

PIANO DI SVILUPPO E COESIONE DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio



Presidenza del Consiglio dei Ministri
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI - COROGLIO



STAZIONE APPALTANTE



Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria
Direzione Area Tecnica Ambiente:
Ing. Edoardo ROBORTELLA STACUL

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO BONIFICA AREE A TERRA: Ing. E. FUSCO

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE: Ing. Lorenzo MORRA

PROGETTAZIONE AMBIENTALE

Dott. Geol. Antonio RENDA

GRUPPO PROGETTAZIONE INTERNO

Ing. Jasmeen GIURA
Ing. Flavia NANNI
Ing. Carmen FIORE
Geom. Alessandro FABBRI

Realizzazione del "Piano di Caratterizzazione Città della Scienza - lato ovest Via Coroglio" attraverso l'AQ "Servizi di analisi di laboratorio e indagini ambientali del sito di rilevante interesse nazionale di Bagnoli Coroglio, esecuzione di sondaggi, indagini geotecniche, idrauliche"

ELABORATO			DATA	NOME	FIRMA
Piano di caratterizzazione - Relazione tecnica			REDATTO	Gennaio 2024	Dott. Geol. Antonio RENDA
			VERIFICATO	Gennaio 2024	Ing. Lorenzo MORRA
			APPROVATO	Gennaio 2024	Ing. Enrico FUSCO
			DATA	Gennaio 2024	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI	SCALA		
Rev. 1	Gennaio 2024	Aggiornamento in ottemperanza alla nota del Commissario Straordinario prot. CSB-0000023-P del 12/01/2024	CODICE FILE		
Rev. 2			2015E051INV-02_RT_PdC_SC		
Rev. 3					

PREMESSA

1.	ATTIVITÀ GIA' ESEGUITE SULL'AREA.....	4
1.1	Inquadramento dell'area	4
1.2	Inquadramento geologico – idrogeologico.....	7
1.3	Sintesi delle attività di caratterizzazione e bonifica già eseguite.....	9
1.4	Attività di monitoraggio in corso.....	15
2.	ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEL PdC	17
2.1.	Verifica dello stato dei luoghi	17
2.2.	Interferenze con edifici esistenti	22
2.3.	Ricerca di ordigni esplosivi residuati bellici	23
3.	REALIZZAZIONE DI SONDAGGI E ANALISI AMBIENTALI.....	28
3.1.	Prelievo campioni di terreno	31
3.2.	Formazione del campione per analisi su composti volatili	32
3.3.	Formazione del campione per analisi di laboratorio su composti non volatili.....	33
3.4.	Installazione piezometri.....	34
3.5.	Prelievo di campioni di acque sotterranee	35
3.6.	Set analitici per le matrici ambientali	37
3.7.	Analisi granulometrica	40
3.8.	Modalità di conservazione e spedizione dei campioni	40
4.	REQUISITI DEI LABORATORI DI ANALISI.....	41
4.1.	Requisiti minimi di prestazione dei metodi analitici	42
4.2.	Controllo di qualità	43
5.	ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI	44
6.	GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI	44
7.	TEMPISTICHE	45
	ALLEGATO A: Planimetria con l'ubicazione dei punti di sondaggio	46

PREMESSA

INVITALIA, nel più ampio contesto delle attività poste in essere in qualità di Soggetto Attuatore ai sensi dell'art. 33 del D.L. n. 133/2014, e in vista delle successive fasi di progettazione dei necessari interventi nell'ambito del "Programma di risanamento ambientale e di rigenerazione urbana dell'Area di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli – Coroglio" (PRARU), ha necessità di avviare indagini di affinamento e aggiornamento delle conoscenze del quadro ambientale nel settore dell'area della Fondazione IDIS-Città della Scienza posta tra Via Coroglio e la scogliera fronte mare.

Il risanamento ambientale dell'ex sito industriale è un processo integrativo, che prevede un iter consistente in una serie di operazioni mirate allo "trasformazione" dello stesso dalle attuali caratteristiche, destinandolo all'uso previsto dal PRARU.

All'interno del perimetro dell'Area di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli – Coroglio il sedime occupato dalla Fondazione IDIS-Città della Scienza, avente una superficie complessiva di circa 65.000 mq, si può suddividere in due sub-aree, una posta a est di Via Coroglio e una ubicata a ovest di Via Coroglio lato mare. In quest'ultima sub-area di circa 24.000 mq, descritta con maggior dettaglio nei paragrafi che seguono, ricade il settore di interesse del presente PdC.

In aderenza a quanto determinato nel Decreto n. 4 del 04.05.23 conseguente alla conclusione della Conferenza dei Servizi indetta dal Commissario Straordinario con provvedimento prot. n. 79 del 24/03/2023, per la suddetta sub-area è in corso di stipula un accordo di permuta tra INVITALIA e la Fondazione IDIS nell'ambito della individuazione del sito su cui verrà costruito il Nuovo Science Center.

Pertanto, al fine di procedere all'acquisizione di un quadro conoscitivo aggiornato dell'area oggetto della permuta, INVITALIA intende dar corso all'esecuzione di un piano di caratterizzazione sul sedime di interesse (lato ovest via Coroglio).

Tali attività saranno condotte da INVITALIA nell'ambito dell'Accordo quadro relativo ai "*Servizi di analisi di laboratorio e indagini ambientali del sito di rilevante interesse nazionale di Bagnoli Coroglio, esecuzione di sondaggi, indagini geotecniche, idrauliche*" e possono essere riassunte nei seguenti step:

- **attività preliminari:** consistenti nella preparazione e pulizia delle aree da eventuali materiali stoccati al piano campagna, prospezione georadar e individuazione della verticale ottimale di perforazione;
- **caratterizzazione di dettaglio:** posizionamento attrezzatura di perforazione sui punti di sondaggio ed esecuzione delle indagini ambientali descritte nel "Piano di caratterizzazione";
- **report finale:** elaborazione e restituzione dei dati e degli esiti delle indagini eseguite.

Con nota prot. CSB-0000023-P-12/01/2024, acquisita al prot. INVITALIA n. 0011651 del 12.01.24, il Commissario Straordinario ha richiesto una serie di precisazioni che vengono puntualmente evase nella presente revisione.

Il presente elaborato descrive pertanto le modalità tecniche, eventualmente aggiornate e/o integrate a seguito degli esiti della relativa Conferenza di Servizi, che l'esecutore dovrà seguire per lo svolgimento delle attività di caratterizzazione.

1. ATTIVITÀ GIA' ESEGUITE SULL'AREA

1.1 Inquadramento dell'area

L'area della Fondazione IDIS-Città della Scienza, compreso il settore di interesse del presente piano di caratterizzazione integrativo, sorge nel quartiere napoletano di Bagnoli ed è collocato al margine meridionale dell'ex area industriale di Bagnoli (Figura 1).



Figura 1 - Ubicazione area Fondazione IDIS-Città della Scienza

Il settore dell'area di Città della Scienza di cui al presente Piano di Caratterizzazione Integrativo è riportato nelle Figure 2 e 3 sottostanti. Esso si sviluppa su una superficie totale di circa 24.000 m² e ricade nel Foglio 221 Particella 103 del Catasto dei terreni del Comune di Napoli.

Esso confina a est in parte con la Via Coroglio e in parte con gli edifici adiacenti alla stessa via di proprietà della Fondazione IDIS, a ovest con la linea di costa, a nord con l'area occupata dall'Ass. Polisportiva Dilettantistica Circolo Ilva, mentre a sud con l'area occupata degli edifici del Borgo Coroglio.

L'area di Città della Scienza è stata interessata da metà dell'Ottocento, e fino alla liquidazione definitiva avvenuta nel 1990, da attività industriali per la produzione di concimi fosfatici e superfosfatici, fertilizzanti fosfatici e prodotti chimici per l'agricoltura (acido solforico, acido nitrico, allume e solfato di rame, alcool, solfato di allumina). Le materie prime utilizzate nei cicli produttivi erano: pirite, zolfo, nitrato di soda, solfato di ammoniaca, terra alluminosa, ecc.

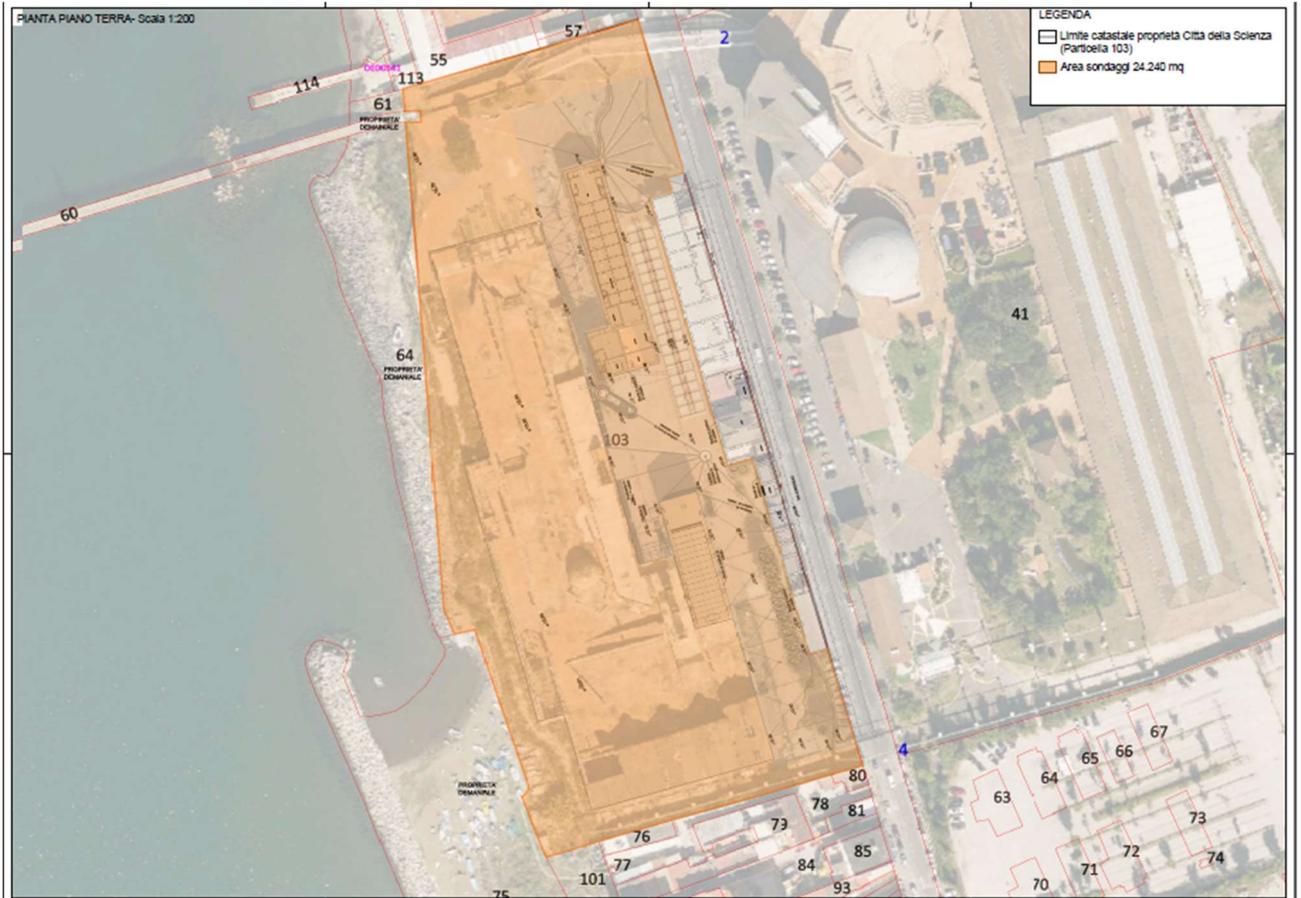


Figura 2 – Planimetria dell'area di Città della Scienza da caratterizzare



Figura 3 - Foto aerea del settore di indagine della Città delle Scienze (evidenziato in rosso). Sulla sinistra si nota il ponte pedonale che attraversa Via Coroglio

Nel settore di interesse prospiciente il fronte mare è stato inaugurato, nel 2001, l'edificio ospitante lo Science Center, il primo museo scientifico interattivo italiano, che occupava una superficie di circa 9000 mq. Successivamente, il 4 marzo 2013, un incendio di natura dolosa distrusse gran parte delle aree espositive.



Figura 4 – Immagine dell'edificio dello Science Center dopo l'incendio

In esito alla Conferenza di Servizi indetta con provvedimento prot. N. 79 del 24.03.23, il Commissario Straordinario ha approvato la nuova localizzazione del futuro Science Centre, giusto decreto n. 4 del 04.05.23.

1.2 Inquadramento geologico – idrogeologico

Il sito oggetto di indagine è ubicato nell'area occidentale del comune di Napoli, in prossimità della fascia costiera di recapito che collega la piana di Bagnoli-Fuorigrotta con il mare, e ricade nei Fogli 183-184 della Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000 (Napoli - Isola d'Ischia) riportata nella Figura 5 seguente.

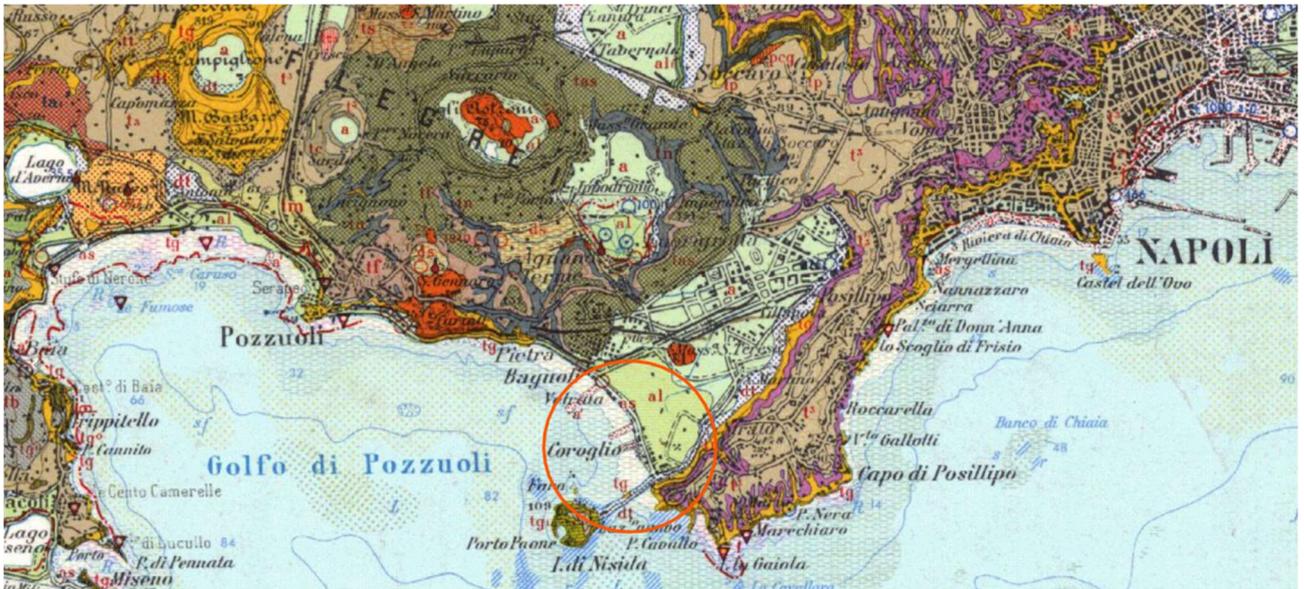


Figura 5 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia (Fogli 183-184). L'area in studio è ubicata all'interno del cerchio rosso.

Il principale elemento geologico-strutturale è costituito dalla vasta caldera vulcanica collassata circa 35.000 anni fa a seguito dell'eruzione e conseguente messa in posto dell'Ignimbrite Campana (Tufo grigio campano). L'attività vulcanica compresa nel periodo che va da 35.000 anni fa al 1538 D.C. può essere suddivisa nelle seguenti cinque principali fasi di attività:

- Vulcanismo pre-Ignimbrite Campana
- Eruzione dell'Ignimbrite Campana e relativo collasso calderico (primo)
- Vulcanismo tra l'Ignimbrite Campana ed il Tufo Giallo Napoletano
- Eruzione del Tufo Giallo Napoletano e relativo collasso calderico (secondo)
- Vulcanismo post-Tufo Giallo Napoletano

Dopo il primo collasso calderico il mare fece il suo ingresso nella depressione morfologica; nel tempo, il progressivo riempimento di materiale vulcanoclastico portò ad una nuova emersione dell'area. Il Tufo giallo napoletano è il deposito piroclastico litoide più tipico di questa fase eruttiva sottomarina (12.000 anni fa). Affiora lungo i versanti della collina di Posillipo che chiude a sud-est l'area, mentre è dislocato alcune centinaia di metri al di sotto della piana di Bagnoli. Le successive fasi vulcaniche, avvenute in ambiente subaereo, ad opere di numerosi cono di emissione, hanno eruttato materiale piroclastico alternati a paleosuoli nei periodi di quiescenza eruttiva.

L'area centrale della Piana di Bagnoli si configura come una vasta e piatta depressione retrodunale delimitata verso mare da un cordone costiero. Tale depressione con caratteristiche deposizionali di tipo limno-palustre si è mantenuto come tale almeno dal Medioevo fino al 1800, quando sono iniziate le opere di bonifica idraulica e l'intensa antropizzazione. I processi di urbanizzazione ed industrializzazione hanno portato ad una completa trasformazione morfologica del territorio e di conseguenza del "naturale" substrato geologico. Un'importante coltre di terreni di riporto, formato anche da una componente di materiale litoide di provenienza "industriale" frammisto ai prodotti cineritici rimaneggiati, ha ricoperto in modo disuniforme l'intera piana a costituire un nuovo orizzonte litologico.

Nella zona più prossima al litorale di Bagnoli, in cui ricade l'area in studio, sono presenti sabbie e limi di ambiente litorale attuale e recente. Si tratta di depositi generalmente poco addensati, sovente rimaneggiati e localmente coalescenti con depositi antropici costituiti da scorie di lavorazione. Sono anche presenti depositi di origine palustre a granulometria prevalentemente limosa con livelli torbosi.,

In merito all'assetto idrogeologico, dall'interpretazione dei dati stratigrafici congiunti con l'elaborazione statistica dei risultati delle prove di permeabilità eseguite da INVITALIA nel SIN Bagnoli-Coroglio, si può ipotizzare che l'acquifero del SIN di Bagnoli è caratterizzato da due unità idrogeologiche sottostanti una coltre di riporti antropici non sempre interessata dalla falda. Le differenze tra le due unità non sono evidenziate in modo netto dai risultati ma l'osservazione in fase di esecuzione dei sondaggi lascia protendere verso tale ipotesi. Si può affermare che i dati convergono, dunque, verso un modello di circolazione monofalda a "due velocità" dato che dalle prove in situ risultano dei valori di conducibilità idraulica orizzontale differenti di quasi un ordine di grandezza:

- unità idrogeologica 1 (fino a 15 m da p.c.): costituita schematicamente da una litologia prevalentemente sabbioso limosa e/o limoso sabbiosa con coefficiente medio $K_h = 2.87E^{-5}$ m/s
- unità idrogeologica 2 (oltre 15 m da p.c.): costituita schematicamente da sabbia debolmente limosa-ghiaiosa alla quale è possibile attribuire un coefficiente medio $K_h = 8.68E^{-5}$ m/s

Questo schema di falda che indica un'ipotesi di spartiacque nelle zone baricentriche del dell'area ex-Ilva e due probabili assi di drenaggio principali, è stato confermato anche da precedenti studi (Celico et al. 1999). In generale il deflusso delle acque sotterranee avviene da est verso ovest in direzione del mare, che costituisce il recapito finale.

1.3 Sintesi delle attività di caratterizzazione e bonifica già eseguite

Nel corso del 2008, preliminarmente ai lavori di costruzione del Museo Corporea in un lotto della sub-area est della Fondazione IDIS-Città della Scienza, sono state effettuate le attività previste dal Piano di Caratterizzazione approvato in Conferenza dei servizi Decisoria del 8 giugno 2006, nell'ambito delle quali sono stati realizzati n. 23 sondaggi, di cui n. 6 attrezzati a piezometro a tubo aperto (S1÷S4, P1, P2) sia per il monitoraggio del livello piezometrico delle acque sotterranee che per la loro caratterizzazione dal punto di vista chimico-fisico, la cui ubicazione è riportata in figura 6.

N. 21 sondaggi sono stati approfonditi fino a 10 metri dal p.c. e n. 2 (P1 e P2) fino a 20 m dal p.c. Sono stati inoltre prelevati anche due campioni di top-soil (Top1 e Top2).

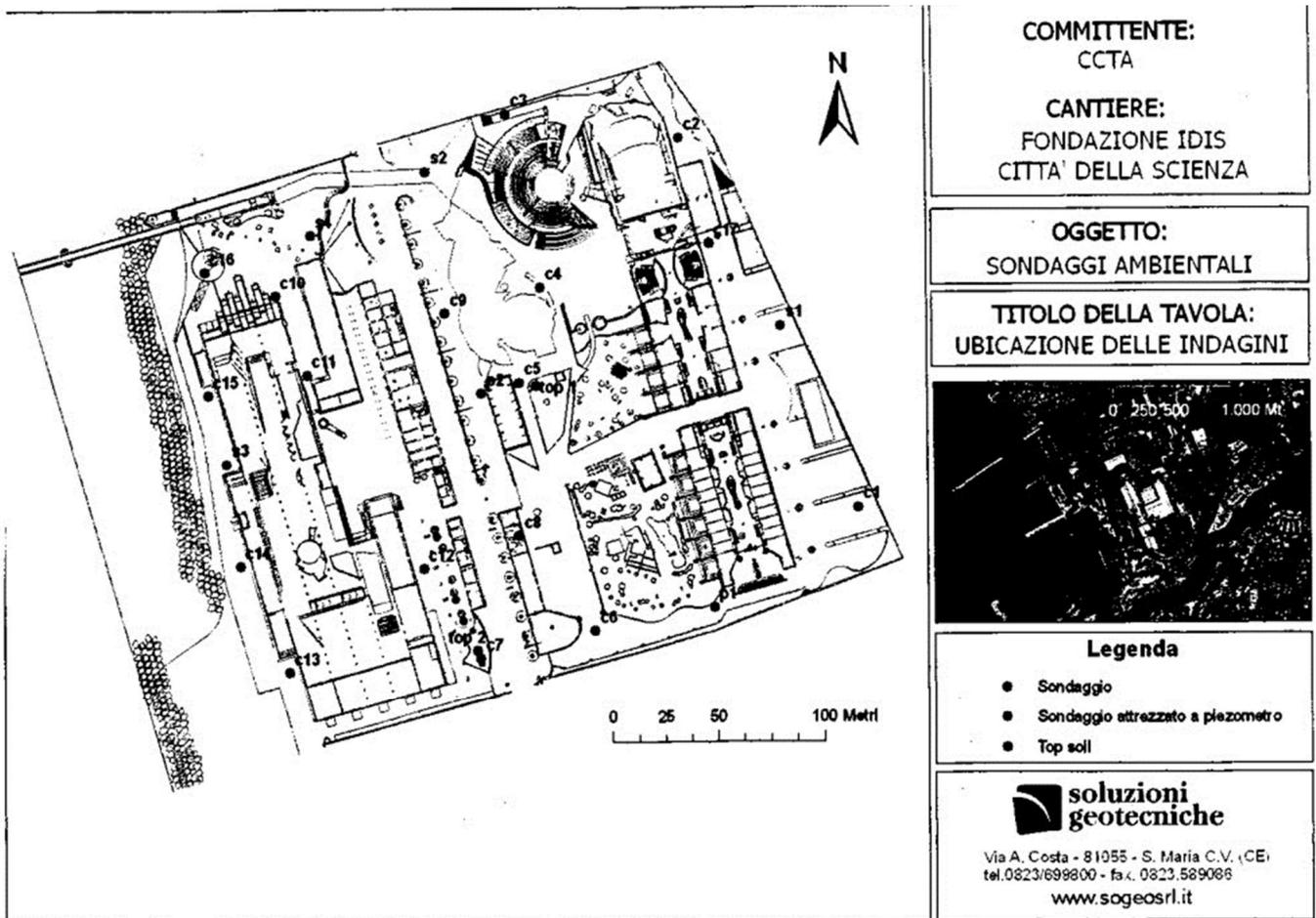


Figura 6: Ubicazione sondaggi (C) e piezometri (S e P)

Nella sub-area di interesse del presente elaborato sono stati realizzati n. 10 dei n. 23 sondaggi (C7, C10÷C16, S3, S4), evidenziati in grassetto nella tabella sottostante.

SONDAGGIO	PROFONDITA' DAL P.C. (m)
C1	10,0
C2	10,0
C3	10,0
C4	10,0
C5	10,0
C6	10,0
C7	10,0
C8	10,0
C9	10,0
C10	10,0
C11	10,0
C12	10,0
C13	10,0
C14	10,0
C15	10,0
C16	10,0
C17	10,0
S1	10,0
S2	10,0
S3	10,0
S4	10,0
P1	20,0
P2	20,0

Come riportato nel precedente paragrafo, l'area in studio ricade all'interno della zona vulcanica attiva dei Campi Flegrei rappresentata dalla depressione tettonica di Bagnoli-Fuorigrotta, situata ad Ovest della città di Napoli.

Dal punto di vista litologico, i sondaggi hanno evidenziato in primo luogo, al di sopra dei terreni in posto costituiti da depositi sabbioso-limosi di origine piroclastica rimaneggiati in ambiente marino e costiero, con presenza a tratti di livelli di paleosuolo, la costante presenza di materiali di riporto eterogenei nei primi metri di profondità aventi spessori variabili da 0,70 m (S4) a 4,50 m.

Come riportato nella tabella sottostante, la soggiacenza della falda misurata nei piezometri installati varia da 1,80 m, nel piezometro S3 posto in vicinanza della linea di costa, a circa 3 m di profondità da p.c.

PIEZOMETRO	Profondità Piezometro dal p.c. (m)	H, livello piezometrico dal p.c. (m)
S1	10,00	2,50
S2	10,00	3,00
S3	10,00	1,80
S4	10,00	2,00
P1	20,00	2,10
P2	20,00	2,00

Sui campioni di suolo e sottosuolo prelevati (n. 3 per ogni verticale d'indagine) sono state condotte analisi di laboratorio per la misura delle concentrazioni dei contaminanti secondo i limiti previsti dal D. Lgs. 152/06 e i valori di fondo stabiliti e approvati dal MATTM per il SIN Bagnoli-Coroglio a valle di uno studio condotto a tal fine dalla BagnoliFutura S.p.A. Inoltre, sui campioni di terreno sono state effettuate anche analisi granulometriche.

I campioni di acque di falda sono stati analizzati e confrontati con i limiti indicati nella Tab. 2 del D. Lgs. 152/06.

Successivamente, dopo il completamento delle attività di caratterizzazione e al fine di determinare il grado di contaminazione dell'area e definire gli obiettivi di bonifica, è stata effettuata l'elaborazione dell'analisi rischio sito-specifica di cui, di seguito, si riporta integralmente il paragrafo delle conclusioni presente nel documento "Analisi di Rischio" redatto per conto della Fondazione IDIS-Città della Scienza da C.C.T.A. a maggio 2008:

L'analisi di rischio eseguita si basa sui dati acquisiti durante la fase di caratterizzazione.

L'analisi è stata condotta utilizzando la versione 3.1 di Giuditta elaborata dalla Provincia di Milano in collaborazione con Dames & Moore e secondo le linee guida APAT-ARPA/APPA-ISS-ISPFEFL -definite nel document "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati - Revisione 2, Marzo 2008".

L'analisi ha consentito di:

- *definire i termini di rischio attualmente presenti per l'uomo e per la falda;*
- *definire gli obiettivi di bonifica e gli eventuali interventi di messa in sicurezza da adottare.*

Sono stati considerati tutti i possibili percorsi, tranne la migrazione del prodotto libero, anche se quelli effettivamente attivi sono in numero più ridotto.

Il modello concettuale del sito risulta più cautelativo di quanto non sia in realtà la situazione, simulando un "caso peggiore" molto a favore della sicurezza.

*I risultati dell'analisi **a breve termine** hanno verificato che si verifica un rischio solo per la falda dovuto*

alla presenza dei seguenti contaminanti:

- benzene;
- toluene;
- xileni;
- pirene;
- berillio;
- cobalto;
- ferro;
- manganese;
- idrocarburi C>12.

Gli indici totali sia da sostanze cancerogene che da quelle non cancerogene risultano tutti accettabili.

Pertanto, considerando che l'area risulta completamente pavimentata e di conseguenza messa in sicurezza, non è necessaria alcun tipo di attività di bonifica dei terreni.

Per quanto attiene alla falda si osserva, invece, quanto segue:

- *il rischio totale dal suolo deve considerarsi a tutti gli effetti come un rischio potenziale in quanto le indagini eseguite escludono un rapporto di causa-effetto tra le due matrici ambientali;*
- *i materiali presenti nel sottosuolo hanno cessioni molto basse (valutate mediante test di eluizione) e quindi non sono in grado di trasferire un apprezzabile carico inquinante alle acque;*
- *la contaminazione da composti organici rilevata nel piezometro S1 risulta estremamente localizzata in quanto, sia a monte, all'interno dell'area Ex- Ilva, in corrispondenza della barriera di emungimento, sia a valle, in corrispondenza degli altri piezometri realizzati nel sito in esame, non si rilevano contaminazioni da composti organici;*
- *è in fase di progettazione da parte del Commissariato di Governo la realizzazione di un diaframma plastico permanente lungo il perimetro verso mare del sito ex industriale di Bagnoli. Essa sostituirà le attività di disinquinamento attualmente in esercizio nelle aree di Bagnoli attuando il barrieramento e la eventuale bonifica delle acque contaminate.*

A valle delle indagini di caratterizzazione ambientale, terminate ad aprile 2008, e della successiva elaborazione dell'Analisi di rischio sito-specifica, eseguita sempre nel 2008, è stato redatto il Progetto Definitivo di Bonifica dell'area che ha ricevuto l'autorizzazione all'avvio dei lavori dal Ministero dell'Ambiente con decreto n° 8322/QdV/M/DI/B del 04/06/2009.

Nel corso del mese di luglio 2009 (Comunicazione prot. CDS/U 3400 del 13/07/2009, alla Provincia di

Napoli ed ARPAC, di inizio delle attività bonifica e trasmissione del cronoprogramma delle attività) sono stati avviati i lavori di bonifica del sito che si sono conclusi a marzo 2010, tre anni prima dell'incendio dello Science Center.

La bonifica si è articolata, come da progetto esecutivo, negli interventi di seguito descritti:

Bonifica dei terreni

- Nelle celle, che in fase di caratterizzazione hanno evidenziato contaminazione da composti organici nella porzione superficiale dei terreni (livello A), si effettuerà l'asportazione della intera porzione contaminata, salvo che nei casi al punto successivo.
- In prossimità di edifici o altre strutture, anche interrato, che non consentano lo scavo fino a profondità tali da permettere l'asportazione totale dello strato superficiale contaminato, si provvederà all'asportazione di uno spessore medio di 50cm, con successiva messa in sicurezza mediante pacchetti tecnologici isolanti che impediscano il percolamento di acque meteoriche.
- Nelle celle in cui la contaminazione da composti organici è stata evidenziata in profondità, indicato come livello "B" a cavallo tra strato saturo ed insaturo, si effettuerà lo scavo del primo metro del terreno per consentire la realizzazione di una messa in sicurezza mediante pacchetti tecnologici isolanti che impediscano il percolamento di acque meteoriche.

- In tutte le celle, indipendentemente dal livello in cui è stata rinvenuta la contaminazione, saranno realizzate o ripristinate coperture e pavimentazioni, tali da isolare completamente i terreni sottostanti da ogni possibilità di contatto diretto.

Non sono previsti interventi mirati alla presenza diffusa di alcuni metalli pesanti nei terreni in quanto:

- le elevate concentrazioni di alcuni metalli pesanti (in particolare Arsenico, Ferro e Manganese) hanno origine dal diffuso idrotermalismo tipico dell'area; a tal nell'inquadramento dell'area sono riportati numerosi studi;
- non si rilevano fenomeni di eluizione di tali metalli dal suolo verso la falda; ciò trova conferma sia nei test di eluizione eseguiti che nelle analisi delle acque di falda.

Bonifica delle acque

La caratterizzazione geochimica delle acque ha evidenziato una contaminazione da composti organici esclusivamente nel piezometro S1.

Si è evidenziato, inoltre, come la presenza di metalli pesanti in concentrazioni superiori ai limiti è dovuta ai fenomeni idrotermali tipici dell'area.

L'intervento di bonifica e messa in sicurezza delle acque sarà quindi limitato all'area in corrispondenza del piezometro S1, situato lungo lato perimetrale a Ovest del sito.

L'attività di disinquinamento delle acque, in attesa dell'intervento di barrieramento definitivo, consisterà nella realizzazione di un pozzo in corrispondenza di S1 le cui acque troveranno recapito nel collettore principale (Ramo Sud) della barriera di emungimento attualmente in attività nel sito ex-ILVA di Bagnoli. Prima dell'immissione delle acque nella condotta di adduzione all'impianto di trattamento è previsto uno stadio di strippaggio con aria e relativo abbattimento su filtri a carbone attivo dei contaminanti in fase gassosa.

In particolare, la bonifica dei terreni ha previsto interventi su 4 celle (individuate nella documentazione con i codici C5, C12, C15, C17) nelle quali la caratterizzazione aveva evidenziato una contaminazione per composti organici non compatibile con la destinazione d'uso commerciale e industriale dell'area, due delle quali, C12 e C15, ricadevano nell'area di interesse del presente piano di caratterizzazione.

In seguito al completamento delle attività di bonifica Fondazione IDIS – Città della Scienza comunicava la fine dei lavori richiedendo il certificato di avvenuta bonifica, giusta comunicazione prot. n. 01648 del 16/03/2010 indirizzata alla Provincia di Napoli - Direzione Tutela del suolo e all'ARPAC.

Per ottemperare all'ordinanza sindacale n°1755 del 03/12/2013, la Stazione appaltante, al fine di

pervenire al certificato di avvenuta bonifica dell'area da parte degli Enti preposti, ha inteso acquisire anticipatamente, rispetto alla ultimazione complessiva dell'appalto, apposita certificazione di collaudo inerente alle attività di bonifica che risultano ultimate.

In data 09/01/2014 è stato consegnato alla SA il "certificato di collaudo parziale tecnico amministrativo relativo alle sole opere di bonifica".

1.4 Attività di monitoraggio in corso

La Fondazione IDIS-Città della Scienza conduce periodicamente, da luglio 2015, il monitoraggio della qualità idrochimica delle acque sotterranee così come previsto dalla sezione 5.2 della relazione generale – interventi di bonifica del Progetto Definitivo di Bonifica - decreto del Ministero dell'Ambiente n° 8322/QdV/M/Di/B del 04/06/2009, approvato in via definitiva con decreto n. 4975/TRI/DI/B del 10/04/2014.

I campionamenti vengono attualmente eseguiti su n. 6 punti di prelievo presenti nell'area di proprietà (Figura 7) siglati, come riportato nella Relazione Tecnica redatta dalla Ecosistem S.r.l. che nel mese di maggio 2023 ha eseguito il campionamento delle acque di falda per conto della Fondazione IDIS-Città della Scienza, con codice alfanumerico, in particolare:

- P1 - sito in Via Coroglio 57 e corrispondente al monte idrogeologico siglato S1 durante la caratterizzazione del 2008. Il pozzo è in emungimento ed è allacciato alla barriera idraulica del SIN;
- P2 - sito in Via Coroglio 104 e corrispondente a valle idrogeologico siglato S3 durante la caratterizzazione del 2008;
- P3 - sito in Via Coroglio 57 siglato S2 durante la caratterizzazione del 2008;
- P4 - sito in Via Coroglio 104 siglato S4 durante la caratterizzazione del 2008;
- P5 - sito in Via Coroglio 57 – di nuova realizzazione in prossimità del pozzo con pari sigla;
- P6 - sito in Via Coroglio 57 siglato P2 durante la caratterizzazione del 2008.

Come rappresentato nella Relazione Tecnica di cui sopra nel mese di maggio 2023 "i risultati analitici mostrano passività in linea con l'andamento dei monitoraggi precedenti, in particolare si mettono in evidenza le passività, saltuarie, di Idrocarburi Policiclici Aromatici nella falda relativa al Pozzo siglato P5".

Si evidenzia che nella sub-area di interesse del presente PdC Integrativo ricadono i piezometri con sigla **P2 e P4**.



Figura 7 – Ubicazione dei punti di prelievo acque sotterranee (immagine tratta dalla Relazione Tecnica redatta da Ecosistem S.r.l.)

2. ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA REALIZZAZIONE DEL PdC

2.1. Verifica dello stato dei luoghi

Di seguito si riportano una serie di immagini dell'area rappresentative della condizione in cui si trovano le strutture esistenti all'interno dell'area, su buona parte della quale insistono i resti dell'edificio che ospitava lo Science Center distrutto dall'incendio del 2013, scattate in occasione del sopralluogo effettuato dai Tecnici di INVITALIA in data 20 novembre 2023.





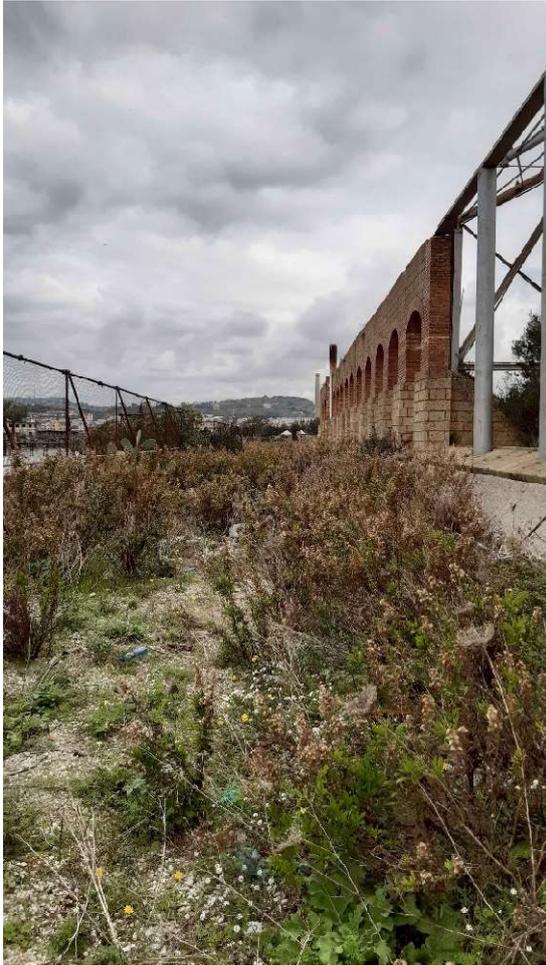








Figura 8 - Immagini dello stato dei luoghi

2.2. Interferenze con edifici esistenti

Le possibili interferenze al fine dell'esecuzione delle attività oggetto della seguente relazioni sono:

- Presenza di strutture fortemente ammalorate;
- Stato precario della viabilità interna;
- Diffusa presenza di manufatti interrati e/o sottoservizi non completamente censiti e/o riscontrabili da p.c.;

Al fine di consentire l'esecuzione delle attività in totale sicurezza sarà necessario preventivamente valutare:

- la delimitazione parziale e/o totale, mediante nastro segnaletico, delle strutture ammalorate e potenzialmente interferenti con le attività di caratterizzazione;
- opere di messa in sicurezza propedeutiche alle attività di caratterizzazione qualora necessarie;
- consultazione di particolari costruttivi per valutare la presenza di eventuali manufatti interrati/sottoservizi e le tipologie di fondazioni e/o platee presenti.

2.3. Ricerca di ordigni esplosivi residuati bellici

Prima di procedere con le attività è necessaria una preventiva indagine con georadar + rilievo magnetometrico.

Nel caso in cui le indagini con georadar dovessero rilevare la presenza di materiale ferroso, si dovrà valutare la necessità di effettuare una bonifica bellica superficiale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DL luogotenenziale del 12 aprile 1946 n. 320, modificato dal D.L.C. PS 01-11-1947 n.1768.
- Regolamento per i lavori del Genio militare, conformemente al parere del "Consiglio di Stato III sezione" n. 1218 in data 09-10-1962;
- Dal "Regolamento per i lavori", le provviste ed i servizi da eseguirsi in economia da parte degli organi centrali e periferici del Ministero della Difesa approvato con DPR 05-12-1983, n. 939.
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Legge 01 ottobre 2012, n. 177 "Modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici" (GU n. 244 del 18-10-2012 e GU n. 245 del 19-10-2012).
- Decreto ministeriale 11 maggio 2015, n. 82 "Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 01 ottobre 2012, n. 177".
- Ministero della Difesa – M_D GGEN REG2020 0001261 20-01-2020 "Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre", 2ª serie aggiornata al 20 gennaio 2020

RICERCA PREVENTIVA ORDIGNI BELLICI – ATTIVITÀ PRELIMINARI

Le aree dovranno essere indagate al fine di escludere preventivamente la presenza di eventuali ordigni esplosivi bellici a tutela dei propri interessi e a salvaguardia della pubblica incolumità e delle maestranze operanti sul luogo di lavoro.

Tali attività dovranno essere realizzate:

- attraverso modalità di ricerca superficiale e profonda per una profondità massima di mt 1,00 dal p.c.

PRESCRIZIONI PRELIMINARI GENERALI

Prima dell'inizio dell'attività di ricerca ordigni bellici l'impresa BCM individuata (di seguito Affidataria), sulla base della documentazione fornita dalla Committente, dovrà richiedere le necessarie autorizzazioni

all'Organo Esecutivo Periferico territorialmente competente (OEP - 10° Reparto Infrastrutture Napoli); ottenute tali autorizzazioni, l'Affidataria procederà a svolgere le attività di ricerca ordigni rispettando le modalità previste nel progetto di bonifica e le osservazioni/prescrizioni formulate dalla Direzione Genio Militare territorialmente competente.

La documentazione minima da sottoporre alla Direzione Generale Militare competente per ottenere il provvedimento autorizzativo dovrà comprendere:

- la planimetria della zona oggetto delle attività con evidenziate le aree nelle quali saranno svolte le ricerche di eventuali ordigni bellici;
- una autocertificazione attestante il mantenimento della capacità tecnica, accertata in fase di iscrizione o rinnovo all'A.F.A, sulla base dei requisiti stabiliti dalla circolare 4/600099 del 4/09/95 e dell'iter previsto dal citato DM n. 82 del 11/05/15;
- copia dell'assicurazione INAIL del personale impiegato nell'attività di bonifica ai sensi dell'art. 22, comma 1, lettera c-bis del Dlgs 15/03/10 n. 66 e s.m.i.
- l'elenco del personale tecnico specializzato della impresa aggiudicataria munito di brevetto B.C.M. (Bonifica Campi Minati).

L'Affidataria, prima dell'inizio delle attività, dovrà:

- dimostrare alla Committente di aver ottemperato a quanto prescritto e normato dalle leggi vigenti nel campo della ricerca ordigni bellici.
- designare un dirigente tecnico B.C.M. il quale dovrà presenziare alla consegna dei lavori e verificare che le attività di ricerca ordigni bellici vengano realizzate nel rispetto delle modalità previste dalla Direzione Genio Militare Territorialmente Competente e in osservanza alle eventuali osservazioni/prescrizioni.
- designare almeno un assistente tecnico B.C.M. al quale sarà affidato il coordinamento continuativo delle attività; questi dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo e sarà inoltre responsabile della compilazione e della custodia dei documenti di cantiere.

L'Affidataria, con congruo anticipo e comunque almeno tre giorni lavorativi prima dell'inizio dell'attività di ricerca ordigni bellici, dovrà comunicare alla Direzione Genio Militare territorialmente competente – e p.c. alla Committente – i seguenti dati:

- effettiva data di inizio delle attività e la loro durata;
- copia del verbale inizio lavori e di consegna del servizio, comprensiva di copia dell'atto autorizzativo per la B.O.B.;

- elenco nominativo del personale tecnico specializzato munito di brevetto B.C.M. che sarà effettivamente impiegato nelle attività;
- elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo, specificando relativamente agli apparati rilevatori la marca, il tipo ed il numero di matricola;
- eventuali altre comunicazioni/autorizzazioni qualora previste.

MODALITÀ OPERATIVE - BONIFICA SUPERFICIALE

Per quel che concerne la ricerca superficiale degli ordigni bellici, si specifica quanto segue.

La ricerca superficiale consisterà nella ricerca, localizzazione e scoprimento di tutte le masse metalliche significative e di manufatti bellici (ordigni, mine) fornendo una garanzia di sicurezza fino a 100 cm da p.c. esplorato.

La zona da indagare dovrà essere suddivisa in "campi" e poi in "strisce" come previsto al punto D delle "Prescrizioni Generali del CSA B.C.M. – ed. 1984" e s.m.i.

La bonifica dovrà comprendere:

- l'esplorazione per strisce successive di tutta la zona da indagare con apposito strumento di rilevazione di profondità;
- lo scoprimento di tutti i corpi segnalati dall'apparato entro la profondità di 100 cm da p.c. conformemente al punto F delle "Prescrizioni Generali del CSA B.C.M. – ed. 1984" e s.m.i.

Per ciascun punto dove è prevista l'esecuzione della ricerca superficiale, dovrà essere delimitata un'area/piazzola con il punto di ubicazione del sondaggio, precedentemente picchettato con paline in legno, ricadente al centro della stessa; tale area/piazzola dovrà avere dimensioni areali massime di 2,80 m x 2,80 m (7,84 m² per ogni piazzola). Qualora l'area/piazzola individuata presenti arbusti e vegetazione, si dovrà procedere preliminarmente a effettuarne il taglio.

Ciascuna area/piazzola, così delimitata, dovrà essere rilevata sui quattro vertici con sistema GPS; tale strumentazione dovrà presentare caratteristiche tecniche in grado di fornire una precisione di posizionamento planimetrico pari \pm a 3 cm.

Il rilievo così realizzato dovrà essere restituito alla Committente attraverso planimetrie in formato cartaceo e informatizzato (dwg e shapefile) e tabelle cartacee e informatizzate (formato excel).

MODALITÀ OPERATIVE - BONIFICA PROFONDA

Dopo aver effettuato la bonifica superficiale, la singola piazzola dovrà essere delimitata in un quadrante aventi lato di 280 cm, baricentrico rispetto al punto dove verrà effettuato il sondaggio ambientale (con carotiere \varnothing 101 mm). All'interno della piazzola verranno praticati, a mezzo di trivellazione non a percussione, n°4 fori di diametro idoneo a contenere la sonda dell'apparato rilevatore, spinte sino alla

profondità di mt 5.

Detta perforazione verrà eseguita per un primo tratto con sviluppo lineare pari a 100 cm da p.c., corrispondente alla quota garantita con la bonifica superficiale precedentemente effettuata. Successivamente, nel foro già praticato e fino al fondo di esso, verrà calata la sonda dell'apparato rilevatore che, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà in grado di garantire la rilevazione di masse ferrose interrate entro un raggio di 200 cm.

Per la ricerca a profondità maggiore si procederà con trivellazioni progressive di sviluppo lineare pari a 200 cm con le modalità precedentemente descritte.

Qualora si riscontri un substrato roccioso prima del raggiungimento della profondità max pari a 5 m da p.c, ci si attesterà a tale quota riscontrata.

Di seguito si riporta un elenco di ulteriori prescrizioni operative, sia tecniche che amministrative, a cui l'Affidataria dovrà ottemperare durante lo svolgimento del servizio di ricerca e che la Direzione Genio Militare territorialmente competente potrà integrare in fase di emissione del provvedimento autorizzativo sulla base di esigenze sito specifiche:

- ogni quadrante associato al punto di indagine dovrà essere preventivamente numerato e trascritto sul rapportino giornaliero di attività con relativa descrizione delle attività svolte;
- qualora il terreno sia poco consistente è consentito l'utilizzo di un rivestimento del tubo di tipo amagnetico, il cui onere e messa in opera è da intendersi ricompreso nel servizio;
- segnalare tempestivamente, previa autorizzazione della Committente, assunzioni, licenziamenti, trasferimenti ed ogni altra variazione riferita al proprio personale;
- segnalare tempestivamente sospensioni, riprese e termine dei lavori;
- curare la tenuta del rapportino giornaliero delle attività, riportando giornalmente la quantità del servizio eseguito, l'apparato rilevatore utilizzato e le relative modalità di impiego. Detto rapportino dovrà essere sottoscritto dall'Assistente Tecnico B.C.M. responsabile del cantiere e firmato nei rispettivi riquadri da tutto il personale impegnato nell'esecuzione del servizio;
- impiegare il personale specializzato secondo le competenze e responsabilità di cui al paragrafo C delle Prescrizioni Generali del Capitolato B.C.M. e s.m.i.

EVENTUALE RINVENIMENTO DI RESIDUATI BELLICI

In caso di rinvenimento e scoprimento di presunti ordigni bellici di seguito si riporta l'elenco delle prescrizioni operative, sia tecniche che amministrative, a cui l'Affidataria dovrà ottemperare durante tali attività e che la Direzione Genio Militare territorialmente competente potrà integrare in fase di emissione del provvedimento autorizzativo sulla base di esigenze sito specifiche:

- denunciare il rinvenimento di tutti gli ordigni esplosivi di qualsiasi natura e genere inoltrando immediatamente segnalazione scritta alla Prefettura - e per c.c. alla competente stazione dei Carabinieri, alla Direzione Genio Militare territorialmente competente e al FOD di San Giorgio a Cremano per attivare la procedura di "bonifica occasionale";
- lo scavo di avvicinamento dovrà essere effettuato:
- a mano per corpi rinvenuti superficialmente, fino a 1 m da p.c.;
- con mezzi meccanici per corpi rinvenuti in profondità fino ad una quota di un metro più elevata di quella della massa ferrosa rinvenuta, comunque per strati non superiori a 70/80 cm per volta; a seguire la restante porzione dello scavo verrà realizzata manualmente;
- gli scavi dovranno essere effettuati sotto la sorveglianza di un assistente tecnico B.C.M. o di un rastrellatore B.C.M.;
- le operazioni di scoprimento dell'ordigno dovranno essere effettuate in modo da evitare qualsiasi spostamento dello stesso. Qualora durante la fase di scoprimento l'ordigno presentasse caratteristiche di pericolosità dovranno essere immediatamente sospese le attività;
- porre in atto idonea segnaletica di pericolo e tutti gli accorgimenti ritenuti necessari, per evitare che estranei possano avvicinarsi all'ordigno e allo scavo effettuato;
- le opere e gli accorgimenti accessori e necessari realizzati a seguito di rinvenimento/scoprimento devono ritenersi incluse nell'attività di ricerca di ordigni e pertanto tali ulteriori oneri saranno a carico dell'Affidataria.

In caso di ritrovamento di ordigni bellici, l'Affidataria, in accordo con il Supervisore di Campo, dovrà procedere allo spostamento, nelle immediate vicinanze, del punto di ubicazione della ricerca; sul nuovo punto di ubicazione, così individuato, l'Affidataria dovrà procedere alla ricerca degli eventuali ordigni come precedentemente descritto nei paragrafi precedenti.

PRESCRIZIONI FINALI

Le aree bonificate non potranno essere utilizzate fin quando la Direzione Genio Militare Territorialmente Competente non avrà provveduto ad effettuare i necessari accertamenti per il rilascio del verbale di constatazione.

L'Affidataria, entro e non oltre 20 giorni dalla fine delle attività, dovrà fornire alla Direzione Genio Militare territorialmente competente - e p.c. alla Committente l'Attestato di Bonifica Bellica su modulo come da fac-simile 3.10 in appendice alla "Direttiva Tecnica Bonifica Bellica Sistemica Terrestre".

L'OEP nei termini di 30 giorni dalla data di ricezione dell'Attestato di Bonifica Bellica, effettuati i dovuti controlli nell'ambito delle funzioni di sorveglianza e vigilanza provvederà a:

- restituire all'impresa specializzata l'esemplare originale ed in bollo, del precitato Attestato, debitamente vistato e corredato della validazione dell'A.D. sul corretto svolgimento del servizio di BST, notiziandone al contempo il soggetto interessato in merito alla liberalizzazione dell'area sotto il profilo bellico in base all'esito delle verifiche di carattere documentale e/o controlli in situ eseguiti;

- trattenere agli atti l'esemplare originale, di cui una copia in bollo, del precitato Attestato.

Il procedimento avrà termine con il rilascio della validazione dell'A.D.

L'Attestato di Bonifica Bellica, debitamente vistato dall'A.D. e la relativa validazione del servizio BST, sono le uniche certificazioni che, insieme attestano la conclusione delle attività di BST e la conformità o meno dell'esecuzione del servizio di BST al parere vincolante positivo emanato dall'OEP.

Infine, l'Affidataria dovrà fornire alla Stazione Appaltante la planimetria dell'area oggetto della ricerca, georeferenziata, in formato cartaceo e digitale (.dwg e shapefile), nella quale siano riportate in modo univoco i percorsi effettivamente investigati e le aree oggetto di indagine superficiale e profonda.

3. REALIZZAZIONE DI SONDAGGI E ANALISI AMBIENTALI

L'allestimento dei punti di indagine e il posizionamento delle attrezzature di perforazione avverrà congruamente alla situazione ambientale e ai condizionamenti esistenti e preceduto da un sopralluogo preliminare oltre che dall'esame delle mappe dei sottoservizi presenti nel sottosuolo, tenendo in considerazione primariamente le condizioni di sicurezza, la preservazione dell'integrità delle infrastrutture eventualmente presenti e, quindi, le esigenze del piano di indagine.

Per verificarne la fattibilità esecutiva in condizioni di sicurezza, si procederà alle seguenti azioni:

- eventuali ulteriori sopralluoghi di tecnici esperti per verificare lo stato di conservazione degli edifici;
- prove statiche degli edifici esistenti qualora necessarie;
- acquisizione/consultazione di documentazione progettuale as built;
- messa in sicurezza temporanea dei soli edifici che non rispettano gli standard di sicurezza statica rispetto alle esigenze di caratterizzazione integrativa.

Le prospezioni Georadar utilizzate per le attività di ricerca e bonifica di ordigni bellici inesplosi di cui al precedente par. 2.3, saranno realizzate anche nelle immediate adiacenze e nell'intorno di ciascun punto di ubicazione dei sondaggi ambientali. Qualora le prospezioni restituissero evidenze di anomalie si procederà a ubicare il punto di indagine in nuova posizione previa nuova verifica con Georadar.

In funzione di ulteriori informazioni da acquisire e del reale stato dei luoghi, si procederà all'esecuzione dei sondaggi indicati nella planimetria in Figura 9 e nell'Allegato A in calce al presente elaborato.

Si è scelto di adottare un criterio ragionato per l'ubicazione dei punti di indagine e di prelievo a causa della presenza documentata sia di numerosi sottoservizi e locali tecnici sotterranei che di edifici che occupano gran parte dell'area.

Considerando che la superficie dell'area di indagine è di poco superiore a 24.000 mq, il numero di sondaggi previsti con il criterio di cui sopra corrisponde all'incirca al numero di sondaggi ricadenti in una griglia equivalente con maglia quadrata 50 m x 50 m - con i punti di indagine posti al centro di ciascuna maglia - sovrapposta all'area da caratterizzare e di dimensioni confrontabili.

In totale si prevede di realizzare **n. 11** punti di indagine di cui **n. 1** attrezzato a piezometro a tubo aperto da 4" per il monitoraggio della qualità chimico-fisica delle acque di falda e per la misura del livello piezometrico.

I punti di indagine saranno identificati dalle seguenti sigle: **SC01÷SC10**, per i sondaggi destinati al prelievo dei campioni di terreno; **MP01**, per il sondaggio in cui, dopo il prelievo dei campioni di terreno, verrà installata la tubazione piezometrica.

Sulla base dei dati di soggiacenza acquisiti nel corso della caratterizzazione del 2008, la superficie della falda è compresa tra 2 m e 5 m di profondità. Pertanto, si prevede di spingere i sondaggi al massimo a **5 m** di profondità dal piano campagna fino ad intercettare l'interfaccia terreno-falda e consentire di effettuare il prelievo di campioni di terreno nel suolo e sottosuolo insaturo e in prossimità della frangia capillare, come descritto in dettaglio nel successivo paragrafo 3.1

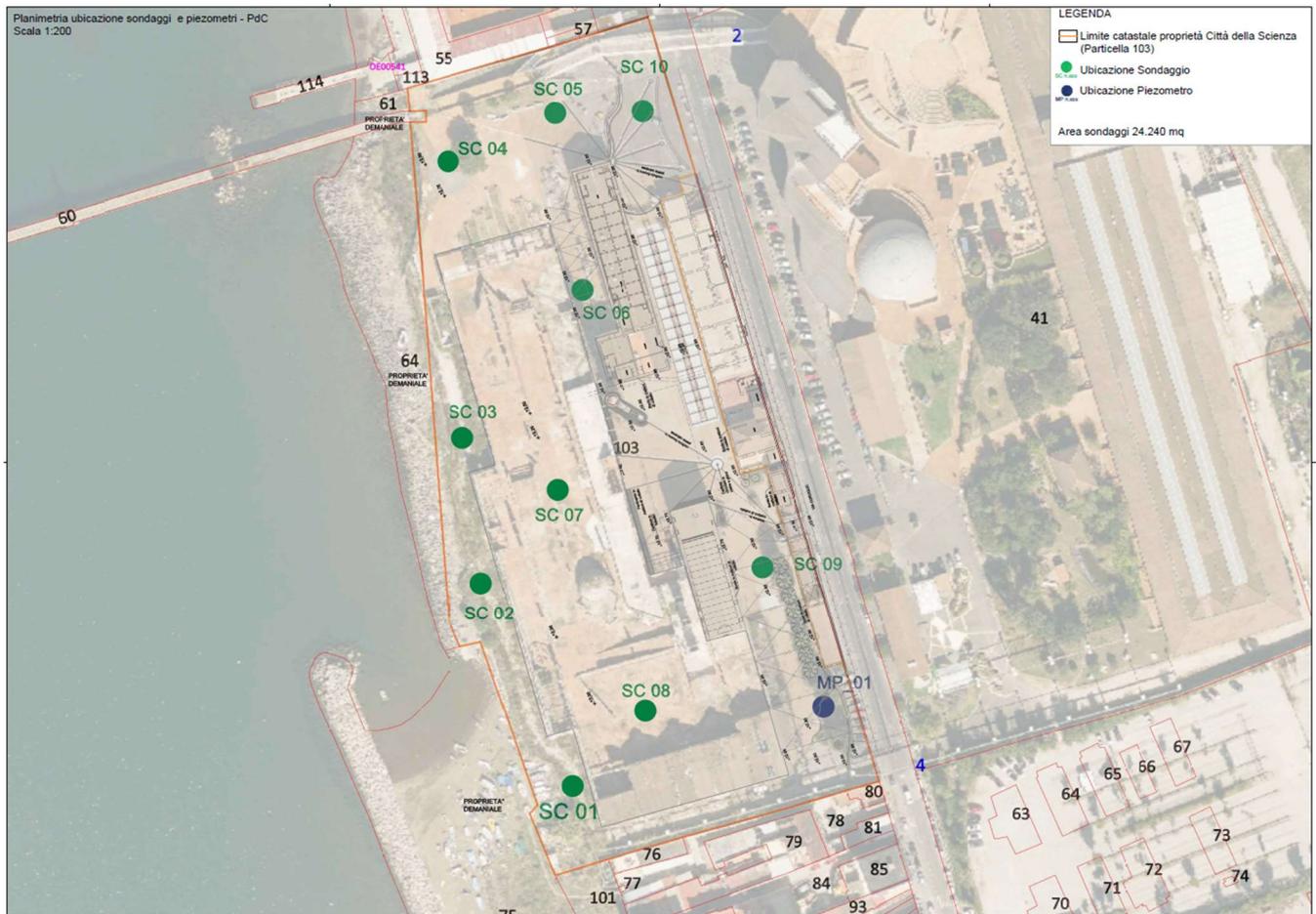


Figura 9: Impronte delle strutture e ubicazione ipotizzata dei sondaggi da eseguire

I sondaggi saranno eseguiti mediante carotaggio continuo a rotazione, senza ricorrere all'ausilio di fluidi o fanghi di perforazione. Per evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno e di volatilizzazione dei composti organici si dovrà procedere con basse velocità di rotazione del campionatore.

Nel caso in cui le operazioni di sondaggio si svolgano alla presenza di pioggia si provvederà a rivestire provvisoriamente il foro di sondaggio per impedire che le acque di dilavamento superficiale entrino in contatto con il terreno profondo.

Nel corso della perforazione sarà segnalata sul giornale di campo ogni venuta d'acqua del foro, specificando la profondità e quantificando l'entità del flusso, e saranno eseguite misure del livello piezometrico in corrispondenza delle più significative variazioni litologiche al fine di rilevare eventuali variazioni dei livelli idrici.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, sarà effettuata la misura del livello piezometrico a fine giornata, si provvederà a proteggere il foro da eventuali contaminazioni esterne e si provvederà a registrare il livello piezometrico anche il giorno successivo, alla ripresa delle operazioni di perforazione.

Al termine delle operazioni i fori di sondaggio saranno ritombati utilizzando materiale inerte, avendo cura di sigillare la parte più superficiale con una miscela cementizia per evitare l'infiltrazione nel sottosuolo di eventuali acque di scorrimento superficiale. Laddove il sondaggio intercetti due livelli acquiferi sovrapposti, sarà posta la massima cura nel sigillare con miscela bentonitica il tratto di foro che interessa il livello impermeabile posto fra i due livelli acquiferi. Il materiale proveniente dalle terebrazioni sarà trasportato e smaltito in discarica ad opera dell'appaltante. In qualità di produttore e/o detentore del rifiuto l'appaltatore è tenuto a proprie spese alla classificazione dello stesso anche attraverso analisi chimiche specifiche per l'attribuzione del codice CER ed eventualmente alla esecuzione di analisi di omologa inclusi i test di cessione per l'accettazione in discarica secondo la vigente normativa

L'estrusione della carota di terreno avverrà senza utilizzo di fluidi, per battitura o, in alternativa, utilizzando campionatori apribili longitudinalmente; il terreno sarà posto in apposita cassetta catalogatrice riportante tutte le informazioni sul sondaggio (identificativo, data di esecuzione, sito, profondità iniziale e finale della carota contenuta e dei singoli spezzoni di cui è costituita, committente, ecc.).

Una volta estruse le carote saranno riposte in apposite cassette catalogatrici. Tutte le procedure dovranno essere adeguatamente documentate, anche con report fotografici che evidenzieranno l'eventuale presenza di anomalie, anche colorimetriche, nelle carote di terreni prelevati.

Tutte le operazioni di perforazione e prelievo campioni saranno coordinate da un **geologo**, che redigerà la stratigrafia intercettata segnalando l'eventuale presenza di livelli con evidenze di contaminazione.

Le operazioni di campo dovranno essere supervisionate anche da un **archeologo** abilitato, che esaminerà le carote di terreno estruse al fine di valutare la presenza di eventuali livelli e/o reperti di interesse archeologico.

3.1. Prelievo campioni di terreno

Il D. Lgs. 152/06 prevede che da ciascun sondaggio i campioni dovranno essere formati distinguendo almeno:

- campione 1: nel primo metro di profondità dal piano campagna;
- campione 2: in corrispondenza della frangia capillare;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due campioni precedenti

Saranno prelevate due aliquote per ogni campione:

- una destinata all'esecuzione delle analisi chimiche previste;
- una da conservare per eventuali contestazioni e controanalisi successive al completamento delle attività di caratterizzazione. Su quest'aliquota potranno essere eseguite esclusivamente analisi mirate all'accertamento della misura di sostanze non volatili e non soggette a processi di degradazione.

Le eventuali aliquote destinate alle attività di validazione e al contraddittorio saranno sigillate e

adeguatamente conservate in luogo proposto dal responsabile di campo, concordato con l'autorità di controllo, in modo da evitarne la manomissione e la degradazione da parte degli agenti fisici e atmosferici.

Nella formazione del campione da inviare alle analisi occorre tenere presente alcuni accorgimenti:

- identificare e scartare materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.), indicandoli opportunamente nel rapporto di campionamento;
- omogeneizzare il campione per avere una distribuzione uniforme dei contaminanti (tale azione va evitata per le analisi dei composti organici volatili, si veda successivi paragrafi);
- suddividere il campione in più parti omogenee, adottando metodi di quartatura riportati nella normativa (IRSA-CNR, Quaderno 64 del gennaio 1985);
- il contenitore in cui riporre il campione deve essere adeguato alle caratteristiche dell'inquinante e deve essere conservato in luogo idoneo a preservarne inalterate le caratteristiche chimico-fisiche
- il riempimento del contenitore dovrà essere adeguato alle caratteristiche dell'inquinante, onde evitare fenomeni di alterazione del campione stesso, quali volatilizzazioni o adherenze alle pareti del contenitore stesso; i contenitori devono essere sigillati (possibilmente in campo mediante l'utilizzo di dispositivi che garantiscano la massima sicurezza contro eventuali tentativi di manomissione), etichettati e inoltrati subito al laboratorio di analisi, insieme con le note di prelevamento. Nel caso siano da determinare inquinanti facilmente degradabili o volatili e la consegna dei campioni ai laboratori d'analisi non possa avvenire in tempi brevi, si dovrà procedere alla conservazione dei campioni stessi in ambiente refrigerato (4 °C); dovrà essere prodotta alla Direzione per l'Esecuzione del Contratto copia della "catena di custodia"
- le operazioni di formazione del campione devono essere effettuate con strumenti decontaminati dopo ogni operazione e con modalità adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

3.2. Formazione del campione per analisi su composti volatili

Per la formazione dei campioni destinati alla determinazione delle sostanze volatili si procederà, immediatamente dopo la deposizione del materiale nella cassetta catalogatrice, alla decorticazione della superficie della porzione prescelta, asportando quindi il campione dal cuore della carota con l'ausilio di un microcarotiere in acciaio inox.

Il campione sarà poi confezionato secondo la seguente procedura: per ciascun campione si preparano in laboratorio sei "vials" di vetro da 22 ml, in ognuna delle quali sono aggiunti 10 ml di modificante di matrice (es. 5 cc di NaCl al 10%). I sei vials sono destinati tre al soggetto obbligato e tre all'ente individuato per le attività di validazione.

Ciascuna vial è pesata, unitamente al tappo ed alla ghiera corrispondenti; tale peso costituirà il peso tara, sarà chiusa temporaneamente con un tappo ed una ghiera provvisori, e posta in una busta recante in etichetta il peso tara.

In sito le vials saranno riempite con il campione di terreno prelevato dal cuore della carota (3-5 g di terreno), come sopra descritto, e quindi immediatamente chiuse con i rispettivi tappo e ghiera definitivi pre-pesati.

Si dovrà prestare attenzione a scartare in campo i corpi estranei alla matrice suolo e la frazione di scheletro > 2 cm. Su un'aliquota a parte dello stesso campione dovrà essere determinato il contenuto d'acqua, al fine di poter riferire la concentrazione dell'inquinante alla sostanza secca.

3.3. Formazione del campione per analisi di laboratorio su composti non volatili

Le carote prelevate e disposte in cassette catalogatrici sono le unità utilizzate per la formazione dei campioni. La formazione del campione dovrà avvenire su sezioni di spessore inferiore qualora nell'intervallo delle battute, al momento dell'estrazione del materiale o all'atto della perforazione, si rilevino evidenze di spessore non inferiore a 30 cm che richiedono analisi specifiche quali particolarità litologiche, strati di rifiuti o episodi d'inquinamento. La formazione del campione deve avvenire su telo impermeabile (es. polietilene), in condizioni adeguate ad evitare la variazione delle caratteristiche e la contaminazione del materiale.

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

I campioni sono conservati in vasetti di vetro da 1 litro opportunamente decontaminati per la rimozione dei composti organici e inorganici, sigillati individualmente e contrassegnati esternamente con un codice identificativo del punto di prelievo, l'intervallo di profondità, data e ora del sondaggio, ora del confezionamento e firma dell'addetto. Dopo la formazione del campione lo stesso va immediatamente trasferito in un contenitore mantenuto a 4 °C e inviato, entro 24 h, al laboratorio.

Per garantire la completa essiccazione, il campione deve essere essiccato in stufa ventilata alla temperatura massima di 40 °C.

Successivamente il campione deve essere macinato con rullo di gomma al fine di frantumare gli aggregati di dimensioni maggiori, evitando di frantumare le frazioni a granulometria superiore ai 2 mm (vedi norma UNI 10802). Il campione deve essere setacciato al fine di ottenere la frazione passante al vaglio dei 2 mm, pulendo adeguatamente tutti gli strumenti impiegati nelle varie operazioni.

Ai fini di ricostruire il profilo verticale della concentrazione degli inquinanti nel terreno, i campioni da portare in laboratorio dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm e le determinazioni analitiche

in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm.

3.4. Installazione piezometri

È prevista l'installazione di **n. 1** piezometro in aggiunta a quelli esistenti, che verrà utilizzato per la misura del livello piezometrico, per le analisi in campo con sonda multi-parametrica e per il prelievo delle acque sotterranee, fino alla profondità di 5 m dal p.c.

Sarà predisposto nel foro di sondaggio **MP-01** e si aggiungerà ai due piezometri **P2** e **P4** (par. 3.1 - Figura 5) già presenti nell'area di interesse e realizzati nel corso delle indagini eseguite dalla Fondazione IDIS-Città della Scienza nel 2008.

Modalità esecutive

Per l'installazione del piezometro **MP-01** il foro di sondaggio, ultimate le operazioni di campionamento dei terreni, sarà alesato con un diametro minimo di 7" (177,8 mm) e completato con una tubazione atossica in HDPE o PVC pesante del diametro nominale di almeno 4" (101 mm). L'apertura drenante (slot) sarà predisposta per l'intera lunghezza del tubo piezometrico (slots). La parte terminale della tubazione sarà chiusa mediante fondello cieco e tappo di fondo.

Nell'allestimento si procederà in modo che la giunzione dei tubi di assemblaggio del piezometro sia realizzata evitando di forzare l'avvitamento dei manicotti filettati e di piegare le estremità dei tubi, per garantire il passaggio degli strumenti di campionamento delle acque e degli strumenti di lettura dei livelli piezometrici.

A seguito dell'installazione sarà verificata l'assenza di ostruzioni o altri impedimenti al passaggio degli strumenti, inserendo per tutta la lunghezza del piezometro gli strumenti stessi o strumenti testimone di dimensioni comparabili.

L'intercapedine perforo-tubazione in corrispondenza dei tratti filtrati sarà riempita con un dreno costituito da ghiaietto siliceo uniforme il cui diametro sarà stabilito in corso d'opera in base alla granulometria effettiva dell'acquifero da filtrare. Il tratto superiore sarà completato con sabbia per uno spessore di 0,2 m, con un tappo impermeabile di bentonite per lo spessore di 0,5 m e quindi con una miscela di cemento e bentonite fino alla superficie.

Il completamento della testa pozzo sarà realizzato installando intorno alle medesime un chiusino metallico costituito da un cilindro cavo, preferibilmente in acciaio, dotato di coperchio con lucchetto.

La bocca-pozzo sarà chiusa da un tappo con guarnizione in gomma ad espansione dotato di lucchetto. Sul coperchio del chiusino sarà apposta una targhetta riportante la quota della testa del tubo piezometrico espressa in m s.l.m. con precisione centimetrica.

Si procederà inoltre al rilievo topografico del p.c. e della bocca pozzo e a marcare in modo indelebile sulle tubazioni, sul pozzetto e su un segnale fissato in vicinanza il numero identificativo del piezometro e la

stessa quota della bocca-pozzo espressa in m s.l.m. con precisione centimetrica.

L'installazione del tubo piezometrico sarà documentata riportando le informazioni richieste su un apposito modulo allegato al giornale di campo e sarà compilata una scheda monografica che descriva le caratteristiche del piezometro.

Al termine dell'installazione il piezometro sarà spurgato mediante air lift o idonea pompa sommersa, avendo cura di interessare tutto il tratto finestrato per favorire l'assestamento del dreno.

3.5. Prelievo di campioni di acque sotterranee

Operazioni preliminari

Prima di procedere al campionamento dovranno essere effettuate le seguenti operazioni:

- se possibile, saranno identificati i pozzi/piezometri secondo un ordine di presunta contaminazione e si procederà al campionamento partendo dal meno contaminato
- sarà verificata l'integrità e la corretta identificazione del pozzo/piezometro;
- sarà misurato il livello statico della falda tramite freatometro/sonda d'interfaccia;
- sarà misurata la profondità del pozzo;
- sarà rilevata l'eventuale presenza di sostanze non miscibili con l'acqua e i relativi spessori;
- sarà definita la quantità di acqua da prelevare in funzione del numero e della tipologia delle determinazioni analitiche da eseguire;
- sarà verificata la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature utilizzate per il campionamento.

Successivamente, e sempre prima del prelievo, dovrà essere eseguito lo spurgo dell'acqua presente nel piezometro con l'eliminazione di almeno 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio).

Prelievo dei campioni

Per il campionamento delle acque di falda è da preferirsi, se compatibile con le caratteristiche della falda, il campionamento dinamico, rispetto allo statico.

Nelle procedure di campionamento dovranno essere rispettate le seguenti raccomandazioni:

- Nel caso si accerti la presenza di una fase separata, si procederà al suo campionamento.
- Il campionamento dell'acqua di falda sarà condotto attraverso l'utilizzo di strumentazione che eviti il trascinarsi dell'inquinante in profondità.
- Il campionamento statico può essere utilizzato per campionare sostanze a densità diversa dall'acqua: nel caso si intenda determinare sostanze o liquidi a densità minore, sarà eseguito il prelievo all'interfaccia acqua/aria e nelle porzioni superficiali dell'acquifero.
- Per sostanze o liquidi a densità maggiore sarà eseguito il prelievo con strumentazione adatta a

prelevare solo acqua sotterranea corrispondente allo strato inferiore in contatto con il letto dell'acquifero; si procederà al campionamento statico quando la presenza di contaminanti o le condizioni del pozzo/piezometro non rendano praticabile il campionamento dinamico.

- Il campionamento statico sarà eseguito mediante campionatori manuali (bailer) monouso e corde di manovra pulite e monouso;
 - A seconda della presenza di liquidi con densità maggiore o minore dell'acqua saranno utilizzati rispettivamente campionatori di profondità o di superficie;
 - In tutte le altre occasioni si farà ricorso a campionatori per il prelievo a profondità definite e dovrà essere registrata la profondità di campionamento;
 - Nel caso di utilizzo di bailers (campionamento statico) saranno evitati fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico;
 - Nel caso di utilizzo di pompe (campionamento dinamico) il prelievo avverrà con portate ridotte, mai superiori a 1 litro/minuto, al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi dei colloidali presenti nell'acquifero o reazioni di ossidoriduzione;
 - In alternativa ai metodi precedenti, al fine di garantire la maggiore rappresentatività del campione, sarà utilizzata la procedura "Low Flow Purging" (campionamento a bassa portata - EPA/ 540/S- 95/504, aprile 1996).

Preparazione, identificazione e conservazione dei campioni

Nell'identificazione e conservazione dei campioni saranno rispettate le seguenti raccomandazioni:

Sul filtrato in campo su membrana da 0,45 µm:

- 2 barattoli monouso in PP o PET da 100 ml, di cui uno acidificato a pH<2 con acido nitrico;
- 1 barattolo di vetro da 100 ml con HCl conc. (5 ml/l) sul non filtrato;
- 2 litri in vetro acidificato per gli idrocarburi;
- 1 litro in vetro scuro per pesticidi;
- 2 litri in vetro scuro per IPA e PCB (eventualmente diossine e furani in alta risoluzione) o 1 litro in ET o vetro per le analisi relative ai parametri chimico-fisici o 2 vials da 40 ml.

Il trasporto dei campioni al laboratorio d'analisi avverrà entro la giornata di prelievo, prevedendo di:

- Procedere all'etichettatura del campione raccolto nell'idoneo contenitore (secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85) riportando il piezometro/pozzo di monitoraggio, data e ora del prelievo;
- Stabilizzare il campione per le analisi secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85;
- Conservare il campione al buio alla temperatura di 4 °C, durante il trasporto e in attesa dello svolgimento delle analisi.

3.6. Set analitici per le matrici ambientali

La verifica di conformità ai limiti di legge per le matrici suolo e sottosuolo (Tabella 2- Allegato 5, Titolo V, Parte IV, Tabella 1 Colonna A del D. Lgs. n. 152/06) per la destinazione d'uso del sito oggetto d'indagine, valori di fondo determinati per il sito, limiti proposti dall'ISS per le sostanze non contenute nella suddetta Tabella) dovrà essere effettuata con i risultati analitici riferiti alla totalità dei materiali secchi, così come previsto dal D. Lgs. 152/06.

Tabella 1 – Set analitico per suolo e sottosuolo (limiti di riferimento SIN Bagnoli Coroglio – in verde i valori di fondo naturale)

Analiti	Unità di misura	CSR Siti ad uso verde pubblico e residenziale	CSR* Siti ad uso commerciale e industriale
Arsenico	mg/kg	29	50
Berillio	mg/kg	9	10
Cadmio	mg/kg	2	15
Cobalto	mg/kg	120	250
Cromo	mg/kg	150	800
Mercurio	mg/kg	1	5
Nichel	mg/kg	120	500
Piombo	mg/kg	103	1000
Rame	mg/kg	120	600
Stagno	mg/kg	14	350
Vanadio	mg/kg	100	250
Zinco	mg/kg	158	1500
C > 12	mg/kg	50	750
C < 12	mg/kg	10	250
Pirene	mg/kg	5	50
Benzo(a) antracene	mg/kg	0,5	10
Crisene	mg/kg	5	50
Benzo(b) fluorantene	mg/kg	0,5	10
Benzo(k) fluorantene	mg/kg	0,5	10
Benzo(a) pirene	mg/kg	0,1	10
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	mg/kg	0,1	5
Dibenzo(a,h) antracene	mg/kg	0,1	10
Benzo(g,h,i) perilene	mg/kg	0,1	10
Dibenzo(a,e) pirene	mg/kg	0,1	10
Dibenzo(a,l) pirene	mg/kg	0,1	10
Dibenzo(a,i) pirene	mg/kg	0,1	10
Dibenzo(a,h) pirene	mg/kg	0,1	10
SOMMATORIA IPA	mg/kg	10	100
SOMMATORIA PCB	mg/kg	0,06	5
SOMMATORIA PCB dl	mg/kg	1,00E-05	1,00E-04

Parte dei campioni di terreno prelevati durante le terebrazioni saranno sottoposte ad analisi chimiche per la ricerca di Diossine e Furani in alta risoluzione (ca. 10% dei campioni).

Inoltre, ai fini dell'eventuale elaborazione dell'analisi di rischio sanitario-ambientale e della definizione del modello concettuale definitivo del sito, saranno condotte ulteriori analisi per la determinazione dei seguenti parametri sito-specifici:

- Contenuto di carbonio organico (f_{oc}) nel suolo insaturo (ca. 30% dei campioni)
- Speciazione Idrocarburi **MADEP** (ca. 30% dei campioni che hanno evidenziato superamenti)
- Determinazione del coefficiente di ripartizione solido-liquido K_d (ca. 30% dei campioni che hanno evidenziato superamenti).

Inoltre, sui campioni ambientali relativi al suolo superficiale, si prevede di eseguire test di cessione secondo quanto previsto dall' Allegato 3 del DM 05/02/1998 confrontando gli analiti con i limiti di cui alla tabella seguente:

Tabella 2 - Set analitico previsto dal test di cessione

Analiti	Unità di misura	Acque sotterranee	LIMITI DM 05/02/98
Cianuri	$\mu g/l$	50	50
Manganese	$\mu g/l$	1104	
Ferro	$\mu g/l$	3106	
Vanadio	$\mu g/l$	-	250
Zinco	$\mu g/l$	3000	3000
Mercurio	$\mu g/l$	1	1
Nichel	$\mu g/l$	20	10
Cromo Totale	$\mu g/l$	50	50
Piombo	$\mu g/l$	19	50
Rame	$\mu g/l$	1000	50
Selenio	$\mu g/l$	10	10
Cobalto	$\mu g/l$	50	250
Arsenico	$\mu g/l$	380	50
Bario	$\mu g/l$		1000
Berillio	$\mu g/l$	9	10
Cadmio	$\mu g/l$	5	5
Fluoruri	mg/l	4	1,5
Solfati	mg/l	250	250
Cloruri	mg/l		100
Nitrati	mg/l		50
Amianto	mg/l		30
COD	mg/l		30
pH			[5,5-12]

Per quanto riguarda le acque sotterranee i risultati analitici sui campioni analizzati dovranno essere confrontati con le CSC riportate nella Tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D. Lgs. 152/06 corretta con i valori di fondo individuati per il sito in esame.

L'elenco degli analiti da determinare e i rispettivi valori di riferimento sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 3 - Set analitico per le acque sotterranee

Sostanze	Analiti	CSC (D.lgs. 152/06) [µg/l]	Valore di fondo naturale [µg/l]
IPA	Pirene	50	
	Benzo (a) antracene	0,1	
	Crisene	5	
	Benzo (b) fluorantene	0,1	
	Benzo (k) fluorantene	0,05	
	Benzo (a) pirene	0,01	
	Dibenzo (a,h) antracene	0,01	
	Benzo (g,h,i) perilene	0,01	
	Indenopirene	0,1	
	Sommatoria IPA	0.1	
HC	Idrocarburi totali	350	
PCB	Sommatoria PCB	0.01	
Metalli	Arsenico	10	380
	Berillio	4	9
	Cadmio	5	
	Cobalto	50	
	Cromo totale	50	
	Ferro	200	3106
	Manganese	50	1104
	Mercurio	1	
	Nichel	20	
	Piombo	10	19
	Rame	1000	
	Zinco	3000	
BTEX	Benzene	1	
	Etilbenzene	50	
	Stirene	25	
	Toluene	15	
	Xilene	10	
Inorganici	Boro	1000	
	Cianuri	50	
	Fluoruri	2000	4000
	Solfati	250000	
	Nitriti	500	

3.7. Analisi granulometrica

Per le analisi granulometriche dovranno essere impiegati setacci o crivelli della serie C.N.R., U.N.I. o A.S.T.M. le analisi granulometriche sono previste per ogni campione.

Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica.

Per le terre con grana di dimensioni maggiori di 0.075 mm l'analisi per vagliatura meccanica dovrà essere effettuata per "via secca". Se la terra presenta una non trascurabile percentuale di limi ed argille, di difficile separazione dalla frazione grossa, si dovrà ricorrere all'analisi granulometrica "umida", per l'allontanamento del passante al setaccio U.N.I. 0.075 (A.S.T.M. 200).

Alla frazione di terre passanti al setaccio suddetto, l'analisi dovrà, invece, essere effettuata con il metodo della sedimentazione mediante densimetro calibrato.

CLASSIFICAZIONE puramente granulometrica ¹ (non mineralogica ²) delle particelle secondo la scala M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology):		
DIAMETRO (ϕ)	CLASSE	
<2 μ	Argilla	
2 μ - 64 μ	Limo	(2 μ = 0,002mm)
64 μ - 2mm	Sabbia	(64 μ = 0,064mm)
>2mm	Ghiaia	

¹) differente però da quella usata in sedimentologia;
²) per es. le argille sono quei terreni le cui particelle hanno diametro $\phi < 2\mu$ indipendentemente dalla presenza dei "minerali delle argille";
^{*}) all'interno del Limo e della Sabbia vi è l'ulteriore suddivisione Fino, Medio, Grande.

Figura 10 - Classificazione granulometrica

La relazione illustrativa contenente le informazioni sul sito e sui campioni, i risultati delle granulometrie riportati in appositi diagrammi e copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati verrà consegnata in n°3 copie cartacee al DEC e all'Appaltante oltre che trasmesse in digitale.

3.8. Modalità di conservazione e spedizione dei campioni

I campioni di suolo e acqua raccolti saranno prelevati in tre aliquote e stoccati, fino alla consegna al laboratorio incaricato, in luogo appropriato per proteggerne l'integrità, per evitare fenomeni di contaminazione incrociata e per assicurarne la sicurezza in accordo alle norme vigenti.

Come indicazioni minime, tutti i campioni da sottoporre ad analisi chimiche saranno conservati, subito dopo la raccolta, in appositi frigo box portatili ad una temperatura di 4 °C e saranno inviati al laboratorio d'analisi entro 48 ore dal campionamento. In ciascun frigo box sarà inserita la catena di custodia.

Tutti i contenitori dovranno essere provvisti d'etichetta sulla quale saranno apposte le seguenti

informazioni:

- identificativo del campione;
- data e ora di prelievo.

Gli oneri relativi al trasporto, così come la fornitura dei contenitori (fustelle, barattoli, supporti in fibra di vetro, schiuma poliuretana/resina, frigo box etc.), saranno a cura dell'appaltatore.

I duplicati dei campioni dovranno essere conservati alla temperatura di +4 °C mentre quelli destinati all'analisi delle sostanze volatili alla temperatura di -20 ± 2 °C.

4. REQUISITI DEI LABORATORI DI ANALISI

I parametri da analizzare per i terreni, le acque sotterranee, le specie vegetali e i terreni agronomici sono quelli indicati nei capitoli relativi alle indagini.

Le analisi dovranno essere effettuate da laboratori in possesso dei seguenti requisiti:

- accreditamento ACCREDIA del Laboratorio, o di altro organismo internazionale di Accreditazione che abbia stipulato con ACCREDIA accordi di mutuo riconoscimento, rispetto alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025;
- accreditamento delle prove su suoli o acque sotterranee o rifiuti per Metalli o Idrocarburi
- disponibilità di strumentazione e personale tali da garantire la restituzione dei risultati analitici entro 10 gg lavorativi, per ogni batch di 50 campioni;
- il laboratorio dovrà assicurare la disponibilità dell'attrezzatura tecnica adeguata al corretto svolgimento delle attività.
- effettuare le analisi per la determinazione delle concentrazioni delle diossine, furani e PCB dl in Gas Cromatografia/Spettrometria di Massa ad alta risoluzione.
- effettuare le analisi per la determinazione delle fibre di amianto in SEM (Microscopia elettronica a scansione con microanalisi).

All'atto della presentazione dell'offerta dovrà essere presentato, inoltre, il "Piano per l'assicurazione della qualità dei dati" per lo svolgimento dell'incarico in conformità ai requisiti di qualità. Il piano dovrà contenere indicazioni relative a:

- Personale coinvolto nel progetto (qualifiche, curricula, esperienze pregresse, ecc.);
- Attrezzatura che s'intende utilizzare per l'espletamento dell'incarico (compresi i programmi di manutenzione, ecc);
- Procedure di trasporto, conservazione e gestione dei campioni (tipologia dei contenitori, volumi di

matrice, holding time, temperatura di conservazione, ecc);

- Metodiche analitiche:
 - Procedure e frequenza delle calibrazioni
 - Procedure di preparazione ed estrazione dei campioni
 - Procedure di analisi dei campioni
 - Limiti di rilevabilità e di quantificazione, definiti anche su repliche delle misure del bianco
 - Procedure di preparazione degli standard;
- Controlli Qualità, comprendenti le analisi di controllo effettuate su solventi e reagenti utilizzati in laboratorio.

Per garantire l'uniformità dei risultati, nel caso in cui le analisi fossero svolte da più laboratori, le determinazioni sulla medesima matrice (suolo, sedimento, acqua) dovranno essere effettuate in un'unica struttura (esempio: campioni di suolo LABORATORIO A, campioni di acqua LABORATORIO B, ecc.).

Per le metodiche analitiche sull'analisi si possono utilizzare i seguenti riferimenti:

- Linee Guida 29/2003. Metodi analitici per le acque (APAT/CNR-IRSA)
- Metodi elaborati dall' International Organization for Standardization (ISO)
- Metodi elaborati dall' Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica (UNICHIM), su mandato dell'UNI (Ente Nazionale di Unificazione)
- Metodi elaborati dall'Environmental Protection Agency statunitense (US EPA)
- Metodi definiti dal "Gruppo di Lavoro Idrocarburi", istituito da APAT (ora ISPRA) e costituito da ARPA-ICRAM -ISS-CNR/IRSA-CRA.

4.1. Requisiti minimi di prestazione dei metodi analitici

I requisiti minimi di prestazione per i metodi di analisi sono:

- alle CSC l'incertezza estesa associata al risultato di misura non deve essere superiore al 50% del valore della CSC. L'incertezza estesa dovrà essere calcolata usando un fattore di copertura $K=2$ (intervallo fiduciale pari al 95%) dall'incertezza tipo composta. A tal fine si definisce:
 - fattore di copertura: fattore numerico utilizzato come moltiplicatore dell'incertezza tipo composta per ottenere un'incertezza estesa (UNI 13005:2000)
 - incertezza tipo composta: incertezza del risultato 'x' di una misurazione allorché il risultato è ottenuto mediante i valori di un certo numero di altre grandezze (UNI 13005:2000)

- incertezza estesa: grandezza che definisce intorno al risultato di una misurazione, un intervallo che ci si aspetta comprendere una frazione rilevante della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando (UNI 13005:2000)
- il limite di rilevabilità deve essere inferiore ad 1/10 dei valori delle CSC.

4.2. Controllo di qualità

Tutte le attività previste nel presente piano di indagine saranno predisposte secondo le procedure di qualità definite dalle norme UNI EN ISO 9001/2000.

Per verificare il grado di attendibilità dei risultati in ordine alla qualità dei processi di perforazione, campionamento e analisi, saranno adottati opportuni controlli di qualità da applicare sia in campo che in laboratorio (campioni QA/QC).

Tali procedure di controllo consentono di verificare il grado di attendibilità di ciascuna fase operativa attraverso la realizzazione di una serie di campioni di controllo, quali ad esempio:

- "blind duplicate": due campioni di acqua o terreno identici saranno contrassegnati con due identificativi differenti ed inviati al laboratorio. Ha lo scopo di verificare la precisione dei risultati delle analisi e verificare eventuali incongruenze;
- "field blank": campione costituito da acqua distillata con la quale sarà sciacquata l'attrezzatura di campionamento (guanti monouso, bottiglie, bailer). Ha lo scopo di verificare l'efficacia delle operazioni di decontaminazione della strumentazione di campionamento e la possibile contaminazione dei campioni durante la fase di prelievo;
- "trip blank": campione costituito da acqua ad elevata purezza che, inviato dal laboratorio chimico insieme ai contenitori per i campionamenti, rimane sigillato per tutta la durata del campionamento e poi viene rispedito al laboratorio insieme agli altri campioni. Questo bianco viene utilizzato con lo scopo di verificare la possibile contaminazione dei campioni da composti volatili durante il trasporto.

Preliminarmente all'avvio delle misure in laboratorio sarà effettuato il confronto delle metodiche analitiche adottate dal laboratorio dell'Ente di controllo e dal laboratorio incaricato di fare le analisi oggetto del presente piano. Quest'ultimo laboratorio fornirà tutte le informazioni necessarie al fine della verifica della "qualità" dei dati analitici prodotti (utilizzo di carte di controllo, utilizzo di materiali di riferimento certificati per la convalida dei metodi).

Per la verifica dell'affidabilità dei risultati analitici, il laboratorio incaricato attuerà le procedure di controllo (bianchi, duplicati, ecc.) per la calibrazione della strumentazione utilizzata e l'identificazione di potenziali interferenze. I dati relativi ai controlli di qualità saranno utilizzati per la verifica dell'affidabilità dei

risultati e come indicatori di potenziali sorgenti di cross-contamination, ma non potranno essere utilizzati per alterare o correggere i risultati analitici.

Tutti i risultati delle attività di controllo effettuate saranno riportati nei certificati analitici.

La stazione Appaltante si riserva la facoltà di inviare al Laboratorio incaricato dell'effettuazione delle Analisi chimiche, campioni cechi certificati, al fine di verificare l'attendibilità dei risultati.

5. ELABORAZIONE E RESTITUZIONE DEI DATI

I risultati delle attività di campo e di laboratorio saranno espressi sotto forma di tabelle di sintesi e di rappresentazioni cartografiche, tra cui saranno realizzate, come minimo:

- Mappa/e di ubicazione dei sondaggi realizzati;
- Tabella/e di sintesi di tutti i risultati di caratterizzazione del suolo indicando, per ogni campione, data di campionamento e data di analisi, profondità di campionamento, identificativo del punto di indagine di riferimento (e relative coordinate nel sistema di riferimento WGS84/UTM33), valori di concentrazione per ciascun parametro ricercato;
- Tabella/e di sintesi di tutti i risultati di caratterizzazione delle acque di falda indicando, per ogni campione, data di campionamento e data di analisi, profondità di campionamento, identificativo del punto di indagine di riferimento (e relative coordinate nel sistema di riferimento WGS84/UTM33), valori di concentrazione per ciascun parametro ricercato;
- Planimetrie interpretative dei risultati analitici (terreni e acque); esiti ed elaborazioni delle prove idrauliche.

Tutti i dati determinati nel corso delle indagini integrative saranno restituiti su supporto cartaceo e su idoneo supporto magnetico, gli elaborati richiesti (tabelle e rappresentazioni cartografiche) saranno forniti anche in formato editabile (es.: file xls, dbf, shp, dwg).

6. GESTIONE DEI RIFIUTI PRODOTTI

La gestione dei rifiuti prodotti durante le lavorazioni, quali terreni delle terebrazioni, etc., dovrà avvenire nel rispetto della gerarchia stabilita all'art. 179 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. e, inoltre, nel rispetto dei criteri di classificazione e caratterizzazione ai fini dello smaltimento finale.

L'appaltatore è tenuto a presentare al DEC l'omologa allo smaltimento per ogni singolo CER prodotto e conferito a sito autorizzato.

Lo smaltimento dei rifiuti dovrà avvenire presso idonei impianti dotati di tutte le autorizzazioni prescritte

ai sensi del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (discarica, impianto di termovalorizzazione, impianto di recupero, etc.).

Gli oneri di trasporto e conferimento a impianto di smaltimento/trattamento/recupero dei rifiuti sono a carico dell'Appaltatore.

In qualità di produttore e/o detentore del rifiuto l'appaltatore è tenuto a proprie spese alla classificazione di ogni tipologia di rifiuto generato nella esecuzione del presente servizio (acque di spurgo, carote, cassette catalogatrici, ecc.) anche attraverso analisi chimiche specifiche per l'attribuzione del codice CER ed eventualmente alla esecuzione di analisi di omologa inclusi i test di cessione per l'accettazione in discarica secondo la vigente normativa.

7. TEMPISTICHE

Come riportato nel cronoprogramma di massima schematizzato nella sottostante Tabella 11, per l'esecuzione delle attività di campo e la restituzione delle risultanze analitiche di laboratorio si prevedono circa 6 settimane lavorative. I sondaggi geognostici verranno realizzati successivamente alla ricerca ordigni bellici e all'acquisizione del nulla osta rilasciato dal 10° Reparto Infrastrutture Direzione Genio Militare di Napoli.

CRONOPROGRAMMA																			
Attività	gg	Settimane																	
		1			2			3			4			5			6		
Attività preliminari e approntamento cantiere	5	■	■	■	■	■													
Ricerca ordigni bellici	5																		
Acquisizione nulla osta 10° Reparto	◆																		
Sondaggi geognostici, prelievo campioni terreno e installazione piezometro	5																		
Campionamento acque di falda	1																		
Analisi di laboratorio	15																		
Restituzione dati e rapporto finale	5																		

Figura 11- Cronoprogramma delle attività

ALLEGATO A: Planimetria con l'ubicazione dei punti di sondaggio

