

ALLEGATO 1

**PROCEDURA DI GARA APERTA PER
L’AFFIDAMENTO DEI SERVIZI INERENTI LE
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E
AMBIENTALI IN ATTUAZIONE DEL PIANO DI
CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI
INTERESSE NAZIONALE DI PIANURA (NA)**

CIG 37379562DF

CUP F64J09000000001

CAPITOLATO TECNICO

Indice

1	FINALITÀ DELL’AFFIDAMENTO	4
2	OGGETTO DELL’AFFIDAMENTO E MODALITA’ DI ESECUZIONE DELLE ATTIVITA’	7
2.1	Suddivisione delle attività in Aree funzionali	10
2.2	Accesso alle aree per lo svolgimento delle attività.....	10
2.3	Attività che verranno svolte da ARPA Campania	10
3	SPECIFICHE TECNICHE PER I SONDAGGI AMBIENTALI ESTERNI ALLE AREE DI ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI	12
3.1	Requisiti generali	13
3.2	Ciclo di pulizia dell’attrezzatura.....	14
3.3	Posizionamento	15
3.4	Esecuzione dei sondaggi.....	15
3.5	Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di suolo	16
3.6	Standard Penetration Test (S.P.T.).....	18
4	SPECIFICHE TECNICHE PER I SONDAGGI GEOGNOSTICI ESTERNI ALLE AREE DI ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI	19
4.1	Requisiti generali	20
4.2	Posizionamento	20
4.3	Esecuzione dei sondaggi.....	21
4.4	Prelievo di campioni indisturbati per analisi geotecniche.....	22
4.5	Standard Penetration Test (S.P.T.).....	23
5	REALIZZAZIONE DI POZZI SPIA DI MONITORAGGIO	24
5.1	Programma di perforazione	24
5.2	Standard Penetration Test (S.P.T.).....	26
5.3	Tubi e filtri	26
5.4	Manto drenante.....	26
5.5	Isolamento delle falde - cementazioni.....	27
6	SPECIFICHE TECNICHE PER L’ESECUZIONE DELLE ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO	28
7	SONDAGGI NEL CORPO RIFIUTI.....	30
7.1	Requisiti generali	31
7.2	Esecuzione dei sondaggi e prelievo dei campioni per le analisi di laboratorio.....	32
7.2.1	Sondaggi verticali a 5 m. dal p.c.	32
7.2.2	Sondaggi verticali a 30, 50, 60 e 80m dal p.c.....	33
7.2.3	Sondaggi suborizzontali.....	34
8	PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO	36
8.1	Prova Lugeon	36
8.2	Prova Lefranc	37

9	PIEZOMETRI.....	39
10	MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI ACQUA.....	39
11	CAMPIONAMENTO PERCOLATO.....	40
12	RAPPORTO FINALE.....	40
13	IMPORTO DELLE PRESTAZIONI.....	40
	APPENDICE A.....	42
	APPENDICE B.....	44

1. FINALITÀ DELL’AFFIDAMENTO

Finalità dell’affidamento è la realizzazione delle indagini geognostiche, geotecniche e di caratterizzazione ambientale dell’area inclusa nella perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale di Pianura - Campania (di seguito abbreviato in SIN), perimetrato con D.M. prot. n. 4458/QdV/M/DI/B del 11.04.2008

Il Piano di Caratterizzazione del SIN “Pianura”, redatto da ARPA Campania, è stato approvato con Decreto prot. n. 13120/QdV/DI/VII/VIII del 11/06/2008, con le prescrizioni formulate dalla Conferenza di Servizi decisoria del 06/06/2008.

L’area perimetrata, che si estende su una superficie complessiva di circa 156 ettari nei territori amministrativi dei Comuni di Napoli e Pozzuoli, raggruppa due sub-aree a geometria irregolare.

La prima, posizionata nel settore occidentale, occupa una superficie complessiva di circa 142 ettari caratterizzata dalla presenza di cavità a cielo aperto prodotte dell’esercizio di attività estrattive di pozzolana.

Queste ultime, una volta esaurite, sono state adibite a impianti di discarica; nello specifico si individuano i seguenti impianti di gestione dei rifiuti:

- ✓ discarica abusiva in località Caselle Pisani;
- ✓ area ex discarica DI.FRA.BI.;
- ✓ area ex discarica Comunale;
- ✓ area ex discarica CITET.

La seconda sub-area, posizionata a Nord-Est del SIN e di superficie complessiva pari a circa 14 ettari, è contraddistinta a monte da un’ex cava di pozzolana e a valle da una depressione artificiale parzialmente riempita da rifiuti e materiali non controllati.

Di seguito si riportano le superfici delle suddette aree.

Aree	Superficie in m²
Ex discarica DI.FRA.BI.	243.000
Ex discarica COMUNALE (ante D.P.R. 915/82)	471.142
Discarica abusiva (loc. Casella Pisani)	19.930
Ex discarica “CITET”	49.063
Località SPADARI	140.000

Relativamente alla discarica abusiva Casella Pisani, nel luglio 2004, è stato redatto da ARPA Campania il Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.M. 471/99 e approvato, con prescrizioni, dal Comune di Napoli in Conferenza di Servizi del 12/07/2004.

Il Comune ha svolto le attività di caratterizzazione della discarica Casella Pisani, pertanto, quest’area non rientra nelle attività oggetto del presente affidamento.

Per la discarica DI.FRA.BI., nel 2009, la Sogesid S.p.A., su richiesta del MATTM e della Procura della Repubblica di Napoli, ha realizzato parte delle attività relative alla caratterizzazione delle suddetta discarica stralciandole dal Piano di Caratterizzazione; pertanto la caratterizzazione della DI.FRA.BI. rientra solo in parte nelle attività oggetto del presente affidamento. Di seguito si riporta una breve descrizione delle aree, considerate critiche e potenzialmente pericolose ai fini ambientali, ricadenti all’interno del SIN.

Discarica abusiva ubicata in località Casella Pisani

Si tratta di un ex cava dismessa, con superficie di circa 4.500 m², ricadente interamente nel territorio del Comune di Napoli e confinante con la vecchia discarica comunale, da cui è separata da una parete rocciosa verticale di limitato spessore.

La cava, interessata in passato da sversamenti abusivi di rifiuti di varia natura e mai classificati, è costituita da un canalone che si sviluppa per circa 100 metri in direzione NW SE che termina verso NW con una scarpata di alcune decine di metri.

L'area occupata dai rifiuti copre una superficie presunta di circa 3.500 m² ed è attualmente ricoperta da terreno vegetale sia in sommità sia lungo il fronte libero a Nord-Ovest.

A seguito di fenomeni di combustione dei rifiuti verificatisi nei mesi estivi del 2002 e 2003, si sono adottate sia azioni di messa in sicurezza di emergenza consistenti nel ricoprimento dell'area con terreno vegetale sia controlli delle emissioni prodotte in situ.

Tali controlli, eseguiti dal Centro Regionale Inquinamento Atmosferico (CRIA) dell'ARPA Campania, hanno permesso di riscontrare nel gas interstiziale prelevato nelle fosse la presenza di sostanze organiche (benzene, metiletilchetone, tricloroetilene) e di sostanze inorganiche (idrogeno solforato, acido cloridrico, ossidi di azoto - nitrati, fluoruri), probabilmente correlabili alla presenza di rifiuti di tipo industriale.

L'ARPA Campania ha predisposto nel luglio 2004 il Piano di Caratterizzazione della discarica abusiva, sviluppato ed eseguito dal Comune di Napoli. Sull'area è stata anche eseguita, dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), una campagna d'indagini e di monitoraggio finalizzata alla identificazione di eventuali anomalie geofisiche imputabili alla presenza di materiali metallici interrati, alla definizione dei volumi interessati mediante misure magnetometriche, alla ricostruzione della sequenza stratigrafia del sottosuolo e la continuità dei livelli meno permeabili e alla definizione delle caratteristiche geometriche, quali-quantitative degli ammassi di rifiuti, mediante tomografia elettrica.

La comparazione dei risultati delle indagini eseguite ha messo in evidenza anomalie in alcune aree per le quali, al fine di individuare le masse ferromagnetiche ed eventuali altri materiali inquinanti associati, è necessario procedere all'esecuzione di saggi di scavo.

Discarica controllata di 1° e 2° categoria "ex discarica DI.FRA.BI."

L'impianto di discarica, ricadente interamente nel Comune di Napoli e con superficie di circa 24,3 ettari, è stato autorizzato ai sensi del D.P.R. n. 915 del 1982 a partire dal 1984.

Ubicato in una grossa cavità prodotta dall'estrazione di pozzolana, è stata utilizzata, nel corso degli anni, per lo stoccaggio sia di rifiuti solidi urbani (R.S.U.) sia di rifiuti speciali pericolosi.

Nel 1994 la discarica è stata requisita del Prefetto di Napoli in qualità di Commissario di Governo, che ne ha affidato la gestione all'ENEA per affrontare lo stato d'emergenza rifiuti in Campania. Nel gennaio 1996 l'Organo Commissariale procedeva alla derequisizione dell'impianto e alla restituzione dello stesso alla Elektrica S.r.l. (già DI.FRA.BI. S.p.A.) per i lavori di sistemazione finale, conclusi nel gennaio 2001 con la sottoscrizione del certificato di collaudo.

In data 21.01.2008 l'area in esame è stata interessata da un provvedimento di sequestro probatorio da parte della Procura della Repubblica presso il Tribunale di Napoli, conclusosi con provvedimento di dissequestro e restituzione delle aree del 03.05.2010.

Le analisi sui pozzi spia dell'impianto DI.FRA.BI., oggetto di controllo da parte del Dipartimento Provinciale di Napoli dell'ARPA Campania a partire dal maggio 2006, evidenziano concentrazioni superiori ai limiti normativi nelle acque sotterranee relativi al ferro, manganese, zinco, fluoruri e arsenico.

Ex discarica comunale ante DPR n. 915/82

Utilizzata dalla seconda metà degli anni cinquanta fino al '84, l'attività di gestione della discarica comunale è antecedente al D.P.R. n. 915/82 e pertanto non conforme agli attuali criteri legislativi.

La presunta area della discarica, individuata mediante le indagini geofisiche e l'esame delle ortofoto, ricade nel territorio comunale di Pozzuoli a eccezione della zona immediatamente prospiciente l'ingresso (da via Montagna Spaccata) che ricade nel Comune di Napoli.

In particolare la discarica risulta ubicata nell'area del cratere Senga, il cui invaso colmato non risulterebbe, alla luce dei risultati delle tomografie geoelettriche effettuate, dotato degli idonei sistemi d'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti.

Attualmente l'area con morfologia sub pianeggiante, impegnata dalla discarica non più in esercizio, è occupata da una pista per l'allenamento di cavalli da corsa, da capannoni e da poche abitazioni sparse.

Discarica "ex CITET"

Si tratta di un'ex cava di pozzolana, di superficie pari a circa 4,9 ettari ubicata nel settore sud orientale del SIN e ricadente interamente nel territorio del Comune di Napoli; l'impianto coltivato a fronte unico, presenta un riempimento parziale del piazzale, con materiali d'ignota natura ricoperti da terreno su cui si è innestata una vegetazione spontanea.

Comprensorio ubicato in località Spadari

Il comprensorio in località Spadari, ricadente interamente nel Comune di Napoli, occupa una superficie complessiva di circa 14 ettari ed è contraddistinta da due siti:

un'ex cava di pozzolana, caratterizzata da un fronte gradonato che si raccorda con un piazzale sottostante, oggetto di sversamento incontrollato di rilevanti quantitativi di rifiuti a merceologia variabile

una depressione artificiale parzialmente riempita con materiali d'ignota natura.

2. OGGETTO DELL’AFFIDAMENTO E MODALITA’ DI ESECUZIONE DELLE ATTIVITA’

Le prestazioni d’opera, oggetto dell’affidamento finalizzato all’attuazione del Piano di Caratterizzazione del Sito di Interesse Nazionale di Pianura, riguardano le indagini ambientali e geognostiche previste nelle seguenti aree:

- ✓ ex discarica DI.FRA.BI.;
- ✓ ex discarica COMUNALE (ante D.P.R. 915/82);
- ✓ ex discarica CITET;
- ✓ località SPADARI.

I punti di campionamento, riportati nella cartografia allegata (cfr. Carta del Piano delle indagini), sono stati individuati nel citato Piano di Caratterizzazione e integrati in base alle prescrizioni della Conferenza di Servizi decisoria del 06/06/2008, alle risultanze delle indagini indirette e alle indicazioni di cui ai verbali di tavolo tecnico con ARPA Campania.

Tutte le attività dovranno essere svolte secondo le modalità dettagliate di seguito e quelle riportate nell’allegato “Protocollo Operativo”, redatto da ARPA Campania (che fa parte integrante e sostanziale del presente Capitolato).

Si precisa che riscontrando eventuali discordanze tra le prescrizioni contenute nel Piano di Caratterizzazione del SIN, nel Protocollo Operativo redatto da ARPA Campania e quelle riportate nel presente Capitolato, prevarranno queste ultime.

Il servizio oggetto dell’affidamento è costituito, in via esemplificativa, dalle seguenti attività:

- esecuzione di sondaggi geognostici e ambientali;
- messa in opera di piezometri;
- esecuzione di indagini in situ;
- campionamento dei suoli, acque di falda, rifiuti e sostanze organiche volatili;
- conservazione, trasporto, analisi geotecniche e geognostiche di laboratorio di una parte dei campioni sopra descritti (le analisi ambientali saranno svolte da ARPA Campania);
- consegna dei campioni presso i laboratori indicati dai tecnici dell’ARPA Campania.

Si riporta, di seguito, la sintesi delle indagini da eseguire:

Sorgenti di contaminazione	Tipo di indagine	Discarica ex Di.Fra.BI	Discarica "ante D.P.R. 915/82"	Discarica ex CITET	Area Spadari	TOTALI
Suolo	n. carotaggi a 15 m. dal p.c.			5	6	11
	<i>per n. campioni ambientali</i>			25	30	55
	<i>per n. campioni ambientali (base rifiuti)</i>	9	78	12	24	123
	n. carotaggi ambientali perimetrali a 150 m. dal p.c. (da allestire a piezometro) previsti da Arpac	5	10	6	11	32
	<i>per n. campioni ambientali</i>	49	88	63	109	309
	Realizzazione pozzi spia prof. 150 m - ϕ 300 mm	2	4	3	3	12
	<i>per n. campioni indisturbati da pozzi spia (n. 3 prelievi per sondaggio)</i>	6	12	9	9	36
	n. carotaggi geognostici a 150 m. dal p.c. (previsti da Sogesid) da allestire a piezometro	4	9	2	2	17
	<i>per n. campioni indisturbati</i>	12	27	6	6	51
	n. totale campioni suolo per analisi ambientali					487
	n. totale campioni suolo per analisi geotecniche					87
	n. campioni Top soil	2	5	6	8	21
	Prove penetrometriche dinamiche S.P.T. (ogni 5 m circa per i primi 35 m)	77	161	77	112	427
	Prove Lugeon (4 per invaso)		4	4	4	12
	Per n. 3 campioni indisturbati per ciascun sondaggio determinazione di: • granulometria • caratteristiche fisiche generali • prove di permeabilità	18	39	15	15	87
	Per n. 1 campione per ciascun sondaggio determinazione di: • compressione edometrica • compressione triassiale o taglio diretto	6	13	5	5	29
Prove per la determinazione delle curve caratteristiche idrauliche del terreno non saturo		8	4		12	
Acque	n. piezometri a 150 m	9	19	8	13	49
	n. totale campioni acque	14	28	18	28	88
	Prove di emungimento per ciascun punto d'acqua (n.2 campagne)	22	46	22	32	122
Rifiuti	n. carotaggi verticali a 5 m			10	20	30
	<i>per n. campioni di rifiuto</i>			6	12	18
	n. carotaggi verticali a 30 m				8	8
	<i>per n. campioni di rifiuto</i>				2 x 8	16
	n. carotaggi verticali a 50 m			4		4
	<i>per n. campioni di rifiuto</i>			4 x 4		16
	n. carotaggi verticali a 60 m		26			26
	<i>per n. campioni di rifiuto</i>		5 x 26			130
	n. carotaggi verticali a 80 m	3				3
	<i>per n. campioni di rifiuto</i>	7 x 3				21
	n. carotaggi sub orizzontali			8		8
<i>per n. campioni di rifiuto</i>			5 x 8		40	
n. totale campioni	21	130	62	28	241	
Percolato	n. totale campioni	6	52	8		66

Tabella 1 - Indagini dirette ambientali e geognostiche

Le attività saranno condotte nel rispetto delle "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" emanate dall'Associazione Geotecnica Italiana

(A.G.I.). Tali norme si danno per accettate da parte dell’Affidatario che dichiarerà con la sottoscrizione del contratto, di conoscerle perfettamente.

Prima dell’avvio delle indagini, saranno condotte tutte le attività necessarie affinché l’esecuzione delle stesse avvenga in condizioni di sicurezza per i lavoratori impegnati. In particolare, dovranno essere condotti interventi volti alla verifica della stabilità dei terreni della discarica da realizzarsi attraverso un rilievo geomorfologico di superficie, determinazione dei parametri geotecnici (angolo di attrito dei terreni, ecc), recinzione delle aree a rischio d’instabilità per impedirne l’accesso ai lavoratori.

L’impresa deve assicurare, a proprie spese, durante tutte le fasi di perforazione (installazione cantiere, perforazione, cementazione, ecc.) l’assistenza continuativa di un geologo durante tutte le fasi di indagine. Al fine di rispettare il cronoprogramma in appendice, dovranno essere utilizzate almeno quattro macchine di perforazione.

Tale requisito è elemento fondamentale per l’aggiudicazione delle attività.

Per una migliore gestione e un corretto svolgimento delle attività, entro sette (7) giorni dalla data di stipula del contratto l’Aggiudicatario dovrà presentare per approvazione da parte della Sogesid S.p.A., un “Programma dettagliato delle Attività” con indicazione settimanale delle attività che si intendono effettuare.

Il “Programma delle Attività” dovrà indicare, per ognuna delle settimane interessate:

le attività che saranno svolte;

le aree interessate;

il gruppo di lavoro, il tipo di personale, i mezzi e le attrezzature impiegati.

La Sogesid S.p.A. si riserva il diritto di apportare al Programma tutte le modifiche utili o necessarie per la corretta esecuzione del servizio e il coordinamento di tutti i soggetti interessati senza che ciò possa costituire titolo per il riconoscimento di maggiori oneri.

Al termine dovrà essere redatta una Relazione Descrittiva e degli elaborati grafici, così come specificato nel successivo paragrafo 12.

Tutti i dati dovranno essere forniti sia in versione cartacea che digitale in formato editabile, nel numero di un originale e n. 2 copie.

Le attività affidate dovranno essere eseguite con la più moderna strumentazione e con mezzi meccanici di nuova generazione, conformi alla Direttiva Macchine 2006/42/CE e al D. Lgs. n. 17/2010 e s.m.i., tali che la produttività assicuri la tempestiva ultimazione delle prestazioni richieste, da eseguire a perfetta regola d’arte e secondo le prescrizioni stabilite nel citato Capitolato Tecnico.

Le predette attività dovranno essere eseguite da personale specializzato ed efficacemente istruito, formato all’utilizzo della strumentazione idonea per lo svolgimento dei servizi di che trattasi e nel rispetto di adeguate procedure di sicurezza.

In ogni caso, l’Affidatario dovrà eseguire i servizi con personale tecnico e operativo di provata capacità e idoneo, per numero e qualità, alla perfetta esecuzione delle attività richieste dalla Sogesid S.p.A.

Tutte le attività analitiche dovranno essere gestite nel rispetto dei protocolli che assicurano la qualità del dato e tutte le attività previste dovranno essere condotte secondo le procedure di qualità definite dalle norme ISO 9001/2008.

Tutte le attività dovranno altresì essere svolte nel rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza (D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.).

L’Affidatario dovrà, pertanto, approntare tutte le misure (igienico-sanitarie, di protezione collettiva e individuale, di emergenza, ecc.) necessarie a svolgere in completa sicurezza le varie tipologie di attività, sia per il proprio personale incaricato sia per il personale esterno (personale Sogesid, ARPA Campania, Commissariato di Governo o altro Ente interessato) che potrà essere presente durante l’esecuzione del servizio.

2.1 Suddivisione delle attività in Aree funzionali

Ai fini di una più rapida esecuzione delle indagini, le attività sono state suddivise nelle seguenti Aree funzionali:

Area 1: indagini per la caratterizzazione della ex discarica DI.FRA.BI.;

Area 2: indagini per la caratterizzazione della ex discarica COMUNALE;

Area 3: indagini per la caratterizzazione della ex discarica CITET;

Area 4: indagini per la caratterizzazione della località SPADARI;

Area 5: sondaggi geognostici e pozzi spia.

Il dettaglio dei sondaggi da realizzare per la caratterizzazione di ciascun Area è riportato in Appendice B.

2.2 Accesso alle aree per lo svolgimento delle attività

Le autorizzazioni relative all’accesso alle aree oggetto d’indagine dovranno essere richieste a cura e spese dell’Aggiudicatario a esclusione di quelle sottoposte a sequestro. Limitatamente alle aree sottoposte a sequestro, la Sogesid S.p.A. provvederà a richiedere l’accesso per lo svolgimento delle attività in campo alla competente Procura della Repubblica. A tal proposito l’Aggiudicatario dovrà comunicare alla Sogesid S.p.A. i nominativi e i dati relativi al personale che sarà presente in campo nonché la tipologia, le targhe e/o le matricole dei mezzi d’opera che saranno impiegati. Per l’identificazione delle Ditte proprietarie delle aree interessate dalle attività del Piano di Caratterizzazione, è stato predisposto un elenco con i dati relativi ad ogni particella catastale, con le visure catastali e gli estratti di mappa. Tale documento verrà consegnato, da personale della Sogesid S.p.A., ai Concorrenti partecipanti alla gara, in sede di sopralluogo presso le aree interessate dalle indagini.

2.3 Attività che verranno svolte da ARPA Campania

Le analisi chimiche da condurre sui campioni di suolo, di acque, di rifiuti e di percolato saranno effettuate dalle strutture laboratoristiche dell’ARPA Campania e per esse saranno adottate le metodiche analitiche ufficiali.

L’ARPA Campania provvederà:

a fornire assistenza tecnica durante le fasi di sondaggio e di prelievo dei campioni ambientali;

all’esecuzione delle determinazioni analitiche di laboratorio sui campioni di suolo e sottosuolo, di rifiuto, di acque, di percolato;

alla restituzione dei medesimi risultati analitici;

alla stesura di una relazione/report finale che riassume i risultati ottenuti.

Le operazioni di campionamento dovranno essere eseguite seguendo quanto riportato nel Protocollo Operativo redatto da ARPA Campania e nel presente Capitolato.

Qualora vi siano discordanze tra quanto indicato nel citato Protocollo e il presente Capitolato, prevarrà quest'ultimo.

I campioni prelevati dovranno essere custoditi e conservati dall'Affidatario, che avrà anche il compito di suddividerli in base alla loro destinazione finale.

Lo stesso Affidatario, successivamente, provvederà a far recapitare ai laboratori dell'ARPA Campania i relativi campioni secondo le indicazioni impartite dal personale ARPA Campania presente in campo.

Le specifiche di conservazione, stoccaggio e trasporto dei campioni sono riportate nell'allegato Protocollo Operativo, al *paragrafo A.8*; eventuali variazioni/integrazioni saranno concordate tra l'ARPA Campania, la Sogesid S.p.A. e l'Affidatario.

3. SPECIFICHE TECNICHE PER I SONDAGGI AMBIENTALI ESTERNI ALLE AREE DI ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI

Sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche e delle indicazioni contenute nel Piano di Caratterizzazione, sono state stabilite la posizione e la profondità da raggiungere per ogni sondaggio. Contemporaneamente alla perforazione saranno prelevati campioni da sottoporre alle analisi ambientali e saranno realizzati rilievi e analisi di campo. I punti dove eseguire i sondaggi sono distribuiti come segue (cfr. Piano delle Indagini, Tavola 1):

- ✓ n. 11 sondaggi a carotaggio continuo spinti a una profondità di 15 m dal p.c. e ubicati all'esterno dell'area di abbancamento di rifiuti, come da allegata planimetria (cfr. Tavola 1);
- ✓ n. 32 sondaggi a carotaggio continuo spinti a una profondità di 150 m dal p.c. e ubicati all'esterno delle aree interessate dagli abbancamenti di rifiuti, come da allegata planimetria (cfr. Tavola 1), da allestire a piezometro.

Contemporaneamente alla perforazione saranno realizzate le seguenti prove:

su tutti i sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. ogni 5 metri per circa 35 m;

sulle falde idriche, prove di emungimento al fine di definire la conducibilità idraulica dei terreni costituenti l'acquifero;

sui tre invasi (ex discarica COMUNALE, discarica ex CITET e loc. SPADARI), 12 prove di permeabilità in foro tipo Lugeon o Lefranc (4 per invaso), secondo le caratteristiche dei terreni incontrati.

Si riporta di seguito, la sintesi delle indagini da eseguire all'esterno delle aree di abbancamento dei rifiuti:

Carotaggio ambientale a 15 m dal p.c.	11	All'esterno delle aree di abbancamento rifiuti, incluso lo screening della concentrazione di sostanze organiche volatili a mezzo di un fotoionizzatore portatile a ogni metro di perforazione.
Carotaggio ambientale-geognostico a 150 m dal p.c.	32	Sul perimetro esterno delle aree di abbancamento rifiuti, incluso lo screening della concentrazione di sostanze organiche volatili a mezzo di un fotoionizzatore portatile a ogni metro di perforazione.
Prelievo di campioni di terreno per analisi chimiche	364	Per ogni sondaggio ambientale a 150 m sono previsti: <ul style="list-style-type: none"> - 3 campioni per i primi cinque metri di profondità; - 1 campione a 10 metri; - ulteriori campioni ogni 20 metri di profondità oltre i 10 m di profondità. Per ogni sondaggio ambientale a 15 m sono previsti 5 campioni a sondaggio di cui: <ul style="list-style-type: none"> 3 campioni per i primi cinque metri di profondità; 1 campione a 10 metri; Un campione a fondo foro.
Prelievo campioni di Top soil	19	Da prelevare a parte e non dalla carota del sondaggio.
Analisi granulometrica sui campioni prelevati		
Standard Penetration Test (SPT)	224	Sui sondaggi a carotaggio continuo ogni 5 metri per i primi 35 metri di profondità.
Prova di emungimento	64	Su ciascun piezometro è prevista la realizzazione di due campagne d'indagine.
Allestimento piezometri a 150 m di prof	32	E' previsto l'allestimento a piezometro dei 29 sondaggi ambientali a 150 m dal p.c..
Prelievo di campioni d'acqua	64	Da ciascun piezometro saranno prelevati n. 2 campioni

		d'acqua, due volte l'anno (I e II campagna).
Prova di permeabilità (tipo Lugeon o Lefranc)	12	Sugli invasi delle ex discariche Comunale, Citet e loc. Spadari, si prevede l'esecuzione di quattro prove di permeabilità in foro per ciascun invaso (prove Lugeon o Lefranc); da prevedere eventuale infittimento lungo il perimetro, nel caso di disomogeneità dei risultati delle prime indagini
Rilievi e analisi di campo sui sondaggi a carotaggio continuo		Nel corso dell'indagine saranno realizzati i seguenti rilievi: - rilievo della profondità della falda acquifera in tubi opportunamente predisposti, eseguito per mezzo di scandagli elettrici, in concomitanza con l'esecuzione dei sondaggi, e fornitura della tabellazione o graficizzazione dei dati; - determinazione dei principali parametri chimico-fisici (pH, temperatura, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto) per mezzo di strumentazione portatile; - esecuzione di prove idrogeologiche: nei piezometri di nuova installazione saranno eseguite prove di ricarica dell'acquifero (Slug Test) al fine di caratterizzare l'area dal punto di vista idrogeologico. Le prove saranno analizzate con l'ausilio di software specialistici che permetteranno di ricavare i valori della conducibilità idraulica in corrispondenza di ciascun piezometro.
Preparazione, confezionamento e spedizione dei campioni ai laboratori incaricati delle analisi.		

Tabella 2 - Indagini ambientali all'esterno delle aree di abbancamento dei rifiuti

3.1 Requisiti generali

Tutte le fasi di perforazione, di allestimento a piezometro e di campionamento dovranno essere eseguite da personale specializzato dotato di strumentazione e attrezzature adeguate anche in funzionalità e pulizia.

Gli strumenti e le attrezzature impiegati nelle diverse operazioni dovranno essere costruiti con materiali e modalità tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali e la concentrazione delle sostanze contaminanti.

Si dovrà evitare la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata (*cross-contamination*) durante le operazioni di perforazione, allestimento e prelievo dei campioni.

A tal fine, saranno controllati i circuiti idraulici delle macchine e di tutte le attrezzature utilizzate durante le perforazioni e il campionamento per evitare le perdite di olio, lubrificanti, carburanti e altre sostanze; nel caso di perdite e/o fuoriuscite accidentali si dovrà accertare che queste non producano contaminazione del campione o del terreno.

Tutte le informazioni dovranno essere riportate nel *verbale di giornata*. Nei verbali dovrà essere riportato l'elenco e la descrizione dei materiali e delle principali attrezzature utilizzati durante le operazioni di prelievo.

Nella tabella 3 sono elencati i sondaggi con le relative profondità, il numero di campioni di terreno da prelevare e il numero di piezometri da realizzare in corrispondenza dei punti.

Occorre precisare che in accordo con la vigente normativa è previsto che il campionamento dei terreni riguardi unicamente la zona insatura.

Pertanto sulla scorta delle informazioni desunte dalla Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Campania, sono state ipotizzate, per ciascun sondaggio, delle profondità di perforazione (e il conseguente numero di campioni di terreno) che in ogni modo andranno verificate in campo, ferma restando la condizione di spingere la perforazione fino a intercettare la falda idrica.

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni ambientali	N. piezometri
Ex discarica DI.FRA.BI.			
AP _E 1	110	9	1
AP _E 2	150	11	1
AP _E 3	155	11	1
AP _E 4	110	9	1
AP _E 5	123	9	1
Ex discarica CITET			
AS _E 1	15	5	-
AS _E 2	15	5	-
AS _E 3	15	5	-
AS _E 4	15	5	-
AS _E 5	15	5	-
AP _E 6	130	10	1
AP _E 7	149	10	1
AP _E 8	140	10	1
AP _E 9	150	11	1
AP _E 10	155	11	1
A _I 18	150	11	1
Ex discarica COMUNALE			
AP _E 11	130	10	1
AP _E 12	101	8	1
AP _E 13	100	8	1
AP _E 14	105	8	1
AP _E 15	90	8	1
AP _E 16	95	8	1
AP _E 17	105	8	1
AP _E 18	100	8	1
A _I 53	150	11	1
A _I 54	150	11	1
Loc. SPADARI			
AS _E 6	15	5	-
AS _E 7	15	5	-
AS _E 8	15	5	-
AS _E 9	15	5	-
AS _E 10	15	5	-
AS _E 11	15	5	-
AP _E 19	107	8	1
AP _E 20	105	8	1
AP _E 21	125	9	1
AP _E 22	122	9	1
AP _E 23	125	9	1
AP _E 24	145	10	1
AP _E 25	200	13	1
AP _E 26	185	12	1
AP _E 27	168	11	1
AP _E 28	140	10	1
AP _E 29	140	10	1

Tabella 3 - Sondaggi ambientali esterni

3.2 Ciclo di pulizia dell'attrezzatura

Per la decontaminazione delle attrezzature dovrà essere predisposta un'area delimitata e opportunamente impermeabilizzata, posta a una distanza dall'area di prelievo

campionamento sufficiente a evitare la diffusione dell'inquinamento delle matrici campionate.

A fronte di quanto detto, saranno eseguiti i lavaggi di: carotiere, aste di perforazione e rivestimenti metallici, prima dell'inizio della perforazione e a ogni manovra di carotaggio; la pulizia dei contenitori e dell'impianto per l'eventuale acqua di circolazione di perforazione, prima dell'inizio di ogni sondaggio.

Alla fine di ogni perforazione saranno decontaminati tutti gli attrezzi e gli utensili che hanno operato sia in superficie sia in profondità. Tali operazioni saranno compiute con acqua in pressione per mezzo di una idropulitrice. Le apparecchiature e gli attrezzi dovranno essere asciugati mediante evaporazione naturale o in caso di condizioni climatiche avverse con carta assorbente (carta filtro) esente da contaminazione. In caso di eventi meteorici le operazioni di decontaminazione dovranno essere effettuate al riparo dalle acque di pioggia al fine di garantire assenza di alterazioni del campione. Utensili non facilmente pulibili (funi, guanti) dovranno essere sostituiti con nuovi al termine di ogni trivellazione. Al termine delle operazioni o in attesa di essere riutilizzati gli attrezzi e le apparecchiature decontaminati dovranno essere conservati in condizioni tali da evitare la contaminazione. Gli oneri per l'esecuzione del ciclo di pulizia dell'attrezzatura di perforazione sono a carico dell'Affidatario.

3.3 Posizionamento

Per tutte le stazioni previste dovranno essere fornite da parte dell'Affidatario esecutore delle indagini, l'ubicazione reale della stazione annotando e successivamente comunicando le coordinate di perforazione, così come di seguito riportato.

Il posizionamento sui punti di sondaggio dovrà avvenire tramite DGPS (Differential Global Positioning System) in modalità RTK.

Di ogni campagna di rilievo dovrà essere fornito il file Rinex. Ogni punto di perforazione verrà georeferenziato nel sistema UTM (ellissoide di riferimento WGS84) e quotato sul livello del mare.

La quota di ciascun piezometro dovrà essere misurata e riferita sia al piano campagna sia a bocca-pozzo sul quale dovranno essere marcati con un segno indelebile e riportati sulle rappresentazioni grafiche (colonne stratigrafiche). Si dovrà prestare cura che l'asta del carotiere sia collimata con la verticale d'indagine.

3.4 Esecuzione dei sondaggi

I sondaggi saranno preferibilmente realizzati con una sonda meccanica a rotazione, senza l'uso di fluidi di perforazione, a carotaggio continuo del diametro di *127 mm* e rivestimento a seguire del diametro di *152 mm*.

Le perforazioni dovranno essere eseguite a secco con estrusione delle carote tramite pistone. In caso di necessità, previa autorizzazione della Sogesid S.p.A., potrà essere utilizzato come fluido di perforazione l'acqua, per la quale sarà verificata, a cura e oneri dell'Affidatario, la provenienza e la qualità mediante lo svolgimento regolare di analisi chimiche.

Si dovrà avere cura di procedere a velocità tale da limitare l'attrito tra terreno e mezzo campionatore per evitare il riscaldamento del materiale prelevato, registrando la temperatura del materiale estratto. La scelta della tipologia di carotiere sarà condizionata dalla tipologia dei litotipi presenti.

In linea generale, si richiede una sonda semovente cingolata o autocarrata in grado di fornire spinta massima, tiro, coppia massima e di essere attrezzata con aste di perforazione e rivestimento sufficienti a raggiungere profondità massime di oltre 200 m.

In fase di piazzamento della macchina operatrice dovrà essere curata al massimo la verticalità del foro mediante controlli con livelletta a bolla sulla colonna di perforazione.

Laddove le condizioni e le caratteristiche dei terreni non garantiscano una perfetta prosecuzione della perforazione si potrà richiedere, in base a esplicita autorizzazione della Sogesid S.p.A., l'impiego di doppi rivestimenti metallici provvisori, uno interno con diametro pari a *127 mm* e uno esterno con diametro pari a *151 mm*. L'Affidatario avrà cura di asportare, attraverso adeguate manovre di pulizia a fondo foro, tutto il materiale presente nell'intercapedine tra i due rivestimenti.

La profondità che dovrà essere raggiunta sarà indicata dalla Sogesid S.p.A., prima dell'inizio del foro ed eventualmente durante la perforazione in relazione alla natura dei terreni incontrati. La Sogesid S.p.A. potrà modificare in corso d'opera il programma preliminare d'indagine in relazione al prelievo di campioni e anche alla profondità nel rispetto degli obiettivi fissati dal programma.

A ogni metro di perforazione sarà effettuato, per mezzo di un fotoionizzatore portatile (PID), uno screening della concentrazione di sostanze organiche volatili ionizzabili nello spazio di testa dei campioni di terreno. L'analisi dello spazio di testa consiste nel riempire per metà un flacone di vetro con il terreno, chiuderlo ermeticamente e agitarlo per favorire la diffusione del gas contenuto nel campione. Dopo alcuni minuti, quando la temperatura si è stabilizzata, la concentrazione dei gas nel flacone è misurata con il PID (campo di rilevabilità 1-2000 ppmv). Tutte le operazioni di perforazione saranno coordinate dal Geologo, responsabile tecnico, che redigerà la stratigrafia intercettata segnalando la presenza di eventuali livelli contaminati.

Dovrà essere segnalata e registrata sul giornale di campo ogni venuta d'acqua nel foro, specificando la profondità e stimando l'entità del flusso. Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, si dovrà eseguire la misura del livello piezometrico a fine giornata e si avrà cura di proteggere il foro da eventuali contaminazioni esterne. Il livello piezometrico sarà registrato anche il giorno successivo, alla ripresa delle operazioni di perforazione e al termine delle stesse, annotando il tutto sui moduli di campagna. Le perforazioni che non saranno attrezzate a piezometro dovranno essere sigillate utilizzando materiali puliti proveniente da cava o cemento-bentonite.

Dovranno essere osservate tutte le norme di sicurezza previste per le perforazioni in aree contaminate.

3.5 Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di suolo

Per ciascun sondaggio saranno prelevati campioni da destinarsi ad analisi di laboratorio al fine di determinare le caratteristiche fisiche e/o chimico-fisiche e/o chimiche. Per ciascun carotaggio ambientale a 15 m dal p.c. si chiede di prelevare i seguenti campioni:

- ✓ tre campioni di cui uno rappresentativo del primo metro di scavo, uno del tratto intermedio e uno del tratto compreso tra 4 e 5 metri dal p.c., per i primi 5 metri di profondità;
- ✓ un ulteriore campione a 10 metri di profondità;
- ✓ un campione a fondo foro.

Per ciascun carotaggio a 150 m dal p.c. si chiede di prelevare i seguenti campioni:

- ✓ tre campioni di cui uno rappresentativo del primo metro di scavo, uno del tratto intermedio e uno del tratto compreso tra 4 e 5 metri dal p.c., per i primi 5 metri di profondità;
- ✓ un ulteriore campione a 10 metri di profondità
- ✓ ulteriori campioni ogni 20 m di perforazione oltre i 10 metri di profondità.

Eventuali altri campioni possono essere prelevati sentito il parere dei tecnici della Sogesid S.p.A. durante la perforazione in corrispondenza di zone che si distinguono per evidenze d'inquinamento o per particolari caratteristiche organolettiche. Si prevede, inoltre, il campionamento di *top-soil* (0-10 cm) in una percentuale pari almeno al 50% (cinquanta per cento) del numero totale dei sondaggi, da prelevare a parte e non dalla carota del sondaggio al fine di ottenere un campione per quanto possibile indisturbato.

Il campionamento del terreno sarà effettuato avendo cura di procedere con basse velocità di rotazione del campionatore per evitare fenomeni di rimaneggiamento e surriscaldamento del terreno.

Il terreno sarà estratto dal carotiere tramite l'utilizzo di un pistone che spingerà la carota dalla parte superiore del carotiere stesso.

Le singole manovre dovranno essere al massimo di 1,5 m per evitare l'addensamento del materiale in fase di campionamento ed estrusione.

A ogni "battuta" il Geologo presente alle operazioni dovrà esaminare e descrivere la successione stratigrafica e provvedere ad annotare la descrizione del materiale recuperato, indicando composizione litologica, colore, granulometria (tramite comparatore), stato di addensamento e consolidamento, riportando i dati nell'apposito modulo di campagna al fine della redazione della relativa ricostruzione stratigrafica. I dati raccolti dovranno essere integrati da documentazione fotografica a colori.

Nel rispetto delle norme di sicurezza, il responsabile delle operazioni di campionamento dovrà descrivere anche eventuali evidenze visive e/o olfattive di inquinamento nonché particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili nella carota.

Si dovrà, inoltre, segnalare eventuali evidenze di contaminazione riscontrate nel corso della esecuzione dei sondaggi ai fini delle successive analisi da parte di ARPA Campania.

In fase di esecuzione dei sondaggi, dovranno essere pronte in cantiere prima dei lavori, le cassette per la conservazione della campionatura.

Esse dovranno essere munite di coperchio e dovranno contenere l'intera campionatura dei sondaggi. Sulla cassetta dovranno essere riportate tutte le informazioni sul sondaggio:

- identificativo;
- data di esecuzione;
- sito;
- profondità iniziale e finale della carota contenuta;
- profondità finale e iniziale dei singoli spezzoni che la compongono;
- committente;
- ogni altra informazione ritenuta rilevante dall'operatore.

I campioni di suolo saranno raccolti dalla parte interna della carota con una spatola metallica e posti negli appositi contenitori, così come indicato nel "*Protocollo operativo*", redatto da ARPA Campania.

Al fine di minimizzare ogni rischio di contaminazione incrociata, la spatola metallica utilizzata nel campionamento sarà opportunamente decontaminata dopo ogni singola operazione.

Si procederà, quindi, all'apposizione sul contenitore di una etichetta (non degradabile per l'umidità) in cui sono indicati:

- designazione del cantiere - Committente - Esecutore;
- designazione del sondaggio;
- tipo di campione e numero d'ordine;
- profondità di prelievo (da/a);
- orientamento (alto/basso);
- data di prelievo.

I campioni devono essere conservati a cura dell'Aggiudicatario in locali idonei e in posizione orizzontale evitando scuotimenti e urti e protetti, particolarmente dai raggi del sole, dal gelo e da fonti di calore fino al momento della consegna in laboratorio.

Tutti i campioni dovranno essere conservati alla temperatura di $4^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ mentre quelli destinati all'analisi delle sostanze volatili alla temperatura di $20^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Il prelievo dei campioni di terreno per la determinazione dei composti volatili sarà effettuato con metodologie atte a evitarne la fuoriuscita e la perdita.

Al termine dell'esecuzione della perforazione e del campionamento, a meno che i sondaggi non debbano essere rivestiti per l'installazione di piezometri, i fori dei sondaggi saranno sigillati utilizzando materiale pulito proveniente da cava o miscele di cemento-bentonite.

Ciascun campione etichettato, insieme alla documentazione di trasmissione, sarà inviato in contenitori refrigerati entro 24 ore dal campionamento presso i laboratori ARPA Campania.

Le carote, poste in apposite cassette catalogatrici, saranno conservate e rimarranno a disposizione per eventuali futuri rilievi.

3.6 Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova S.P.T sarà effettuata, ogni 5 metri per circa 35 m.

Sul provvisorio fondo foro opportunamente pulito, dovrà essere infisso a percussione un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, sia possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni in genere sabbiosi o limo-argillosi.

La percussione dovrà essere effettuata secondo le modalità contenute nella norma ASTM n° D 1586/67 salvo quanto specificato di seguito.

Deroghe alla norma ASTM n° D 1586/67:

se la prova interesserà terreni molto compatti o ghiaiosi, previa autorizzazione da parte della Sogesid S.p.A, l'Affidatario potrà impiegare, al posto della scarpa del campionatore sopra descritto, una punta conica del diametro di 51 mm e di 60° di apertura angolare;

le tre fasi di penetrazione di 15 cm ciascuna andranno comunque eseguite;

per ciascuna fase, in caso di rifiuto, andrà indicata la penetrazione raggiunta in cm.

Per la prova dovrà essere usato un campionatore Raymond di lunghezza *711 mm*, diametro esterno di *50,8 mm*, diametro interno *34,9 mm* e un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63,5 kg, che assicuri una corsa a caduta libera di *0,76 mm*. Le aste di perforazione non dovranno superare il peso di 10 kg/ml.

L'Affidatario è tenuto a conservare il campione estratto dal campionatore trasferendolo dal tubo di campionamento in contenitori di plastica, contrassegnati con etichetta.

4. SPECIFICHE TECNICHE PER I SONDAGGI GEOGNOSTICI ESTERNI ALLE AREE DI ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI

Sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche e delle indicazioni contenute nel Piano di Caratterizzazione, è stata stabilita la posizione di ogni sondaggio. Contemporaneamente alla perforazione saranno prelevati campioni indisturbati, che dovranno essere inviati in un laboratorio geotecnico per la caratterizzazione meccanica.

In particolare è prevista la realizzazione di n. 17 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità indicata nella sottostante tabella 4 e ubicati secondo la planimetria allegata (cfr. Piano delle Indagini, Tavola 1), da allestire a piezometro.

Contemporaneamente alla perforazione verranno realizzate le seguenti prove:

- sui sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. ogni 5 metri per circa 35 m;
- sui piezometri, prove di emungimento, al fine di definire la conducibilità idraulica del terreno sede dell'acquifero.

Carotaggi geognostici a 150 m dal p.c.	17	All'esterno delle aree di abbancamento rifiuti, incluso lo screening della concentrazione di sostanze organiche volatili a mezzo di un fotoionizzatore portatile ad ogni metro di perforazione.
Prelievo di campioni indisturbati di terreno	51	Per ogni sondaggio geognostico sono previsti 3 campioni indisturbati di terreno.
Per ciascun campione indisturbato: <ul style="list-style-type: none"> - Apertura e descrizione del campione indisturbato; - Determinazione delle caratteristiche fisiche generali; - Prove di conducibilità idraulica. 		
Per n. 1 campione per ciascun sondaggio: <ul style="list-style-type: none"> Compressione edometrica; Compressione triassiale. 		
Standard Penetration Test	119	Sui sondaggi a carotaggio continuo ogni 5 metri per i primi 35 metri di profondità
Prove di emungimento	34	Su ciascun piezometro è prevista la realizzazione di due campagne d'indagine.
Allestimento piezometri a 150 m di prof	17	E' previsto l'allestimento a piezometro dei 17 sondaggi geognostici a 150 m dal p.c.
Rilievi e analisi di campo sui sondaggi a carotaggio continuo		Nel corso dell'indagine saranno realizzati i seguenti rilievi: <ul style="list-style-type: none"> - rilievo della profondità della falda acquifera in tubi opportunamente predisposti, eseguito a mezzo di scandagli elettrici, in concomitanza con l'esecuzione dei sondaggi, e fornitura della tabellazione o graficizzazione dei dati; - determinazione dei principali parametri chimico-fisici (pH, temperatura, potenziale redox, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto) per mezzo di strumentazione portatile; - esecuzione di prove idrogeologiche: nei piezometri di nuova installazione verranno eseguite prove di ricarica dell'acquifero (Slug Test) al fine di caratterizzare l'area dal punto di vista idrogeologico. Le prove saranno analizzate con l'ausilio di software specialistici che permetteranno di ricavare i valori della conducibilità idraulica in corrispondenza di ciascun piezometro.
Preparazione, confezionamento e spedizione dei campioni ai laboratori incaricati delle analisi		

Tabella 4 - Indagini all'esterno delle aree di abbancamento dei rifiuti

4.1 Requisiti generali

Tutte le fasi di perforazione, allestimento a piezometro e campionamento dovranno essere eseguite da personale specializzato dotato di strumentazione adeguata. Andranno verificate funzionalità e pulizia di tutta l'apparecchiatura utilizzata.

Gli strumenti e le attrezzature impiegati nelle diverse operazioni dovranno essere costruiti con materiali e modalità tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali.

Tutte le informazioni dovranno essere riportate comunque nel verbale di giornata. Nei verbali dovrà essere riportato l'elenco e la descrizione dei materiali e delle principali attrezzature utilizzati durante le operazioni di prelievo.

In Tabella 5 sono elencati i sondaggi con le relative profondità, il numero di campioni da prelevare e il numero di piezometri da realizzare in corrispondenza del punto.

Sulla scorta delle informazioni desunte dalla Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Campania, sono state ipotizzate, per ciascun sondaggio, delle profondità di perforazione che in ogni modo andranno verificate in campo, ferma restando la condizione di spingere la perforazione fino a intercettare la falda profonda.

Area	Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni Indisturbati					N. piezometri
			da 0 a 20 m dal p.c.	da 20 a 40 m dal p.c.	da 40 a 60 m dal p.c.	da 60 a 80 m. dal p.c.	oltre 80 m dal p.c.	
DI.FRA.BI.	G _E 1	165	1				2	1
	G _E 2	135	1			1	1	1
	G _E 3	150	1			1	1	1
	G _E 4	85	1		1		1	1
Ex CITET	G _E 5	206	1				2	1
	G _E 6	185	1				2	1
Ex Discarica Comunale	G _E 7	110	1		1		1	1
	G _E 8	64	1	1		1		1
	G _E 9	75	1	1		1		1
	G _E 10	65	1	1		1		1
	G _E 11	75	1	1		1		1
	G _E 12	106	1		1		1	1
	G _E 13	85	1		1		1	1
	G _E 14	87	1		1		1	1
SPADARI	G _E 15	90	1		1		1	1
	G _E 16	130	1			1	1	1
	G _E 17	105	1		1		1	1

Tabella 5 - Sondaggi geognostici esterni

4.2 Posizionamento

Per tutte le stazioni previste dovrà essere fornita da parte dell'Affidatario, l'ubicazione reale della stazione annotando e successivamente comunicando le coordinate di perforazione, così come di seguito riportato.

Il posizionamento sui punti di sondaggio dovrà avvenire tramite DGPS (Differential Global Positioning System) in modalità RTK. Di ogni campagna di rilievo dovrà essere fornito il file Rinex. Ogni punto di perforazione verrà georeferenziato nel sistema UTM (ellissoide di riferimento WGS84) e quotato.

La quota di ciascun piezometro dovrà essere misurata a bocca-pozzo e il punto di misura dovrà essere marcato con un segno indelebile. Si dovrà prestare cura che l'asta del carotiere sia collimata con la verticale di indagine.

4.3 Esecuzione dei sondaggi

L'attività di perforazione dovrà essere eseguita mediante carotaggio continuo, ad andamento verticale e di diametro non inferiore a *101 mm* in modo tale da garantire il prelievo di campioni indisturbati e il recupero del 100% del materiale.

Nella perforazione le pareti del perforo dovranno essere sostenute mediante una tubazione di rivestimento provvisoria (camicia di acciaio), che sarà approfondita man mano che avanza la perforazione.

Le perforazioni dovranno essere eseguite a secco. In caso di necessità, previo accordo con la Sogesid Sp.A., potrà essere utilizzato come fluido di perforazione l'acqua, per la quale sarà verificata la provenienza e la qualità mediante lo svolgimento regolare di analisi chimiche.

Si dovrà avere cura di procedere a velocità tale da limitare l'attrito tra terreno e mezzo campionatore ed evitare il riscaldamento del materiale prelevato, registrando la temperatura del materiale estratto.

Il campionamento del terreno sarà effettuato avendo cura di procedere con basse velocità di rotazione del campionatore per evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno.

La scelta della tipologia di carotiere sarà condizionata dalla tipologia dei litotipi presenti.

In linea generale si richiede una sonda semovente cingolata o autocarrata in grado fornire spinta massima, tiro, coppia massima e di essere attrezzata con aste di perforazione e rivestimento sufficienti a raggiungere profondità massime di oltre 200 m. In fase di piazzamento della macchina operatrice dovrà essere curata al massimo la verticalità del foro mediante controlli con livella a bolla sulla colonna di perforazione.

I diametri saranno scelti sulla base delle caratteristiche fisico-meccaniche dai litotipi presenti, delle prove da eseguire e della strumentazione da installare. In particolare il diametro minimo a fondo foro dovrà essere sufficiente a prelevare campioni indisturbati del diametro non inferiore a *100 mm*, e comunque ad attrezzare il foro con tubo in ABS o PVC pesante di diametro interno di *100 mm*.

Laddove le condizioni e le caratteristiche dei terreni non garantiscano una perfetta prosecuzione della perforazione si potrà richiedere, previo esplicita autorizzazione della Sogesid S.p.A., l'impiego di doppi rivestimenti metallici provvisori, uno interno con diametro pari a *127 mm* e uno esterno con diametro pari a *151 mm*. L'Aggiudicatario avrà cura di asportare, attraverso adeguate manovre di pulizia a fondo foro, tutto il materiale presente nell'intercapedine tra i due rivestimenti.

La profondità che dovrà essere raggiunta sarà indicata dalla Sogesid S.p.A., prima dell'inizio del foro ed eventualmente durante la perforazione in relazione alla natura dei terreni incontrati. La Sogesid S.p.A. potrà modificare in corso d'opera il programma preliminare d'indagine in relazione al prelievo di campioni e anche alla profondità d'indagine nel rispetto degli obiettivi fissati dal programma.

Dopo ogni "battuta" il materiale raccolto per mezzo del carotiere dovrà essere estruso, a mezzo di pistone, senza ricorrere a liquidi e disposto in un apposita cassetta catalogatrice avendo cura di rispettare la naturale successione stratigrafica.

Sulla cassetta dovranno essere riportate tutte le informazioni sul sondaggio:

identificativo;
 data di esecuzione;
 sito;
 profondità iniziale e finale della carota contenuta;
 profondità finale e iniziale delle singole porzioni che la compongono;
 committente;
 ogni altra informazione ritenuta rilevante dall'operatore.

A ogni "battuta" il Geologo presente alle operazioni, dovrà esaminare e descrivere la successione stratigrafica e provvedere alla descrizione del materiale recuperato, indicando composizione litologica, colore, granulometria (tramite comparatore), stato di addensamento e consolidamento, riportando i dati in un apposito modulo al fine della redazione della relativa ricostruzione stratigrafica.

I dati raccolti dovranno essere integrati da documentazione fotografica a colori.

Nel rispetto delle norme di sicurezza, il responsabile delle operazioni di campionamento dovrà descrivere anche eventuali evidenze visive e/o olfattive di inquinamento nonché particolarità stratigrafiche e litologiche rilevabili nella carota.

Le carote, riposte in apposite cassette catalogatrici sigillate, saranno conservate e rimarranno a disposizione per eventuali futuri rilievi.

Dovrà essere segnalata e registrata sul giornale di campo ogni venuta d'acqua dal foro, specificando la profondità e stimando l'entità del flusso. Si dovranno eseguire misure del livello piezometrico in corrispondenza delle più significative variazioni litologiche. Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, si dovrà eseguire la misura del livello piezometrico a fine giornata e si avrà cura di proteggere il foro da eventuali contaminazioni esterne. Il livello piezometrico sarà registrato anche il giorno successivo, alla ripresa delle operazioni di perforazione e al termine delle stesse, annotando il tutto sui moduli di campagna. Le perforazioni che non saranno attrezzate a piezometro dovranno essere sigillate con bentonite.

Dovranno essere osservate tutte le norme di sicurezza previste per le perforazioni in aree contaminate.

4.4 Prelievo di campioni indisturbati per analisi geotecniche

In contemporanea alla realizzazione dei sondaggi si dovrà procedere al prelievo di campioni indisturbati.

Per ciascun carotaggio geognostico si chiede di prelevare i seguenti campioni:

- un campione indisturbato nel tratto compreso tra 0 e 20 m dal p.c.;
- un campione indisturbato a fondo foro;
- un campione indisturbato nel tratto intermedio.

I campioni destinati ad analisi geotecniche di laboratorio dovranno essere di tipo indisturbato, prelevati con idoneo campionatore, nei terreni coesivi e semicoesivi (Shelby, Osterberg o analogo). I campioni indisturbati avranno dimensioni non inferiori a *100 mm* di diametro e *50 cm* di lunghezza.

Per campioni indisturbati (o a disturbo limitato) s'intendono quelli prelevati con apparecchiature idonee a conferire il massimo grado di qualità, compatibilmente con la natura del terreno, in base alla classificazione proposta dalle Raccomandazioni AGI ("Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" elaborate dalla Commissione AGI per la Normativa Geotecnica), Q.4 – Q.5 per terreni coesivi e Q.2 – Q.3 per terreni incoerenti o comunque difficili.

Ogni campionamento dovrà essere preceduto dalle seguenti operazioni:

- adeguata stabilizzazione del foro mediante rivestimento provvisorio;

- controllo della profondità dopo l'introduzione del campionatore;
- ulteriore manovra di pulizia con metodi adeguati (da definirsi in ogni caso specifico), qualora si accertasse la presenza di detriti sul fondo foro per un'altezza incompatibile con la lunghezza del campionatore; la tolleranza in tal senso può essere maggiore nel caso di apparecchi muniti di pistone e in pratica "chiusi" alla base prima dell'infissione.

Ultimata l'infissione, il campionatore sarà estratto usando gli accorgimenti necessari per staccare il campione dal terreno sottostante e per ridurre il disturbo dovuto alla decompressione e al risucchio.

Subito dopo l'estrazione, dalle estremità della fustella dovranno essere accuratamente rimosse le parti disturbate.

A tal proposito occorrerà osservare che a pulizia avvenuta e a parità di tipo di materiale, la consistenza del terreno nella parte alta del campione sia simile a quella misurabile nella parte bassa. In caso contrario la rimozione di terreno disturbato nella parte alta del campione dovrà proseguire fino ad ottenere dati soddisfacenti.

Dopo la pulizia delle estremità le medesime dovranno essere sigillate con paraffina fusa e ove il campione risultasse notevolmente più corto rispetto alla fustella, sopra la paraffina si dovrà porre della sabbia umida fino alla sommità della fustella.

Le estremità dei campioni indisturbati dovranno essere chiuse con tappi e protette con nastro adesivo. Il campione dovrà essere riposto in luogo riparato dal gelo e dal sole in attesa di essere inviato al laboratorio geotecnico.

I campioni dovranno essere contraddistinti da cartellini inalterabili, che indicheranno:

- cantiere;
- numero del sondaggio;
- numero del campione;
- profondità di prelievo;
- tipo di campionatore impiegato;
- data di prelievo;
- tipo di prova di laboratorio geotecnica previsto per il campione (a.e. 'edometria' e 'caratterizzazione meccanica');
- parte alta.

Il numero del campione, il tipo di campionatore usato e il metodo di prelievo dovranno essere riportati anche nel caso di prelievi non riusciti.

Nella relativa documentazione sarà richiesto anche:

- metodo d'infissione del campionatore;
- lunghezza del campione, misurata prima della sigillatura;
- classificazione macroscopica del terreno, per quanto è visibile alle estremità del campione;
- altre eventuali osservazioni ritenute utili dall'operatore.

4.5 Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova S.P.T sarà effettuata, ogni 5 metri per circa 35 m, su ciascuno dei diciassette sondaggi geognostici, con le modalità descritte a pagina 18.

5. REALIZZAZIONE DI POZZI SPIA DI MONITORAGGIO

Sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche e delle indicazioni contenute nel Piano di Caratterizzazione, è stata stabilita la posizione di ogni pozzo spia. Contemporaneamente alla perforazione saranno prelevati campioni indisturbati, che dovranno essere inviati al laboratorio geotecnico per la caratterizzazione meccanica.

In particolare è prevista la realizzazione di pozzi spia di monitoraggio attraverso la perforazione di n. 12 sondaggi a carotaggio continuo spinti a una profondità di 150 m dal p.c. e di diametro 300 mm, rivestiti a fondo foro e ubicati secondo la planimetria allegata (cfr. Piano delle Indagini, Tavola 1).

Contemporaneamente alla perforazione saranno realizzate (vd. Tab 6) le seguenti prove: sui sondaggi a carotaggio continuo, prove penetrometriche dinamiche tipo S.P.T. ogni 5 metri per circa 35 m; sui piezometri, prove di emungimento, al fine di definire la conducibilità idraulica del terreno sede dell'acquifero.

Realizzazione pozzo spia	12	Profondità 150 m, diametro 300 mm, rivestito a fondo foro e localizzato all'esterno dell'area di abbancamento dei rifiuti.
Prelievo di campioni di suolo indisturbati nel corso dell'esecuzione dei sondaggi	36	Tre campioni indisturbati di terreno a sondaggio
Standard Penetration Test	84	Sui sondaggi a carotaggio continuo ogni 5 metri per i primi 35 metri di profondità
Per ciascun campione indisturbato:		
<ul style="list-style-type: none"> - apertura e descrizione del campione indisturbato; - determinazione delle caratteristiche fisiche generali; - prove di conducibilità idraulica. 		
Per n. 1 campione per ciascun sondaggio:		
<ul style="list-style-type: none"> Compressione edometrica; Compressione triassiale. 		
Prove di emungimento	24	Su ciascun pozzo andranno realizzate due prove di emungimento
Prelievo di campioni d'acqua	24	Da ciascun pozzo spia, ivi compresi quelli attivi, saranno prelevati n. 2 campioni d'acqua (Prima e seconda campagna).
Rilievi e analisi di campo (profondità della falda, determinazione dei principali parametri chimico-fisici, prove di ricarica dell'acquifero)		

Tabella 6 - Indagini geognostiche pozzi spia

5.1 Programma di perforazione

L'attività di perforazione dovrà essere eseguita mediante carotaggio continuo, ad andamento verticale, di diametro pari a 300 mm e profondità di circa 150 m o comunque tale da intercettare la falda.

In contemporanea alla realizzazione dei pozzi spia si dovrà procedere al prelievo di campioni indisturbati secondo i criteri di cui al par. 4.4. Nel dettaglio sono previsti 3 campioni indisturbati a sondaggio e precisamente:

- un campione indisturbato nel tratto compreso tra 0 e 20 m dal p.c.;
- un campione indisturbato a fondo foro;
- un campione indisturbato nel tratto intermedio.

Per le modalità di campionamento vedasi quanto descritto a pagina 16.

In Tabella 7 sono elencati i pozzi con le relative profondità e il numero di campioni da prelevare.

Sulla scorta delle informazioni desunte dalla Carta dei Complessi Idrogeologici della Regione Campania, sono state ipotizzate, per ciascun sondaggio, delle profondità di perforazione che comunque andranno verificate in campo, fermo restando la condizione di spingere la perforazione fino a intercettare la falda profonda.

Area	Pozzi	Profondità (m)	N. campioni Indisturbati				
			da 0 a 20 m dal p.c.	da 20 a 40 m dal p.c.	da 40 a 60 m dal p.c.	da 60 a 80 m. dal p.c.	oltre 80 m dal p.c.
DI.FRA.BI.	P1	185	1				2
	P2	165	1				2
CITET	P3	186	1				2
	P4	195	1				2
	P5	120	1			1	1
COMUNALE	P6	125	1			1	1
	P7	90	1		1		1
	P8	115	1		1		1
	P9	55	1	1	1		
SPADARI	P10	90	1		1		1
	P11	205	1				2
	P12	205	1				2

Tabella 7 - Pozzi Spia

Al momento della consegna delle attività l'Affidatario dovrà proporre un dettagliato "Programma di perforazione", il quale indicherà:

- la tecnica di perforazione;
- la profondità;
- i diametri di perforazione iniziale e finale;
- le eventuali prove in avanzamento e i logs;
- il diametro e la natura della tubazione definitiva;
- il posizionamento presunto e le caratteristiche dei filtri;
- le quote presunte di cementazione o tamponamento;
- le procedure per stoccaggio e smaltimento dei residui solidi e liquidi;
- ulteriori specifiche per la corretta realizzazione dell'opera.

L'Affidatario dovrà attenersi scrupolosamente a tale programma comunicando tempestivamente l'eventuali variazioni provocate da difficoltà incontrate o accorgimenti per dare migliore funzionalità all'opera. Non potranno essere attuate varianti al programma se non ordinate o confermate dalla Sogesid S.p.A.

Ultimata la perforazione l'Affidatario presenterà alla Sogesid S.p.A. la stratigrafia dettagliata del pozzo corredata di ogni indicazione utile per l'individuazione degli strati produttivi ossia dei livelli acquiferi (risultati delle prove in avanzamento, prova empirica in avanzamento, assorbimenti, variazioni di portata nella perforazione ad aria).

Presenterà, altresì, l'esame granulometrico degli strati significativi con potenzialità produttive (se necessario). Sulla base di tali informazioni l'Affidatario proporrà lo schema definitivo di completamento del pozzo contenente:

- la profondità del pozzo (tubazione definitiva);
- il diametro del tubo;
- la posizione dei filtri;

le caratteristiche dei filtri;
la granulometria del drenaggio e le quote;
le quote di cementazione e tamponamento;
la metodologia e per lo sviluppo.

La Sogesid S.p.A. ha, comunque, la facoltà di accettare la proposta dell’Affidatario o di ordinare il completamento secondo le proprie indicazioni senza che ciò dia diritto a ulteriori compensi oltre quanto previsto dal capitolato.

5.2 Standard Penetration Test (S.P.T.)

La prova S.P.T sarà effettuata, ogni 5 metri per circa 35 m, su ciascuno dei dodici pozzi spia, con le modalità descritte a pagina 18.

5.3 Tubi e filtri

La tubazione definitiva del pozzo non potrà essere posta in opera senza l’autorizzazione della Sogesid S.p.A.

I tubi dovranno, comunque, corrispondere alle norme UNI EN ISO 11960/03 o API; dovranno, altresì, essere disposti coassialmente al perforo mediante l’impiego d’idei centralizzatori. I filtri saranno del tipo “fresato”, a “ponte”, e a “spirale continua” con aperture dimensionate secondo la granulometria dello strato produttivo; soprattutto i filtri dovranno essere centralizzati al perforo.

I tubi potranno essere di acciaio (trafilato o saldato) nero di laminazione, zincato a caldo o per evitare i problemi legati a fenomeni di corrosione, i tubi potranno essere in acciaio Inox o di PVC atossico. La scelta del materiale costituente il tubo e i filtri sarà effettuata e verificata in corso d’opera in base alla situazione geologica e stratigrafica, alle condizioni operative della perforazione.

In particolare si terrà conto delle condizioni relative all’aggressività chimica delle acque di falda e in generale dei fenomeni di corrosione.

Si dovrà tenere conto della resistenza meccanica allo schiacciamento della tubazione prevista nelle condizioni critiche di sviluppo e cementazione. Si dovrà, altresì, tenere conto della metodologia di sviluppo, per esempio: escludendo il PVC se l’acquifero necessita del pistonaggio meccanico ovvero escludendo il filtro a spirale continua con tubo interno se si ritiene utile lo sviluppo mediante lavaggio con ugelli.

Le giunzioni dei tubi di acciaio saranno effettuate mediante elettrosaldature di teste smussate per il 40% dello spessore. Non è consentito l’utilizzo di tubi bitumati per evitare contaminazioni.

Le giunzioni dei tubi di acciaio potranno anche essere filettate (da preferirsi per tubi zincati). Nelle perforazioni a circolazione diretta, soprattutto se profonde, è opportuno ricorrere a tubi API per pozzi, che consentono di utilizzare al meglio le dimensioni nei passaggi del “cannocchiale”.

Detti tubi devono garantire composizioni metallurgiche, spessori elevati, giunzioni filettate e alta resistenza meccanica così come prescritto dalla vigente normativa.

5.4 Manto drenante

Il ghiaietto impiegato per il drenaggio, della classe granulometrica determinata dalle caratteristiche dell’acquifero dovrà essere del tipo arrotondato, proveniente da sedimenti di fiume a prevalenza silicea e non da frantumazione. Con il ghiaietto siliceo si riempirà l’intercapedine fra tubazione definitiva e perforo fino al primo tamponamento o

cementazione. Nel tratto superiore, dove non si avranno funzioni di drenaggio, potrà essere utilizzata ghiaia silicea proveniente da frantumazione.

L'Affidatario dovrà controllare le quote raggiunte dal dreno mediante la discesa di testimone prima di iniziare le operazioni per la cementazione selettiva.

5.5 Isolamento delle falde - cementazioni

Gli strati impermeabili significativi che saranno attraversati dalla perforazione dovranno essere ripristinati in fase di completamento mediante la creazione di setti con argilla bentonitica (conducibilità idraulica inferiore a 10^{-10} m/s), messa in opera a piccole sfere o zolle e per lo spessore indicato dalla Sogesid S.p.A.

Il setto impermeabile potrà essere ripristinato anche mediante iniezione di boiaccia di cemento pozzolanico o Portland confezionato con densità di riferimento 1,8 Kg/l.

Nel completamento con cementazioni selettive la boiaccia dovrà essere accompagnata alla quota stabilita con piccolo tubo di discesa nell'intercapedine fra perforazione e tubazione definitiva, attraverso tale tubo si inietterà dal basso la quantità prevista di boiaccia.

Il riempimento con ghiaia potrà essere ripreso senza attendere la presa del cemento calcolando il volume dei pori della ghiaia stessa e il conseguente spiazzamento/innalzamento della boiaccia.

Nel tratto più superficiale, purché saturo, si potrà eseguire un getto di calcestruzzo dall'alto. Al termine delle operazioni sarà onere dell'Affidatario la realizzazione di una piattaforma in calcestruzzo di raggio pari a un metro con la funzione di protezione dell'opera dalle infiltrazioni di acque superficiali.

6. SPECIFICHE TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO

I campioni indisturbati prelevati contemporaneamente all'attività di perforazione e allestimento dei piezometri dovranno essere analizzati in laboratorio geotecnico con prove di laboratorio atte alla caratterizzazione meccanica del terreno, alcuni, e alla definizione del proprio coefficiente di permeabilità, altri.

I campioni accompagnati da opportuni documenti di trasporto dovranno essere conservati in ambiente idoneo in attesa che verrà eseguita la prova.

La consistenza del terreno si misurerà utilizzando il penetrometro tascabile o, caso dei terreni molto teneri, il "Torvane".

Tutti i campioni indisturbati dovranno essere sottoposti alle prove di laboratorio necessarie a determinare i seguenti parametri:

Caratteristiche fisiche generali:

Contenuto naturale d'acqua (ASTM D 2216 – 92 Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock);

Peso di volume naturale (BS 1377 (1990) – Methods of test for soils for civil engineering purposes - Part 2: Classification tests);

Limiti di consistenza (ASTM D 4318 - 84 - Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils);

Analisi granulometrica;

Peso specifico dei grani (ASTM D 854 - 92 - Standard Test Method for Specific Gravity of Soils);

Contenuto in sostanze organiche (ASTM D 2974 - 87 (95) - Standard Test Methods for Moisture, Ash, and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils).

Coefficiente di permeabilità:

Prova di permeabilità a carico costante in permeametro compresa la saturazione;

Prova di permeabilità diretta eseguita in cella triassiale su provino sottoposto ad una pressione di confinamento assegnata.

Un campione indisturbato a sondaggio, prelevato in corrispondenza dello strato più superficiale del sondaggio, dovrà essere sottoposto a:

Prova di compressione edometrica;

Prova triassiale consolidata drenata;

Prova triassiale non consolidata non drenata.

Sui campioni di terreno prelevati in corrispondenza dei sondaggi A₁18, A₁53 e A₁54 dovranno essere eseguite dodici prove per la determinazione delle curve caratteristiche idrauliche del terreno non saturo.

Le prove dovranno eseguirsi in laboratori certificati ai sensi del D.P.R. n. 380/2001 art. 59 e delle Circolari del 08.09.2010 nn. 7618 e 7619/STC.

Le prove dovranno essere effettuate facendo riferimento alle più importanti normative nazionali e internazionali esistenti (C.N.R. - U.N.I. – A.S.T.M. - B.S.) e alle raccomandazioni A.G.I.

Nello specifico:

A.G.I. (1977) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”;

A.G.I. (1994) “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio”;

norma CNR UNI 10010/64 “Prove sulle terre. Peso specifico di una terra”;

norma CNR UNI 10014/64 “Prove sulle terre. Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra”;

U.S.A. – ASTM D421 - D2217 per la analisi granulometrica mediante vagliatura;

ISO 11274 del 1998 e ISO 11275 del 2004 per la determinazione delle curve caratteristiche idrauliche del terreno non saturo.

7. SONDAGGI NEL CORPO RIFIUTI

Sulla base delle risultanze delle indagini geofisiche e delle indicazioni contenute nel Piano di Caratterizzazione, sono state stabilite la posizione e la profondità da raggiungere per ogni sondaggio. Contemporaneamente alla perforazione verranno prelevati campioni da sottoporre alle analisi ambientali e verranno realizzati rilievi e analisi di campo. I punti d'indagine dove effettuare i sondaggi sono distribuiti come segue (cfr. Piano delle Indagini, Tavola 1):

n. 30 sondaggi a carotaggio continuo spinti a una profondità di 5 m dal p.c. e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (ex discarica CITET e loc. SPADARI), come da allegata planimetria;

n. 8 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti a una profondità di 30 m dal p.c. e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (loc. SPADARI), come da allegata planimetria;

n. 4 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti a una profondità di 50 m dal p.c. e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (ex discarica CITET), come da allegata planimetria, da allestire a pozzi di monitoraggio del percolato;

n. 26 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti a una profondità di 60 m dal p.c. e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (ex DISCARICA COMUNALE), come da allegata planimetria, da allestire a pozzi di monitoraggio del percolato;

n. 3 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti a una profondità di 80 m dal p.c. e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (ex discarica DI.FRA.BI.), come da allegata planimetria, da allestire a pozzi di monitoraggio del percolato;

n. 8 sondaggi ambientali a carotaggio continuo sub orizzontali e ubicati all'interno delle aree di abbancamento di rifiuti (ex discarica CITET), come da allegata planimetria.

Carotaggi verticali a 5 m	30	Sondaggi realizzati con una sonda meccanica a rotazione, senza l'uso di fluidi di perforazione, con carotiere Φ 127 mm e utilizzo di tubazione di rivestimento Φ 152 mm fino a profondità adeguata a garantire la tenuta del foro e/o fino alla base dei rifiuti.
Carotaggi verticali a 30 m	8	
Carotaggi verticali a 50 m	4	
Carotaggi verticali a 60 m	26	
Carotaggi verticali a 80 m	3	
Carotaggi sub orizzontali	8	Perforazione ad andamento orizzontale o comunque inclinata eseguita a rotazione a carotaggio continuo, anche di tipo Wireline, con carotieri di diametro minimo 85 mm.
Prelievo di campioni di rifiuti	241	Un campione di rifiuto rappresentativo di ogni strato di spessore massimo pari a 10 metri.
Apertura e descrizione del campione, determinazione delle caratteristiche fisiche generali		
Prelievo di campioni di percolato	66	E' previsto il prelievo di 2 campioni di percolato (Prima e seconda campagna di monitoraggio) da ciascun sondaggio e dai punti di estrazione di percolato esistenti.
Rilievo del livello del percolato in concomitanza con l'esecuzione dei sondaggi		
Allestimento pozzi di monitoraggio del percolato sui sondaggi a 60 m dal p.c.	26	Pozzi a tubo aperto in PVC pesante, di diam. 4" con apertura (slot) di ampiezza 0,5 mm nel tratto microfessurato.
Prelievo di campioni di terreno al di sotto dei rifiuti	123	Tre campioni di terreno nei previsti 10 m di suolo sottostante il corpo rifiuti, di cui uno nel primo metro, uno intermedio ed il terzo a fondo foro (10m).

Tabella 8 - Elenco delle indagini all'interno delle aree di abbancamento dei rifiuti

7.1 Requisiti generali

Tutte le fasi di perforazione, allestimento a piezometro e campionamento dovranno essere eseguite da personale specializzato dotato di strumentazione adeguata.

Andranno verificate funzionalità e pulizia di tutta l'apparecchiatura utilizzata.

Gli strumenti e le attrezzature impiegati nelle diverse operazioni dovranno essere costruiti con materiali e modalità tali che il loro impiego non modifichi le caratteristiche delle matrici ambientali e la concentrazione delle sostanze contaminanti.

Si dovrà evitare la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale campionata (*cross-contamination*) durante le operazioni di perforazione, allestimento e prelievo dei campioni.

A tal fine verranno controllati l'assenza di perdite di olio, lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento; nel caso di perdite si dovrà verificare che questi composti non producano contaminazione del terreno prelevato.

Tutte le informazioni dovranno essere riportate, in ogni caso, nel *verbale di giornata*.

Nei verbali dovrà essere riportato l'elenco e la descrizione dei materiali e delle principali attrezzature utilizzati durante le operazioni di prelievo.

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni rifiuto	N. campioni terreno	N. piezometri
Ex discarica DI.FRA.BI.				
A _I 1	80	7	3	1
A _I 2	80	7	3	1
A _I 3	80	7	3	1
Ex discarica CITET				
A _I 4	5	6	-	-
A _I 5	5		-	-
A _I 6	5		-	-
A _I 7	5		-	-
A _I 8	5		-	-
A _I 9	5		-	-
A _I 10	5		-	-
A _I 11	5		-	-
A _I 12	5		-	-
A _I 13	5		-	-
A _I 14	50	4	3	1
A _I 15	50	4	3	1
A _I 16	50	4	3	1
A _I 17	50	4	3	1
A _{IS} 19	50	5	-	-
A _{IS} 20	50	5	-	-
A _{IS} 21	50	5	-	-
A _{IS} 22	50	5	-	-
A _{IS} 23	50	5	-	-
A _{IS} 24	50	5	-	-
A _{IS} 25	50	5	-	-
A _{IS} 26	50	5	-	-
Ex discarica Comunale				
A _I 27	60	5	3	1
A _I 28	60	5	3	1
A _I 29	60	5	3	1
A _I 30	60	5	3	1
A _I 31	60	5	3	1

A _i 32	60	5	3	1
A _i 33	60	5	3	1
A _i 34	60	5	3	1
A _i 35	60	5	3	1
A _i 36	60	5	3	1
A _i 37	60	5	3	1
A _i 38	60	5	3	1
A _i 39	60	5	3	1
A _i 40	60	5	3	1
A _i 41	60	5	3	1
A _i 42	60	5	3	1
A _i 43	60	5	3	1
A _i 44	60	5	3	1
A _i 45	60	5	3	1
A _i 46	60	5	3	1
A _i 47	60	5	3	1
A _i 48	60	5	3	1
A _i 49	60	5	3	1
A _i 50	60	5	3	1
A _i 51	60	5	3	1
A _i 52	60	5	3	1
Loc. Spadari				
A _i 55	5	12	-	-
A _i 56	5		-	-
A _i 57	5		-	-
A _i 58	5		-	-
A _i 59	5		-	-
A _i 60	5		-	-
A _i 61	5		-	-
A _i 62	5		-	-
A _i 63	5		-	-
A _i 64	5		-	-
A _i 65	5		-	-
A _i 66	5		-	-
A _i 67	5		-	-
A _i 68	5		-	-
A _i 69	5		-	-
A _i 70	5		-	-
A _i 71	5		-	-
A _i 72	5	-	-	
A _i 73	5	-	-	
A _i 74	5	-	-	
A _i 75	30	2	3	-
A _i 76	30	2	3	-
A _i 77	30	2	3	-
A _i 78	30	2	3	-
A _i 79	30	2	3	-
A _i 80	30	2	3	-
A _i 81	30	2	3	-
A _i 82	30	2	3	-

Tabella 9 - Sondaggi interni alle aree di abbancamento dei rifiuti

7.2 Esecuzione dei sondaggi e prelievo dei campioni per le analisi di laboratorio

7.2.1 Sondaggi verticali a 5 m. dal p.c.

A seguito delle indagini indirette sono state rilevate due anomalie magnetiche nell'area ex discarica CITET e quattro anomalie magnetiche nell'area loc. SPADARI. In corrispondenza di ogni

singola anomalia dovranno essere realizzati cinque sondaggi a carotaggio continuo (prof. 5 m dal p.c e diametro 300 mm), con disposizione a “quinconce” di lato medio inferiore a 5 m.

Contemporaneamente alla perforazione verranno effettuate misure della presenza di metano (biogas) e/o gas esplosivi all'interno dell'area di abbancamento dei rifiuti.

Al termine della perforazione su ogni sondaggio sarà condotta un'analisi videoispettiva del foro, al fine di indagare la natura del materiale presente e visualizzarne le caratteristiche.

Complessivamente dovranno essere prelevati n. 6 campioni di rifiuto dai sondaggi realizzati sull'area ex discarica CITET e n. 12 campioni dai sondaggi realizzati sull'area loc. SPADARI.

Il materiale utilizzato per la formazione del singolo campione sarà prelevato da due sondaggi contigui e successivamente omogeneizzato per ottenere un campione rappresentativo del substrato in esame.

7.2.2 Sondaggi verticali a 30, 50, 60 e 80m dal p.c.

I sondaggi, perforati a carotaggio continuo, saranno spinti fino a una profondità tale da raggiungere i terreni indisturbati e prelevarli per 10 m. A tal fine, nel presente Capitolato sulla scorta delle risultanze emerse dalle indagini indirette, sono state ipotizzate per ciascun sondaggio delle profondità di perforazione (cfr.Tabella 9), che comunque, andranno verificate e stabilite in campo, ferma restando la condizione di spingere le perforazioni fino ad una profondità tale da raggiungere il terreno sottostante il corpo rifiuti e prelevarlo per 10 m..

Contemporaneamente alla perforazione verranno effettuate misure della presenza di metano (biogas) e/o gas esplosivi all'interno dell'area di abbancamento dei rifiuti.

Poiché i sondaggi attraverseranno i livelli interessati dalla presenza di percolato, nell'esecuzione delle perforazioni devono essere posti in essere particolari accorgimenti per non provocare fenomeni di “*cross-contamination*” e la diffusione verso il basso degli inquinanti. Le perforazioni dovranno garantire la più alta percentuale di recupero compatibile con i materiali attraversati.

Il sondaggio sarà realizzato a secco, senza utilizzo di fluidi di perforazione, fino al raggiungimento dei terreni del substrato (10 m). L'uso di fluidi di perforazione in particolare di acqua con caratteristiche di potabilità, sarà invece consentita a profondità superiori, onde permettere l'attraversamento dei livelli consolidati, altrimenti non perforabili.

Carotieri, corone, aste di perforazione, tubazioni di rivestimento e ogni altro utensile dovranno essere accuratamente puliti prima di ogni perforazione: eventuali tracce di solventi o lubrificanti, anche nei tratti filettati, dovranno essere rimossi, allo stesso modo dovranno essere completamente rimossi, sia internamente sia esternamente, i materiali potenzialmente inquinanti che potrebbero aderire alle pareti degli strumenti. Le fasi di perforazione sono di seguito illustrate:

1. perforazione a secco con carotiere da *127 mm* e utilizzo di tubazione di rivestimento *152 mm* fino a profondità adeguata a garantire la tenuta del foro e/o fino alla base dei rifiuti.
2. estrazione del carotiere dal perforo e accurata decontaminazione del carotiere stesso, delle corone e delle aste di perforazione in modo da rimuovere completamente, sia internamente sia esternamente, eventuali tracce di solventi o lubrificanti e i materiali potenzialmente inquinanti che potrebbero aderire alle pareti degli strumenti;
3. sigillature del fondo foro, per uno spessore di circa 5 m all'eventuale contatto rifiuti-substrato, previo sollevamento delle tubazioni di rivestimento per il tratto necessario, mediante miscela cemento-bentonite;

4. una volta che la miscela cementizia abbia fatto presa, prosecuzione dalle operazioni di perforazione, mediante carotiere *101 mm* e tubazione di rivestimento *127 mm* entrambi accuratamente decontaminati, fino a raggiungere la profondità massima prevista dal p.c. In questa fase è consentita la circolazione di acqua con caratteristiche di potabilità per il raffreddamento della corona di perforazione;
5. alesatura del perforo mediante tubazione di rivestimento *152 mm* fino a fondo foro.

Ciascuna posizione sarà verificata in sito, tenendo presente l'accessibilità e il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori, in relazione alla stabilità del rilevato costituito dai rifiuti. Per ciascun carotaggio si chiede di prelevare:

- un campione di rifiuto composito rappresentativo di ogni strato di spessore massimo pari a 10 metri.
- tre campioni di terreno nei previsti 10 m di sottosuolo posto sotto il corpo rifiuti, di cui uno nel primo metro, uno intermedio e il terzo a fondo foro (10m).

Inoltre, in base ai dati ottenuti dalle indagini indirette ove risultano anomalie puntuali relativamente all'abbancamento dei rifiuti, si eseguiranno ulteriori campionamenti di rifiuto per poter determinare con precisione la natura dell'anomalia. In particolare si prevede:

- il prelievo di campioni disturbati o a disturbo limitato, mediante l'impiego di fustelle in pvc;
- il prelievo di campioni rimaneggiati e loro conservazione in contenitori trasparenti a chiusura ermetica.

Le carote restituite dai sondaggi andranno poste in apposite cassette catalogatrici e conservate in luogo preposto, per tutta la durata del cantiere.

Laddove previsto (cfr. Tabella 9), i sondaggi saranno attrezzati con piezometri a tubo aperto in PVC pesante, di 4" con apertura (slot) di ampiezza *0,5 mm* nel tratto microfessurato. Tali piezometri saranno utilizzati per il monitoraggio del percolato.

7.2.3 Sondaggi suborizzontali

La perforazione ad andamento sub-orizzontale con inclinazione media di circa 30° sarà eseguita a carotaggio continuo e a rotazione, garantendo la più alta percentuale di recupero compatibile con i materiali attraversati.

Il sondaggio sarà realizzato a secco, senza utilizzo di fluidi di perforazione. L'uso di fluidi di perforazione in particolare di acqua con caratteristiche di potabilità sarà invece consentita a profondità superiori, onde permettere l'attraversamento dei livelli consolidati altrimenti non perforabili.

Carotieri, corone, aste di perforazione, tubazioni di rivestimento e ogni altro utensile dovranno essere accuratamente puliti prima di ogni perforazione: eventuali tracce di solventi o lubrificanti, anche nei tratti filettati, dovranno essere rimossi, allo stesso modo dovranno essere completamente rimossi sia internamente sia esternamente i materiali potenzialmente inquinanti che potrebbero aderire alle pareti degli strumenti.

Nel dettaglio, sull'area ex discarica CITET dovrà essere realizzato n. 1 sondaggio sub-orizzontale per ogni 100 m di sviluppo del fronte di abbancamento per ciascuna scarpata presente, per un totale di n. 8 sondaggi.

Ciascuna posizione sarà verificata in sito, tenendo presente l'accessibilità e il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori, in relazione alla stabilità del rilevato costituito dai rifiuti. Per ciascun carotaggio si chiede di prelevare:

- un campione di rifiuto composito rappresentativo di ogni strato di spessore massimo pari a 10 metri.

Le carote restituite dai sondaggi andranno poste in apposite cassette catalogatrici e conservate in luogo preposto, per tutta la durata del cantiere.

8 PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO

Sui sondaggi perimetrali andranno realizzate complessivamente n.12 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc o Lugeon. Si sottolinea che sarà compito della Sogesid S.p.A. definire in campo il tipo di prova di permeabilità da eseguire (Lefranc o Lugeon) e la profondità, in relazione alla natura dei terreni incontrati.

8.1 Prova Lugeon

La prova valuta l'attitudine dell'ammasso roccioso a lasciar circolare acqua al suo interno. Si effettua immettendo acqua in pressione in un tratto di foro isolato. Poiché l'acqua in roccia circola attraverso le discontinuità, la misura è un indice indiretto del grado di fratturazione dalla roccia. Il parametro di assorbimento che si ricava dalla prova è espresso in Unità Lugeon.

1 UL - portata di un litro al minuto iniettata alla pressione di 1 MPa per 10 minuti in un tratto di foro della lunghezza di un metro.

Il tratto di foro da isolare per la prova può essere realizzato in avanzamento, oltrosia col procedere della perforazione oppure in risalita cioè a foro ultimato.

Nel primo caso è sufficiente inserire un pistoncino (packer) espandibile immediatamente sopra il fondo del foro.

Nel secondo caso, si può selezionare il tratto di foro da sottoporre a prova e isolarlo con due pistoncini all'estremità. Il metodo in avanzamento garantisce un miglior controllo della tenuta dei packers. Il metodo in risalita è più economico e consente di scegliere il tratto da sottoporre a prova. Il tratto di prova deve avere lunghezza da 1 m a 5 m.

E' anche possibile superare i limiti in ragione del grado di fratturazione dell'ammasso roccioso. In ogni caso occorre che sia $L > SD$. Per garantire la buona tenuta dei packers è necessario che il foro non presenti irregolarità. Pertanto il foro andrà eseguito con corone adeguate al tipo di litotipi presenti e/o usando opportuni alesatori.

Di norma si utilizzeranno packers di tipo pneumatico assicurandosi che la pressione di gonfiaggio sia almeno 0,2-0,3 MPa superiore a quella d'iniezione dell'acqua. La membrana di tenuta dei packers deve avere sufficiente lunghezza. La pompa deve essere in grado di applicare pressioni superiori a 1 MPa e portate elevate.

In genere una pompa che eroghi sino a 25 l/s per pressioni di 0,4 MPa è da considerarsi adeguata. Sono da preferirsi pompe a centrifuga rispetto a quelle a pistone per garantire una pressione costante. Le pressioni di iniezione sono misurate con manometro posto sulla verticale del foro.

Le perdite di carico (per correggere le misure del manometro) possono essere stimate da opportuni abachi o misurate direttamente in cantiere.

L'impiego di trasduttori di pressione inseriti nella camera d'iniezione, rendono superflua la stima delle perdite di carico e offrono la possibilità di registrare i dati in automatico. È importante definire il livello della falda statica e accertarsi che le pompe non aspiri aria.

La prova consiste nel misurare la portata iniettata a pressione costante di 1 MPa per 10 minuti in un tratto di geometria nota. La fase di misura sopra descritta è preceduta da iniezioni per 10 minuti a pressioni inferiori.

Si realizzano gradini di pressione regolare (4 o 5) con incrementi di 0,2-0,25 MPa. La portata è misurata ogni 2 minuti verificando che non vari di oltre 0,1 l/s. Aumenti bruschi della portata segnalano l'insorgere di fenomeni di fratturazione idraulica.

In questo caso la prova può essere sospesa. In assenza di fratturazione idraulica la prova può essere spinta sino a pressioni di 1,25 MPa.

8.2 Prova Lefranc

Si tratta di una prova di tipo puntuale che riguarda uno strato di terreno dello spessore di alcuni centimetri sino a 2 metri, purché collocati al di sotto del livello della falda. Misure di permeabilità sopra il livello di falda sono teoricamente possibili, ma l'interpretazione oltre che difficoltosa risulta affetta da maggiori incertezze. Le prove sono pertanto eseguite a fondo del foro di sondaggio.

Nel caso in cui si vogliano eseguire misure a diverse profondità occorre interrompere, ogni volta, il sondaggio. La prova è eseguita instaurando un dislivello piezometrico tra l'interno del foro, dove è stata realizzata la sezione filtrante, e l'esterno. Il moto di filtrazione che ne segue è diretto dal foro verso l'esterno (prova d'immissione) o dall'esterno verso il foro (prove di ritorno).

Ovviamente, le prove di ritorno possono essere eseguite solo sotto falda. Le prove possono essere eseguite:

- a carico costante (mantenendo costante il dislivello piezometrico e misurando la portata);
- a carico variabile (instaurando un dislivello iniziale e registrando nel tempo le variazioni di altezza).

A seconda della geometria della sezione filtrante è possibile misurare il coefficiente di permeabilità in direzione verticale, orizzontale o un valore medio.

MISURA D (KV)

In un foro di sondaggio standard (101 mm) con rivestimento da 127 mm, viene calata una batteria di tubi da rivestimento (98/89 oppure 113/104 mm) recante, all'estremità inferiore un tubo (non finestrato) con tagliente lungo almeno 500 mm che sarà infisso a pressione nel terreno per almeno 400 mm. Si lava accuratamente la parte alta del terreno lasciando all'interno del tubo solamente 250-300 mm di terreno naturale. Il lavaggio va eseguito a bassa pressione e con utensili dotati esclusivamente di fori radiali. Vanno eseguiti opportuni controlli per verificare la correttezza delle operazioni di pulizia (quantità di detriti e di fini presenti nel fluido di ritorno, uso dello scandaglio per il controllo della quota).

Al termine della prova di permeabilità il tubo è estratto, il campione al suo interno viene recuperato e analizzato. Nel caso in cui sono presenti ghiaie, il foro rivestito deve avere diametro compreso tra i 600 e i 1200 mm. Il tubo per la creazione della sezione filtrante deve essere infisso per almeno un diametro (e consigliato due). Occorre realizzare una sezione filtrante cilindrica con rapporto L/D maggiore di 1.2.

Il rivestimento del foro di sondaggio va infisso a secco nel tratto finale sino a raggiungere il tetto dello strato di misura. Nella figura 10 (Cestari '90) illustrata nella pagina successiva, si spiega la metodologia consigliata per la predisposizione del foro. Le prove a carico costante possono essere realizzate secondo lo schema della susseguente figura 10.1 (Cestari '90). In assenza di scarico di troppo pieno, la costanza del livello deve essere controllata con una sonda galvanometrica oppure mediante asta graduata.

La portata va misurata con un contatore di precisione inserito nella mandata della pompa oppure misurando la variazione del livello dell'acqua nel vascone. L'altezza e la portata vanno controllati e misurati ogni 2 o 5 minuti con durata complessiva pari rispettivamente a 10 o 30 minuti. Le prove a carico variabile (prove d'immissione) prevedono la misura del livello statico iniziale e la successiva immissione di acqua in foro.

Si annota l'altezza iniziale h_0 e quindi si misura l'altezza h a istanti successivi dall'inizio prova (t_0). Con h_0 uguale o superiore a due metri le misure si effettueranno per riduzioni dell'altezza di 100 mm circa finché i decrementi non risultano inferiori o uguali a $h_0/5$. Devono essere riportate tutte le informazioni necessarie a definire la geometria della sezione filtrante, la temperatura

dell'acqua in foro e di quella immessa e il livello statico della falda. L'interpretazione delle misure andrà effettuata con i metodi usuali (Lancellotta '90).

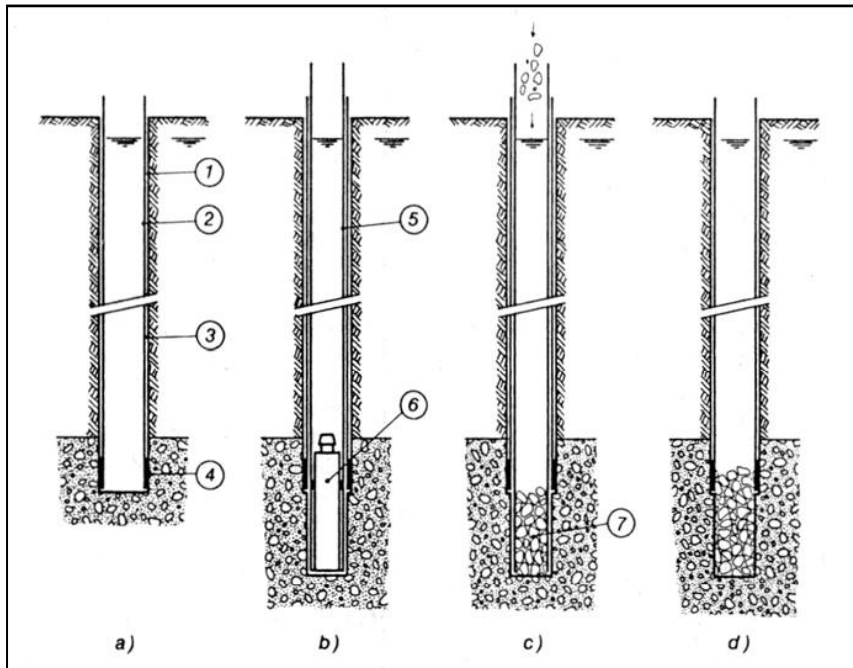


Figura 8.1- Misure dei coefficienti di permeabilità orizzontale (K_h) e medio (K_{av}) in foro di sondaggio (prova tipo Lefranc). Sequenza schematica della preparazione del foro: a) si forza il rivestimento "a secco" (2) fino al tetto del tratto da provare, tappando (4) in tal modo l'intercapedine (3) fra rivestimento e parete del foro (1); b) si perfora la "tasca" di prova con attrezzo (6) e batterie "wireline" (5) telescopica al rivestimento (2); c) si estrae l'attrezzo di perforazione (6) con la fune, lasciando in posto la batteria "wireline" (5) a sostegno delle pareti della tasca, successivamente si riempie la tasca con il dreno (7); d) si estrae con cautela la batteria "wireline" (5). Cestari '90

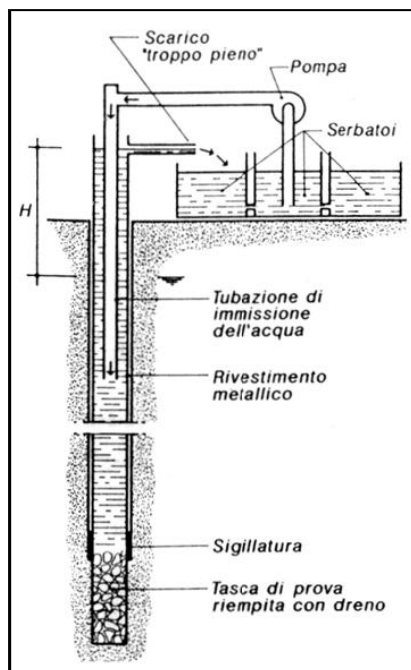


Figura 8.2 - Schema di prova per misure di permeabilità tipo Lefranc a carico costante, con immissione d'acqua. (Cestari, '90)

9 PIEZOMETRI

In base alle conoscenze attuali riguardanti l'assetto stratigrafico del sottosuolo del sito, la falda da indagare più superficiale sembra localizzata a profondità prossime a 80 metri dal piano campagna.

Allo scopo di verificare nel dettaglio l'assetto idrogeologico dell'area da monitorare nonché la qualità delle acque sotterranee, si prevede di completare i sondaggi perimetrali come pozzi di monitoraggio della falda.

I piezometri devono essere collocati principalmente a monte e a valle dell'area in esame, in relazione al deflusso della falda superficiale, in modo tale da intercettare l'entrata e l'uscita, in senso idrogeologico, delle acque di falda. I pozzi di monitoraggio della falda superficiale raggiungeranno una profondità massima di 150 m dal p.c. e il foro sarà completato con una tubazione in PVC del diametro di 4". La tubazione sarà microfessurata, con luce di 0,5 mm, nel tratto compreso dal fondo foro fino a circa 1,5 metri dal piano campagna (nel caso di falda molto superficiale il tratto fessurato terminerà in ogni modo al di sopra del livello di falda riscontrato) e cieca dello stesso diametro e materiale nel rimanente tratto.

Lo spazio anulare tra il pozzo e il foro sarà riempito con sabbia silicea lavata e calibrata (1-3 mm) fino a 50 cm sopra il tratto fessurato. Al fine di evitare l'infiltrazione delle acque superficiali, il restante spazio sarà riempito con bentonite in pellets per circa 50 cm e con una miscela cementizia fino a boccapozzo. Al termine dell'installazione, in tutti i piezometri si procederà allo sviluppo e allo spurgo mediante pompa sommersa a piccola portata o mediante "air lift".

I pozzi di monitoraggio potranno essere completati in superficie, in funzione dell'ubicazione, con pozzetti carrabili in ghisa o con protezioni metalliche fuori terra. Per prevenire l'infiltrazione d'eventuale acqua superficiale, il bocca pozzo sarà chiuso con un tappo a tenuta provvisto di lucchetto.

10 MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI ACQUA

Da ciascun piezometro e pozzo spia saranno prelevati n. 2 (due) campioni d'acqua (prima e seconda campagna di monitoraggio). Sarà onere dell'Affidatario realizzare ambedue le campagne di prelievo, le cui date saranno indicate dalla Sogesid S.p.A..

Prima del prelievo d'acqua sotterranea, i piezometri e i pozzi spia andranno adeguatamente spurgati fino a ottenimento d'acqua chiara e, in ogni caso, per un tempo non inferiore al ricambio di tre volte il volume d'acqua presente all'interno del piezometro.

Per il prelievo dei campioni d'acqua saranno utilizzate pompe a bassa portata (elettropompe sommerse o pompe peristaltiche).

Nel caso in cui si riscontri la presenza di prodotto surnatante, questo sarà campionato con appositi campionatori monouso in polietilene (bailer).

Durante il pompaggio per lo spurgo dei pozzi saranno monitorati i principali parametri chimico-fisici (pH, temperatura, ossigeno disciolto e conducibilità).

I campioni saranno raccolti in appositi contenitori in vetro, in PE (per i campioni sui quali andranno effettuate le determinazioni dei metalli), in vetro scuro per la determinazione degli IPA e in vials per le sostanze volatili. Tutti i campioni dovranno essere conservati alla temperatura di 4° +/- 2°C mentre quelli destinati all'analisi delle sostanze volatili alla temperatura di -20° +/- 2°C, fino alla consegna al laboratorio che dovrà avvenire entro 24 ore dal campionamento.

Per il prelievo dei controcampioni, l'etichettatura, la conservazione dei campioni e il loro invio al laboratorio valgono le stesse determinazioni fatte per i campioni di terreno.

11 CAMPIONAMENTO PERCOLATO

Al fine di acquisire elementi conoscitivi sulla composizione e tenore d'inquinanti del percolato da ciascun carotaggio eseguito nel corpo rifiuti, punti di estrazione percolato e/o vasche di raccolta è previsto il prelievo di n. 2 campioni di percolato in triplice aliquota (Prima e seconda campagna di monitoraggio) secondo le medesime modalità adottate per le acque.

12 RAPPORTO FINALE

A conclusione delle attività sarà redatta, in accordo alla normativa vigente, una Relazione Descrittiva delle attività di investigazione contenente:

- descrizione delle attività svolte;
- ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico del sito in funzione dei risultati delle indagini;
- descrizione delle indagini svolte in laboratorio (sotto forma di tabelle di sintesi, di rappresentazioni grafiche e cartografiche) e dei relativi metodi utilizzati.

Tale relazione descrittiva dovrà, inoltre, contenere le relazioni di cantiere firmate da un professionista geologo abilitato, i grafici e i risultati relativi alle diverse indagini e prove effettuate.

Dovranno, inoltre, essere prodotti i seguenti elaborati:

- planimetrie con l'ubicazione delle stazioni di campionamento;
- schede tecniche descrittive delle attività svolte relative alle fasi di campionatura debitamente compilate;
- documentazione fotografica digitale dettagliata dei punti di prelievo.

I dati acquisiti saranno georeferenziati nel sistema UTM WGS84 e resi su supporto informatico (in versione 3D e in versione 2D), in modo da essere inseriti in un SIT.

13 IMPORTO DELLE PRESTAZIONI

L'importo complessivo dei servizi tecnico-ambientali da svolgere risulta determinato in € 1.822.448,77 (euro unmilioneottocentoventiduemilaquattrocentoquarantotto/77) oltre IVA come dal seguente prospetto economico:

A		
A.1	Importo dei servizi Area 1 - DI.FRA.BI.	€ 143.330,02
A.2	Oneri per la sicurezza	€ 3.437,05
A.3	IMPORTO TOTALE Area 1	€ 146.767,07
B		
B.1	Importo dei Servizi Area 2 - ex COMUNALE	€ 382.993,75
B.2	Oneri per la sicurezza	€ 9.184,17
B.3	IMPORTO TOTALE Area 2	€ 392.177,92
C		
C.1	Importo dei servizi Area 3 - CITET	€ 243.685,31
C.2	Oneri per la sicurezza	€ 5.843,56
C.3	IMPORTO TOTALE Area 3	
D		
D.1	Importo dei servizi Area 4 - SPADARI	€ 321.831,60
D.2	Oneri per la sicurezza	€ 7.717,50
D.3	IMPORTO TOTALE Area 4	€ 329.549,10
E		
E.1	Importo dei servizi Area 5 - SONDAGGI GEGNOSTICI DA ATTREZZARE A PIEZOMETRO (POZZI SPIA)	€ 687.929,30
E.2	Oneri per la sicurezza	€ 16.496,51
E.3	IMPORTO TOTALE LOTTO 5	€ 704.425,81
	IMPORTO TOTALE A BASE D'ASTA (A.1+B.1+C.1+D.1+E.1)	€ 1.779.769,98
	TOTALE ONERI PER LA SICUREZZA	€ 42.678,79
	IMPORTO TOTALE (A.3+B.3+C.3+D.3+E.3)	€ 1.822.448,77

APPENDICE A

CRONOPROGRAMMA

Attività	Settimane																			
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°
Predisposizione delle vie di accesso alle zone d'indagine	Area 1	Area 1																		
Allestimento cantiere	Area 1	Area 1																		
Campionamento <i>top-soil</i>			Area 3					Area 1			Area 2				Area 4					
Sondaggi ambientali e installazione dei piezometri con prelievo dei campioni di suolo per analisi chimico-fisiche			Area 3	Area 3	Area 3	Area 3	Area 3	Area 1	Area 1	Area 1	Area 2	Area 2	Area 2	Area 2	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	
Sondaggi ambientali interni alle aree di abbancamento dei rifiuti, installazione dei piezometri con prelievo dei campioni di rifiuto per analisi chimico-fisiche			Area 3	Area 3	Area 3	Area 3	Area 3	Area 1	Area 1	Area 1	Area 2	Area 2	Area 2	Area 2	Area 4	Area 4	Area 4			
Sondaggi geognostici e installazione dei piezometri con prelievo dei campioni indisturbati			Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4										
Pozzi spia e installazione dei piezometri con prelievo dei campioni indisturbati			Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4										
Analisi geotecniche di laboratorio							Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4	Area 4		
Campionamento delle acque di falda											Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1
Campionamento del percolato													Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1	Area 1

Area 1 - Ex DIFRA.BI.
Area 2 - Ex CITET
Area 3 - Ex COMUNALE
Area 4 - Loc. SPADARI
Area 5 - POZZI SPIA E SONDAGGI GEOGNOSTICI

APPENDICE B

AREE di INTERVENTO

AREA N. 1 Ex DLFRA.BI.

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni terreno	N. campioni rifiuto	N. piezometri
Sondaggi Ambientali Esterni				
AP _E 1	110	9		1
AP _E 2	150	11		1
AP _E 3	155	11		1
AP _E 4	110	9		1
AP _E 5	123	9		1
Sondaggi nel corpo rifiuti				
A _r 1	80	3	7	1
A _r 2	80	3	7	1
A _r 3	80	3	7	1

AREA N. 2 Ex COMUNALE

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni terreno	N. campioni rifiuto	N. piezometri
Sondaggi Ambientali Esterni				
AP _E 11	130	10		1
AP _E 12	101	8		1
AP _E 13	100	8		1
AP _E 14	105	8		1
AP _E 15	90	8		1
AP _E 16	95	8		1
AP _E 17	105	8		1
AP _E 18	100	8		1
A _I 53	150	11		1
A _I 54	150	11		1
Sondaggi nel corpo rifiuti				
A _I 27	60	3	5	1
A _I 28	60	3	5	1
A _I 29	60	3	5	1
A _I 30	60	3	5	1
A _I 31	60	3	5	1
A _I 32	60	3	5	1
A _I 33	60	3	5	1
A _I 34	60	3	5	1
A _I 35	60	3	5	1
A _I 36	60	3	5	1
A _I 37	60	3	5	1
A _I 38	60	3	5	1
A _I 39	60	3	5	1
A _I 40	60	3	5	1
A _I 41	60	3	5	1
A _I 42	60	3	5	1
A _I 43	60	3	5	1
A _I 44	60	3	5	1
A _I 45	60	3	5	1
A _I 46	60	3	5	1
A _I 47	60	3	5	1
A _I 48	60	3	5	1
A _I 49	60	3	5	1
A _I 50	60	3	5	1
A _I 51	60	3	5	1
A _I 52	60	3	5	1

AREA N. 3 Ex CITET

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni terreno	N. campioni rifiuto	N. piezometri
Sondaggi Ambientali Esterni				
AS _E 1	15	5		-
AS _E 2	15	5		-
AS _E 3	15	5		-
AS _E 4	15	5		-
AS _E 5	15	5		-
AP _E 6	130	10		1
AP _E 7	149	10		1
AP _E 8	140	10		1
AP _E 9	150	11		1
AP _E 10	155	11		1
A _I 18	150	11		1
Sondaggi nel corpo rifiuti				
A _I 4	5	-	6	-
A _I 5	5	-		-
A _I 6	5	-		-
A _I 7	5	-		-
A _I 8	5	-		-
A _I 9	5	-		-
A _I 10	5	-		-
A _I 11	5	-		-
A _I 12	5	-		-
A _I 13	5	-		-
A _I 14	50	3	4	1
A _I 15	50	3	4	1
A _I 16	50	3	4	1
A _I 17	50	3	4	1
A _{IS} 19	50	5	-	-
A _{IS} 20	50	5	-	-
A _{IS} 21	50	5	-	-
A _{IS} 22	50	5	-	-
A _{IS} 23	50	5	-	-
A _{IS} 24	50	5	-	-
A _{IS} 25	50	5	-	-
A _{IS} 26	50	5	-	-

AREA N. 4 Loc. SPADARI

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni terreno	N. campioni rifiuto	N. piezometri	
Sondaggi Ambientali Esterni					
AS _E 6	15	5	-	-	
AS _E 7	15	5	-	-	
AS _E 8	15	5	-	-	
AS _E 9	15	5	-	-	
AS _E 10	15	5	-	-	
AS _E 11	15	5	-	-	
AP _E 19	107	8	-	1	
AP _E 20	105	8	-	1	
AP _E 21	125	9	-	1	
AP _E 22	122	9	-	1	
AP _E 23	125	9	-	1	
AP _E 24	145	10	-	1	
AP _E 25	200	13	-	1	
AP _E 26	185	12	-	1	
AP _E 27	168	11	-	1	
AP _E 28	140	10	-	1	
AP _E 29	140	10	-	1	
Sondaggi nel corpo rifiuti					
A _I 55	5	-	12	-	
A _I 56	5	-		-	
A _I 57	5	-		-	
A _I 58	5	-		-	
A _I 59	5	-		-	
A _I 60	5	-		-	
A _I 61	5	-		-	
A _I 62	5	-		-	
A _I 63	5	-		-	
A _I 64	5	-		-	
A _I 65	5	-		-	
A _I 66	5	-		-	
A _I 67	5	-		-	
A _I 68	5	-		-	
A _I 69	5	-		-	
A _I 70	5	-		-	
A _I 71	5	-		-	
A _I 72	5	-		-	
A _I 73	5	-		-	
A _I 74	5	-		-	
A _I 75	30	3		2	-

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni terreno	N. campioni rifiuto	N. piezometri
A ₁ 76	30	3	2	-
A ₁ 77	30	3	2	-
A ₁ 78	30	3	2	-
A ₁ 79	30	3	2	-
A ₁ 80	30	3	2	-
A ₁ 81	30	3	2	-
A ₁ 82	30	3	2	-

AREA N. 5 SONDAGGI GEOGNOSTICI E POZZI SPIA

Sondaggio	Profondità (m)	N. campioni Indisturbati					N. piezometri
		da 0 a 20 m dal p.c.	da 20 a 40 m dal p.c.	da 40 a 60 m dal p.c.	da 60 a 80 m. dal p.c.	oltre 80 m dal p.c.	
G _E 1	165	1				2	1
G _E 2	135	1			1	1	1
G _E 3	150	1			1	1	1
G _E 4	85	1		1		1	1
G _E 5	206	1				2	1
G _E 6	185	1				2	1
G _E 7	110	1		1		1	1
G _E 8	64	1	1		1		1
G _E 9	75	1	1		1		1
G _E 10	65	1	1		1		1
G _E 11	75	1	1		1		1
G _E 12	106	1		1		1	1
G _E 13	85	1		1		1	1
G _E 14	87	1		1		1	1
G _E 15	90	1		1		1	1
G _E 16	130	1			1	1	1
G _E 17	105	1		1		1	1
P1	185	1				2	1
P2	165	1				2	1
P3	186	1				2	1
P4	195	1				2	1
P5	120	1			1	1	1
P6	125	1			1	1	1
P7	90	1		1		1	1
P8	115	1		1		1	1
P9	55	1	1	1			1
P10	90	1		1		1	1
P11	205	1				2	1
P12	205	1				2	1