



REGIONE SICILIA

PFTE del Termovalorizzatore di Palermo



Mandante



Mandatari

Ing.
Corrado Pecora

iBi studio

PROGETTAZIONE DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA, CSP, REDAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA E DEL PEF DI MASSIMA CON OPZIONE DI AFFIDAMENTO DEI SERVIZI DI DIREZIONE LAVORI E DI CSE

REALIZZAZIONE TERMOVALORIZZATORE DI PALERMO

Opere civili
Piano Indagini Ambientali
Capitolato delle Indagini

Stazione Appaltante		Direttore della Progettazione	Progettista	Scala:
RUP S.Cocina	DEC P.Frisenda	C.Turrini Crew	E.co Srl	N/A

Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
A	EMISSIONE	E.co Srl	E.co Srl	C.Turrini	2 Ottobre 2025

Num. Documento: XXX-PA-EEC-PF-AM-030109-04[A]

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. SINTESI DELLE INDAGINI	2
3. CAPITOLATO DELLE INDAGINI	2
4. INDAGINI AMBIENTALI.....	2
4.1. MODALITA' E TECNOLOGIE D'ESECUZIONE DELLE INDAGINI AMBIENTALI	3
4.2. MODALITA' DI PRELIEVO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI TERRENO.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
4.2.1. ESECUZIONE DEI POZZETTI ESPLORATIVI E CAMPIONAMENTO	4
4.2.2. ESECUZIONE DEI SONDAGGI AMBIENTALI.....	5
4.2.3. CRITERI DA ADOTTARE PER L'ANALISI DEI TERRENI	7
4.2.4. CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI TERRENO.....	8
4.3. MODALITA' DI PRELIEVO E CONSERVAZIONE DELLE ACQUE SOTTERANEE	9
4.4. ANALISI DI LABORATORIO	11

1. PREMESSA

Nel quadro della progettazione di fattibilità tecnico-economica, finalizzato alla realizzazione del termovalorizzatore di Catania, è stato redatto il presente piano di indagini ambientali.

Il fine primario delle indagini proposte è quello di approfondire le conoscenze ambientali a supporto della progettazione di fattibilità tecnico-economica delle opere.

Le modalità operative ed i requisiti tecnici di tutte le indagini indicate seguiranno quanto indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto della Regione Sicilia, che si allega al presente documento.

Si specifica che, a questo stadio della progettazione, l'esatta ubicazione ed il numero delle indagini sono da intendersi non definitive, in quanto saranno possibili e variazioni che potranno essere previste in corso d'opera dalla Direzione Lavori sentita la Stazione Appaltante.

Inoltre, in base alle evidenze stratigrafiche, potrà essere modificato il numero di campioni e la loro esatta profondità, nonché il numero e la tipologia delle prove in sito e delle prove di laboratorio previste.

2. SINTESI DELLE INDAGINI

Le indagini previste sono indicate, in estrema sintesi, nella tabella seguente. Sono previste sia indagini dirette, vale a dire sondaggi geognostici, sia indirette, ossia prospezioni geofisiche.

Termovalorizzatore di Catania		
Tipo di indagine	N°	Profondità / Lunghezza [m]
AMBIENTALI		
Sondaggi ambientali	7	25 - 30
Pozzetti esplorativi	5	2-3

Tabella 1: Riepilogo delle indagini geognostiche ed ambientali proposte.

3. CAPITOLATO DELLE INDAGINI

Le modalità operative ed i requisiti tecnici di tutte le indagini indicate seguiranno quanto indicato nel Capitolato Speciale d'Appalto della Regione Sicilia, che si allega al presente documento.

4. INDAGINI AMBIENTALI

Di seguito si indicano le modalità di esecuzione dei pozzetti esplorativi, dei sondaggi ambientali, dei piezometri, nonché le modalità di prelievo dei campioni (terreno e acqua).

La qualità dei risultati delle analisi chimiche può essere fortemente compromessa da una esecuzione non corretta delle fasi di perforazione, campionamento, conservazione e trasporto dei campioni, occorre quindi che queste attività siano sottoposte ad un controllo di qualità mirato a garantire:

- l'assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento e prelievo;
- la pulizia degli strumenti e attrezzi usati per la perforazione;
- l'assenza di perdite di sostanze inquinanti dalle attrezzature utilizzate per lo scavo, la perforazione e dalle pareti dei campionatori;
- la protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- un'adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- l'assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- l'assenza in qualunque fase di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze.

Per ogni attività prevista e descritta di seguito, dovrà essere espressamente individuato il Responsabile della stessa, che garantirà le corrette modalità esecutive.

4.1. MODALITA' E TECNOLOGIE D'ESECUZIONE DELLE INDAGINI AMBIENTALI

L'Appaltatore dovrà eseguire le indagini ambientali con l'impiego di attrezzature adeguate alla natura del lavoro garantendo la presenza continua di un assistente tecnico e con personale specializzato ed in numero sufficiente per completare i lavori/servizi entro il termine contrattuale.

Il posizionamento planimetrico delle indagini da eseguire è rappresentato in prima istanza dalle planimetrie di ubicazione allegate alla presente ma potrà essere modificata in fase di esecuzione dalla Direzione Lavori sentita la stazione appaltante. Sarà cura dell'Appaltatore individuare i punti sul terreno e mantenere i segnali predisposti ed i capisaldi topografici di appoggio.

Le piste di accesso alle singole postazioni e le piazzole sono a carico dell'Appaltatore così come, la sistemazione finale del terreno compreso lo spostamento dei serbatoi di decantazione fanghi, lo smaltimento dei residui compresi i fluidi di perforazione.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire i lavori/servizi senza arrecare danni dovuti a conduzione impropria del lavoro.

È a carico dell'Appaltatore il trasporto, la conservazione e successiva rimozione delle cassette catalogatrici contenenti le carote estratte nel corso della perforazione che dovranno essere, al termine della stessa, trasportate e conservate per tutta il periodo dei lavori in un apposito riparo, in un sito prossimale all'area dei lavori, non accessibile da esterni, protette dal sole e dalle intemperie, e disposte in maniera tale da renderle facilmente ispezionabili dalla Direzione dei lavori.

Durante lo svolgimento delle perforazioni necessarie per prelevare i campioni di terreno idonei alla definizione dello stato ambientale di quella matrice, è necessario svolgere una serie di attività parallele il cui scopo è quello di fornire conoscenze aggiuntive a quelle che verranno fornite dall'analisi chimica dei campioni stessi. Tali attività sono essenzialmente: - redazione di log stratigrafici, - screening dei composti volatili.

I log stratigrafici sono la registrazione su carta della successione litologica incontrata durante la perforazione. Essi vengono redatti di norma su appositi moduli in cui le informazioni vengono inserite dal geologo di campo. Trattandosi di un documento che costituisce la memoria visiva dell'intera attività di perforazione, esso deve contenere informazioni dettagliate e complete. Le informazioni che non devono

manca per ciascuna perforazione sono: - nome e/o codice del progetto/lavoro - nome della ditta di perforazione, - ubicazione del sondaggio (coordinate o schema semplificato del luogo) con assegnazione di un nome o codice identificativo, - data di inizio e ultimazione - metodo di perforazione e tipo di avanzamento (a secco, ad acqua, con fango, ecc.), - profondità e diametro di perforazione, diametro finale del foro, - sequenza litologica incontrata con descrizione delle caratteristiche (granulometria, colore, umidità, presenza di materiale organico, ecc.), - proprietà organolettiche del terreno e evidenze di sostanze inquinanti, - presenza e profondità della falda acquifera, rapporti idraulici tra le varie litologie e individuazione delle unità idrogeologiche, - profondità di esecuzione di prove idrauliche in foro - profondità di ubicazione dei punti di screening sui gas interstiziali, - profondità di prelievo dei campioni per analisi granulometriche, - profondità di prelievo dei campioni per analisi chimiche di laboratorio.

4.1.1. ESECUZIONE DEI POZZETTI ESPLORATIVI E CAMPIONAMENTO

L'esecuzione dei pozzetti per l'indagine ambientale dei terreni sarà preceduta da una verifica *de visu* della presenza di eventuali sottoservizi. Qualora venissero individuati nel corso delle indagini in sito, potrà essere necessario apportare delle variazioni alla posizione dei pozzetti, fermo restando che ogni modifica sarà concordata con la Direzione Lavori sentita la Stazione Appaltante.

L'esecuzione dei pozzetti esplorativi dovrà essere eseguita con la massima accortezza con mezzi meccanici e/o manualmente in presenza di sottoservizi. Lo scavo con pala meccanica dovrà essere effettuato con l'ausilio di un operatore a terra che assista, munito di idonei utensili (piccone, badile, ecc.), allo scavo e possa verificare la presenza di eventuali sottoservizi. Il mezzo meccanico impiegato dovrà essere tale da garantire il raggiungimento della profondità compresa tra 2.00 e 3.00 m dal p.c. Il ricorso allo scavo manuale non potrà avvenire per profondità superiori a 1,5 m dal p.c. in assenza di appropriati sistemi di protezione delle pareti dello scavo.

Lo scavo dovrà avvenire in maniera tale da preservare le proprietà dei terreni investigati, consentire la ricostruzione litostratigrafica e la raccolta di campioni rappresentativi.

Il mantenimento dello scavo aperto per la durata del campionamento comporta l'obbligo di adeguati provvedimenti contro infortuni e danni a terzi, rispettando la normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro. Completate le indagini, lo scavo dovrà essere completamente richiuso con lo stesso materiale precedentemente asportato. L'occlusione definitiva degli scavi deve essere condotta ripristinando lo stato dei luoghi, mediante compattazione per strati, in modo da non alterare il naturale deflusso delle acque superficiali e/o sotterranee e non pregiudicare la stabilità dei rilevati e delle scarpate interessate e/o di manufatti posti in prossimità.

L'Appaltatore è tenuto a garantire la presenza a tempo pieno in cantiere da personale qualificato (Responsabile delle indagini).

Per la formazione dei campioni da ciascun pozzetto esplorativo si farà ricorso a campioni compositi prelevati da cumuli di terreno omogeneo.

Il terreno scavato da ciascun pozzetto esplorativo verrà abbancato, sopra un telo di polietilene che verrà rinnovato per ciascun punto di prelievo, in modo da formare 1 cumulo posto ad una distanza idonea dal ciglio dallo scavo (non meno di 1 m) al fine di non pregiudicare la stabilità dello stesso. Dal cumulo

dovranno essere prelevati minimo 8 incrementi al fine di ottenere un campione medio composito che per quartatura darà il campione finale da sottoporre ad analisi chimica.

Ogni singolo incremento che andrà a comporre il campione dovrà essere uguale agli altri in termini di volume e peso. In particolare, si procederà unendo tutti gli incrementi che comporranno il campione (preventivamente omogeneizzati), successivamente, con l'aiuto di una paletta di acciaio inossidabile, o con palette usa e getta, si omogeneizzerà il campione manualmente. Si opererà tramite quartatura, fino a completa omogeneizzazione del campione. La quantità del campione finale non dovrà essere inferiore a 2,5 kg, e comunque sufficiente al prelievo delle aliquote previste.

Nella formazione del campione medio composito occorre tenere presente alcuni accorgimenti, in particolare:

- identificare e scartare materiali estranei che possano alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- al fine di ottenere un campione omogeneo e rappresentativo, la frazione granulometrica superiore ai 2 cm sarà scartata in campo.
- suddividere il campione in più parti omogenee, adottando metodi di quartatura riportati nella normativa (IRSA-CNR, Quaderno 64 del gennaio 1985);

Il Responsabile delle operazioni di campionamento deve anche descrivere eventuali evidenze visive e olfattive di inquinamento e particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili dalle pareti dello scavo. Possibili campioni volti all'individuazione di eventuali contaminazioni ambientali (come nel caso di evidenze organolettiche) dovranno essere prelevati con il criterio puntuale.

Da ciascun pozzetto verrà prelevato n.5 (cinque) campioni medi dai pozzetti a profondità di 3.00 m e n.3 (tre) campioni medi dai pozzetti a profondità di 2.00 m, i quali dovranno essere rappresentativi e dai quali verranno confezionate n.3 aliquote (una da destinare alle analisi di laboratorio, una per le autorità di controllo eventualmente richiesta in fase di campionamento ed una per le possibili analisi di verifica come testimone).

4.1.2.ESECUZIONE DEI SONDAGGI AMBIENTALI

L'esecuzione dei sondaggi ambientali per l'indagine dei terreni sarà preceduta da una verifica de visu della presenza di eventuali sottoservizi. Qualora fossero individuati sottoservizi nel corso delle indagini in sito, potrà essere necessario apportare delle variazioni alla posizione dei sondaggi, fermo restando che ogni modifica sarà concordata con la Direzione dei Lavori sentita la stazione appaltante.

I sondaggi dovranno essere eseguiti mediante perforazione a carotaggio continuo, che consiste nella perforazione del terreno mediante un carotiere avvitato all'estremità inferiore della batteria di perforazione, formate da una serie di aste avvitate tra loro. Il carotiere taglia una corona di terreno lasciandone intatta la parte cilindrica centrale (carota) che viene distaccata dal sottostante terreno e portata alla superficie ed appoggiata in apposite cassette catalogatrici. Le modalità esecutive del sondaggio saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di materiale rappresentativo (carote). La tecnica di perforazione deve essere adattata alla tipologia e alla natura del terreno, mediante la scelta appropriata dell'apparecchiatura, del tubo carotiere, della corona, della velocità di avanzamento. Il diametro da utilizzare sarà pari ad almeno 101 mm; la perforazione dovrà essere eseguita a velocità

ridotta per evitare il surriscaldamento del terreno, ottenere carote indisturbate riducendo l'attrito tra aste e terreno e rigorosamente a secco, mantenendo le "battute" di dimensioni omogenee e non superiori a 50 cm. Al fine di evitare l'immissione di contaminanti di superficie in profondità, si dovranno sostenere le pareti del foro con tubazione di rivestimento provvisorie del diametro di 152 mm.

È necessario segnalare e registrare ogni eventuale venuta d'acqua del foro, specificando la profondità, quantificando l'entità del flusso ed eseguire misure del livello piezometrico in corrispondenza delle più significative variazioni di ciascun orizzonte stratigrafico attraversato al fine di rilevare eventuali variazioni dei livelli idrici. Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, eseguire la misura del livello piezometrico a fine giornata e proteggere il foro da eventuali contaminazioni esterne; registrare il livello piezometrico anche il giorno successivo alla ripresa delle operazioni di perforazione.

Al termine della perforazione i fori di sondaggio dovranno essere opportunamente richiusi, ripristinando anche la pavimentazione con conglomerato bituminoso a freddo; l'onere sarà a completo carico dell'Appaltatore.

Particolare attenzione e cura andrà posta nelle operazioni di decontaminazione delle attrezzature utilizzate per il prelievo dei terreni e delle acque sotterranee, e precisamente:

- gli strumenti e le attrezzature impiegati nelle diverse operazioni devono essere costruiti con materiali e modalità tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali e del materiale di riporto e l'eventuale concentrazione delle sostanze contaminanti;
- le operazioni di prelievo dei campioni devono essere compiute evitando la migrazione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata;
- controllare l'assenza di perdite di oli lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento; nel caso di perdite verificare che queste non producano contaminazione del terreno prelevato; riportare comunque le informazioni nel verbale di giornata;
- alla fine di ogni perforazione bisogna decontaminare tutti gli attrezzi e gli utensili che operano in superficie, mentre gli attrezzi e gli utensili che operano in profondità nel perforo devono essere decontaminati ad ogni "battuta" in modo da evitare fenomeni di contaminazione incrociata o perdita di rappresentatività del campione;
- prima di operare il prelievo garantire la pulizia di strumenti, attrezzi e utensili di perforazione rimuovendo completamente, sia internamente che esternamente, i materiali potenzialmente inquinanti che potrebbero aderire alle pareti degli strumenti; tali operazioni dovranno essere compiute mediante l'uso di idropulitrice con acqua in pressione e getti di vapore acqueo;
- in tutte le operazioni di decontaminazione sarà utilizzata acqua non contaminata di origine certa (es. acquedotto pubblico);
- nel maneggiare le attrezzature dovranno essere utilizzati guanti puliti per prevenire il diretto contatto con il materiale estratto (usare guanti monouso);
- per garantire che dopo le operazioni di decontaminazione l'acqua e l'umidità presenti sulle pareti esterne ed interne delle apparecchiature evaporino naturalmente, ricorrere all'uso alternato di due carotieri; nel caso in cui le condizioni climatiche non garantiscano l'evaporazione, procedere all'asciugatura con carta da filtro esente da contaminazione;

- in caso di pioggia durante le operazioni di estrazione è necessario garantire che il campione non sia modificato dal contatto con le acque meteoriche; le operazioni di prelievo possono essere eseguite solo nel caso si garantisca una adeguata protezione delle attrezzature e delle aree su cui sono disposti i campioni;
- per la decontaminazione delle attrezzature deve essere predisposta un'area delimitata e impermeabilizzata, posta ad una distanza dall'area di campionamento sufficiente ad evitare la migrazione dell'inquinamento delle matrici campionate;
- tutte le acque derivanti dall'attività di decontaminazione dell'attrezzatura saranno stoccate in appositi contenitori (bulk), caratterizzate e successivamente smaltite ai sensi del DLgs 152/06.

4.1.3. CRITERI DA ADOTTARE PER IL CAMPIONAMENTO DEI TERRENI

I materiali provenienti dallo scavo dei pozzetti e le carote prelevate dai sondaggi e disposte nelle cassette catalogatrici, rappresentano i terreni che vengono utilizzati per la formazione dei campioni di materiale da rilevato, suolo e sottosuolo.

Il materiale utilizzato nella formazione del campione (porzione di più carote/materiale scavo pozzetti) deve essere omogeneizzato sul telo e prelevato sulla base delle tecniche di quartatura per ottenere un campione rappresentativo dell'intero strato individuato. Le operazioni di formazione del campione devono essere effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione.

Le attività di campionamento, ai sensi di quanto riportato nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del DLgs 152/06, devono rispettare alcune condizioni di base per potere ottenere campioni che rappresentino correttamente la situazione esistente nel sito.

In particolare:

- la composizione chimica del materiale prelevato non deve essere alterata a causa di surriscaldamento, di dilavamento o di contaminazione da parte di sostanze e/o attrezzature durante il campionamento;
- la profondità del prelievo nel suolo deve essere determinata con la massima accuratezza possibile;
- l'estrusione della carota dovrà avvenire senza utilizzo di fluidi;
- i terreni prelevati dalla carota alloggiata nella cassetta catalogatrice saranno appoggiati sopra un telo di polietilene che verrà rinnovato ad ogni prelievo;
- i campioni saranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox; la paletta di acciaio, dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, sarà lavata e infine asciugata con carta.

Per ogni posizione di prelievo è necessario eseguire preventivamente un rilievo stratigrafico di massima, allo scopo di evidenziare le variazioni dei materiali attraversati della sezione da campionare, non trascurando quelli con evidenze organolettiche anomale.

Il campione di terreno dovrà essere prelevato dalla carota estratta dopo le osservazioni standard (classificazione litologica, colore, consistenza ecc.) e aver effettuato l'adeguata documentazione fotografica. La descrizione della stratigrafia deve essere effettuata a cura di un Geologo (responsabile delle indagini) con provata esperienza nel campo delle indagini ambientali.

Nella formazione dei campioni da inviare alle analisi di laboratorio occorre tenere presente alcuni accorgimenti, in particolare:

- identificare e scartare materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- omogeneizzare il campione per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti;
- al fine di ottenere un campione omogeneo e rappresentativo la frazione granulometrica superiore ai 2 cm sarà scartata in campo;
- suddividere il campione in più parti omogenee, adottando metodi di quartatura riportati nella normativa (IRSA-CNR, Quaderno 64 del gennaio 1985);
- il contenitore in cui riporre il campione deve essere adeguato alle caratteristiche dell'inquinante e deve essere conservato in luogo adeguato a preservarne inalterate le caratteristiche chimico-fisiche.

La quantità di ciascun campione finale (caratterizzazione ambientale) non dovrà essere inferiore a 2,5 kg, e comunque sufficiente al prelievo delle aliquote previste.

Il responsabile delle operazioni di campionamento deve anche descrivere eventuali evidenze visive e olfattive di inquinamento e particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili dalla carota.

Le cassette catalogatrici utilizzate per la raccolta delle carote andranno fotografate, con una scala di riferimento e un numero di catalogazione con data e numero del sondaggio.

Dovranno essere prelevati da ciascun sondaggio complessivamente n.3 campioni così suddivisi:

- Campione 1 – prelevato a – 1.00 mt da piano campagna. Nel caso in fase di indagine si osservino situazioni stratigrafiche che possano distorcere l'eventuale risultato delle misurazioni per effetto dell'eterogeneità del materiale, il campionamento composito dovrà essere attuato secondo le indicazioni impartite dalla D.L.
- Campione 2: prelevato ad un metro dalla frangia capillare;
- Campione 3: prelevato nella zona intermedia tra i due campioni precedenti.

Ciascun campione dovrà essere confezionato prelevando dalla carota minimo 6 incrementi (porzioni di carota) al fine di ottenere un campione medio composito rappresentativo dell'orizzonte individuato che per quartatura darà il campione finale da sottoporre ad analisi chimica. Ogni singolo incremento che andrà a comporre il campione dovrà essere uguale agli altri in termini di volume e peso.

In particolare, si procederà unendo tutti gli incrementi che comporranno il campione (preventivamente omogeneizzati), successivamente, con l'aiuto di una paletta di acciaio inossidabile, o con palette usa e getta, si omogeneizzerà il campione manualmente. Si opererà tramite quartatura, fino a completa omogeneizzazione del campione. La quantità del campione finale non dovrà essere inferiore a 2,5 kg, e comunque sufficiente al prelievo delle aliquote previste.

Ogni campione sarà prelevato in triplice aliquota (di cui una da destinare alle analisi di laboratorio, una per le autorità di controllo eventualmente richiesta in fase di campionamento ed una per le possibili analisi di verifica come testimone).

4.1.4. CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI TERRENO

La scelta del contenitore in cui riporre il campione va effettuata in funzione delle caratteristiche dell'inquinante ricercato, in modo da garantire la minore interazione tra le sostanze inquinanti e le pareti

del contenitore. Per l'aliquota del campione destinata alla ricerca di metalli possono essere impiegati anche contenitori in polietilene. I contenitori devono essere completamente riempiti di campione, sigillati, contrassegnati esternamente evidenziando il nome del progetto, numero di incrementi che hanno concorso alla formazione del campione, il nome del punto di prelievo, la profondità di campionamento a cui si riferisce il campione, la data e l'ora di prelievo e firma del Responsabile delle indagini.

Dopo la formazione del campione lo stesso va immediatamente trasferito all'interno di frigo box termici mantenuto a 4°C con panetti refrigeranti congelati, fino al definitivo recapito (entro 24 ore) presso il laboratorio di analisi che dovrà essere accreditato ACCREDIA.

L'elenco dei campioni inviati al laboratorio e delle analisi chimiche previste verrà riportato su apposita scheda (Catena di Custodia) che accompagnerà i campioni nella spedizione.

4.1.5. MODALITA' DI PRELIEVO E CONSERVAZIONE DELLE ACQUE SOTTERANEE

Durante l'esecuzione dei sondaggi ove si prevede il condizionamento a piezometro, terminata la fase di campionamento dei terreni si dovrà procedere secondo le seguenti modalità:

- alesaggio del foro di perforazione di diametro pari a 101 mm al diametro minimo di 180 mm;
- realizzazione del piezometro mediante tubi piezometrici in PVC di diametro interno minimo pari a 3", microfessurati e ciechi. Se il piezometro non deve essere posato a fondo del foro, prima dell'installazione, il foro deve essere riempito, (ritirando man mano i rivestimenti) fino alla quota 0.5 ÷ 1.5 m più in basso di quella di installazione del piezometro, con miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a presa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro. Indicativamente una miscela costituita da 30÷50 parti in peso di cemento, 6÷10 di bentonite e 100 di acqua, può essere considerata adeguata nei terreni medi. Una volta avutasì la presa, il foro dovrà essere accuratamente lavato con acqua pulita (previo degrado nel caso di presenza di fango a polimeri), interponendo se necessario un sottile tappo di palline di bentonite e ghiaietto per stabilizzare il tetto della miscela plastica.

L'installazione seguirà le seguenti fasi:

- a) prima di estrarre il rivestimento provvisorio si laverà l'interno del foro con abbondante acqua pulita;
- b) posa di uno strato di spessore 0.5 m di sabbia grossa pulita ($\varnothing=1 - 4$ mm);
- c) discesa a quota del piezometro assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e finestrati prevista dalla Direzione dei Lavori. Nel caso di piezometri collegati a mezzo di tubi rigidi o semirigidi (PVC), comunque in spezzoni aggiuntabili senza filettatura, le giunzioni devono essere sigillate con teflon, loctite, ecc. e nastrate in modo da garantire la perfetta tenuta. Il tratto finestrato dovrà essere protetto con geosintetico (tessuto non tessuto) e l'estremità inferiore del tubo sarà chiusa con apposito tappo di fondo. Le fessure avranno apertura ≤ 1 mm e la calza di geotessile avrà luce non superiore a 0.5 mm;
- d) posa di sabbia grossa ($\varnothing=1\div 4$ mm) pulita o materiale granulare pulito ($\varnothing=2\div 4$ mm) attorno al tubo fino a risalire di 1 m dall'estremità superiore del tratto finestrato, ritirando man mano la colonna

- di rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il piezometro non risalga assieme ai rivestimenti;
- e) posa del tappo impermeabile superiore, costituito da palline di bentonite preconfezionate ($\varnothing = 1 \div 2$ cm) in strati di 20 cm alternate a straterelli di ghiaietto di $2 \div 3$ cm, per lo spessore complessivo di 1 m, ritirando man mano i rivestimenti (senza l'ausilio della rotazione) e costipando sui livelli di ghiaietto;
 - f) f) riempimento del foro al di sopra del tappo impermeabile superiore fino alla sommità mediante miscela plastica identica a quella già menzionata, colata attraverso una batteria di tubi sottili ($3/8" \div 1/2"$) discesi al fondo del foro o utilizzando apposito tubicino (Rilsan) preassemblato esternamente al tubo in PVC. In alternativa si potrà colmare il tratto superiore dell'intercapedine con materiale limo-argilloso o sabbioso.
- L'estremità superiore dei tubi sarà protetta con apposito tappo;
- g) sistemazione e protezione del piezometro con la creazione di pozzetto in lamiera verniciata, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi; nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), in luogo del chiusino standard potrà essere installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente; Le chiavi relative alle teste dei pozzi dovranno essere opportunamente custodite e messe a disposizione della Direzione dei Lavori.
 - h) spurgo, collaudo del piezometro ed esecuzione della prima lettura significativa, da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra; a questa fase dovrà presenziare la Direzione dei Servizi che successivamente prenderà in consegna il piezometro. Per la lettura del livello dell'acqua si utilizzeranno sonde freaticometriche (scandagli elettrici). Lo spurgo dei piezometri sarà eseguito tramite sistema di air lift e le acque provenienti dallo spurgo saranno raccolte mediante autobotti o vasche di Nel corso della realizzazione dell'indagine dovrà essere descritto lo schema costruttivo del piezometro.

Le attività sopra elencate sono compensate con i prezzi di realizzazione dello stesso piezometro.

I campioni, come anche previsto dall'Allegato 2 al Titolo V, Parte Quarta del D.Lgs 152/06, saranno prelevati in modalità statica mediante campionatore monouso (bailer). Occorrerà evitare fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico.

Dovrà essere prelevato un campione da ciascun piezometro di monitoraggio/pozzo. Ogni contenitore - bottiglie da 1 litro di vetro scuro o bottiglie in HPDE, preventivamente decontaminate, e se necessario, verranno condizionate in sito secondo i metodi IRSA CNR, sarà contraddistinto da un'etichetta in cui si riporta il nome identificativo del punto di prelievo e la data di campionamento. L'aliquota per la determinazione dei metalli sarà sottoposta a filtrazione (in campo) con filtro da $0,45 \mu\text{m}$ al fine di rimuovere i solidi in sospensione la stabilizzazione acida a $\text{pH}=2$ con HNO_3 U.P. al fine di impedire la precipitazione dei metalli.

Per le modalità di conservazione dei campioni vale quanto già indicato in precedenza per i campioni di terreno. Al termine delle operazioni, tutti i materiali impiegati dovranno essere opportunamente decontaminati e/o smaltiti.

Ad ogni campagna di monitoraggio verrà approntata l'apposita scheda di campo ove saranno registrati i seguenti dati di campionamento:

- denominazione del campione (normalmente corrispondente al nome del piezometro/pozzo);
- data ed ora del campionamento;
- quota della testa pozzo;
- profondità della superficie freatica rispetto alla testa pozzo;
- eventuale presenza di prodotto in fase separata e suo spessore apparente;
- profondità del piezometro/pozzo;
- portata di emungimento dello spurgo;
- durata dello spurgo;
- volume indicativo di acqua rimossa durante lo spurgo;
- nome e cognome del Tecnico che ha effettuato il campionamento;
- eventuali altre note utili.

4.1.6.PIANO DI CAMPIONAMENTO

In totale saranno prelevati n. 42 campioni di terreno e n. 6 campioni di acque sotterranee per le analisi ambientali.

Per ulteriori dettagli si rimanda allo specifico elaborato: Piano di Campionamento.

4.1.7.ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi effettuate sui terreni per la ricerca degli elementi andranno condotte sulla frazione inferiore ai 2 mm e la concentrazione, espressa in mg/Kg, riferita alla sostanza secca. I limiti di riferimento per i materiali costituenti il suolo e sottosuolo, saranno quelli riportati alla Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5, Tab. 1 Colonna B del D.Lgs 152/06 e s.m.i. I limiti di riferimento per le acque sotterranee sono quelli riportati nella Tab. 2 dell'Allegato 5 Parte Quarta del D. Lgs 152/06 e s.mi.

Al termine delle analisi sarà compilato per ciascun campione il relativo Rapporto di Prova, datato e firmato dal Responsabile del Laboratorio che riporterà:

- Identificazione univoca del campione;
- Sigillo del campione;
- Elenco dei parametri con relativo risultato analitico;
- Metodo di riferimento utilizzato;
- Limite di quantificazione;
- Confronto delle risultanze di laboratorio con i limiti normativi di riferimento.

4.1.7.1. DETERMINAZIONE ANALITI PER CAMPIONI DI TERRENO

Su tutti i campioni di terreno destinati alla caratterizzazione ai sensi del D.P.R. 120/2017 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo), dovranno essere determinati

i parametri chimici e fisico-chimici previsti dal Set analitico minimale dall'Allegato 4 del medesimo provvedimento, secondo le metodiche ufficiali di cui al D.M. 13 settembre 1999 n. 185 e s.m.i., o, in alternativa, con le più aggiornate e ufficialmente riconosciute a livello nazionale ed europeo (UNI EN, EPA, ISO, CNR). La caratterizzazione dovrà consentire la verifica della conformità ai limiti di concentrazione per il riutilizzo come sottoprodotto e/o il conferimento a discarica autorizzata.

Parametri	Metodiche proposte
Metalli	
As, Cd, Co, Cr tot., Cr VI, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn	EPA 6020A 1998
Idrocarburi pesanti (C>12)	EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996
Amianto totale	CNR-IRSA-Q-64-App. 3 1996

Tabella 2: Tabella dei parametri e metodiche analitiche per l'analisi chimica dei terreni da sottoporre a caratterizzazione ai sensi del D.P.R. 120/2017

Su tutti i campioni di terreno da sottoporre a caratterizzazione ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte IV, Titolo V, dovranno essere determinati gli analiti indicati nell'Allegato 5, Tabella 1, mediante le metodiche di riferimento di cui al D.M. 13 settembre 1999 n. 185 e s.m.i., ovvero con le metodiche più aggiornate e ufficialmente riconosciute (UNI EN, EPA, ISO).

Parametri	Metodiche proposte
Metalli	
Sb, As, Be, Cd, Co, Cr tot., Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, Tl, V, Zn	EPA 6020A 1998
Cloruri totali	EPA 6020A 1998
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Nitrobenzeni, Clorobenzeni, Fenoli non clorurati, Fenoli clorurati, Ammine Aromatiche, Fitofarmaci, PCB, Esteri dell'acido ftalico (ognuno)	EPA 3545 1998 + EPA 8270D 1998
Diossine e Furani	EPA 1613B 1994
Idrocarburi leggeri (C<12), Solventi Organici Aromatici (BTEX), Alifatici clorurati cancerogeni, Alifatici clorurati non cancerogeni, Alifatici alogenati cancerogeni	EPA 5030C 2003 + EPA 8260B 1996
Idrocarburi pesanti (C>12)	ISO/TR Met A 11046 1994(E)
Amianto totale	CNR-IRSA-Q-64-App. 3 1996

Tabella 3: Tabella dei parametri e metodiche analitiche per l'analisi chimica dei terreni da sottoporre ad analisi ambientali

4.1.7.2. DETERMINAZIONE ANALITI PER CAMPIONI DI ACQUE SOTTERRANEE

Su tutti i campioni di acque sotterranee da sottoporre a caratterizzazione ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte IV, Titolo V, dovranno essere determinati gli analiti indicati nell'Allegato 5, Tabella 2, mediante le metodiche ufficiali di riferimento (D.M. 13 settembre 1999 n. 185 e s.m.i.) ovvero con le metodiche più aggiornate e riconosciute a livello nazionale e internazionale (UNI EN, EPA, ISO).

Analiti	Metodo proposto	Analiti	Metodo proposto
Metalli		Inquinanti inorganici	
Alluminio	EPA 6020A/98	Boro	6020A/98
Antimonio	EPA 6020A/98	Fluoruri	EPA 9056/94
Argento	EPA 6020A/98	Fluoruri	EPA 9056/94
Arsenico	EPA 6020A/98	Nitriti	EPA 9056/94
Berillio	EPA 6020A/98	Solfati	EPA 9056/94
Cadmio	EPA 6020A/98	Composti organici aromatici	
Cobalto	EPA 6020A/98	Benzene	EPA 8260B/96
Cromo totale	EPA 6020A/98	Etilbenzene	EPA 8260B/96
Cromo (VI)	EPA 7199/96	Stirene	EPA 8260B/96
Ferro	EPA 6020A/98	Toluene	EPA 8260B/96
Mercurio	EPA 6020A/98	para-Xilene	EPA 8260B/96
Nichel	EPA 6020A/98	Policiclici aromatici	
Piombo	EPA 6020A/98	Benzo[a]antracene	EPA 8270D/98
Rame	EPA 6020A/98	Benzo[a]pirene	EPA 8270D/98
Selenio	EPA 6020A/98	Benzo[b]fluorantene	EPA 8270D/98
Manganese	EPA 6020A/98	Benzo[k]fluorantene	EPA 8270D/98
Tallio	EPA 6020A/98	Benzo[g,h,i]perilene	EPA 8270D/98
Zinco	EPA 6020A/98	Crisene	EPA 8270D/98
Alifatici clorurati cancerogeni		Dibenzo[a,h]antracene	EPA 8270D/98
Cloro metano	EPA 8260B/96	Indeno[1,2,3-c,d]pirene	EPA 8270D/98
Triclorometano	EPA 5030C/03 + EPA 8260B/96	Pirene	EPA 8270D/98
Cloruro di vinile	EPA 8260B/96	Sommatoria (31, 32, 33, 36) tab 2 D.lgs 152/06	
1,2-dicloroetano	EPA 8260B/96	Alifatici clorurati non cancerogeni	
1,1-dicloroetilene	EPA 8260B/96	1,1-dicloroetano	EPA 8260B/96
Tricloroetilene	EPA 8260B/96	1,2-dicloroetilene	EPA 8260B/96
Tetracloroetilene	EPA 8260B/96	1,2-dicloropropano	EPA 8260B/96
Esaclorobutadiene	EPA 8260B/96	1,1,2-tricloroetano	EPA 8260B/96
Sommatoria organoalogenati		-1,2,3-tricloropropano	EPA 8260B/96
Alifatici alogenati cancerogeni		1,1,2,2-tetracloroetano	EPA 8260B/96
Tribromometano	EPA 8260B/96	Nitrobenzeni	

1,2-dibromoetano	EPA 8260B/96	Nitrobenzene	EPA 8270D/98
Dibromoclorometano	EPA 8260B/96	1,2-dinitrobenzene	EPA 8270D/98
Bromodichlorometano	EPA 8260B/96	1,3-dinitrobenzene	EPA 8270D/98
Clorobenzeni		1-cloro-2-nitrobenzene	EPA 8270D/98
monoclorobenzene		-1-cloro-3-nitrobenzene	EPA 8270D/98
1,2-diclorobenzene	EPA 8270D/98	1-cloro-4-nitrobenzene	EPA 8270D/98
1,4-diclorobenzene	EPA 8270D/98	Fenoli e clorofenoli	
1,2,4-triclorobenzene	EPA 8270D/98	2-clorofenolo	EPA 8270D/98
1,2,4,5-etraclorobenzene	EPA 8270D/98	2,4-diclorofenolo	EPA 8270D/98
Pentaclorobenzene	EPA 8270D/98	2,4,6-triclorofenolo	EPA 8270D/98
Esaclorobenzene	EPA 8270D/98	Pentaclorofenolo	EPA 8270D/98
Ammine aromatiche		Fitofarmaci	
Anilina	EPA 8270D/98	Alaclor	EPA 8270D/98
Difenilamina	EPA 8270D/98	Aldrin	EPA 8270D/98
p-Toluidina	EPA 8270D/98	Atrazina	EPA 8270D/98
Diossine e furani		Alfa-esacloroesano	EPA 3545/98 + EPA 8270D/98
Sommatoria PCDD, PCDF	EPA 8290 (HRGC/HRMS)	beta-esacloroesano	EPA 3545/98 + EPA 8270D/98
Altre sostanze		gamma-esacloroesano	EPA 3545/98 + EPA 8270D/98
PCB	EPA 8082A/00	clordano	EPA 8270D/98
Acrilammide	EPA 8316/94	DDD, DDT, DDE	EPA 3540-8270
Idrocarburi totali		Dieldrin	EPA 8270D/98
Espressi come n-esano	EPA 418.1/78	Endrin	EPA 8270D/98
Acido para-ftalico	-	Sommatoria fitofarmaci	-
Amianto totale Fibre (A> 10 mm)	CNR-IRSA-Q64-App 3 1996		

4.1.8. RELAZIONE TECNICO-DESCRITTIVA FINALE

A conclusione delle attività sarà redatta a firma del Geologo Abilitato, una Relazione descrittiva-tecnica di dettaglio delle attività di investigazione:

- Planimetrie con l'ubicazione dei punti di campionamento georeferenziati;
- Descrizione delle attività svolte, tipologia della sonda e dei campionatori utilizzati;
- Ricostruzione dell'assetto stratigrafico dei punti di indagine (sondaggi e pozzetti);
- Relazioni di cantiere predisposte e firmate dal Responsabile delle indagini di campo;

REALIZZAZIONE TERMOVALORIZZATORE DI PALERMO

- Schede tecniche descrittive delle attività svolte relative alle fasi di campionatura debitamente compilate;
- Documentazione fotografica dettagliata dei punti di prelievo, delle fasi di campionamento e delle cassette catalogatrici;
- Rapporti di prova in originale rilasciati dal Laboratorio accreditato;
- Descrizione delle indagini svolte in laboratorio (sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche) e dei relativi metodi utilizzati.

Tutti gli elaborati (relazione, schede, fotografie, planimetrie, ecc.) dovranno essere presentati in numero di 3 (tre) copie timbrate e firmate dal Responsabile delle Indagini, opportunamente raccolte in cartelle, e su supporto informatizzato, sia in formato pdf che editabile.