tubazioni autoportanti in calcestruzzo per il sottopasso della viabilità interna ed esterna;
- canalizzazioni esterne all'area interessata all'abbancamento dei rifiuti a sezione trapezia (125 x 50 x 40 cm);
- tubazioni in PVC microfessurato con diametro di 80 mm per il drenaggio delle acque che si infiltrano attraverso le opere di copertura finale.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche convoglia le stesse nel Torrente Riofi a valle dell'impianto.

Attualmente le acque di ruscellamento che non entrano in contatto con i rifiuti vengono allontanate dall'impianto attraverso cinque canali principali che scaricano, come detto, nel Torrente Riofi in diversi punti lungo l'asse di quest'ultimo. In tali canalette di raccolta confluiscono anche gran parte delle piogge che cadono sui terreni circostanti la discarica e l'area di proprietà di CSAI.

5.8 Sistema di monitoraggio ambientale

5.8.1 Configurazione attuale (2021)

In data 11/02/09 è stato approvato dalla Provincia di Arezzo il piano di monitoraggio per le acque sotterranee così come proposto dal gestore ad ottobre 2008 a seguito delle indagini di approfondimento svolte nell'area circostante la discarica (Rel. Golder 08508390211/R655 par. 10.2.7, Ottobre 2008) ed integrato con una serie di prescrizioni emesse delle Autorità (Rif. Verbale CdS Protocollo n° 31746 dell'11/02/09).

Tale impostazione è stata recepita all'interno dell'AIA rilasciata dalla Provincia Arezzo il 14/03/11 (rif. Prot. n. 48/EC), ed in particolare nell'allegato 1 dell'AIA "Piano di Controllo".

Inoltre, l'AIA ha prescritto la realizzazione di 4 piezometri a monte idraulico della discarica, ubicati ad almeno 200 m dalla confluenza del Borro Riofi con il Borro delle Cave. Tali piezometri, che in fase esecutiva sono diventati 5, sono stati realizzati nel secondo semestre 2011 nell'ambito delle indagini prescritte dall'attuale AIA. A seguito di tali indagini è stato approfondito l'assetto del sistema di monitoraggio delle acque sotterranee.

Per il monitoraggio delle **acque sotterranee** il PSC incluso nella documentazione di AIA (rif. Prot. n. 48/EC), prevedeva inizialmente:

- 4 piezometri (TPZ15, TPZ17, TPZ20bis, TPZ21bis) e 3 pozzi di approvvigionamento (TPO1, TPO2, TPO3) ubicati sul fondovalle per il monitoraggio dell'acquifero superficiale ("piezometri superficiali");
- 8 piezometri (TPZ8, TPZ11, TPZ12, TPZ18, TPZ19, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21) ubicati sul fondovalle ed in area intermedia tra fondovalle e area collinare per il monitoraggio della circolazione confinata profonda ("piezometri profondi");
- 3 piezometri (TPZ10, TPZ18bis, TPZ20ter) ubicati sul fondovalle ed in area intermedia tra fondovalle e area collinare per il monitoraggio della circolazione semiconfinata ("piezometri intermedi");
- 4 piezometri (TPZ3, TPZ5, TPZ7, TPZ13) ubicati nell'area collinare per il monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione.

Con l'approvazione in data 10/10/2014 della Deliberazione della Giunta Provinciale n.421 relativa al progetto definitivo degli *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi..."* è stato necessario rivisitare, a causa delle interferenze con il progetto, concordemente con ARPAT, l'intero piano di monitoraggio delle acque sotterranee di fondo valle, prevedendo la cementazione e la riperforazione di alcuni piezometri.

Nell'ambito della messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota, infatti, nel corso del 2015 sono stati realizzati 10 nuovi piezometri ubicati sul fondovalle, di cui 6 relativi alla falda superficiale (N1 (s), N2 (s), N3 (s), N4 (s), N5 (s), N7 (s)) e 4 relativi alla falda semi confinata (N2 (i), N4 (i), N5 (i), N7 (i)).

Nel 2016 è stato completato il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee con la perforazione di ulteriori due pozzi aggiuntivi ((N1(i) e N6(s)).

Tali piezometri sono stati realizzati in quanto è risultato necessario dismettere n. 9 piezometri esistenti incompatibili con la realizzazione della cassa di espansione lungo il torrente Riofi, sigillati nel corso del 2016 durante i lavori inerenti la messa in sicurezza idraulica. In particolare, a partire dal mese di settembre 2016 sono stati esclusi dai punti di monitoraggio delle acque sotterranee i piezometri TPZ8, TPZ10, TPZ11, TPZ15, TPZ17, TPZ21bis, TPZ23, TPZ30, TPZ31 e, dal mese di dicembre 2016, anche il TPZ19 non viene campionato.

I nuovi piezometri hanno pertanto sostituito i punti di monitoraggio non più attivi.

Si evidenzia inoltre come, a seguito della richiesta di ARPAT di includere nelle campagne di monitoraggio delle acque sotterranee i piezometri TPZ28, TPZ24 e TPZ24bis (cfr. nota ARPAT con Prot. AR.01.11.40/1.110 del 16/06/2016), i suddetti pozzi sono stati inclusi nel periodico monitoraggio trimestrale a partire dal mese di settembre 2016.

Nel mese di settembre 2019 sono stati realizzati, secondo le richieste di ARPAT, due piezometri denominati TPZA1 e TPZA2, posti al piede dell'argine di valle con finestrate confrontabili con i livelletti limo-sabbiosi intercettati in TPZ18 e TPZ18-bis alle quote di (111,6/108,6) metri s.l.m. e (123,6/121,3) metri s.l.m.

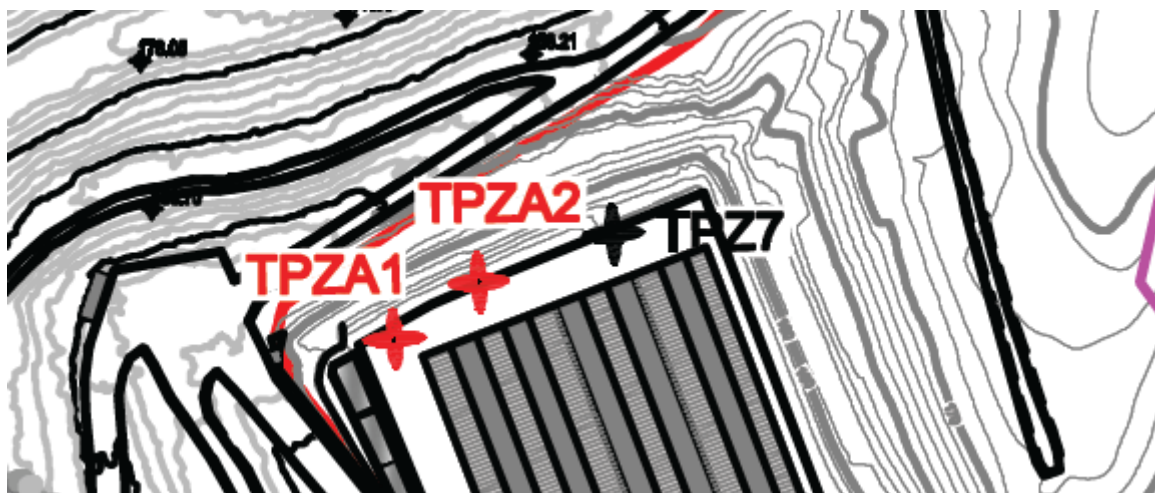


Figura 2 - Ubicazione TPZA1 e TPZA2

Nel 2021 si è inoltre proceduto, al fine di rafforzare ulteriormente le tesi espone nel documento “*Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell’area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019*” e con lo scopo di ottemperare a specifiche richieste intervenute nel corso dell’istruttoria e delle CdS della procedura PAUR, a realizzare n. 2 nuove verticali di indagini denominate SA6 e TPZN ubicate rispettivamente entro il perimetro del proposto ampliamento e sul versante collinare che degrada verso il fosso di Piantravigne.

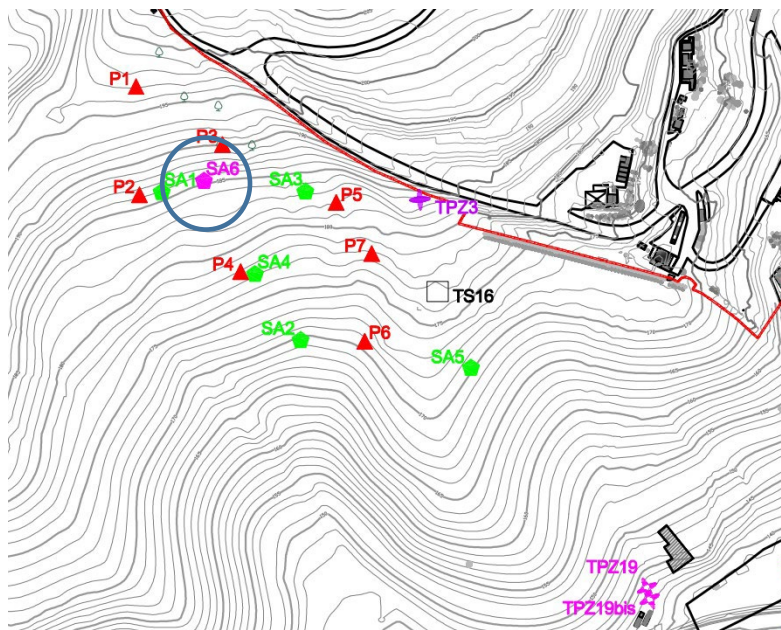


Figura 3 - Ubicazione SA6

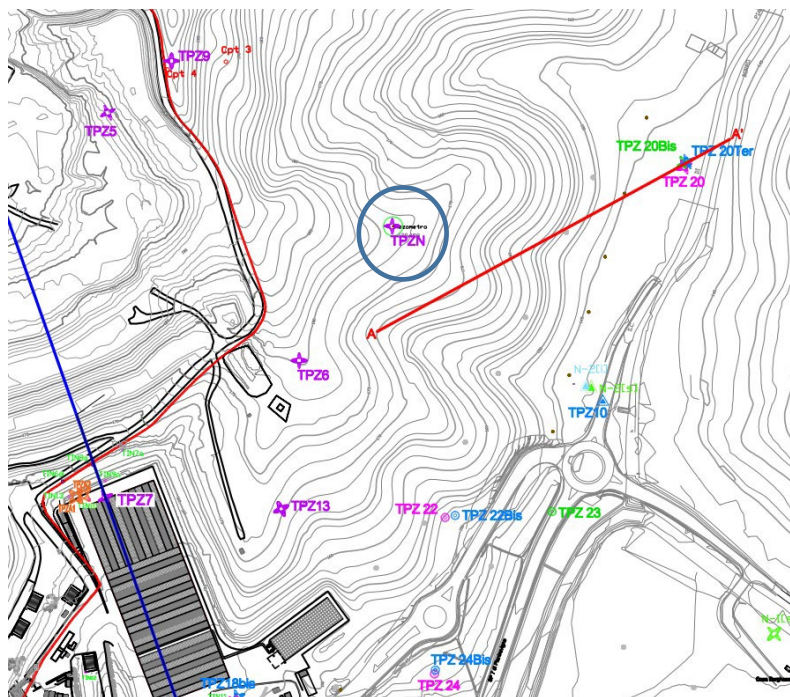


Figura 4 - Ubicazione TPZN

Per il monitoraggio delle **acque meteoriche**, sono presenti 3 punti (pozzetti) di raccolta (TAM1, TAM2 e TAM3) da cui effettuare i campionamenti. Tali punti sono ubicati, uno lungo il confine Est (TAM3), uno alla base dell'argine di valle (TAM1) e l'altro sul confine Ovest (TAM2).

Il PSC allegato all'AIA ha introdotto un nuovo punto di controllo per le **acque meteoriche**, ed in particolare di quelle **dilavanti**, denominato TAM-DC, relativo all'uscita delle acque meteoriche dal sistema di trattamento in continuo ubicato nella piazzola dove è presente il lavaggio mezzi.

Il PSC prevede anche il monitoraggio delle **acque superficiali** e dei **sedimenti** del Torrente Riofi. I punti di controllo attuali sono codificati rispettivamente TAS1, TAS2 e TAS4 (acque), TAF1, TAF2, TAF4 (sedimenti).

È previsto anche il monitoraggio dello stato di qualità biologica delle acque del Borro Riofi, che a partire dal 2019, viene effettuato applicando il metodo di raccolta del multihabitat proporzionale con sistema MacrOper in linea con le richieste della Direttiva Quadro sulle acque (WFD 2000/60/CE, D.Lgs. 152/2006) in 4 stazioni di controllo (IBE1÷IBE4). Al fine di allineare i dati di qualità biologica del torrente effettuati fino al 2018 con il metodo IBE al nuovo metodo Multihabitat, per il primo anno le campagne sono state effettuate congiuntamente.

La qualità del **percolato** viene monitorata prelevando campioni dalla cisterna di raccolta del percolato derivante dai moduli di più recente coltivazione (TPV-nuovo), dai moduli di vecchia coltivazione (TPV-vecchio) e nelle cisterne codificate TPV1 in cui si raccoglie un campione di percolato medio di tutta la discarica.

Si segnala che a partire da dicembre 2012, in accordo con il Gestore, il campione di percolato TPV1 viene prelevato dalla nuova batteria composta di 4 serbatoi da 20 m³ cadauno realizzata nel corso del 2012 in sostituzione di una batteria precedentemente esistente.

Oltre al controllo delle acque e del percolato è previsto anche il monitoraggio dei **parametri meteoclimatici** (pressione, temperatura, umidità, direzione e velocità del vento, precipitazioni), effettuato mediante la registrazione di dati presso la nuova centralina meteorologica installata a settembre 2006 nella zona Nord-Ovest della discarica.

Per il monitoraggio della **qualità dell'aria** presso l'impianto sono previsti in tutto 5 punti di controllo (TQA1÷TQA5) distribuiti intorno al sito da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendone in particolare tre ad ogni turno. In particolare, la TQA1 (stazione di "bianco") viene sempre monitorata, mentre a rotazione mensile vengono controllate le coppie TQA2/TQA4 e TQA3/TQA5. Presso gli stessi punti, il monitoraggio è finalizzato anche al controllo di eventuali fibre di amianto disperse in atmosfera. Come richiesto dagli Enti a partire dal monitoraggio del mese di dicembre 2020, si è proceduto ad utilizzare le stazioni di campionamento TQA4 e TQA5 in sostituzione delle stazioni TQA2 e TQA3 fino ad oggi utilizzate in quanto più rappresentative dello stato della qualità dell'aria essendo prospicienti alle aree attive di conferimento..

Il campionamento è di tipo attivo (per polveri fini e amianto) e di tipo passivo per sostanze organiche volatili e sostanze odorigene.

Il controllo del **biogas** viene svolto presso i sistemi di captazione e trattamento (TCE1 e TCE2) e le linee di aspirazione (TBL1÷TBL4 a servizio di TCE1 e TBL5÷TBL8 a servizio di TCE2), attraverso il monitoraggio in campo della qualità del gas e il prelievo di campioni per analisi di laboratorio.

Il monitoraggio del biogas comprende anche la misura delle eventuali emissioni superficiali in punti georeferenziati sulla superficie della discarica e in una fascia esterna lungo il perimetro dell'impianto definita secondo una maglia di ca. 50 m.

Il monitoraggio degli **asestamenti** viene condotto su una serie di direttrici di controllo tracciate sulle vasche di smaltimento.

Il controllo dei **volumi** occupati dai rifiuti conferiti e di quelli ancora disponibili, viene effettuato attraverso rilievi topografici utilizzando una rete di capisaldi GPS esterni all'area di stoccaggio dei rifiuti.

Per il controllo della **stabilità dei versanti** il PSC prevede l'utilizzo di tubazioni inclinometriche identificate come TIN6 e TIN7.

L'originale TIN6 è stato dismesso a partire da luglio 2009 a causa di un danneggiamento subito in testa a dicembre 2007 e che ne ha compromesso nel tempo la funzionalità. Quest'ultimo inclinometro è stato riperforato una prima volta ad ottobre 2010 (codificato TIN6c). Divenuto inagibile a marzo 2012 a causa di una deformazione localizzata a circa 13 metri di profondità che, di fatto, impediva l'inserimento della sonda di misura in condizioni di sicurezza, è stato riperforato nuovamente a giugno 2012 in prossimità del vecchio TIN6c. Attualmente è denominato TIN6d.

A ottobre 2014 è stato realizzato il TIN7a in sostituzione del vecchio TIN7 (dismesso).

I punti attualmente oggetto di monitoraggio sono quindi il TIN6d e TIN7a ed interessano entrambi l'argine al piede.

Precedentemente per il monitoraggio inclinometrico sono stati utilizzati anche gli inclinometri denominati TIN2, TIN3 e TIN8. Da giugno 2008 il TIN8 è stato dismesso a causa della perdita di funzionalità. Si ricorda inoltre che a partire dall'estate 2011 l'inclinometro TIN2 è stato dismesso a causa dei lavori di ampliamento della discarica che lo ha coinvolto.

Anche il TIN3 non è più utilizzato per il monitoraggio in quanto ubicato in aree su cui sono stati realizzati nuovi moduli di discarica.

Facendo seguito alle osservazioni dei dati provenienti dai monitoraggi degli inclinometri posti sull'argine di valle il Gestore, di propria iniziativa, ha previsto di intensificare il monitoraggio dei punti e successivamente, nel corso del 2015, di implementare la rete di monitoraggio con un sistema integrato rappresentato, oltre alla rete di presidi esistente ed operativa (composta da inclinometri e punti superficiali) da:

- 1) nuovi punti di osservazione inclinometrica, anche esterni e contermini all'area di imposta del rilevato arginale (per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 10.14);
- 2) presidi di monitoraggio strutturale e topografico di precisione installati sia in testa all'argine che sui pilastri portanti del capannone TB posto a valle dell'argine stesso.

Il primo report relativo ai controlli del sistema integrato, su prescrizione della Conferenza dei Servizi del 28/07/2015, è stato inoltrato agli Enti interessati ed al Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Arezzo con

nota CSAI prot. 4517/15 del 30/10/2015. Un aggiornamento del quadro dei monitoraggi in parola è stato inoltrato agli Enti Competenti con prot. n. 1103/17 10/03/17, prot. n. 1333/18 del 09/04/18, prot. n. 922/19 del 04/03/2019, prot 357/20 del 04/02/20 e prot n. 344 del 08/02/21.

Per la codifica dei punti di monitoraggio descritti si fa riferimento alla Tavola 1 allegata alla presente relazione.

Nella seguente tabella sono riportate la codifica aggiornata assegnata ai punti di controllo, fatta eccezione per quelli della matrice acque sotterranee che saranno presenti più avanti. Sono riportati i codici dei punti di controllo previsti dal PSC e dall'AIA.

Tabella 1 - Codifica dei punti di monitoraggio previsti dal PSC iniziale approvato a febbraio 2009

Sistema di monitoraggio	Numero punti di controllo	Codifica del PSC
monitoraggio acque sotterranee (acquifero superficiale, circolazioni profonde)	15 piezometri + 3 pozzi	• TPZ15, TPZ17, TPZ20bis, TPZ21bis, TPO1, TPO2, TPO3 (superficiali) • TPZ10, TPZ18bis, TPZ20ter (intermedi) • TPZ8, TPZ11, TPZ12, TPZ18, TPZ19, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21 (profondi)
monitoraggio delle acque di infiltrazione nell'area collinare	4 piezometri	TPZ3, TPZ5, TPZ7, TPZ13
monitoraggio acque meteoriche	3 pozzetti di campionamento	TAM1÷TAM3
monitoraggio acque meteoriche dilavanti	1 punto di campionamento ^(*)	TAM-DC
monitoraggio acque superficiali Torrente Riofi	3 punti di campionamento	TAS1, TAS2, TAS4
monitoraggio sedimenti Torrente Riofi	3 punti di campionamento	TAF1, TAF2, TAF4
monitoraggio ecosistema Torrente Riofi (MacrOper)	4 punti di campionamento	IBE1, IBE2, IBE3, IBE4
monitoraggio percolato	3 gruppi di cisterne	TPV1, TPV-nuovo, TPV-vecchio
monitoraggio qualità dell'aria	5 stazioni di controllo	TQA1÷TQA5
monitoraggio biogas	2 punti di campionamento e analisi	TCE1 e TCE2
	8 punti di controllo qualità previsti dal PSC	TBL1÷TBL4 e TBL5÷TBL8
monitoraggio emissioni superficiali	Rete di punti di controllo georeferenziati	-
monitoraggio emissioni in atmosfera	5 camini di emissione	TMP1, TMP3÷TMP6
monitoraggio stabilità argine	2 inclinometri	TIN6d, TIN7a
monitoraggio degli assestamenti e dei volumi della discarica	stazioni GPS e linee di sezione	-

(*): punto di campionamento installato a dicembre 2011

Con riferimento al solo sistema di controllo delle acque sotterranee, come già anticipato, a seguito dell'approvazione del progetto presentato dal Gestore secondo la prescrizione introdotta nel Provvedimento Dirigenziale 48/EC del 14/03/2011 *“Interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di “Casa Rota” attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi o delle Cave, e delle relative opere connesse e funzionali, nel Comune di Terranuova Bracciolini”* da parte della Giunta Provinciale con Delibera n.421 del 10/10/2014, è stata rimodulata la rete di monitoraggio delle acque sotterranee prevedendo la riperforazione di n.12 piezometri a fronte della dismissione di n. 10 punti non più compatibili con le infrastrutture previste.

Pertanto, il nuovo sistema di monitoraggio riportato nel PSC, individuato per il comparto acque sotterranee e adottato a partire dal mese di dicembre 2016, è quello rappresentato nella Tabella seguente.

Tabella 2 - Punti di monitoraggio acque sotterranee del nuovo sistema di monitoraggio

Sistema di monitoraggio	Numero punti di controllo	Codifica del PSC
monitoraggio acque sotterranee (acquifero superficiale, circolazioni profonde)	23 piezometri	N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), TPZ20bis (superficiali) N1(i), N2(i), N4(i), N5(i), N7(i), TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis (intermedi) TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21, TPZ24, TPZ28 (profondi)
monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione nell'area collinare	3 piezometri	TPZ3, TPZ7, TPZ13

In riferimento al sistema di monitoraggio delle acque sub-superficiali si riferisce che, a seguito della realizzazione delle nuove vasche di ampliamento, sono stati chiusi i piezometri TPZ4 e TPZ5.

5.9 Copertura finale

In data 3/07/2013 il Gestore ha trasmesso il Progetto di modifica del pacchetto di copertura finale autorizzato per le aree non ancora coperte, proponendo le seguenti soluzioni alternative rispetto a quanto inizialmente approvato con P.D. 48/EC del 14/03/2011:

- strato superficiale realizzato con 60 cm di terreno di riporto e 40 cm di terreno vegetale;
- strato drenante realizzato con 50 cm di terreno integrato da un materassino drenante, formato da georete tridimensionale termoaccoppiata a doppio geotessile;
- strato impermeabilizzante costituito da uno strato di 50 cm di minerale compattato con $K \leq 10^{-8}$ m/s e da una geomembrana in polietilene in HDPE con spessore non inferiore a 1 mm;

- strato di drenaggio del gas di almeno 50 cm, realizzato con pneumatici/FOS/rifiuti inerti e geocomposito drenante, integrato da tubazioni fessurate per facilitare l'aspirazione del gas;
- strato di regolarizzazione con spessore variabile fra i 10 ed i 30 cm, da realizzare con FOS miscelata a terreno naturale o rifiuti inerti a recupero. L'AIA prevede inoltre che in sostituzione totale o parziale degli inerti e delle terre previste per la copertura possono essere usati i rifiuti ottenuti dalle operazioni di recupero da R11 per cui la discarica è autorizzata, creando uno spessore minimo di 15 cm.

Tali modifiche sono state approvate dalla Provincia di Arezzo con P.D. n. 111/EC del 11/07/2013.

A seguito delle richieste fatte al Gestore durante la conferenza dei servizi del 20/11/2013, si è proceduto all'aggiornamento del pacchetto di copertura definitiva approvato con P.D. n. 111/EC del 11/07/2013, replicando cautelativamente quanto previsto dal D.Lgs. 36/2003 per le discariche per rifiuti pericolosi. La modifica ha riguardato l'inserimento di una geomembrana impermeabile in HDPE da 1 mm posta sopra i 50 cm di terreno compattato (anziché sotto come indicato nelle versioni precedenti), in modo tale da isolare il pacchetto sottostante dall'umidità dell'ambiente esterno.

Nel corso del 2015, il Gestore ha provveduto a realizzare quota parte (ca. 25.000 mq) di copertura definitiva dell'area ovest della VI fase giunta a quota finale.

Nel 2017 è stata eseguita la copertura definitiva di ulteriori 25.000 mq circa. Con l'intervento effettuato nel 2017 le aree coperte definitivamente sono assommabili a ca. 126.000 mq comprensive delle superfici riferibili a volumetrie di discarica coltivate ante D.Lgs. 36/03.

Nel corso del 2019 è stata appontata la copertura definitiva di una superficie sommitale di ca. 12000 mq con termine a quelle già realizzate nel 2015 e 2017. Al 31/12/2019 risultava completata la posa in opera:

- dello strato di regolarizzazione;
- lo strato di drenaggio del gas;
- quota parte dello strato impermeabilizzante, con la posa in opera dello spessore di materiale minerale compattato.

A causa dello stato emergenziale legato alla situazione pandemica del 2020 e del 2021 non sono stati completati gli strati di copertura definitivi avviati nel 2019 né sono state approntate altre aree.

Si menziona anche che nel 2021 sono state effettuate le coperte con teli in ldpe ca. 20.000 mq di nuove superfici.

coperto una superficie di ca. 5000 mq di rifiuti in via provvisoria con ca 0,5 m di terra (settembre);

- coperto una superficie di ca. 9000 mq di rifiuti in via provvisoria con ca. 0,5 m di terra (novembre);
- coperto una superficie di ca. 3000 mq con teli in ldpe (novembre).

5.10 Copertura giornaliera

La copertura giornaliera dei rifiuti conferiti in discarica, in ossequio a quanto previsto dal P.D. 48/EC, veniva effettuata con FOS proveniente in egual misura dall'impianto di selezione e compostaggio TB S.p.A. e AISA S.p.A.

Successivamente con P.D. 86/EC del 23/05/2012 la Provincia di Arezzo disponeva che la copertura avvenisse unicamente con terra ed inerti.

In attuazione del provvedimento 86/EC del 23/05/12, le coperture giornaliere venivano realizzate, fino alla metà del 2013, con terre disponibili presso l'area di discarica selezionando il materiale inerte granulometricamente affine alla sabbia.

A seguito di quanto discusso e richiesto a CSAI nella seduta della Conferenza dei Servizi del 10/06/13, la Società ha presentato il documento "*Proposta tecnica di modifica delle modalità di copertura giornaliera della discarica di Casa Rota*" (Prot.N. 1084/2013), integrato dell'indicazione delle aree e quantitativi in stoccaggio di rifiuti utilizzabili in sostituzione di materiali inerti.

L'oggetto consiste nel realizzare le coperture giornaliere, a seconda delle condizioni operative e della disponibilità dei materiali, tramite l'impiego dei seguenti materiali alternativi tra loro:

- rifiuti inerti (CER consentiti dal DM 05/02/1998) o FOS;
- terre;
- teli geosintetici degradabili e non riutilizzabili.

La flessibilità nell'utilizzo dei tre sistemi di copertura consente al gestore di modulare flussi e risorse così da poter rispondere quanto prima ad eventuali condizioni di operatività straordinarie.

La proposta è stata autorizzata con Provvedimento Dirigenziale 111/EC del 11/07/2013.

Con Provvedimento Dirigenziale 04/EC2 del 8/7/2014 è stato reiterato al 31/12/2014 il divieto, già espresso nel P.D. 86/EC del 23/05/2012 e già prorogato dal 207/EC del 31/07/2013, di utilizzare FOS per la copertura giornaliera della superficie in coltivazione.

CSAI in virtù di quanto prescritto dai competenti uffici della Provincia, continua a non utilizzare FOS a recupero finalizzata alla copertura giornaliera.

PARTE III – CONTENUTI DELLA RELAZIONE ANNUALE

6.0 PREMESSA

L'art. 10 del D.Lgs. 36/03 stabilisce *“l’obbligo per il gestore di presentare, almeno una volta all’anno, alla Regione una relazione in merito ai tipi ed ai quantitativi di rifiuti smaltiti, ai risultati del programma di sorveglianza ed ai controlli effettuati relativi sia alla fase di gestione che alla fase di post-operativa”*.

Tale concetto è ripreso poi dall'art. 13, dove è specificato che *“Al fine di dimostrare la conformità della discarica alle condizioni dell’autorizzazione e di fornire tutte le conoscenze sul comportamento dei rifiuti nelle discariche, il gestore deve presentare all’Ente territoriale competente, secondo le modalità fissate dall’autorizzazione, la relazione di cui all’articolo 10, completa di tutte le informazioni sui risultati della gestione della discarica e dei programmi di controllo e sorveglianza, nonché dei dati e delle informazioni relativi ai controlli effettuati. In particolare, la relazione deve contenere almeno i seguenti elementi:*

- a) quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale;*
- b) andamento dei flussi e del volume di percolato e le relative procedure di trattamento e smaltimento;*
- c) quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento;*
- d) volume occupato e capacità residua nominale della discarica;*
- e) i risultati dei controlli effettuati sui rifiuti conferiti ai fini della loro ammissibilità in discarica nonché sulle matrici ambientali...”*.

L'autorizzazione all'esercizio prescrive l'obbligo per il gestore di presentare la relazione annuale entro il 31 marzo di ogni anno.

Quindi la relazione annuale riveste un ruolo importante nella gestione di una discarica, non solo come obbligo per il gestore ma anche quale principale strumento di comunicazione con le Autorità di controllo.

Infatti, i dati essenziali relativi alla gestione operativa ed ai controlli ambientali sono consolidati in questo rapporto periodico per fornire una panoramica più ampia e completa sullo stato e le prestazioni dell'impianto e verificarne la corrispondenza con l'atto autorizzativo.

7.0 ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI

Il quadro generale delle informazioni che devono essere riportate nella Relazione Annuale è quello esposto nel capitolo precedente.

In particolare, la presente relazione contiene dati sulla **gestione** della discarica, sulla **costruzione** e sul **monitoraggio ambientale**.

Tali dati sono relativi al **2021** ed eventualmente completati con quelli relativi all'intero ciclo di vita della discarica, se disponibili, quando ciò contribuisca a fornire un quadro più ampio e completo. Ne consegue che parte delle attività e dei dati descritti nel seguito della relazione sono antecedenti alla redazione del PSC, nonché alla sua approvazione.

Nel caso della discarica Casa Rota, la gestione è svolta dalla CSAI che si avvale di società esterne per attività specifiche riguardanti essenzialmente il PSC ed altre attività di controllo.

In particolare, le fonti delle informazioni contenute nella presente relazione e le relative attività svolte fino ad ora sono le seguenti:

Tabella 3 - Consulenti della CSAI e attività svolte

Comparto	Attività svolta	Responsabilità
Gestione	Gestione operativa	CSAI
Costruzione	PSC - Controlli sulla costruzione	Direzione Lavori (DL)
Costruzione/ Gestione	PSC - Rilievi topografici	CSAI
Monitoraggio	PSC – Monitoraggio ambientale	Golder/CSAI
Monitoraggio	AIA - Monitoraggio emissioni dai motori di recupero energetico	
Gestione informazioni	AIA - Relazione Annuale	
Monitoraggio	PSC - Emissioni diffuse dalla superficie della discarica	West System

La Golder, che ha redatto la presente relazione, ha raccolto e consolidato in essa i dati e le informazioni forniti dal gestore e dai vari consulenti, organizzandoli per i comparti suddetti.

8.0 GESTIONE DELL'IMPIANTO

8.1 Premessa

I dati di carattere puramente gestionale sono stati forniti dalla CSAI che è responsabile, come detto, della gestione operativa del sito.

I dati forniti riguardano:

- quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale;
- andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di trattamento e smaltimento;
- quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento;
- energia prodotta dall'impianto di recupero energetico;
- volume occupato e capacità residua nominale della discarica;
- dati relativi alla manutenzione degli impianti e delle attrezzature.

8.2 Quantità e tipologia dei rifiuti smaltiti e loro andamento stagionale

8.2.1 Analisi dei dati

I dati sui flussi di rifiuti sono relativi ai conferimenti annuali dal 1999 al 2021, riassunti nella seguente tabella (i dati fanno riferimento sia ai rifiuti smaltiti che ai rifiuti recuperati).

Tabella 4 - Conferimenti annuali

Anno	Quantità (t)
1999	171.929,00
2000	263.606,00
2001	260.453,00
2002	315.214,00
2003	246.159,00
2004	259.896,32
2005	278.634,00
2006	283.380,42
2007	273.226,63
2008	263.292,49
2009	265.190,01
2010	269.447,25
2011	186.367,92
2012	191.858,33
2013	161.046,48

Anno	Quantità (t)
2014	288.394,46
2015	325.175,99
2016	304.973,01
2017	286.898,53
2018	275.466,83
2019	314.502,68
2020	200.518,24
2021	183.462,18
Totale	5.869.092,77

Le quantità di rifiuti conferiti mensilmente nel 2021 all'impianto di Casa Rota sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 5 - Conferimenti mensili 2021

Mese	t
Gennaio	13.075,21
Febbraio	15.271,40
Marzo	15.026,77
Aprile	16.553,28
Maggio	17.088,28
Giugno	17.105,09
Luglio	12.623,13
Agosto	14.754,46
Settembre	15.934,56
Ottobre	18.320,96
Novembre	16.207,24
Dicembre	11.501,80
Totale 2021	183.462,18

Il dettaglio mensile dei rifiuti smaltiti nel 2021, espressi in tonnellate, per tipologia di rifiuto è riportato nella seguente tabella.

Tabella 6 - Rifiuti smaltiti nel 2021 (t)

Mese	Totale rifiuti smaltiti
gennaio	13.075,21
febbraio	15.271,40
marzo	15.026,77
aprile	16.553,28
maggio	17.088,28
giugno	17.105,09
luglio	12.623,13
agosto	14.754,46
settembre	15.920,74
ottobre	14.224,64
novembre	14.631,21
dicembre	11.501,80
TOTALE	177.776,01

Nella tabella successiva è riportato invece il dettaglio mensile dei rifiuti recuperati presso l'impianto.

Tabella 7 - Rifiuti recuperati nel 2021 (t)

Mese	Terra e Rocce	Pneumatici	Totale rifiuti recuperati
gennaio	0,00	0,00	0,00
febbraio	0,00	0,00	0,00
marzo	0,00	0,00	0,00
aprile	0,00	0,00	0,00
maggio	0,00	0,00	0,00
giugno	0,00	0,00	0,00
luglio	0,00	0,00	0,00
agosto	0,00	0,00	0,00
settembre	0,00	13,82	13,82
ottobre	4.096,32	0,00	4.096,32
novembre	1.576,03	0,00	1.576,03
dicembre	0,00	0,00	0,00
TOTALE	5.672,35	13,82	5.686,17

Nella seguente tabella sono riportati i rifiuti totali per codice CER, espressi sia in tonnellate che come percentuale sul totale conferiti nel 2021.

Tabella 8 - Conferimenti 2021 per codice CER

CER	Quantità (t)	Percentuale sul totale 2020
CER 040222	130,78	0,071
CER 150102	2,30	0,001
CER 150106	98,11	0,053
CER 160103	13,82	0,008
CER 160122	5,81	0,003
CER 160304	255,71	0,139
CER 170504*	5.672,35	3,091
CER 170504**	30,00	0,016
CER 170604	136,78	0,075
CER 190203	5.079,96	2,769
CER 190501	27.905,53	15,211
CER 190802	59,76	0,033
CER 191004	1.477,87	0,806
CER 191212	142.551,9	77,701
CER 200399	41,55	0,023
TOTALE	183.462,2	100

* rifiuti inviati a recupero

** rifiuti inviati a smaltimento

8.2.2 Sintesi

Dai dati disponibili si nota che, come riportato nel seguente grafico, i rifiuti conferiti a partire dal 1999 hanno assunto un trend crescente fino al 2002, una diminuzione nel 2003, per poi stabilizzarsi intorno alle 260.000-280.000 t/anno fino al 2010. Nel triennio 2011-2013 si è registrato invece un calo dei conferimenti in discarica che nel 2013 decrescono fino a circa 160.000 t/anno, anche per effetto della riapertura dei conferimenti presso la discarica del Pero ed il conseguente conferimento di parte dei flussi dei rifiuti su tale impianto.

Nel 2014 è stato registrato un aumento dei conferimenti rispetto al triennio precedente riportandosi su un valore vicino a quello della media storica. Nel 2015 la quantità di rifiuti conferiti è risultata essere leggermente superiore a quella registrata l'anno precedente, mentre nel periodo 2016 - 2018 si è registrato un trend costantemente decrescente, anche se con quantità sempre superiori alla media storica (circa 258.000 t).

Nel 2021 i conferimenti (circa 183.462 t) sono in diminuzione rispetto all'anno precedente (circa 200.518 t) attestandosi ad un valore confrontabile con quello registrato nel 2012.

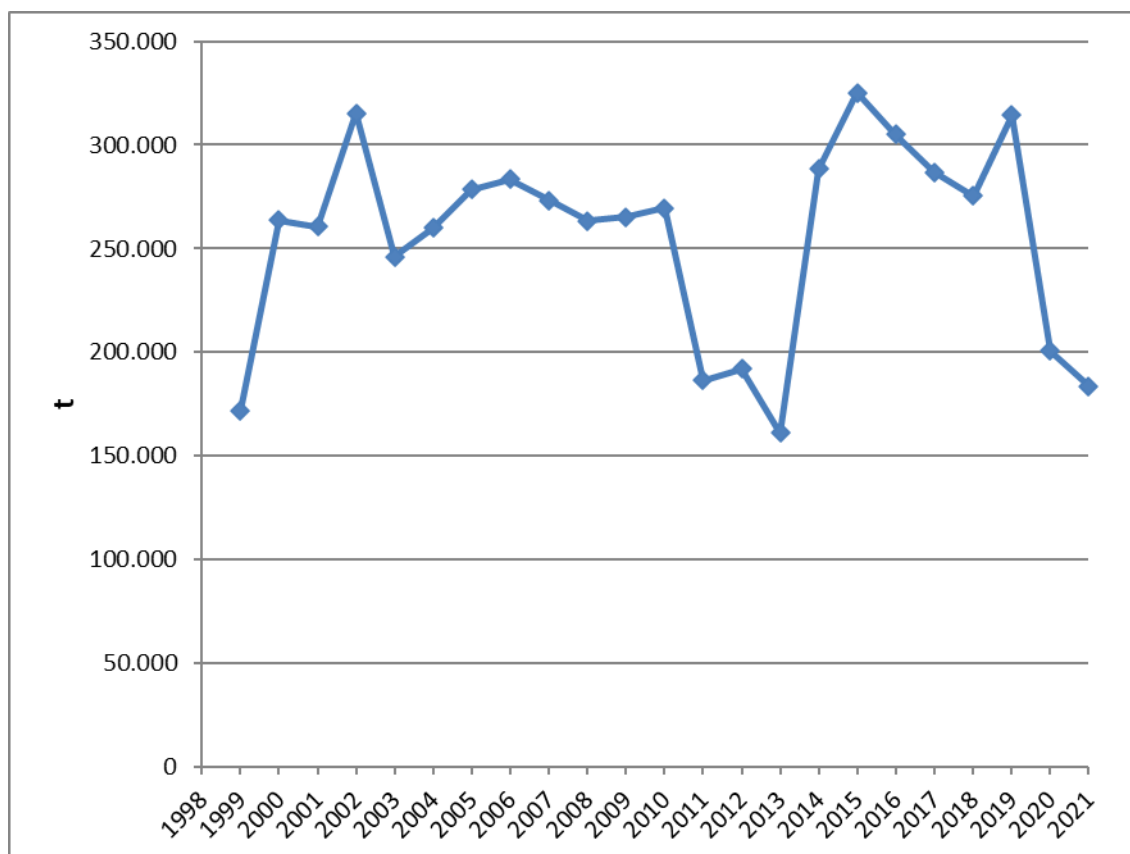


Figura 5 - Conferimenti annuali

Il **conferimento medio nel periodo 1999–2021** è risultato essere pari a **255.168 t/a**, superiore al conferimento del 2021 (circa 183.462 t).

Nel grafico seguente è riportato l'andamento dei rifiuti conferiti con il dettaglio dell'aliquota destinata a smaltimento e quella avviata a recupero. Si nota che, nell'attuale periodo di riferimento, i flussi di rifiuti smaltiti mostrano un andamento abbastanza stabile nel corso dell'anno.

Per quanto riguarda i rifiuti avviati a recupero, nel corso del 2021 sono stati registrati conferimenti, seppur variabili, nei mesi di settembre, ottobre e novembre. In particolare, il valore maggiore è stato registrato nel mese di ottobre, dove si raggiunge un quantitativo massimo di 4.096 tonnellate.

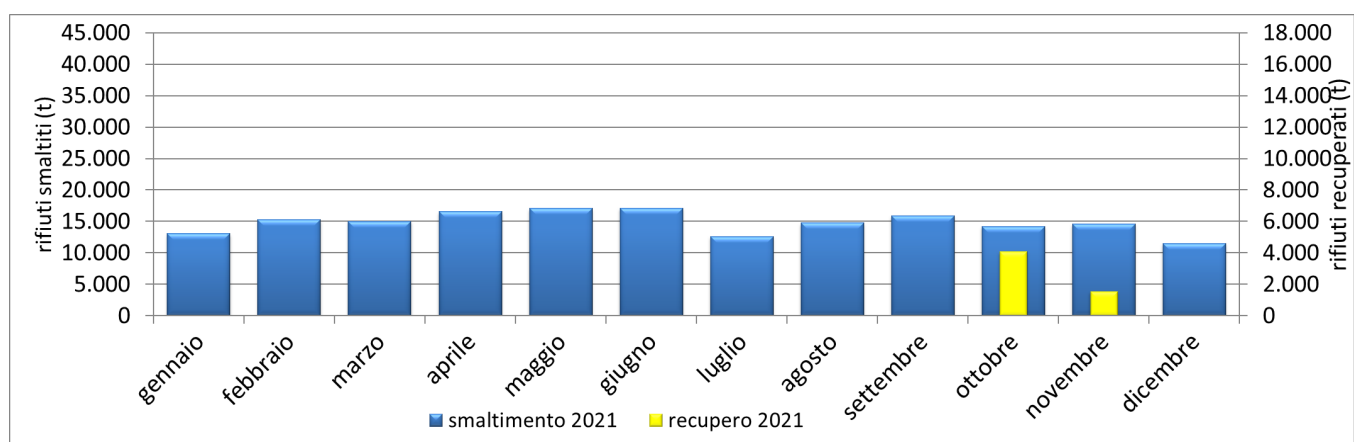


Figura 6 - Rifiuti smaltiti e rifiuti recuperati nel 2021

Nei seguenti due grafici si riporta invece il confronto tra gli ultimi due anni (2019-2021) per quanto riguarda rifiuti smaltiti e recuperati.

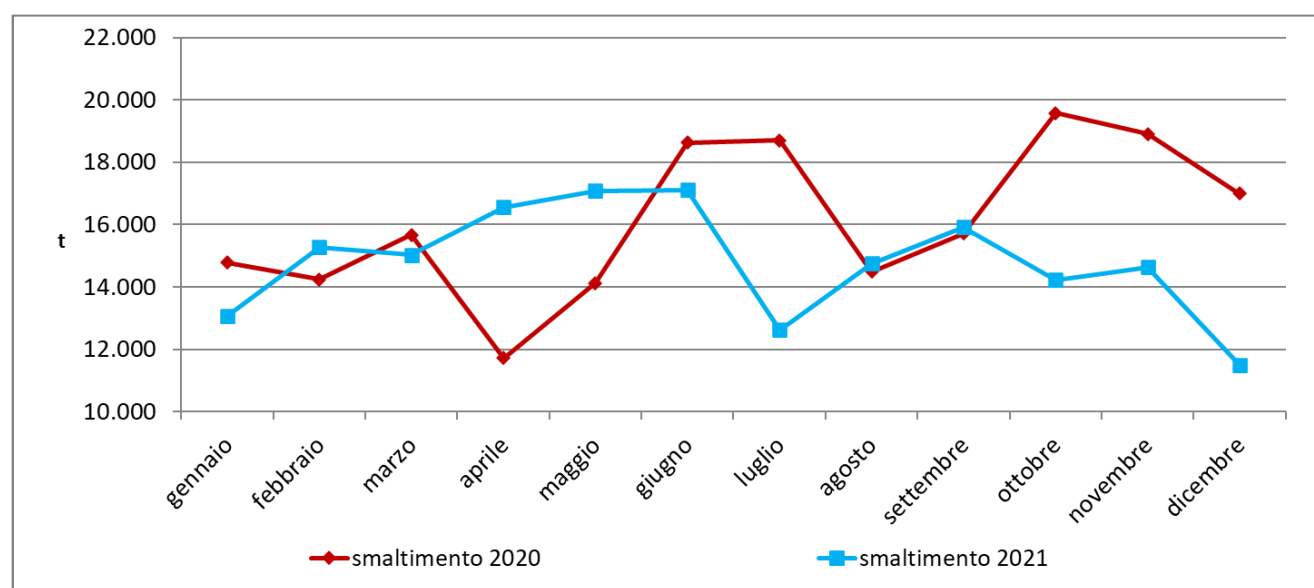


Figura 7 - Confronto dei rifiuti smaltiti mensilmente nel periodo 2020 – 2021

Si può notare come nel corso del 2021 si registra una fluttuazione del quantitativo dei rifiuti smaltiti, tra il minimo registrato a luglio (circa 12.623 t) ed il massimo registrato ad giugno (circa 17.105 t).

Si ricorda che i flussi di rifiuti conferiti nel 2020 e 2021 hanno risentito dello stato emergenziale legato alla diffusione del COVID-19 e delle misure restrittive attuate, in particolare con le chiusure che hanno interessato alcune categorie di attività produttive.

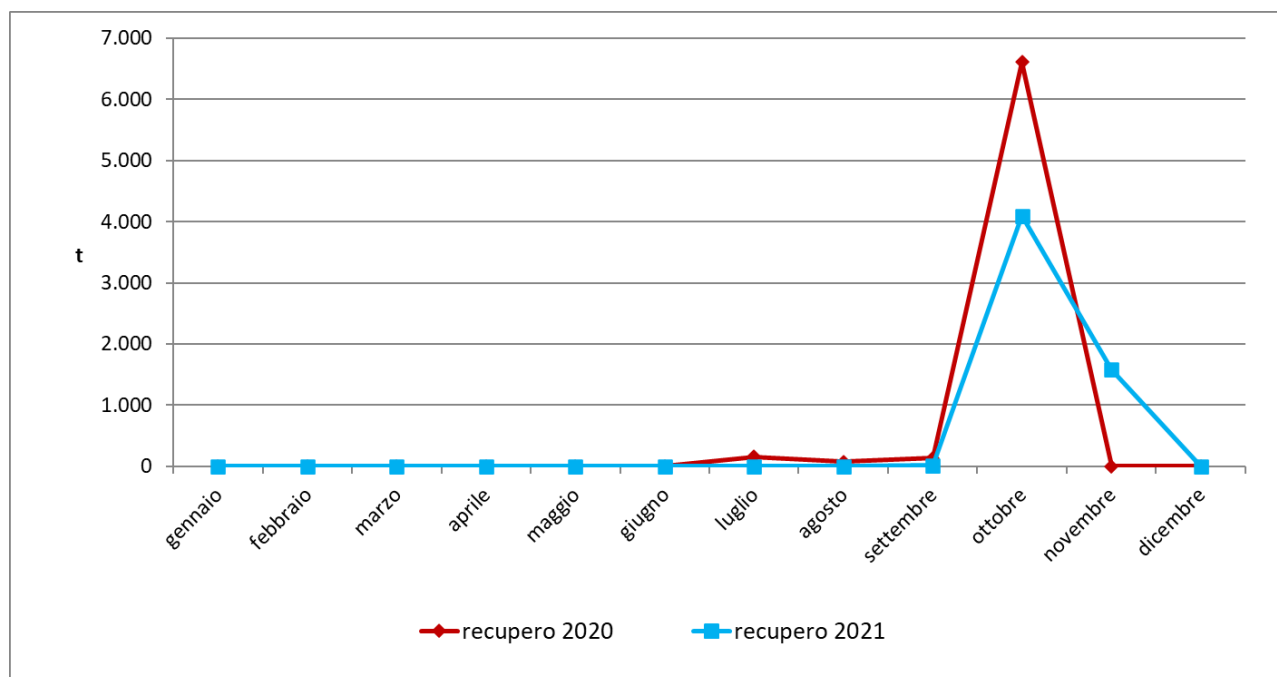


Figura 8 - Confronto dei rifiuti recuperati mensilmente nel periodo 2020 - 2021

In questo caso si nota che la quantità di rifiuti recuperati nel 2021 risulta lievemente inferiore rispetto a quella del 2019, presentando valori nulli nella maggior parte dell'anno. Nel 2021 il valore massimo è stato registrato nel mese di ottobre pari a 4.096,32 t.

Il seguente grafico illustra la distribuzione dei rifiuti nell'anno per le macro categorie:

- rifiuti urbani
- rifiuti speciali
- rifiuti urbani trattati scarti e sovralli
- rifiuti a recupero.

Come evidenziato dal grafico i rifiuti urbani si attestano su basse quantità ed hanno un andamento costante nell'anno. I rifiuti trattati comprensivi degli scarti e sovralli presentano delle fluttuazioni crescente durante l'anno con un massimo registrato nel mese di aprile (11.889 t), infine i rifiuti speciali evidenziano un andamento caratterizzato da locali oscillazioni con il valore massimo registrato a maggio (6.427 t).

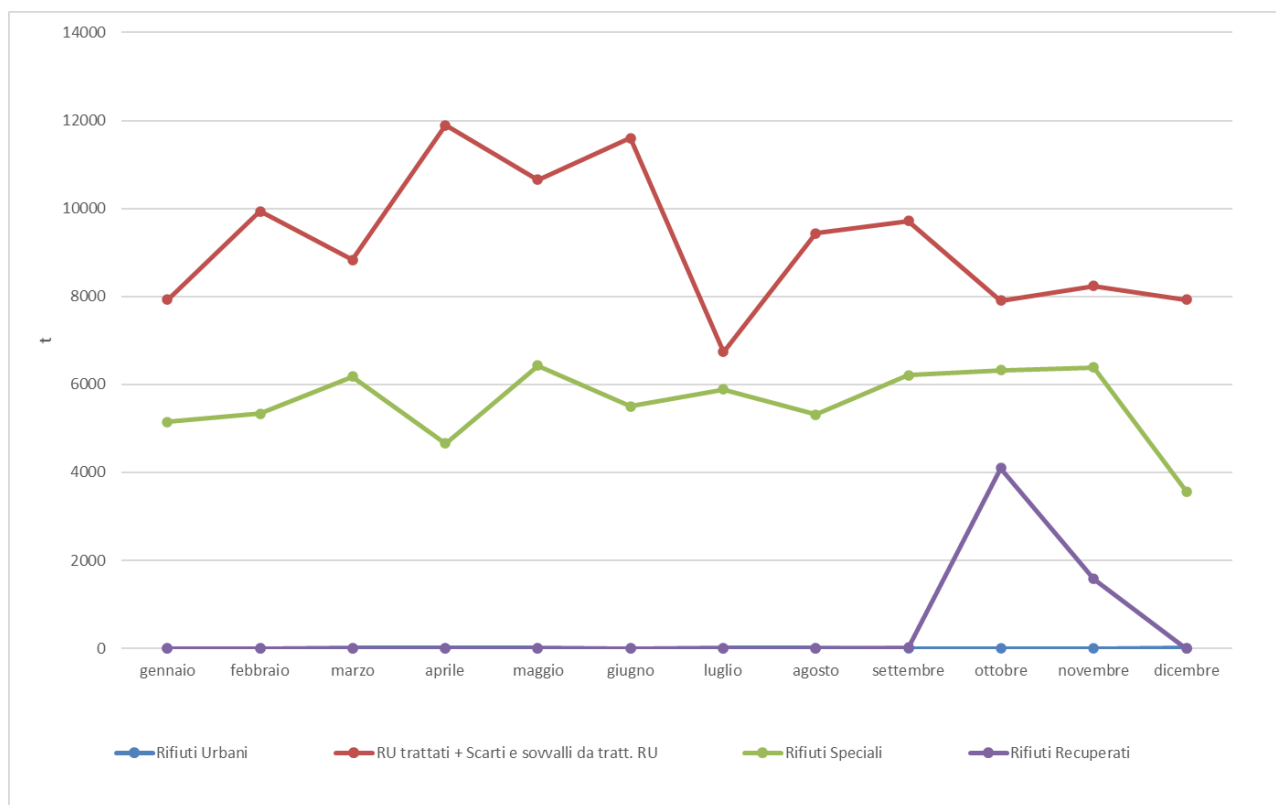


Figura 9 - Andamento dei flussi dei rifiuti per tipologia (2021)

8.3 Controlli effettuati sui rifiuti conferiti

8.3.1 Analisi dei dati

Come riferito dal gestore, sui rifiuti conferiti presso l'impianto vengono regolarmente svolte le attività di controllo in accordo al Piano di Gestione Operativa approvato.

Tali controlli sono finalizzati ad una corretta gestione dello smaltimento dei rifiuti e a verificare la conformità dei rifiuti conferiti con quanto stabilito dall'autorizzazione, oltre che dalla normativa nazionale.

In particolare, i controlli prevedono:

- controllo della documentazione relativa ai rifiuti;
- verifica della conformità delle caratteristiche dei rifiuti indicate nel formulario di identificazione ai criteri di ammissibilità previsti dai sopracitati decreti;
- ispezione visiva di ogni carico di rifiuti prima e dopo lo scarico, verificandone la conformità al formulario di identificazione;
- annotazione sul registro di carico e scarico di tutte le tipologie dei rifiuti e relativi quantitativi e caratteristiche, con l'indicazione dell'origine e della data di consegna da parte del detentore;
- sottoscrizione del formulario di identificazione dei rifiuti trasportati;

- verifiche analitiche a campione della conformità dei rifiuti conferiti (speciali non pericolosi e fanghi) ai criteri di ammissibilità elencati dalla normativa vigente.

Nell'ambito dei conferimenti del 2021, il gestore ha effettuato una serie di controlli su alcune tipologie di rifiuti conferiti in discarica.

Tali controlli sono stati effettuati a campione e alle date indicate nella seguente tabella (date di consegna del campione al laboratorio di analisi) al fine di caratterizzare il rifiuto stesso.

Tabella 9 - Elenco delle analisi effettuate sui rifiuti nel 2021

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	11/01/2021	21.0038.002 del 21-01-2021	conforme
19.12.12	11/01/2021	21.0038.003 del 21-01-2021	conforme
19.12.12	11/01/2021	21.0038.001 del 21-01-2021	conforme
19.12.12	11/01/2021	21.0038.004 del 21-01-2021	conforme
19.12.12	11/01/2021	21.0038.006 del 21-01-2021	conforme
19.05.01	11/01/2021	21.0038.007 del 21-01-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.002 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.001 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.003 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.004 del 26-02-2021	conforme
19.02.03	12/02/2021	21.0209.009 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.006 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.007 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.008 del 26-02-2021	conforme
19.10.04	12/02/2021	21.0209.009 del 26-02-2021	conforme
19.12.12	12/02/2021	21.0209.012 del 26-02-2021	conforme
19.05.01	25/03/2021	21LA05913 del 06-04-2021	conforme
19.12.12	25/03/2021	21LA05915 del 06-04-2021	conforme
19.12.12	25/03/2021	21LA05917 del 06-04-2021	conforme
19.12.12	25/03/2021	21LA05919 del 07-04-2021	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	25/03/2021	21LA05912 del 06-04-2021	conforme
19.05.01	25/03/2021	21LA05914 del 06-04-2021	conforme
19.12.12	21/03/2021	21.0562.001 del 07-05-2021	conforme
19.12.12	21/03/2021	21.0562.003 del 07-05-2021	conforme
19.05.01	21/03/2021	21.0562.002 del 07-05-2021	conforme
19.12.12	21/03/2021	21.0562.004 del 07-05-2021	conforme
19.12.12	21/03/2021	21.0562.005 del 07-05-2021	conforme
19.02.03	21/03/2021	21.0562.006 del 07-05-2021	conforme
19.12.12	21/03/2021	21.0562.007 del 07-05-2021	conforme
19.12.12	29/04/2021	29.120_21 del 10-05-2021	conforme
19.12.12	29/04/2021	28.120_21 del 10-05-2021	conforme
19.12.12	09/06/2021	55.162_21 del 21-06-2021	conforme
19.12.12	09/06/2021	56.162_21 del 21-06-2021	conforme
19.12.12	09/06/2021	54.162_21 del 21-06-2021	conforme
19.05.01	09/06/2021	57.162_21 del 21-06-2021	conforme
19.12.12	09/06/2021	53.162_21 del 21-06-2021	conforme
19.05.01	21/06/2021	72.176_21 del 02-07-2021	conforme
19.12.12	21/06/2021	74.176_21 del 02-07-2021	conforme
19.12.12	06/07/2021	ANALISI NON ESEGUITE	Non conforme
19.12.12	15/07/2021	21.0987.001 del 30-07-2021	conforme
19.12.12	15/07/2021	21.0987.002 del 30-07-2021	conforme
19.12.12	15/07/2021	21.0987.003 del 30-07-2021	conforme
19.12.12	23/07/2021	87.208_21 del 03-08-2021	conforme
19.12.12	23/07/2021	88.208_21 del 03-08-2021	conforme
19.12.12	23/07/2021	89.208_21 del 03-08-2021	conforme
19.12.12	23/07/2021	90.208_21 del 03-08-2021	conforme
19.05.01	30/08/2021	21.1192.001 del 15-09-2021	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
19.12.12	30/08/2021	21.1192.002 del 15-09-2021	conforme
19.12.12	13/09/2021	1.263_21 del 23-09-2021	conforme
19.05.01	13/09/2021	5.263_21 del 23-09-2021	conforme
19.12.12	13/09/2021	2.263_21 del 23-09-2021	conforme
19.12.12	15/09/2021	3.263_21 del 23-09-2021	conforme
19.12.12	15/09/2021	4.263_21 del 23-09-2021	conforme
19.12.12	17/09/2021	21.1319.001 del 08-10-2021	conforme
19.12.12	21/09/2021	21.1319.002 del 08-10-2021	conforme
19.12.12	17/09/2021	21.1319.003 del 08-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	10.277_21 del 12-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	11.277_21 del 12-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	12.277_21 del 12-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	13.277_21 del 12-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	14.277_21 del 12-10-2021	conforme
17.05.04	29/09/2021	16.277_21 e 18.277_21 del 12-10-2021	conforme
17.05.04	29/09/2021	17.277_21 e 19.277_21 del 12-10-2021	conforme
19.12.12	29/09/2021	15.277_21 del 12-10-2021	conforme
17.05.04	08/10/2021	21LA00137-21LA00141 del 25-10-21	conforme
17.05.04	08/10/2021	21LA00138-21LA00142 del 25-10-21	conforme
19.12.12	03/12/2021	21LA23104 DEL 20-12-2021	conforme
19.12.12	03/12/2021	21LA23105 DEL 20-12-2021	conforme
19.12.12	03/12/2021	21LA23108 DEL 20-12-2021	conforme
19.12.12	03/12/2021	21LA23261 del 22-12-2021	Non conforme
19.12.12	03/12/2021	21LA23257 DEL 21-12-2021	conforme
19.02.03	03/12/2021	21LA23106 DEL 20-12-2021	conforme
17.05.04	03/12/2021	21LA23118 DEL 20-12-2021	conforme

Codice CER	Data Prelievo Campione	N° Rapporto di Prova	Esito controllo ai fini dell'ammissibilità in discarica
17.05.04	03/12/2021	21LA23107 DEL 20-12-2021	conforme

Si dà atto che nel corso del 2021 è stato respinto a seguito di verifiche visive per non conformità rispetto all'omologa il seguente carico.

Tabella 10 - Elenco dei rifiuti respinti (2021)

TIPO RIFIUTO	DATA RESPINGIMENTO	COMUNICAZIONE
CER19.12.12	26/01/2021	246 del 27/12/21
CER 19.12.12	01/03/21	590 del 02/03/21
CER 19.12.12	20/04/21	1078 del 21/04/21

8.3.2 Sintesi

Dalle informazioni fornite dal gestore in merito ai controlli analitici effettuati a campione sui rifiuti conferiti è emersa la generale conformità degli stessi ai criteri di ammissibilità previsti dalla normativa vigente e dall'atto autorizzativo, sia per quanto riguarda il codice di classificazione che le prescrizioni vigenti al momento dell'analisi relative alla caratterizzazione chimica dei rifiuti, risultando pertanto smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi.

Solo in sporadici casi il gestore ha rilevato che le caratteristiche di alcuni carichi non risultavano conformi ai criteri di ammissibilità per la discarica in esame e quindi i carichi sono stati respinti.

8.4 Andamento dei flussi e del volume di percolato e relative procedure di smaltimento

8.4.1 Analisi dei dati

Il controllo delle caratteristiche quali-quantitative del percolato ha lo scopo di:

- caratterizzare qualitativamente il refluo (percolato) prodotto;
- fornire informazioni sullo stato di sviluppo e stabilizzazione dei fenomeni biochimici di degradazione della sostanza organica presente nei rifiuti.

I dati forniti dal gestore sulla quantità di percolato smaltito sono disponibili a partire dall'anno 2002 e sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 11 - Produzione annuale di percolato

Anno	CER	Percolato smaltito (t)
2002	190703	15.413
2003		16.383
2004		18.732
2005		31.087
2006		32.043
2007		24.629
2008		30.525
2009		27.400
2010		40.581
2011		29.206
2012		30.446
2013		39.908
2014		36.160
2015		37.529
2016		48.454
2017		30.656
2018		36.714
2019		41.064
2020		33.558
2021		31.307
Totale		631.796

Nella seguente tabella sono riportati i dati mensili di percolato smaltito nel 2021.

Tabella 12 - Produzione mensile di percolato - 2021

Mese	Percolato smaltito (t)
Gennaio	4.372,5
Febbraio	4.019,09
Marzo	4.092,06
Aprile	2.428,56
Maggio	2.247,55
Giugno	1.480,79

Mese	Percolato smaltito (t)
Luglio	1.817,36
Agosto	1.731,17
Settembre	1.658,21
Ottobre	1.425,54
Novembre	2.350,99
Dicembre	3.683,97
Totale	31.307,79

Il percolato viene raccolto dal fondo della discarica mediante una serie di pozzi muniti di pompe di emungimento, ed è inviato a 4 punti di raccolta dotati di vasca di contenimento e cisterne di accumulo per una capacità totale di 320 m³ che si trovano nell'area dell'impianto.

Ad essi si vanno ad aggiungere circa 362 m³ costituiti da 3 sistemi composti da serbatoio flessibile e cisterna metallica di recentemente installazione.

Contestualmente al conferimento ai punti di raccolta il percolato viene caricato su autobotte e conferito presso idonei impianti di smaltimento esterni.

Gli impianti presso cui viene conferito il percolato raccolto dalla discarica Casa Rota ed i relativi quantitativi sono riportati nella seguente tabella.

Tabella 13 - Impianti di smaltimento percolato

Impianto	Quantità conferita nel 2020 (t)
ACQUE INDUSTRIALI SRL	30,76
G.I.D.A. SPAGESTIONE IMPIANTI DEPURAZIONE ACQUE	7.525,03
HERAMBIENTE SERVIZI INDUSTRIALI S.r.l.	12314,2
HERAMBIENTE SPA	184,54
NUOVE ACQUE SPA	11.253,26
TOTALE	31.307,79

8.4.2 Sintesi

In base ai dati resi disponibili dalla CSAI relativi al 2021 si può osservare che la produzione media mensile di percolato risulta pari a 2.609 tonnellate, con un massimo di 4.372 t (gennaio) ed un minimo di 1.425 t (ottobre).

Al fine di valutare la correlazione tra la quantità di percolato captato e gli eventi meteorologici sono stati acquisiti i dati registrati dalla centralina meteorologica installata in discarica.

Nel seguente grafico è riportata la quantità di percolato captata in relazione alle precipitazioni mensili.

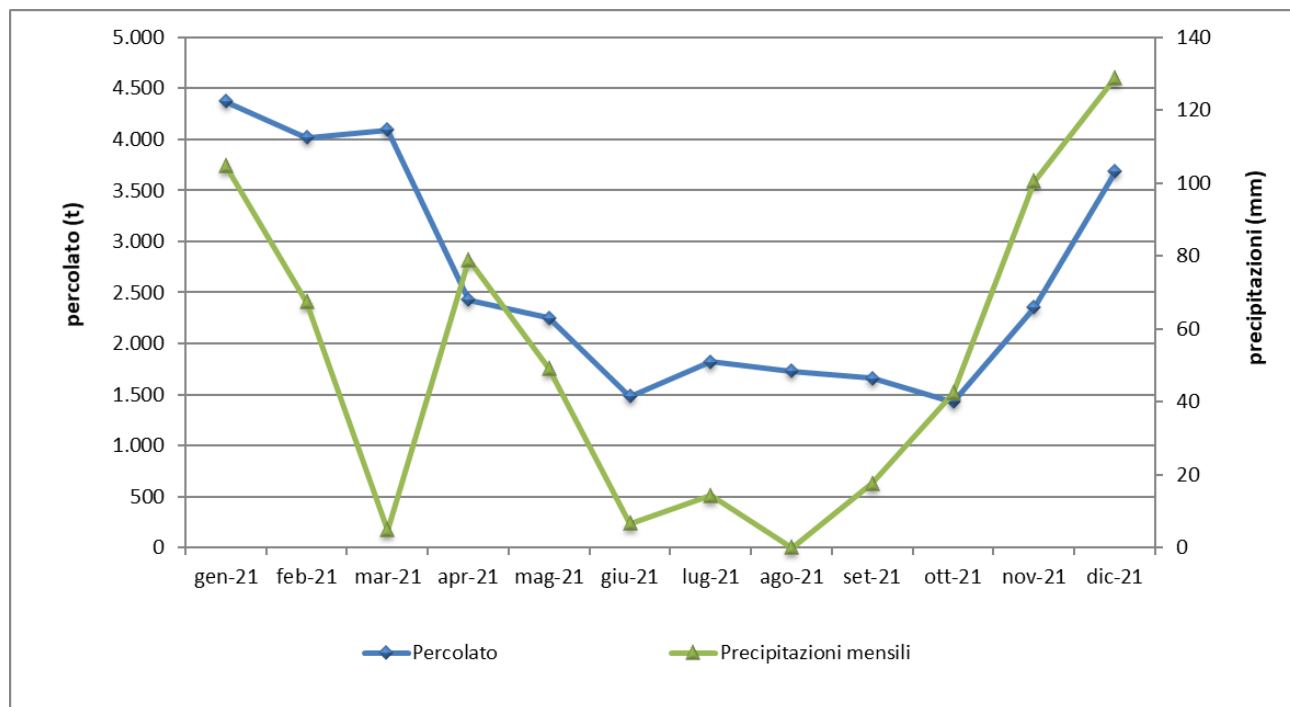


Figura 10 - Percolato smaltito mensilmente e precipitazioni (2021)

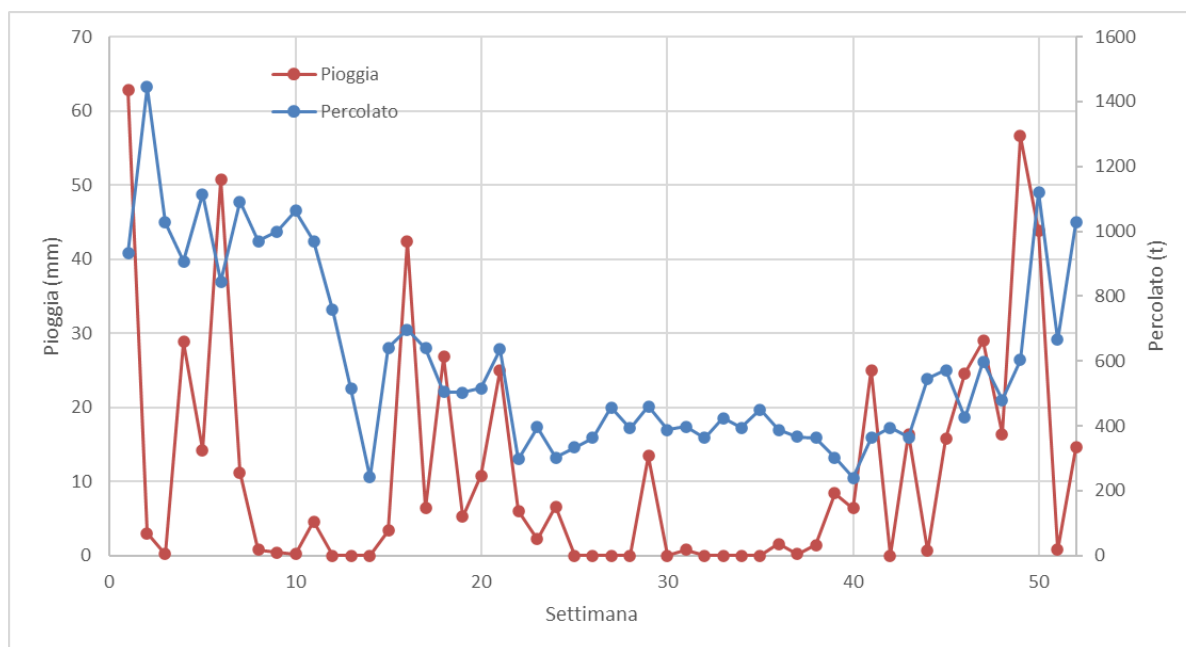


Figura 11 - Percolato smaltito settimanalmente e precipitazioni (2021)

Per quanto riguarda la produzione annua di percolato, si osserva un trend storico crescente fino al 2016, dopodiché si rileva un'inversione di tendenza con oscillazioni su base annua.

Il progressivo incremento delle superfici della discarica interessate al conferimento dei rifiuti comportata un incremento del rateo di crescita del percolato a parità di afflusso meteorico; le quantità di percolato prodotto e smaltito dipendono quindi non solo dalle precipitazioni e dai rifiuti conferiti ma anche dalle superfici occupate dai rifiuti e dalla tipologia di copertura.

In particolare, il picco massimo si rileva nel 2016, quando la produzione di percolato ha raggiunto le 48.454 t. Nel 2017, con la progressiva chiusura di superfici della discarica, la produzione è tornata ai livelli del 2012 con un decremento di circa il 37% rispetto all'anno precedente. Nel 2018 si registra un aumento della produzione di percolato di circa del 20% rispetto al 2017, dovuto presumibilmente alle maggiori precipitazioni registrate rispetto al 2017 (+57%). Nel 2019 si evidenzia un ulteriore incremento rispetto all'anno precedente di circa il 12% ricollegabile, analogamente a quanto visto per il 2018, all'incremento registrato per le piogge. Nel 2020 si registra invece una diminuzione della produzione del percolato pari a circa il 18% rispetto al 2019. Nel 2021 si registra un'ulteriore diminuzione della produzione di percolato, che risulta pari a 31.307 t rispetto a 33.557 t dell'anno precedente.

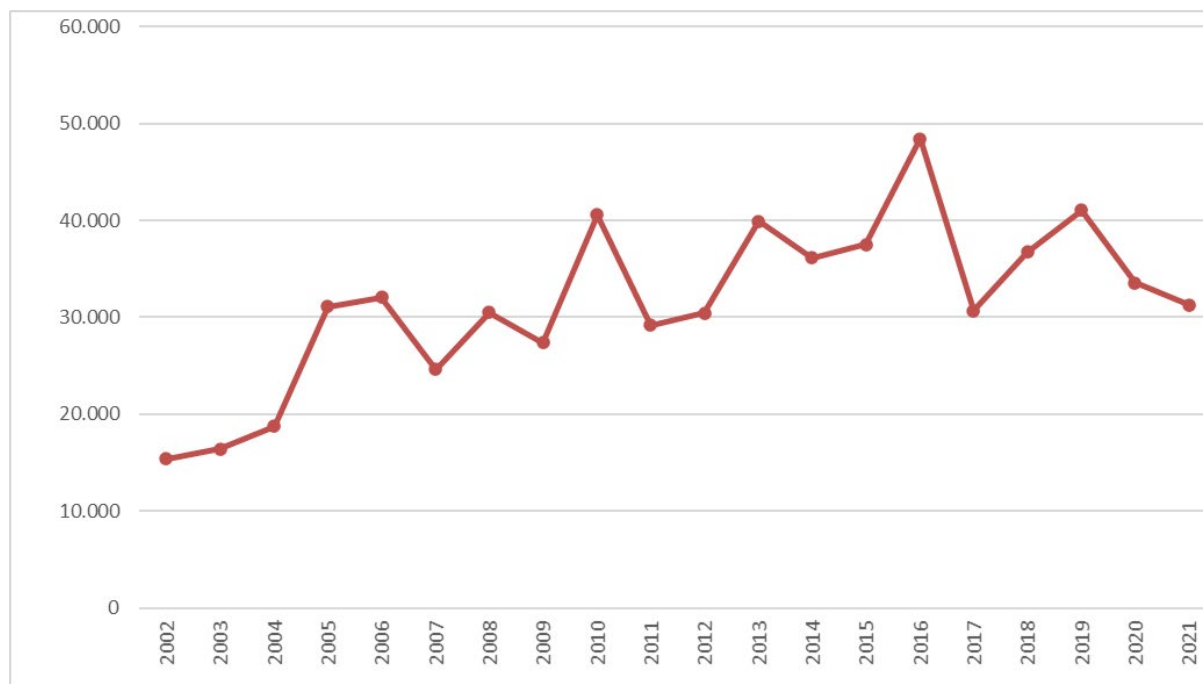


Figura 12 - Produzione annua di percolato (t)

Le oscillazioni registrate a partire dal 2005 si ritengono ascrivibili:

- all'attivazione dei nuovi moduli di ampliamento (produzione percolato in aumento) che hanno fornito via via un contributo alla produzione totale di percolato dell'intera discarica;
- alle attività di chiusura provvisoria/definitiva di moduli nel tempo (produzione percolato in diminuzione);
- alle variazioni delle precipitazioni atmosferiche annue.

Con particolare riferimento alle piogge, infatti, la produzione totale di percolato rispecchia, in linea di massima, l'andamento delle precipitazioni totali annue, come riportato nella seguente tabella e grafico (l'andamento può anche dipendere da altri fattori non considerati nella valutazione, quali le superfici esposte/chiuso).

Tabella 14 - Variazioni annue di piogge e percolato

Anno	Precipitazioni (mm)	Variazione (rispetto all'anno precedente)	Percolato prodotto (t)	Variazione (rispetto all'anno precedente)
2007	498,4	-	24.629	-
2008	946,4	+89,9%	30.525	+23,9%
2009	789,8	-16,5%	27.400	-10,2%
2010	1.268,8	+60,6%	40.580	+48,1%
2011	560,4	-55,8%	29.206	-28,0%
2012	903,6	+61,2%	30.446	+4,2%
2013	1.041,0	+15,2%	39.908	+31,1%
2014	989,8	-4,9%	36.160	-9,4%
2015	598,4	-39,5%	37.529	+3,8%
2016	761,6	+27,3	48.454	+29%
2017	538,8	-29,25%	30.656	-36,7%
2018	843,4	+57%	36.714	+20,0%
2019	931,2	+10,4%	41.065	+11,8%
2020	778,6	-16,4%	33.558	-18,3%
2021	615,2	-21,0%	31.307	-6,7%

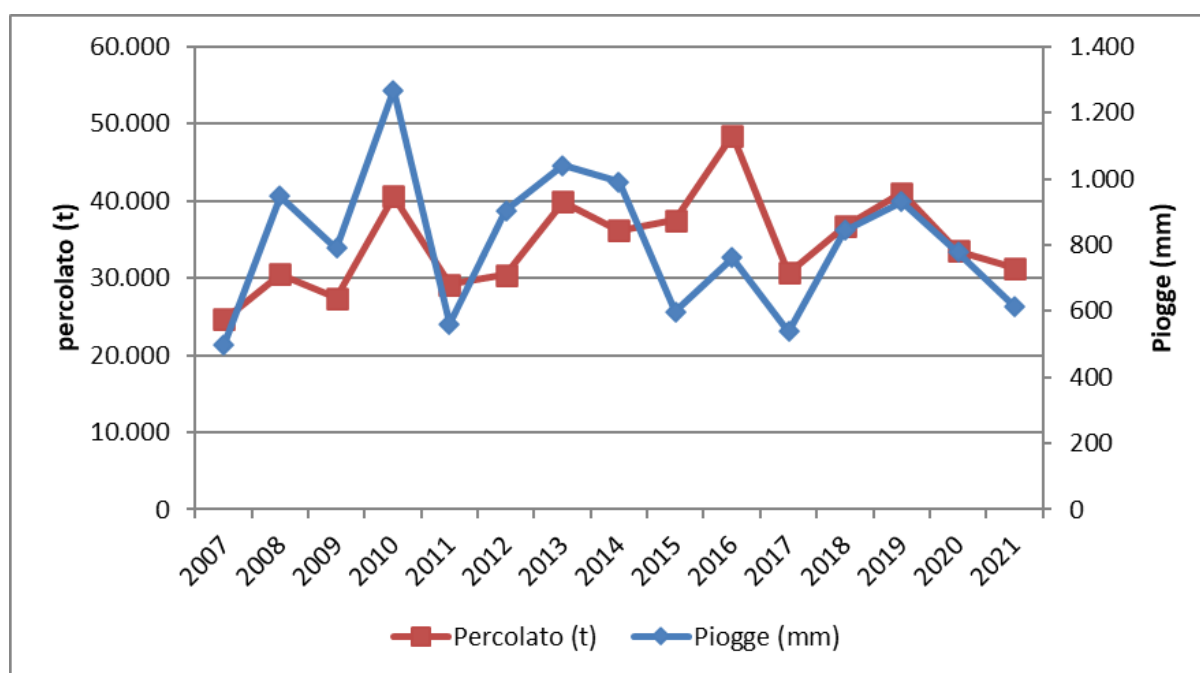


Figura 13 - Correlazione piogge percolato (valori totali annui)

La situazione riscontrata evidenzia quindi nel complesso una adeguata applicazione delle procedure di gestione del percolato in relazione all'evoluzione della discarica nel corso degli anni.

8.5 Sistemi e modalità di gestione del percolato

8.5.1 Premessa

Il presente paragrafo è stato inserito nella Relazione Annuale in risposta alla richiesta di ARPAT (rif. prot. n. 2019/0008028 del 31/01/2019) avente ad oggetto *“Discarica di Casa Rota - richiesta di dati e relazione specifica inerente la gestione del percolato”*.

Nello specifico ARPAT chiede di integrare la Relazione Annuale con i seguenti dati e informazioni per quanto riguarda la gestione del percolato:

- *“l'andamento dei battenti in ciascun pozzo con indicazione dei livelli massimi raggiunti;*
- *le modalità di utilizzo dei dati di monitoraggio dei battenti, ai fini della pianificazione delle attività di estrazione e smaltimento del percolato;*
- *eventuali nuove istruzioni operative interne, relative alla gestione del percolato, emesse a seguito dell'attivazione del sistema di registrazione in continuo dei battenti;*
- *criticità eventualmente registrate nella gestione del battente nei periodi piovosi;*
- *i flussi su base settimanale dei conferimenti in esterno del percolato (tabella in formato elettronico);*
- *eventuali ulteriori elementi pertinenti le attività di gestione del percolato.*

Alla relazione richiesta dovranno essere allegate:

- *tavole planimetriche dell'area di discarica e delle relative vasche dei rifiuti rappresentate mediante curve di livello quotate e con riportata la posizione dei pozzi del percolato;*
- *tavola con rappresentazione mediante curve di livello quotate della attuale superficie topografica della discarica, dei pozzi di percolato, delle tipologie di coperture presenti nei vari settori e dei relativi periodi di realizzazione;*
- *tabella contenete per ciascun pozzo di percolato: coordinate GPS, profondità dal piano di campagna, quota del fondo pozzo, quota del fondo vasca nella verticale del pozzo, se trattasi di pozzo duale o no, stima della produttività e qualora disponibili gli effettivi volumi estratti nell'anno di riferimento.”*

Nei successivi paragrafi viene dato riscontro ai vari punti sopra indicati, compatibilmente con il sistema di gestione presente in sito e le relative procedure operative.

8.5.2 Descrizione generale del sistema di gestione del percolato e modalità operative di gestione

Nel presente paragrafo sono descritti il sistema di gestione del percolato, le procedure operative attuate dal gestore e lo stato attuale (dicembre 2021) di copertura della discarica.

In particolare, con riferimento alla nota ARPAT citata in premessa precedente, le informazioni contenute nel presente paragrafo intendono fornire riscontro in merito a:

- *le modalità di utilizzo dei dati di monitoraggio dei battenti, ai fini della pianificazione delle attività di estrazione e smaltimento del percolato;*

- *eventuali nuove istruzioni operative interne, relative alla gestione del percolato, emesse a seguito dell'attivazione del sistema di registrazione in continuo dei battenti.*

Inoltre, in allegato alla presente relazione (Appendice 5) sono riportati i seguenti elaborati grafici, come richiesto da ARPAT:

- *tavole planimetriche dell'area di discarica e delle relative vasche dei rifiuti rappresentate mediante curve di livello quotate e con riportata la posizione dei pozzi del percolato (Tavola "Planimetria dei pozzi di emungimento del percolato su fondi vasca aggiornata al 31/12/2021");*
- *tavola con rappresentazione mediante curve di livello quotate della attuale superficie topografica della discarica, dei pozzi di percolato, delle tipologie di coperture presenti nei vari settori e dei relativi periodi di realizzazione (Tavola "Planimetria dei pozzi di emungimento del percolato su rilievo aggiornata al 31/12/2021" e Tavola "Planimetria delle coperture" di gennaio 2022).*

Attualmente il sistema di gestione del percolato implementato da CSAI è composto da 57 pozzi del percolato. Di questi, 5 pozzi (n. 14, 18, 19, 22, 10) non sono più utilizzabili e sono stati affiancati da nuovi pozzi ritrovati o ricostruiti in opera (dettaglio nelle tavole allegato in Appendice 5).

Gestionalmente il liquido viene emunto dai pozzi presenti in discarica tramite pompe ad immersione collocate nei pozzi e inviato a più cisterne di stoccaggio dalle quali il percolato viene caricato su autocisterne per il trasporto verso impianti di smaltimento esterni.

Nei pozzi del percolato collocati in aree non direttamente interessate ad attività operative sono installate sonde automatiche di rilevamento del battente e pompe di emungimento.

Le sonde sono state installate su tutti i pozzi coinvolti nella gestione dei rifiuti fatta eccezione per pochi ed isolati casi.

In funzione del processo di coltivazione della discarica, si rileva che il posizionamento delle pompe di emungimento e sonde all'interno dei pozzi è un processo dinamico fatto di fasi di disinstallazione e successiva reinstallazione sui quei pozzi che verranno di volta in volta interessati dalle fasi di conferimento attivo essendo il processo di coltivazione gestito per strati sovrapposti.

Ne consegue che in corrispondenza delle aree di conferimento rifiuti non è possibile garantire alcun limite del livello del percolato nel pozzo né alcuna misura. CSAI si impegna al ripristino del livello entro i limiti massimi predetti entro 20 giorni dal termine dei conferimenti in detta area impiantistica.

Le attuali modalità operative prevedono l'estrazione del percolato dal corpo rifiuti secondo modalità miste:

- modalità **manuale**, con l'attivazione delle pompe di emungimento dei pozzi effettuata dall'operatore in campo ovvero attraverso il sistema di supervisione appositamente sviluppato;
- modalità **automatica**, sui pozzi identificati come più produttivi, al raggiungimento di un predefinito livello nel pozzo.

Attualmente solo i pozzi identificati con i n. 20, 23, 31 e 55 sono stati dotati, anche di un sistema di emungimento automatico sotto inverter opportunamente settato. Il sistema installato entra in esercizio al raggiungimento di un livello posto in corrispondenza della pompa. Livellostatici posti all'interno della cisterna di raccolta a cui è collettato bloccano la pompa qualora il livello salisse oltre un determinato franco di sicurezza.

Tutti gli altri pozzi vengono attivati manualmente da parte del personale secondo lo schema logico sequenziale indicato nel "PROTOCOLLO DI GESTIONE DEL SISTEMA DI ESTRAZIONE DEL PERCOLATO" (documento allegato - Appendice 5) inoltrato con prot 1599/21 del 29/06/21.

Tale protocollo contiene anche una proposta operativa del gestore per la minimizzazione del battente del percolato in discarica, con l'obiettivo di traguardare le previsioni del D.Lgs. 36/03. In particolare in tale PROTOCOLLO, CSAI propone i seguenti obiettivi:

- mantenere un livello di battente "obiettivo" di 1 m;
- mantenere un livello "massimo" del battente di 3 m;
- tempi massimi di permanenza dei battenti sopra il valore obiettivo di 24 h.

In presenza di condizioni eccezionali che impediscano o meno il rispetto di detti valori, il protocollo proposto da CSAI prevede l'invio di una specifica comunicazione ad ARPAT fornendo indicazioni circa le cause, le azioni intraprese per ripristinare il battente ed i tempi di rientro entro i livelli "obiettivo".

8.5.3 Caratteristiche e operatività del sistema di monitoraggio dei livelli di percolato

Le sonde installate nei pozzi del percolato forniscono, come dato finale, il battente presente in ciascun pozzo utilizzando sensori che misurano la contropressione determinata dalla colonna di liquido presente nel pozzo stesso. Il sistema di misura funziona con l'ausilio di una rete di aria compressa che raggiunge ciascuno dei pozzi attrezzati con sonda.

Si precisa che nel corso del mese di giugno 2020 il pozzo 57 è stato scollegato per completare i conferimenti nell'area e ad agosto 2020 si è proceduto a scollegare il pozzo 41 che nei mesi successivi è stato interessato dalle attività di conferimento dei rifiuti.

Il pozzo 57 al termine dei conferimenti nell'area di competenza è stato riattivato alimentandolo con gruppo elettrogeno e tubazioni in superficie approntate eccezionalmente, ma senza sonda di misura dei livelli e senza collegamento all'impianto elettrico, al fine di mantenere un'area dedicata disponibile ai conferimenti in condizioni emergenziali dei rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale n. 110 del 14/11/20 e delle raccomandazioni dell'ISS contenute nel rapporto n. 3/2020 versione del 31/05/2020.

Successivamente a partire da marzo 2021 entrambi i pozzi sopra indicati sono stati nuovamente dotati di sonda e si è pertanto provveduto a monitorare i livelli di battente.

A partire dal mese di settembre il pozzo 56, essendo interessato direttamente dalle attività di conferimento dei rifiuti, è stato scollegato.

Nel periodo maggio – ottobre 2021 a causa di un problema occorso al quadro di distribuzione dell'e.e. il pozzo 50 è rimasto privo di alimentazione e si è dovuto provvedere ad alimentare la pompa con gruppo elettrogeno senza poter alimentare la sonda di livello.

L'effettiva disponibilità dei dati acquisiti dal sistema implementato è legata alla contemporanea presenza dei seguenti condizioni:

- alimentazione elettrica della sonda;
- presenza della rete wi-fi interna dedicata alle sonde;
- pressione sulla rete di aria compressa che raggiunge ogni singolo pozzo.

Come si può immaginare, essendo l'area di discarica vasta ed ancora in fase di gestione attiva in alcune sue aree, non sempre è possibile garantire la presenza contemporanea di tutti questi tre elementi e pertanto si possono verificare periodi più o meno prolungati con assenza di dati registrati su specifici pozzi. Inoltre, le stesse pompe di estrazione, immerse in un liquido aggressivo come il percolato, presentano spesso problemi di funzionamento tali da rendere necessaria la loro estrazione e sostituzione; tale operazione può richiedere anche molto tempo in funzione delle condizioni al contorno in cui occorre operare.

Inoltre, si possono verificare periodicamente improvvise fluttuazioni dei dati rilevati dalle sonde (come già successo). Ciò è imputabile al fatto che le sonde di misura risultano affette da alcune criticità legate al sistema stesso, generalmente indotte da aumenti di pressione sulla cella piezoelettrica della sonda, quali ad esempio piccole particelle di umidità contenuta nell'aria compressa oppure piccoli trafilamenti di aria compressa dalla valvola di regolazione. In tali casi l'unica opzione possibile è la verifica manuale del livello e l'eventuale sostituzione della sonda, operazione comunque non di facile attuazione considerando le dimensioni della rete di misura, la dislocazione dei pozzi e l'imprevedibilità di tale potenziale evento.

Per tali motivi, benché il sistema di gestione descritto sia stato progressivamente ampliato e migliorato nella sua conformazione generale, consentendo di ottimizzare la gestione complessiva del percolato, il sistema in parola non potrà garantire una puntuale e costante affidabilità in termini di stabilità operativa. In ogni caso lo stesso è utilizzato dal Gestore per avere un rapido quadro della situazione volta ad una più proficua gestione del percolato, nell'ottica finale del rispetto delle previsioni del D.Lgs. 36/03 di minimizzazione del battente del percolato in discarica.

8.5.4 Dati acquisiti dal sistema di gestione del percolato

I dati acquisiti dal sistema di misura dei battenti sono riportati nei grafici allegati alla presente Relazione in Appendice 5.

Dai grafici allegati si può rilevare *“l'andamento dei battenti in ciascun pozzo con indicazione dei livelli massimi raggiunti”*.

A tale proposito preme sottolineare nuovamente quanto già detto al precedente paragrafo in merito alla possibilità che, per le caratteristiche del sistema e per le condizioni di operatività, si possano verificare fluttuazioni dei dati che potrebbero non essere rappresentative del reale battente nei pozzi.

Come richiesto da ARPAT (rif. prot. n. 2019/0008028 del 31/01/2019, avente ad oggetto “*Discarica di Casa Rota - richiesta di dati e relazione specifica inerente la gestione del percolato*”) nella seguente tabella sono indicati per ciascun pozzo di percolato: coordinate GPS, quota del fondo pozzo, quota del fondo vasca nella verticale del pozzo, se trattasi di pozzo duale o no (non sono disponibili dati inerenti la stima della produttività né gli effettivi volumi estratti nell'anno di riferimento dal singolo pozzo). Per l'ubicazione dei pozzi si rimanda alle tavole allegate.

Tabella 15 - Tabella ubicazione pozzi

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2021 (m slm)	Estrazione biogas
3	1705761,15	4828906,51	NO	143,8	144,3	158	SI
4	1705716,32	4828845,35	NO	155	155,5	162,5	SI
5	1705740,92	4828891,22	SI	144	148	161	SI
6	1705744,30	4828941,73	SI	144,5	148,5	161,5	SI
7	1705753,42	4828981,84	NO	152	152	160	SI
8	1705756,27	4829004,69	NO	158,8	158,8	163	NO
9	1705835,59	4829039,75	SI	161	161	168	NO
10	1705808,20	4829045,69	NO	155	155	168,21	SI
11	1705815,05	4829048,82	SI	156	156	168,21	NO
12	1705734,02	4829020,78	SI	153	156	169	SI
13	1705703,50	4828935,04	SI	144,3	155	169	SI
14	1705707,05	4828942,58	NO	144,3	144,8	169	SI
15	1705633,19	4828906,33	NO	152	152,5	177	SI
16	1705586,32	4828880,25	NO	165,5	166	179,5	NO
17	1705546,97	4828903,07	NO	167,95	168,45	191	SI
18	1705584,14	4828902,63	SI	159	167,5	183,5	SI
19	1705587,99	4828909,58	NO	158	158,5	183,5	SI
20	1705595,64	4828907,03	SI	157,8	169,5	182,5	SI
21	1705645,84	4828986,01	NO	157,87	158,37	180	SI
22	1705695,11	4829033,18	NO	152,43	152,93	179	SI
23	1705709,52	4829036,51	NO	159,58	160,08	178	SI

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2021 (m slm)	Estrazione biogas
24	1705778,57	4829071,17	NO	143,94	144,44	178	SI
25	1705830,70	4829100,49	NO	160,73	161,23	180,5	SI
26	1705843,20	4829154,32	NO	164,3	164,8	187	SI
27	1705790,17	4829151,94	NO	155,17	155,67	193	SI
28	1705770,64	4829109,83	NO	142,73	143,23	188	SI
29	1705715,96	4829118,70	NO	156,42	156,92	196	SI
30	1705671,99	4829059,51	NO	158	158,5	190	SI
31	1705537,24	4828983,29	NO	163,2	163,7	201,2	SI
32	1705440,26	4828926,03	NO	184	184,5	195	SI
33	1705368,71	4828990,96	NO	196	196,5	205,1	SI
34	1705445,58	4829057,66	NO	181,1	181,6	211,2	SI
35	1705502,33	4829046,20	NO	170,64	171,14	208,4	SI
36	1705425,98	4829093,20	NO	189	189,5	213,3	SI
37	1705434,44	4829167,29	NO	196,4	196,9	214,6	SI
38	1705477,56	4829171,29	NO	185,68	186,18	211,2	SI
39	1705514,83	4829153,93	NO	180,1	180,6	210,8	SI
40	1705545,34	4829099,01	SI	170,75	176	207,8	SI
41	1705537,66	4829269,58	NO	189,5	190	214,7	SI
42	1705624,34	4829134,44	NO	169,36	169,86	201,5	SI
43	1705695,46	4829148,75	NO	159,92	160,42	197,2	SI
44	1705658,61	4829183,43	NO	167,8	168,3	205,2	SI
45	1705642,77	4829240,04	NO	171,1	171,6	211,2	SI
46	1705709,29	4829267,99	NO	169,2	169,7	207	SI
47	1705783,21	4829261,41	NO	167,96	168,46	206,5	SI
48	1705755,08	4829209,55	NO	163	163,5	202,4	SI
49	1705848,50	4829217,09	NO	170	170,5	195,5	SI
50	1705597,96	4829263,45	NO	177,4	177,9	214,1	SI

n° pozzo	Coordinate Gauss Boaga		realizzato successivamente alla coltivazione	quota fondo discarica (m slm)	quota fondo pozzo (m slm)	quota t.p. rilievo dic 2021 (m slm)	Estrazione biogas
51	1705541,27	4829082,42	NO	170,2	170,7	207	SI
52	1705591,43	4829081,10	SI	157,9	158,4	201	SI
53	1705671,43	4829111,56	SI	167,5	171,5	196	SI
54	1705758,98	4829163,59	SI	163	169	197,7	SI
55	1705540,40	4829197,91	NO	187,27	187,77	213,5	SI
56	1705655,50	4829330,49	NO	177,75	178,25	215,3	SI
57	1705795,71	4829341,03	NO	178	178,5	201	SI
58	1705877,93	4829210,76	NO	177,6	178,1	189,1	SI
59	1705591,34	4829368,37	NO	188	188,5	215,1	SI
60	1705700,66	4829391,68	NO	188	188,5	203,8	SI
61	1705822,80	4829399,89	NO	188	188,5	199,0	SI

Relativamente ai dati disponibili in merito ai battenti e all'andamento degli stessi nel tempo, nella seguente tabella sono espresse alcune considerazioni di sintesi per ciascun pozzo. Prima di illustrare le valutazioni si ricorda che il sistema implementato è strutturato per acquisire un numero significativo di dati. Più specificamente, in condizioni di corretto funzionamento del sistema (alimentazione elettrica della sonda, presenza della rete wi-fi e pressione sulla rete di aria compressa sul pozzo) viene acquisito un dato ogni 30 minuti circa. Ciò significa che per i vari pozzi i dati di un anno di misura possono essere di diverse decine di migliaia.

Ha senso quindi parlare di **battente medio giornaliero** dei pozzi, maggiormente rappresentativo rispetto al battente puntuale.

Tabella 16 - Analisi dei dati di battente del percolato

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
3	Si osservano picchi puntuali di battente fino a un massimo di circa 1,51 m mentre la media giornaliera dei battenti assume un valore massimo di 1,33 m. La media annua di tutte le misure è infatti 0,26 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Si ricorda che tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica della vecchia discarica e sul fondo invaso.
4	Le misure di battente hanno mostrato valori nulli per tutto il corso del 2021. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica della vecchia discarica in zona spondale.
5	Il picco massimo di battente è stato registrato il 04/01/2021 (2,59 m). Le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di un metro ad eccezione del valore registrato in una giornata durante il corso dell'anno (10 gennaio) pari a 1,43 m. La media annua è 0,34 m e la media giornaliera presenta un andamento pressoché stazionario. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica, limitrofo al pozzo 3.
6	I battenti puntuali sono sempre inferiori ai 1,0 m e la media giornaliera sempre inferiore ai 0,5 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva e a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica, limitrofo ai pozzi 3 e 5 (stesso invaso).
7	I battenti si mantengono al di sotto di 1,0 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore a 0,5 m e la media annua è 0,11 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica (stesso invaso dei pozzi 3, 5, 6).
8	Tale pozzo ha valori sempre nulli in quanto è posto su un drenaggio perimetrale con scarico a gravità su un collettore di raccolta.
9	I battenti puntuali si mantengono sempre al di sotto di 1,0 m con valore massimo registrato pari a 0,91 m. Le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di 0,5 m e la media annua risulta pari a 0,03 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della nuova discarica.
10	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera
11	Ad eccezione dei valori nulli registrati il 1 gennaio e il 13 agosto il battente puntuale risulta variabile tra 0,01 m e 1,24 m. La media annua risulta pari a 0,38 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della nuova discarica.
12	Il battente puntuale supera il valore di 1,0 m in quattro occasioni facendo registrare valori compresi tra 1,06 m (31 maggio 2021) e 2,07 m (27 dicembre 2021). La media giornaliera risulta sempre al di sotto di 0,5 m e la media annua è 0,04 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della vecchia discarica.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
13	Il picco massimo di battente è stato registrato il 19 gennaio 2021 (7,91 m). Nel corso dell'anno sono stati inoltre riscontrati valori al di sopra di 1,5 m in altre n. 2 occasioni (3,90 m il 19 giugno e 2,62 m il 2 novembre). Tali picchi non sono rappresentativi dell'effettivo battente nel pozzo in quanto le medie giornaliere risultano in corrispondenza di tali valori inferiori a 0,5 m. Nel corso dell'anno la media giornaliera è risultata sempre inferiore a 0,5 m ad eccezione che in n. 4 occasioni in cui sono stati rilevati valori compresi tra 0,51 m e 0,62 m. La media annua è 0,14 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica (stesso invaso pozzi 3, 5, 6).
14	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.
15	Si osserva un isolato picco di battente con un valore pari a 5,19 m (9 novembre 2021). Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto le medie giornaliere risultano sempre al di sotto di 0,5 m ad eccezione del valore rilevato il 26 dicembre, pari a 0,51 m. A conferma di quanto detto la media giornaliera registrata in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,24 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e sul fondo invaso della vecchia discarica.
16	Si rileva un picco occasionale del battente di circa 5,26 m (10 luglio 2021). Tale picco non risulta rappresentativo dell'effettivo battente in quanto la media giornaliera registrata in corrispondenza di tale picco risulta 0,34 m. Nel corso dell'anno la media giornaliera è risultata sempre inferiore a 0,5 m ad eccezione che nelle giornate del 01 (0,91 m) e del 02 gennaio 2022 (0,63 m). La media annua è 0,23 m. Non si osserva correlazione delle piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, a valle morfologica e in zona spondale della vecchia discarica.
17	Nel corso dell'anno i battenti puntuali sono risultati sempre inferiori a 1,0 m con valore massimo pari a 0,96 m (8 marzo 2021). La media giornaliera registrata in corrispondenza del valore massimo risulta pari a 0,52 m. La media annua è pari a 0,17 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e sul fondo di un invaso della vecchia discarica.
18	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.
19	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.
20	Non si rilevano picchi ed in particolare il valore puntuale medio risulta pari a 0,44 m. Il valore massimo riscontrato è pari a 1,50 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m e ha un andamento stazionario. La media annua è pari a 0,45 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e sul fondo di un invaso della vecchia discarica. Si sottolinea infine che tale pozzo è ubicato a monte idraulico e a circa 30 m di distanza del pozzo 15, che presenta valori medi di battente intorno a 0,5 m. Non sembra quindi che i livelli medi misurati nel pozzo 20 interferiscano con il pozzo 15. Ciò denota una buona efficacia di gestione e controllo del percolato nell'intorno del pozzo in esame.
21	Il valore massimo riscontrato per tale pozzo è pari a 1,55 m. La media giornaliera è risultata generalmente al di sotto di 1,0 m ad eccezione che in n. 4 occasioni in cui sono stati registrati valori rispettivamente compresi tra 1,14 m (6 gennaio 2021) e 1,31 (14 febbraio 2021). La media annua è

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	di 0,16 m. A partire dal mese di giugno e fino all'ultima decade del mese di dicembre sono stati riscontrati valori di battente nulli o prossimi allo zero. Non si osserva correlazione con le piogge.
22	Pozzo non più funzionale all'emungimento, sostituito con altri pozzi trivellati o ricostruiti in opera.
23	Non si rilevano picchi e il battente massimo registrato risulta pari a 1,74 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m ad eccezione in n. 4 occasioni in cui si riscontrano valori compresi tra 1,0 m (12 gennaio) e 1,43 (16 febbraio). La media annua è pari a 0,21 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in area con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e in posizione spondale della vecchia discarica. Tale pozzo risulta molto produttivo probabilmente a causa della sua posizione che drena ed intercetta i percolati provenienti da tutte le aree a monte sia della vecchia discarica che dei moduli autorizzata nel 2003. In considerazione della sua produttività il pozzo è stato dotato di una pompa ad attivazione automatica e serbatoio di stoccaggio dedicato posto in prossimità.
24	Non si rilevano picchi e il battente massimo registrato risulta pari a 1,17 m. La media giornaliera risulta sempre inferiori ad 1,0 m e la media annua è pari a 0,17 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo di valle della discarica autorizzata nel 2003.
25	Tale pozzo presente per tutto il corso dell'anno 2021 valori nulli. Non si osserva correlazione con le piogge.
26	Non si rilevano picchi, il battente puntuale risulta generalmente nullo o inferiore a 0,2 m. Il valore massimo registrato è pari a 0,19 m. La media annua è pari a 0,0006 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo della discarica autorizzata nel 2003.
27	I valori puntuali di battente di tale pozzo risultano nulli fino al mese di settembre 2021 e successivamente variano tra 0,01 m e il massimo registrato pari a 1,17 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono inferiori a 1 m. La media annua è 0,09 m. Non si osserva correlazione con le piogge.
28	Non si osservano picchi dei battenti puntuali e il valore massimo registrato è pari a 1,57 m (28 gennaio 2021). La media giornaliera risulta generalmente inferiori ad 1,0 m ad eccezione che in n. 8 giornate nel corso dell'anno in cui si sono riscontrati valori compresi tra 1,03 m e 1,40 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo invaso di un modulo della discarica autorizzata nel 2003.
29	Non si osservano picchi e il battente risulta nullo ad eccezione di n. 18 giornate nel corso dell'anno. La media giornaliera assume valori nulli e in corrispondenza del picco massimo di battente risulta pari a 0,04 m. La media annua è pari a 0,0006 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea. Presumibilmente ciò è dovuto al fatto che il pozzo è ubicato in zona spondale di uno dei moduli a valle della nuova discarica, oltre al fatto che la regolare e continua estrazione del percolato da parte del gestore impedisce, correttamente, la creazione di un battente tale da "seguire" nel tempo la variazione delle precipitazioni.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
30	Si rileva un solo picco in data 24 aprile 2021 con un valore di 88,18 m. I restanti valori riscontrati nel corso dell'anno variano tra valori nulli e 1,59 m. Tale picco non risulta pertanto rappresentativo dell'effettivo battente di percolato nel pozzo ma piuttosto si configura come un errore di misurazione in quanto il pozzo risulta peraltro profondo circa 32 m. La media giornaliera del battente si mantiene sempre al di sotto di 1,5 m, ad eccezione che in corrispondenza del picco sopra indicato, e la media annua è 0,24 m. Non si osserva correlazione con le piogge ad eccezione che nel mese di dicembre. Tale pozzo è ubicato in area con copertura definitiva, in zona intermedia tra monte e valle morfologico e in posizione spondale della vecchia discarica.
31	È presente un solo picco di battente con valore pari a 4,65 m registrato in data 13 gennaio 2021. La media giornaliera ha un andamento pressoché stazionario che segue l'andamento dei valori puntuali. La media annua è pari a 0,60 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, sul fondo di un invaso in posizione intermedia tra monte e valle morfologico della vecchia discarica.
32	È presente un solo picco di battente con valore pari a 4,37 m (8 luglio 2021). Tale valore non risulta rappresentativo dell'effettivo valore del battente nel pozzo in quanto nella medesima data la media giornaliera registrata è risultata pari a 0,34 m. La media giornaliera presenta un andamento stazionario e i valori risultano sempre inferiori a 1,0 m. La media annua è 0,30 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in posizione spondale in zona intermedia tra monte e valle morfologico della vecchia discarica.
33	I valori puntuali di battente di tale pozzo si attestano al di sotto di 1,5 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono generalmente inferiori a 0,5 m ad eccezione del 4 e del 17 febbraio in cui si riscontrano valori rispettivamente pari a 0,78 m e 0,54 m. La media annua è 0,13 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, in posizione spondale a monte morfologico della vecchia discarica.
34	I battenti risultano nulli fino alla prima decade del mese di ottobre 2021 e successivamente si registrano valori comunque inferiori a 0,5 m. La media giornaliera segue l'andamento dei battenti puntuali e la media annua è pari a 0,03 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica.
35	Non si osservano picchi. Il battente puntuale si attesta su valori inferiori ad 1,0 m per tutto il corso dell'anno ad eccezione che in n. 4 giornate nel mese di gennaio (5, 6, 7 e 12 gennaio). La media giornaliera segue l'andamento dei battenti puntuali e la media annua è pari a 0,23 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica.
36	Non si osservano picchi e i valori di battente risultano sempre molto bassi e comunque inferiori 0,1 m. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta sempre inferiore a 0,1 m. La media annua è pari a 0,0009 m. Il pozzo è ubicato sulla sponda nord del modulo di monte

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	morfologico nella vecchia discarica, dotata di copertura definitiva, e quindi in una zona poco produttiva.
37	In tale pozzo i dati registrati durante il 2021 evidenziano un valore stazionario mediamente intorno a 0,1 m, il valore massimo registrato è stato pari a 0,13 m. La media giornaliera presenta valori al massimo pari a 0,10 m mentre la media annua è pari a 0,06 m. Il pozzo in questione è ubicato sulla sponda nord del modulo di monte morfologico nella vecchia discarica, dotata di copertura definitiva, e quindi in una zona poco produttiva.
38	Il valore massimo registrato in tale pozzo risulta pari a 0,68 m (9 gennaio). La media giornaliera ha un andamento che segue quello dei valori puntuali con livelli di battente sempre al di sotto di 1,0 m. La media annua è pari a 0,12 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo.
39	I valori puntuali di battente di tale pozzo risultano generalmente nulli ad eccezione che in alcune giornate isolate. Il valore massimo registrato rimane comunque al di sotto di 1 m ed in particolare è pari a 0,81 m. Le medie giornaliere del battente seguono l'andamento dei valori puntuali, e sono inferiori a 0,1 m. La media annua è 0,00011 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo. C'è comunque da sottolineare che il pozzo 39 si trova a monte morfologico della vecchia discarica nei pressi dei pozzi 37 e 38.
40	Tale pozzo presenta valori di battente superiori ad 1,0 m e prossimi ai 2,0 m con alcuni picchi superiori ai 2,0 m. Il valore massimo registrato è pari a 4,14 m (7 aprile 2021). Le medie giornaliere seguono l'andamento dei valori puntuali e risultano sempre al di sotto di 1,5 m. La media annua dei livelli è di 0,58 m. È un pozzo in corrispondenza del fondo invaso, ubicato nell'area di monte morfologico della vecchia discarica in una zona di passaggio tra area coperta in modo temporaneo e area con copertura definitiva. Sulla base dei dati di battente, tale pozzo sembrerebbe uno tra i più produttivi. Non si registra correlazione con le piogge.
41	I dati per l'anno 2021 risultano disponibili a partire dal mese di marzo in quanto nel periodo agosto 2020 – marzo 2021 tale pozzo è stato interessato dalle attività di conferimento dei rifiuti. I dati disponibili mostrano valori generalmente compresi tra 0,02 m e 2,91 m (valore massimo registrato in data 4 marzo). Anche la media giornaliera, che segue l'andamento dei valori puntuali, mostra livelli medi di battente compresi tra 0,21 m e 1,99 m. La media annua dei battenti è 0,54 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea. C'è comunque da sottolineare che il pozzo 41 si trova a monte morfologico della nuova discarica.
42	Non si osservano picchi e i valori di battente puntuale risultano variabili tra 0,08 m e 1,39 m (9 gennaio 2021). La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e presenta valori sempre inferiore ad 1,0 m ad eccezione che in n. 5 giornate (7, 8, 9, 10 e 11 gennaio). La media annua è infatti 0,43 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
43	Sono presenti n. 2 picchi con valori rispettivamente pari a 6,0 m (21 settembre) e 6,78 m (7 ottobre). Tali picchi non risultano comunque rappresentativi dell'effettivo valore del battente nel pozzo in quanto la media giornaliera in corrispondenza dei suddetti valori puntuali risulta inferiore a 0,5 m. La media giornaliera presenta valori sempre inferiori ad 1,0 m e la media annua risulta pari a 0,23 m.
44	Si osservano livelli di battente pressoché stazionari, ad eccezione di alcuni (n. 5) picchi il cui valore massimo registrato risulta pari a 4,66 m (15 marzo 2021). Tali picchi non risultano comunque rappresentativi dell'effettivo battente di percolato nel pozzo in quanto la media giornaliera risulta sempre inferiore a 1,5 m ad eccezione che nella giornata del 6 maggio nella quale il valore risulta pari a 1,60 m. La media annua è pari a 0,51 m. Il pozzo 44 è ubicato sul fondo invaso in posizione pressoché intermedia tra monte e valle morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 43. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
45	Il battente risulta nulla fino agli inizi del mese di agosto 2021 ad eccezione di n. 1 picco registrato nella giornata del 22 aprile (2,09 m). Negli ultimi mesi dell'anno i valori puntuali risultano sempre inferiori ad 1,5 m. Il picco sopra indicato non risulta comunque rappresentativo dell'effettivo battente di percolato presente nel pozzo in quanto in corrispondenza di tale valore la media giornaliera risulta inferiore a 0,5 m (0,24 m). La media giornaliera ha un andamento che segue quello dei valori puntuali con valori sempre al di sotto di 1,5 m e la media annua è pari a 0,15 m. Non si osserva correlazione con le piogge, nonostante tale pozzo sia ubicato in zona con copertura temporanea al margine dell'area coperta in modo definitivo. Il pozzo 45 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 44.
46	La serie di dati, disponibili fino ad agosto 2021, mostra battenti puntuali mostra valori generalmente nulli ad eccezione di n. 1 picco registrato nella sola giornata del 22 aprile 2021 (2,09 m). Tale picco non risulta comunque rappresentativo dell'effettivo battente del pozzo in quanto in corrispondenza di tale valore la media giornaliera risulta inferiore a 0,3 m. La media annua è pari a 0,0014 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge. Il pozzo 46 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, si trova in particolare nel modulo limitrofo rispetto al pozzo 45.
47	Si osservano dati che oscillano generalmente tra valori inferiori a 0,5 m e i 1,40 m circa. Si osservano inoltre n. 2 picchi (7 gennaio e 13 ottobre) con valori rispettivamente pari a 2,95 m e 9,31 m. Tali picchi non risultano comunque rappresentativi dell'effettivo valore del battente nel pozzo in quanto la media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m ad eccezione che in n. 3 giornate (6 gennaio, 11 aprile e 27 giugno) in cui i valori riscontrati risultano comunque poco al di sopra di 1,0 m e in particolare compresi tra 1,02 m e 1,16 m. La media annua è 0,31 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Il pozzo 47 è ubicato sul fondo invaso in posizione di monte morfologico della discarica autorizzata nel 2003, in area con copertura temporanea; si trova in particolare nel modulo limitrofo rispetto al pozzo 46, pressoché alla stessa quota.
48	In tale pozzo i dati registrati durante il 2021 evidenziano valori puntuali di battente al di sotto di 0,1 m fino al mese di agosto e valori nulli da settembre a dicembre. I valori medi giornalieri seguono

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
	l'andamento di quelli puntuali e risultano inferiori a 0,1 m. La media annua è pari a 0,01 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
49	In tale pozzo i dati registrati durante il 2021 risultano sempre nulli. Tale situazione, registrata anche nel corso del 2020, risulta verosimilmente imputabile ad una scarsa produttività del pozzo.
50	Si registra n. 1 picco di battente in data 20 marzo (4,16 m). Tale valore non risulta comunque rappresentativo dell'effettivo battente nel pozzo in quanto in corrispondenza di tale giornata la media è risultata inferiore a 0,5 m. La media giornaliera risulta sempre inferiore o circa pari a 0,5 m. La media annua è pari a 0,19 m. Il pozzo 50 è ubicato sul fondo invaso in posizione morfologicamente intermedia della nuova discarica, si trova in particolare nel modulo a monte rispetto al pozzo 45 ed a valle del 41. Preme inoltre evidenziare che tra maggio e ottobre 2021 tale pozzo è stato temporaneamente privo di sonda in quanto alimentato con gruppo elettrogeno a causa della rottura del quadro di distribuzione elettrica.
51	I livelli di battente rilevati durante tutto il corso dell'anno risultano nulli. Tale pozzo è ubicato in zona con copertura definitiva, su un fondo invaso a monte morfologico della vecchia discarica, nei pressi del pozzo 40.
52	Le misure disponibili del battente mostrano valori puntuali generalmente inferiori a 1,0 m ad eccezione che in n. 3 giornate (10 marzo, 12 marzo e 24 aprile) in cui i valori registrati sono risultati compresi tra 1,02 m (24 aprile) e 1,60 m (10 marzo). La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e risulta sempre minore di 1,0 m. La media annua è pari a 0,17 m. il pozzo è ubicato in una zona con copertura definitiva della vecchia discarica.
53	Si osserva n. 1 picco isolato nella giornata del 13 ottobre 2021 (13,48 m). Tale valore non risulta comunque rappresentativo del reale battente nel pozzo in quanto il valore medio in corrispondenza della medesima giornata è pari a 0,54 m. Si evidenzia inoltre che nel resto dell'anno i valori di battente puntuali sono risultati inferiori ad 1,0 m o nulli. I valori medi giornalieri risultano sempre inferiori a 1,0 e la media annua è 0,16 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Il pozzo è ubicato in una zona con copertura temporanea.
54	Tale pozzo presenta livelli di battente compresi generalmente tra 0,0 e 2,0 m. In alcuni casi si sono registrati picchi di battente puntuale con valore massimo riscontrato il 15 ottobre 2021 con un valore di 9,51 m. Tale valore non risulta comunque rappresentativo dell'effettivo battente nel pozzo in quanto in corrispondenza della medesima giornata la media è risultata pari a 0,58 m. La media giornaliera, infatti, per tutto il corso dell'anno, risulta inferiore o pari ad 1,0 m. La media annua è pari a 0,40 m. Non si osserva correlazione con le piogge.
55	Si riscontrano n. 2 picchi in data 13 ottobre e 19 ottobre con valori pari rispettivamente a 27,82 m e 28,10 m. Tali valori non risultano comunque rappresentativi dell'effettivo battente nel pozzo in quanto la media giornaliera presenta in corrispondenza di tali giornate valori rispettivamente pari a 0,66 m e 1,84 m. La media giornaliera in generale segue l'andamento dei valori puntuali e la media annua è pari a 0,10 m. Non si osserva correlazione con le piogge. Il pozzo 55 è ubicato in zona spondale in posizione di monte morfologico tra la vecchia e nuova discarica.

n° pozzo	Analisi dei dati di battente del percolato
56	Si riscontrano n. 2 picchi nei giorni 15 e 16 maggio con valori rispettivamente pari a 117,33 m e 111,57 m. Preme evidenziare che i dati per tale pozzo risultano disponibili nel periodo gennaio – agosto e successivamente negli ultimi giorni del mese di dicembre. Tutti i valori registrati, ad eccezione dei picchi sopra menzionati, risultano inferiori a 2,0 m o nulli. La media giornaliera segue l'andamento dei livelli puntuali e si mantiene generalmente al di sotto di 1,5 m ad eccezione che in corrispondenza dei picchi sopra menzionati. La media annua è pari a 0,67 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
57	La serie storica per tale pozzo è disponibile a partire dalla fine del mese di febbraio in quanto non dotato di sonda, a partire dal mese di luglio 2020, al fine di mantenere un'area dedicata disponibile ai conferimenti in condizioni emergenziali dei rifiuti COVID-19 secondo le indicazioni dell'Ordinanza del Presidente della Giunta Regionale n. 110 del 14/11/20 e delle raccomandazioni dell'ISS contenute nel rapporto n. 3/2020 versione del 31/05/2020. I dati disponibili mostrano valori di battente puntuale per la maggior parte al di sotto di 1,0 m. I valori maggiori si sono registrati nei primi mesi dopo la riattivazione (febbraio – aprile) e si è riscontrato n. 1 picco isolato in data 20 novembre (3,62 m). In corrispondenza di tale valore la media giornaliera risulta comunque pari a 0,36 m, pertanto, tale valore puntuale non può essere ritenuto rappresentativo dell'effettivo battente presente all'interno del pozzo. In linea generale la media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e la media annua è pari a 0,37 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
58	Si riscontrano n. 2 picchi in data 17 marzo (2,22 m) e 6 ottobre (3,97 m). Tali valori non risultano comunque rappresentativi dell'effettivo battente nel pozzo in quanto la media giornaliera risulta sempre inferiore ad 1,0 m. La media annua è pari a 0,17 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.
59	I valori puntuali dei battenti mostrano valori inferiori ad 1,5 m e nulli tra il 16 marzo e il 2 settembre. Il valore massimo registrato (1,24 m) è stato riscontrato in data 11 gennaio. Le medie giornaliere seguono l'andamento dei valori puntuali e la media annuale risulta pari a 0,11 m. Si evidenzia una certa correlazione con la pioggia nei mesi di gennaio e febbraio e negli ultimi giorni del mese di dicembre.
60	I livelli puntuali mostrano valori maggiori all'inizio dell'anno (gennaio e febbraio) con valore massimo pari a 1,85 m registrato in data 8 gennaio. La media giornaliera segue l'andamento dei valori puntuali e varia tra valori nulli e 1,78 m registrato il 10 gennaio. La media annua è pari a 0,38 m. Non si evidenzia correlazione con le piogge.

8.5.5 Sintesi

Nel presente paragrafo sono illustrate alcune valutazioni di sintesi sui dati disponibili per i vari pozzi.

Una valutazione può essere fatta basandosi sulla distribuzione dei battenti medi annui misurati in ciascun pozzo. Nella seguente tabella sono riportati, per ogni pozzo, il numero di misure di battente disponibili e la media annua dei battenti.

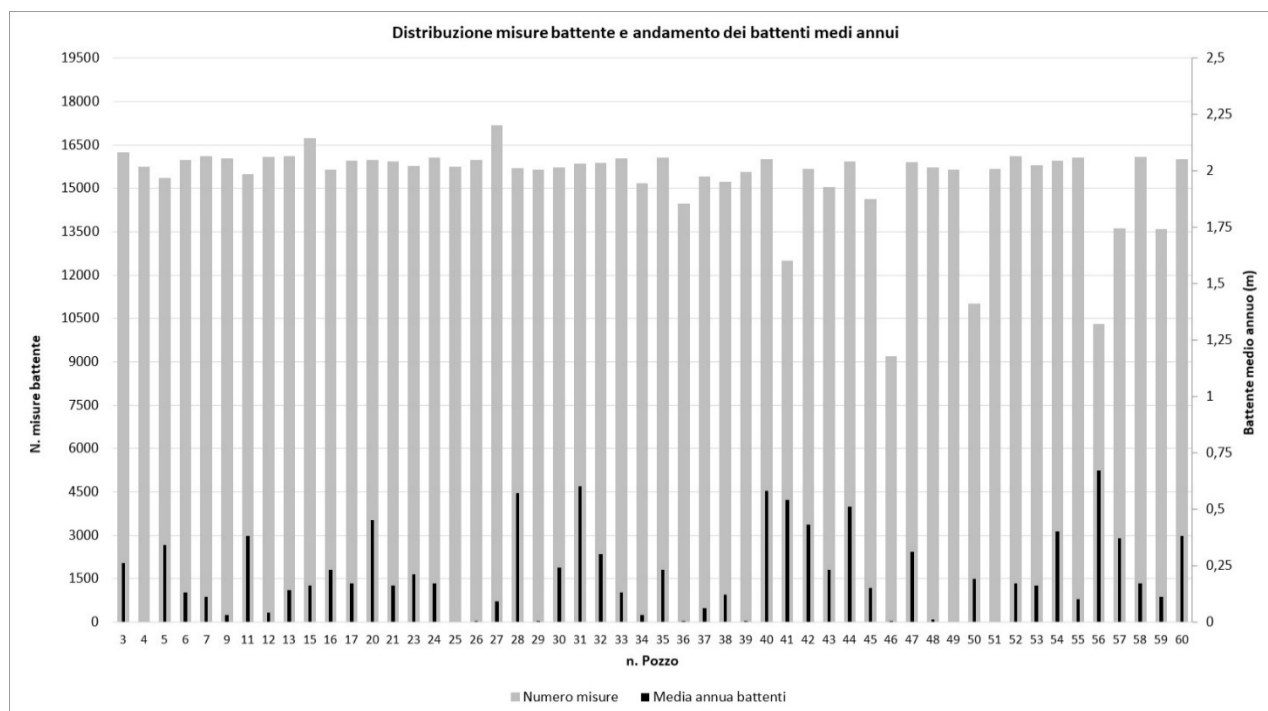


Figura 14 - Distribuzione misure battente e andamento dei battenti medi annui

Si può osservare che tutti i pozzi per cui sono disponibili le misure evidenziano un battente annuo medio inferiore a 1 m, ed in particolare tutti i pozzi tranne cinque, evidenziano un battente medio inferiore a 0,50 m.

Nella seguente tabella invece sono riportati i valori complessivi di battente medio giornaliero disponibili per ciascun pozzo (n. totale dati), suddivisi per intervallo di battente ed in particolare: inferiori o uguali a 1 m, 2 m, 3 m, 4 m e superiori a 4 m.

Tabella 17 - Valori complessivi di battente medio giornaliero per ciascun pozzo e suddivisi per intervallo di battente

n° pozzo	Media annua (m)	Totali misure (battente medio giornaliero)	Battenti medi giornalieri ≤ 1 m	Battenti medi giornalieri $> 1 \leq 2$ m	Battenti medi giornalieri $> 2 \leq 3$ m	Battenti medi giornalieri $> 3 \leq 4$ m	Battenti medi giornalieri > 4 m
3	0,26	365	99,2%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
4	0	359	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
5	0,34	361	99,4%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%
6	0,13	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
7	0,11	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
9	0,03	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
11	0,38	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

n° pozzo	Media annua (m)	Totali misure (battente medio giornaliero)	Battenti medi giornalieri ≤ 1 m	Battenti medi giornalieri > 1 ≤ 2 m	Battenti medi giornalieri > 2 ≤ 3 m	Battenti medi giornalieri > 3 ≤ 4 m	Battenti medi giornalieri > 4 m
12	0,04	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
13	0,14	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
15	0,16	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
16	0,23	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
17	0,17	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
20	0,45	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
21	0,16	363	98,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
23	0,21	363	98,9%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%
24	0,17	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
25	0,00	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
26	0,00064	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
27	0,09	361	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
28	0,57	360	97,8%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%
29	0,0006	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
30	0,24	362	98,1%	1,7%	0,0%	0,0%	0,3%
31	0,6	363	92,3%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%
32	0,3	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
33	0,13	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
34	0,03	358	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
35	0,23	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
36	0,0009	348	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
37	0,06	351	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
38	0,12	348	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
39	0,00011	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
40	0,58	364	96,7%	3,3%	0,0%	0,0%	0,0%
41	0,54	294	97,3%	2,7%	0,0%	0,0%	0,0%
42	0,43	363	98,6%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%
43	0,23	360	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
44	0,51	364	95,3%	4,7%	0,0%	0,0%	0,0%
45	0,15	335	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
46	0,0014	364	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
47	0,31	363	99,2%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%
48	0,01	361	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
49	0	361	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
50	0,19	251	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
51	0	363	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
52	0,17	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
53	0,16	362	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
54	0,4	363	99,7%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
55	0,1	364	99,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%
56	0,67	249	88,4%	10,4%	0,0%	0,0%	1,2%
57	0,37	309	94,5%	4,9%	0,6%	0,0%	0,0%
58	0,17	365	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

n° pozzo	Media annua (m)	Totali misure (battente medio giornaliero)	Battenti medi giornalieri ≤ 1 m	Battenti medi giornalieri $> 1 \leq 2$ m	Battenti medi giornalieri $> 2 \leq 3$ m	Battenti medi giornalieri $> 3 \leq 4$ m	Battenti medi giornalieri > 4 m
59	0,11	316	97,5%	2,5%	0,0%	0,0%	0,0%
60	0,38	363	89,8%	10,2%	0,0%	0,0%	0,0%

Come si può osservare, dei 52 pozzi per cui si hanno informazioni sui battenti di percolato (escludendo i pozzi 4,8, 25, 49 e 51 che hanno sempre valori nulli), 47 hanno una percentuale di battenti medi giornalieri inferiore al metro con una incidenza che supera il 96% dei pozzi.

Il seguente grafico illustra la distribuzione dei battenti medi giornalieri per pozzo secondo la precedente classificazione.

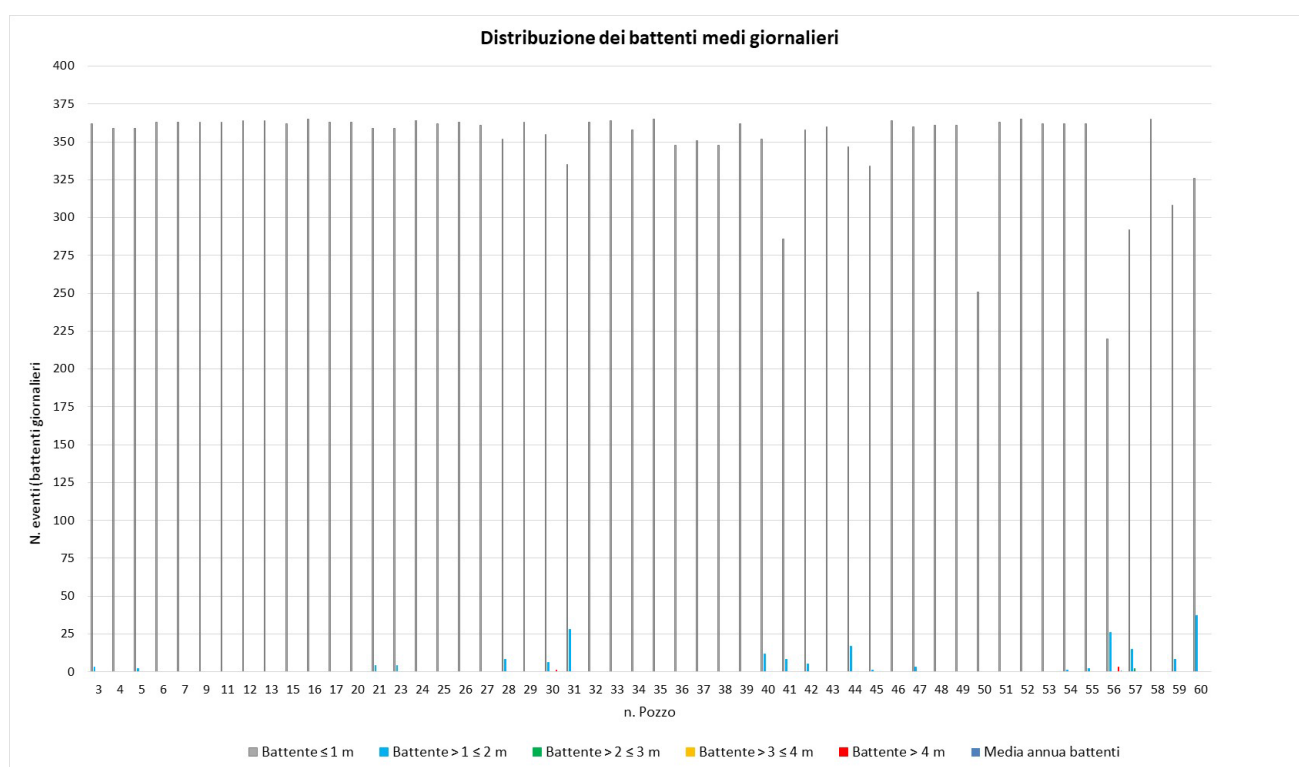


Figura 15 - Distribuzione dei battenti medi giornalieri

Dal grafico precedente si può notare che tutti i battenti sono contenuti entro 1 metro, con alcune eccezioni sporadiche comprese tra 1 e 2 m. Non si registrano valori superiori dei battenti medi giornalieri.

In conclusione, dai dati acquisti emerge un quadro di insieme che evidenzia una efficace gestione e controllo del percolato.

Inoltre, si ritiene che il sistema di misura implementato ed il relativo protocollo gestionale, rappresentino un valido strumento di supporto alla gestione quotidiana del percolato da parte del personale CSAI.

8.6 Quantità di biogas prodotto ed estratto e relative procedure di trattamento e smaltimento

8.6.1 Analisi dei dati

I dati sul volume di biogas captato dalla discarica vengono letti sul display elettronico presso la centrale di estrazione durante i sopralluoghi mensili della Golder nell'ambito delle attività previste dal PSC.

Per organizzare i dati in modo più efficiente, i punti di controllo del volume di biogas estratti dalle due centrali di estrazione sono stati codificati TCE1 e TCE2.

I dati sulla quantità di biogas estratto dalla discarica sono stati registrati a partire dal mese di agosto 2003, mentre i dati sulla qualità sono stati registrati da gennaio 2004. I dati relativi al nuovo sistema di captazione (TCE2) sono invece disponibili a partire da gennaio 2011.

I valori rilevati nel corso del 2021 sono riportati nelle seguenti tabelle (per gli anni passati si rimanda alle precedenti relazioni annuali).

Tabella 18 - Dati sul biogas captato – Linea TCE1 (*)

Data	Volume biogas totale estratto (m ³)	Volume biogas estratto nel periodo (m ³)	portata media (m ³ /h)	Concentrazione media di metano (%)	portata media riferita al 50% di metano (m ³ /h)
19/01/2021	146.365.815	588.538	728,1	52,6	766,0
15/02/2021	146.868.696	502.881	766,9	57,5	882,0
22/03/2021	147.520.185	651.489	775,8	57,5	892,1
19/04/2021	148.059.437	539.252	802,1	52,8	847,0
24/05/2021 ^(^)	-	-	-	-	-
25/06/2021	149.249.429	1.189.992	743,4	49,6	736,7
19/07/2021	149.712.424	462.995	794,9	46,0	730,5
23/08/2021	150.197.742	485.318	577,7	45,5	525,7
16/09/2021	150.548.520	350.778	611,4	47,1	575,3
18/10/2021	151.121.147	572.627	742,7	48,7	722,7
23/11/2021	151.793.780	672.633	778,5	48,5	755,2
16/12/2021	152.224.085	430.305	781,1	49,7	776,4

(*) I dati si riferiscono solo al biogas estratto dalla CE e non comprendono i contributi del biogas a basso contenuto di metano e di quello combusto in torcia mobile

(^*) nel corso del mese di maggio non è stato possibile effettuare le attività di monitoraggio in quanto l'impianto risultava in manutenzione al momento dell'intervento.

Tabella 19 - Dati sul biogas captato – Linea TCE2 (*)

Data	Volume biogas totale estratto (m ³)	Volume biogas estratto nel periodo (m ³)	Portata media (m ³ /h)	Concentrazione media di metano (%)	Portata media riferita al 50% di metano (m ³ /h)
19/01/2021	55.578.195	467.447	573,1	53,1	608,6
15/02/2021	55.915.929	337.734	520,9	57,1	594,4
22/03/2021	56.383.701	467.772	556,9	56,3	626,5
19/04/2021	56.792.444	408.743	608,2	54,2	658,7
25/06/2021	57.630.912	838.468	521,5	54,0	562,7
19/07/2021	57.867.559	236.647	410,6	51,3	421,3
23/08/2021	58.366.904	499.345	594,5	48,7	579,0
16/09/2021	58.715.295	348.391	605,0	49,4	597,1
18/10/2021	59.176.383	461.088	600,3	49,3	591,9
23/11/2021	59.550.209	373.826	432,7	52,1	450,8
16/12/2021	59.760.691	210.482	381,3	54,1	412,2

(*) I dati si riferiscono solo al biogas estratto dalla CE e non comprendono i contributi del biogas a basso contenuto di metano e di quello combusto in torcia mobile

Il volume biogas complessivamente estratto dalla discarica fino a dicembre 2021 è circa 201.944.010,0 m³ (pari alla somma del dato presunto di volume totalizzato captato fino ad ottobre 2003, data in cui è stata sostituita la vecchia centrale di estrazione TCE1, del volume totalizzato dal medesimo impianto nel periodo gennaio 2004 - dicembre 2021 (pari complessivamente a 152.224.085 m³) e dei volumi di biogas estratti dalla nuova centrale TCE2 fino a dicembre 2021 (59.760.691 m³)).

Nel periodo di riferimento (2021) sono stati estratti complessivamente circa 11.096.751 m³ di biogas, (esclusi i volumi di biogas povero e inviato in torcia mobile, pari a 940.177 m³). Il volume complessivo di biogas stimato per il 2021 è quindi di **12.036.928 m³**.

Durante i sopralluoghi effettuati dalla Golder sono stati rilevati i dati relativi alle ore di funzionamento dei tre aspiratori a servizio della centrale di estrazione TCE1 (il terzo attivato a novembre 2009) e dei due aspiratori a servizio della centrale di estrazione TCE2 (entrambi attivi da gennaio 2011) riportati nella seguente tabella. In base ai dati registrati è stata calcolata la continuità di funzionamento del sistema di aspirazione come rapporto tra le ore di funzionamento tra due rilievi consecutivi e le ore reali intercorse nello stesso periodo.

Tabella 20 - Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE1

data	ore di funzionamento (h)			continuità aspiratori (%)		
	asp.1	asp.2	asp.3	asp.1	asp.2	asp.3
19/01/2021	27802	56527	13.280	0,0%	100,0%	0,0%
15/02/2021	27803	57180	13.280	0,2%	99,6%	0,0%
22/03/2021	27803	58018	13.280	0,0%	99,8%	0,0%
19/04/2021	27803	58688	13.280	0,0%	99,7%	0,0%
25/06/2021	27803	60285	13.280	0,0%	99,8%	0,0%
19/07/2021	27803	60868	13.280	0,0%	100,0%	0,0%
23/08/2021	27803	61708	13.280	0,0%	100,0%	0,0%
16/09/2021	27803	62281	13.280	0,0%	99,9%	0,0%
18/10/2021	27803	55.689	13.280	0,0%	100,0%	0,0%
23/11/2021	27803	55.689	13.280	0,0%	100,0%	0,0%
16/12/2021	27803	55.689	13.280	0,0%	100,0%	0,0%

Tabella 21 - Ore e continuità di funzionamento aspiratori - TCE2

data	ore di funzionamento (h)		continuità aspiratori (%)	
	asp.4	asp.5	asp.4	asp.5
19/01/2021	63.809	28.575	99,2%	0,00%
15/02/2021	64.463	28.575	100,0%	0,00%
22/03/2021	65.302	28.575	99,9%	0,00%
19/04/2021	65.973	28.575	99,8%	0,00%
25/06/2021	67.537	28.575	97,3%	0,00%
19/07/2021	68.120	28.575	100,0%	0,00%
23/08/2021	68.960	28.575	100,0%	0,00%
16/09/2021	69.529	28.576	98,8%	0,17%
18/10/2021	70.299	28.576	100,0%	0,00%
23/11/2021	71.164	28.576	100,0%	0,00%
16/12/2021	71.715	28.576	99,8%	0,00%

La continuità di funzionamento media del sistema di aspirazione TCE1 nel 2021 è variata tra il 99,7 % ed il 100% con una media del 99,9%, mentre in TCE2 è variata tra il 99,2% ed il 100% con una media del 99,5%.

8.6.2 Sintesi

Il *volume totale* di biogas estratto a partire dal 2004 presenta un trend costantemente crescente, come riportato nel grafico seguente (in cui è riportato il dettaglio del periodo 2007 – 2021), in cui per poter operare un confronto diretto tra i dati rilevati in diversi periodi e da diverse strutture, il volume di biogas è riferito ad una concentrazione standard del 50% di metano nella miscela aspirata (“biogas_{LFG50}”).

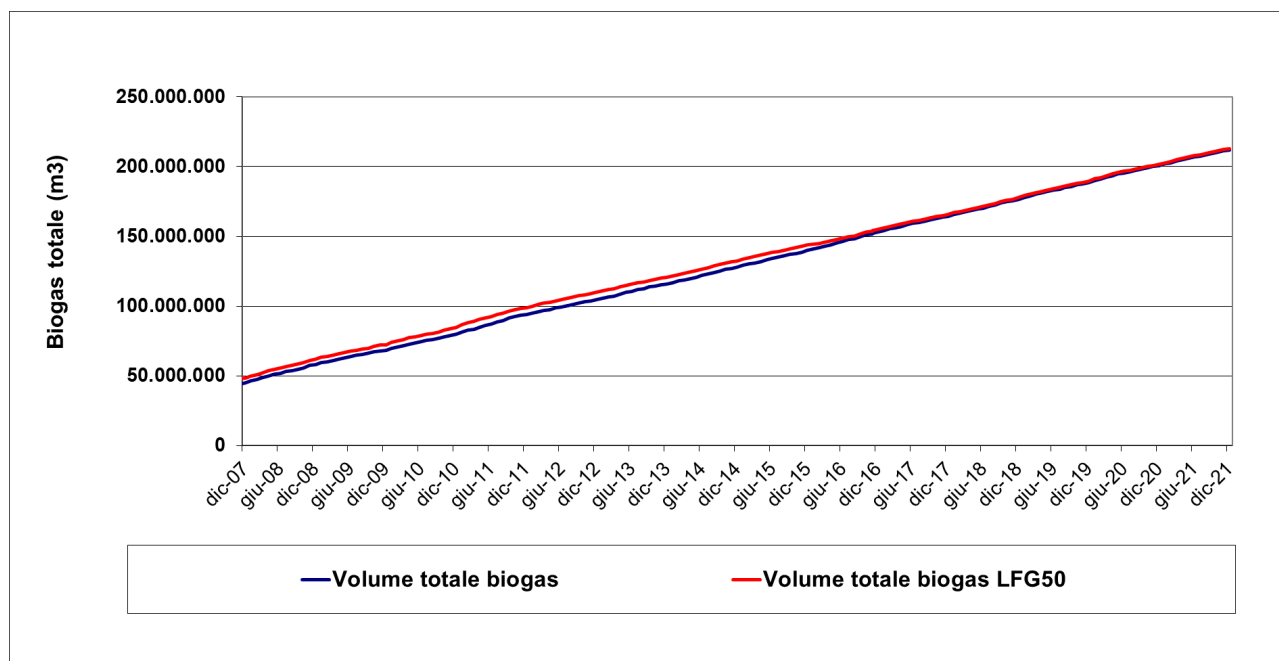


Figura 16 - Volume totalizzato di biogas estratto

Il volume complessivo di biogas stimato per il 2021 risulta pari a **11.357.865,9 m³**.

Per quanto riguarda invece il volume parziale di biogas estratto nei singoli periodi di osservazione (ossia calcolato come differenza tra due rilievi consecutivi), i dati rilevati in campo nel corso dei sopralluoghi effettuati nel 2021 evidenziano oscillazioni nel tempo, come evidenziato nel seguente grafico.

I dati evidenziano comunque che i valori di biogas estratto nel 2021 sono mediamente in linea rispetto a quanto rilevato negli anni precedenti, con un picco massimo riscontrato nel mese di giugno 2021 (1.994.494,75 m³).

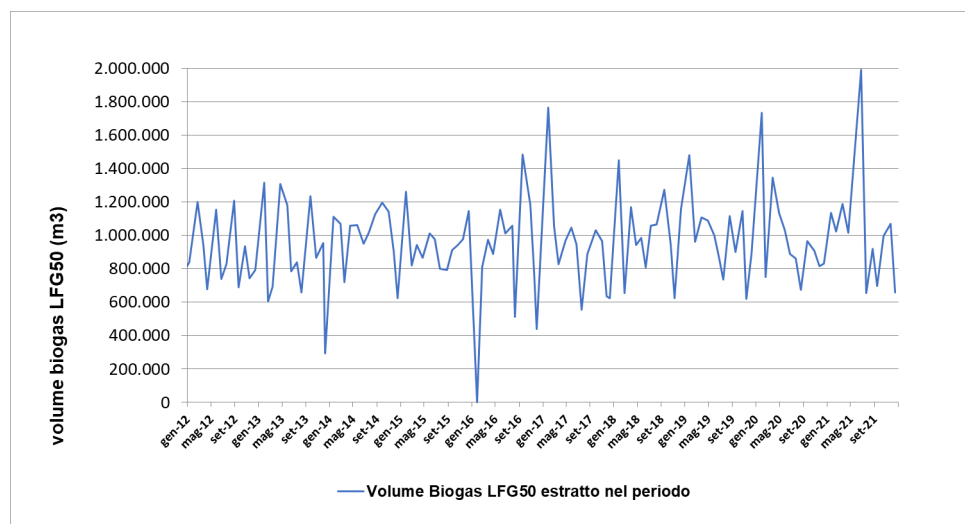


Figura 17 - Volume parziale di biogasLFG50 estratto

Nel 2021 la portata media oraria presenta un andamento tendenzialmente confrontabile con quello degli anni precedenti, caratterizzato da oscillazioni.

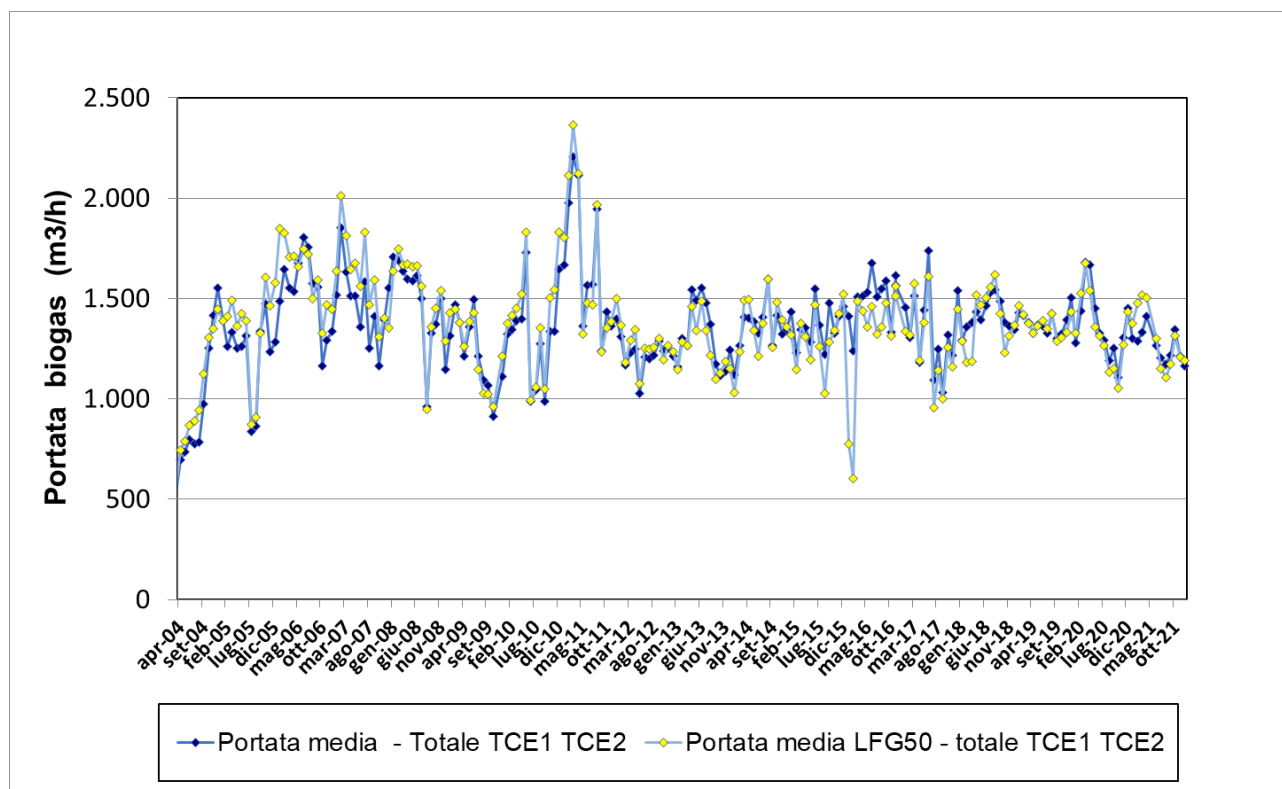


Figura 18 - Portate medie orarie di biogas captato

Gli andamenti delle portate medie di biogas estratto (tal quale e LFG50) mostrano un andamento simile, con lievi differenze tra i valori assunti.

La portata media oraria nel 2021 riferita al biogas complessivamente estratto nel periodo di riferimento (**11.357.865,9 m³**) è risultata essere pari a circa 1.264 m³/h.

Il biogas con alto contenuto di metano estratto dalla CE ed inviato al recupero energetico ha una concentrazione **media** di metano del 50,5% circa.

La continuità di **funzionamento** del sistema di aspirazione, con medie pari al 99,89% (TCE1) e al 99,5% (TCE2) ha consentito un'adeguata captazione del biogas. Come evidenziato nei grafici seguenti, nell'attuale periodo di osservazione la continuità di funzionamento del sistema di aspirazione dell'impianto TCE1 e dell'impianto TCE2, è stata garantita principalmente dall'aspiratore n.2 per l'impianto TCE1 e dall'aspiratore n. 4 per l'impianto TCE2 **rispettivamente** per circa **7.940 e 7.906 ore effettive**.

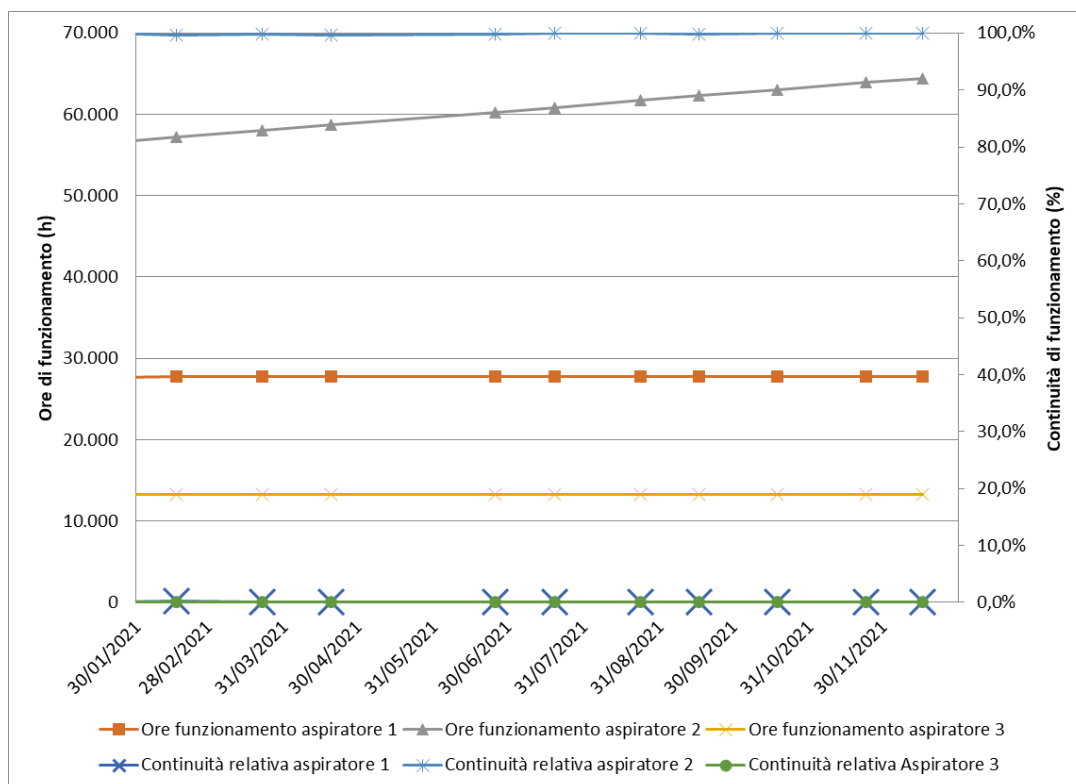


Figura 19 - Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE1 (2021)

Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE2 (2021)

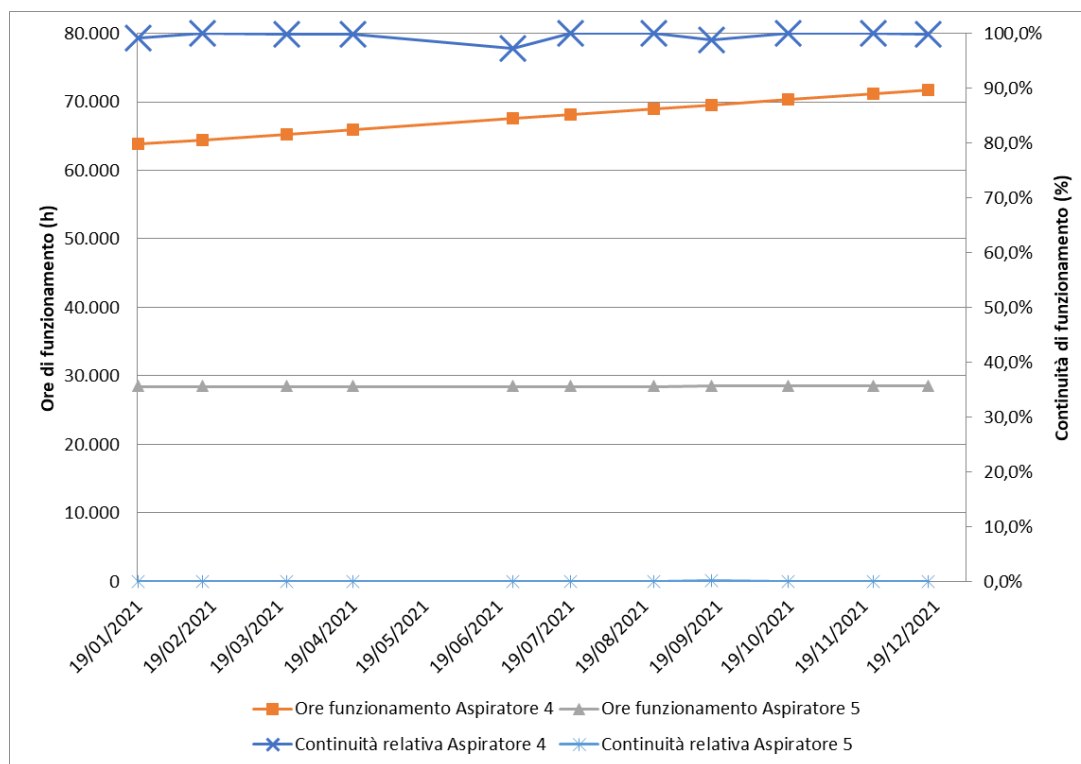


Figura 20 - Dati sulla funzionalità degli aspiratori TCE2 (2021)

8.7 Energia prodotta dall'impianto di recupero energetico

8.7.1 Analisi dei dati

Presso la discarica di Casa Rota sono presenti n.2 impianti di recupero energetico da biogas.

Il primo impianto è stato attivato tra febbraio ed ottobre 2004 con l'avvio di 4 motori codificati TMP1-TMP4 (n. 2 da 625 kW e n. 2 da 836 kW).

A fine 2007 sono stati installati altri due motori di recupero energetico (TMP5 da 1064 kW e TMP6 da 836 kW), la cui messa in esercizio è stata comunicata da CSAI alle Autorità il 30 dicembre 2010.

La messa a regime dei due motori TMP5 e TMP6 è avvenuta in data 30/03/2012.

Nel corso del 2013 un motore da 836 kW afferente al primo impianto di recupero energetico è stato dismesso e ceduto a terzi.

La variazione impiantistica è stata recepita all'interno del Provvedimento Dirigenziale 111/EC del 11/07/2013. La potenza complessivamente installata è passata quindi da 4.822 kW a 3.986 kW: due motori sono da 625 kWe, due da 836 kWe e uno da 1.064 kWe.

L'energia elettrica è ceduta interamente al GSE con le modalità e le condizioni di cui al Provvedimento CIP n. 6/92 per il primo impianto e del D.Lgs 387/03 per il secondo impianto.

I dati sull'energia prodotta dall'impianto nel 2021 sono riportati nella seguente tabella, in cui sono distinti i dati riferiti ai quattro motori TMP1, TMP3, TMP4 (CIP6) e i dati riferiti ai due nuovi motori TMP5 e TMP6 (CV).

Tabella 22 - Energia prodotta nel 2021

Mese	Energia (kWh) – CIP6	Energia (kWh) – CV	Energia (kWh) – Totale
gen-21	825.560,55	911.598,40	1.737.158,95
feb-21	941.732,70	724.442,92	1.666.175,62
mar-21	1.069.596,45	866.145,01	1.935.741,46
apr-21	1.176.683,53	970.440,41	2.147.123,94
mag-21	1.105.563,60	562.822,49	1.668.386,09
giu-21	904.949,40	378.630,20	1.283.579,60
lug-21	883.553,53	598.852,59	1.482.406,12
ago-21	772.452,45	832.531,01	1.604.983,46
set-21	829.158,10	853.067,85	1.682.225,95
ott-21	923.937,26	792.161,91	1.716.099,17
nov-21	1.098.008,94	558.916,13	1.656.925,07
dic-21	1.014.665,65	520.158,83	1.534.824,49
Totale	11.545.862,16	8.569.767,76	20.115.629,92

8.7.2 Sintesi

La **produzione energetica** nel 2021 oscilla tra un massimo di 1.930 MWh ed un minimo di 1.438 MWh con una media di circa 1.686 MWh. L'andamento presenta un trend in linea con i dati degli anni precedenti, con alcune oscillazioni.

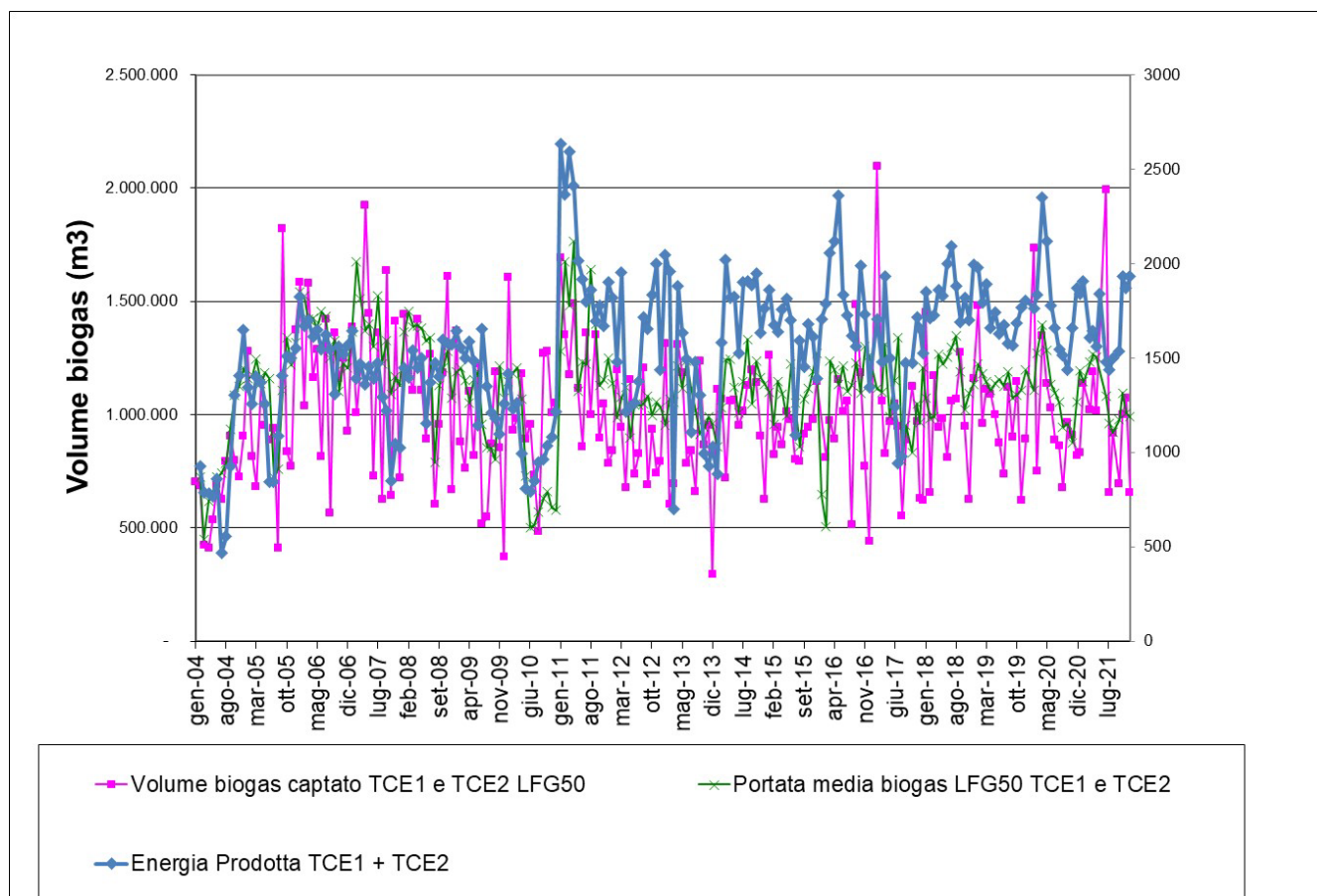


Figura 21 - Dati sulla produzione mensile di energia e biogas captato

Mediamente il rapporto tra energia prodotta nel periodo gennaio – dicembre 2021 e biogas captato nello stesso periodo è di circa 1,8 kWh/m³_{LFG50}.

Negli ultimi cinque anni il trend di produzione dell'energia elettrica si presenta oscillatorio in un range compreso tra circa 940 MWh/mese e 2.350 MWh/mese. Nel 2021 il valore medio mensile è di 1.686,6 MWh/mese, superiore rispetto alla media storica (pari a 1.544,34 MWh/mese).



Figura 22 - Produzione annua di energia e biogas captato

In particolare, dai dati rilevati e dal grafico precedente si osserva, rispetto al 2020 una riduzione della produzione energetica di circa il 5% e, per quanto riguarda il volume di biogas captato LFG50, una diminuzione pari a circa il 9%.

Dai dati di energia elettrica prodotta è stata anche calcolata la potenza **media** mensile ceduta in rete, che varia tra il 44,7% e il 74,8% della potenza nominale installata, con un valore medio annuo del 57,7%, inferiore rispetto allo scorso anno (61,3 %).

Tabella 23 - Potenza media mensile ceduta in rete

Mese	Potenza media ceduta in rete (KWh)	Potenza installata (KWh)	% di sfruttamento della potenza installata
gen-21	2.335	3.986	58,6%
feb-21	2.479	3.986	62,2%
mar-21	2.602	3.986	65,3%
apr-21	2.982	3.986	74,8%
mag-21	2.242	3.986	56,3%

Mese	Potenza media ceduta in rete (KWh)	Potenza installata (KWh)	% di sfruttamento della potenza installata
giu-21	1.783	3.986	44,7%
lug-21	1.992	3.986	50,0%
ago-21	2.157	3.986	54,1%
set-21	2.336	3.986	58,6%
ott-21	2.307	3.986	57,9%
nov-21	2.301	3.986	57,7%
dic-21	2.063	3.986	51,8%

8.8 Volume occupato e capacità residua nominale della discarica

8.8.1 Analisi dei dati

Il calcolo delle volumetrie poste a dimora all'interno dell'impianto di Casa Rota è stato effettuato mediante rilevamenti topografici.

Per la ricostruzione dei dati di base, come per i calcoli effettuati, sono stati utilizzati i rilievi topografici e la documentazione esistente fornita da CSAI e periodicamente integrata in relazione alla costruzione dei moduli di fondo di ampliamento dell'impianto.

I dati, riportati nella seguente tabella, sono stati ottenuti confrontando volta per volta la situazione esistente al momento della predisposizione dei moduli di stoccaggio con quella relativa al rilievo della discarica.

I **volumi** indicati nel seguito sono comprensivi dei rifiuti e degli infrastrati (escluse le coperture finali), corrispondenti a quella che in sede di autorizzazione è stata definita capacità "netta" disponibile (5.287.768 m³). Per infrastrati si intendono le coperture giornaliere utilizzate nella fase gestionale di coltivazione. Le volumetrie dell'impianto di Casa Rota sono state calcolate tenendo anche conto degli assestamenti che si verificheranno sull'ammasso dei rifiuti per tutto il periodo di gestione ed anche dopo la chiusura della discarica.

Tabella 24 - Dati sulle volumetrie occupate e residue della discarica

Data	Volume netto occupato dai rifiuti (m ³)	Volume totale discarica (m ³)	Volume residuo (m ³)
31/12/1998	676.402	1.526.000 ⁽¹⁾	849.598
31/12/1999	831.753	1.526.000	694.247
31/12/2000	1.126.200	1.526.000	399.800
31/12/2001	1.345.500	1.526.000	180.500
23/01/2003	1.658.300	1.853.500 ⁽²⁾	195.200

Data	Volume netto occupato dai rifiuti (m ³)	Volume totale discarica (m ³)	Volume residuo (m ³)
31/12/2003	1.906.000	3.700.000 ⁽³⁾	1.794.000
31/12/2004	2.098.200 ⁽⁴⁾	3.700.000	1.601.800
31/12/2005	2.348.234 ⁽⁵⁾	3.700.000	1.351.766
31/12/2006	2.404.787 ⁽⁶⁾	3.700.000	1.295.213
31/12/2007	2.629.012	3.700.000	1.070.988 ⁽⁷⁾
31/12/2008	2.881.168	3.700.000	818.832 ⁽⁸⁾
31/12/2009	3.104.669	3.700.000	595.331 ⁽⁹⁾
31/12/2010	3.290.571	3.700.000	409.429 ⁽¹⁰⁾
31/12/2011	3.437.581	5.287.768	1.850.187 ⁽¹¹⁾
31/12/2012	3.509.509	5.287.768	1.778.259 ⁽¹²⁾
31/12/2013	3.796.246	5.287.768	1.603.360 ⁽¹³⁾
31/12/2014	4.078.750	5.287.768	1.334.303 ⁽¹⁴⁾
31/12/2015	4.150.840	5.287.768	1.361.590 ⁽¹⁵⁾
31/12/2016	4.303.862	5.287.768	983.906 ⁽¹⁵⁾
31/12/2017	4.536.573	5.287.768	751.195 ⁽¹⁵⁾
31/12/2018	4.772.017	5.287.768	515.751 ⁽¹⁵⁾
31/12/2019	4.992.694	5.287.768	295.074 ⁽¹⁵⁾
31/12/2020	5.141.139	5.287.768	146.629 ⁽¹⁵⁾
31/12/2021	5.230.383	5.287.768	57.385 ⁽¹⁵⁾

(1) Volumetria prevista dal progetto iniziale approvato in data 28/07/88.

(2) Volumetria aggiuntiva di 327.500 m³ prevista dal progetto Stralcio approvato in data 17/06/02.

(3) Volumetria aggiuntiva di 1.846.500 m³ (al netto del valore precedente) prevista dal progetto ampliamento approvato in data 04/08/03.

(4) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2004 nel I° e nel II° modulo di ampliamento è di 238.200 m³.

(5) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2005 nel modulo di valle è di 275.603 m³.

(6) Tale volumetria è riferita a tutto l'impianto, anche alla parte di discarica già coltivata, e quindi è comprensiva degli assestamenti già avvenuti. La volumetria conferita nel 2006 nei moduli di valle è di 268.625 m³.

(7) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/07 (940.012 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 130.976 m³.

(8) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/08 (714.798 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 104.034 m³.

(9) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/09 (510.240 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 85.091 m³.

(10) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/10 (336.947 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 72.482 m³.

(11) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/11 (1.801.822 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 48.365 m³.

- (12) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/12 (1.650.105 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 128.154 m³.
- (13) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/13 (1.491.522 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 111.838 m³.
- (14) Tale volumetria è calcolata come somma della volumetria residua calcolata sulla base del volume netto occupato dai rifiuti "freschi" al 31/12/14 (1.209.018 m³) e dell'aliquota di volume reso disponibile degli assestamenti attesi, stimati sulla base dei rilievi topografici effettuati sull'area occupata dalle vasche di smaltimento, pari a 125.285 m³.
- (15) Tale volumetria è calcolata come differenza fra il volume totale della discarica ed il volume netto occupato dai rifiuti alla data del 31 dicembre dell'anno di riferimento, riportato nella condizione di "volume netto assestato" secondo il modello di assestamento adottato per il sito di Casa Rota.

In base ai dati sugli smaltimenti annuali forniti dalla CSAI dal 1999 al 2021 ed ai volumi occupati dai rifiuti negli stessi anni sono stati calcolati i valori di densità (tonnellate rifiuti/(volume rifiuti + volume infrastrati)) riportati nell'ultima colonna della seguente tabella.

In particolare, per il calcolo della densità a partire dal 2004 è stato utilizzato solo il quantitativo di rifiuti smaltito nelle aree attive a partire da tale periodo e la relativa volumetria occupata.

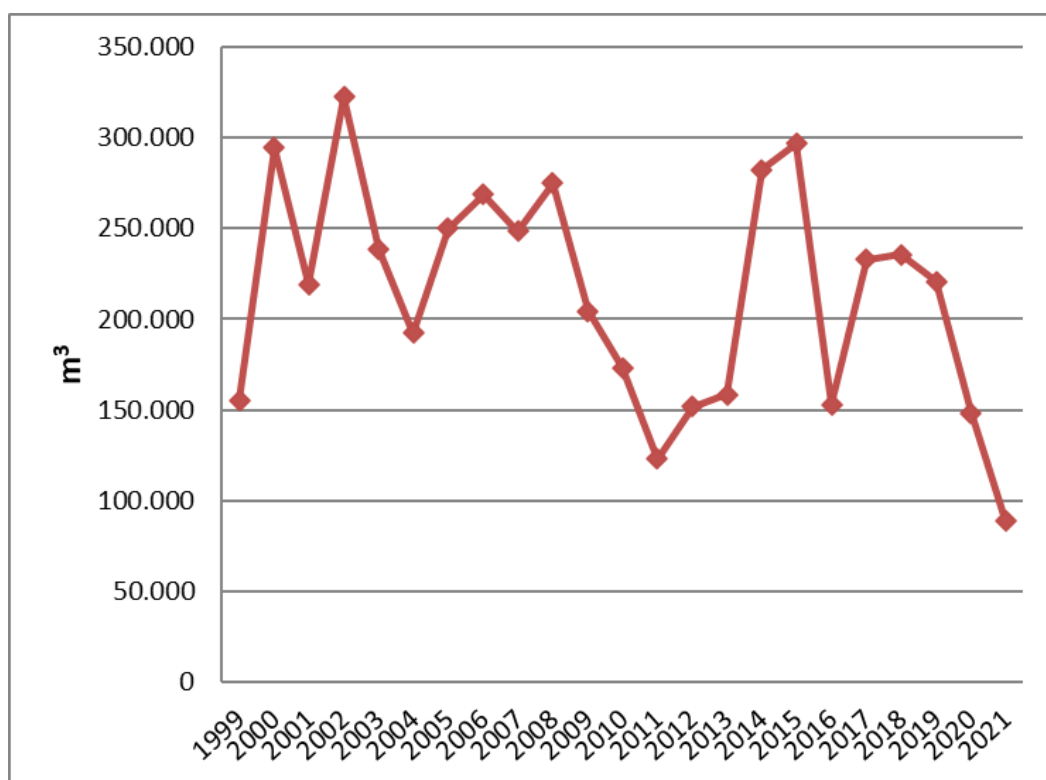


Figura 23 - Volumi occupati (1999-2021)

Tabella 25 - Densità apparente dei rifiuti

Anno	Rifiuti smaltiti (t)	Volumi occupati (m³)	Densità (t/m³)
1999	171.929	155.351	1,11
2000	263.606	294.447	0,90
2001	260.453	219.300	1,19

Anno	Rifiuti smaltiti (t)	Volumi occupati (m ³)	Densità (t/m ³)
2002	315.214	312.800	1,01
2003	246.159	247.700	0,99
2004	239.896	192.200	1,25
2005	278.835	250.034	1,11
2006	283.380	268.625	1,05
2007	273.226	248.477	1,10
2008	263.292	274.917	0,96
2009	265.190	204.558	1,29
2010	259.968	173.293	1,50
2011	179.732	122.893	1,46
2012	188.743	151.717	1,24
2013	160.228	158.583	1,01
2014	239.583	282.504	0,85
2015	267.981	296.752	0,90
2016	264.107	153.022	1,73
2017	280.012	232.711	1,20
2018	275.467	235.444	1,17
2019	258.895	220.677	1,17
2020	193.895	148.445	1,30
2021	177.776	89.244	1,99
Totale	5.607.221	4.933.694	1,20

I volumi annuali sono stati calcolati come differenze tra i volumi totali desunti dai rilievi topografici.

Il volume di conferimento medio dal 1999 al 2021 risulta essere di circa **214.508 m³/anno**, corrispondente alla densità media di 1,20 t/m³.

8.8.2 Sintesi

In riferimento alla capacità complessiva dell'impianto di 5.287.768 m³, e dai dati sopra riportati, è stato valutato il **volume residuo** al 31/12/2021 per l'abbancamento dei rifiuti, corrispondente a **57.385 m³**.

Il grafico successivo mostra come è variato nel tempo il volume dei conferimenti totali e del volume residuo a partire dal 1998 dove, relativamente all'andamento temporale della capacità totale, gli incrementi di volume registrati nel tempo derivano rispettivamente dalle volumetrie autorizzate per il progetto stralcio (17/06/02), da un primo ampliamento (04/08/03) e dall'ultimo ampliamento approvato in data 14/03/2011.

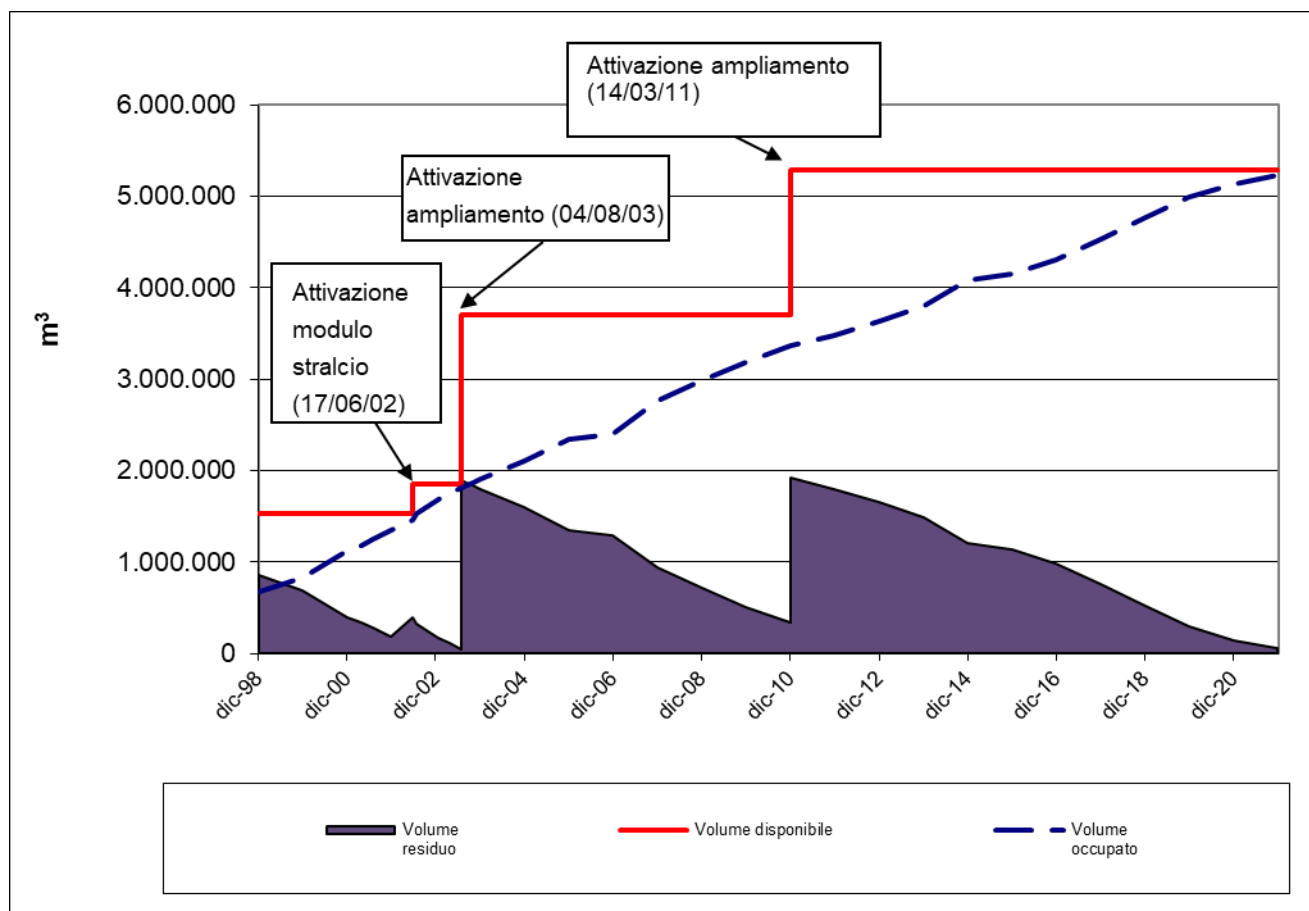


Figura 24 - Andamento del volume occupato e residuo dal 1998

Sulla base delle stime previste per i conferimenti, tenendo anche conto delle volumetrie che potrebbero rendersi disponibili in futuro a seguito dell'assestamento del corpo rifiuti, si prevede che l'esaurimento del volume attualmente disponibile possa avvenire indicativamente entro giugno 2022.

8.9 Trattamento scarichi civili

All'interno del sito di Casa Rota sono presenti aree tecniche destinate ad uffici e spogliatoi dotati di servizi igienici che recapitavano gli scarichi all'interno della rete fognaria dedicata alle acque reflue civili collegata al depuratore ubicato nel comune di S. Giovanni Valdarno.

Le acque derivanti dai cicli di produzione dell'impianto hanno un sistema di raccolta indipendente, che prevede lo stoccaggio in serbatoi ed il trasporto con autocisterna ad impianti di smaltimento terzi autorizzati.

La tipologia di scarichi in pubblica fognatura per natura e quantità è assimilabile, a norma dell'art 101 c. 7 del D.Lgs. 152/06 e dell'art 18 del DPGRT 46/R del 2008, ad acque reflue domestiche.

Come noto, il realizzando intervento di messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle della discarica, autorizzato con Delibera della Giunta Provinciale n. 421 del 10/10/2014, prevede l'interruzione della rete fognaria delle acque reflue, in cui CSAI adduceva gli scarichi succitati.

Con Presa d'atto di modifica non sostanziale della Regione Toscana prot. N. AOOGRT_0142857_2017_03_16 del 16/03/2017, è stato autorizzato l'installazione di un depuratore per il trattamento degli scarichi civili ed il relativo scarico in acque superficiali.

L'allegato 3 al DPGRT 46/R del 2008 nella tabella 2 elenca i sistemi impiantistici adottabili come trattamenti appropriati per le acque superficiali interne: in attuazione a quanto ivi indicato si è ricorso all'installazione di un impianto ad ossidazione totale.

Il processo depurativo che si instaura all'interno dell'impianto si basa sul trattamento biologico aerobico a biomassa sospesa con areazione per formazione di flora batterica attiva (Fanghi Attivi) e Sedimentazione Finale.

Nell'atto della Regione Toscana citato, è prescritto che *"... il Gestore dovrà relazionare nella comunicazione annuale di sintesi, da trasmettere entro il 31 marzo di ogni anno, ai sensi del punto 11.2 del piano di controllo allegato 2 all'AIA 48/EC/2011, rispetto al corretto stato di conservazione, manutenzione e funzionamento dell'impianto di trattamento appropriato dei reflui domestici."*

A tal fine si allega in Appendice 7 la documentazione relativa alla messa in servizio dell'impianto ed i successivi controlli di corretto funzionamento eseguiti dall'installatore e manutentore dell'impianto.

9.0 COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO

9.1 Premessa

Nel 2021 i controlli sulla costruzione dell'impianto sono relativi ai rilievi topografici svolti per il controllo dei volumi occupati e della morfologia generale della discarica.

9.2 Rilievi topografici

9.2.1 Analisi dei dati

I rilievi topografici vengono effettuati regolarmente dal gestore con frequenza semestrale. Tali rilievi sono finalizzati al controllo della morfologia e degli assestamenti.

L'ultimo rilievo topografico dell'intera discarica è stato eseguito a dicembre 2021 (Tav. 2).

Dal rilievo globale di tutto l'impianto, effettuando verifiche puntuali, si è potuto riscontrare quanto segue.

La pendenza della superficie sommitale della discarica in fase di coltivazione è mediamente del 1-7%. Le pendenze delle sponde interne in scavo della zona di ampliamento sono risultate, sempre da verifiche puntuali, di circa 15%.

9.2.2 Sintesi

Da quanto riscontrato con le verifiche puntuali, risultano rispettate le pendenze indicate nella relazione generale di progetto di ampliamento per quanto riguarda la zona di coltivazione e la parte di discarica in costruzione.

Le quote riportate sono relative ad una fase intermedia di lavorazione, in quanto la realizzazione della discarica è in continua evoluzione.

9.3 Impianto elettrico

Come riferito dal gestore, l'impianto elettrico a servizio dell'impianto è in continua evoluzione in funzione dell'ampliamento della discarica.

Il gestore effettua regolarmente i controlli previsti dal PSC e quelli previsti dalle attuali normative vigenti in materia.

10.0 MONITORAGGIO

10.1 Premessa

I dati relativi al monitoraggio ambientale e riportati in questa relazione derivano da diverse fonti in quanto gli specifici monitoraggi di cui consta il Piano di Sorveglianza e Controllo necessitano di professionalità specifiche e dedicate.

In particolare, i dati sono relativi alle attività svolte dal gestore per i seguenti comparti ambientali:

- monitoraggio acque sotterranee;
- monitoraggio acque meteoriche di ruscellamento;
- monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi;
- monitoraggio de sedimenti del Torrente Riofi (PSC);
- monitoraggio della qualità biologica del Torrente Riofi;
- monitoraggio percolato;
- monitoraggio qualità dell'aria;
- monitoraggio fibre di amianto;
- monitoraggio biogas;
- monitoraggio emissioni in atmosfera;
- monitoraggio inclinometri;
- monitoraggio superficiale di biogas.

10.2 Monitoraggio delle acque sotterranee

10.2.1 Attività di monitoraggio eseguite

In data 09/02/09 è stato approvato dalla Provincia di Arezzo il piano di monitoraggio per le acque sotterranee (Rif. Verbale CdS prot. n. 31746) così come proposto dal gestore ad ottobre 2008 a seguito delle indagini di approfondimento svolte nell'area circostante la discarica (Rel. Golder 08508390211/R655 par. 10.2.7, Ottobre 2008) ed integrato con una serie di prescrizioni emesse delle Autorità.

A supporto dell'istruttoria di approvazione del progetto di ampliamento presentato, furono svolte indagini integrative nel corso degli anni 2010-2011 che hanno consentito di accertare e definire l'esistenza nell'area di tre diverse circolazioni, due più profonde ubicate all'interno del banco argilloso limoso detto "Limi di Terranuova" ("circolazione confinata e semiconfinata") ed una più superficiale ubicata nel sub-alveo del Torrente Riofi ("acquifero superficiale").

Tale impostazione è stata recepita all'interno dell'AIA rilasciata dalla Provincia Arezzo il 14/03/11, prescrivendo la realizzazione di ulteriori piezometri di controllo TPZ20, TPZ20bis, TPZ21, TPZ21bis a cui poi è stato aggiunto il TPZ20ter il cui obiettivo è di monitorare la qualità delle acque sotterranee provenienti da monte idraulico rispetto al sito.

Come già riportato in precedenza, conseguentemente alla realizzazione delle opere di ampliamento della discarica, autorizzate con Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i. (Decreto Dirigenziale n. 292 del 03/02/2016) e in riferimento ai contenuti della Deliberazione della Giunta Provinciale n.421 del 10/10/2014, i piezometri di fondovalle monitorati dal mese di dicembre 2016 sono quelli riportati nella Tabella seguente.

Tabella 26 - Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sotterranee di fondovalle a seguito della realizzazione della cassa di espansione sul torrente Riofi

Punto di controllo	Zona monitorata	Tipo di monitoraggio
TPZ20bis	Circolazione superficiale di fondovalle	<u>Ambientale</u> Monitoraggio delle acque sotterranee delle circolazioni di fondovalle
N1s		
N2s		
N3s		
N4s		
N5s		
N6s		
N7s		
N1i	Circolazione profonda semiconfinata di fondovalle	
N2i		
N4i		
N5i		
N7i		
TPZ18bis		
TPZ20ter		
TPZ24bis		
TPZ12	Circolazione profonda confinata di fondovalle	
TPZ18		
TPZ19bis		
TPZ20		
TPZ21		
TPZ24		
TPZ28		

Nella tabella seguente si riportano le frequenze e i parametri chimici di controllo delle acque sotterranee, come previsto dal piano di monitoraggio integrato con le prescrizioni delle Autorità per le circolazioni di fondovalle.

Tabella 27 - Parametri e frequenze di controllo ambientale per le acque sotterranee di fondovalle

Parametri di controllo	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
Livello di falda	Mensile	Semestrale
pH	Trimestrale	Semestrale
Potenziale redox	Trimestrale	Semestrale
Temperatura	Trimestrale	Semestrale
Conducibilità elettrica	Trimestrale	Semestrale

Parametri di controllo	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
Ossidabilità Kubel	Trimestrale	Semestrale
Residuo Fisso	Trimestrale	Semestrale
Durezza Totale	Trimestrale	Semestrale
Tensioattivi anionici	Trimestrale	Semestrale
Cloruri	Trimestrale	Semestrale
Solfati	Trimestrale	Semestrale
Metalli: Fe, Mn, As, Ni, Pb	Trimestrale	Semestrale
Ca, Na, K, Mg	Trimestrale	Semestrale
Azoto ammoniacale, nitroso e nitrico	Trimestrale	Semestrale
TOC	Trimestrale	Semestrale
Solventi organici aromatici totali	Trimestrale	Semestrale
Solventi clorurati totali	Trimestrale	Semestrale
Fenoli	Annuale	Annuale
BOD5	Annuale	Annuale
Fluoruri	Annuale	Annuale
IPA	Annuale	Annuale
Metalli: Cu, Cd, Cr totale, Cr VI, Hg, Zn	Annuale	Annuale
Cianuri	Annuale	Annuale
Composti organoalogenati (compreso cloruro di vinile)	Annuale	Annuale
Pesticidi fosforati e totali	Annuale	Annuale
Solventi organici azotati	Annuale	Annuale

Si evidenzia che a seguito di quanto rappresentato da ARPAT nel Rapporto di Ispezione Ambientale 2018/2019 ("RIA") "(...omissis...) dalla lettura d'insieme dei dati di monitoraggio si evidenzia un peggioramento dello stato qualitativo delle acque relativo a tutte e tre le circolazioni presenti (profonda, intermedia, superficiale) che rafforza pertanto l'ipotesi dell'influenza della discarica sulle acque sotterranee e sulla loro evoluzione qualitativa, in area di versante e di fondovalle" ed in particolare della richiesta "che il Gestore proceda ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs. 152/06 alla notifica di potenziale contaminazione", CSAI ha trasmesso la nota 2433/2020 di notifica ai sensi dell'art. 245 comma 2 del D.Lgs.152/06, come soggetto non responsabile della potenziale contaminazione. Inoltre, alla luce dei superamenti riscontrati a partire dal mese di dicembre 2020 nel piezometro N2(s) per i parametri Cromo e Cromo VI, il Gestore ha provveduto in data 30 giugno 2021 a presentare denuncia presso la Procura della Repubblica di Firenze e trasmette una ulteriore notifica ex art 245 del D.Lgs 152/06 (port. CSAI n. 1605/21 del 30/06/21). A seguito degli eventi segnalati nel corso del 2021 sono state condotte delle campagne di campionamento integrative, quali misure di prevenzione o indagini preliminari, rispetto a quelle trimestrali previste dal PSC.

Nella Tabella seguente sono riportati i piezometri dell'area collinare monitorati nel corso del 2021. Tali piezometri intercettano unicamente acque di infiltrazione sub-superficiali e acque di poro del substrato argilloso entro cui sono fenestrati.

Tabella 28 - Punti di controllo previsti per il monitoraggio delle acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare

Punto di controllo	Zona monitorata	Tipo di monitoraggio
TPZ3	Area collinare (assenza di falda)	<u>Gestionale</u> Controllo di qualità delle acque di infiltrazione sub-superficiale
TPZ7		
TPZ13		
TPZA1*		

TPZA2*		
--------	--	--

* piezometri realizzati a settembre 2019 e non inseriti nel PSC.

Nella tabella seguente si riportano le frequenze e i parametri chimici di controllo delle acque di infiltrazione sub-superficiale per i piezometri dell'area collinare, come previsto dal piano di monitoraggio integrato con le prescrizioni delle Autorità.

Tabella 29 - Parametri e frequenze di controllo gestionale per le acque sub-superficiali di infiltrazione dell'area collinare

Parametri fondamentali	Frequenza	
	Fase operativa	Fase post-operativa
Livello di falda	Mensile	Semestrale
pH	Trimestrale	Semestrale
Conducibilità elettrica	Trimestrale	Semestrale
Cloruri	Trimestrale	Semestrale
Solfati	Trimestrale	Semestrale
Metalli: As, Ni, Pb	Trimestrale	Semestrale
Azoto ammoniacale	Trimestrale	Semestrale
Solventi clorurati	Trimestrale	Semestrale
Solventi aromatici	Trimestrale	Semestrale

10.2.2 Modalità di prelievo dei campioni

Le modalità di campionamento dei piezometri di fondovalle sono quelle previste dal protocollo di spurgo e campionamento concordato con le Autorità, che prevede, laddove possibile, la misura dei parametri chimico-fisici di campo. Il protocollo, infatti, in relazione alle caratteristiche idrogeologiche locali, è stato definito in funzione delle condizioni sito-specifiche riscontrate per ognuno dei punti di controllo oggetto di monitoraggio.

In particolare, il protocollo risulta attuabile per i piezometri del fondovalle, gli unici ubicati in una falda.

A tal proposito si segnala che da marzo 2012, in accordo con le Autorità, si procede al campionamento dei pozzi posizionando la pompa in corrispondenza del tratto fenestrato del piezometro.

I piezometri dell'area collinare invece insistono in un sottosuolo a matrice argillosa con presenza di lenti isolate più permeabili che raccolgono acque di infiltrazione sub-superficiale; tali piezometri, infatti, tendono a svuotarsi rapidamente a seguito di un'eventuale azione di spurgo.

Per questi punti, quindi, è possibile solo effettuare lo svuotamento del piezometro, dopodiché bisogna attendere che si ristabilisca un battente adeguato al prelievo dei campioni (con bailer).

Il protocollo prevede anche la filtrazione dei campioni di acqua per l'analisi dei metalli. Tale operazione viene eseguita, quando possibile, in campo, altrimenti viene richiesta in laboratorio.

10.2.3 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel presente capitolo sono riassunti i risultati analitici e le valutazioni relative alle attività di monitoraggio svolte nel 2021, sia per le campagne trimestrali previste dal PSC (marzo, giugno, settembre e dicembre 2021), sia per le campagne integrative mensili svolte da luglio 2021 sui piezometri superficiali come da comunicazione prot. 1605 del 30/06/21. I gruppi di piezometri interessati dalle attività di controllo sono i seguenti:

- **PIEZOMETRI DI AREA COLLINARE:** TPZ3, TPZ7, TPZ13, TPZA1 e TPZA2 ubicati in **zona collinare**. Tali piezometri come riportato nel Verbale di CdS del 09/02/09, *“vanno ad intercettare livelli argillo-limosi le cui caratteristiche geologiche sono tali per cui non si identifica al loro interno un vero e proprio acquifero”*. Per tali punti di controllo che risultano ubicati in prossimità delle vasche di smaltimento, l'Autorità ne ha previsto il monitoraggio ai fini della *“verifica di carattere pressoché puntuale della efficienza e della efficacia dei dispositivi di barriera della discarica; di conseguenza non risultano applicabili a tali punti le CSC di cui al D. Lgs. n. 152/2006”* (rif. Verbale di CdS dell'11/02/09 prot. n. 31746). Si ricorda che i piezometri TPZA1 e TPZA2 sono stati realizzati a settembre 2019 e ad oggi non sono inseriti nel PSC.
- **PIEZOMETRI DI FONDOVALLE:** Come anticipato al paragrafo 10.2.1, a seguito dei lavori di realizzazione della cassa di espansione sul torrente Riofi, i piezometri oggetto di monitoraggio ubicati sul fondovalle sono stati modificati nel corso del 2016 (Cfr. Tabella paragrafo 10.2.1).

Di seguito si riportano i piezometri oggetto di verifica analitica secondo il piano di monitoraggio adottato a seguito dell'inizio dei lavori di realizzazione della cassa di espansione del torrente Riofi, differenziandoli in relazione all'acquifero intercettato (sistema operativo da dicembre 2016):

- TPZ20bis, N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), che intercettano l'acquifero superficiale;
- N1 (i), N2(i), N4(i), N5(i), N7(i), TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis, che intercettano la circolazione profonda semiconfinata;
- TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20, TPZ21, TPZ24, TPZ28, che intercettano la circolazione profonda confinata.

Tali piezometri sono adibiti al monitoraggio ambientale delle circolazioni sul fondovalle ed insistono quindi in una zona idrogeologicamente separata dall'area collinare, non solo per il fatto che in quest'ultima non è presente una vera e propria falda acquifera ma solo lenti isolate di sabbie fini limose, e localmente torbe, ma anche per la presenza del potente substrato argilloso che caratterizza l'area della discarica e che si estende fino al fondovalle. Con tale situazione idrogeologica si esclude, infatti, che le infiltrazioni sub-superficiali estremamente localizzate ed effimere dell'area collinare possano interferire con le circolazioni di fondovalle (come ampiamente dimostrato dalle numerose prove di portata eseguite nell'area del sito). Tale situazione idrogeologica è stata confermata dalle numerose indagini svolte nell'area negli anni precedenti che hanno evidenziato la presenza di tre livelli di circolazioni idriche, localizzata una nel sub-alveo del Torrente Riofi (acquifero superficiale) mentre le altre due all'interno del banco di argillelimi detto “Limi di Terranuova”, separate dal fondo della discarica da un banco argilloso di spessore minimo di 15 metri.

Tra i piezometri oggetto di monitoraggio, i pozzi di monitoraggio TPZ18, TPZ18bis, TPZ19bis sono definiti **piezometri di versante** in funzione della loro localizzazione planimetrica, in quanto ubicati in zona intermedia tra l'area collinare e quella di fondovalle. Tali piezometri di versante intercettano le circolazioni profonde, confinata e semiconfinata, in analogia ai piezometri ubicati sul fondovalle.

In ottemperanza a quanto richiesto dalle PP.AA. (*“nella relazione annuale i grafici e le tabelle riepilogative degli esiti dei campionamenti delle acque sotterranee dovranno riportare, come valori di confronto le CSC indicate*

nella vigente normativa in materia di bonifica”), i risultati delle analisi chimiche dei pozzi di monitoraggio delle acque sotterranee sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (“CSC”) del D.Lgs. 152/06 (cfr. Tabella 2, Allegato 2, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152).

10.2.3.1 Piezometri dell'area collinare

Prima di illustrare i risultati, riportati nei certificati allegati, si ricorda che, come stabilito dalle Autorità in sede di CdS del 09/02/2009, in relazione alla situazione idrogeologica accertata per l'area collinare, ossia assenza di circolazione idrica sotterranea, **per tali punti di controllo non sono applicabili le CSC previste dal D.Lgs. 152/06**.

I principali parametri di controllo analizzati sui campioni prelevati dai piezometri TPZ3, TPZ7, TPZ13, TPZA1 e TPZA2 hanno evidenziato, nell'attuale periodo di riferimento (anno 2021), quanto segue:

- **pH:** i valori rilevati risultano compresi tra 6,5 registrato in TPZ3 nel mese di marzo 2021 e 8,05 in TPZA1 nel mese di settembre 2021;
- **Conducibilità elettrica:** i valori registrati sono risultati nel range di variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati; in particolare sono stati misurati valori variabili tra un minimo di 720 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (TPZ13 – dicembre 2021) e un massimo di 4050 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (TPZ13 – marzo 2021); TPZ13 è caratterizzato anche dalle maggiori oscillazioni nei dati;
- **Ammoniacca:** i dati sono compresi tra valori inferiore al limite di rilevabilità strumentale (LR o LOQ: 0,05 mg/l), riscontrato in TPZ7, TPZ13, TPZA1 e TPZA2, e 4,28 mg/l registrato in TPZA2 a settembre 2021;
- **Cloruri:** i valori maggiori si registrano in TPZ7, variando tra 743 e 870 mg/l; i pozzi TPZ3, TPZA1 e TPZA2 hanno valori mediamente inferiori; il pozzo TPZ13 è invece caratterizzato da forti oscillazioni, con concentrazioni variabili tra un minimo di 109 mg/l (dicembre 2021) e un massimo di 521 mg/l (settembre 2021). I dati rilevati in tutti i pozzi sono risultati comunque nel range della variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati. I piezometri TPZA1 e TPZA2 sono quelli che mostrano i valori inferiori;
- **Solfati:** i valori riscontrati, variabili tra 72,6 mg/l rilevato in TPZ13 a dicembre 2021 e 458 mg/l rilevato in TPZA1 a settembre 2021, sono risultati nel range della variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati. TPZ13 è caratterizzato dalla massima oscillazione delle concentrazioni con valori variabili tra 72,6 mg/l (dicembre 2021) e 328 mg/l (settembre 2021); la concentrazione riscontrata in TPZA1 a settembre 2021 (458 mg/l) risulta essere un picco sporadico per il piezometro, tuttavia, il valore è confrontabile con le concentrazioni riscontrate negli altri piezometri collinari. Il dato di dicembre è pari a 150 mg/l;
- **Arsenico:** in TPZ3 sono stati registrati valori variabili tra 3,23 ÷ 7,5 $\mu\text{g}/\text{l}$, il valore massimo è stato registrato nel mese di dicembre 2021; in generale le concentrazioni rilevate risultano comunque in linea con il trend storico per questo piezometro. In TPZ7 è stato rilevato un valore inferiore al limite di rilevabilità a marzo 2021 e valori al massimo pari a 0,9 $\mu\text{g}/\text{l}$ per i mesi successivi (giugno 2021 – dicembre 2021). In TPZ13 sono stati registrati valori variabili tra 0,8 e 1,3 $\mu\text{g}/\text{l}$. Nei piezometri più profondi TPZA1 e TPZA2 le

concentrazioni sono risultate comprese tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LR: 1,0 µg/l) e valori dell'ordine di qualche µg/l, ad eccezione che per la concentrazione riscontrata in corrispondenza di TPZA2 a settembre 2021 (pari a 51 µg/l). Tale valore non risulta in linea con quelli registrati nel corso degli altri monitoraggi e può essere considerato come un outlier, probabilmente ascrivibile ad un errore analitico o ad un problema di filtrazione in campo. La concentrazione riscontrata a dicembre 2021, pari a 7,3 µg/l, risultata in linea con gli altri valori;

- **Piombo:** per tale parametro chimico le concentrazioni sono risultate per lo più inferiori al limite di rilevabilità (LR: 1,0 µg/l) o, al massimo, dello stesso ordine di grandezza (concentrazione massima pari a 1,3 µg/l);
- **Nichel:** i dati sono compresi tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale (LR: 1,0 µg/l) e 5,52 µg/l, registrato in TPZA2 nel campionamento del mese di febbraio. I valori in tutti i pozzi sono risultati comunque nel range di variabilità storicamente registrata nel corso degli anni passati.
- **Idrocarburi aromatici:** le concentrazioni di tali composti (benzene, etilbenzene, toluene, stirene e xileni) sono risultate tutte al di sotto del limite di rilevabilità strumentale (LR o LOQ) per il periodo di riferimento.
- **Solventi clorurati:**
 - per il piezometro TPZ7 le concentrazioni registrate sono risultate sempre inferiori al LOQ nel corso del 2021;
 - nel piezometro TPZ3 sono stati registrati valori superiori al LOQ per il composto Cloruro di vinile e cloroformio a marzo e giugno 2021, con valore massimo per cloroformio in TPZ3 a marzo pari a 0,596 µg/l, mentre negli altri casi si tratta di valori inferiori. A settembre e dicembre i solventi sono inferiori ai rispettivi LOQ;
 - per il piezometro TPZ13 è stato registrato un valore superiore al LOQ per il solo parametro cloroformio a marzo 2021 con concentrazione pari a 0,0233 µg/l;
 - nei piezometri TPZA1 e TPZA2 le concentrazioni sono risultate generalmente inferiori ai rispettivi LOQ ad eccezione che per il parametro cloroformio (2,18 µg/l in TPZA2 solo a settembre 2021 e 0,0167 e 0,1 µg/l in TPZA1 a marzo e dicembre 2021 rispettivamente) e per il parametro cloruro di vinile (0,0674 µg/l in TPZA2 a marzo 2021).

Generalmente le concentrazioni evidenziate risultano prossime ai rispettivi LOQ (pari a 0,01 per il cloroformio e 0,05 per il cloruro di vinile) ad eccezione di valori occasionali (TPZ3 a marzo 2021 e in TPZA2 a settembre 2021).

10.2.3.2 Piezometri di fondovalle

Nell'esposizione dei dati si sono prese a riferimento indicativo le CSC del D. Lgs. 152/06, come richiesto dalle Autorità. A tal proposito si ricorda comunque che nell'ambito della Conferenza dei Servizi sulla base della quale è stata emessa l'attuale AIA (seduta del 21 e del 30 dicembre 2010), le Autorità hanno ritenuto che *“gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata*

debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06". Pertanto, si ritiene che lo scenario ambientale rilevato con gli approfondimenti del 2008-2010 citati dalla CdS rappresenti un quadro di riferimento per il sito in esame e per le valutazioni dei dati acquisiti con il monitoraggio periodico, soprattutto anche sulla base del fatto che le serie storiche successive, unitamente a tutti gli approfondimenti svolti negli ultimi anni, non evidenziano variazioni apprezzabili del quadro idrogeochimico sull'area vasta che possano far ipotizzare l'instaurarsi di fenomeni di impatto.

Nell'attuale periodo di riferimento (anno 2021) i principali parametri di controllo analizzati sui campioni prelevati dai piezometri di fondovalle per le circolazioni profonde e superficiali hanno evidenziato quanto segue:

- **pH:** i valori rilevati risultano compresi tra 6,70 registrato a gennaio in N7(s)) e un massimo di 8,13 registrato a settembre in TPZ20. Mediamente i valori registrati nei singoli piezometri sono confrontabili con i dati storici e con gli altri piezometri presenti sul Sito;
- **Conducibilità elettrica:**
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i valori registrati variano tra 457 $\mu\text{S/cm}$ a dicembre in TPZ18 e 2.120 $\mu\text{S/cm}$ a giugno nel medesimo piezometro.
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati variano tra 554 $\mu\text{S/cm}$ a giugno in TPZ24bis e 2.340 $\mu\text{S/cm}$ a febbraio in TPZ18bis.
 - Nei piezometri appartenenti alle circolazioni superficiali i valori sono paragonabili a quelli della circolazione semiconfinata, ma con minori oscillazioni, avendo registrato un minimo pari a 490 $\mu\text{S/cm}$ in N7(s), e un massimo pari a 1.480 $\mu\text{S/cm}$ in N4(s).
- **Ammoniaca:**
 - Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, l'ammoniaca presenta nel 2021 trend oscillatori che comunque rientrano nel range di variabilità degli anni passati. In particolare, le concentrazioni registrate variano tra 0,35 mg/l registrato in TPZ20 a giugno 2021 e 22,9 mg/l registrato in TPZ21 a dicembre 2021, in linea con TPZ24 (19,9 mg/l). Il piezometro di monte TPZ21 è quello con i valori maggiori ma comunque confrontabili con gli altri punti di controllo;
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata le concentrazioni registrate risultano comprese tra valori inferiori al LOQ e il massimo registrato in TPZ20ter di 14,2 mg/l.
 - Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale i valori sono più bassi, coerentemente con lo storico, compresi tra valori inferiori al LOQ ed un massimo di 2,61 mg/l riscontrato in N3(s) a dicembre 2021.

■ **Azoto nitroso:**

- Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, le concentrazioni variano tra valori al di sotto del LOQ e 3,07 mg/l. Al fine di procedere al confronto con i limiti di riferimento normativi (CSC = 0,5 mg/l), le concentrazioni di azoto nitroso sono state convertite per ottenere la corrispondente concentrazione di nitriti. In particolare, sono state registrate concentrazioni superiori alla CSC nella campagna di marzo 2021 (in TPZ18, TPZ20, N3(s)), a giugno 2021 (in TPZ12, TPZ18, TPZ20 e TPZ24) e a settembre 2021 (in TPZ12, TPZ18, TPZ19bis, TPZ20, TPZ24, TPZ28 e N3(s)). I superamenti alla CSC sono stati quindi riscontrati sia in piezometri ubicati nella zona di monte che di valle idraulica rispetto alla discarica, in maniera diffusa. I superamenti sono più frequenti in TPZ20 a monte, negli altri piezometri si verificano in modo più sporadico. Si evidenzia in particolare un superamento diffuso in diversi piezometri nel campionamento di settembre 2021, rientrato in tutti i piezometri a dicembre 2021.
- Nei piezometri intermedi i valori di nitriti, ottenuti a partire dall'azoto nitroso, risultano sempre inferiori alla CSC, ad eccezione dei valori registrati in N2(i) a settembre e dicembre 2021 pari rispettivamente a 10,30 mg/l e 0,76 mg/l. Preme evidenziare che il dato occasionale riscontrato nel mese di settembre risulta un outlier data la forte variabilità rispetto alla media storica. Il valore registrato nel mese di dicembre, se pur comunque superiore alle CSC, risulta nuovamente in linea con i valori storicamente riscontrati;
- Nei piezometri superficiali i valori di azoto nitroso sono stati quasi sempre inferiori al LOQ, pertanto, le concentrazioni di nitriti sono risultate inferiori alla CSC, ad eccezione del valore registrato in N2(s) nel mese di dicembre pari a 5,21 mg/l. Tale valore appare del tutto incoerente con i dati storici precedenti, e con gli altri parametri registrati nel piezometro stesso (TOC, ammoniaca, cloruri e solfati ecc.) che non mostrano impatto da percolato.

■ **Azoto nitrico:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i valori maggiori si riscontrano in TPZ18, compresi tra 0,12 e 44,9 mg/l (giugno). Generalmente, i pozzi di monitoraggio presentano un allineamento con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati. Valori simili a quello di giugno 2021 in TPZ18 si sono registrati tra il 2012 e il 2015 e nel 2020. Tuttavia, i valori dei campionamenti successivi (di settembre e dicembre 2021) sono risultati in netto calo.
- Nei piezometri intermedi i valori variano tra concentrazioni inferiori al LOQ e 4,25 mg/l registrato in N5(i) a settembre 2021.
- Nei piezometri superficiali i valori registrati variano tra il LOQ e 7,18 mg/l in N5(s). Per tutti i piezometri afferenti all'acquifero superficiale le concentrazioni riscontrate risultano in linea con lo storico.

■ **Cloruri:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata i vari pozzi di monitoraggio presentano un range di variabilità mediamente inferiore rispetto all'anno precedente (media 2020: 305 mg/l; media 2021: 165,9 mg/l). Le concentrazioni sono comunque in linea con lo storico con valori massimi di circa 300-350 mg/l rilevato in TPZ18, TPZ20 e TPZ21.
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati variano tra 15,4 mg/l in TPZ24bis a giugno e 409 mg/l in TPZ20ter nello stesso mese. Tali valori risultano confrontabili con il trend storico dei piezometri. I trend sono stabili.
- Nei piezometri superficiali i valori registrati variano tra 14 mg/l in N7(s) e 121 mg/l in N4(s). Le concentrazioni registrate risultano in linea con il trend storico. Molti piezometri presentano oscillazioni dei dati, alcuni anche nel breve periodo.

■ **Solfati:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata non si riscontrano valori significativi, registrando concentrazioni quasi sempre di un ordine di grandezza al di sotto della CSC ad eccezione dei valori rilevati in TPZ18 a giugno (265 mg/l) e a settembre (289 mg/l) a fronte di una CSC di riferimento per tale parametro pari a 250 mg/l. Nel monitoraggio di dicembre è stato registrato un valore nuovamente al di sotto del limite di riferimento pari a 27,4 mg/l. Tale piezometro presenta forti oscillazioni per i solfati negli ultimi anni, evidenziando un andamento che appare condizionato da fenomeni stagionali; emerge infatti che negli ultimi 3 anni (2019-2020-2021) nei mesi di giugno e settembre si osservano superamenti della CSC con valori tra circa 265 mg/l e circa 310 mg/l, mentre nei periodi primaverile e invernale le concentrazioni sono inferiori e minori anche della CSC.
- Nei piezometri della circolazione profonda semiconfinata si registrano valori compresi tra 14,2 mg/l in TPZ24bis a giugno e 173,0 mg/l in N5(i) a dicembre. Le concentrazioni risultano comunque tutte inferiori alla CSC.
- Per i piezometri dell'acquifero superficiale si registrano concentrazioni comprese tra 35 mg/l in N7(s) a febbraio e 176 mg/l in N5(s) a settembre. Per l'acquifero superficiale tutte le concentrazioni riscontrate risultano al di sotto delle CSC.

Metalli (Arsenico, Nichel, Ferro, Manganese, Piombo):

■ **Arsenico:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni registrate sono comprese tra 1,69 µg/l, rilevato in TPZ18 a marzo e 20,90 µg/l, rilevato in TPZ21 a settembre (superiore alla CSC di 10 µg/l). Sono stati riscontrati superamenti delle CSC anche nei piezometri

TPZ12 (10,9 µg/l a settembre), TPZ19bis (per tutto il periodo di riferimento con concentrazioni comprese tra 14,1 e 19,6 µg/l) e TPZ28 (per tutto il periodo di riferimento con concentrazione massima pari a 18,1 µg/l). I valori maggiori sono in TPZ21 a monte idraulico.

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si rilevano concentrazioni comprese tra 0,20 µg/l e 54,4 µg/l. Si registrano superamenti della CSC nei soli TPZ20ter e TPZ18bis con la concentrazione massima registrata occasionalmente proprio in quest'ultimo punto, nel mese di febbraio (54,4 µg/l). Tale valore, tuttavia, pur costituendo il massimo storico per il piezometro, risulta anomalo ed è da considerarsi un outlier. A conferma di questo, i valori registrati nei successivi campionamenti in TPZ18bis sono risultati variabili tra concentrazioni inferiori al LOQ e 25,2 µg/l a settembre 2021, in linea con lo storico e con il piezometro TPZ20ter.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono risultate sempre inferiori alle CSC con valori variabili tra 0,10 µg/l e 3,40 µg/l registrato a dicembre in N2(s).

■ **Nichel:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni non sono significative e comunque sempre inferiori alla CSC (20 µg/l). Il valore massimo, pari a 5,30 µg/l, è stato registrato in TPZ18 a dicembre 2021.
- Nei piezometri della circolazione intermedia i valori risultano sempre al di sotto della CSC con concentrazioni comprese tra valori inferiori al LOQ e 8,60 µg/l registrato in TPZ24bis a marzo.
- Anche nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni risultano sempre inferiori alla CSC (20 µg/l). In N5(s) a settembre è stato rilevato in picco di 18,8 µg/l (inferiore alla CSC), successivamente rientrato nella media storica a dicembre con valore inferiore al LOQ. Tale valore rappresenta un outlier.

■ **Ferro:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni maggiori si riscontrano in modo diffuso nei piezometri TPZ12, TPZ18, TPZ21, TPZ24 e TPZ28. Si registrano superamenti della CSC (200 µg/l) diffusi sia nella zona di monte che di valle idrogeologica, confermando il trend storico caratterizzato anche da forti oscillazioni delle concentrazioni. Il valore registrato a dicembre in TPZ18, pari a 614 µg/l, risulta anomalo rispetto alla popolazione dei dati disponibili e si ipotizza possa essere un outlier. L'andamento delle concentrazioni in tale punto sarà attenzionato nel corso delle prossime campagne di monitoraggio. Ulteriori superamenti sono stati riscontrati nei piezometri TPZ21 con concentrazione massima pari a 358 µg/l (settembre), TPZ24 con concentrazione massima pari a 413 µg/l e in TPZ28 a giugno 2021 (510 µg/l). Nel piezometro TPZ19bis le concentrazioni risultano sempre inferiori alla CSC (200 µg/l).

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si registrano superamenti della CSC in TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis, N4(i) e in N7(i). La concentrazione riscontrata a febbraio 2021 in TPZ18bis (9.730 µg/l) costituisce il massimo storico per tale piezometro, tuttavia il trend risulta caratterizzato da forti oscillazioni. I dati successivi sono rientrati nel range storico per tali punti di controllo. Nel corso del campionamento effettuato nel mese di gennaio 2021 è stata registrata una concentrazione di ferro in corrispondenza del piezometro N7(i) pari a 2470 µg/l che costituisce il massimo storico per tale piezometro. A partire da febbraio e per i campionamenti successivi i valori si sono attestati sulla media storica dei dati. In generale, nei vari punti si riscontra un trend caratterizzato da forti oscillazioni.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale si sono registrati superamenti della CSC di riferimento (200 µg/l) in N4(s), N7(s) e N3(s). Per quanto concerne N3(s) si precisa che il valore riscontrato in occasione del campionamento di settembre 2021, pari a 685 µg/l, rappresenta il massimo storico ed è da ritenersi un outlier. A conferma, i campionamenti effettuati nella campagna precedente (giugno 2021) e in quella successiva (dicembre 2021) hanno mostrato valori di 1÷2 ordini di grandezza inferiori al limite normativo, rispettivamente pari a 6 e 19 µg/l. Gli altri piezometri evidenziano valori inferiori alla CSC. I dati confermano pertanto il trend storico di presenza diffusa e con forti oscillazioni.

■ **Manganese:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata sono stati registrati superamenti delle CSC in tutti i piezometri e in quasi tutte le campagne, tra monte e valle idraulica, con valore massimo riscontrato in TPZ24 a settembre 2021 (365 µg/l). Tale valore costituisce il massimo storico per tale piezometro e non risulta rappresentativo del trend storicamente registrato; tuttavia, si precisa che a dicembre 2021, la concentrazione registrata è risultata inferiore a quella di settembre e pari a 160 µg/l, in linea con la serie storica per tale punto.
- Per i piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si registrano forti oscillazioni dei dati, con superamenti diffusi della CSC, tra monte e valle. I dati variano tra valori al di sotto del LOQ e 2.385 µg/l, picco registrato in N1(i) a settembre. In N5(i) per tutto il periodo di riferimento si sono rilevate concentrazioni inferiori alla CSC (50 µg/l). Il piezometro N2(i) ha mostrato valori inferiori alla CSC in tutte le campagne di monitoraggio ad eccezione di dicembre 2021 (124 µg/l). Ha inoltre fatto registrare valori inferiori alla CSC il piezometro N7(i) nella campagna di marzo 2021, con concentrazione pari a 7,85 µg/l. I dati confermano il trend storico e la presenza diffusa di manganese in tale circolazione.
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale i valori riscontrati variano tra 1,70 µg/l e 2.160 µg/l registrato in N4(s) a marzo. I vari piezometri evidenziano il superamento della CSC (50 µg/l) in quasi tutte le campagne condotte nel 2021, sia monte che a valle, ad eccezione del piezometro N5(s) in cui si sono riscontrate concentrazioni inferiori alla CSC per tutto il periodo di riferimento. Nei

piezometri N2(s) e N3(s) le concentrazioni sono risultate inferiori ai limiti normativi in tutte le campagne tranne che a settembre per entrambi i piezometri, con concentrazioni rispettivamente pari a 77,9 µg/l e 288 µg/l, e a dicembre per N2(s) (186 µg/l). I dati confermano il trend storico di presenza diffusa e con forti oscillazioni.

■ **Piombo:**

- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata non si rilevano concentrazioni significative che risultano nel complesso sempre inferiori o prossime al LOQ (0,1 µg/l), con valore massimo pari a 0,9 µg/l registrato in TPZ28 a settembre e comunque inferiore alla CSC (10 µg/l);
- Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori risultano sempre inferiori o prossimi al LOQ in tutti i piezometri ad eccezione di TPZ24bis dove si è registrata a marzo una concentrazione pari a 2,34 µg/l. Tutti i valori riscontrati risultano comunque inferiore alla CSC (10 µg/l);
- Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono inferiori o prossime al limite di rilevabilità, con concentrazione massima pari a 0,4 µg/l rilevata in N3(s) a settembre 2021. Tutti i valori registrati risultano comunque inferiori alla CSC.

■ **Cromo, Cromo VI e Selenio:** come detto in precedenza, a seguito della comunicazione ai sensi dell'art. 245 del DLgs 152/06 fatta da CSAI in data 30 giugno 2021 per superamento delle CSC per Cromo totale, Cromo VI e Selenio in N2(s) (rif. documento Golder C06049R-21 *"Relazione Tecnica inerente il superamento dei limiti delle CSC per le acque sotterranee per i parametri Cromo, Cromo VI e Selenio nel piezometro N2(s)"*), da giugno 2021 si è proceduto all'analisi mensile di tali parametri in tutti i piezometri afferenti alla circolazione superficiale (N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), TPZ20bis). Si ritiene, come già ampiamente rappresentato nella allegata al prot 1605/21, che i valori rilevati in N2(s) e occasionalmente in N5(s) per selenio non sono riconducibili all'attività della discarica bensì a cause esterne.

- **Cromo totale** le analisi effettuate nel mese di marzo in corrispondenza del piezometro superficiale N2(s), ubicato a monte idraulico della discarica, hanno mostrato superamenti dei limiti con concentrazione pari a 58 µg/l (CSC = 50 µg/l). Per verificare i valori riscontrati, il Gestore ha effettuato per il piezometro N2(s) due campionamenti aggiuntivi a maggio 2021 (3-6 maggio e 24 maggio). Si precisa che in occasione del primo campionamento sono stati prelevati n.2 campioni inviati a n.2 diversi laboratori per l'esecuzione delle analisi al fine di verificare la consistenza dei dati forniti del laboratorio incaricato. Gli esiti analitici hanno mostrato un superamento delle CSC per il primo campionamento effettuato (concentrazioni 57,5 µg/l e 91 µg/l) mentre in occasione del secondo si è rilevata piena conformità alla CSC, con concentrazione pari a 49,2 µg/l. A partire da giugno 2021 si è proceduto all'analisi di tali parametri in tutti i piezometri afferenti alla circolazione superficiale (N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), TPZ20bis). Gli esiti analitici hanno mostrato concentrazioni di Cromo totale inferiori alle CSC con un massimo pari a 14,1 µg/l riscontrato in N2(s) a giugno 2021.

- Cromo VI:** per quanto concerne il Cromo VI, le analisi effettuate nel mese di marzo in corrispondenza del piezometro superficiale N2(s), ubicato a monte idraulico della discarica, hanno mostrato superamenti dei limiti con concentrazione pari a 54,4 µg/l (CSC = 5 µg/l). Per verificare i valori riscontrati, il Gestore ha effettuato per il piezometro N2(s) due campionamenti aggiuntivi a maggio 2021 (3-6 maggio e 24 maggio). Si precisa che in occasione del primo campionamento sono stati prelevati n.2 campioni inviati a n.2 diversi laboratori per l'esecuzione delle analisi al fine di verificare la consistenza dei dati forniti del laboratorio incaricato. Gli esiti analitici hanno mostrato superamenti delle CSC in entrambi i campionamenti con concentrazioni rispettivamente pari a 56,5 µg/l, 87 µg/l e 42,6 µg/l. In tutte le campagne successive le concentrazioni sono risultate inferiori al LOQ, ad eccezione di dicembre 2021 in cui si sono riscontrati i seguenti valori: 1,1 µg/l in N4(s) e 3,0 µg/l in N2(s). I valori rilevati confermano le valutazioni espresse nel documento Golder C06049R-21, mostrando un trend decrescente delle concentrazioni con piena conformità delle CSC a partire da luglio 2021. I picchi riscontrati nei precedenti monitoraggi sono risultati isolati e circoscritti nell'intorno del piezometro N2(s) e non hanno interessato gli altri piezometri afferenti alla circolazione superficiale. Questo conferma, inoltre, l'assenza di correlazione tra le concentrazioni di Cromo e Cromo VI e il percolato in discarica.

In riferimento ai parametri Cromo e Cromo VI, per completezza si riporta di seguito l'andamento delle concentrazioni nel piezometro N2(s) ritenuto più significativo in funzione della sua ubicazione.

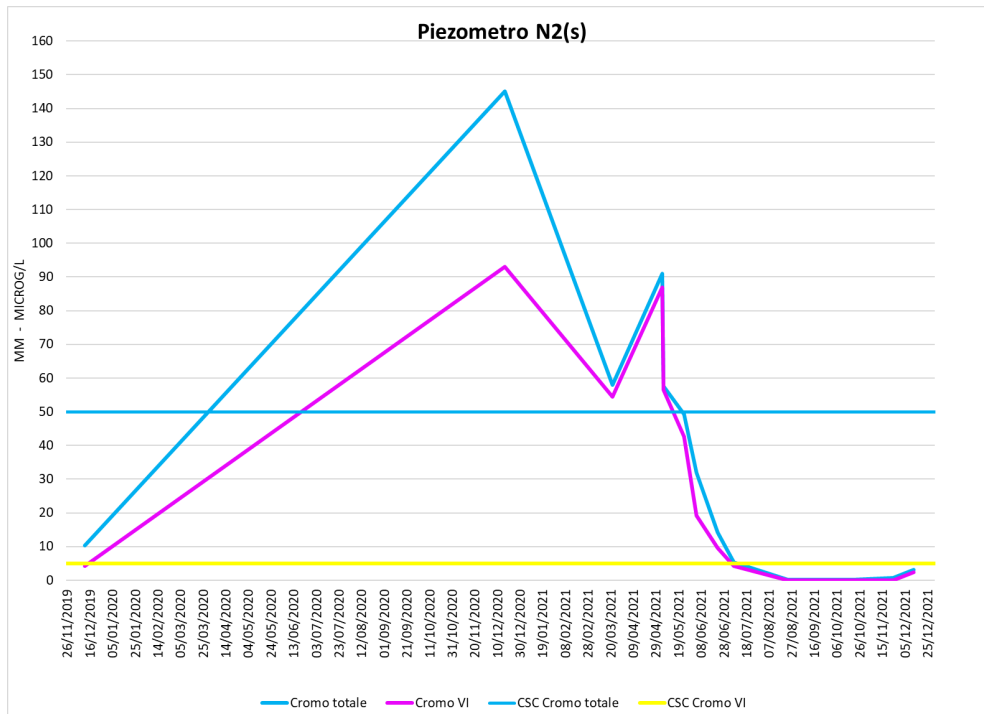


Figura 25 - Piezometro N2(s)

- Selenio:** in analogia a quanto descritto per il Cromo e il Cromo VI, a partire dal mese di giugno 2021 i soli piezometri afferenti alla circolazione superficiale (N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s),

TPZ20bis) sono stati analizzati per la determinazione del parametro Selenio. Gli esiti analitici hanno mostrato un superamento dei limiti normativi (CSC = 10 µg/l) nei mesi di giugno 2021 in N2(s) (17,2 µg/l) e settembre 2021 in N5(s) (16,5 µg/l). Preme specificare che tale ultimo valore in N5(s) costituisce un valore occasionale e circoscritto a tale piezometro, non riconducibile all'attività della discarica. A conferma del carattere isolato di tale risultato i campionamenti successivi hanno mostrato valori inferiori al limite normativo. In tutti gli altri campionamenti effettuati, in tutti i piezometri, gli esiti analitici hanno mostrato concentrazioni inferiori alla CSC con concentrazioni variabili da valori inferiori al LOQ e 8,2 µg/l (luglio 2021 in N5(s)).

- **Altri metalli (cadmio, mercurio, rame, zinco):** non si rilevano concentrazioni apprezzabili nei pozzi monitorati che risultano tutte ampiamente inferiori alle CSC di riferimento.
- **Tensioattivi anionici:**
 - Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, sia a monte che a valle idraulica della discarica, le concentrazioni di tensioattivi anionici è risultata inferiore al limite di rilevabilità ad eccezione dei piezometri TPZ18, TPZ20 e TPZ24 in cui, nel solo campionamento di settembre, si sono riscontrate concentrazioni rispettivamente pari a 0,43 mg/l, 0,11 mg/l e 0,13 mg/l.
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori sono sempre inferiori al limite di rilevabilità, ad eccezione del piezometro TPZ20ter in cui si è registrata una concentrazione pari a 0,106 mg/l a settembre 2021.
 - Nei pozzi appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni sono sempre inferiori al LOQ in tutti i piezometri monitorati.
- **Idrocarburi aromatici:** i valori registrati dei singoli parametri analizzati risultano inferiori ai LOQ in tutti i punti di misurazione per tutto il periodo di riferimento (gennaio 2021 – dicembre 2021).
- **Solventi clorurati:**
 - Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata si evidenziano concentrazioni generalmente inferiori al LOQ ad eccezione che per il parametro Triclorometano a marzo in TPZ21 (0,0165 µg/l) a monte, inferiore alla CSC.
 - Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata si evidenziano quasi sempre concentrazioni inferiori al LOQ e alla CSC sia a monte che a valle della discarica, ad eccezione del parametro Tetracloroetilene registrato in N7(i) a settembre e dicembre, con concentrazione di 1,2 µg/l. Tali valori sono in linea con il trend storico che si è riscontrato in precedenza nel vecchio piezometro TPZ15 (attivo fino al Settembre 2016 e sostituito dal N7(i) a dicembre 2016). Si registrano inoltre valori di poco superiori al LOQ ma inferiori alla CSC nei seguenti campionamenti:

- marzo: per tetracloroetilene (0,780 µg/l in N7(i)), tricloroetilene (0,345 µg/l in N7(i)), 1,2-dicloroetilene (0,166 µg/l in N7(i)), triclorometano (0,0111 µg/l in N1(i), 0,0313 in N5(i), 0,0202 in TPZ24bis) e 1,2-dicloropropano (0,0131 µg/l in TPZ18bis);
 - giugno: per tricloroetilene (0,3 µg/l in N7(i)) e tetracloroetilene (0,8 µg/l in N7(i));
 - settembre: per tricloroetilene (0,6 µg/l in N7(i));
 - dicembre: per tricloroetilene (0,4 µg/l in N7(i)).
- Nei piezometri afferenti all'acquifero superficiale si evidenziano concentrazioni inferiori alle rispettive CSC, sia a monte che a valle della discarica, ad eccezione del valore registrato in N7(s) per il parametro tetracloroetilene nel mese di dicembre pari a 1,2 µg/l (CSC 1,1 µg/l). Sono stati inoltre registrati valori di poco superiori al LOQ nelle seguenti campagne di monitoraggio:
 - marzo: per cloroformio (0,0291 µg/l in N2(s), 0,0133 in N5(s), 0,0165 in N7(s)), tricloroetilene (0,390 µg/l in N7(s)), tetracloroetilene (0,971 µg/l in N7(s)) e 1,2-Dicloroetilene (0,136 µg/l in N7(s));
 - giugno: per tricloroetilene (0,4 µg/l in N7(s)), tetracloroetilene (0,9 µg/l in N7(s)) e cloroformio (0,07 µg/l in N2(s));
 - settembre: per tricloroetilene (0,6 µg/l in N7(s)) e tetracloroetilene (1,0 µg/l in N7(s));
 - dicembre: per tricloroetilene (0,6 µg/l in N7(s)).
- **Cianuri:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di tale parametro.
 - **Fluoruri:** nei piezometri campionati è stata rilevata la presenza di fluoruri sia a monte che a valle della discarica con concentrazioni comprese tra 100 µg/l e 270 µg/l. I valori registrati risultano comunque inferiori alla CSC (1500 µg/l) e sono rilevati sia a monte che a valle.
 - **Fitofarmaci:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di fitofarmaci.
 - **Idrocarburi policiclici aromatici:** tali composti presentano concentrazioni al di sotto del LOQ nelle varie circolazioni.
 - **Solventi organici azotati:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di solventi azotati.
 - **Pesticidi fosforati totali:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di pesticidi fosforati.
 - **Fenoli:** nei piezometri campionati non è stata riscontrata presenza di tali composti.
 - **TOC:** nel monitoraggio del mese di marzo sono state registrate concentrazioni generalmente superiori rispetto al range storico, con valori che risultano variabili tra 4,77 mg/l (TPZ24) e 89,5 (N1(s)). Tali valori sono stati rilevati in maniera diffusa sia a monte (come il TPZ20bis, TPZ20ter, N1(s), N1(i), N2(i), N2(s) e

TPZ21 con valori tra 30,3 mg/l e 89,5 mg/l) che a valle della discarica (come l'N5(s) e l'N6(s) con valori tra 64,3 mg/l e 38,1 mg/l), interessando le varie circolazioni. Il carattere diffuso e generalizzato delle concentrazioni registrate non è collegato all'influenza della discarica ma piuttosto a problematiche di laboratorio. Si sottolinea che a partire dal campionamento di giugno 2021 le analisi hanno mostrato concentrazioni di tale parametro in linea con quelle storicamente registrate.

10.2.3.3 Calcolo del bilancio ionico

Le analisi chimiche delle acque sotterranee permettono di definire la Facies Chimica (mineralizzazione) e la qualità di tale matrice. La presenza di composti inorganici si traduce, infatti, nel cosiddetto bilancio ionico, determinato con la seguente formula, che esprime la deviazione percentuale, ossia lo sbilanciamento di carica tra i principali anioni e cationi presenti nell'acqua.

$$DEV\% = \frac{\sum [Cationi] - \sum [Anioni]}{\sum [Cationi] + \sum [Anioni]} * 100$$

Per quanto riguarda i valori di riferimento per il bilancio ionico, le metodiche standard di analisi ammettono un'incertezza sul dato chimico analizzato che può variare indicativamente tra $\pm 10\%$ e $\pm 15\%$ del valore stesso. Ciò comporta che scarti dell'ordine del $\pm 15\%$ possono ritenersi ammissibili per il bilancio ionico.

Per i piezometri in cui si è verificata un'incertezza di analisi superiore al 15% con la formula di cui sopra, è stato effettuato un secondo controllo attraverso un metodo che mette in correlazione il residuo fisso ("RF") e la conducibilità elettrica specifica ("EC") secondo la relazione:

$$RF = 0.688 \times EC$$

Il residuo fisso è il parametro che esprime il quantitativo complessivo dei sali disciolti in un'acqua. La conducibilità elettrica, invece, è una controprova della misura del residuo fisso, poiché più minerali ci sono e più l'acqua permette il passaggio di elettricità. Infatti, si riscontra un aumento della conducibilità elettrica in modo proporzionale alla quantità delle sostanze disciolte, e quindi è un parametro utile per ottenere una misura, seppur approssimata, del contenuto di sali disciolti in un'acqua. Pertanto, la misura della conducibilità elettrica costituisce un metodo indiretto, per ricavare il residuo fisso di un'acqua, somma di tutti i minerali inorganici presenti in soluzione.

In merito al legame tra conducibilità e residuo fisso, dalla letteratura a disposizione, queste due grandezze sono legate da una legge di tipo lineare ^[1] i cui coefficienti variano a seconda dell'autore ed, inoltre, la relazione tra i due parametri è funzione del tipo e della natura dei cationi e anioni disciolti e dalla natura dei materiali sospesi.

Per l'analisi del bilancio ionico si sono considerate le analisi relative ai piezometri di fondovalle, come richiesto dalle Autorità, ed i risultati sono riportati nella seguente tabella.

[1] A. G. THOMAS, "Specific conductance as an indicator of total dissolved solids in colds dilute waters", Hydrological Journal des Sciences Hydrologiques, 31, 1.3/1986

Tabella 30 - Bilancio ionico dei piezometri di fondovalle

	RISULTATI DEL BILANCIO IONICO (%)			
Campione	Marzo 2021	Giugno 2021	Settembre 2021	Dicembre 2021
TPZ12	1	-1	-1	0
TPZ18	-14	6	2	19
TPZ18bis	-4	0	-1	-2
TPZ19bis	5	-1	-3	6
TPZ20	2	9	0	6
TPZ20bis	0	2	2	6
TPZ20ter	-3	-1	0	3
TPZ21	3	-1	-1	2
TPZ24	-14	-1	-2	10
TPZ24bis	1	-1	1	9
TPZ28	9	0	-3	5
N1(S)	-4	1	1	11
N1(i)	-2	1	1	8
N2(S)	9	1	1	1
N2(i)	-8	-6	-3	-2
N3(S)	-7	-1	0	5
N4(S)	-9	2	-1	0
N4(i)	4	0	0	1
N5(S)	-8	2	1	0
N5(i)	2	0	0	3
N6(S)	-1	-1	0	-9
N7(i)	-4	1	0	-3
N7(S)	-15	1	0	-2

I valori ottenuti evidenziano uno sbilanciamento variabile, in valore assoluto, tra 0% e 19%.

10.2.4 Valutazioni

Prima di entrare nel dettaglio delle valutazioni si ritiene opportuno precisare che l'analisi dei dati è stata sviluppata tenendo conto dei seguenti aspetti:

- I dati chimici analizzati nei diversi punti di controllo ed i rispettivi valori di riferimento;
- Il trend storico dei dati globalmente disponibili;
- I risultati emersi dalle varie indagini di approfondimento, a partire da quella dell'estate 2008 fino alle successive più recenti condotte ai fini dei lavori di realizzazione della cassa di espansione del torrente Riofi;
- I risultati delle indagini prescritte dalle Autorità ed eseguite a fine 2010;
- I risultati delle indagini integrative richieste dalle Autorità condotte nel 2011;
- Per i piezometri dell'area collinare, nelle valutazioni si è tenuto in considerazione quanto stabilito dalle Autorità in sede di CdS in seguito alle campagne di indagine condotte, ossia che *“tali punti vanno ad intercettare livelli argillo-limosi le cui caratteristiche geologiche sono tali per cui non si identifica al loro interno un vero e proprio acquifero... per tali caratteristiche hanno avuto e mantengono significato limitatamente alla verifica di carattere pressoché puntuale della efficienza e della efficacia dei dispositivi di barriera della discarica; di conseguenza non risultano applicabili a tali punti le CSC di cui al D.Lgs. n. 152/2006”*.
- I piezometri ubicati sul fondovalle intercettano circolazioni idriche non connesse con la zona collinare in cui sono ubicati pozzi che drenano acque di poro delle argille circostanti o acque di infiltrazione sub-superficiale. Nell'area collinare non sono presenti falde ma solo lenti isolate e localizzate di sabbie fini limose alimentate da infiltrazioni meteoriche/acque connate. Tale separazione idraulica tra zona collinare e circolazioni sul fondovalle è dovuta alla presenza estesa e profonda del substrato argilloso che caratterizza l'area vasta del sito; per quanto riguarda i piezometri ubicati nell'area di versante (TPZ18, TPZ18bis e TPZ19bis), alcuni di questi, in particolare il TPZ18, ha mostrato in passato segni d'interferenze tra le acque e le fasi realizzative del piezometro stesso, come hanno testimoniato i valori di pH storicamente più elevati rispetto agli altri piezometri. La stessa considerazione sul pH è possibile estenderla generalmente al pozzo N2(i), anch'esso riperforato di recente.
- Le indagini di approfondimento condotte nel corso degli ultimi anni hanno consentito di accertare l'effettiva esistenza nell'area di tre diverse circolazioni, due profonde all'interno del substrato argilloso e una superficiale (più propriamente definita acquifero) localizzata nel sub-alveo del torrente Riofi. Le circolazioni profonde, semiconfinata e confinata, non sono in connessione idraulica diretta nella zona dell'impianto, in quanto nel corso delle prove di portata condotte negli ultimi anni, non è stato osservato alcun effetto o disturbo reciproco apprezzabile tra i piezometri delle due circolazioni. Le varie indagini, coerentemente con i dati storici acquisiti con l'attuazione del PSC, hanno confermato la presenza di origine naturale nelle acque sotterranee di alcuni composti anche in elevate concentrazioni, tra cui metalli, composti dell'azoto,

cloruri, riscontrati nell'area vasta, anche a monte idraulico. Inoltre, le prove eseguite hanno dimostrato assenza di connessione idraulica tra zona collinare e fondovalle, come già accertato nelle indagini più datate nel tempo.

- Il complesso delle indagini svolte fino ad oggi ha permesso di accertare la presenza estesa di un potente substrato argilloso con spessori rilevanti.
- Il set dei parametri chimici di monitoraggio dei piezometri dell'area collinare è diverso rispetto a quello dei piezometri del fondovalle, secondo quanto previsto dall'attuale piano di monitoraggio approvato dalle Autorità.
- Con l'approvazione in data 10/10/2014 della Deliberazione della Giunta Provinciale n. 421 relativa al progetto definitivo degli *"interventi per la completa messa in sicurezza idraulica dell'area posta a valle dell'impianto di Casa Rota attraverso una cassa di espansione sul Borro Riofi..."* è stato necessario rivisitare l'intero piano di monitoraggio delle acque sotterranee di fondovalle, prevedendo la cementazione e la rip perforazione di alcuni piezometri. Tale rivisitazione, concordata con ARPAT, si è resa necessaria a causa delle interferenze tra la preesistente rete di controllo e il citato progetto di messa in sicurezza idraulica.

Pertanto, nel corso del 2016 è stato aggiornato il sistema di monitoraggio delle acque sotterranee e quindi i piezometri oggetto di campionamento, come esplicitato nel Paragrafo 10.2.1.

- A partire da settembre 2011, la campagna di monitoraggio è stata integrata con altri piezometri previsti dal PSC (TPZ20, TPZ20bis, TPZ20ter, TPZ21 e TPZ21bis, ubicati a monte idraulico rispetto alla discarica) e a partire da settembre 2015 sono stati aggiunti i piezometri di fondovalle N1(s), N2(i), N2(s), N3(s), N4(i), N4(s), N5(i), N5(s), N7(i) e N7(s).
- Dal mese di settembre 2016 sono stati aggiunti come pozzi di controllo il piezometro N6(s), per l'acquifero superficiale, e i piezometri TPZ24, TPZ24bis, TPZ28, N1(i), per l'acquifero profondo. I piezometri TPZ28, TPZ24 e TPZ24bis sono stati aggiunti a seguito della richiesta di ARPAT (cfr. nota ARPAT con Prot. AR,01,11,40/1,110 del 16/06/2016).
- Nel mese di settembre 2019 sono stati realizzati n. 2 piezometri collinari (TPZA1 e TPZA2) ubicati al piede dell'argine di valle e alle spalle dell'impianto di trattamento meccanico biologico, caratterizzati da fenestrate confrontabili (in quota) con quelle dei livelletti limo sabbiosi intercettati in TPZ18 e TPZ18bis alle quote di (111,6/108,6) metri s.l.m. e (123,6/121,3) metri s.l.m. Inoltre, al fine di rafforzare ulteriormente le tesi esposte in merito alla ricostruzione del quadro idrogeologico nonché ottemperando a specifiche richieste intervenute nel corso dell'istruttoria e delle Conferenze dei Servizi della procedura PAUR, si è provveduto all'esecuzione di n. 2 nuove verticali di indagine, denominate SA6 e TPZN ubicate rispettivamente entro il perimetro del proposto ampliamento e sul versante collinare che digrada verso il fosso di Piantravigne.

- Per una maggiore chiarezza ed organicità di esposizione ed un confronto più immediato, si è ritenuto opportuno ed utile non suddividere le valutazioni sviluppate per i piezometri dell'area collinare rispetto a quelle per i piezometri di fondovalle.
- Nell'esposizione dei dati si sono prese a riferimento indicativo le CSC del D. Lgs. 152/06, come richiesto dalle Autorità. A tal proposito si ricorda comunque che nell'ambito della Conferenza dei Servizi sulla base della quale è stata emessa l'attuale AIA (seduta del 21 e del 30 dicembre 2010), le Autorità hanno ritenuto che *“gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06”*. Le successive valutazioni sono quindi sviluppate anche mediante confronto con la situazione ambientale di riferimento accertata nel 2010 ai fini della CdS sopra citata.

In allegato si riportano le Tabelle delle analisi svolte (Appendice 2) e i grafici con gli andamenti temporali per i principali parametri chimici analizzati (Appendice 3). In particolare, sui grafici sono riportate anche le CSC, qualora previste. Per una più chiara consultazione dei grafici, gli stessi sono stati suddivisi tra circolazioni profonde (semiconfinata e confinata) e acquifero superficiale.

Sulla base quindi dei risultati esposti nei paragrafi precedenti ed in relazione a quanto suddetto emerge il seguente quadro ambientale per le acque sotterranee e relative considerazioni:

- I piezometri dell'area collinare evidenziano valori di **conducibilità elettrica** generalmente maggiori rispetto ai valori evidenziati dai piezometri di fondovalle, nonché maggiori oscillazioni, il che è ascrivibile al diverso tenore di cloruri e solfati riscontrato tra area collinare (maggiori concentrazioni) e il fondovalle e soprattutto alla differente situazione idrogeologica (in area collinare non sono presenti acquiferi ma lenti isolate con acque di poro tendenzialmente stagnanti al loro interno per lungo periodo).
- I **cloruri** presentano un andamento simile a quello della conducibilità, con le maggiori concentrazioni ed oscillazioni nei piezometri ubicati nell'area collinare. Nei piezometri di fondovalle i valori maggiori sembrano localizzarsi nei piezometri afferenti alle circolazioni profonde, sia di monte che di valle, di più recente realizzazione ed in particolare in TPZ18, TPZ20ter, TPZ20 e TPZ21.
- L'**ammoniaca** presenta livelli di concentrazione minori (e comunque con valori poco significativi) nei piezometri dell'area collinare (concentrazione massima 2021 pari a 4,28 mg/l, valore medio piezometri 0,57 mg/l), ubicati nelle immediate vicinanze delle vasche di smaltimento, rispetto ai piezometri di fondovalle (concentrazione massima 2021 pari a 22,9 mg/l, valore medio piezometri 4,20 mg/l).

I valori registrati in corrispondenza dei piezometri collinari, in linea con lo storico, mostrano concentrazioni variabili tra valori inferiori al LOQ e 4,28 mg/l, registrato in TPZA2 a settembre.

I dati osservati nella circolazione profonda e superficiale di fondovalle risultano essere in linea con il range di variabilità riscontrato nel corso degli anni passati.

Nei piezometri che intercettano la circolazione profonda confinata, l'ammoniaca presenta nel 2021 generalmente trend oscillatori. In particolare, le concentrazioni registrate variano tra valori 0,35 mg/l registrato in TPZ20 a giugno 2021 e 22,9 mg/l registrato in TPZ21 a dicembre 2021.

Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda semiconfinata i valori registrati risultano compresi valori inferiori al LOQ e 14,2 mg/l di TPZ20ter.

Nell'acquifero superficiale le concentrazioni risultano comprese tra valori inferiori al LOQ ed un massimo di 2,61 mg/l riscontrato in N3(s) a dicembre 2021.

Si ricorda inoltre che le indagini di approfondimento eseguite tra il 2008 e il 2010 hanno evidenziato che i valori rilevati nei piezometri sia nell'acquifero profondo che superficiale lungo il Riofi sono confrontabili con i dati riscontrati in diversi pozzi privati esterni ubicati a monte e valle idraulica rispetto alla discarica con punte di circa 15÷20 mg/l. Anche ARPAT nelle proprie analisi di marzo 2008 sui pozzi privati esterni ha rilevato 9,51 mg/l in un pozzo a monte.

Tale situazione, e soprattutto le concentrazioni rilevate nei piezometri di monte idraulico, confermano una presenza diffusa per tale parametro nell'area vasta circostante la discarica. Inoltre, considerando che nei piezometri ubicati in area collinare nelle immediate vicinanze delle vasche di smaltimento si rilevano in genere concentrazioni significativamente inferiori rispetto ai piezometri del fondovalle, ovvero concentrazioni prossime al LR, non emerge alcuna correlazione tra i livelli di ammoniaca riscontrati nelle circolazioni sotterranee del fondovalle e la discarica. L'origine dei livelli di ammoniaca rilevati nelle acque è dovuta a fenomeni naturali ed, eventualmente, ad altre attività antropiche locali, tra cui:

- presenza di torba e lignite nel sottosuolo. La sostanza organica presente nelle torbe subisce naturalmente una serie di trasformazioni biochimiche in condizioni anaerobiche, grazie anche al basso valore di ossigeno disciolto. L'azoto organico presente nel sottosuolo tende, infatti, ad essere mineralizzato ad ammoniaca attraverso la reazione di ammonificazione, processo nel quale possono intervenire numerosi microrganismi quali ad esempio *Bacillus*, *Clostridium*, *Flavobacter*, *Pseudomonas*, etc. A livello orientativo è sufficiente qualche mg/kg di azoto nel terreno per poter rendere possibile, in determinate condizioni chimico-fisiche, una concentrazione significativa di ione ammonio nelle acque;
- fenomeni correlati con l'esistenza di specifiche attività antropiche locali, quali attività agricole, allevamenti domestici, scarichi, ecc.;
- impatto legato al fatto che le aree ubicate intorno alla discarica non sono servite da fognatura pubblica strutturata, ma dotate presumibilmente di fosse biologiche che molto probabilmente interferiscono con l'ambiente idrico sotterraneo;
- concimazioni e uso di prodotti in ambito agricolo, attività storicamente condotta nella zona. Dalle informazioni disponibili, le colture sono principalmente cereali (grano, mais, orzo) che possono richiedere uso di concimi azotati.

Anche lo studio condotto nel 2010 dal Prof. Beretta del Politecnico di Milano nell'ambito degli approfondimenti effettuati su incarico della Provincia di Arezzo ha confermato tale impostazione per l'ammoniaca ponendo l'accento sul fatto che *“la presenza dello ione ammonio in elevate concentrazioni può essere dovuta alla trasformazione che subisce naturalmente la sostanza organica (si veda la presenza di torbe nel sottosuolo) in condizioni anaerobiche... Nel caso di Casa Rota si hanno valori maggiori di ammonio negli acquiferi di fondovalle più ricchi di torbe e lignite nella matrice, mentre concentrazioni più contenute sono presenti nelle acque campionate dai piezometri circostanti la discarica”*.

Pertanto, si ritiene che la presenza di concentrazioni più elevate di ammoniaca, e composti dell'azoto, nelle circolazioni profonde sia appunto riferibile principalmente alla presenza di livelli di sostanza organica (torba e lignite) presenti naturalmente nel sottosuolo. In ogni caso, come detto, la presenza è diffusa nell'area con valori elevati già a monte idraulico.

- Per quanto riguarda i **solfati**, per i piezometri di fondovalle, l'intera serie storica dei dati non evidenzia generalmente valori significativi, né per quanto riguarda le circolazioni profonde (confinata e semiconfinata) né per quanto riguarda l'acquifero superficiale, ad eccezione delle concentrazioni registrate in TPZ18 a giugno e settembre rispettivamente pari a 265 e 289 mg/l che risultano superiori alla CSC di riferimento (250 mg/l). Nel monitoraggio di dicembre è stato comunque registrato un valore nuovamente al di sotto del limite di riferimento pari a 27,4 mg/l. Nell'area collinare i pozzi di monitoraggio mostrano un trend nel complesso stabile, con valori generalmente più elevati rispetto ai valori registrati sul fondovalle. Le concentrazioni in tutti i pozzi hanno assunto valori che sono risultati comunque nel range di variabilità storicamente registrato nel corso degli anni passati.

Così come per l'ammoniaca, anche i solfati riscontrati nell'area collinare, e più in generale nel sottosuolo dell'area vasta, si ritengono ascrivibili a fattori esterni all'impianto. Ne è un esempio il TPZ13, che presenta storicamente, elevate concentrazioni di solfati (nonché maggiori concentrazioni anche rispetto al percolato) e che sorge nelle immediate vicinanze di un'area storicamente coltivata a vigneto ad Est della discarica.

A conferma di quanto suddetto si sottolinea che il TPZ13 evidenzia una concentrazione media storica di solfati pari a circa 300 mg/l. Tale dato però non può essere correlato con la discarica in quanto il TPZ13, a circa 95 m di distanza da quest'ultima, è ubicato sul crinale a sud-est dei nuovi invasi, ed il suo fondo foro risulta avere una quota di circa 163 m s.l.m., mentre le vasche di smaltimento più vicine hanno quota del fondo pari a circa 143 m s.l.m. e quota della sponda esterna pari a circa 162 m s.l.m. In sintesi, il piezometro è ubicato a quote più elevate del fondo vasca e quindi lo stesso si trova in una posizione di “monte morfologico”, o di “bianco”, rispetto al modulo di discarica più vicino. Tale valutazione esclude che concentrazioni più o meno elevate di determinati parametri chimici in TPZ13, tra cui solfati, possano essere correlabili con la discarica.

Il seguente schema illustra quanto sopra esposto (in colore viola il profilo della discarica, in azzurro il tubo piezometrico).

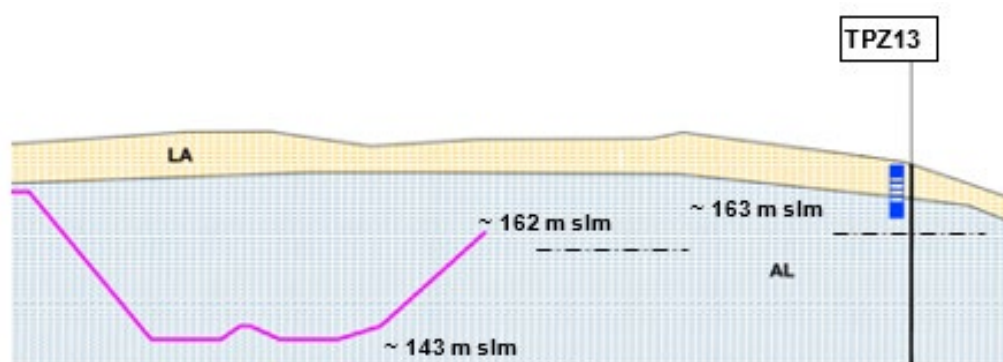


Figura 26 - Posizione del piezometro TPZ13 rispetto al profilo della discarica

Nel corso degli ultimi 3 anni il piezometro profondo TPZ18, sopra citato, ha evidenziato forti oscillazioni per i solfati evidenziando alternanza di picchi oltre 265 mg/l (CSC 250 mg/l) nei mesi di giugno e settembre, e concentrazioni sotto la CSC nei mesi di dicembre e marzo. I superamenti in TPZ18 sono stati valutati da ARPAT come segnali di interferenza con la discarica. Conseguentemente il gestore si è attivato per svolgere ulteriori studi atti ad acquisire elementi utili ad approfondire quanto rilevato in TPZ18 (per i dettagli degli approfondimenti si rimanda alla relazione *“Valutazione e aggiornamento dello stato idrogeochimico dell’area ad integrazione dei rilievi contenuti nella RIA 2018/2019”* del dicembre 2020 ed alla relazione Golder *“Riscontro Note ARPAT AR.01.23.40_24.1 e AR.01.11.40/1.235”* trasmetti rispettivamente con prot. 3186/20 del 21/12/20 e prot. 1836/21 del 30/07/21. Di seguito una sintesi delle valutazioni svolte che dimostrano l’estraneità dell’andamento dei solfati in TPZ18 con la discarica.

Dalle valutazioni svolte è emerso che una fonte di solfato disciolto nelle acque sotterranee può derivare dalla dissoluzione della pirite. È molto probabile, infatti, che all’interno delle torbe e delle ligniti di Casa Rota sia presente pirite $[FeS_2]$ con abito framboidale associata a cristalli prismatici di gesso $[CaSO_4 \cdot 2H_2O]$ e ad ossidrossidi di ferro trivalente $[FeOOH]$, come mostrato nelle immagini SEM-BSE di figura seguente, che si riferiscono alle torbe di Kietrz, Polonia Meridionale (Skreczko et al. 2015).

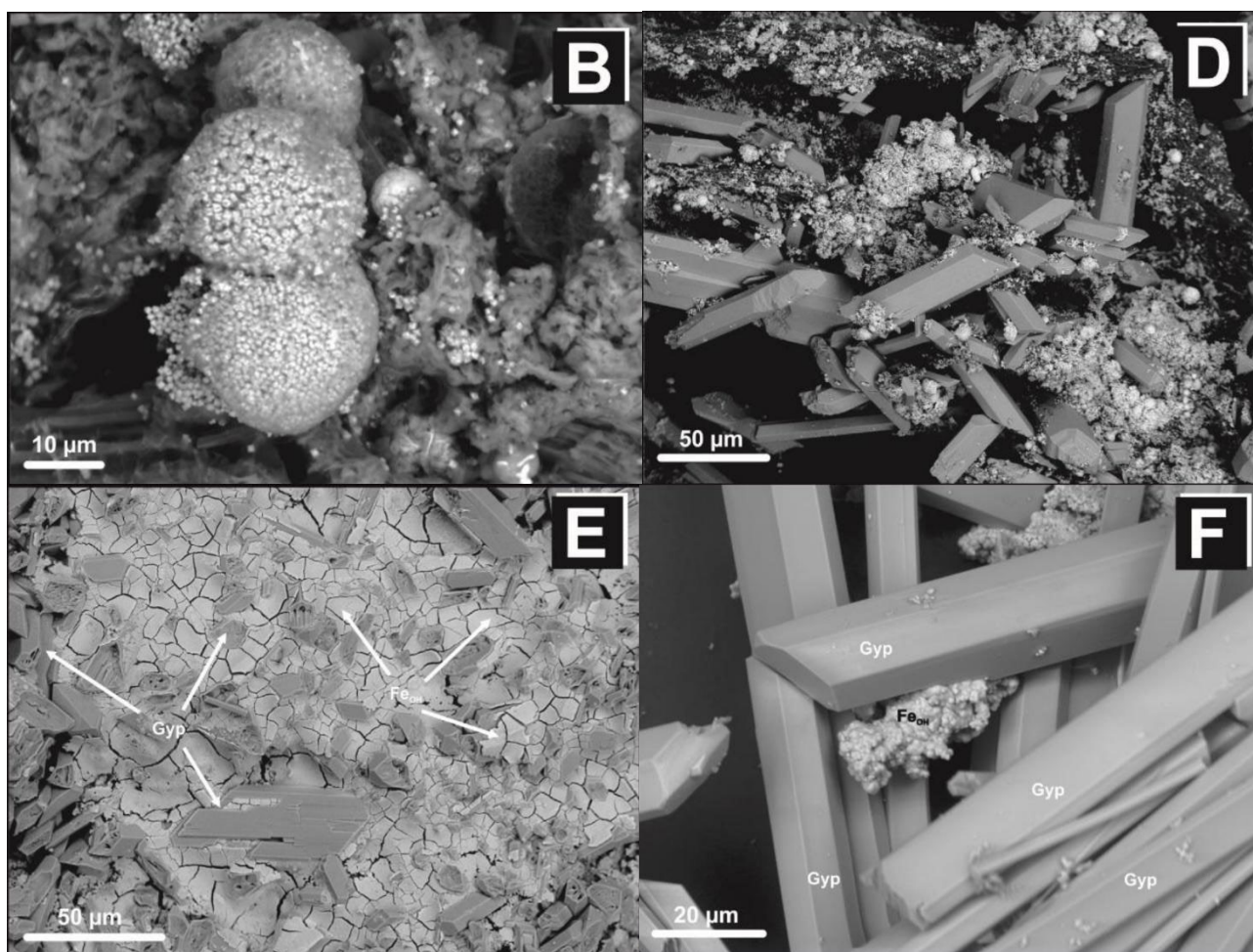


Figura 27 - Immagini SEM-BSE di (B) pirite framboidale, (D) pirite framboidale associata a cristalli prismatici di gesso e (E, F) ossi-idrossidi di ferro trivalente associati al gesso all'interno delle torbe di Kietrz, Polonia Meridionale (Skreczko et al. 2015)

La seguente figura riporta le concentrazioni di calcio e solfato calcolate mediante PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite in relazione alle concentrazioni di calcio e solfato misurate per oltre 640 campioni di acque sotterranee prelevati nei pressi della discarica di Casa Rota.

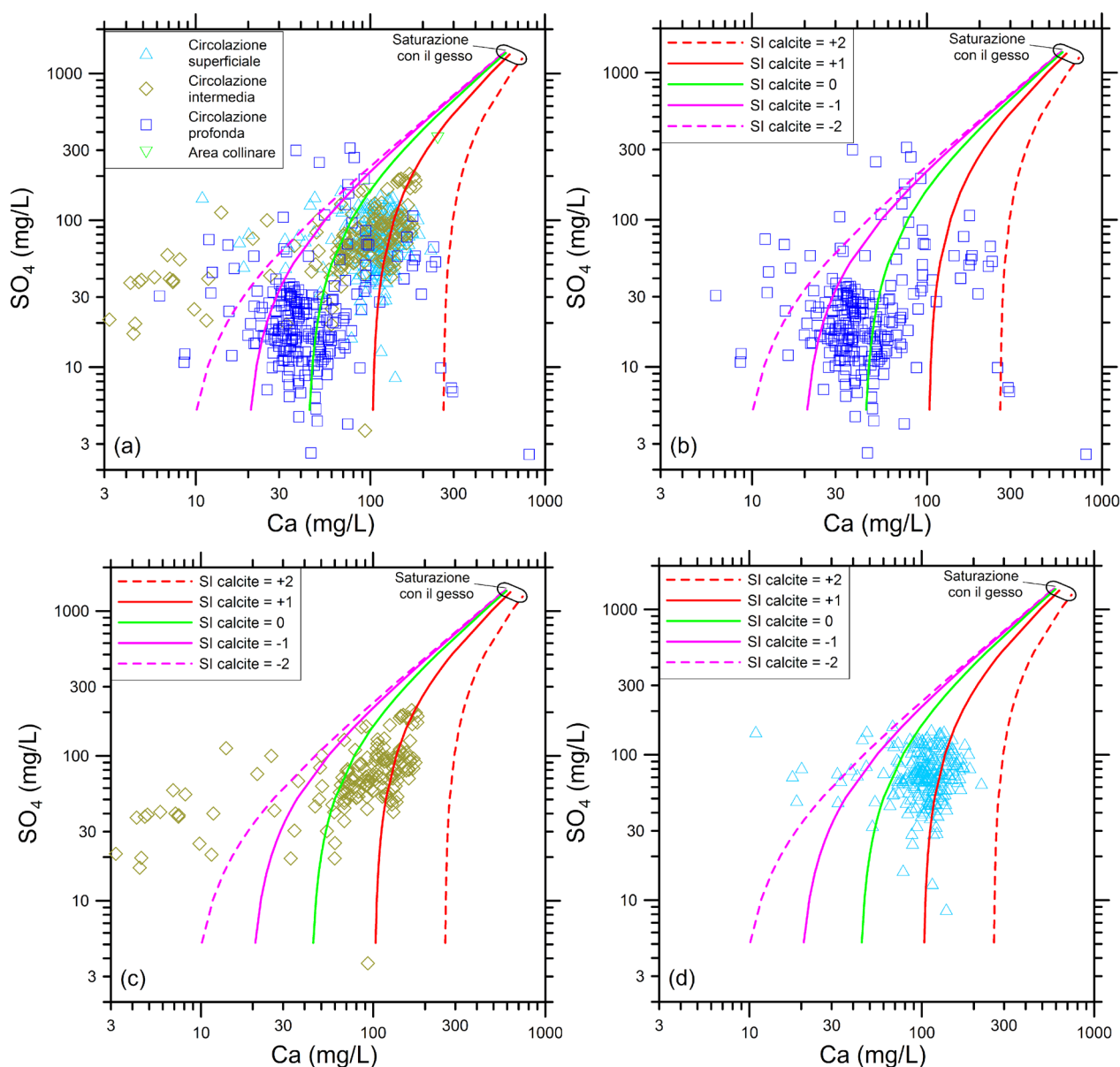


Figura 28 - Diagramma di correlazione fra concentrazioni di calcio e solfato in cui i dati delle acque sotterranee presenti nei pressi della discarica di Casa Rota sono confrontati con i risultati di PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite

Per maggior chiarezza, in (a) sono mostrate congiuntamente tutte le acque sotterranee, mentre in (b), (c) e (d) sono rappresentate separatamente circa 233 acque della circolazione profonda, 177 acque della circolazione intermedia e 236 acque della circolazione superficiale, rispettivamente. I diagrammi indicano quanto segue:

- La stragrande maggioranza delle acque in esame presenta concentrazioni di calcio e solfato confrontabili con quelle calcolate mediante PhreeqC Interactive per la dissoluzione progressiva di pirite e diversi stati di saturazione rispetto alla calcite.
- La massima concentrazione di solfato misurata nelle acque sotterranee, 311 mg/l, è decisamente inferiore alle concentrazioni di solfato attese per saturazione con il gesso, pari a circa 1260 – 1400 mg/l.

- Soltanto 38 campioni d'acqua, ossia il 6 % circa del totale (di cui 14 della circolazione profonda, 18 della circolazione intermedia e 6 della circolazione superficiale) sono situati a sinistra delle linee teoriche. Poiché il calcio può essere facilmente perso dalla soluzione acquosa per precipitazione di calcite prima dell'analisi di laboratorio, se il campione non viene adeguatamente stabilizzato (filtrato ed acidificato), si ritiene che i pochi punti posizionati a sinistra delle varie curve dipendano dalla precipitazione del calcio nel campione.
- Soltanto 3 campioni del piezometro TPZ18, ossia lo 0.5 % circa del totale, hanno concentrazioni di calcio maggiori di quelle attese in base alle simulazioni, ma si tratta di tre acque con $\text{pH} > 12$, le cui caratteristiche chimiche sono state alterate per dissoluzione di portlandite $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ o calce viva $[\text{CaO}]$.

Per quanto concerne le fasi solide (terreno), va sottolineato che le analisi diffrattometriche dei due campioni di terreni C1 e C2 prelevati nel sondaggio TPZ17 durante le indagini 2008 rispettivamente a 14 e 35 m di profondità mostrano considerevoli contenuti di goethite e solfato ferrico $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3]$.

La presenza di goethite è coerente con il verificarsi della dissoluzione ossidativa di pirite. Per quanto concerne il solfato ferrico, potrebbe essersi formato per deidratazione della coquimbite $[\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}]$, un minerale tipico delle aree affette dal drenaggio acido di miniera e dalla dissoluzione ossidativa della pirite (Majzlan et al. 2006).

Si ricorda inoltre che nelle varie perforazioni eseguite presso la discarica di Casa Rota durante le varie fasi di indagine, al di sotto delle alluvioni del Riofi e delle argille limose grigio-azzurre, sono state riscontrate sabbie fini limose, argille limose e limmi argillosi con presenza di livelli di sostanze organiche di spessore variabile.

Al fine di acquisire ulteriori elementi di valutazione, nel corso del mese di giugno 2021 sono state condotte analisi integrative che sono consistite nel prelievo di campioni di terreno in corrispondenza sia del nuovo sondaggio denominato TPZN, realizzato così come richiesto dall'Ente lungo la direttrice tra discarica e TPZ20ter, sia dalle carote di alcuni sondaggi precedentemente realizzati (TPZ23, TPZ28 e TPZ24 conservati nei locali dell'impianto). Nell'immagine seguente è riportata l'ubicazione del TPZN.

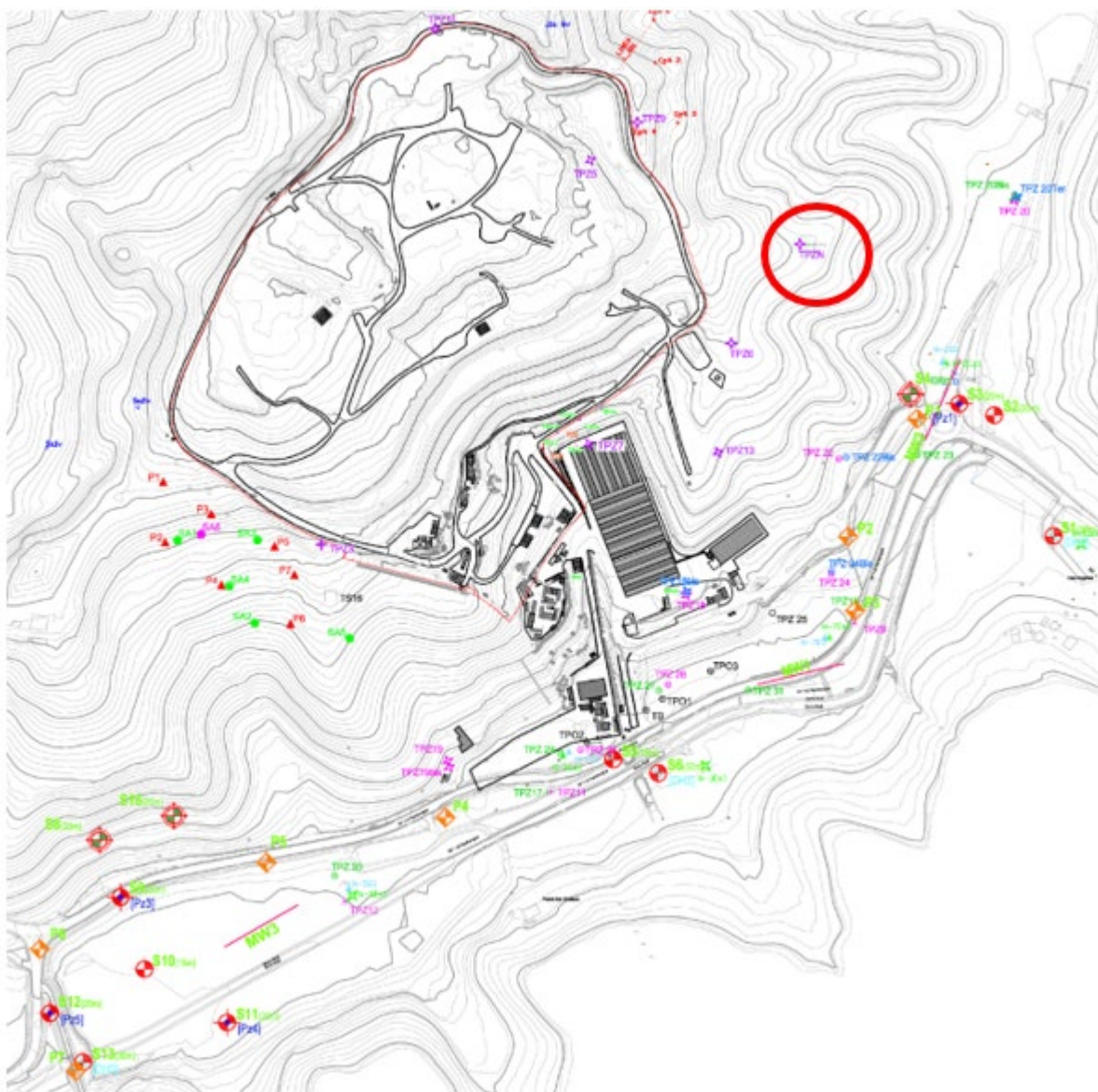


Figura 29 - Figura 29

Dalle valutazioni effettuate sulle caratteristiche chimiche dei terreni è emerso, come atteso, che i livelli con presenza di materiale organico sono caratterizzati da elevate concentrazioni di carbonio organico totale, TOC di 18000 mg/kg s.s. per il TPZ N (5.5-6.1 m) e 9100 mg/kg s.s. per il TPZ N (34-35 m), mentre gli altri livelli mostrano concentrazioni di TOC minori, ma comunque apprezzabili, comprese fra 1200 e 4700 mg/kg s.s., come mostrato nella Tabella seguente. Inoltre, il medesimo livello di TPZN risulta quello con maggiore tenore di solfati e di zolfo. Concentrazioni significative di zolfo e solfati sono state registrate anche in corrispondenza del TPZ24 (30,0-31,0 m).

Le valutazioni sui risultati acquisiti (si rimanda per dettagli alla relazione Golder *“Riscontro Note ARPAT AR.01.23.40_24.1 e AR.01.11.40/1.235”* (prot. n. 1836/21 del 30/07/21), confermano la presenza di minerali e composti dello zolfo, come spesso osservato nei terreni contenenti ligniti, torbe e più in generale materiale organico.

I campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti anche ad analisi mineralogiche al SEM-EDS. Tale analisi, svolta presso il Centro di Servizi di Microscopia Elettronica e Microanalisi (M.E.M.A.) dell'Università degli Studi di Firenze, ha permesso di accertare la presenza all'interno dei terreni analizzati di n. 3 minerali dello zolfo:

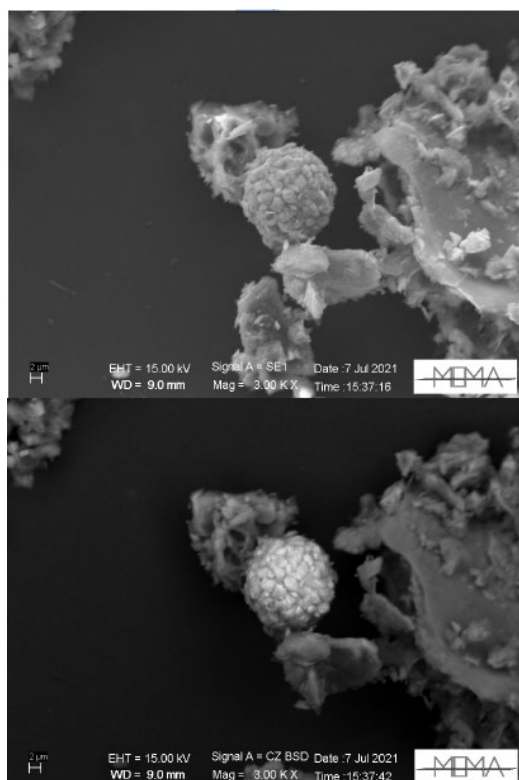
- pirite framboidale;
- gesso (in piccoli cristalli prismatici);
- barite (solfato di Bario).

Nel dettaglio:

- in corrispondenza del nuovo sondaggio TPZN ed in particolare degli intervalli di profondità tra 5,5-6,1 m e tra 34,0-35,0 m, è stata riscontrata la presenza di pirite framboidale e di gesso. In corrispondenza di tali orizzonti è stata inoltre evidenziata la presenza anche di torbe e/o ligniti. La pirite framboidale è invece risultata rara nell'intervallo più prossimo alla superficie (2,3-3,3 m), privo di torbe e ligniti.
- la pirite framboidale (non associata a gesso) è stata riscontrata in TPZ 28 ed in particolare in corrispondenza dell'intervallo 10,5-12,3 m;

In particolare, con riferimento all'origine di tali minerali si precisa che:

- la pirite è detta framboidale essendo costituita da un'associazione di piccoli cristalli il cui insieme ha la forma di un lampone (*framboise*), così come visibile nelle immagini seguenti. Ciò indica che questo minerale si è formato per una reazione mediata da batteri che può essere avvenuta sia durante la fase di deposizione dei sedimenti che successivamente;
- Il gesso si è invece formato con buona probabilità per dissoluzione ossidativa di pirite e successiva neutralizzazione dell'acido solforico data dall'interazione con minerali contenenti calcio (es. calcite);
- La barite, fase a bassissima solubilità, si è probabilmente formata a seguito di dissoluzione di pirite e/o gesso, in presenza di bario.



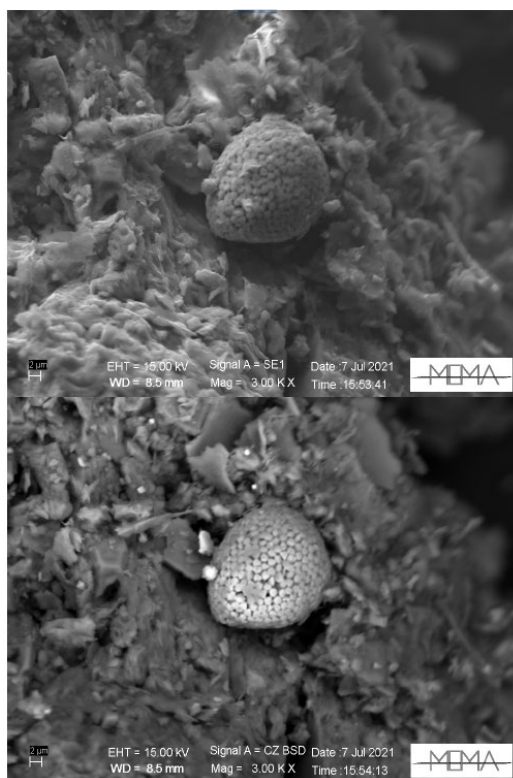


Figura 30 - Immagini morfologiche e composizionali di un aggregato di pirite framboidale

Quindi, anche questi risultati dimostrano in modo oggettivo che sia la pirite sia il gesso sono presenti come minerali accessori nei sedimenti del Valdarno Superiore, non solo nei livelli contenenti torbe e/o ligniti, ma anche talvolta nei livelli privi di questi materiali carboniosi. Pirite e gesso rappresentano, quindi, la principale sorgente geochemica del solfato disciolto nelle acque sotterranee.

In sintesi, il solfato disciolto nelle acque sotterranee della discarica, ed in particolare anche in TPZ18, può derivare da processi naturali ed in particolare dalla dissoluzione ossidativa della pirite contenuta nelle torbe e ligniti. Il diverso tenore di solfati tra un piezometro e l'altro è ascrivibile al diverso contenuto nel sottosuolo di composti in grado di rilasciarli in soluzione (torbe e altri minerali). Si consideri ad esempio che per raggiungere una concentrazione di solfato disciolto di 300 mg/l è sufficiente sciogliere in 1 l di acqua un cubetto di pirite di 3,3 mm di lato, che ha un volume di 0,0375 cm³ ed un peso di 0,187 g. È pertanto sufficiente anche una quantità estremamente piccola del materiale per ottenere una concentrazione di solfato disciolto paragonabile a quella riscontrata nelle acque sotterranee. Si ricorda infine che il TPZ18 è fenestrato per 18 m, a differenza degli altri piezometri profondi non intercetta solo lo spessore acquifero di riferimento ma uno strato ben più ampio, aspetto che peraltro lo rende estremamente poco efficace come punto di controllo della qualità della circolazione profonda rispetto agli altri piezometri.

Come ulteriore elemento di analisi per tale piezometro è stata svolta una valutazione dei dati disponibili tra i picchi di solfato in tale pozzo e il percolato. Innanzitutto i valori medi di solfato nel TPZ18 sono superiori a quelli del percolato, come pure la maggioranza dei dati puntuali, da cui si desume l'assenza di relazione tra il trend dei solfati in TPZ18 rispetto al percolato.

Inoltre, in caso di impatto da percolato il trend dei cloruri in TPZ18 dovrebbe assumere una tendenza all'aumento in modo molto significativo e in modo molto più evidente rispetto ai solfati, circostanza che invece non emerge dal grafico seguente.

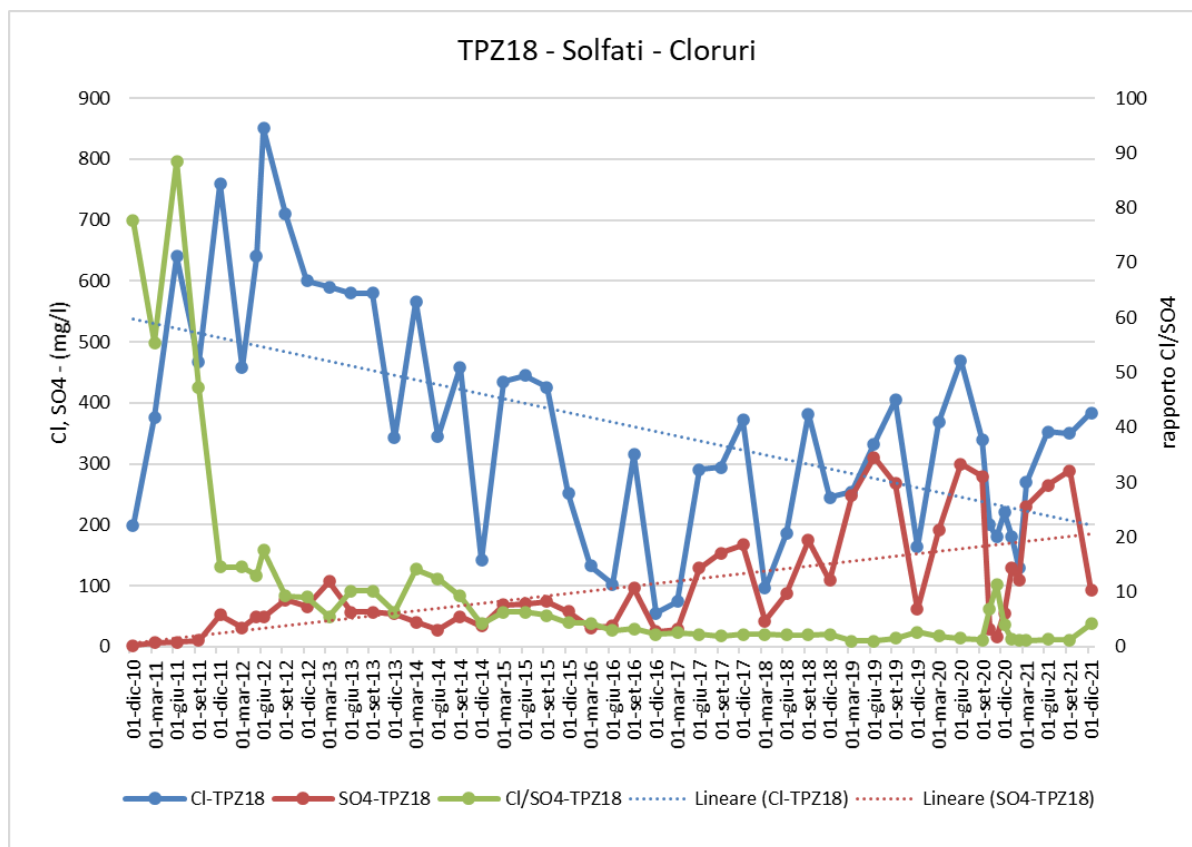


Figura 31 - TPZ18 - Solfati - Cloruri

Inoltre, il rapporto cloruri/solfati assume un andamento decrescente nel tempo, ad indicazione di assenza di fonti esterne di cloruri. Nell'eventualità di apporto di percolato questo rapporto dovrebbe assumere un trend sensibilmente crescente per effetto dell'aumento dei cloruri e della diminuzione dei solfati all'interno della soluzione acquosa.

Si osserva inoltre che negli ultimi anni i cloruri sono diminuiti in TPZ18, attestandosi ai livelli di TPZ20, TPZ21 di monte idraulico, come emerge dai grafici seguenti.

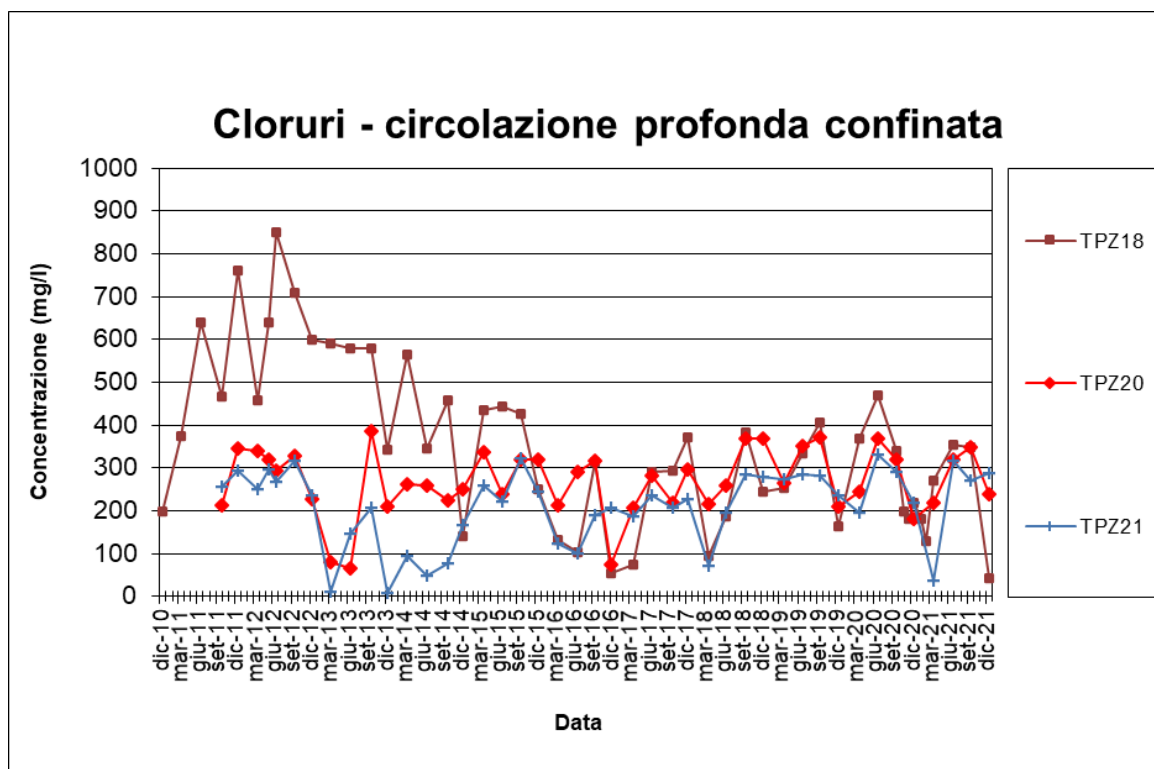


Figura 32 - Cloruri - Circolazione profonda confinata (dicembre 2010 - dicembre 2021)

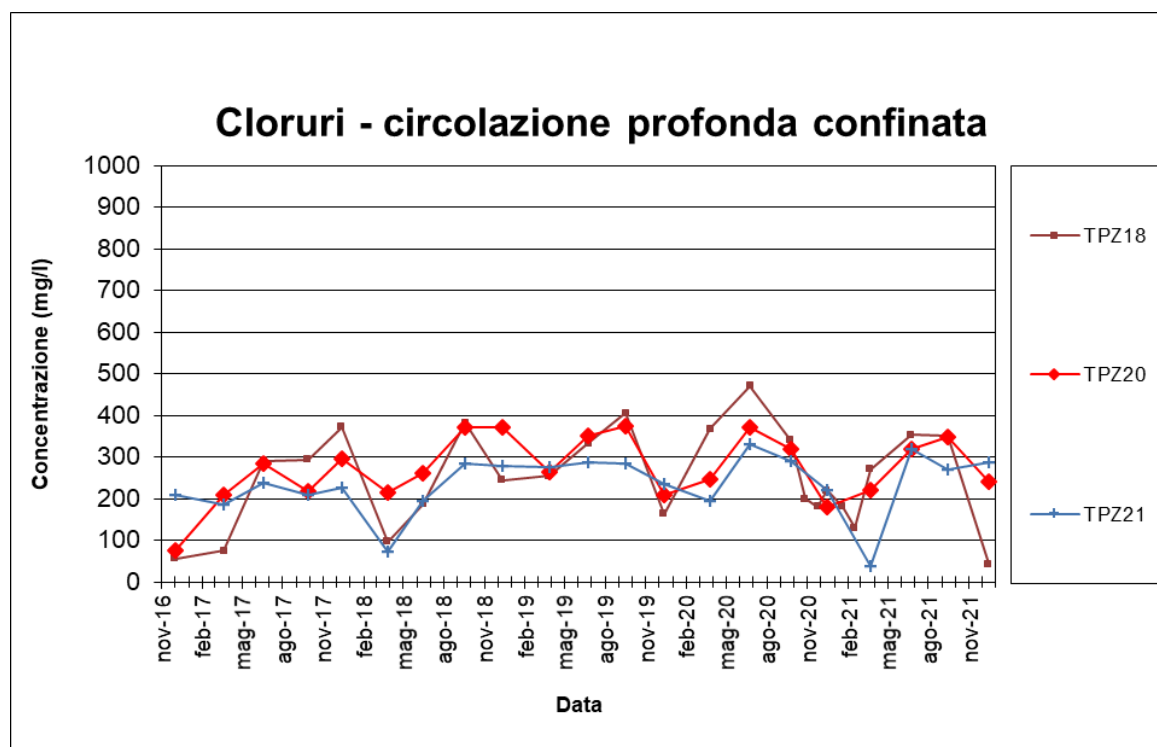


Figura 33 - Cloruri - Circolazione profonda confinata (novembre 2016 - novembre 2021)

Per completare l'analisi sul TPZ18, si ricorda che tale piezometro ha fatto registrare per circa 5 anni dopo la sua realizzazione un pH particolarmente basico, indicativo di potenziali (ed evidenti) problematiche della colonna di cementazione del pozzo. Si ritiene che tale situazione sia indicativa di evidenti problemi strutturali

del TPZ18 che ne compromettono l'efficacia e la piena rappresentatività per il controllo di qualità delle acque sotterranee. Non si esclude la possibilità che le variazioni di solfati (e cloruri) nel tempo (prima e dopo il 2017) possano essere in qualche modo ascrivibili alla variazione di pH. Il seguente grafico illustra quanto sopra esposto.

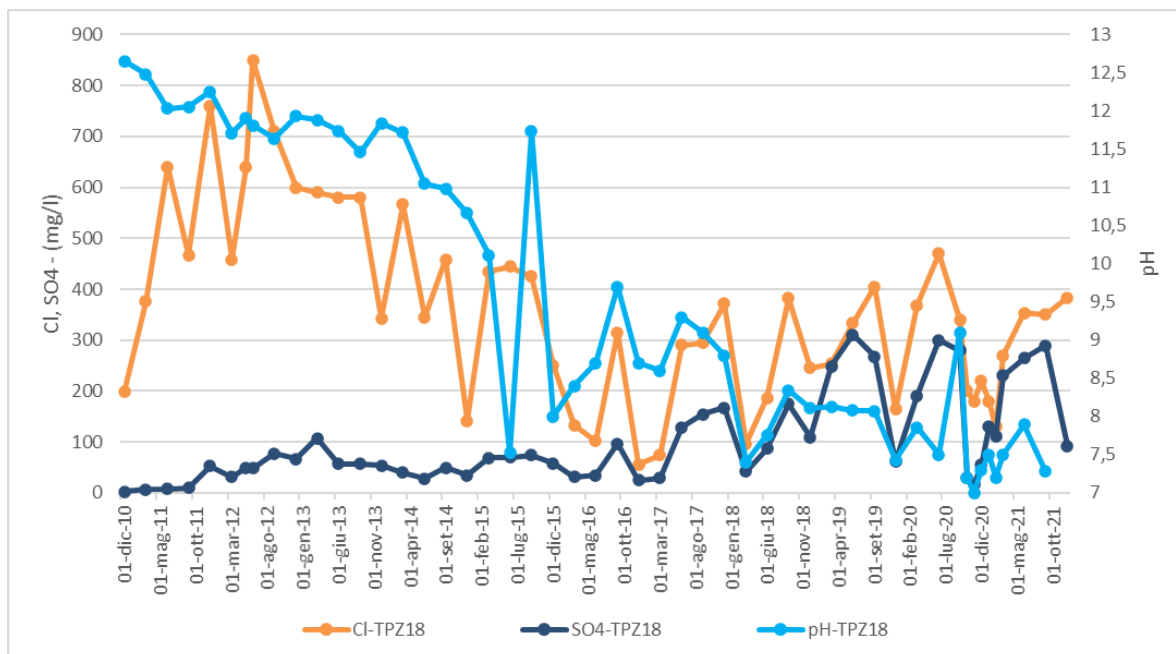


Figura 34 - Cl, SO4-

Infine, si precisa che dai dati acquisiti nel corso dei monitoraggi periodici svolti nel 2021 emerge che il tenore di cloruri riscontrato nei piezometri TPZA1 e TPZA2 risulta inferiore a quello registrato in TPZ18. Tale evidenza conferma l'assenza di correlazione tra percolato e acque sotterranee in TPZ18 in quanto si ricorda che le finestrature di TPZA1 e TPZA2 sono equiparabili per quota con la finestratura di TPZ18 e TPZ18bis.

- Per quanto riguarda i **metalli**, la maggior parte non assumono generalmente concentrazioni significative. In particolare, alcuni di essi (cadmio, mercurio, rame e zinco) risultano assenti.

Ferro e manganese e, localmente, arsenico evidenziano alcuni superamenti della rispettiva CSC sia a monte che a valle. Nello specifico, per il **ferro** (previsto dal PSC solo per i piezometri di fondovalle) si riscontrano superamenti diffusi sia a monte che a valle idraulica della discarica sia nelle circolazioni confinata e semiconfinata dell'acquifero profondo sia nell'acquifero superficiale. Nei piezometri appartenenti alla circolazione profonda confinata le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri TPZ12, TPZ18, TPZ21, TPZ24 e TPZ28 mentre nella circolazione profonda semiconfinata in TPZ18bis, TPZ20ter, TPZ24bis, N4(i) e N7(i). Nei piezometri appartenenti all'acquifero superficiale le concentrazioni maggiori si riscontrano nei piezometri N4(s), N7(s) e N3(s), in cui si registrano superamenti delle CSC. Per quanto concerne il piezometro N3(s) il valore massimo registrato a settembre 2021 (685 µg/l), come precedentemente illustrato, è da ritenersi un outlier.

- Per il **manganese** (previsto dal PSC solo per i piezometri di fondovalle), nei diversi campionamenti si è rilevato il superamento della CSC in maniera diffusa nei punti di controllo di fondovalle, ed in particolare anche a monte idraulico.
- I superamenti della CSC per **arsenico** sono invece localizzati generalmente nella circolazione semiconfinata (TPZ20ter, TPZ18bis) ed in quella confinata (TPZ18, TPZ21, TPZ12, TPZ19bis, TPZ28). I valori maggiori si rilevano generalmente a monte idraulico.

I dati evidenziano e confermano quindi una presenza diffusa per il manganese e per il ferro (ed in misura minore e localizzata per l'arsenico) nell'area monitorata, sia a monte che a valle idraulica ad indicazione della presenza naturale di tali parametri nelle acque sotterranee o comunque dell'esistenza di fattori di interferenza esterni alla discarica.

A tale proposito, si ricorda che dagli studi effettuati per le indagini di approfondimento condotte nell'estate 2008, la presenza di metalli (principalmente manganese e ferro, e in misura minore arsenico, nichel e piombo) nelle acque sotterranee è risultata ascrivibile all'esistenza di fenomeni naturali di scambio tra acque e terreno. Infatti, la caratterizzazione mineralogica del terreno ha evidenziato la presenza naturale ed in concentrazioni elevate dei metalli citati in tale matrice. Inoltre, la modellazione effettuata con il software "PHREEQC" ha evidenziato e confermato l'esistenza di condizioni ambientali che favoriscono i fenomeni di scambio per i quali, nell'area vasta indagata, il terreno tende a cedere metalli alle acque sotterranee.

Ciò spiega anche, ad esempio, i maggiori livelli di manganese e ferro rilevati in TPZ17 rispetto a TPZ15 (piezometri ad oggi dismessi). Tali differenze sembrano, infatti, correlabili con la maggiore presenza di materiali fini (limi, argille) presenti nell'intorno di TPZ17 rispetto all'altro piezometro. La maggiore presenza di terreni a granulometria molto fine, infatti, può causare una maggiore cessione di metalli dal terreno alle acque sotterranee. In effetti le acque del TPZ17 si presentavano in fase di campionamento sempre più torbide rispetto al TPZ15, anche con maggiori difficoltà di filtrazione in campo.

Sempre dalle indagini di approfondimento del 2008, si è rilevato che tali parametri sono presenti in concentrazione significativa, e confrontabile con i piezometri della discarica, in diversi dei pozzi privati campionati, sia a monte che a valle idraulica rispetto al sito ubicati a significativa distanza dalla discarica.

A tal proposito si ricorda inoltre che la presenza diffusa di ferro e manganese nell'area circostante la discarica è stata confermata anche dalle indagini di ARPAT a seguito dei prelievi effettuati a marzo 2008 su alcuni pozzi privati esterni (Rif. prot. 39453 del 7 maggio 2008), dai quali *"è risultato che in molti pozzi si registrano concentrazioni di Ferro e Manganese superiori ai valori di CSC, evidenziando con ragionevole certezza come tale condizione costituisca, di fatto, carattere peculiare del chimismo degli acquiferi di zona"*.

- Per **Cromo totale** e **Cromo VI**, i campionamenti mensili effettuati a partire da giugno 2021 in tutti i piezometri afferenti la circolazione superficiale (N1(s), N2(s), N3(s), N4(s), N5(s), N6(s), N7(s), TPZ20bis) hanno mostrato un trend decrescente delle concentrazioni con valori sempre inferiori alla CSC per

entrambi i parametri. Inoltre, dai dati riportati nei precedenti paragrafi appare evidente l'assenza di correlazione tra presenza di Cr totale, CrVI e percolato di discarica.

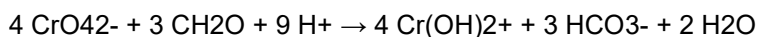
I picchi anomali riscontrati tra dicembre 2020 e giugno 2021 appaiono isolati e circoscritti solo nell'intorno del piezometro N2(s) e non interessano altri pozzi di monitoraggio.

Inoltre, gli altri indicatori di potenziale impatto da percolato, sia parametri chimici che isotopici, non evidenziano anomalie in N2(s).

L'evento riscontrato si ritiene quindi ascrivibile a fattori esterni alla discarica e considerando che l'effetto si manifesta nelle immediate vicinanze del pozzo N2(s), una possibile fonte potrebbe essere riconducibile alle attività di realizzazione della nuova viabilità locale, come già in parte evidenziato da alcune attività di approfondimento eseguite dal gestore.

Inoltre, si sottolinea che la presenza di Cromo VI in N2(s) risulta essere incompatibile con il percolato di discarica: i percolati di discarica sono molto ricchi di sostanze organiche disciolte, le quali sono un agente riducente molto forte e reattivo, invece, il CrVI è un agente ossidante molto energico e reattivo. A causa di queste specifiche proprietà delle due sostanze, il CrVI è normalmente assente nel percolato e la materia organica è praticamente assente nelle soluzioni acquose che contengono CrVI. Tale aspetto è confermato dai dati storici di monitoraggio del percolato di Casa Rota che evidenziano sistematicamente assenza di CrVI in tale matrice ad eccezione dei valori registrati nel corso della campagna di settembre 2021. In tale campagna sono infatti stati riscontrati nel percolato valori compresi tra 0,00270 mg/l in TPVvecchio e 0,0243 in TPV1 che costituiscono un unicum nella serie storica e che possono essere ricondotti ad un errore analitico.

L'assenza di CrVI nel percolato e più in generale nelle soluzioni ricche di sostanza organica è dovuto alle reazioni che si attivano tra CrVI e la sostanza organica stessa. Ipotizzando infatti di aggiungere CrVI in forma di ione cromato (CrO_4^{2-}), al percolato di discarica (ovvero aggiungere percolato in acque contenenti CrVI), avrebbe luogo la reazione di ossido-riduzione seguente:



che determina la riduzione del CrVI a cromo trivalente (in forma di Cr(OH)_3 o altre specie analoghe, a seconda del pH) e la concomitante ossidazione del Carbonio (C) della sostanza organica (indicata nella formula da CH_2O) a ione bicarbonato (o CO_2 acquosa o CO_3^{2-} , a seconda del pH). Il cromo trivalente disciolto viene sequestrato dagli ossi-idrossidi di ferro trivalente, con i quali si miscela allo stato solido.

Tale processo reattivo comporta quindi la riduzione del CrVI a cromo trivalente con conseguente precipitazione dello stesso.

Come mostrato da fonti di letteratura, la reazione sopra riportata viene mediata da differenti batteri e il suo decorso dipende dal tipo di batteri presenti (peraltro i percolati di discarica contengono un'elevata biomassa di diversi batteri), dalle condizioni aerobiche o anaerobiche, dal pH, dalla concentrazione iniziale del CrVI, dal tipo e dalla concentrazione iniziale della materia organica e dalle altre sostanze ossidanti e riducenti che possono promuovere o interferire con la reazione stessa.

In base a quanto sopra esposto, si può pertanto senz'altro escludere che il ritrovamento di CrVI nel piezometro di controllo N2(s) della discarica di Casa Rota sia attribuibile a contaminazione da percolato.

È possibile escludere anche la provenienza geogenica del CrVI, che da fonti di letteratura è stato naturalmente riscontrato solamente in acque che interagiscono con rocce ultramafiche variamente affette da fenomeni di serpentinizzazione. Queste rocce, infatti, non sono naturalmente presenti nell'area in esame. Tuttavia, non è escluso che vi siano state introdotte da attività antropiche recenti, estranee alla gestione della discarica, poiché le ultramafiti e serpentiniti sono spesso usate per riporti stradali e ferroviari. Altra potenziale fonte della presenza di CrVI in N2(s) potrebbe essere legata alla recente realizzazione della nuova viabilità e, in particolare, ai materiali di riporto utilizzati o attività di cantiere.

- Le concentrazioni di **Selenio** rilevate in occasione dei campionamenti mensili nei piezometri superficiali hanno mostrato valori conformi ai limiti normativi ad eccezione di N2(s) a giugno e N5(s) a settembre. Preme specificare che tale ultimo valore in N5(s) è un superamento occasionale ed isolato e non riconducibile all'attività della discarica. Inoltre, tale piezometro risulta ubicato subito a valle dell'area identificata come "campo base" realizzata per le opere di costruzione della nuova viabilità locale. Si precisa che i risultati delle analisi relative ai campionamenti successivi hanno mostrato un valore nuovamente conforme alla CSC di riferimento, a conferma del carattere isolato del precedente dato.
- Per quanto riguarda gli **idrocarburi aromatici**, si evidenziano concentrazioni sempre inferiori al LOQ, per i piezometri collinari e di fondovalle, sia a monte che a valle della discarica, sia per l'acquifero superficiale che per le circolazioni profonde.
- Le analisi effettuate sui **solventi clorurati** hanno evidenziato quasi sempre concentrazioni inferiori alla CSC sia per l'acquifero superficiale che per le circolazioni profonde, ad eccezione del parametro tetracloroetilene registrato in N7(i) nelle campagne di monitoraggio di settembre (1,2 µg/l) e dicembre (1,2 µg/l) ed in N7(s) nella campagna di dicembre 2021 (1,2 µg/l).

Si ricorda, inoltre, che i pozzi N7(i) e N7(s) sono stati realizzati in sostituzione del vecchio TPZ15, dismesso a seguito dei lavori per la cassa di espansione. I monitoraggi eseguiti sui due nuovi piezometri forniscono dati coerenti con quelli del TPZ15 per quanto riguarda la presenza in tracce di solventi (tetracloroetilene, tricloroetilene, dicloroetilene (DCE)), riscontrati con continuità in tale punto. La situazione generale rilevata per i solventi clorurati nei diversi punti di monitoraggio evidenzia che non sussiste alcuna correlazione tra la presenza di solventi in N7(i) e precedentemente nel vecchio TPZ15, e la discarica. Infatti, in una ipotetica situazione di impatto del percolato all'esterno delle vasche di smaltimento lo scenario sarebbe completamente diverso, con concentrazioni molto maggiori nei piezometri dell'area collinare rispetto a quelli del fondovalle. Si ritiene che le tracce di solventi in N7(s) e N7(i) derivino da fonti esterne, datate nel tempo, visto il livello di concentrazione e il trend in diminuzione.

A confermare l'esistenza di fonti esterne alla discarica relativamente alla presenza di alcuni solventi clorurati nelle acque sotterranee di fondovalle, si ricorda che a seguito dell'analisi effettuata nell'ambito delle indagini di approfondimento del 2008, dati significativi sui solventi sono stati rilevati in un pozzo

privato a valle idraulica della discarica ubicato a circa 1 km dalla stessa. In tale pozzo è stata rilevata presenza significativa e continuativa di PCE, TCE e DCE, mentre in altri tre pozzi privati limitrofi non è stata riscontrata alcuna traccia di solventi. I livelli di concentrazione rilevati sono molto maggiori rispetto a quelli rilevati in N7(i), N7(s) e TPZ15. In particolare, il PCE risulta maggiore di due ordini di grandezza. Tale situazione è indicativa di un evidente impatto ascrivibile a cause localizzate nell'immediato intorno del pozzo in questione e non correlabile alla discarica. La seguente figura riporta la distribuzione delle concentrazioni di PCE rilevate a luglio 2008 nei piezometri e nei pozzi privati esterni.

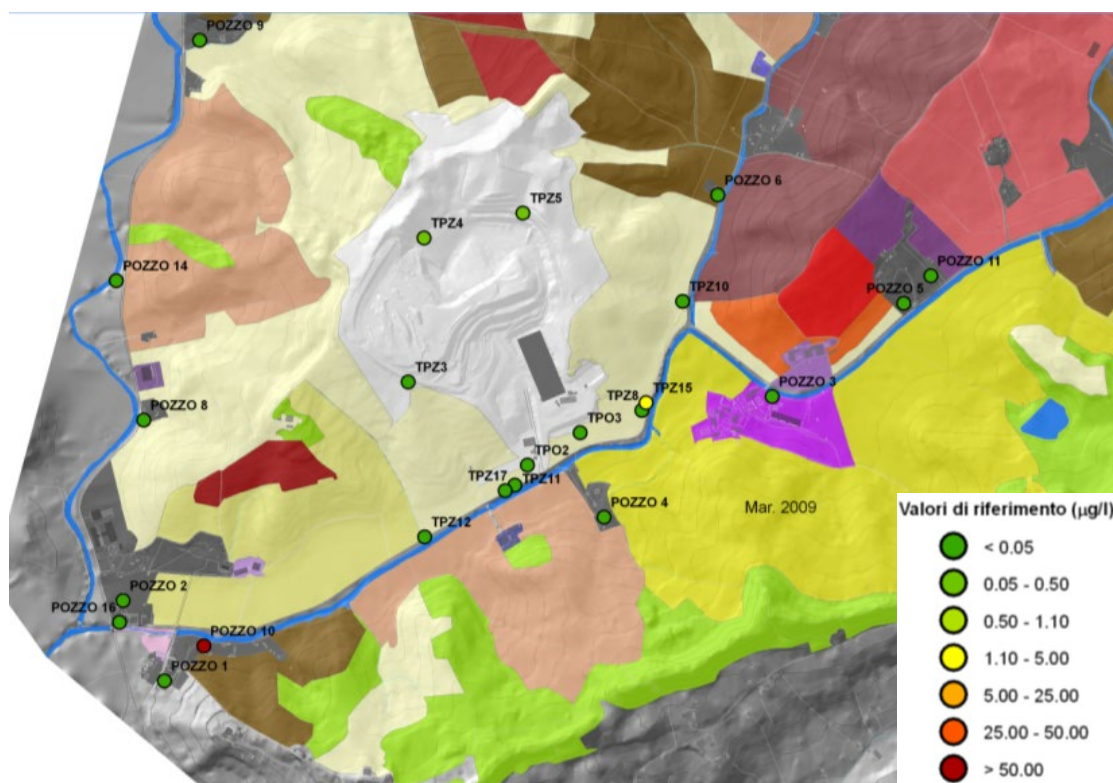


Figura 35 - PCE nei piezometri e pozzi privati esterni (luglio 2008)

Per i piezometri collinari, le concentrazioni rilevate sono risultate sempre prossime al limite di rilevabilità ad eccezione del parametro Cloroformio in TPZ3 a marzo 2021 (0,596 µg/l) e in TPZA2 a settembre 2021 (2,18 µg/l).

Tra i piezometri collinari, solo il TPZ3 evidenzia con maggiore frequenza cloruro di vinile con valori che oscillano, quando dosabili, tra 0,0593 a marzo 2021 e 0,2 µg/l a giugno 2021 (si ricorda che nella zona collinare vi è la non applicabilità delle CSC).

Negli ultimi anni il CVM si riscontra in modo più sporadico ed in concentrazioni molto basse ed inferiori alla CSC anche nella zona di monte idraulico in N2(i) e in TPZ13 di monte morfologico, ossia in zone non soggette a potenziale interferenza da parte della discarica. In particolare, le concentrazioni rilevate nel corso del 2021 hanno mostrato valori inferiori al LOQ per tutti i campionamenti in entrambi i piezometri.

Tali valori in zona collinare non risultano in relazione alla presenza della discarica. Negli ultimi 10 anni il CVM nel percolato è stato rilevato solo in 6 eventi di campionamento, con ultimo valore registrato a novembre 2020 pari a 5,3 µg/l (valore max 14,8 µg/l a mar. 2011). Tali concentrazioni sono confrontabili con quelli rilevati in TPZ3, non si rileva quindi una correlazione specifica tra acqua e percolato considerando anche la particolare situazione geologica del versante collinare.

L'assenza di relazione/impatto da percolato è anche confermata dal fatto che nel percolato sono presenti altri microinquinanti con maggiori concentrazioni e continuità (fenoli, clorobenzeni, IPA, tensioattivi, ecc.) che non sono riscontrati in TPZ3, come pure alcuni metalli pesanti.

Si ritiene invece più plausibile che il CVM in TPZ3 derivi da fenomeni di rilascio di tracce di CVM dalla tubazione in PVC (materiale che si ottiene per polimerizzazione del CVM). Tale scenario è anche coerente con le caratteristiche chimico-fisiche del CVM e con le caratteristiche idrogeologiche locali.

Come noto infatti gli organoclorurati hanno una particolare stabilità che gli conferisce una notevole persistenza. Tale proprietà è una caratteristica indotta dal legame Carbonio-Cloro; la presenza del cloro riduce notevolmente la reattività degli altri legami presenti nelle molecole organiche e diminuisce notevolmente la biodegradabilità ed il potenziale di attenuazione naturale. Questo fa sì che una volta presenti, gli idrocarburi alogenati vengano degradati con estrema difficoltà, con il conseguente loro accumulo. Ciò è anche favorito dal fatto che la maggior parte di essi risultano idrofobi, cioè non si sciolgono facilmente in acqua.

Il fenomeno di accumulo sopra descritto è anche coerente con la situazione idrogeologica del TPZ3. Tale pozzo, infatti, non intercetta un acquifero ma drena acque di poro dalle argille circostanti o da lenti isolate, con un ricambio idraulico praticamente nullo e particolarmente lento nel tempo, legato per lo più alle azioni di svuotamento in fase di campionamento.

Inoltre, come evidenziato nei successivi paragrafi, i dati isotopici escludono interferenza da percolato nei pozzi sopra citati.

L'analisi dei dati disponibili sui solventi, congiuntamente all'analisi idrogeologica locale, non evidenziano correlazioni per cui si possa ipotizzare l'esistenza di fenomeni di interferenza ad opera della discarica.

- Le analisi effettuate sugli altri microinquinanti quali **fitofarmaci, idrocarburi policiclici aromatici, solventi organici azotati, pesticidi fosforati totali e fenoli** hanno evidenziato l'assenza di tali composti, che sono risultati con valori inferiori ai LOQ, nel corso del 2021 in tutti i piezometri di fondovalle, confermando i dati storici disponibili.

10.2.5 Ulteriori valutazioni derivanti da analisi isotopiche sulle acque sotterranee e sul percolato svolte nel periodo 2018-2019

10.2.5.1 Risultati

Tra il 2018 e il 2019 sono stati svolti alcuni monitoraggi per l'analisi di parametri isotopici tra cui Deuterio, Ossigeno-18, Trizio e Carbonio-13.

Nello specifico, nel 2018 sono stati acquisiti dati sul Carbonio-13, Deuterio, Ossigeno-18, Trizio per alcuni piezometri (dati già trasmessi da CSAI alle Autorità con nota prot. 1787570-C02012R-19 del febbraio 2019) e nel 2019 sono stati acquisiti dati su Deuterio, Ossigeno-18, Trizio su tutti i piezometri campionabili compresi i nuovi pozzi SA4, SA5, TPZA1, TPZA2. I dati sono esposti nelle due seguenti tabelle.

Tabella 31 - Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H), Carbonio-13 ($\delta^{13}\text{C}$) (campagna anno 2018)

campione	data	matrice	Oss.18 $\delta^{18}\text{O}$	Deuterio $\delta^2\text{H}$	Trizio ^3H	Errore Trizio ^3H	Carb.13 $\delta^{13}\text{C}$
			% vs. VSMOW		U.T.	+/- U.T.	% vs. VPDB
TPZ12	11/06/2018	acqua sotterranea	-7,35	-46,6	0,0	0,3	-14,2
TPZ19 bis	12/06/2018	acqua sotterranea	-7,27	-46,7	0,0	0,3	-15,5
TPZ20	11/06/2018	acqua sotterranea	-6,84	-42,9	0,8	0,4	-15,7
TPZ21	11/06/2018	acqua sotterranea	-7,34	-46,5	0,8	0,4	-14,5
TPZ20 ter	11/06/2018	acqua sotterranea	-6,94	-44,4	0,0	0,4	-15,6
N3 (s)	12/06/2018	acqua sotterranea	-6,40	-40,0	1,0	0,4	-16,4
N5 (i)	11/07/2018	acqua sotterranea	-5,82	-37,1	3,5	0,6	-11,7
N7 (i)	12/07/2018	acqua sotterranea	-6,30	-40,0	2,2	0,5	-12,7
TPZ7	24/01/2019	acqua sotterranea	nd	nd	0,1	0,4	nd
TPV-nuovo	19/06/2018	percolato	-3,92	-10,0	627	21	21,0
TPV-vecchio	14/06/2018	percolato	-5,64	-13,6	253	14	16,2

Tabella 32 - Risultati Deuterio ($\delta^2\text{H}$), Ossigeno-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Trizio (^3H), (campagna anno 2019)

campione	data	matrice	Trizio ^3H	Errore Trizio ^3H	Oss.18 $\delta^{18}\text{O}$	Deuterio $\delta^2\text{H}$
			UT	+/- UT	% vs. VSMOW	
TPV vecchio	26/03/2019	percolato	1158	28	-6.49	4.0
TPV nuovo	26/03/2019	percolato	515	19	-6.26	-0.7
TPV-1	26/03/2019	percolato	220	13	-6.60	-10.2
TPO1	01/08/2019	acqua sotterranea	2.4	0.5	-6.54	-41.5
TPZ3	27/03/2019	acqua sotterranea	1.1	0.5	-6.65	-42.8
TPZ7	27/03/2019	acqua sotterranea	0.2	0.3	-6.09	-38.2
TPZ12	26/03/2019	acqua sotterranea	0.1	0.3	-7.43	-47.1
TPZ13	27/03/2019	acqua sotterranea	2.2	0.5	-7.11	-46.7
TPZ18	28/03/2019	acqua sotterranea	3.2	0.6	-9.26	-64.6
TPZ18bis	12/12/2019	acqua sotterranea	7.6	1.0	-6.09	-37.8
TPZ19bis	25/03/2019	acqua sotterranea	0.5	0.4	-7.28	-46.8
TPZ 20	25/03/2019	acqua sotterranea	1.3	0.4	-6.57	-42.3

campione	data	matrice	Trizio ^3H	Errore Trizio ^3H	Oss.18 $\delta^{18}\text{O}$	Deuterio $\delta^2\text{H}$
			UT	+/- UT	% vs. VSMOW	
TPZ 20 bis	25/03/2019	acqua sotterranea	3.3	0.6	-6.06	-38.5
TPZ 20 ter	25/03/2019	acqua sotterranea	0.2	0.4	-6.91	-44.4
TPZ 21	25/03/2019	acqua sotterranea	0.4	0.4	-7.46	-48.5
TPZ 24	25/03/2019	acqua sotterranea	0.1	0.3	-7.47	-48.3
TPZ 24 bis	25/03/2019	acqua sotterranea	3.2	0.6	-5.81	-39.1
TPZ 28	28/03/2019	acqua sotterranea	0.4	0.3	-7.30	-47.0
N 1 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.1	0.6	-6.28	-39.9
N 1 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.3	0.6	-6.21	-39.8
N2 (i)	26/03/2019	acqua sotterranea	0.8	0.4	-6.20	-39.7
N2 (s)	26/03/2019	acqua sotterranea	3.1	0.6	-6.14	-38.9
N 3 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	1.7	0.5	-6.70	-41.0
N 4 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.0	0.6	-6.12	-39.4
N 4 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	3.0	0.6	-6.20	-39.7
N5 (i)	26/03/2019	acqua sotterranea	1.9	0.5	-6.28	-39.5
N5 (S)	26/03/2019	acqua sotterranea	1.6	0.5	-6.03	-37.9
N6 (S)	26/03/2019	acqua sotterranea	2.1	0.5	-6.36	-39.4
N 7 (i)	28/03/2019	acqua sotterranea	2.6	0.5	-6.35	-40.8
N 7 (s)	28/03/2019	acqua sotterranea	2.4	0.5	-6.31	-40.6
TPO3	01/08/2019	acqua sotterranea	1.9	0.5	-6.70	-42.6
SA5	11/12/2019	acqua sotterranea	1,2	0,4	-6,44	-40,2
SA4	11/12/2019	acqua sotterranea	0,8	0,4	-6,52	-40,1
TPZA1	12/12/2019	acqua sotterranea	1,5	0,4	-6,80	-42,6
TPZA2	12/12/2019	acqua sotterranea	2,3	0,5	-5,63	-32,9

10.2.5.2 Valutazione dei dati isotopici

Deuterio e Ossigeno-18

I valori di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ dei campioni di acque sotterranee e di percolato della discarica di Casa Rota, prelevati nel marzo 2019, sono confrontati nel diagramma di correlazione di Figura 1 seguente, in cui sono rappresentate anche la retta meteorica dell'Italia centrale (Longinelli e Selmo, 2003):

$$\delta^2\text{H} = 7.0479 \cdot \delta^{18}\text{O} + 5.608$$

e la retta meteorica globale o mondiale (Craig, 1961):

$$\delta^2\text{H} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10.$$

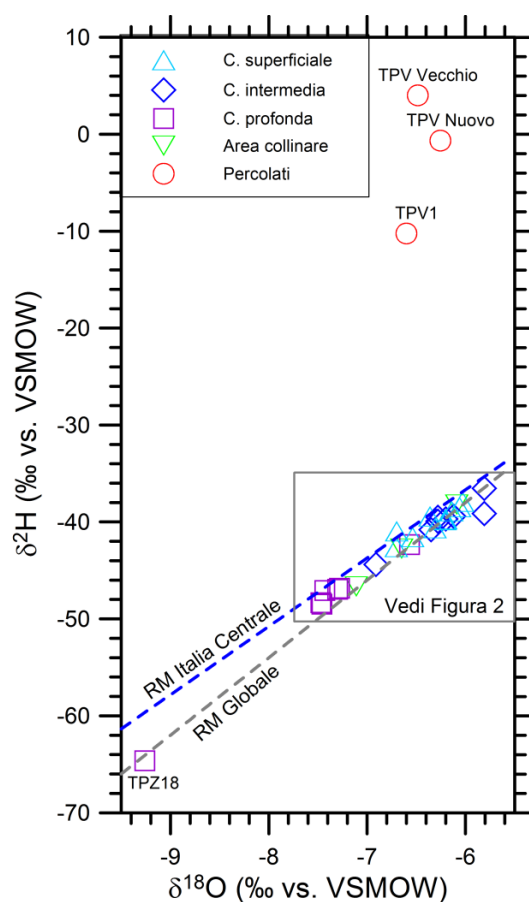


Figura 36 - Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel marzo 2019. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale (Craig, 1961) e quella dell'Italia Centrale (Longinelli e Selmo, 2003)

Nel diagramma di Figura 36, i tre campioni di percolato TPV Vecchio, TPV Nuovo e TPV1 si trovano ben al di sopra delle rette meteoriche e sono caratterizzati da shift di deuterio di circa 46, 40 e 32 unità ‰, rispettivamente.

In genere, lo shift di deuterio è una caratteristica dei percolati, derivante dal processo di metanogenesi (Hackley et al., 1996). Infatti, la quantità di metano prodotto durante la degradazione anaerobica della materia organica è così grande che è in grado di influenzare il valore di $\delta^2\text{H}$ del percolato, come osservato in numerose discariche. Durante la metanogenesi, i microrganismi utilizzano preferenzialmente il pròzio (^1H) per produrre il CH_4 ; pertanto l'idrogeno rimanente nell'acqua risulta arricchito in deuterio. Questo effetto non è osservabile nella maggior parte degli ambienti geologici, in cui la quantità di acqua è decisamente maggiore della quantità di metano prodotto. Invece, nella maggior parte delle discariche è possibile osservare questo arricchimento di deuterio, poiché sono sistemi relativamente chiusi, in cui vi è una grande generazione di metano rispetto alla limitata quantità di acqua presente.

Di conseguenza lo shift di deuterio rappresenta un ottimo tracciante dei percolati e consente di valutare il possibile impatto dei percolati stessi sulle acque sotterranee.

Dai dati disponibili, illustrati in Figura 36, emerge che **tutte le acque sotterranee si posizionano in prossimità delle due rette meteoriche di riferimento, indicando che esse hanno origine meteorica e che non vi sono impatti da percolato su di esse.**

La maggior parte dei campioni ha valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$, con la sola eccezione del piezometro TPZ18, che ha valori isotopici più negativi, -64.6‰ di $\delta^2\text{H}$ e -9.26‰ di $\delta^{18}\text{O}$. Dal punto di vista deterministico, i valori isotopici anomali del TPZ18 potrebbero essere imputabili ad un evento meteorico particolare, come ad esempio una precipitazione nevosa. Dal punto di vista statistico, il TPZ18 può essere considerato un outlier e può essere escluso da ulteriori considerazioni. In ogni caso i valori del TPZ18 non evidenziano interferenze da parte della discarica sulla qualità delle acque campionate in tale punto.

Al fine di valutare in maggior dettaglio i dati disponibili, è stato elaborato il diagramma di correlazione di Figura 37 seguente, nel quale vengono considerati gli intervalli di $\delta^2\text{H}$ e di $\delta^{18}\text{O}$ in cui sono compresi tutti i campioni di acque sotterranee tranne il campione TPZ18 (per quanto suddetto). Emerge chiaramente come le acque sotterranee abbiano una stretta correlazione con le acque meteoriche. **I dati di deuterio e ossigeno-18 delle acque sotterranee campionate indicando la totale assenza di impatti da percolato su tutti i punti monitorati**, anche nei pozzi che presentano solventi clorurati con maggiore frequenza (TPZ3, N7s, N7i).

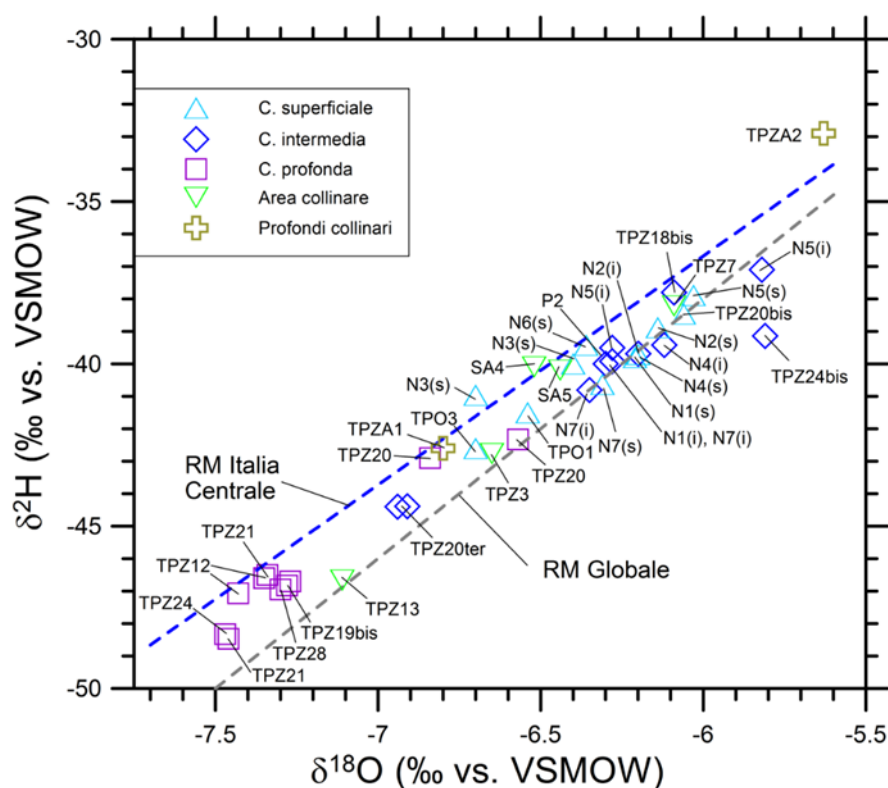


Figura 37 - Diagramma di correlazione deuterio vs. ossigeno-18 per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel marzo 2019 e caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. Per confronto sono riportate anche la retta meteorica globale e quella dell'Italia Centrale

Trizio

I due diagrammi di Figura 38 mostrano che i percolati della discarica di Casa Rota hanno contenuti elevati di trizio, come frequentemente osservato per questa matrice, ossia 220 ± 13 UT per il TPV1, 515 ± 19 UT per il TPV-nuovo e 1158 ± 28 UT per il TPV-vecchio.

Poiché i tre campioni di percolato non sono allineati lungo una linea di miscela in questi due diagrammi, le differenze fra le loro caratteristiche isotopiche non sono spiegabili unicamente per diluizione del percolato più ricco di trizio (ossia per aggiunta di acque meteoriche ad esso), fenomeno che può avvenire o nel corpo della discarica o più banalmente nelle vasche di raccolta del percolato. È necessario invocare altri fattori, fra cui principalmente la variazione delle caratteristiche dei rifiuti smaltiti nel tempo e la complessità dei processi che hanno luogo nel corpo della discarica.

Tutte le acque sotterranee campionate nel corso del 2019 hanno contenuti di trizio decisamente inferiori a quelli dei percolati e si posizionano in prossimità dell'asse delle ascisse e ben lontano dai percolati nei due diagrammi di Figura 38.

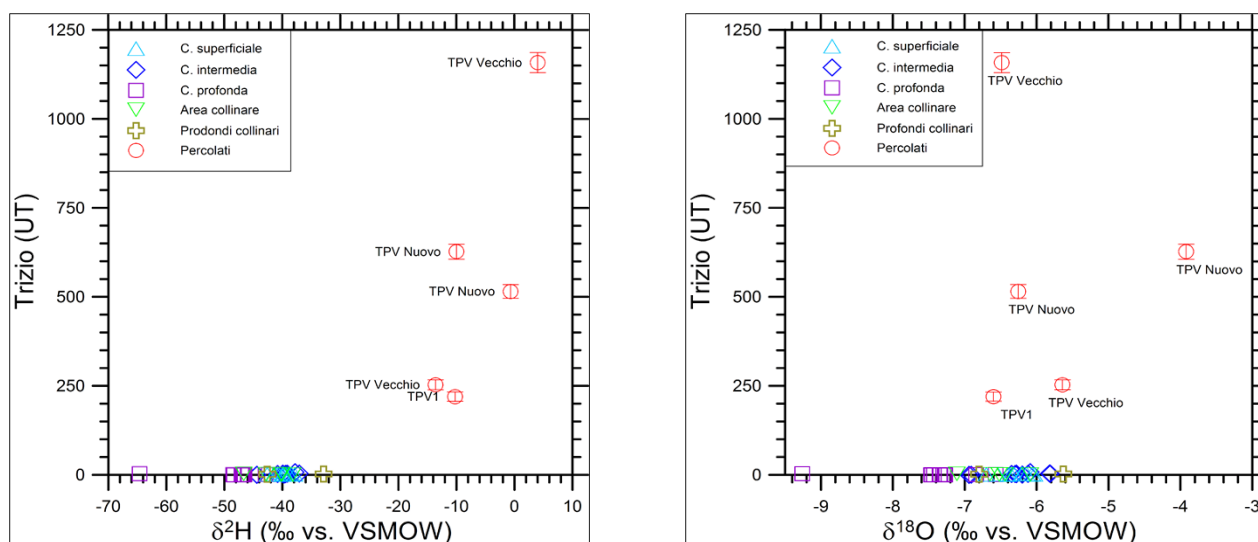


Figura 38 - Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee ed i percolati della discarica di Casa Rota campionati nel corso del 2019

Quindi, per valutare le relazioni fra i differenti campioni di acque sotterranee è utile esaminare i due diagrammi di correlazione di Figura 39, nei quali vengono considerati gli intervalli di trizio, $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ in cui sono comprese tutte le acque sotterranee, tranne il campione TPZ18 (per quanto già detto in relazione ai dati di deuterio e ossigeno-18). Quest'ultimo piezometro è caratterizzato comunque da un basso contenuto di trizio, 3.2 ± 0.6 UT, valore che esclude interferenza da percolato.

I due diagrammi mostrano che tutte le acque sotterranee, ad eccezione del campione del piezometro TPZ18bis e TPZA2, sono posizionate all'interno di una zona graficamente delimitata dai cerchi di colore arancione e dalle lettere A, B, C, che indicano:

- **A**, le acque di pioggia locali più recenti, caratterizzate da valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ meno negativi, confrontabili con quelli del piezometro TPZ18bis e TPZA2, e da contenuti medi di trizio di alcune unità (UT), nonostante le oscillazioni stagionali dell'ordine di alcune UT (ossia stesso ordine di grandezza dei valori registrati);
- **B**, le acque di pioggia locali più datate, anch'esse caratterizzate da valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ meno negativi, confrontabili con quelli del piezometro TPZ18bis e TPZA2, ma da contenuti medi di trizio di circa 1 UT, equivalente ad un'età o, più correttamente, ad un tempo medio di residenza più elevato rispetto al precedente punto A;
- **C**, le acque di pioggia distali più datate, caratterizzate da valori di $\delta^2\text{H}$ e $\delta^{18}\text{O}$ più negativi e contenuti di trizio dell'ordine di 0.1 UT, ossia da valori isotopici confrontabili con quelli dei piezometri TPZ12 e TPZ24, che attingono alla circolazione profonda di fondo valle; indicativamente, queste acque hanno un'età (o più correttamente un tempo medio di residenza) molto maggiore rispetto ai due casi precedenti.

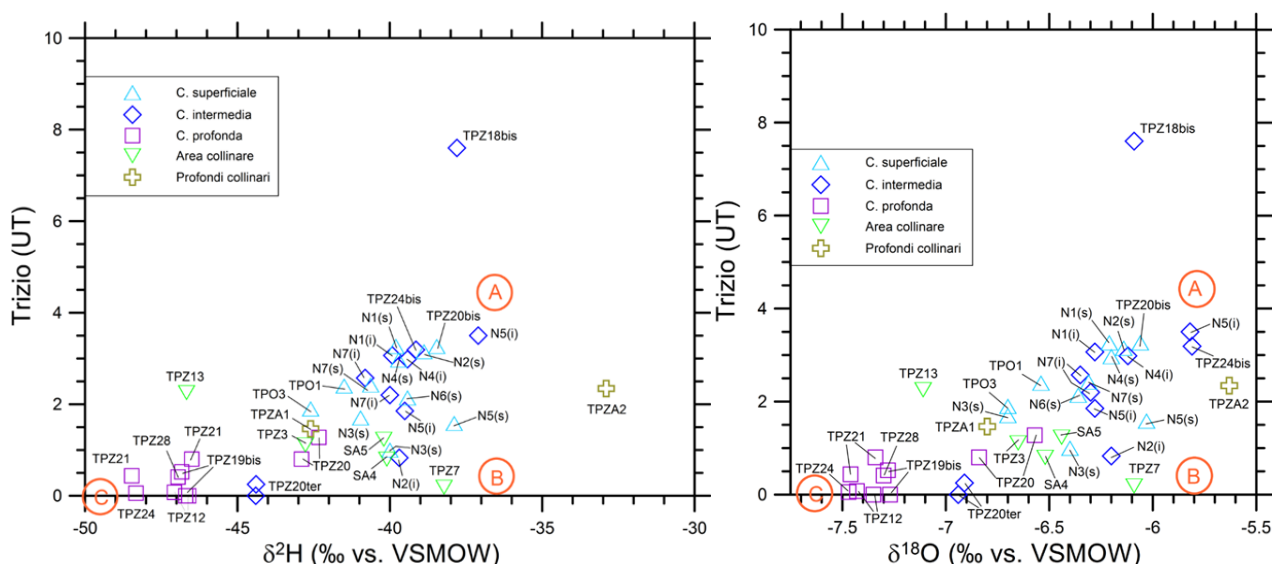


Figura 39 - Diagrammi di correlazione deuterio vs. trizio (a sinistra) e ossigeno-18 vs. trizio (a destra) per le acque sotterranee della discarica di Casa Rota campionate nel 2019, caratterizzate da valori isotopici compresi fra circa -50 e -35‰ di $\delta^2\text{H}$ e fra circa -5.7 e -7.5‰ di $\delta^{18}\text{O}$. I cerchi di colore arancione indicati dalle lettere A, B, C indicano rispettivamente le acque di pioggia locali recenti, le acque di pioggia locali più datate e le acque di pioggia distali più datate.

Pertanto, sulla base dei risultati acquisiti è possibile concludere che non vi è nessun impatto da percolato per le acque sotterranee campionate, anche nei pozzi che presentano solventi clorurati con maggiore frequenza (TPZ3, N7s, N7i). Il solo TPZ18bis presenta un dato di trizio leggermente superiore alla media degli altri campioni.

Il contenuto di trizio in TPZ18bis (7.6 ± 1.0 UT), potrebbe essere indicativo di interferenze, seppur minime, dovute ad infiltrazioni locali dall'alto nelle immediate vicinanze del pozzo stesso, fenomeno che è ipotizzabile anche sulla base dei dati di deuterio e ossigeno-18, che in TPZ18bis assumono valori tipici di acque meteoriche recenti e locali. L'assenza di anomalie in tale punto è peraltro confermata dalla assoluta stazionarietà dei cloruri, oltre che dai dati di deuterio e ossigeno-18.

In ogni caso, dati di letteratura indicano che sul territorio nazionale i valori di trizio naturalmente presente nelle precipitazioni meteoriche e, conseguentemente, nelle acque sotterranee variano tra circa 1 e 15 UT. Dalle stesse fonti di letteratura emerge invece che valori di trizio superiori a 15-16 UT indicano la presenza di fonti esterne di trizio, tra cui l'interferenza con percolato di discarica. Inoltre, i valori possono essere confrontati con le concentrazioni di trizio nelle acque meteoriche. Ad esempio, il trizio delle acque di pioggia e delle eventuali precipitazioni nevose è stato oggetto di monitoraggio nei seguenti siti:

- Villars, nella Francia sud-occidentale, dal novembre 2008 al marzo 2011 e successivamente dal luglio 2014 al febbraio 2016 (Jean-Baptiste et al 2019). I dati raccolti mostrano una marcata variabilità stagionale e valori compresi fra 2.1 e 8.9 UT.
- Le Mormont, nel Giura Svizzero nord-occidentale, dal marzo 2012 al marzo 2015 e successivamente dal maggio 2015 al maggio 2016 (Affolter et al. 2020). In base ai dati raccolti, sono stati riscontrati valori medi mensili di trizio compresi tra 5 e 15 UT e valori giornalieri compresi tra 0.6 e 24.2 UT. Il valore medio sui tre anni è di 8.7 ± 4.7 UT. Inoltre, i dati evidenziano una netta stagionalità con un valore medio estivo di circa 10 UT ed un valore medio invernale di circa 5 UT.

Carbonio-13

Nonostante le complessità causate dai differenti processi di biodegradazione della materia organica (Baedecker e Back, 1979; Coleman et al., 1993; Hackley et al., 1996), i valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC del percolato ed i valori $\delta^{13}\text{C}$ della $\text{CO}_{2(g)}$ del biogas sono in genere fortemente positivi e nettamente più elevati di quelli del DIC delle acque dei suoli e delle acque sotterranee poco profonde e della CO_2 gassosa prodotta nei suoli, rispettivamente. Quest'ultima ha composizione isotopica bimodale, con valori di picco di circa -17 e -24‰, dovuti alla presenza di piante che fissano il carbonio secondo il ciclo C_4 (o Hatch-Slack o Kranz) e C_3 (o Calvin-Benson o non-Kranz), rispettivamente (Deines, 1980). In linea di principio, grazie a questo forte contrasto nei valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC e della $\text{CO}_{2(g)}$, è possibile valutare l'esistenza o meno di inquinamento da percolato o di ingresso di biogas contenente CO_2 nell'acqua sotterranea, una volta noto il fondo ambientale locale (Tazioli et al., 2002).

Nel caso della discarica di Casa Rota è possibile trarre le seguenti considerazioni, in base ai dati isotopici riportati in tabella precedente ed al diagramma di correlazione in Figura 40 seguente:

- I percolati TPV-nuovo e TPV-vecchio hanno valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC di +21.04 ‰ e +16.18 ‰, rispettivamente. Si tratta di valori decisamente positivi, come atteso per questa matrice (vedi sopra).
- Le acque sotterranee non contaminate da percolato, in base al trizio, al deuterio e all'ossigeno-18, hanno valori fortemente negativi del $\delta^{13}\text{C}$, che varia fra -16.4 ‰ e -11.7 ‰. Tali valori sono confrontabili con il valore di picco delle piante che fissano il carbonio secondo il ciclo C_3 (o Calvin-Benson o non-Kranz), -24 ‰. Ciò conferma che queste acque sotterranee sono rifornite da CO_2 biogenica prodotta naturalmente nei suoli, in accordo con l'assenza di fenomeni di interferenza da percolato, come evidenziato dai contenuti degli altri tre isotopi indagati.

Quindi, il **carbonio-13 conferma l'assenza di interferenze da percolato nei piezometri monitorati.**

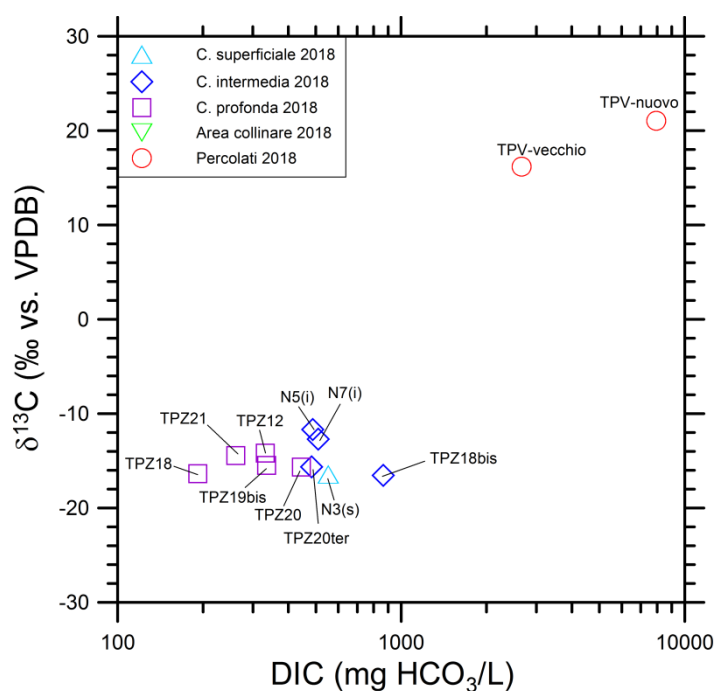


Figura 40 - Diagramma di correlazione fra valori di $\delta^{13}\text{C}$ del DIC e contenuti di DIC (in scala logaritmica) per i campioni di acque sotterranee e di percolato della discarica di Casa Rota prelevati nel 2018

In conclusione, i dati isotopici disponibili evidenziano:

- L'assenza di fenomeni di interferenza tra la discarica e l'ambiente idrico sotterraneo nei diversi piezometri monitorati, come già rilevato in passato nell'ambito delle indagini di approfondimento condotte tra il 2008 e il 2010, sia in prossimità delle vasche che a maggiore distanza (si osserva che i piezometri campionati interessano un'ampia zona nei pressi della discarica);
- La separazione locale delle circolazioni superficiale e profonda;
- Un possibile problema di efficacia della cementazione del pozzo TPZ18 e TPZ18bis.

10.2.6 Quadro di sintesi

Da quanto globalmente emerso si rileva che, con riferimento alla **zona collinare**, i dati analitici derivanti dalle attività di controllo del 2021 evidenziano valori generalmente in linea con i trend storici disponibili, con locali oscillazioni non legate alla presenza della discarica ma:

- alla particolare situazione geologica (assenza di falda e circolazioni idriche);
- al fatto che tali pozzi drenano sostanzialmente acque di poro connate dal substrato argilloso circostante, oltre a raccogliere acque di infiltrazioni meteoriche (quando presenti) dagli strati più superficiali;
- a variazioni del livello piezometrico in assenza prolungata di piogge (mesi estivi);
- alla scarsa mobilità delle acque all'interno delle lenti presenti nelle argille, ecc.

Dal complesso dei parametri monitorati non sembrano emergere fenomeni di interferenza nell'area delle vasche di smaltimento, come peraltro già evidenziato in passato. Considerando inoltre la presenza estesa e profonda del substrato argilloso che caratterizza tale zona, eventuali fenomeni di interferenza, ad oggi comunque non rilevati, risulterebbero in ogni caso estremamente localizzati nell'immediata vicinanza delle vasche di smaltimento. Tale situazione è confermata dai risultati ottenuti dalle altre attività di approfondimento svolte nell'estate del 2008 che hanno interessato in maniera diretta o indiretta l'ambiente idrico sotterraneo, nonché dai dati acquisiti tra il 2010 ed il 2011 e ancor più recentemente con le ulteriori indagini integrative, che confermano nelle linee generali il quadro ambientale locale.

Per quanto riguarda **le circolazioni profonde** (circolazioni semiconfinata e confinata) **e l'acquifero superficiale** intercettati dai piezometri di fondovalle e di versante, la qualità delle acque sotterranee nei punti monitorati appare globalmente e generalmente stabile e pressoché omogenea, con presenza diffusa, sia monte che a valle idraulica della discarica, anche a distanza da quest'ultima, di alcuni parametri riscontrati in concentrazione più o meno elevata quali ferro, manganese, arsenico, cloruri e ammoniaca.

Nello specifico i piezometri di recente trivellazione mostrano un comportamento e caratteristiche del tutto allineate al quadro idrochimico determinato con i pozzi preesistenti, fornendo continuità alla rete di monitoraggio in essere.

Il superamento delle CSC riscontrato per manganese e ferro in diversi punti di controllo, sia a monte che a valle idraulica, e localmente e sporadicamente per arsenico (anche a monte), non appare in correlazione con la discarica, soprattutto in considerazione del fatto che tali superamenti si osservano, come detto, anche, a monte idraulico rispetto all'impianto, e che i piezometri limitrofi alle vasche di smaltimento e i nuovi più vicini in posizione intermedia evidenziano concentrazioni molto basse o del tutto assenti per i parametri citati.

Tale impostazione è confermata anche da quanto riscontrato dal Prof. Beretta del Politecnico di Milano nell'ambito degli ultimi approfondimenti condotti su incarico della Provincia di Arezzo nel secondo semestre 2010 e riportati nella Relazione Tecnica di dicembre 2010 in cui si legge che, dall'analisi ambientale svolte, "nel complesso non si osserva una diffusa alterazione della qualità delle acque sotterranee dovuta alla discarica di Casa Rota ... alcune sostanze appaiono presenti per condizioni naturali dovute all'ambiente anaerobico che si ha negli acquiferi di fondovalle quali ferro, manganese, arsenico e ammoniaca".

Tale situazione conferma inoltre quanto già riscontrato dall'ARPAT a seguito dei prelievi effettuati a marzo 2008 su alcuni pozzi privati esterni (Rif. prot. 39453 del 7 maggio 2008) per ferro e manganese, ossia di presenza diffusa di tali metalli non correlati con l'impianto.

Particolare riferimento agli esiti dei monitoraggi delle acque sotterranee è stato fatto nel corso della Conferenza dei Servizi del 28/07/2015 nella quale:

"Con riferimento alle relazioni annuali presentate da ARPAT, in modo particolare agli esiti del campionamento delle acque sotterranee, la rappresentante di ARPAT, sulla base di specifica richiesta da parte della Provincia, precisa che i valori riscontrati di metalli e metalloidi sono stati confrontati con le CSC solo a scopo qualitativo, ricordando che alcuni valori elevati sono stati riscontrati anche nei piezometri a monte idraulico della discarica.

Per quanto concerne la presenza di organoalogenati in alcuni piezometri si conferma la necessità di monitorare con attenzione la qualità delle acque sotterranee.

[...]

Per quanto sopra, la Conferenza, con parere unanime, ritiene che, allo stato, debba essere proseguito il monitoraggio e non debbano essere attivati altri procedimenti, tenuto conto anche della serie storica dei risultati analitici e delle migliorie gestionali conseguenti agli esiti della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 27/07/2015."

Nello specifico, a completamento del quadro informativo inerente i piezometri TPZ18 e TPZ18bis va considerato che risultano ubicati all'interno dell'areale dove sorgeva Casa Rota ed insistono quindi in un contesto che, a differenza degli altri piezometri, risultava antropizzato e direttamente interessato da attività dell'azienda agricola storicamente presente. Tali fattori, congiuntamente ai segni di interferenza tra le acque e le fasi realizzative del piezometro stesso già evidenziati dalle variazioni registrate del chimismo, rappresentano un elemento utile a comprendere la peculiarità delle analisi che caratterizzano questi piezometri di versante rispetto al contesto complessivo.

Si ricorda infine che i risultati delle indagini isotopiche su trizio, deuterio, ossigeno-18 e carbonio-13 condotte nel 2018-2019 evidenziano e confermano **l'assenza di impatto da percolato** nei diversi campioni di acqua prelevati, in particolare anche nei piezometri con superamento delle CSC per metalli, con presenza di ammoniaca, cloruri e solfati, con presenza di alcuni microinquinanti organici in concentrazione dell'ordine del microgrammo/litro (TPZ3, TPZ7, N7s, N7i) o di forti oscillazioni di solfati (TPZ18).

Quindi allo stato attuale, sulla base dei risultati del monitoraggio svolto nel 2021 e dei dati storici disponibili di tipo idrogeologico, chimico e isotopico, non emerge uno scenario di interferenza, né di alterazione della qualità delle acque ad opera della discarica sull'ambiente idrico sotterraneo.

Non si esclude che localmente possano sussistere possibili fenomeni di interferenza, comunque non rilevanti, ad opera di altre attività antropiche locali (es: nuova viabilità per alcuni metalli).

La situazione riscontrata nel corso del 2021 risulta in linea con le considerazioni già sviluppate dalle Autorità negli anni precedenti, evidenziando un quadro ambientale stazionario, a meno di locali oscillazioni, comunque non riconducibili alla presenza dell'impianto.

Relativamente ai superamenti diffusi delle CSC riscontrati per alcuni parametri sia a monte che a valle della discarica, sulla base del complesso dei dati rilevati nell'ambito del PSC e delle varie indagini di approfondimento, si ritiene di poter confermare quanto evidenziato dalle Autorità nell'ambito delle CdS del 21 e del 30/12/10 ossia che *"gli esiti degli accertamenti ed approfondimenti specifici condotti, ... considerata la riscontrata presenza di numerosi superamenti delle CSC, con concentrazioni, tuttavia, molto basse, portino a ritenere che l'area interessata debba inquadrarsi quale area soggetta ad inquinamento diffuso, ... e che, pertanto, non sussiste la necessità di procedere a norma degli art. 242 e seguenti del D. Lgs. 152/06"*.

10.3 Monitoraggio delle acque meteoriche

10.3.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio viene effettuato con la finalità di individuare un eventuale impatto che potrebbe essere causato da acque di pioggia entrate in contatto con il corpo dei rifiuti.

Il PSC prevede un monitoraggio con cadenza trimestrale (in occasione di precipitazioni atmosferiche) sulle acque meteoriche campionate in tre pozzetti ubicati in area impianto e codificati:

- TAM1, ubicato alla base dell'argine di valle;
- TAM2, ubicato nei pressi della vecchia stazione meteorologica;
- TAM3, ubicato lungo il confine Est della zona di ampliamento.

Si riferisce, inoltre, che in seguito all'entrata in vigore del D.P.G.R.46/R - 8 settembre 2008 "Regolamento di attuazione della Legge Regionale 31 maggio 2006, n. 20 Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento", il gestore ha presentato a giugno 2009 il piano di gestione delle acque meteoriche per l'attuazione delle misure di prevenzione e protezione adeguate al nuovo regolamento.

Tale piano è stato successivamente integrato fino all'ultima versione presentata il 09/09/2015 prot 3486/15 assieme alla richiesta di attivazione della vasca di smaltimento corrispondente alla 2 fase del progetto di ampliamento.

Nei seguenti paragrafi vengono riportati i dati dei campionamenti svolti nel corso del 2021 nell'ambito del PSC.

10.3.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento (anno 2021) i campionamenti per il controllo delle acque meteoriche sono stati effettuati nei tre punti TAM1, TAM2 e TAM3 previsti dal PSC.

Le date di prelievo dei campioni sono riportate nella seguente Tabella.

Tabella 33 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
2 febbraio 2021	TAM1, TAM2, TAM3
24 maggio 2021	TAM1, TAM2, TAM3
5 novembre 2021	TAM1, TAM2, TAM3
16 dicembre 2021	TAM1, TAM2, TAM3

I risultati delle analisi chimiche e i relativi certificati sono riportati in Appendice 4 alla presente relazione.

Non avendo dei valori di confronto, ai fini della valutazione dei dati di laboratorio vengono utilizzati, unicamente come riferimento indicativo, i valori tabellari del D.Lgs.152/06 per acque superficiali.

Dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2021 non si rilevano valori anomali, si evidenzia solo il parametro azoto ammoniacale risultato superiore alla media storica dei dati nel campionamento di dicembre 2021 in tutti i punti di prelievo:

- TAM1 nel quale si registra un valore pari a 22 mg/l;
- TAM2 nel quale si registra un valore pari a 31 mg/l;
- TAM3 nel quale si registra un valore compreso tra 28 mg/l.

Preme evidenziare che i valori riscontrati risultano confrontabili in tutte e tre le stazioni di monitoraggio e dello stesso ordine di grandezza del valore di riferimento di 15 mg/l per i corpi idrici superficiali. Si ribadisce comunque che tale limite è da ritenersi solo a puro scopo indicativo in quanto la normativa nazionale non prevede concentrazioni di riferimento per le acque meteoriche.

Tuttavia, i valori sopra riportati saranno verificati nel corso delle prossime campagne di monitoraggio al fine di verificarne il trend.

Gli esiti analitici di laboratorio non evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.

10.3.3 Quadro di Sintesi

La valutazione dei dati è stata fatta verificando l'esistenza di eventuali segnali di interferenza tra acque meteoriche e il corpo rifiuti, così come previsto dal PSC: *“Il controllo sulle acque meteoriche viene effettuato per individuare un'eventuale impatto sulle acque, che può essere causato da acque di pioggia direttamente contaminate per contatto con il corpo dei rifiuti”*.

Dall'esame dei dati acquisiti non emergono segnali che possano indicare situazioni di contatto tra le acque meteoriche e i rifiuti. Infatti, i principali parametri indicatori analizzati per le acque di ruscellamento quali solfati, fluoruri, fosfati, COD, BOD5, ecc., non assumo concentrazioni significative.

Inoltre, quale ulteriore elemento di valutazione, i dati sono stati valutati anche in relazione ai parametri riportati nella Tabella 3, Allegato 5, Parte Terza del D.Lgs. n. 152/06 “Valori limite di emissione in acque superficiali ed in fognatura” presi come riferimento indicativo di valutazione.

Dal confronto dai dati chimici con i valori di riferimento tabellari sopra citati (Tabella 3, D.Lgs. 152/06) si evidenzia che emergono superamenti per il solo parametro azoto ammoniacale nella sola campagna di dicembre 2021, come indicato sopra.

Dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2021 non si evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.

10.4 Monitoraggio delle acque meteoriche dilavanti

Nel PSC allegato alla AIA n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i. è stato introdotto un nuovo punto di controllo TAM-DC, relativo all'uscita delle acque meteoriche dilavanti dal sistema di trattamento in continuo ubicato nella piazzola dove è presente il lavaggio mezzi. Nel Piano di Prevenzione e Gestione delle acque meteoriche è stato proposto infatti il trattamento delle acque raccolte dal tratto di viabilità che percorrono i mezzi di conferimento dei rifiuti, fino alla piazzola di lavaggio dei mezzi. Le acque in uscita scorreranno lungo canalette in terra per poi defluire naturalmente verso recapiti superficiali esterni alla discarica.

Il PSC prevede per il punto TAM-DC, il monitoraggio quadrimestrale dei parametri elencati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. "Limiti di emissione per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo".

Nell'attuale periodo di riferimento il campionamento di TAM-DC è stato eseguito nei mesi di febbraio, aprile, novembre e dicembre 2021. Di seguito, suddivisi per campagne di monitoraggio, vengono indicati gli eventuali superamenti registrati dei parametri indicati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.:

- febbraio: dai risultati analitici per tutti gli analiti ricercati non si riscontrano superamenti dei limiti indicati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- aprile: dai risultati analitici per tutti gli analiti ricercati non si riscontrano superamenti dei limiti indicati nella tabella 4 dell'Allegato 5 alla parte III del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- novembre: dai risultati analitici si rileva:
 - presenza di materiali sospesi totali con concentrazione pari a 196 mg/l a fronte di un valore limite pari a 25 mg/l,
 - ferro con concentrazione pari a 6,3 mg/l (valore limite pari a 2 mg/l),
 - alluminio con valore pari a 7,8 mg/l (valore limite pari a 1 mg/l)
 - tensioattivi totali con concentrazione pari a 1,0 mg/l (valore limite pari a 0,5 mg/l);
- dicembre: dagli esiti analitici si rileva la presenza di manganese con concentrazione pari a 0,373 mg/l (valore limite pari a 0,2 mg/l) e azoto totale con concentrazione pari a 63 mg/l (valore limite di riferimento 15 mg/l).

I certificati delle analisi effettuate sulle acque meteoriche dilavanti sono riportati in Appendice 4.

10.5 Monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi

10.5.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Riofi è stato effettuato, come previsto dal PSC della discarica, per verificare la qualità generale delle acque superficiali e per valutare eventuali interferenze tra queste ultime e la presenza dell'impianto.

L'attuale PSC prevede il campionamento trimestrale delle acque superficiali del Torrente Riofi in tre punti, due a monte della discarica e uno a valle dell'intera discarica rispetto ai punti di scarico delle acque meteoriche. I tre punti di controllo sono denominati rispettivamente TAS1, TAS2 e TAS4, ubicati lungo il torrente stesso da monte a valle. In particolare:

- La stazione TAS1 si trova a monte, prima della confluenza del Borro delle Cave nel Riofi;
- La stazione TAS2 si trova a monte subito dopo la confluenza del Borro delle Cave nel Riofi;
- La stazione TAS4 si trova a valle immediatamente dopo l'ultimo scarico delle acque di ruscellamento provenienti dall'area di impianto nel Riofi.

Inoltre, il piano di controllo relativo alle acque superficiali della AIA prescrive che "con frequenza trimestrale, dovrà essere determinato anche il parametro solventi organoalogenati, con speciazione dei singoli analiti".

Per rispondere dunque a tale prescrizione a partire da marzo 2011 vengono determinati anche i solventi organoalogenati.

10.5.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nella seguente tabella si riportano le date dei campionamenti effettuati.

Tabella 34 - Date di prelievo dei campioni (anno 2020)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
22 marzo 2021	TAS1, TAS2, TAS4
24 giugno 2021	TAS1, TAS2, TAS4
15 settembre 2021	TAS1, TAS2, TAS4
16 dicembre 2021	TAS1, TAS2, TAS4

I parametri di controllo sono quelli previsti dal PSC ed in particolare: pH, conducibilità, durezza, materiali sospesi totali, ferro, manganese, piombo, rame, zinco, cromo totale, cadmio, arsenico, fosfati, azoto ammoniacale e nitrico cloruri, solfati, fluoruri, COD, BOD5 e solventi clorurati (con speciazione dei singoli analiti). La seguente tabella riporta le concentrazioni medie rilevate nel 2021.

Tabella 35 - Concentrazioni medie acque superficiali Torrente Riofi (2021)

Parametro analitico	Unità di misura	TAS1	TAS2	TAS4
pH		7,8	7,8	7,9
Conducibilità elettrica	μS/cm	645,25	653,00	678,00
Durezza totale	°F	28,15	29,50	31,25
Materiali sospesi totali	mg/l	23,25	6,75	167
BOD5	mg/l	1,8	1,9	1,8

Parametro analitico	Unità di misura	TAS1	TAS2	TAS4
COD	mg/l	14,25	13	49
Cloruri	mg/l	41,43	42,93	44,33
Solfati	mg/l	46,70	47,15	44,18
Fluoruri	mg/l	0,17	0,17	0,19
Metalli pesanti:				
Ferro	µg/l	66,0	36,3	1015
Manganese	µg/l	17,75	24,10	91,35
Piombo	µg/l	0,325	0,325	1,175
Rame	µg/l	1,88	1,89	3,85
Zinco	µg/l	7,3	10,7	7,75
Cromo totale	µg/l	0,65	0,4	3,225
Cadmio	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Arsenico	µg/l	2,175	1,85	2,4
Fosfati	mg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Azoto ammoniacale	mg/l	0,1575	0,195	0,465
Azoto nitrico	mg/l	1,3	1,1075	0,8825
Composti organici:				
Clorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloroformio (triclorometano)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloruro di Vinile (Vinilcloruro)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dicloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dicloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3-Dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tricloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tetracloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esaclorobutadiene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1-Dicloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
cis-1,2-Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
trans 1,2 Dicloroetilene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,1-Tricloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2-Tricloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3-Tricloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tribromometano (bromoformio)	µg/l	0,012	0,013	0,011
1,2-Dibromoetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Dibromoclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromodiclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.

Parametro analitico	Unità di misura	TAS1	TAS2	TAS4
1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Dibromo 3 Cloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,2-dicloropropano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2-Clorotoluene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-Clorotoluene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromoclorometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Bromometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Carbonio tetracloruro	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
cis-1,3-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Dibromometano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorodifluorometano (Freon12)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esacloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Pentacloroetano	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
trans-1,3-Dicloropropene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Triclorofluorometano (Freon13)	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Monoclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,4-Diclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,4-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,3,5-Triclorobenzene	µg/l	< L.R.	< L.R.	< L.R.

**L.R. pari al limite di rilevabilità

La media è stata eseguita considerando i valori inferiori al limite di rilevabilità pari al limite stesso.

In riferimento al campionamento di settembre 2021, la concentrazione di alcuni parametri (ferro, manganese) rilevate nel punto di campionamento TAS 4 è riconducibile alla elevata torbidità del campione prelevato (solidi totali sospesi: 614 mg/l). Le altre campagne evidenziano valori in linea con lo storico.

Le analisi condotte sui solventi clorurati prescritte dall'AIA non hanno evidenziato la presenza di questi composti che sono risultati sempre inferiori ai rispettivi limiti LOQ in tutte e tre le stazioni monitorate nel 2021, ad eccezione del tribromometano che è stato individuato in tutti i punti di monitoraggio unicamente nel campionamento di marzo (anche a monte in TAS1). In tutti i successivi campionamenti si sono registrati valori inferiori al limite di rilevabilità (L.R.= 0,01 µg/l).

10.5.3 Quadro di sintesi

Le analisi chimiche effettuate nel 2021 non evidenziano anomalie, confermando i dati storici disponibili.

I parametri chimici analizzati presentano un trend sostanzialmente stabile nel tempo ed i valori rilevati nelle tre stazioni risultano confrontabili tra loro e dello stesso ordine di grandezza, a meno di occasionali oscillazioni,

come per il manganese riscontrato nella stazione TAS4 (226 µg/l) nel monitoraggio del mese di dicembre. La concentrazione di ferro riscontrata in TAS4 a settembre 2021, pari a 3.960 mg/l, come anticipato, si ipotizza possa essere correlata alla torbidità dell'acqua. Tuttavia, tale parametro sarà monitorato nel corso delle prossime campagne per verificarne l'andamento.

Il complesso dei parametri monitorati nel corso dell'anno non evidenzia quindi anomalie né differenze di concentrazioni apprezzabili tra monte e valle, ad indicazione dell'assenza di interferenza da parte della discarica sulle acque del Riofi.

10.6 Monitoraggio dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi

10.6.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio dei sedimenti è stato richiesto dalla Provincia di Arezzo, come risulta dal verbale della CdS del 22.05.07 (rif. Prot. N. 32239) e successivamente confermato nell'ambito nell'Autorizzazione Integrata Ambientale della discarica (n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i.), con l'obiettivo di valutare eventuali accumuli di sostanze contaminanti nei sedimenti del torrente stesso.

Il campionamento dei sedimenti del Torrente Riofi, previsto con frequenza trimestrale, viene effettuato in tre punti codificati TAF1, TAF2 e TAF4 ed ubicati approssimativamente in corrispondenza dei tre punti di controllo delle acque del Torrente (TAS1, TAS2, TAS4).

10.6.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Le date di prelievo dei campioni sono riportate nella seguente Tabella.

Tabella 36 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)

DATA	PUNTI CAMPIONATI
23 marzo 2021	TAF1, TAF2, TAF4
24 giugno 2021	TAF1, TAF2, TAF4
16 settembre 2021	TAF1, TAF2, TAF4
16 dicembre 2021	TAF1, TAF2, TAF4

Le analisi chimiche sono state effettuate sui seguenti parametri, scelti sulla base di letteratura specifica settoriale e delle informazioni disponibili sull'impianto e sulla zona circostante la discarica e previsti dal PSC:

- pH;
- metalli: Al, As, Cd, Cr, Cr VI, Fe, Mn, Ni, Pb, Cu, Zn, Hg;
- Composti organoclorurati;
- Fluoruri;

- Fosforo totale;
- Azoto totale;
- Nitriti;
- Nitrati;
- Fenoli;
- Solfuri;
- TOC;
- Test di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* (su estratto acquoso);
- Test di tossicità acuta con *daphnia magna* (su estratto acquoso).

I risultati delle analisi chimiche relativi all'anno 2021 e i relativi certificati sono riportati in Appendice 4 alla presente relazione. La seguente tabella riporta le concentrazioni medie dei dati disponibili rilevati nel 2021.

Tabella 37 - Concentrazioni medie sedimenti Torrente Riofi (2021)

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
pH	Unità pH	8,27	8,25	8,07
Carbonio organico totale (TOC)	mg/kg s.s.	1,35	1,46	1,65
Azoto Totale (N)	% p/p	0,03	0,04	0,03
Residuo secco a 105 °C	%	77,05	73,58	73,20
Fluoruri	mg/kg s.s.	0,71	0,67	0,77
Nitrati	mg/kg s.s.	3,08	6,97	4,13
Nitriti	mg/kg s.s.	0,50	1,00	0,60
Fosforo totale	% s.s.	0,04	0,03	0,04
Solfuri	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Metalli:				
Alluminio	mg/kg	9.225,00	8.650,00	8.073,00
Arsenico	mg/kg	7,27	4,06	2,51
Cadmio	mg/kg	0,28	0,23	0,19
Cromo Totale	mg/kg	89,35	70,73	50,40
Cromo VI	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Ferro	mg/kg	25.925,00	22.700,00	19.225,00
Manganese	mg/kg	425,00	395,75	345,50
Mercurio	mg/kg	0,12	0,07	0,06
Nichel	mg/kg	54,05	50,05	46,70
Piombo	mg/kg	13,88	10,93	8,53
Rame	mg/kg	20,40	16,78	14,23
Zinco	mg/kg	45,40	39,30	36,40

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
Composti alifatici clorurati				
<i>Cancerogeni e non cancerogeni</i>				
Clorometano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Diclorometano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloroformio (tricolorometano)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Cloruro di Vinile (Vinilcloruro)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1 - Dicloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tricloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Tetracloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Esaclorobutadiene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1 – Dicloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloroetilene	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,1 – Tricloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2 – Dicloropropano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2 – Tricloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,2,3 – Tricloropropano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
1,1,2,2 – Tetracloroetano	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Fenoli volatili:				
Fenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
m - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Metilfenolo (o-, m-, p-)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
o - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
p - metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2 – Clorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2- nitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
o – etilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2-sec-butil-4,6-Dinitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4,6-dinitro-2-metilfenolo (DNOC)	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-cloro-3-metilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-Metossifenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
4-nitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,3,4,6 – tetraclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4,5- Triclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 - Diclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 – Dinitrofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,6 – Diclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
3,4 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
3,5 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,4,6- Triclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
2,3 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.

Parametro analitico	Unità di misura	TAF1	TAF2	TAF4
2,6 – Dimetilfenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Pentaclorofenolo	mg/kg	< L.R.	< L.R.	< L.R.
Saggio di tossicità acuta (daphnia magna)	%	<50	<50	<50

*L.R. pari al limite di rilevabilità

La media è stata eseguita tra i valori superiori al limite di rilevabilità.

I valori rilevati non evidenziano nel complesso dati anomali in nessuna delle tre stazioni.

Alluminio, ferro e manganese sono i parametri che evidenziano i maggiori valori. I dati confermano i trend e le medie storiche per i vari analiti. Tali parametri sono costituenti naturali dei sedimenti del Torrente, essendo contenuti nella struttura cristallina dei suoli. Non si rilevano variazioni apprezzabili di concentrazione tra monte e valle.

Per quanto riguarda il saggio di tossicità effettuato sui batteri Daphnia magna, i dati risultanti non evidenziano tossicità in TAF1, TAF2 e TAF4. Gli esiti analitici mostrano infatti che le percentuali di effetto inibitorio rilevato sui batteri (individui immobili dopo 24h) risultano essere inferiori al limite del 50% in tutti i punti per tutto il periodo di riferimento, valore indicato dal D.Lgs 152/06 come limite di tossicità del campione analizzato.

Dai dati globalmente rilevati non sembra pertanto che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo valle del Torrente Riofi, né si rileva un fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.

10.6.3 Quadro di sintesi

Il monitoraggio condotto nel corso del 2021 ha evidenziato apprezzabili concentrazioni di alluminio, ferro, manganese e in misura minore nichel, piombo, cromo totale, rame e zinco all'interno dei sedimenti di fondo del Riofi, sia nelle stazioni di monte (TAF1 e TAF2) che a valle (TAF4), in linea con i dati medi storici.

In generale, la presenza di metalli nei sedimenti è ascrivibile alla specifica qualità dei terreni locali, ricchi di tali parametri come emerso dalle analisi effettuate nell'ambito dello Studio Idrogeologico e delle indagini di approfondimento del 2008.

Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni nel tempo nei tre punti di controllo si evidenzia che le analisi effettuate nel 2021 sui sedimenti del Torrente Riofi non evidenziano fenomeni di accumulo dei parametri monitorati all'interno della matrice analizzata.

I test di tossicità acuta condotti non hanno evidenziato situazioni anomale nei tre punti di controllo.

Un'ulteriore valutazione può essere fatta relativamente alle concentrazioni rilevate da monte (TAF1, TAF2) a valle (TAF4), ed in particolare non si rileva una variazione di qualità apprezzabile lungo il corso del torrente, se non sporadiche e lievi differenze, comunque non significative e con valori maggiori a monte.

In generale, dai dati globalmente rilevati, non sembra che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi, né si rileva un fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.

10.7 Monitoraggio dello stato di qualità biologica del Torrente Riofi

10.7.1 Attività di monitoraggio eseguite

Al termine dei lavori per la realizzazione della cassa di espansione lungo il torrente Riofi, a partire da giugno 2019 è ripreso il monitoraggio dello stato di qualità biologica del torrente stesso.

Il campionamento, in accordo con ARPAT, era stato sospeso in concomitanza all'avvio delle attività di messa in sicurezza idraulica del Borro di Riofi per il quale erano previste consistenti lavorazioni in alveo.

In data 15 giugno 2021 è stata eseguita la 5° campagna di campionamento (nuova serie) di invertebrati bentonici sul Borro Riofi in località Terranuova Bracciolini (AR) finalizzato alla valutazione della qualità delle acque del torrente Riofi. Il monitoraggio è stato eseguito con metodo MacrOper, con il metodo di raccolta multihabitat proporzionale, in linea con quanto previsto attualmente dalle norme vigenti per la tutela dei corpi idrici superficiali e in accordo con quanto richiesto dalle Autorità.

Il tratto fluviale indagato ricade nell'Area geografica Mediterraneo ed è tipizzato come: *“piccolo corso d'acqua a scorrimento superficiale del Macrotipo fluviale M1”*. A partire dall'autunno 2016 le attività antropiche che hanno interessato l'alveo del corso d'acqua (cantiere cassa di espansione) hanno causato cambiamenti idromorfologici ed è stata osservata una forte riduzione della vegetazione ripariale delle sponde con una modifica del profilo delle stazioni di monitoraggio (IBE1÷IBE4) rispetto agli anni precedenti.

10.7.2 Tecniche di campionamento

Metodo multi-habitat proporzionale MacrOper

Il metodo di campionamento quantitativo multi-habitat proporzionale con sistema MacrOper prevede la raccolta di macroinvertebrati in habitat differenti in modo proporzionale all'estensione del tratto fluviale indagato. In particolare, le attività di campionamento si articolano in diverse fasi:

- Prima fase: identificazione dei mesohabitat di *riffle* e *pool* presenti nel tratto fluviale. Tale identificazione viene effettuata sulla base delle caratteristiche idrologiche e di sedimento che li differenziano;
- Seconda fase: prelievo mediante rete Surber, la quale permette di delimitare un'area di 0,5 m2 per mesohabitat, di n. 10 repliche rappresentative dei mesohabitat presenti;
- Terza fase: Identificazione e conteggio del materiale raccolto.

I dati biologici derivati dalla raccolta qualitativa vengono utilizzati per il calcolo dell'indice multimetrico STAR_ICMi (STAR *intercalibration Common Metric index*) per ciascun mesohabitat e ciascuna stazione.

L'indice multimetrico è definito da sei differenti metriche che forniscono informazioni riguardo la ricchezza, la tolleranza, l'abbondanza e la diversità degli organismi.

Nella tabella successiva sono sinteticamente riportate le n.6 metriche e le informazioni che esse sintetizzano.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della Metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. Bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	e.g. Armitage et al., 1983	0.333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	$\text{Log}_{10}(\text{Sel_EPTD} + 1)$	Log_{10} (somma di Heptageniidae, Ephemeridae, Leptophlebiidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratiomyidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae +1)	Buffagni et al., 2004; Buffagni & Erba, 2004	0.266
	Abbondanza	1-GOLD	1 - (Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al., 2004	0.067
Ricchezza /Diversità	Numero taxa	Numero totale di Famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	e.g. Ofenböck et al., 2004	0.167
	Numero taxa	Numero di Famiglie di EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	e.g. Ofenböck et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083
	Indice Diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{A} \right) \cdot \ln \left(\frac{n_i}{A} \right)$	e.g. Hering et al., 2004; Böhmer et al., 2004.	0.083

Figura 41 - Sei metriche dell'indice multimetrico

Il calcolo dell'indice di STAR_ICMi permette di attribuire al sito indagato una classe di qualità. In particolare, i valori dell'indice di STAR_ICMi variano tra 0 e 1, dove il valore 0 rappresenta la qualità peggiore, mentre il valore 1 rappresenta la condizione di maggior neutralità e quindi identifica uno stato buono/elevato del sito indagato.

Nella tabella seguente sono sintetizzati i limiti di classe dell'indice di STAR_ICMi per il Macrotipo fluviale M1 in cui ricade il tratto esaminato del torrente Riofi.

Tabella 38 - Limiti di classe dell'indice di STAR_ICMi per il Macrotipo fluviale M1

Limite di classe	STAR_ICMi
Elevato/Buono	0.97
Buono/Moderato	0.72
Moderato/Scarso	0.48
Scarso/Pessimo	0.24

Metodo di campionamento qualitativo IBE

Il metodo IBE prevede la raccolta dei macroinvertebrati mediante un retino immanicato di dimensioni 25x40 cm e 20 maglie per centimetro. Il campionamento viene effettuato lungo un transetto obliquo da sponda a sponda per l'intera larghezza del corso d'acqua, campionando nei diversi microhabitat rappresentativi della tipologia fluviale. I macroinvertebrati campionati, vengono registrati in apposite schede dividendoli per stazione. A valle

del campionamento, attraverso una tabella a doppia entrata che considera il numero delle Unità Sistematiche rivenute nella comunità osservata e i diversi taxa con sensibilità decrescente all'inquinamento, viene calcolato l'indice IBE. Il valore dell'indice ricavato viene successivamente tradotto in classi di qualità, che vanno da I (acque non inquinate) a V (acque fortemente inquinate). Di seguito si riporta la tabella per il calcolo dell'IBE e quella di conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità.

Tabella 39 - Tabella per il calcolo dell'IBE

Gruppi faunistici che determinano con la loro presenza l'ingresso orizzontale in tabella (primo ingresso)		Numero totale delle Unità Sistematiche costituenti la comunità (secondo ingresso)								
		0-1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-..
Plecotteri (<i>Leuctra</i> °)	Più di una U.S	--	--	8	9	10	11	12	13*	14*
	Una sola U.S.	--	--	7	8	9	10	11	12	13*
Efemerotteri (Baetidae Caenidae °°)	Più di una U.S	--	--	7	8	9	10	11	12	--
	Una sola U.S.	--	--	6	7	8	9	10	11	--
Tricotteri	Più di una U.S	--	5	6	7	8	9	10	11	--
	Una sola U.S.	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Gammaridi, Atiidae e Palemonidae	Tutte le U.S. sopra assenti	--	4	5	6	7	8	9	10	--
Asellidi	Tutte le U.S. sopra assenti	--	3	4	5	6	7	8	9	--
Oligocheti o Chironomidi	Tutte le U.S. sopra assenti	1	2	3	4	5	--	--	--	--
Tutti i taxa precedenti assenti	Tutte le U.S. sopra assenti	0	1	--	--	--	--	--	--	--

-- giudizio dubbio, per errore di campionamento, per presenza di organismi di *drift* non scartati dal computo, per ambiente non colonizzato adeguatamente, per tipologia non valutabile con l'indice (es. sorgenti, acque di scioglimento di nevai, acque ferme, zone deltizie, salmastre).

* questi valori di indice vengono raggiunti raramente nelle acque correnti italiane per cui occorre prestare attenzione, sia nell'evitare la somma di biotipologie (incremento artificioso della ricchezza in *taxa*), che nel valutare eventuali effetti prodotti dall'inquinamento, trattandosi di ambienti con una naturale elevata ricchezza in *taxa*.

° nelle comunità in cui *Leuctra* è presente come unico *taxon* di Plecotteri e sono contemporaneamente assenti gli Efemerotteri (o presenti solo Baetidae e Caenidae), *Leuctra* deve essere considerata al livello dei Tricotteri per definire l'entrata orizzontale in tabella

°° per la definizione dell'ingresso orizzontale in tabella le famiglie Baetidae e Caenidae vengono considerate a livello dei Tricotteri.

Tabella 40 - Tabella di conversione dei valori dell'IBE in classi di qualità

CLASSI DI QUALITA'	VALORE I.B.E.	GIUDIZIO	COLORE
Classe I	10-11-12...	Ambiente non inquinato o non alterato in modo sensibile	
Classe II	8-9	Ambiente in cui sono evidenti alcuni effetti dell'inquinamento	
Classe III	6-7	Ambiente inquinato o comunque alterato	
Classe IV	4-5	Ambiente molto inquinato o comunque molto alterato	
Classe V	1-2-3	Ambiente fortemente inquinato o fortemente alterato	

10.7.3 Risultati – campagna di giugno 2021

Nel corso della campagna di giugno 2021 sono stati raccolti con il metodo multihabitat proporzionale n. 3.838 individui. La lista degli invertebrati raccolti nelle diverse stazioni è riportata nella Tabella seguente.

Famiglia	Individui/ m ²							
	Pool	Riffle	Pool	Riffle	Pool	Riffle	Pool	Riffle
	st1		st2		st3		st4	
BAETIDAE	136	426	8	242	136	1024	488	1074
CAENIDAE	18	54	104	10	4	10	0	0
CERATOPOGONIDAE	86	78	206	6	0	6	0	0
CHIRONOMIDAE	392	284	362	42	172	134	66	40
COENAGRIONIDAE	0	0	0	0	0	0	10	4
CORIXIDAE	0	2	2	0	0	2	0	0
CULICIDAE	0	0	0	0	0	0	0	2
DYTISCIDAE	0	2	0	0	0	0	0	2
DRYOPIDAE	0	2	0	2	0	0	0	0
DUGESIIDAE	0	0	2	0	0	0	0	0
ELMIDAE	0	4	0	0	0	0	0	0
EPHEMERELLIDAE	16	106	18	4	0	8	0	4
GOMPHIDAE	8	12	2	2	0	2	0	0
HALIPLIDAE	0	0	2	0	2	2	0	0
HELOPHORIDAE	0	0	0	0	0	0	2	0
HERPODELLIDAE	0	0	0	0	0	6	0	0
HYDRAENIDAE	0	4	0	0	0	0	0	0
HYDROBIIDAE	20	28	10	6	10	102	16	4
HYDROPHILIDAE	0	4	4	2	0	0	2	0
HYDROPSYCHIDAE	2	18	0	2	0	4	0	0
LEUTRIDAE	24	14	0	2	0	0	0	0
LEPTOCERIDAE	2	4	2	2	0	0	0	0
LEPTOPHLEBIIDAE	24	36	0	2	0	2	0	0
LESTIDAE	0	0	0	0	0	0	2	0
LIBELLULIDAE	0	0	0	0	0	2	0	0
LIMONIIDAE	0	4	0	0	0	0	0	0
LUMBRICULIDAE	0	0	0	0	0	2	0	0
NAIDIDAE	2	2	144	0	8	2	8	6
NOTONECTIDAE	0	0	0	0	30	0	0	0
PHYSIDAE	0	6	2	0	10	48	44	34
RHYACOPHILIDAE	0	16	0	2	0	0	0	0
SIMULIIDAE	0	104	2	582	0	104	14	18
TIPULIDAE	0	0	0	0	0	0	0	2
TUBIFICIDAE	48	28	90	2	22	78	6	10
Totale famiglie	13	23	16	16	9	18	11	12
Totale individui	778	1238	960	910	394	1538	658	1200

Figura 42 - Lista degli invertebrati raccolti nelle diverse stazioni

Sulla base dei macroinvertebrati rinvenuti sono state calcolate le metriche biologiche e quindi l'indice di STAR_ICMi. I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tabella 41 - Calcolo delle metriche biologiche e dell'indice STAR_ICMi

SITO	PRGA	ASPT ^(*)	Numero totale di Famiglie ^(*)	Numero di famiglie EPT ^(*)	1-GOLD ^(*)	Indice di Shannon ^(*)	log(SelEP TD+1) ^(*)	STAR_IC Mi	Stato Ecologico	Classe
IBE1	P	6.364	13	7	0.296	1.634	1.398	0.634	MODERATO	3
IBE1	R	5.750	23	8	0.569	2.082	1.568	0.733	BUONO	2
IBE2	P	5.214	16	4	0.150	1.720	0.000	0.399	SCARSO	4
IBE2	R	6.133	16	8	0.299	1.041	0.477	0.537	MODERATO	3
IBE3	P	3.750	9	2	0.437	1.425	0.000	0.264	SCARSO	4
IBE3	R	5.267	18	5	0.691	1.284	0.477	0.511	MODERATO	3
IBE4	P	4.111	11	1	0.766	1.018	0.000	0.304	SCARSO	4
IBE4	R	4.400	12	2	0.903	0.532	0.000	0.339	SCARSO	4

PRGA: mesohabitat in cui viene effettuato il campionamento

(*) metriche utilizzate per il calcolo dell'indice STAR_ICMi

Tabella 42 - Indice STAR_ICMi e stato ecologico

SITO	STAR_ICMi	Stato Ecologico	Classe
Stazione IBE1	0.683	MODERATO	3
Stazione IBE2	0.468	SCARSO	4
Stazione IBE3	0.387	SCARSO	4
Stazione IBE4	0.321	SCARSO	4

10.7.4 Quadro di sintesi

La campagna di monitoraggio svolta nel mese di giugno conferma uno stato qualitativo alterato delle acque del Borro Riofi, già evidenziato negli ultimi anni con valori medi per sito dell'indice STAR_ICMi in IV classe di qualità nelle stazioni IBE2, IBE3 ed IBE4 ed III classe nella stazione IBE1.

Anche i dati di quest'ultima campagna confermano l'instabilità ecologia del Riofi, dove le caratteristiche idromorfologiche e stagionali sembrano continuare ad agire sulla portata, sugli habitat e sulle comunità, impattando maggiormente il mesohabitat di Pool. Si precisa comunque che, nonostante la permanente instabilità, sembrerebbe emergere un lieve tendenza al recupero, che in questa campagna si manifesta in particolare sulla stazione IBE1. Preme evidenziare che solo il ristabilirsi di condizioni migliori in questa stazione può costituire la premessa necessaria da cui può dipendere l'eventuale riqualificazione del tratto a valle.

Il recupero potrà inoltre essere favorito dal ristabilirsi di condizioni equilibrate nel substrato e nella fascia riparia, ancora in fase di assestamento.

10.8 Monitoraggio del percolato

10.8.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio del percolato viene effettuato con frequenza trimestrale prelevando un campione rappresentativo dalle cisterne del percolato prodotto dalla vecchia e nuova discarica ed un campione medio (codificate TPV vecchio, TPV nuovo e TPV1).

Inoltre, vengono effettuati anche campionamenti mensili del percolato prodotto dalla nuova discarica in coltivazione (TPV nuovo) secondo quanto prescritto dall'attuale AIA.

I parametri oggetto delle analisi chimiche sono quelli definiti nel PSC e dalle prescrizioni autorizzative. In particolare, sul percolato prodotto dalla nuova discarica in coltivazione (TPV nuovo) vengono mensilmente analizzati i solventi organoalogenati.

10.8.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nella seguente tabella sono riportate le date dei campionamenti effettuati nel 2021 presso le cisterne di accumulo del percolato, come previsto dal PSC della discarica.

In particolare, le date dei campionamenti trimestrali sono riportate in grassetto.

Tabella 43 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)

Data	Punti campionati		
	TPV1	TPV nuovo	TPV vecchio
18/01/2021	-	✓	-
16/02/2021	-	✓	-
22/03/2021	✓	✓	✓
19/04/2021	-	✓	-
25/05/2021	-	✓	-
22/06/2021	✓	✓	✓
19/07/2021	-	✓	-
24/08/2021	-	✓	-
14/09/2021	✓	✓	✓
18/10/2021	-	✓	-
23/11/2021	-	✓	-
15/12/2021	✓	✓	✓

Dai risultati delle analisi di laboratorio si è rilevato che le concentrazioni di conducibilità, BOD₅, COD, BOD₅/COD e cloruri assumono i seguenti range di valori.

Tabella 44 - Variabilità dei valori di conducibilità, BOD₅, COD, BOD₅/COD, cloruri e solfati nel percolato

Parametro	TPV1 (valore minimo)	TPV1 (valore massimo)	TPV nuovo (valore minimo)	TPV nuovo (valore massimo)	TPV vecchio (valore minimo)	TPV vecchio (valore massimo)
Conducibilità ($\mu\text{S/cm}$)	14600	37500	14600	40400	15700	30300
BOD ₅ (mg/l)	650	1010	798	3260	130	1180
COD (mg/l)	3720	9100	3990	15000	652	6320
BOD ₅ /COD	0,07	0,20	0,20	0,25	0,08	0,27
Cloruri (mg/l)	1460	3660	1790	4530	2330	5500
Solfati (mg/l)	36	101	21	86,8	44,8	120

Non si rileva la presenza di IPA (benzo (a) antracene, benzo (a) pirene, benzo (b) fluorantene, benzo (k) fluorantene, crisene, pirene e naftalene) ad eccezione del naftalene in TPVvecchio, dove a giugno 2021 si è riscontrata una concentrazione pari al LOQ (0,005 $\mu\text{g/l}$). In riferimento ai solventi clorurati, le concentrazioni di tutti i parametri analizzati risultano essere al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentali, ad eccezione di TPV-nuovo in cui sono stati riscontrati gli analiti cis-1,2dicloroetilene (8,35 $\mu\text{g/l}$ a gennaio e 6,0 $\mu\text{g/l}$ a giugno), cloroformio (35,6 $\mu\text{g/l}$ a gennaio) e bromodichlorometano (14,3 $\mu\text{g/l}$ a gennaio). Inoltre, in corrispondenza di TPV-vecchio a marzo 2021 è stato rilevato il diclorometano con concentrazione pari a 5,03 $\mu\text{g/l}$. Per tutto il periodo di riferimento non si rileva la presenza di clorobenzeni. Per quanto riguarda gli idrocarburi aromatici, nel 2021 è stata rilevata la presenza del benzene (concentrazioni comprese tra valori inferiori al LOQ e 6,69 $\mu\text{g/l}$ in TPV-nuovo), del toluene (i valori rilevati, superiori a LOQ, variano tra i 20,1 $\mu\text{g/l}$ in TPV-nuovo ed i 68 $\mu\text{g/l}$ in TPV-vecchio), del (m+p)-Xilene (concentrazioni variabili tra i 11,5 $\mu\text{g/l}$ in TPV1 ed i 45,5 $\mu\text{g/l}$ in TPV-nuovo), dell'etilbenzene (valori compresi tra 10,1 $\mu\text{g/l}$ in TPV-vecchio e TPV-nuovo e 23,2 $\mu\text{g/l}$ in TPV-nuovo) e dello stirene in TPV-nuovo nel solo campionamento di aprile 2021 (3,21 $\mu\text{g/l}$).

I risultati delle analisi chimiche sono riportati in parte in Appendice 3 sotto forma di grafici.

10.8.3 Quadro di sintesi

I parametri chimici del percolato sono stati confrontati con valori tipici di letteratura^{1,2} osservati per discariche di età relativamente breve (< 2 anni), caratterizzate dalla fase acetogenica, e per discariche più "vecchie" (> 10 anni) in cui invece è avanzata la fase metanogenica.

¹ Ingegneria Sanitaria Ambientale – Impianti di trattamento, DIIAR Politecnico di Milano 2004

² Performance and cost implications of a new landfill leachate treatment system, S. Tattersall and I.D. Williams (UK) – Waste 2004

Tali parametri, unitamente ai valori medi rilevati per il percolato, sono riportati nella seguente tabella:

Tabella 45 - Parametri chimici e valori medi del percolato

Parametro analitico	TPV-1: media dei valori rilevati	TPV-nuovo: media dei valori rilevati	TPV-vecchio: media dei valori rilevati	Discarica nuova (da letteratura)	Discarica vecchia (da letteratura)
pH	7,95	8,07	7,97	4,5 - 7,7	7,5 - 9
BOD ₅ (mg/l)	771	1802	609,25	3267	872
COD (mg/l)	6180	7982,5	3600,5	6.000 - 60.000	500 - 4.500
Cloruri (mg/l)	2847,5	3572,5	4000	659 - 4.670	570 - 4.710
Solfati (mg/l)	59,23	51,88	85,95	70 - 1.750	10 - 420
Rame (µg/l)	88,8	259,72	50,1	10 - 2.500	20 - 600
Ferro (µg/l)	9145	8527,5	3752,5	20 - 2.100	3 - 280
Manganese (µg/l)	455,75	317,25	252	0,3 - 65	0,03 - 45
Zinco (µg/l)	755	1063	540	1,1 - 120	0,03 - 4

Da tale confronto è risultato che il percolato ha generalmente una composizione chimica pressoché intermedia tra quella che si ha tipicamente per una discarica nuova (in cui prevale la prima fase acidogenica) ed una vecchia (in cui prevale la seconda fase metanogenica).

I dati di monitoraggio degli ultimi 10 anni evidenziano concentrazioni di solfati nel percolato generalmente di alcune decine di milligrammo/litro, con dei picchi sporadici non rappresentativi e dovuti presumibilmente a problematiche di campionamento o analisi. È indicativo in tal senso il dato di giugno 2020 di TPV-vecchio pari a 3.300 mg/l (fuori scala nel grafico), peraltro non confermato a settembre 2020.

Il valore medio dei dati storici in TPV1 è 38,1 mg/l, in TPV-nuovo è 136,3 mg/l (media comprensiva del valore outlier di 3.300 mg/l), ed in TPV-vecchio è 44,5 mg/l.

Si evidenzia infine che nei periodi estivi, a causa delle minori precipitazioni, tendenzialmente si osservano variazioni in aumento delle concentrazioni dei principali costituenti quali BOD, COD, Cloruri ed Ammoniaca.

10.9 Monitoraggio del biogas

10.9.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il monitoraggio del biogas comprende sia analisi in campo del flusso estratto dal corpo discarica che analisi di laboratorio con frequenza mensile, come previsto dal PSC.

I punti di monitoraggio descritti sono stati codificati come riportato nella seguente tabella.

Tabella 46 - Codifica dei punti di monitoraggio del biogas

Punto di monitoraggio	Codifica
Linea di trasporto n° 1	TBL1

Linea di trasporto n° 2	TBL2
Linea di trasporto n° 3	TBL3
Linea di trasporto n° 4	TBL4
Flusso convogliato ai sistemi di trattamento	TCE1
Linea di trasporto n° 5	TBL5
Linea di trasporto n° 6	TBL6
Linea di trasporto n° 7	TBL7
Linea di trasporto n° 8	TBL8
Flusso convogliato ai sistemi di trattamento	TCE2

Le vecchie 4 linee di trasporto (TBL1÷TBL4) sono state installate tra novembre e dicembre 2003 in occasione della sostituzione della vecchia torcia e dell'installazione del sistema di recupero energetico.

Le nuove 4 linee di captazione (TBL5÷TBL8) sono state attivate nel corso del 2011.

Il monitoraggio della qualità di biogas estratto dalla discarica viene effettuato nei punti di controllo TBL1÷TBL4 e TBL5÷TBL8, misurando le concentrazioni di metano, anidride carbonica e ossigeno, mentre nei punti TCE1 e TCE2, oltre alla misura di questi ultimi parametri, viene effettuato anche il campionamento del gas per l'esecuzione di analisi di laboratorio. Quest'ultima attività è svolta da tecnici del laboratorio che esegue le analisi chimiche.

I parametri analizzati sono:

- Materiale particellare totale ("PTS");
- Mercaptani;
- Acido solfidrico ("H₂S");
- Ammoniaca ("NH₃");
- Idrocarburi non metanici ("NMHC");
- Idrogeno (sul gas secco) ("H₂").

Presso la centrale di estrazione vengono inoltre rilevati i dati di funzionalità del sistema di aspirazione (ore di funzionamento degli aspiratori, volume totale di biogas estratto, portata istantanea di biogas).

10.9.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel corso del 2021 i rilievi sono stati effettuati nelle seguenti date.

Tabella 47 - Date dei rilievi (anno 2021)

Data	Linee monitorate
18/01/2021	TBL1÷TBL4, TCE1

Data	Linee monitorate
	TBL5÷TBL8, TCE2
18/02/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
17/03/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
23/04/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
24/05/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
29/06/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
27/07/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
31/08/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
29/09/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
29/10/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
29/11/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2
18/01/2021	TBL1÷TBL4, TCE1 TBL5÷TBL8, TCE2

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati del monitoraggio del biogas relativi al 2021 su metano, anidride carbonica e ossigeno nelle linee di captazione monitorate.

Tabella 48 - Concentrazioni (%) di metano (CH₄) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
19/01/2021	48,4	56,0	56,1	53,4	53,1	n.r.	53,3	55,1	56,5	54,8
15/02/2021	60,5	60,7	65,5	60,9	61,9	34,2	62,4	56,0	57,1	59,3
22/03/2021	50,7	57,4	54,2	55,1	53,1	n.r.	50,7	53,3	45,4	53,2
19/04/2021	53,2	52,1	52,3	51,7	52,5	18,9	53,5	57,1	49,1	55,1
24/05/2021	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
25/06/2021	49,5	47,4	36,1	38,5	46,6	22,2	54	51,0	51,1	52,8
19/07/2021	41,9	49,4	43,4	43,5	45,3	n.r.	49,2	49,9	45,4	49,8
23/08/2021	47,5	45,2	47	46,7	45,7	n.r.	47,2	49,7	45,2	47,6
16/09/2021	46,8	46,9	46,3	42,7	48,4	n.r.	51,4	46,6	48,0	51,1
18/10/2021	48,7	50,7	48,5	46,1	48,9	n.r.	48,5	52,2	47,8	47,5
23/11/2021	46,9	49,1	50,4	47,3	48,1	n.r.	54,4	58,1	56,9	56,7
16/12/2021	47,4	46,9	55,2	47,2	51,3	16,6	54,8	44,6	39,6	51,4

*n.r. dato non rilevato

Tabella 49 - Concentrazioni (%) di anidride carbonica (CO₂) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
19/01/2021	36	38,6	34,7	34,2	35,1	n.r.	35,4	37,2	33,8	36,2
15/02/2021	41,7	40,7	42,2	37,0	40,4	26,1	42,4	38,3	41,3	41,8
22/03/2021	38,7	40,1	38,4	35,7	37,8	n.r.	37,9	39,6	33,3	40,4
19/04/2021	39,0	37,3	36,5	35,3	36,8	13,3	38,7	40,2	34,4	39,3
24/05/2021	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
25/06/2021	37,3	35,8	27,4	31,0	34,6	17,0	41,1	38,3	38,5	39,8
19/07/2021	31,5	36,9	32,7	31,5	33,7	n.r.	38,4	37,1	33,9	37,9
23/08/2021	35,3	34,8	35,3	32	33,7	n.r.	36,6	37,2	34,3	36,2
16/09/2021	35,1	34,2	33,9	29,0	35,2	n.r.	39,2	36,6	35,3	38,1
18/10/2021	36,4	36,3	37,2	33,2	35,1	n.r.	37,2	37,8	35,4	36,1
23/11/2021	34,9	34,6	33,9	35,3	35,7	n.r.	40,1	39,8	43,2	40,9
16/12/2021	36,2	35,2	39,1	33,7	40,1	11,8	41,1	34,8	28,6	39,6

*n.r. dato non rilevato

Tabella 50 - Concentrazioni (%) di ossigeno (O₂) relative all'impianto TCE1 e all'impianto TCE2

Data rilievo	TBL1	TBL2	TBL3	TBL4	TCE1	TBL5	TBL6	TBL7	TBL8	TCE2
19/01/2021	2,7	2,2	2,1	2,4	2,2	n.r.	2,2	1,1	1,2	1,9
15/02/2021	0,9	1,5	0,5	0,5	0,85	9,5	1,1	1,6	2,1	1,4
22/03/2021	2,2	0,6	1,0	0,5	1,7	n.r.	2,2	1,4	4,2	2,6
19/04/2021	1,4	1,8	1,2	0,8	1,3	13,4	1,5	1,0	2,1	1,2
24/05/2021	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
25/06/2021	2,2	1,9	3,2	1,8	2,5	11,0	0,7	1,5	1,5	1,1
19/07/2021	4,4	1,4	3,7	1,6	2,6	n.r.	1,3	1,9	2,7	1,4
23/08/2021	2,3	1,6	2,0	1,5	1,8	n.r.	1,8	1,6	2,0	1,9
16/09/2021	2,6	3,2	2,7	3,0	1,8	n.r.	1,3	1,9	2,0	1,5
18/10/2021	2	2	1,2	1,3	1,7	n.r.	2	1,5	1,6	1,9
23/11/2021	3,1	2,4	2,6	2,2	2,1	n.r.	2	1,4	1,9	1,8
16/12/2021	2,1	2,3	0,9	1,1	1,6	11,9	0,9	2,8	4,1	1,4

*n.r. dato non rilevato

Nelle seguenti tabelle sono riassunti i risultati delle analisi di laboratorio effettuate sui campioni di biogas prelevati nel flusso unificato a monte dei sistemi di trattamento (TCE1, TCE2). I certificati delle analisi effettuate sono riportati in Appendice 4.

Tabella 51 - Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE1)

Data	Impianto 1 – TCE1					
	mg/Nm ³	%	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
	Idrocarburi non metanici	idrogeno	acido solfidrico (H ₂ S)	Polveri totali (PTS)	ammoniaca (NH ₃)	Mercaptani
18/01/2021	25,7	< 0,1	24	< 1,76	0,32	< 0,4
18/02/2021	35,2	< 0,1	26	< 1,76	1,1	< 0,4
17/03/2021	1455	< 0,1	8	< 1,76	9,1	< 0,4
23/04/2021	734	< 0,1	8	< 1,76	1,3	< 0,4
24/05/2021	137	< 0,1	14	< 1,76	4,5	< 0,4
29/06/2021	890	< 0,01	27	< 0,18	46	< 0,088
27/07/2021	140	< 0,01	36	0,18	24	< 0,089
31/08/2021	170	0,03	58	< 0,17	56	< 0,087

	Impianto 1 – TCE1					
	mg/Nm ³	%	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
29/09/2021	330	< 0,01	34	< 0,17	20	< 0,086
29/10/2021	270	< 0,01	34	< 0,17	28	< 0,084
29/11/2021	150	< 0,01	47	0,49	0,57	< 0,082
29/12/2021	46	< 0,01	19	0,65	36	< 0,081

Tabella 52 - Risultati delle analisi chimiche sui campioni di biogas (TCE2)

	Impianto 2 – TCE2					
	mg/Nm ³	%	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³	mg/Nm ³
Data	Idrocarburi non metanici	idrogeno	acido solfidrico (H ₂ S)	Polveri totali (PTS)	ammoniaca (NH ₃)	Mercaptani
18/01/2021	10,3	<0,1	18	< 1,76	0,008	< 0,4
18/02/2021	46	< 0,001	10	< 1,76	0,4	< 0,4
17/03/2021	920	< 0,1	8	< 1,76	0,8	<0,4
23/04/2021	676	< 0,1	9	< 1,76	0,7	<0,4
24/05/2021	101	< 0,1	13	< 1,76	3,1	<0,4
29/06/2021	650	0,01	5,3	< 0,18	< 0,23	< 0,088
27/07/2021	41	< 0,01	51	< 0,18	10	< 0,089
31/08/2021	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
29/09/2021	110	< 0,01	14	< 0,17	36	< 0,086
29/10/2021	100	< 0,01	23	< 0,17	26	< 0,084
29/11/2021	94	< 0,01	28	< 0,16	3,6	< 0,082
29/12/2021	120	<0,01	13	< 0,16	9,4	< 0,081

10.9.3 Valutazioni

Per quanto riguarda i dati dei rilevi in campo, dai dati registrati nel corso del 2021 si può osservare quanto segue:

- per quanto riguarda la TCE1 e TCE2 (flusso totalizzato), le concentrazioni di metano sono risultate mediamente pari a circa il 51,5%, l'anidride carbonica mediamente intorno al 37,5% ed infine le concentrazioni di ossigeno di circa il 1,7%;
- nel corso del presente periodo di osservazione, le concentrazioni di metano presentano un trend generalmente stabile, con alcune lievi oscillazioni nel corso dell'anno, ma comunque su valori intorno al 50,4% in TCE1 e al 52,7% in TCE2. Analogamente per l'anidride carbonica e l'ossigeno, i cui trend sono pressoché stabili con minime oscillazioni periodiche;
- l'intera serie storica dei dati rilevati a partire da gennaio 2004 per TCE1 evidenzia un andamento temporale, per i tre parametri, generalmente stabile con alcune oscillazioni in tutte le linee, più marcate in generale per l'ossigeno e per il metano nella sola linea TBL3.

La qualità del biogas nel corso del 2020 permane quindi in linea con quanto riscontrato gli anni precedenti per le linee con flusso totalizzato TCE1 e TCE2.

Relativamente ai risultati ottenuti dalle analisi di laboratorio, per l'attuale periodo di riferimento, si può evidenziare quanto segue:

- per quanto riguarda le Polveri Totali Sospese (PTS), il trend è stato stabile con concentrazioni variabili tra valori al di sotto del limite di rilevabilità e $0,65 \text{ mg/Nm}^3$ comunque in linea rispetto alla serie storica per entrambi i sistemi TCE1 e TCE2;
- i mercaptani, che insieme all'acido solfidrico sono i principali traccianti odorigeni, sono risultati sempre al di sotto del limite di rilevabilità strumentale, non confermando il trend del 2018 che aveva visto invece delle concentrazioni in leggero aumento rispetto alla serie storica;
- la concentrazione di acido solfidrico è risultata sia in TCE1 che in TCE2 sostanzialmente in linea con i dati storici disponibili (con trend che evidenzia oscillazioni tra i vari monitoraggi). L'acido solfidrico è oscillato tra $8,0 \text{ mg/Nm}^3$ e $58,0 \text{ mg/Nm}^3$ in TCE1 e tra $5,3 \text{ mg/Nm}^3$ e 51 mg/Nm^3 in TCE2;
- i valori riscontrati per l'ammoniaca in TCE1 nel 2021 presentano un trend in linea a quello storico, con oscillazioni tra i vari monitoraggi. In particolare, le concentrazioni di ammoniaca in TCE1 sono variate tra $0,32 \text{ mg/Nm}^3$ e $56,0 \text{ mg/Nm}^3$. La serie storica è caratterizzata da sporadiche oscillazioni, ascrivibili alla naturale variabilità temporale, anche nel breve periodo, della qualità del biogas prodotto dai rifiuti. In generale la serie storica in TCE2 è stabile con alcune locali oscillazioni dovute agli stessi motivi descritti per TCE1. I valori di ammoniaca in TCE2 rilevati nel 2021 variano tra $0,008 \text{ mg/Nm}^3$ e 36 mg/Nm^3 ;
- per gli idrocarburi non metanici nel 2021 si riscontra un trend in aumento rispetto agli ultimi anni, caratterizzato da forti oscillazioni delle concentrazioni con valori variabili tra $25,7 \text{ mg/Nm}^3$ e 1455 mg/Nm^3 in TCE1, e comprese tra $10,3 \text{ mg/Nm}^3$ e 920 mg/Nm^3 in TCE2. Le oscillazioni rilevate potrebbero essere imputabili a diversi fattori quali ad esempio:
 - condizioni locali di biodegradazione dei rifiuti (temperatura, umidità, ecc.);
 - tipologia ed età dei rifiuti smaltiti nei vari lotti di discarica (a fine 2005 è stata incrementata la captazione dai nuovi moduli di ampliamento contenenti rifiuti "freschi" e quindi con caratteristiche chimico-fisiche diverse rispetto a quelli già in fase di mineralizzazione più o meno avanzata contenuti nella vecchia discarica);
 - condizioni di esercizio dell'impianto di captazione biogas (regolazione delle strutture costituenti la rete di estrazione);
 - condizioni ambientali al contorno.In ogni caso i valori rilevati rientrano generalmente nel range tipico per biogas di discarica.
- per l'idrogeno, le concentrazioni rilevate sia in TCE1 che in TCE2 confermano i dati storici, attestandosi sempre nel 2021 al di sotto del limite di rilevabilità strumentale ($0,01 \text{ mg/Nm}^3$) ad eccezione del valore registrato ad agosto in TCE1 pari a $0,03 \text{ mg/Nm}^3$ e a giugno in TCE2 pari al limite di rilevabilità strumentale. I bassi valori riscontrati possono essere correlati allo stato di degradazione dei rifiuti abbancati, ed in particolare è caratteristico della fase metanigena stabile, tipica dei rifiuti che sono interessati da un processo di degradazione avanzato e di tipo anaerobico. Ciò è ascrivibile in parte al fatto che la maggior parte della discarica, nel suo complesso, è in esercizio da oltre 25 anni.

Le serie storiche complete dei parametri di campo (metano, anidride carbonica ed ossigeno) e dei risultati delle analisi di laboratorio effettuate sul biogas, sono riportate in Appendice 3.

10.9.4 Quadro di sintesi

I dati dei rilievi in campo evidenziano una buona qualità del biogas captato sia in TCE1 che in TCE2, con concentrazioni di metano e anidride carbonica globalmente in linea con i dati storici disponibili.

Relativamente alle analisi chimiche di laboratorio, si rileva che l'ammoniaca e gli idrocarburi non metanici presentano oscillazioni dei valori rilevati nel corso dei vari monitoraggi, probabilmente ascrivibili a condizioni locali di biodegradazione e di regolazione dei sistemi di captazione ed in generale alla naturale variabilità qualitativa del biogas prodotto dai rifiuti.

I dati rilevati rientrano generalmente nel range tipico per biogas di discarica.

10.10 Monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas

Il PSC prevede il monitoraggio periodico delle emissioni diffuse dalla superficie della discarica.

Per i risultati del monitoraggio delle emissioni superficiali di biogas si rimanda alla relazione specifica prodotta dall'Università di Firenze.

10.11 Monitoraggio della qualità dell'aria

10.11.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il PSC prevede in tutto cinque stazioni di controllo codificate TQA1÷TQA5 (Tav. 1) (di cui la TQA1 con funzione di bianco), da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendo ad ogni turno TQA1 più, a rotazione, TQA2 e TQA4 oppure TQA3 e TQA5. Tale impostazione è stata applicata a partire da febbraio 2008, data di attivazione di TQA4 e TQA5.

Le stazioni sono ubicate come di seguito indicato:

- TQA1 (bianco di confronto) ubicata inizialmente sul lato Sud, in corrispondenza del parcheggio, nel 2015 è stata spostata perché nella posizione originaria veniva influenzata dal passaggio degli automezzi;
- TQA2 ubicata nei pressi della vecchia centralina meteorologica (dismessa) – lato Ovest;
- TQA3 ubicata a circa 250 m a Nord della TQA2, in prossimità dell'attuale centralina meteorologica – lato Ovest;
- TQA4 ubicata nei pressi dell'inclinometro TIN2 – lato Nord;
- TQA5 ubicata lungo il perimetro Est della discarica.

Come riportato nell'attuale PSC, sulle due stazioni TQA4 e TQA5 viene effettuato un campionamento di tipo passivo, mentre sulle stazioni TQA1÷TQA3, viene effettuato sia il campionamento di tipo attivo sia quello passivo.

Il campionamento attivo, con l'uso di pompe elettriche, ha una durata di 24 ore e riguarda il PM10. Il campionamento passivo, effettuato mediante cartuccia a diffusione del tipo "Radiello", ha una durata pari ad una settimana e riguarda: benzene, toluene, xileni, cloruro di vinile, p-cimene, limonene, alfa-pinene, ed acido solfidrico.

Nella seguente tabella sono riportati i parametri chimici monitorati, con relativo metodo di campionamento, in accordo alle prescrizioni del PSC.

Tabella 53 - Parametri chimici monitorati per la qualità dell'aria

Parametro	Metodo di campionamento	Durata del campionamento
PM10 (Polveri – frazione fine)	Attivo	24 h
Acido solfidrico	Passivo	1 settimana
Benzene		
Toluene		
Xileni		
Cloruro di vinile monomero		
Sostanze odorigene:		
• Alfa-pinene		
• p-cimene		
• limonene.		

In Appendice 3 sono riportate le serie storiche dei parametri oggetto del monitoraggio.

In Appendice 4 sono riportati i certificati di analisi sulla qualità dell'aria relativamente al periodo di riferimento (in formato elettronico - CD).

10.11.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nel corso del 2021 i monitoraggi sono stati effettuati nelle seguenti date.

Tabella 54 - Date di prelievo dei campioni (anno 2021)

DATA	TQA1	TQA2	TQA3	TQA4	TQA5
gen-21	✓	✓	-	✓	-
feb-21	✓	-	✓	-	✓
mar-21	✓	✓	-	✓	-
apr-21	✓	-	✓	-	✓
mag-21	✓	✓	-	✓	-
giu-21	✓	-	✓	-	✓
lug-21	✓	✓	-	✓	-
ago-21	✓	-	✓	-	✓

DATA	TQA1	TQA2	TQA3	TQA4	TQA5
set-21	✓	✓	-	✓	-
ott-21	✓	-	✓	-	✓
nov-21	✓	✓	-	✓	-
dic-21	✓	-	✓	-	✓

Nelle seguenti tabelle si riportano i risultati del monitoraggio della qualità dell'aria relativi al 2021.

Relativamente ai parametri oggetto del monitoraggio i valori rilevati nel corso del 2021 hanno assunto i seguenti valori.

Tabella 55 - Variabilità dei parametri oggetto del monitoraggio della qualità dell'aria

Parametro	Stazione di monitoraggio									
	TQA1		TQA2		TQA3		TQA4		TQA5	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
PM10 ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	3,0	26,0	n.p. ^(*)		n.p. ^(*)		5,0	51,0	2,2	27,0
Acido solfidrico ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,1	< 2,07	< 0,1	< 2,07	< 0,1	2,38	< 0,1	5,2	< 0,1	3,62
Benzene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,25	< 1,4	< 0,25	< 1,4	0,27	2,0	< 0,25	< 1,4	< 0,25	2,05
Toluene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,27	3,0	< 1,4	2,4	0,3	1,65	< 1,4	6,04	< 0,27	3,57
Xileni ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,31	1,1	< 0,31	< 1,7	0,65	< 1,7	1,2	3,25	0,56	2,43
Cloruro di vinile monomero ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,7	< 1,68	< 0,7	< 1,68	< 0,7	< 1,68	< 0,7	< 1,68	< 0,7	< 1,68
Alfa-pinene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,37	< 2,2	< 0,37	< 2,2	< 0,37	< 2,2	< 0,37	< 2,1	< 0,37	< 2,2
p-cimene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,46	< 1,9	< 0,46	< 1,9	< 0,46	< 1,9	< 0,46	1,8	< 0,46	< 1,9
Limonene ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	< 0,46	< 2,7	< 0,46	< 2,7	< 0,46	< 2,7	< 0,46	7,5	< 0,46	< 2,7

n.p.^(*): non previsto

10.11.3 Valutazioni

I dati rilevati nel 2021 non evidenziano situazioni anomale o variazioni significative rispetto alla serie storica degli anni precedenti, ad eccezione di alcuni occasionali picchi di concentrazione per qualcuno dei parametri monitorati.

In particolare, analizzando le serie storiche dei dati si osserva quanto segue:

- per il PM10 il trend nel 2021 è caratterizzato da alcune oscillazioni, con valori compresi tra 2,2 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ e 51,0 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, confrontabili con lo storico. In TQA1 si hanno valori più stabili rispetto agli altri punti di monitoraggio, con un valore medio che si attesta intorno ai 17,46 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Le oscillazioni rilevate sono probabilmente dovute ad operazioni di movimentazione terra e transito mezzi pesanti in prossimità delle medesime stazioni;

- per il benzene, toluene e xileni i valori sono sostanzialmente allineati alle rispettive serie storiche, con massimi dell'ordine di qualche microgrammo/metro cubo ad eccezione del toluene registrato in corrispondenza di TQA4 nel campionamento di marzo 2021 (6,04 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$);
- per il cloruro di vinile le concentrazioni assumono sempre valori al di sotto del LOQ mentre per le sostanze odorigene nel corso del 2021 sono stati registrati valori al di sopra del LOQ con picchi massimi di 1,8 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per il p-cimene (in TQA4) e 7,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ per il limonene (in TQA4). I valori registrati rientrano nel range storico di variabilità.

Ulteriori valutazioni dei dati rilevati possono essere fatte per PM10 e benzene, in relazione ai limiti normativi fissati dal D.Lgs n° 155/10, presi come riferimento indicativo, che prevede i seguenti obiettivi:

- PM10 (FASE 1): *valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da raggiungere entro il 1° gennaio 2005. È previsto un margine di tolleranza pari al 50% del valore limite (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) all'entrata in vigore della Direttiva 90/30/CE (19/07/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005;*
- Benzene: *valore limite per la protezione della salute umana pari a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile) da raggiungere entro il 10 gennaio 2010. È previsto un margine di tolleranza pari al 100% del valore limite (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) all'entrata in vigore della Direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2006 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.*

In funzione di quanto specificato, i valori limite di riferimento assunti per il 2021 sono i seguenti:

- PM10: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: 24 ore);
- Benzene: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (periodo di mediazione: anno civile).

Confrontando questi come valori di riferimento con i dati rilevati nel corso del 2021 per PM10 e benzene, si rileva che:

- per il PM10 si è verificato un solo lieve superamento in TQA4 a marzo 2021 con valore pari a 51 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Tale valore, confrontabile comunque con il trend storico, è riconducibile probabilmente, come sopra esposto, al passaggio di automezzi nelle immediate vicinanze della stazione di controllo per particolari attività lavorative svolte nel periodo;
- per il benzene si evidenziano per tutte le stazioni monitorate nel corso del 2021 valori inferiori al limite preso come riferimento.

10.11.4 Quadro di sintesi

Il quadro generale che emerge dalle attività di monitoraggio svolte nell'ambito del PSC durante il 2021 evidenzia che le concentrazioni dei diversi parametri monitorati sono sostanzialmente in linea con i dati storici, a meno di locali ed occasionali picchi per polveri riconducibili ad alcune attività operative di scarica (movimenti terra, transiti più frequenti di mezzi di lavoro, ecc.). Ciò non evidenzia quindi situazioni di interferenza ad opera della scarica sull'ambiente circostante se non in occasione di specifiche attività, comunque limitate nel tempo.

Dai dati globalmente rilevati non sembra quindi che la discarica comporti localmente un impatto significativo sulla qualità dell'aria per quanto riguarda i parametri monitorati.

10.12 Monitoraggio delle fibre di amianto

10.12.1 Attività di monitoraggio eseguite e risultati analitici

Il campionamento dell'aria finalizzato al controllo delle fibre libere di amianto è effettuato nei punti di controllo TQA1, TQA4 e TQA5, da monitorare mensilmente a rotazione, prevedendone in particolare due ad ogni turno, per una durata di 24 ore.

Nella seguente tabella sono riportati i valori massimi e medi registrati nel corso delle attività di monitoraggio del 2021.

Tabella 56 - Risultati delle analisi chimiche per il controllo delle fibre di amianto

Stazione di monitoraggio	Valori massimi	Valori medi
	Fibre/l	
TQA1	1,03	0,24
TQA4	0,17	0,03
TQA5	0, 5	0,2

Il conteggio delle fibre di amianto è stato effettuato secondo quanto specificato dall'allegato 2 parte A del D.M. 06/09/94 (metodologia MOCF), in accordo con quanto specificato nel PSC.

10.12.2 Quadro di sintesi

Analizzando la serie storica delle concentrazioni rilevate per le fibre di amianto, nel corso del 2021 si è osservato un trend stabile per le tre stazioni monitorate.

Rispetto alla situazione di allarme definita dal DM 06/09/94 e corrispondente ad un valore di concentrazione di fibre di amianto pari a 50 fibre/litro, dai risultati delle analisi di laboratorio non risultano valori significativi relativamente alla presenza delle fibre di amianto, essendo le concentrazioni rilevate sempre di un ordine di grandezza inferiore rispetto al limite di riferimento.

Dai risultati ottenuti non risultano valori significativi relativamente alla presenza delle fibre di amianto, come era prevedibile in relazione alle attività di smaltimento svolte in discarica.

Non sembra quindi che la discarica comporti un impatto significativo sulla qualità dell'aria per tale parametro.

10.13 Monitoraggio delle emissioni in atmosfera dai motori di recupero energetico

10.13.1 Attività di monitoraggio eseguite

CSAI è stata autorizzata all'installazione e all'esercizio dei 6 motori di recupero energetico attualmente attivi con Provvedimento dirigenziale n 223/EC del 05/12/03 e Provvedimento Dirigenziale 38/EC del 02/04/2007. Nel corso dell'anno 2013 un motore per la produzione di energia elettrica è stato dismesso in considerazione della diminuzione del quantitativo di biogas prodotto dalla discarica. I motori attualmente in esercizio sono 5, codificati nel modo seguente:

- Motore P1: TMP1;
- Motore P3: TMP3;
- Motore P4: TMP4;
- Motore PN1: TMP5;
- Motore PN2: TMP6.

Il Provvedimento Dirigenziale 48/EC e s.m.i. prescrive, in Allegato 2, di effettuare monitoraggi semestrali, a partire dalla messa a regime dell'impianto, per il controllo dei seguenti parametri:

- Polveri;
- Acido cloridrico;
- Acido fluoridrico;
- Carbonio organico totale (COT).

Nel corso delle attività di controllo svolte sono stati controllati anche i seguenti parametri fisici al fine di garantire il campionamento dei fumi in condizioni di isocinetismo, come prescritto dalle norme di riferimento:

- Pressione esterna;
- Temperatura della centralina;
- Temperatura in condotta;
- Diametro interno del camino;
- Velocità media dei fumi;
- Portata media normalizzata dei fumi;
- Portata media normalizzata secca dei fumi.

Inoltre, le emissioni dei motori sono monitorate con n. 2 Sistemi di Monitoraggio in Continuo alle Emissioni ("SME") per quanto riguarda i parametri CO, NOx, SOx ed O2 i cui dati vengono inviati settimanalmente ad ARPAT.

10.13.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento (2021) le campagne di autocontrollo delle emissioni sono state effettuate il:

- 22 – 23 aprile 2021 (TMP1, TMP3, TMP4, TMP5 e TMP6);

- 30 settembre 2021 (TMP1, TMP4, TMP5 e TMP6);
- 23 novembre 2021 (TMP3).

I risultati delle analisi effettuate sui campioni prelevati nel corso delle diverse campagne di monitoraggio hanno evidenziato sempre valori inferiori ai limiti di emissione prescritti dall'autorizzazione all'esercizio del sistema di recupero energetico (Rif. Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/2011 e s.m.i.). Il dettaglio dei risultati è riportato nelle tabelle seguenti e nei certificati allegati alla presente e periodicamente già trasmessi alle Autorità.

Tabella 57 - Risultati analitici motori TMP1, TMP3, TMP4 e TMP5 (aprile 2021)

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP1	Polveri (mg/Nm ³)	< 0,989	10
	HF (mg/Nm ³)	< 1,076	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 1,076	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	19	150
TMP3	Polveri (mg/Nm ³)	< 0,714	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,905	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0,905	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	110	150
TMP4	Polveri (mg/Nm ³)	2,4	10
	HF (mg/Nm ³)	< 1,032	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 1,032	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	27	150
TMP5	Polveri (mg/Nm ³)	2,6	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,849	2
	HCl (mg/Nm ³)	< 0,849	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	34	150
TMP6	Polveri (mg/Nm ³)	4,8	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,923	2

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
	HCl (mg/Nm ³)	< 0,923	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	16	150

Tabella 58 - Risultati analitici motori TMP1, TMP4, TMP5 e TMP6 (settembre 2021)

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP1	Polveri (mg/Nm ³)	0,58	10
	HF (mg/Nm ³)	0,36	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,4	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	38	150
TMP4	Polveri (mg/Nm ³)	< 0,22	10
	HF (mg/Nm ³)	0,16	2
	HCl (mg/Nm ³)	1,8	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	39	150
TMP5	Polveri (mg/Nm ³)	< 0,25	10
	HF (mg/Nm ³)	0,32	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,5	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	55	150
TMP6	Polveri (mg/Nm ³)	0,13	10
	HF (mg/Nm ³)	0,64	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,5	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	23	150

Tabella 59 - Risultati analitici motori TMP3 (novembre 2021)

Motore	Parametri controllati	Valore medio	Limiti prescritti
TMP3	Polveri (mg/Nm ³)	1,2	10
	HF (mg/Nm ³)	< 0,041	2
	HCl (mg/Nm ³)	2,57	10
	C.O.T. (mg/Nm ³)	41,4	150

Tale situazione evidenzia, oltre ad una corretta gestione del sistema, anche la buona efficacia degli interventi migliorativi attuati negli ultimi anni da CSAI.

10.13.3 Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE)

In ordine alla verifica delle emissioni in atmosfera derivanti dai motori a combustione interna per la produzione di energia elettrica sono stati previsti n. 2 Sistemi di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni (SMCE) volti al monitoraggio delle concentrazioni di CO, NO_x, SO_x, ed O₂ per i quali sono stati imposti i seguenti limiti:

Tabella 60 - Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O₂ pari al 5%

Parametro	Concentrazione limite	UM
CO	500	mg/Nm ³
NO _x	450	mg/Nm ³
SO _x	35	mg/Nm ³

Ai sensi del p.to 2.2 dell'Allegato VI alla Parte Quinta del D. Lgs. 152/06 e s.m.i. "in caso di misure in continuo, le emissioni convogliate si considerano conformi ai limiti di emissione se nessuna delle medie di 24 ore supera i valori limite di emissione e se nessuna delle medie orarie supera i valori limite di emissione di un fattore superiore a 1,25".

Tabella 61 - Limiti emissivi riferiti a concentrazioni di O₂ pari al 5% considerato le previsioni dell'Allegato VI parte quinta del D.Lgs. 152/06

Parametro	Valori di emissione (mg/Nm ³)*	
	Orario	Giornaliero
CO	625	500
NO _x (espressi come NO ₂ totali)	562,5	450
SO _x (espressi come SO ₂)	43,75	35

Ai sensi dell'Art. 271 comma 14 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. "i valori limite di emissione si applicano ai periodi di normale funzionamento dell'impianto, intesi come i periodi in cui l'impianto è in funzione con l'esclusione dei periodi di avviamento e di arresto".

Pertanto, i limiti riportati nelle tabelle seguenti devono riferirsi alle ore di effettivo funzionamento, escludendo le ore di avvio e arresto per manutenzione e/o malfunzionamenti.

I 2 sistemi di monitoraggio delle emissioni sono composti dagli analizzatori di seguito elencati:

Parametro	Modello	N. Serie
Monossido di azoto (NO)	Siemens Ultramat 23	N1-XN-114
Monossido di carbonio (CO)	Siemens Ultramat 23	N1-XN-114
Biossido di zolfo (SO ₂)	Siemens Ultramat 6E	N1E1077
Ossigeno (O ₂)	Siemens Oxymat 6E	N1-XN-113

Figura 43 - Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 2 MW

Parametro	Modello	N. Serie
Monossido di azoto (NO)	Siemens Ultramat 6	E1-132
Monossido di carbonio (CO)	Siemens Ultramat 6	E1-132
Biossido di zolfo (SO ₂)	Siemens Ultramat/Oxymat 6	E1-120
Ossigeno (O ₂)	Siemens Ultramat/Oxymat 6	E1-120

Figura 44 - Composizione strumentale SMCE applicato sull'impianto da 1,8 MW

I dati riferiti alle concentrazioni rilevate dai SMCE su tutti i motori vengono inoltrate settimanalmente ad ARPAT.

I SMCE sono oggetto di manutenzione ordinaria semestrale e taratura (attività effettuate in data 22-23/02/21 e 18/10/21).

In data 22-26/03/21- 01-03/04 e 22/04 sono state effettuate, da laboratorio qualificato in possesso di accreditamento ISO 17025, il calcolo dell'indice di accuratezza relativo (IAR) ed il controllo annuale di sorveglianza AST secondo la norma UNI 14181:2015. I rapporti relativi alle risultanze delle verifiche citate sono stati trasmessi agli enti di controllo con prot. 1575/21 del 24/06/21.

Come già evidenziato nella nota in parola, a fronte di prove AST positive, la verifica dello IAR ha dato esito negativo e si è provveduto ad effettuare una nuova taratura e nuove verifiche IAR.

Tabella 62 - Verifiche IAR negative

inquinante	motore	analizzatore
SO ₂	MOTORE 1	N1-E1-077
SO ₂	MOTORE 3	N1-E1-077
CO	MOTORE 4	N1-XN-114
CO	MOTORE 6	N1-E1-132
SO ₂	MOTORE 6	N1-E1-120

Come anticipato, in data 17/11/21 è stata effettuata una nuova taratura degli analizzatori e nelle date 21-22/12/21 e 13-14/01/22 sono state effettuate le nuove verifiche IAR sulle emissioni che hanno dato esito positivo.

Gli esiti delle prove sono stati trasmessi con prot. n. 1575 del 24.06 e prot 266 del 02/02/22

Nel corso del 2021, in attuazione al punto 2.5 dell'allegato VI alla parte V del D.Lgs 152/06 e s.m.i., CSAI ha provveduto ad informare l'autorità competente per il controllo nelle seguenti occasioni in cui le misure in continuo non sono state effettuate:

- prot. 283/2021 del 01/02/21 – analizzatori impianto CV da 1,8 MW danneggiamento componenti elettriche per sbalzo di tensione;
- prot 373/2021 del 10/02/21 – ripristino esercizio smce;
- prot 439/21 del 16/02/21 – convertitore NO/NO_x impianto CIP6 da 2,0 MW per rottura termoregolatore;
- prot 474/21 del 18/02/21 – ripristino esercizio smce ;
- prot 914/21 del 02/04/21 – sonda prelievo TMP6 impianto CV da 1,8 MW per sbalzo di tensione;
- prot 948/21 del 07/04/21 – ripristino esercizio smce;
- prot 1377/21 del 28/05/21 – sistema di campionamento TMP5 impianto CV da 1,8 MW per problema pompa aspirazione;
- prot 1382/21 del 28/05/21 – ripristino esercizio smce;
- prot 2511/21 del 15/11/21 – carenza di flusso impianto CIP6 da 2,0 MW a causa di elettrovalvola bloccata;
- prot 2540/21 del 19/11/21 – ripristino esercizio smce;

In allegato alla presente Relazione si riportano per ciascun inquinante e ciascun motore il calcolo degli indici di disponibilità mensile delle medie orarie come definito al punto 5.5 dell'allegato VI alla parte V del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

10.14 Monitoraggio degli inclinometri

10.14.1 Attività di monitoraggio eseguite

Il PSC prevede il rilievo degli inclinometri con frequenza trimestrale. CSAI ha previsto comunque di intensificare i controlli in relazione all'avanzamento delle attività di scavo, costruzione e coltivazione dei nuovi moduli di ampliamento.

Gli inclinometri previsti inizialmente dal PSC erano il TIN2, TIN3, TIN6, TIN7 e TIN8.

Tale assetto si è modificato però nel tempo sia a causa di problemi puntuali accorsi a singoli tubi inclinometrici che hanno perso, nel tempo, la propria funzionalità, sia a causa dei lavori di ampliamento della discarica o delle attività gestionali che vengono svolte nell'impianto. L'assetto del sistema di monitoraggio inclinometrico si è pertanto modificato come segue.

A fine 2007 l'inclinometro TIN6 subì un danno accidentale per schiacciamento della testa da parte di un mezzo pesante nel corso dei lavori di realizzazione della copertura finale delle sponde a monte dell'argine stesso. Il danneggiamento subito in testa dal TIN6 ne compromise la funzionalità, rendendolo inagibile a partire da luglio 2009. Tale inclinometro venne riperforato in data 12 ottobre 2010 e denominato TIN6c. Successivamente, a marzo 2012 anche TIN6c è diventato inagibile a causa di una lieve deformazione localizzata a circa 13 metri di profondità che, di fatto, ne impediva l'inserimento della sonda di misura in condizioni di sicurezza. Tale inclinometro è stato quindi nuovamente riperforato a giugno 2012 ed attualmente è denominato TIN6d.

Inoltre, da giugno 2008 il vecchio TIN8 (ubicato nell'area di monte morfologico) è inagibile a causa di una deformazione localizzata a circa 15 m di profondità dal p.c. In ogni caso la zona del TIN8 è stata interessata dall'ampliamento della discarica.

Si segnala anche che l'inclinometro TIN2 è stato dismesso a giugno 2011 a causa dei lavori di ampliamento della discarica.

Infine, a ottobre 2014 è stato realizzato il TIN7a in sostituzione del TIN7 che è stato dismesso.

L'inclinometro TIN3 (ubicato nella zona Nord Est della discarica) risulta inagibile in quanto anche esso si trovava in zona di ampliamento su un'area funzionale alla circolazione dei veicoli e mezzi d'opera. A seguito dei lavori di ampliamento del 2011 la morfologia locale di quell'area è variata rendendo superfluo il continuo monitoraggio dell'inclinometro reso peraltro inagibile dalle continue attività gestionali.

Allo stato attuale, nelle zone Nord e Nord-Est della discarica non sono più presenti inclinometri per le misure di stabilità in quanto dismessi a causa dei lavori di ampliamento della discarica.

Come riportato nel PSC allegato all'AIA 48/EC del 14/03/2011, non si prevede la futura riperforazione di TIN2, TIN8 e del TIN3 (tutti nella zona di monte morfologico), in quanto le aree a monte dell'impianto verranno risagomate e migliorate dal punto di vista della stabilità grazie agli interventi previsti dall'ampliamento stesso.

Le misure inclinometriche previste da PSC vengono pertanto effettuate sugli inclinometri TIN6d e TIN7a, collocati nel corpo arginale di valle deputato alla chiusura delle vasche di smaltimento rifiuti relative all'ampliamento autorizzato nel 2003.

Inoltre, anche se non previsti da PSC, il Gestore esegue monitoraggi aggiuntivi nei tubi denominati:

- TIN8c (monitorato a partire da luglio 2017 in sostituzione del TIN8a il cui tubo inclinometrico si era interrotto a novembre 2016 probabilmente a causa di una eccessiva distorsione subita dal tubo stesso già in fase di installazione), TIN9a, TIN10, monitorati da Golder e commentati nella presente relazione;
- TIN11, TIN12 e TIN13 monitorati da Sinergia S.r.l. e oggetto di valutazione dettagliata in un report separato riportato in Appendice 8.

Nelle due immagini seguenti sono mostrate le ubicazioni di tali inclinometri:

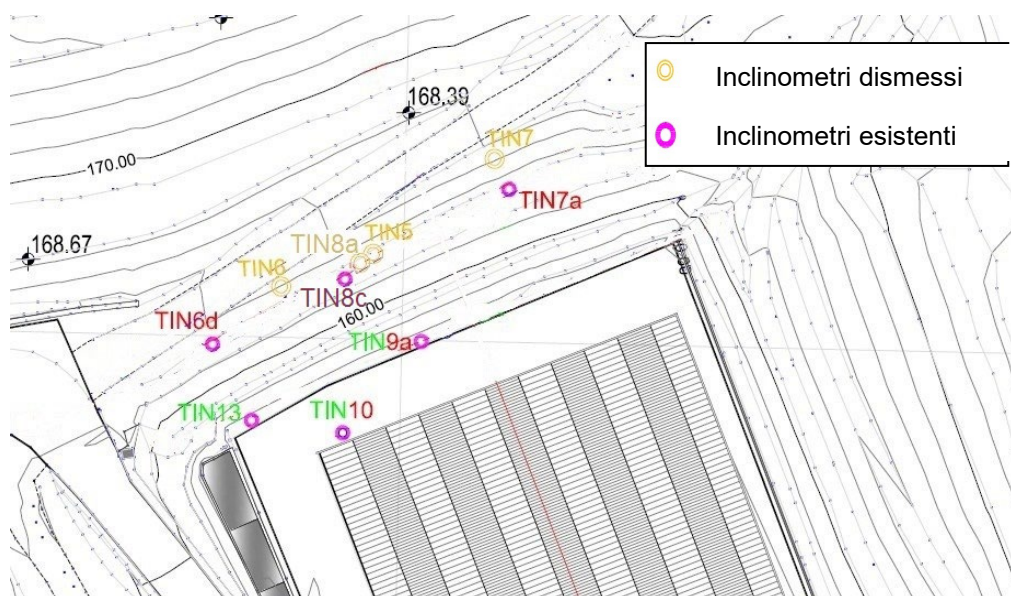


Figura 45 - Ubicazione inclinometri area a Nord impianto di trattamento rifiuti

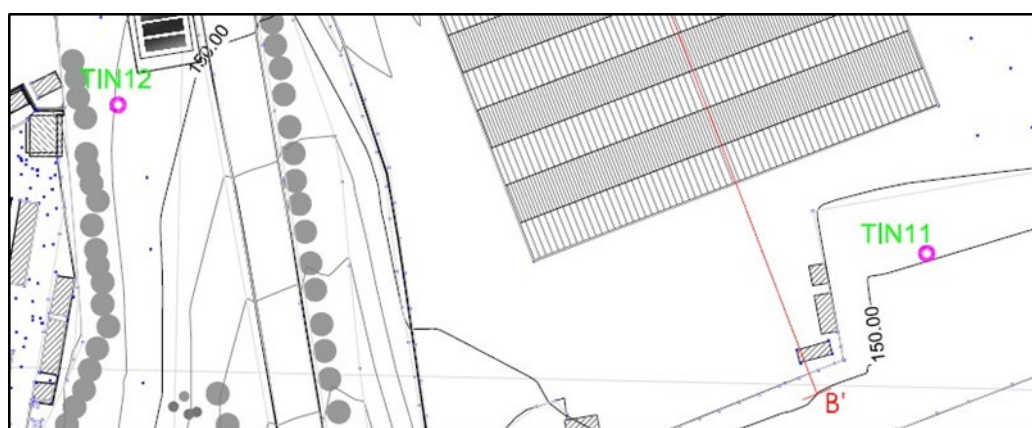


Figura 46 - Ubicazione inclinometri area a Sud-Ovest impianto di trattamento rifiuti

Le misure sono state eseguite con sonda amovibile servoaccelerometrica biassiale modello Slope Indicator 50302510, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella seguente.

Tabella 63 - Caratteristiche tecniche sonda Slope Indicator 50302510

Caratteristiche tecniche della sonda inclinometrica	
Modello	Slope Indicator 50302510
Interasse rotelle	500 mm
Campo di misura	$\pm 35^\circ$ dalla verticale°
Risoluzione	0.02 mm per 500 mm
Ripetibilità	± 0.01 % FS
Linearità	± 0.02 % FS
Sensitività	1.000 ± 0.001
Fattore di Rotazione	± 0.0045
Accuratezza	± 6 mm per 25 m
Minimo raggio di curvatura	2.2 m per il recupero; 4.5 m per la misura
Campo di temperatura	Da -20 a +50 °C
Coefficiente di temperatura	0.005 % FS per °C
Lunghezza	653 mm
Diametro	25.4 mm
Peso	1.8 kg
Materiale	Acciaio inox

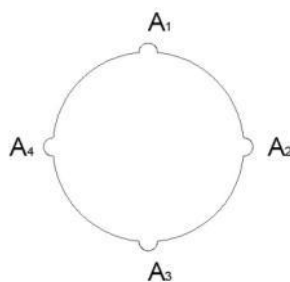
Sul corpo della sonda sono montate due coppie parallele di rotelle complanari che consentono alla stessa di scorrere lungo le scanalature del tubo inclinometrico.

All'interno del cilindro in acciaio sono installati due sensori servoaccelerometrici che misurano l'inclinazione della sonda lungo due piani tra loro ortogonali:

- uno rileva l'angolo nel piano delle rotelle (avente asse A1/A3) (vedi schema seguente);
- uno rileva l'angolo nel piano perpendicolare al precedente (avente asse A2/A4).

La sonda inclinometrica è collegata, tramite un cavo elettrico metrato, ad una unità di lettura esterna che permette di visualizzare e di memorizzare le misure, archiviandole in file utilizzabili per l'elaborazione.

Nel caso specifico, i tubi inclinometrici sono stati rilevati con la sonda amovibile biassiale con letture su quattro guide (A1/A3, A3/A1, A2/A4, A4/A2 – vedi schema seguente) eseguite ogni 0,5 m di profondità.

**Figura 47** - Schema della numerazione guide tubo inclinometrico

In questo modo è possibile osservare i movimenti dei tubi inclinometrici e quindi del terreno.

Il rilievo prevede le seguenti fasi:

- inserimento della sonda nel tubo, lungo le guide A1/A3, fino alla quota più profonda di misura;
- attesa del tempo necessario affinché la misura si stabilizzi e memorizzazione della stessa;
- recupero della sonda fino a bocca foro con stop regolarmente intervallati (nel nostro rilievo ogni 0,5 m) e relativa misura;
- ripetizione delle operazioni sopra elencate lungo le altre guide: A3/A1, A2/A4, A4/A2.

In generale l'elaborazione delle misure inclinometriche necessita di considerare come punto fisso il fondo del tubo o la sua testa.

Nel caso in esame l'elaborazione delle misure è stata svolta ipotizzando il fondo foro fermo.

Per i tubi inclinometrici attualmente esistenti e funzionali sono stati elaborati i seguenti grafici riportati in Appendice 3:

- componente est della deviazione relativa;
- componente nord della deviazione relativa;
- risultante della deviazione relativa;
- diagramma polare.

I risultati dei rilievi di campo sono riportati in forma grafica nell'Appendice 3.

Come detto, per avere un quadro più completo delle deformazioni misurate attraverso la periodica lettura degli inclinometri, viene rilevata topograficamente la testa dei tubi stessi.

10.14.2 Risultati delle attività di monitoraggio eseguite

Nell'attuale periodo di riferimento le campagne di monitoraggio sono state effettuate nelle date indicate nella tabella seguente:

Tabella 64 - Date dei sopralluoghi

Data	TIN6d	TIN7a	TIN8c	TIN9a	TIN10
18/01/2021	X	X	X	X	X
15/02/2021	-	X	X	X	X
23/03/2021	X	X	X	X	X
19/04/2021	X	X	X	X	X
24/05/2021	X	X	X	X	X
22/06/2021	X	X	X	X	X

Data	TIN6d	TIN7a	TIN8c	TIN9a	TIN10
20/07/2021	X	X	X	X	X
23/08/2021	X	X	X	X	X
14/09/2021	X	X	X	X	X
19/10/2021	X	X	X	X	X
23/11/2021	X	X	X	X	X
16/12/2021	X	X	X	X	X

Dalle elaborazioni grafiche dei dati rilevati nel 2021 si può osservare quanto segue.

- **TIN6d:** nel complesso le deformazioni dell'inclinometro nell'anno appaiono ridotte e modeste, con velocità medie di deformazione inferiori al millimetro/mese ad eccezione del monitoraggio di marzo in cui solo nei primi 6 m di profondità si è riscontrata una velocità intorno al millimetro/mese o di poco superiore. Per le altre profondità indagate invece la velocità di deformazione risulta inferiore. Nel tempo le deformazioni appaiono in diminuzione. Al di sotto dei 18 m non si osservano scostamenti apprezzabili tra i rilievi. A febbraio 2021 non è stato possibile effettuare il monitoraggio di questo inclinometro a causa di un malfunzionamento della sonda. Per il 2021 si conferma il trend registrato nel 2020.
- **TIN7a:** tale inclinometro, ubicato sull'argine di fondo valle in sostituzione del TIN7, mostra la presenza di modeste deformazioni lungo la verticale, con valori comunque molto contenuti e scostamenti trascurabili rispetto ai monitoraggi precedenti. In particolare, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 6-7 m). Nel complesso le deformazioni risultano ridotte e piuttosto modeste fino a circa 10 m, annullandosi nella porzione più profonda del tubo inclinometrico. La velocità media di deformazione registrata risulta inferiore al millimetro/mese già a profondità di 0,5 m dal piano campagna. In media, nel corso del 2021, si evidenziano tassi di deformazione inferiori al millimetro/mese. Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili.
- **TIN8c:** tale inclinometro è ubicato sull'argine di fondo valle, è stato realizzato a luglio 2017 in sostituzione del TIN8a la cui ultima lettura utile risale a settembre 2016. Le misure inclinometriche effettuate nel corso del 2021 mostrano una diminuzione della deformazione rispetto al 2020, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 2 m). Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili.
- **TIN9a:** tale inclinometro è ubicato al piede dell'argine ed è stato realizzato nel 2012 in sostituzione del TIN9. Tra l'agosto 2012 e l'agosto 2013, appaiono assestamenti del corpo arginale fino a circa 5 metri dal p.c., in corrispondenza del piano di imposta della fondazione. I tassi di deformazione in questo periodo

sono inferiori al millimetro/mese. Successivamente, e sino ad oggi, tali dinamiche risultano in progressiva stabilizzazione/riduzione (gennaio-dicembre 2021) arrivando a deformazioni pressoché irrilevanti.

- TIN10: tale inclinometro è ubicato a ridosso del capannone dell'impianto TB di trattamento ed è stato realizzato nel 2007. Le periodiche letture mostrano una lieve deformazione a circa 14-15 metri di profondità da p.c., solo all'inizio delle attività di monitoraggio (agosto 2007-marzo 2008). Per il resto il tubo inclinometrico non registra alcuna attività deformativa apprezzabile.

Gli inclinometri TIN11, TIN12 e TIN13 evidenziano che non vi sono deformazioni apprezzabili, ad eccezione dell'inclinometro TIN11 dove le letture hanno evidenziato un arretramento della fascia superficiale a 2 m da p.c. Per ulteriori approfondimenti su questi ultimi 3 presidi, e in generale sulla stabilità dell'argine, si rimanda ai contenuti della Relazione Tecnica in Appendice 8 elaborata da Sinergia Srl.

10.14.3 Quadro di sintesi

Dall'esame globale dei dati e delle informazioni disponibili emerge che l'evoluzione temporale dei fenomeni è in attenuazione.

I monitoraggi periodici continuano ad evidenziare deformazioni con evoluzione estremamente lenta e con velocità di deformazione tendenzialmente costanti. Per il TIN6d, TIN8a e TIN9a, con uno storico consolidato ormai riferito a diversi anni, i tassi di deformazione e le velocità non evidenziano valori apprezzabili. Si tratta sempre di fenomeni di deformazione articolati, al netto delle derive superficiali riscontrabili dipendenti da fattori di interferenza locali.

Il TIN10 continua a non mostrare dinamiche deformative apprezzabili.

Così come indicato nel report redatto da Sinergia *"Report integrato delle campagne di misura – aggiornamento secondo semestre 2021"*, l'implementazione recente di ulteriori presidi di controllo estesi ad un intorno significativo di potenziale influenza a valle della struttura arginale, ha consentito di raccogliere utili informazioni su eventuali dinamiche deformative entro i nuovi presidi TIN11, TIN12 e TIN13. Come evidenziato dopo sei anni di monitoraggi, non si segnalano deformazioni di una qualche significatività: i primi due inclinometri, sempre al netto di derive superficiali e problematiche legate ad un completamento non corretto, risultando sostanzialmente stabili. TIN13 manifesta qualche segnale di deformazione ancora tuttavia di scarsissima entità dimensionale. Per questo occorrerà valutarne l'evoluzione nel medio e lungo termine. Nel secondo semestre del 2018 è emerso un fenomeno deformativo superficiale nell'intorno tra i 4 ed i 5 m di profondità da p.c. con tassi di deformazione di circa 0.40 mm/mese, calcolato sul periodo 2017/2018 e tassi deformativi trascurabili per l'attività ai 12 m di profondità da p.c. Il primo semestre del 2019 ha registrato un'inversione della tendenza nell'intorno dei 4 m di profondità da p.c. con tassi di deformazione di circa 0,12 mm/mese calcolato sugli ultimi 12 mesi. Nel secondo semestre del 2019 si registra una ripresa della deformazione con tassi di circa 0.38 mm/mese calcolato negli ultimi 12 mesi. Durante il primo semestre del 2020 si evidenzia un rallentamento della deformazione con un periodo di stasi deformativa probabilmente legato alla carenza di precipitazioni rilevate durante i primi mesi del 2020. Gli ultimi sei mesi del 2020 mostrano invece una graduale ma lieve ripresa della deformazione intorno ai 5 metri. In profondità non risulta nessun fenomeno deformativo in atto confermando quanto già emerso nei report precedenti. Per quanto concerne il periodo relativo all'anno 2021 in tutti i presidi

monitorati si registra una leggera ripresa e poi una stasi deformativa, legata alle precipitazioni. L'andamento complessivo rispecchia tuttavia quanto osservato in precedenza relativamente agli ultimi anni di monitoraggio.

Alla luce delle valutazioni sopra esposte, si continuano a non apprezzare situazioni di rischio imminente per la stabilità dell'argine, tuttavia sono da tenere sotto particolare osservazione i periodi caratterizzati da intense precipitazioni in seguito alle quali si possono verificare lievi fenomeni di instabilità. Allo stato attuale tuttavia non sembra che i fenomeni in atto abbiano ripercussioni sulle strutture poste a valle (capannone TB).

Si ricorda che l'argine, essendo un'opera flessibile, grazie soprattutto alla presenza delle geogriglie, è in grado di assorbire deformazioni importanti (come quelle che già sono avvenute), e che continueranno verosimilmente ad avvenire (secondo le velocità attuali) nel corso dei prossimi anni di gestione e post-gestione. Ad oggi ed in particolare negli ultimi tre mesi, si osserva un generale rallentamento ed attenuazione dei trend deformativi che, seppur assai ridotti, negli ultimi anni, continuavano a manifestarsi con una certa regolarità.

In ragione di ciò la Committenza ha inteso, nel primo semestre del 2020, diminuire la frequenza dei monitoraggi inclinometrici e piezometrici, che saranno condotte trimestralmente sino a nuovi aggiornamenti.

La presenza della rete di monitoraggio, nonostante la riduzione delle misure inclinometriche, consente di mantenere un sufficiente livello di informazioni, sul comportamento delle strutture in elevato e valutare tutte le eventuali possibili correlazioni tra i fenomeni registrati e le ripercussioni non solamente sulla stabilità della struttura ma anche sull'integrità dei materiali e delle infrastrutture presenti.

10.15 Assestamenti del corpo discarica

10.15.1 Risultati

Per il monitoraggio degli assestamenti della discarica già coltivata sono state previste in tutto undici sezioni, di cui cinque sulla vecchia discarica e due sulla zona in ampliamento.

Nella seguente figura è riportato uno schema planimetrico di alcune di tali direttrici (evidenziate in colore rosso), utilizzate nella presente relazione per valutare i cedimenti del corpo discarica.

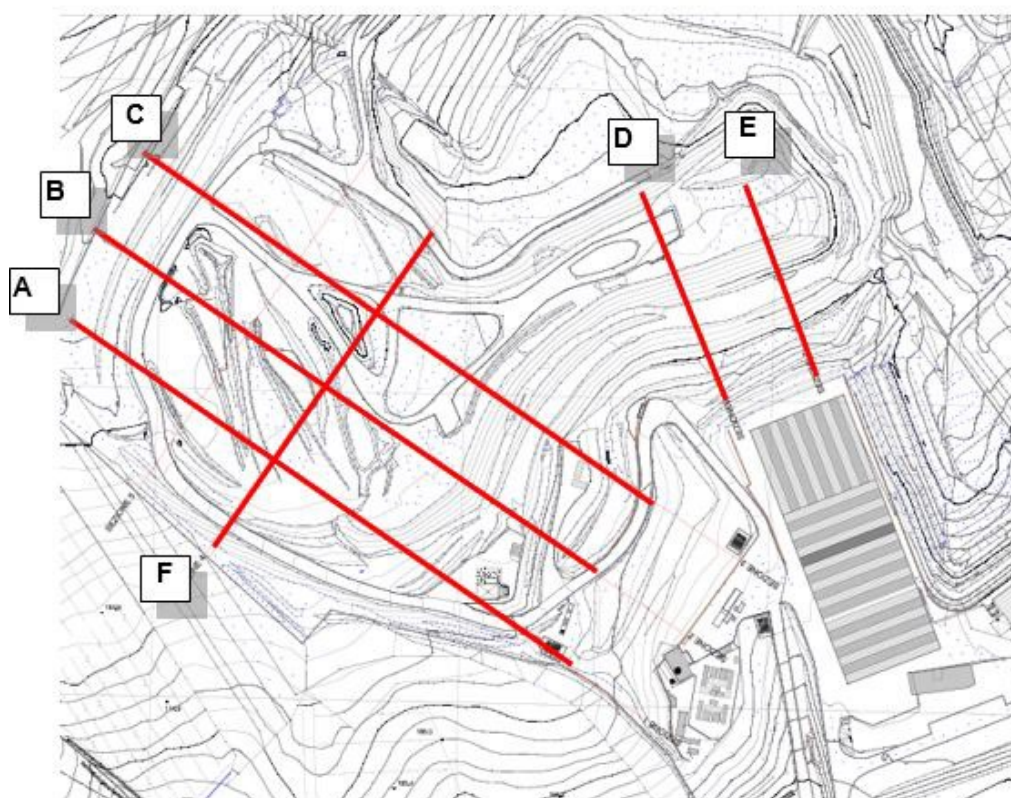


Figura 48 - Diretrici per il controllo degli assestamenti della discarica

Nella seguente tabella sono riportati i cedimenti massimi e minimi registrati nel corso del 2021 rispetto a quanto rilevato nel 2020.

Tabella 65 - Cedimenti massimi e minimi nel 2021

Cedimenti	Dir A (m)	Dir B (m)	Dir C (m)	Dir D (m)	Dir E (m)	Dir F (m)
Max.	0,83	0,53	1,00	1,00	0,80	2,00
Min.	0	0	0	0	0	0

10.15.2 Sintesi

Come evidenziato nella tabella “Cedimenti massimi e minimi nel 2021” i cedimenti maggiori si sono registrati lungo le direttrici C, D ed F.

Le altre sezioni sono quelle tracciate nella zona di discarica coltivata fino a dicembre 2003 (vecchia discarica).

Per quanto riguarda invece i cedimenti minimi osservati, tali valori sono stati riscontrati lungo le sezioni che interessano le porzioni di discarica più vecchia, dove gli assestamenti decrescono in funzione del tempo.

Per il monitoraggio degli assestamenti della discarica già coltivata sono state previste in tutto undici sezioni, di cui cinque sulla vecchia discarica e due sulla zona in ampliamento.

10.16 Dati meteoclimatici

A servizio della discarica è stata installata una nuova centralina meteoclimatica a settembre 2008.

I dati meteorologici registrati sono in particolare:

- Precipitazioni;
- Temperatura;
- Direzione e velocità del vento;
- Umidità atmosferica;
- Radiazione totale.

La centralina meteorologica di Casa Rota è rientrata dal 2017 nella rete di rilevamento dati ambientali del Servizio Idrologico Regionale che si occupa direttamente della manutenzione (prot 112/2018 del 10/01/2018).

I dati registrati dalla centralina vengono quindi archiviati dal CFR e resi alla disponibilità di CSAI tramite il portale dedicato.

11.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella presente relazione è stata analizzata la situazione della discarica Casa Rota situata sulla S.P. 7 di Piantravigne, nel Comune di Terranuova Bracciolini (AR), in merito alle attività previste dal Piano di Sorveglianza e Controllo (PSC), attivato operativamente a dicembre 2003.

L'autorizzazione vigente per l'esercizio della discarica Casa Rota è il **Provvedimento Dirigenziale n. 48/EC del 14/03/11** e successive modificazioni e integrazioni, la quale costituisce Autorizzazione Integrata Ambientale ("AIA") ai sensi del D.Lgs. 59/2005, e con cui è stato aggiornato il precedente atto autorizzativo. Tale provvedimento, oltre ad alcune prescrizioni specifiche, prevede anche la presentazione della presente relazione entro il **31 marzo di ogni anno**.

Nella seguente tabella si riporta la sintesi dei dati e delle informazioni con riferimento al 2021 per i comparti inerenti la gestione, costruzione e monitoraggio della discarica. Nell'ultima colonna viene riportato, per ogni comparto, il paragrafo di riferimento per le informazioni di dettaglio.

Tabella 66 - Sintesi dati di gestione, costruzione e monitoraggio della discarica

GESTIONE			
Comparto	Stato/Valore	Note	Rif. par.
Situazione amministrativa	Ben definita, conforme alla normativa ed all'AIA	-.	4.0
Rifiuti conferiti (smaltiti + recuperati)	183.462,18 t	Anno 2021	8.2
Rifiuti smaltiti	177.776,01 t	Anno 2021	8.2
Rifiuti recuperati	5.672,35 t	Anno 2021	8.2
Conferimento medio	255.168 t/a	Periodo 1999-2021	8.2
Volume netto occupato dai rifiuti	5.230.383 m ³	Periodo 1999-2021	8.8
Densità media	1,20 t/m ³	Periodo 1999-2021	8.8
Volume residuo	57.385 m ³	Riferito al 31.12.2021	8.8
Conferimento medio	214.508 m ³ /anno	Periodo 1999-2021	8.8
Durata residua presunta discarica	Indicativamente fino al 2022	-	8.8
Controlli sui rifiuti conferiti	Effettuati in conformità con il PGO e il DM 27/09/10	Conformità dei controlli effettuati	8.3

GESTIONE				
Comparto	Stato/Valore		Note	Rif. par.
Percolato prodotto	31.307 t		Anno 2021	8.4
	87 t/giorno		Produzione media 2021	
Funzionalità sistema estrazione biogas	Continuità di servizio media	TCE1: 99,9%	Anno 2021	8.6
		TCE2: 99,5%		
Biogas captato	TCE1: circa 6.465.964 m³		Anno 2021	8.6
	TCE2: circa 4.891.901 m³			
	Biogas a basso contenuto di metano e torcia mobile: circa 1.039.495 m³		Anno 2021	8.6
Energia prodotta	20,116 MWh		Anno 2021	8.7
Potenza media	2.298 kW		Anno 2021	8.7

COSTRUZIONE			
Comparto	Stato/Valore	Note	Rif. par.
Morfologia della discarica	Verifiche puntuali hanno evidenziato la conformità delle quote e delle pendenze ai valori di progetto	-	9.2

MONITORAGGIO			
Comparto	Stato/Valore	Note	Rif. par.
Acque sotterranee	Da quanto emerso dai controlli effettuati nel corso del 2021 si rileva che la qualità delle acque sotterranee nell'area indagata appare pressoché omogenea con presenza diffusa, nelle circolazioni di fondovalle, sia monte che a valle idraulica rispetto alla discarica, e anche a distanza da quest'ultima, di alcuni parametri riscontrati in concentrazione più o meno elevata quali ferro, manganese, arsenico, cloruri, TOC, ammoniaca, nitriti. Localmente nell'area di monte (N2(s)) si è rilevata presenza di cromo e cromo VI nel periodo marzo 2021 – giugno 2021. Si precisa inoltre che sono stati registrati superamenti per il parametro selenio nei mesi di maggio e giugno 2021, sempre localizzati in N2(s) e un isolato superamento in N5(s) nel solo mese di settembre 2021. Per quanto riguarda i metalli, la caratterizzazione mineralogica dei terreni e la modellazione effettuata con uno specifico software di analisi nell'ambito delle indagini di approfondimento del 2008 hanno confermato l'esistenza di fenomeni naturali di scambio per i quali il terreno tende a cedere metalli alle acque, arricchendole in concentrazione. Le analisi del PSC del 2021 tendono a confermare tale situazione, avendo rilevato in maniera diffusa la presenza di metalli. L'origine dell'ammoniaca, è invece imputabile a diversi fattori, tra cui: • Presenza di torbe e ligniti nel sottosuolo che possono causare la formazione di ammoniaca in concentrazioni elevate (processo di ammonificazione); • La concimazione dei suoli in ambito agricolo (composti dell'azoto e dello zolfo); • Fenomeni correlati con l'esistenza di specifiche attività antropiche locali (ad es. allevamenti);	<i>Il complesso dei dati acquisiti nel corso del 2021 durante i controlli effettuati sull'ambiente idrico sotterraneo ha confermato le conclusioni già sviluppate nella relazione delle indagini di approfondimento del 2008 e successive, ossia che la presenza di alcuni parametri chimici rilevati nelle acque sotterranee non risultano ascrivibili alla presenza della discarica, bensì a cause esterne, naturali o antropiche. I dati, infatti, hanno evidenziato che alcuni parametri chimici rilevati in concentrazioni significative nelle circolazioni di fondovalle, sono presenti sia a monte che a valle idraulica (ferro, manganese, arsenico, cloruri, ammoniaca, nitriti).</i> <i>In particolare, le analisi condotte sui piezometri di monte idraulico realizzati nel corso del 2011 hanno confermato la presenza diffusa di tali parametri nell'area vasta della discarica.</i> <u>Il complesso dei dati acquisiti non evidenzia quindi fenomeni di interferenza della discarica sulle acque sotterranee, ed in particolare sulle tre circolazioni di fondovalle, che rappresentano localmente le uniche circolazioni propriamente dette, per i quali invece si ipotizza l'esistenza di fenomeni naturali che caratterizzano la qualità delle acque e/o attività antropiche locali, comunque esterne alla discarica.</u> <i>Tale considerazione è supportata anche dall'assetto stratigrafico locale in cui è inserita la discarica (substrato argilloso esteso e profondo) e</i>	10.2

	- Le aree ubicate intorno alla discarica non risultano servite da fognatura pubblica strutturata, ma dotate di fosse biologiche che molto probabilmente interferiscono con l'ambiente idrico sotterraneo, sia superficiale che profondo; - L'esistenza di pozzi privati di approvvigionamento idrico, potenziali vie di comunicazione tra la superficie e le acque sotterranee superficiali e profonde. Per alcuni parametri si è riscontrato il superamento della CSC di riferimento del DLgs 152/06 nelle circolazioni di fondovalle: - Ferro, manganese: sia a monte che a valle idraulica; - Arsenico: prevalentemente a monte idraulico nella circolazione semiconfinata ed in quella confinata; - Cromo e Cromo VI in N2(s) tra marzo e giugno 2021; - Selenio in N2(s) a maggio e giugno 2021 e in N5(s) a settembre 2021. Per quanto attiene ai solventi clorurati, nel 2021 per alcuni piezometri si registrano concentrazioni in alcuni casi superiori al limite di rilevabilità strumentale. Tali concentrazioni risultano inferiori alle CSC ad eccezione di quelle registrate in corrispondenza dei piezometri N7(i) ed N7(s) per il parametro tricloroetilene. Tali valori risultano comunque in linea con quelli storicamente registrati nel piezometro TPZ15. a settembre e dicembre 2021 ma comunque inferiori alle rispettive CSC, sia a monte che a valle.	<i>dal regime idrogeologico locale (assenza di falda nell'area collinare degli invasi).</i> <i>Anche le analisi isotopiche condotte tra il 2018 e il 2019 (deuterio, ossigeno-18, trizio e carbonio-13) e i vari approfondimenti idrogeologici effettuati dal 2011 hanno evidenziato e confermato l'assenza di impatto sull'ambiente idrico sotterraneo ad opera della discarica.</i> <i>Tali concetti sono stati avvalorati e confermati durante la Conferenza dei Servizi del 28/07/2015. In tale occasione, ARPAT ha infatti indicato che valori elevati di metalli e metalloidi sono stati riscontrati anche nei piezometri a monte idraulico della discarica. Inoltre, la Conferenza citata ha indicato che non devono essere attivati specifici procedimenti, tenuto conto anche della serie storica dei risultati analitici e delle migliori gestionali conseguenti agli esiti della Conferenza dei Servizi tenutasi in data 27/07/2015.</i>	
Acque meteoriche	Non si evidenziano particolari anomalie nei parametri chimici monitorati, a meno di qualche eccezione. In relazione all'obiettivo specifico previsto dal PSC per il monitoraggio delle acque meteoriche, ossia "per individuare un'eventuale impatto sulle acque, che può essere causato da acque di pioggia	-	10.3

	<i>direttamente contaminate per contatto con il corpo dei rifiuti</i> ", dai risultati analitici di laboratorio dei campionamenti eseguiti nel corso del 2021 <u>non si evidenziano valori anomali dei parametri che possono indicare fenomeni di interferenza/contatto tra il corpo rifiuti e le acque meteoriche.</u>		
Acque meteoriche dilavanti	Sono state effettuate analisi delle acque meteoriche dilavanti nei mesi di febbraio, aprile, novembre e dicembre 2021. Si evidenzia presenza di solidi sospesi, ferro, alluminio e tensioattivi nel mese di novembre e di manganese e azoto totale nel mese di dicembre.	-	10.4
Acque superficiali del Riofi	I parametri monitorati non evidenziano anomalie né differenze di concentrazioni apprezzabili tra monte e valle, ad indicazione dell'assenza di interferenza da parte della discarica sulle acque del Torrente. Dai dati rilevati non sembrano quindi emergere fenomeni di impatto della discarica sulla qualità delle acque superficiali del Torrente Riofi per quanto riguarda il complesso dei parametri monitorati.	-	10.5
Sedimenti di fondo del Riofi	Il monitoraggio condotto nel corso del 2021 ha evidenziato significative concentrazioni di alluminio, ferro e manganese all'interno dei sedimenti di fondo del Riofi, sia nelle stazioni di monte che a valle, confermando i dati storici. Per quanto riguarda l'andamento delle concentrazioni nel tempo nei tre punti di controllo, le analisi effettuate non evidenziano un fenomeno di accumulo di contaminanti all'interno della matrice analizzata. Per quanto riguarda i saggi di tossicità, non si rilevano valori che possano evidenziare effetti tossici rilevanti in TAF1, TAF2 e TAF4. In generale, dai dati globalmente rilevati, non sembra che la presenza della discarica interferisca con la qualità dei sedimenti di fondo del Torrente Riofi, né si rileva un	<i>La presenza di metalli nei sedimenti è ascrivibile alle caratteristiche mineralogiche dei terreni locali, che presentano un elevato tenore di tali parametri, come emerso dalle analisi effettuate nell'ambito degli approfondimenti del 2008.</i>	10.6

	fenomeno di accumulo delle sostanze monitorate tra monte e valle.		
MacrOper Riofi	Il monitoraggio è stato svolto attraverso il metodo del multi-habitat proporzionale con sistema MacrOper in linea con le richieste della Direttiva Quadro delle acque. Sulla scorta dei dati raccolti nel corso delle due campagne di monitoraggio effettuate nei mesi di febbraio e giugno 2020, si evidenzia una forte instabilità del torrente Riofi aggravata dalle modificazioni morfologiche che ha subito nel corso degli ultimi periodi e probabilmente amplificata nelle stagioni più difficili in cui si verificano eventi di siccità o brusche variazioni di portata. Lo stato ecologico attuale del corso d'acqua evidenzia la vulnerabilità del corso fluviale che risulta particolarmente soggetto all'azione dei fattori meteorologici e ambientali. Lo stato di qualità del corso d'acqua è omogeneo tra monte e valle. Non emergono quindi segnali di interferenza ad opera della discarica.	-	10.7
Percolato	Da tale confronto è risultato che il percolato ha generalmente una composizione chimica pressoché intermedia tra quella che si ha tipicamente per una discarica nuova (in cui prevale la prima fase acidogenica) ed una vecchia (in cui prevale la seconda fase metanogenica).	<i>I valori di concentrazione dei parametri chimici indagati per il percolato non hanno evidenziato situazioni e/o variazioni anomale.</i>	10.8
Biogas	Nel corso del presente periodo di osservazione, le concentrazioni di metano presentano un trend generalmente stabile, con alcune lievi oscillazioni nel corso dell'anno, ma comunque su valori intorno al 50,4% in TCE1 e al 52,7% in TCE2. In maniera analoga le concentrazioni di anidride carbonica presentano un trend generalmente stabile con valori intorno al 37,5%. Le concentrazioni di ossigeno sono pressoché stabili con minime oscillazioni periodiche.	<i>Per entrambi gli impianti il trend è stabile con minime oscillazioni dei dati rilevati in campo.</i>	10.9

	Parametri chimici di laboratorio stabili per polveri, idrogeno e mercaptani. Oscillazioni per ammoniaca, acido solfidrico e idrocarburi non metanici	<i>Le oscillazioni riscontrate potrebbero essere riconducibili a condizioni locali di biodegradazione, differente tipologia dei rifiuti smaltiti, condizioni al contorno</i>	
Qualità dell'aria	Il quadro generale che emerge dalle attività di monitoraggio svolte nell'ambito del PSC durante il 2021 evidenzia che le concentrazioni dei diversi parametri monitorati sono sostanzialmente in linea con i dati storici, a meno di locali ed occasionali picchi per polveri riconducibili ad alcune attività operative di discarica (movimenti terra, transiti più frequenti di mezzi di lavoro, ecc..). Ciò non evidenzia quindi situazioni di interferenza ad opera della discarica sull'ambiente circostante se non in occasione di specifiche attività, comunque limitate nel tempo.	<i>Le lievi oscillazioni registrate sporadicamente per alcuni parametri nelle diverse stazioni di controllo previste dal PSC intorno alla discarica appaiono correlate con le attività di costruzione della discarica (transito mezzi pesanti, movimenti terra, ecc.)</i>	10.11
Fibre di amianto	Non risultano concentrazioni significative delle fibre di amianto	-	10.12
Emissioni dal sistema di recupero energetico	Per i vari parametri monitorati nelle diverse campagne di controllo del 2021 i valori medi sono inferiori ai limiti prescritti.	<i>I controlli effettuati in merito alle emissioni in atmosfera evidenziano una corretta gestione del sistema di recupero energetico e, più in generale della rete di estrazione del biogas e dei relativi sistemi di trattamento prima dell'invio ai motori di recupero energetico.</i>	10.13
Inclinometri	TIN6d: nel complesso le deformazioni dell'inclinometro nell'anno appaiono ridotte e modeste, con velocità medie di deformazione inferiori al millimetro/mese ad eccezione del monitoraggio di marzo in cui solo nei primi 6 m di profondità si è riscontrata una velocità intorno al millimetro/mese o di poco superiore. Per le altre profondità indagate invece la velocità di deformazione risulta inferiore. Nel tempo le deformazioni appaiono in diminuzione. Al di sotto dei 18 m non si osservano scostamenti apprezzabili tra i rilievi.	<i>Le deformazioni incrementali registrate non appaiono significative.</i> <i>Confrontando le deformazioni del 2021 rispetto a quelle registrate negli anni precedenti, si osserva una generale riduzione dell'entità delle deformazioni nel tempo.</i>	10.14

	Per il 2021 si conferma il trend registrato nel 2020. TIN7a: tale inclinometro, ubicato sull'argine di fondo valle in sostituzione del TIN7, mostra la presenza di modeste deformazioni lungo la verticale, con valori comunque molto contenuti e scostamenti trascurabili rispetto ai monitoraggi precedenti. In particolare, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 6-7 m). Nel complesso le deformazioni risultano ridotte e piuttosto modeste fino a circa 10 m, annullandosi nella porzione più profonda del tubo inclinometrico. La velocità media di deformazione registrata risulta inferiore al millimetro/mese già a profondità di 0,5 m dal piano campagna. In media, nel corso del 2021, si evidenziano tassi di deformazione inferiori al millimetro/mese. Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili. TIN8c: tale inclinometro è ubicato sull'argine di fondo valle, è stato realizzato a luglio 2017 in sostituzione del TIN8a la cui ultima lettura utile risale a settembre 2016. Le misure inclinometriche effettuate nel corso del 2021 mostrano una diminuzione della deformazione rispetto al 2020, gli scostamenti più apprezzabili in valore assoluto (dalla lettura di "zero") rispetto alla verticale si registrano nella porzione superficiale del tubo (primi 2 m). Per quanto riguarda la situazione a maggiore profondità si confermano valori deformativi nel complesso stabili e trascurabili. TIN9a: tale inclinometro è ubicato al piede dell'argine ed è stato realizzato nel 2012 in sostituzione del TIN9. Tra l'agosto 2012 e l'agosto 2013, appaiono assestamenti del corpo arginale fino a circa 5 metri dal p.c., in corrispondenza del piano di imposta della fondazione. I tassi di deformazione in questo		
--	--	--	--

	periodo sono inferiori al millimetro/mese. Successivamente, e sino ad oggi, tali dinamiche risultano in progressiva stabilizzazione/riduzione (gennaio-dicembre 2021) arrivando a deformazioni pressoché irrilevanti. TIN10: tale inclinometro è ubicato a ridosso del capannone dell'impianto TB di trattamento ed è stato realizzato nel 2007. Le periodiche letture mostrano una lieve deformazione a circa 14-15 metri di profondità da p.c., solo all'inizio delle attività di monitoraggio (agosto 2007-marzo 2008). Per il resto il tubo inclinometrico non registra alcuna attività deformativa apprezzabile. Gli inclinometri TIN11, TIN12 e TIN13 evidenziano che non vi sono deformazioni apprezzabili.		
--	---	--	--

La prossima relazione annuale è prevista entro marzo 2023.

Pagina delle firme

Golder Associates S.r.l.



Vito Bretti
Project Manager



Andrea Scalabrin
Project Director

ASC/VBR/afa

C.F. e P.IVA 03674811009

Registro Imprese Torino

R.E.A. Torino n. TO-938498

Capitale sociale Euro 105.200,00 i.v.

Società soggetta a direzione e coordinamento di WSP Global Inc. ex art. 2497 c.c.

APPENDICI

Appendice 1

(Tavole)

Appendice 2

(Tabelle)

Appendice 3

(Figure)

Appendice 4

(Certificati delle analisi chimiche)

Appendice 5

(Dati inerenti ai battenti di percolato nei pozzi)

Appendice 6

(Schede SMCE)

Appendice 7

(Schede impianto trattamento reflui civili)

Appendice 8

(“Rete di monitoraggio dell’argine di valle – report integrato delle campagne di misura – Aggiornamento Dicembre 2021”)

Appendice 9

(“Riscontro Note ARPAT AR.01.23.40_24.1 e AR.01.11.40/1.235” del luglio 2021)

Appendice 10

("Bilancio Idrologico")



golder.com