

# 1 Premessa

Il sottoscritto Ing. Raffaele Cesaro nato a Napoli il 25/3/1978 ed iscritto all'albo degli Ingegneri della Provincia di Caserta al n. 2861 ha redatto la presente relazione tecnico-illustrativa quale parte integrante del Piano di Caratterizzazione della Discarica Comunale loc. Punta Caruso" CIG:ZBE2286732 redatto ai sensi del D.lgs. 50/2016 e del D.lgs. 152/06 e s.m.i. giusto contratto di incarico disciplinare siglato in data 28/3/2018.

La Discarica Comunale loc. Punta Caruso è inserita nel "Censimento Siti Potenzialmente Inquinati (CSPI) del Piano Regionale di Bonifica" DGR della Campania n° 57 del 16/02/2015, e DGR della Campania n. 831 del 27/12/2017 che all'allegato 3 Elenco recante il Censimento dei Siti Potenzialmente Contaminati (CSPC locali) individua la Discarica comunale loc. Punta Caruso è censita con il codice 3031C001. Inoltre nella stessa tabella si evidenzia come sia stata accertata la contaminazione da metalli pesanti della acque sotterranee.

Il Comune di Forio è risultato beneficiario di un contributo Regionale per la redazione del presente piano di caratterizzazione ai sensi della Delibera della Giunta Regionale n. 731 del 13/12/2016 e della D.D n° 89 del 24/02/2017 FSC 2014/2020 - Patto per lo Sviluppo della Regione Campania del 24/04/2016 - Intervento strategico denominato "Piano Regionale di Bonifica.

L'obiettivo del Piano di caratterizzazione è quello di definire l'assetto geologico e idrogeologico, verificare la presenza o meno di contaminazione nei suoli e nelle acque (superficiali e sotterranee) e sviluppare un modello concettuale del sito.

Il principale riferimento normativo per i siti contaminati è rappresentato dal D.Lgs. 152/06 "Norme in materia ambientale", più precisamente dalla Parte Quarta, Titolo V "Bonifica dei siti contaminati".

Inoltre si è fatto riferimento anche alla Deliberazione Giunta Regionale n.417 del 27/07/2016 che approva le linee guida per la predisposizione delle indagini preliminari redatte da parte dell'ARPAC.

Prima di entrare nel dettaglio dei vari aspetti da sviluppare nel Piano si ritiene utile 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. Questo implica che lo sforzo del progettista e degli enti preposti all'approvazione del Piano si debba indirizzare alla progettazione delle indagini in modo tale da avere il maggior numero d'informazioni possibili sull'assetto geologico e idrogeologico del sito e sull'eventuale contaminazione a costi ragionevoli. È infatti da considerare che il Piano di caratterizzazione sarà, in caso di contaminazione accertata, il primo di una serie di passi che hanno come obiettivo la bonifica e/o la messa in sicurezza del sito.

Il **Piano della caratterizzazione** deve descrivere dettagliatamente il sito e tutte le attività che vi si sono svolte o che ancora vi si svolgono; individua le correlazioni tra le attività svolte e tipo, localizzazione ed estensione della possibile contaminazione; descrive le caratteristiche delle componenti ambientali sia

all'interno del sito che nell'area da questo influenzata; descrive le condizioni necessarie alla protezione ambientale e alla tutela della salute pubblica; presenta un

Piano delle indagini da attuare per definire tipo, grado ed estensione dell'inquinamento. In generale il Piano si articola nelle seguenti sezioni:

- raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti e caratterizzazione del sito
- formulazione preliminare del modello concettuale del sito (MCS)
- piano di investigazione iniziale
- analisi del rischio

## 2 RACCOLTA E SISTEMAZIONE DATI ESISTENTI

### 2.1 Inquadramento territoriale

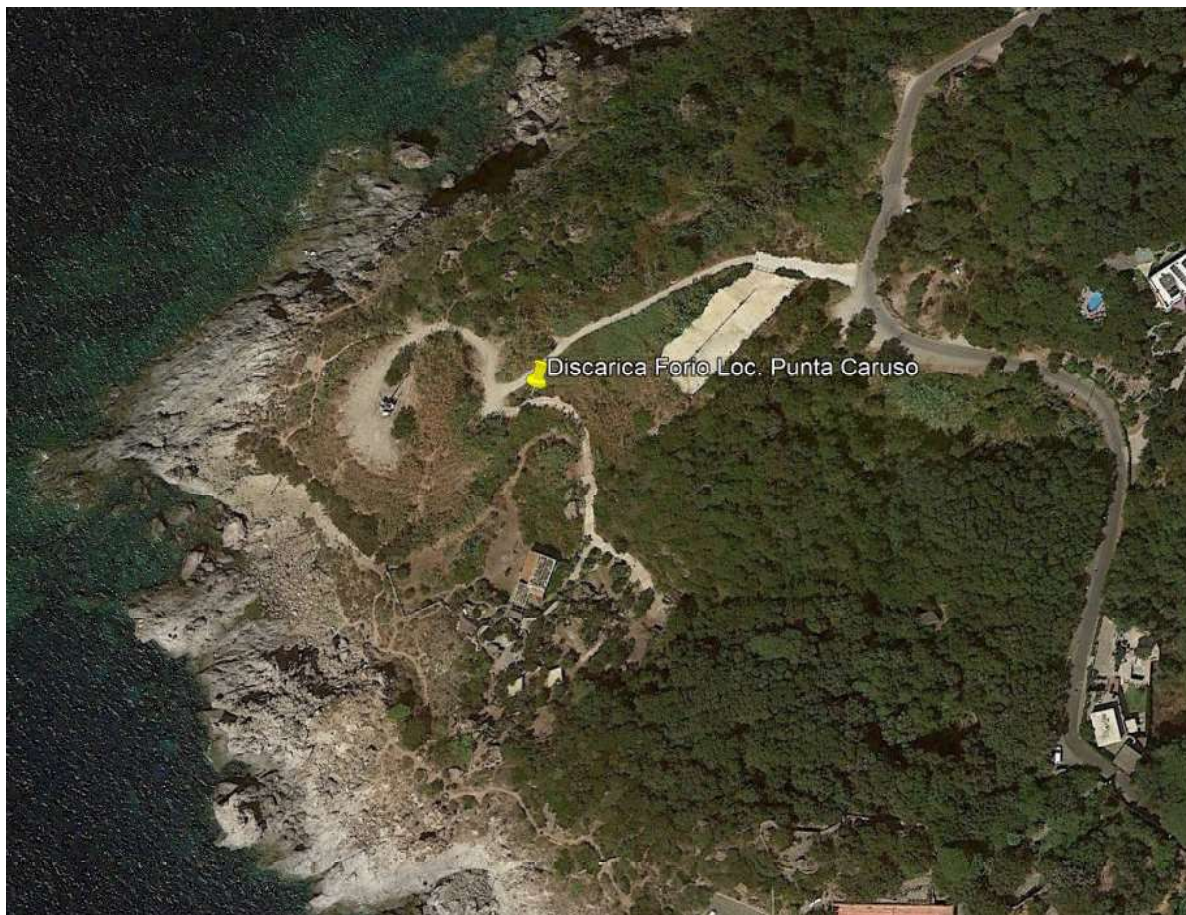
Il Comune di Forio si trova sull'isola di Ischia presenta una estensione di 12,75 km<sup>2</sup> ed una popolazione residente di 17 815 abitanti.

Per lo smaltimento degli RSU prodotti sul territorio comunale per un periodo ha utilizzato un'area ubicata nella parte nord ovest del comune in località Punta Caruso.



Fig. 1 Inquadramento territoriale Discarica Comunale Forio Loc. Punta Caruso

L'area è facilmente accessibile da una strada comunale "Via Francesco Calise Operaio Foriano" e compresa tra la suddetta strada ed il mare.



## 2.2 Ricostruzione storica delle attività svolte in località Punta Caruso

Il sottoscritto dopo aver ricevuto l'incarico di cui al presente progetto si è recato in località Punta Caruso ed ha cercato di ricostruire le attività svolte sul sito sia dal punto di vista amministrativo che tecnico ed operativo in situ.

Tuttavia il materiale presente negli archivi comunali non è sufficiente per poter definire con certezza:

- Tipologia dei lavori di predisposizione delle aree in località Punta Caruso come ad esempio la presenza dello strato di impermeabilizzazione del fondo
- Data di avvio e fine lavori di predisposizione delle aree in località Punta Caruso
- Data di Avvio e fine dell'abbancamento dei rifiuti
- Delimitazione delle aree della discarica

Le informazioni sommarie che sono state recuperate evidenziano come l'attività di abbancamento sia iniziata all'inizio degli anni 90 e sia proseguita per qualche anno tuttavia non è stato possibile ricavare tali date da specifiche ordinanze di apertura e chiusura. Inoltre, sempre dalle notizie raccolte in loco, si può risalire alla fine delle attività di conferimento, le quali con molta probabilità si sono concluse da molto tempo; a tutt'oggi non è stato possibile ricostruire con maggior esattezza la data di cessazione attività del sito.

Inoltre non sono chiaramente definiti i limiti della discarica come confermato Sentenza del Tribunale di Napoli n. 9123/05 dalla quale risulta che il comune di Forio ha occupato illegittimamente aree non di proprietà del comune.

Sull'area della discarica è presente inoltre una piattaforma in cls adibita a stoccaggio temporaneo dei rifiuti a mezzo di cassonetti, il cui esercizio non è stato probabilmente autorizzato o comunque non è stata riscontrata alcuna autorizzazione pertanto all'oggi risulta solo una superficie impermeabilizzata in cls.

## 2.3 Inquadramento Catastale ed Urbanistico

Nel presente Piano di Caratterizzazione si è proceduto alla sovrapposizione della planimetria catastale con l'area della discarica

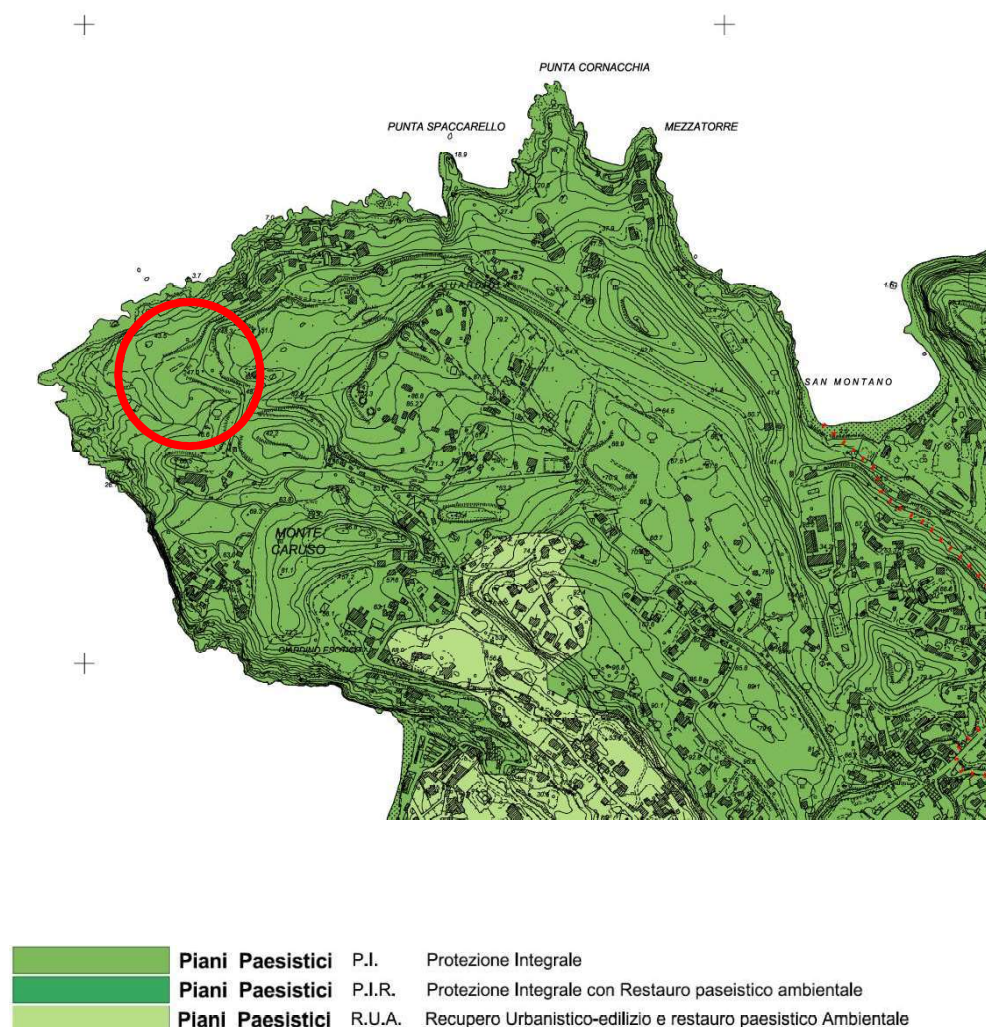
Dall'analisi catastale delle particelle risulta

|   | INTESTATARIO           | FOGLIO | PARTICELLA | CONSISTENZA |     |    | VARIAZIONE CATASTALE |            |
|---|------------------------|--------|------------|-------------|-----|----|----------------------|------------|
|   |                        |        |            | ha          | are | ca | foglio               | particella |
| 1 | Comune di Forio        | 1      | 61         | 1           | 62  | 64 |                      |            |
| 2 | S.R.L.I.S. Costruzioni | 1      | 72         |             | 1   | 30 |                      |            |
| 3 | S.R.L.I.S. Costruzioni | 1      | 141        | 1           | 10  | 9  |                      |            |
| 4 | S.R.L.I.S. Costruzioni | 1      | 143        | SOPPRESSO   |     |    | 1                    | 444        |
|   |                        |        |            |             |     |    | 1                    | 445        |
|   |                        |        |            |             |     |    | 1                    | 446        |
|   |                        |        |            |             |     |    | 1                    | 447        |
|   |                        |        |            |             |     |    | 1                    | 448        |
| 5 | S.R.L.I.S. Costruzioni | 1      | 146        | SOPPRESSO   |     |    | 1                    | 449        |
|   |                        |        |            |             |     |    | 1                    | 443        |

|   | VARIAZIONE CATASTALE |            | INTESTATARIO              | CONSISTENZA |     |     | VARIAZIONE CATASTALE |            | CONSISTENZA |     |    |
|---|----------------------|------------|---------------------------|-------------|-----|-----|----------------------|------------|-------------|-----|----|
|   | foglio               | particella |                           | ha          | are | ca  | foglio               | particella | ha          | are | ca |
| 4 | 1                    | 444        | Polverino Giovan Giuseppe |             | 6   | 0,0 |                      |            |             |     |    |
|   | 1                    | 445        | S.R.L.I.S. Costruzioni    | SOPPRESSO   |     |     | 1                    | 73         |             | 3   | 66 |
|   | 1                    | 446        | Polverino Giovan Giuseppe |             | 1   | 44  |                      |            |             |     |    |
|   | 1                    | 447        | S.R.L.I.S. Costruzioni    |             | 2   | 25  |                      |            |             |     |    |
|   | 1                    | 448        | S.R.L.I.S. Costruzioni    |             | 5   | 9   |                      |            |             |     |    |
| 5 | 1                    | 449        | S.R.L.I.S. Costruzioni    |             | 8   | 5   |                      |            |             |     |    |
|   | 1                    | 443        | Polverino Giovan Giuseppe |             | 0,0 | 73  |                      |            |             |     |    |

### ESTRATTO DEL PIANO TERRITORIALE PAESISTICO:

L'area è compresa interamente in zona a Protezione Integrale del Piano Territoriale Paesistico come evidenziato nella figura sottostante.



## 2.4 Descrizione del sito

La Discarica Comunale di Forio in oggetto ricade nelle località Punta Caruso e dista circa 5 km dal centro del comune e 150 m dalla prima abitazione. Essa è ubicata in località Punta Caruso e si può raggiungere dalla strada statale Forio-Lacco proseguendo sulla strada comunale Via Francesco Calise Operaio Foriano.

Si accede al sito attraverso apposito cancello munito di catena (vd Relazione R.2) e presenta un dislivello compreso tra i 45 m.s.l.m. ed i 10 m.s.l.m. Le aree interne alla discarica che molto probabilmente erano quelle di coronamento e passaggio dei mezzi, visibili dalle planimetrie e dalle foto, sono in parte realizzate in cls ma per la maggior parte sterrate.

Dal rilievo fatto in sito verosimilmente la discarica presenta due invasi per un'area totale di circa 13.000 mq. Il primo invaso ha una superficie di circa 4.200 mq ed un dislivello compreso verosimilmente tra i 45 m.s.l.m. ed 30 m.s.l.m. e forma verosimilmente prismatica.

Il secondo invaso ha una superficie di circa 8.800 mq ed un dislivello compreso verosimilmente tra i 30 m.s.l.m. ed 15 m.s.l.m. e forma verosimilmente trapezoidale.

Complessivamente il perimetro della discarica è di circa 650 m.

Dal sopralluogo effettuato e dall'analisi della documentazione agli atti sono state riscontrate le seguenti criticità, che dovranno essere necessariamente chiarite dalle indagini indirette (e.g. geoelettriche) e dalle prove di permeabilità:

- Individuazione delle superfici e volumi dei rifiuti abbancati
- Perimetrazione della discarica
- Presenza del telo impermeabile di fondo
- Presenza ed ubicazione della vasca o delle vasche di raccolta del percolato

Infine risulta doveroso segnalare che lo stato di manutenzione e conservazione del secondo invaso risulta piuttosto scarso difatti i muri perimetrali che svolgevano funzione di contenimento del terrapieno a monte e recinzione dell'invaso sono crollati come si evince dalla foto sottostante dalla quale si evidenzia l'affioramento in superficie dei rifiuti.





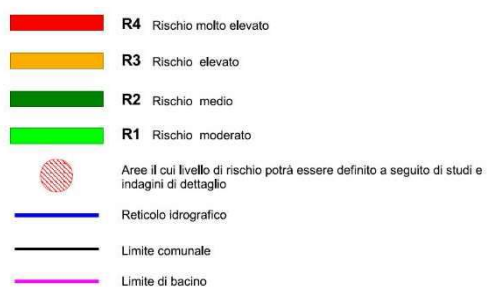
## 2.5 Inquadramento geologico, idrogeologico ed idraulico

Le competenze in materia di difesa del suolo nell'area di interesse sono delegate dalla Campania all'Autorità di bacino Nord Occidentale della Campania.

La costa a falesia di P. Caruso ha un estensione di circa 900 m con altezza compresa tra 30 e 50 m e pendenze generalmente superiori al 30°. La costa può essere classificata come falesia attiva a suscettibilità a frane di roccia da media a bassa a luoghi alta.

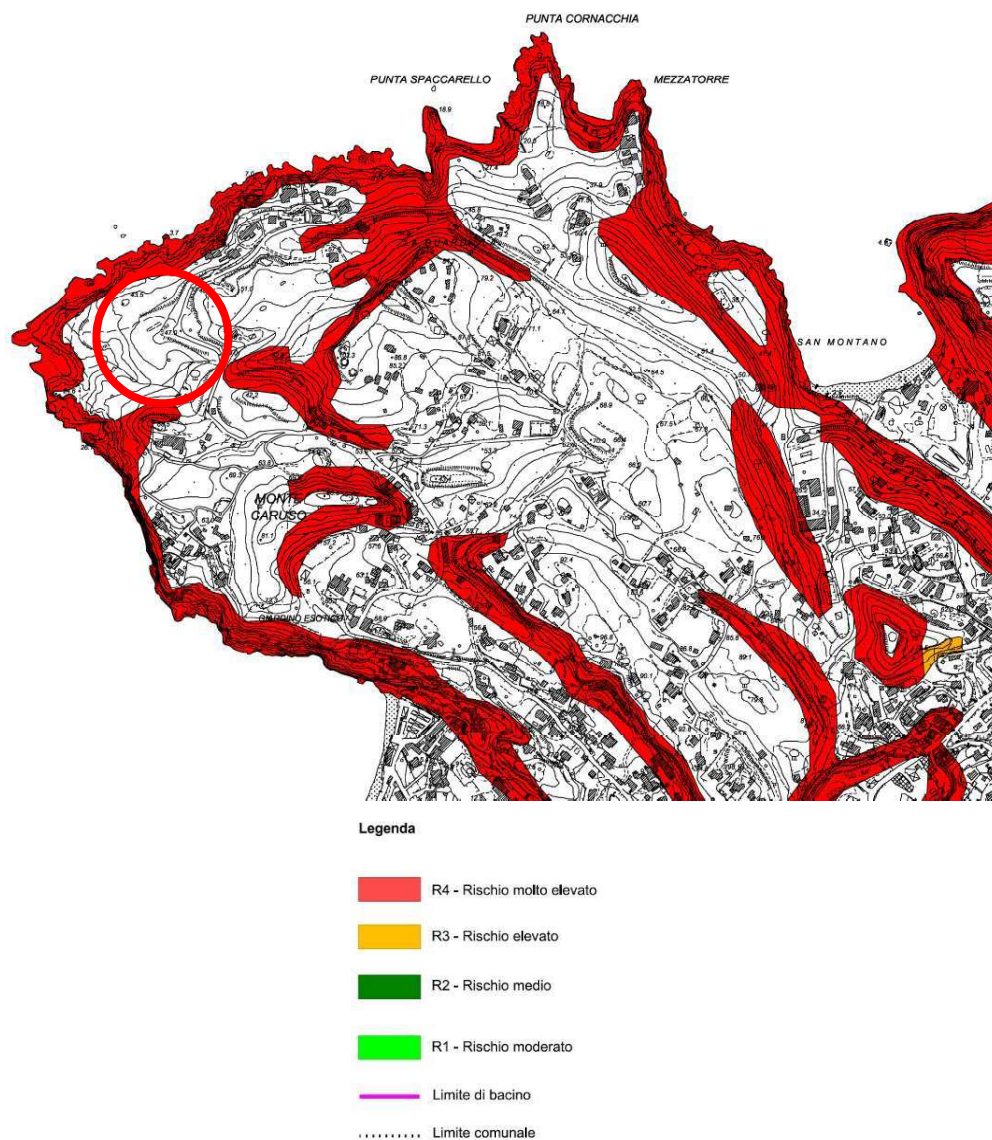
Dal punto di vista di erosione del suolo i fenomeni risultano modesti ma comunque presenti.

**ESTRATTO DELLA CARTA DEI RISCHI IDROGEOLOGICI DELL'AUTORITÀ DI BACINO:**



Nell'ambito dell'area di intervento non esistono particolari rischi idrogeologici

## ESTRATTO DELLA CARTA DEI RISCHI DI FRANA DELL'AUTORITÀ DI BACINO:



Nell'ambito dell'area di intervento non esistono particolari rischi di frana

### 3 Modello concettuale

Il modello concettuale ci permette di individuare nel dettaglio le caratteristiche strutturali presenti sul sito, il tipo di rifiuti presenti in esso, le modalità di stoccaggio e definire in che misura questi ultimi e i vari elementi presenti in tutta la struttura, derivanti dalla lavorazione passata dello stesso impianto, possono aver generato inquinamento di suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee.

I risultati delle indagini svolte in precedenza sul sito mostrano come sia stata accertata la contaminazione da metalli pesanti della acque sotterranee come riportato anche nell'Allegato 3 alla DGR Campania n. 831 del 27/12/2017.

### **3.1 Fonti di contaminazione**

La principale sorgente di contaminazione è rappresentata dall'abbancamento dei rifiuti che coinvolge il suolo superficiale e il suolo profondo, che possono a loro volta trasformarsi in sorgenti di contaminazione indirette, entrambe situate in zona insatura.

### **3.2 Vie di migrazione**

L'inquinamento raggiunge i diversi ricettori attraverso le possibili vie di migrazione, cioè i potenziali meccanismi di trasporto degli inquinanti.

Nell'area in esame le possibili vie di migrazioni sono:

- le acque meteoriche, che si immettono nei collettori principali di scarico;
- il suolo ed il sottosuolo, in quanto costituiti da diversi litotipi con permeabilità da bassa a media;
- la falda superficiale.

Come già evidenziato nell'assetto geologico e idrogeologico, è possibile ipotizzare che nell'area d'interesse non vi sia una falda ma ci sia la possibilità di intercettare la falda marina.

### **3.3 Bersagli della contaminazione**

I bersagli finali della contaminazione sono: suolo, sottosuolo, acque superficiali e sotterranee. La popolazione non risulta essere direttamente esposta ad immediato rischio di contaminazione attraverso pozzi potabili. Tuttavia, sussiste un evidente rischio intrinseco, legato alla presenza di sorgenti per le quali non è possibile escludere la contaminazione.

## **4 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE**

### **4.1 Premessa**

Dal sopralluogo effettuato e dall'analisi della documentazione agli atti sono state riscontrate alcune criticità quali le corrette superfici ed i volumi dei rifiuti abbancati, la perimetrazione della discarica, la presenza del telo impermeabile di fondo e la presenza ed ubicazione della vasca o delle vasche di raccolta del percolato. Inoltre i risultati delle indagini svolte in precedenza sul sito mostrano come sia stata accertata la contaminazione da metalli pesanti delle acque sotterranee come riportato anche nell'Allegato 3 alla DGR Campania n. 831 del 27/12/2017.

Ciò premesso le indagini che sono state predisposte nel presente Piano di Caratterizzazione dovranno procedere per step. Inizialmente saranno predisposte le indagini indirette finalizzata all'acquisizione delle informazioni necessarie ad affinare e rendere attuabili ed appropriate le successive indagini dirette con particolare riferimenti alla ubicazione ed alla quota delle perforazioni.

Il presente Piano di Caratterizzazione è stato elaborato nel rispetto di quanto riportato nel D.lgs. 152/06 e s.m.i. nonché seguendo le indicazioni riportate nelle linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. redatte dall'ARPAC ed approvate con Deliberazione Giunta Regionale n.417 del 27/07/2016.

## 4.2 Indagini geoelettrica e sismica

### Tomografia elettrica

La “Tomografia Elettrica”, consiste nella determinazione di profili di resistività dei terreni indagati attraverso la disposizione sul suolo di un numero elevato d’elettrodi (Barker, 1981), che progressivamente vengono spostati lungo una data direzione variandone la distanza inter-elettrodica al fine di aumentare la profondità d’investigazione. Il set di dati così ottenuto consente la costruzione di una matrice di valori di resistività la cui inversione, mediante algoritmi matematici, restituisce la definizione del mezzo investigato in “immagini” di elettro-resistività di tipo tomografico (cfr. Fig. 3).

Sarà ripetuta la tomografia elettrica prevedendo uno stendimento ogni 5 metri per l’intera superficie dell’abbancamento, in entrambe le direzioni e su entrambe le aree identificate nella presente relazione e nella planimetria allegata.

### Sismica a rifrazione

Sanno inoltre previste delle prove sismica a rifrazione tomografica. La sismica tomografica, rispetto alla tradizionale tecnica sismica a rifrazione, si basa, come nella tomografia elettrica, sull’utilizzo di un più alto numero di punti di energizzazione del terreno (punti di scoppio) e di acquisizione dati (geofoni), oltre, ovviamente, ad adottare modelli di calcolo più complessi e, quindi, adatti alla maggiore mole di dati. Come nel caso delle tomografie elettriche, si ottengono dei profili con una notevole densità di dati che, però, sono relativi alle velocità delle onde sismiche indagate, che nel caso specifico sono sempre le onde di tipo longitudinale, dette “P”

## 4.3 Indagini dirette sui campioni di suoli ed acque di falda

Premesso che la Discarica Comunale di Forio Loc. Punta Caruso presenta una superficie complessiva di circa 13.000 mq ed un perimetro di 650 m sulla base delle linee guida per la predisposizione e l’esecuzione di indagini preliminari redatte dall’ARPAC sono stati predisposti n. 4 Sondaggi la cui ubicazione è riportata nella planimetria punti di campionamento G.5 denominati P1, P2, P3 e P4 di cui P1 e P4 realizzati in corrispondenza dell’Area 1 e P2 e P3 realizzati in corrispondenza dell’Area 2. Preliminarmente sono state determinati anche le altezze dei singoli sondaggi riportate nella planimetria. Tuttavia poiché l’ubicazione potrà subire delle variazioni in funzione dei risultati delle indagini indirette anche le altezze potranno essere modificate in fase di esecuzione.

In particolare le operazioni in campo prevederanno:

- esecuzione di n° 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti a secco con l’utilizzo di fluidi di perforazione a profondità variabile dal piano campagna finalizzati al prelievo di campioni di suolo;

- condizionamento a piezometro di n° 4 fori di sondaggio, per il successivo monitoraggio delle acque di falda;
- esecuzione di n°2 prove Lefranc;
- per ogni sondaggio prelievo di n° 3 aliquote di campioni (frazione superficiale, frazione intermedia e frazione fondo) per sondaggio di materiale da carote di terreno, che verranno sottoposti alle analisi chimiche per la determinazione dei parametri indicati dalla normativa vigente;
- prelievo di n° 4 campioni d'acqua dai sondaggi attrezzati a piezometro;

#### 4.3.1 Esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo

Di seguito viene descritta la sequenza di operazioni da effettuare su ogni punto di carotaggio per il prelievo in continuo di campioni di sottosuolo da sottoporre ad analisi chimiche:

- posizionamento della sonda sul punto di perforazione e controllo della verticalità della torre di perforazione, operando sugli stabilizzatori;
- inizio della perforazione a secco, con diametro  $\varnothing = 127$  mm;
- perforazione a bassa velocità di rotazione, con approfondimenti di 20÷40 cm;
- recupero del carotiere ed estrusione della carota a secco;
- decontaminazione del carotiere con idropulitrice a 100° C;
- inserimento del campione in contenitore di vetro, chiusura ed etichettatura;
- sistemazione della carota all'interno di una cassetta munita di scomparti da cui si può rilevare le profondità corrispondenti alle carote estratte;
- documentazione fotografica di ogni cassetta e redazione della stratigrafia dei terreni campionati, annotando sia la descrizione delle litologie attraversate, sia eventuali presenze di contaminazione;
- allestimento piezometri;
- recupero dei rivestimenti.

Ogni campione di terreno prelevato, riposto in un barattolo di vetro con tappo a tenuta ermetica ed etichettato, sarà conservato in frigorifero a 4°C nel periodo di tempo compreso tra il prelievo e la consegna al laboratorio di analisi.

#### 4.3.2 Allestimento dei piezometri

Per la messa in opera dei piezometri si procederà nel modo seguente:

- posizionamento del piezometro facendo riferimento alla quota di intercettazione della superficie freatica;

- pulizia delle barre di piezometro che successivamente vengono giuntate e calate nel foro rivestito;
- creazione del materasso drenante con ghiaietto siliceo calibrato (2-4 mm);
- recupero del rivestimento;
- realizzazione del sigillo della parte più superficiale di perforo, utilizzando bentonite, in modo tale da evitare percolazioni di acque superficiali;
- cementazione del pozzetto di protezione in cemento armato che al suo interno ospita il cappellotto metallico di protezione del piezometro con lucchetto, anch'esso cementato;
- allestimento della elettropompa sommersa per spurgo;
- realizzazione dello spurgo con portata 1 l/s, protratto fino alla completa chiarificazione delle stesse;
- campionamento delle acque di falda in contenitore in vetro, evitando che rimanga aria in testa al contenitore;
- etichettatura del campione.

#### 4.3.3 Campionamento del suolo

Il terreno sarà estratto per battitura del carotiere, esaminato e, per ciascun sondaggio, saranno prelevati n° 3 campioni per le analisi di laboratorio.

Ogni campione che verrà prelevato sarà riposto in un barattolo di vetro con tappo a tenuta ermetica, etichettato con il numero del sondaggio, la profondità di prelievo, il numero del campione e la data, e conservato in frigorifero a 4°C, nel periodo di tempo compreso tra il prelievo e la consegna al laboratorio certificato.

#### 4.3.4 Campionamento delle acque di falda superficiale

Il campionamento delle acque sotterranee verrà effettuato secondo la seguente procedura:

- misurazione del livello statico con sonda che consente la misurazione della profondità del livello freatico mediante un dispositivo acustico/visivo;
- spurgo dell'acqua presente all'interno del piezometro effettuato con pompa sommersa, utilizzando portate tali da limitare il trascinamento di materiale fine, l'intorpidimento dell'acqua da campionare, l'abbassamento eccessivo del livello di falda e un'eccessiva ossigenazione dei campioni;
- Campionamento mediante campionatori manuali monouso (bailer), con corde di manovra nuove ed anch'esse monouso. Durante il campionamento saranno accuratamente evitati fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, che durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico.

Al termine di ogni operazione le attrezzature sono state lavate con acqua a temperatura di circa 100°C. Per il prelievo dei campioni saranno utilizzati appositi contenitori in vetro e in PE (per i campioni sui quali andranno effettuate le determinazioni dei metalli), e saranno conservati a 4° C, nel periodo di tempo compreso tra il prelievo e la consegna al laboratorio certificato, che dovrà avvenire entro 24 ore dal campionamento.

#### 4.3.5 Analisi

I campioni di terreno saranno sottoposti ad analisi conformemente ai metodi analitici descritti dal DLgs 152/06 ed ss.mm.ii. In particolare, conformemente alle linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. redatte dall'ARPAC ed approvate con Deliberazione Giunta Regionale n.417 del 27/07/2016 sui campioni prelevati saranno determinati i seguenti parametri:

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

Gli analiti da ricerca sono quelli riportati nella Tabella 1: Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare dell'Allegato 5 alla parte IV del D.lgs. 152/06 di cui si riporta uno stralcio di seguito:

|   |                            | <b>Concentrazione soglia di contaminazione (CSC)</b>                                            | <b>Metodo analitico</b>                                             | <b>Limite di rilevabilità (mg*kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</b> |
|---|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|   | <b>Elemento o composto</b> | <b>Siti ad uso Verde Pubblico, privato e residenziale (mg*kg<sup>-1</sup> espressi come ss)</b> |                                                                     |                                                                     |
| 1 | Antimonio                  | 10                                                                                              | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA 3060 A Man. 29 2003 | 1                                                                   |
| 2 | Berillio                   | 2                                                                                               | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA 3060A Man. 29 2003  | 0.2                                                                 |
| 3 | Cobalto                    | 20                                                                                              | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA 3100A Man. 29 2003  | 2                                                                   |
| 4 | Mercurio                   | 1                                                                                               | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA 3200A1 Man. 29 2003 | 0.1                                                                 |

|   |        |     |                                                                       |    |
|---|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | Nichel | 120 | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3220B Man. 29 2003 | 12 |
|---|--------|-----|-----------------------------------------------------------------------|----|

22

|    |                        |     |                                                                       |      |
|----|------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------|------|
| 6  | Piombo                 | 100 | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3230B Man. 29 2003 | 10   |
| 7  | Rame                   | 120 | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3250A Man. 29 2003 | 12   |
| 8  | Selenio                | 3   | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3260A Man. 29 2003 | 0.3  |
| 9  | Stagno                 | 1   | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3280B Man. 29 2003 | 0.1  |
| 10 | Tallio                 | 1   | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3040A Man. 29 2003 | 0.1  |
| 11 | Vanadio                | 90  | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3310A Man. 29 2003 | 9    |
| 12 | Zinco                  | 150 | CNR IRSA 10 Q 64 Vol. 3<br>1985 + APAT CNR IRSA<br>3320A Man. 29 2003 | 15   |
| 13 | Fluoruri               | 100 | Epa 9056                                                              | 10   |
| 14 | Etilbenzene            | 0,5 | Epa 8021b:1996                                                        | 0.05 |
| 15 | Stirene                | 0,5 | Epa 8021b:1996                                                        | 0.05 |
| 16 | Toluene                | 0,5 | Epa 8021b:1996                                                        | 0.05 |
| 17 | Xilene                 | 0,5 | Epa 8021b:1996                                                        | 0.05 |
| 18 | Benzene                | 0,1 | Epa 8021b:1996                                                        | 0.05 |
| 19 | Benzo (a) antracene    | 0.5 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.05 |
| 20 | Benzo (a) pirene       | 0.1 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.01 |
| 21 | Benzo (b) fluorantene  | 0.5 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.05 |
| 22 | Benzo (k) fluorantene  | 0.5 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.05 |
| 23 | Benzo (g,h,i) perilene | 0,1 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.01 |
| 24 | Crisene                | 5   | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.5  |
| 25 | Dibenzo (a,e) pirene   | 0,1 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.01 |
| 26 | Dibenzo (a,i) pirene   | 0,1 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.01 |
| 27 | Dibenzo (a,l) pirene   | 0,1 | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998                                       | 0.01 |

|    |                               |      |                                   |       |
|----|-------------------------------|------|-----------------------------------|-------|
| 28 | Dibenzo (a,h) pirene          | 0,1  | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998   | 0.01  |
| 29 | Indenopirene                  | 0.1  | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998   | 0.01  |
| 30 | Pirene                        | 5    | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998   | 0.5   |
| 31 | IPA (sommatoria)              | 10   | CNR IRSA 25 Q 64 Vol. 3<br>1998   | 1     |
| 32 | PCB                           | 0.06 | CNR IRSA 24.b Q 64 Vol. 3<br>1988 | 0.006 |
| 33 | Idrocarburi pesanti<br>C>12   | 50   | ISO 16703:2004                    | 5     |
| 34 | Idrocarburi totali<br>leggeri | 10   | ISO 16703:2004                    | 1     |

Per le acque di falda conformemente alle linee guida per la predisposizione e l'esecuzione di indagini preliminari ai sensi dell'art. 242 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. redatte dall'ARPAC ed approvate con Deliberazione Giunta Regionale n.417 del 27/07/2016 sui campioni prelevati saranno determinati i seguenti parametri:

*Ossidabilità, Solfati, Fluoruri, IPA, Fe, Mn, As, Cu, Cd, Cr totale, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Mg, Zn, Cianuri, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Fenoli, Clorofenoli, Composti Organici Aromatici, Alifatici Clorurati cancerogeni e non cancerogeni, Alifatici Alogenati cancerogeni, Clorobenzeni, Idrocarburi totali espressi come n-esano.*

Gli analiti da ricerca sono quelli riportati nella Tabella 2. Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee dell'Allegato 5 alla parte IV del D.lgs. 152/06 di cui si riporta uno stralcio di seguito:

| N°<br>ord. | Sostanze                        | Unità di<br>misura | Valore<br>limite | Metodo analitico                   | Limite di<br>rilevabilità |
|------------|---------------------------------|--------------------|------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1          | Ossidabilità                    | mg/l               | 5                | CNR-IRSA                           |                           |
| 2          | Solfati                         | mg/l               | 250              | APAT-IRSA 4020<br>Man. 29/2003     | 10                        |
| 3          | Fluoruri                        | µ/l                | 1500             | APAT-IRSA 4020<br>Man. 29/2003     | 10                        |
| 4          | IPA (sommatoria<br>31,32,33,36) | µ/l                | 0.1              | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.01                      |
| 5          | Benzo (a) antracene             | µ/l                | 0.1              | EPA 3510C 1996 +                   | 0.01                      |

|    |                         |     |      |                                    |       |
|----|-------------------------|-----|------|------------------------------------|-------|
|    |                         |     |      | EPA 8270D 2007                     |       |
| 6  | Benzo (a) pirene        | μ/l | 0.01 | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.001 |
| 7  | Benzo (b) fluorantene   | μ/l | 0.1  | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.01  |
| 8  | Benzo (k) fluorantene   | μ/l | 0.05 | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.005 |
| 9  | Benzo (g,h,i) perilene  | μ/l | 0.01 | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.001 |
| 10 | Crisene                 | μ/l | 5    | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.5   |
| 11 | Dibenzo (a,h) antracene | μ/l | 0.01 | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.001 |
| 12 | Indenopirene            | μ/l | 0.1  | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 0.01  |
| 13 | Pirene                  | μ/l | 50   | EPA 3510C 1996 +<br>EPA 8270D 2007 | 5     |
| 14 | Fe                      | μ/l | 200  | EPA 6010C/2000                     | 20    |
| 15 | As                      | μ/l | 10   | EPA 6010C/2000                     | 1     |
| 16 | Cu                      | μ/l | 1000 | EPA 6010C/2000                     | 100   |
| 17 | Cd                      | μ/l | 5    | EPA 6010C/2000                     | 0.5   |
| 18 | Cr tot                  | μ/l | 50   | EPA 6010C/2000                     | 5     |
| 19 | Cr VI                   | μ/l | 5    | APAT IRSA 3150/C<br>Man. 29/2003   | 0.5   |
| 20 | Hg                      | μ/l | 1    | EPA 6010C/2000                     | 0.1   |
| 21 | Ni                      | μ/l | 20   | EPA 6010C/2000                     | 2     |
| 22 | Pb                      | μ/l | 10   | EPA 6010C/2000                     | 1     |
| 23 | Mg                      | μ/l | 50   | EPA 6010C/2000                     | 5     |
| 24 | Zn                      | μ/l | 3000 | EPA 6010C/2000                     | 300   |
| 25 | Cianuri liberi          | μ/l | 50   | APAT IRSA 4070/C<br>Man. 29/2003   | 5     |
| 26 | Azoto ammoniacale       | μ/l | 15   | APAT 4030                          | 1.5   |
| 27 | Azoto nitroso           | μ/l | 0.6  | APAT 4050                          | 0.06  |
| 28 | 2-clorofenolo           | μ/l | 180  | EPA 8270-D 1998                    | 18    |

|    |                            |     |       |                            |        |
|----|----------------------------|-----|-------|----------------------------|--------|
| 29 | 2,4 diclorofenolo          | μ/l | 110   | EPA 8270-D 1998            | 11     |
| 30 | 2,4,6 Triclorofenolo       | μ/l | 5     | EPA 8270-D 1998            | 0.5    |
| 31 | Pentaclorofenolo           | μ/l | 0.5   | EPA 8270-D 1998            | 0.05   |
| 32 | Etilbenzene                | μ/l | 50    | EPA 8260B/96               | 5      |
| 33 | Stirene                    | μ/l | 25    | EPA 8260B/96               | 2.5    |
| 34 | Toluene                    | μ/l | 15    | EPA 8260B/96               | 1.5    |
| 35 | Para-Xilene                | μ/l | 10    | EPA 8260B/96               | 1      |
| 36 | Benzene                    | μ/l | 1     | EPA 8260B/96               | 0.1    |
| 37 | Clorometano                | μ/l | 1.5   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.15   |
| 38 | Triclorometano             | μ/l | 0.15  | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.015  |
| 39 | Cloruro di Vinile          | μ/l | 0.5   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.05   |
| 40 | 1,2-Dicloroetano           | μ/l | 3     | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.3    |
| 41 | 1,1-Dicloroetilene         | μ/l | 0.05  | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.005  |
| 42 | Tricloroetilene            | μ/l | 1.5   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.15   |
| 43 | Tetracloroetilene          | μ/l | 1.1   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.11   |
| 44 | Esaclorobutadiene          | μ/l | 0.15  | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.015  |
| 45 | Sommatoria organoalogenati | μ/l | 10    |                            | 1      |
| 46 | 1,1-Dicloroetano           | μ/l | 810   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 81     |
| 47 | 1,2-Dicloroetilene         | μ/l | 60    | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 6      |
| 48 | 1,2-Dicloropropano         | μ/l | 0.15  | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.015  |
| 49 | 1,1,2-Tricloroetano        | μ/l | 0.2   | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.02   |
| 50 | 1,2,3-Tricloropropano      | μ/l | 0.001 | EPA 5030C + EPA 8260C 2006 | 0.0001 |

|    |                                         |     |       |                                         |        |
|----|-----------------------------------------|-----|-------|-----------------------------------------|--------|
| 51 | 1,1,2,2-Tetracloroetano                 | μ/l | 0.05  | EPA 5030C + EPA                         | 0.005  |
|    |                                         |     |       | 8260C 2006                              |        |
| 52 | Tribromometano                          | μ/l | 0.3   | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.03   |
| 53 | 1,2-Dibromometano                       | μ/l | 0.001 | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.0001 |
| 54 | Dibromoclorometano                      | μ/l | 0.13  | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.013  |
| 55 | Bromodiclorometano                      | μ/l | 0.17  | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.017  |
| 56 | Monoclorobenzene                        | μ/l | 40    | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 4      |
| 57 | 1,2 Diclorobenzene                      | μ/l | 270   | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 27     |
| 58 | 1,4 Diclorobenzene                      | μ/l | 0.5   | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.05   |
| 59 | 1,2,4 Triclorobenzene                   | μ/l | 190   | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 19     |
| 60 | 1,2,4,5<br>Tetraclorobenzene            | μ/l | 1.8   | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.18   |
| 61 | Pentaclorobenzene                       | μ/l | 5     | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.5    |
| 62 | Esacclorobenzene                        | μ/l | 0.01  | APAT CNR IRSA<br>5150 man. 29 2003      | 0.001  |
| 63 | Idrocarburi<br>espressi<br>come n-esano | μ/l | 350   | APAT CNR IRSA<br>5160B2 man. 29<br>2003 | 35     |

#### 4.4 Prove Lefranc

In due sondaggi allestiti a piezometro saranno eseguite n°2 prove Lefranc a carico variabile per poter calcolare il coefficiente di permeabilità K dei terreni.

La prova sarà eseguita immettendo acqua nel foro di sondaggio, al fine di generare un aumento del livello freatico fino al piano campagna. Terminata l'immissione d'acqua si procederà al rilevamento del tempo necessario a ristabilire le condizioni iniziali (abbassamento del livello della falda con passaggio da condizioni idrodinamiche ad idrostatiche).

Le letture saranno protratte fin tanto che l'altezza dell'acqua nel foro, rispetto al livello idrostatico iniziale ( $h_0$ ) raggiungerà un valore  $\Delta h \leq 1/5 h_0$ .

## 5 Conclusioni

Al termine delle indagini dirette ed indirette sarà redatto un documento da inviare alle Autorità competenti, che conterrà quanto previsto dalla normativa vigente in relazione a:

- descrizione delle attività svolte;
- ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico del sito in funzione dei risultati delle indagini;
- descrizione del tipo e del grado di inquinamento, per ognuna delle sostanze analizzate sui campioni di suolo e di acqua sotterranea.

Sulla base dei risultati ottenuti, si valuterà la necessità di ulteriori indagini o di interventi di messa in sicurezza.

Sant'Antimo, 26/09/2018