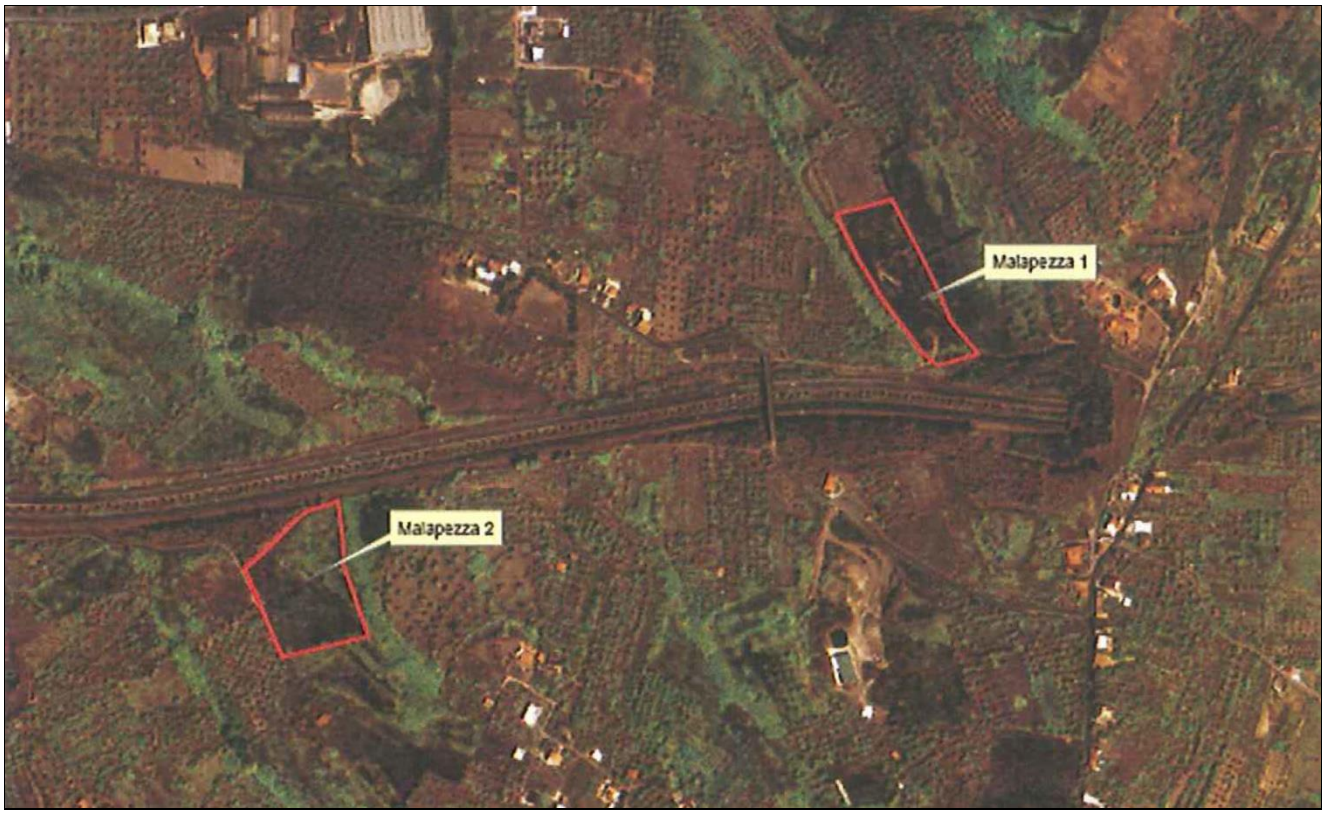
Presidenza del Consiglio dei Ministri
Dipartimento Protezione civile

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 delle discariche di R.S.U. denominate Malapezza 1 e Malapezza 2, ubicate nel Comune di Pace del Mela (ME)"



1 - RELAZIONE TECNICA

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

Data	N. Revisione	Descrizione
Giugno 2009	0	Prima emissione redatta da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A.
Giugno 2017	1	Ottemperanza alle prescrizioni di cui al Decreto MATTM prot. n. 1072/TRI/DI del 31.01.2011

SOMMARIO

1. PREMESSA 3
2. INQUADRAMENTO DEL SITO 4
2.1. Inquadramento territoriale e storico della ex-discarica Malapezza 1....5
2.2. Inquadramento territoriale e storico della ex-discarica Malapezza 2....6
2.3. Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idrografici 7
2.3.1. Geologia....8
2.3.2. Geomorfologia....10
2.3.3. Idrogeologia....11
2.3.4. Idrografia 12
3. INQUADRAMENTO CLIMATICO DI DETTAGLIO....14
3.1. Regime termico 14
3.2. Regime pluviometrico 15
4. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE....17
4.1. Fonti di inquinamento 17
4.2. Percorsi potenziali dell'inquinamento....17
4.3. Bersagli dell'inquinamento....18
4.4. Conclusioni 18
5. PIANO D'INVESTIGAZIONE INIZIALE 19
6. ATTIVITÀ DI CAMPO 23
6.1. Sondaggi geofisici 23
6.1.1. Tomografia elettrica 24
6.1.2. Sismica a rifrazione....25
6.2. Sondaggi meccanici 26
6.2.1. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi 27
6.2.2. Rivestimenti provvisori....28
6.2.3. Descrizione stratigrafica e dati tecnici 28
6.2.4. Cassette catalogatrici 29
6.3. Allestimento piezometri e misure di falda 30
6.3.1. Misure di falda....31
6.4. Prelievo campioni geotecnici e Prove SPT....31
6.4.1. Prelievo campioni geotecnici 31
6.4.2. Esecuzione prove SPT 32
6.5. Tombatura fori di sondaggio 33
6.6. Rilievo topografico 33
7. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE....35
7.1. Prelievo campioni di terreno....35

7.1.1. Prelievo campioni di Top Soil 37
7.2. Prelievo campioni di acque sotterranee e operazioni sui piezometri.....38
7.2.1. Spurgo dei piezometri 38
7.2.2. Prelievo campioni dl acque sotterranee dai piezometri 39
7.2.3. Rilievo del livello piezometrico.....40
7.2.4. Log di conducibilità elettrica 40
7.3. Modalità di campionamento del percolato.....41
7.4. Modalità di trasporto e conservazione dei campioni.....41
8. ATTIVITÀ DI LABORATORIO 44
8.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno.....45
8.1.1. Dettagli sulla tipologia e sul numero di analisi da eseguire sui terreni.....45
8.2. Analisi sui campioni "top soil" 48
8.3. Analisi sui campioni di acque sotterranee 48
8.4. Analisi del percolato.....50
8.5. Prove ed analisi geotecniche di laboratorio.....52
9. GESTIONE DEI RIFIUTI.....53
10. TEMPISTICA 54

1. 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 diversi interventi di caratterizzazione ambientale e/o messa in sicurezza, tra i quali figura la "Caratterizzazione ambientale delle aree delle discariche di R.S.U. denominate Malapezza 1 e Malapezza 2, ubicate nel Comune di Pace del Mela (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..

Si precisa che la presente relazione rappresenta la revisione di quella originaria del giugno 2009 redatta da Sviluppo Italia Aree Produttive S.p.A. (*rif.* Documento APA-MAPZ-09-M-PDCA-001) ed acquisita dal MATTM al prot. n. 14700/QdV/DI del 13.07.2009, i cui contenuti saranno comunque in buona parte riportati pedissequamente nelle seguenti pagine. Tale revisione si è resa necessaria al fine di ottemperare alle prescrizioni contenute nel provvedimento di approvazione del piano di che trattasi rilasciato dal MATMM, costituito dal Decreto prot. n. 1072/TRI/DI del 31.01.2011 (nel seguito "Parere MATTM") di cui all'Elaborato n. 12 - Autorizzazioni.

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.

2. INQUADRAMENTO DEL SITO

Il territorio d'indagine ricade lungo la zona costiera della Sicilia nord-orientale, in una fascia compresa tra i bacini idrografici del Fiume Niceto e del Fiume Mela che si sviluppa da nord a sud dal Mar Tirreno fino ai Monti Peloritani. In particolare, le aree d'intervento sono ubicate nella cartografia Ufficiale d'Italia IGM serie 25/V al foglio 253 1 SO Milazzo e sono inserite 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 (vedi fig. 1).

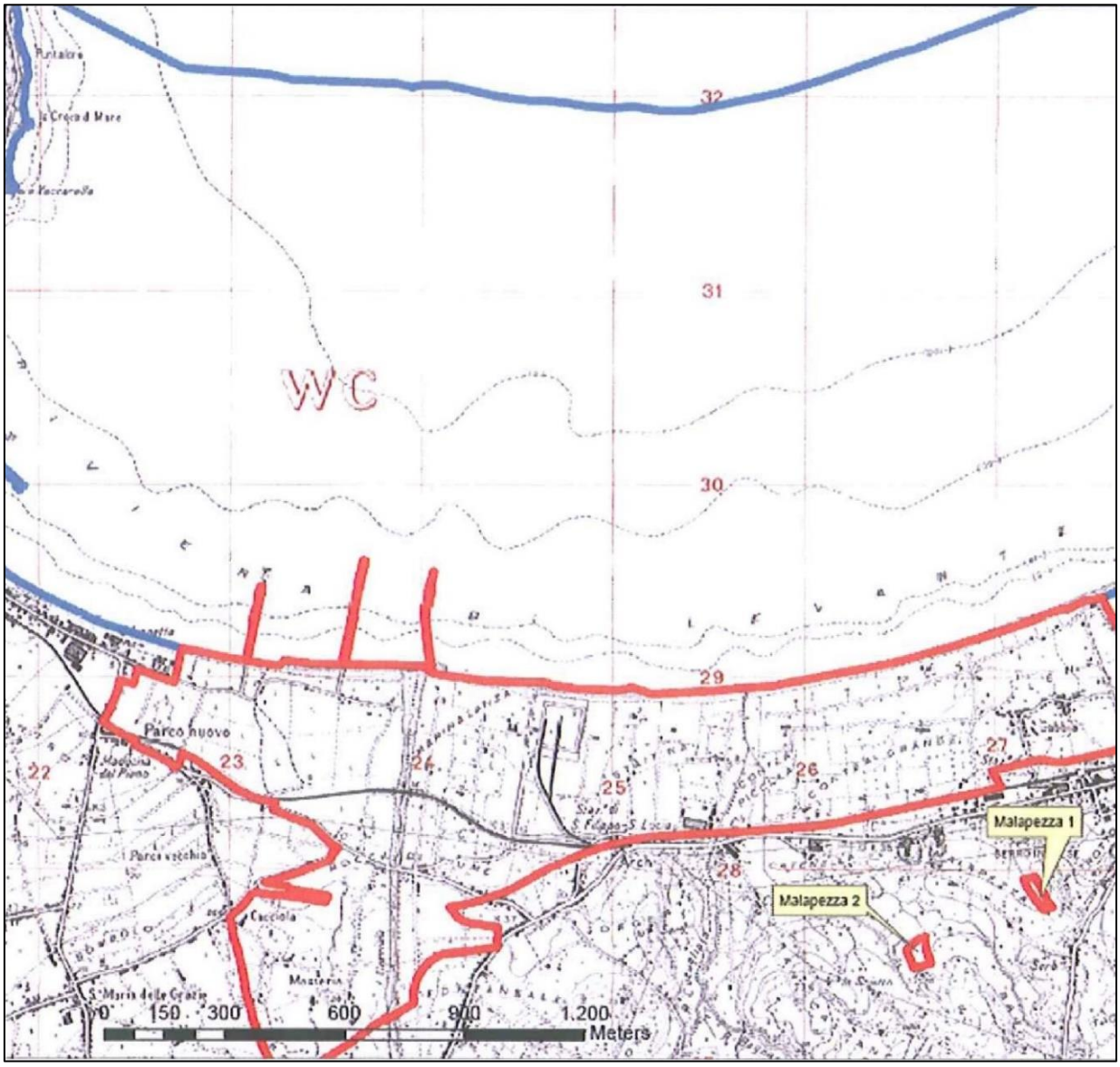


Figura 1: Perimetrazione del S.I.N. di Milazzo ai sensi del D.M. 11.08.2006
(Fonte: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare)

Come visibile nella "Ortofoto d'inquadramento territoriale" di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, le attività di caratterizzazione verranno effettuate in corrispondenza delle ex discariche Malapezza 1 e Malapezza 2 nel Comune di Pace del Mela (ME), aree che risultano di competenza del Comune per quanto riguarda Malapezza 1 e di un privato per Malapezza 2. Si precisa che le informazioni circa le modalità costruzione/gestione di tali discariche descritte nei seguenti paragrafi sono state desunte dalla sola documentazione acquisita dagli uffici tecnici del Comune di Pace del Mela.

2.1. Inquadramento territoriale e storico della ex-discarica Malapezza 1

La superficie complessiva dell'area da sottoporre a caratterizzazione è pari a circa 0,8 ha. La discarica realizzata in uno spiazzo sito in C.da Catinella-San Gaspano, collocata al foglio catastale 4 particella 248; visibile per un piccolo tratto dall'autostrada, risulta recintata e munita di un cancello di ferro (vedi fig. 2).

Figura 2: Documentazione fotografica relativa alla discarica Malapezza 1

La discarica Malapezza 1 veniva impiegata per lo smaltimento temporaneo dei R.S.U. come discarica controllata. L'area, dalla relazione geologica fornita dal Comune di Pace del Mela, risulta impermeabilizzata e dotata a monte di un sistema di raccolta e/o deviazione delle acque piovane (barriera arborea continua). Nell'area sono stati previsti ed eseguiti fori del diametro di cm 120 per una profondità di ml 30 e coperti con argilla e/o cemento (vedi fig. 3), all'interno di questi fori sono stati posizionati dei microsilos e dove sono stati scaricati gli R.S.U. tal quali e/o triturati. Ogni foro risulta munito di tubazione per la raccolta del biogas.

Negli anni sono state svolte delle analisi chimiche sull'acqua dei pozzi limitrofi all'area d'indagine. I risultati di tali analisi hanno rilevato che i campioni prelevati non risultano inquinati da percolato, ma è

presente un inquinamento di tipo ambientale essendo alcuni pozzi privi di copertura; su alcuni pozzi è stato espresso il giudizio che le acque possono essere riutilizzate per uso irriguo previo trattamento fisico semplice e disinfezione. Da analisi del 2005 risulta che l'acqua non può essere utilizzata per uso potabile.

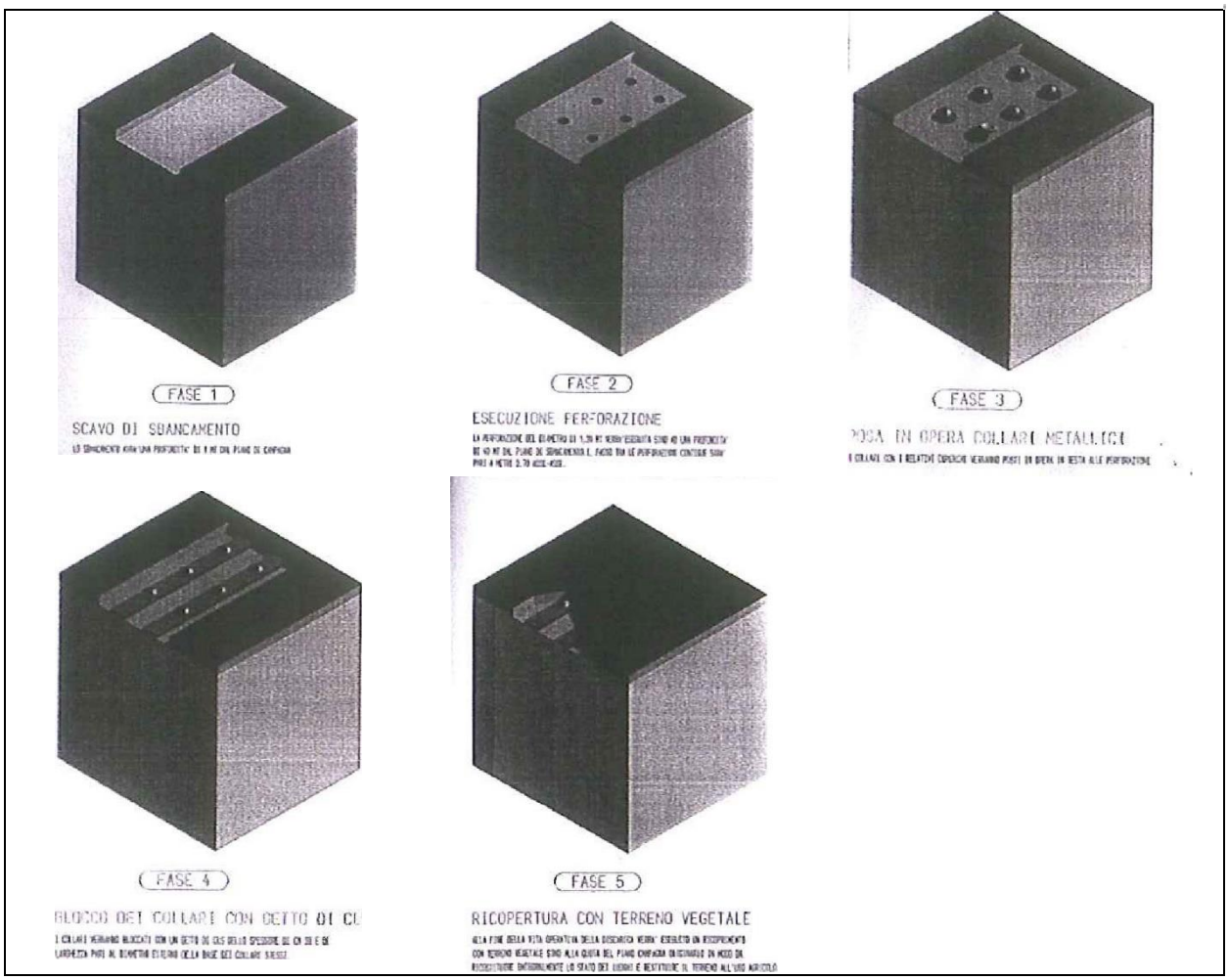


Figura 3: Le 5 fasi previste per la realizzazione della discarica Malapezza 1
(Fonte: Comune di Pace del Mela)

2.2. Inquadramento territoriale e storico della ex-discarica Malapezza 2

La discarica Malapezza 2, suddivisa in due moduli, occupa un'area distinta al Catasto Terreno al foglio 3 part, 389 e foglio 7 part. 504 e 700, con una superficie complessiva di circa 0,7 ha. Il sito si trova a monte dell'Autostrada Messina-Palermo nel primissimi rilievi collinari dell'entroterra, quasi al confine con la piana costiera. La discarica veniva impiegata per lo smaltimento temporaneo dei R.S.U. come discarica controllata. L'area, dalle informazioni desunte dal materiale fornito dal Comune di Pace del Mela, risulta recintata ed impermeabilizzata con geomembrana HDPE dello spessore di 2 mm, sia sul fondo che sulle pareti (vedi fig. 4).

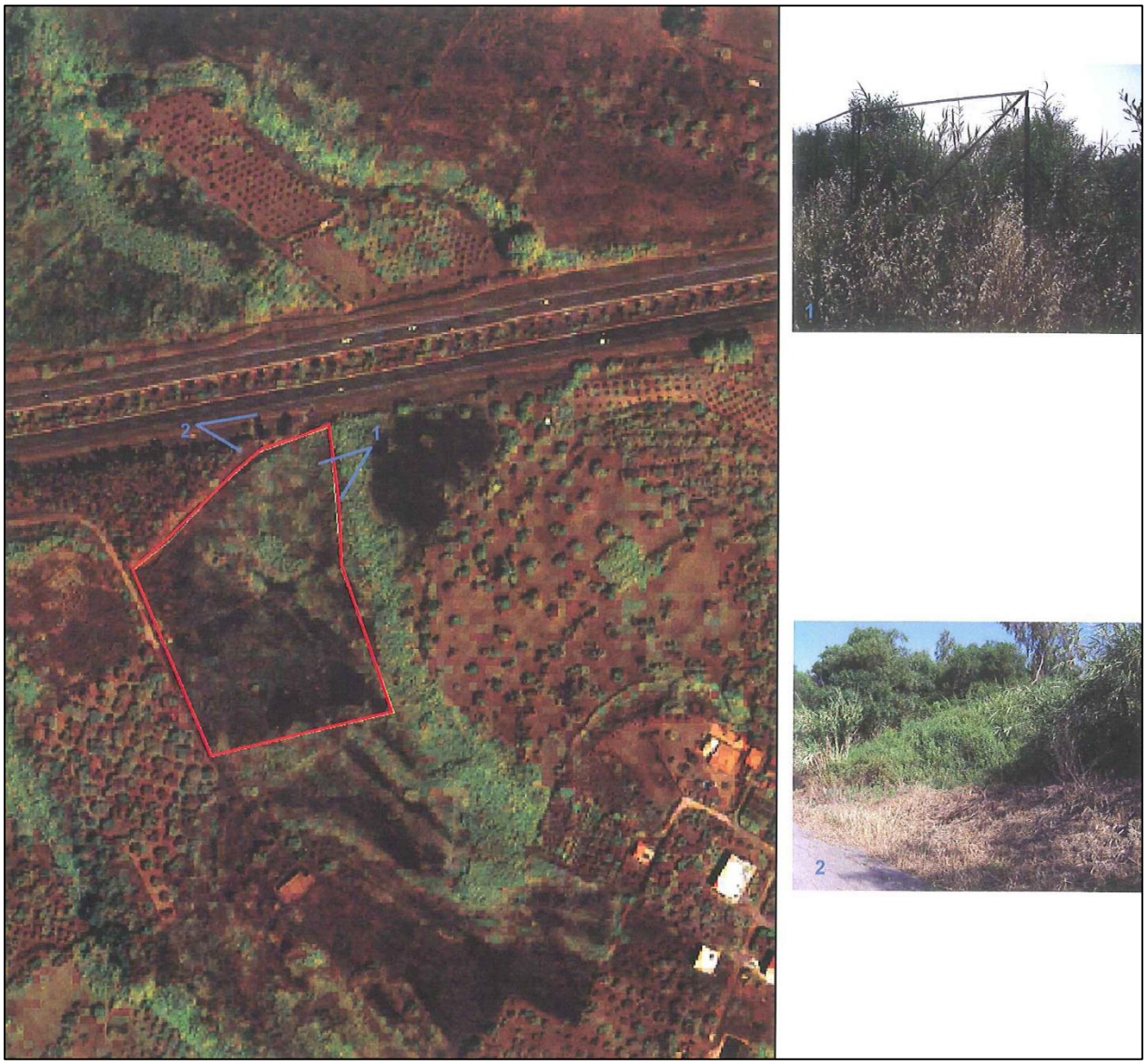


Figura 4: Documentazione fotografica relativa alla discarica Malapezza 2

Sul fondo della discarica dovrebbe essere presente un tubo in PEAD macrofessurato, per la raccolta del percolato ed il suo convogliamento al pozzetto di raccolta, realizzati con tubi in CIS rotocompressi, Sul fondo della discarica, da progetto, dovrebbe trovarsi un letto di sabbia dello spessore di cm 25 allo scopo di proteggere sia il tubo dreno, sia il telo in HDPE, dalle macchine operatrici. Lato monte si trova un fosso di guardia in terra, per lo smaltimento delle acque meteoriche superficiali.

Infine, dallo studio geologico del Comune di Pace del Mela risulta che nell'area d'indagine sia assente la falda superficiale.

2.3. Aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici, idrografici

Di seguito viene illustrata una sintesi delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e idrografiche dell'area di intervento.

2.3.1. Geologia

L'area d'intervento è inclusa nei bacini idrografici dei torrenti Corriolo, Muto e Niceto, ricadenti 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. L'Arco Calabro-Peloritano, 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 rinvengono le successioni mioceniche (Calcareniti 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 sovraimposizione 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)r riferibili alla fase essenzialmente distensiva che ha avuto luogo nel Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

l 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.

La zona dei Peloritani, come quella dei Nebrodi e delle Madonie, è storicamente un'area sismicamente attiva in accordo con le sue caratteristiche geologicostrutturali e mostra un'elevata scuotibilità risentendo anche della sismicità del Tirreno.

2.3.2. Geomorfologia

La fascia costiera della pianura alluvionale prospiciente la costa tirrenica, presenta debolissime pendenze verso nord, e si presenta poco incisa, intensamente urbanizzata e coltivata. La pianura costiera 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.

Procedendo verso l'entroterra, la pianura alluvionale lascia il posto a forme sub pianeggianti terrazzate che si distribuiscono lungo il fondovalle e alla sommità delle colline che si affacciano sulla costa. Esse rimangono limitate da versanti a modesta acclività e solo localmente accidentate; si tratta di rilievi costituiti da rocce sedimentarie argillose-sabbiose-calcarenitiche o sabbioso-ghiaiose del ciclo sedimentario Plio-Pleistocenico, talora parzialmente cementate.

2.3.3. Idrogeologia

Sulla base delle caratteristiche granulometriche, tessiturali, di addensamento, del tipo e grado di fratturazione e sua distribuzione spaziale, ecc. si è proceduto alla valutazione del tipo e grado di permeabilità relativa dei terreni affioranti nell'area vasta ove ricadono le discariche d'interesse. Le condizioni di permeabilità di terreni affioranti nei bacini possono essere cosi 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",
- Calcareniti 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 cristalli 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 collinare ove insistono le discariche in esame, 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 marini terrazzati e depositi fluvio-deltizi riferibili alle "Sabbie e ghiaie di Messina", i primi caratterizzati da permeabilità elevata per porosità ed i secondi da permeabilità medio-alta per porosità e/o fratturazione, i quali ospitano nel complesso una circolazione idrica sotterranea talora discontinua che si traduce nella presenza di falde in parte libere ed in parte semiconfinate, con potenzialità da discreta a mediocre anche in funzione dello spessore locale dell'acquifero.

Come visibile nella "Carta delle isofreatiche" di cui all'Elaborato 2 - Carte Tematiche, prodotta al fine di ottemperare a specifica prescrizione di cui al Parere MATTM, l'acquifero di che trattasi interessa parzialmente solo la discarica Malapezza 2. Qui, come già evidenziato nel paragrafo 2.2, i dati di

letteratura e d'esperienza locale indicano l'assenza di qualsivoglia circolazione idrica sotterranea nel medesimo acquifero.

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 ospita una falda profonda che da libera e/o semiconfinata lungo la fascia collinare diviene confinata lungo la fascia costiera. Qui, essa possiede un elevato carico piezometrico, circostanza che determina marcati fenomeni di fluenza in alcuni pozzi e un livello prossimo alla quota del livello del mare in altri.

In base alle superiori considerazioni, e viste la quota media di circa 45 m s.l.m. alla quale si ritrova la discarica Malapezza 1 e la quota media di circa 55 m s.l.m. alla quale si ritrova la discarica Malapezza 2, si ottiene una soggiacenza rispettivamente di circa 40 m e di circa 50 m.

2.3.4. Idrografia

Tutti i corsi d'acqua presentano un regime idrologico marcatamente torrentizio, tipico delle "Fiumare", strettamente dipendente dalla distribuzione delle precipitazioni, con deflussi superficiali, scarsi o assenti nei periodi asciutti. Nel complesso la conformazione del reticolato idrografico, stante il sollevamento della catena, risulta in continua evoluzione determinando, in concomitanza di eventi piovosi eccezionali, frequenti nei mesi autunnali e invernali, deflussi notevoli con piene tumultuose e portate solide cospicue.

L'area da caratterizzare ricade nel bacino imbrifero del Torrente Corriolo, il quale come descritto nel "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana" e in particolare nelle relazioni illustrative dei "Bacino Idrografico del Torrente Corriolo (006)", "Area Territoriale tra i bacini del Tute Muto e del Tute Corriolo (006a)" e "Area Territoriale tra i bacini del Torrente Corriolo e del Torrente Mela (006b)" è caratterizzato da una forma pressoché rettangolare a "nastro", stretta e allungata in direzione NNW-SSE, e si estende complessivamente su una superficie di circa 30,15 kmq con un perimetro di circa 46,60 km. Tale bacino presenta inoltre una larghezza pressoché costante intorno i 2,0 Km, con valori massimi di 2,68 km e minimi di 850 m in due brevi tratti, uno poco prima dello sbocco nella pianura costiera e l'altro al passaggio dalla fascia collinare a quella montana.

La quota massima del bacino è di 1.278,6 metri s.l.m. (Monte Poverello) rappresenta anche la cima del rilievo su cui ricade il punto sorgente del ramo principale del Torrente Corriolo. Mentre il punto più distante dalla foce, 16,54 km, corrisponde alla vetta di Pizzo Lernieri (1.171 m) su lo spartiacque peloritano. La lunghezza complessiva dell'asta principale è di circa 21,96 km mentre la pendenza media risulta 5,42 %.

Il corso d'acqua principale ha andamento relativamente poco tortuoso con direttrice principale circa SSE-NNW. Il reticolo idrografico si presenta scarsamente articolato e gerarchizzato, i rami secondari ad andamento tendenzialmente rettilineo, di breve lunghezza e notevole pendenza, incidono il substrato metamorfico e flyschioide e formano una serie di valli strette ed incassate, disegnando in pianta un

pattern idrografico sub-dendritico. Nelle zone dove prevalgono in affioramento i termini argillosi come nel settore centrale del bacino, in località Piano di Santo Cono, dove si sviluppa il sottobacino del Vallone Brammica, il reticolo è maggiormente ramificato e costituito da incisioni a solchi poco profondi, con i rami fluviali maggiori che disegnano in pianta un pattern dentritico.

A differenza di tanti altri bacini del settore nord-orientale dei Peloritani, il corso d'acqua del Torrente Corriolo presenta alveo stretto e incassato fino alla quota di circa 210 m s.l.m., A partire dalla confluenza di sinistra del V.ne Conca (a circa metà della lunghezza del corso d'acqua principale) l'alveo si allarga e assume un profilo piatto della larghezza di circa 40 m, che si mantiene pressoché costante fino alla foce, con qualche punta di 60 m. Il corso d'acqua dal punto di cui si è detto, alla quota di 210 m s.l.m., fino alla foce è limitato da muri d'argine a esclusione di brevi tratti con argini in terra.

3. INQUADRAMENTO CLIMATICO DI DETTAGLIO

Per delineare il quadro climatico della zona di interesse si è fatto uso dei dati riportati nel già menzionato "Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana", riguardanti in particolare:

- Bacino Idrografico della Fiumara di Niceto e centro abitato di Rometta (004);
- Bacino Idrografico del torrente Muto (005);
- Bacino Idrografico del torrente Corriolo (006) - Area territoriale tra i bacini del torrente Muto e del torrente Corriolo (006a) e Area territoriale tra i bacini del torrente Corriolo e del torrente Mela (006b).

Data l'estensione della zona è stato ritenuto opportuno analizzare i dati di temperatura e piovosità provenienti dalle stazioni poste nei bacini sopra detti assumendo che l'andamento climatico descritto da tali dati fosse caratteristico della zona di interesse.

Nella seguente tabella sono riportate le stazioni termo-pluviometriche e pluviometriche, poste nelle vicinanze dell'area di progetto, con le loro caratteristiche.

Stazione	Anni di Osservazione	Strumento	Quota (M S.L.M.)	Coordinate UTM	
				Nord	Est
Antillo	1965-1994	Pluviometro	480	4202216 N	521960 E
Barcellona	1965-1993	Pluviometro	104	4220710 N	518989 E
Calvaruso	1965-1994	Pluviometro	270	4230021 N	539394 E
Castroreale	1965-1994	Pluviometro	399	4217003 N	518998 E
Floresta	1965-1994	Termopluviometro	1250	4204039 N	492682 E
Milazzo	1965-1994	Pluviometro	2	4231469 N	521195 E
Monforte	1965-1994	Pluviometro	320	4222598 N	533598 E
Montalbano El.	1965-1994	Pluviometro	907	4207734 N	500000 E
S. Fratello	1965-1994	Termopluviometro	690	4207809 N	464887 E
S. Lucia Del Mela	1965-1987	Pluviometro	280	4220717 N	524832 E
Tindari	1965-1984	Termopluviometro	280	4220680 N	504382 E
S Saba	1965-1994	Pluviometro	24	4237330 N	543767 E

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche e termo-pluviometriche
(Fonte: PAI Bacini Idrografici 004-005-006, Regione Siciliana, anno 2004-2006)

3.1. Regime termico

Per l'analisi delle condizioni termometriche si è fatto riferimento ai dati mensili registrati dalle 3 stazioni termo-pluviometriche di Floresta, San Fratello, e Tindari.

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Floresta	3.8	3.8	5.7	8.3	13.3	17.3	20.3	20.4	17,1	12.3	8.2	4.9	11.28
San Fratello	9.2	9.4	10.9	12.9	17.1	20.5	23.6	24.1	22	18.2	13.8	10.6	16.03
Tindari	10.6	10.8	11,9	13.9	17.7	21.4	24,0	24.5	22.1	18.5	14,8	12.0	16.85
Media	7.9	8.0	9.5	11.7	16.0	19.7	22.6	23.0	20.4	16.3	12.3	9.2	14.72

Tabella 2: Temperatura media mensile in gradi Celsius nel periodo di osservazione 1965-1994
(Fonte: PAI Bacino Idrografico 004-005-006, Regione Siciliana, anno 2006)

Sulla base dei dati delle poche stazioni disponibili, si desume che la distribuzione delle temperatura è condizionata dall'altitudine; si rileva una modesta diminuzione fino alla quota dei 700 m s.l.m., mentre alle quote più elevate i valori si abbassano sensibilmente, come si riscontra nella stazione di Floresta (1.250 m s.l.m.) ubicata sul crinale dei Peloritani.

Il regime termometrico nel versante tirrenico della Sicilia nord-orientale e, più in particolare, dell'area

in esame è tale da determinare l'aggregazione del territorio in quattro fasce, corrispondenti a diversi valori della temperatura media annuale. In generale la distribuzione delle temperature è condizionata dall'altitudine, con valori estremamente bassi nelle zone più prossime al crinale della catena peloritana.

Si distingue, alle quote più basse, una fascia costiera con valori di Tm pari a 18-19 °C, una fascia basso collinare, con Tm di 17-18 ˚C, una fascia intermedia di tipo collinare e di bassa montagna con Tm di 15-17 °C ed una fascia interna di montagna prossima al crinale peloritano con Tm di 12-15 ˚C.

In base al range di valori assunti dalla temperatura media annuale e dalla precipitazione media annuale, è quindi possibile distinguere il clima della fascia costiera come arido nel periodo compreso tra i mesi di maggio e settembre e temperato nei restanti mesi; mentre nella fascia intermedia ed in quella più interna il periodo arido si riduce ai soli mesi di giugno, luglio ed agosto, temperato da agosto a novembre e da aprile a giugno, freddo da novembre a marzo.

L'escursione termica media annua è di circa 18 °C nella fascia montana e si riduce a circa 14 ˚C nella fascia costiera, in seguito all'effetto di mitigazione climatica operato dal Mare Tirreno alle quote più basse. Tale effetto si ripercuote anche sui valori estremi e più precisamente: nelle fasce costiera ed alluvionale i valori medi delle temperature minime sono di circa 9 ˚C, nella fascia basso collinare sono di circa 7 ˚C, mentre a quote superiori a 450 metri s.l.m. sono di circa 5 ˚C con estremi di circa 1 ˚C alle quote più elevate; i valori medi delle temperature massime nella zona di costa, come anche nella fascia altimetrica compresa tra i 450 metri ed i 1000 metri s.l.m., oscillano tra i 28 ˚C ed i 30 ˚C, con temperature massime assolute di 40 ˚C; nella fascia altimetrica tra i 50 metri ed i 450 metri s.l.m. i valori medi subiscono un incremento oscillando tra i 30 ˚C ed i 32 ˚C, mentre alle quote più elevate raramente superano i 28 ˚C.

3.2. Regime pluviometrico

Le precipitazioni della provincia di Messina assumono un valore medio annuo di circa 808 mm, più elevato di quello medio regionale (637 mm). In particolare, il versante tirrenico dei Monti Peloritani si caratterizza per valori medi annui delle precipitazioni di circa 770 mm nelle zone costiere e collinari, mentre nelle zone più prossime al crinale i valori raggiunti superano talora i 1300 mm. Questi valori della piovosità sono correlabili agli apporti di masse di aria umida da parte dei venti spiranti da nord-ovest,

Prendendo in considerazione i valori annuali di precipitazione ad un livello di probabilità di non superamento pari al 50%, nell'area in esame si distingue una zona che comprende buona parte della pianura di Milazzo e Capo Milazzo dove le precipitazioni medie annue sono 600-700 mm, una zona che comprende per intero l'area territoriale tra il Torrente Muto e il Torrente Corriolo e la porzione settentrionale del bacino del Torrente Corriolo con valori medi tra 700-800 mm e la zona meridionale fino allo spartiacque compresa nel range 800-1000 mm.

Per l'analisi delle condizioni pluviometriche, si è fatto riferimento ai dati registrati nelle stazioni pluviometriche più prossime ai bacini idrografici considerati.

Stazione	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Antillo	214.2	154.6	143.8	88.7	51.3	15.9	12.0	21.8	70,6	162.5	143.6	218.7	1297,7
Barcellona	87.3	79.1	78.8	50.0	34.4	15.7	11.2	26.2	48.4	97.3	86.0	100.3	714.7
Calvaruso	128.4	119.4	96.6	76.7	36,7	21.1	13.1	23.6	57	117.4	129	127.1	946.1
Castroreale	107.0	87,3	88,8	58.9	36,1	16,3	13.4	18.5	45.7	99.9	86.6	117,2	775.7
Floresta	165.4	152.3	115.6	108.2	58.5	27.0	21.7	29.5	56.8	102.3	108.8	175.9	1122.8
Milazzo	78.4	68.2	60.7	44.3	26.8	14.8	15.2	18,4	53,8	91.5	76.3	88.7	637.1
Monforte	132,5	110.8	93,6	64.0	36.5	18.3	13.5	26.4	48,4	109.5	106,7	144.4	904.6
Montalbano El.	146.4	131.5	109.7	79,9	41.5	24 4	17.1	27.7	56,5	96.3	93.8	136.3	961.1
S. Lucia del Mela	116,4	89.9	87.7	56,0	35.5	14.8	14.0	27.4	52.3	123.5	102.7	134.5	854.7
S. Saba	88.5	79,3	78.0	52,6	24.8	12.7	16,8	17.8	44.8	84.6	94.8	99.5	694.2
Media	126.5	107.2	95.3	67.9	38.2	18.1	14.8	23.7	53.4	108.5	102.8	134.3	894,4

Tabella 3: Piovosità media mensile espressa in mm, per il periodo di osservazione 1965-1994
(Fonte: PAI Bacino Idrografico 004, 005 e 006, Regione Siciliana, anno 2006)

Nell'arco dell'anno solare il periodo più piovoso risulta essere quello autunnoinvernale, con i mesi di dicembre e gennaio più piovosi di ottobre, novembre e marzo; nei restanti mesi le precipitazioni sono scarse o assenti.

Il regime pluviometrico è fortemente influenzato dalla orografia e dalla prevalenza dei venti di nord-ovest, apportatori di masse umide, provenienti dal Tirreno; in particolare, la catena montuosa peloritana che si estende a ridosso del mare rappresenta un ostacolo fisico esercitando un effetto barriera nei confronti delle correnti aeree provenienti dal Tirreno e dallo Jonio. Tale fenomeno è testimoniato dai valori medi annui delle precipitazioni tra i più alti dell'isola.

4. MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE

Il modello concettuale preliminare, di seguito descritto, è sviluppato secondo lo schema contenuto nel D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. Le due discariche interessate da questo piano di indagine sono potenziali fonti di contaminazione per le matrici ambientali d'interesse.

Le aree oggetto di caratterizzazione sono evidenziate nelle figura 5.

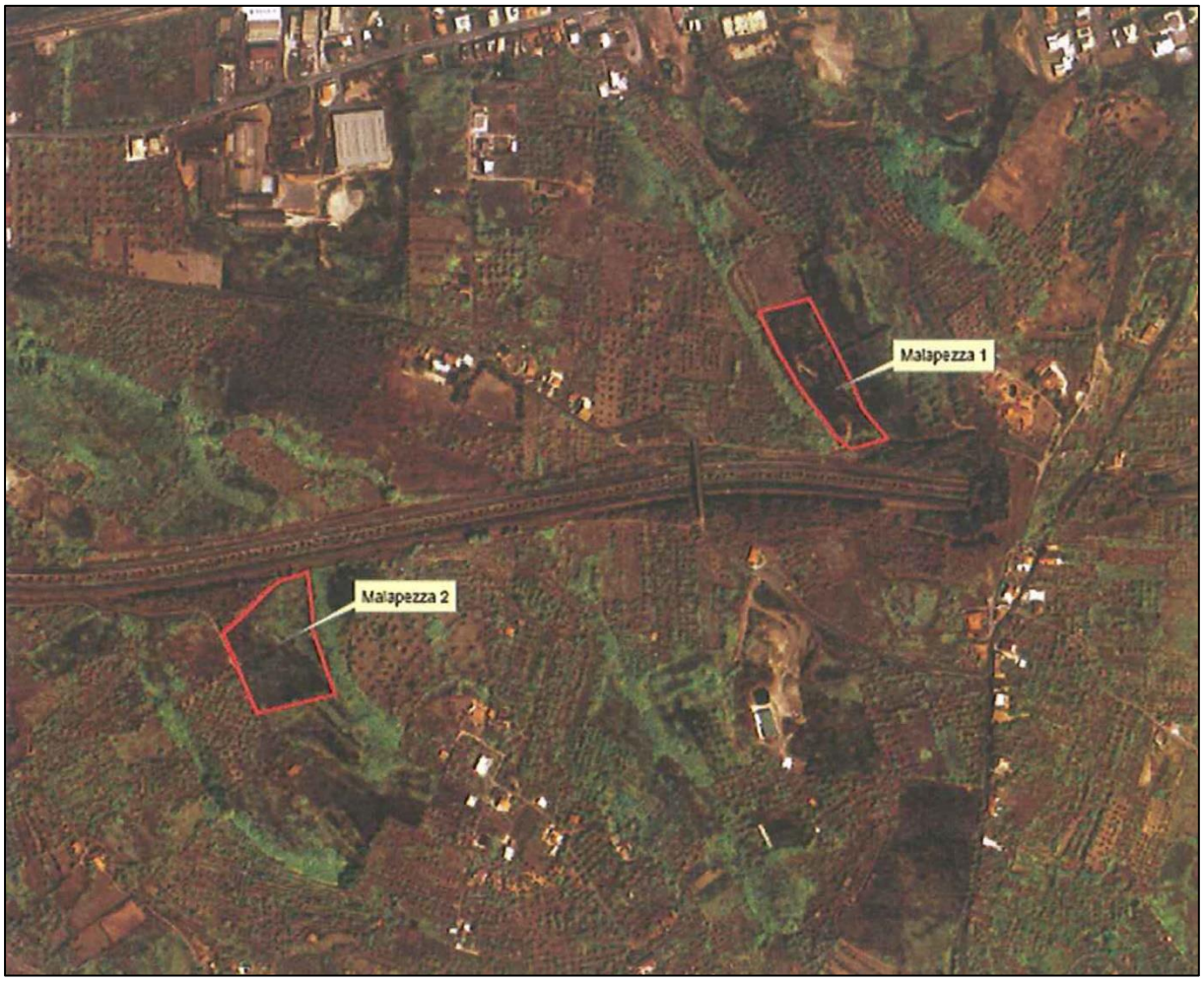


Figura 5: Ubicazione delle discariche Malapezza 1 e Malapezza 2 da sottoporre a caratterizzazione

4.1. Fonti di inquinamento

Possibili fonti di inquinamento sono la presenza di rifiuti nel sottosuolo, potenzialmente a contatto con le matrici ambientali.

4.2. 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 sottosuolo, terreni ed acque sotterranee;
- eventuali migrazioni di polveri.

4.3. Bersagli dell'inquinamento

Il bersaglio della contaminazione è da individuarsi principalmente nelle acque di falda che intercettano le sostanze lisciviate 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,.

4.4. Conclusioni

Dai monitoraggi pregressi sui pozzi limitrofi alla discarica Malapezza 1 risulterebbe che nelle acque dei pozzi vi è assenza di percolato.

5. PIANO D'INVESTIGAZIONE INIZIALE

Di seguito viene descritto il piano di investigazione, 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 nella discarica Malapezza 1 sono:

- Esecuzione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo nel suolo sino alla profondità di -35 m dal p.c. e n. 4 sondaggi a carotaggio continuo nel suolo sino alla profondità di -50 m dal p.c. da attrezzare a piezometro;
- Prelievo, dai suddetti piezometri, di n. 4 campioni di acqua di falda, incluso il relativo spurgo preventive;
- Prelievo di n. 92 campioni di terreno per le indagini chimico-analitiche, a differenti profondità;
- Prelievo di n. 2 campioni di top soil di terreno (0-0,1 m), in corrispondenza di n. 2 punti di ubicazione dei sondaggi;
- Analisi di laboratorio su n. 40 campioni di terreno, dei complessivi prelevati 92 per la fase 1;
- Eventuale ulteriori analisi di laboratorio su n. 52 campioni di terreno, dei complessivi prelevati 92 per la fase 2;
- Analisi di laboratorio sui n. 2 campioni di top soil di terreno prelevato;
- Analisi di laboratorio sui n. 4 campioni di acque di falda prelevati;
- Prelievo ed analisi di n. 1 campione di percolato;
- Misure di campo;
- Prelievo di campioni geotecnici ed esecuzione di prove SPT:
- Analisi e prove sui campioni geotecniche prelevati.

In sintesi le attività previste nella discarica Malapezza 2 sono:

- Esecuzione di n. 3 sondaggi a carotaggio continuo, ubicati all'esterno del corpo rifiuti, nel suolo sino alla profondità di -60,00 m dal p.c. da attrezzare a piezometro;
- Prelievo, dai suddetti piezometri, di n.3 campioni di acqua di falda, incluso il relativo spurgo preventivo.
- Esecuzione di n. 6 sondaggi a carotaggio continuo, ubicati all'interno del corpo rifiuti in oggetto, sino

alla profondità di -10,00 m dal p.c.:

- Prelievo di n. 75 campioni di terreno per le indagini chimico-analitiche, a differenti profondità;
- Prelievo di n, 3 campioni di top soil di terreno (0-0,1 m), in corrispondenza di n. 3 punti di ubicazione dei sondaggi;
- Analisi di laboratorio su n. 45 campioni di terreno, dei complessivi prelevati 75;
- Eventuale ulteriori analisi di laboratorio su n. 30 campioni di terreno, dei complessivi prelevati 75 per la fase 2;
- Analisi di laboratorio sui n. 3 campioni di top soil di terreno prelevato;
- Analisi di laboratorio sui n. 3 campioni di acque di falda prelevati;
- Prelievo ed analisi di n. 1 campione di percolato;
- Misure di campo;
- Prelievo di campioni geotecnici ed esecuzione di prove SPT;
- Analisi e prove sui campioni geotecniche prelevati.

L'ubicazione di massima dei punti di campionamento è stata effettuata sulla base di una maglia minima (pari a 50 x 50 m), rappresentativa dell'area da investigare, in rapporto alle effettive possibilità di esecuzione dei sondaggi (presenza di strutture/infrastrutture, orografia, presenza di vegetazione, disponibilità di accessi, ecc.). Inoltre nella discarica Malapezza 2, è stata presa in considerazione anche una fascia esterna al perimetro (25-50 m) della discarica stessa, dove eseguire sondaggi e i prelievi di campioni di suolo e di acque.

L'ubicazione dei sondaggi e dei piezometri è riportata nelle pertinenti carte di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche; tale ubicazione è da ritenersi comunque orientativa essa potrà subire variazioni, a valle delle indagini indirette e nello specifico, per quanto riguarda la discarica Malapezza 1, in funzione del posizionamento, rilevato, dei micro silos e sulla base delle eventuali verifiche effettuate in campo con l'ARPA locale. Sempre in riferimento al sito di Malapezza 1, si posizionerà il punto di indagine SM01 in corrispondenza di uno dei micro silos che saranno rinvenuti sul sito nel corso delle indagini al fine di attrezzare tale punto con un presidio geotecnico a piezometro in modo da poter prelevare un campione di percolato presente all'interno del micro silos di raccolta dei rifiuti in ottemperanza a specifica prescrizione del "Parere MATTM".

Nelle seguenti Tabelle 4 e 5, si riportano il dettaglio dei sondaggi da effettuare, con le relative coordinate geografiche, la profondità di perforazione, il numero di campioni ambientali da prelevare ed il numero di campioni ambientali da sottoporre ad analisi di laboratorio.

I campioni oggetto di analisi in fase 1 sono quelli previsti in ottemperanza a specifica prescrizione del "Parere MATTM"; sempre in riferimento alla stessa prescrizione potrà essere necessario eseguire attività analitiche su ulteriori campioni secondo i quantitativi di fase 2.

Codice Sondaggio	Coordinate (m) E	N	Profondità (m)	Campioni da prelevare	Campioni da analizzare - Fase 1	Campioni da analizzare - Fase 2
SM01-PZM0A	527178,87*	4227686,21*	35	10	5	5
SM02	527138,71	4227669,80	35	10	5	5
SM03	527158,51	4227728,64	35	10	5	5
SM04	527112,68	4227711,67	35	10	5	5
PZM01	527203,76	4227642,08	50	13	5	8
PZM02	527167,56	4227629,07	50	13	5	8
PZM03	527137,57	4227765,97	50	13	5	8
PZM04	527095,71	4227755,79	50	13	5	8
		TOTALE	**340**	**92**	**40**	**52**

*** le coordinate di prelievo saranno definite in campo in corrispondenza dei uno dei micro silos individuati**

Tabella 4: Dettagli dei sondaggi proposti nella discarica Malapezza 1

Codice Sondaggio	Coordinate (m) E	N	Profondità (m)	Campioni da prelevare	Campioni da Analizzare-Fase 1	Campioni da Analizzare-Fase 2
S01	526559,18	4227336,79	10	5	5	0
S02	526507,64	4227337,20	10	5	5	0
S03	526522,25	4227380,09	10	5	5	0
S04	526472,74	4227386,30	10	5	5	0
S05	526565,12	4227393,56	10	5	5	0
S06	526522,28	4227438,40	10	5	5	0
PZ01	526565,10	4227294,23	60	15	5	10
PZ02	526570,02	4227448,07	60	15	5	10
PZ03	526456,91	4227435,81	60	15	5	10
		TOTALE	**240**	**75**	**45**	**30**

Tabella 5: Dettagli dei sondaggi proposti nella discarica Malapezza 2

In corrispondenza dei sondaggi eseguiti fino a 35 m di profondità, si provvederà al prelievo di n. 10 campioni ambientali di terreno, per ciascun sondaggio, negli intervalli di campionamento di seguito ipotizzati: 0,10 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 7,00-8,00 m, 9,00-10,00 m, 14,00-15,00 m, 19,00-20,00 m, 24,00-25,00 m, 29,00-30,00 m, 34,00-35,00 m (fondo foro). Di contro per i sondaggi eseguiti fino alla profondità di 50 m si provvederà ad effettuare il prelievo di n. 13 campioni per ciascun punto di indagine, secondo gli intervalli di campionamento di seguito indicati: 0,10 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 7,00-8,00 m, 9,00-10,00 m, 14,00-15,00 m, 19,00-20,00 m, 24,00-25,00 m, 29,00-30,00 m, 34,00-35,00 m, 39,00-40,00 m, 44,00-45,00 m, 49,00-50,00 m, 54,00-55,00 m, 59,00-60,00 m. Per i sondaggi eseguiti fino alla profondità di 60 m si provvederà ad effettuare il prelievo di n. 15 campioni per ciascun punto di indagine, secondo gli intervalli di campionamento di seguito indicati: 0,10 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 7,00-8,00 m, 9,00-10,00 m, 14,00-15,00 m, 19,00-20,00 m, 24,00-25,00 m, 29,00-30,00 m, 34,00-35,00 m, 39,00-40,00 m, 44,00-45,00 m, 49,00-50,00 m, 54,00-55,00 m, 59,00-60,00 m. Detti intervalli di campionamento derivano da specifica prescrizione del "Parere MATTM".

In corrispondenza dei sondaggi eseguiti fino a 10 m di profondità, si provvederà al prelievo di n, 5 campioni ambientali di terreno, per ciascun sondaggio, negli intervalli di campionamento di seguito ipotizzati: : 0,10 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 7,00-8,00 m, 9,00-10,00 m (fondo foro).

In base a quanto sopra riportato, complessivamente nelle due discariche verranno prelevati n. 167 campioni ambientali di terreno, di cui ne verranno analizzati n. 85 nel corso della fase 1 e, in riferimento alle prescrizioni del "Parere MATTM", un massimo di n. 82 nel corso della eventuale fase 2, per un

massimo totale di campioni da sottoporre ad indagine pari a 167.

Secondo quanto sopra detto, si procederà all'analisi dei campioni prelevati nei livelli più prossimi al p.c. 0,10 -1,00 m, 2,00-3,00 m, 4,00-5,00 m, 7,00-8,00 m, 9,00-10,00 m, i campioni prelevati nei restanti livelli saranno conservati, a cura dell' Affidataria, per procedere ad eventuali analisi successive (individuate come fase 2), qualora si rilevi uno stato di contaminazione nei livelli già analizzati.

6. 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 e dei profili sismici a rifrazione, mentre le seconde comprendono l'esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, l'installazione di piezometri, il prelievo di campioni ambientali di terreno/rifiuti/ prelievo di campioni di top soil, prelievo di campioni di acque di falda, oltre al prelievo di campioni geotecnici di terreno ed esecuzione di prove penetrometriche in sito.

Si prevede, inoltre, la realizzazione di un rilievo topografico dell'intera area (la somma della superficie totale delle sue discariche è pari a circa 1,5 ha); in tale rilievo saranno riportati, come di seguito descritto, gli allineamenti delle prospezioni geofisiche, nonché ubicazione dei punti di sondaggio e piezometri.

6.1. Sondaggi geofisici

Le indagini indirette (prospezioni geofisiche) previste, sono finalizzate alla definizione dell'esatta conformazione del corpo rifiuti, alla determinazione della sua volumetria totale ed all'individuazione di eventuali strutture metalliche interrate, Tramite tali indagini sarà inoltre possibile, accertare la presenza e localizzazione di percolato all'interno della discarica.

L'ubicazione degli stendimenti delle indagini indirette è indicativamente riportata nelle pertinenti carte di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche; in tali carte gli stendimenti, relativi alla tomografia elettrica ed alla sismica a rifrazione, sono coincidenti, questo allo scopo di incrociare ed integrare, le informazioni ricavate dall'esecuzione dei due tipi di indagine. Occorre sottolineare che nella discarica Malapezza 1 le indagini indirette dovranno essere utilizzate per determinare l'esatta ubicazione dei microsilos interrati, riempiti di rifiuti e dislocati sull'intera area; soltanto a seguito di tali determinazioni sarà possibile definire con precisione i punti di ubicazione dei sondaggi.

Dalle informazioni attualmente disponibili risulterebbe che la profondità massima del corpo rifiuti della discarica Malapezza 1 è di circa 30 m, mentre la discarica Malapezza 2 presenta una profondità massima del corpo rifiuti di circa 10 m. Pertanto, alla luce dei dati sopra citati, nonché tenuto conto della morfologia del corpo delle discariche, si ipotizza di realizzare gli stendimenti come di seguito riportati:

Discarica Malapezza 1	
N. stendimento (elettrici-sismici)	**Lunghezza (m)**
S7	90
S8	90
S9	90
S10	90
S11	190
S12	190

Discarica Malapezza 2	
N. stendimento (elettrici-sismici)	**Lunghezza (m)**
S1	100
S2	100
S3	100
S4	140
S5	140
S6	140

Tabella 6: Dettagli delle indagini indirette proposti nella discariche Malapezza 1 e Malapezza 2

Gli stendimenti verranno realizzati in modo da investigare le aree di pertinenza delle discariche e l'intero corpo delle stesse, estendendosi, qualora necessario, fino alle proprietà contigue.

Le ubicazioni e lunghezza degli stendimenti, come già riportato, sono da intendersi indicative, sarà cura

dell'Affidataria, a seguito di verifica dell'accessibilità lungo le direttrici indicate, procedere, in fase esecutiva, ad una corretta ubicazione degli stessi in situ, al fine di ottenere una restituzione corretta e più ampia possibile dei dati sopra richiesti.

Si fa presente, inoltre, che dalle informazioni attualmente disponibili risulterebbe che nella discarica Malapezza 2, è presente un' impermeabilizzazione fondo nonché delle pareti.

6.1.1. Tomografia elettrica

Tale tipologia di indagini, data la profondità di abbancamento dei rifiuti, risulta particolarmente indicata per la ricostruzione della morfologia del corpo discarica, 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 elettrodici 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.

Attrezzatura

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 0 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 potenze massime di 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).

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).

6.1.2. Sismica a rifrazione

L'indagine sismica a rifrazione ad onde di compressione, consiste nella energizzazione del sottosuolo e nella registrazione degli arrivi delle onde P, rifratte in corrispondenza di geofoni verticali. Tali geofoni saranno disposti secondo un allineamento e con interassi tra i gli stessi, tale da permettere un'adeguata profondità di indagine, La misura dei tempi di arrivo delle onde P ai diversi geofoni, consente di ricostruire l'andamento e la profondità del rifrattore, permette di calcolare le caratteristiche elastiche e dinamiche dei corpi investigati e di valutare le proprietà meccaniche e fisiche dei terreni, nonché la compattezza dei materiali attraversati dalle onde.

Mediante questo tipo di indagine si può risalire alla probabile composizione litologica di massima dei terreni, al loro grado di fratturazione, alla geometria delle prime unità sottostanti la coltre superficiale, alla profondità in cui si rivela eventualmente la roccia di fondo “(bedrock”) alla sua forma e talora alla profondità della falda freatica.

L'elaborazione dei dati sismici con un completo modello matematico bidimensionale, appoggiato da procedure iterative, consente di massimizzare la risoluzione e il dettaglio di ricostruzione del modello di velocità attribuito al terreno in esame.

Utilizzando quindi le distanze tra il punto di sparo e quello di ricezione e i tempi di primo arrivo dei segnali sismici, si ricavano le dromocrone (curve tempi-distanze), dalle quali si risale, tramite opportuno programma di calcolo, alle velocità reali nei singoli strati, al loro spessore, profondità, forma ed inclinazione.

L'indagine sismica a rifrazione in questione, verrà effettuata con "copertura" delle energizzazioni, tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale, nella profondità indagata.

Le lunghezze degli stendimenti dovranno essere, indicativamente, quelle riportate nelle precedenti tabelle, analoghe alle lunghezze usate per le indagini di tomografia elettrica; l’interdistanza tra i geofoni dovrà essere compresa tra e m.

Le energizzazioni dovranno essere eseguite mediante apposito fucile sismico, con spaziatura degli

spari, che dovrà essere di almeno un punto ogni tre stazioni geofoniche.

La configurazione di tali indagini indirette, riportate nelle pertinenti carte di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche, dovrà comunque essere verificata in campo, all'atto della loro realizzazione, in relazione alla morfologia della discarica ed in funzione di una restituzione corretta e più ampia possibile, dei dati sopra richiesti.

Attrezzatura

Per registrare le vibrazioni del terreno, si utilizzeranno geofoni del tipo elettromagnetico a bobina mobile con frequenza caratteristica di 10 Hz, che consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno. Questi ricevitori saranno collegati al sismografo tramite degli appositi cavi multipolari.

Per generare le onde sismiche dovrà essere utilizzato, come sopra detto, un apposito fucile sismico. L'impulso di sparo verrà trasmesso immediatamente al sismografo per consentire una registrazione sincronizzata al tempo 0.

Per la registrazione simultanea degli impulsi sismici rilevati dai geofoni è necessario l'utilizzo di una strumentazione elettronica multicanale, a bassissimo rumore interno, ad alta velocità di campionamento, dotata di supporto magnetico per la registrazione dei dati ottenuti, dopo opportuna amplificazione, filtraggio e conversione analogico/digitale.

Modalità esecutive ed elaborazione dati

L'elaborazione dei dati verrà realizzata mediante software ad elevata valenza diagnostica, in grado di fornire i valori dei parametri di velocità, relativi ai rifrattori individuati, per ogni stazione geofonica (ad esempio software che utilizzi il metodo "GRM"- Generalized Reciprocal Method, Palmer '80),

I profili sismici a rifrazione, dovranno essere elaborati con metodo tomografico e dovranno essere rappresentati attraverso sezioni a celle quadrate di lato 2,0 metri, con scala colorimetrica 0-3,000 m/s (velocità sismica delle onde P); per ciascuna sezione, nella parte superiore, si dovrà riportare il grafico delle dromocrone.

6.2. Sondaggi meccanici

Al termine della fase di indagini indirette, sarà eseguita una campagna di indagini dirette, finalizzata al prelievo di campioni di terreno/rifiuto, 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.

Tale piano prevede complessivamente l'esecuzione di n, 17 sondaggi a carotaggio continuo, di cui n. 7 da attrezzare a piezometro. I sondaggi saranno approfonditi fino alle profondità sopra indicate nel capito 5 e riportate nelle tabelle 4 e 5. La localizzazione cartografica dei punti di sondaggio è schematizzata nelle pertinenti carte di cui all'Elaborato n. 2 - Carte Tematiche.

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.

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.

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.

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.

6.2.1. Attrezzatura per l'esecuzione dei sondaggi

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 I = 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.

6.2.2. 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.

6.2.3. 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 menti dal fondo, perdite d'acqua ecc.;
- riproduzione fotografica della carota/campione;
- avvenimenti degni di nota.

Riguardo alla stratigrafia, per ciascuno strato dovranno essere 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.

Di seguito in Tabella 7 si riporta, il dettaglio dei sondaggi da realizzare nelle due discariche, distinti a seconda della tipologia, ovvero piezometri e sondaggi.

Discarica	Sondaggi	Piezometri
Malapezza 1	4	4
Malapezza 2	6	3
Totale	10	7

Tabella 7: dettaglio dei sondaggi da realizzare

6.2.4. Cassette 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.

6.3. Allestimento piezometri e misure di falda

Come detto in precedenza, n. 7 dei 17 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.

6.3.1. 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 ±0,5 centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a ±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.

6.4. Prelievo campioni geotecnici e Prove SPT

6.4.1. Prelievo campioni geotecnici

Durante la realizzazione dei sondaggi si prevede il prelievo di campioni indisturbati per la valutazione

in laboratorio delle caratteristiche geotecniche dei terreni. Nello specifico sarà eseguito il prelievo di n. 2 campioni su n. 8 sondaggi dei 17 previsti; i sondaggi e la profondità dei campionamenti saranno valutate in situ nel corso della realizzazione degli stessi.

Complessivamente, si prevede il prelievo di n. 16 campioni indisturbati di terreno.

Il campionamento verrà effettuato con campionatore a pareti sottili Shelby.

I prelievi saranno eseguiti dopo aver effettuato adeguata stabilizzazione delle pareti del foro e aver pulito il fondo del foro da eventuali detriti. Ultimata l'infissione del campionatore, quest'ultimo deve essere estratto usando gli accorgimenti necessari per staccare il campione dal terreno sottostante e per ridurre il disturbo dovuto alla decompressione ed al risucchio. I contenitori e fustella potranno essere di plastica o di acciaio (inox zincato o plastificato) secondo il tipo di campionatore usato.

In linea di massima il diametro utile dei campioni indisturbati sarà compreso tra 70 e 95 mm, I campioni prelevati potranno essere conservati nello stesso tubo o contenitore di prelievo, ripulito alle estremità, sigillato ermeticamente facendo uso di paraffina.

Sui contenitori dovrà essere applicata una targhetta adesiva sulla quale sarà indicato il cantiere di lavoro, il numero identificativo del sondaggio, la quota del prelievo, la data e il tipo di carotiere usato, Tali dati dovranno essere riportati anche sulla stratigrafia del sondaggio.

6.4.2. Esecuzione prove SPT

Sul corpo delle discariche si prevede inoltre di effettuare prove di tipo Standard Penetration Test (SPT) discontinue; si prevede di eseguire, n. 3 prove SPT in n. 7 sondaggi dei 17 previsti, diversi da quelli nei quali saranno eseguiti i campionamenti geotecnici, per un totale di n. 21 prove; le profondità di esecuzione delle prove saranno valutate in situ nel corso della realizzazione delle stesse.

L'esecuzione delle prove SPT è finalizzata alla ricerca di orizzonti a diversa resistenza meccanica e presenza di vuoti, la prova fornisce informazioni circa il grado di addensamento e le caratteristiche di resistenza meccanica e di deformabilità dei terreni/rifiuti.

La prova SPT consiste nell'infissione a percussione di una speciale punta conica o di un particolare campionatore a pareti grosse (Campionatore Raymond split spoon), la quale consente di valutare la resistenza meccanica del terreno alla penetrazione, in base al numero di colpi infissi da un apposito maglio per un dato avanzamento. Nell'esecuzione della prova si dovrà rilevare il numero di colpi (N_{SPT}), portati da un apposito maglio, necessari ad infiggere nel terreno, alla base del sondaggio, la punta conica o il campionatore, per 3 tratti consecutivi, ciascuno di 15 cm. Il valore di N_{SPT} è dato dalla somma del numero di colpi ottenuti per il 2° e 3° tratto.

La prova viene sospesa quando il numero dei colpi N_{SPT}, per un tratto di 15 cm, supera 50. In tal caso si annota la penetrazione (in cm) ottenuta con 50 colpi: tale valore rappresenta il "Rifiuto".

Le fasi da seguire sono le seguenti:

- prima di eseguire la prova è necessario controllare con scandaglio la quota del fondo del foro,

confrontandola con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente eseguita. Può risultare dal controllo che la quota misurata sia più alta per effetto di reflussi del fondo del foro o per decantazione di detriti in sospensione. Se tale differenza supera 7 cm la prova non può essere eseguita; si deve pertanto procedere ad un'ulteriore manovra di pulizia;

- calare a fondo del foro la batteria di prova. La quota di inizio della prova SPT deve corrispondere a quella misurata mediante il controllo di cui sopra che, come detto, può coincidere con quella di perforazione o pulizia ma può anche essere (fino a 7 cm) superiore. L'eventuale affondamento del campionatore, per peso proprio e delle aste, deve essere annotato ma è già parte integrante dei 45 cm complessivi di infissione;
- procedere all'infissione contando ed annotando il numero dei colpi del maglio, fino ad un massimo di 50 colpi per ogni tratto di 15 cm. Il ritmo di percussione sarà compreso tra 10 e 30 colpi al minuto;
- ad estrazione avvenuta il campione prelevato viene misurato, descritto, trascurando l'eventuale parte alta costituita da detriti, sigillato in adatto contenitore ed inviato al laboratorio;
- in presenza di materiali molto compatti o ghiaie grossolane si adotterà la particolare punta conica.

Dal valore di NSPT sarà possibile ricavare, mediante correlazioni di tipo empirico, parametri quali la densità relativa e l'angolo d'attrito e anche la resistenza a compressione uniassiale in caso di terreni a grana fina. Mediante particolari abachi e correlazioni sarà anche possibile ricavare parametri circa la deformabilità dei terreni in questione.

6.5. 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.

6.6. 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 contenuta entro +/-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.

7. CAMPIONAMENTO AMBIENTALE

I campioni ambientali di terreno/rifiuti destinati alle prove di laboratorio, accuratamente imballati saranno inviati dall'Affidataria la 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.

7.1. Prelievo campioni di terreno

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. 17 campioni (arrotondati per eccesso).

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 contradditorio), 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.

7.1.1. Prelievo campioni di Top Soil

Preliminarmente all'esecuzione dei sondaggi ambientali, in corrispondenza di alcuni punti di ubicazione di questi, si dovrà procedere al prelievo nello strato più superficiale del terreno (0-10 cm), di n. 5 campioni di top soil di terreno; dei quali n. 2 presso la discarica Malapezza 1 e n. 3 campioni presso la

discarica Malapezza 2.

I punti di ubicazione dei sondaggi in cui effettuare i suddetti campionamenti saranno valutati in situ, nel corso della realizzazione degli stessi, in accordo con Ente di controllo preposto.

I medesimi accorgimenti e precauzioni messi in atto per i campionamenti di cui sopra dovranno essere usati per il prelievo dei campioni di top soil.

Il prelievo di tali campioni sarà effettuato, nelle modalità e nei quantitativi tali da permettere le determinazioni analitiche di seguito riportate, in accordo con il laboratorio d'analisi incaricato.

Ogni campione sarà prelevato in triplice aliquota di cui una per le indagini da condurre a cura dell'Affidataria, una di scorta ed una per l'archivio a disposizione dell'Ente di Controllo. L'aliquota sulla quale, l'Ente di Controllo, vorrà operare le validazioni delle analisi, sarà confezionata in contradditorio con questi. Le aliquote di scorta e quelle di archivio non acquisite dall'ente territorialmente competente, saranno conservate dall'Affidataria, ad idonea temperatura, 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.

7.2. Prelievo campioni di acque sotterranee e operazioni sui piezometri

Da ciascuno dei n. 7 piezometri realizzati, dovrà essere effettuato un campionamento delle acque di falda, secondo le modalità di seguito riportate.

7.2.1. 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.

7.2.2. Prelievo campioni dl 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, potranno essere impiegati i 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. 7 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.

7.2.3. 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 ±0.5 centimetri e la profondità del pozzo con precisione pari a ±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.

7.2.4. 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.

7.3. Modalità di campionamento del percolato

Secondo quanto riportato nel paragrafo 2.2, il sito di Malapezza 2 è dotato di un sistema di regimazione del percolato presente all'interno del corpo dei rifiuti, al fine di valutarne le caratteristiche chimico-fisiche ed in ottemperanza alle prescrizioni del citato "Parere MATTM" si effettuerà un prelievo del liquido presente nel serbatoio di accumulo. Di contro per il sito di Malapezza 1 si provvederà ad eseguire un prelievo dal punto SM01-PZMA attrezzato a piezometro ed istallato in uno dei micro silos presenti. Per entrambi i campioni si provvederà ad eseguire le determinazioni chimico-fisiche previste nel paragrafo 8.4. I campioni saranno prelevati secondo le metodologie previste dal metodo APA CNR IRSA 1030 Man 29 2003.

7.4. 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)l 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 j 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 dj 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.

Campioni di acqua

I campioni delle acqua 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.

8. 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 utilizzati, 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, Colonna A, Allegato 5 al 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 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. 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 8: 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,

Di seguito si riportano le analisi di laboratorio previste in relazione alle diverse matrici da indagare.

8.1. Analisi da effettuare sui campioni di terreno

Le analisi sui campioni prelevati secondo quanto specificato nei paragrafi precedenti saranno finalizzate al calcolo delle concentrazioni degli elementi contaminanti ai sensi della Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Su una percentuale significativa dei campioni prelevati e analizzati, ovvero su quelli risultati maggiormente contaminati, verranno inoltre eseguite analisi di classificazione secondo il Nuovo Catalogo Europeo dei Rifiuti ai sensi della Decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii. e analisi finalizzate alla verifica dell'ammissibilità dei terreni in discarica, ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010 (Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica), attuativo del D.Lgs. n. 36 del 13 Gennaio 2003.

I risultati delle analisi sul tal quale saranno utilizzate inoltre anche per considerazioni sulla tossicità e nocività dei rifiuti speciali ai sensi della Tabella 1.1, Delibera Comitato Interministeriale 27.07.1984 (Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti).

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.

8.1.1. 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.

In Tabella 9 si riporta la lista degli analiti da ricercare nei campioni di terreno.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità fase 1	Quantità fase 2
Parametri Fisici	pH	u. pH	85	82
	Contenuto d'acqua	%	85	82
	Peso dell'unità di volume	g/cm³	85	82
	Granulometria	%	85	82
	Residuo a 105 °C	%	85	82
	Residuo a 600°C	%	85	82
Composti Inorganici	Antimonio	mg/kg	85	82
	Arsenico	mg/kg	85	82
	Berillio	mg/kg	85	82
	Cadmio	mg/kg	85	82
	Cobalto	mg/kg	85	82
	Cromo totale	mg/kg	85	82
	Cromo VI	mg/kg	85	82
	Mercurio	mg/kg	85	82
	Nichel	mg/kg	85	82
	Piombo	mg/kg	85	82
	Rame	mg/kg	85	82
	Selenio	mg/kg	85	82

	Composti Organo-Stannici	mg/kg	85	82
	Tallio	mg/kg	85	82
	Vanadio	mg/kg	85	82
	Zinco	mg/kg	85	82
	Cianuri	mg/kg	85	82
	Fluoruri	mg/kg	85	82
Composti Aromatici	Benzene	mg/kg	17	16
	Etilbenzene	mg/kg	17	16
	Toluene	mg/kg	17	16
	Xilene	mg/kg	17	16
	Stirene	mg/kg	17	16
Aromatici Policiclici	Benzo(a)antracene	mg/kg	17	16
	Benzo(a)pirene	mg/kg	17	16
	Benzo(b)fluorantene	mg/kg	17	16
	Benzo(k)fluorantene	mg/kg	17	16
	Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	17	16
	Crisene	mg/kg	17	16
	Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	17	16
	Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	17	16
	Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	17	16
	Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	17	16
	Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	17	16
	Indenopirene	mg/kg	17	16
	Pirene	mg/kg	17	16
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Clorometano	mg/kg	17	16
	Diclometano	mg/kg	17	16
	Triclorometano	mg/kg	17	16
	Cloruro di Vinile	mg/kg	17	16
	1,2 Dicloroetano	mg/kg	17	16
	1,1 Dicloroetilene	mg/kg	17	16
	Tricloroetilene	mg/kg	17	16
	Tetracloroetilene (PCE)	mg/kg	17	16
Alifatici Clorurati non Cancerogeni	1,1 Dicloroetano	mg/kg	17	16
	1,2 Dicloroetilene	mg/kg	17	16
	1, 1,1 Tricloroetano	mg/kg	17	16
	1,2 Dicloropropano	mg/kg	17	16
	1,1,2 Tricloroetano	mg/kg	17	16
	1,2,3 Tricloropropano	mg/kg	17	16
	1,1,2,2-Tetracloroetano	mg/kg	17	16
Alifatici Alogenati Cancerogeni	Tribromometano	mg/kg	17	16
	1,2-Dibromoetano	mg/kg	17	16
	Dibromoclorometano	mg/kg	17	16
	Bromodiclorometano	mg/kg	17	16
Fitofarmaci	Alaclor	mg/kg	85	82
	Aldrin	mg/kg	85	82
	Altrazina	mg/kg	85	82
	Alfa-esacloroesano	mg/kg	85	82
	Beta-esacloroesano	mg/kg	85	82
	Gamma-esacloroesano (Lindano)	mg/kg	85	82
	Clordano	mg/kg	85	82
	DDD, DDT, DDE	mg/kg	85	82
	Dieldrin	mg/kg	85	82
	Endrin	mg/kg	85	82
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	mg/kg	17	16
	1,2 Dinitrobenzene	mg/kg	17	16
	1,3 Dinitrobenzene	mg/kg	17	16
	Cloronitrobenzeni	mg/kg	17	16
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	mg/kg	17	16
	1,2 Diclorobenzene	mg/kg	17	16
	1,4 Diclorobenzene	mg/kg	17	16
	1,2,4 Triclorobenzene	mg/kg	17	16
	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	mg/kg	17	16
	Pentaclorobenzene	mg/kg	17	16
	Esaclorobenzene	mg/kg	17	16

Fenoli non Clorurati	Metilfenolo (o-, m-, p-)	mg/kg	17	16
	Fenolo	mg/kg	17	16
Fenoli Clorurati	2 Clorofenolo	mg/kg	17	16
	2,4 Diclorofenolo	mg/kg	17	16
	2,4,6 Triclorofenolo	mg/kg	17	16
	Pentaclorofenolo	mg/kg	17	16
Ammine Aromatiche	Anilina	mg/kg	17	16
	o-Anisidina	mg/kg	17	16
	m-Anisidina	mg/kg	17	16
	Difenilammina	mg/kg	17	16
	p- Toluidina	mg/kg	17	16
Idrocarburi	Idrocarburi leggeri C<12	mg/kg	17	16
	Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg	17	16
Altre Sostanze	TOC	%	85	82
	Amianto	mg/kg	17	16
	Esteri dell'acido ftalico	mg/kg	17	16
Diossine e Furani	sommatoria PCDD PCDF	Kg I-TEQ/kg	17	16
	PCB	mg/kg	17	16

Tabella 9: 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 17025. 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 75/2011.

Come anticipato in precedenza, verranno effettuate anche analisi sull'eluato per determinare la tipologia di discarica idonea al conferimento dei terreni caratterizzati, nell'ipotesi che tale necessità si rendesse necessaria. Tali analisi, effettuate ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010, saranno eseguite su 1 campione ogni 2 punti di sondaggio, quindi, essendo il numero totale di punti di sondaggio pari a 17, si eseguiranno n. 9 analisi sull'eluato (arrotondate per eccesso).

Analita	U.M.	Quantità
Arsenico	mg/l	9
Bario	mg/l	9
Cadmio	mg/l	9
Cromo Totale	mg/l	9
Rame	mg/l	9
Mercurio	mg/l	9
Molibdeno	mg/l	9
Nichel	mg/l	9
Piombo	mg/l	9
Antimonio	mg/l	9
Selenio	mg/l	9
Zinco	mg/l	9
Cloruri	mg/l	9
Fluoruri	mg/l	9
Solfati	mg/l	9
Indice Fenolo	mg/l	9
DOC	mg/l	9
TDS	mg/l	9

Tabella 10: Set di analiti da ricercare nell'eluato di campioni di terreno, ai sensi del Decreto MATTM 27 settembre 2010

Nel caso in cui, in corso d'opera, vengano identificati ulteriori parametri, correlati con le attività specifiche svoltesi nelle aree specifiche, non ancora individuati, le relative analisi saranno eseguite sull'aliquota del campione appositamente conservato.

8.2. Analisi sui campioni "top soil"

Sui n. 5 campioni "top soil" (0 - 10 cm) prelevati in entrambe le discariche, saranno determinati gli analiti riportati in Tabella 11.

Analita	U.M.	Quantità
Amianto	mg/kg	5
Diossine e Furani	Kg I-TEQ/kg	5
PCB	mg/kg	5

Tabella 11: Set di analiti da ricercare sul tal quale di campioni "top soil"

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. 024711 IA/12 del 25.07.2002. La metodica idonea da utilizzare è quella della diffrattometria 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, 77, 81, 101, 105, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 180 e 189.

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, D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., 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. 024711 IA/12 del 25.07.2002. La metodica idonea da utilizzare è quella della diffrattometria 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..

8.3. Analisi sui campioni di acque sotterranee

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	unità	7
	Conducibilità elettrica	µS/cm	7
	Potenziale redox	mV	7
	0_2 disciolto	mg/l	7
	Temperatura	°C	7
	BOD5	mg/l	7
	COD	mg/l	7

	TDS	mg/l	7
Metalli	Alluminio	µg/l	7
	Antimonio	µg/l	7
	Argento	µg/l	7
	Arsenico	µg/l	7
	Berillio	µg/l	7
	Cadmio	µg/l	7
	Cobalto	µg/l	7
	Cromo totale	µg/l	7
	Cromo V1	µg/l	7
	Ferro	µg/l	7
	Mercurio	µg/l	7
	Nichel	µg/l	7
	Piombo	µg/l	7
	Rame	µg/l	7
	Selenio	µg/l	7
	Manganese	µg/l	7
	Tallio	µg/l	7
	Zinco	µg/l	7
Inquinanti Inorganici	Boro	µg/l	7
	Fluoruri	µg/l	7
	Cianuri liberi	µg/l	7
	Ammoniaca	µg/l	7
	Solfati	µg/l	7
	Nitriti	µg/l	7
Composti Organici Aromatici	Benzene	µg/l	7
	Etilbenzene	µg/l	7
	Stirene	µg/l	7
	Toluene	µg/l	7
	para-Xilene	µg/l	7
Policiclici Aromatici	Benzo(a)antracene	µg/l	7
	Benzo(a)pirene	µg/l	7
	Benzo(b)fluorantene	µg/l	7
	Benzo(k,)fluorantene	µg/l	7
	Benzo(g, h, i,)perilene	µg/l	7
	Crisene	µg/l	7
	Dibenzo(a)pirene	µg/l	7
	Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	7
	Indeno(1,2,3 c,d)pirene	µg/l	7
	Pirene	µg/l	7
Alifatici Clorurati Cancerogeni	Clorometano	µg/l	7
	Triclorometano	µg/l	7
	Cloruro di vinile	µg/l	7
	1,2-Dicloroetano	µg/l	7
	1,1-Dicloroetilene	µg/l	7
	Tricloroetilene	µg/l	7
	Tetracloroetilene (PCE)	µg/l	7
	Esaclorobutadiene	µg/l	7
Alifatici Clorurati non Cancerogeni	1,1 -Dicloroetano	µg/l	7
	1,2-Dicloroetilene	µg/l	7
	1,2-Dicloropropano	µg/l	7
	1,1,2-Tricloroetano	µg/l	7
	1,2,3-Tricloropropano	µg/l	7
	1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l	7
Alifatici Alogenati Cancerogeni	Tribromometano	µg/l	7
	1,2-Dibromoetano	µg/l	7
	Dibromoclorometano	µg/l	7
	Bromodiclorometano	µg/l	7
Nitrobenzeni	Nitrobenzene	µg/l	7
	1,2-Dinitrobenzene	µg/l	7
	1,3-Dinitrobenzeni	µg/l	7
	Cloronitrobenzeni	µg/l	7
Clorobenzeni	Monoclorobenzene	µg/l	7
	1,2 Diclorobenzene	µg/l	7

	1,4 Diclorobenzene	µg/l	7
	Triclorobenzene	µg/l	7
	Tetraclorobenzene	µg/l	7
	Pentaclorobenzene	µg/l	7
	Esaclorobenzene	µg/l	7
Fenoli e Clorofenoli	2-clorofenolo	µg/l	7
	2,4 Diclorofenolo	µg/l	7
	2,4,6 Triclorofenolo	µg/l	7
	Pentaclorofenolo	µg/l	7
Ammine Aromatiche	Anilina	µg/l	7
	Difenilamina	µg/l	7
	P-toluidina	µg/l	7
Fitofarmaci	Alaclor	µg/l	7
	Aldrin	µg/l	7
	Atrazina	µg/l	7
	Alfa-esacloroesano	µg/l	7
	Beta-esacloroesano	µg/l	7
	Gamma-esacloroesano (Linciano)	µg/l	7
	Clordano	µg/l	7
	DD, DDT, DDE	µg/l	7
	Dieldrin	µg/l	7
	Endrin	µg/l	7
Diossine e Furani	Sommatoria PCDD/ PCDF	g I-TEF/l	7
Altre Sostanze	PCB	µg/l	7
	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	7
	Amianto	µg/l	7
	TOC	µg/l	7

Tabella 12: 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.

I parametri PCB, amianto, diossine e furani, Composti Aromatici, IPA, Alifatici clorurati, Alifatici alogenati cancerogeni, Nitrobenzeni, Clorobenzeni, Fenoli e clorofenoli, Ammine aromatiche e Idrocarburi totali verranno ricercati sul 30% dei campioni di acque prelevato, ovvero su n, 2 campioni.

In particolare, la determinazione degli idrocarburi totali sarà eseguita nel rispetto

delle linee guida ISPRA di cui alla pubblicazione 123/2015.

8.4. Analisi del percolato

Come già in precedenza riportato di procederà al prelievo di n. 2 campioni di percolato, uno per ciascun sito, da sottoporre ad indagine chimico-fisiche per la determinazione dei parametri analitici di cui alla seguente tabella.

Gruppo	Analita	U.M.	Quantità
Parametri Fisici	pH	unità	2
	Conducibilità elettrica	µS/cm	2
	Potenziale redox	mV	2
	0_2 disciolto	mg/l	2
	Temperatura	°C	2
	BOD5	mg/l	2
	COD	mg/l	2
	TDS	mg/l	2
Metalli	Alluminio	µg/l	2

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

	Triclorobenzene	µg/l	2
	Tetraclorobenzene	µg/l	2
	Pentaclorobenzene	µg/l	2
	Esaclorobenzene	µg/l	2
Fenoli e Clorofenoli	2-clorofenolo	µg/l	2
	2,4 Diclorofenolo	µg/l	2
	2,4,6 Triclorofenolo	µg/l	2
	Pentaclorofenolo	µg/l	2
Ammine Aromatiche	Anilina	µg/l	2
	Difenilamina	µg/l	2
	P-toluidina	µg/l	2
Diossine e Furani	Sommatoria PCDD/ PCDF	g I-TEF/l	2
Altre Sostanze	PCB	µg/l	2
	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	µg/l	2
	Amianto	µg/l	2
	TOC	µg/l	2

Tabella 13: Set di analiti da determinare sui campioni di percolati di discarica

8.5. Prove ed analisi geotecniche di laboratorio

Sui n. 16 campioni indisturbati di terreno prelevati con campionatore Shelby dovranno essere eseguite le analisi e prove geotecniche di laboratorio di seguito elencate:

- Analisi granulometrica;
- Determinazione del peso di unità di volume;
- Determinazione del contenuto d'acqua;
- Determinazione del grado di saturazione;
- Determinazione del peso specifico dei granuli;
- Determinazione del coefficiente di permeabilità in cella edometrica, 0 Determinazione del contenuto di sostanza organica.

Inoltre dalle determinazioni di cui sopra dovranno essere ricavate le grandezze di stato:

- porosità totale;
- indice dei vuoti;
- peso di volume secco.

Le metodiche da utilizzarsi per la determinazione delle caratteristiche fisico meccaniche dovranno essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali (CNR-UNI, ASTM/ AASHTO, BS e Raccomandazioni A.G.I.), se esistenti; in assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentabile la validità della procedura utilizzata.

9. 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.

10. 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 operare in parallelo sulle due discariche, si prevede un impegno complessivo di 118 giorni naturali e consecutivi.