

COMMITTENTE:

SAMTE S.r.l.
SANNIO AMBIENTE E TERRITORIO



Via Angelo Mazzoni, 19, 82100 (Benevento)

CONSULENZA:



Laboratorio "NATURA" S.r.l.

Via G. Rossini, 16 – 80026 Casoria
(NA)

Tel. 081.5737038 – Fax 081.5739776

e-mail: natura@naturasrl.it

www.naturasrl.it

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE
AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E S.M.I
DISCARICA DI SANT'ARCAANGELO TRIMONTE (BN)

RELAZIONE TECNICA



Rev.	Data	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22.10.2018	Dott. Giuseppe Frattasio Dott.ssa Sara Pecorario Martucci	Ing. Alfredo Maselli	Ing. Ferone Cesare

Il Tecnico
dott. ing. Cesare Ferone



1. INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	7
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	8
2.3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	10
2.4 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	14
3. INQUADRAMENTO STORICO DEL SITO	19
3.1 MATRICI PIANO DI MONITORAGGIO (A.I.A.).....	27
3.2 STUDI PREGRESSI E CRITICITÀ RISCONTRATE SUL SITO	28
4. CARATTERISTICHE INQUINANTI RILEVATI NELLE ACQUE.....	53
3.3 ALLUMINIO.....	53
3.4 ARSENICO	55
3.5 FERRO.....	57
3.6 FLUORURI.....	59
3.7 MANGANESE	60
3.8 MERCURIO	62
3.9 NICHEL.....	63
3.10 PIOMBO.....	65
3.11 SOLFATI	66
3.12 NITRITI.....	67
3.13 BENZENE.....	69
3.14 BROMODICLOROMETANO	70
3.15 DIBROMODICLOROMETANO	71
3.16 CLOROFORMIO	71
3.17 TRIBROMOMETANO	72
5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	73
6. CONCLUSIONI.....	77



	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Relazione Geologica

ALLEGATO 2 – Relazione Piano delle Indagini:

- Allegato A – Ubicazione Area Discarica S. Arcangelo Trimonte
- Allegato B – Planimetria Ubicazione punti di indagine

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

1. PREMESSA



La scrivente Società NATURA Srl, con sede in Via Gioacchino Rossini n.16, Casoria, ha avuto l'incarico per l'esecuzione dei lavori di elaborazione del Piano di Caratterizzazione Ambientale, ai sensi dell'All.2 del Titolo IV del D.LGS 152/2006 e smi, per la Discarica Regionale per rifiuti non pericolosi di Sant'Arcangelo Trimonte in località "La Nocecchia" (BN), sono stati commissionati alla società NATURA Srl (CIG Z762479D3D - Prot. n.2985 del 6 Agosto 2018).

Pertanto si è provveduto preliminarmente ad analizzare tutta la documentazione a disposizione del Committente, al fine di avere un inquadramento generale dell'area di intervento. L'elaborato da cui si è partiti è la Relazione Istruttoria, Prot. n.2822 del 24/07/2018, a firma del Direttore Tecnico ed Amministrativo Ing. Roberto Iantosca, di cui si riporta uno stralcio: *"Per caratterizzazione ambientale di un sito, così come riportato nell'All.2 alla parte IV del D.LGS 152/2006, si intende l'insieme delle attività che permettono di ricostruire i fenomeni di contaminazione a carico delle matrici ambientali, in modo da ottenere le informazioni di base su cui prendere decisioni realizzabili e sostenibili per la messa in sicurezza e/o bonifica del sito. Le attività di caratterizzazione devono essere condotte in modo tale da permettere la validazione dei risultati finali da parte delle Pubbliche Autorità in un quadro realistico e condiviso delle situazioni di contaminazione eventualmente emerse.*

La discarica di Sant'Arcangelo Trimonte "La Nocecchia", al momento non oggetto di conferimento di rifiuti, è sottoposta ad un Piano di Monitoraggio che prevede controlli analitici sulle seguenti matrici: percolato, acque sotterranee, acque di prima pioggia, acque di ruscellamento di seconda pioggia, emissioni in atmosfera, aria ambiente a portata costante e campionatori diffusivi.

I risultati dei suddetti monitoraggi, in particolare quelli relativi alle acque sotterranee, hanno evidenziato superamenti delle CSC e dei valori di fondo definiti per il sito tali da richiedere la necessità dell'attuazione di un Piano di Caratterizzazione.

Tali superamenti sono stati accertati dai diversi studi eseguiti sul sito nel corso degli anni, a partire dalla realizzazione dell'impianto, avvenuta nel 2008, fino ad arrivare all'ultima relazione dell'ARPAC *"Analisi temporale delle acque sotterranee in corrispondenza della discarica di S. Arcangelo Trimonte: valori di fondo, tendenze, livello di inquinamento"* redatta il 11.10.2017 in seguito alla richiesta formulata, nel corso della riunione del 04/08/2017, dalla Regione Campania, Direzione Generale per l'Ambiente, Difesa del Suolo ed Ecosistema, circa un aggiornamento tecnico sulle problematiche ambientali del sito e nella quale vengono anche stabiliti i Valori di Fondo

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	---	---

Naturale sito specifici per alcuni dei parametri che registrano i superamenti più frequenti, anche prima dell'entrata in esercizio della discarica.

Le conclusioni della suddetta relazione, di cui si riporta uno stralcio, pure richiedono la necessità della redazione di un PdC: *“Sebbene la tipologia di inquinanti ad oggi presenti in falda non costituisca un particolare fattore di rischio sanitario ed ambientale, ai sensi della normativa vigente il sito è definibile comunque come potenzialmente contaminato e si ritiene quindi necessario procedere alla predisposizione ed esecuzione di un Piano di caratterizzazione per verificare l'eventuale stato di contaminazione”*.

Il Piano di Caratterizzazione, oggetto della presente relazione, consta dei seguenti elaborati:

- **Relazione Tecnica**, in cui sono presentati l'inquadramento del sito, le sue criticità e il Modello Concettuale Preliminare, in cui sono trattate le sorgenti, le vie di migrazione e i bersagli della contaminazione;
- **Relazione Geologica (ALLEGATO 1)**, in cui viene approfondito il contesto geologico ed idrogeologico dell'area di indagine;
- **Piano delle Indagini (ALLEGATO 2)**, nel quale, sulla base delle considerazioni esposte nei due elaborati summenzionati, saranno localizzati tutti i punti di indagine per poter caratterizzare tutte le matrici, al fine di poter discriminare tutte le contaminazioni attualmente in atto.

Al Piano delle Indagini, si allegato i seguenti elaborati:

- ALLEGATO A – Ubicazione area discarica S. Arcangelo Trimonte
- ALLEGATO B – Ubicazione Punti di Indagine

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto della presente relazione, è localizzato nel comune di Sant'Arcangelo Trimonte in località “La Nocecchia”, ad una distanza di circa 1,5 Km ad Ovest del comune stesso, e dista dal capoluogo provinciale circa 20 Km.

L'area di discarica si trova sul versante relativo alla destra idrografica del Vallone Pazzano, affluente del Fosso della Ferrara le cui acque confluiscono nel Fiume Ufita.

Il territorio comunale è collinare, e verso Sud risulta leggermente declive nella parte alta mentre diventa, via via che si arriva a valle, più scosceso e geologicamente instabile essendo interessato da

vari fenomeni franosi; solo una piccola porzione del territorio è pianeggiante, in prossimità delle valli dei fiumi Ufita e Calore. Confina a Nord con il comune di Buonalbergo, a Nord-Ovest e a Sud-Ovest con il comune di Paduli, a Est e a Sud-Sud-Est con il comune di Apice.

L'area è ad uso prevalentemente agricolo per cui la densità abitativa è molto bassa e si individuano solo abitazioni isolate o organizzate in piccoli nuclei con poche unità abitative.

Si riporta di seguito uno stralcio della Carta dell'Uso del Suolo, disponibile sul Geoportale Nazionale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, i cui dati derivano dal progetto Corine Land Cover (CLC 2012).



La mappatura del CLC prevede livelli di dettaglio Crescenti (dal I al V Livello). Solo per alcune classi specifiche si arriva va oltre il III Livello. Di seguito sono descritte le voci della legenda che compone la mappa dell'uso del suolo dell'area oggetto di caratterizzazione, con un dettaglio del III Livello.

Legenda (Corine Land Cover 2012 - III Livello):

- 112 - Tessuto urbano discontinuo**
- 211 - Seminativi in aree non irrigue**
- 223 - Uliveti**
- 242 - Sistemi culturali e partcellari**
- 311 - Boschi di latifoglie**

- **1.1.2. Tessuto urbano discontinuo:** Spazi caratterizzati dalla presenza di edifici. Gli edifici, la viabilità e le superfici a copertura artificiale coesistono con superfici coperte da vegetazione e con suolo nudo, che occupano in maniera discontinua aree non trascurabili. Gli edifici, la viabilità e le superfici ricoperte artificialmente coprono dal 50 all'80% della superficie totale. Si dovrà tenere conto di questa densità per le costruzioni localizzate all'interno di spazi naturali (foreste o spazi erbosi). Questa voce non comprende: le abitazioni agricole sparse delle periferie delle città o nelle zone di coltura estensiva comprendenti edifici adibiti a impianti di trasformazione e ricovero; le residenze secondarie disperse negli spazi naturali o agricoli. Comprende invece cimiteri senza vegetazione.
- **2.1.1. Seminativi in aree non irrigue:** Sono da considerare perimetri irrigui solo quelli individuabili per fotointerpretazione, satellitare o aerea, per la presenza di canali e impianti di pompaggio. Cereali, leguminose in pieno campo, colture foraggere, coltivazioni industriali, radici commestibili e maggesi. Vi sono compresi i vivai e le colture orticole, in pieno campo, in serra e sotto plastica, come anche gli impianti per la produzione di piante medicinali, aromatiche e culinarie. Vi sono comprese le colture foraggere (prati artificiali), ma non i prati stabili.
- **2.2.3. Oliveti fanno parte delle "Colture permanenti":** Colture non soggette a rotazione che forniscono più raccolti e che occupano il terreno per un lungo periodo prima dello scasso e della ripiantatura: si tratta per lo più di colture legnose. Sono esclusi i prati, i pascoli e le foreste.
- **2.4.2. Sistemi colturali e particellari complessi:** Mosaico di piccoli appezzamenti con varie colture annuali, prati stabili e colture permanenti, occupanti ciascuno meno del 75% della superficie totale dell'unità. Vi sono compresi gli "orti per pensionati" e simili. Eventuali "lotti" superanti i 25 ha sono da includere nelle zone agricole.
- **3.1.1. Boschi di latifoglie:** Formazioni vegetali, costituite principalmente da alberi ma anche da cespugli e arbusti, nelle quali dominano le specie forestali a latifoglie. La superficie a latifoglie deve coprire almeno il 75% dell'unità, altrimenti è da classificare bosco misto. Vi sono compresi i pioppeti e gli eucalitteti.

Dalla carta è possibile notare come l'area su cui insiste la Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte è classificata come "Seminativi in aree non irrigue". Trattandosi, quindi, di terreno ad uso agricolo, è

da tenere in considerazione anche l'eventuale immissione nel suolo di fertilizzanti, che potrebbero impattare sulla qualità delle acque dell'intera area territoriale.

Attualmente lungo la porzione di monte dell'area di interesse è localizzato un elettrodotto di alta tensione, che si sviluppa parallelamente al crinale, in direzione Nord-Sud; mentre **a valle della discarica vi sono altri 2 siti di stoccaggio di rifiuti: una Discarica Comunale e un'altra discarica realizzata dalla FIBE S.p.A. a seguito di un'ordinanza commissariale.** Entrambe le strutture non sono più in funzione e in passato, visto che a valle dei 2 impianti furono segnalate fuoriuscite di percolato, l'intera area è stata inserita nel Piano Regionale di Bonifica della Regione Campania.

Codice	Denominazione	Indirizzo	Comune	Prov.	Proprietà	Tipologia sito	Matrici Contaminate	Contaminanti	Iter Procedurale 2016	Tipologia attività	superficie	coord. X	coord. Y
2078C001	Discarica Loc. Pianella Nocechia	Loc. Pianella Nocechia	Sant'Arcangelo Trimonte	BN	Pubblica	Discarica Comunale	Suolo/Acque sotterranee	Metalli e Inorganici	Analisi di Rischio Approvata / Piano di caratterizzazione Integrativo in corso	Discarica	9238	493839	4557931

Fig. 1: Anagrafe Piano Regionale di Bonifica della Campania

2.1 Inquadramento geomorfologico

La scrivente Società NATURA Srl ha affidato a Dott. Geol. Anna Maria Patelli la realizzazione dello studio geologico, parte integrante del presente Piano di Caratterizzazione, finalizzato all'approfondimento del quadro conoscitivo del contesto geologico e idrogeologico dell'area oggetto di indagine.

Come riportato nella suddetta relazione, topograficamente il versante su cui è impostato l'impianto di discarica si estende dalla quota di circa 380 m slm della zona di crinale, a ridosso della strada principale, fino alla quota di 237 m circa, registrata nel settore di fondovalle. Il versante si sviluppa più o meno regolarmente da nord sud presentando complessivamente una morfologia dolce con blande pendenze dell'ordine del 20%.

All'interno si distingue un settore superiore, quello che ospita le discariche, che si estende dal crinale fino ad una quota di 352 m slm, a pendenza debole con un gradiente di circa 10-15% e un secondo settore, da questa quota fino al fondovalle, le cui pendenze aumentano fino a circa il 26%.

Il reticolo idrografico presente nell'area risulta articolato e caratterizzato da una forma ramificata, funzione principalmente della scarsa permeabilità dei terreni. Buona parte delle acque meteoriche, infatti, in virtù di una bassa infiltrazione dei terreni, ruscella lungo i pendii e viene drenata da un gran numero di fossi, perlopiù attivi durante i periodi piovosi.

Nell'area in esame sono presenti due incisioni che drenano le acque di ruscellamento superficiale nel Vallone Pazzano che a sua volta confluisce nel Fiume Ufita. Lo stesso presenta un regime torrentizio strettamente correlato all'andamento pluviometrico. Infatti le portate elevate sono associate alle massime precipitazioni, mentre le minime sono associate ai periodi siccitosi.

I versanti dell'area in esame, compreso quello oggetto di studio, sono caratterizzati da diffusi fenomeni franosi sia a carattere superficiale quali creep, che coinvolgono la coltre di terreni più alterata e plasticizzata, sia a carattere profondo. In particolare per il settore nord dell'impianto di discarica si segnala a partire dal 2008 un dissesto di tipo gravitativo con cinematismi prevalenti di tipo rototraslativo e/o di scorrimento.

L'area nel corso degli anni è stata oggetto di interventi di consolidamento e di intenso monitoraggio geotecnico tra i quali un monitoraggio satellitare mediante tecnica interferometrica A-Din SAR, eseguita da gennaio 2014 a dicembre 2017, dalla Società Teknion Srl, il quale non ha mostrato spostamenti significativi dei terreni nell'area di discarica nel periodo di osservazione.

I fenomeni franosi, quindi, risultano gli agenti principali del modellamento dei versanti sia dell'area in esame che dei settori limitrofi.

Per le informazioni di dettaglio si rimanda all'Allegato 1.

2.2 Inquadramento geologico ed idrogeologico

Come riportato nella Relazione Geologica summenzionata, sostanzialmente nell'area in esame affiorano terreni di natura alluvionale e i terreni appartenenti al membro pelitico della Formazione della Baronina mentre il substrato è rappresentato dal Flysch Rosso.

I terreni alluvionali affiorano estesamente in tutta l'area sulla quale è impostata la discarica ed anche a valle della stessa. Tali sedimenti presentano uno spessore variabile passando da un minimo di 3.00 ad un massimo di circa 15.00 m riscontrato nel settore nord dell'impianto.

I terreni limo-argillosi del membro pelitico della Formazione della Baronina affiorano molto più in basso rispetto all'impianto.

I terreni del Flysch rosso, invece, pur costituendo il substrato, localmente non risultano in affioramento.

Per quanto concerne l'assetto idrogeologico i terreni affioranti nell'area di interesse possono essere considerati in generale a bassa e bassissima permeabilità. Durante la realizzazione della campagna di indagini geognostiche, condotte nel 2008, non è stata intercettata alcuna falda idrica.

Le caratteristiche idrogeologiche dei litotipi affioranti sono state studiate mediante la realizzazione di una serie di prove in campo e di laboratorio che hanno interessato sia i terreni alluvionali che i terreni flischioidi di base. Nel complesso le prove eseguite in foro di sondaggio permettono di assegnare ai terreni alluvionali una permeabilità pari a circa 10^{-7} m/sec, mentre ai terreni flischioidi un valore di permeabilità variabile tra 10^{-8} e 10^{-10} m/sec. Allo stesso modo anche le prove eseguite in cella triassiale restituiscono valori simili per entrambi i litotipi ossia variabili tra 10^{-8} e 10^{-11} m/sec.

Ciò nonostante all'interno dei piezometri, successivamente all'installazione, si è rinvenuta la presenza di acqua a testimonianza dell'esistenza di una certa circolazione idrica che avviene prevalentemente all'interno delle lenti sabbiose e ghiaiose contenute nella matrice limo argillosa dei terreni alluvionali affioranti.

Una certa circolazione avviene anche all'interno dei terreni flischioidi laddove la presenza di litici fratturati, caoticamente disposti all'interno dell'ammasso, favorisce l'infiltrazione di acqua e, quindi, la presenza di falde discontinue di esigua portata, tamponate dalla formazione di base con un grado di permeabilità primario basso o nullo o da livelli a scarsa permeabilità creando talora delle sacche di accumulo circoscritte, non comunicanti. Ad ogni modo l'esistenza nell'area in studio delle sequenze terrigene rende difficile l'interpretazione idrogeologica in quanto non è possibile ipotizzare alcun modello basato su una situazione strutturale standard e su tipi di permeabilità sicuramente definiti. Difatti, alle caratteristiche di porosità e permeabilità dei vari litotipi, si sommano i processi erosionali legati alla stagionalità e alle fluttuazioni meteorologiche che incidono sulle caratteristiche strutturali dei terreni affioranti.

Laddove i terreni di copertura presentano una matrice prevalentemente argillosa i fenomeni di disseccamento legati ai periodi aridi alternati ai periodi piovosi che ne provocano invece la plasticizzazione possono generare nel suolo delle crepe e fratturazioni attraverso cui le acque di pioggia possono scorrere.

Anche le acque di ruscellamento che scorrono lungo i versanti possono alterare ed erodere i terreni in affioramento, creando una fascia detritica eluviale il cui spessore, essendo legato a fattori locali, risulta alquanto variabile. Laddove tale coltre (che è caratterizzata da una permeabilità elevata per

porosità) si ispessisce si forma un mediocre serbatoio idrico sostenuto da un substrato quasi impermeabile o comunque a permeabilità diversa.

Quanto esposto potrebbe spiegare la presenza di una falda idrica superficiale e la non correlabilità tra i livelli idrici nei piezometri di controllo, i diversi tempi di ricarica e in taluni piezometri la presenza altalenante di acque al loro interno.

Il rilevamento geologico di superficie effettuato nelle aree immediatamente limitrofe alla discarica ha rivelato la presenza di una serie di pozzi di grande diametro, superficiali, della profondità di pochi metri, destinati alla raccolta delle acque piovane di ruscellamento e di infiltrazione superficiale.

La già complessa situazione idrogeologica locale è stata ulteriormente complicata dai numerosi interventi antropici legati agli scavi di sbancamento e ai rimodellamenti legati alla costruzione dei bacini di contenimento dei rifiuti che rappresentano dei veri e propri sbarramenti al deflusso naturale delle acque di circolazione.

Risulta complesso cercare di collegare i dati dei livelli di falda nei piezometri della rete di monitoraggio, in quanto realizzati in formazioni litologiche già di per sé scarsamente permeabili e che presentano, inoltre, variazioni repentine negli spessori. A tale situazione si sommano le variabili legate alle diverse modalità costruttive dei piezometri e ai massicci interventi antropici legati alla realizzazione degli invasi sul sistema geologico e di conseguenza sulla circolazione idrica naturale.

In conclusione nell'area di studio esiste una circolazione idrica. Non esiste una falda di base ma piuttosto una falda superficiale a carattere discontinuo, disomogeneo, che si imposta prevalentemente nella coltre alterata e allentata e che subisce gli apporti zenitali diretti. Essa è caratterizzata da una direzione media del deflusso che segue la superficie topografica e, quindi, da Nord Ovest a Sud Est, verso il Vallone Pazzano.

Per le informazioni di dettaglio si rimanda all'Allegato 1.

2.3 Caratterizzazione sismica

Anche la caratterizzazione sismica riveste un ruolo significativo per le finalità a cui è destinato il Piano di Caratterizzazione, infatti eventuali movimenti tellurici, potrebbero comportare modifiche al territorio o danni alle infrastrutture, tali da modificare o incrementare la possibilità di migrazione della contaminazione.

La Campania è una tra le Regioni italiane a maggior rischio sismico.

La classificazione sismica del territorio nazionale, effettuata ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003, ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone indicate con i numeri da 1 (a maggior rischio) e 4 (a minor rischio). Di seguito si riportano le tavole relative alla Classificazione Sismica del territorio nazionale (e, nello specifico, della Campania) e la relativa Mappa della Pericolosità sismica.

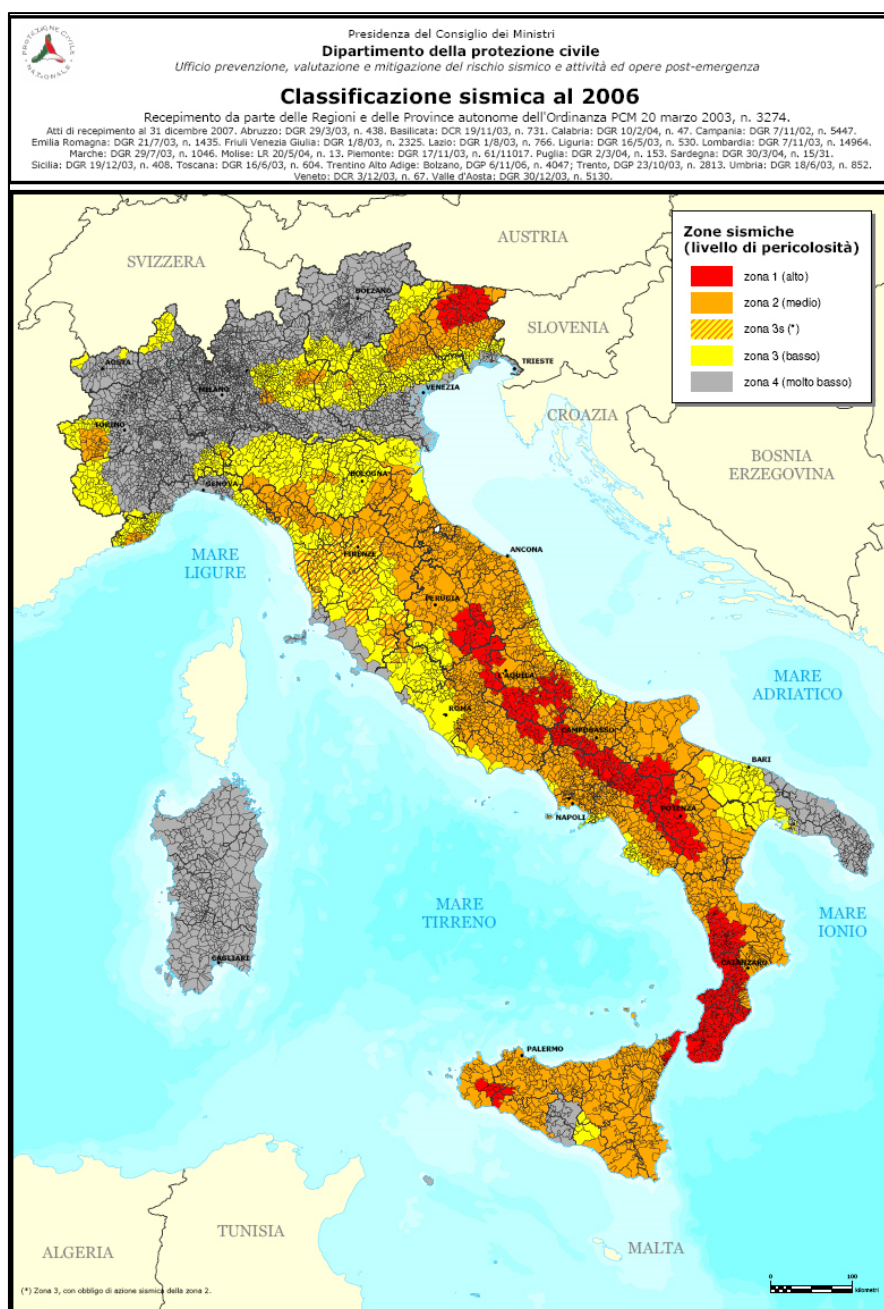


Fig. 2: Mappa Classificazione Sismica nazionale

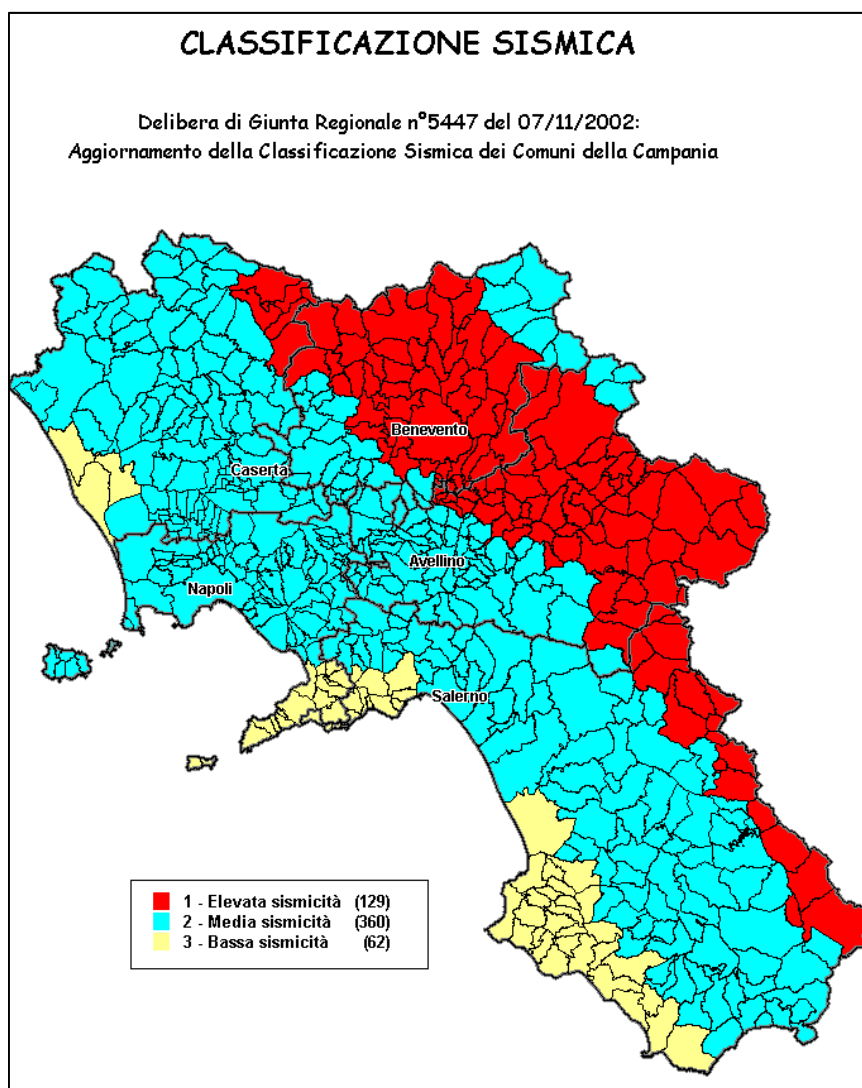


Fig. 3: Mappa Classificazione Sismica regionale

Come è possibile notare dalla mappa della classificazione sismica, la Campania ricade quasi totalmente in Zona 2, ma alcuni comuni prossimi alla dorsale appenninica, tra cui Sant'Arcangelo Trimonte, sono classificati in **Zona 1 (Sismicità elevata)**.

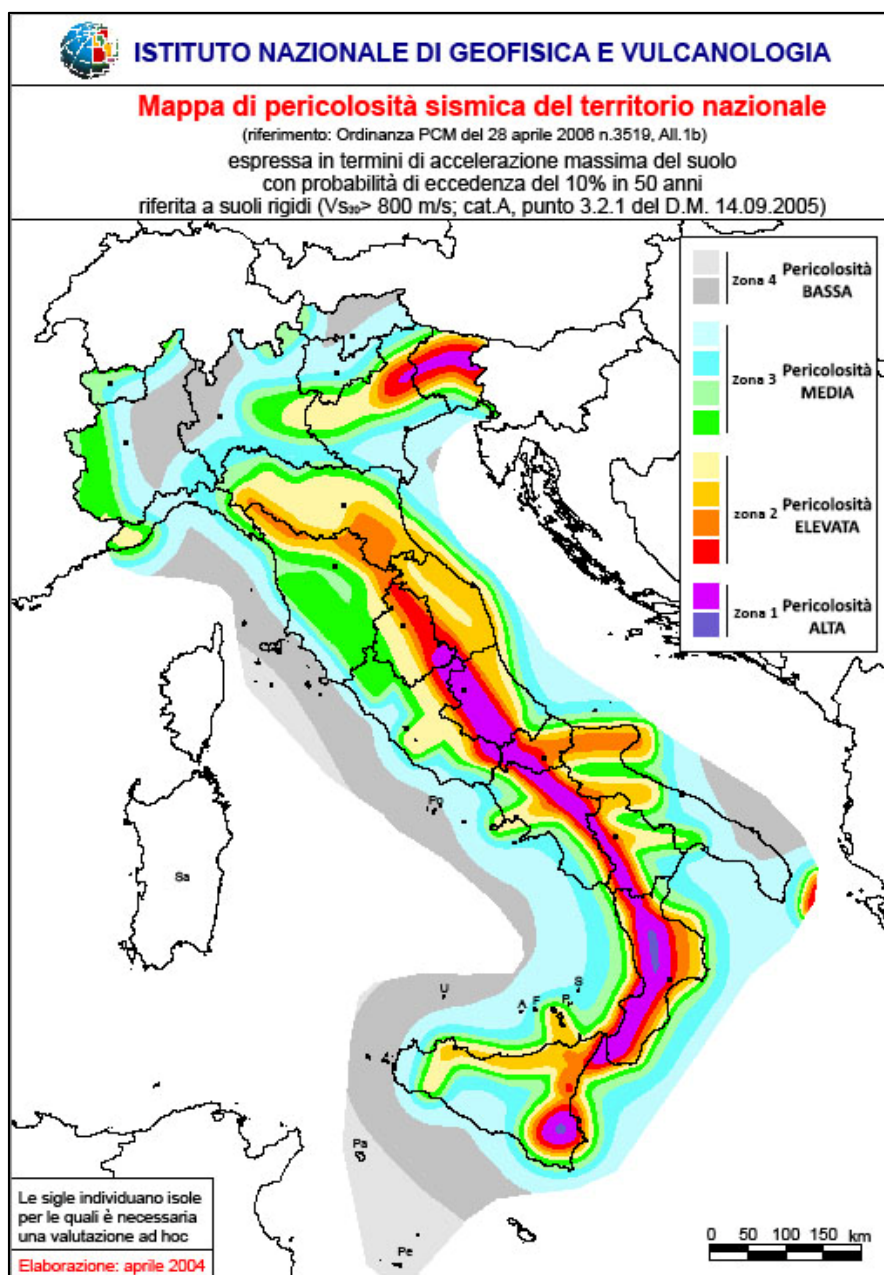


Fig. 4: Mappa pericolosità sismica territorio Nazionale

La sismicità principale della regione Irpina è attribuita a meccanismi distensivi (Doglioni, 2000) ed è concentrata nelle zone rilevate interne, con profondità generalmente comprese tra i 10 e i 15 km. In particolare, l'evento del 1980 (terremoto dell'Irpinia del 23 novembre) fu generato da una faglia normale immergente verso Nord Est, con magnitudo 6.9 e profondità tra i 12 e i 16 km. Fra gli eventi che si sono risentiti con maggiore intensità nel Comune di Sant'Arcangelo Trimonte abbiamo quelli avvenuti nei seguenti periodi:

- Aprile 1996 (Intensità al sito: Is=2e; Magnitudo Momento: Mw=4,92);
- Febbraio 1981 (Intensità al sito: Is=5-6e; Magnitudo Momento: Mw=4,91);
- Agosto 1962 (Intensità al sito: Is=9e; Magnitudo Momento: Mw=6.19);
- Agosto 1962 (Intensità al sito: Is=6e; Magnitudo Momento: Mw=6,19).

2.4 Inquadramento meteoclimatico

La Campania è caratterizzata da un clima mediterraneo lungo le coste e temperato costiero nelle aree interne e montane. In accordo con Mennella (1967) la regione ricade nel regime pluviometrico sublitoraneo appenninico, con un massimo periodo di piovosità in autunno-inverno.

La distribuzione spaziale delle precipitazioni è condizionata dalla presenza e dall'orientamento delle principali dorsali della catena appenninica, che si elevano fino a 2.000 m s.l.m., e dalla prossimità di queste ultime al Mar Tirreno.

Le estati sono calde e secche, mentre gli inverni sono moderatamente freddi e piovosi. Le temperature medie annue variano tra i 10°C delle aree montuose interne, i 15,5°C delle piane intramontane e i 18°C lungo la costa (Ducci e Tranfaglia 2005).

Dalla centralina meteo installata all'interno dell'area servizi della discarica è stato possibile ottenere i dati riguardanti la temperatura, l'umidità, il vento e le precipitazioni. Si riportano, di seguito, le tabelle di riepilogo dei dati a partire dal 2014 ad oggi).

Data	Umidità MEDIA (%)	Umidità MINIMA (%)	Umidità MASSIMA (%)	Temp MEDIA (°C)	Temp MINIMA (°C)	Temp MASSIMA (°C)	Velocità Vento MEDIA (m/s)	Pioggia (mm)
Media Aprile 2014	74,51	73,35	75,67	9,45	9,31	9,59	1,91	82,80
Media Maggio 2014	70,37	69,15	71,63	12,28	12,13	12,42	1,73	51,80
Media Giugno 2014	65,19	64,00	66,41	17,41	17,24	17,59	1,76	79,80
Media Luglio 2014	68,53	67,43	69,65	18,66	18,49	18,84	2,00	38,20
Media Agosto 2014	63,94	62,98	64,89	20,16	19,99	20,33	2,01	1,60
Media Settembre 2014	74,97	74,02	75,94	16,23	16,09	16,36	1,69	91,20
Media Ottobre 2014	73,25	72,37	74,12	13,38	13,25	13,50	1,68	11,60
Media Novembre 2014	75,86	73,00	78,59	10,06	9,51	10,63	1,78	29,60
Media Dicembre 2014	77,62	74,52	80,56	4,56	4,06	5,08	1,64	65,60
TOT ANNO 2014	71,58	70,09	73,05	13,58	13,34	13,82	1,80	452,20

Tab. 1: Dati meteo-climatici anno 2014

Data	Umidità MEDIA (%)	Umidità MINIMA (%)	Umidità MASSIMA (%)	Temp MEDIA (°C)	Temp MINIMA (°C)	Temp MASSIMA (°C)	Velocità Vento MEDIA (m/s)	Pioggia (mm)
Media Gennaio 2015	77,68	74,87	80,41	3,27	2,78	3,77	1,88	125,60
Media Febbraio 2015	75,23	72,43	77,97	3,10	2,64	3,57	2,17	90,80
Media Marzo 2015	72,24	69,52	74,93	5,86	5,39	6,35	2,64	61,80
Media Aprile 2015	66,94	63,27	70,50	8,96	8,32	9,63	1,97	50,00
Media Maggio 2015	65,72	61,98	69,39	14,28	13,58	15,01	1,90	12,40
Media Giugno 2015	58,71	55,10	62,31	17,78	17,03	18,55	1,85	35,00
Media Luglio 2015	52,10	49,07	55,09	22,96	22,18	23,76	1,94	18,00
Media Agosto 2015	57,28	54,12	60,40	21,51	20,76	22,26	1,90	17,80
Media Settembre 2015	57,84	54,85	60,72	17,07	16,39	17,75	1,90	23,40
Media Ottobre 2015	79,30	76,67	81,78	11,80	11,35	12,28	1,75	217,60
Media Novembre 2015	79,52	76,86	82,08	7,49	7,00	7,99	1,50	32,20
Media Dicembre 2015	77,94	75,30	80,51	4,06	3,50	4,64	1,02	2,60
TOT ANNO 2015	68,37	65,34	71,34	11,51	10,91	12,13	1,87	687,20

Tab.2: Dati meteo-climatici anno 2015

Data	Umidità MEDIA (%)	Umidità MINIMA (%)	Umidità MASSIMA (%)	Temp MEDIA (°C)	Temp MINIMA (°C)	Temp MASSIMA (°C)	Velocità Vento MEDIA (m/s)	Pioggia (mm)
Media Gennaio 2016	80,28	77,60	82,86	3,43	2,97	3,91	2,02	49,80
Media Febbraio 2016	78,22	75,21	81,12	6,08	5,54	6,62	2,23	66,60
Media Marzo 2016	76,98	73,94	79,89	5,47	4,97	5,98	0,99	90,60
Media Aprile 2016	69,03	65,43	72,53	11,05	10,41	11,70	0,07	73,60
Media Maggio 2016	74,32	70,60	77,92	12,34	11,69	13,00	0,13	109,20
Media Giugno 2016	72,43	71,20	73,68	17,30	17,13	17,47	0,11	69,00
Media Luglio 2016	61,62	60,53	62,70	22,44	22,27	22,61	1,01	34,00
Media Agosto 2016	63,86	60,60	67,10	22,26	21,52	23,01	1,66	19,20
Media Settembre 2016	77,76	74,62	80,68	17,84	17,22	18,47	1,40	81,80
Media Ottobre 2016	82,17	79,22	84,94	14,23	13,70	14,78	1,51	120,00
Media Novembre 2016	82,57	79,66	85,33	10,20	9,66	10,74	1,70	77,20
Media Dicembre 2016	72,58	69,48	75,76	5,48	4,90	6,08	1,65	4,20
TOT ANNO 2016	74,32	71,51	77,04	12,34	11,83	12,86	1,21	795,20

Tab.3: Dati meteo-climatici anno 2016

Data	Umidità MEDIA (%)	Umidità MINIMA (%)	Umidità MASSIMA (%)	Temp MEDIA (°C)	Temp MINIMA (°C)	Temp MASSIMA (°C)	Velocità Vento MEDIA (m/s)	Pioggia (mm)
Media Gennaio 2017	78,26	75,43	81,00	2,27	1,85	2,69	2,30	81,40
Media Febbraio 2017	78,59	75,70	81,38	7,70	7,19	8,21	2,20	43,20
Media Marzo 2017	64,77	61,31	68,23	9,73	9,04	10,40	2,47	38,80
Media Aprile 2017	67,45	63,95	70,88	11,31	10,63	11,98	2,09	21,00
Media Maggio 2017	67,13	63,56	70,62	15,70	15,01	16,39	1,86	51,00
Media Giugno 2017	58,69	55,40	61,89	22,11	21,39	22,86	1,95	7,60
Media Luglio 2017	48,37	45,45	51,23	24,07	23,26	24,88	2,13	2,80
Media Agosto 2017	40,41	37,99	42,80	25,86	25,07	26,67	1,99	0,20
Media Settembre 2017	66,89	63,63	69,97	17,61	16,97	18,28	2,01	61,20
Media Ottobre 2017	61,96	59,20	64,67	14,40	13,79	15,02	2,13	18,40
Media Novembre 2017	77,01	74,27	79,60	8,90	8,40	9,42	1,88	78,60
Media Dicembre 2017	76,14	73,35	78,78	4,95	4,48	5,43	2,28	95,00
TOT ANNO 2017	65,47	62,44	68,42	13,72	13,09	14,35	2,11	499,20

Tab.4: Dati meteo-climatici anno 2017

Data	Umidità MEDIA (%)	Umidità MINIMA (%)	Umidità MASSIMA (%)	Temp MEDIA (°C)	Temp MINIMA (°C)	Temp MASSIMA (°C)	Velocità Vento MEDIA (m/s)	Pioggia (mm)
Media Gennaio 2018	78,30	75,46	81,07	6,93	6,42	7,43	1,98	48,20
Media Febbraio 2018	78,15	75,63	80,59	4,33	3,93	4,76	2,20	74,20
Media Marzo 2018	79,17	75,80	82,41	7,73	7,20	8,27	2,58	103,80
Media Aprile 2018	65,49	61,81	69,06	13,96	13,26	14,65	1,95	21,00
Media Maggio 2018	79,98	76,56	83,10	16,21	15,60	16,82	1,79	142,20
Media Giugno 2018	65,79	62,43	69,10	19,75	19,06	20,45	2,00	39,00
Media Luglio 2018	63,52	60,11	66,85	23,10	22,37	23,86	1,93	16,60
Media Agosto 2018	71,97	68,36	75,58	21,85	21,12	22,60	1,61	82,00
TOT ANNO 2018	72,80	69,52	75,97	14,23	13,62	14,85	2,00	527,00

Tab.5: Dati meteo-climatici anno 2018

Come si evince dalle tabelle, dai dati sui millimetri di pioggia registrati, il mese più piovoso è stato Ottobre 2015 (217 mm) seguito dal mese di Maggio 2017 (142,2 mm).

Per avere un'informazione relativa all'incidenza che le piogge potrebbero avere sulle concentrazioni dei contaminanti ci si è focalizzati sugli eventuali eventi pluviometrici manifestatisi nelle date dei campionamenti, o nei giorni antecedenti, delle acque sotterranee, eseguiti da NATURA Srl,

nell'ambito del contratto (CIG 70688084E5) stipulato con SAMTE per i servizi di analisi e monitoraggio ambientale.

Giorno/i campionamento	Pioggia totale mensile (mm)	Millimetri di pioggia nelle date di campionamento o eventuali picchi antecedenti
27 luglio 2017	2,8	26/07/2017 1,6 mm
		27/07/2017 0,4 mm
24 agosto 2017	0,2	24/09/2017 0 mm
29 settembre 2017	61,2	25/09/2017 12 mm
		29/09/2017 0 mm
26 ottobre 2017	18,4	23/10/2017 8 mm
		24/10/2017 1,8 mm
		26/10/2017 0 mm
30 novembre 2017	78,6	6/11/2017 24 mm
		29/11/2017 5,2 mm
		30/11/2017 12,6 mm
20 dicembre 2017	95	13/12/2017 16 mm
		15/12/2017 22 mm
		20/12/2017 0 mm
31 gennaio 2018	48,2	29-30/01/2018 0,4 mm
		31/01/2018 0 mm
13-14 febbraio 2018	74,2	06/02/2018 13 mm
		13/02/2018 3,5 mm
		14/02/2018 0,2 mm
29 marzo 2018	103,8	18-21/03/2018 34 mm
		29/03/2018 0 mm
26 aprile 2018	21	26/04/2018 0 mm
24 maggio 2018	142,2	08/05/2018 41,8 mm
		23/05/2018 36,8 mm
		24/05/2018 0,4 mm
27 giugno 2018	39	22/06/2018 13 mm
		27/06/2018 0 mm
31 luglio 2018	16,6	23/07/2018 12 mm
		31/07/2018 0 mm
29 agosto 2018	82	15-18/08/2018 54,4 mm
		29/08/2018 0 mm

Tab.6: precipitazioni intercorse durante i campionamenti Natura

Si può notare come per i mesi di Dicembre 2017, Marzo e Maggio 2018 si registrano eventi superiori ai 20 mm di pioggia ravvicinati al giorno di campionamento. In Luglio e Novembre 2017, e Febbraio 2018 si è verificato un evento pluviometrico il giorno stesso del campionamento. Tra questi il più ingente è quello del 30 Novembre 2017 con 12,6 mm di pioggia.

Nella fig.5 si evidenzia la correlazione esistente tra l'oscillazione dei livelli di falda riscontrati nei vari piezometri monitorati nell'ultimo anno rispetto ai dati di piovosità del periodo.

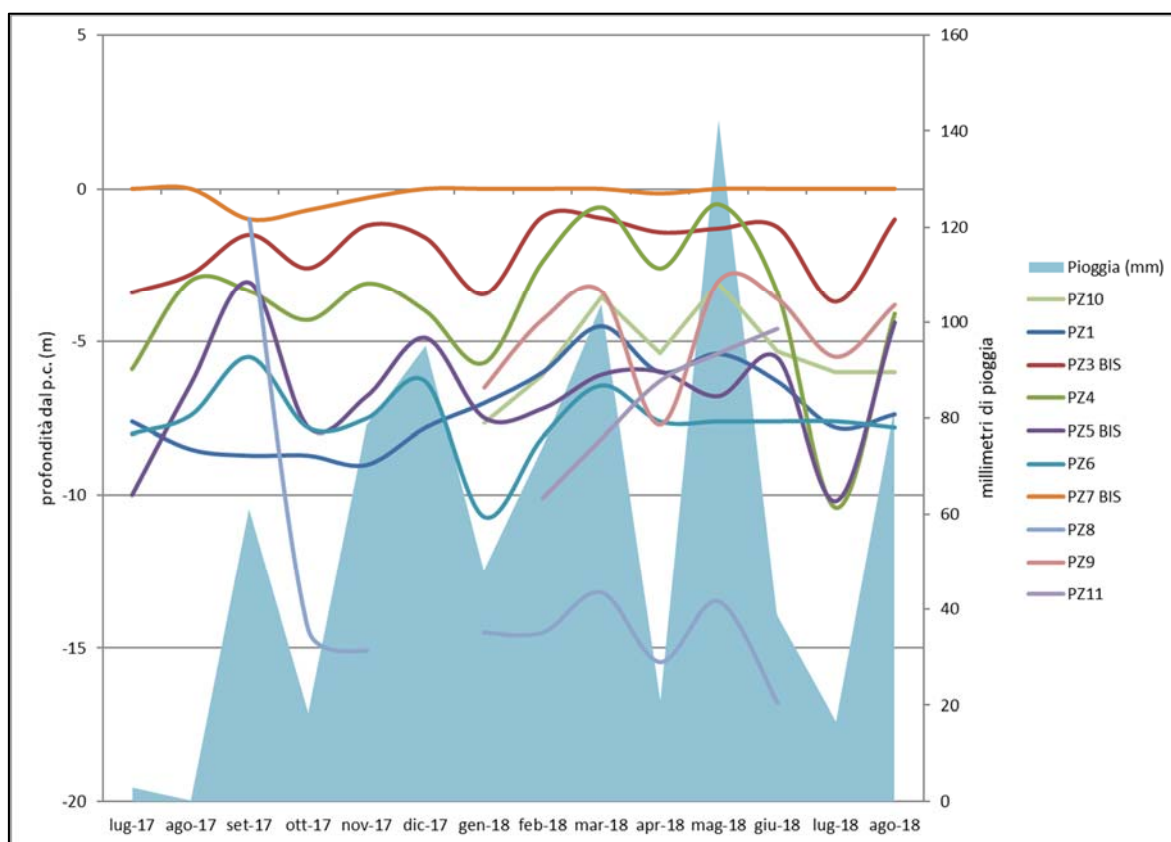


Fig.5: grafico di correlazione tra oscillazione livello falda e piovosità da Luglio 2017 ad Agosto 2018

I dati della velocità e della direzione del vento indicano una direzione media verso SE. Questo può darci un'indicazione circa l'eventuale spostamento dei potenziali plume di contaminazione atmosferica, qualora esistenti.

ANNO	VELOCITA' VENTO MEDIA (m/s)	DIREZIONE VENTO (°)	DIREZIONE VENTO (N)
2014	1,80	169	SE
2015	1,87	157	SE
2016	1,21	221	SW
2017	2,11	167	SE
2018	2,00	168	SE

Tab.7: Velocità e direzione del vento da Aprile 2014-Agosto 2018

3. INQUADRAMENTO STORICO DEL SITO

La Legge n.87 del 5 Luglio 2007, conversione del D.I. 61/2007, individuò nel Comune di Sant'Arcangelo Trimonte, uno dei siti da destinare a discarica per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani e speciali non pericolosi.

Ad Aprile 2008 sono iniziate le attività di realizzazione della discarica con Committente la Presidenza del Consiglio dei Ministri e con Impresa Esecutrice la Daneco Impianti S.r.l. (ex Daneco S.p.A.). Nel Dicembre 2009 la gestione operativa della discarica è passata dal Commissariato alla Provincia di Benevento, attraverso la società partecipata SAMTE S.r.l. (Sannio Ambiente e Territorio S.r.l.), che si occupa della gestione del ciclo dei rifiuti sul territorio provinciale.

Il sito è suddiviso in due principali vasche il Lotto 1 (con una capacità di circa 220.000 m³) e la Vasca Est a sua volta suddivisa in altri 3 sub-lotti (Lotti 2, 3 e 4, con una capacità di circa 620.000 m³).

Ognuno dei lotti è dotato di un sistema di captazione e di sollevamento del percolato che, attraverso delle elettropompe, viene convogliato nei silos di stoccaggio del percolato, situati nell'area servizi della discarica, che hanno una capacità complessiva di 700 m³.

La discarica è dotata anche di un sistema di captazione del biogas che viene convogliato ad un impianto di combustione (torcia).

Nella fig.6 si riporta un'immagine satellitare con l'identificazione dei vari lotti.

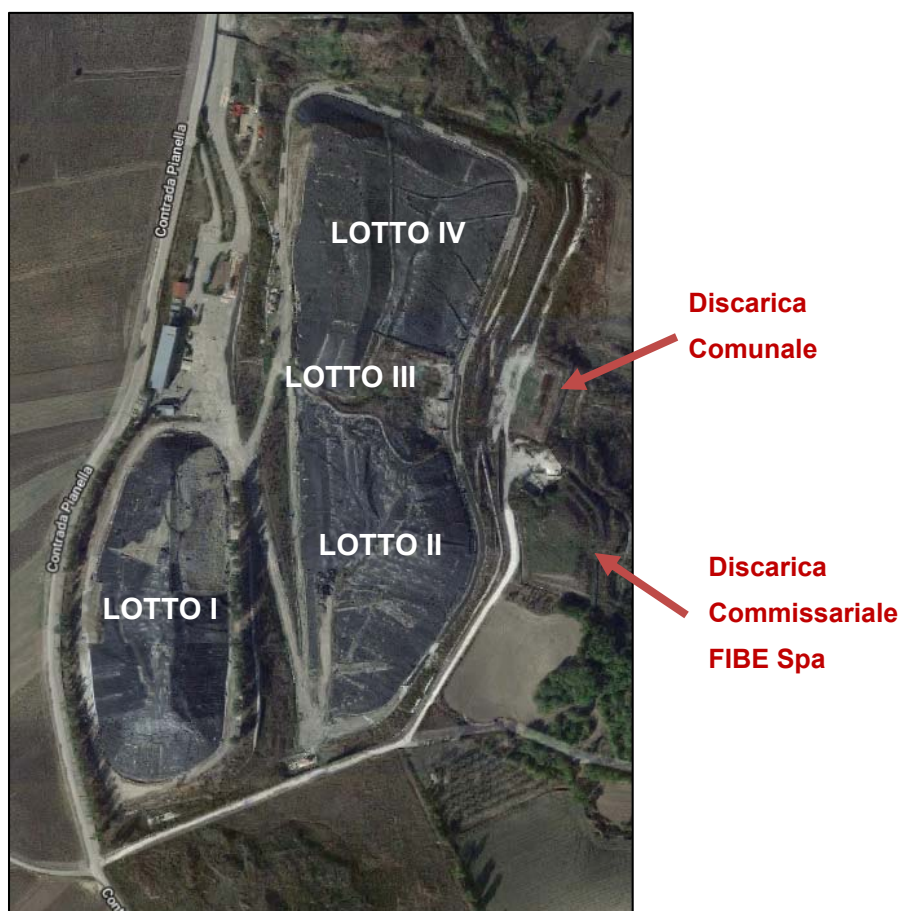


Fig.6: immagine satellitare discarica con individuazione lotti

L'impianto, classificato come discarica per rifiuti non pericolosi autorizzato alle operazioni di smaltimento D1 ("deposito sul o nel suolo"), ha un'estensione complessiva di circa 135.000 m² ed una capacità complessiva di circa 840.000 m³ al lordo delle coperture provvisorie e giornaliere ad assestamento dei rifiuti avvenuto. A Nord e a Sud del sito sono presenti, inoltre, altre due aree, complessivamente di 56.000 m², destinate allo stoccaggio provvisorio del terreno di risulta dalle operazioni di scavo.

L'esercizio della discarica è stato autorizzato per lotti o stralci funzionali, utilizzando lo strumento, previsto dal codice degli appalti, della consegna anticipata ai sensi dell'Art.200 del D.P.R. 554/99 con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n.239/2008, con le quali si autorizzava l'entrata in esercizio dei summenzionati lotti, per rispondere alle esigenze legate all'emergenza, per lo smaltimento dei rifiuti RSU, sopraggiunta sul territorio regionale.

Si riporta di seguito una tabella di riepilogo dei periodi, e delle relative ordinanze, di entrata in esercizio dei singoli lotti.

Data	Ordinanza N.	Parti d'opera consegnate alla Stazione Appaltante per la messa in esercizio
24/06/2008	1262/MITO	Lotto 1 / Vasca Sud
22/07/2008	0005095	Lotto 1 / Vasca Nord
09/10/2008	0015848	Incremento volumetrico Lotto 1
31/12/2008	0027642	Lotto 4 / Sud; Lotto 4 / Nord
23/06/2009	141	Primo Incremento volumetrico Lotto 4
17/07/2009	168	Secondo Incremento volumetrico Lotto 4
17/03/2009	61 / 62	Lotto 2 / Vasca Nord – Lotto 3
01/06/2009	131	Lotto 2 / Vasca Centro
06/08/2009	182	Lotto 2 / Vasca Sud

Tab.8: autorizzazioni all'entrata in esercizio dei lotti della discarica

In data 18/03/2011, in esecuzione al Decreto GIP n.3452/10, la discarica è stata sottoposta a sequestro preventivo, disponendo che la Concessionaria Daneco Impianti S.r.l. avesse facoltà d'uso limitatamente alle seguenti attività:

- sversamento di rifiuti nel solo lotto 1;
- rimozione continua del percolato;
- copertura delle parti di discarica non interessate dallo sversamento;
- realizzazione delle opere e dei lavori previsti nei progetti e nelle loro varianti;
- ogni altra opera o lavoro necessari per la messa in sicurezza della discarica e per evitare l'inquinamento del sottosuolo e delle acque.

Come riportato nel *“Resoconto del Verbale della Conferenza dei Servizi”* tenutasi il 16.05.2018, tale sequestro si è protratto *“fino all'8 Novembre 2018 data in cui con Ordinanza n.50/2017 la magistratura ha disposto il dissequestro con prescrizioni dei soli lotti I e II della discarica. Pertanto, allo stato, la discarica è tornata nella disponibilità della SAMTE che, in base all'AIA rilasciata con OPCM n.291/2009, attualmente vigente, e alle prescrizioni dell'ordinanza di dissequestro suddetta, potrebbe, ove lo ritenesse opportuno, riprendere l'attività.”*

Il provvedimento di sequestro, come si legge nella Relazione SAMTE *“R2: Discarica di S. arcangelo Trimonte”*, redatta a Maggio 2011 dall'Ing. P. Viparelli, è nato *“da ipotizzati comportamenti criminosi messi in atto dalla Daneco Impianti S.r.l. nel corso della gestione, ma anche dalle condizioni di possibile*

disastro ambientale derivanti dai dissesti idrogeologici in atto fin dai primi momenti della messa in opera dell'impianto stesso, nelle more della realizzazione delle ulteriori opere di messa in sicurezza."

Dagli allegati delle Relazioni dei Tavoli Tecnici della Commissione di Vigilanza, in particolare dalle Relazioni N.4, N.5 e N7, è stato possibile estrapolare i dati riguardanti i conferimenti nel periodo 2010-2011, divisi per codice CER, distinguendo le quantità di rifiuti provenienti dai paesi della provincia di Benevento da quelli fuori provincia, per comprenderne meglio l'apporto logistico per tale sito. I CER presi in considerazione sono i seguenti:

- **19.12.12:** altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19.12.11;
- **19.05.01:** parte di rifiuti urbani e simili non compostata;
- **20.03.01:** rifiuti urbani non differenziati;
- **19.05.03:** rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19.03.04;
- **20.03.99:** rifiuti urbani non specificati altrimenti;
- **19.07.03:** percolato di discarica, diverso da quello di cui alla voce 19.07.02;
- **17.05.04:** terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17.05.03;
- **19.02.06:** fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, diversi da quelli di cui alla voce 19.02.05.

	CER 19.12.12		CER 19.05.01		CER 20.03.01	
PROVENIENZA	Tonnellate	%	Tonnellate	%	Tonnellate	%
Provincia di Benevento	36.782,22	44,31	0,00	0,00	3.519,42	97,18
Altre prov. Della Campania	46.226,72	55,69	25,75	100,00	102,24	2,82
TOTALE ANNO 2010	83.008,94	100,00	25,75	100,00	3.621,66	100,00

Tab.9: totale conferimento rifiuti nell'anno 2010 presso la discarica divisi per codice CER

	CER 19.12.12		CER 19.05.01		CER 20.03.01	
PROVENIENZA	Tonnellate	%	Tonnellate	%	Tonnellate	%
Provincia di Benevento	11.314,67	51,74	0,00	0,00	0,00	0,00
Altre prov. Della Campania	10.555,14	48,26	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTALE 1° Quadrimestre 2011	21.869,81	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab.10: totale conferimento rifiuti nell'anno 2011 presso la discarica divisi per codice CER

	CER 19.12.12		CER 19.05.01		CER 20.03.01	
PROVENIENZA	Tonnellate	%	Tonnellate	%	Tonnellate	%
Provincia di Benevento	48.096,89	45,86	0,00	0,00	3.519,42	97,18
Altre prov. Della Campania	56.781,86	54,14	25,75	100,00	102,24	2,82
TOTALI DAL 01/01/2010 AL 30/04/2011	104.878,75	100,00	25,75	100,00	3.621,66	100,00

Tab.11: totale conferimento rifiuti del periodo 2010-2011 presso la discarica divisi per codice CER

PROVENIENZA	Tonnellate	%
Provincia di Benevento	51.616,31	47,56
Altre prov. Della Campania	56.909,85	52,44
TOTALE RIFIUTI DAL 01/01/2010 AL 30/04/2011	108.526,16	100,00

Tab.12: totale conferimento rifiuti del periodo 2010-2011

Mentre, di seguito, si riportano due tabelle riepilogative dei rifiuti conferiti sino al 2011, anno del sequestro, e prodotti/smaltiti dall'inizio dell'attività ad oggi.

	RIFIUTI CONFERITI (tonnellate)				
	CER 19.12.12	CER 19.05.01	CER 20.03.01	CER 19.05.03	CER 20.03.99
2008	208,31	18.328,83	223.955,00	380,97	812,34
2009	76.149,79	4.280,75	303.591,18	0,00	0,00
2010	83.039,38	25,75	3.621,66	0,00	0,00
2011	38.063,53	0,00	66,36	0,00	0,00
TOT.	197.461,01	22.635,33	531.234,20	380,97	812,34

Tab.13: totale conferimenti rifiuti periodo 2008-2011

	PRODOTTI E SMALTITI (TONNELLATE/ANNO)		
	CER 19.07.03	CER 17.05.04	CER 19.02.06
2008	4.142,09	59.690,71	
2009	13.474,93	101.068,62	
2010	20.685,45		
2011	15.669,68		
2012	11.749,60		71,80
2013	9.676,50		
2014	4.096,66		
2015	10.198,45		

PRODOTTI E SMALTITI (TONNELLATE/ANNO)			
	CER 19.07.03	CER 17.05.04	CER 19.02.06
2016	9.327,47		
2017	5.961,67		
2018	7.170,75		
Totale	112.153,25	160.759,33	71,80

Tab.14: totale rifiuti prodotti/smaltiti periodo 2008-2011

Come si può notare dalla tabella precedente, l'attività di raccolta e smaltimento di percolato continua sino al 2018, mentre i conferimenti, come già documentato, sono cessati nel 2011. È possibile notare una certa correlazione tra i quantitativi di percolato prodotto, il periodo di esercizio della discarica e la piovosità del sito: gli anni di maggior produzione di percolato sono quelli del triennio 2009-2011, coincidenti con gli anni di effettivo esercizio dell'impianto; per tutti gli anni a seguire, invece, a partire dal 2014, anno in cui abbiamo disponibilità dei dati meteo completi, si notano quantitativi maggiori di percolato prodotto/smaltito in corrispondenza di anni con piovosità particolarmente elevata. Nella tabella seguente si riporta una tabella esplicativa.

	Percolato (CER 19.07.03) (Ton.)	Piovosità (mm)
2014	4.096,66	452,20
2015	10.198,45	687,20
2016	9.327,47	795,00
2017	5.961,67	499,00
2018	7.170,75	527,00
Totale	112.153,25 Ton	2.960,40 mm

Come si legge nella relazione dell'A.I.A., approvata dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Sottosegretariato all'Emergenza Rifiuti Campania, con Ordinanza n.291 del 31.12.2009, al fine di ridurre notevolmente la produzione di percolato in discarica si è proceduto a ricoprire i vari lotti con telo in HDPE (1,0 mm). Il sistema di telatura prevede, in corrispondenza dell'ancoraggio dei teli a valle delle scarpate, una canaletta in calcestruzzo larga circa 50 cm e profonda 30 cm che, assumendo la pendenza naturale della viabilità perimetrale, permette di captare le acque meteoriche ricadenti sulle aree telate, convogliandole nella rete di raccolta delle acque della discarica.

Allo stato attuale, i Lotti 1,2 e 4 risultano coperti da telo HDPE mentre il solo Lotto 3 ne risulta ancora sprovvisto a causa, soprattutto, dell'anomalo profilo dell'abbancamento dei rifiuti che non consente di realizzare una protezione a regola d'arte (criticità riportata anche nella relazione conclusiva *"Indagini finalizzate alla verifica dell'integrità dei teli di impermeabilizzazione nonché all'identificazione di eventuali dispersioni di percolato"* e *"Caratterizzazione geochimica-ambientale dei suoli circostanti la discarica"*, redatta dal Prof. Cicchella, il 25.07.2017).



Fig.7: Lotto I



Fig.8: Lotto II, III, IV

Ad Est della discarica è presente un'opera di canalizzazione che convoglia le acque di prima pioggia e di ruscellamento direttamente nel corpo idrico superficiale localizzato a valle (Vallone Pazzano). Contestualmente alle fasi di realizzazione e di messa in esercizio dell'impianto, a seguito di fenomeni di dissesto che hanno interessato alcuni lotti del sito, sono state previste e realizzate una serie di opere di stabilizzazione dei versanti. Nello specifico, allo stato attuale della redazione del presente elaborato, le opere eseguite sono quelle previste dal progetto esecutivo (con le relative integrazioni previste), ovvero le seguenti:

- **Lotto 1, 2 e 4:** per tutti sono state realizzate delle palificate costituite da una cortina di pali trivellati accostati, collegati in testa da una trave in calcestruzzo e l'inserimento di due file di tiranti di rinforzo in corrispondenza della trave di collegamento tra le palificate. La realizzazione di un diaframma drenante approfondito fino a 20 m dal piano campagna. E la regimazione delle acque di ruscellamento tramite l'installazione di canalette di raccolta che permettono lo smaltimento delle stesse nel torrente di valle.
- **Lotto 3:** realizzate tutte le opere, previste da progetto anche per gli altri lotti, a meno della trave di coronamento e dei relativi tiranti.

Inoltre, nella zona di versante a valle della vecchia discarica, laddove era in atto un movimento franoso retrogressivo con caratteristiche di colata, sono stati previsti e realizzati:

- interventi di stabilizzazione quali lo scavo del terreno in frana con la relativa asportazione dei primi metri di materiale instabile e la relativa riprofilatura del versante;
- 3 muretti in calcestruzzo armato intestati su micropali posti a cavalletto con la funzione di intercettazione della restante coltre instabile e trasferimento delle spinte negli strati profondi;
- Regimazione delle acque di ruscellamento tramite l'installazione di canalette di raccolta;
- Inerbimento e piantumazione del piano finito del versante.



Fig.9: opere di stabilizzazione per il versante Est della discarica

3.1 Matrici Piano di Monitoraggio (A.I.A.)

Nella relazione dell'A.I.A., sono altresì fornite tutte le indicazioni circa le attività di autocontrollo previste dal Piano di Monitoraggio. Tutte le attività di analisi e monitoraggio ambientale, a partire da Luglio 2017, sono state affidate alla società NATURA Srl (giusto contratto CIG 70688084E5).

Tali attività riguardano le seguenti matrici:

PIANO DI MONITORAGGIO (A.I.A.)	
Matrici	Frequenze campionamento
Percolato (CER 19.07.03)	trimestrale
Acque sotterranee	mensile

PIANO DI MONITORAGGIO (A.I.A.)	
Matrici	Frequenze campionamento
Acque di prima pioggia	semestrale
Acque di ruscellamento e seconda pioggia	trimestrale
Emissioni in atmosfera (biogas)	annuale
Aria ambiente (a portata costante)	mensile
Aria ambiente (campionatori diffusivi)	mensile

Tab.15: Matrici da analizzare da Piano Monitoraggio (A.I.A.)

3.2 Studi pregressi e criticità riscontrate sul sito

Le problematiche ambientali della discarica di S.Arcangelo Trimonte sono state oggetto di studi già prima della sua realizzazione e messa in esercizio, con particolare riferimento allo stato di eventuale contaminazione delle acque sotterranee, in quanto negli anni sono emerse importati criticità con superamenti, per diversi parametri, dei limiti fissati dal D.Lgs. 152/2006 per le CSC.

Attualmente, sulla discarica sono presenti n.10 piezometri, localizzati come riportato in fig.10.



Fig.10: Localizzazione piezometri: in blu i piezometri di nuova progettazione (realizzati a fine 2017)

PIEZOMETRO	COORDINATE (WG S84)		PROFONDITA' PIEZOMETRO (m)
PZ1	41°10'28.2"N	14°55'25.0"E	26,4
PZ3 BIS	41°10'16.3"N	14°55'31.8"E	22,5
PZ4	41°10'20.6"N	14°55'22.1"E	17,6
PZ5 BIS	41°10'21.4"N	14°55'34.0"E	24,2
PZ6	41°10'21.0"N	14°55'26.0"E	22,8
PZ7 BIS	41°10'27.5"N	14°55'27.5"E	29,5
PZ8	41°10'27.5"N	14°55'36.5"E	24,5
PZ9*	41°10'16.7"N	14°55'21.7"E	12
PZ10*	41°10'18.5"N	14°55'26.0"E	12
PZ11*	41°10'23.2"N	14°55'33.5"E	12

PIEZOMETRO	COORDINATE (WG S84)	PROFONDITA' PIEZOMETRO (m)
*Piezometri di nuova realizzazione (Dicembre 2017), secondo indicazioni ARPAC		

Tab.16: Ubicazione e profondità piezometri

Come riportato nella relazione *“Contenuti e modalità dell'Autorizzazione Integrata Ambientale”*, redatta ai sensi del Decreto Legge n.195 del 30.12.2009, si legge che *“lo studio idrogeologico integrativo commissionato allo Studio Tecnico Associato Bortolami e Di Molfetta...evidenzia che esistono alcuni parametri caratteristici del sito, precedenti all'inizio dei lavori di realizzazione della discarica, i cui valori superano i limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., come evidenziato da approfonditi studi svolti da ARPAC. Tale contaminazione è da imputare a cause di carattere naturale e per tale ragione le caratteristiche delle acque sotterranee e degli scarichi di acque meteoriche devono essere confrontate e conseguentemente autorizzate con riferimento ai valori di bianco e ai valori riscontrati durante le attività di monitoraggio invece che con i valori limite previsti dalla normativa, in virtù soprattutto della forte oscillazione che tali valori possiedono a seconda delle stagioni e dal fatto che tali superamenti si riscontrano anche nei piezometri di monte (in riferimento alla direzione della falda) lontani dalle aree di conferimento...”*

I parametri che, ad oggi, hanno riscontrato nel corso delle attività di monitoraggio superamenti dei valori limite di legge e forti oscillazioni stagionali sono nel dettaglio: Manganese, Fluoruri, Solfati, Alluminio, Nichel, Ferro e Piombo.

Relativamente ai parametri Manganese, Fluoruri, Solfati, Alluminio e Nichel, sono stati riscontrati valori oltre i limiti di legge anche nella caratterizzazione del bianco ARPAC di Marzo 2008 unitamente ai superamenti dei parametri Selenio e Mercurio.”

In data 11.10.2017 l'ARPAC ha redatto la relazione *“Analisi temporale delle acque sotterranee in corrispondenza della discarica di S. Arcangelo Trimonte: valori di fondo, tendenze, livello di inquinamento”*, facendo seguito alla richiesta formulata della Regione Campania, Direzione Generale per l'Ambiente, Difesa del Suolo ed Ecosistema, nel corso di una riunione tenutasi presso gli uffici regionali in data 04.08.2017, al fine di riassumere lo stato dei fatti (oltre che per valutare la possibilità di ricominciare ad utilizzare nuovamente i Lotti 1 e 2, nei limiti delle volumetrie autorizzate in fase di progetto), a valle di dieci anni di misure delle acque effettuate sia da parte dell'ARPAC stessa che dai controlli effettuati dai gestori, che oggi consentono di valutare l'andamento nel tempo sia del regime piezometrico che delle concentrazioni dei principali parametri investigati. Allo stato attuale, con i recenti aggiornamenti normativi e attraverso un'analisi statistica

che ha tenuto conto della serie storica di dati a disposizione, si è stati in grado finalmente di definire i Valori di Fondo Naturale esistenti sul sito.

Fino a Luglio 2017 l'ARPAC, sulla base delle linee guida ISPRA fino ad allora vigenti e dei dati disponibili, non ha avuto la possibilità di definire i valori di bianco per i parametri chimici richiesti nell'A.I.A.. Solo in seguito all'emanazione della nuova direttiva europea sulle acque sotterranee, del D.M. di Luglio 2016 e delle nuove Linee Guida ISPRA, pubblicate proprio a Luglio 2017, è stata prevista una nuova procedura per la definizione dei Valori di Fondo basata sui dati effettivamente disponibili. È stato, quindi, eseguito uno studio statistico prendendo in considerazione tutti i dati di monitoraggio delle acque raccolti a partire dal 2008 fino al 2017.

Come si legge nella succitata relazione, *“le sostanze prese in considerazione ai fini della determinazione del fondo naturale sono stati: Alluminio, Arsenico, Cromo, Ferro, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Fluoruri e Solfati. La disamina dei dati sopra richiamati ha consentito di rilevare che per parte di esse non risulta necessario definire valori di fondo naturale, in quanto le concentrazioni nelle acque sono generalmente inferiori alle CSC di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06.”*

Invece, per Alluminio, Ferro, Manganese, Nichel, Solfati e Fluoruri sono stati definiti i valori di fondo riportati nella tabella seguente:

PROSPETTO DETERMINAZIONE VALORI FONDO NATURALE						
PARAMETRI	Al (µg/l)	Fe (µg/l)	Mn (µg/l)	Ni (µg/l)	Fluoruri (µg/l)	Solfati (mg/l)
VALORI CSC D.Lgs. 152/2006	200	200	50	20	1500	250
VALORI FONDO ARPAC 2017	339	537	108	37	7376	582

Tab.17: Valori fondo naturale ARPAC

Alla luce dei nuovi valori di fondo naturale, la maggior parte dei superamenti sporadici rilevati nelle determinazioni analitiche ante operam rientra nei nuovi limiti.

Nella relazione si fa anche riferimento specifico alle situazioni esistenti ai vari piezometri presenti sul sito e alle vie preferenziali di afflusso degli inquinanti, *“le serie storiche dei dati mostrano le marcate differenze tra i piezometri di monte e di valle ed un aumento delle concentrazioni nel periodo 2010-2015 in tutti i piezometri, tranne quelli di monte, con picchi massimi nel periodo 2010-2012, successivamente agli eventi franosi. Le concentrazioni sono generalmente in diminuzione dal 2013, tranne che per Manganese e Solfati. Da segnalare che le concentrazioni più elevate di inquinanti si osservano presso il piezometro P5 bis, ubicato subito a valle del Lotto III, a pochi metri di distanza dai piezometri utilizzati per la caratterizzazione*

delle due discariche dismesse situate immediatamente a valle e, pertanto, non si può escludere per tale punto un contributo all'inquinamento da parte delle vecchie discariche.

Per una valutazione del possibile contributo del percolato alla determinazione dei valori misurati, sono stati considerati anche i parametri Cloruri, Conducibilità, Ammoniacale e COD, per i quali analogamente si riscontra una marcata differenza tra i piezometri di monte e di valle ed una tendenza alla diminuzione nell'ultimo triennio.

Per quanto riguarda le vie preferenziali di afflusso degli inquinanti sono da considerare una serie di fattori che potrebbero aver originato le elevate concentrazioni misurate a partire dal 2010. Tali fattori sono il possibile afflusso dal sistema di collettamento del percolato e dalle aree di servizio della discarica, l'inquinamento dal fondo degli invasi della discarica, l'impatto degli eventi franosi e degli interventi successivi.

Per cercare di dirimere tale incertezza ed anche al fine di corrispondere alla recente richiesta della Regione Campania circa la possibilità di riutilizzare per il conferimento di rifiuti i Lotti I e II della discarica, si è proceduto ad una valutazione congiunta dei dati geologici ed idrogeologici, dei dati sul monitoraggio dei piezometri (ubicati in prossimità dei Lotti I e II) e dei risultati della campagna di indagini geoelettriche eseguite dal Prof. Cicchella." Di seguito vengono, quindi, esaminati i dati relativi ai piezometri ubicati in prossimità dei 2 lotti summenzionati, ovvero: il P4, il P6 e il P3bis. L'ARPAC riporta che "per tali piezometri, dall'inizio del 2016, si osserva un generale rientro di tutti i superamenti delle CSC o dei valori di Fondo Naturale (FN), tranne che nei casi di seguito riportati:

- Per il piezometro P3bis, situato a valle del Lotto II, si osserva soltanto il superamento dei valori di FN fissati per i Solfati. In proposito occorre osservare che in tale piezometro le concentrazioni per questo parametro erano già molto elevate prima dell'apertura della discarica (1700 mg/l) e pertanto non si può escludere che esse possano derivare dalla vicinanza tra il piezometro e la vecchia discarica comunale. Si osserva tra l'altro che, dopo un picco nel 2011, si assiste ad una rapida diminuzione delle concentrazioni di COD, conducibilità e azoto ammoniacale (tipicamente indicatori di percolato), il che porta ad escludere che, al momento, ci sia un contributo del percolato.
- Per il piezometro P6, situato al margine orientale del Lotto I e in prossimità del Lotto III si osserva, invece, che l'As, precedentemente sempre stato al di sotto delle CSC, ha presentato un leggero incremento (15 µg/l) al di sopra del limite di 10 µg/l nell'autunno 2016 con successivo rientro nei limiti nel 2017. Per il Fe si è riscontrato un picco a quasi 1000 µg/l in un campione del 2017. Attualmente le concentrazioni sono rientrare nei limiti. Il Mn ha un andamento simile al Fe. Attualmente il valore è di 400 µg/l, anche per i Solfati è stato osservato un aumento delle concentrazioni con andamento oscillante sino ad oggi e talora il superamento del valore di fonda

naturale fissato. Per quanto riguarda i valori di COD si osserva che gli stessi si sono mantenuti bassi per tutto il periodo in esame, inducendo a ritenere che non ci sia stato contributo significativo diretto da parte del percolato di discarica.

- *Per il piezometro P4, ubicato a monte del Lotto I, i superamenti attuali riguardano il solo Mn.”*

Al momento della redazione della relazione ARPAC (Dicembre 2017), quindi, nei tre piezometri circostanti i Lotti I e II non sono stati rinvenuti eventi di contaminazione direttamente ascrivibili a qualche perdita di percolato. Per quanto riguarda i superamenti relativi al Manganese e ai Solfati, secondo l'ARPAC potrebbero essere ascrivibili a fenomeni di inquinamento residuale legati sia agli eventi di tracimazione di percolato avvenuti in passato, sia alla presenza delle vecchie discariche. Tali ipotesi derivano anche dal fatto che le indagini geoelettriche, realizzate a Luglio 2017 dal Prof. Cicchella, evidenziano l'integrità del telo in HDPE del fondo discarica. *“Pertanto, tenuto conto dell'assetto geologico del sito di discarica, che impedisce la diffusione degli eventuali inquinanti, dell'assetto idrogeologico locale, con l'assenza di una vera e propria falda, della netta diminuzione subita nel corso degli ultimi 18 mesi delle concentrazioni della maggior parte degli inquinanti che risultano tutti rientrati nelle CSC/FN all'infuori di Fe, Mn e Solfati dotati, peraltro, di scarsa tossicità per uomo e ambiente, dei risultati delle indagini geoelettriche, si ritiene che nulla osti al prosieguo dei conferimenti per le volumetrie autorizzate nei Lotti a condizione che:*

- 1) venga verificata la perfetta tenuta della barriera di confinamento lungo le sponde dell'invaso del Lotto II, nella parte interessata dalle tracimazioni di percolato dell'Aprile 2010 e Marzo 2011; quindi, se necessario, eseguire i più opportuni interventi di messa in sicurezza per garantire l'impermeabilità della barriera;*
- 2) venga integrata la rete di monitoraggio delle acque sotterranee, realizzando altri 3 piezometri di cui uno a monte del Lotto I, il secondo tra i Lotti I e II ed il terzo a valle del Lotto III. I piezometri dovranno essere attestati nei primi strati del sottosuolo fino ad una profondità di circa 10-12 m e attentamente sigillati nei primi 2 m dal piano campagna.*

La riapertura al conferimento di rifiuti per i 2 lotti resta comunque subordinata ad un accurato studio volto alla valutazione della pericolosità relativa agli eventi franosi sia localizzati che caratterizzanti l'intero versante.

Per quanto concerne, invece, il Lotto III, esso *“presenta una situazione di criticità in quanto rimasto incompleto durante la fase di realizzazione ed inoltre privo di telo di copertura. Esso, pertanto, rappresenta una possibile fonte di inquinamento e deve essere con urgenza messo in sicurezza, come dimostrato sia dallo studio*

del Prof. Cicchella, sia dai risultati del piezometro P5bis, per il quale, sebbene la maggior parte dei valori siano rientrati nei limiti di legge, permangono livelli molto elevati di COD che, comunque, potrebbero in parte dipendere anche dalle vecchie discariche.

Per il Lotto IV, il piezometro a valle, P8, mostra un andamento simile al P5 con elevate concentrazioni di COD." In riferimento alla condizione di cui al punto 2. summenzionato, si precisa che a fine Dicembre 2017 sono stati realizzati i n.3 piezometri aggiuntivi, secondo le precise considerazioni mosse dai tecnici ARPAC in una nota inviata a SAMTE S.r.l. del 15.04.2015 in cui affermano che *"per poter eseguire campionamenti maggiormente rappresentativi della qualità delle limitate acque sotterranee presenti nella zona di discarica, specialmente nelle aree a valle dell'impianto, possa essere utile realizzare nuovi piezometri finalizzati alla rilevazione separata delle falde e/o livelli saturi presenti nei primi strati superficiali del sottosuolo rispetto a quelli rinvenibili a maggiore profondità. Questo si rende necessario perché sembra che i piezometri attuali siano finestrati su tutta la lunghezza fino a oltre 25 metri dal piano campagna. Pertanto i nuovi piezometri dovrebbero essere realizzati a perfetta regola d'arte escludendo il contatto tra livelli idrici sovrapposti e la possibilità di contaminazioni da acque meteoriche superficiali o presenti nel primo strato superficiale del terreno."* Si riporta alla precedente fig.10 e tab.16 per verificare l'esatto posizionamento di tutti i piezometri (sia di vecchia che di nuova realizzazione).

A conclusione della relazione derivante dagli studi eseguiti, l'ARPAC richiede la necessità di esecuzione del presente Piano di Caratterizzazione: *"Sebbene la tipologia di inquinanti, ad oggi presenti in falda, non costituisca un particolare fattore di rischio sanitario e ambientale, ai sensi della normativa vigente, il sito è definibile comunque come potenzialmente contaminato e si ritiene, quindi, necessario procedere alla predisposizione ed esecuzione di un Piano di Caratterizzazione per verificare l'eventuale stato di contaminazione."*

Qualora all'esito della caratterizzazione e della successiva analisi di rischio il sito dovesse risultare contaminato il che, sulla base dei dati disponibili, sulle caratteristiche del sito e sulla contaminazione delle acque sotterranee appare, al momento, poco probabile, si dovrà valutare la tipologia di interventi da attuare, che potrebbero contemplare anche una messa in sicurezza operativa, secondo le modalità prescritte dal D.Lgs. 152/2006."

Ad integrazione dello studio ARPAC, si riportano delle tabelle di riepilogo relative alle analisi per il monitoraggio delle acque sotterranee, eseguite da NATURA S.r.l. nel periodo Luglio 2017-Agosto 2018, per i parametri per i quali sono stati stabiliti i valori di fondo naturale. Si specifica che con colore arancione sono indicati i valori che superano le CSC di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06, mentre con colore rosso sono indicati i valori che superano il Fondo

Naturale (FN). Le celle gialle con strisce oblique, invece, sono rappresentative dell'impossibilità di campionare quel determinato piezometro durante la campagna di riferimento.

Si precisa, inoltre, che per i piezometri PZ9, PZ10 e PZ11, i dati partono da Gennaio 2018 in quanto questi sono stati realizzati, su indicazioni dell'ARPAC, solo a partire da Dicembre 2018.

	FERRO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	< 20	< 20	< 20	164	314	< 20	373	-	-	-	200	537
ago-17	< 20	224	254	126	541	< 20		-	-	-	200	537
set-17	< 20	242	298	35	599	< 20	< 20	-	-	-	200	537
ott-17	< 20	< 20	59	114	959	38	690	-	-	-	200	537
nov-17	1911	23	417	383	553	< 20	610	-	-	-	200	537
dic-17	< 20	< 20	299	255	584	< 20		-	-	-	200	537
gen-18	< 20	< 20	< 20	52	< 20	< 20	343	< 20	< 20		200	537
feb-18	< 20	< 20	< 20	106	342	< 20	669	< 20	< 20	404	200	537
mar-18	< 20	< 20	< 20	34	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	200	537
apr-18	< 20	< 20	< 20	323	21	< 20	200	< 20	228	605	200	537
mag-18	< 20	< 20	25	179	466	< 20	301	93	< 20	419	200	537
giu-18	< 20	134	< 20	111	479	< 20	442	33	285	808	200	537
lug-18	42	< 20	< 20	735	102	< 20		< 20	195		200	537
ago-18	< 20	< 20	90	22	534	< 20	528	232	413	< 20	200	537

	MANGANESE (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	< 1	135	413	151	371	35	321	-	-	-	50	108
ago-17	9,4	326	562	260	423	6,1		-	-	-	50	108
set-17	4	236	720	12	419	2,5	2,5	-	-	-	50	108
ott-17	< 1	4,4	736	954	730	49	445	-	-	-	50	108
nov-17	255	< 1	596	342	405	2,4	348	-	-	-	50	108
dic-17	73	5,4	201	537	405	40		-	-	-	50	108
gen-18	< 1	3,4	168	450	67	7,5	373	655	3744		50	108
feb-18	1,1	1	2,8	235	433	9,1	415	103	1380	305	50	108
mar-18	1,4	7,1	52	247	11	55	448	708	1,3	278	50	108
apr-18	3,7	5,5	4,7	206	300	32	324	586	1112	457	50	108
mag-18	5,5	2,9	30	202	354	101	323	135	3,9	386	50	108
giu-18	4,1	108	631	127	357	127	378	1069	1727	604	50	108
lug-18	1,6	50	275	171	195	11		221	1612		50	108
ago-18	2,3	4,6	427	67	378	31	258	630	1809	261	50	108

	SOLFATI (mg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	161	1873	1298	2648	524	283	2962	-	-	-	250	582
ago-17	278	3364	1927	3167	875	285		-	-	-	250	582
set-17	176	1364	1174	2004	398	306	306	-	-	-	250	582
ott-17	220	2711	895	2333	273	253	2275	-	-	-	250	582
nov-17	137	1900	1244	2949	400	286	2523	-	-	-	250	582
dic-17	120	1837	2787	757	408	311		-	-	-	250	582
gen-18	112	1981	1284	3213	487	260	2788	2466	3792		250	582
feb-18	102	1772	60	3027	478	259	2488	1689	3174	4001	250	582
mar-18	75	1632	21	2755	399	222	2242	2385	71	4237	250	582
apr-18	83	1602	198	2250	393	377	1893	2602	1769	3455	250	582
mag-18	69	1686	20	2360	431	379	1981	176	48	3197	250	582
giu-18	89	1515	766	2548	506	457	1985	3047	2690	3625	250	582
lug-18	96	1444	1011	2254	508	182		2661	2842		250	582
ago-18	91	1132	1342	2096	356	506	2034	2912	2973	3972	250	582

	ALLUMINIO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	-	-	-	200	339
ago-17	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		-	-	-	200	339
set-17	16	< 10	< 10	24	< 10	< 10	< 10	-	-	-	200	339
ott-17	16	13	80	49	28	24	415	-	-	-	200	339
nov-17	1789	31	< 10	< 10	< 10	< 10	12	-	-	-	200	339
dic-17	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		-	-	-	200	339
gen-18	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	25	< 10	26		200	339
feb-18	11	< 10	15	46	< 10	< 10	23	15	23	27	200	339
mar-18	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	19	< 10	< 10	200	339
apr-18	20	13	16	25	< 10	< 10	19	19	15	43	200	339
mag-18	34	16	< 10	12	< 10	< 10	24	49	11	19	200	339
giu-18	< 10	24	< 10	49	< 10	< 10	1025	12	15	32	200	339
lug-18	21	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10		< 10	< 10		200	339
ago-18	< 10	32	16	26	< 10	22	29	16	< 10	13	200	339

	NICHEL (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	< 2.5	2,7	4,7	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-	-	-	20	37
ago-17	< 2.5	3,2	8,7	< 2.5	< 2.5	< 2.5		-	-	-	20	37
set-17	< 2.5	2,5	4,5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-	-	-	20	37

	NICHEL (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
ott-17	< 2.5	3,4	20	9,3	3,2	< 2.5	< 2.5	-	-	-	20	37
nov-17	7,4	< 2.5	5,7	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	-	-	-	20	37
dic-17	< 2.5	< 2.5	3,3	5,1	< 2.5	< 2.5		-	-	-	20	37
gen-18	< 2.5	< 2.5	3,4	4,4	7,9	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5		20	37
feb-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	6	7,9	< 2.5	< 2.5	< 2.5	3,5	7,9	20	37
mar-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	3,6	< 2.5	2,6	< 2.5	< 2.5	23	20	37
apr-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	4,8	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	15	20	37
mag-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	2,9	< 2.5	10	20	37
giu-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	3,5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	12	20	37
lug-18	< 2.5	4,3	4	< 2.5	7,4	< 2.5		< 2.5	< 2.5		20	37
ago-18	< 2.5	< 2.5	4	2,6	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	21	20	37

	FLUORURI (mg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC	FN
lug-17	4,3	1,6	0,86	1,1	1,2	2,4	1,6	-	-	-	1,5	7,3
ago-17	3,8	1,9	1,1	1,2	1,3	2,7		-	-	-	1,5	7,3
set-17	3,9	3,1	0,74	1,4	1,4	2,1	2,1	-	-	-	1,5	7,3
ott-17	3,9	1,5	0,53	0,82	0,75	2,4	1,3	-	-	-	1,5	7,3
nov-17	5,1	3,4	1,2	1	1,5	0,38	1,5	-	-	-	1,5	7,3
dic-17	4,4	2,7	1,7	3	1,3	2,7		-	-	-	1,5	7,3
gen-18	4,1	1,8	0,53	0,86	1,2	2,5	1,4	0,39	0,29		1,5	7,3
feb-18	3,8	2,6	1,4	0,83	1,1	2,4	1,3	1,2	0,85	0,83	1,5	7,3
mar-18	3,6	2,3	0,97	0,95	1,2	1,2	1,5	1,7	2,6	0,72	1,5	7,3
apr-18	4,4	2,2	0,94	0,95	1,2	1,8	1,5	0,74	1,1	0,76	1,5	7,3
mag-18	3,7	2,9	1	0,96	1,2	1,9	1,5	3,4	2,2	0,91	1,5	7,3
giu-18	4,1	2,4	0,83	0,9	1,2	2,3	1,5	0,6	0,64	0,65	1,5	7,3
lug-18	4,4	1,7	0,76	1,1	1,2	2,5		0,34	0,59		1,5	7,3
ago-18	4,2	3,3	0,65	1,4	1,2	1,8	1,6	0,29	0,43	0,71	1,5	7,3

Da notare come i Fluoruri hanno concentrazione maggiori nel piezometro a monte PZ1, mentre in nessun piezometro si rileva un superamento del valore di fondo naturale pari a 7,3 mg/L.

In fig.11 è riportata una schematizzazione rispetto ai parametri che hanno evidenziato i superamenti più frequenti durante il periodo di monitoraggio.



Fig.11: Schema superamenti frequenti ai vari piezometri

Superamenti spot oltre per Alluminio e Nichel si registrano anche per Arsenico, Piombo e Nitriti, per i quali non sono stati definiti valori di fondo naturale.

	ARSENICO (µg/L)										CSC
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10	< 2.5	< 2.5	-	-	-	10
ago-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	14,3	< 2.5		-	-	-	10
set-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	6	< 2.5	< 2.5	-	-	-	10
ott-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	13,3	< 2.5	< 2.5	-	-	-	10
nov-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	4	< 2.5	< 2.5	-	-	-	10
dic-17	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	2,8	< 2.5		-	-	-	10
gen-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	3	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5		10
feb-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	8,4	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10

ARSENICO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
mar-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10
apr-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	3,2	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10
mag-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	5,7	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10
giu-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	4,3	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10
lug-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5		< 2.5	< 2.5		10
ago-18	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	4	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	< 2.5	10

PIOMBO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	-	-	-	10
ago-17	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0		-	-	-	10
set-17	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	-	-	-	10
ott-17	< 1.0	< 1.0	2,9	2,1	1,1	13	< 1.0	-	-	-	10
nov-17	8,3	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	-	-	-	10
dic-17	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0		-	-	-	10
gen-18	< 1.0	1,2	< 1.0	< 1.0	1,2	1,6	< 1.0	< 1.0	5,2		10
feb-18	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1,1	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	10
mar-18	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	10
apr-18	< 1.0	1,2	< 1.0	1,3	< 1.0	1,8	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1,5	10
mag-18	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	10
giu-18	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	10
lug-18	1,6	2,6	< 1.0	< 1.0	1,2	2,5		< 1.0	< 1.0		10
ago-18	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	10

NITRITI (mg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0.05	< 0.05	1,1	< 0.05	0,22	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,5
ago-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,076	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,5
set-17	< 0.05	1	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,5
ott-17	0,072	0,28	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,5
nov-17	< 0.05	0,37	0,079	0,056	0,066	< 0.05	0,079	-	-	-	0,5
dic-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,5
gen-18	0,059	0,14	0,19	< 0.05	0,21	< 0.05	0,056	< 0.05	< 0.05		0,5
feb-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,062	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,5
mar-18	< 0.05	0,099	< 0.05	< 0.05	0,15	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,062	< 0.05	0,50
apr-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,45	0,17	0,54	< 0.05	0,12	< 0.05	0,5
mag-18	0,32	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,12	0,095	< 0.05	0,069	< 0.05	< 0.05	0,5

NITRITI (mg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
giu-18	< 0,05	< 0,05	0,31	0,11	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,17	0,5
lug-18	< 0,05	0,11	< 0,05	0,89	< 0,05	< 0,05		< 0,05	0,42		0,5
ago-18	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,11	0,11	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,095	0,5

Il Mercurio ha presentato concentrazioni oltre le CSC solo in alcuni mesi. Da notare come in Maggio'18 i valori elevati si siano registrati in diversi piezometri.

MERCURIO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	-	-	1
ago-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		-	-	-	1
set-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	-	-	-	1
ott-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,68	< 0,5	< 0,5	-	-	-	1
nov-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	-	-	-	1
dic-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		-	-	-	1
gen-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		1
feb-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1
mar-18	< 0,5	< 0,5	2,8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1
apr-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1
mag-18	< 0,5	0,7	2,1	3,7	1,6	0,52	18	1,4	2,1	1,6	1
giu-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,79	< 0,5	< 0,5	1,1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1
lug-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		< 0,5	< 0,5		1
ago-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1

Discorso a parte per Benzene, Bromodichlorometano, Dibromochlorometano, Cloroformio, e Tribromometano: questi analiti vengono rilevati in concentrazioni non conformi solo nei campionamenti di Maggio '18, esclusivamente nel piezometro PZ11.

BENZENE (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-	1
ago-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,13		-	-	-	1
set-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-	1
ott-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,11	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-	1
nov-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-	1
dic-17	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		-	-	-	1
gen-18	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1		1

	BENZENE (µg/L)										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
feb-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1
mar-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	7,9	< 0.1	< 0.1	< 0.1	6,7	1
apr-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1
mag-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,6	< 0.1	< 0.1	< 0.1	2,6	1
giu-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0,7	1
lug-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1		< 0.1	< 0.1		1
ago-18	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	1

	BROMODICLOROMETANO (µg/L)										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,17
ago-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,17
set-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,17
ott-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,17
nov-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,17
dic-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,17
gen-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		0,17
feb-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,17
mar-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,17
apr-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,17
mag-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	1,2	0,17
giu-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,17
lug-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		< 0.05	< 0.05		0,17
ago-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,17

	DIBROMOCLOROMETANO (µg/L)										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,13
ago-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,13
set-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,13
ott-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,13
nov-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,13
dic-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,13
gen-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		0,13
feb-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,13
mar-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,13

DIBROMOCLOROMETANO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
apr-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,13
mag-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,93	0,13
giu-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,13
lug-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		< 0.05	< 0.05		0,13
ago-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,13

CLOROFORMIO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,15
ago-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,15
set-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,15
ott-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,15
nov-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,15
dic-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,15
gen-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		0,15
feb-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,15
mar-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,15
apr-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,15
mag-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	1,9	0,15
giu-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,15
lug-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		< 0.05	< 0.05		0,15
ago-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,15

TRIBROMOMETANO (µg/L)											
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,3
ago-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,3
set-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,3
ott-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,3
nov-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	-	-	-	0,3
dic-17	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		-	-	-	0,3
gen-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		0,3
feb-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,3
mar-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,3
apr-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,3
mag-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,54	0,3
giu-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,3

	TRIBROMOMETANO (µg/L)										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11	CSC
lug-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05		< 0.05	< 0.05		0,3
ago-18	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0,3

Sono state considerate anche le concentrazioni, riscontrate nelle acque sotterranee, dei parametri che risultano essere caratteristici del percolato quali: Cloruri, Conduttività Elettrica, pH, Azoto Ammoniacale, Ossidabilità e BOD5. Per tali parametri non esistono limiti normativi con cui poter confrontare le concentrazioni, per questo motivo è stata inserita una scala colorimetrica (si passa dal verde: concentrazioni più basse; al rosso: concentrazioni più elevate).

	CLORURI (mg/L)									
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	62	1122	1587	5223	1154	161	4202	-	-	-
ago-17	108	1350	1569	4244	1288	168		-	-	-
set-17	85	685	1852	1650	1482	225	225	-	-	-
ott-17	93	1612	1513	3118	1330	146	3058	-	-	-
nov-17	54	379	1444	4487	1293	160	3317	-	-	-
dic-17	47	423	2221	822	1262	182		-	-	-
gen-18	45	972	1772	3689	1122	158	3704	2227	2714	
feb-18	40	346	66	3937	1060	157	3325	1739	2295	2047
mar-18	30	377	31	4544	587	171	3218	1679	53	1902
apr-18	27	428	251	3856	971	293	2866	1769	700	1559
mag-18	24	328	< 10	4112	1189	213	3066	159	20	1454
giu-18	143	461	1177	3027	1175	128	3065	1942	908	1487
lug-18	34	932	2011	4457	987	83		2064	1736	
ago-18	29	227	1061	1687	1101	215	3613	2031	2243	1729

	CONDUTTIVITA' ELETTRICA (µs/cm)									
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	1272	6930	6300	16260	4260	1520	13470	-	-	-
ago-17	1400	6350	6380	16390	4780	18800		-	-	-
set-17	1423	4359	6100	7028	4930	1728	1728	-	-	-
ott-17	1609	6815	6478	12983	4853	1714	13441	-	-	-
nov-17	1277	4443	6383	15355	4977	1827	13650	-	-	-
dic-17	1241	4810	9916	4794	5079	1874		-	-	-
gen-18	1160	5190	5740	11680	4820	1823	11640	7730	9490	
feb-18	1113	4599	839	14398	4820	1761	13081	7170	8980	10839
mar-18	1039	4118	1692	15610	5312	1804	13360	9280	2890	12210

CONDUTTIVITA' ELETTRICA (µs/cm)										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
apr-18	1080	4660	1449	15270	3820	2250	13570	10300	4930	11120
mag-18	991	4160	565	15520	4500	2180	13230	1298	762	9150
giu-18	1155	4570	5550	12940	4560	2150	13210	10250	6960	10920
lug-18	990	6100	7190	14440	4120	1276		8730	8190	
ago-18	1107	3250	5720	6080	4430	2290	12900	9130	9550	11440

Dalle tabelle sopra riportate, i pozzi PZ5 e PZ8, posti a valle rispettivamente del Lotto II e III, risultano essere quelli che nell'ultimo anno hanno avuto concentrazioni maggiori di Cloruri e Conducibilità Elettrica. I due parametri risultano tra loro direttamente correlabili in quanto, all'aumentare dei Cloruri si ha anche un aumento dei valori di Conducibilità.

Per il pH, escludendo un valore spot pari a 11, si riscontrano valori che vanno da 6,6 a 8,4 unità di pH. Abbiamo, quindi, un pH basico indice di una discarica piuttosto stabile.

pH										
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	7,93	7,36	6,89	7,29	6,96	7,19	7,61	-	-	-
ago-17	7,46	7,24	6,95	7,28	6,95	7,21		-	-	-
set-17	8,34	8,18	7,92	8	8,13	8,37	8,37	-	-	-
ott-17	7,49	7,21	11	7,12	6,89	7,34	7,55	-	-	-
nov-17	8,2	8	7,7	7,9	7,8	8	8,3	-	-	-
dic-17	8,4	8,2	8,1	7,9	8,1	8,1		-	-	-
gen-18	7,6	7,3	7,1	7,1	7	7,1	7,4	6,9	6,8	
feb-18	7,6	7,7	7,8	7,6	7,6	7,4	7,8	7,6	6,9	7,6
mar-18	7,4	7,3	7,2	7,2	7,3	7,6	7,5	6,7	7,8	7,3
apr-18	7,4	7,4	7,4	7,3	7,1	7,5	7,4	6,9	7	7,2
mag-18	7,7	7,5	7,4	7,4	7,3	7,4	7,9	7,7	8	7,3
giu-18	7,6	7,3	7,1	7,2	7,2	7,2	7,7	6,8	7,3	7,1
lug-18	7,6	7,3	7,1	7,3	7	7,2		6,8	6,8	
ago-18	7,3	7,4	6,8	7,3	6,9	7,2	7,5	6,6	6,6	7,1

Per quanto riguarda, invece, l'Azoto Ammoniacale, l'Ossidabilità e il BOD5, questi raggiungono alte concentrazioni in qualche caso sporadico.

	AZOTO AMMONIACALE (mg/L)									
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,6	< 0,5	< 0,5	2,4	-	-	-
ago-17	< 0,5	3,2	< 0,5	6	1,1	< 0,5		-	-	-
set-17	< 0,5	0,92	0,54	< 0,5	2,5	< 0,5	< 0,5	-	-	-
ott-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	2,4	< 0,5	2,7	-	-	-
nov-17	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,4	1,9	< 0,5	2	-	-	-
dic-17	< 0,5	< 0,5	0,74	< 0,5	1,7	< 0,5		-	-	-
gen-18	< 0,5	< 0,5	0,67	2,1	0,81	< 0,5	2,5	< 0,5	0,83	
feb-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,1	0,96	< 0,5	3,6	< 0,5	0,54	3
mar-18	< 0,5	0,51	< 0,5	3,2	0,84	0,79	2,6	< 0,5	< 0,5	2,1
apr-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,2	< 0,5	< 0,5	2,1	< 0,5	< 0,5	1,4
mag-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2,5	0,64	< 0,5	1,8	< 0,5	< 0,5	0,62
giu-18	< 0,5	12	0,62	1,7	0,88	< 0,5	2,4	< 0,5	< 0,5	1,3
lug-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	3,2	< 0,5	< 0,5		< 0,5	0,51	
ago-18	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,1	< 0,5	2,3	0,54	1,3	1,7

	OSSIDABILITA' (mg O ₂ /L)									
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	1,4	4	3,2	6	2,8	0,7	6,9	-	-	-
ago-17	1,2	1,6	1,4	7,9	6,5	1,7		-	-	-
set-17	0,6	2,8	1,8	1,7	3,8	0,9	0,9	-	-	-
ott-17	0,5	0,8	1,5	2	2,4	3,2	4,3	-	-	-
nov-17	2,4	4,2	3,4	4,3	4	0,8	5,2	-	-	-
dic-17	4,5	4,4	8,8	5	5,5	1,6		-	-	-
gen-18	3,7	42	5,6	27	4,4	28	236	144	152	
feb-18	0,6	1,6	2,9	5,5	2,6	0,8	9	2,7	3,7	6
mar-18	1	2,2	1,6	7,8	3,9	2,5	4,7	4,6	2,1	5,7
apr-18	1,1	2,5	4	6,9	2,5	2,4	6,5	3	2,8	4,8
mag-18	0,5	1,5	8,5	7,6	1,8	0,5	7,6	14	2,5	2,8
giu-18	1,2	9	7	8,4	6,9	4,6	8,9	7,1	6,8	7,6
lug-18	2,3	7	14	7,2	3,2	1,9		5,9	5,3	
ago-18	1,9	16	5	13	4,5	3,1	9,5	8,6	8,5	8

	BOD5									
	PZ1	PZ3 BIS	PZ4	PZ5 BIS	PZ6	PZ7 BIS	PZ8	PZ9	PZ10	PZ11
lug-17	1	4	5	15	< 1	< 1	< 1	-	-	-
ago-17	2,1	31	3,8	< 1	3,6	3		-	-	-
set-17	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
ott-17	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	-	-	-
nov-17	3	8	5	6	5	8	11	-	-	-
dic-17	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5		-	-	-
gen-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
feb-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
mar-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
apr-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
mag-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
giu-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
lug-18	6	23	15	15	8	5		22	18	
ago-18	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

Nel 2017, dalla Provincia di Benevento, sono state commissionate delle attività di indagine relative alla verifica dell'integrità dei teli di impermeabilizzazione in HDPE che coibentano i vari lotti di discarica, per poter discriminare l'esistenza di eventuali perdite di percolato oltre che la caratterizzazione geochimica-ambientale dei suoli circostanti la discarica. L'esito di tali attività ha portato alla redazione, a Luglio 2017, da parte del Prof. Cicchella del Dipartimento di Scienze e Tecnologie (DST) dell'Università degli Studi del Sannio, della relazione *"Indagini finalizzate alla verifica dell'integrità dei teli di impermeabilizzazione nonché all'identificazione di eventuali dispersioni di percolato"* e *"Caratterizzazione geochimica-ambientale dei suoli circostanti la discarica"*. Dalle indagini eseguite e dallo studio dei dati pregressi delle acque sotterranee, forniti dalla SAMTE, dallo studio non emergono evidenze di perdite di percolato legate alla rottura dei teli in HDPE e non si evidenzia *"una grave situazione di dissesto ambientale causato dalla presenza della discarica di Sant'Arcangelo Trimonte."* Intendendo che, nonostante l'area sia stata sicuramente alterata dalla costruzione della discarica rispetto al suo stato naturale originario, attualmente l'ambiente non risulta comunque essere stato gravemente compromesso dalla sua presenza.

A seguito degli esiti, presentati nella relazione summenzionata, delle indagini geoelettriche, laddove sono state riscontrate delle anomalie nei profili tomografici, sono stati ubicati dei sondaggi per il prelievo di campioni di terreno. Nello specifico sono stati eseguiti 2 sondaggi a monte del sito per la

determinazione dei valori “di bianco” locali e 4 sondaggi a valle della discarica. Si riporta di seguito l’ubicazione.



Fig.12: Localizzazione sondaggi (realizzati a Luglio 2017 – Indagini Prof. Cicchella)



Nell’area a valle del Lotto 1, il profilo dei valori di caricabilità denoterebbe una probabile contaminazione dei terreni proveniente dalle aree superficiali in prossimità di alcuni tombini presenti sul sito, che potrebbero rappresentare dei punti di infiltrazione preferenziale nel sottosuolo delle acque piovane dilavanti l’area. Secondo il Prof. Cicchella, questo “*insieme con i già elevati tenori di fondo naturale, giustificherebbe i frequenti sforamenti nelle acque sotterranee dei valori soglia di concentrazione per alcuni parametri che si osservano dalle analisi chimiche che periodicamente vengono fatte sui piezometri della discarica. Ma...questi sforamenti sono sempre avvenuti sin dalla messa in opera della discarica e, addirittura nella stessa AIA, viene dichiarato che relativamente ai parametri Manganese, Fluoruri, Solfati, Alluminio, Nichel, Ferro e Piombo, i dati analitici non vanno confrontati con i valori limite previsti dalla normativa. Nello specifico nell’AIA viene dichiarato che approfonditi studi svolti da ARPAC, precedenti all’inizio dei lavori di realizzazione della discarica, evidenziano che le concentrazioni degli elementi chimici su indicati superano i limiti imposti dal D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.*”. Nelle conclusioni viene suggerita, inoltre, una risistemazione della rete di raccolta delle acque piovane e di dilavamento del corpo discarica proprio per evitare infiltrazioni delle stesse nel sottosuolo.

Lo stato del Lotto 2 pure non ha evidenziato criticità particolari anche se, l'analisi dei campioni di terreno prelevati a valle di esso evidenziano delle concentrazioni anomale degli Idrocarburi C>12 le cui concentrazioni, però, risultano comunque esse inferiori ai limiti.

Il Lotto 3 risulta essere il più critico in quanto privo della copertura in HDPE a causa del suo profilo irregolare che ne rende difficoltosa la realizzazione. Nonostante ciò le analisi condotte, dal Prof. Cicchella, sui terreni a valle di esso non hanno evidenziato superamenti dei limiti normativi, anche se sono da evidenziare concentrazioni comunque anomale di sostanze potenzialmente tossiche quali Crisene, Pirene, IPA Totali e Idrocarburi C>12.

Si evidenzia che, invece, il campione di top soil prelevato in corrispondenza del sondaggio SAT07 ha evidenziato il superamento dei limiti della Tabella A (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) del D.Lgs. 152/06 del solo parametro Idrocarburi C>12. Questo sondaggio, però, risulta essere molto vicino anche alla vecchia discarica comunale che *“rappresenta comunque un ulteriore potenziale sorgente d'inquinanti da non sottovalutare. L'analisi chimica del campione SAT03 infatti, prelevato proprio sul terreno della vecchia discarica comunale, ha dimostrato come questi terreni sono fortemente inquinati. Ivi sono state rilevate concentrazioni estremamente anomale e abbondantemente superiori alle soglie del D.Lgs. 152/2006 per le seguenti sostanze: Cianuri liberi, Antimonio, Piombo, Zinco, Idrocarburi C<12 e C>12. La sezione topografica che attraversava anche la vecchia discarica ha comunque ben evidenziato come tale contaminazione risulta ben confinata nella vasca di discarica. Bisogna tuttavia tenere conto che la località che ospita le discariche è spesso interessata da piogge, a volte a carattere torrenziale e, quindi, il ruscellamento superficiale delle acque può veicolare gli inquinanti all'esterno...Va comunque specificato che i valori anomali di concentrazione si verificano frequentemente per sostanze non particolarmente tossiche (Solfati, Fluoruri, Manganese, Ferro e Alluminio – per i quali sono stati stabiliti, da ARPAC, i valori di fondo naturale) mentre sforamenti di sostanze più pericolose (Arsenico, Cromo, Cadmio, Berillio, Benzene e Idrocarburi) sono rari...Quindi, tenuto conto della relativa tossicità di tali sostanze e la loro scarsa pericolosità, dovuta anche all'assenza di una falda freatica vera e propria che potrebbe trasportare i potenziali inquinanti, i valori anomali possono essere legati a fattori del tutto naturali e solo potenziati da fenomeni di dilavamento superficiale del corpo della discarica a causa di forti eventi piovosi con successiva percolazione degli elementi più solubili nel suolo e, quindi, nelle acque.”*

Nell'elaborato *“Studio idrogeologico sul sito di discarica per rifiuti non pericolosi in località Nocechia – Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (Bn)”* redatto, a Maggio 2009, dallo Studio Tecnico

	<p align="center"> PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN) RELAZIONE TECNICA </p>	
---	--	---

Associato Bortolami e Di Molfetta, sono stati esposti i risultati relativi alle analisi eseguite, a Novembre 2008, su campioni di terreno prelevati dalle carote estratte durante le perforazioni dei piezometri P7, P8 e del sondaggio S2. Le suddette analisi sono state eseguite sia sul tal quale che nell'eluato, per poter valutare sia la natura che la concentrazione delle sostanze potenzialmente rilasciate. Si riporta, nella figura di seguito, l'ubicazione dei relativi punti di indagine.

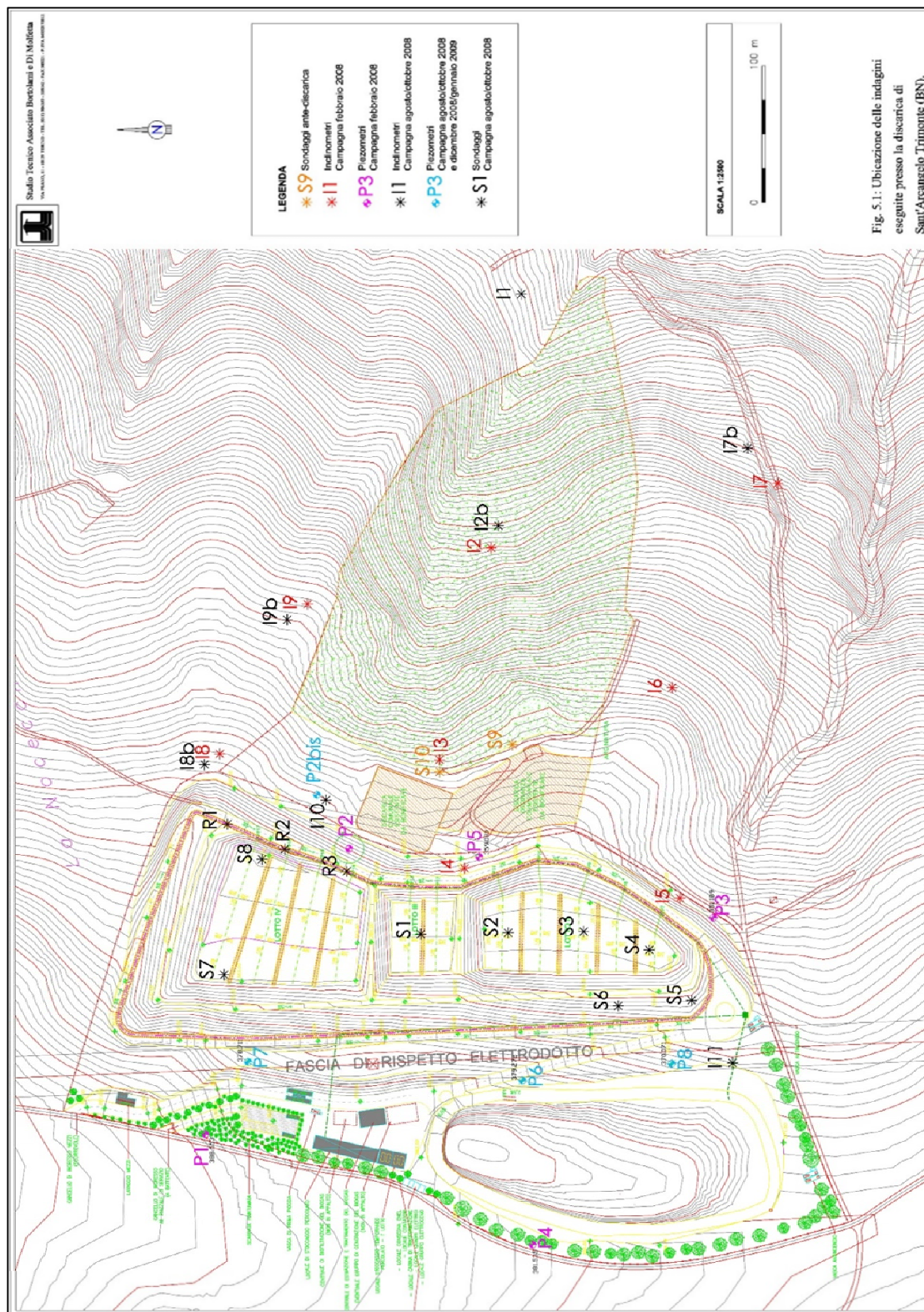




Fig. 5.1: Ubicazione delle indagini eseguite presso la discarica di Sant'Arcangelo Trimonte (BN).

Nell'elaborato viene esposto che "le analisi eseguite sul tal quale non presentano superi dei limiti di legge per siti ad uso residenziale (Colonna A, Tab.1, All.5 della Parte IV del D.Lgs. 152/06). I test di cessione eseguiti

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

in acqua distillata ed in acido acetico risultano significativi per risalire alle sostanze rilasciate in falda dal terreno naturale... Con riferimento alle CSC imposte dal D.Lgs. 152/06, l'eluato presenta superi di concentrazione per i parametri: Fluoruri, Solfati e metalli quali, Alluminio, Manganese, Ferro e Nichel. In riferimento ai test di cessione eseguiti in acqua distillata, tutti i superi, ad esclusione dei Solfati, presentano mediamente concentrazioni superiori nei campioni più profondi, prelevati in corrispondenza del deposito fliscioide."

Nella summenzionata relazione, per quanto riguarda le acque sotterranee, si legge che i primi fenomeni di contaminazione in atto sono già stati riscontrati dall'ARPAC a Marzo 2008, precedentemente alla realizzazione della discarica. In particolare, i risultati evidenziano già superamenti delle CSC per i parametri: Fluoruri, Solfati, Alluminio, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo e Selenio. Nello specifico, i superamenti di Fluoruri, Solfati, Nichel e Alluminio si riscontrano nel settore di monte del sito e solo per il Nichel ed i Solfati si riscontra un incremento verso valle. Inoltre, per il Manganese ed il Piombo sono stati registrati i valori maggiori nel piezometro S9, localizzato a valle delle due discariche già presenti (comunale e quella commissariale gestita dalla FIBE S.p.A.).

Nel piezometro P3, invece, che risulta ubicato nel settore meridionale, in prossimità della porzione del sito su cui è stato poi posizionato il Lotto II, già prima della discarica sono stati rilevati alti valori per Mercurio, Selenio, Nichel, Solfati e concentrazioni superiori alle CSC per Manganese e Alluminio. Nelle conclusioni dell'elaborato, si legge che *"Si può concludere che già prima della costruzione della nuova discarica, nel sito in esame erano presenti dei superi dei limiti di legge nel settore di monte; tali valori di fondo possono derivare da apporti antropici o naturali. In particolare, per il Manganese ed il Piombo la causa delle elevate concentrazioni nel settore di valle può verosimilmente attribuirsi ad una perdita dalle "discariche esistenti" da bonificare; questi metalli sono assenti nel settore di monte... Sulla base dei dati disponibili, si ritiene che l'inquinamento presente non sia direttamente associabile a perdite di percolato da RSU della nuova discarica, poiché i valori di TOC e Ammoniaca non sono riscontrati in concentrazioni rilevanti. Gli stessi superi di Azoto Ammoniacale, di norma considerato quale indicatore di inquinamento da percolato di discarica, registrati nei piezometri di valle, sono correlabili con i valori di concentrazione riscontrati nell'eluato dei terreni naturali presenti in sito (test di cessione eseguiti nel Novembre 2008)."*

Nel corso dei sopralluoghi effettuati presso l'impianto il 14.09.18 e il 16.10.18, da NATURA Srl, sono emerse altre criticità in corrispondenza del Lotto III e a valle della discarica Consortile realizzata dalla FIBE S.p.A.

Sul Lotto III, privo di telo in HDPE e, quindi, completamente scoperto, è presente stabilmente **un accumulo di acqua stagnante/percolato** a diretto contatto con il sottostante rifiuto, che potrebbe veicolare eventuali contaminanti verso il terreno sottostante. Per comprendere maggiormente la natura e la composizione di queste acque nel piano di indagine ne verrà predisposto il campionamento e l'analisi.



Fig.13: accumulo acqua stagnante in corrispondenza del Lotto III

Per quanto concerne invece la discarica Consortile, lungo le pareti del muro di contenimento in calcestruzzo posto a valle di essa, si identificano una serie di fuoriuscite di percolato che vanno a formare degli accumuli che possono pregiudicare l'inquinamento diretto del terreno sottostante. Attualmente, non essendoci alcuna manutenzione, non è ben chiaro da quanto tempo sussistano tali perdite né la loro entità.

Altre fuoriuscite di percolato a valle sia della discarica Consortile che Comunale sono ampiamente documentate e hanno fatto sì che le stesse venissero inserite nel Piano Regionale di Bonifica della Regione Campania.



Fig.14: perdita percolato dal muro di contenimento della discarica Consortile

4. CARATTERISTICHE INQUINANTI RILEVATI NELLE ACQUE

Al fine di valutare i rischi conseguenti alla potenziale esposizione agli inquinanti rilevati nelle matrici ambientali esaminate per le aree oggetto del presente studio, nel presente paragrafo si descrivono, caratteristiche, applicazioni, disponibilità, avvertenze per l'impiego e possibili pericoli da essi generati per l'uomo e l'ambiente.

3.3 Alluminio

L'**alluminio** è un elemento chimico di numero atomico 13, il suo simbolo è Al. Si tratta di un metallo duttile color argento. L'alluminio si estrae principalmente dai minerali di bauxite ed è notevole la sua morbidezza, la sua leggerezza e la sua resistenza all'ossidazione, dovuta alla formazione di un sottilissimo strato di ossido che impedisce all'ossigeno di corrodere il metallo sottostante. L'alluminio grezzo viene lavorato tramite diversi processi di produzione industriale, quali ad esempio la fusione, l'estrusione, la forgiatura o lo stampaggio.

Applicazioni

L'alluminio può essere utilizzato nei seguenti campi:

- Trasporti (in quasi ogni tipo di mezzo di trasporto)
- Imballaggio (lattine, pellicola d'alluminio, ecc.)
- Costruzioni (finestre, porte, strutture per facciate continue, rivestimenti metallici, in lamiera scatolata alla pressopiegatrice, ecc.)
- Beni di consumo durevoli (elettrodomestici, attrezzi da cucina, ecc.)
- Linee elettriche
- Macchinari
- Ottiche, quali cannocchiali e binocoli portatili.
- Armi da fuoco e parti di esse. Fusti, carcasse, telai, componenti di scatto, mira, calciature, basi e anelli per sistemi di puntamento e mira, ecc. Utilizzato ove possibile per il peso ridotto e la resistenza agli agenti atmosferici, oggi è in parte soppiantato da materiali plastici e compositi.
- Bossoli e proiettili per munizioni. Poco utilizzati e diffusi.

Disponibilità

A dispetto della sua abbondanza, risulta presente in quantità minima negli organismi viventi ed è normalmente escluso dai normali processi biochimici e metabolici a causa della sua natura chimica. Nonostante la sua elevata presenza nei suoli (molti terreni ne contengono dal 3 al 10%), il suo contenuto nelle piante, nei cereali, nelle acque dei laghi e dei fiumi è relativamente basso, probabilmente a causa della sua naturale scarsa solubilità. Tuttavia sia l'acidificazione dei suoli causata dalle piogge acide sia il largo impiego di fertilizzanti acidi, può aumentare sensibilmente il contenuto di alluminio nei vari comparti.

Precauzioni

L'alluminio puro in polvere è un materiale combustibile facilmente infiammabile all'aria e molto reattivo in acqua, nei confronti di ossidanti forti, basi e acidi forti. Agisce inoltre con gli alcoli e con gli alogenuri alchilici formando composti metallo-organici. La maggior parte della letteratura è concorde nel considerare l'alluminio non pericoloso per la salute umana in quanto esso viene scarsamente assimilato nel tratto gastrointestinale e viene espulso tramite la funzione renale. Si ritiene tuttavia che, in caso di contatto prolungato, le polveri di alluminio abbiano effetti negativi sui polmoni. Una bassa percentuale della popolazione è allergica all'alluminio, e sperimenta dermatiti da contatto, problemi digestivi e l'incapacità di assorbire le sostanze nutritive se mangiano

cibo cotto in pentole d'alluminio, vomito e altri sintomi di avvelenamento qualora vengano ingeriti farmaci contenenti antiacidi a base di idrossidi di alluminio e magnesio.

3.4 Arsenico

L'**arsenico** è l'elemento chimico di numero atomico 33, il suo simbolo è As.

È un semimetallo che si presenta in tre forme allotropiche diverse: gialla, nera e grigia. I suoi composti trovano impiego come pesticidi, erbicidi ed insetticidi. È inoltre usato in alcune leghe.

Caratteristiche

Dal punto di vista chimico, l'arsenico è molto simile al suo omologo, il fosforo, al punto che lo sostituisce parzialmente in alcune reazioni biochimiche, da cui il suo effetto tossico. Scaldato, si ossida rapidamente ad ossido arsenioso, dal tipico odore agliaceo. L'arsenico ed alcuni suoi composti sublimano, passando direttamente dalla fase solida a quella gassosa.

L'arsenico elementare si trova in due diverse forme solide; gialla e grigia/metallica.

Applicazioni

L'arseniato di piombo è stato usato fino a buona parte del XX secolo come pesticida sugli alberi da frutto, con gravi danni neurologici per i lavoratori che lo spargevano sulle colture e ci sono resoconti sull'uso di arseniato di rame nel XIX secolo come colorante per dolciumi.

L'applicazione di maggiore pericolo per il grande pubblico è probabilmente quella del legno trattato con arsenocromato di rame ("CCA" o "Tanalith", e la maggior parte del vecchio legno "trattato a pressione"). Il legname CCA è ancora in circolazione e in uso in molti paesi, ed è stato usato in modo massiccio durante la prima metà del XX secolo per strutture portanti e rivestimenti esterni di edifici in legno, dove c'era il pericolo di marcescenza o di attacchi di insetti. Anche se questo tipo di trattamento del legno è stato proibito nella maggior parte delle nazioni dopo la comparsa di studi che dimostravano il lento rilascio di arsenico nel terreno circostante da parte del legno CCA, il rischio più grave è la combustione di legno CCA, che concentra i composti di arsenico nelle ceneri: ci sono stati casi di avvelenamento da arsenico di animali e di esseri umani per ingestione di ceneri di legno CCA (la dose letale per un uomo è di 20 grammi di cenere, circa un cucchiaino). Il legno CCA recuperato da costruzioni demolite continua tuttavia ad essere bruciato, per ignoranza, in fuochi domestici o commerciali; lo smaltimento sicuro di legno CCA continua ad essere poco praticato e ci

sono preoccupazioni in alcune zone massicciamente edificate con legno trattato all'arsenico per la futura demolizione delle costruzioni.

Altri usi:

- Vari insetticidi e fitofarmaci agricoli.
- L'arseniuro di gallio è un importante semiconduttore, usato nei circuiti integrati. I circuiti realizzati in arseniuro di gallio sono molto più veloci (e molto più costosi) di quelli realizzati in silicio. A differenza del silicio, possono essere utilizzati nei diodi laser e nei LED per convertire direttamente l'elettricità in luce.
- Il triossido di arsenico è stato impiegato per la cura della leucemia promielocitica acuta in pazienti resistenti alla terapia con l'acido *trans*-retinoico.
- Il triossido di arsenico è impiegato in Australia come agente per la disinfestazione delle case dalle termiti.
- È usato anche nella realizzazione di fuochi d'artificio.

Disponibilità

L'arsenico può raramente trovarsi puro in natura, infatti, il contenuto di arsenico nella crosta terrestre è generalmente minore di 2 mg/kg. Nelle acque di mare le concentrazioni sono comprese nell'intervallo 0,001-0,005 mg/L, mentre nei laghi e nei fiumi le concentrazioni possono variare considerevolmente. La naturale concentrazione nelle acque sotterranee è strettamente dipendente dal contenuto di arsenico totale nelle rocce con cui viene a contatto. Oltre alle forme inorganiche summenzionate, l'arsenico si può trovare in un certo numero di composti organici nell'ambiente: una volta entrato nella catena alimentare, l'arsenico viene progressivamente metabolizzato in forme meno tossiche con un processo di metilazione.

Precauzioni

L'arsenico e molti dei suoi composti sono veleni particolarmente potenti. L'arsenico uccide danneggiando in modo gravissimo il sistema digestivo ed il sistema nervoso, portando l'intossicato alla morte per shock. Composti contenenti arsenico sono cancerogeni e, in particolare, sono implicati nella patogenesi del carcinoma della vescica, nel carcinoma mammario e di alcune neoplasie dell'apparato tegumentario. Una estesa letteratura scientifica disponibile su prestigiose riviste internazionali ha ormai provato che l'esposizione cronica all'arsenico ha effetti multipli sulla salute:

- riduce le difese antiossidanti dell'organismo, dato che l'arsenico ha una elevata affinità per i gruppi sulfidrilici delle proteine e di metaboliti endogeni come il glutatone;

- provoca stress ossidativo direttamente nell'ambiente intracellulare, inattivando diversi enzimi coinvolti nelle reazioni di ossidoriduzione (deidrogenasi, mono-ossigenasi, ecc.);
- interferisce pesantemente con i meccanismi endocrini regolati dagli estrogeni (da cui il sospetto che possa causare tumori alla mammella);
- non ultimo, può attaccare direttamente i filamenti di DNA e provocarne lesioni combinate di vario tipo.

3.5 Ferro

Il **ferro** è l'elemento chimico di numero atomico 26. Il suo simbolo è Fe.

Estremamente importante nella tecnologia per le sue caratteristiche meccaniche, la sua lavorabilità e in tempi recenti per le leghe da esso derivate, la ghisa e l'acciaio.

Disponibilità



Il ferro è il metallo più abbondante all'interno della Terra (costituisce il 34,6% della massa del nostro pianeta) e si stima che sia il decimo elemento per abbondanza nell'intero universo. La concentrazione di ferro nei vari strati della Terra varia con la profondità: è massima nel nucleo, che è costituito probabilmente da una lega di ferro e nichel (o forse addirittura di un unico cristallo di ferro) e decresce fino al 4,75% nella crosta terrestre. E' un metallo estratto da minerali: quasi mai si rinviene ferro puro in natura (nativo). Per estrarlo dai suoi minerali, all'interno dei quali si trova nello stato ossidato, è necessario rimuovere le impurità per riduzione chimica del minerale. Le concentrazioni di ferro nelle acque variano in un intervallo molto ampio: nei fiumi, sono state riportate concentrazioni medie di 0,67 mg/L, mentre quelle dell'acqua di mare sono comprese nell'intervallo 1 -60 µg/L. I valori nelle acque potabili variano tra 0,01 a 1,0 mg/L, mentre nel suolo variano da 7 mg/g fino a valori anche estremi di 550 mg/g. Nelle aree non industrializzate, i valori di ferro nell'aria sono generalmente bassi (0,08-0,7 µg/m³), mentre nelle zone urbane sono stati riscontrati valori più elevati (0,3-4,2µg/m³).

Applicazioni

Il ferro è il metallo in assoluto più usato dall'umanità, rappresenta da solo il 95% della produzione di metalli del mondo. Il suo basso costo e la sua resistenza (nella forma detta acciaio) ne fanno un

materiale da costruzione indispensabile, specialmente nella realizzazione di automobili, di scafi di navi e di elementi portanti di edifici. I composti del ferro più utilizzati comprendono:

- la ghisa di prima fusione, contenente tra il 4% ed 5% di carbonio e quantità variabili di diverse impurezze quali lo zolfo, il silicio ed il fosforo. Il suo principale impiego è quello di intermedio nella produzione di ghisa di seconda fusione (la ghisa propriamente detta) e di acciaio;
- la ghisa di seconda fusione, cioè la ghisa vera e propria, che contiene tra il 2% ed 3,5% di carbonio e livelli inferiori delle impurezze sopra menzionate, tali da non incidere negativamente sulle proprietà reologiche del materiale. Ha un punto di fusione compreso tra 1150 °C e 1200 °C, inferiore a quello di ferro e carbonio presi singolarmente, ed è, quindi, il primo prodotto a fondere quando ferro e carbonio sono scaldati insieme. È un materiale estremamente duro e fragile, si spezza facilmente, persino quando viene scaldato al calor bianco;
- l'acciaio al carbonio, che contiene quantità di carbonio variabile tra lo 0,5% e l'1,65%. Secondo il tenore o percentuale di carbonio si dividono in:
 - extradolci (meno dello 0,15%);
 - dolci (da 0,15% a 0,25%);
 - semiduri (da 0,25% a 0,50%);
 - duri (oltre lo 0,50%);
- il ferro comune (tecnicamente detto battuto o dolce), contenente meno dello 0,5% di carbonio (quindi da un punto di vista chimico si tratta comunque di acciaio). È un materiale duro e malleabile. Spesso tuttavia con il termine ferro viene indicato comunemente sia l'acciaio extradolce che quello dolce;
- un ferro particolarmente puro, noto come "ferro Armco" viene prodotto dal 1927 con particolari procedimenti ed è impiegato dove si richiede una elevatissima permeabilità magnetica ed un'isteresi magnetica trascurabile.
- gli acciai speciali, addizionati oltre al carbonio di altri metalli quali il cromo, il vanadio, il molibdeno, il nichel e il manganese per conferire alla lega particolari caratteristiche di resistenza fisica o chimica;

	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

- l'ossido di ferro(III) (Fe_2O_3), nelle varietà magnetite e maghemite usato per le sue proprietà magnetiche come materiale per la produzione di supporti di memorizzazione - ad esempio supportato sui polimeri nei nastri magnetici.

Precauzioni

Un apporto eccessivo di ferro tramite l'alimentazione è tossico perché l'eccesso di ioni ferro(II) reagisce con i perossidi nel corpo formando radicali liberi. Finché il ferro rimane a livelli normali, i meccanismi anti-ossidanti del corpo riescono a mantenere il livello di radicali liberi sotto controllo.

La dose quotidiana di ferro consigliata per un adulto è 45 milligrammi al giorno, 40 milligrammi al giorno per bambini fino a 14 anni.

Un eccesso di ferro può produrre disturbi (emocromatosi); per questo l'assunzione di ferro tramite medicinali va eseguita sotto controllo medico ed in caso di oggettiva carenza di ferro.

3.6 Fluoruri

Lo ione fluoruro (formula chimica F^-) è l'anione del fluoro con numero di ossidazione -1. I sali che contengono uno ione di questo tipo vengono detti fluoruri.

Applicazioni

Questi sali vengono utilizzati nell'industria nella lavorazione del vetro e dei circuiti integrati. In sintesi organica, ad esempio nella deprotezione di molecole protette come silil eteri. In biochimica gli ioni fluoruro sono utilizzati come inibitori della serina/treonina fosfatasi, mentre nei dentifrici e nei collutori come agente anti carie.

Disponibilità

Le tracce di fluoruro si presentano naturalmente in acqua potabile ed alimenti. Mentre le sorgenti in sotterraneo dell'acqua sono più ricche di contenuto del fluoruro, l'acqua di mare contiene, in media, intorno 1,3 parti per milione (ppm). Le offerte dell'acqua dolce non contengono più di 0.01-0.3 PPM di fluoruro. Una delle funzionalità principali di fluoruro è la sua capacità di mantenere la salubrità dei denti e quindi si aggiunge a molte marche di dentifricio in pasta e ad acqua potabile in un trattamento chiamato la fluorizzazione.

Tossicità

Gli effetti provocati dalla tossicità dei fluoruri che si possono vedere nell'uomo sono:

- vie respiratorie: sensazione di bruciore, tosse, mal di gola, respiro affannoso, difficoltà respiratoria, vertigini. I sintomi dell'edema polmonare spesso non si manifestano prima di alcune ore e sono aggravati dallo sforzo fisico. Sono pertanto essenziali il riposo e l'osservazione medica;
- cute: arrossamento, dolore, ustioni cutanee e vesciche. Al contatto col liquido si verifica congelamento;
- occhi: arrossamento, dolore, gravi ustioni profonde;
- ingestione: dolore addominale, intorpidimento mentale, nausea, stato d'incoscienza, vomito, collasso. L'ingestione di fluoruro di idrogeno può danneggiare l'esofago e lo stomaco. Il danno può progredire per diverse settimane, portando un graduale e duraturo restringimento del tubo esofageo.

3.7 Manganese

Il **manganese** è un metallo, è l'elemento chimico nella tavola periodica che ha simbolo Mn e numero atomico 25.

Caratteristiche

Il manganese è un metallo grigio-bianco, di aspetto simile al ferro; è duro e molto fragile, si può fondere solo con difficoltà e si ossida molto facilmente. Il manganese metallico diventa ferromagnetico solo dopo un trattamento specifico.

Applicazioni

Il manganese è essenziale nella produzione di ferro e acciaio in virtù delle sue proprietà desolforanti, deossigenanti e leganti.

- La produzione dell'acciaio e altri materiali ferrosi assorbe attualmente dall'85% al 90% della produzione mondiale di manganese; fra le altre cose, il manganese è un componente chiave per gli acciai inossidabili a basso costo e per alcune leghe di alluminio di largo impiego.
- Il diossido di manganese è usato come catalizzatore e nei primi tipi di pile e batterie a secco.
- L'ossido di manganese invece è un pigmento marrone che si usa per vernici e nelle terre naturali (es: terra di siena, terra di siena bruciata).

- Il permanganato di potassio è un potente ossidante molto usato in chimica, e in medicina come disinfettante.
- Il manganese si usa anche per decolorare il vetro, per togliere la tinta verdastra conferitagli dalle impurità di ferro: in concentrazioni molto alte dona al vetro un colore violetto.

Il manganese non ha sostituti adatti per le sue applicazioni principali.

Disponibilità

Il manganese è largamente distribuito nella crosta terrestre e si ritrova in molti minerali, tra i quali i più importanti sono gli ossidi, i carbonati e i silicati. Questo elemento si ritrova anche in sedimenti del profondo oceano e in molte rocce ferrifere. Nel carbone, il contenuto di manganese varia tra 6 a 100 µg/g. Per i suoli è stato riportato un contenuto medio di circa 600-900 mg/kg, con variazioni da 1 a 7000 mg/kg in presenza di attività mineraria. La concentrazione di manganese nell'acqua di mare è di circa 2 µg/L, mentre nelle acque fresche naturali i livelli variano da <1 µg/L ad alcune decine di µg/L. L'acqua potabile ne contiene generalmente meno di 100 µg/L, con un valore guida di 50 µg/L fissato per evitare alterazioni del gusto e colorazione. Nell'aria di zone rurali le concentrazioni variano tra 0,01 e 0,07 µg/m³, mentre nelle aree urbane variano tra 0,22 e 0,30 µg/m³. E' da tener presente che gli esseri umani aumentano la concentrazione di manganese nell'aria attraverso le attività industriali e bruciando i combustibili fossili. Il manganese che deriva dalle fonti umane può anche entrare nell'acqua superficiale, nell'acqua reflua e nell'acqua freatica. Con l'applicazione di antiparassitari al manganese, il manganese può entrare nei terreni.

Tossicità

Il manganese puro è tossico. Esposizione a polveri e/o fumi di manganese non dovrebbero oltrepassare il valore massimo di 5 mg/m³ anche per brevi periodi, a causa della loro tossicità.

Soluzioni acide di permanganato ossideranno qualunque materiale organico con cui vengano a contatto: tale reazione genera calore sufficiente per incendiare alcune sostanze organiche.

Il Morbo di Parkinson è stato correlato a esposizioni a manganese nell'industria metalmeccanica, soprattutto fra i saldatori, che in media si ammalano di Parkinson circa 15 anni prima della media. Per questo, il manganese è elencato nella lista delle sostanze pericolose stilata dall'OSHA.

Gli animali che mangiano troppo poco manganese possono avere problemi di sviluppo, di formazione ossea e di riproduzione. Per alcuni animali la dose mortale è abbastanza bassa, il che

significa che hanno poche probabilità di sopravvivere anche a più piccole dosi di manganese quando queste superano la dose essenziale. Le sostanze del manganese possono causare problemi a polmoni, fegato e vascolari, diminuzione della pressione sanguigna, problemi di sviluppo dei feti animali e danni al cervello.

Quando l'assorbimento del manganese avviene attraverso la pelle può causare tremore e problemi di coordinazione. Per concludere, le prove di laboratorio con le cavie hanno indicato che un grave avvelenamento da manganese dovrebbe persino essere in grado di causare lo sviluppo di tumore negli animali.

Nelle piante gli ioni del manganese sono trasportati alle foglie dopo l'assorbimento dal terreno. Quando troppo poco manganese può essere assorbito dal terreno si verificano dei disturbi nel meccanismo delle piante. Per esempio difficoltà nella divisione di acqua in idrogeno e ossigeno, in cui manganese gioca un ruolo importante.

Il manganese può causare sia i sintomi di carenza che di tossicità nelle piante. Quando il pH del terreno è basso carenze di manganese sono più comuni.

Concentrazioni altamente tossiche di manganese in terreni possono causare gonfiamento delle pareti delle cellule, appassimento di rami e comparsa di chiazze marroni sulle foglie. Anche una carenza può causare questi effetti. Fra le concentrazioni tossiche e le concentrazioni che causano carenza può essere individuata una piccola area di concentrazioni ottimali per lo sviluppo delle piante.

3.8 Mercurio

Il mercurio è un elemento chimico con simbolo Hg e numero atomico 80. Si tratta di un metallo di transizione pesante, avente colore argenteo. È uno dei pochi elementi della tavola periodica a essere liquido a temperatura ambiente, insieme al bromo e ad altri elementi.

Caratteristiche

Il mercurio è un cattivo conduttore di calore, ma un buon conduttore di elettricità. Allo stato solido, il mercurio è molto duttile e tenero (si può tagliare con un coltello). Il punto di fusione di questo elemento è intorno ai $-38,83\text{ }^{\circ}\text{C}$, mentre il punto di ebollizione si aggira al di sopra dei $356\text{ }^{\circ}\text{C}$, valori che sono insolitamente bassi per un metallo. Difatti il mercurio è l'unico metallo liquido anche a temperatura ambiente. Il mercurio reagisce con acidi ossidanti come l'acido nitrico e l'acido solforico concentrati. Si ossida difficilmente all'aria.

Disponibilità

Il mercurio è un elemento raro nella crosta terrestre, presente in ragione di solo 0,08 ppm. Tuttavia, a causa di una sua relativa inerzia nel combinarsi con gli altri elementi chimici della crosta terrestre, i suoi minerali sono particolarmente ricchi, arrivando a contenere mercurio fino al 2,5% (persino i giacimenti più poveri hanno una concentrazione di mercurio dello 0,1%, 12.000 volte maggiore della concentrazione media). Ciò fa del mercurio uno dei metalli meno onerosi da purificare. È abbastanza certo che le ultime miniere di mercurio sfruttabili siano state scoperte in Algeria a metà degli anni settanta; da allora la produzione mondiale annua di mercurio è scesa da 9.000 tonnellate all'anno alle attuali 1.600 tonnellate all'anno. Si trova raramente come metallo nativo e più spesso nel cinabro, nella corderoite, nella livingstonite e in altri minerali.

Tossicità

Il mercurio è fortemente tossico; l'introduzione nell'organismo può avvenire sia per ingestione, sia per inalazione dei vapori, sia per semplice contatto (è in grado di attraversare la pelle). Per quanto riguarda il mercurio elementare (il metallo liquido), il rischio maggiore di intossicazione acuta è legato ai vapori, in quanto l'assorbimento cutaneo è trascurabile, così come anche quello intestinale. Discorso diverso invece per i sali di mercurio, più facilmente assumibili attraverso la catena alimentare. La forma più pericolosa per la salute umana è comunque quella organica (principalmente metilmercurio) presente nel pesce ed altri alimenti, che vengono assorbiti ed accumulati con maggiore efficienza dai tessuti.

3.9 Nichel

Il nichel è l'elemento chimico di numero atomico 28. Il suo simbolo è Ni.

Caratteristiche

Il nichel è un metallo argenteo. Appartiene al gruppo del ferro ed è duro, malleabile e duttile. Il nichel è uno dei cinque elementi ferromagnetici. Si accompagna molto spesso con il cobalto: entrambi si possono trovare nel ferro meteorico. È assai apprezzato per le proprietà che conferisce alle leghe metalliche di cui fa parte.

Disponibilità

La maggior parte di tutto il nichel viene estratto da due tipi di deposito minerale; il primo tipo è costituito da lateriti in cui i minerali principali sono limonite nichelifera $[(Fe,Ni)O(OH)]$ e garnierite

(un silicato idrato di nichel). Il secondo tipo è costituito da depositi di solfuri di origine magmatica in cui il principale minerale è la pentlandite $[(Ni,Fe)_9S_8]$. Il nichel si trova anche nella kamacite, una lega naturale di ferro e nichel. Le riserve maggiori di nichel sono in Australia e Nuova Caledonia e ammontano a circa il 45% delle riserve totali note. Nell'acqua di mare i livelli di questo elemento sono molto bassi, generalmente compresi tra 0,1 e 0,5 $\mu g/L$. L'acqua potabile contribuisce con meno di 10 μg all'assunzione giornaliera di nickel. Nei suoli, le concentrazioni dell'elemento possono variare ampiamente tra 3 a 1000 mg/kg in dipendenza del contenuto minerale dello strato superficiale del terreno. L'assunzione di nickel con la dieta risulta quanto più scarsa; concentrazioni variabili tra 0 e 2,59 $\mu g/g$ sono state osservate per alcuni vegetali e tra 0,3 e 1,7 $\mu g/g$ per alcuni organismi marini.

Applicazioni

Data la sua ottima resistenza all'ossidazione, il nichel è impiegato nella produzione di acciaio inossidabile, acciaio al nichel, di alnico, una lega usata nei magneti; nella produzione di mumetal, che ha una permeabilità magnetica particolarmente alta e si usa per schermare campi magnetici;

nella produzione di monel, una lega di nichel estremamente resistente alla corrosione usata per eliche di navi, attrezzature da cucina e tubature di impianti chimici industriali;

nella produzione di leghe a memoria di forma, come il nitinol, usate in robotica e in endodonzia, un ramo dell'odontoiatria;

nella produzione di batterie ricaricabili come le batterie al nichel-idruro metallico e al nichel-cadmio;

nella monetazione: negli Stati Uniti e in Canada il nichel è usato nelle monete da un centesimo; in Italia le monete da 50 e 100 lire erano fatte di acmonital o di cupronichel, due leghe di nichel. È contenuto nelle monete da 1 e 2 euro. Molti altri stati usano o hanno usato nichel nelle loro monete; nell'elettrodeposizione; nella realizzazione di crogiuoli per laboratori chimici; nell'idrogenazione degli oli vegetali: il nichel finemente polverizzato è un catalizzatore; nel rivestimento di ferro, ottone e altri materiali metallici; nella produzione di certe leghe, come per esempio l'argento tedesco.

Tossicità

La principale fonte di esposizione al nichel è il consumo orale poiché questo metallo si trova sia nel cibo che nell'acqua ed è presente come elemento contaminante per cause umane. Alcuni esempi: rubinetti di nichel che contaminano le acque ed il suolo, sottoprodotti industriali dell'attività di miniere e fonderie, uso di pentole e tegami in leghe di nichel, uso di piatti dipinti con vernici

contenenti nichel. Altre forme di esposizione sono quella aerea: aria inquinata dalle raffinerie di nichel, combustione dei carburanti fossili, fumo di tabacco, Il contatto della pelle con gioielli, monete, shampoo e detergenti è un'altra forma di esposizione al nichel. Infine una forma meno comune di esposizione cronica al nichel è l'emodialisi poiché tracce di ioni nichel possono essere assorbiti nel plasma a causa dell'azione chelante dell'albumina. La quantità media a cui la maggior parte delle persone è esposta non rappresenta un pericolo per la salute umana. La maggior parte del nichel assorbito quotidianamente dagli umani è rimosso per via renale ed eliminato attraverso le urine, oppure passa non modificato attraverso il tratto gastrointestinale senza essere assorbito. Il nichel non è causa di intossicazioni da accumulo, tuttavia le dosi massicce o l'esposizione cronica possono rappresentare un rischio professionale a causa della sua tossicità acuta e della sua cancerogenicità.

3.10 Piombo

Il piombo è l'elemento chimico di numero atomico 82. Il suo simbolo è Pb.

Caratteristiche

È un metallo tenero, denso, duttile e malleabile. Di colore bianco azzurrognolo appena tagliato, esposto all'aria si colora di grigio scuro. Il piombo viene usato nell'edilizia, nella produzione di batterie per autotrazione e di proiettili per armi da fuoco e, allo stato liquido, come refrigerante nei reattori nucleari, a volte in lega eutettica con il bismuto. Il piombo è un componente del peltro e di leghe metalliche usate per la saldatura.

Disponibilità

Il piombo è facilmente estraibile dai suoli ed è quindi rilevabile in tutti i costituenti delle piante. La naturale concentrazione di piombo nei suoli è compresa nell'intervallo 2-200 mg/kg (valore medio 16 mg/kg). Alcuni studi hanno dimostrato che il piombo assorbito dal suolo viene confinato in misura maggiore nelle radici (fatta eccezione di poche piante erbacee), una piccola parte si accumula nelle foglie e i germogli, mentre una frazione ancora inferiore raggiunge gli animali attraverso il foraggio. Nelle acque di rete, il valore non eccede normalmente 50 µg/L, mentre in acque fresche superficiali la concentrazione è < 100 µg/L.

Tossicità

I composti del Pb sono tossici per inalazione e ingestione. L'avvelenamento da piombo è detto saturnismo. Questo metallo può danneggiare il sistema nervoso, specialmente quello dei bambini, e causare malattie del cervello e del sangue. L'esposizione al piombo o ai suoi sali, soprattutto a quelli solubili, o all'ossido PbO₂ può causare nefropatie, caratterizzate dalla sclerotizzazione dei tessuti renali, e dolori addominali colici. Nefropatie croniche ed encefalopatie sono state rilevate sia in forti bevitori di whisky di contrabbando, in quanto la saldatura delle serpentine di distillazione è costituita da piombo, sia in utilizzatori di stoviglie smaltate a piombo. Inoltre altre categorie a rischio di intossicazione sono i lavoratori dell'industria e dell'artigianato. Per quanto riguarda il metabolismo cellulare, il piombo può inibire alcuni enzimi agendo sui gruppi sulfidrilici liberi impedendo che possano essere utilizzati da enzimi a cui sono indispensabili. Il piombo ostacola la sintesi dell'eme che nel sangue conduce ad un rallentamento ad una diminuzione dei globuli rossi e dell'emoglobina racchiusa in ogni globulo. Un malato intossicato da piombo produce globuli rossi alterati, definiti "punteggiati", e questo fatto può condurre all'anemia. Le preoccupazioni per il ruolo del piombo nel ritardo mentale nei bambini ha portato ad una generale riduzione del suo uso. L'esposizione al piombo è stata collegata anche alla schizofrenia. Le vernici contenenti piombo sono state ritirate dal commercio in tutti i paesi industrializzati, tuttavia molte vecchie case contengono ancora piombo nelle loro vernici e in caso di lavori di ristrutturazione non si dovrebbero mai togliere i vecchi strati di vernice carteggiandoli perché si produrrebbero polveri sottili contenenti piombo che finirebbero per essere respirate.

3.11 Solfati

Lo ione **solfato** è un anione poliatomico con formula chimica SO₄²⁻; consiste in un atomo di zolfo centrale circondato da quattro atomi di ossigeno equivalenti in un arrangiamento a tetraedro.

Caratteristiche

La maggior parte dei solfati sono solubili in acqua. Le eccezioni includono il solfato di calcio e il solfato di bario.

Disponibilità

I solfati sono normalmente presenti nell'acqua in seguito allo scorrimento tra le rocce del sottosuolo e all'ossidazione dei minerali soprattutto di sodio, magnesio e calcio. I solfati non sono considerati

agenti pericolosi per la salute umana, se rientrano nei limiti di legge; il Decreto Legislativo n. 31 del 2001 stabilisce che la quantità massima di solfati nell'acqua potabile non deve superare i 250 mg/L. I solfati sono presenti, inoltre, nell'atmosfera sotto la forma di aerosol prodotti dalla combustione di combustibili fossili e biomasse. La presenza di questi particolati aumenta l'acidità dell'atmosfera terrestre ed è causa delle piogge acide.

Applicazioni

I solfati sono importanti nell'industria chimica e nei sistemi biologici.

Tossicità

Il solfato è uno dei principali componenti dissolti della pioggia. Le alte concentrazioni di solfato nell'acqua che beviamo possono avere un effetto lassativo quando unite a calcio e magnesio, i due costituenti più comuni della durezza. I batteri, che attaccano e riducono i solfati, formano il gas solfuro idrogeno (H₂S). Le persone non abituate a bere acqua ad elevati livelli di solfato possono andare incontro a disidratazione e diarrea. I bambini sono spesso più sensibili al solfato rispetto agli adulti. Come misura di sicurezza, l'acqua con un livello di solfato che supera i 400 mg/l non dovrebbe essere usata nella preparazione di alimenti per bambini. I bambini più grandi e gli adulti si abituano a livelli elevati di solfato dopo pochi giorni. Anche gli animali sono sensibili a livelli elevati di solfato. In animali giovani, livelli elevati possono causare diarrea severa e cronica ed in alcuni casi la morte. Come gli esseri umani, gli animali tendono a abituarsi al solfato col tempo. La diluizione dell'acqua ricca in solfato con acqua povera in solfato può contribuire a evitare i problemi di diarrea e la disidratazione negli animali giovani ed negli animali non abituati a bere acqua ricca in solfato.



3.12 Nitriti

Il **nitrito** è un anione composto da un atomo di azoto e due atomi di ossigeno caricati negativamente. La sua formula chimica è NO₂⁻.

A seconda dei casi, può essere considerato come un sale o un estere dell'acido nitroso.

Caratteristiche

In chimica inorganica, i nitriti sono sali dell'acido nitroso HNO₂. Essi sono formati dallo ione nitrito NO₂⁻. I nitriti dei metalli alcalini e dei metalli alcalino terrosi possono essere sintetizzati facendo

	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

reagire una miscela di monossido di azoto NO e diossido di azoto NO₂ con la corrispondente soluzione di idrossido di metallo, come pure attraverso la decomposizione termica del corrispondente nitrato. Altri nitriti sono ottenibili per mezzo della riduzione dei corrispondenti nitrati.

In chimica organica, i nitriti sono esteri dell'acido nitroso e presentano il gruppo funzionale nitrossido. Essi hanno formula generale RONO, in cui R è un gruppo arile o alchile. Il nitrito di amile viene utilizzato in medicina come trattamento per le malattie cardiache.

Disponibilità

Il nitrito non è generalmente presente in concentrazioni significative, eccetto che in un ambiente riducente, dal momento che il nitrato rappresenta lo stato di ossidazione più stabile. Esso si può formare dalla riduzione microbica del nitrato ed in vivo dalla riduzione del nitrato ingerito attraverso la dieta. Il nitrito si può anche formare chimicamente nelle tubazioni idriche in acciaio zincato ad opera dei batteri del genere *Nitrosomonas* durante la stagnazione di acque contenenti nitrato e povere di ossigeno od in seguito a disinfezione tramite clorammina.

Applicazioni

I nitriti possono essere addizionati come conservanti ai seguenti alimenti: insaccati (freschi, stagionati, cotti), prosciutti (stagionati e cotti), semiconserve non sterilizzate (würstel e mortadella), le conserve sterilizzate, carni affumicate, nei cereali e prodotti tostati, pesce.

Tossicità

I nitriti nell'uomo provocano una grave malattia, la metaemoglobinemia. Questa patologia consiste nell'accumulo, nel globulo rosso, di metaemoglobina, cioè della forma non funzionale di emoglobina contenente ferro³⁺; essa colpisce soprattutto i neonati perchè essi, a livello dello stomaco, hanno una minor capacità di formare ioni idrogeno, avendo così una minore acidità, che normalmente serve anche come disinfettante. Questa incapacità di ritrasformare la metaemoglobina in emoglobina provoca il blocco del trasporto di ossigeno, che quindi si riduce. Per prevenire questa patologia, bisognerebbe eliminare dall'acqua i nitriti ossidandoli a nitrati (i quali sono molto meno tossici). Il valore massimo in nitriti che potrebbe essere tollerato è 0,5 mg/L.

3.13 Benzene

Il benzene è un composto chimico che a temperatura ambiente e pressione atmosferica si presenta sotto forma di liquido volatile incolore altamente infiammabile, dall'odore caratteristico

Caratteristiche

Dal punto di vista chimico, il benzene è un idrocarburo aromatico monociclico avente formula bruta C_6H_6 . È un costituente naturale del petrolio, ma viene anche sintetizzato a partire da altri composti chimici presenti nel petrolio stesso. Possiede notevoli proprietà solventi: è miscibile in tutte le proporzioni con molti altri solventi organici, mentre è poco solubile in acqua (0,18% a 25 °C).

Disponibilità

Il benzene viene prodotto per combustione incompleta di composti ricchi in carbonio, ad esempio, è prodotto naturalmente nei vulcani o negli incendi di foreste, ma anche nel fumo delle sigarette, o comunque a temperature superiori ai 500 °C. Attualmente, la maggior parte del benzene è prodotta dalle industrie petrolchimiche, e in una minor parte, dal carbone.

Applicazioni

Molte industrie lo utilizzano per produrre altri composti chimici come lo stirene, il cumene (per realizzare varie resine) ed il cicloesano (per creare il nylon e molte fibre sintetiche). Il benzene viene anche utilizzato per produrre alcuni tipi di gomme, lubrificanti, coloranti, inchiostri, collanti, detergenti, solventi e pesticidi. Il benzene è inoltre un componente delle benzine dove costituisce fino all'1% in volume. La produzione mondiale annua di benzene supera oramai i 30 milioni di tonnellate ed è dovuta per la maggior parte alla distillazione del petrolio, anche se una proporzione notevole di benzene viene ancora ottenuta dalla distillazione dell'olio di catrame di carbon fossile.

Tossicità

L'intossicazione provocata dal benzene o dai suoi derivati (ad esempio toluene, xileni o fenoli) è detta benzolismo.

L'inalazione di un tasso molto elevato di benzene può portare al decesso; un'esposizione da cinque a dieci minuti ad un tasso di benzene nell'aria al 2% (ovvero 20000 ppm) è sufficiente a condurre un uomo alla morte. Dei tassi più bassi possono generare sonnolenza, vertigini, tachicardia, mal di testa, tremori, stato confusionale o perdita di coscienza. La dose letale per ingestione è di circa 50÷500 mg/kg (milligrammo di sostanza ingerita rispetto al peso dell'individuo espresso in

chilogrammi). L'ingestione di cibi o bevande contenenti tassi elevati di benzene possono scatenare vomito, irritazione gastrica, vertigini, sonnolenza, convulsioni, tachicardia, e nei casi più gravi provocare la morte.

Il principale effetto di un'esposizione cronica al benzene è il danneggiamento dei tessuti ossei e la diminuzione delle cellule del midollo osseo, che può causare una diminuzione del tasso di globuli rossi nel sangue e un'anemia aplastica o una leucemia. Può anche dare origine a coaguli, difficoltà di coagulazione del sangue ed indebolimenti del sistema immunitario.

Il benzene è stato classificato dall'IARC come agente cancerogeno del gruppo 1.

Alcune donne esposte a livelli elevati di benzene per molti mesi hanno avuto anomalie nel ciclo mestruale ed una diminuzione del volume delle ovaie. Studi condotti su animali hanno dimostrato che l'esposizione al benzene durante la gravidanza porta a nascite sotto peso, ritardi nello sviluppo osseo e danni al midollo osseo.

3.14 Bromodiclorometano



Il **bromodiclorometano** (BDCM) è un liquido incoloro, pesante e non combustibile. Il bromodiclorometano normalmente non esiste come liquido nell'ambiente. Piuttosto, di solito si trova sotto forma di vapore nell'aria o disciolto nell'acqua.

Disponibilità

La maggior parte del bromodiclorometano presente nell'ambiente è un derivato che si forma quando il cloro viene aggiunto all'acqua potabile per uccidere gli organismi che causano la malattia. Una quantità molto piccola (meno dell'1% delle quantità provenienti dalle attività umane) è prodotta dalle alghe negli oceani. Il bromodiclorometano evapora molto facilmente, così che la maggior parte di questa sostanza chimica che penetra nell'ambiente da impianti chimici, discariche o acqua potabile entra nell'atmosfera sotto forma di gas. Il bromodiclorometano viene lentamente degradato (circa il 90% in un anno) dalle reazioni chimiche nell'aria. Qualsiasi quantità di bromodiclorometano che rimane nell'acqua o nel terreno può anche essere degradata lentamente dai batteri.

Applicazioni

Piccole quantità di bromodiclorometano vengono prodotte anche in impianti chimici per l'uso nei laboratori o per la produzione di altri prodotti chimici.

	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

Tossicità

Viene classificato come tossico e classificato come: R 23/24/25 Tossico per inalazione, contatto con la pelle e per ingestione.

3.15 Dibromodichlorometano

Il **Dibromodichlorometano** è un alometano tetrasostituito

Caratteristiche

La sintesi del dibromodichlorometano risulta abbastanza difficoltosa dal punto di vista energetico. Può essere ottenuto trattando tetraclorometano con trifluoruro di bromo in presenza di cloruro di alluminio o di BBr₃.

Tossicità

Il dibromodichlorometano è dannoso per l'uomo se ingerito o inalato, a contatto con la pelle o con gli occhi può causare irritazione, è necessario quindi manipolare la molecola con le adeguate precauzioni indossando indumenti da laboratorio per evitare il contatto con pelle ed occhi e con l'utilizzo di cappe aspiranti per evitare l'inalazione di eventuali vapori.

3.16 Cloroformio

Il cloroformio, nome IUPAC trichlorometano, è un alogenuro alchilico, noto anche come freon 20 o CFC 20.

Caratteristiche

La struttura chimica della sua molecola è assimilabile a quella di una molecola di metano in cui tre atomi di idrogeno sono stati sostituiti da tre atomi di cloro.

A temperatura ambiente è un liquido trasparente, abbastanza volatile, dall'odore caratteristico. Non è infiammabile da solo, ma lo è in miscela con altri composti infiammabili.

Disponibilità

A livello industriale, il cloroformio è prodotto per riscaldamento di una miscela di cloro e metano o cloruro di metile alla temperatura di 400-500 °C.

Tossicità

L'inalazione di cloroformio ha un effetto deprimente sul sistema nervoso centrale, da cui il suo effetto anestetico. La respirazione di aria contenente 900 ppm di cloroformio produce in breve tempo confusione, affaticamento e mal di testa. Un'esposizione prolungata può produrre danni al fegato (dove viene metabolizzato in fosgene) e ai reni. In alcuni soggetti, l'esposizione può produrre irritazioni alla pelle e reazioni allergiche con febbre fino a 40 °C.

Sperimentazioni su topi hanno dimostrato che l'esposizione durante la gravidanza ad aria contenente da 30 a 300 ppm di cloroformio o la sua ingestione può produrre aborti o nascite di cuccioli malformati. Nei maschi si è osservata un'alterazione dello sperma. L'effetto del cloroformio sulla riproduzione umana non è noto.



Sospetto agente cancerogeno o carcinogeno, come evidenziato nelle monografie pubblicate dalla International Agency for Research on Cancer (IARC), probabilmente associato al carcinoma epatocellulare, è stato bandito in molte nazioni dall'uso in prodotti farmaceutici o ausiliari (dentifrici, sciroppi, unguenti).

I rischi accertati relativi a Salute & Sicurezza del cloroformio sono i seguenti:

- H302 – Nocivo se ingerito.
- H315 – Provoca irritazione cutanea.
- H319 – Provoca grave irritazione oculare.
- H331 – Tossico se inalato.
- H336 – Può provocare sonnolenza o vertigini dopo una singola esposizione.
- H351 – Sospettato di provocare il cancro.
- H361d – Sospettato di nuocere al feto.
- H372 – Provoca danni agli organi (Fegato, Rene) in caso di esposizione prolungata o ripetuta.

3.17 Tribromometano

Viene sintetizzato mediante la reazione degli aloformi per azione del bromo (Br₂) su acetone in ambiente alcalino; il suo punto di ebollizione è 149 °C. Un tempo veniva utilizzato in campo medico

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	---	---

come anestetico; oggi il suo uso, così come quello del cloroformio, è ormai superato per l'elevata tossicità e cancerogenicità; è noto anche per le sue proprietà antisettiche

Tossicità

Il tribromometano viene considerato tossico e viene classificato come:

- R 23 Tossico per inalazione.
- R 36/38 Irritante per gli occhi e la pelle.
- R 51/53 Tossico per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico.

5. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE



Il Modello Concettuale Preliminare (MCPS) del sito è indispensabile per impostare un Piano di monitoraggio PdM, che orienti la selezione dei punti di campionamento nei luoghi a maggior probabilità di inquinamento e un Protocollo di analisi che concentri l'attenzione sulle sostanze con un maggior rischio sanitario.

Il Modello Concettuale confronta le caratteristiche specifiche del sito (descrizione degli eventuali edifici, degli impianti produttivi e delle infrastrutture, sia presenti che smantellati, atti amministrativi e giudiziari riguardanti il sito, descrizione dettagliata delle attività svolte sull'area e degli impianti fissi, con il grado e l'estensione presunta della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e/o sotterranee del sito.

La contaminazione presunta è ricavata dalle analisi pregresse, se disponibili, o è basata su ipotesi di diffusione delle sostanze contaminanti entro il sottosuolo, ipotesi che tengono conto delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze, delle caratteristiche di biodegradabilità, della struttura litostratigrafia e idrogeologica del sottosuolo.

L'obiettivo del Modello Concettuale Preliminare è quello di raccogliere tutti gli elementi che servono a definire:

- ✓ l'estensione dell'area da bonificare;
- ✓ i volumi di suolo contaminato;
- ✓ le caratteristiche rilevanti dell'ambiente naturale e costruito;

	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

- ✓ il grado di inquinamento delle diverse matrici ambientali;
- ✓ le vie di esposizione e le caratteristiche dei ricettori su cui possono manifestarsi gli effetti dell'inquinamento.

Oltre al MCP dovrà essere elaborato il Piano delle Indagini, in cui sono esposte dettagliatamente tutte le attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio al fine di caratterizzare il sito. Solo a valle dei risultati analitici derivanti dalle attività eseguite nel Piano di Indagine, confrontate con tutti i risultati pregressi e alla storia del sito, si potrà definire il Modello Concettuale Definitivo, che costituirà la base per l'eventuale applicazione dell'Analisi di Rischio Sito Specifica, che dovrà verificare gli scenari di esposizione in esso definiti.

Nell'affrontare la problematica relativa alla caratterizzazione del sito oggetto del presente elaborato, si è cercato di definire i rapporti tra le potenziali sorgenti dell'inquinamento, le possibili vie di trasporto e migrazione ed i probabili bersagli esposti all'inquinamento, al fine di comprendere meglio i fenomeni che avvengono nel sito e nell'intorno da questo influenzato.

L'individuazione di tutti i possibili percorsi di migrazione permette, infatti, di definire quali sono le sostanze da ricercare, le matrici ambientali da analizzare per valutare la migrazione dei contaminanti e l'esposizione dei bersagli ed è, quindi, un supporto indispensabile per l'identificazione dei punti di prelievo, della profondità d'investigazione da raggiungere e delle analisi chimico-fisiche da svolgere in laboratorio.

Sulla base di quanto esposto nei paragrafi precedenti si riporta, di seguito, lo schema degli scenari individuati per il Modello Concettuale Preliminare della Discarica di Sant'Arcangelo Trimonte e la relativa definizione di tutti obiettivi del MCP, cioè l'individuazione delle possibili:

- Sorgenti primarie;
- Sorgenti secondarie,
- Meccanismi di trasporto;
- Percorsi di esposizione;
- Bersagli della contaminazione.

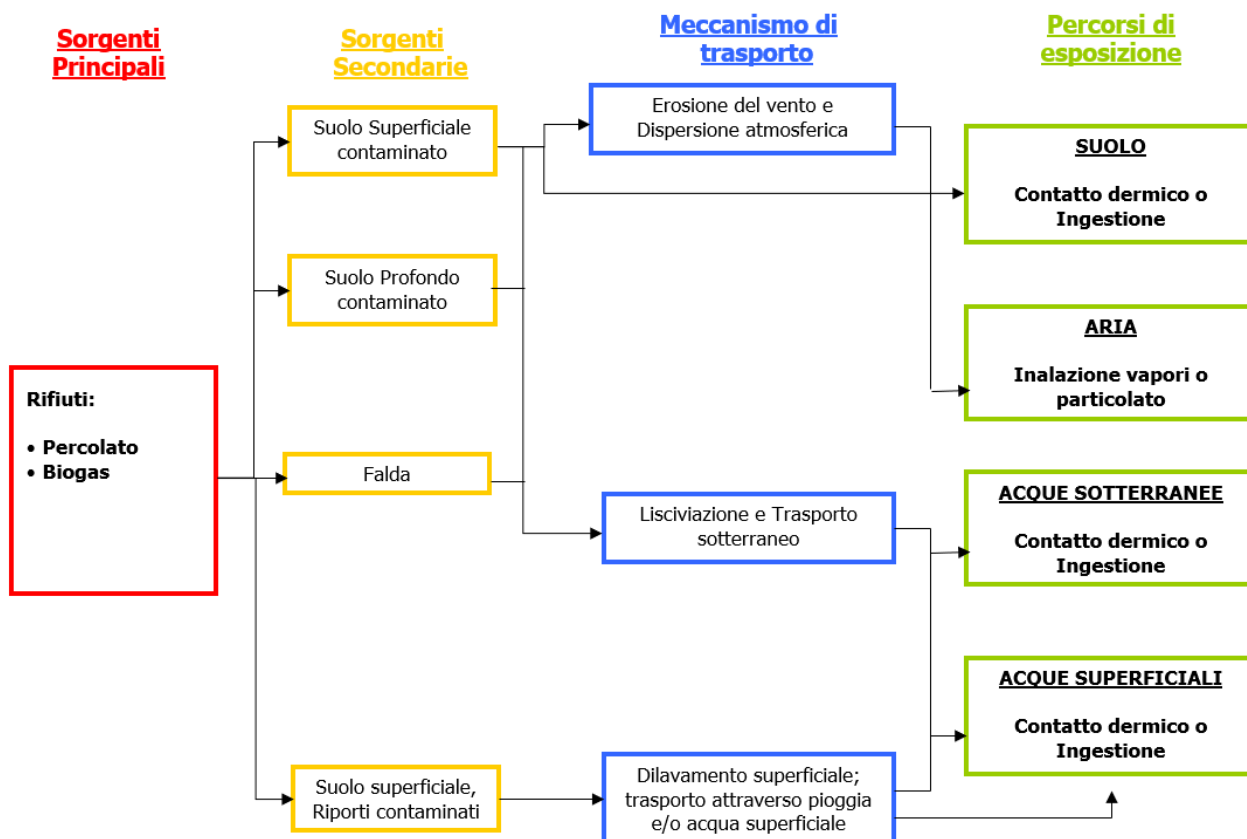


Fig.15: Modello Concettuale Preliminare

Sorgenti

La *sorgente primaria* di contaminazione è individuata nel **corpo dei rifiuti** e nei prodotti che ancora continua a generare, cioè **biogas e percolato**. Le *sorgenti secondarie*, invece, fanno riferimento al comparto ambientale che può essere soggetto alla contaminazione della sorgente primaria stessa, ovvero **suolo superficiale e profondo** e la **falda**.

Meccanismi di trasporto

I meccanismi di trasporto sono correlati alle sorgenti secondarie a cui fanno riferimento.

Bisogna considerare che gli inquinanti immessi nei suoli, sia superficiali che profondi, vanno incontro ad una serie di fenomeni di migrazione, trasformazione e ripartizione tra le loro varie componenti: spazi interstiziali, particelle solide ed acqua. I fenomeni di trasporto e trasformazione sono, quindi, influenzati dalle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze rilasciate e dalle peculiarità granulometriche e tessiturali del suolo entro cui esse si muovono. Quindi, per l'eventuale

suolo superficiale contaminato bisogna considerare l'erosione dello stesso da parte del vento e, quindi, la relativa dispersione atmosferica degli inquinanti presenti sulla superficie del suolo.

Sia per il *suolo superficiale* che *profondo* bisogna considerare la *lisciviazione* degli eventuali contaminanti ad opera delle acque meteoriche che possono permettere la migrazione degli inquinanti sia a livello superficiale che, attraverso *infiltrazione* e *percolazione*, verso gli strati più profondi.

Il *suolo superficiale* può subire anche il fenomeno del *dilavamento superficiale* ad opera delle acque meteoriche, che possono erodere il terreno sia chimicamente che meccanicamente, quindi, tale fenomeno può disperdere i contaminanti anche su lunghe distanze.

Anche per la *falda* bisogna considerare che i contaminanti possono essere *lisciviati* e migrare anche a grandi distanze, qualora le caratteristiche della falda lo permettano.

Vie di esposizione

Le vie di esposizione sono quelle mediante le quali il potenziale bersaglio entra in contatto con le sostanze inquinanti. Si ha una esposizione *diretta* se la via di esposizione coincide con la sorgente di contaminazione; si ha, invece, un'esposizione *indiretta* nel caso in cui il contatto del recettore con la sostanza inquinante avviene a seguito della migrazione dello stesso e, quindi, ad una certa distanza dalla sorgente.

Nel caso specifico si ritengono attivi:

- *il contatto dermico o l'ingestione* (per suolo, acque sotterranee e superficiali);
- *l'inalazione di vapori o particolato* (per l'aria);



Bersagli della contaminazione

I bersagli della contaminazione considerati sono esclusivamente *umani* e possono essere considerati on-site e off-site.

In base alla destinazione d'uso del suolo, i bersagli vengono così ripartiti:

- ✓ Uso Residenziale (adulti e bambini);
- ✓ Uso Ricreativo (adulti e bambini);
- ✓ Uso Industriale/Commerciale (esclusivamente adulti).

Nel caso in oggetto, si definiscono *bersagli on-site* i lavoratori (esclusivamente adulti, per siti ad uso industriale) che, attualmente, possono essere impiegati in piccoli lavori di manutenzione ordinaria e che, in futuro, potrebbero essere impiegati nelle attività ordinarie di gestione della discarica,

	<p>PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p>DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p>RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

qualora ci fosse una ripresa dei conferimenti, mentre i *bersagli off-site* sono le persone che vivono all'esterno del sito (adulti e eventuali bambini, per siti ad uso residenziale), che potrebbero entrare in contatto soprattutto con l'eventuale contaminazione delle acque di falda.

6. CONCLUSIONI

Il presente elaborato parte dai contenuti della Relazione Istruttoria, Prot. n.2822 del 24/07/2018, a firma del Direttore Tecnico ed Amministrativo Ing. Roberto Iantosca, di cui si riporta uno stralcio: "I risultati relativi alle acque sotterranee, hanno evidenziato superamenti delle CSC e dei valori di fondo definiti per il sito tali da richiedere la necessità dell'attuazione di un Piano di Caratterizzazione."



Allo stesso modo, anche nell'ultima relazione dell'ARPAC *"Analisi temporale delle acque sotterranee in corrispondenza della discarica di S.Arcangelo Trimonte: valori di fondo, tendenze, livello di inquinamento"* redatta in seguito alla richiesta formulata, nel corso di una riunione del 04/08/2017, dalla Regione Campania, Direzione Generale per l'Ambiente, Difesa del Suolo ed Ecosistema, circa un aggiornamento tecnico sulle problematiche ambientali del sito e nella quale vengono anche stabiliti i Valori di Fondo Naturale sito specifici per alcuni dei parametri che registrano i superamenti più frequenti, anche prima dell'entrata in esercizio della discarica.

Nelle conclusioni della presente relazione è riportato: "Sebbene la tipologia di inquinanti ad oggi presenti in falda non costituisca un particolare fattore di rischio sanitario ed ambientale, ai sensi della normativa vigente il sito è definibile comunque come potenzialmente contaminato e si ritiene quindi necessario procedere alla predisposizione ed esecuzione di un Piano di caratterizzazione per verificare l'eventuale stato di contaminazione".

Sulla base delle seguenti informazioni riportate nella presente relazione:

- descrizione, inquadramento geologico ed idrogeologico del sito,
- stato ed uso dei luoghi,
- studi pregressi e criticità riscontrate,
- identificazione dei rischi per la salute dei singoli inquinanti riscontrati nelle acque sotterranee, che hanno presentato valori di concentrazione superiori a quelli prefissati dalla normativa vigente,



è stato elaborato il Modello Concettuale Preliminare del sito, in cui sono state individuate:

	<p align="center"> PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN) RELAZIONE TECNICA </p>	
---	--	---

- le sorgenti di contaminazione;
- le possibili vie di migrazione degli inquinanti;
- i meccanismi di trasporto e i percorsi di esposizione;
- e i potenziali bersagli.



Tutte le considerazioni espresse hanno permesso di pianificare il relativo Piano delle Indagini (Allegato 2), in cui sono esposte dettagliatamente tutte le attività che saranno svolte in campo ed in laboratorio al fine di caratterizzare il sito.

In caso di approvazione dello stesso da parte delle Autorità Competenti, i risultati derivanti dalle fasi di campionamento delle varie matrici previste dal Piano, confrontate anche con i risultati pregressi e con la storia del sito, permetteranno la definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee del sito di discarica di Sant' Arcangelo Trimonte. Ciò permetterà di definire il Modello Concettuale Definitivo, che costituirà la base per l'eventuale applicazione dell'Analisi di Rischio Sito Specifica, che dovrà verificare gli scenari di esposizione in esso definiti.

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	--	---

Bibliografia di riferimento (in ordine cronologico):

- *“Il clima d'Italia nelle sue caratteristiche e varietà e quale fattore dinamico del paesaggio, Vol I”* - Mennella C. (1967), Edizione EDART 1967, Napoli.
- *“The Effect of Climate Change on Hydrogeological Resources in Campania Region (Italy)”*, Geol. Soc. of London, Ducci D., Tranfaglia G. (2005).
- *“Progetto Esecutivo – Relazione Tecnica Generale: Impianto di discarica per rifiuti non pericolosi ex Legge n.87 del 05 Luglio 2007, in località Nocecchia Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”* - Presidenza del Consiglio dei Ministri Commissario Delegato Emergenza Rifiuti Campania (ex O.P.C.M. n.3639 del 2008) – 25.03.2008.
- *“Progetto Esecutivo – Relazione Geologica: Impianto di discarica per rifiuti non pericolosi ex Legge n.87 del 05 Luglio 2007, in località Nocecchia Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”* - Presidenza del Consiglio dei Ministri Commissario Delegato Emergenza Rifiuti Campania (ex O.P.C.M. n.3639 del 2008) – 25.03.2008.
- *“Progetto Esecutivo – Relazione Geotecnica: Impianto di discarica per rifiuti non pericolosi ex Legge n.87 del 05 Luglio 2007, in località Nocecchia Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”* - Presidenza del Consiglio dei Ministri Commissario Delegato Emergenza Rifiuti Campania (ex O.P.C.M. n.3639 del 2008) – 25.03.2008.
- *“Studio Idrogeologico sul sito della discarica per rifiuti non pericolosi in località La Nocecchia Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”* – Studio Tecnico Associato Bortolami e Di Molfetta, Maggio 2009.
- *“Relazione Geotecnica – Daneco Impianti S.r.l. Sant’Arcangelo Trimonte (BN) Località Nocecchia”* – Geotechnical Engineering, Prof. Ing. M. Manassero, 30.10.2009.
- *“Contenuti e modalità dell’Autorizzazione Integrata Ambientale – Impianto di discarica di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”* – Presidenza del Consiglio dei Ministri – Ordinanza n.291 del 31.12.2009.
- *“Relazione N.4 – Discarica Sant’Arcangelo Trimonte”* – Tavolo Tecnico della Commissione di Vigilanza – Prot. n.88bis del 26.01.2011.
- *“Relazione N.5 – Discarica Sant’Arcangelo Trimonte”* – Tavolo Tecnico della Commissione di Vigilanza – Prot. n.107 del 16.02.2011.

	<p align="center">PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE AI SENSI DELL'ALL.2 DEL TITOLO IV DEL D.LGS 152/2006 E SMI</p> <p align="center">DISCARICA SANT.ARCANGELO TRIMONTE (BN)</p> <p align="center">RELAZIONE TECNICA</p>	
---	---	---

- *“Relazione relativa alle attività di monitoraggio sulle acque sotterranee nell’impianto di discarica per rifiuti non pericolosi in località Nocecchia nel Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN)”, Università degli Studi del Sannio, Dott. D. Cicchella, 16.02.2011.*
- *“Relazione N.7 – Discarica Sant’Arcangelo Trimonte” – Tavolo Tecnico della Commissione di Vigilanza – Prot. n.140 del 27.05.2011.*
- *“R2: Discarica di S. arcangelo Trimonte” - SAMTE, Ing. P. Viparelli, Maggio 2011.*
- *“Relazione Conclusiva Discarica di Sant’Arcangelo Trimonte: Indagini finalizzate alla verifica dell’integrità dei teli di impermeabilizzazione nonché all’identificazione di eventuali dispersioni di percolato” e “Caratterizzazione geochimica-ambientale dei suoli circostanti la discarica”, Università degli Studi del Sannio, D. Cicchella, 25.07.2017.*
- *“Analisi temporale delle acque sotterranee in corrispondenza della discarica di Sant’Arcangelo Trimonte: valori di fondo, tendenze, livello di inquinamento” – ARPAC, 11.10.2017.*
- *“Monitoraggio satellitare discarica loc. La Nocecchia Comune di Sant’Arcangelo Trimonte (BN) – Elaborazioni di immagini radar mediante la tecnica interferometrica A-Din-SAR – Relazione illustrativa delle elaborazioni per il periodo Gennaio 2014 – Dicembre 2017”, Teknion S.r.l., 22.02.2018.*
- *“Riesame dell’Autorizzazione Integrata Ambientale per l’impianto di Discarica rifiuti urbani cod.IPPC 5.4, ubicata in Sant’Arcangelo Trimonte (BN)” - Resoconto verbale della Conferenza di Servizi del 16.05.2018.*