



COMUNE DI SAN MARZANO SUL SARNO  
Provincia di Salerno

## EX DISCARICA LOC. MASSERIA TORTORA NEL COMUNE DI SAN MARZANO SUL SARNO (SA)



### PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE ai sensi dell'Allegato 2 - Parte IV - Titolo V del D. Lgs. 152/2006

ELABORATO DESCRITTIVO

## RELAZIONE TECNICA

IL PROGETTISTA

dott.ing. Marialuisa Natale



ELABORATO N.:	Rev.	Data	Prodotto	Controllato	Approvato	Motivo della revisione
REL	01	Marzo 2022				
SCALA:						
-						



## Sommario

1	PREMESSA.....	1
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	2
2.1	Piano Regionale di Bonifica.....	3
3	ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO.....	5
4	INQUADRAMENTI.....	6
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	6
4.2	INQUADRAMENTO CATASTALE.....	7
4.3	INQUADRAMENTO URBANISTICO.....	8
4.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	8
4.5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	9
4.6	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	10
4.7	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO .....	11
5	DESCRIZIONE DELL'AREA.....	11
6	PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITO .....	11
6.1	ESECUZIONE DELLE INDAGINI.....	13
6.1.1	Indagini indirette .....	13
6.1.2	Indagini dirette .....	14
6.2	RISULTATI DELLE INDAGINI.....	20
6.2.1	Indagini indirette .....	20
6.2.2	Indagini dirette .....	21
7	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE.....	27
7.1	FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE.....	28
7.1.1	Sorgenti di contaminazione .....	29
7.1.2	Vettori di trasporto o vie di migrazione della contaminazione.....	31
7.1.3	Bersagli della contaminazione .....	31
7.1.4	Formulazione del Modello Concettuale .....	32
7.2	PIANO DI INVESTIGAZIONE.....	32
7.2.2	Investigazione dirette della matrice suolo .....	35
7.2.3	Investigazioni dirette matrice acque sotterranee .....	37
7.2.4	Prelievo, conservazione e gestione dei campioni.....	37
7.2.5	Rilievo topografico dei piezometri.....	39
7.2.6	Analisi chimiche .....	39



7.2.7	Ricerca dei parametri sito specifici.....	41
8	CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ.....	41
9	CONCLUSIONI .....	41



## 1 PREMESSA

Il Comune di San Marzano sul Sarno (SA) è il soggetto proprietario della discarica ricadente all'interno del territorio comunale in località Masseria Tortora. Il presente elaborato riguarda il Piano di Caratterizzazione da eseguire sul sito in parola, a seguito dell'evidenza di contaminazione scaturito dall'esecuzione del Piano delle Indagini Preliminari.

L'area risulta censita nel Piano Regionale di Bonifica, adottato con D.G.R. n.129 del 27/05/2013 (BURC n.30 del 05/06/2013, i cui elenchi sono stati aggiornati con D.G.R. n. 35 del 29/01/2019 (BURC n. 15 del 22/03/2019) e rientra tra i *Siti Potenzialmente Contaminati nell'ex SIN "Bacino Idrografico del fiume Sarno" (CSPC Ex SIN Sarno)* di cui alla Tabella 4bis.3 del PRB (Rif. Fig. 01), ed è identificata con codice sito **5122S001**.

Allegato 4-bis

Tabella 4-bis.3

Elenco recante il Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati nell'ex SIN "Bacino Idrografico del fiume Sarno" (CSPC Ex SIN Sarno)

Codice	Denominazione	Indirizzo	Comune	Prov.	Proprietà	Tipologia sito	Contaminati		Iter Procedurale	superficie (mq)	coord. X	coord. Y
							Suolo	Acque sotterranee				
5132S519	P.V.C. Total (Ip)	Via Sottocanti, 44	S. Valentino Torio	SA	Privata	Punto Vendita Carburanti				150	466386	4516134
5132S520	P.V.C. Agip	Via Canzanelli	S. Valentino Torio	SA	Privata	Punto Vendita Carburanti				2000	466365	4515361
5122S001	Discarica Comunale Loc. Masseria Tortora	Via Ugo Foscolo	San Marzano sul Sarno	SA	Pubblica	Discarica Comunale				3000	464331	4514822
5122S502	P.V.C. Shell n. 75026	Via Termine Bianco, 93	San Marzano sul Sarno	SA	Privata	Punto Vendita Carburanti				1800	465824	4513416
5122S504	Ex La Meridiana	Via Traversa L'Ino Foscolo	San Marzano sul Sarno	SA	Privata	Attività Dismissa				8463	464805	4514438

Figura 1: – Stralcio Tab. 4bis.3 "Elenco recante censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati nell'ex SIN "Bacino Idrografico del fiume Sarno" (CSPC Ex SIN Sarno)"

La scrivente ing. Marialuisa Natale, nata a Napoli, il 13.01.84; CF: NTLMLS84A53F839F, P.Iva: 04039810611, iscritta all'ordine degli ingegneri della provincia di Caserta al nr 4494/A, su incarico ricevuto dal comune di San Marzano sul Sarno (SA), ha pertanto redatto il presente piano di caratterizzazione ambientale che contiene i seguenti elementi:

- Ricostruzione storica ed informazioni generali del sito;
- Raccolta indagini ambientali pregresse: inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico del sito;
- Formulazione del Modello Concettuale Preliminare, individuando nello specifico le potenziali fonti di contaminazione, potenziali vie di diffusione e potenziali bersagli della contaminazione;
- Formulazione del Piano di investigazione iniziale del sito, indicando nello specifico le indagini dirette da effettuare sul suolo, sottosuolo, manufatti, acque sotterranee e superficiali (sondaggi ambientali, pozzi piezometrici, caratterizzazione dei materiali, rilievo plano-altimetrico con indicazione del numero, ubicazione, profondità, ecc.);
- Elaborati cartografici in scala adeguata (Inquadramenti, Planimetria generale dell'area, ubicazione dei punti d'indagine);
- Computo metrico estimativo delle analisi di campo.



## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'Allegato 2 alla Parte IV del D. Lgs. n.152/06 e s.m.i., stabilisce che la caratterizzazione ambientale di un sito è identificabile nell'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 di un 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.

Per caratterizzazione dei siti contaminati si intende quindi il processo costituito dalle seguenti fasi:

- a) Ricostruzione storica delle attività produttive svolte sul sito;
- b) Elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e predisposizione di un piano di indagini ambientali finalizzato alla definizione dello stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- c) Esecuzione del piano di indagini e delle eventuali indagini integrative necessarie alla luce dei primi risultati raccolti;
- d) Elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti e rappresentazione dello stato di contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee;
- e) Elaborazione del Modello Concettuale Definitivo;
- f) Identificazione dei livelli di concentrazione residua accettabili - sui quali impostare gli eventuali interventi di messa in sicurezza e/o di bonifica, che si rendessero successivamente necessari a seguito dell'analisi di rischio - calcolati mediante analisi di rischio eseguita secondo i criteri di cui in Allegato 1 alla Parte IV del D. Lgs. n.152/06 e s.m.i.

A seguito dell'approvazione del Piano di Caratterizzazione elaborato, nell'ambito del procedimento della Conferenza di Servizi, verrà eseguito il piano di indagini di cui al punto 3), recependo le eventuali integrazioni richieste, allo scopo di valutare e verificare la presenza di eventuali situazioni di superamento dei valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC).

Sulla base dei risultati ottenuti dal Piano di Caratterizzazione, qualora non risultino superate le CSC sito specifiche per le varie matrici ambientali sottoposte a caratterizzazione, si procederà attraverso apposita Relazione Tecnica Descrittiva delle indagini a descrivere i risultati complessivamente ottenuti.

Qualora, al contrario, venga accertata la presenza di superamenti rispetto alle CSC, rappresentanti valori di attenzione, verrà applicata apposita Procedura di Analisi di Rischio sito-specifica, finalizzata alla determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR). Tali valori rappresenteranno concentrazioni aderenti alla realtà del sito in esame sulle quali impostare eventuali interventi di bonifica o messa in sicurezza. Se le concentrazioni dei contaminati di interesse rilevate sul sito risultino minori delle predette CSR, il sito potrà essere ritenuto non contaminato e l'iter amministrativo giungerà al termine mediante l'approvazione del documento di Analisi di Rischio.

L'Allegato 2, si differenzia profondamente dall'analogo Allegato 2 del DM 471/1999, essendo quest'ultimo molto più dettagliato e recante precisi criteri per la caratterizzazione di un sito. Ad esempio il DM 471/1999 recava anche il numero minimo di campionamenti di suolo ed acque da eseguire in funzione della estensione del sito stesso, le modalità di prelievo conservazione e trasporto dei campioni, i criteri per il controllo della qualità delle operazioni di campionamento ed analisi; etc.



L'attuale Allegato 2 invece è molto generico e reca dei passaggi relativi a procedure più di ordine amministrativo che tecnico.

Al fine di definire il numero di indagini da eseguire con il presente piano di caratterizzazione, si farà riferimento, a vantaggio di sicurezza, alle quantità minime previste dall'Allegato 2 del DM 471/1999, le quali indicano un numero preciso di sondaggi della matrice suolo e della matrice acqua.

Le scelte di tipo tecnico contenute all'interno del presente Piano sono state elaborate in coerenza con il "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati" redatto da APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici).

## 2.1 Piano Regionale di Bonifica

Il Piano Regionale di Bonifica, aggiornato a dicembre 2018 e adottato con *Deliberazione di Giunta Regionale n. 35 del 29/01/2019* (BURC n. 15 del 22/03/2019), è lo strumento di programmazione e pianificazione previsto dalla normativa vigente, attraverso cui la Regione Campania, coerentemente con le normative nazionali, provvede a:

- individuare i siti da bonificare presenti sul proprio territorio e le caratteristiche generali degli inquinamenti presenti;
- definire un ordine di priorità degli interventi sulla base di una valutazione comparata del rischio elaborata dall'Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA);
- indicare le modalità degli interventi di bonifica e risanamento ambientale, che privilegino prioritariamente l'impiego di materiali provenienti da attività di recupero di rifiuti urbani;
- definire le modalità di smaltimento dei materiali da asportare;
- stimare gli oneri finanziari necessari per le attività di bonifica.

Il PRB contiene, tra l'altro, disposizioni normative riportate nell'Allegato 10 "Norme Tecniche di Attuazione del PRB".

I siti censiti nel PRB, in numero totale pari a 4.692, sono stati raggruppati nei seguenti elenchi:

- **Archivio dei procedimenti conclusi**: contiene i siti a vario titolo inseriti nel PRB per i quali i procedimenti avviati di indagini, caratterizzazione, messa in sicurezza permanente o bonifica sono conclusi;
- **Anagrafe dei Siti da Bonificare (ASB)**: l'elenco dei siti bonificati e dei siti contaminati da sottoporre ad intervento di bonifica e ripristino ambientale secondo le procedure previste agli artt. 242 e successivi del D. Lgs. 152/06;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati Locali (CSPC locali)**: l'elenco di tutti i siti per i quali sia stato già accertato il superamento delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) non ricadenti nel perimetro dei SIN e che non siano stati sub-perimetrati o censiti negli ex SIN;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati nei Siti di Interesse Nazionale (CSPC SIN)**: l'elenco di tutti i siti censiti ricadenti all'interno del perimetro dei siti di interesse nazionale della Regione Campania;
- **Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati negli ex Siti di Interesse Nazionale (CSPC ex SIN)**: l'elenco di tutti i siti sub-perimetrati o censiti all'interno del perimetro degli ex siti di interesse nazionale della Regione Campania fino alla data del decadimento del SIN;



- **Censimento dei Siti in Attesa di Indagini (CSAI)**: l'elenco dei siti, già individuati come "siti potenzialmente inquinati" nel PRB 2005, per i quali, secondo quanto previsto dalle Norme di Attuazione e dal PRB 2013, il Comune territorialmente competente ha l'obbligo di svolgere, le verifiche in ordine alla necessità o meno di procedere all'esecuzione di indagini preliminari;
- **Elenco dei terreni agricoli** che non possono essere utilizzati per la produzione agroalimentare o silvo-pastorale (classe D secondo il modello scientifico GdL Terra dei Fuochi).

L'area risulta censita nel Piano Regionale di Bonifica, adottato con D.G.R. n.129 del 27/05/2013 (BURC n.30 del 05/06/2013, i cui elenchi sono stati aggiornati con D.G.R. n. 35 del 29/01/2019 (BURC n. 15 del 22/03/2019) e rientra tra i *Siti Potenzialmente Contaminati nell'ex SIN "Bacino Idrografico del fiume Sarno" (CSPC Ex SIN Sarno)* di cui alla Tabella 4bis.3 del PRB (*Rif. Fig. 01*), ed è identificata con codice sito **5122S001**.



### 3 ITER PROCEDURALE ED AMMINISTRATIVO

Nell'Appendice 1 "Linee Guida sull'iter procedurale previsto dal D. Lgs. n.152/2006 e s.m.i.", del vigente Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Regione Campania, viene riportato l'iter procedurale da seguire a seguito di eventi potenzialmente in grado di contaminare un sito o di riscontro di contaminazioni storiche con rischio di aggravamento della contaminazione.

Nella seguente figura (Rif. Figura 1) si riporta il diagramma di flusso che, in forma sintetica, riassume la sequenza di azioni da attuare a seguito del verificarsi di un evento potenzialmente in grado di contaminare un sito, o della individuazione di contaminazioni storiche che possono ancora comportare rischi di aggravamento della situazione di inquinamento come nel caso di specie.

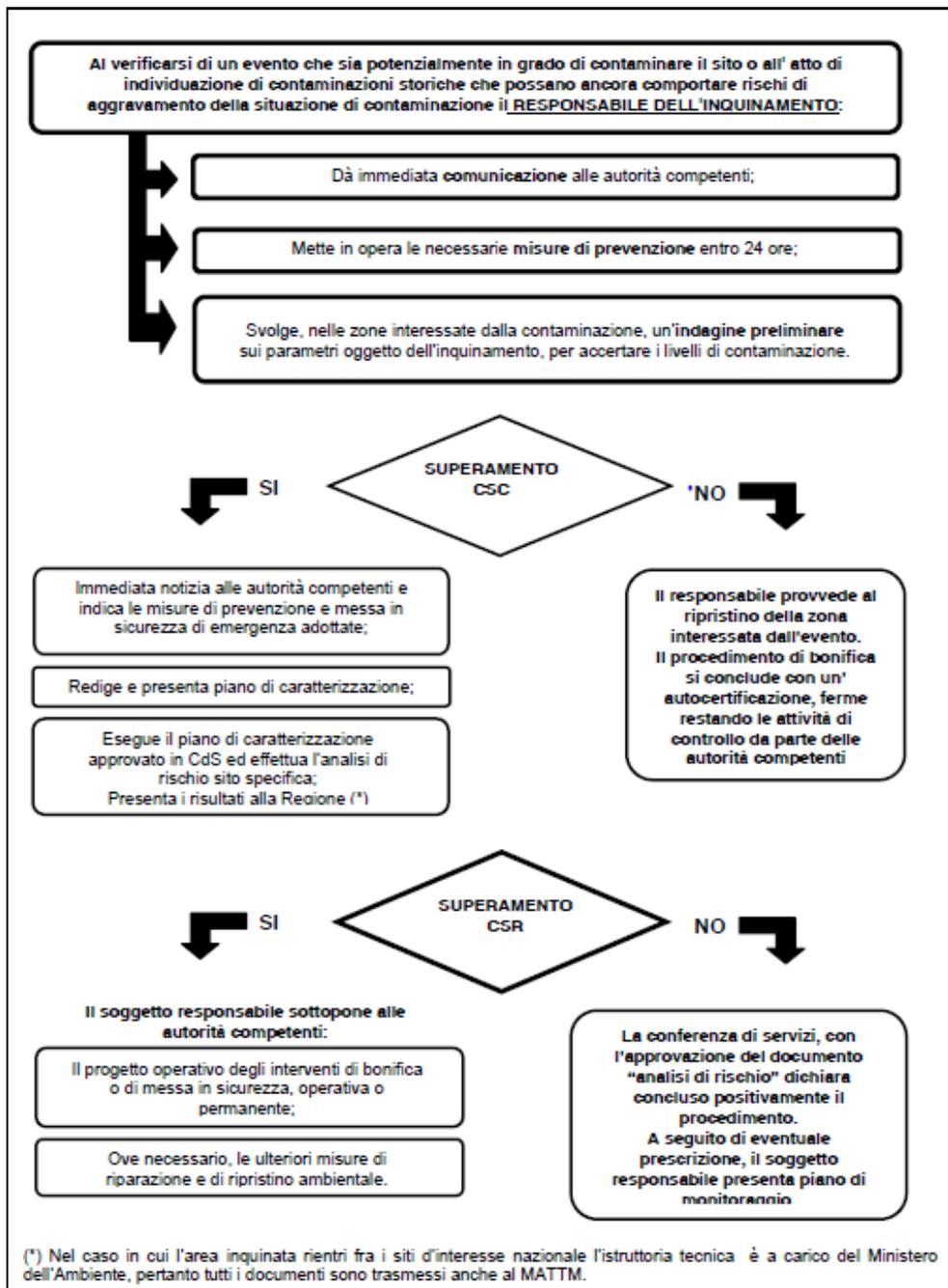


Figura 2: – Diagramma di flusso "Iter procedurale ed amministrativo"



## 4 INQUADRAMENTI

### 4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in oggetto è sita nel comune di San Marzano sul Sarno, al confine con i comuni di Scafati e di San Valentino Torio, in località Masseria Tortora. Il territorio comunale in questione è ubicato nella Piana del fiume Sarno. Tale Piana si presenta come una zona morfologicamente piatta, di forma romboidale con i vertici nella direzione dei quattro punti cardinali. Essa è delimitata a Sud dai rilievi carbonatici della Penisola Sorrentina, a N – E dai Monti di Sarno, a N – W dalle falde dell'apparato vulcanico del Somma Vesuvio. Nel tratto Sud – Occidentale si affaccia sul tratto di costa compreso tra Torre Annunziata e Castellammare di Stabia, essa si apre ancora in corrispondenza dell'abitato di Nocera Inferiore dove si verifica la confluenza tra i torrenti Solofrana e Cavaiola. Il territorio comunale di San Marzano in particolare è posto nella porzione di Piana più prossima ai Monti di Sarno e quindi si colloca nella zona medio alta della stessa Piana. Confina con i comuni di San Valentino Torio, Scafati, Pagani e Angri.

L'intero territorio è caratterizzato da una morfologia pianeggiante o sub – pianeggiante, con quote altimetriche che variano dai circa 23 m.s.l.m., nel punto più alto posto in corrispondenza del centro abitato, ai circa 12 m.s.l.m. nella porzione confinante con il fiume Sarno, che rappresenta tra l'altro il confine nord – occidentale del territorio comunale.



Figura 3 Ortofoto con ubicazione della discarica



Figura 4 Ortofoto discarica comunale di località Masseria Tortora

Le coordinate geografiche UTM WGS 84 del sito sono:

LATITUDINE	40°47'0.85"N
LONGITUDINE	14°34'38.12"E

Tabella 1 Coordinate geografiche del sito di discarica

#### 4.2 INQUADRAMENTO CATASTALE

L'area è individuata al catasto del Comune di San Marzano sul Sarno al **foglio 1 particella 855**, come risulta dall'estratto di mappa catastale di seguito riportato, ed ha un'estensione pari a 3.020 mq.

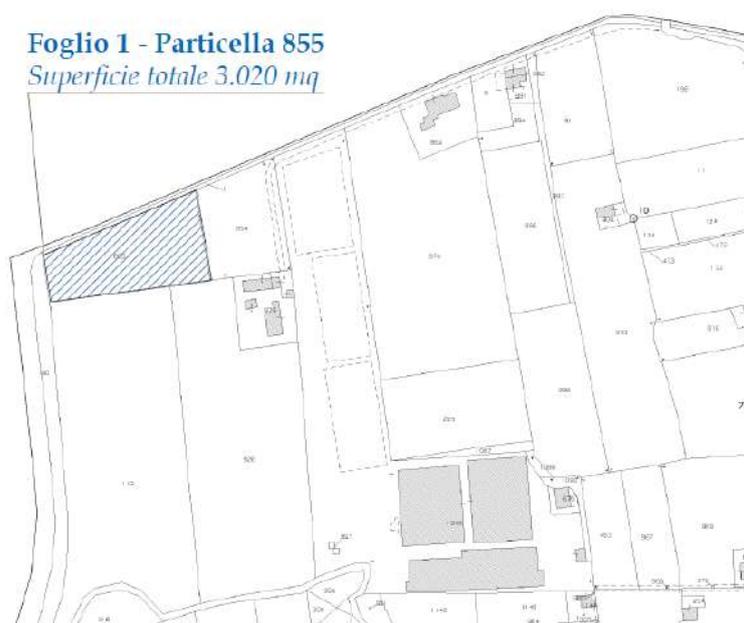


Figura 5 Estratto di mappa catastale con indicazione dell'area in oggetto



#### 4.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Dal punto di vista urbanistico il Comune di San Marzano sul Sarno è dotato di piano urbanistico comunale approvato con Delibera di Consiglio Comunale n. 25 del 8 giugno 2016.

Ai sensi del PUC vigente l'area ricade all'interno del **sistema naturale del Parco fluviale del Sarno**.

In tale zona è la conservazione e la ricostituzione dell'ambiente fluviale e delle aree agricole del suo intorno, con finalità sia paesistico – naturalistiche sia ricreativo – fruttive, da attuare attraverso specifica strumentazione urbanistica attuativa o negoziale (es. "Contratti di Fiume"), che garantisca:

- Il miglioramento della vivibilità dell'ecosistema presente, preservandolo dall'inquinamento prodotto da scarichi e reflui urbani e industriali nonché dall'uso di concimi, e prodotti per l'uso agricolo dannosi per esso;
- La rinaturalizzazione del corso d'acqua con interventi finalizzati al mantenimento e, ove non più presente, al ripristino della vegetazione ripariale, anche promuovendo, ove possibile, gli interventi di recupero della naturalità delle sponde.

Per la predetta area il PUC assume i seguenti indirizzi:

NATURALE	PARCO FLUVIALE DEL SARNO	PFS	<p>La zona omogenea "Parco Fluviale del Sarno", interessa una porzione di territorio ai margini del fiume Sarno dall'elevato valore paesaggistico – naturalistico rientrante nel Parco Regionale del Fiume Sarno. Obiettivo primario del PUC in tale zona è la conservazione e la ricostituzione dell'ambiente fluviale e delle aree agricole del suo intorno, con finalità sia paesistico – naturalistiche sia ricreativo – fruttive, da attuare attraverso specifica strumentazione urbanistica attuativa o negoziale (es. "Contratti di Fiume"), che garantisca:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Il miglioramento della vivibilità dell'ecosistema presente, preservandolo dall'inquinamento prodotto da scarichi e reflui urbani e industriali nonché dall'uso di concimi, e prodotti per l'uso agricolo dannosi per esso;</li> <li>• La rinaturalizzazione del corso d'acqua con interventi finalizzati al mantenimento e, ove non più presente, al ripristino della vegetazione ripariale, anche promuovendo, ove possibile, gli interventi di recupero della naturalità delle sponde.</li> </ul>
	CONNESSIONI FLUVIALI	CF	<p>La zona omogenea rappresenta le porzioni di territorio che formano i corridoi ecologici fluviali e comprende i corsi d'acqua e gli ambienti ad essi associati. In tale zona omogenea occorrerà rigenerare, restaurare, mantenere e consolidare la funzione di corridoi ecologici svolta dai corsi d'acqua (fiumi e canali), riconoscendo anche alle fasce di pertinenza e tutela fluviale, il ruolo di ambiti naturali vitali del corpo idrico in cui garantire obiettivi di qualità idraulica, naturalistica e paesaggistica.</p>

Figura 6 Stralcio zonizzazione per ambiti omogenei contenuto nel PUC

L'area inoltre è sottoposta ad un **vincolo di trasformabilità condizionata**, il quale individua le porzioni di territorio che sono soggette a limitazioni nelle trasformazioni, derivanti dalla presenza di vincoli non inibitori per la trasformazione o dalla presenza di risorse.

#### 4.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'inquadramento geologico alla base del presente piano di indagini preliminari è stato desunto dagli elaborati tecnici allegati al PUC di San Marzano sul Sarno, al quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio. Il territorio comunale di San Marzano sul Sarno si individua geograficamente all'interno della piana del fiume Sarno ed è rappresentato per intero nel Foglio 466 I "Nocera Inferiore" in scala 1:25:000 dell'IGM.

La Piana del Sarno costituisce la porzione meridionale della più ampia Piana Campana, un grande graben individuatosi a partire dal Pliocene Superiore e soggetto ad un graduale sprofondamento nel Quaternario. Essa si presenta come una zona morfologicamente piatta, di forma romboidale con i vertici nella direzione dei quattro punti cardinali. È delimitata a Sud dai rilievi carbonatici della Penisola Sorrentina, a N-E dai Monti di Sarno, a N-W dalle falde dell'apparato vulcanico del Somma Vesuvio. Nel tratto Sud-Occidentale si affaccia sul tratto di costa compreso tra Torre Annunziata e Castellammare di Stabia, essa si apre ancora in corrispondenza dell'abitato di Nocera Inferiore dove si verifica la confluenza tra i torrenti Solofrana e Cavaiola. Altimetricamente la Piana è quasi completamente inclusa nella isoipsa dei 25 metri e mentre sul lato vesuviano i fianchi del cono



vulcanico si raccordano molto dolcemente alla depressione, dal lato orientale e meridionale le pendenze risultano molto più marcate.

L'area in oggetto è caratterizzata da una struttura geologica costituita da un'alternanza di limi, sabbie ed argille, ovvero depositi piroclastici fortemente rimaneggiati e depositi sia in ambiente prevalentemente alluvionale che in quello palustre. Come si evince dallo studio geologico allegato al PUC lo spessore di tali depositi è variabile dai 6,00 metri fino ad un massimo di 12,00 m.

***Per maggiori informazioni consultare la tavola relativa all'inquadramento geologico dell'area.***

#### **4.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

L'inquadramento idrogeologico alla base del presente piano di indagini preliminari è stato desunto dagli elaborati tecnici allegati al PUC di San Marzano sul Sarno, al quale si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.

Il complesso idrogeologico della piana del fiume Sarno rappresenta un complesso idrogeologico alluvionale misto. Tale tipologia di complessi idrogeologici è caratterizzata da permeabilità quasi esclusivamente per porosità, con presenza di diversi livelli acquiferi sovrapposti intercomunicanti tra loro a causa della ridotta continuità dei livelli impermeabili. Per questo motivo tali acquiferi risultano quindi eterogenei ed anisotropi.

Il corso del fiume Sarno si sviluppa in posizione meridiana rispetto alla Piana ed è allungato in direzione NE-SO. Il Bacino Idrografico del fiume Sarno con i suoi principali affluenti Cavaiola e Solofrana si estende per una superficie di oltre 400 km<sup>2</sup> interessando un territorio prevalentemente pianeggiante compreso tra le province di Napoli, Salerno ed Avellino. L'attuale configurazione del bacino ed in particolare delle linee di drenaggio superficiale è il risultato della sovrapposizione di molteplici interventi di tipo strutturale che hanno progressivamente stravolto gli scenari originali, trasformando il reticolo idrografico principale in una fitta maglia di canalizzazioni artificiali. I principali colatori sono stati interessati nel tempo da sbarramenti, derivazione, rettificazione, arginature ed attraversamenti fino a diventare verri e propri collettori per la raccolta delle acque di scarico dei territori attraversati; il risultato finale è quello di un corpo idrico caratterizzato da un elevato degrado ambientale. L'idrografia del bacino del Sarno presenta uno sviluppo trasversale in direzione est-ovest, con affluenti secondari fortemente gerarchizzati e paragonabili al corso principale. Il fiume Sarno vero e proprio è costituito da un'asta fluviale lunga 24 km a sviluppo vallivo con andamento naturale nella parte alta e canalizzato in quella bassa. Proprio a valle del Ponte di San Marzano inizia il tratto arginato, mentre a monte di tale punto il fiume presenta un andamento tipicamente meandriforme tra sponde naturali.

Il calcolo del bilancio idrogeologico realizzato per l'anno 1992 (Celico, Piscopo) ha consentito di verificare che il sistema idrogeologico della Piana del Sarno risulta complessivamente in equilibrio. Infatti, le aliquote d'acqua di infiltrazione efficace al netto dei prelievi per uso irriguo (24,1 Mm<sup>3</sup>) sono superiori ai prelievi di uso industriale (19 Mm<sup>3</sup>) e potabile (trascurabile perché vengono utilizzate le risorse dei massicci). La potenzialità idrica residua dell'acquifero è di circa 5 Mm<sup>3</sup>. Questa proviene principalmente dai travasi dalle strutture idrogeologiche al contorno e risulta nettamente inferiore a quelle degli anni precedenti al 1992 per due motivi: per la diminuzione degli apporti meteorici, ma soprattutto per l'incremento degli emungimenti dalla piana e dalle stesse strutture bordiere. Recentemente, però, si denota una netta inversione di tendenza, a causa della significativa riduzione dei prelievi per uso industriale e per un lieve incremento dei deflussi idrici.



La Piana del Sarno è ascrivibile ad un complesso alluvionale misto ovvero caratterizzato da depositi fluvio – alluvionali e vulcanoclastici. L’acquifero in prossimità del territorio comunale di San Marzano risulta essere quindi del tipo multistrato, costituito da prodotti piroclastici, detritici ed alluvionali con diffusi fenomeni di drenanza tra gli acquiferi. Pertanto sulla base delle informazioni litologiche acquisite, il territorio comunale di San Marzano sul Sarno è caratterizzato, soprattutto nei livelli più superficiali da un complesso piroclastico – alluvionale ghiaioso, sabbioso e limoso (GSL) e da uno alluvionale – piroclastico prevalentemente sabbioso, limoso e ghiaioso (SGL).

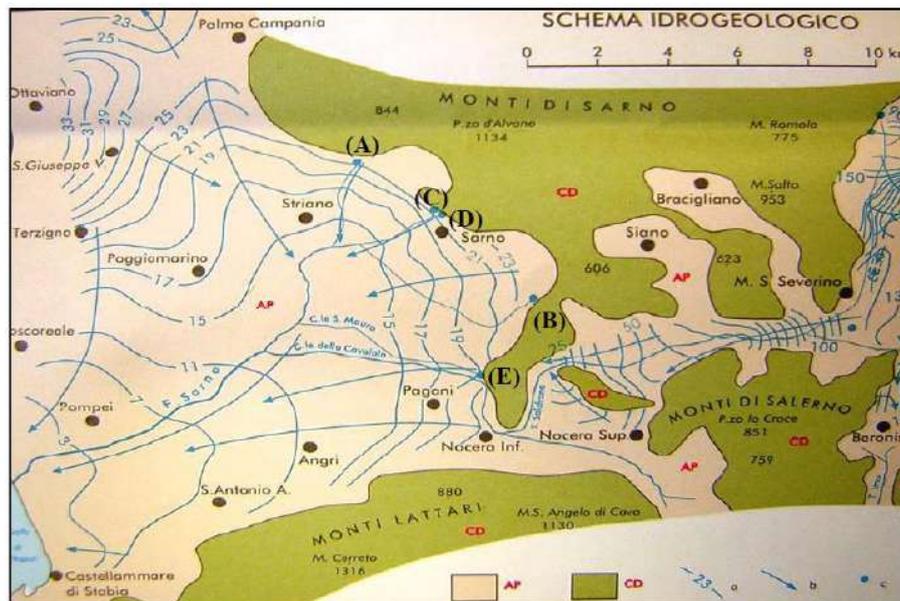


Figura 7 Schema Idrogeologico della Piana del fiume Sarno (AP= Complesso alluvionale-piroclastico; CD= Complessi calcareo, calcareo dolomitico, dolomitico; (A)...(E)=Ubicazione sorgenti). Nel riquadro rosso rientra l’area di interesse.

In tale contesto, il territorio comunale di San Marzano è caratterizzato da una falda superficiale all’interno dei depositi suddetti e in quelli sottostanti, tamponata alla base dal complesso dell’Ignimbrite Campana che funge da impermeabile relativo rispetto alla stessa falda. A conferma di quanto detto, anche la visione dei sondaggi geognostici di riferimento eseguiti per la predisposizione del PUC del comune di San Marzano sul Sarno, indica la presenza una falda all’interno dei fori con **livello dinamico oscillante tra un minimo 1,50 metri ad un massimo di circa 6,00 m.**

L’area in oggetto è caratterizzata da un complesso alluvionale – piroclastico prevalentemente sabbioso, limoso e ghiaioso, il quale si riferisce ai depositi fluviali di primo ordine adiacenti al fiume Sarno e presenta una permeabilità media. Nella carta idrogeologica allegata al PUC l’isopiezometrica più vicina all’area in oggetto riporta un valore di 13 m s.l.m.

#### 4.6 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L’ambito morfologico principale che si denota dalla visione della carta allegata al PUC, è rappresentato da una pianura alluvionale dissecata da corsi d’acqua principali, come il fiume Sarno, a nord del territorio comunale ed una serie di alvei artificiali, soprattutto a sud del territorio studiato che confluiscono direttamente o indirettamente nello stesso fiume.

L’unica peculiarità morfologica che si può cogliere dalla visione della carta in questione, oltre alla rete idrografica, è il dislivello esistente tra la porzione nord – orientale, ove sorge tra l’altro il centro storico, e quella più prossima al fiume Sarno. Tale dislivello è pari a circa 10 metri ma risulta mascherato per le notevoli distanze esistenti tra le due aree suddette, che fanno apparire l’intero territorio come pianeggiante o sub pianeggiante. I valori di pendenza non superano infatti il 5%



mentre le quote vanno da un massimo di 23 metri in prossimità del centro storico ad un minimo di circa 12,00 in prossimità del Sarno, pertanto l'area prossima al centro storico può essere considerata come uno pseudo "alto morfologico" rispetto alla restante parte del territorio comunale.

L'area in oggetto è delimitata a nord e a ovest da due strutture geomorfologiche simili, costituite dal Fiume Sarno (a ovest) e dal suo affluente, Fosso Imperatore (a nord), che a loro volta costituiscono anche i confini amministrativi del comune di San Marzano sul Sarno.

#### 4.7 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

L'area, secondo ARPAC, ricade tra i siti potenzialmente inquinati ed è sottoposta ai seguenti vincoli ambientali:

- Aree protette: PRESENTE. L'area ricade all'interno del Parco Regionale del Fiume Sarno;
- Aree tutelate ai sensi del D.Lgs. 42/2004: PRESENTE. L'area ricade entro la fascia dei 150 m dal corso d'acqua.
- PSAl (Piano Stralcio Assetto Idrogeologico): **ASSENTE.**

## 5 DESCRIZIONE DELL'AREA

La discarica comunale in località Masseria Tortora è stata costruita a partire presumibilmente dagli anni '60 ed ha accolto i rifiuti provenienti dalla raccolta nel comune di San Marzano sul Sarno.

L'area è delimitata ad ovest e a nord rispettivamente dal fiume Sarno e dal canale Fosso Imperatore, con accesso posto sul lato est dove si conclude la strada via Ugo Foscolo. Lungo il lato sud, benchè non ci sia nessuna recinzione l'area si presenta inaccessibile, in quanto è posta ad un'altezza rispetto al piano campagna pari a circa 4 m. La superficie interessata dai rifiuti è di circa 3.000 mq mentre il perimetro dell'area è pari a circa 240 m.

il sito della ex discarica versa in uno stato di parziale abbandono, attestato dalla presenza di una folta vegetazione spontanea sommitale. Non è stato invece rilevato nessun presidio finalizzato al drenaggio del percolato né tantomeno un adeguato sistema di regimentazione delle acque meteoriche di ruscellamento superficiale.

Dalle notizie e dalle informazioni acquisite la discarica non risulta dotata di un sistema di impermeabilizzazione di fondo e/o di capping sommitale né di eventuali presidi impiantistici a tutela delle matrici ambientali.

## 6 PIANO DI INDAGINI PRELIMINARI ESEGUITO

Il Comune di San Marzano sul Sarno (SA), con delibera di Giunta Comunale n. 67 del 07.07.2020, approvava il progetto relativo al piano di indagini preliminari in merito alla discarica comunale in località "Masseria Tortora" per un importo totale di € 50.000,00;

Il finanziamento necessario alla realizzazione delle opere veniva reso disponibile con fondi derivanti dalla D.G.R. n. 152 del 24.02.2020 unitamente al D.D. n. 318 del 31.07.2020 a valere sui fondi POR Campania FESR 2014/2020.

Pertanto, il Comune di San Marzano sul Sarno, al fine di provvedere all'esecuzione del Piano di indagini preliminari ha provveduto ad affidare:



- con determina UTC Reg. Gen. n. 409/2020 l'incarico professionale per il servizio di progettazione e direzione dell'esecuzione al professionista ing. Paolo D'Acunzi (DCNPLA87C23F839G), domiciliato in Salerno alla via Francesco Galloppa n. 78, iscritto all'Ordine degli ingegneri della Provincia di Salerno al n. 6374 Sez. A (P. IVA 05137320650),.
- con determina UTC Reg. Gen. n. 408/2020 l'incarico professionale per la redazione della Redazione Geologica al professionista geologo Umberto D'Anna (DNNMRT64R23G568D), domiciliato in Sant'Antonio Abate (NA) alla Casa Aniello n. 120, iscritto all'Ordine dei Geologi della regione Campania al n. 1291 (P. IVA 03439131214).

Il processo verbale di consegna del servizio relativo all'esecuzione del Piano di Indagini è stato redatto in data 19/12/2020, alla presenza del RUP, e accettato dall'impresa esecutrice del servizio senza riserva alcuna e il certificato di ultimazione del servizio è stato redatto dal DEC in data 15/02/2021, con il quale si attestava l'esecuzione del servizio nei tempi contrattuali previsti.

Nel presente capitolo si descrive il Piano di Indagini Preliminari predisposto sul sito di discarica ubicato in località Masseria Tortora del comune di San Marzano sul Sarno (SA), così come previste dall'art.4 delle norme tecniche di attuazione (NTA) del Piano Regionale di Bonifica, approvato con determina Amministrativa n. 777 del 25/10/2013 del Consiglio Regionale della Campania.

La predisposizione delle indagini è stata svolta in conformità alle linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari, di cui alla parte IV titolo V del D.lgs. n. 152/06 e s.m.i., approvate con DGR n. 17 del 27/07/2016 e in aderenza al piano delle indagini preliminari approvato con Delibera di G.C. n. 24 del 31.05.2017 e trasmesso a mezzo PEC il 28/06/17, ai competenti uffici regionali.

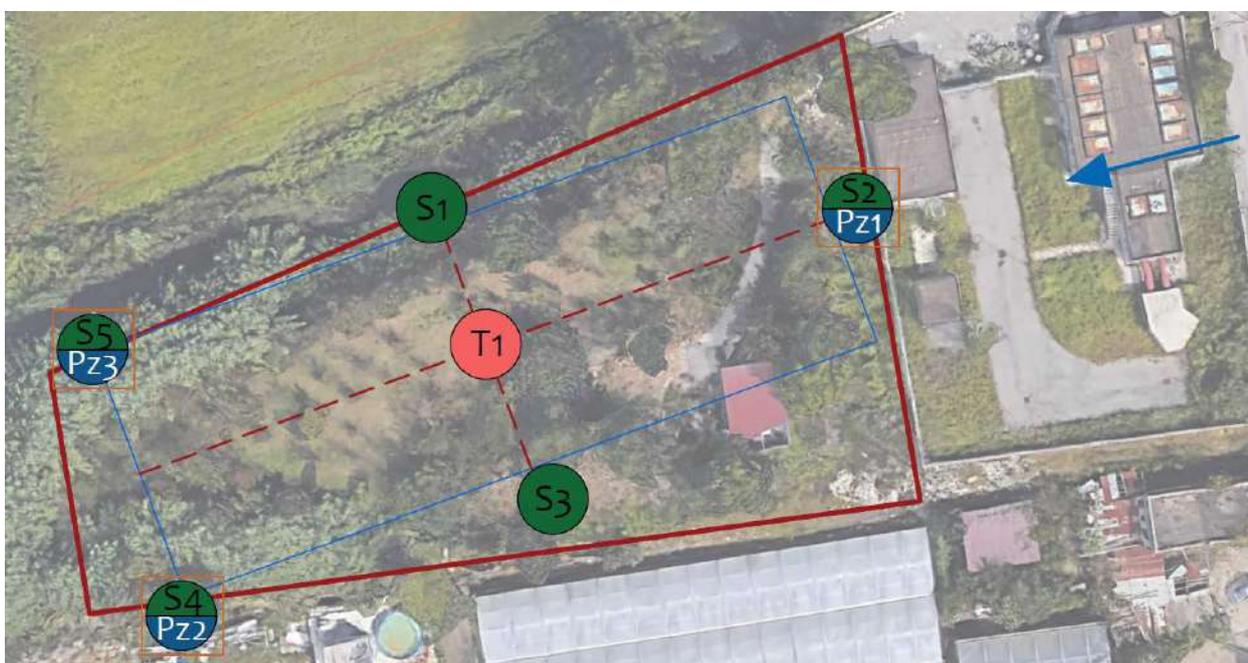


Figura 8 Sintesi indagini eseguite

Le indagini previste sono state le seguenti:

INDAGINI	
INDIRETTA	2 profili di Tomografia Elettrica Superficiale



<b>DIRETTA</b>	5 sondaggi a carotaggio continuo, di cui 3 adibiti a piezometro, posti lungo il perimetro esterno del sito di discarica, e un'indagine relativa al campione top-soil.
----------------	---

## 6.1 ESECUZIONE DELLE INDAGINI

### 6.1.1 Indagini indirette

Le attività hanno previsto, in una prima fase, l'esecuzione di indagini indirette (profili geoelettrici multielettrodo), al fine di rilevare, attraverso una strutturata interpretazione, specifiche grandezze fisiche del terreno utili a fornire indicazioni circa la geologia dei luoghi, la presenza della falda e/o di sacche di percolato, la eventuale geometria del corpo di discarica.

In particolare si è prevista l'esecuzione di n° 2 profili di Tomografia Elettrica Superficiale, con registrazione della resistività e metodologia "dipolo-dipolo, in data 19/12/2020, nelle due direzioni principali in cui si sviluppa il sito di discarica, come in Figura 9.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche geometriche di ogni singolo profilo; la lunghezza dei profili è stata condizionata dalla situazione logistica e morfologica locale.

E.R.T.	Lunghezza (m)	Elettrodi N°	Interdistanza (m)	Profondità di investigazione (m)
ERT. 1	82,5	56	1,50	16,00
ERT. 2	23,0	24	1,00	4,60

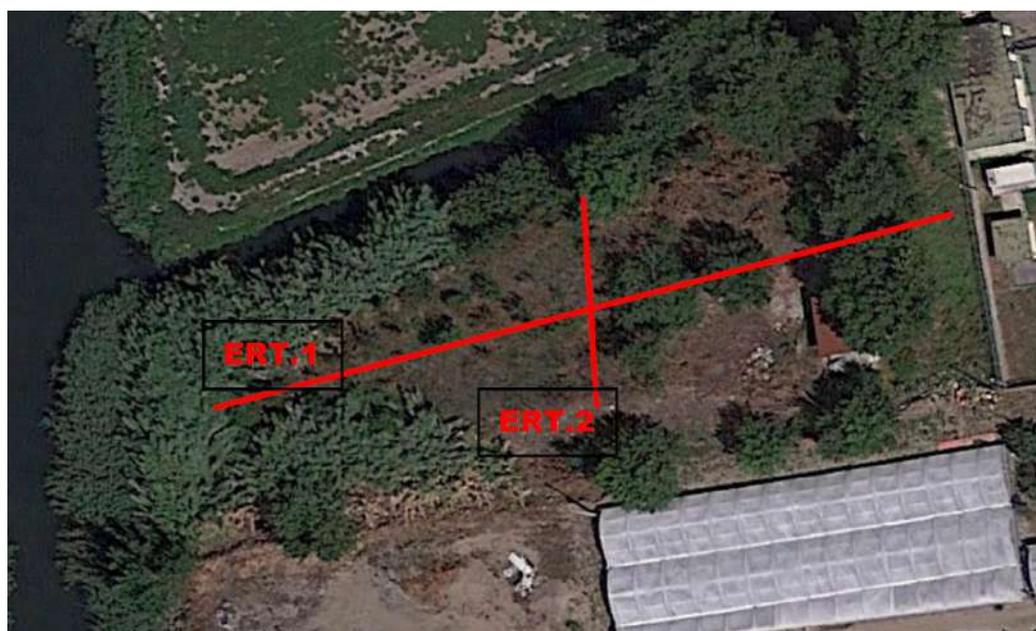


Figura 9 Ubicazione delle indagini indirette effettuate



Figura 10 Profilo 1



Figura 11 Profilo 2

### 6.1.2 Indagini dirette

Le attività hanno previsto la realizzazione di **n. 5 sondaggi a carotaggio continuo**, di cui **3 adibiti a piezometro**, posti lungo il perimetro esterno del sito di discarica, e un'indagine relativa al campione top-soil.



Le indagini dirette effettuate hanno previsto il prelievo di n. 3 campioni di suolo prelevati dai n. 5 sondaggi effettuati (S1.1 - S1.2 - S1.3 - S2.1 - S2.2 - S2.3 - S3.1 - S3.2 - S3.3 - S4.1 - S4.2 - S4.3 - S5.1 - S5.2 - S5.3) a diversa profondità.

Nel dettaglio si riportano i sondaggi effettuati con relativo rapporto di prova.

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	ALLESTITO A PIEZOMETRO	PROFONDITA' TOTALE DI CAROTAGGIO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE ACQUE SOTTERRANEE
S1	NO	17,00 m	Campione S1-1: 0,00-1,00 m	<i>Rapporto di prova 201215100 del 18/01/2021</i>	
			Campione S1-2: 3,00-4,00 m	<i>Rapporto di prova 201215101 del 18/01/2021</i>	
			Campione S1-3: 8,5-9,5 m	<i>Rapporto di prova 201215102 del 18/01/2021</i>	
S2	SI	15,00 m	Campione S2-1: 0,00-1,00 m	<i>Rapporto di prova 201217127 del 18/01/2021</i>	
			Campione S2-2: 2,00-3,00 m	<i>Rapporto di prova 201217128 del 18/01/2021</i>	
			Campione S2-3: 5,00-6,00 m	<i>Rapporto di prova 201217129 del 18/01/2021</i>	
			Campione acque sotterranee		<i>Rapporto di prova 210109022 del 15/01/2021</i>
S3	NO	18,00 m	Campione S3-1: 0,00-1,00 m	<i>Rapporto di prova 201215103 del 18/01/2021</i>	
			Campione S3-2: 4,00-5,00 m	<i>Rapporto di prova 201215104 del 18/01/2021</i>	
			Campione S3-3: 8,00-9,00 m	<i>Rapporto di prova 201215105 del 18/01/2021</i>	
S4	SI	21,00 m	Campione S4-1: 0,00-1,00 m	<i>Rapporto di prova 201216062 del 18/01/2021</i>	



			Campione S4-2: 3,00-4,00 m	Rapporto di prova 201216063 del 18/01/2021	
			Campione S4-3: 5,00-6,00 m	Rapporto di prova 201216064 del 18/01/2021	
			Campione acque sotterranee		Rapporto di prova 201215100 del 18/01/2021
S5	SI	20,00 m	Campione S5-1: 0,00-1,00 m	Rapporto di prova 201216065 del 18/01/2021	
			Campione S5-2: 4,00-5,00 m	Rapporto di prova 201216066 del 18/01/2021	
			Campione S5-3: 8,00-9,00 m	Rapporto di prova 201216067 del 18/01/2021	
			Campione Acque sotterranee		Rapporto di prova 210109023 del 18/01/2021
T1	-	-	Top Soil	Rapporto di prova 210109034 del 09/01/2021	
PZ1	-	-	Campione Acque sotterranee		Rapporto di prova 210109024 del 15/01/2021
PZ2	-	-	Campione Acque sotterranee		Rapporto di prova 210109022 del 15/01/2021
PZ3	-	-	Campione Acque sotterranee		Rapporto di prova 210109023 del 18/01/2021



*Sondaggio S1*



*Sondaggio S2*



Sondaggio S3



Sondaggio S4



Sondaggio S5



*Campionamento acque*



*Sondaggio S2 adibito a piezometro (Pz1)*



*Sondaggio S4 adibito a piezometro (Pz2)*



*Sondaggio S5 adibito a piezometro (Pz3)*

## **6.2** RISULTATI DELLE INDAGINI

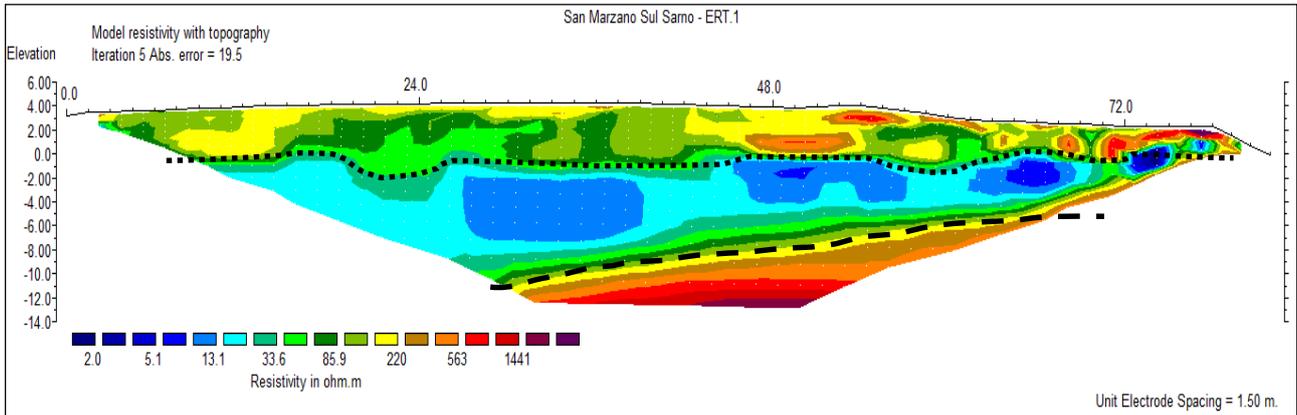
### **6.2.1** Indagini indirette

Il **profilo 1** che ha attraversato in senso longitudinale tutto il corpo della discarica, ha individuato tre elettrostrati (delimitati da un tratteggio nero nelle immagini che seguono):

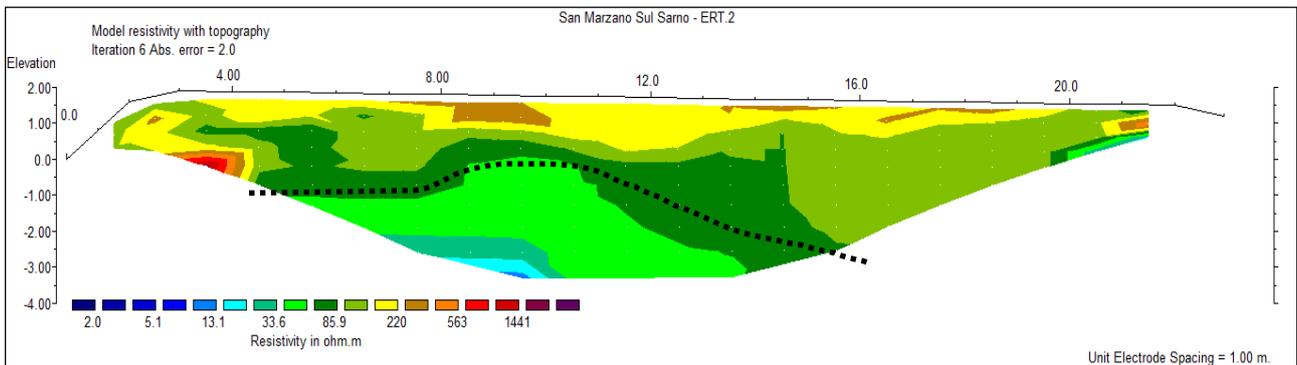
- il primo elettrostrato è caratterizzato da valori di resistività media di  $50 \div 100 \Omega m$ , fino alla progressiva 48, ed è associabile al materiale della discarica; oltre tale progressiva sono presenti alcuni corpi anomali con resistività di oltre  $500 \Omega m$ , associabili a materiali di riporto. Lo spessore è di 5/6 metri, fino alla progressiva 60, e successivamente diminuisce a 2/3 metri fino al termine del profilo;



- il secondo, che si segue fino alla profondità massima di circa 12 metri, è caratterizzato da valori di resistività bassi ( $\approx 10\text{-}20 \Omega\text{m}$ ) ed è correlabile a materiale limoso-sabbioso, saturo, probabilmente in falda;
- il terzo ed ultimo elettrostrato, ha fatto registrare valori più elevati di resistività ( $\rho > 500 \Omega\text{m}$ ), associabile probabilmente alla formazione ignimbratica di base.



Il **profilo 2**, avendo investigato uno spessore inferiore, ha individuato un primo elettrostrato, di circa 1 metro di spessore, con valori di resistività 100-200  $\Omega\text{m}$  e il secondo elettrostrato con resistività variabili lateralmente da 20 a 50  $\Omega\text{m}$ .



### 6.2.2 Indagini dirette

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei superamenti riscontrati nei singoli campioni analizzati.

#### CAMPIONI MATRICE TERRENI

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale -
S1	Campione S1-1: 0,00-1,00 m		Berillio	mg/kg SS	3,50	2,00



PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale -
		Rapporto di prova 201215100 del 18/01/2021	Tallio	mg/kg SS	4,50	1,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	79,00	50,00
	Campione S1-2: 3,00-4,00 m	Rapporto di prova 201215101 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,10	2,00
			Cadmio	mg/kg SS	2,60	2,00
			Piombo	mg/kg SS	179,00	100,00
			Tallio	mg/kg SS	5,30	1,00
			Zinco	mg/kg SS	588,00	150,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	725,00	50,00
	Campione S1-3: 8,5-9,5 m	Rapporto di prova 201215102 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,50	2,00
			Tallio	mg/kg SS	8,60	1,00
			Zinco	mg/kg SS	172,00	150,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	73,00	50,00
	S2	Campione S2-1: 0,00-1,00 m	Rapporto di prova 201217127 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,30
Tallio				mg/kg SS	10,50	1,00
Zinco				mg/kg SS	182,00	150,00
Campione S2-2: 2,00-3,00 m			Cadmio	mg/kg SS	3,10	2,00



PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale -
		Rapporto di prova 201217128 del 18/01/2021	Piombo	mg/kg SS	313,00	100,00
			Rame	mg/kg SS	383,00	120,00
			Tallio	mg/kg SS	9,20	1,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	58,00	50,00
	Campione S2-3: 5,00-6,00 m	Rapporto di prova 201217129 del 18/01/2021	Zinco	mg/kg SS	180,00	150,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	95,00	50,00
S3	Campione S3-1: 0,00-1,00 m	Rapporto di prova 201215103 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,20	2,00
			Rame	mg/kg SS	145,00	120,00
			Tallio	mg/kg SS	9,10	1,00
			Zinco	mg/kg SS	207,00	150,00
	Campione S3-2: 4,00-5,00 m	Rapporto di prova 201215104 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,80	2,00
			Cadmio	mg/kg SS	3,10	2,00
			Tallio	mg/kg SS	4,80	1,00
			Zinco	mg/kg SS	304,00	150,00
	Campione S3-3: 8,00-9,00 m	Rapporto di prova 201215105 del 18/01/2021	Tallio	mg/kg SS	3,60	1,00
			Zinco	mg/kg SS	381,00	150,00



PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale -
S4	Campione S4-1: - 1,00 m	Rapporto di prova 201216062 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	3,30	2,00
			Tallio	mg/kg SS	3,80	1,00
			Zinco	mg/kg SS	166,00	150,00
	Campione S4-2: 3,00-4,00 m	Rapporto di prova 201216063 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,50	2,00
			Cadmio	mg/kg SS	2,70	2,00
			Piombo	mg/kg SS	109,00	100,00
			Rame	mg/kg SS	308,00	120,00
			Tallio	mg/kg SS	17,70	1,00
			Zinco	mg/kg SS	614,00	150,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	58,00	50,00
	Campione S4-3: 5,00-6,00 m	Rapporto di prova 201216064 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	3,10	2,00
			Rame	mg/kg SS	886,00	120,00
			Tallio	mg/kg SS	8,90	1,00
			Zinco	mg/kg SS	563,00	150,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	583,00	50,00
S5	Campione S5-1: 0,00-1,00 m		Berillio	mg/kg SS	3,60	2,00



PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE SUOLO	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						<i>"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale -</i>
		Rapporto di prova 201216065 del 18/01/2021	Tallio	mg/kg SS	11,10	1,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	62,00	50,00
	Campione S5-2: 4,00-5,00 m	Rapporto di prova 201216066 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,30	2,00
			Tallio	mg/kg SS	7,20	1,00
			Zinco	mg/kg SS	466,00	150,00
	Campione S5-3: 8,00-9,00 m	Rapporto di prova 201216067 del 18/01/2021	Berillio	mg/kg SS	2,70	2,00
			Tallio	mg/kg SS	7,40	1,00
			Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg SS	161,00	50,00
	T1	Top Soil	Rapporto di prova 210109034 del 09/01/2021	Zinco	mg/kg SS	166,00
Idrocarburi pesanti C>12				mg/kg SS	206,00	50,00

CAMPIONI MATRICE ACQUE SOTTERRANEE						
PUNTO DI CAMPIONAMENTO	PROFONDITA' PRELIEVO CAMPIONI	RAPPORTO DI PROVA SU MATRICE ACQUE SOTTERRANEE	SUPERAMENTO	U.M.	VALORE RISCONTRATO	CONCENTRAZIONE SOGLIA DI CONTAMINAZIONE
						<i>Tabella 2, Allegato 5, titolo V, parte IV, Decreto legislativo n. 152/06 e s.m.i.</i>
PZ1	5,5 m	Rapporto di prova 210109024 del 15/01/2021	Ferro	µg/l	3623,00	200
			Manganese	µg/l	3240,00	50



			<b>Floruri</b>	µg/l	<b>1790,00</b>	1500
PZ2	5,0 m	Rapporto di prova 210109022 del 15/01/2021	<b>Arsenico</b>	µg/l	<b>14,92</b>	10
			<b>Ferro</b>	µg/l	<b>13957,00</b>	200
			<b>Manganese</b>	µg/l	<b>2885,00</b>	50
			<b>Floruri</b>	µg/l	<b>1740,00</b>	1500
PZ3	5,5 m	Rapporto di prova 210109023 del 18/01/2021	<b>Manganese</b>	µg/l	<b>2896,00</b>	50
			<b>Floruri</b>	µg/l	<b>1660,00</b>	1500

Sulla base dei valori analitici riscontrati sulla totalità dei campioni sottoposti a prova, si è accertato il superamento del valore di concentrazione soglia di contaminazione (CSC) come precedentemente illustrato, si dovranno attivare le procedure previste ai sensi degli artt. 242 e successivi del Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.



## 7 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

In presenza di una presunta contaminazione, il Piano di Caratterizzazione rappresenta il primo di una serie di passi che hanno come obiettivo la bonifica e/o la messa in sicurezza del sito. È necessario porre l'accento sul fatto che, se da un lato le indagini di caratterizzazione di un sito devono avere come prerogativa la definizione qualitativa e quantitativa dell'eventuale contaminazione con minore approssimazione possibile, dall'altro la progettazione del piano di caratterizzazione non può prescindere dal considerare i costi connessi alla sua realizzazione.

Il prodotto finale del Piano è il **Modello Concettuale Definitivo**, indispensabile punto di partenza per la progettazione degli interventi di risanamento ambientale. L'elaborazione di un modello concettuale definitivo del sito sarà possibile mediante l'integrazione dei risultati delle analisi chimico-fisiche e d'altro tipo, realizzate durante il campionamento, le indagini e le analisi.



Figura 12 Sequenza logica delle fasi di attuazione del Piano di caratterizzazione di un sito



## 7.1 FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

Secondo quanto previsto dall'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. 152/06 e s.m.i., il Modello Concettuale Preliminare dell'intera area è stato elaborato in base alle informazioni storiche disponibili ed alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area, descritte nel dettaglio nei paragrafi precedenti.

Il **Modello Concettuale Preliminare** utilizzato per l'individuazione del successivo piano di caratterizzazione prende in riferimento le aree della discarica di Masseria Tortora.

In particolare, il Modello Concettuale del Sito (MCS) prende in considerazione le potenziali fonti di contaminazione, la tipologia della contaminazione, le vie di diffusione della contaminazione ed i bersagli umani e ambientali. Tale modello risulta di fondamentale importanza per la corretta definizione del piano delle indagini e, quindi, per la successiva eventuale progettazione dei più appropriati interventi di bonifica.

Sempre secondo l'Allegato 2 del succitato D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., parte integrante del Modello Concettuale del Sito, è la definizione preliminare sulla base delle informazioni storiche a disposizione, delle caratteristiche idrogeologiche dei principali acquiferi presenti, in quanto possibili veicoli della contaminazione. Relativamente a tale aspetto, si rimanda a quanto esposto in precedenza, ripreso in parte nei paragrafi che seguiranno.

La metodologia adottata per la caratterizzazione del sito, nonché per l'estrapolazione del modello concettuale, fa riferimento ad un criterio di analisi che sintetizza quanto disciplinato dall'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. Tale modello si basa principalmente sull'individuazione di categorie di elementi caratterizzanti la situazione ambientale del sito esaminato, così individuati:

- Sorgente di contaminazione;
- Vettori di trasporto o vie di migrazione;
- Bersagli.

In pratica si può sintetizzare uno schema (*Rif. Fig. 13*) di tutte le relazioni che intercorrono tra la sorgente, ovvero le caratteristiche specifiche chimico-fisiche della fonte inquinante ed i punti dove quest'ultima è presente; il trasporto, ovvero i possibili canali di trasmissione o i punti di contatto che possano generare contaminazione; il bersaglio, ovvero l'oggetto (comunità antropiche, falda, altri elementi rilevanti dal punto di vista idrogeologico, terreni, biocenosi, flora, fauna, ittiofauna, eccetera) potenzialmente interessato dall'evento inquinante (Zaninetta, 2001; Vaccari, 2001).

Con il nome sorgenti si intendono sia le sorgenti primarie, cioè le cause principali a dar luogo alla contaminazione che, nel caso del sito di interesse, sono costituite dalle condizioni strutturali e di contenimento dell'abbanco di rifiuti, sia le sorgenti secondarie che, da un altro punto di vista, possono essere considerate anche come i primi bersagli ad essere colpiti (bersagli primari); infatti, elementi come le acque ed il suolo sono serbatoi naturali di eventuali contaminanti che a loro volta sono giunti in essi. Quest'ultimi, nel caso specifico, sono stati individuati nelle acque di falda, nel suolo e nell'aria.

Nell'elaborazione del modello concettuale del sito si è tenuto conto delle sorgenti di contaminazione, delle vie di trasporto e dei ricettori/bersagli.

Si riporta di seguito un esempio di modello concettuale:

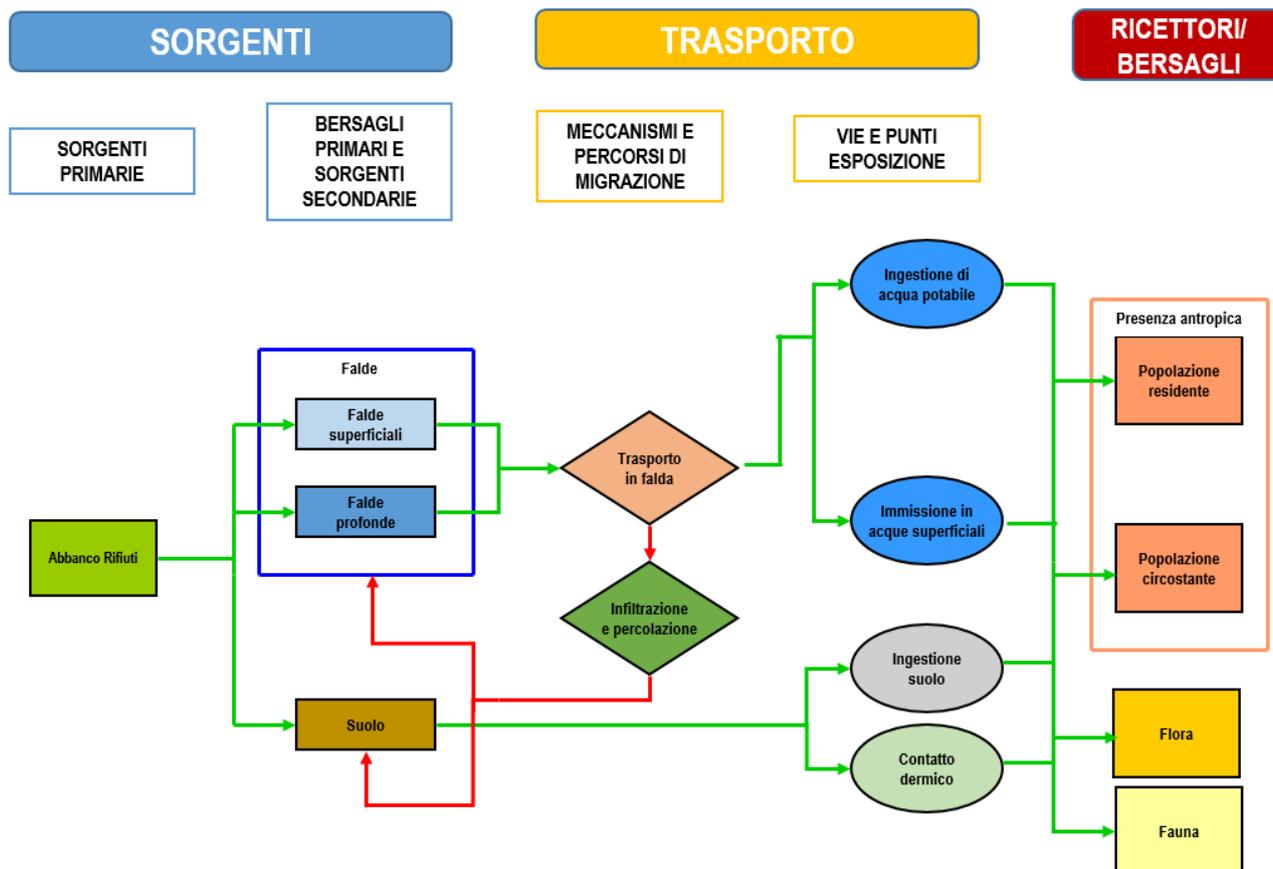


Figura 13: Esempio di modello concettuale

- 1) **fonte di contaminazione:** deposito rifiuti (*sorgente primaria*), suolo, acque sotterranee ed aria (*sorgenti secondarie*);
- 2) **vie di trasporto e migrazione:** trasporto in falda, infiltrazione e percolazione nel suolo e volatilizzazione - dispersione nell'aria;
- 3) **bersagli della contaminazione** ovvero, le matrici ambientali potenzialmente interessate: l'acquifero, la vegetazione e la fauna locale e la popolazione.

### 7.1.1 Sorgenti di contaminazione

#### 7.1.1.1 Sorgenti primarie

##### 7.1.1.1.1 Deposito dei rifiuti solidi urbani

Dal punto di vista ambientale, l'accumulo dei RSU conferiti nelle discariche oggetto di caratterizzazione, rappresenta, evidentemente, l'aspetto più rilevante per quanto riguarda la situazione di contaminazione dell'area. Infatti, il deposito dei rifiuti costituisce una potenziale fonte di inquinamento, scaturente dalle emissioni gassose e dai liquidi di percolazione dei rifiuti.

#### 7.1.1.2 Sorgenti di contaminazione secondaria

Le fonti di contaminazione possono essere differenziate in sorgenti primarie e secondarie. In particolare, le sorgenti primarie sono rappresentate dall'elemento o dagli elementi che sono causa di inquinamento, mentre quelle secondarie dagli elementi soggetti alla contaminazione diretta (come acqua, suolo e aria) che a loro volta possono diventare fattori di trasferimento di contaminanti verso altri comparti ambientali o verso potenziali bersagli. Nel caso in esame



l'eventuale fonte di contaminazione primaria è certamente dall'abbanco rifiuti. L'obiettivo del piano di caratterizzazione è quello di ricercare i motivi dell'eventuale contaminazione.

#### 7.1.1.2.1 Suolo

Il suolo in senso lato è un sistema eterogeneo, composto da solidi, liquidi e gas in varie porzioni. Per le sue capacità di trattenere e permettere il trasporto di elementi in tutte e tre le forme è da considerarsi allo stesso tempo bersaglio primario e sorgente secondaria. Il modello di sottosuolo risulta essere molto eterogeneo lungo la verticale.

#### 7.1.1.2.2 Acque sotterranee

Tutte le acque che lambiscono, attraversano, entrano in contatto con l'area in oggetto sono delle sorgenti secondarie di contaminazione ma anche dei bersagli primari.

Le uniche acque che possono interferire con la discarica sono quelle a deflusso sub - superficiale ed è pertanto su queste che è stata focalizzata l'attenzione, atteso che in sondaggi effettuati in passato (fino a 30 m di profondità) non è stata intercettata la falda acquifera.

#### 7.1.1.2.3 Aria

La migrazione nell'aria, allo stesso modo sorgente e bersaglio, fa riferimento ad odori molesti o esalazioni che si possono riscontrare avvicinandosi all'area oggetto di indagine. La diffusione in atmosfera dei contaminanti è estremamente rapida con una drastica riduzione della concentrazione dei contaminanti all'aumentare della distanza dal punto di emissione. I contaminanti presenti in atmosfera, infatti, sono soggetti fondamentalmente a meccanismi di degradazione e trasporto in aria. Pertanto i pericoli connessi alla presenza di una sorgente secondaria di contaminazione all'interno del comparto aria non sono in genere rilevanti se non per i lavoratori a contatto diretto con l'abbanco di rifiuti. Ciò nonostante, la persistenza e l'intensità degli odori molesti costituisce un fattore che sebbene non necessariamente nocivo per la salute o per l'ambiente rappresenta spesso una delle cause scatenanti il malcontento popolare. Nel caso della discarica in esame la presenza nell'aria di odori molesti o esalazioni è un fattore comunque marginale in rapporto al fatto che la zona dove è situata risulta a notevole distanza del centro abitato. Inoltre, i materiali conferiti in discarica (RSU) non presentano grado di volatilità, nocività e persistenza in forma aero dispersa tali da essere presi in considerazione.

#### 7.1.1.3 Tipologia della potenziale contaminazione

Per stabilire i possibili traccianti di una contaminazione delle matrici ambientali nell'area in esame, bisogna tenere in considerazione tutti i fattori illustrati nel precedente paragrafo.

In relazione, quindi, alle conoscenze circa le attività svolte all'interno del sito si ritiene di poter ricercare i seguenti analiti:

- **matrice suolo/sottosuolo:**
  - per i campioni di terreno, tutti i parametri della Tab.1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i., ad esclusione di Diossine, Furani, PCB e Amianto;
  - per i campioni di top soil: tutti i parametri della Tab.1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i..
- **matrice acque sotterranee:** tutti i parametri della Tab.2, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i.



### 7.1.2 Vettori di trasporto o vie di migrazione della contaminazione

Una volta analizzato il sito in esame nell'intento di individuare le eventuali fonti di contaminazione primarie e secondarie e la tipologia di contaminazione in gioco, è necessario valutare le potenziali vie di diffusione della contaminazione stessa. Occorre segnalare, prima di tutto, che il presente Modello Concettuale del Sito (MCS) è un modello preliminare che tiene comunque in considerazione i risultati delle eventuali precedenti indagini ambientali e/o le informazioni territoriali di area vasta all'interno della quale si inserisce l'area oggetto di indagine. Le conoscenze relative alla qualità ambientale del sito dovranno comunque essere implementate mediante l'esecuzione del piano di investigazione proposto di seguito.

Dall'esame degli ipotetici vettori di migrazione si rileva che:

- Suolo: il sito interessa i terreni la cui successione stratigrafica rilevata dall'alto verso il basso, comprende:
  - Terreno vegetale o agrario a granulometria fine misto a terreno di chiara origine piroclastica;
  - **Sabbia piroclastica inglobante materiale di discarica costituito da materiale di risulta, plastica, rifiuti cimiteriali, lattine varie, garze, guanti, calcinacci).**
  - Sabbia eterometrica limosa con rare pomice di colore grigio ed alcuni ciottoli marmorei.
    - Materiale piroclastico a granulometria fine tipo limo-sabbioso misto a sabbia limosa.
- Aria: L'emissione di polvere è estremamente contenuta, in quanto i RSU conferiti nella discarica si presentano ricoperti da terreno vegetale.
- Acque sotterranee: l'area in oggetto è caratterizzata da un complesso alluvionale – piroclastico prevalentemente sabbioso, limoso e ghiaioso, il quale si riferisce ai depositi fluviali di primo ordine adiacenti al fiume Sarno e presenta una permeabilità media. Le indagini preliminari effettuate sul sito hanno indicato una falda posta ad una profondità compresa tra 5,00 e 6,00 m.
- Acque superficiali: confinante con i lati nord e ovest della discarica sono presenti due corsi d'acqua (Fiume Sarno e Fosso Imperatore) che potranno essere allo stesso tempo sia potenziale bersaglio che vettore di trasporto della contaminazione.

In base alle informazioni ad oggi disponibili, la principale via di diffusione di una potenziale contaminazione legata alla sorgente primaria rappresentata dai rifiuti, è dovuta ad un eventuale stato fessurativo che ha interessato lo strato di base della discarica.

### 7.1.3 Bersagli della contaminazione

I possibili bersagli dell'inquinamento, detti anche ricettori, sono distinguibili in ricettori ambientali (piante, coltivazioni, acque superficiali e profonde, zone protette, habitat particolari etc.) e ricettori umani (residenti e/o frequentatori) che possono essere colpiti attraverso il trasporto dei contaminanti dalle sorgenti inquinate.

I bersagli di un eventuale inquinamento del sito devono essere individuati in relazione alle fonti di contaminazione ed alle potenziali vie di migrazione precedentemente selezionate. L'elevata distanza degli abitati dalla discarica fa ritenere completamente irrilevante il rischio indotto sulla popolazione residente attraverso il comparto atmosferico.

I potenziali bersagli possono essere così individuati:

- i corsi d'acqua presenti sui lati nord e ovest della discarica (fiume Sarno e dal canale Fosso Imperatore)



- l'acquifero: data la natura dei terreni (poco permeabili) il deflusso idrico sotterraneo tende a svilupparsi adattandosi alla morfologia del territorio;
- Flora: la vegetazione presente nell'area di interesse può essere interessata dagli effetti della potenziale contaminazione;
- Fauna: le specie animali presenti nell'area di interesse possono essere interessate dagli effetti della potenziale contaminazione.

#### 7.1.4 Formulazione del Modello Concettuale

Sulla base dei dati disponibili e delle considerazioni fin qui svolte, è possibile sviluppare il seguente modello concettuale del sottosuolo del sito e della dinamica della contaminazione delle acque.

Il sottosuolo presenta una struttura geologica costituita da un'alternanza di limi, sabbie ed argille, ovvero depositi piroclastici fortemente rimaneggiati e depositi sia in ambiente prevalentemente alluvionale che in quello palustre. Come si evince dallo studio geologico allegato al PUC lo spessore di tali depositi è variabile dai 6,00 metri fino ad un massimo di 12,00 m.

L'area in oggetto è caratterizzata da un complesso alluvionale – piroclastico prevalentemente sabbioso, limoso e ghiaioso, il quale si riferisce ai depositi fluviali di primo ordine adiacenti al fiume Sarno e presenta una permeabilità media. La zona di alimentazione è individuabile nella direzione EST-OVEST e il deflusso idrico tende ad instaurarsi grossomodo in direzione del corso d'acqua principale (Fiume Sarno)

Le indagini preliminari condotte sul sito hanno evidenziato un superamento delle CSC sia per la matrice terreno che per la matrice acqua.

Pertanto, dagli elementi fin qui riportati è da ritenere possibile un inquinamento del comparto suolo/sottosuolo e/o della falda idrica sotterranea dovuta all'infiltrazione di percolato nel sottosuolo.

Il modello sopra esposto è stato sviluppato sulla base delle attuali conoscenze del sito ed è, pertanto, passibile di modifiche ed affinamenti all'esito dell'acquisizione di ulteriori dati specifici dell'area investigata, di cui si potrà venire in possesso solo con l'esecuzione del piano di caratterizzazione.

#### 7.2 PIANO DI INVESTIGAZIONE

Definito il Modello Concettuale Preliminare dell'area, è possibile procedere al dimensionamento del **piano di investigazione ambientale**, mirato a verificare l'effettivo inquinamento conseguente alla presenza dei rifiuti.

In relazione al quadro conoscitivo precedentemente indicato, secondo quanto previsto dalle linee guida riportate nell'Allegato 2 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. n.152/06 e s.m.i., la scelta della localizzazione dei punti è stata effettuata sulla base di un **criterio sistematico di tipo casuale (random sampling)** in funzione dell'attuale configurazione del sito, ponendo particolare attenzione a quelle che sono le potenziali sorgenti di contaminazione primaria e secondaria evidenziate dal Modello Concettuale Preliminare, nonché il *“Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati”* redatto da APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici). Nell'ubicazione sistematica la scelta della localizzazione dei punti è effettuata sulla base di un criterio di tipo casuale o statistico, adottando, ad esempio, un campionamento sulla base di una griglia predefinita o casuale; questa scelta è da preferirsi ogni volta che le dimensioni dell'area o la scarsità di informazioni storiche e impiantistiche sul sito non permettano di ottenere una caratterizzazione soddisfacente e di prevedere la localizzazione delle più probabili fonti di contaminazione



Dall'esame dei dati di cui si è già in possesso ed alla luce delle risultanze sopra evidenziate, si è redatto il piano di investigazione, fissando le operazioni di indagini di seguito elencati e mirate a:

- Integrità dell'impermeabilizzazione di fondo;
- Presenza di falda sub superficiale;
- Eventuale contaminazione dei terreni nell'intorno definito dal volume perimetrale ai corpi di discarica;
- Eventuale contaminazione delle acque di falda.

La fase conoscitiva in questione, dovrà prevedere le seguenti operazioni:

- prospezioni indirette finalizzate a definire l'integrità dell'impermeabilizzazione di fondo, l'eventuale fuoriuscita di percolato e la presenza di sacche di percolato all'interno dell'abbanco rifiuti. Nell'immagine seguente si riporta un esempio di impermeabilizzazione di fondo danneggiata individuata mediante indagine indiretta.
- analisi delle condizioni geologiche, geomorfologiche e pedologiche dell'area individuata;
- definizione delle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche del sito, in termini di flusso sotterraneo su scala locale mediante la realizzazione di piezometri e analisi delle condizioni idrodinamiche;
- prospezioni dirette per determinare le caratteristiche, del suolo e delle acque sotterranee.

Saranno eseguite preliminarmente delle indagini geofisiche indirette, mediante l'esecuzione di **n. 4 stendimenti**, equamente distribuiti sulla vasca. Il numero di indagini è stato dimensionato a vantaggio di sicurezza rispetto al minimo necessario, sovrapponendo gli stendimenti al fine di ottenere una rappresentazione completa del solido volumetrico investigato.

Le misure relative agli stendimenti sono riportate nel computo metrico.

A seguito delle indagini indirette, seguiranno le indagini dirette, costituite nello specifico da:

- monitoraggio della matrice ambientale suolo e sottosuolo:
  - **n. 6 punti di indagine a perforazione continua (Si)**, lungo il perimetro della discarica, spinti fino alla profondità di 5 metri sotto il piano basale di abbancamento dei rifiuti, di cui 4 adibiti anche a piezometro;
  - **n. 2 punti di indagine top soil (Ti)** al fine di verificare eventuali contaminazioni dovuti ad incendi pregressi. Ad oggi, alla scrivente non sono state fornite notizie in merito ad incendi avvenuti sui luoghi.
- monitoraggio della matrice ambientale acque sotterranee:
  - **n. 4 piezometri**, in corrispondenza di 4 dei punti di indagine a perforazione continua.

Per l'esatta ubicazione di tutti i punti d'indagine fin qui descritti, si rimanda all'allegato elaborato grafico "TAV.01 Tavola di sintesi del piano di indagine".

Sinteticamente avremo:



Tipologia indagine		Matrice investigata	Quantità	Profondità
INDIRETTA	Stendimenti geoelettrici (Ei)	-	4	-
DIRETTA	Perforazione (Si)	Suolo	6	12,00 m
DIRETTA	Top Soil (Ti)	Suolo	2	0,10 m
DIRETTA	Piezometro (Pzi)	Acque sotterranee	4	5,00 m – 12,00 m

#### 7.2.1.1 Indagini di tipo indiretto

I metodi geofisici sono in grado di fornire una rappresentazione globale dell'area in oggetto, in termini di distribuzione verticale e laterale dei parametri fisici che caratterizzano le aree tra le perforazioni. In tal modo il numero delle perforazioni può essere concentrato in aree indicate come anomale dall'indagine geofisica o laddove è necessario acquisire informazioni di maggior dettaglio.

In virtù della complessità del sito si ritiene opportuno un approccio geofisico di tipo multi-metodologico, riducendo il numero di ambiguità interpretative insito in ogni singolo metodo.

Le indagini indirette saranno eseguite distintamente per l'intera superficie costituente l'area di discarica, prevedendo **4 stendimenti** (2 per ogni direzione).

##### 7.2.1.1.1 Modalità esecutive delle indagini

Il metodo elettrico si basa sullo studio della risposta del sottosuolo al passaggio di una corrente elettrica continua immessa in superficie. Le misure, eseguite automaticamente in tempi rapidi, sono finalizzate alla determinazione della resistività elettrica (inverso della conducibilità) che varia in funzione delle strutture geologiche attraversate, del contenuto d'acqua e della presenza di acque inquinate (liquidi questi ultimi dotati di spiccata conducibilità elettrolitica).

Il metodo di misura della resistività consiste nell'immettere corrente (I) nel terreno, per mezzo di due elettrodi, e nel misurare la differenza di potenziale ( $\Delta V$ ) creata dalla circolazione della corrente, per mezzo di ulteriori due elettrodi di potenziale. La resistività apparente del suolo, dei rifiuti o del mezzo liquido è calcolata dai valori osservati della corrente, del potenziale e della distanza tra gli elettrodi da cui dipende la profondità della penetrazione della corrente.

Il rilievo Schlumberger consente una valutazione della variabilità di resistività nella colonna stratigrafica; le configurazioni utilizzate per la disposizione degli elettrodi sono: per profili verticali di resistività (SEV, che ricostruiscono la successione verticale dei terreni) o per profili orizzontali (SEO, che ricostruiscono sezioni del sottosuolo). L'esecuzione di diversi profili di resistività, per traiettorie parallele e ortogonali tra loro, consente di disegnare le curve di iso-resistività e quindi di costruire la carta di resistività.

Il rilievo Dipolo-Dipolo Assiale, consente la rappresentazione della variabilità di resistività del mezzo in riferimento ad un piano verticale. Questo dispositivo, rispetto allo Schlumberger, permette di investigare strutture elettriche del sottosuolo poste ad una maggiore profondità e presenta inoltre



una elevata sensibilità nei confronti delle anisotropie elettriche laterali; inoltre consente di evidenziare, simultaneamente, variazioni verticali e laterali della resistività, fornendo una rappresentazione bidimensionale della elettro-stratigrafia del sottosuolo. Confrontando le curve ottenute con curve teoriche relative a modelli calcolati preliminarmente, è possibile ottenere gli spessori e le resistività degli strati esplorati nel sottosuolo.

#### 7.2.1.2 Indagini di tipo diretto

La fase successiva alle indagini geofisiche sarà rivolta all'esecuzione di indagini di tipo diretto finalizzate a:

- esplorazione del suolo e sottosuolo con prelievo di campioni di terreno, nel rispetto delle metodiche di campionamento da applicare nel caso specifico. Saranno necessari sondaggi geognostici con campionamento in profondità, per la migliore caratterizzazione degli strati di più probabile interesse alla contaminazione. Pertanto le indagini saranno rivolte:
- valutazione delle caratteristiche fisiche (permeabilità, porosità, indice dei vuoti, grado di saturazione, ecc.) e granulometriche del sottosuolo, la conoscenza di tali caratteristiche è importante per la comprensione dei fenomeni cui sono soggetti gli inquinanti all'interno del suolo, sia per stabilire la maggiore o minore facilità di percolazione delle sostanze inquinanti, sia perché le varie frazioni granulometriche presenti, avendo proprietà chimico-fisiche differenti, interagiscono con queste ultime secondo modalità diverse;
- valutazione delle caratteristiche chimiche finalizzate alla ricerca di eventuali inquinanti individuati sulla scorta dei risultati delle analisi chimico-fisiche dei rifiuti e del percolato;
- campionamento delle acque di falda, predisponendo dei pozzi di piccolo diametro, opportunamente posizionati, che si andranno ad aggiungere, per una più completa indagine, ai pozzi già esistenti nell'area. Anche in questo caso la scelta dei parametri chimico-fisici da ricercare si baserà sui risultati delle analisi chimico-fisiche effettuate sui rifiuti e sulle emissioni liquide e gassose prodotte dagli stessi.

Lo scopo dell'indagine di tipo diretto è, oltre quello di effettuare i sondaggi per il prelievo sia di campioni del suolo e sottosuolo che dei campioni delle acque sotterranee, quello di verificare i risultati acquisiti con le indagini indirette e consentire una taratura delle metodologie stesse.

Nei paragrafi successivi sono descritte le indagini di tipo dirette.

#### 7.2.2 Investigazione dirette della matrice suolo

Come specificato in premessa, il D. Lgs. 152/06 non fornisce indicazioni sul numero dei sondaggi da effettuare nel sito. Tali indicazioni erano invece riportate nell'allegato 2 al D.M. 471/99, che suggeriva un numero minimo di sondaggi da effettuare in funzione della superficie del sito da investigare, come di seguito riportato.

Estensione in m	Numero sondaggi
<10.000	almeno 5
10.000 - 50.000	da 5 a 15
50.000 - 250.000	da 15 a 60
250.000 - 500.000	da 60 a 120
>500.000	almeno 2 ogni 10.000 m <sup>2</sup>

Nel rispetto di quanto previsto dal D.M. 471/99, essendo la superficie da investigare pari a circa 3.000 m<sup>2</sup>, si è deciso di effettuare **n. 6 sondaggi per l'investigazione della matrice suolo**, ubicati come indicato nella planimetria allegata e spinti fino alla **profondità di 12,00 m, ovvero 5,00 m** al di sotto del piano



basale di abbancamento dei rifiuti, considerato in media pari a 7,00 m, come risultato dalle indagini preliminari effettuate.

Oltre ai carotaggi in profondità, sarà predisposto anche una indagine relative a **n.2 campioni di top soil (T1)**. I predetti campioni saranno prelevati ad una profondità di 10 cm dal piano campagna, secondo le modalità di prelievo e campionamento innanzi descritte per la matrice suolo.

#### *7.2.2.1 Modalità esecutive dei sondaggi*

Il metodo di perforazione utilizzato sarà quello della rotazione a secco (di norma utilmente impiegato fino a profondità di mt. 150 circa). Esso prevede la perforazione con sonde o cucchieie del diametro appropriato (nel nostro caso 101 mm) e l'impiego di tubazioni di manovra di diametro decrescente che vengono infisse nel terreno a cannocchiale a mezzo di morse idrauliche fino alla profondità prevista.

Per le analisi di laboratorio, per ciascun sondaggio, dunque, saranno prelevati almeno **3 campioni**:

- campione 1: rappresentativo del primo metro;
- campione 2: rappresentativo dello strato intermedio;
- campione 3: fondo foro.

Sarà inoltre prelevato un ulteriore campione per ogni strato attraversato eventualmente interessato da evidenze di contaminazione nelle carote estratte da posizionare nelle cassette catalogatrici.

I campioni di suolo saranno raccolti dalla parte interna della carota con una spatola metallica e posti in un flacone di vetro del volume di 1.000 ml.

Salvo particolari difficoltà nell'avanzamento del carotiere non è previsto l'utilizzo di fluidi di perforazione che comprometterebbero la rappresentatività del campione per ciò che concerne le caratteristiche chimico fisiche da appurare in laboratorio. In casi particolari potrà essere autorizzato l'utilizzo di fluido di perforazione costituito da acqua potabile, solo per l'avanzamento del rivestimento.

Qualora il sondaggio non venisse completato nel corso della giornata di lavoro, prima della ripresa delle attività dovrà essere controllata l'eventuale presenza di acqua sul fondo del foro.

Durante le fasi di esecuzione dei sondaggi dovrà essere posta particolare attenzione ai seguenti aspetti:

- evitare di immettere nel sottosuolo elementi estranei;
- rimuovere qualsiasi tipo di lubrificante nelle zone filettate;
- evitare l'uso di rivestimenti, corone e scarpe verniciate;
- eliminare gocciolamenti di oli dalle parti idrauliche dei macchinari di perforazione;
- pulire le attrezzature utilizzate in ogni loro parte tra un campionamento e un altro.

Il materiale estratto verrà posizionato in cassette catalogatrici in HDPE o legno e successivamente fotografato per assicurarsi la memoria visiva e dell'andamento temporale delle operazioni di prelievo. L'attrezzatura utilizzata per una perforazione sarà pulita prima dell'utilizzato per una nuova perforazione per evitare il trasferimento di impurità da un campione all'altro e dall'attrezzatura al campione.

La pulizia sarà effettuata utilizzando apposita idropulitrice a vapore, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.



### 7.2.3 Investigazioni dirette matrice acque sotterranee

Come specificato in premessa, il D.Lgs. n. 152/06 non indica quantità precise di piezometri da installare, mentre il D.M. 471/99 forniva il numero di piezometri da installare in funzione della superficie del sito, così come riportato nella seguente figura.

Estensione in m	Numero piezometri
< 50.000	almeno 4
50.000 - 100.000	almeno 6
100.000 - 250.000	almeno 8
>250.000	almeno 1 ogni 25.000 m <sup>2</sup>

Nel rispetto di quanto previsto dal D.M. 471/99, essendo la superficie da investigare pari a circa 3.000 m<sup>2</sup>, si è deciso di effettuare **n. 4 sondaggi per l'investigazione della matrice acque sotterranee**, ubicati in corrispondenza dei sondaggi S1, S2, S3 e S4 ai quali corrisponderanno i *piezometri Pz1, Pz2, Pz3, Pz4*. La profondità a cui verrà prelevata l'acqua, in coerenza con quanto evidenziato nel piano di indagini preliminari, è compresa nel range 5,00 m – 6,00 m, fino ad un massimo di 12,00 m.

#### 7.2.3.1 Modalità esecutive dei sondaggi

Una volta effettuata la perforazione e redatta la relativa sequenza degli strati attraversati (stratigrafia) e dei livelli acquiferi si procederà ad installare nel foro la camicia di rivestimento finale in PVC. I filtri posati in corrispondenza degli acquiferi riscontrati possono essere di varie tipologie: forati a passante, a ponte, oppure a spirale continua tipo Johnson; si sceglierà in questo caso una tubatura micro fessurata con fori da 0,5 mm di luce nel tratto da fondo scavo a 1 metro dal piano campagna o comunque al di sopra del tratto di falda intercettato. Ultimata l'estrazione delle tubazioni di manovra si procederà allo spurgo del piezometro mediante l'estrazione di 3 – 5 volumi d'acqua riferiti al volume del piezometro installato.

I sondaggi eseguiti a carotaggio continuo utilizzati per il solo prelievo dei campioni di terreno saranno realizzati con inclinazione verso il corpo discarica, al fine di effettuare il prelievo al di sotto del piano basale dei rifiuti. L'inclinazione sarà tale da non intercettare lo strato impermeabile.

### 7.2.4 Prelievo, conservazione e gestione dei campioni

#### 7.2.4.1 Prelievi dei campioni di terreno

Per ciascuna carota estratta a seguito delle operazioni di carotaggio saranno prelevati, a mezzo di spatola metallica dalla parte centrale della carota, un numero minimo di tre campioni dei quali uno superficiale, uno nella frangia capillare e uno intermedio. Al di là del numero minimo di campioni da prelevare da ogni carotaggio, sarà possibile prelevare campioni di suolo in corrispondenza di variazioni di colore o odore delle stratificazioni che possano lasciar intendere la presenza di accumuli di materiali inquinanti. I campioni di suolo e sottosuolo prelevati saranno sottoposti a vagliatura in campo, onde privarli della frazione granulometria superiore ai 2 cm, le determinazioni analitiche saranno effettuate sulla frazione passante al vaglio di 2 mm e i risultati saranno riferiti a quest'ultima frazione granulometrica. I campioni prelevati saranno conservati in barattoli di vetro da almeno 1.000 ml di capacità, i quali saranno sigillati, etichettati adeguatamente al fine di rendere possibile l'identificazione e la successiva referenziazione del campione, conservati in contenitori termici e trasportati in laboratorio.

Sulle etichette apposte ai barattoli saranno riportate le seguenti informazioni:

- o codice identificativo del sito;



- o codice di identificazione del campione (numero del punto di campionamento come da planimetria di individuazione dei punti di campionamento allegata al presente progetto, profondità di campionamento);
- o data e ora di prelievo del campione (gg/mm/aaaa – hh.mm);
- o responsabile del prelievo;
- o eventuali sostanze utilizzate per la conservazione del campione.

Per i campioni di suolo prelevati sarà utilizzata l'accortezza, per le sostanze organiche, di effettuare l'indagine analitica a non più di 24 ore dal prelievo al fine di compromettere quanto meno possibile la rappresentatività dei campioni predisposti.

#### 7.2.4.2 *Prelievi dei campioni di top-soil*

I campioni di top-soil previsti saranno prelevati ad una profondità di 10 cm dal piano campagna. L'ubicazione dei suddetti campionamenti è stata progettata tenendo conto dei 4 punti cardinali lungo cui può dirizzarsi il vento. In tale modo, sarà possibile avere un quadro complessivo e maggiormente dettagliato, ai fini della ricerca di eventuali contaminazioni nello strato superficiale del terreno.

#### 7.2.4.3 *Modalità di prelievo di campioni di suolo per la ricerca dei composti volatili*

Le modalità di prelievo di campioni di suolo per la ricerca di composti volatili saranno osservate le disposizioni contenute nelle "Linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari" predisposte da ARPAC e approvate con Deliberazione Giunta Regionale n. 417 del 27/07/2016.

Per limitare la volatilizzazione nella formazione del campione da predisporre per l'analisi dei composti volatili saranno ridotti i tempi di esposizione all'aria dei materiali. Sarà seguita la procedura **ASTM D4547-91** che prevede preliminarmente la preparazione in laboratorio, per ciascuna aliquota di campione, di *vials* di vetro da 22 ml in ognuna delle quali vengono aggiunti 10 ml di modificante di matrice costituito da acido fosforico al 0,2% in soluzione satura di cloruro di sodio. Ciascuna *vial* viene successivamente pesata (peso tara), unitamente alla ghiera e al setto corrispondenti (che costituiranno quelli della chiusura definitiva) e chiusa temporaneamente con ghiera e setto provvisori. Ogni *vial* con i corrispondenti ghiera e setto pre-pesati verrà

deposta in un'apposita busta recante in etichetta il peso tara. Le operazioni di formazione del campione dovranno essere condotte immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice. Si procederà poi alla decorticazione della superficie della porzione prescelta di carota mediante l'utilizzo di una spatola in acciaio inox e all'asportazione del campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox o in PVC ed "estrusi" direttamente nei contenitori tipo "*vials*" dotati di chiusura a ghiera con setto in silicone teflonato. All'atto del prelievo si stappano le *vials* e si prelevano aliquote di terreno di peso indicativamente pari a 1 + 3 grammi che vengono immediatamente riposte nelle *vials* e chiuse definitivamente, con i corrispondenti ghiera e setto pre-pesati, con l'apposita pinza. In laboratorio, prima dell'analisi, ogni *vial* viene ripesata e per differenza si risale alla quantità di terreno prelevato. Saranno utilizzate *vials* certificate per l'analisi di sostanze volatili.

#### 7.2.4.4 *Prelievi dei campioni di acque sotterranee*

I piezometri da realizzarsi saranno tipologicamente compatibili con gli inquinanti potenzialmente presenti nel sito.

Il campionamento delle acque di falda sarà eseguito attraverso:



- installazione del piezometro;
- espurgo del piezometro;
- prelievo del campione;
- sigillatura del campione;
- etichettatura del campione;
- conservazione del campione;
- consegna al laboratorio di analisi.

Prima del prelievo d'acqua sotterranea i piezometri saranno spurgati estraendo un volume d'acqua pari ad almeno tre – cinque volte il volume dell'intero piezometro. Per il prelievo dei campioni saranno utilizzati campionatori monouso in polietilene detti "bailers"; i campioni saranno conservati in bottiglie campionatrici di 1.000 ml e l'etichettatura avverrà in maniera analoga al caso dei terreni. Particolare attenzione sarà riposta nel tenere i campioni ben refrigerati, in borsa termica con l'ausilio di siberine per mantenere la temperatura del campione intorno ai 4 gradi centigradi, e a consegnare il campione per permetterne l'analisi di laboratorio entro 24 ore dal prelievo. L'acqua estratta dalle operazioni di espurgo dei piezometri dovrà essere stoccata in appositi contenitori, caratterizzata e smaltita ai sensi della parte IV del D.Lgs. n.152/06 e s.m.i.

#### 7.2.5 Rilievo topografico dei piezometri

Il rilievo topografico di tutti i piezometri è indispensabile per formulare qualsiasi considerazione sulla direzione di deflusso della falda. Ai fini della caratterizzazione del singolo sito è sufficiente la determinazione della quota relativa per poter ricostruire l'andamento della superficie della falda.

#### 7.2.6 Analisi chimiche

Nell'ambito delle indagini per la caratterizzazione, si è definita la seguente lista di analiti da determinare in laboratorio, al fine di definire la qualità ambientale dell'intera area ed eventualmente provvedere ad interventi di messa in sicurezza di emergenza.

Le summenzionate linee guida di cui al Delibera di Giunta Regionale Campania n. 417 del 27/07/2016 prevedono che la scelta degli analiti da ricercare sui campioni di suolo ed acqua prelevati dovrà essere determinata sia in base alla configurazione attuale dell'intera area, sia in relazione agli usi pregressi del sito.

##### 7.2.6.1 Analisi chimiche dei campioni di terreno

Relativamente alla matrice suolo, dovranno in ogni caso, sempre essere ricercati i seguenti analiti:

- *Composti inorganici, Composti Organici Aromatici, IPA, Fenoli e Clorofenoli, Alifatici Clorurati cancerogeni, Alifatici Clorurati non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, Idrocarburi leggeri e pesanti.*

Nei campioni di top-soil, si provvederà inoltre alla ulteriore determinazione di PCDD-PCDF e PCB.

Per quanto sopra riportato ed in riferimento alla destinazione d'uso dell'intera area da investigare, si ritiene dover determinare nella matrice suolo gli analiti di cui alla seguente tabella.

N. ordine	Sostanze	Valore limite
1 – 18	Composti inorganici	"Colonna A" – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale - Tabella 1, allegato 5, titolo V,
19 – 24	Aromatici	
25 – 38	Politiclici aromatici	



N. ordine	Sostanze	Valore limite
39 - 46	Alifatici clorurati cancerogeni	parte IV, Decreto legislativo n.152/06 e s.m.i.
47 - 53	Alifatici clorurati non cancerogeni	
54 - 57	Alifatici alogenati cancerogeni	
58 - 61	Nitrobenzeni	
62 - 71	Clorobenzeni	
72 - 75	Fenoli clorurati	
76 - 81	Ammine aromatiche	
82 - 91	Fitofarmaci	
92 - 93	*Diossine e furani	
94 - 95	Idrocarburi	
* <i>Analiti da ricercare nei soli campioni di top-soil</i>		

*Concentrazioni soglia di contaminazione suolo e sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso del sito*

#### 7.2.6.2 *Analisi chimiche dei campioni di acque sotterranee*

Analogamente, per le acque di falda si procederà ad individuare la presenza delle concentrazioni di elementi chimici inquinanti, con riferimento ai limiti di cui alla tabella 2 dell'Allegato 5 – *Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee* - al Titolo V della parte IV del citato Decreto.

Di seguito, sono riportati in tabella gli analiti da ricercare nei campioni da prelevare:

N. ordine	Sostanze	Valore limite
1 - 18	Metalli	Tabella 2, Allegato 5, titolo V, parte IV, Decreto legislativo n. 152/06 e s.m.i.
19 - 23	Inquinanti inorganici	
24 - 28	Composti organici aromatici	
29 - 38	Policiclici aromatici	
39 - 47	Alifatici clorurati cancerogeni	
48 - 53	Alifatici clorurati non cancerogeni	
54 - 57	Alifatici alogenati cancerogeni	
58 - 61	Nitrobenzeni	
62 - 68	Clorobenzeni	
69 - 72	Fenoli e Clorofenoli	
73 - 75	Ammine aromatiche	
76 - 86	Fitofarmaci	

*Concentrazioni soglia di contaminazione nelle acque sotterranee*

Tutte le analisi dovranno essere effettuate da laboratori accreditati secondo la norma ISO/IEC 17025 (Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura) e certificati ACCREDIA nonché da Enti terzi accreditati secondo una norma di assicurazione della qualità della serie UNI EN



ISO 9000 ovvero dovranno dimostrare il possesso di requisiti fondamentali di un sistema di assicurazione della qualità certificabile.

### 7.2.7 Ricerca dei parametri sito specifici

Nell'ambito dell'attività di caratterizzazione sarà prevista la **ricerca dei parametri sito specifici** da inserire nell'eventuale analisi di rischio, ovvero i parametri del terreno in zona satura ed insatura, quali ad esempio:

- Densità del suolo;
- Conducibilità idraulica;
- Porosità totale del terreno in zona insatura
- Contenuto volumetrico di acqua
- Contenuto volumetrico di aria
- Contenuto volumetrico di acqua e di aria nella frangia capillare
- Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo
- Infiltrazione efficace

## 8 CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ

Il cronoprogramma delle attività di indagine è il seguente.

FASI		mesi		1				2				3			
		sett.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		giorni		7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84
1	Affidamento servizio di esecuzione piano di caratterizzazione e analisi di rischio														
2	Esecuzione indagini indirette														
3	Concordamento posizionamento delle indagini dirette con ARPAC e ubicazione campioni per analisi in contraddittorio														
4	Esecuzione indagini dirette e prelievo campioni di terreno ed acque sotterranee														
5	Analisi chimiche/geotecniche														
6	Redazione analisi di rischio														
7	Trasmissione analisi di rischio all'Autorità Competente														

Inizio: Decreto approvazione piano di caratterizzazione

## 9 CONCLUSIONI

Alla luce di quanto fin qui esposto si rappresenta che le attività previste nel presente Piano di caratterizzazione permettono di definire il modello concettuale del sito, propedeutico all'accertamento della contaminazione.



Il presente Piano è stato redatto al fine di consentire principalmente una approfondita investigazione sulla matrice suolo, nonché ad un'attenta campagna di indagini indirette sull'area interessata, al fine di verificare l'eventuale inquinamento dovuto alla presenza dei serbatoi interessati ivi presenti.

La scelta della localizzazione dei punti è stata effettuata sulla base di un **criterio di tipo casuale (random sampling)** in funzione dell'attuale configurazione del sito, ponendo particolare attenzione a quelle che sono le potenziali sorgenti di contaminazione primaria e secondaria evidenziate dal Modello Concettuale Preliminare.

Sulla base delle risultanze del Piano di Caratterizzazione sarà possibile verificare il superamento delle CSC sito specifiche per le varie matrici ambientali sottoposte a caratterizzazione.

Nel caso non vi fosse alcun superamento dei valori limite imposti dalla normativa, al termine dell'esecuzione del predetto piano si procederà, attraverso apposita Relazione Tecnica Descrittiva delle indagini, a descrivere i risultati complessivamente ottenuti.

Qualora, al contrario, venga accertata la presenza di superamenti rispetto alle CSC, rappresentanti valori di attenzione, verrà applicata apposita Procedura di Analisi di Rischio sito-specifica, finalizzata alla determinazione delle concentrazioni soglia di rischio (CSR). Tali valori rappresenteranno concentrazioni aderenti alla realtà del sito in esame sulle quali impostare eventuali interventi di bonifica o messa in sicurezza. Se le concentrazioni dei contaminati di interesse rilevate sul sito risultino minori dei succitati CSR, il sito potrà essere ritenuto non contaminato e l'iter amministrativo giungerà al termine mediante l'approvazione del documento di Analisi di Rischio.

Marzo 2022

Il tecnico

Dott. Ing. Marialuisa Natale

