



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento Protezione civile

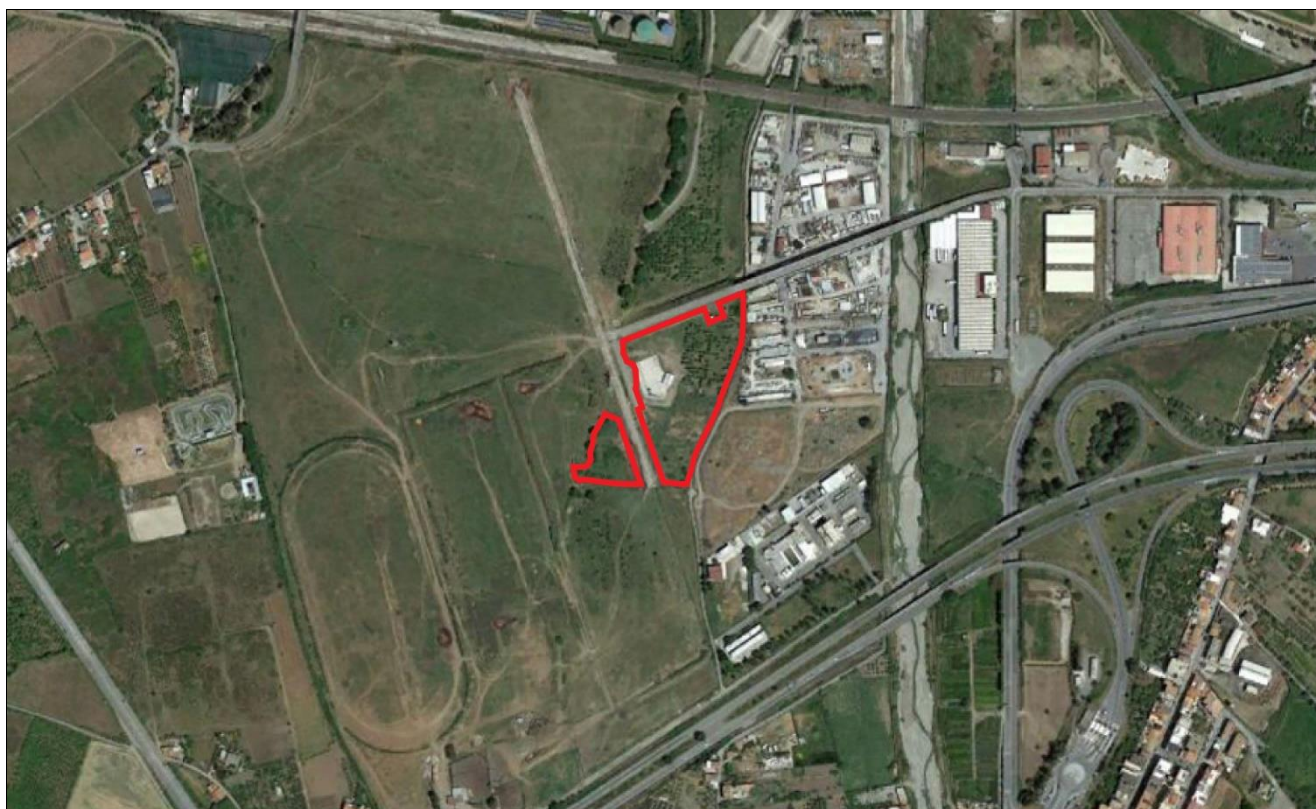


Regione Siciliana

**Presidenza del Consiglio dei Ministri**  
**Assessorato Regionale dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità**  
*Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti*  
*ex O.C.D.P.C. n. 44 /2013 e ss.mm.ii. in materia di bonifiche e tutela delle acque*

**Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale Area industriale di Milazzo" del 23.02.2011**

**"Piano di caratterizzazione ambientale delle aree di proprietà comunale (ex Cutroneo) ubicate in località Masseria del Comune di Milazzo (ME)"**



## 1 - RELAZIONE TECNICA

<b>Il Progettista</b> Dott. Geol. Andrea Lipari	<b>Il Coord. Sicur. fase di Progettazione</b> Ing. Marco Ferrante	<b>Il Responsabile del Procedimento</b> Dott. Geol. Salvo Puccio
--	--	---

Data	N. Revisione	Descrizione
<b>Giugno 2017</b>	<b>0</b>	<b>Prima emissione</b>

## SOMMARIO

PREMESSA .....	2
1. RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE SUL SITO .....	3
2. INQUADRAMENTO GEO-MORFO-IDROGEOLOGICO DEL SITO .....	5
2.1. Geologia.....	5
2.2. Geomorfologia.....	7
2.3. Idrogeologia.....	8
3. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO .....	10
3.1. Fonti di inquinamento .....	10
3.2. Percorsi potenziali dell'inquinamento.....	10
3.3. Bersagli dell'inquinamento.....	10
4. PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI .....	11
5. ATTIVITÀ DI CAMPO .....	12
5.1. Modalità di esecuzione dei sondaggi geofisici .....	12
5.1.1. Generalità sulle indagini geoelettriche .....	12
5.1.2. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi elettrici .....	13
5.1.3. Modalità esecutive ed elaborazione dati .....	13
5.2. Modalità di esecuzione sondaggi meccanici .....	13
5.2.1. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi meccanici .....	14
5.2.2. Rivestimenti provvisori.....	15
5.2.3. Descrizione stratigrafica e dati tecnici .....	15
5.2.4. Cassette catalogatrici .....	17
5.3. Allestimento piezometri e misure di falda .....	17
5.3.1. Misure di falda.....	18
5.4. Tombatura fori di sondaggio .....	19
5.5. Rilievo topografico .....	19
6. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE.....	20
6.1. Modalità di prelievo dei terreni .....	20
6.2. Modalità di campionamento delle acque di falda e operazioni sui piezometri .....	23
6.2.1. Spurgo dei piezometri .....	23
6.2.2. Prelievo campioni di acque sotterranee dai piezometri .....	23
6.2.3. Rilievo del livello piezometrico.....	24
6.2.4. Log di conducibilità elettrica .....	25
6.3. Modalità di trasporto e conservazione dei campioni.....	25
7. ATTIVITÀ DI LABORATORIO .....	28
7.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno.....	29
7.1.1. Dettagli sulla tipologia e sul numero di analisi da eseguire sui terreni.....	29
7.2. Analisi sulle acque .....	31
8. GESTIONE DEI RIFIUTI.....	34
9. TEMPISTICA .....	35

## PREMESSA

L'Accordo di Programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale Area industriale di Milazzo" (nel seguito "APQ"), sottoscritto in data 23.02.2011 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (nel seguito "MATTM"), dal Commissario delegato per l'emergenza bonifiche e tutela delle acque in Sicilia, dalla Regione Siciliana, dalla Provincia di Messina, dai Comuni di Milazzo, Monforte San Giorgio, Pace del Mela, San Filippo del Mela e San Pier Niceto ed approvato con Decreto del MATMM prot. N. 1443/TRI/DI/G/SP del 10.05.2011, prevede all'art. 3 la realizzazione di vari interventi di caratterizzazione ambientale e/o messa in sicurezza, tra i quali figura la "Caratterizzazione ambientale delle aree di proprietà comunale (ex Cutroneo) ubicate in località Masseria del Comune di Milazzo (ME)".

Nella presente relazione sono esposte le attività iniziali eseguite proprio nell'ambito della suddetta caratterizzazione, consistenti come previsto dall'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. nella ricostruzione delle attività produttive storicamente svolte sul sito e dell'inquadramento morfo-geo-idrogeologico dello stesso, nell'elaborazione del Modello Concettuale Preliminare del sito e nella predisposizione di un piano di indagini finalizzato alla definizione del locale stato ambientale del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee.

In particolare, l'esecuzione del piano di indagini ambientali consentirà di eseguire le successive attività previste dal suddetto Allegato 2 in materia di caratterizzazione dei siti contaminati, consistenti nell'elaborazione dei risultati delle indagini eseguite e dei dati storici raccolti ai fini della rappresentazione dello stato di contaminazione del sito, nell'elaborazione del Modello Concettuale Definitivo del sito e dell'eventuale Analisi di Rischio di rischio sanitario ambientale sito-specifica, necessaria solo in caso di superamento delle CSC di cui all'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Per quanto concerne infine il tema della tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, ivi compresi i pertinenti rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi nei cantieri interessati da attività di scavo, si rimanda integralmente all'Elaborato n. 3 - Piano di sicurezza e coordinamento.

## 1. RICOSTRUZIONE STORICA DELLE ATTIVITÀ SVOLTE SUL SITO

L'agglomerato industriale di Milazzo-Giammoro, ubicato lungo la costa nord-orientale della Sicilia immediatamente ad est dell'abitato di Milazzo, rientra nel Sito di Interesse Nazionale "Area industriale di Milazzo" (nel seguito "SIN") istituito ai sensi dell'art. 1, comma 561, della Legge n. 266/2005 e perimetrato con Decreto MATTM n. 2764/QdV/M/DI/B del 11.08.2006.

Il suddetto SIN si estende per circa 2.200 ha a mare e per circa 550 ha a terra, dove interessa i territori comunali di Milazzo, Monforte San Giorgio, Pace del Mela, San Filippo del Mela e San Pier Niceto, ed è stato individuato quale area industriale inquinata, ad alto rischio ambientale, ove effettuare con concorso pubblico interventi di messa in sicurezza e bonifica di aree pubbliche e private. A tal proposito, nella "Carta d'inquadramento del SIN Milazzo - Area terrestre" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche è possibile osservare lo stato, al giugno 2016, delle pertinenti procedure operative ed amministrative previste dal Titolo V della Parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. in materia di bonifica di siti contaminati, di competenza del MATTM.

In particolare, per quanto concerne le aree pubbliche, si evidenzia che l'APQ citato in premessa prevede la realizzazione di una serie di interventi di caratterizzazione ambientale e/o messa in sicurezza che interessano:

- Falda acquifera presente nel sottosuolo dell'intero SIN (intervento A);
- Fascia degli arenili ed antistante area marino-costiera, quest'ultima ricompresa tra la diga foranea del porto industriale di Milazzo e la foce del fiume Santo per una superficie indicativa di circa 1000 ha (interventi B, C1 e C2);
- Tratti terminali dei Torrenti Corriolo, Muto, Mela e Niceto (intervento D1);
- Aree residenziali, sociali e agricole ubicate in località Gabbia del Comune di Milazzo (intervento D2);
- Aree delle discariche di rifiuti urbani Malapezza 1 e Malapezza 2 ubicate nel Comune di Pace del Mela (intervento D3);
- Aree di proprietà comunale (ex Cutroneo) ubicate in località Masseria del Comune di Milazzo (intervento D4).

Le aree in ultimo elencate, ossia quelle d'interesse nel caso di specie, sono individuabili dal punto di vista topografico nella Sezione n. 600040 "S. Filippo del Mela" della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 (vedi "Stralcio Carta Tecnica Regionale" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche). L'unica documentazione riguardante dette aree reperita presso il Comune di Milazzo consiste nella nota del Servizio Ambiente, Igiene ed Ecologia prot. n.12523/63045 del 24.11.2009, riferibile alla corrispondenza riguardante proprio l'APQ, nella quale si legge testualmente che (...) *Il Comune di Milazzo è proprietario di un'area della estensione di circa Ha 2,1 ubicata in località Masseria del Comune di Milazzo denominata area ex Cutroneo, identificata in Catasto al foglio 10 particelle 178, 179, 462, 699, 703 e 709. L'intero fondo ricade nel vigente P.R.G. comunale in zona D/1 ed in zona D3 e DI nel P.R.G. Consortile dell'ASI.*

*A seguito di ordinanze sindacali e di provvedimenti commissariali dal maggio all'agosto 1993 (O.S. n.*

152 del 29/05/1993, O.S. n. 182 del 18/06/1993, P.C. n. 224 del 23/07/1993, O.C. n. 229 del 31/07/1993) venne disposta l'occupazione temporanea e d'urgenza dei terreni in oggetto e parte dell'area venne utilizzata per lo stoccaggio straordinario e provvisorio di RR.SS.UU.. L'area fu successivamente acquistata dal Comune con atto del 01/04/1998 rep. n. 51918 - racc. n. 11895 registrato a Barcellona P.G. l'08/04/1998 al n. 921 e trascritto alla Conservatoria dei Registri Immobiliari di Messina il 09/04/1998 reg. gen. N. 7241 - reg. part. n. 6298 (...)

Alla nota di cui sopra sono allegate una planimetria generale, una planimetria catastale delle aree di proprietà comunale ed uno stralcio ortofoto con indicazione delle aree soggette a bonifica. Partendo da tale documentazione si è proceduto innanzitutto ad eseguire un sopralluogo, nel corso del quale è stato appurato che all'interno del perimetro delle aree di proprietà comunale ex Cutroneo sono presenti:

- Due distinti corpi di rifiuti abbancati nel 1993 che risultano ad oggi incustoditi ed oggetto di abbandono di rifiuti da parte di ignoti;
- Un Centro Comunale di Raccolta nelle cui aree non pavimentate figurano, apparentemente abbandonati, numerosi contenitori per la raccolta differenziata (vedi Foto 1). Questo CCR, in base alle informazioni raccolte per le vie brevi, è stato operativo fino al giugno 2013 e di recente ha subito un passaggio di proprietà dall'ATO ME2 al Comune di Milazzo.



Foto 1: Vista panoramica, da Nord, delle aree di proprietà comunale ex Cutroneo

Lo stato dei luoghi sopra descritto è graficamente osservabile nello "Stralcio Catastale" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche.

## 2. INQUADRAMENTO GEO-MORFO-IDROGEOLOGICO DEL SITO

### 2.1. Geologia

Le aree d'intervento sono ubicate all'interno del bacino idrografico del Torrente Corriolo, ricadente nel settore Nord-orientale dei Monti Peloritani. Geologicamente, questo settore rappresenta l'estremo lembo meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano, struttura arcuata che raccorda l'Appennino con le Maghrebidi siciliane e che risulta tettonicamente sovrapposto (AMODIO MORELLI et al., 1976), ed in parte sovrascorso lungo la congiungente Taormina-S. Agata Militello ("Linea di Taormina" di SCANDONE et al., 1974), sui terreni che costituiscono l'ossatura dei Monti Nebrodi. I Monti Peloritani, così come tutto l'Arco Calabro-Peloritano, risultano costituiti da estesi affioramenti di rocce ignee e metamorfiche di età ercinica che non mostrano alcun riscontro nel resto delle Maghrebidi siciliane.

In particolare, in questa catena montuosa, è ben rappresentato un complesso edificio tettonico a falde di ricoprimento (Complesso Calabride di OGNIBEN, 1960; 1969) caratterizzato da diverse unità stratigrafico strutturali a vergenza meridionale, accavallate sulle unità più interne delle Maghrebidi siciliane (Flysch di Monte Soro). Le unità tettoniche più profonde di questo edificio affiorano sui versanti meridionale ed occidentale dei Monti Peloritani e sono costituite da falde a basamento semi-metamorfico ercinico con lembi di originarie coperture sedimentarie meso-cenozoiche.

La sovrapposizione di queste unità, definita recentemente da LENTINI et al., 2000, è rappresentata dal basso verso l'alto da:

- Unità di Capo S. Andrea;
- Unità di Longi-Taormina;
- Unità di S. Marco d'Alunzio.

Nel settore settentrionale dei Monti Peloritani affiorano, invece, le unità tettoniche geometricamente più elevate, rappresentate da falde cristalline erciniche, costituite da terreni di grado metamorfico più elevato e da plutoniti:

- Unità di Mandanici;
- Unità dell'Aspromonte.

L'edificio Calabride così strutturato, nel Miocene inf.-medio sovrascorre i terreni della Catena Appennino-Maghrebide, originando una serie di piccoli bacini che ospitano la sedimentazione della Fm. del Flysch di Capo d'Orlando, conosciuto in letteratura anche come "Formazione di Stilo-Capo d'Orlando" (BONARDI et al., 1980), interrotta dalla messa in posto della falda costituita dalle Argille Variegate cretacico-eoceniche, denominata "Antisicilide" (OGNIBEN, 1960). Esse rappresentano il prodotto di un ricoprimento tettonico caratterizzato da una vergenza opposta rispetto a quella generale, sud-vergente, delle varie Unità Calabridi. Al di sopra delle Argille Variegate Antisicilidi si rinvergono le successioni mioceniche (Calcareni di Floresta e sovrastanti argille marnose con intercalazioni di calcareniti) a testimonianza di una ripresa della sedimentazione, interrotta durante la messa in posto della falda antisicilide.

Segue una successione sedimentaria post-orogena, depostasi in seguito alla fase tettonica distensiva tortoniana. La base è rappresentata da una spessa successione di depositi terrigeni in facies di ambiente costiero-deltizio con ripetuti orizzonti conglomeratici, composti da elementi derivanti da tutte le Unità Calabridi, passanti verso l'alto e lateralmente ad un'alternanza arenaceo-argillosa.

Verso l'alto seguono in modo discontinuo terreni evaporitici, connessi al progressivo prosciugamento che caratterizzò l'intero Bacino del Mediterraneo durante il Messiniano; nell'area Peloritana sono rappresentati principalmente da calcari e brecce calcaree. Questi sono sormontati trasgressivamente da un deposito pelagico, composto da marne e marne sabbiose in facies di "Trubi", depostosi all'inizio del Pliocene, durante la fase di risalita del livello del mare che segue la fine della crisi di salinità.

Al di sopra, si passa alla sequenza del Pliocene sup.-Pleistocene inf. che fa seguito alla fase tettonica medio-supra pliocenica. I depositi, indicativi di un distinto ciclo sedimentario, consistono prevalentemente in calcareniti organogene, calcari e brecce a coralli, sabbie ed argille, la cui distribuzione areale è stata controllata da una forte tettonica sin-sedimentaria.

La successione prosegue con la Formazione delle "Sabbie e Ghiaie di Messina", del Pleistocene medio, che consiste in un deposito fluvio - deltizio dato da sabbie e ghiaie grossolane poligeniche clinostratificate; facies transizionali da marine a continentali, che vanno a colmare depressioni morfologiche pre-esistenti, quali paleovalli e/o canyon sottomarini, ricoprono trasgressivamente tutti i termini sottostanti ed inoltre vanno a sigillare i principali lineamenti morfo-tettonici.

Dal punto di vista tettonico, l'edificio stratigrafico-strutturale presenta uno stile di tipo compressivo con sforzi deformativi tangenziali a vergenza principale verso sud, che ha generato un sistema di pieghe, falde di ricoprimento e sovrascorrimenti con assi strutturali generalmente orientati E-W, includendo strutture trasversali con funzione di "svincolo" cinematico, rappresentate da sistemi di faglie trascorrenti caratterizzate da una discreta componente verticale (strike-slip) con orientazione NW-SE.

A partire dal Miocene, l'apertura del bacino tirrenico ha determinato la sovrapposizione di una tettonica distensiva manifestatasi attraverso la attivazione di faglie dirette orientate ENE-WSW (sistema peritirrenico). Sul lato tirrenico, sistemi di faglie ad orientazione ENE-WSW (sistema peritirrenico), disposte parallelamente alla linea di costa, abbassano verso mare le formazioni sedimentarie mioceniche, plioceniche e quaternarie rispetto ai termini del substrato metamorfico.

Dal punto di vista strutturale, l'area Peloritana rappresenta una zona di ampio sollevamento regionale ("Horst Peloritano"), con trend assiale circa NE-SW ed immersione verso NE, delimitata ai suoi margini jonico e tirrenico da zone abbassate da sistemi di faglie normali orientati NE-SW (sistema Messina-Giardini) ed ENE-WSW (sistema peritirrenico) riferibili alla fase essenzialmente distensiva che ha avuto luogo nel Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

Il settore orientale dei Monti Peloritani è limitato verso ovest dalla faglia nota in letteratura come "Tindari-Letojanni" orientata NW-SE con movimenti trascorrenti destri, questa è parte di una zona di taglio destro che separa il settore nordorientale dell'isola dall'area collisionale nebrodica responsabile

dell'avanzamento verso sud-est del settore peloritano (LENTINI et al., 1995; CATALANO et al., 1997). La prosecuzione di questa zona di taglio verso il Tirreno, è stata riconosciuta da linee sismiche a mare (DEL BEN, 1997), che evidenziano una geometria di faglie compatibile con un carattere trastensivo della deformazione ed al quale sono associate le strutture, che controllano l'attuale margine tirrenico.

Sul lato jonico, le faglie del sistema Messina-Fiumefreddo controllano la struttura a Graben dello Stretto di Messina, stretto bacino triangolare che separa il Mar Ionio dal Mar Tirreno, parallelamente alla linea di costa, e abbassano le formazioni sedimentarie mioceniche, plioceniche e quaternarie, rispetto ai termini del substrato metamorfico.

Secondo i dati raccolti sul lato tirrenico le linee tettoniche affioranti a terra non mostrano segni di riattivazioni recenti o sub-attuali, è prevedibile, quindi, che le linee tettoniche responsabili del sollevamento ancora in atto siano poste nelle aree sommerse.

Più complesso è il quadro relativo alle faglie normali che controllano la costa ionica dei Peloritani; quest'ultime, responsabili di rigetti di notevole entità in epoca recente, mostrano a terra solo a tratti segni di riattivazione recente, mentre gran parte dell'attività pare concentrata anche in questo caso su faglie a mare. L'attività di queste faglie ha garantito tassi di sollevamento comparabili a quello del lato tirrenico (LENTINI et al., 2000).

L'importante attività neotettonica di tali lineamenti è testimoniata dalle quote raggiunte dai depositi del Pleistocene Inf. e soprattutto da quelle dei terrazzi tirreniani dislocati lungo la fascia ionica fino a quota di circa 125 m s.l.m.. L'area mostra dunque un alto tasso di sollevamento in tempi recenti.

## 2.2. Geomorfologia

Come descritto nel precedente paragrafo, le aree d'intervento ricadono all'interno del bacino idrografico del Torrente Corriolo. L'asta principale di tale corso d'acqua si origina alla quota di 1.190 m s.l.m. sul versante che sottende la cima di Monte Poverello ed assume le denominazioni dapprima di "Vallone Minotto" fino alla confluenza in sinistra idrografica del "Vallone Sampiroto" alla quota di 675 m s.l.m., poi di "Torrente Floripotema" fino alla confluenza da destra del "Vallone Pantani" alla quota di 75 m s.l.m. ed infine di "Torrente Corriolo" fino alla foce. In particolare:

- Il "Vallone Minotto" è caratterizzato da un dislivello di 515 m, una lunghezza di circa 4,20 km e una pendenza del 12,26%;
- Il "Torrente Floripotema" è caratterizzato da un dislivello di 600 m, una lunghezza di circa 13,22 km e una pendenza del 4,54%;
- Il "Torrente Corriolo" è caratterizzato da un dislivello di 75 m, una lunghezza di circa 4,52 km e una pendenza del 1,66%.

I primi due dei corsi d'acqua sopra descritti solcano il primo dei rilievi alto-collinari ad acclività da media ad elevata, costituiti essenzialmente da metamorfiti d'età Pre-Trias e dalle relative coperture sedimentarie silico-clastiche e carbonatiche d'età Miocene medio-sup., il secondo dei rilievi collinari ad



acclività da modesta a media, costituiti da depositi argillosi-sabbiosi-calcarenitici o sabbioso-ghiaiosi del ciclo sedimentario Plio-Pleistocenico.

Il terzo dei corsi d'acqua in argomento è quello di maggior interesse ai fini della presente perizia, considerato che le aree di proprietà comunale ex Cutroneo sono ubicate in sinistra orografica a circa 400 m dall'asta principale, che si sviluppa in direzione S-N lungo la fascia costiera della pianura alluvionale prospiciente la costa tirrenica (vedi "Stralcio Ortofoto" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche).

La suddetta pianura presenta debolissime pendenze verso nord e risulta poco incisa, intensamente urbanizzata e coltivata. Essa rappresenta il prodotto degli apporti solidi dei principali torrenti; difatti, i sedimenti trasportati si sono depositati allo sbocco delle aste vallive e sono stati in parte distribuiti dal moto ondoso e dalle correnti marine a formare la parte di pianura alluvionale più prossima alla costa e, in parte, si sono progressivamente accumulati nei conoidi di deiezione, coalescenti e variamente inclinati, che raccordano la pianura con i rilievi collinari a meridione.

### **2.3. Idrogeologia**

Sulla base in base alle caratteristiche granulometriche, tessiturali, di addensamento, del tipo e grado di fratturazione e distribuzione spaziale, ecc. si è proceduto alla valutazione del tipo e grado di permeabilità relativa dei terreni affioranti nel bacino idrografico d'interesse. Le condizioni di permeabilità di terreni affioranti nei bacini possono essere così schematicamente riassunte:

#### ***Terreni a permeabilità elevata per porosità***

- Depositi Detritici e colluviali;
- Alluvioni attuali e recenti di fondovalle e della pianura costiera;
- Depositi alluvionali antichi/ fluviali o marini terrazzati,

#### ***Terreni a permeabilità medio-alta per porosità e/o fratturazione***

- "Sabbie e ghiaie di Messina",
- Calcarenitici e Sabbie Plio-Pleistoceniche;
- Calcare evaporitico brecciato;

#### ***Terreni a permeabilità media per fratturazione e/o porosità***

- Litofacies arenaceo-pelitica della sequenza terrigena supra-miocenica dei Monti Peloritani;
- Litofacies conglomeratiche basali della sequenza terrigena supramiocenica dei Monti Peloritani e del Flysch di Capo d'Orlando;
- Metamorfiti di medio-alto grado dell'Unità dell'Aspromonte e Calcari cristallini dell'Unità di Mandanici (ex Novara).

#### ***Terreni a permeabilità molto bassa:***

- Argille Azzurre pleistoceniche;
- Calcari marne calcaree in facies di "Trubi";

- Argille Scagliose varicolori.

Passando più nello specifico alla fascia costiera ove insistono le aree da caratterizzare, la composizione litologica e l'assetto strutturale del sottosuolo comportano la presenza di due acquiferi sovrapposti separati da un livello acquicludo a morfologia irregolare, costituito da argille marnose fossilifere pleistoceniche. L'acquifero soprastante detto livello acquicludo è dato da depositi di spiaggia, depositi alluvionali recenti e attuali e depositi litorali a granulometria per lo più medio-grossolana, a permeabilità elevata per porosità, i quali ospitano una falda libera che defluisce in linea di massima da Sud verso Nord, intensamente sfruttata per uso idropotabile, irriguo ed industriale.

In base ai dati di letteratura e d'esperienza locale disponibili, lo spessore dell'acquifero superficiale di cui si è parlato all'interno del SIN è generalmente compreso tra 15 e 20 m, ma raggiunge valori massimi intorno ai 50 m nell'area posta ad Est del tratto terminale del Torrente Corriolo. Per quanto riguarda la soggiacenza della falda libera, nella "Carta delle isofreatiche" di cui all'Elaborato 2 - Carte Tematiche è possibile osservare che lungo il tratto terminale del Torrente Corriolo la soggiacenza della falda è compresa tra gli 0 m in corrispondenza della linea di riva a circa 20 m in corrispondenza del confine meridionale del SIN, ove insistono le aree di proprietà comunale ex Cutroneo.

Passando all'acquifero sottostante il livello acquicludo argilloso-marnoso, lo stesso è dato da depositi calcarenitico-sabbiosi d'età plio-pleistocenica, a permeabilità medio-alta per porosità e/o fratturazione, che possiedono uno spessore massimo di circa 150 m. L'acquifero profondo in argomento ospita una falda confinata dotata di elevato carico piezometrico, circostanza che determina nella fascia costiera marcati fenomeni di fuoriuscita in alcuni pozzi e un livello prossimo alla quota del livello del mare in altri.

### **3. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE DEL SITO**

Il modello concettuale preliminare è sviluppato secondo lo schema contenuto nel D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., appurando come di seguito descritto che i rifiuti stoccati nelle aree di proprietà comunale ex Cutroneo sono potenziali fonti di contaminazione per le matrici ambientali.

#### **3.1. Fonti di inquinamento**

La principale fonte di inquinamento è data dai rifiuti abbancati nelle aree in esame, potenzialmente a contatto con le matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

#### **3.2. Percorsi potenziali dell'inquinamento**

Le vie di migrazione della contaminazione sono legate principalmente alle caratteristiche del sottosuolo ed alle sue caratteristiche di permeabilità, ammettendo che i principali meccanismi di trasporto siano:

- Percolazione di sostanze inquinanti per attraversamento da parte delle acque meteoriche delle sostanze inquinanti, con conseguente inquinamento del suolo, sottosuolo ed acque sotterranee;
- Eventuali migrazioni di polveri.

#### **3.3. Bersagli dell'inquinamento**

Il bersaglio della contaminazione è da individuarsi principalmente nelle acque di falda che intercettano le sostanze liscivate dalle acque meteoriche, che riescono così a percolare nei terreni, e di conseguenza la popolazione e gli animali, possibili fruitori delle aree. Tramite le acque di falda la contaminazione può raggiungere il mare.

#### 4. PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI

Di seguito viene descritto il piano di indagini ambientali, redatto ai sensi delle caratteristiche dei luoghi rilevate, nonché all'attuale normativa vigente in materia di caratterizzazione ambientale.

Il piano proposto prevede di eseguire indagini finalizzate alla conoscenza dello stato di contaminazione dei luoghi quale attività propedeutica alla progettazione di eventuali interventi di messa in sicurezza, bonifica e/o risanamento ambientale. Le indagini previste hanno l'obiettivo di:

- Verificare l'esistenza e le caratteristiche di inquinamento nei suoli e nelle acque sotterranee;
- Determinare la distribuzione spaziale (orizzontale e verticale) delle concentrazioni dei contaminanti;
- Definire il grado e l'estensione volumetrica dell'inquinamento;
- Ricostruire le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche dell'area al fine di sviluppare il modello concettuale definitivo del sito;
- Individuare le possibili vie di dispersione/migrazione degli inquinanti ed i potenziali recettori.

In sintesi le attività previste sono:

- Esecuzione di n. 4 tomografie elettriche, due per ciascuna area di abbancamento rifiuti;
- Esecuzione di n. 7 sondaggi a carotaggio continuo nel suolo, di cui n. 4 fino alla profondità di 10 m dal p.c. e n. 3 fino alla profondità di 25 m dal p.c., questi ultimi da attrezzare a piezometro;
- Prelievo, da tutti i suddetti sondaggi a carotaggio continuo, di complessivi n. 31 campioni di terreno a differenti profondità;
- Prelievo dai suddetti piezometri, previo spurgo, di n. 3 campioni di acqua di falda;
- Analisi di laboratorio su n. 31 campioni di terreno;
- Analisi di laboratorio sui n. 3 campioni di acque di falda prelevati;
- Misure di campo.

L'ubicazione di massima dei punti di indagine sopra elencati, visibile nella pertinente carta di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, è stata effettuata sulla base di una maglia minima pari a 50 x 50 m. Tale maglia è rappresentativa dell'area da investigare in rapporto alle caratteristiche dei luoghi rilevate (presenza di strutture/infrastrutture, orografia, presenza di vegetazione, disponibilità di accessi, ecc.).

## 5. ATTIVITÀ DI CAMPO

Le attività di investigazione previste sono state distinte in due tipologie, di tipo indiretto e di tipo diretto. Le prime comprendono l'esecuzione di prospezioni geofisiche mediante la tecnica della tomografia elettrica, mentre le seconde comprendono l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, l'installazione di piezometri e il prelievo di campioni ambientali di terreno.

Si prevede, inoltre, la realizzazione di un rilievo topografico per la corretta definizione dell'ubicazione delle indagini di che trattasi.

### 5.1. Modalità di esecuzione dei sondaggi geofisici

Sono state previste n. 4 tomografie elettriche aventi l'obiettivo di definire la conformazione dei corpi dei rifiuti, la relativa volumetria totale, l'individuazione di eventuali strutture metalliche interrato nonché del percolato eventualmente presente all'interno dei medesimi rifiuti.

L'ubicazione di massima degli stendimenti, visibile nella pertinente carta di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, è da intendersi indicativa; sarà cura dell'Affidataria, a seguito di verifica dell'accessibilità lungo le direttrici indicate, procedere, in fase esecutiva, ad una corretta ubicazione, al fine di ottenere una restituzione corretta e più ampia possibile dei dati sopra richiesti. Tali considerazioni valgono anche per la lunghezza degli stendimenti di cui alla seguente tabella:

N. stendimento	Lunghezza (m)
TE1	90
TE2	70
TE3	90
TE4	70

Tabella 2: Dettagli delle indagini indirette

Si fa presente, inoltre, che dalle informazioni attualmente disponibili non risulterebbero presenti sistemi di impermeabilizzazione di fondo nonché delle pareti.

#### 5.1.1. Generalità sulle indagini geoelettriche

Le indagini geoelettriche forniscono delle sezioni tomografiche nelle quali la grandezza visualizzata è la resistività elettrica reale, in particolare la sua distribuzione nei materiali compresi nelle sezioni di indagine. La resistività elettrica reale è proporzionale a diversi fattori tra i quali la densità, la granulometria, lo stato di addensamento dei materiali e la presenza di acqua o di umidità.

Dai diversi valori di resistività elettrica è possibile dedurre, una distribuzione dei vari materiali presenti nel profilo indagato ed in particolare differenziare, i rifiuti dai terreni o individuare la presenza di percolato nel corpo della discarica.

Il sistema utilizza una distribuzione lineare di elettrodi superficiali collegati tramite cavo multi-conduttore allo strumento di acquisizione.

Si prevede di impiegare un sistema di soli stendimenti multi elettrodi superficiali, con configurazione di acquisizione tipo Wenner, Dipolo-dipolo o Schlumberger, con spaziatura tra gli elettrodi pari a 5 m e

comunque adeguata, al dettaglio ed alla profondità di indagine.

L'applicazione di profili geoelettrici, così composti, con idonea modalità di acquisizione, permettono di effettuare una elaborazione tomografica che restituisce la distribuzione bidimensionale e tridimensionale delle caratteristiche elettriche dei materiali indagati, ottenendo delle sezioni geoelettriche ad alta risoluzione.

### **5.1.2. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi elettrici**

L'attrezzatura di prova da utilizzare dovrà essere costituita dai seguenti componenti:

- Elettrodi costituiti da picchetti in acciaio inox, lunghezza minima 30 cm, opportunamente infissi nel terreno e collegati mediante cavi multi-conduttori (almeno a 12 o 16 poli) con tenuta stagna e caratteristiche elettriche minime di passaggio di correnti di 1,5 A 400 Volts;
- Strumentazione di acquisizione dati consistente in un georesistivimetro multielettrodo, capace di gestire contemporaneamente configurazioni minime 64 elettrodi e di programmare, via "software" mediante PC, tutte le misure desiderate. Possibilità di regolazione in tensione da 0 a 800 V e in corrente da 0 a 2,5 A con potenza max = 1.200 Watt. La risoluzione di misura deve essere di 0,01 mV;
- Apposito software per l'elaborazione dei dati capace di ricostruire la distribuzione di resistività reale in due o tre dimensioni;
- Supporto tecnico e strumentale per il rilievo topografico dei punti sensori in superficie;
- Generatore di corrente elettrica di potenza adeguata (almeno 1,5 kW).

### **5.1.3. Modalità esecutive ed elaborazione dati**

La tomografia elettrica dovrà essere eseguita con una configurazione elettrodica adeguata agli scopi del lavoro (Polo-Dipolo, Wenner, Dipolo-dipolo, Schlumberger).

L'elaborazione dei dati procederà secondo due fasi successive:

- Ricostruzione di "pseudosezioni" di resistività tramite l'utilizzo di software di "contouring";
- Calcolo dei valori di resistività vera tramite inversione bidimensionale e sviluppo di un adeguato modello di distribuzione della resistività del sottosuolo. Il software di inversione dovrà essere in grado di applicare l'eventuale correzione topografica (tipo RESDINV).

## **5.2. Modalità di esecuzione sondaggi meccanici**

Al termine della fase di indagini indirette, sarà eseguita una campagna di indagini dirette, finalizzata al prelievo di campioni di terreno, all'allestimento di piezometri per il prelievo di acque sotterranee di falda, al prelievo di campioni geotecnici di terreno ed all'esecuzione di prove in situ. Come già anticipato, le suddette indagini dirette consisteranno in n. 7 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n. 3 da attrezzare a piezometro, ubicati ed approfonditi come indicato nella seguente tabella.

Codice Sondaggio	Coordinate (m)		Profondità (m)	Campioni da prelevare	Campioni da Analizzare
	E	N			
SM01	15°16'1.47"E	38°11'33.36"N	10	4	4
SM02	15°16'3.34"E	38°11'34.83"N	10	4	4
SM03	15°16'8.19"E	38°11'33.69"N	10	4	4
SM04	15°16'6.69"E	38°11'31.87"N	10	4	4
PZM01	15°16'3.54"E	38°11'31.75"N	25	5	5
PZM02	15°16'5.35"E	38°11'33.60"N	25	5	5
PZM03	15°16'6.73"E	38°11'35.29"N	25	5	5
<b>Totale</b>			<b>115</b>	<b>31</b>	<b>31</b>

**Tabella 1: Dettagli dei sondaggi proposti**

Tutti i sondaggi dovranno essere eseguiti a carotaggio continuo, con una manovra ogni metro di profondità, ad andamento verticale, eseguita a rotazione, a secco (senza circolazione e/o immissione di fluidi), con basse velocità di rotazione per evitare il riscaldamento dei materiali, con carotiere di diametro compreso tra (t) 85 mm e (t) 101 mm; anche nella fase di estrazione della carota si dovrà procedere a secco. Nel corso delle perforazioni dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

- La pulizia di tutte le attrezzature di perforazione sarà eseguita, tra un sondaggio e l'altro, con idropulitrice termica a vapore (temperatura 100 °C circa); tali attrezzature, una volta pulite, saranno lasciate asciugare all'aria, prima della successiva operazione di carotaggio, in modo da evitare fenomeni di "cross contamination" o perdita di rappresentatività del campione;
- L'acqua prodotta dalle operazioni di pulizia delle attrezzature di perforazione sarà stoccata e di seguito gestita, in ottemperanza della normativa sulla gestione e smaltimento dei rifiuti liquidi;
- Sarà eventualmente predisposta, da parte dell'Affidataria, una vasca di opportune dimensioni e quant'altro ritenuto necessario, per le operazioni di decontaminazione e di pulizia delle attrezzature di perforazione.

Qualora si presentassero problemi nell'approfondimento della perforazione, eccezionalmente, si potrà fare uso dei tubi di rivestimento di opportuno diametro; per la loro infissione sarà consentito l'uso, minimo e necessario, di acqua potabile. Altri metodi di prelievo saranno ammissibili, previa approvazione del Committente, purché si proceda senza l'ausilio di fluidi di perforazione e con una percentuale di recupero non inferiore alla suddetta.

La percentuale di carotaggio minima, riferita ad ogni singola manovra, dovrà essere almeno pari al 90% nei terreni coesivi e almeno pari al 70% nei materiali sciolti.

L'ubicazione effettiva dei punti di indagine potrà subire piccole modifiche, ovvero piccoli spostamenti, in ragione di problematiche oggettive riscontrate in campo, senza per questo alterare la struttura globale del piano.

### **5.2.1. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi meccanici**

#### ***Sonda a rotazione***

La sonda sarà composta da:

- Sonda a rotazione con testa azionata da motore oleodinamico, scorrevole lungo la slitta. L'attrezzatura avrà i seguenti requisiti minimi:

Velocità di rotazione	0÷300	Rpm
Coppia massima	400	kg m
Corsa continua	150	Cm
Morsa per aste e rivestimenti	Doppia	/
Spinta	3000	Kg
Tiro	3000	Kg
Pressione pompa (gruppo energia autonomo)	70	Bar
Argano a fune	Presente	/

- Il corredo della sonda deve essere completo di tutti gli accessori necessari per l'esecuzione del lavoro a norma di specifica e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità;
- I carotieri saranno di tipo ambientale, con valvole di testa a sfera e calica;
- Diametro nominale compreso tra (t) 85 mm e (t) 101 mm;
- Lunghezza utile l = 500, 1.000, 1.500 mm;
- Aste di perforazione con filettatura tronco-conica.

### ***Strumenti di controllo e prova***

I principali strumenti eventualmente necessari allo svolgimento dei sondaggi sono i seguenti:

- Scandaglio a filo graduato, per misura della quota reale del fondo foro;
- Freatimetro.

### **5.2.2. Rivestimenti provvisori**

Nell'eventualità di franamenti delle pareti dei fori di sondaggio, con conseguente occlusione del foro, potranno essere impiegate tubazioni metalliche di rivestimento provvisorie, di diametro tale da essere compatibile a quello del carotiere; l'infissione del rivestimento avverrà a rotazione e a bassa velocità e, ove strettamente necessario, potrà essere consentito l'uso, minimo e necessario, di acqua potabile. I tubi di rivestimento, inoltre, dovranno sempre seguire e mai sopravanzare il carotiere.

### **5.2.3. Descrizione stratigrafica e dati tecnici**

Nel corso delle attività di carotaggi un geologo qualificato dovrà provvedere a rilevare, per ciascun punto di sondaggio, la stratigrafia del terreno attraversato, specificando la descrizione litologica dei singoli strati, con particolare riguardo alle caratteristiche di permeabilità ed alle condizioni di umidità o di saturazione dei terreni, consistenza, colore, struttura, particolarità e probabile origine, annotando inoltre eventuali evidenze di contaminazione.

Inoltre dovrà curare in particolare i seguenti aspetti:

- Verifica della corretta ubicazione dei punti di indagine con sistema GPS; tale strumentazione dovrà presentare caratteristiche tecniche in grado di fornire una precisione di posizionamento pari a 3 cm;
- Verifica della corretta esecuzione delle indagini, secondo le modalità prescritte dal presente piano;



- Compilazione dei diagrammi, delle stratigrafie e delle descrizioni delle carote estratte nel corso dei sondaggi.

In particolare dovranno essere riportati, in una specifica scheda identificativa del singolo sondaggio, almeno i seguenti dati:

- Denominazione del cantiere;
- Committente, Stazione Appaltante e Prestatore dei servizi;
- Nome e numero di sondaggio;
- Quota altimetrica e coordinate E e N del punto di indagine;
- Date e ora di inizio e fine perforazione;
- Metodo di perforazione;
- Attrezzatura impiegata;
- Diametro di perforazione;
- Diametro del rivestimento (eventuale);
- Profondità raggiunta;
- Profondità di prelievo dei campioni;
- Eventuale fluido di circolazione;
- Quota testa foro rispetto al medio mare;
- Nominativo del compilatore e Impresa di perforazione;
- Eventuali franamenti delle pareti, reflui mento dal fondo, perdite d'acqua ecc.;
- Riproduzione fotografica della carota/campione;
- Avvenimenti degni di nota.

Riguardo alla stratigrafia, per ciascuno strato SARANNO specificati almeno i seguenti parametri:

- Tipo di terreno;
- Condizioni di umidità naturale;
- Consistenza;
- Colore;
- Struttura;
- Particolarità;
- Litologia e origine.

Oltre alla registrazione della stratigrafia, il geologo responsabile del cantiere annoterà inoltre nella documentazione di lavoro ogni notizia utile, ad esempio:

- Percentuale di recupero;
- Velocità di avanzamento in perforazione;
- Rifluimenti in colonna;
- Manovre di campionamento o prove non condotte a termine.

#### **5.2.4. Casette catalogatrici**

Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici munite di scomparti divisori e coperchio apribile a cerniera. Su ogni cassetta andranno indicati i nomi dell'Affidataria, del Committente e del cantiere oltre che il codice del sondaggio. Dovranno, inoltre, essere indicate le profondità di prelievo rispetto al p.c. delle carote di terreno recuperate.

Negli scomparti saranno inseriti blocchetti di legno o simili ad indicare gli spezzoni di carota prelevati e asportati per il campionamento, con le quote di inizio e fine prelievo.

Le cassette catalogatrici, una volta completate, saranno chiuse e trasportate (esclusi i campioni destinati al laboratorio), a cura dell'Affidataria in accordo con il Committente, al riparo da agenti atmosferici in un locale indicato dalla stessa Affidataria.

Le cassette catalogatrici dovranno essere conservate per un periodo di tempo non inferiore a 3 mesi e successivamente smaltite come rifiuto, a cura dell'Affidataria, in base alla caratterizzazione risultante dalle analisi, in idonea discarica autorizzata, di concerto e a seguito di autorizzazione del Committente.

Ogni cassetta, entro 1 ora dal completamento, dovrà essere fotografata a colori, dall'alto, da una distanza non superiore a 2 m, in modo che risaltino la natura dei terreni e la profondità rispetto al p.c. con riferimenti visibili; le fotografie delle cassette saranno stampate su supporto cartaceo e consegnate al Committente insieme al formato digitale.

#### **5.3. Allestimento piezometri e misure di falda**

Come detto in precedenza, 3 dei 7 sondaggi da realizzare saranno attrezzati a piezometro affinché da essi sia possibile eseguire rilievi piezometrici e campionamenti dell'acqua di falda, al fine di verificare l'eventuale contaminazione dell'acquifero, da parte dei rifiuti abbancati nelle discariche.

Per l'allestimento dei piezometri si provvederà, a perforazione ultimata, ad alesare il foro tramite tubazioni di rivestimento provvisorio diametro di  $d = 177$  mm, al fine di sostenere le pareti del foro. Di seguito nel foro realizzato sarà inserito, un tubo piezometrico in HDPE da 4 pollici, microfessurato, e si procederà gradualmente a riempire l'intercapedine, tra il tubo finestrato ed il rivestimento del foro, con ghiaietto siliceo lavato di dimensioni comprese tra 2 e 4 mm, fino ad una quota di 50 cm al di sopra del tratto fessurato.

Il tratto microfessurato e il tratto cieco del piezometro sarà definito in situ in base alla stratigrafia degli orizzonti incontrati.

L'immissione del ghiaietto siliceo sarà effettuata per stadi successivi, alternando l'immissione del ghiaietto nel foro, con l'estrazione della tubazione di rivestimento, al fine di evitare il blocco del tubo piezometrico.

Nella parte immediatamente sopra il ghiaietto, sarà poi posto uno strato di sabbia per uno spessore di 50 cm circa, la restante parte del foro sarà sigillata, usando una miscela ternaria di acqua-cemento bentonite (1,8 kg/l), la cementazione del tratto cieco dovrà essere realizzata dal basso verso l'alto.

Successivamente alla posa in opera dei tubi piezometrici e dello strato drenante e prima della cementazione, i piezometri saranno spurgati (spurgo di pulizia) con elettropompa sommersa di opportuna portata e/o air lift fino all'ottenimento di acqua chiara (minimo 5 volumi); le acque emunte saranno conferite ad idoneo impianto, ai sensi della normativa vigente, la corretta gestione e smaltimento di tali acque sarà cura e onere della ditta Affidataria.

La testa del pozzo sarà protetta mediante la messa in opera di pozzetti fuori terra o carrabili, a seconda della loro posizione, in conglomerato cementizio (prefabbricato o gettato in opera) o in metallo, provvisti di coperchio in ferro e lucchetto; in corrispondenza dei piezometri dovranno essere poste, inoltre, delle paline di segnalazione degli stessi,

Per ogni piezometro dovranno almeno essere indicati:

- Denominazione (codice) del piezometro;
- Coordinate geografiche; quota del piano di campagna;
- Altezza del boccaforo rispetto al p.c.;
- Data di installazione;
- Tipo di tubi piezometrici utilizzati (materiale, diametro, tipo e dimensioni delle micro-fessure);
- Profondità di posa in opera dei tratti fessurati; profondità di posa in opera delle otturazioni (cementazioni, tappi bentonitici);
- Profondità di posa in opera dell'eventuale dreno; natura e caratteristiche granulometriche del dreno;
- Ogni ulteriore osservazione utile effettuata durante la posa in opera e lo spurgo.

### **5.3.1. Misure di falda**

Per la misura del livello piezometrico in ciascun piezometro allestito, tutti gli strumenti di misura dovranno essere calibrati secondo le modalità previste dal costruttore. La calibrazione dovrà essere verificata prima dell'utilizzo degli stessi. Gli strumenti dovranno inoltre essere decontaminati prima e dopo ogni utilizzo, ossia per ogni piezometro rilevato.

Prima dello spurgo, è necessario determinare la soggiacenza della falda dalla testa pozzo (o da altro punto di riferimento) e la profondità totale del pozzo. Il punto di riferimento della misura deve essere chiaramente indicato sul modulo di campionamento acque sotterranee.

Le misure dei livelli piezometrici dovranno essere eseguite mediante l'utilizzo di sonda elettrica centimetrata, in grado di emettere un segnale acustico e luminoso al contatto con la superficie piezometrica. E' opportuno rilevare la profondità della falda con precisione pari a  $\pm 0,5$  centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a  $\pm 1,0$  centimetro, Gli errori sistematici e casuali insiti in questo tipo di misura, nonché la strumentazione utilizzata, rendono inutile apprezzare le letture sino al millimetro.

- Il punto di riferimento delle misure di livello (tipicamente la testa pozzo) dovrà essere preventivamente

quotato con un rilievo topografico; la quota di riferimento deve essere chiaramente specificata nel modulo di campionamento acque sotterranee.

#### 5.4. Tombatura fori di sondaggio

A carotaggio ultimato, tutti i fori di sondaggio non attrezzati a piezometro saranno riempiti partendo dal fondo foro, con una miscela cementizia costituita dai seguenti elementi (tra parentesi proporzioni in peso): Acqua (100), Cemento (30), Bentonite in polvere (5).

L'inserimento della miscela nel foro sarà eseguita sempre a partire dal fondo, in risalita con appositi tubi. Il tratto finale della perforazione, da -1,0 m dal p.c. al boccaforo, sarà riempito preferibilmente con bentonite in pellets.

#### 5.5. Rilievo topografico

A conclusione delle attività verrà eseguita una livellazione topografica, con adeguata risoluzione, delle due intere zone di discarica, al fine di riportare sullo stesso l'andamento degli stendimenti geofisici e l'ubicazione dei punti di sondaggio e piezometri realizzati, la posizione planimetrica e la quota altimetrica, specificando per quest'ultimi anche l'esatta quota s.l.m. delle teste pozzo dei piezometri.

Le coordinate E e N e le quote ellissoidiche dovranno fare riferimento all'ellissoide WGS84 fuso 33 e dovranno essere determinate appoggiandosi ad almeno tre Caposaldi di Livellazione nota IGM 95, facilmente individuabili e stabili nel tempo.

- **Coordinate E e N.** Dovranno essere fornite le coordinate geografiche espresse in gradi, primi e frazioni di primo e le rispettive coordinate piane UTM metriche, il tutto con una precisione pari a +/-3 cm.
- **Quote ellissoidiche** Le quote ellissoidiche dovranno essere espresse in metri e riferite al livello medio del mare; la precisione delle misure dovrà essere contenuta entro +/- 6 cm.

## **6. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE**

I campioni ambientali di terreno destinati alle prove di laboratorio, accuratamente imballati saranno inviati dall'Affidataria al laboratorio preventivamente concordato con la Stazione Appaltante.

Il quantitativo di campione prelevato deve essere sufficiente per tutte le determinazioni analitiche da effettuare in laboratorio. Le modalità e gli accorgimenti da seguire nelle fasi di campionamento terreni saranno descritte in seguito.

### **6.1. Modalità di prelievo dei terreni**

In corrispondenza di ognuno dei sondaggi eseguiti fino a 10 m di profondità si provvederà al prelievo di n. 4 campioni ambientali di terreno negli intervalli di campionamento 0,00-1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 9,00-10,00 m (fondo foro). Di contro, per i sondaggi eseguiti fino alla profondità di 25 m, si provvederà ad effettuare il prelievo di n. 5 campioni per ciascun punto di indagine, secondo gli intervalli di campionamento 0,00 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 9,00-10,00 m, 24,00-25,00 m (fondo foro).

Ogni campione di terreno andrà suddiviso in due aliquote (una per l'analisi da condurre ad opera dei soggetti privati e una terza aliquota a disposizione per l'eventuale contraddittorio), oltre al campione richiesto dall'Ente di controllo preposto alla validazione.

Le attività di controllo delle analisi da Parte delle Autorità Competenti riguarderanno comunque soltanto il 10% dei campioni di terreno prelevati, pari quindi a circa n. 3 campioni.

Tutti i campioni prelevati per l'esecuzione delle analisi previste nel presente piano di caratterizzazione (sia i campioni per il laboratorio che per gli eventuali campioni per il contraddittorio), accuratamente imballati, saranno inviati dall'Affidataria al laboratorio e verranno conservate ad idonea temperatura, a cura e gestione della ditta Affidataria, sino all'esecuzione e validazione delle analisi di laboratorio da parte dell'Ente di controllo preposto.

L'Appaltatore, nell'esecuzione delle prestazioni commesse, dovrà altresì provvedere a suo totale carico alla ripetizione delle analisi e dei campionamenti qualora si verificasse uno scostamento dai dati analitici misurati dall'ente di controllo e su richiesta dello stesso Ente di Controllo e non fossero utilizzabili i controcampioni conservati; dovrà inoltre provvedere altresì alla ripetizione di ulteriori campionamenti e successive analisi degli stessi qualora si riscontrasse uno scostamento dai dati analitici misurati dall'Ente di controllo che non consenta la validazione allo stesso ente di controllo

In campo, le analisi organolettiche e visive delle carote permetteranno di selezionare, all'interno dei sondaggi, eventuali ulteriori campioni ritenuti più rappresentativi per delineare lo stato di contaminazione o di "spostare" i livelli da campionare previsti. Il campione sarà prelevato quanto più possibile lontano dalle zone di surriscaldamento della carota, scartando in campo il materiale grossolano (> 2 cm), secondo quanto disposto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. Inoltre verranno identificati e scartati i materiali estranei che possano alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;

I criteri di campionamento dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di bonifiche. Tutti i contenitori utilizzati nella fase di campionamento dovranno essere rigorosamente nuovi.

In generale, per quanto riguarda le modalità operative di campionamento dei terreni si sottolinea che il protocollo di campionamento dovrà essere concordato, prima dell'inizio delle attività di indagine, con l'ente addetto al controllo in campo (Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente Sicilia - Dipartimento ARPA Provinciale Messina).

Il materiale prelevato da ciascun intervallo di campionamento sarà sottoposto alle operazioni di formazione del campione. La formazione avverrà su telo di materiale impermeabile (polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale e utilizzando strumenti decontaminati dopo ogni operazione. In particolare i campioni saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox e di teli di polietilene di provata resistenza e di adeguata capacità per l'omogeneizzazione del campione.

Onde evitare fenomeni di "cross contamination", le attrezzature per il prelievo del campione saranno bonificate tra un campionamento ed il successivo e più precisamente, si eseguiranno le seguenti operazioni di campo:

- I fogli di polietilene usati come base di appoggio delle carote, saranno rinnovati ad ogni prelievo;
- La paletta di acciaio inox, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata facendo uso del solvente acetone e successivamente di acqua potabile; la stessa sarà infine asciugata con carta.

I rifiuti prodotti dalle operazioni di pulizia, sia solidi che liquidi, dovranno essere gestiti e di seguito smaltiti secondo la normativa vigente. L'Affidataria sarà considerata a tutti gli effetti come il produttore di tali rifiuti e pertanto gli oneri dello smaltimento saranno interamente a suo carico,

I campioni prelevati come precedentemente descritto, verranno così identificati.

- Sito di indagine;
- Sigla identificativa del sondaggio;
- Data e ora di prelievo;
- Numero progressivo del campione;
- Numero dell'aliquota;
- Quota di prelievo.

I campioni raccolti in campo saranno mantenuti ad una temperatura di 4 °C durante il trasporto e in attesa dello svolgimento delle analisi, evitando l'esposizione alla luce, accompagnati da catena di custodia compilata a cura del tecnico specializzato e registrata dal laboratorio analitico competente.

I campioni dovranno essere sigillati e univocamente identificati. La sigillatura potrà avvenire in buste chiuse con regette numerate o con buste a chiusura adesiva (o simili) in ogni caso con contromatrice. Dovrà inoltre essere predisposto un registro su cui annotare i codici dei campioni e le matrici associate.

Per quanto riguarda la preparazione del campione, si provvederà alla sua omogeneizzazione con la tecnica di quartatura, descritta dalla norma UNI 10802.

Inoltre, immediatamente dopo l'estrusione della carota, occorrerà prelevare i campioni relativi alle indagini da condurre sulle sostanze volatili, utilizzando la metodica ASTM D4547-91 o EPA5035-97 o metodiche che forniscono prestazioni equivalenti.

Il campione destinato alle prove di laboratorio, ed eventualmente il campione acquisito, in situ, dall'Ente di Controllo preposto, dovrà essere prontamente suddiviso in vari sub campioni/ necessari all'esecuzione di tutte le analisi previste, conservato in contenitori in HDPE e/o vetro dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a chiusura ermetica, Tutti i contenitori impiegati dovranno essere rigorosamente nuovi.

Indicativamente il campione prelevato dovrà essere suddiviso in sub-campioni e posto nei contenitori di seguito indicati:

- Decontaminati da 500/1.000 ml in HDPE per la determinazione dei metalli e dei composti organici volatili dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a tenuta;
- Decontaminati da 500/1.000 ml di vetro dotati di controtappo in Teflon o alluminio e tappo a vite a tenuta per la determinazione degli inquinanti organici e dei restanti analiti.
- L'aliquota di terreno verrà estratta dal cuore della carota immediatamente dopo il recupero in superficie mediante l'inserimento di una piccola fustella cilindrica in metallo da cui il materiale campionato viene direttamente estruso nel "vial" di raccolta secondo il metodo ASTM D4547-91. La porzione di terreno così ottenuta verrà immediatamente trasferita all'interno di una vial, appositamente preparata con reagenti differenti a seconda della metodica analitica utilizzata, delle concentrazioni di contaminanti e della precisione della misura, e chiusa con un tappo con setto in Teflon; sub-campione per l'analisi di composti organici volatili (Idrocarburi C<12, BTEX, composti alifatici clorurati e cancerogeni).

È possibile prevedere inoltre il prelievo di un'aliquota di campione da destinare all'analisi granulometrica, al contenuto d'acqua e al peso specifico; in questo caso si utilizzeranno sacchetti in polietilene ad alta resistenza, con sistema di chiusura ermetica o a nastro.

In ogni caso il quantitativo di campione (sub-campioni) da prelevare e da avviare alle analisi di laboratorio deve essere sempre sufficiente per tutte le determinazioni analitiche previste.

Tutti i campioni di terreno raccolti in campo, saranno mantenuti, prima e durante il trasporto in laboratorio, in appositi contenitori frigoriferi, ad una temperatura di 4 °C, evitando l'esposizione alla luce e saranno accompagnati da catena di custodia compilata a cura del tecnico specializzato e registrata dal laboratorio analitico competente.

Il prelievo dei campioni, suddivisione in sub-campioni e tipologia di contenitori, dovrà comunque essere stabilita ed effettuata, in accordo con il laboratorio d'analisi incaricato.

## **6.2. Modalità di campionamento delle acque di falda e operazioni sui piezometri**

Da ciascuno dei n. 3 piezometri realizzati, dovrà essere effettuato un campionamento delle acque di falda, secondo le modalità di seguito riportate.

### **6.2.1. Spurgo dei piezometri**

Tutti i piezometri dovranno essere spurgati prima del campionamento, e l'attrezzatura relativa dovrà essere accuratamente pulita. Tali operazioni dovranno essere eseguite con una pompa sommersa, azionata da un gruppo elettrogeno. Preliminarmente allo spurgo, il volume d'acqua nel pozzo deve essere calcolato con la seguente equazione:

$$V = nR^2L$$

Dove:

- V = volume d'acqua da rimuovere;
- n = numero di volumi d'acqua nel pozzo;
- R = raggio del pozzo;
- L = colonna d'acqua all'interno del pozzo.

Per effettuare uno spurgo adeguato, devono essere rimossi almeno tre volumi calcolati come sopra indicato e comunque le operazioni di spurgo dovranno essere protratte fino all'ottenimento di acque chiarificate. L'acqua di spurgo deve essere raccolta in un contenitore di volume noto per confermarne l'avvenuta rimozione ed il volume relativo annotato nel modulo di campionamento acque sotterranee,

L'acqua di risulta prodotta nell'operazione di spurgo del piezometro dovrà essere gestita secondo la normativa vigente in materia di rifiuti liquidi. I tempi e i modi operativi di gestione di tali rifiuti dovranno essere comunicati tempestivamente alla Stazione Appaltante.

### **6.2.2. Prelievo campioni di acque sotterranee dai piezometri**

A seguito delle operazioni di spurgo si procederà al prelievo di n. 1 campione di acqua sotterranea per ciascun piezometro realizzato da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Il campione dovrà essere prelevato in condizioni idrodinamiche naturali ristabilite e comunque entro 24 ore dallo spurgo del pozzo.

Riguardo le attrezzature da utilizzare per il campionamento, si potrà ricorrere ai seguenti sistemi:

- Campionatore statico tipo Bayler (in teflon o PE): in tal caso per ogni prelievo dovrà essere utilizzato un campionatore nuovo ed ancora sigillato al fine di evitare ogni possibilità di contaminazione;
- Elettropompa sommersa di minima portata;
- Campionatore pneumatico.

In totale saranno quindi prelevati n. 3 campioni di acqua sotterranea, tutti in duplice aliquota (campione di controllo e campione per il laboratorio) oltre al campione richiesto dall'Ente di controllo preposto alla validazione.



Le attività di controllo delle analisi da parte delle Autorità Competenti riguardano il 10% dei campioni complessivi quindi si prevede il prelievo di ulteriori n. 1 campioni per la validazione da inviare all'ente di controllo.

I contenitori utilizzati saranno in ogni caso rigorosamente nuovi e, prima della raccolta del campione, saranno avvinati col campione stesso.

Il campione prelevato sarà identificato ed etichettato specificando:

- Il sito di indagine;
- Il codice del piezometro;
- Il codice del campione;
- La data e l'ora di prelievo.

Inoltre, per ogni campione prelevato ed inviato al laboratorio di analisi dovrà essere redatta una scheda di campionamento in cui saranno riportate le principali caratteristiche macroscopiche ed altre informazioni utili emerse nel corso del campionamento.

I contenitori destinati alla raccolta del campione, da sottoporre ad analisi e non, dovranno essere sigillati in campo e univocamente identificati.

La sigillatura dovrà garantire un elevato sistema di protezione da manomissione e potrà avvenire in buste chiuse con regette numerate o con buste a chiusura adesiva (o simili) in ogni caso con contro matrice; dovrà altresì essere predisposto un registro su cui annotare i codici dei campioni e le matrici associate. Tale sistema di sigillatura o altri similari dovranno essere comunque sottoposti e approvati dalla supervisione delle attività.

### **6.2.3. Rilievo del livello piezometrico**

Per la misura del livello piezometrico, tutti gli strumenti di misura dovranno essere calibrati secondo le modalità previste dal costruttore. La calibrazione dovrà essere verificata prima dell'utilizzo degli stessi. Gli strumenti dovranno inoltre essere decontaminati prima e dopo ogni utilizzo, ossia per ogni piezometro rilevato.

Prima dello spurgo, è necessario determinare la soggiacenza della falda dalla testa pozzo (o da altro punto di riferimento) e la profondità totale del pozzo. Il punto di riferimento della misura deve essere chiaramente indicato sul modulo di campionamento acque sotterranee.

La misura del livello piezometrico dovrà essere eseguita mediante l'utilizzo di sonda elettrica centimetrata, in grado di emettere un segnale acustico e luminoso al contatto con la superficie piezometrica. E' opportuno rilevare la profondità della falda con precisione pari a  $\pm 0.5$  centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a  $\pm 1.0$  centimetro. Gli errori sistematici e casuali insiti in questo tipo di misura, nonché la strumentazione utilizzata, rendono inutile apprezzare le letture sino al millimetro.

Il punto di riferimento delle misure di livello (tipicamente la testa pozzo) dovrà essere preventivamente

quotato con un rilievo topografico; la quota di riferimento deve essere chiaramente specificata nel modulo di campionamento acque sotterranee.

#### **6.2.4. Log di conducibilità elettrica**

Nei piezometri realizzati, dopo lo spurgo degli stessi, dovranno essere effettuate misure di campo con sonda multiparametrica. In particolare, al fine di poter rilevare la posizione dell'interfaccia acqua dolce-acqua salata, in tutti i piezometri saranno immerse delle sonde parametriche in grado di rilevare la conducibilità elettrica in funzione della profondità a intervalli costanti di 0,50 m.

I dati di conducibilità rilevati dalla sonda dovranno essere riportati in un opportuno sistema di riferimento in scala logaritmica in funzione della profondità. In questo modo si individuerà, in corrispondenza del cambio della pendenza del grafico, l'interfaccia acqua dolce e acqua salata, quest'ultima caratterizzata da un valore di conducibilità elettrica decisamente superiore a quello dell'acqua dolce. I sensori allo scopo utilizzati dovranno essere calibrati con alta precisione e tenuti sotto osservazione per almeno 6 mesi dalla data di fabbricazione, nonché tarati prima dell'inizio del cantiere.

In tal senso dovrà essere presentato un certificato di calibrazione e taratura dello strumento effettuato non anteriore a tre mesi dall'inizio delle attività di rilievo di cui sopra.

L'acquisizione dovrà iniziare dal pelo libero della falda e terminare a circa 50 cm dal fondo del pozzo,

In contemporanea al rilievo della conducibilità elettrica con la profondità, all'atto del prelievo in sito, si andranno anche a rilevare seguenti parametri chimico-fisici:

- pH;
- Potenziale REDOX;
- Temperatura;
- Ossigeno disciolto (% e p.p.m.).

L'acqua utilizzata per le misure non deve comunque andare a costituire parte del campione. Durante il campionamento si dovrà procedere inoltre con valutazioni qualitative dei parametri organolettici (odore, colore, torbidità), registrate nel modulo di campionamento acque sotterranee.

#### **6.3. Modalità di trasporto e conservazione dei campioni**

Il trasporto dei campioni al laboratorio di analisi verrà effettuato nel più breve tempo possibile e comunque entro 24 ore dal prelievo, con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni.

In ogni caso, nel tempo intercorrente tra il campionamento ed il trasporto, i campioni dovranno essere temporaneamente conservati in campo, riposti in frigoriferi/contenitori del tipo elettrico (a pozzetto o verticale) di adeguate dimensioni, ovvero idonei a contenere il materiale relativo ad almeno 2 giorni di campionamento (considerando sia i campioni solidi che quelli liquidi). I campioni dovranno essere mantenuti ad una temperatura intorno a 4 °C, evitando una prolungata esposizione alla luce e consegnati

al laboratorio facendo uso di contenitori frigo portatili. Sarà onere a carico dell'Affidataria provvedere a spedire al laboratorio selezionato per le analisi i campioni così confezionati, previa verifica della lista di spedizione.

I campioni consegnati al laboratorio dovranno essere conservati in modo da non alterarne le caratteristiche originarie. All'atto della consegna si verificheranno le condizioni di sigillatura dei campioni e si segnaleranno tempestivamente alla Stazione Appaltante eventuali danni che potrebbero aver alterato le condizioni originarie dei campioni.

Tutte le prescrizioni ed indicazioni fornite relativamente al campionamento, imballaggio e trasporto di campioni di terreni valgono anche per i campioni di rifiuti che eventualmente dovessero essere rinvenuti nelle carote.

Una volta in laboratorio, tutti i campioni da sottoporre ad analisi, sia di terreno che di acque di falda, dovranno essere sottoposti, nel più breve tempo possibile, alle analisi indicate in tale piano di caratterizzazione (vedi Capitolo 8), mentre tutti i campioni di controllo dovranno essere accuratamente conservati, presso il laboratorio di analisi incaricato (a cura e spese dell'Affidataria), in frigoriferi a temperatura compresa tra -18 °C e -25 °C per i terreni e a +4 °C per le acque e tenute a disposizione della stazione Appaltante per l'esecuzione delle eventuali analisi, per un periodo di almeno tre mesi dalla data del prelievo e comunque fino ad avvenuta validazione dei risultati da parte dell'ente di controllo competente e successivamente smaltiti secondo la vigente normativa.

Per evitare qualsiasi tipo di manomissione, tutti i contenitori delle aliquote dei campioni di controllo dovranno essere chiusi con adeguato sistema di sigillatura (ad esempio piombatura) di cui deve essere fornito tagliando di identificazione in copia alla supervisione delle attività.

I campioni per le analisi di laboratorio che, per qualsiasi ragione, non potranno essere sottoposte nell'immediato alle analisi previste, dovranno anch'essi essere accuratamente conservati in frigo (secondo le modalità su descritte per i campioni di controllo), fino a quando non saranno sottoposti alle suddette analisi previste.

Ne consegue che il laboratorio incaricato delle analisi dovrà essere dotato di frigoriferi di volumetria idonea al contenimento simultaneo di tutti i campioni prelevati, specifici per le temperature indicate e dedicati al contenimento dei soli campioni prelevati in attuazione delle attività in oggetto, Tali campioni dovranno pertanto essere conservati separatamente da campioni provenienti da altre attività del laboratorio.

Le modalità di prelievo di tutti i campioni dovranno comunque essere definite ed effettuate, prima dell'inizio delle attività di campo, in accordo con il laboratorio d'analisi.

Per quanto riguarda in particolare i campioni delle acque di falda, all'atto del prelievo, saranno stabilizzati e conservati in conformità alle norme CNR-IRSA. Le aliquote dei campioni dovranno essere trattate e conservate in funzione dei parametri analitici da ricercare come descritto di seguito:

- Determinazioni dei metalli: dovranno essere eseguite su campioni di acqua non filtrata e sedimentata

per almeno 2 ore; le aliquote di surnatante devono essere stabilizzate secondo la procedura indicata da IRSA. I campioni saranno conservati in bottiglie di polietilene con contro tappo (rif. Parere ISS 0060038 1.A.12 del 14.02.2002);

- Determinazioni degli inorganici: dovranno essere eseguite sul tal quale e la conservazione dovrà prevedere l'uso di bottiglie in polietilene;
- Determinazioni delle sostanze organiche: dovranno essere eseguite sul tal quale e la conservazione dovrà prevedere l'uso di bottiglie di vetro scuro.

## 7. ATTIVITÀ DI LABORATORIO

I laboratori incaricati per le analisi devono operare con criteri di Buona Pratica di Laboratorio rispondenti a quanto indicato dalla norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2000, specificando i criteri stabiliti e documentando le modalità utilizzate per l'assicurazione qualità del dato (es. partecipazione continua a circuiti intercalibrazione nazionale e/o internazionale).

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri ricercati devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, etc.), se esistenti. In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentabile la validità della procedura utilizzata. In ogni caso i laboratori devono fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti quantomeno:

- Identificazione univoca del campione analizzato;
- Elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- Incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- Metodo di riferimento usato;
- Limite di quantificazione/rilevabilità dello strumento/metodo utilizzato.

Tutti i metodi analitici, riconosciuti a livello nazionale ed internazionale dovranno presentare valori di rilevabilità ove possibile pari a 1/10 dei limiti proposti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.:

- Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., per le analisi da eseguire sui campioni di terreno;
- Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 per le analisi da eseguire sui campioni di acque sotterranee.

Per quanto concerne invece la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei terreni, questa deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella seguente tabella.

Frazioni Dimensionali		Dimensioni
Ghiaia		> 2 mm
Sabbia		2 mm > x > 0,063 mm
Pelite	Silt	0,063 mm > x > 0,004 mm
	Argilla	< 0,004 mm

**Tabella 3: Principali frazioni dimensionali da individuare nell'ambito delle indagini granulometriche**

La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

L'Ente di controllo dovrà comunque, come si è già detto, eseguire almeno il 10% delle analisi di validazione, sia per i terreni che per le acque.

## 7.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno

Sui n. 31 campioni di terreno prelevati in totale, saranno effettuate le determinazioni analitiche finalizzate al calcolo delle concentrazioni degli elementi contaminanti ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. (Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte Quarta del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.).

La ricerca dei Composti Organici Volatili dovrà essere eseguita sul campione tal quale non essiccato e non sottoposto al vaglio di 2 mm, mentre le determinazioni analitiche dovranno essere riportate sia in termini di concentrazione riferita al totale (comprensivo dello scheletro e privo della frazione > 2 cm scartata in situ) che in termini di concentrazione riferita al passante ai 2 mm, al fine di poter valutare eventuali differenze sostanziali e correlare la contaminazione alla granulometria.

### 7.1.1. Dettagli sulla tipologia e sul numero di analisi da eseguire sui terreni

Per quanto riguarda i parametri: Composti Aromatici, IPA, Alifatici clorurati, Alifatici alogenati cancerogeni, Nitrobenzeni, Clorobenzeni, Fenoli non clorurati, Fenoli clorurati, Ammine aromatiche, Idrocarburi Leggeri (C < 12) e Idrocarburi Pesanti (C > 12), diossine, amianto e PCB, essi andranno ricercati solamente sul 20% dei campioni da analizzare.

Nella seguente tabella si riporta la lista degli analiti da ricercare nei campioni di terreno.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità
Parametri Fisici	pH	u. pH	31
	Contenuto d'acqua	%	31
	Peso dell'unità di volume	g/cm <sup>3</sup>	31
	Granulometria	%	31
	Residuo a 105 °C	%	31
Composti Inorganici	Residuo a 600°C	%	31
	Antimonio	mg/kg	31
	Arsenico	mg/kg	31
	Berillio	mg/kg	31
	Cadmio	mg/kg	31
	Cobalto	mg/kg	31
	Cromo totale	mg/kg	31
	Cromo VI	mg/kg	31
	Mercurio	mg/kg	31
	Nichel	mg/kg	31
	Piombo	mg/kg	31
	Rame	mg/kg	31
	Selenio	mg/kg	31
	Composti Organo-Stannici	mg/kg	31
	Tallio	mg/kg	31
	Vanadio	mg/kg	31
Zinco	mg/kg	31	
Composti Aromatici	Cianuri	mg/kg	31
	Fluoruri	mg/kg	31
	Benzene	mg/kg	6
	Etilbenzene	mg/kg	6
	Toluene	mg/kg	6
Aromatici Policiclici	Xilene	mg/kg	6
	Stirene	mg/kg	6
	Benzo(a)antracene	mg/kg	6
	Benzo(a)pirene	mg/kg	6
	Benzo(b)fluorantene	mg/kg	6
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	6	
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	6	

	Crisene	mg/kg	6
	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	6
	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	6
	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	6
	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	6
	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	6
	Indenopirene	mg/kg	6
	Pirene	mg/kg	6
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Clorometano	mg/kg	6
	Diclorometano	mg/kg	6
	Triclorometano	mg/kg	6
	Cloruro di Vinile	mg/kg	6
	1,2 Dicloroetano	mg/kg	6
	1,1 Dicloroetilene	mg/kg	6
	Tricloroetilene	mg/kg	6
	Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg	6
Alifatici Clorurati non Cancerogeni	1,1 Dicloroetano	mg/kg	6
	1,2 Dicloroetilene	mg/kg	6
	1, 1,1 Tricloroetano	mg/kg	6
	1,2 Dicloropropano	mg/kg	6
	1,1,2 Tricloroetano	mg/kg	6
	1,2,3 Tricloropropano	mg/kg	6
	1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	6
Alifatici Alogenati Cancerogeni	Tribromometano	mg/kg	6
	1,2-Dibromoetano	mg/kg	6
	Dibromoclorometano	mg/kg	6
	Bromodiclorometano	mg/kg	6
Fitofarmaci	Alaclor	mg/kg	31
	Aldrin	mg/kg	31
	Altrazina	mg/kg	31
	Alfa-esacloroesano	mg/kg	31
	Beta-esacloroesano	mg/kg	31
	Gamma-esacloroesano (Lindano)	mg/kg	31
	Clordano	mg/kg	31
	DDD, DDT, DDE	mg/kg	31
	Dieldrin	mg/kg	31
	Endrin	mg/kg	31
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	mg/kg	6
	1,2 Dinitrobenzene	mg/kg	6
	1,3 Dinitrobenzene	mg/kg	6
	Cloronitrobenzeni	mg/kg	6
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	mg/kg	6
	1,2 Diclorobenzene	mg/kg	6
	1,4 Diclorobenzene	mg/kg	6
	1,2,4 Triclorobenzene	mg/kg	6
	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	mg/kg	6
	Pentaclorobenzene	mg/kg	6
	Esaclorobenzene	mg/kg	6
Fenoli non Clorurati	Metilfenolo (o-, m-, p-)	mg/kg	6
	Fenolo	mg/kg	6
Fenoli Clorurati	2 Clorofenolo	mg/kg	6
	2,4 Diclorofenolo	mg/kg	6
	2,4,6 Triclorofenolo	mg/kg	6
	Pentaclorofenolo	mg/kg	6
Ammine Aromatiche	Anilina	mg/kg	6
	o-Anisidina	mg/kg	6
	m-Anisidina	mg/kg	6
	Difenilammina	mg/kg	6
Idrocarburi	p- Toluidina	mg/kg	6
	Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg	6
	Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg	6
Altre Sostanze	TOC	%	31
	Amianto	mg/kg	6
	Esteri dell'acido ftalico	mg/kg	6

Diossine e Furani	sommatoria PCDD PCDF	Kg I-TEQ/kg	6
	PCB	mg/kg	6

**Tabella 4: Set di analiti da ricercare nei campioni di terreno**

Il merito alle metodiche analitiche dovranno essere utilizzati metodi riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale, qualora il laboratorio adotti metodi di prova interni, questi dovranno essere accreditati secondo le procedure UNI EN ISO 16025. Relativamente ai parametri idrocarburi C>12 da determinarsi sui campioni di suolo, il laboratorio dovrà fare riferimento a quanto riportato nelle linee guida e manuali ISPRA 65/2011.

Si ribadisce che la ricerca di diossine e PCB dovrà avvenire per mezzo di metodologie ad alta risoluzione. Il parametro Amianto dovrà essere cercato come amianto e non come fibre libere, secondo quanto indicato nella nota ISS prot. 024611 IA/12 del 25.06.2002. La metodica idonea da utilizzare è quella della diffrazione a raggi X (XRD) oppure IR Trasformata di Fourier (FrIR). Nel caso si adotti il metodo FTIR dovrà necessariamente essere indicata la procedura analitica seguita.

In particolare per PCB dovranno essere ricercati i seguenti congeneri: PCB 28, 52, 66, 81, 101, 105, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 153, 156, 156, 166, 166, 160, 180 e 186.

Si precisa che il parametro Diossina dovrà essere ricercato anche nei punti in cui vengano rintracciati rifiuti di diversa natura che facciano ipotizzare la presenza di tale inquinante. Nel caso in cui venisse rilevata la presenza di diossine in concentrazioni superiori ai limiti indicati nella tabella 1, Allegato 5, Titolo V del D.lgs. 152/2006, le analisi dovranno essere estese a tutti i campioni superficiali, La quantificazione analitica delle diossine, dei furani e dei PCB dovrà avvenire per mezzo di metodologie ad alta risoluzione.

Il parametro Amianto dovrà essere cercato come amianto e non come fibre libere, secondo quanto indicato nella nota ISS prot. 024611 IA/12 del 25.06.2002. La metodica idonea da utilizzare è quella della diffrazione a raggi X (XRD) oppure IR Trasformata di Fourier (FTIR), Nel caso si adotti il metodo FTIR dovrà necessariamente essere indicata la procedura analitica seguita.

Le metodologie analitiche adottate dovranno avere limite di rilevabilità, ove possibile, pari a 1/10 dei limiti previsti dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

## 7.2. Analisi sulle acque

Nella tabella seguente si riporta l'elenco dei contaminanti da ricercare sui campioni di acque di falda prelevati nei piezometri localizzati nell'area: la selezione dei composti da ricercare è stata eseguita considerando i contaminanti ricercati sui terreni ricercati nell'area (derivanti dall'analisi degli elementi di criticità ambientale) e descritti nel paragrafo precedente.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità
Parametri Fisici	pH	u. pH	3
	Conducibilità elettrica	μS/cm	3
	Potenziale redox	mV	3
	O <sub>2</sub> disciolto	mg/l	3
	Temperatura	°C	3
	BOD5	mg/l	3
	COD	mg/l	3



	TDS	mg/l	3
Metalli	Alluminio	µg/l	3
	Antimonio	µg/l	3
	Argento	µg/l	3
	Arsenico	µg/l	3
	Berillio	µg/l	3
	Cadmio	µg/l	3
	Cobalto	µg/l	3
	Cromo totale	µg/l	3
	Cromo V1	µg/l	3
	Ferro	µg/l	3
	Mercurio	µg/l	3
	Nichel	µg/l	3
	Piombo	µg/l	3
	Rame	µg/l	3
	Selenio	µg/l	3
	Manganese	µg/l	3
	Tallio	µg/l	3
Zinco	µg/l	3	
Inquinanti Inorganici	Boro	µg/l	3
	Fluoruri	µg/l	3
	Cianuri liberi	µg/l	3
	Ammoniaca	µg/l	3
	Solfati	µg/l	3
	Nitriti	µg/l	3
Composti Organici Aromatici	Benzene	µg/l	3
	Etilbenzene	µg/l	3
	Stirene	µg/l	3
	Toluene	µg/l	3
	para-Xilene	µg/l	3
Policiclici Aromatici	Benzo(a)antracene	µg/l	3
	Benzo(a)pirene	µg/l	3
	Benzo(b)fluorantene	µg/l	3
	Benzo(k,)fluorantene	µg/l	3
	Benzo(g, h, i,)perilene	µg/l	3
	Crisene	µg/l	3
	Dibenzo(a)pirene	µg/l	3
	Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	3
	Indeno(1,2,3 c,d)pirene	µg/l	3
	Pirene	µg/l	3
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Clorometano	µg/l	3
	Triclorometano	µg/l	3
	Cloruro di vinile	µg/l	3
	1,2-Dicloroetano	µg/l	3
	1,1-Dicloroetilene	µg/l	3
	Tricloroetilene	µg/l	3
	Tetracloroetilene (PCE)	µg/l	3
	Esaclorobutadiene	µg/l	3
Alifatici Clorurati non Cancerogeni	1,1 -Dicloroetano	µg/l	3
	1,2-Dicloroetilene	µg/l	3
	1,2-Dicloropropano	µg/l	3
	1,1,2-Tricloroetano	µg/l	3
	1,2,3-Tricloropropano	µg/l	3
	1,1,1,2-Tetracloroetano	µg/l	3
Alifatici Alogenati Cancerogeni	Tribromometano	µg/l	3
	1,2-Dibromoetano	µg/l	3
	Dibromoclorometano	µg/l	3
	Bromodiclorometano	µg/l	3
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	µg/l	3
	1,2-Dinitrobenzene	µg/l	3
	1,3-Dinitrobenzeni	µg/l	3
	Cloronitrobenzeni	µg/l	3
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	µg/l	3
	1,2 Diclorobenzene	µg/l	3

	1,4 Diclorobenzene	µg/l	3
	Triclorobenzene	µg/l	3
	Tetraclorobenzene	µg/l	3
	Pentaclorobenzene	µg/l	3
	Esaclorobenzene	µg/l	3
Fenoli e Clorofenoli	2-clorofenolo	µg/l	3
	2,4 Diclorofenolo	µg/l	3
	2,4,6 Triclorofenolo	µg/l	3
	Pentaclorofenolo	µg/l	3
Ammine Aromatiche	Anilina	µg/l	3
	Difenilamina	µg/l	3
	P-toluidina	µg/l	3
Fitofarmaci	Alaclor	µg/l	3
	Aldrin	µg/l	3
	Atrazina	µg/l	3
	Alfa-esacloroetano	µg/l	3
	Beta-esacloroetano	µg/l	3
	Gamma-esacloroetano (Linciano)	µg/l	3
	Clordano	µg/l	3
	DD, DDT, DDE	µg/l	3
	Dieldrin	µg/l	3
	Endrin	µg/l	3
Diossine e Furani	Sommatoria PCDD/ PCDF	g I-TEF/l	3
Altre Sostanze	PCB	µg/l	3
	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	3
	Amianto	µg/l	3
	TOC	µg/l	3

**Tabella 5: Set di analiti da determinare sui campioni di acque di falda**

Le analisi saranno eseguite sul campione tal quale. Nel caso in cui non sia stato possibile l'ottenimento in campo di un campione d'acqua limpida, senza materiale sospeso di natura colloidale o meno, lo stesso dovrà essere filtrato secondo le modalità riportate nel parere ISS prot. 006030 LA.12 del 14.02.2002. In particolare, la determinazione degli idrocarburi totali sarà eseguita nel rispetto delle linee guida ISPRA di cui alla pubblicazione 123/2015.

## 8. GESTIONE DEI RIFIUTI

Tutti i rifiuti, sia solidi che liquidi, provenienti dalle attività eseguite, dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento (Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., Decreto MATTM 27 settembre 2010) e secondo le indicazioni contenute nel presente capitolo. Nelle attività previste sono da considerarsi almeno come rifiuti tutti i residui delle attività di perforazione, campionamento, pulizia e decontaminazione delle attrezzature (comprese le acque), residui delle attività di laboratorio (chimiche, fisiche, microbiologiche ecc.), nonché di tutto il materiale, le attrezzature, i dispositivi di protezione individuale a perdere prodotti durante o dopo l'esecuzione delle attività in oggetto, nonché le cassette catalogatrici contenenti le carote da smaltire a fine attività.

I rifiuti e i materiali di risulta prodotti dalle attività di perforazione che non saranno smaltiti immediatamente potranno essere temporaneamente collocati in un'apposita area di stoccaggio (area logistica di cantiere); la loro permanenza in tale area, nell'attesa del successivo smaltimento secondo la normativa vigente, a cura e responsabilità esclusiva del prestatore del servizio, dovrà perdurare entro e non oltre i tre mesi successivi al termine delle attività in sito; trascorso tale termine e fatte salve esplicite disposizioni dalla Committenza, tutti i materiali deposti in cantiere dovranno essere smaltiti a norma di legge.

Il trasporto dei rifiuti al destino finale di smaltimento dovrà avvenire con mezzi adeguati ed autorizzati in ottemperanza alla norma ADR, RID, IMDG quando applicabili e dovrà essere fornito alla stazione appaltante evidenza del loro avvenuto smaltimento secondo le norme di legge in vigore.

Prima dell'inizio delle attività di campo, dovrà essere predisposto un piano di gestione dei rifiuti prodotti nel corso delle attività.

## **9. TEMPISTICA**

Il tempo stimato per l'esecuzione complessiva delle attività di caratterizzazione oggetto della presente relazione viene riportato nell'Elaborato n. 4 - Cronoprogramma. Considerando la possibilità di sovrapposizione di alcune attività, si prevede un impegno complessivo di 84 giorni naturali e consecutivi.