



## Il Commissario Straordinario

per la progettazione, l'affidamento e la realizzazione degli interventi necessari all'adeguamento dei sistemi di collettamento, fognatura e depurazione oggetto di provvedimento di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea in ordine all'applicazione della Direttiva 91/271/CEE sul trattamento delle acque reflue urbane (D.L. 133/2014 - art. 7, comma 7)

**D.P.C.M. 8 Luglio 2015 - DELIBERA CIPE 60/2012 - ID 33401**

# COMUNE DI MESSINA - COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO DI DEPURAZIONE IN LOCALITÀ TONO E DEI COLLETTORI FOGNARI PER IL CONVOGLIAMENTO REFLUI FOGNARI ZONA COSTIERA DA FIUMARA GUARDIA A VILLAGGIO SPARTÀ E LIMITROFI VILLAGGI COLLINARI

## PROGETTO DEL SERVIZIO PER L'ESPLETAMENTO DELLE ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE ALLA PROGETTAZIONE (INDAGINI GEOGNOSTICHE, BATIMETRICHE, ARCHEOLOGICHE, AMBIENTALI E DI RILIEVO DEI SOTTOSERVIZI ESISTENTI)

### GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



STUDIO ALTIERI S.p.A.  
Capogruppo  
Via Colleoni, 56/58 - 36016 Thiene (VI)  
tel. 0445/375300 - fax 0445/375375  
e-mail: altieri@studioaltieri.it

Responsabile della progettazione:  
Dott. Ing. Guido Zanovello

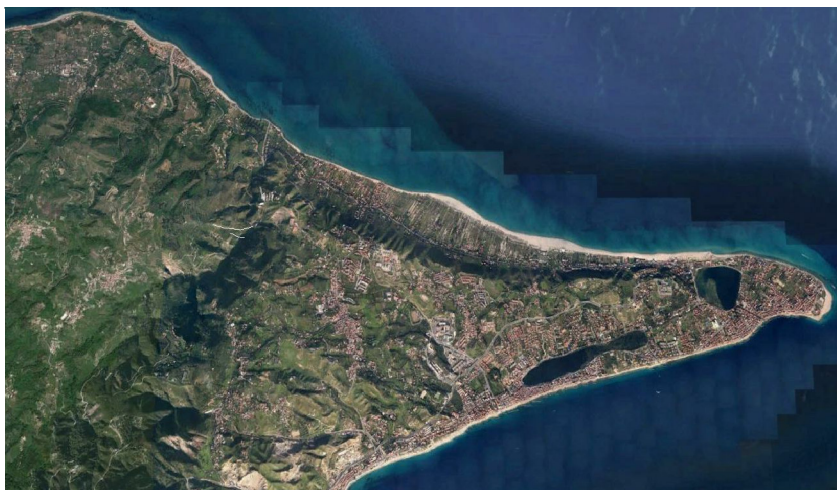
Responsabile dell'integrazione tra le varie  
prestazioni specialistiche:  
Dott. Ing. Fabrizio Parboni Arquati



OMNISERVICE ENGINEERING S.r.l.  
Mandante  
C.da Agnellaro s.n.c. - 92021 Aragona (AG)  
tel. 0922/441655 - fax 0922/441784  
e-mail: agnellop@omnieng.it

Direttore tecnico:  
Dott. Ing. Pietro Agnello

Responsabile delle prestazioni geologiche:  
Dott. Geol. Elisabetta Agnello:



RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO  
Ing. Cecilia CORRAO

DIRETTORE ACQUE  
Ing. Giovanni PIZZO

Visto:  
IL COORDINATORE DELLA SEGRETERIA TECNICA  
Prof. Ing. Attilio TOSCANO

TITOLO

**Capitolato Speciale d'Appalto**

TAV. N°

**F**

CODICE  
ELABORATO

1 0 · G · 0 0 1 5 7 · P E · R L · A · 9 1 6 0

REV. 0 0

SCALA  
-

| REV. | DATA        | MOTIVO DELLA EMISSIONE | ESEGUITO | CONTROLLATO | APPROVATO  |
|------|-------------|------------------------|----------|-------------|------------|
| 00   | AGO. - 2016 | EMISSIONE              | V. MANTA | E. AGNELLO  | P. AGNELLO |
|      |             |                        |          |             |            |
|      |             |                        |          |             |            |

# **PARTE PRIMA**



## **Inquadramento dell'intervento**

Con il D.P.C.M. 8 luglio 2015 rettificato il 30 settembre 2015, a seguito della procedura prevista dall'articolo 7, comma 7, del Decreto Legge 12 settembre 2014, convertito con modificazioni dalla legge 11 novembre 2014 n. 164 (di seguito "Sblocca Italia"), la Dr.ssa Vania Contrafatto è stata nominata Commissario Straordinario per la progettazione, l'affidamento e la realizzazione dei lavori relativi all'intervento di "*Costruzione nuovo impianto di depurazione a Tono e collettori di adduzione*" (cod. ID33401), oggetto di provvedimento di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea in ordine all'applicazione della Direttiva 91/271/CEE sul trattamento delle acque reflue urbane, finanziato con la Delibera CIPE n. 60 del 30 aprile 2012.

Il Commissario Straordinario, una volta perfezionati gli atti di nomina, con provvedimento n.6 del 28 ottobre 2015, si è insediato nelle funzioni.

In data 13/07/2016 con Provvedimento n. 36 nell'ambito delle attività di supporto che Sogesid SpA svolge nei confronti del Commissario Straordinario, l'Ing. Cecilia Corrao è stata nominata Responsabile del Procedimento dell'intervento di che trattasi.

Il R.U.P., ai sensi dell'art. 31 c.3 del D.Lgs. 50/2016, ha redatto il Documento di programmazione delle attività tecnico procedurali dell'intervento, dal quale si evidenzia la necessità di eseguire le indagini conoscitive sullo stato dei luoghi e delle infrastrutture direttamente interessate dagli interventi da progettare.

## **Inquadramento del servizio**

La Stazione Appaltante, al fine di procedere alla progettazione degli *interventi di costruzione dell'impianto di depurazione in località Tono e dei collettori fognari per il convogliamento reflui fognari della zona costiera da fiumara Guardia a Villaggio Spartà e dai limitrofi villaggi collinari*, nell'ambito della convenzione attuativa stipulata il 30 settembre 2015 con il Commissario Straordinario di cui al D.P.C.M. del 1° aprile 2015, deve eseguire indagini conoscitive sullo stato dei luoghi e delle infrastrutture direttamente interessate dagli interventi da progettare.

I servizi richiesti, rientranti nell'ambito dell'affidamento di servizi di cui alla parte II del D.Lgs. 50/2016, prevedono prestazioni professionali accessorie.

Il presente capitolato d'onere, unitamente alla documentazione tecnica allegata, definisce i servizi minimi richiesti da Stazione Appaltante indicandone l'estensione, i limiti di competenza e le informazioni utili per lo svolgimento.

La consistenza delle attività, riportate nei successivi capitoli, ha valore esplicativo, ma non limitativo. Pertanto deve intendersi compreso nell'Incarico, anche se non espressamente indicato, tutto quanto è oggetto di esso, completo in ogni parte ed idoneo allo scopo cui è destinato.

Le attività dovranno essere eseguite nel rispetto delle prescrizioni fornite dal presente capitolato, dalle Autorità Competenti, in conformità agli ulteriori elementi che Stazione Appaltante si riserva di comunicare nel corso dell'espletamento dell'Incarico.

Anche ai fini dell'articolo 3, comma 5, della legge n. 136 del 2010 e delle norme sulla tracciabilità dei pagamenti, sono stati acquisiti i seguenti codici:

| Codice identificativo della gara (CIG) | Codice Unico di Progetto (CUP) |
|--|--------------------------------|
| _____                                  | F43J13000000003                |

## Oggetto del servizio

Il servizio ha ad oggetto l'**esecuzione delle indagini geognostiche, batimetriche, archeologiche, ambientali e di rilievo dei sottoservizi esistenti**, propedeutiche alla redazione della progettazione dei lavori di *“Costruzione di un impianto di depurazione in località Tono e dei collettori fognari per il convogliamento dei reflui fognari zona costiera da Fiumara Guardia a villaggio Spartà e limitrofi villaggi collinari”* da realizzare nel comune di Messina.

Le attività previste sono suddivisibili nelle seguenti macro voci:

### 1. INDAGINI GEOGNOSTICHE

- 1.1. Prospezioni geofisiche
- 1.2. Prove di resistenza meccanica
- 1.3. Posa in opera di strumentazione geotecnica
- 1.4. Perforazioni di sondaggi verticali
- 1.5. Perforazioni di sondaggi orizzontali
- 1.6. Analisi e prove di laboratorio

### 2. CARATTERIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO

### 3. INDAGINI ARCHEOLOGICHE

### 4. RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE SOTTOSERVIZI

### 5. INDAGINI BATIMETRICHE, AMBIENTALI ED ARCHEOLOGICHE SCARICO A MARE

L'Affidatario sarà responsabile della corretta esecuzione dei servizi su indicati secondo le prescrizioni delle competenti Autorità che è suo compito acquisire, dovrà pertanto espletare ogni pratica, ivi comprese le istanze autorizzative, le procedure per l'accesso ai luoghi ai sensi del D.P.R. n. 327/2001 e s.m.i., indagini documentali e di ricerca in sito a tal fine necessarie.

Nei paragrafi seguenti saranno illustrate, con maggiore dettaglio, le attività oggetto dell'affidamento.

## Prestazioni Richieste

Il presente incarico ha per oggetto le seguenti attività:

## **1. INDAGINI GEOGNOSTICHE**

La campagna delle indagini deve consentire di caratterizzare in modo puntuale l'assetto geologico, idrogeologico e geotecnico dei terreni interessati dalle opere.

Il piano di indagini nei suoi criteri generali prevede:

Per la caratterizzazione litologica

- Sondaggi meccanici ubicati lungo i tracciati delle condotte di progetto. La lunghezza dei sondaggi sarà tale da raggiungere profondità almeno pari a 2-3 m al di sotto del piano di posa delle condotte e dei relativi manufatti; tali sondaggi saranno finalizzati alla ricostruzione del modello geologico dei terreni interessati dalle opere permettendo di ricostruire i passaggi litologici tra le diverse formazioni.

Per la caratterizzazione idrogeologica del sottosuolo

- La posa in opera nei fori di sondaggio presso l'area del depuratore di piezometri a tubo aperto, per la verifica ed il monitoraggio dei livelli piezometrici;
- Il monitoraggio dei livelli piezometrici, effettuato con cadenza quindicinale durante tutto il periodo della progettazione;
- Prelievo di campioni di acqua, dai piezometri, da sottoporre ad analisi chimiche.

Per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni

- Il prelievo, ove possibile, di campioni indisturbati in fustelle da inviare in laboratorio;
- Prove penetrometriche del tipo SPT nei terreni prevalentemente sabbiosi;
- Un Sondaggio elettrico verticale (SEV) da eseguirsi lungo il tracciato del TOC che collega l'impianto di sollevamento (punto di confluente di tutte le portate della fascia più bassa) e l'impianto di depurazione;
- Prove geotecniche di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati presso organismo/i autorizzato/i ai sensi di legge;

Per la caratterizzazione sismica dei terreni

- Esecuzione di una prova sismica attiva Masw per la definizione della risposta sismica dei terreni, maggiormente localizzate in corrispondenze delle opere maggiori.

Durante i carotaggi (relativi a questa tipologia d'indagine) verranno anche prelevati tre campioni, per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo.

## **2. CARATTERIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Ai fini della corretta modalità operative da adottare nella gestione dei materiali provenienti dagli scavi secondo l'attuale normativa vigente bisogna eseguire un'indagine conoscitiva su l'eventuale presenza d'inquinanti e la relativa concentrazione negli stessi.

La normativa di riferimento è rappresentata principalmente dalle seguenti norme:

- D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. "Norme in materia ambientale";
- D.M. Ambiente 10 agosto 2012, n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo";
- Legge n. 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto legge 21 giugno 2013, n. 69, recante "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (c.d. "decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013.

In particolare in questa fase, sono stati considerati gli allegati n.2 e n. 4 del D.M 10 agosto 2012 n.161 riportano rispettivamente le “PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO IN FASE DI PROGETTAZIONE” e le PROCEDURE DI CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICHE E ACCERTAMENTO DELLE QUALITA' AMBIENTALI

Per ciò che riguarda l’individuazione del numero dei punti da campionare sono state adottate le seguenti determinazioni

- per la messa in opera delle condutture e dei relativi manufatti, si prevedono scavi per una lunghezza complessiva di circa 24’500 m, pertanto considerando l’incidenza legata alla diverse litologie interessate si considera un passo di circa 500 m;
- per la messa in opera delle condutture a mare, lo sviluppo è di circa 1110 m, pertanto considerando sempre come opera lineare andrebbero effettuati almeno tre campionamenti, allo stesso tempo visto che le operazioni di scavo a mare coinvolgeranno una fascia più larga rispetto le stesse operazioni eseguite a terra, se si considera per l’intero sviluppo anche una fascia di possibile influenza nelle operazioni di scavo pari a circa 10,0 m (larghezza minima per considerare una maglia di investigazione, l’area interessata è di circa 11.100 mq. Predisponendo il piano per un’area si è previsto di disporre una griglia il cui lato della maglia corrisponde con la larghezza della fascia di 10 m mentre il lato ortogonale alla linea di costa si è considerato di lunghezza pari a 100 m.
- Per ciò che riguarda l’area dove verrà realizzato il depuratore, considerando che questa è pari a circa 20000 mq,, si prevedono non meno di 11 campionamenti.

In linea generale la profondità d’indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi.

I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno:

- due per scavi profondi fino a 2,0 m , uno per ogni metro;
- per scavi più profondi di 2,0 m i campioni saranno almeno tre, uno compreso tra il p.c. e 1,0 m, uno al fondo scavo ed un terzo intermedio ai due.

In ogni caso andrà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio oltre ai campioni sopra elencati sarà necessario acquisire un campione delle acque sotterranee, preferibilmente e compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In

presenza di sostanze volatili si dovrà procedere con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Di seguito si riportano gli allegati n.2 e n. 4 del D.M 10 agosto 2012 n.161

#### **ALLEGATO 1 - CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DA SCAVO**

*La caratterizzazione ambientale viene svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo e deve essere inserita nella progettazione dell'opera.*

*La caratterizzazione ambientale viene svolta a carico del proponente in fase progettuale e comunque prima dell'inizio dello scavo, nel rispetto di quanto riportato agli allegati 2 e 4.*

*Inoltre, la caratterizzazione ambientale deve avere un grado di approfondimento conoscitivo almeno pari a quello della livello progettuale soggetto all'espletamento della procedura di approvazione dell'opera e nella caratterizzazione ambientale devono essere esplicitate le informazioni necessarie, recuperate anche da accertamenti documentali, per poter valutare la caratterizzazione stessa producendo i documenti di cui all'allegato 5.*

*Nel caso in cui si preveda il ricorso a metodologie di scavo in grado di non determinare un rischio di contaminazione per l'ambiente, il Piano di Utilizzo potrà prevedere che, salva diversa determinazione dell'Autorità competente, non sarà necessario ripetere la caratterizzazione ambientale durante l'esecuzione dell'opera.*

*Qualora, già in fase progettuale, si ravvisi la necessità di effettuare una caratterizzazione ambientale in corso d'opera, il Piano di Utilizzo dovrà indicarne le modalità di esecuzione secondo le indicazioni di cui all'allegato 8*

*La caratterizzazione ambientale in corso d'opera andrà eseguita a cura dell'esecutore, nel rispetto di quanto riportato nell'allegato 8 Parte A.*

#### **ALLEGATO 2 - PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO IN FASE DI PROGETTAZIONE**

*Le procedure di campionamento devono essere illustrate nel Piano di Utilizzo.*

*La caratterizzazione ambientale dovrà essere eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) ed in subordine con sondaggi a carotaggio.*

*La densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione dovrà basarsi su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) o sulla base di considerazioni di tipo statistico (campionamento sistematico su griglia o casuale).*

*Nel caso in cui si proceda con una disposizione a griglia, il lato di ogni maglia potrà variare da 10 a 100 m a secondo del tipo e delle dimensioni del sito oggetto dello scavo.*

*I punti d'indagine potranno essere localizzati in corrispondenza dei nodi della griglia (ubicazione sistematica) oppure all'interno di ogni maglia in posizione opportuna (ubicazione sistematica causale).*

*Il numero di punti d'indagine non sarà mai inferiore a tre e, in base alle dimensioni dell'area d'intervento, dovrà essere aumentato secondo il criterio esemplificativo di riportato nella Tabella seguente.*



| <i>Dimensione dell'area</i>     | <i>Punti di prelievo</i>                |
|---------------------------------|---|
| Inferiore a 2.500 metri quadri  | Minimo 3                                |
| Tra 2.500 e 10.000 metri quadri | 3 + 1 ogni 2.500 metri quadri           |
| Oltre i 10.000 metri quadri     | 7 + 1 ogni 5.000 metri quadri eccedenti |

Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento andrà effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di progettazione preliminare, salva diversa previsione del Piano di Utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, ad esempio, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso dovrà essere effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.

Nel caso di scavi in galleria, la caratterizzazione dovrà essere effettuata prevedendo almeno un sondaggio e comunque un sondaggio indicativamente ogni 1000 metri lineari di tracciato ovvero ogni 5.000 metri lineari in caso di progettazione preliminare, con prelievo, alla quota di scavo, di tre incrementi per sondaggio, a formare il campione rappresentativo; in ogni caso dovrà essere effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.

La profondità d'indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno come minimo:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due;

e in ogni caso andrà previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche possono essere almeno due: uno per ciascun metro di profondità.

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio oltre ai campioni sopra elencati sarà necessario acquisire un campione delle acque sotterranee, preferibilmente e compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si dovrà procedere con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione dei materiali da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

In genere i campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali dei materiali da scavo devono essere prelevati come campioni compositi per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.

*Nel caso di scavo esplorativo, al fine di considerare una rappresentatività media, si prospettano le seguenti casistiche:*

- campione composito di fondo scavo*
- campione composito su singola parete o campioni composti su più pareti in relazione agli orizzonti individuabili e/o variazioni laterali.*

*Nel caso di sondaggi a carotaggio il campione sarà composto da più spezzoni di carota rappresentativi dell'orizzonte individuato al fine di considerare una rappresentatività media.*

*Invece i campioni volti all'individuazione di eventuali contaminazioni ambientali (come nel caso di evidenze organolettiche) dovranno essere prelevati con il criterio puntuale.*

*Qualora si riscontri la presenza di riporto, non essendo nota l'origine dei materiali inerti che lo costituiscono, la caratterizzazione ambientale, dovrà prevedere:*

- l'ubicazione dei campionamenti in modo tale da poter caratterizzare ogni porzione di suolo interessata dai riporti, data la possibile eterogeneità verticale ed orizzontale degli stessi;*
- la valutazione della percentuale in massa degli elementi di origine antropica.*

*Fermo restando quanto stabilito dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 7 novembre 2008 "Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale, ai sensi dell'articolo 1, comma 996, della legge 27 dicembre 2006, n. 296" (GU n. 284 del 4-12-2008) la caratterizzazione dei materiali derivanti dalle operazioni di scavo di sedimenti marini, fluviali, lacustri e palustri potrà essere effettuata sia in sito sia in banco dopo la loro rimozione.*

*Per la caratterizzazione in sito si potrà effettuare un campionamento, a seconda delle condizioni del corpo idrico, secondo le seguenti modalità:*

- transetti: caratterizzazione in aree di notevole estensione, senza specifiche indicazioni di attività contaminanti (linee perpendicolari alla linea di costa o di riva);*
- maglie: caratterizzazione di dettaglio laddove sia atteso un medio-alto grado di contaminazione in relazione alle attività sul territorio;*
- linee: lungo canali o fiumi, integrato con transetti in situazioni particolari;*
- misto: transetti-maglie-linee dove sono presenti tutte o parte delle situazioni precedentemente considerate.*

#### **ALLEGATO 4 - PROCEDURE DI CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICHE E ACCERTAMENTO DELLE QUALITA' AMBIENTALI**

*Le procedure di caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo di cui all'art. 1, comma 1, lett. b) del presente Regolamento, incluso - in caso di riporti - il materiale di origine antropica fino alla percentuale massima del 20% in massa, sono riportate di seguito.*

*Rimangono esclusi dal campo di applicazione del presente Allegato 4, i riempimenti, i reinterri ed i ritombamenti eseguiti prima dell'entrata in vigore del presente Regolamento.*

*I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo dovranno essere privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).*

*Il set di parametri analitici da ricercare dovrà essere definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1 fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare può essere modificata ed estesa in accordo con l'Autorità competente in considerazione delle attività antropiche pregresse.*

*Nel caso in cui in sede progettuale sia prevista una produzione di materiale di scavo compresa tra i 6.000 ed i 150.000 metri cubi, non è richiesto che, nella totalità dei siti in esame, le analisi chimiche dei campioni di materiale da scavo siano condotte sulla lista completa delle sostanze di Tabella 4.1. Il proponente nel Piano di Utilizzo di cui all'Allegato 1, potrà selezionare, tra le sostanze della Tabella 4.1, le "sostanze indicatrici": queste devono consentire di definire in maniera esaustiva le caratteristiche del materiale da scavo al fine di escludere che tale materiale sia un rifiuto ai sensi del presente Regolamento e rappresenti un potenziale rischio per la salute pubblica e l'ambiente.*

*I parametri da considerare sono i seguenti:*

Arsenico;  
Cadmio;  
Cobalto;  
Nichel;  
Piombo;  
Rame;  
Zinco;  
Mercurio;  
Idrocarburi C>12;  
Cromo totale;  
Cromo VI;  
Amianto;  
BTEX\*  
IPA\*

\* Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati nella Tabella 1 Allegato 5 Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 152 del 2006 e s.m.i.

#### **Tabella 4.1**

*I risultati delle analisi sui campioni dovranno essere confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica*

*Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.*

*Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione dovranno essere utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.*

*Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.*

*I materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:*

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;*
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).*

*Per i materiali provenienti da dragaggi marini, da alvei e quant'altro, e nei casi in cui si effettuino ripascimenti ed interventi in mare, si dovrà tenere conto della normativa previgente in materia, ovvero l'art. 5, comma 11-bis, della legge n. 84 del 1994 e s.m.i..*

*A decorrere dall'entrata in vigore del presente Regolamento, nel caso in cui il materiale da scavo venga utilizzato per nuove attività di riempimenti e reinterri, ad esempio ritombamento di cave, in condizioni di falda affiorante o subaffiorante, al fine di salvaguardare le acque sotterranee ed assicurare un elevato grado di tutela ambientale si dovrà utilizzare dal fondo sino alla quota di massima escursione della falda più un metro di franco materiale da scavo per il quale sia stato verificato il rispetto dei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, allegato 5, al Titolo V, parte IV, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.. Restano fermi, in ogni caso, gli effetti dei procedimenti di bonifica già avviati, ai sensi dell'art. 242 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., al momento dell'entrata in vigore del presente Regolamento.*

*Per ritombamenti e reinterri pregressi rispetto all'entrata in vigore del presente Regolamento, in condizioni di falda affiorante e subaffiorante non si applica quanto descritto nel paragrafo precedente.*

*Il riutilizzo in impianti industriali dei materiali da scavo in cui la concentrazione di inquinanti è compresa tra i limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. è possibile solo nel caso in cui il processo industriale di destinazione preveda la produzione di prodotti o manufatti merceologicamente ben distinti dai materiali da scavo, che comporti la sostanziale modifica delle loro caratteristiche chimico-fisiche iniziali.*

*Qualora si rilevi il superamento di uno o più limiti di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., è fatta salva la possibilità del*

*proponente di dimostrare, anche avvalendosi di analisi e studi pregressi già valutati dagli Enti, che tali superamenti sono dovuti a caratteristiche naturali del terreno o da fenomeni naturali e che di conseguenza le concentrazioni misurate sono relative a valori di fondo naturale.*

*In tale ipotesi, l'utilizzo dei materiali da scavo sarà consentito nell'ambito dello stesso sito di produzione o in altro sito diverso rispetto a quello di produzione, solo a condizione che non vi sia un peggioramento della qualità del sito di destinazione e che tale sito sia nel medesimo ambito territoriale di quello di produzione per il quale è stato verificato che il superamento dei limiti è dovuto a fondo naturale.*

### **3. INDAGINI ARCHEOLOGICHE**

L'indagine archeologica dovrà essere effettuata da archeologo con la qualifica di subacqueo (unica figura) o diversamente da due figure rappresentate da archeologo per le operazioni a terra e da un archeologo subacqueo per le operazioni a mare iscritto/i nell'elenco dei professionisti per i Beni Culturali della Regione Sicilia.

Infatti l'intera indagine archeologica prevede sia lo studio a terra che sul fondo marino.

Le prime consisteranno nella ricerca bibliografica e d'inquadramento storico-archeologico dell'area interessata dalle opere in progetto. L'elaborazione e l'interpretazione di tutti i dati raccolti, bibliografici, storico-archeologici, geologici e derivanti dalle indagini scientifiche dirette.

Per le operazioni a mare è richiesta la figura dell'archeologo a bordo del natante durante le indagini con Side Scan Sonar per l'interpretazione delle possibili anomalie, e dell'archeologo subacqueo per la verifica visiva e diretta delle anomalie sul fondo del mare.

Qualora l'archeologo o l'Amministrazione od ancora la Sovrintendenza, lo ritengano necessario potranno effettuarsi dei saggi con scavi a mano o con mezzo meccanico, nei luoghi e secondo loro indicazioni.

In ultimo l'archeologo provvederà a redigere la relazione archeologica definitiva, che sarà sottoposta all'approvazione della competente Soprintendenza ed i contenuti di detta relazione risponderanno a quanto prescritto dall'art. 96, c. 2 del Codice. Detta relazione sarà il risultato di una ricerca a carattere topografico e di scavi che si svolgeranno mediante carotaggi archeologici da eseguire "a secco", per la campionatura stratigrafica del sottosuolo. I carotaggi e le indagini di I<sup>a</sup> fase verranno effettuati in allineamento con quanto previsto per le prospezioni geologiche, e pertanto si intendono compensate dall'onere previsto per tali prospezioni.

### **4. INDAGINI DEI SOTTOSERVIZI INTERFERENTI**

L'attività, riguarda il rilievo dei sottoservizi delle aree in cui ricadono gli interventi previsti in progetto e riportati nella tavola allegata al presente lavoro, al fine individuare le possibili interferenze degli stessi con le opere in progetto.

Lo sviluppo complessivo dei percorsi da rilevare è pari a circa 24.500 m.

Dovrà essere eseguita l'individuazione di servizi e sottoservizi esistenti relativi a:

- reti elettriche,
- acquedotto,
- fognatura,
- telefoniche,
- gas,
- qualsiasi altra interferenza esistente lungo i tratti di strada indicati nella planimetria di progetto allegata al presente lavoro.

L’Affidatario dovrà fornire tutte le informazioni relative a dimensione in pianta e profondità delle reti e dei pozzetti, caratteristiche delle reti (diametro e materiale della tubazione, presenza di saracinesche ed organi di manovra ecc.), anche mediante l’impiego di tecnica georadar (GPR – Ground Probing Radar) e/o attraverso saggi diretti.

Per i rilievi eseguiti sono previsti:

- l’individuazione di capisaldi plano-altimetrici esistenti nell’intorno;
- l’inserimento del rilievo effettuato nella relativa aerofotogrammetria del Comune;
- la consegna di tutti gli elaborati su supporto cartaceo (n. 2 copie) e n. 2 copie su supporto informatico in formato editabile (DWG/DXF, SHP, TXT, DOC, XLS) e in formato non editabile (PDF). A titolo indicativo:
  - restituzione plano-altimetrica in scala 1:200 e 1:500 dei file in formato .dwg o .dxf e relativa georeferenziazione in formato UTM WGS84;
  - planimetria delle interferenze;
  - individuazione di punti fiduciali catastali esistenti nell’intorno con determinazione dei valori X, Y, Z e relative monografie;
  - sovrapposizione del rilievo effettuato sulla mappa catastale.
  - report conclusivi per ciascun tratto rilevato, consistenti in una relazione descrittiva, una scheda informativa, una documentazione fotografica dalla quale resti individuata la Via indagata, la sua lunghezza, le caratteristiche della sede stradale (larghezza, tipo di pavimentazione, presenza di marciapiedi ecc.), i pozzetti e le reti censiti, qualsiasi altro elemento caratteristico utile ai fini della progettazione;
  - monografie per ciascun dei pozzetti presenti lungo i tracciati segnati in planimetria ed interessati dalle condotte, con la georeferenziazione dello stesso (coordinate UTM WGS84), con una rappresentazione grafica (pianta e sezione) in scala adeguata e non inferiore a 1:25, con indicate le dimensioni interne larghezza, lunghezza e/o diametro, profondità, posizione dei tubi entranti ed uscenti, loro dimensioni (diametri), quote delle generatrici superiori ed inferiori di tutte le tubazioni, documentazione fotografica, e l’indicazione dell’Ente Gestore e il servizio interessato (es. acquedotto, elettrico, telefonico etc..).

Si ribadisce che sono a cura e spese dell'Appaltatore tutti gli oneri relativi alle comunicazioni, alle preventive autorizzazioni, agli accessi alle aree oggetto di rilievo (anche private), all'autorizzazione dell'esecuzione di scavi, nonché eventuali occupazioni temporanee e/o danni, e quant'altro necessario per fornire tutte le informazioni richieste.

Per l'esecuzione del servizio l'Affidatario potrà utilizzare la strumentazione che riterrà più congeniale (total station, GPS, etc.), con l'obbligo di certificare che, per l'esecuzione del rilievo, la strumentazione usata deve essere tale da garantire un errore quadratico medio sulle misure angolari non superiore ai  $\pm 5$  secondi centesimali e un errore quadratico medio non superiore a  $\pm 2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$  per la determinazione delle distanze.

Preventivamente alla esecuzione dei rilievi l'Affidatario dovrà consultare presso gli uffici tecnici della Stazione appaltante, la cartografia e la documentazione esistente e provvedere alla raccolta, a sua cura e spese, presso i competenti Enti e le altre Amministrazioni, di tutti gli elementi ricadenti nell'area in oggetto del rilievo o nelle sue immediate vicinanze, verificando mediante sopralluogo la loro presenza e lo stato di conservazione.

Sarà a carico dell'Affidatario, prima della esecuzione dei rilievi, l'acquisto di quanto è necessario e ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Le procedure operative per la conduzione del rilievo dovranno essere concordate nelle possibili varianti richieste dall'Amministrazione tramite il RUP, tenendo presente che il rilevamento deve essere eseguito previo avviso della Stessa che ha facoltà di presenziare alle operazioni di rilievo.

L'individuazione dei sottoservizi esistenti, relativi a reti gas, reti elettriche, reti telefoniche e trasmissione dati, reti idriche, fognarie etc., dovrà essere espletata sia in campo, mediante il rilievo di posizione, profondità e caratteristiche tecniche delle reti e dei manufatti esistenti (pozzetti ecc.), sia attraverso il confronto tra quanto rilevato e quanto acquisito dagli Enti preposti alla gestione delle reti esistenti.

Sarà pertanto cura dell'Affidatario reperire, presso le sedi dei suddetti Enti, tutte le informazioni atte ad individuare l'esatta posizione e profondità delle infrastrutture interferenti con il tracciato di progetto.

Per la ricerca dei sottoservizi (fognature, cavi, elettrodotti, oleodotti e gasdotti, ecc...) e delle strutture (fondazioni, strutture sepolte, masse ferrose ecc...) potenzialmente interferenti con le opere da realizzare si intendono incluse le seguenti attività:

- ☐ reperimento dati e informazioni pregresse;
- ☐ rilievo mediante la tecnica del georadar (GPR – Ground Probing Radar).

Le caratteristiche del georadar e del sistema di elaborazione dei dati acquisiti dovranno essere conformi a quanto previsto dalla norma CEI 306-8, prima edizione, luglio 2004 ed eventuali s.m.i..

Il sistema georadar utilizzato per il rilievo dovrà essere costituito da uno strumento di adeguate caratteristiche (frequenza, numero di antenne, numero di canali, etc.). Sul medesimo dovranno essere ospitate un sistema DGPS-RTK per la georeferenziazione del rilievo.

In particolare, dovranno essere utilizzate antenne con frequenza da 300 a 900 Mhz, considerando che la frequenza di 500 Mhz è quella che meglio risponde in termini di penetrazione e risoluzione

alle esigenze del rilievo. La presenza di sottoservizi nelle zone di indagine dovrà essere evidenziata mediante idonea segnaletica.

La metodologia e le apparecchiature impiegate dovranno consentire il raggiungimento di profondità di indagine fino a circa 5 m. Le anomalie rilevate dovranno essere riportate sulla base cartografica, su cui saranno interpolate, al fine di poter rappresentare planimetricamente i sottoservizi presenti.

Le attività di rilievo e le successive elaborazioni devono essere eseguite secondo le direttive impartite dall'Amministrazione e/o RUP, nel rispetto dei patti contrattuali, dei documenti e delle norme dagli stessi richiamate e delle possibili variazioni apportate.

In particolare sono a carico dell'Affidatario:

- tutte le spese per gli eventuali noli o acquisti necessari per eseguire il lavoro a regola d'arte;
- l'ottenimento di tutte le autorizzazioni per l'accesso alle aree di rilievo e le eventuali spese;
- tutte le spese per le elaborazioni cartografiche, l'editing finale su supporto informatico, la produzione del materiale fotografico e cartaceo, compresi gli eventuali diritti di copyright per la restituzione dei dati stessi.

Nel caso in cui per lo svolgimento delle attività si intenda utilizzare strumentazioni GPS, saranno a suo totale carico gli oneri economici e non, per verificare l'assenza di eventuali interferenze radio sulle frequenze GPS e per la soluzione dei problemi eventualmente derivanti da tali interferenze.

Per ciò che concerne l'individuazione e la caratterizzazione dei tratti di condotta fognaria esistente, riportati negli elaborati grafici di progetto, dovranno eseguirsi le indagini videoscopiche all'interno delle tubazioni. La Videoispezione dentro le tubazioni esistenti dovrà essere eseguita con telecamera a colori, dotata di contimetri, rilevabile dalla superficie su piani orizzontali.

Di tale videoispezione dovranno essere forniti i video su cd-rom o dvd della visione integrale.

Inoltre per ogni video ispezione (e/o tratto di tubazione) si dovranno redigere: rapporti grafici a colori dei tratti ispezionati da pozzetto a pozzetto contenenti tutti i dati interessanti per la valutazione dello stato della condotta (distanze, liquido trasportato, tipo di tubo ecc.) e con evidenziate e mappate le eventuali anomalie opportunamente identificate; una relazione tecnica sullo stato della condotta, la raccolta fotografica di almeno due foto (tratto iniziale e finale) ed in corrispondenza delle anomalie riscontrate, Video su CD, una tavola grafica di posizionamento planimetrico georiferito del tubo ispezionato e delle anomalie e problematiche individuate, il tutto su supporto cartaceo ed in versione digitale (in formato editabile tipo Doc per i rapporti e/o relazioni, e DWG per le planimetrie, ed in formato non editabile tipo PDF).

Sono a carico dell'appaltatore tutti gli adempimenti e tutti gli oneri per l'ottenimento di eventuali autorizzazioni, e delle operazioni propedeutiche all'esecuzione dell'indagine, quali distacco del servizio, pulizia della tubazione, l'eventuale aspirazione dei fanghi di risulta, il conferimento degli eventuali fanghi di risulta, ecc. L'Affidatario rimane l'unico responsabile per eventuali danni prodotti nell'espletamento delle attività ed è tenuto all'eventuale ripristino dei luoghi ed a eventuali risarcimenti per i danni prodotti.



## **5. INDAGINI A MARE BATIMETRICO-MORFOLOGICO, AMBIENTALI E CHIMICHE A MARE**

Le indagini a mare hanno lo scopo di caratterizzare i fondali interessati dalla posa della condotta di scarico dal punto di vista batimetrico, morfologico, ambientali e chimiche. Contestualmente si provvederà anche al rilievo del fondale ai fini archeologici.

In linea generale si dovrà investigare fino ad arrivare ad una profondità di - 30 metri del livello medio marino, presumibilmente per una lunghezza complessiva di 1110 m dalla battigia per un corridoio di circa 150 metri (per complessivi 17 ha).

A tal fine si prevedono le seguenti attività:

- Indagine mediante sistemi Multibeam, Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler finalizzata all'acquisizione di un dataset completo da utilizzare per la fase di progettazione, integrata da un'indagine sismo-acustica mediante SBP, in grado di verificare la presenza di eventuali emergenze archeologiche.
- Indagini Ambientali di dettaglio finalizzate all'individuazione delle seguenti caratteristiche:
  - Mappatura e monitoraggio della Biocenosi, con particolare attenzione alla mappatura e relativo studio "ante-operam" sullo stato di salute della prateria di Posidonia Oceanica presente nell'area d'indagine.
  - Indagine visiva mediante ROV (Remotely Operated Vehicle) /OTS a conferma del dato strumentale precedentemente acquisito, con sistema di posizionamento subacqueo per la georeferenziazione dei filmati acquisiti.
  - Analisi Granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione.
  - Misure mediante sonda CTD
  - Prelievo di campioni e relative analisi chimiche.
- Elaborazione ed Analisi dei dati geofisici ed ambientali acquisiti. In ultimo verranno prodotti almeno una Relazione Tecnica per tipologia d'indagine, i Reports, gli elaborati cartografici il tutto sia in formato cartaceo che digitale. La restituzione cartografica dei dati dovrà essere fornita a scala non inferiore a 1:500, mentre la rappresentazione delle linee isobatimetriche avranno un'equidistanza non inferiore a 0,50 m.

La consegna di tutti gli elaborati sarà su supporto cartaceo (n. 2 copie) e n. 2 copie su supporto informatico in formato editabile (DWG/DXF, SHP, TXT, DOC, XLS) e in formato non editabile (PDF).

Per lo svolgimento degli studi ambientali si attuerà il protocollo redatto da ISPRA (balissage, riconoscimento dei limiti della prateria di Posidonia, conteggio dei fasci fogliari ecc (NB. Qualora la profondità del limite inferiore della prateria si trovasse a una profondità superiore a 40m, i campionamenti verranno eseguiti a partire dalla batimetrica dei 30 m).

Presumibilmente le operazioni da effettuare consisteranno, e sempre in rapporto alle apparecchiature presumibilmente ipotizzate, nelle seguenti operazioni:

- 1) mappatura con strumentazione geofisica che serviranno sia allo studio archeologico, all'ingegneria (profili e sezioni) lungo l'asse di posa della futura condotta), mappatura strumentale della biocenosi (dell'intera area individuata, necessaria in prima analisi per la scelta e relativa collocazione delle stazioni di monitoraggio Posidonia e Benthos).
- 2) Studio sulla Posidonia oceanica da eseguire oltre che con dato geofisico anche a mezzo di N°1 Operatore Tecnico Subacqueo con specializzazione in Ecologia Marina e N°1 Operatore Tecnico Subacqueo di supporto ed assistenza, che svolgeranno tutte le operazioni richieste per lo studio della prateria di Posidonia dal protocollo ISPRA. Indagini sul MacroBenthos su N° 4 stazioni (e relative tre repliche a stazione)
- 3) Ispezione Visiva mediante ROV, a completamento dello studio sulla Posidonia e sul MacroBenthos, si svolgerà sia sulle stazioni di campionamento (Posidonia/Benthos) che lungo l'asse di posa della futura condotta.
- 4) Prelievo dei campioni (in corrispondenza delle stazioni Benthos) finalizzate all'analisi granulometrica. Misure CTD sempre in corrispondenza delle stazioni sopra indicate. Creazione della mappa inerente la Biocenosi.
- 5) Analisi di laboratorio
- 6) Redazione ed elaborazione Relazione, Reportistica e Cartografia.

Le indagini biologiche previste dovrebbero prevedere almeno le seguenti principali fasi operative:

1. Attività in campo

- Analisi dei luoghi, reperimento del materiale e studi esistenti nell'area, analisi dei rilievi batimorfologici, individuazione dei transetti (di cui uno lungo la linea di posa della condotta sottomarina) sui quali effettuare le riprese video-filmate col veicolo filoguidato R.O.V. (Remotely Operated underwater Vehicle) ed individuazione dell'eventuale prateria di Posidonia oceanica
- Campionamento biologico e rilevamento di alcuni parametri ambientali sia direttamente in immersione sulle stazioni di campionamento prescelte, su P. oceanica, su Macrobenthos, che da natante per la raccolta dati sulla colonna d'acqua eseguite con una sonda multiparametrica tipo CTD e misure di trasparenza ad esempio tramite disco di secchi;

2. Attività in laboratorio

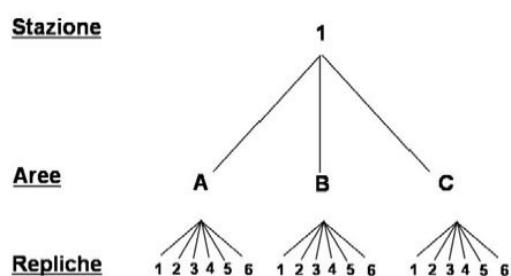
- sui campioni prelevati in immersione,  
analisi sulla Posidonia Oceanica, quali ad esempio quelle sui fasci fogliari e rizomi che prevedono analisi fenologiche, □ analisi lepido cronologiche, analisi degli epifiti, □ analisi dei borers,  
analisi su Macrobenthos attraverso l'individuazione degli organismi animali, e l'identificazione delle specie appartenenti ai taxa ritenuti i migliori indicatori delle caratteristiche ambientali  
l'analisi granulometrica sul sedimento per la determinazione delle classi granulometriche;

3. Attività di elaborazione e presentazione dati

- Reports dei dati raccolti e successive elaborazioni statistiche destinate al calcolo di alcuni indici per la valutazione dello stato di qualità delle praterie indagate e dei fondi mobili associati e non che caratterizzano nel complesso dei fondali investigati. Così come Misure di densità e stime di ricoprimento su P. oceanica, l'Analisi Fenologica, l'Analisi degli organismi perforatori, gli Indici di biodiversità su popolamenti di fondo mobile
- In ultimo redazione e presentazione dei risultati tramite relazioni, grafici, documentazioni fotografiche ed immagini

Le indagini in situ, i campionamenti, le analisi e quant'altro necessario per la valutazione dello stato di salute e al monitoraggio dovranno essere eseguiti secondo le modalità indicate dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Ad esempio per il quanto riguarda P. oceanica seguendo un piano di campionamento gerarchico che preveda un certo numero di stazioni di campionamento (almeno di quattro stazioni di campionamento, ) suddivise ognuna in tre sottoaree di circa 400 m<sup>2</sup> ciascuna. Per ogni sottoarea andranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.



Le repliche in una stessa area dovranno essere distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro.

L'ultima replica in un'area e la prima replica dell'area seguente, dovranno invece essere distanziate di circa 10 metri.

Per le indagini relative alla caratterizzazione dei popolamenti bentonici di fondo molle andranno individuate non meno di quattro stazioni.

Per ciò che riguarda le misure e la raccolta dati sulla colonna d'acqua, queste sono previste attraverso l'uso di una sonda multiparametrica (C.T.D.) e di semplici strumentazioni più semplici quali disco di secchi (per la misura della trasparenza).

La sonda CTD, dove CTD è l'acronimo di Conductibility Temperature Depth, è un dispositivo che contiene la strumentazione necessaria per la misura della Conduttività elettrica (C), della Temperatura (T) e la pressione da cui si ricava la profondità (D) dell'acqua. È uno strumento modulare dove è possibile installare dei sensori accessori per la misura diretta di determinati parametri biologici, chimici e fisici.

La tecnica di campionamento standard è molto semplice, ed è definita vertical CTD cast. Innanzitutto raggiunta la posizione geografica d'interesse, la CTD viene calata lungo la verticale, fino a raggiungere il fondale marino, e poi viene issato nuovamente.

Dai parametri primari, tuttavia, è possibile ricavare, attraverso algoritmi complessi, gli stessi parametri misurabili dai sensori accessori. La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dal lavoro che si sta effettuando. Nella ricerca di base si preferisce misurare i parametri di interesse utilizzando sensori specifici (sensori per l'ossigeno disciolto, per la fluorescenza, per la torbidità, etc..), per le altre attività che non sono ricerca di base le misure indirette forniscono valori più che accettabili.

Una tipica misura CTD viene realizzata calando la sonda dall'imbarcazione, a velocità costante, lungo la colonna d'acqua, durante la discesa i sensori misurano i parametri e restituiscono valori numerici. I valori misurati sono visualizzabili come elenco e come profilo. Un profilo è costituito da un set di dati misurati ad intervalli regolari durante la discesa della sonda, il risultato è un profilo di temperatura, di salinità e così via. Un profilo contribuisce alla comprensione delle dinamiche fisiche che esistono nelle masse d'acqua, quali, rapidi cambiamenti della densità, movimenti di masse d'acqua, caratteristiche acustiche dei fondali ed alla comprensione dei fenomeni biologici presenti nell'ambiente marino.

La sonda CTD, come affermato in precedenza misura in modo diretto i valori di:

- Conducibilità (C);
- Temperatura (T);
- Pressione (P).

da cui si ricavano i seguenti parametri:

- Profondità, come funzione di P e della latitudine;
- Salinità come funzione di T, C, P;
- Densità come funzione di T, S, P;
- Velocità del suono come funzione di T, S, P.

Da un punto di vista idrologico, in generale, un bacino marino è composto da un sistema a due strati di acqua, uno strato miscelato o superficiale ed uno profondo. Lo strato miscelato o superficiale è sottoposto alla movimentazione continua da parte del vento e del moto ondoso. Lo strato profondo è separato da quello superficiale da uno strato dove la temperatura cambia rapidamente, questo strato è detto termoclino.

La densità che è funzione della temperatura nello strato del termoclino varia rapidamente e in un sistema sufficientemente profondo la rapida variazione della densità rende difficoltoso il processo di miscelazione tra l'acqua superficiale e quella profonda .

Nei profili ricavati dalle cale della sonda nell'area di lavoro è possibile apprezzare, dove la profondità è sufficientemente elevata, le variazioni di alcuni di questi parametri lungo la colonna d'acqua.

Le misure di trasparenza della colonna d'acqua nelle stazioni di campionamento possono essere effettuate tramite un disco di secchi. Tale dispositivo, tra i più semplici per questo tipo di misure, è costituito da un disco bianco, di 30 cm di diametro, fissato ad una cima metrata. Il disco di Secchi viene immerso in acqua e calato perpendicolarmente alla superficie fino alla profondità alla quale

esso diviene invisibile dalla superficie stessa. La trasparenza della colonna d'acqua viene così definita come la profondità di scomparsa del disco di Secchi.

Per ciò che riguarda l'analisi chimica dei sedimenti marini si riportano di seguito l'elenco delle analisi da eseguire:

| <b>ANALITA</b>       | <b>METODO</b>                                  |
|----------------------|--|
| pH                   | CNR IRSA 3 Q.S4 Vol.3 1985                     |
| Potenziale redox     | APHA Standard Methods, ed 21 th 2005, 2580 B/  |
| Odore                | MPI-16-2011Rev-0                               |
| Colore               | MPI-09-2011 Rev-0                              |
| materiali grossolani | MPI - 07 - 2011 Rev - 0                        |
| Granulometria        | CNR IRSA 3 Q64 VOL 2 1984                      |
| Umidità              | CNR IRSA 2 Q64 Vol.3 1984                      |
| Peso Specifico       | CNR IRSA 3 Q64 VOL 2 1984                      |
| T.O.C.               | EPA SW-846 Met. 9060                           |
| Azoto Totale         | CNR IRSA 6 Q.64 Vol.3 1985                     |
| Fosforo Totale       | CNR IRSA 9 Q64 Vol.3 1985                      |
| <b>METALLI</b>       |  |
| Alluminio            | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Arsenico             | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Cadmio               | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Cromo Totale         | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Ferro                | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Piombo               | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Nichel               | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Rame                 | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Vanadio              | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Zinco                | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007              |
| Mercurio             | CNR IRSA 10 Q.64 1985+EPA 7473 1998            |
| <b>PCB</b>           |  |
| PCB 28               | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 52               | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 77               | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 81               | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 101              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 105              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 114              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 118              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 123              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 126              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 128              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 137              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 138              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 153              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 156              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |
| PCB 167              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007 |

|  |   |
|--|---|
| PCB 169                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 170                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 180                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 189                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Sommatoria PCB dioxilin like WHO - TEQ   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| <b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b> |   |
| Naphthalene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Acenaphthalene                           | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Acenaphthene                             | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Fluorene                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Phenantrene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Antracene                                | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Fluorantene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Pyrene                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(a)anthracene                       | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Chrysene                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(b,k)fluoranthene                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(j)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(a)pyrene                           | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Indeno (1,2,3,cd)pyrene                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Dibenzo(a,h)anthracene                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(g,h,i)perylene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(b)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(k)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| <b>IDROCARBURI</b>                       |   |
| Idrocarburi <C12                         | EPA 8015 2007                                   |
| Idrocarburi >C12                         | EPA 8015 2007                                   |
| <b>PESTICIDI ORGANOCLORURATI</b>         |   |
| Aldrin                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Dieldrin                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| a-Esaclorocicloesano                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| b-Esaclorocicloesano                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| g-Esaclorocicloesano                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| DDD                                      | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Lindano                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| DDT                                      | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| DDE                                      | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Esaclorobenzene                          | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Eptacloro                                | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Eptacloro epossido                       | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Cis-Clordano                             | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| trans-Clordano                           | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Eldrin                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| <b>COMPOSTI ORGANO STANNICI</b>          |   |
| Monobutil Stagno (MBT) (come Sn)         | ICRAM APP. 1 2001-2003                          |
| Dibutil Stagno (DBT) (come Sn)           | ICRAM APP. 1 2001-2003                          |

|  |  |
|--|--|
| Tributil Stagno (DBT) (come Sn)                                    | ICRAM APP. 1 2001-2003                                       |
| <b>DIOSSINE E FURANI</b>   |  |
| Policlorodibenzodiossine (PCDD) e<br>Policlorodibenzofurani (PCDF) | EPA 3545 A 2007 + EPA 1613 B 1994 +<br>UNEP/POPS/COP.3INF/27 |
| Somma PCDD/PCDF I-TEQ  | EPA 3545 A 2007 + EPA 1613 B 1994 +<br>UNEP/POPS/COP.3INF/27 |
|  |  |
| Amianto  | DM 6/09/94 (FTIR)  |
| <b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>                                 |  |
| Benzene  | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006                                |
| Etilbenzene  | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006                                |
| Stirene  | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006                                |
| Toluene  | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006                                |
| Para-Xilene  | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006                                |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>   |  |
| Escherichia Coli   | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983                                   |
| Entorococchi   | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983                                   |
| Salmonella   | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983                                   |
| Spore di Clostridi solfitoreduttori                                | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983                                   |
| Coliformi Totali   | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983                                   |
| Stafilococchi Coagulasi +  | ISO 688-2:1999/AMD 1:2003                                    |
| <b>ECOTOSSICOLOGIA</b>   |  |
| Vibrio fischeri  | APAT CNR IRSA 8030 Man 29 2003                               |
| Phaeodactylum tricornutum  | UNI EN ISO 10253: 2006                                       |
| Valutazione tossicità acuta con crostaceo Artemia sp               | APAT CNR IRSA 8050 Man 29 2003                               |

Tutta la documentazione dovrà essere prodotta in minimo n. 2 copie su supporto cartaceo e n.2 copia su supporto informatico in formato editabile, DWG/DXF, SHP, DOC/TXT, e n.1 in formato PDF di sola lettura.

## Determinazione del corrispettivo

La determinazione del corrispettivo dei servizi è stata determinata con riguardo ai dati quantitativi delle prestazioni minime richieste così come riportate nell'elenco descrittivo dei corpi d'opera (cfr. tavola C)

In particolare nella determinazione dell'importo dei servizi richiesti si sono tenuti in considerazione i costi per l'approntamento delle macchine ed attrezzature in sito, le installazioni necessarie al fine di garantire una distribuzione spaziale dell'indagine, le attività da eseguirsi in sito, le prove presso i laboratori autorizzati e l'elaborazione e restituzione delle risultanze, i costi per la sicurezza aziendale e connessi all'esecuzione del servizio.

L'importo complessivo a corpo dei servizi relativi al piano delle indagini compresi nel presente appalto ammonta a € **397.920,34 (Euro Trecentonovantasettemilanovecentoventi/34)**.

Dal precedente importo dei lavori a corpo resta escluso l'importo a corpo dei costi della sicurezza non soggetto a ribasso d'asta per un ammontare di € **14.487,80 (Euro quattordicimilaquattrocentottantasette/80)**.

Con riferimento all'importo delle indagini a corpo, la distribuzione relativa alle varie categorie da eseguire risulta nel seguente prospetto:

| Descrizione dei Corpi d'Opera  |  | %              | Importo             |
|--|--|----------------|---------------------|
|  |  | Incidenza      | Corpi d'opera       |
| <b>C.1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE</b>   |  |                |                     |
|  | C.1.1: Prospezioni geofisiche  | 2,498          | € 9.941,20          |
|  | C.1.2: Prove di resistenza meccanica                                     | 0,300          | € 1.194,60          |
|  | C.1.3: Posa in opera di strumentazione geotecnica                        | 1,054          | € 4.195,50          |
|  | C.1.4: Perforazioni di sondaggi verticali                                | 42,862         | € 170.555,88        |
|  | C.1.5: Perforazioni di sondaggi orizzontali                              | 1,212          | € 4.822,90          |
|  | C.1.6: Analisi e prove di laboratorio                                    | 5,191          | € 20.657,32         |
| <b>C.2 - CARATTERIZZAZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO</b>                          |  |                |                     |
|  | C.2.1: Caratterizzazione terre e rocce da scavo                          | 14,640         | € 58.254,00         |
| <b>C.3 - INDAGINI ARCHEOLOGICHE</b>  |  |                |                     |
|  | C.3.1: Indagini archeologiche  | 6,900          | € 27.457,20         |
| <b>C.4 - RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE SOTTOSERVIZI</b>                           |  |                |                     |
|  | C.4.1: Rilievo e rappresentazione sottoservizi                           | 14,033         | € 55.841,74         |
| <b>C.5 - INDAGINI BATIMETRICHE, AMBIENTALI ED ARCHEOLOGICHE SCARICO A MARE</b> |  |                |                     |
|  | C.5.1: Indagini batimetriche, ambientali ed archeologiche scarico a mare | 11,309         | € 45.000,00         |
| <b>TOTALE VOCI A CORPO</b>   |  | <b>100,000</b> | <b>€ 397.920,34</b> |

Le cifre dei precedenti prospetti, indicano gli importi delle diverse categorie di indagini a corpo, soggetti al medesimo ribasso d'asta.

L'importo delle indagini compensate a corpo resta fisso ed invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti, alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di dette indagini. Resta ad esclusivo carico del concorrente il preventivo controllo nonché la verifica della completezza previsionale di tali indagini, assumendosi lo stesso, in qualità di contraente, ogni onere e rischio perché tali indagini siano date definite sotto ogni aspetto, nel rispetto delle norme di riferimento e delle prescrizioni di contratto.

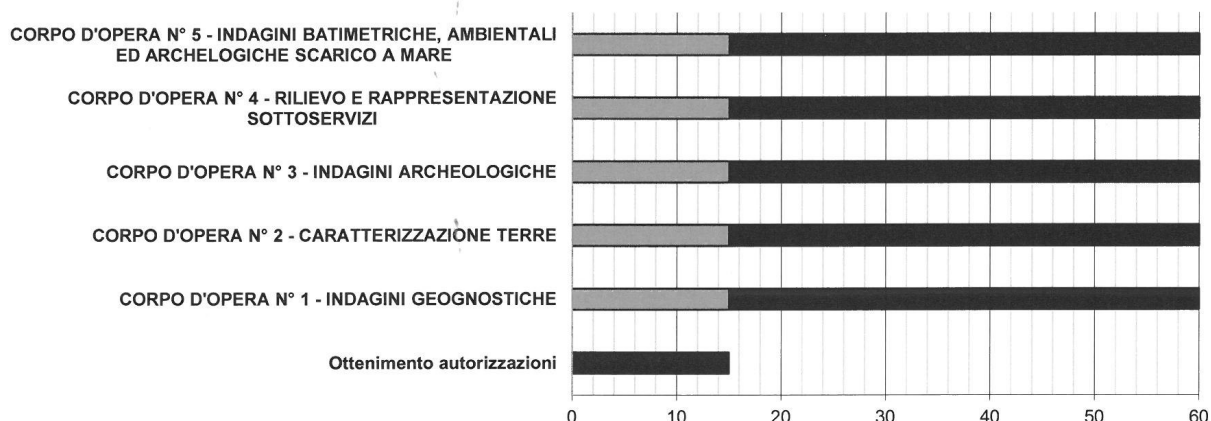
## Tempi di esecuzione del servizio

Le prestazioni dovranno essere ultimate entro 60 gg. (giorni sessanta) naturali e consecutivi dalla data dell'ordine di inizio dell'attività comunicato per iscritto dalla Stazione Appaltante, secondo il seguente cronoprogramma:



TABELLA TEMPI REALIZZAZIONE: GIORNI 60

|   |  | DURATA | INIZIO | FINE  |
|---|--|--------|--------|-------|
| 1 | Ottenimento autorizzazioni   | 15.00  | -      | 15.00 |
| 2 | CORPO D'OPERA N° 1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE   | 45.00  | 15.00  | 60.00 |
| 3 | CORPO D'OPERA N° 2 - CARATTERIZZAZIONE TERRE   | 45.00  | 15.00  | 60.00 |
| 4 | CORPO D'OPERA N° 3 - INDAGINI ARCHEOLOGICHE  | 45.00  | 15.00  | 60.00 |
| 5 | CORPO D'OPERA N° 4 - RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE SOTTOSERVIZI                           | 45.00  | 15.00  | 60.00 |
| 6 | CORPO D'OPERA N° 5 - INDAGINI BATIMETRICHE, AMBIENTALI ED ARCHEOLOGICHE SCARICO A MARE | 45.00  | 15.00  | 60.00 |



L'Appaltatore è obbligato a presentare, un programma esecutivo dei lavori, entro il termine di giorni 7 (sette) dalla data di consegna, da sottoporre alla Direzione Lavori che potrà formulare le proprie osservazioni, a seguito delle quali l'Appaltatore nell'ulteriore termine di 10 giorni dovrà consegnare il programma definitivo.

## Penali per ritardi o inadempienze

Salvo la risarcibilità di eventuali maggiori danni, in caso di ritardo rispetto ai termini di esecuzione del servizio, sarà applicata una penale pari allo 1,0‰ (uno per mille) dei compensi spettanti per ogni giorno di ritardo accertato dal Responsabile Unico del Procedimento (RUP), fino ad un massimo del 10%.

Fermo restando l'applicazione della penale suddetta, la Stazione Appaltante avrà comunque facoltà di chiedere la risoluzione di diritto del contratto nell'ipotesi di grave e/o reiterato inadempimento.

L'applicazione di penali superiori al 10% comporterà la risoluzione del contratto.

Gli eventuali inadempimenti contrattuali che daranno luogo all'applicazione delle penali saranno contestati dalla Stazione Appaltante al contraente il quale potrà in ogni caso comunicare le controdeduzioni nel termine massimo di giorni solari 5 (cinque) dal ricevimento della contestazione.

Per le somme derivanti dall'applicazione delle penali di cui al presente articolo, la Stazione Appaltante potrà rivalersi con quanto dovuto all'Affidatario a qualsiasi titolo.

La richiesta o il pagamento di penali non esonera l’Affidatario dall’adempimento delle obbligazioni rispetto alle quali si è reso inadempiente.

In caso di persistente inadempimento è riconosciuta alla Stazione Appaltante la facoltà, previa comunicazione al contraente, di ricorrere a terzi per ottenere i medesimi servizi, addebitando al contraente i relativi costi sostenuti.

## **Modalità di espletamento dell’incarico**

L’incarico è affidato ed accettato con l’osservanza delle norme, condizioni, patti obblighi, oneri e modalità dedotti e risultanti dal D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e ss.mm.ii., dal Regolamento Generale di cui al D.P.R. 207/2010 per gli articoli ancora vigenti, dal bando di gara e relativi allegati.

L’Affidatario è obbligato, inoltre, all’osservanza di tutte le norme di legge e di regolamento vigenti e dovrà tener conto delle indicazioni, disposizioni e/o direttive che potranno essere impartite dalla Stazione Appaltante tramite il Responsabile Unico del Procedimento (RUP).

L’Affidatario dovrà garantire la massima disponibilità per lo svolgimento di incontri o riunioni inerenti gli incarichi affidati presso la sede della Stazione Appaltante o in qualsiasi altra sede.

L’Affidatario è obbligato ad apportare tutte le modifiche, correzioni, integrazioni o a fornire chiarimenti che dovessero essere richiesti dalla Stazione Appaltante senza avere diritto ad alcun maggior compenso.

Le procedure operative per la conduzione del rilievo e delle indagini dovranno essere concordate con il Direttore dell’Esecuzione, di seguito DEC, tenendo presente che il rilevamento deve essere eseguito previo avviso allo stesso DEC che ha facoltà di presenziare alle operazioni di rilievo.

Il programma delle attività dovrà essere settimanalmente concordato con il DEC e, per il suo tramite, con il rappresentante del Gestore, che sulla base delle proprie esigenze e delle potenziali interferenze con eventuali altre attività di gestione delle infrastrutture presenti.

Le attività di rilievo e di indagine e le successive elaborazioni devono essere eseguite secondo le direttive impartite dal DEC, nel rispetto dei patti contrattuali, dei documenti e delle norme dagli stessi richiamate e delle possibili variazioni apportate.

## **Accesso alle aree per lo svolgimento delle attività d’indagini**

Le eventuali autorizzazioni relative all’accesso in aree oggetto di indagine dovranno essere richieste a cura dell’Affidatario, nei tempi previsti nel presente capitolato.

Resta a carico dell’Affidatario l’ottenimento di tutti i permessi necessari all’accesso su eventuali aree di proprietà privata. Le eventuali spese saranno a carico dello stesso.

L’eventuale identificazione delle Ditte proprietarie delle aree interessate dalle attività di indagine deve essere fornita dall’Affidatario mediante la redazione, a partire dalla cartografia fornita da Stazione Appaltante, del relativo piano particellare (con sovrapposizione sulla restituzione grafica

del rilievo e sulla Carta Tecnica Regionale), costituito da un elenco con i dati relativi ad ogni particella catastale, con le relative visure catastali e gli estratti di mappa.

## **Responsabile dell'esecuzione del servizio e conduzione delle attività**

L'Affidatario, alla stipula del contratto dovrà indicare un soggetto che avrà il ruolo di Responsabile del Servizio, con il possesso di documentata esperienza nella esecuzione di attività oggetto dell'affidamento. Lo stesso, sarà l'unico soggetto responsabile dell'organizzazione dell'attività, rimanendo escluso che la Stazione Appaltante debba – per necessità operative – interfacciarsi con i singoli componenti del gruppo di lavoro.

Il Responsabile del Servizio dovrà tenere costantemente aggiornata, per mezzo di apposite comunicazioni scritte, la Stazione Appaltante sull'andamento dello svolgimento dell'incarico e sulle scelte tecniche che di volta in volta verranno proposte e/o adottate per la risoluzione delle diverse problematiche. Ciò in relazione alle fasi di avanzamento dei lavori, a richiesta della Stazione Appaltante e, comunque, con cadenza settimanale.

L'organizzazione del servizio dovrà essere condotta in modo da garantire costantemente il mantenimento delle condizioni di decoro e di sicurezza dei luoghi interessati dal servizio durante tutto il periodo interessato, dalla consegna fino alla scadenza contrattuale, con l'impiego di personale, attrezzatura, mezzi idonei allo svolgimento dello stesso.

L'Affidatario dovrà assicurare l'adozione dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette al servizio stesso e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati, in applicazione alle vigenti norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, nonché il rispetto di tutte le disposizioni dei regolamenti comunali.

Dovrà garantire il mantenimento delle condizioni più salubri possibili adottando le necessarie misure, l'accurata pulizia dei residui di fango e disinfestazione delle parti da sottoporre a manutenzione per le macchine utilizzate nel servizio oggetto dell'appalto.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà in corso d'opera attraverso specifici ordini di servizio del DEC, di modificare il programma di attività, sospendere, sostituire o annullare una o più parti del servizio e richiedere qualsivoglia modifica/integrazione agli elaborati progettuali presentati.

## **Subappalto**

I subappalti sono ammessi, con le modalità previste all'art. 105 del D.Lgs. 50/2016, previa autorizzazione della Stazione appaltante su istanza dell'Affidatario debitamente documentata, limitatamente per indagini geologiche, geotecniche e sismiche, a sondaggi, rilievi, a misurazioni, con esclusione di tutte le attività di elaborazione dei risultati, restando comunque impregiudicate le responsabilità dell'Affidatario.

L'eventuale subappalto, così come previsto al comma 2 dell'art. 105 del D. Lgs. 50/2016, non potrà superare la quota del 30 per cento dell'importo complessivo del contratto.

L'affidamento in subappalto di attività diverse da quelle sopra indicate comporterà l'immediata risoluzione in danno del contratto d'appalto.

Non si darà luogo a pagamenti del corrispettivo contrattuale nei confronti dei subappaltatori, rimanendo a carico dell'Affidatario il soddisfacimento dei crediti dai medesimi vantati nei suoi confronti a fronte delle prestazioni da essi rese.

## **Modalità di pagamento del corrispettivo di contratto**

Il corrispettivo di contratto, al netto del ribasso offerto sarà erogato, a mezzo bonifico bancario dietro presentazione di regolare fattura che dovrà riportare il CIG, con le seguenti modalità:

- 50% del corrispettivo al completamento di tutte le attività di indagine da effettuare in campo opportunamente attestate dal Direttore dei Lavori;
- 20% alla consegna degli elaborati necessari per la completa esecuzione del servizio, previo benestare all'emissione della fattura da parte della Stazione Appaltante, a seguito dell'avvenuta verifica della completezza della documentazione presentata;
- 20% del corrispettivo entro 90 giorni dalla ricezione degli elaborati, previo benestare all'emissione della fattura da parte della Stazione Appaltante, ed a seguito dell'avvenuta verifica della correttezza ed approvazione della documentazione presentata;
- 10% a saldo del corrispettivo entro 6 mesi dalla consegna degli elaborati.

Gli importi saranno liquidati entro 60 giorni fine mese dalla data di ricevimento della fattura stessa, previa verifica da parte della Stazione Appaltante dell'assenza di qualsiasi inadempimento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento, ai sensi dell'art. 48 bis del D.P.R. 602/1973 e s.m.i..

Ai sensi e per gli effetti dell'art. 3, comma 7, della Legge n. 136/2010 e s.m.i. l'Affidatario avrà l'obbligo di comunicare alla Stazione Appaltante gli estremi identificativi di uno o più conti correnti bancari o postali, accessi presso banche o presso la Poste Italiane S.p.A. dedicati, anche in via non esclusiva, alla presente procedura, entro e non oltre sette giorni dalla loro accensione o della loro prima utilizzazione in operazioni finanziarie relative alla stessa, nonché nello stesso termine, le generalità ed il codice fiscale delle persone delegate ad operare su di essi. Dovrà, altresì, essere comunicata ogni modifica relativa ai dati trasmessi.

Con la sottoscrizione dell'incarico l'Affidatario si assumerà tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della Legge n. 136/2010 e s.m.i. e, ove ciò sia espressamente consentito, si impegnerà a far assumere i predetti obblighi anche ad eventuali subfornitori o subcontraenti nonché a dare notizia alla Stazione Appaltante ed alla Prefettura competente per territorio della violazione dei predetti obblighi da parte dei suindicati soggetti. Il mancato rispetto di quanto disposto in osservanza della predetta Legge comporterà, ai sensi dell'art. 1456 cod. civ., l'immediata risoluzione dell'affidamento.

## **Garanzie e coperture assicurative**

Con riferimento ai servizi richiesti è richiesta cauzione provvisoria e definitiva, con le modalità di cui agli articoli 93 del D.Lgs. 50/2016.

## **Cessione del contratto**

L'Affidatario non potrà, per alcun motivo, cedere a terzi, in tutto o in parte, il contratto o le obbligazioni per esso derivanti dal contratto medesimo.

## **Ulteriori condizioni contrattuali**

Il prezzo offerto dall'Affidatario si intende comprensivo di tutto quanto necessario all'espletamento dell'attività – anche se non specificamente indicato nei documenti di gara – e in linea generale di ogni onere per la produzione della documentazione, delle attività accessorie, delle attività di sopralluogo, trasferte, misurazioni, rilievi, riproduzioni, prove tecnologiche di qualsiasi natura e tipo, reperimento di documentazioni presso soggetti terzi pubblici o privati; si intendono altresì compensati dal prezzo offerto oneri per trasferimenti, impiego di personale specializzato, professionisti, ogni onere relativo alla sicurezza del personale operante in strada o in campagna ecc.. Sono altresì comprese le spese e/o indennizzi per occupazioni temporanee o danneggiamenti per l'esecuzione di prove geognostiche o sismiche, di misurazioni topografiche, ecc..

L'Affidatario rimane obbligato, a sua cura e spese, a partecipare a tutte le riunioni con le Pubbliche Amministrazioni o con gli Enti terzi che la Stazione Appaltante riterrà opportuno, nonché ad interfacciarsi con Enti e Società a richiesta della Stazione Appaltante.

L'Affidatario trasferisce in capo alla Stazione Appaltante i diritti patrimoniali di proprietà intellettuale a decorrere dalla data di consegna. L'Affidatario rimane obbligato a non divulgare il materiale progettuale prodotto, che resta di proprietà della Stazione Appaltante.

L'Affidatario rimane obbligato ad apportare alla documentazione consegnata le modifiche che verranno richieste dalla Stazione Appaltante, fatto salvo il diritto di tutela ai fini della responsabilità, nonché ad apportare tutte le modifiche richieste dalla Stazione Appaltante.

Le modifiche richieste e le copie da produrre al fine degli adeguamenti di cui sopra si intendono già compensate nel prezzo offerto in sede di gara.

L'Affidatario rimane obbligato alla sottoscrizione per assunzione di responsabilità (da parte del Responsabile e da parte degli Specialisti di settore gli elaborati di rispettiva competenza) di tutte le copie che verranno prodotte dalla Società, anche in forma parziale, o per qualsiasi procedura amministrativa interna o esterna, sia nel perdurare del rapporto contrattuale che a rapporto concluso.

Le attività previste e le successive elaborazioni dovranno essere eseguite secondo le direttive impartite dalla Stazione appaltante, nel rispetto dei patti contrattuali, dei documenti e delle norme dagli stessi richiamate e delle possibili variazioni apportate. In particolare sono a carico dell'Affidatario:

- il trattamento economico, assicurativo, previdenziale e antinfortunistico del personale direttamente impegnato dall’Affidatario incaricato. Nonché tutti gli oneri per eseguire il servizio nel rispetto delle norme legislative e regolamentari vigenti, della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori;
- tutte le spese per gli eventuali noli o acquisti necessari per eseguire il lavoro a regola d’arte e le spese per indennità di trasferta, oltre agli eventuali diritti di copyright atti alla produzione dei dati nei sistemi di riferimento;
- l’ottenimento di tutte le autorizzazioni per l’accesso alle aree di rilievo e le eventuali spese;
- tutte le spese per le elaborazioni cartografiche, l’editing finale su supporto informatico, la produzione del materiale fotografico e cartaceo, compresi gli eventuali diritti di copyright per la restituzione dei dati stessi;
- tutte le spese previste per la stipula del contratto di appalto.

L’Affidatario dovrà osservare nei riguardi dei propri dipendenti tutte le leggi, regolamenti e disposizioni dei contratti normativi e salariali, previdenziali ed assicurativi, disciplinanti i rapporti di lavoro per le categorie interessate e per la zona di riferimento.

L’Affidatario dovrà fornire l’elenco del personale incaricato all’esecuzione di tutti i servizi affidati; tale personale dovrà presentarsi munito di cartellino identificativo.

Si precisa che comunque ed in qualunque caso l’acquisizione di informazioni e dati, l’accesso presso le aree, la movimentazione di eventuali ostacoli e quanto altro necessario per lo sviluppo del rilievo è a carico e spese del prestatore del servizio.

L’Affidatario è responsabile di eventuali danni prodotti nell’espletamento del servizio ed è tenuto al ripristino dei luoghi e dei manufatti oggetto di indagine e ispezione, oltre al risarcimento per i danni prodotti.

Sono da considerarsi compresi e remunerati nel prezzo offerto anche i seguenti oneri, oltre a quanto citato:

- l'uso continuo o no dei macchinari e del relativo personale anche con orari variabili;
- le operazioni di decespugliamento e comunque di preparazione della superficie interessata per assicurare l’accesso e l’esecuzione dei rilievi;
- il mancato utilizzo dei mezzi a causa di disfunzioni di servizio, scioperi, manutenzioni ordinarie e straordinarie delle strade e dei sottoservizi ed altre situazioni che rendano difficoltose le attività;
- il disagio dei lavoratori e il trasferimento dei mezzi e del personale sul luogo di lavoro;
- il ricovero dei macchinari, della loro guardiania e conservazione. Tutti i danni che dovessero subire i macchinari per mancata sorveglianza sono a carico dell’Affidatario;
- oneri derivanti dai danni agli immobili, alle strutture di ogni genere ed agli impianti causati dall’Affidatario per incuria e/od imperizia. Inoltre la responsabilità di incidenti ed imperizia nell'uso dei macchinari è a totale carico dell'Affidatario;

- la pulizia in modo sollecito di eventuali spandimenti di liquame in superficie o sulla sede stradale;
- la corretta gestione delle aree di lavoro, tale da evitare danni ai manufatti cittadini;
- tutte le spese di acquisto, manutenzione, gestione, funzionamento, etc. dei materiali occorrenti per l'espletamento del servizio oggetto dell'appalto.

## **Sicurezza nei luoghi di lavoro**

Ai fini della sicurezza nei luoghi di lavoro, l'Affidatario, durante l'esecuzione delle attività, dovrà attenersi a tutte le norme di legge per la prevenzione infortuni, igiene sul lavoro e buona tecnica, e in particolare quanto stabilito dal Decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81 "Attuazione dell'art. 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro ", e s.m.i., e dal D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106.

In particolare, l'Affidatario è soggetto alla piena e scrupolosa osservanza di quanto esposto nella normativa vigente in materia di sicurezza sul lavoro. Tutto il personale dell'Affidatario operante in sito dovrà essere dotato, se necessario, di idonei Dispositivi di Protezione Individuale nonché di un sufficiente numero di indumenti protettivi completi ed a norma. L'Affidatario rimane comunque unico responsabile della sicurezza durante l'espletamento delle attività.

Nell'espletamento dell'incarico l'Affidatario dovrà:

- adoperare macchinari o attrezzature dotate di Marcatura CE secondo le vigenti normative comunitarie (es. Direttive Macchine 2006/42/CE recepita dal D. Lgs. 17/2010 e s.m.i.) esibendo a richiesta del personale della Stazione Appaltante copia delle rispettive certificazioni di conformità;
- garantire (a proprie spese) l'esecuzione di tutte le misure previste dal D. Lgs. 81/2008 e s.m.i. in materia di salute, sicurezza ed igiene sul lavoro ed approntare tutte le misure (igieniche, di protezione collettiva e individuale, di emergenza ecc.) necessarie a svolgere in completa sicurezza le varie tipologie di attività per il proprio personale incaricato sia per il personale esterno (personale Stazione Appaltante o altro Ente interessato) che potrà essere presente durante l'esecuzione dei servizi.
- garantire (a proprie spese) l'assenza di masse metalliche nei punti oggetto di sondaggi, perforazioni e rilievi al fine di segnalare eventuale presenza di residui ordigni bellici. In tale caso, dovrà sospendere le attività in campo e dare immediata comunicazione alla Stazione appaltante al fine di attivare le procedure specifiche previste in materia.

L'Affidatario, entro 5 (cinque) giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio delle attività, dovrà consegnare tutti i documenti inerenti la sicurezza di competenza dello stesso, relativi al servizio in oggetto, nel rispetto delle vigenti disposizioni legislative e regolamentari in materia di sicurezza.

La Stazione Appaltante preventivamente l'inizio delle attività provvederà, ai sensi del c.1 l.a dell'art. 26 del D.Lgs. 81/2008, a verificare l'idoneità tecnico professionale dell'Affidatario in relazione al servizio oggetto di appalto.

A tal proposito l'Affidatario dovrà risultare in regola con i versamenti dei contributi assicurativi e previdenziali a favore dei propri lavoratori dipendenti.

Inoltre, lo stesso dovrà fornire alla Stazione Appaltante:

- Il Documento di Valutazione dei Rischi DVR;
- Il Documento Integrativo di Valutazione dei Rischi da Interferenze DIVRI;
- Autocertificazione dei requisiti di idoneità tecnico professionale;
- Certificato di iscrizione alla camera di commercio, industria e artigianato o dichiarazione sostitutiva;
- Fascicolo dei lavoratori che opereranno in campo (comprensivo di: unilav, idoneità alla mansione e attestati di formazione, consegna dei dpi, ecc...);
- Nomine e attestati di formazioni delle figure aziendali inerenti la sicurezza;
- Elenco delle attrezzature, mezzi d'opera ed equipaggiamento tecnico e relative certificazioni per l'esecuzione delle attività di campo.

Ogni sostituzione o variazione del personale, delle attrezzature, delle figure aziendali inerenti la sicurezza, dovrà essere tempestivamente comunicata alla Stazione Appaltante allegando la stessa documentazione prodotta prima dell'inizio delle attività.

Qualora l'Affidatario intenda subappaltare parte delle attività, limitatamente a quelle previste, dovrà fornire dello stesso la documentazione sopra richiamata.

La Stazione Appaltante, in ottemperanza a quanto previsto al comma 5 dell'art. 26 del D.Lgs. 81/2008, ha provveduto a calcolare i costi delle misure adottate per eliminare o, ove ciò non sia possibile, ridurre al minimo i rischi in materia di salute e sicurezza sul lavoro derivanti dalle interferenze delle lavorazioni. Tali costi ammontano a € 14'487,80 pari al 3,64%, non saranno soggetti a ribasso.

Risultano esclusi da tali costi della sicurezza ed a carico dell'Affidatario tutti i costi relativi alla sicurezza propri dell'Affidatario in base alla diretta responsabilità nei confronti dei propri dipendenti di cui al D.Lgs 81/2008.

Le gravi o ripetute violazioni delle norme inerenti la sicurezza nei luoghi di lavoro da parte dell'Affidatario, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

L'Affidatario esonera la Stazione Appaltante da ogni responsabilità per le conseguenze di eventuali sue infrazioni che venissero accertate durante l'esecuzione dei lavori relative alle leggi speciali sull'igiene, la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro.



## **Prescrizioni sulla qualità della prestazione**

L'Affidatario dovrà garantire l'esecuzione delle attività "a regola d'arte", verificare la qualità dei dati prodotti e garantire inoltre la loro affidabilità in relazione ai fini preposti.

L'acquisizione dei dati e la formazione dei prodotti richiesti dovranno essere sviluppati attraverso fasi operative distinte e successive, regolate ciascuna da specifiche prescrizioni tecniche, per cui i controlli di qualità degli elaborati intermedi dovranno avvenire in corso d'opera, prima di ammetterli ad ogni altro successivo trattamento.

Nell'espletamento dell'incarico l'Affidatario dovrà:

- utilizzare esclusivamente strumenti di misura tarati per l'esecuzione delle attività di propria competenza ed a fornire preventivamente copie delle suddette certificazioni alla Stazione Appaltante;
- accettare integralmente l'attività di controllo che verrà messa in atto dalla Stazione Appaltante secondo le procedure aziendali interne redatte in conformità agli standard ISO 9001:2008;
- utilizzare software regolarmente licenziati esibendo a richiesta del personale della Stazione Appaltante copia delle rispettive certificazioni.

Inoltre, l'Affidatario dovrà garantire che la gestione degli eventuali rifiuti prodotti avvenga nel rispetto degli artt. 188 e segg. del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e dovrà consegnare alla Stazione Appaltante fotocopia della 4° copia del FIR esibendo, a richiesta, il registro carico/scarico di cui all'art. 190 del citato Decreto.

Le prove sui materiali dovranno essere eseguite presso laboratori autorizzati ai sensi dell'art 59 D.P.R. n.380/2001 mentre le prove sulle terre e rocce dovranno essere eseguite presso laboratorio geotecnici ai sensi della Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 dicembre 1999 n. 349/STC di cui al Decreto del Presidente della Repubblica n. 246 del 21 aprile 1993, art. 8, comma 6 "Concessione ai laboratori per lo svolgimento delle prove geotecniche sui terreni e sulle rocce ed il rilascio dei relativi certificati ufficiali".

## **Relazione finale e giornale di attività**

Al termine delle attività l'Affidatario dovrà redigere una relazione inerente le modalità di svolgimento del servizio, la descrizione del lavoro svolto distinto per ciascuna fase del lavoro, il personale e i mezzi impiegati, le eventuali difficoltà incontrate e le modalità operative utilizzate. Conterrà l'elenco e la descrizione dei singoli elaborati di restituzione con tutte le avvertenze, note e commenti, che si riterranno utili per una migliore e più completa comprensione del lavoro svolto o dei risultati ottenuti. Si riporterà inoltre la descrizione del gruppo di lavoro con la suddivisione delle singole mansioni, l'illustrazione della metodologia del lavoro svolto e delle relative fasi, oltre alla cronistoria delle attività e delle motivazioni che hanno portato a determinate scelte nel corso dell'attività di che trattasi. Le specifiche conterranno inoltre la dettagliata descrizione di tutte le

apparecchiature utilizzate nonché i certificati originali (o copia autenticata) relativi allo stato di rettifica degli strumenti utilizzati.

Inoltre, l’Affidatario dovrà costantemente tenere aggiornato e redigere il “Giornale di attività” dove giornalmente indicherà le attività svolte, i lavoratori presenti, le macchine e attrezzature adoperate e qualsiasi annotazione e/o commento relativo al servizio in corso di svolgimento. Tale giornale dovrà essere esibito o inviato telematicamente su richiesta del DEC.

Si precisa che di tutte le attività oggetto del servizio dovrà essere predisposta opportuna documentazione fotografica che saranno considerate, a tutti gli effetti, alla stregua di altri dati. Ne deriva che eventuali fotogrammi sfuocati, mal inquadrati, non sufficientemente luminosi ovvero, in termini più generali, di difficile interpretazione, saranno valutati come inadatti al lavoro e quindi passibili di rifacimento.

Le fotografie andranno restituite in apposito quaderno (su supporto cartaceo ed in formato digitale) contenente:

- planimetria con indicazione dell’ubicazione dello scatto fotografico, della direzione di scatto e del suo codice identificativo;
- sequenza delle fotografie.

## INDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>PARTE PRIMA INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO.....</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>INQUADRAMENTO DEL SERVIZIO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>OGGETTO DEL SERVIZIO .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>PRESTAZIONI RICHIESTE.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>DETERMINAZIONE DEL CORRISPETTIVO .....</b>                                     | <b>22</b> |
| <b>TEMPI DI ESECUZIONE DEL SERVIZIO .....</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>PENALI PER RITARDI O INADEMPIENZE.....</b>                                     | <b>24</b> |
| <b>MODALITÀ DI ESPLETAMENTO DELL'INCARICO.....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>ACCESSO ALLE AREE PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ D'INDAGINI.....</b>        | <b>25</b> |
| <b>RESPONSABILE DELL'ESECUZIONE DEL SERVIZIO E CONDUZIONE DELLE ATTIVITÀ.....</b> | <b>26</b> |
| <b>SUBAPPALTO .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>MODALITÀ DI PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO DI CONTRATTO.....</b>                  | <b>27</b> |
| <b>GARANZIE E COPERTURE ASSICURATIVE .....</b>                                    | <b>28</b> |
| <b>CESSIONE DEL CONTRATTO .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>ULTERIORI CONDIZIONI CONTRATTUALI .....</b>                                    | <b>28</b> |
| <b>SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO.....</b>  | <b>30</b> |
| <b>PRESCRIZIONI SULLA QUALITÀ DELLA PRESTAZIONE .....</b>                         | <b>32</b> |
| <b>RELAZIONE FINALE E GIORNALE DI ATTIVITÀ.....</b>                               | <b>32</b> |



# **PARTE SECONDA**



# **CAPITOLO 1**

## **ESECUZIONE DELLE INDAGINI**

Le indagini previste possono sinteticamente riassumersi come di seguito:

- Indagini sulla terra ferma
  1. Indagini archeologiche;
  2. Rilievi dei sottoservizi;
  3. Sondaggi geognostici a carotaggio continuo orizzontali e verticali;
  4. Installazione di piezometri ed inclinometri nei fori di sondaggio;
  5. Indagini sismiche;
  6. Sondaggio Elettrico Verticale (S.E.V.) ;
  7. indagine georadar
  8. Prove di laboratorio;
  9. Prova SPT con campionatore aperto;
  10. Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo;
- Indagini sul fondale marino
  1. Indagini archeologiche;
  2. Indagini ambientali;
  3. indagini litologiche;
  4. indagine batimetrica;
  5. sondaggi a carotaggio continuo

Le indagini a terra hanno lo scopo di individuare i sottoservizi interferenti con le opere oggetto dei lavori, ricostruire l'assetto geologico, idrogeologico e geotecnico dei terreni interessati dalle opere.

Le indagini a mare hanno lo scopo di caratterizzare i fondali dal punto di vista archeologico, batimetrico, morfologico ed ambientale dei fondali interessati dalla posa della condotta di scarico.

## **Art. 1.1**

### **OPERAZIONI PRELIMINARI ALLE INDAGINI CHE PREVEDONO SCAVI E/O PERFORAZIONI**

Preliminarmente a tutte le indagini che prevedono operazioni di scavo e/o trivellazione, qualora non si conosca l'esatta ubicazione della rete di sottoservizi o si sospetti la presenza di corpi interrati, si deve prevedere l'utilizzo di tecniche preliminari di monitoraggio del sottosuolo non invasive per stabilire l'ubicazione dell'asse di perforazione o l'area di scavo.

Per lo svolgimento di tale attività si richiede che la società sia abilitata per lo svolgimento di tali indagini. Per ciascun punto di indagine, dovrà essere verificata l'eventuale presenza di reti di sottoservizi o di oggetti metallici sepolti sulla verticale del punto di indagine, mediante opportuno metodo e strumentazione in grado di verificare e visualizzare istantaneamente oggetti sepolti ad una profondità di sicurezza rispetto alla lunghezza della trivellazione e/o dello scavo che dovrà essere eseguito.

Ogni rilievo dovrà essere accompagnato dall'indicazione della data e dell'ora del rilevamento. Il sistema di riferimento richiesto per tutti i file georeferenziato è l'UTM WGS84.



## **Art. 1.2**

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE**

#### **1.2.1) Oggetto delle indagini geognostiche**

L'Affidatario del servizio dovrà effettuare la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni interessati dagli interventi previsti nel progetto.

A tal fine lo stesso dovrà eseguire delle indagini geognostiche e delle prove geotecniche in sito e in laboratorio nonché delle indagini geofisiche (Prova sismica attiva MASW e prova sismica passiva HVSR).

La caratterizzazione dei terreni dovrà essere effettuata su tutta l'area di intervento

Nello specifico dovranno essere eseguite le seguenti attività:

- esecuzione di indagini indirette di superficie (prove sismiche attiva e passiva);
- esecuzione di sondaggi geognostici a carotaggio continuo;
- prelievo di campioni indisturbati, conservazione, trasporto e analisi di laboratorio.

È esplicito patto contrattuale che tutte le attività previste nel presente Capitolato debbano essere eseguite con i più moderni e perfezionati strumenti e mezzi meccanici, di tale produttività e numero da assicurare la tempestiva ultimazione delle prestazioni richieste eseguite a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni stabilite dal presente Capitolato.

Le attività dovranno essere eseguite da personale specializzato e opportunamente istruito utilizzando strumentazione e procedure di sicurezza adeguate alle attività da svolgersi.

L'Affidatario, a proprie spese, è tenuto ad organizzare e garantire la presenza a tempo pieno di tecnico abilitato in cantiere (geologo o ingegnere geotecnico) che rappresenterà l'unico riferimento nello sviluppo delle attività di indagine nei confronti della Stazione Appaltante. Lo stesso dovrà fornire assistenza continuativa durante tutte le fasi di perforazione e di indagine.

In ogni caso l'affidatario dovrà garantire che l'esito delle indagini siano sottoscritti sia da un geologo che da un ingegnere geotecnico.

Per ogni singola attività, l'Affidatario dovrà eseguire una serie di regole generali quali:

- assicurarsi che i punti di indagine siano accessibili e se necessario esistano i necessari permessi;
- assicurarsi che il personale a esso affidato sia sufficiente e professionalmente idoneo allo svolgimento del lavoro da effettuare;
- assicurarsi che ogni procedura sia opportunamente documentata ed effettivamente eseguita;
- assicurarsi che le apparecchiature e i contenitori siano adatte allo scopo, pulite e asciutte prima del loro utilizzo;
- assicurarsi che tutte le procedure descritte nel Capitolato siano effettivamente applicabili nella realtà, che queste siano applicate e/o non comportino contaminazione o alterazione alle matrici in sito, ai campioni, o pregiudichino la sicurezza degli operatori;
- assicurarsi che siano poste in atto le disposizioni di legge relative alla sicurezza sui luoghi di lavoro.

Tutte le attività dovranno 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 (igieniche, di protezione collettiva e individuale, di emergenza ecc.) necessarie a svolgere in completa sicurezza le varie tipologie di attività per il proprio personale incaricato ed eventualmente per il personale esterno (personale Stazione Appaltante o altro Ente interessato) che potrà essere presente durante l'esecuzione del servizio.

L'ubicazione delle indagini, le profondità esatte delle prove da effettuare, il posizionamento dei campionamenti saranno definiti con esattezza in campo e comunque, secondo gli elaborati progettuali e le indicazione della Stazione Appaltante a cui l'Affidatario si rimette.

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.

Resta a totale carico dell'Affidatario lo sviluppo di ogni attività finalizzata all'esecuzione della campagna di indagini completa dovendo l'Affidatario rappresentare la configurazione geologica, geotecnica e geo

meccanica dei siti interessati dalla realizzazione delle opere in modo esaustivo per garantire la correttezza della successiva attività progettuale, l'identificazione della tipologia delle sezioni di scavo, gli eventuali interventi di consolidamento, le caratteristiche strutturali delle opere d'arte, la stabilità dei rilevati, le modalità di trattamento delle terre per il loro riutilizzo, ecc.

Le indagini dovranno essere finalizzate alla soluzione dei seguenti aspetti progettuali:

- controllo e verifica delle ipotesi di ricostruzione geologica, geotettonica e geomorfologica, ricavate dalla bibliografia, dalla fotointerpretazione e dai rilievi geologici di superficie;
- caratterizzazione geotecnica dei terreni interessati dalle opere in progetto;
- caratterizzazione geotecnica-geomeccanica dei terreni interessati dalle opere in sotterraneo al fine di determinare le principali problematiche ed il comportamento deformativo atteso della cavità in assenza di interventi e di individuare le tratte a comportamento omogeneo;
- definizione delle soluzioni progettuali e degli interventi necessari alla soluzione di particolari situazioni di rischio legato a fenomeni geologico-geotecnici (frane, forte compressibilità, ecc.);
- messa in opera di eventuali sezioni strumentate in grado di fornire utili elementi diagnostici anche nelle ulteriori fasi della progettazione;
- valutazione dei caratteri dinamici dei terreni volta a valutare i possibili effetti di amplificazione sismica locale.

Le campagne di indagini dovranno essere effettuate sulla base delle norme e specifiche tecniche di legge.

L'Affidatario dovrà garantire quanto segue:

- designazione del tecnico qualificato che dovrà curare la rispondenza dei lavori alle norme Tecniche di riferimento, alle indicazioni della Stazione Appaltante ed agli sviluppi della progettazione;
- acquisizione tempestiva dei certificati di campo (stratigrafie, risultati delle prove, ecc.), ancorché in bozza, e trasmissione alla Stazione Appaltante;
- quantificazione finale delle lavorazioni eseguite.

Comunque la Stazione Appaltante, in caso di mancato raggiungimento degli obiettivi o della qualità richiesta, sia nel caso in cui ritenga che i dati ottenuti con l'esecuzione delle indagini previste siano insufficienti, si riserva la facoltà di fare ripetere una o più prove/indagini, senza che ciò dia diritto a speciali o maggiori compensi.

In sito e sui campioni prelevati andranno eseguite, nel rispetto delle norme e specifiche tecniche di legge, tutte le prove e analisi atte alla corretta caratterizzazione delle terre e delle rocce.

Prima dell'inizio delle indagini l'Affidatario dovrà assicurarsi che sul suolo e nel sottosuolo interessati dai lavori non esistano impedimenti di qualsiasi genere (quali ad esempio servizi, sotto servizi di acque, energia elettrica, linee telefoniche, fognature, condutture di qualunque genere, ecc.) che possano limitare l'agibilità delle attrezzature o essere danneggiati o arrecare danni e comunque dovrà prendere i necessari accorgimenti per evitare danni di qualunque natura.

L'Affidatario rimane in ogni caso l'unico responsabile di eventuali danneggiamenti arrecati. L'onere della ricerca di eventuali sotto servizi ricade sull'Affidatario. E' a totale carico dell'Affidatario ogni onere per l'esecuzione dell'indagine da eseguirsi ivi compresa l'acquisizione di ogni autorizzazione necessaria alla loro esecuzione.

#### **1.2.1.1) Requisiti generali**

L'Affidatario dovrà attenersi a quanto qui definito, senza apportare variazioni al programma, alle attrezzature o alle modalità esecutive, che non siano state preventivamente approvate dalla Stazione Appaltante.

L'affidatario avrà l'onere di presentare alla Stazione Appaltante un dettagliato piano di indagini sulle modalità di esecuzioni delle stesse che dovranno essere preventivamente approvate.

Si fa presente che le specifiche tecniche riportate qui di seguito hanno carattere generale, mentre per quanto non specificato si farà riferimento alle seguenti raccomandazioni:

- A.G.I. (*Associazione Geotecnica Italiana*) - "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche";
- A.N.I.S.I.G. (*Associazione Nazionale Imprese Specializzate in Indagini Geognostiche*) - "Modalità tecnologiche e norme di misurazione e contabilizzazione per l'esecuzione di lavori di indagini geognostiche".

Tali norme si considerano accettate da parte dell'Affidatario che dichiarerà, con la sottoscrizione del contratto, di conoscerle tutte e perfettamente.

Durante l'esecuzione delle indagini, potranno essere apportate modifiche alle modalità esecutive qualora le circostanze contingenti lo richiedano e solo in seguito ad autorizzazione della Stazione Appaltante, con cui in ogni caso l'Affidatario è tenuto ad agire in accordo.

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, dovrà essere verificata la stabilità dei terreni mediante rilievo di superficie con conseguente recinzione delle aree a rischio d'instabilità per impedirne l'accesso ai lavoratori.

L'Affidatario applicherà quanto qui specificato, fornendo personale e attrezzature pienamente rispondenti alle esigenze qualitative dell'indagine.

L'Affidatario dovrà assicurare, inoltre, a proprie spese e durante tutte le fasi di perforazione e di indagine, l'assistenza continuativa di un geologo, che sarà il Responsabile del cantiere per tali attività.

Il Responsabile del cantiere sarà tenuto a tenere in situ delle citate raccomandazioni *A.G.I.* e *A.N.I.S.I.G.* e degli eventuali documenti integrativi seguiti alla definizione particolareggiata delle attrezzature e delle modalità esecutive.

Tutto il materiale prelevato dovrà essere tenuto nell'area di lavoro sino al termine delle indagini, al riparo dagli agenti atmosferici.

#### **1.2.1.2) Attività preliminari in campo e allestimento del cantiere**

Prima di dar corso alle attività di indagine dovrà essere allestita l'area di cantiere. Sarà cura dell'Affidatario adoperarsi per reperire gli spazi necessari all'allestimento del cantiere comprese le aree eventualmente necessarie al ricovero dei mezzi e delle strumentazioni di campo, nonché dell'eventuale deposito degli eventuali materiali di risulta, solidi e/o liquidi, in attesa del successivo recupero/smaltimento presso impianti autorizzati.

L'Affidatario dovrà provvedere a predisporre, se necessaria, una recinzione provvisoria intorno all'area logistica di cantiere; tale recinzione dovrà essere realizzata con pannelli in rete elettrosaldata e appoggio in blocchi di "cls" prefabbricato e resterà sul sito per il tempo necessario allo svolgimento delle attività.

All'esterno della recinzione provvisoria intorno all'area logistica di cantiere dovrà essere installata la segnaletica di sicurezza prevista per legge.

Preliminarmente all'inizio delle attività di campo si dovrà verificare l'accessibilità a tutte le zone di indagine.

In relazione allo stato di fatto l'Affidatario dovrà procedere all'eventuale realizzazione di piste di accesso ai punti di perforazione, anche tramite eventuale decespugliamento e successiva gestione e smaltimento degli sfalci prodotti.

Considerata la particolarità dell'area su cui dovranno essere effettuate le indagini si ritiene opportuno, prima dell'esecuzione di qualunque attività, effettuare alcune operazioni preliminari.

Nella fattispecie l'Affidatario dovrà acquisire tutte le informazioni, sulla presenza e sulla relativa dimensione dei sottoservizi in modo tale di evitare danni alle infrastrutture presenti nel sottosuolo durante le operazioni di perforazione e prescavo.

Nel caso venga accertata la presenza di sottoservizi in corrispondenza dei punti in cui effettuare i sondaggi, si procederà allo spostamento del punto d'indagine.

#### **1.2.1.3) Posizionamento dei sondaggi**

I sondaggi dovranno essere ubicati tenendo presente l'accessibilità e il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori.

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 rivestimenti sufficienti a raggiungere agevolmente la profondità prevista.

In fase di piazzamento della macchina operatrice dovrà essere curata al massimo la verticalità del foro mediante controlli con livelletta idrica 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 previsto negli elaborati progettuali, e comunque ad attrezzare il foro con tubo in ABS, PVC pesante di diametro adeguato.

Laddove le condizioni e le caratteristiche dei terreni non garantiscano una perfetta prosecuzione della perforazione si potrà richiedere, previo esplicita autorizzazione della Stazione Appaltante, l'impiego di doppi rivestimenti metallici provvisori.

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 Stazione Appaltante potrà modificare in corso d'opera il programma di attività in relazione al prelievo di campioni e anche alla profondità di indagine, alla natura dei terreni incontrati, sempre nel rispetto degli obiettivi fissati dal programma.

Tutta l'attrezzatura di perforazione sarà sottoposta a procedura di pulizia, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.

Tutte le operazioni di perforazione dovranno essere coordinate dal Geologo, responsabile tecnico, che dovrà redigere la stratigrafia intercettata segnalando la presenza di eventuali anomalie o livelli contaminati.

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 dovrà essere georeferenziato nel sistema UTM (ellissoide di riferimento WGS84) e quotato sul livello del mare.

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 dovranno essere sigillati utilizzando terreno pulito proveniente da cava.

La quota di ciascun piezometro dovrà essere misurata e riferita sia al piano campagna sia alla bocca-pozzo, sul quale saranno marcati con un segno indelebile, e tali dati dovranno essere riportati sulle rappresentazioni grafiche (colonne stratigrafiche).

Si dovrà prestare cura che l'asta del carotiere sia sempre collimata con la verticale d'indagine.

#### **Art. 1.2.2**

#### **SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO ORIZZONTALI E VERTICALI**

I sondaggi dovranno essere preferibilmente realizzati con una sonda meccanica a rotazione, senza l'uso di fluidi di perforazione, a carotaggio continuo del diametro almeno pari a 85 mm.

Il campionamento del terreno dovrà essere 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 dovrà essere 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 la stessa dovrà essere attrezzata con aste di perforazione e rivestimenti sufficienti a raggiungere agevolmente la profondità prevista.

In fase di piazzamento della macchina operatrice dovrà essere curata al massimo la verticalità del foro mediante controlli con livelletta idrica 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 e comunque ad attrezzare il foro con tubo in ABS, PVC pesante.

Laddove le condizioni e le caratteristiche dei terreni non garantiscano una perfetta prosecuzione della perforazione si potrà richiedere, previo esplicita autorizzazione della Stazione Appaltante, l'impiego di doppi rivestimenti metallici provvisori.

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 Stazione Appaltante potrà modificare in corso d'opera il programma di attività in relazione al prelievo di campioni e anche alla profondità di indagine, alla natura dei terreni incontrati, sempre nel rispetto degli obiettivi fissati dal programma.

Di norma, le percentuali di recupero, valutate per ogni singola manovra, non dovrebbero essere inferiori a:

- 70% per i terreni a grana grossa (sabbia, ghiaia, ecc.);
- 80% per i terreni a grana fine (argilla, argilla marmose, ecc.) e rocce fratturate;
- 90% per rocce compatte in genere (calcari, calcari marnosi, conglomerati, gessi, anitriti, rocce ignee, rocce metamorfiche, ecc.).

L'attribuzione dei terreni incontrati alle classi sopra riportate è fatta dal geologo incaricato per l'assistenza di cantiere; qualora il recupero risulti inferiore alle percentuali sopra riportate, a giudizio insindacabile della Stazione Appaltante potrà essere richiesta una ripetizione dei sondaggi senza alcun aggravio di spesa a carico della Stazione Appaltante stessa.

In ogni caso il tratto corrispondente alla percentuale di recupero non sarà computato nella contabilità finale.

Tutta l'attrezzatura di perforazione sarà sottoposta a procedura di decontaminazione, prima dell'inizio delle indagini, tra un sondaggio e l'altro e prima di lasciare il sito.

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

Le carote estratte dovranno essere riposte in apposite cassette catalogatrici sulle quali dovranno essere riportate tutte le indicazioni relative al cantiere, data, numero d'ordine della cassetta, profondità di prelievo e quant'altro previsto dalla normativa vigente.

Le carote così disposte, dovranno assieme alle indicazioni dettagliate di cui sopra, essere fotografate con sufficiente dettaglio e tale documentazione fotografica dovrà essere riportata nella relazione sulle indagini congiuntamente ai log stratigrafici appositamente redatti sulla base delle risultanze del carotaggio.

Le cassette dovranno infine essere opportunamente trasportate e conservate in luogo idoneo per eventuale riscontro da parte degli organi competenti, fino al rilascio da parte di Stazione Appaltante dell'attestazione di regolare esecuzione delle indagini e comunque, salvo diverse disposizioni del committente, per un periodo non inferiore ad un anno dalla data di esecuzione dei lavori.

Solo successivamente l'Affidatario provvederà alla rimozione e smaltimento secondo le normali e vigenti disposizioni di legge e senza che ciò comporti ulteriori oneri a carico del committente (Stazione Appaltante).

### **Art. 1.2.3 PROGRAMMA DI PERFORAZIONE**

L'Affidatario dovrà presentare alla Stazione Appaltante, per preventiva approvazione, un programma temporale, articolato fase per fase, sull'esecuzione dei lavori di indagine, nel quale dovrà indicare:

- ubicazione dei sondaggi;
- tecnica di perforazione;
- profondità;
- diametri di perforazione iniziale e finale;
- eventuali prove in avanzamento e i logs;
- diametro e la natura della tubazione definitiva;
- eventuali quote presunte di cementazione o tamponamento;

- procedure per stoccaggio e smaltimento dei residui solidi e liquidi;
- ulteriori specifiche per la corretta realizzazione della perforazione e sue eventuali opere accessorie se messe in opera (piezometri).

L'Affidatario dovrà attenersi scrupolosamente al programma approvato dalla Stazione Appaltante comunicando tempestivamente le eventuali variazioni che fossero suggerite da difficoltà incontrate o accorgimenti per dare migliore funzionalità all'opera.

Non potranno essere attuate varianti al programma se non ordinate o confermate dalla Stazione Appaltante.

Ultimata la perforazione l'Affidatario presenterà alla Stazione Appaltante la stratigrafia dettagliata dei punti indagati corredata di ogni indicazione utile quale:

- la profondità indagata;
- l'eventuale utilizzo di tubi di rivestimento e loro diametro;
- numero di campioni, tipologia e quote di prelievo;
- tipologia e quota di eventuale prove eseguite in foro;
- prove speditive sui terreni (Van Test, Pocket Penetrometer Test ecc.);
- eventuale presenza di falda freatica;
- eventuale presenza di livelli con evidenze visive e olfattive di contaminazioni.

La Stazione Appaltante 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 presente capitolato.

#### **Art. 1.2.4**

#### **MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO E CONSERVAZIONE DEI CAMPIONI DI TERRENO**

Per ciascun sondaggio dovrà essere prelevato un campione di terreno da destinarsi ad analisi di laboratorio al fine di determinarne le caratteristiche fisico-tecniche.

In particolare si prevede il prelievo dei campioni indisturbati, mediante:

- campionatori a pareti sottili infissi a pressione (tipo Shelby del minimo di 80 mm);
- campionatori a pistone idraulici o meccanici (tipo Osterbeg);
- campionatori rotativi a doppia o a tripla parete con scarpa avanzata (tipo Denison o tipo Mazier modificato).

Per il campionatore semplice tipo Shelby la scarpa del tubo campionatore dovrà avere un tagliente con angolo non superiore a 6°.

L'Affidatario dovrà produrre un'attestazione relativa all'uso di campionatori con i requisiti richiesti.

Si prevede il prelievo di un campione indisturbato in corrispondenza della profondità massima d'impasto delle opere in progetto.

È prevista un'accurata pulizia del foro di sondaggio con metodi adeguati (carotiere semplice e manovra finale a secco, utensile di spurgo a getto radiale e soprastante calice di raccolta del detrito). Nel caso di campionatori tipo Denison il campione dovrà essere alloggiato in un tubo in ABS o PVC interno al tubo non rotante e opportunamente paraffinato dopo il recupero. L'entità della sporgenza del tubo interno andrà concordata con la Stazione Appaltante.

Nel caso di campionatore Mazier modificato il campione dovrà essere alloggiato in un tubo di acciaio inossidabile, cadmiato o comunque trattato. Anche in questo caso si dovrà procedere alla paraffinatura. Inoltre, la carota di terreno campionata non dovrà avere un diametro inferiore a 80 mm.

In ogni caso l'Affidatario dovrà fornire le caratteristiche del tubo campionatore in dotazione e quanto non espressamente indicato andrà concordato con la Stazione Appaltante.

I tubi campionatori utilizzati dovranno essere nuovi e costituiti in acciaio inox e dotati di tagliente affilato.

L'introduzione del campionatore nel foro di sondaggio dovrà essere controllata con misure di profondità in modo che, posato il campionatore a fondo foro, si possa verificare la corrispondenza con la profondità precedentemente raggiunta dalla perforazione.

I campioni indisturbati dovranno avere dimensioni non inferiori a 80 mm di diametro e 500 mm di lunghezza.

Il campione dovrà essere conservato nello stesso tubo utilizzato per il prelievo e dovrà essere sigillato mediante tappi a tenuta, previo incollaggio di paraffina fusa alle estremità. Si dovrà procedere all'apposizione sul contenitore di un'etichetta (non degradabile per l'umidità) in cui dovranno essere indicati:

- designazione dell'area di lavoro - Committente - Esecutore;
- designazione del sondaggio;
- tipo di campione e numero d'ordine;
- profondità di prelievo (da/a);
- orientamento (alto/basso);
- data di prelievo;
- tipo di campionatore;
- metodo d'affissione del campionatore;
- condizioni di prelievo (presenza d'acqua, energia d'infissione, ecc.).

I campioni dovranno essere conservati a cura dell'Affidatario in locali idonei, in posizione orizzontale evitando scuotimenti e urti e particolarmente protetti dai raggi del sole, dal gelo e da fonti di calore fino al momento della consegna in laboratorio che dovrà avvenire in tempi celeri e comunque non oltre le ventiquattro ore.

#### **Art. 1.2.5**

### **INSTALLAZIONE DI PIEZOMETRI NEI FORI DI SONDAGGIO**

#### **Attrezzamento a piezometri dei sondaggi**

La tubazione definitiva del pozzo non potrà essere posta in opera senza l'autorizzazione della Committenza. Per i sondaggi già perforati i fori dovranno essere alesati a 177 mm. Il tubo cieco sarà costituito in PVC/HDPE con diametro nominale pari a 101 mm (diametro interno), e aperture (slots) definite in funzione della granulometria effettiva dell'acquifero da filtrare.

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'idonei 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 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.

L'intercapedine perforo-tubazione dovrà essere riempita con materiale di drenaggio costituito da ghiaietto. 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.

La costruzione dell'intercapedine dovrà continuare immettendo sabbia per uno spessore di 0,2 m al di sopra del dreno seguita dal tappo impermeabile di bentonite per lo spessore di 0,5 m e riempiendo l'intercapedine con miscela cemento-bentonite fino alla superficie. Nel tratto superiore, dove non si avranno funzioni di drenaggio, potrà essere utilizzata anche 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.

### **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<sup>-10</sup> m/s), messa in opera a piccole sfere o zolle e per lo spessore indicato dalla Committenza.

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.

### **Bocca pozzo**

La bocca pozzo dovrà essere chiusa da un tappo con guarnizione in gomma a espansione munita di chiusura a chiave (lucchetto), evitando la lubrificazione di questa. Le chiavi verranno consegnate alla Committenza, identificate da un cartellino completo delle indicazioni del caso.

Ciascun testa pozzo dovrà essere protetto in maniera adeguata:

- In aree a verde con testa pozzo fuori terra si installerà intorno alle medesime un chiusino metallico costituito da un cilindro cavo, preferibilmente in acciaio, dotato di un coperchio con lucchetto; in questo caso la bocca-pozzo potrà essere chiusa con un semplice tappo a vite;
- In area pavimentata soggetta solo a transito pedonale si provvederà all'installazione di una cameretta e chiusino in plastica dura;
- In aree soggette a transito veicolare si provvederà all'installazione di cameretta di cemento e chiusino carrabile in ghisa.

Sul coperchio del chiusino dovrà essere applicata una targhetta riportante la quota della testa del tubo piezometrico espressa in metri (s.l.m.), con precisione centimetrica.

Il numero identificativo del piezometro e la quota della testa tubo espressa in metri (s.l.m.), dovranno essere marcati in modo indelebile sulle tubazioni, sul pozzetto e su un segnale fissato in vicinanza, con precisione centimetrica.

L'installazione di ciascun tubo piezometrico dovrà essere documentato riportando le informazioni richieste in un apposito modulo allegato.

Le modalità costruttive dei piezometri saranno comunque tali da non provocare la propagazione di contaminanti o di creare vie preferenziali per la loro diffusione.

### **Spurgo dei piezometri**

Dopo il tubaggio di un foro, dovrà essere eseguito lo spurgo del pozzo mediante aria compressa, ove tecnicamente possibile; l'iniettore dell'aria dovrà essere posto alla base della falda acquifera, o alla base del filtro. Detto spurgo avrà la durata complessiva decisa dal geologo/tecnico specializzato designato dall'Affidatario e presente durante la esecuzione delle attività.

L'acqua di risulta prodotta nell'operazione di spurgo dei piezometri dovrà essere gestita secondo la normativa vigente in materia di smaltimento dei rifiuti liquidi; in particolare le acque emunte dovranno essere stoccate provvisoriamente in serbatoi stagni di capacità adeguata, e dopo la necessaria caratterizzazione, inviate ad idoneo impianto di trattamento autorizzato. I tempi e i modi operativi di gestione di tali rifiuti dovranno essere tempestivamente comunicati alla Committenza.

## **Art. 1.2.6**

### **INSTALLAZIONE DI INCLINOMETRI NEI FORI DI SONDAGGIO**



### **Installazione di tubi inclinometrici**

Le installazioni inclinometriche devono essere svolte da personale esperto, dotato di macchinari ed attrezzature adeguate, in quanto le maggiori difficoltà incontrate nell'interpretazione dei dati inclinometrici derivano da errate o non corrette installazioni, nonché dalla non conoscenza delle procedure da adottarsi per la risoluzione di eventuali problematiche, ad esempio quelle connesse alla fase di riempimento del foro.

### **Specifiche tecniche della strumentazione inclinometrica**

Un'installazione inclinometrica prevede l'assemblaggio, giunzione e sigillatura di spezzoni di tubi di lunghezza standard di 3 m: poiché la corretta installazione degli spezzoni è fondamentale al fine di non incorrere in imprecisioni che possono inficiare i risultati del monitoraggio, l'utilizzo di spezzoni di tubo con lunghezza inferiore ai 3 metri deve essere sempre evitato, al fine di limitare il numero di giunti nell'installazione.

Al fine di garantire l'omogeneità delle misurazioni eseguite lo standard comunemente utilizzato per una perforazione corrente avente diametro 101 mm è il seguente:

- spezzoni lunghezza non inferiore a 3 m
- $\varnothing$  interno tubo 76 mm
- $\varnothing$  interno guide 82 mm
- $\varnothing$  esterno guide 86 mm
- Materiale: alluminio (UNI 3569/66)
- Massa non inferiore a 1350 g/m non inferiore a 600 g/m
- Spessore min. 2 mm min. 3 mm
- Eventuali protezione anodizzazione o verniciatura con vernici epossidiche
- Angolo di spiratura dei tubi  $< 0,5^\circ/\text{m}$
- Assoluta perpendicolarità delle sezioni terminali degli spezzoni di tubo rispetto all'asse del tubo, con la tolleranza di  $\pm 1^\circ$

I tubi, realizzati in spezzoni di 3.0 m, sono assemblati mediante manicotti di giunzione che devono presentare diametro interno superiore di circa 1 mm rispetto al diametro esterno delle guide tubo. Tali manicotti debbono già recare i fori per il fissaggio dei rivetti, questo al fine di forare i tubi nel punto ottimale (ovvero a  $45^\circ$  di distanza da ciascuna guida) evitando la posa di rivetti che possano interferire con la discesa della sonda.

- Il gioco massimo di accoppiamento tra i tubi, dovuto ai soli manicotti, non dovrà essere superiore a  $1^\circ/\text{giunto}$ .
- deviazione globale dalla verticale (fuori piombo)  $\leq 1.5\%$ .

### **Operazioni preliminari**

In cantiere, prima dell'installazione, dovrà essere verificato quanto segue:

- i tubi e manicotti non presenteranno lesioni o schiacciature dovute al trasporto, soprattutto nelle parti terminali;
- le guide interne al tubo inclinometrico siano integre e ben profilate;
- le estremità dei tubi e dei manicotti non presenteranno sbavature che possano compromettere il buon accoppiamento dei tubi e lo scorrimento della sonda di misura;
- efficienza del tubo per l'iniezione della miscela di cementazione da applicare all'esterno della colonna inclinometrica
- composizione della miscela di cementazione che sarà costituita da acqua, cemento pozzolanico e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso;
- diametro delle punte del trapano, diametro e lunghezza dei rivetti, tipo e scadenza del collante, efficienza della morsa di sostegno.

### **Posa in opera**

La posa in opera dei tubi inclinometrici dovrà avvenire in accordo con le seguenti modalità:

- a) Lavare accuratamente la perforazione con acqua pulita.
  - b) Preassemblare i tubi in spezzoni di 6.0 m, terminanti ad un estremo con un manicotto.
- La realizzazione dei giunti dovrà avvenire nel modo seguente:
  - inserire il manicotto sul tubo per metà della sua lunghezza;
  - praticare i fori per i rivetti ( $\geq 4$  per ogni tubo) usando come riferimento i fori già praticati sui manicotti, lungo generatrici equidistanti dalle guide e a circa 50 mm dall'estremità del manicotto;
  - mantenendo in posizione il manicotto mediante spine, introdurre l'altro tubo e forare, rimuovere il manicotto;

- applicare un sottile strato di mastice sul tubo ed all'interno del manicotto, attendere almeno 5 minuti;
  - infilare il primo tubo sul manicotto e chiodare con rivetti;
  - evitando bruschi movimenti che possano causare torsioni, fasciare abbondantemente con nastro autovulcanizzante.
- c) montare sul primo spezzone, già munito di manicotto, il tappo di fondo e fissare il tubo per l'iniezione.
  - d) inserire il primo tubo predisposto nella perforazione (in terreni sotto falda riempire il tubo di acqua per contrastare la spinta di Archimede e favorirne l'affondamento).
  - e) bloccare il tubo mediante l'apposita morsa in modo che dalla perforazione fuoriesca solamente il manicotto di giunzione.
  - f) inserire lo spezzone successivo ed eseguire l'incollaggio, la rivettatura e la sigillatura del giunto.
  - g) allentare la morsa e calare il tubo nel foro (riempiendolo d'acqua se necessario) fissando nel contempo il tubo d'iniezione, bloccare la colonna con la morsa quando fuoriesce solamente il manicotto.
  - h) procedere di seguito fino al completamento della colonna annotando la lunghezza dei tratti di tubo e la posizione dei manicotti.

La colonna inclinometrica deve scendere nel foro unicamente sotto la sollecitazione del suo proprio peso e dell'acqua in essa eventualmente contenuta. In nessun caso è consentito esercitare pressione verso il basso utilizzando le attrezzature di perforazione od altre in quanto il tubo in alluminio, sottoposto a sforzi di compressione, potrebbe deformarsi falsando le successive misure. Una delle due guide dovrà essere accuratamente orientata in direzione Nord-Sud con l'ausilio di una bussola.

- i) Completata la colonna, iniziare la cementazione che dovrà avvenire a bassa pressione ( $P = 2 \text{ atm}$ ) attraverso il tubo d'iniezione, osservando la risalita della miscela all'esterno dei tubi. I rivestimenti di perforazione devono essere estratti, operando solo a trazione, non appena la miscela appare in superficie. Nella fase di estrazione dei rivestimenti il rabbocco di miscela potrà essere eseguito da testa foro anziché attraverso il tubo di iniezione, per mantenere il livello costante a p.c., qualora si noti l'abbassamento del livello della miscela il rabbocco dovrà continuare nei giorni successivi.
- j) Nella fase finale della cementazione si dovrà provvedere all'installazione attorno al tratto superiore del tubo inclinometrico di un tubo di protezione in acciaio o PVC pesante (diametro interno minimo  $D = 0.12 \text{ m}$  - lunghezza  $L = 6.00$ ); vedi oltre per le caratteristiche dei pozzetti.
- k) Terminata la cementazione il tubo inclinometrico sarà accuratamente lavato con un attrezzo a fori radiali e acqua pulita, l'attrezzo dovrà essere dotato di pattini zigrinati per la pulizia delle guide.

Il tratto di tubo inclinometrico che sporge dal terreno nella parte superiore non dovrà essere un manicotto, ma un tratto di tubo normale.

### **Pozzetti degli inclinometri**

La realizzazione di adeguati pozzetti è fondamentale per garantire la durata nell'installazione. I tombini saranno del tipo carrabile e di seguito vengono esplicitate le caratteristiche tecniche.

#### *Tombino carrabile*

- costituito da un manufatto in cemento prefabbricato di tipo robusto, avente dimensioni  $40 \times 40 \times 40 \text{ cm}$  e posto in opera a filo della pavimentazione esistente. Al riguardo è opportuno realizzare un cordolo cementizio attorno al tombino per rendere "stabile" il telaio del pozzetto.
- la copertura del tombino è in ghisa, con dimensioni  $40 \times 40 \text{ cm}$ , del tipo a chiusura stagna.
- all'interno del tombino carrabile viene collocato un pozzetto metallico, a sezione quadra o circolare.
- il tubo inclinometrico (uno spezzone normale, non un manicotto) deve emergere all'interno del tombino metallico, libero dal cemento, per 10 centimetri minimo.
- tra le pareti esterne del tubo inclinometrico e le pareti interne del tombino metallico deve esservi uno spazio minimo di 6 cm.
- Sull'esterno dei pozzetti, deve essere riportato, con vernice rossa/nera indelebile, l'indicativo del sondaggio

- Il sistema di chiusura dei pozzetti più adeguato è rappresentato da lucchetti nautici inossidabili monochiave, uguali per gruppi di inclinometri facenti capo allo stesso sito. Le chiavi, in copia di quattro unità, dovranno essere munite di un cartellino completo delle indicazioni del caso e consegnate al gestore del sito di monitoraggio.
- Se possibile il pozzetto deve avere un foro di drenaggio e deve essere posto in modo da non essere perennemente pieno d'acqua.
- L'elevazione della testa del tubo inclinometrico, dal livello del terreno, deve essere annotata con precisione, ed indicata nella monografia dell'installazione.

### **Verifica dell'integrità della colonna inclinometrica**

La verifica dell'integrità risulta necessaria per la corretta funzionalità della colonna inclinometrica. La verifica deve avvenire entro i 5-7 giorni successivi alla posa attraverso il controllo della continuità e dell'allineamento degli spezzoni di tubo. Gli inclinometri non devono avere nessuna forma di anomalia interna conseguente o meno al montaggio (rivetti sporgenti, giunzioni a scalino ecc.) ed inoltre una delle guide dovrà essere orientata in direzione Nord-Sud.

La strumentazione necessaria per la verifica dovrà comprendere una *sonda testimone* per il controllo dell'integrità della tubazione: il controllo verrà eseguito calando nel foro la sonda testimone facendola scorrere lungo le due guide del tubo fino a fondo foro, estraendola e quindi ripetendo l'operazione un'altra volta, dopo aver ruotato la sonda di 90°.

Nell'ambito di questa fase di verifica si rileva l'opportunità di ricorrere all'uso della sonda televisiva al fine di verificare *"de facto"* lo stato d'idoneità della tubazione inclinometrica.

La colonna inclinometrica è dichiarata integra solo se la sonda testimone sarà passata in tutte e quattro le guide senza incontrare ostacoli sia in discesa sia in risalita.

### **Documentazione da consegnare**

La documentazione comprenderà le caratteristiche generali e le modalità di installazione con allegate le monografie di ogni singolo punto comprensive di:

- denominazione del tubo;
- CTR di riferimento;
- ubicazione plano-altimetrica del tubo in coordinate geografiche Gauss-Boaga;
- data installazione;
- caratteristiche del foro: diametro e profondità;
- caratteristiche costruttive: lunghezza tubo, diametro tubo, Azimut guida, materiale, tipo di terminale;
- chiusura con lucchetto (S/N) e riferimenti consegnatario;
- stralcio CTR e ubicazione;
- foto d'insieme del punto di misura;
- foto del capitello

### **Verifica strumentale della Stazione appaltante**

La Stazione appaltante responsabile del monitoraggio avrà cura di certificare l'idoneità finale della colonna inclinometrica previa verifica strumentale della verticalità e la spirality del tubo: il tubo inclinometrico è ritenuto idoneo se la deviazione dalla verticale rilevata sarà minore o uguale a 1.5% e la spirality totale sarà inferiore a 0,5°/metro lineare. Tale attività sarà effettuata mediante la lettura di zero di ogni singolo inclinometro.

### **Art. 1.2.7**

### **ANALISI GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

I campioni indisturbati prelevati contemporaneamente all'attività di perforazione dovranno essere analizzati presso laboratori geotecnici autorizzati mediante prove atte alla caratterizzazione "fisico-tecnica" del terreno.

I campioni accompagnati da opportuni documenti di trasporto dovranno essere conservati in ambiente idoneo in attesa che vengano sottoposti alle seguenti analisi e prove:

- determinazione dei limiti di Atterberg;
- prova triassiale non consolidata – non drenata (UU).
- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa, da effettuare sulla media di almeno 3 provini;

- Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale mediante fustella tarata di diametro di 38 mm, da effettuare sulla media di 3 provini;
- Determinazione del peso specifico dei granuli (ASTM D854-10) da effettuare sulla media su due valori;
- Analisi granulometrica mediante stacciatura e sedimentazione, con aerometro, (ASTM D 422-63 (2007); UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005) mesh (apertura maglie pari a 0,0074 mm);
- Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità congiuntamente (ASTM D 4318-10; CNR UNI 10014:1964; UNI CEN ISO/TS 17892-12:2005);
- Prova di rottura per compressione semplice non confinata (ELL) (ASTM D 2166-06; UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005) con rilievo e diagrammazione della curva tensioni – deformazioni;
- Prova di taglio diretto, (ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005) da eseguire su almeno n.3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata - drenata (CD) con rilievo e diagrammazione delle curve cedimenti/tempo e tensioni – deformazioni, con velocità di rottura compresa tra 0,02 mm/min e 0,002 mm/min;
- Prova di consolidazione edometrica ad incrementi di carico controllati (IL) (ASTM D 2435-04; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005) su provini aventi diametro da 40 a 100 mm con il mantenimento di ogni gradino di carico per un intervallo di tempo minore di 48 h, con pressione massima non superiore a 6,4 MPa per un numero massimo di 8 incrementi nella fase di carico e 4 decrementi nella fase di scarico, con misura di almeno n 5 valori del modulo edometrico;
- Determinazione Cv (coefficiente di consolidazione) Kv (permeabilità) Mv (modulo di compressibilità) nel corso delle prove edometriche, compresa la preparazione dei diagrammi cedimenti/tempo e Cv - Log sv da effettuare per ogni incremento di carico (ASTM D 2435-04; UNI CEN ISO/TS 17892-5:2005);
- Determinazione della resistenza residua da effettuare su almeno n.3 provini, nel corso di una prova di taglio diretto, con almeno 6 cicli di rottura a velocità elevata e gli ultimi cicli a velocità doppia di quella di picco (ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005);
- Caratteristiche meccaniche Prova di resistenza a compressione monoassiale. UNI EN 1926:2007; ISRM 1972; ASTM D2938-95; ASTM D7012-10; R.D. 2232/1939 ; R.D. 2234/1939.

Sarà compito del geologo responsabile, informato sulle caratteristiche progettuali dalla Stazione Appaltante, identificare opportunamente le profondità di prelievo confacenti alle esigenze degli interventi. Tali profondità dovranno essere indicate nel programma di perforazione da sottoporre alla Stazione Appaltante per l'approvazione.

Le prove dovranno eseguirsi in laboratori certificati ai sensi del D.P.R. n. 380/2001 art. 59 e della Circolare 08.09.2010 n. 7618/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 l'analisi granulometrica mediante vagliatura.

#### **Art. 1.2.8 INDAGINI DI LABORATORIO**

La documentazione prodotta, con riferimento alle prove geotecniche in laboratorio, dovrà contenere i riferimenti alle norme e le procedure adottate per la conduzione delle prove nonché per ciascun campione i certificati relativi alle prove e/o analisi effettuate. I risultati delle prove dovranno essere forniti anche in forma numerica su supporto magnetico. Dovrà essere fornita per ciascun campione anche la relativa descrizione e nel caso di campioni indisturbati la foto del campione all'atto dell'estrazione dalla fustella.

Per ciascuno dei campioni oggetto di analisi i laboratori l'Affidatario dovrà fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal Responsabile del laboratorio, che riporti:

- identificazione univoca del campione analizzato;
- elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- dove possibile, incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- metodo di riferimento usato;
- limite di quantificazione.

### **Art. 1.2.9 PROVA SISMICA**

#### **Prova sismica attiva di tipo MASW (Multichannel Analysis of SurfaceWave)**

Nell'ambito della specifica tipologia di prova, le onde superficiali per la determinazione delle relative curve di dispersione dovranno essere generate con idonei sistemi e registrate con un adeguato numero (almeno 24) di geofoni verticali aventi diverso periodo di oscillazione (10 Hz, 4.5 Hz), collegati ad un sismografo multicanale a memoria incrementale e disposti secondo una geometria lineare con "offset" non inferiore a 3 volte la spaziatura intergeofonica. L'interpretazione dei risultati sarà comprensiva dell'analisi dei dati nel dominio F-K (frequency-wavenumber) per la determinazione di curve di dispersione delle onde superficiali di tipo Rayleigh redatti in grafici  $V_{fase} - Hz$ , dell'inversione del modello di rigidità del sottosuolo fino a raggiungimento del miglior "fitting" tra i dati sperimentali e teorici, nonché della relazione riepilogativa contenente le procedure di esecuzione della prova, i grafici di acquisizione (serie temporali e  $V_{fase} - Hz$ ) e la restituzione dei profili  $V_s$  del sottosuolo, con relativa classificazione ai fini della relativa categoria di profilo sismico dello stesso.

In ogni caso la prova dovrà garantire la copertura dell'intera area di indagine di cui al presente capitolato.

#### **Sondaggio Elettrico Verticale (S.E.V.)**

##### **Generalità**

L'indagine geoelettrica consiste nell'immettere una corrente continua nel terreno tramite due elettrodi A e B ( $AB =$  dipolo di corrente o di intensità) e nel misurare la caduta di potenziale, dovuta alla resistenza del terreno al passaggio della corrente elettrica, in corrispondenza di due elettrodi M ed N ( $MN =$  dipolo di misura o di potenziale). Attraverso la determinazione della resistività del terreno, l'indagine consente di ricostruire indirettamente il profilo litostratigrafico del terreno.

Gli elettrodi saranno allineati (M ed N in posizione interna, A e B esterni) e simmetricamente disposti rispetto ad un centro.

Nella configurazione Schlumberger, gli elettrodi di tensione M ed N dovranno essere mantenuti ad una distanza fissa, mentre gli elettrodi di corrente A e B dovranno essere allontanati progressivamente di una certa distanza dal centro geometrico dello stendimento.

##### **Caratteristiche delle attrezzature**

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

- georesistivimetro con millivoltmetro (sensibilità massima 0.1 mV), circuito di azzeramento dei potenziali spontanei e milliamperometro con scala 1 mA - 2 A (sensibilità 0.1 mA);
- generatore di potenza sufficiente all'indagine;
- batteria di energizzazione con pile a secco;
- cavi elettrici ad alto isolamento montati su rulli spalleggiabili;
- elettrodi di corrente in acciaio;
- elettrodi di tensione impolarizzabili, in rame o ceramica;
- apparecchi di ricezione;
- cavi di collegamento ed accessori.

##### **Modalità esecutive**

Le esatte modalità di configurazione in fase di prova saranno in ogni caso preventivamente concordate con la Direzione Lavori, comunque dovranno essere eseguite un minimo di 8 misure per modulo logaritmico.

In caso di acqua di falda affiorante o subaffiorante, se ne preleveranno alcuni campioni per la definizione in sito della conducibilità. Prima di ogni misura dovrà inoltre essere verificato il valore della resistenza di contatto con il terreno per gli elettrodi AB; si verificherà anche l'eventuale dispersione dei cavi, misurata applicando tensione agli stessi a circuito aperto.

Il valore della differenza di potenziale tra gli elettrodi MN prima della prova dovrà essere verificato e dovrà risultare pari a zero.

### **Documentazione**

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- cartografia di base in scala adeguata con ubicazione delle prove eseguite e dei centri di misura, con indicazione degli azimut e della quota dei centri di misura;
- tabulazione dei valori di resistività apparente misurati;
- curve di resistività apparente in grafici bilogaritmici;
- copia di tutti i dati raccolti in campagna;
- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità operative, dei metodi di interpretazione e comprensiva della resistività elettrica alle diverse profondità e delle unità elettrostratigrafiche evidenziate.

Il Sondaggio Elettrico Verticale (S.E.V.) quadripolare del tipo Schlumberger, dovrà essere eseguito con almeno n. 7 misure di resistività apparente per decade logaritmica, per distinti valori di AB e di almeno una doppia misura ad AB fisso ed MN variato per ogni decade logaritmica,

Negli oneri a carico dell'appaltatore è compreso l'approntamento delle strumentazioni, l'onere del trasporto in andata e ritorno, l'installazione in ciascun punto di sondaggio, lo stendimento dei cavi, il rilevamento e l'interpretazione dei risultati nonché la diagrammazione e la relazione riepilogativa con riconoscimento degli elettrostrati, calcolo di spessori e resistività, indicazioni dei limiti di equivalenza del modello interpretativo.

### **Indagine georadar**

Le caratteristiche del georadar e del sistema di elaborazione dei dati acquisiti dovranno essere conformi a quanto previsto dalla norma CEI 306-8, prima edizione, luglio 2004 e ssmmii.

Il sistema georadar utilizzato per il rilievo dovrà essere costituito da uno strumento di adeguate caratteristiche (frequenza, numero di antenne, numero di canali, etc.). Sul medesimo dovranno essere ospitate un sistema DGPS-RTK per la georeferenziazione del rilievo.

In particolare, dovranno essere utilizzate antenne con frequenza da 300 a 900 Mhz, considerando che la frequenza di 500 Mhz è quella che meglio risponde in termini di penetrazione e risoluzione alle esigenze del rilievo. La presenza di sottoservizi nelle zone di indagine dovrà essere evidenziata mediante idonea segnaletica.

La metodologia e le apparecchiature impiegate dovranno consentire il raggiungimento di profondità di indagine fino a circa 5 m. Le anomalie rilevate dovranno essere riportate sulla base cartografica, su cui saranno interpolate, al fine di poter rappresentare planimetricamente i sottoservizi presenti.

L'esecuzione della prova dovrà avvenire con assetto di investigazione mediante l'utilizzo di due o più antenne combinate multicanale e/o multifrequenza, con l'utilizzo di frequenze e tempi di campionamento idonei a raggiungere la migliore definizione e profondità in relazione agli obiettivi da indagare lungo percorsi longitudinali o con acquisizioni a maglia prestabilita.

### **Documentazione**

La documentazione di ciascuna indagine dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- rilievo topografico della superficie indagata e degli estremi delle strisciate eseguite;
- planimetria in scala adeguata con ubicazione delle strisciate eseguite;
- radargramma di campagna, elaborato a diverse intensità cromatiche, con le distanze (m) in ascisse e i tempi di ascolto (ns) in ordinate;
- radargramma filtrato e interpretazione in funzione delle costanti dielettriche dei mezzi attraversati, con le distanze (m) in ascisse e le profondità (m) in ordinate;
- relazione riassuntiva con descrizione dettagliata delle attrezzature impiegate, delle modalità

operative, dei metodi di interpretazione e dei risultati dell'indagine.

#### **Art. 1.2.10**

#### **ESECUZIONE DI STANDARD PENETRATION TEST (S.P.T.) A CAMPIONATORE APERTO**

La normativa di riferimento per l'esecuzione della prova S.P.T. è la seguente:

- A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana (1977). Raccomandazione sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche;
- ASTM D1586-67 (74); D1586-84 – Standard Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soil;
- ISSMFE Techn. Committee (1988) – Standard Penetration Test (SPT): International Reference Test procedure.

La Prova penetrometrica dinamica discontinua (SPT) dovrà essere eseguita nel corso di sondaggi a rotazione, con campionatore tipo RAYMOND o simile, provvisto di massa battente da 73 kg, altezza di caduta 75 cm,

Il campionatore tipo Raymond dovrà avere una lunghezza di 711 mm, diametro esterno di 50,8 mm, diametro interno 34,9 mm e un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio. Le aste di perforazione non dovranno superare il peso di 10 kg/m. La differenza tra il diametro esterno delle aste e diametro interno della tubazione provvisoria di rivestimento non deve superare di norma i 6 cm; in caso contrario, dovranno essere predisposte, lungo la batteria delle aste ad intervalli di 3 m, opportune alette di irrigidimento di dimensioni adeguate al diametro interno effettivo della tubazione di rivestimento provvisoria.

Fra la testa di battuta in sommità delle aste e il piano di campagna deve essere installato almeno un centratore di guida ed irrigidimento delle aste stesse.

Le prova S.P.T saranno effettuate per ciascun sondaggio, per valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni.

Le prove saranno effettuate a profondità diverse comprese tra 0 a 30m e prevalentemente alla presenza di cambi di litologia che verranno riscontrati lungo la perforazione.

Sul fondo foro provvisorio opportunamente pulito, dovrà essere infisso a percussione un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), per tre tratti consecutivi di 15 cm ciascuno, misurando il numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm. Il valore  $N_{spt}$  è dato dalla somma dei colpi ottenuti per il secondo e il terzo tratto di 15 cm.

La prova viene sospesa quando il numero di colpi, per un tratto di 15 cm, supera i 50; in tal caso si annota la penetrazione (in cm) ottenuta con i 50 colpi e tale valore rappresenta il "rifiuto".

Le fasi da eseguire per la prova sono le seguenti:

- controllo della quota del fondo foro con lo scandaglio e verifica della stessa con quella raggiunta con la manovra di perforazione o di pulizia precedentemente eseguita; se tale differenza di quota, per effetto del fondo foro o per decantazione di detriti in sospensione del fluido, supera i 7 cm, è necessario effettuare un'altra manovra di pulizia;
- installazione a fondo foro della batteria di prova; l'eventuale affondamento del campione, per il peso proprio e delle aste deve essere annotato, ma è già parte integrante dei 45 cm di infissione complessiva;
- infissione, contando e annotando il numero di colpi del maglio; il ritmo di percussione deve essere compreso tra 10 e 30 colpi al minuto;
- estrazione del campione, che sarà misurato, descritto, trascurando l'eventuale parte alta costituita dai detriti, sigillato in apposito contenitore e inviato in laboratorio;

In presenza di materiali molto compatti o ghiaie grossolane, si adotterà la particolare punta conica.

La norma ASTM n. D 1586-67 potrà essere derogata nel caso in cui i terreni interessati siano molto compatti o ghiaiosi; in tal caso, previa autorizzazione da parte della Committenza, 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 e per ciascuna fase, in caso di rifiuto, andrà indicata la penetrazione raggiunta in cm.

La documentazione da presentare per ciascuna prova deve comprendere:

- Planimetria georiferite con individuazione dei punti in cui sono state effettuate le prove ;
- quota della tubazione di rivestimento provvisorio del foro;
- quota raggiunta con la manovra di perforazione o pulizia;
- quota del fondo del foro controllata prima di iniziare la prova;
- penetrazione (per peso proprio e delle aste) del campionatore;
- N di infissione di ciascuno dei tre tratti di 15 cm;
- Eventuale "rifiuto";
- Peso per metro lineare delle aste impiegate;
- Lunghezza e descrizione geotecnica del campione estratto;
- Tipo di campionatore impiegato.

Inoltre per ciascuna verticale indagata dovrà essere riportato il grafico Nspt in funzione della profondità.

Nel caso sia disponibile il dispositivo per la determinazione dell'energia trasmessa al campionatore, le caratteristiche del sistema di misure e i risultati determinati saranno parte integrante della documentazione.

La predetta documentazione dovrà essere prodotta sia in forma cartacea che su supporti informatici in formato PDF ed editabili (tipo doc, dwg, o da concordare con la committenza)

Dovranno altresì essere prodotte le cartografie a scala adeguata con l'ubicazione di tutte le prove eseguite, tale rappresentazione dovrà essere prodotta in coordinate cartografiche (in alternative geografiche) sistema di riferimento adottato UTM WGS84, dovrà altresì essere prodotto una copia delle planimetrie in formato KMZ per la visualizzazione su Google Earth;

#### **Art. 1.2.11 ELABORATI DA PRODURRE**

Il prodotto finale relativo alle indagini in accordo alla normativa vigente dovrà essere composto almeno dai seguenti documenti:

- Relazione descrittiva delle attività svolte contenente:
  - *ricostruzione dell'assetto geologico-stratigrafico 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;*
  - *modello geotecnico del sottosuolo dell'area investigata;*

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

Dovranno, inoltre, essere prodotti i seguenti elaborati:

- planimetrie con l'ubicazione delle indagini e dei relativi campionamenti comprensive delle coordinate dei punti indagati (indispensabile soprattutto la quota s.l.m.);
- stratigrafie dei sondaggi e dei pozzetti e la relativa descrizione geotecnica;
- tabulati ed i grafici delle prove in foro e sismiche;
- schema geometrico dei piezometri installati con la lettura giornaliera dalla posa del piezometro fino al termine dell'indagine;
- schede tecniche descrittive delle attività svolte relative alle fasi di campionatura debitamente compilate;
- relazione riepilogativa contenente le procedure di esecuzione della prova, i grafici di acquisizione (serie temporali e V fase – Hz) e la restituzione dei profili Vs del sottosuolo, con relativa classificazione ai fini della relativa categoria di profilo sismico dello stesso;
- relazione comprendente l'elaborazione dei dati acquisiti con tecniche spettrali FFT sulle tre componenti del moto del suolo, nonché la restituzione del rapporto H/V per la valutazione della frequenza del sito e di eventuali effetti di amplificazione sismica locale
- documentazione fotografica digitale dettagliata dei punti di prelievo e delle cassette catalogatrici contenenti il carotaggio;

Per ogni punto di campionamento dovrà essere redatta una scheda riassuntiva in cui saranno riportate almeno le seguenti informazioni:



- le coordinate cartografiche (in alternative geografiche) di campionamento (sistema di riferimento adottato UTM WGS84 fuso 32);
- la data e l'ora in cui è avvenuto il campionamento;
- la documentazione fotografica;
- il codice del campione;
- la descrizione del campione.

L'Affidatario nel redigere la relazione descrittiva specificherà la descrizione delle attrezzature impiegate e dei metodi esecutivi adottati.

La predetta documentazione dovrà essere prodotta sia in forma cartacea che su supporti informatici in formato PDF ed editabili (tipo doc, dwg, o da concordare con la committenza)

### **Art. 1.3**

## **CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE**

### **PREMESSE E GENERALITÀ'**

Al fine di poter procedere alla valutazione, ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i, delle caratteristiche chimiche dei terreni di scavo presenti all'interno dell'area destinata alle opere in oggetto e quindi all'idoneità e compatibilità ambientale degli stessi per la loro reperibilità in loco e per il loro riutilizzo, è prevista la realizzazione di una specifica campagna investigativa, secondo i criteri definiti dal D.M. 161/2012, mediante il prelievo di campioni di terreno da punti di indagine previsti e disposti secondo una opportuna maglia di campionamento da sottoporre ad analisi di tipo chimico-ambientale di cui al sotto descritto dettaglio prestazionale.

Il presente elaborato contiene le specifiche tecniche per l'esecuzione di suddette indagini e ne determinano in modo prioritario le modalità di esecuzione e di valutazione dei lavori di indagine ambientale.

Per l'appalto si dovrà, quindi, fare riferimento al presente Programma delle Indagini, che indica il numero, la profondità e l'ubicazione delle indagini da eseguirsi, il tipo e la frequenza dei campionamenti da effettuare, il tipo e il numero delle prove di laboratorio. Eventuali variazioni al programma di indagine potranno essere valutate e definite dalla Direzione Lavori (D.L.) In corso d'opera a seguito delle risultanze delle indagini stesse.

La Stazione Appaltante comunicherà all'Impresa la data d'inizio dei lavori in forma scritta, quando non preventivamente indicato nel progetto delle indagini.

L'Impresa dovrà eseguire le attività in ottemperanza alle Leggi, ai regolamenti vigenti ed alle prescrizioni delle Autorità competenti, in conformità agli ordini che saranno impartiti dalla D.L..

I lavori di indagine dovranno essere realizzati dall'Impresa con personale, modalità operative ed attrezzature conformi alle prescrizioni delle presenti Specifiche Tecniche, senza apportare variazioni che non siano state preventivamente concordate ed approvate dalla D.L.. Durante tutto il corso delle indagini geognostiche s.l. l'Impresa deve garantire l'operatività di una struttura organizzativa funzionale.

L'Impresa esecutrice si impegna a visitare preventivamente i siti considerando le problematiche connesse con lo svolgimento a regola d'arte dei lavori d'indagine e ad evidenziare le proprie osservazioni al progetto delle indagini.

### **Art. 1.3.1**

## **PIANO DI CAMPIONAMENTO E MODALITÀ ESECUTIVE**

Relativamente a quanto previsto dall'Allegato 2 al D.M. 161/2012 per area di superficie superiore ai 10.000 mq è prevista l'esecuzione di n. 7 punti di prelievo oltre a n. 1 punto di prelievo ogni 5.000 mq eccedenti. Nel caso in questione essendo interessato dagli scavi per la realizzazione dell'impianto di depurazione un'area complessiva pari a 22.000 mq si prevedono un totale di n. 10 punti di indagine all'interno di detto areale.

Per quanto riguarda la realizzazione delle opere fognarie, secondo il suddetto Allegato al D.M. 161/2012, si prevede l'esecuzione di specifiche indagini con campionamenti che dovranno essere effettuati almeno uno ogni 500 metri lineari di tracciato.

Si prevedono pertanto lo svolgimento di indagini di caratterizzazione ambientale da svolgersi mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio.

I carotaggi per la realizzazione di indagini esplorative saranno eseguiti secondo le prescrizioni che fornirà la Direzione Lavori in sede esecutiva e dovranno essere realizzati con mezzi meccanici idonei al raggiungimento dei previsti piani di scavo, che nel caso in questione sono presumibili in una indicativa profondità massima di scavo pari a 4,0 - 4,5 m dal piano campagna.

Al termine delle operazioni di carotaggio e campionamento dovranno essere eseguite le operazioni di rinterro e ripristino dei luoghi mediante l'utilizzazione, fino al loro totale esaurimento, delle materie provenienti dagli scavi in quanto disponibili ed adatti.

I campioni prelevati alla quota di scavo saranno costituiti da almeno 3 aliquote elementari, trasferite in una cassetta di plastica ed omogeneizzate. Sul campione totale, sarà effettuata una quartatura atta a ridurre il campione fino ad una massa media di 1,0 kg di terreno che rappresenterà l'aliquota da sottoporre ad analisi.

In accordo con il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. i criteri che devono essere adottati nella formazione di campioni di terreno sono:

- ottenere la determinazione della concentrazione delle sostanze inquinanti per strati omogenei dal punto di vista litologico;
- prelevare separatamente materiali che si distinguono per evidenze di inquinamento o per caratteristiche organolettiche, chimico-fisiche e litologico-stratigrafiche.

Ai fini di ottenere l'obiettivo di ricostruire il profilo verticale della concentrazione degli inquinanti nel terreno, così come definito in Allegato 4 al D.M. 161/2012 i campioni da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio verranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione verrà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

La profondità di indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche saranno comunque minimo:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna
- campione 2: nella zona di fondo scavo
- campione 3: nella zona intermedia tra i due

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2,0 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche potranno essere uno per ciascun metro di profondità.

In ogni caso è previsto un campione rappresentativo di ogni orizzonte stratigrafico individuato ed un campione in caso di evidenze organolettiche di potenziale contaminazione.

Le procedure di caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo includeranno, come previsto all'Allegato 4 del D.M. 161/2012, anche il materiale di origine antropica con una percentuale massima del 20% in massa.

In fase di esecuzione delle indagini dovrà essere effettuato un rilievo di posizionamento GPS di inquadramento geografico di ogni singolo punto di indagine e a seguito delle operazioni di carotaggio dovrà essere redatta una specifica scheda stratigrafica e una specifica restituzione fotografica dello scavo che dovrà essere fornita in formato sia cartaceo che digitale. Dopo il prelievo, i campioni dovranno essere contraddistinti da etichette inalterabili che indichino:

- cantiere e sito di indagine;
- data di prelievo;
- numero del punto di indagine;
- numero del campione;
- profondità di inizio e fine prelievo.

Le attività sopra descritte nella fase di prelievo dei campioni dovranno essere eseguite da personale tecnicamente qualificato.

Una volta prelevati i campioni di matrice solida, gli stessi andranno sistemati in appositi contenitori disposti in modo tale da evitare rotture accidentali dei recipienti durante il trasporto.

Inoltre, terminate le operazioni di prelievo, i campioni saranno recapitati in laboratorio nel più breve tempo possibile.

L'accettazione dei campioni avverrà sotto la diretta responsabilità del laboratorio.

Sul verbale di campionamento sarà indicato il nominativo di chi ha effettuato il prelievo.

Il personale del laboratorio addetto all'accettazione dopo aver verificato lo stato di conservazione dei campioni, la corrispondenza del verbale di campionamento in tutte le sue parti, assegnerà il numero di identificazione dei campioni ed inserirà i dati generali degli stessi su supporto informatico.

Eventuali anomalie dovranno essere annotate sul foglio di accettazione (scheda di ingresso campione).

Nel caso in cui un campione sia ritenuto "non conforme" in accettazione, si procederà attraverso due possibilità:

- ripetizione del campionamento;
- accettazione del campione con riserva.
- 

### **Art. 1.3.1**

#### **INDAGINI E PROVE CHIMICHE DI LABORATORIO**

L'attività del laboratorio di prova dovrà essere condotta in accordo alla norma *UNI-CEI-EN- ISO/IEC 17025* e/o alla norma *UNI ISO EN 9001:2008*.

In particolare il laboratorio di prova dovrà essere competente per l'esecuzione delle prove in programma, dovrà disporre di personale tecnico adeguato, fornito di tutte le apparecchiature necessarie per la corretta esecuzione delle analisi in programma e dotato di un sistema per l'identificazione dei campioni e delle parti di campioni da sottoporre a prova (provini).

Tutti i campioni e i relativi provini dovranno essere chiaramente identificati da una sigla o un codice che accompagnerà il campione o il provino in tutte le fasi dell'attività di laboratorio; dovrà inoltre essere stabilita

una corrispondenza tra il codice adottato dal laboratorio per l'identificazione dei campioni e dei provini e il sistema di identificazione utilizzato durante il prelievo in sito, in modo che i risultati delle prove di laboratorio siano sempre chiaramente attribuibili.

Le prove di laboratorio dovranno essere eseguite secondo il programma di prove di laboratorio fornito dalla Committenza e, in nessun caso, il laboratorio potrà proseguire nel programma di prove o modificare il programma di prove senza la preventiva autorizzazione della D.L..

Le prove saranno eseguite, salvo diversa indicazione, in accordo agli standard di prova indicati nelle presenti Specifiche Tecniche.

Di seguito, per ciascuna prova elencata, viene riportata la normativa di riferimento a cui il laboratorio dovrà di regola attenersi nell'esecuzione delle prove e che dovrà essere indicata nel rapporto di prova.

Alla consegna dei certificati di prova dovrà essere fornita anche una sintesi che riporterà i risultati principali ottenuti dalle singole prove. Tale sintesi, espressa in un quadro riepilogativo generale, dovrà contenere la sigla identificativa del campione e la profondità di prelievo, oltre che alle concentrazioni di ciascun parametro ricercato.

### **Art. 1.3.1**

#### **ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DELLA MATRICE SOLIDA**

Le analisi chimiche dovranno essere condotte, con inizio nelle 24 ore successive dal ricevimento dei campioni da parte del laboratorio di analisi, adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite. Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione dovranno essere utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Di seguito si riportano dettagliatamente, per i parametri ricercati, le procedure analitiche da applicare:

| <b>parametro</b>             | <b>metodo analitico</b>    |
|------------------------------|----------------------------|
| concentrazione ioni idrogeno | DM 13/09/1999 met. II 1.1  |
| residuo secco (dr) a 105°C   | IRSA CNR-64vol.2 met.2     |
| cromo totale                 | EPA3051A + EPA6010C        |
| cromo VI                     | EPA 3060 A + EPA 7196 A    |
| zinco                        | EPA3051A + EPA6010C        |
| piombo                       | EPA3051A + EPA6010C        |
| cadmio                       | EPA3051A + EPA6010C        |
| nicel                        | EPA3051A + EPA6010C        |
| rame                         | EPA3051A + EPA6010C        |
| arsenico                     | EPA3051A + EPA6010C        |
| cobalto                      | EPA3051A + EPA6010C        |
| Mercurio                     | IRSACNR-64vol.3met.10      |
| idrocarburi c>12             | ISO 16703:2004             |
| amianto                      | D.M. 06/09/94 AH.1 Parte B |

I risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine serviranno a definire lo stato del suolo e sottosuolo di valutazione chimico-analitica ai fini della verifica del grado di contaminazione delle terre.

I risultati delle indagini in laboratorio saranno espressi anche sotto forma tabellare oltre che per singoli Rapporti di Prova.

I risultati analitici ricavati nel corso delle fasi di indagine analitica serviranno sia a definire il grado della contaminazione attraverso il confronto dei limiti definiti dalle colonne A e B della tabella 1, allegato 5, titolo V, parte quarta del D.Lgs. 152/2006, e quindi a determinare e definire il grado della contaminazione mediante il confronto con i valori di concentrazione limite accettabili definiti dalle CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione) per la specifica destinazione d'uso.

Pertanto, per ogni campione accettato ed analizzato il laboratorio provvedere a compilare un Rapporto di Prova (certificato) in cui saranno riportati i risultati delle determinazioni analitiche effettuate.

Ciascun Rapporto di Prova firmato da chimico abilitato, riporterà:

- intestazione completa del laboratorio
- nome ed indirizzo del Committente
- identificazione univoca del rapporto di prova
- numero di identificazione del campione
- data del prelievo e ricevimento del campione e la data di prova
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;
- tutte le misure, gli esami e i loro risultati;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

I risultati di tutti i calcoli e le determinazioni eseguite dovranno essere espressi in opportune unità SI, con relative multipli o sottomultipli.

Le modalità operative dovranno garantire il controllo e la qualità delle operazioni dal campionamento alla redazione dei dati analitici compreso la rintracciabilità in ogni fase operativa. Le attività sopra descritte sia nella fase di prelievo dei campioni che in quella di esecuzione delle prove dovranno essere eseguite da personale tecnicamente qualificato.

#### **Art. 1.3.1**

#### ***VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ' O MENO DEL RIFIUTO E TEST DI CESSIONE AI SENSI DEL D.M. 05/02/1998 ALL.3 E S.M.I.***

Al fine di una ipotesi di conferimento e smaltimento dei materiali di scavo in impianto di recupero dovrà essere valutata, mediante specifiche analisi la pericolosità o meno del rifiuto al fine della attribuzione dello specifico codice CER e la valutazione della possibilità di conferimento in impianto di recupero mediante specifiche prove di cessione ai sensi del D.M. 05/02/1998 alleg. 3 e s.m.i.

Di seguito si riportano dettagliatamente, per i parametri ricercati, le procedure analitiche da applicare per la valutazione della pericolosità o meno del rifiuto:

| <b>parametro</b>                  | <b>metodo analitico</b> |
|-----------------------------------|-------------------------|
| idrocarburi alifatici c5-c8       | EPA 5021 + EPA 8015     |
| cicloesano                        | EPA 5021 + EPA 8015     |
| eumene                            | EPA 5021 + EPA 8015     |
| dipentene                         | EPA 5021 + EPA 8015     |
| solventi organici aromatici       | EPA 5021 + EPA 8015     |
| benzene                           | EPA 5021 + EPA 8015     |
| etilbenzene                       | EPA 5021 + EPA 8015     |
| toluene                           | EPA 5021 + EPA 8015     |
| stirene                           | EPA 5021 + EPA 8015     |
| xilene                            | EPA 5021 + EPA 8015     |
| idrocarburi policiclici aromatici | EPA 3540 C + EPA 8270 D |

|                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| naftalene                     | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| acenaftilene                  | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| acenaftene                    | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| fluorene                      | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| fenantrene                    | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| antracene                     | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| fluorantene                   | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| pirene                        | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| benzo(a)antracene             | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| orisene                       | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| benzo (b + j + k) fluorantene | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| benzo(a)pirene                | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| benzo (e) pirene              | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| indeno(1,2,3,cd)pirene        | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| dibenzo(ah)antracene          | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| benzo(ghi)perilene            | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| dibenzo(a,l)pirene            | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| dibenzo(a,i)pirene            | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| dibenzo(a,e)pirene            | EPA 3540 C + EPA 8270 D |
| dibenzo(a,h)pirene            | EPA 3540 C + EPA 8270 D |

A riguardo delle Prove di Cessione nella seguente tabella si riportano, per i parametri ricercati le procedure analitiche che dovranno essere applicate:

Test di cessione ai fini ripristino ambientale ai sensi del DM. 05/02/1998 – alleg.. 3 e s.m.i. riutilizzo rifiuti non pericolosi per il conferimento in centri di recupero.

| <b>parametro</b> | <b>metodo analitico</b>                              |
|------------------|--|
| nitrati          | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03   |
| fluoruri         | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03   |
| solforati        | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03   |
| cloruri          | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4020 Man 29/03   |
| cianuri          | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 4070 Man 29/03   |
| bario            | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003 |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| rame                                | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| zinco                               | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| berillio                            | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| cobalto                             | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| nicel                               | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| vanadio                             | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| arsenico                            | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| cadmio                              | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| cromo totale                        | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| piombo                              | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003   |
| selenio                             | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3260 (A) Man 29/03 |
| mercurio                            | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 3200 (A2) Man      |
| richiesta chimica di ossigeno (cod) | UNI EN 12457-2:2004 + MI:PO 053 AQ rev 1/A 2011        |
| concentrazione ioni idrogeno        | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29/03     |
| conducibilità'                      | UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 2030 Man 29/03     |

Qualora i valori riscontrati per i parametri ricercati per i singoli campioni evidenziassero il superamento dei valori limite di cui al Test di Cessione ai sensi del D.M. 05/02/1998 Alleg. 3 e s.m.i. gli stessi campioni verranno sottoposti a prove di cessione ai sensi del D.M. 27/09/2010 ai fini della loro ammissione in discarica per lo smaltimento definitivo.

Per ogni campione analizzato il laboratorio provvedere a compilare un Rapporto di Prova (certificato) in cui saranno riportati i risultati delle determinazioni analitiche effettuate. Ciascun Rapporto di Prova firmato da chimico abilitato, riporterà:

- intestazione completa del laboratorio
- nome ed indirizzo del Committente
- identificazione univoca del rapporto di prova
- numero di identificazione del campione
- data del prelievo e ricevimento del campione e la data di prova
- lo standard di riferimento seguito per l'esecuzione delle prove;
- tutte le misure, gli esami e i loro risultati;
- la firma del responsabile del rapporto di prova e la data di emissione.

Le modalità operative dovranno garantire il controllo e la qualità delle operazioni dal campionamento alla redazione dei dati analitici compreso la rintracciabilità in ogni fase operativa. Le attività sopra descritte in fase di esecuzione delle prove dovranno essere eseguite da personale tecnicamente qualificato.

## **Art. 1.4**

### **INDAGINI ARCHEOLOGICHE**

Le indagini archeologiche consistono nella effettuazione di saggi, indagini e carotaggi e nell'esame delle carote derivanti dai sondaggi/carotaggi.

L'Aggiudicatario metterà a disposizione un archeologo subacqueo di 1° livello o da archeologo per le operazioni in asciutto e da un archeologo subacqueo per le operazioni a mare sempre di 1° livello iscritto all'albo del Ministero per i Beni e le Attività Culturali istituito con D.M.60/2009; che sovrintenderà a tutte le attività connesse all'art. 96 comma 1 lettera a) del D.lgs 163/2006 e s.m.i.

Le prime operazioni consisteranno nella ricerca bibliografica e d'inquadramento storico-archeologico dell'area interessata dalle opere in progetto. L'elaborazione e l'interpretazione di tutti i dati raccolti, bibliografici, storico-archeologici, geologici e derivanti dalle indagini scientifiche dirette.

Per le operazioni a mare è richiesta la figura dell'archeologo a bordo del natante durante le indagini con Side Scan Sonar per l'interpretazione delle possibili anomalie, e dell'archeologo subacqueo per la verifica visiva e diretta delle anomalie sul fondo del mare.

Con riferimento all'art. 96, c. 1 lett. a) e b) del D.lgs 163/2006 e s.m.i. si provvederà asuccessivamente alle operazioni descritte sopra, alle indagini di prima fase mediante l'esecuzione di carotaggi, prospezioni geofisiche e geochimiche, saggi archeologici tali da assicurare una sufficiente campionatura dell'area interessata all'intervento e a una eventuale seconda fase integrativa con sondaggi e scavi in estensione.

Sulla scorta delle suddette indagini (ubicate su apposita planimetria e descritte con apposite monografie e documentazione fotografica da fornire alla committenza) ed anche delle informazioni contenute in:

- Principali pubblicazioni che si riferiscono allo studio archeologico del territorio;
- Fotografie aeree;
- Ricognizioni archeologiche effettuate per altri studi;

L'archeologo provvederà a redigere la relazione archeologica definitiva, che sarà sottoposta all'approvazione della competente Soprintendenza e i contenuti di detta relazione risponderanno a quanto prescritto dall'art. 96, c. 2 del Codice. Detta relazione sarà il risultato di una ricerca a carattere topografico e di scavi che si svolgeranno mediante carotaggi archeologici da eseguire "a secco", per la campionatura stratigrafica del sottosuolo. I carotaggi e le indagini di I<sup>a</sup> fase verranno effettuati in allineamento con quanto previsto per le prospezioni geologiche, e pertanto si intendono compensate dall'onere previsto per tali prospezioni.

### **Art. 1.4.1**

#### **GENERALITA' e NORMATIVE**

Nell'ambito del procedimento di approvazione del progetto dell'opera, si dovrà provvedere alla verifica preventiva dell'interesse archeologico dell'area oggetto di intervento, ai sensi dell'articolo 25 del D.lgs. 50/2016.

Le prime operazioni preliminari consisteranno nella ricerca bibliografica e d'inquadramento storico-archeologico dell'area interessata dalle opere in progetto. L'elaborazione e l'interpretazione di tutti i dati raccolti, bibliografici, storico-archeologici, geologici e derivanti dalle indagini scientifiche dirette.

La successiva procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico si articola in due fasi costituenti livelli progressivi di approfondimento dell'indagine archeologica.

L'esecuzione della fase successiva dell'indagine è subordinata all'emersione di elementi archeologicamente significativi all'esito della fase precedente.

La procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico consiste nel compimento delle seguenti indagini e nella redazione dei documenti integrativi:

- a) esecuzione di carotaggi;



- b) prospezioni geofisiche e geochimiche;
- c) saggi archeologici e, ove necessario, esecuzione di sondaggi e di scavi, anche in estensione tali da assicurare una sufficiente campionatura dell'area interessata dai lavori (art. 25 comma 8 D.lgs. 50/2016).
- d) Per le operazioni a mare sono previste le indagini con Side Scan Sonar per l'interpretazione delle possibili anomalie, e dell'archeologo subacqueo per la verifica visiva e diretta delle anomalie sul fondo del mare.

I carotaggi e le indagini di I<sup>a</sup> fase verranno effettuati in allineamento con quanto previsto per le prospezioni geologiche, e pertanto si intendono compensate dall'onere previsto per tali prospezioni.

Le indagini archeologiche da condursi sul campo, intendendo con indagini archeologiche sia i saggi e le trincee di prospezione archeologica che i sondaggi geoarcheologici a carotaggio continuo, saranno intese come corrette se effettuate ai sensi degli artt. 28 e 88 del D.lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali).

Uno scavo archeologico è per sua natura un'opera la cui consistenza è difficilmente definibile con esattezza nella misura e nei contenuti, poiché trattasi di un lavoro basato sulla occasionale stratificazione, di un determinato punto o area, di livelli succedutisi per vicende storiche spesso ignote, imprevedibili sia nella loro evoluzione positiva, sia nelle eventuali vicende di modifica e alterazione.

Lo svolgimento delle opere, per sua natura, non può prevedere una descrizione esaustiva dei lavori, mentre si raccomanda invece la presenza continuativa di un archeologo durante tutte le fasi di scavo, affinché svolga la sua specifica mansione professionale di riconoscimento delle variazioni stratigrafiche e della valutazione qualitativa e quantitativa delle risultanze dello scavo.

Qualora le indagini rilevassero la presenza di rovine, edifici e simili, si dovrà procedere all'esame ed alla raccolta dei dati conformemente alle linee guida della norma [UNI EN 16096](#) ed alla repertazione dei materiali secondo le vigenti norme in materia ed in particolare secondo le indicazioni delle norme [UNI 11206](#) e [UNI 11118](#) e della Direzione scientifica del cantiere.

A norma dell'art. 88 del D.lgs. 42/2004 la competenza in materia di ricerche archeologiche è dello Stato, che la esercita perlopiù tramite la Soprintendenza Archeologica territorialmente competente. La Direzione Scientifica dei cantieri archeologici quindi, verrà esercitata attraverso un funzionario archeologo della Soprintendenza.

Sulla scorta delle suddette indagini (ubicate su apposita planimetria e descritte con apposite monografie e documentazione fotografica da fornire alla committenza come meglio dettagliato nel capitolo "Restituzione dei risultati norme comuni") ed anche delle informazioni contenute in:

- Principali pubblicazioni che si riferiscono allo studio archeologico del territorio;
- Fotografie aeree;
- Ricognizioni archeologiche effettuate per altri studi;

l'archeologo provvederà a redigere la relazione archeologica definitiva, che sarà sottoposta all'approvazione della competente Soprintendenza e i contenuti di detta relazione risponderanno a quanto prescritto dall'art. 96, c. 2 del Codice. Detta relazione sarà il risultato di una ricerca a carattere topografico e di scavi che si svolgeranno mediante carotaggi archeologici da eseguire "a secco", per la campionatura stratigrafica del sottosuolo. I carotaggi e le indagini di I<sup>a</sup> fase verranno effettuati in allineamento con quanto previsto per le prospezioni geologiche, e pertanto si intendono compensate dall'onere previsto per tali prospezioni.

Le aree da indagare sono tutte quelle previste dai lavori, compreso il tratto di fondale marino su cui si prevede la posa della condotta di scarico sottomarina.

I suddetti rilievi verranno eseguiti a terra mediante rilievo topografico ad elevata precisione, mentre a mare con tecnologia multi-beam e side scan sonar che consentono di avere un'alta definizione dei resti archeologici e del fondale marino attraverso la notevole mole di dati acquisiti nell'unità di tempo.

I rilievi a terra saranno eseguiti mediante sistema GPS differenziale ad alta precisione. I dati acquisiti, opportunamente elaborati attraverso sistemi hardware e software dedicati, consentiranno la generazione di un DEM (Digital Elevation Model) della conformazione morfologica e dei resti rilevati. Le matrici saranno calcolate con passo spaziale adeguato all'elemento da rilevare per la restituzione cartografica a scala di dettaglio.

I rilievi a mare saranno eseguiti da terra, con tecnologia single o multi-beam a seconda della profondità della preesistenza da rilevare. I dati acquisiti, opportunamente elaborati attraverso sistemi hardware e software dedicati, consentiranno la generazione di un DEM (Digital Elevation Model) dei fondali investigati, con adeguato passo spaziale.

L'elaborazione dei dati acquisiti con i rilievi acustici side scan sonar verrà eseguita in ambiente PC Windows attraverso varie fasi che includono lo smoothing della navigazione, la correzione dello slant range e il posizionamento e la mosaicatura dei sonogrammi rispetto alla linea di riva.

Tali indagini consentiranno di ottenere precise ed approfondite informazioni sulla natura e sui caratteri geometrici e morfologici delle aree investigate e dei ritrovamenti archeologici individuati, sia mediante il

rilievo topografico di dettaglio nel caso di porzioni di territorio emerso che in base all'interpretazione delle loro proprietà acustiche, quando si tratti di porzioni sommerse o appoggiate sui fondali marini. I risultati di tutti i rilievi tridimensionali (a terra e a mare) e delle indagini sonografiche saranno interpretati e descritti nei rapporti tecnici ed illustrati mediante tabelle, diagrammi, fotografie e cartografia tematica georeferenziata utilizzando software dedicati.

#### **Art. 1.4.2**

#### **RUOLI E COMPETENZE DEI SOGGETTI COINVOLTI NELL'ESECUZIONE**

In base alla circolare ministeriale del 15 giugno 2012, n.10, i cantieri di scavo archeologico effettuati nell'ambito di interventi di archeologia preventiva ed eseguiti a cura e spese della Stazione Appaltante, sono sottoposti alla normativa del Codice dei Contratti e del Regolamento, che stabiliscono i requisiti che le imprese devono possedere per poter eseguire tale tipologia di lavori pubblici. In particolare ai sensi dell'art. 248 del D.P.R. 207/2010, per lavori di scavo archeologico al di sopra dei 150.000 euro, è obbligatoria la qualificazione delle imprese (art. 84 del D.lgs. 50/2016 e art. 60 e succ. del D.P.R. 207/2010) nella categoria di opere specializzate OS25, che riguarda gli scavi archeologici e le attività connesse. Nel corso dell'esecuzione dei lavori la Soprintendenza per i beni Archeologici, che detiene la direzione scientifica dei lavori vigilerà sul mantenimento da parte delle imprese esecutrici dei requisiti di ordine speciale di qualificazione.

L'impresa esecutrice dello scavo archeologico, nominerà poi il direttore tecnico dei lavori, che ai sensi dell'art. 248, comma 5 del D.P.R. 207/2010, deve essere un soggetto in possesso dei titoli previsti dal DM 20 marzo 2009, n. 60. Il direttore tecnico dell'impresa, cui competono gli adempimenti di carattere tecnico organizzativo necessari per la realizzazione dei lavori, costituisce la figura di collegamento tra l'Impresa esecutrice, la Direzione Lavori e la Direzione Scientifica (funzionario archeologo della Soprintendenza).

In particolare il direttore tecnico dell'impresa:

- garantisce la propria presenza in cantiere e segue regolarmente i lavori, personalmente o tramite specifica delega a un direttore di cantiere;
- cura l'esecuzione del progetto archeologico approvato sulla base delle direttive impartite dalla Direzione Scientifica (funzionario archeologo della Soprintendenza);
- relaziona periodicamente per iscritto al direttore Lavori e al funzionario archeologo della Soprintendenza;
- segnala con tempestività ogni criticità che presenti rischio per la tutela del patrimonio culturale e ogni altra situazione che osti al regolare andamento dei lavori;
- predispone, sulla base delle indicazioni fornite dal funzionario archeologo, organigramma del cantiere archeologico di cui al comma seguente e le modalità operative di esecuzione dei lavori per la successiva approvazione del Direttore Lavori, eventuali variazioni, anche temporanee, dovranno essere autorizzate dal funzionario archeologo.

Il direttore tecnico del cantiere di scavo dovrà essere il medesimo per tutta la durata dello scavo archeologico e garantire una presenza costante sullo stesso. In caso di assenza o rinuncia all'incarico, che dovrà essere giustificata da motivi validi, dovrà essere sostituito da persona con pari requisiti.

A seconda della complessità dei lavori, potrà prevedere figure di responsabili archeologi di settore, di eventuali specialisti di discipline affini e/o correlate, di archeologi addetti a lavori di scavo manuale e documentazione, di operai specializzati, qualificati, comuni, tecnici grafici/informatici, archeologi addetti al magazzino, restauratori. I responsabili archeologi di settore e i direttori tecnici dell'impresa, ricevono le direttive scientifiche dalla Direzione Scientifica ovvero dal funzionario archeologo della Soprintendenza.

L'elenco completo dei tecnici, che l'Appaltatore intenderà impiegare per l'esecuzione dei lavori, dovrà essere presentato con i relativi curriculum professionali, alla Stazione appaltante per accettazione da parte di quest'ultima e della Direzione scientifica, dalla quale, ovvero dalla Direzione Lavori, saranno tenuti ad eseguire rigorosamente le indicazioni, in particolare per quanto attiene la successione delle varie operazioni di scavo e documentazione.

Gli operatori archeologici che l'Appaltatore intenderà utilizzare dovranno essere specializzati in archeologia, archeologia subacquea e geoarcheologia e dovranno provvedere con puntuale azione di verifica e presenza costante durante lo scavo, all'individuazione, alla ricognizione e documentazione di stratigrafie e/o reperti di interesse archeologico. L'esecuzione materiale dello scavo sarà affidata ad operai sotto il diretto controllo dell'archeologo.

#### **Art. 1.4.3**

#### **CANTIERISTICA ARCHEOLOGICA**

L'impianto di cantiere sarà meticolosamente realizzato a cura dell'appaltatore, ivi compresa la sua perimetrazione, al fine di offrire sufficiente sicurezza e protezione per le opere e i materiali all'interno del cantiere ed evitare sovrapposizioni con l'area di indagine archeologica collocando ogni servizio utile senza causare intralci o rallentamenti.

Potrà essere pianificata o richiesta la fornitura ed un'adeguata posa in opera di locali chiusi per il ricovero temporaneo dei materiali e utensili, locali aperti, semiaperti e tettoie, aree scoperte di servizio nonché una viabilità interna del cantiere con idonei passaggi carrai.

Particolari cure dovranno essere prestate alle opere provvisorie necessarie allo svolgimento delle varie attività, quali le sbadacchiature e i sistemi di bonifica per l'eventuale presenza o ristagno di acqua negli scavi. Nei casi in cui la Direzione scientifica ritenga che sussistano rischi di danneggiamento ad eventuali stratigrafie archeologiche, si potrà disporre la posa in opera di opportuni strati di isolamento.

L'area di scavo sarà opportunamente protetta con mezzi che dovranno recare invece, i seguenti requisiti minimi:

- 1) da agenti atmosferici (es. antipioggia e antiirraggiamento)
- 2) adeguatamente sollevate da terra
- 3) costituite da teli idonei con materiali indicati dalla Direzione lavori e/o scientifica (es. geotessili)
- 4) diversificate per tempistiche temporanee e definitive.

Sarà inoltre assicurata dall'appaltatore la pulizia quotidiana del cantiere e di tutte le aree di servizio (coperte e scoperte) compreso il trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, la sorveglianza del sito e l'eventuale reintegro di volumi di scavo, con terreno escavato nell'ambito del cantiere e non.

### **Indagini di superficie per opere a rete**

Qualora richiesto dalla stazione appaltante ovvero dalla natura dell'opera, l'appaltatore effettuerà ricognizioni archeologiche sistematiche per la realizzazione di carte di rischio archeologico e carte di potenziale archeologico.

Le ricognizioni verranno effettuate utilizzando dispositivi GPS con precisione subcentimetrica e macchina fotografica.

Attraverso software specifici i dati saranno memorizzati direttamente su piattaforma GIS abbattendo così i tempi di post-elaborazione dei dati. I risultati delle ricognizioni archeologiche dovranno essere disponibili per la committenza sia in formato cartaceo che digitale.

## **Art. 1.4.4 SCAVI ARCHEOLOGICI**

### **Operazioni preliminari agli scavi**

A scelta e indicazione della Direzione lavori e della Direzione scientifica, potranno essere disposte operazioni preliminari a cura dell'appaltatore.

Qualora necessario infatti, si dovrà provvedere all'eliminazione di detriti e di vegetazione infestante, sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate. Le indagini per la determinazione dell'area di scavo potranno invece richiedere l'asportazione di terreno di coltura o la demolizione di pavimentazioni stradali opportunamente smaltite in discarica. Qualora il materiale proveniente dagli scavi dovesse essere riutilizzato per riempimenti o rinterri eseguiti a mano o con mezzi meccanici nell'ambito dello stesso cantiere si avrà cura di depositarlo in aree che non provochino danno o intralcio alle attività in corso o al traffico.

Precedentemente a qualsiasi operazione di rilevamento sarà richiesta l'apposizione dei capisaldi planimetrici e altimetrici, aventi caratteristiche di inamovibilità e facile accessibilità. Tali capisaldi non dovranno essere di ostacolo alle operazioni da svolgere nell'area di scavo.

### **Scavi con mezzi meccanici e manuali**

Lo scavo delle trincee di prospezione archeologica verrà eseguito nelle aree indicate negli elaborati di progetto secondo le dimensioni e profondità prescritte dalla Direzione Lavori, in base alle indicazioni fornite dalla Direzione scientifica, ferma restando la necessità di raggiungere il livello archeologicamente sterile e la possibilità che possano essere richiesti in corso d'opera ampliamenti o approfondimenti nel caso di rinvenimenti.

Lo scavo potrà essere autorizzato con mezzi meccanici per l'asportazione del terreno superficiale fino all'eventuale affioramento di stratigrafie archeologiche in presenza di:

- riempimenti di scavi precedentemente eseguiti;
- strato di decorticamento superficiale che non dovrà in nessun caso superare lo strato superficiale agricolo;
- interri naturali o artificiali sterili di recente formazione a discrezione della Direzione scientifica, sino al primo strato di interesse archeologico;

Al fine di operare con adeguata precisione anche in terreni con elevata pendenza, dovranno essere impiegati idonei ed efficienti mezzi per il tipo di scavo richiesto, quali:

- escavatore a benna piatta a sezione aperta od obbligatoria;
- mezzo gommato o cingolato (es. bob-cat);
- mezzo meccanico a rullo.

Nel caso di operazioni di scavo a mano sarà utilizzata prevalentemente attrezzatura pesante, quale pala e piccone e, solo per piccole quantità, la cazzuola.

Per profondità superiori ad 1,5 m si farà ricorso alle opere provvisorie prescritte dalla normativa di sicurezza vigente.

Lo scavo, a mano o con mezzi meccanici, dovrà essere eseguito sotto la stretta e costante sorveglianza dell'operatore archeologo, il quale avrà una particolare e specifica esperienza in questo genere di intervento, ed impartirà in base alla situazione stratigrafica e topografica l'ordine e la velocità con cui si dovrà procedere, ad esempio, con il mezzo meccanico.

L'archeologo impegnato nell'operazione di controllo potrà intervenire ordinando brevi interruzioni per verificare con strumenti manuali la situazione stratigrafica, al fine di evitare danni alle strutture o alle stratificazioni archeologiche, nonché per consentire il recupero e la conservazione di eventuali reperti archeologici rinvenuti.

### **Diserbo**

Nel pieno rispetto della normativa di sicurezza vigente, il diserbo dovrà essere eseguito a mano e/o meccanicamente con l'impiego di idonea attrezzatura e condotto in modo tale da non intaccare in alcun modo le unità stratigrafiche. In vicinanza di strutture affioranti e sulle strutture stesse si procederà esclusivamente a diserbo manuale, evitando l'impiego di spazzole rigide o strumenti abrasivi per le superfici.

L'eventuale estirpazione definitiva di radici o altro sarà effettuata contestualmente alle operazioni di scavo archeologico. In assenza di strutture evidenti o comunque affioranti si potrà procedere a diserbo meccanico con apparecchiature poco pesanti, maneggevoli e in buone condizioni di manutenzione.

L'eventuale impiego di metodi alternativi di diserbo quali i biocidi, sarà stabilito sulla base di prove sperimentali eseguite in situ e in laboratorio. In particolare si raccomanda di effettuare i trattamenti di saggio in giorni meteorologicamente idonei, né ventosi né piovosi, in modo da evitare la dispersione o il dilavamento dei prodotti, tenendo conto della fase stagionale del ciclo biologico della specie vegetale. I prodotti da sperimentare dovranno rispondere ai requisiti minimi di tipo tossicologico e di interferenza con i materiali nel rispetto delle indicazioni della Direzione lavori.

Il diserbo dovrà essere realizzato da personale qualificato tenendo presente la nocività delle sostanze utilizzate e i tempi di assorbimento. La vegetazione tagliata dovrà essere trasferita in discarica autorizzata.

### **Art. 1.4.7 SCAVI STRATIGRAFICI ARCHEOLOGICI**

Le operazioni di scavo stratigrafico eseguito manualmente con piccone e/o trowel da archeologo o, sotto il suo diretto controllo, da operai specializzati, prevede l'individuazione sul piano ed in sezione degli strati e la loro rimozione in sequenza.

Lo scavo è comprensivo in corso d'opera delle necessarie operazioni di documentazione scientifica e di recupero e conservazione di reperti e delle operazioni finali. I modi e i tempi di esecuzione delle varie fasi dello scavo archeologico saranno determinati dalla successione stratigrafica emergente. Per profondità superiori a 1,5 m saranno eseguite le opere provvisorie prescritte dalla normativa di sicurezza vigente.

A seconda dei gradi di difficoltà, le tipologie fondamentali di scavo archeologico stratigrafico potranno essere le seguenti:

- manuale di scarsa difficoltà (eseguito su depositi rimaneggiati o in giacitura secondaria o di formazione naturale, di consistenza, spessore e bassa densità di reperti in buono stato di conservazione)
- manuale di media difficoltà (eseguito su depositi pluristratificati di facile distinzione e separazione, con quantità media o notevole di reperti in buono stato di conservazione)
- manuale di alta difficoltà (eseguito su depositi pluristratificati complessi di difficile separazione e distinzione, con quantità media o notevole di reperti di consistenza anche fragile, o su sepolture)
- manuale di altissima difficoltà (eseguito su depositi pluristratificati complessi di spessore esiguo o in corrispondenza di reperti di individuazione e recupero difficile (es.: intonaco, vetro, tessuto, metallo, legno,

resti di vegetali).

A seconda del grado di difficoltà l'operatore dovrà operare con diverse attrezzature adeguate al livello ed all'invasività dell'intervento:

- pala e piccone
- cazzuola
- sessola e simili
- bisturi
- spatola
- setaccio

In tutti i casi l'intervento sarà corredato dalla necessaria documentazione scientifica.

Qualora si rinvenissero reperti osteologici di fragile consistenza, la rimozione dovrà essere effettuata da personale specializzato, secondo le indicazioni di specialisti della disciplina relativa. Tuttavia se lo stato di degrado e la natura del reperto lo richiedano, esso verrà rimosso dal terreno con il pane di terra che lo circonda.

Lo scavo archeologico stratigrafico manuale in presenza di reperti necessitanti particolari cautele (es. in presenza di rivestimenti in precario stato di conservazione, ecc.), andrà eseguito contemporaneamente al pronto intervento di un restauratore. Quest'ultimo dovrà verificare costantemente lo stato di conservazione dei manufatti, i criteri di rimozione del terreno ed eventualmente provvedere ad interventi di consolidamento in situ, nonché disporre la temporanea sospensione dello scavo, onde favorire l'essiccazione controllata del terreno o dei manufatti, senza che l'appaltatore possa richiederne speciale compenso o indennizzo alcuno.

Lo scavo andrà preceduto dalla redazione di una dettagliata documentazione grafica e fotografica. Tutte le operazioni andranno eseguite sotto il controllo e secondo le direttive della Direzione scientifica.

#### **Art. 1.4.8 OPERAZIONI SPECIALISTICHE NEGLI SCAVI**

Con il concorso di altre professionalità, quali l'intervento di un restauratore e/o un archeologo, sarà possibile prevedere specifiche operazioni di cantiere legate alle seguenti eventualità:

- Rimozione e pulitura di crolli di varia natura e consistenza media: l'operazione andrà eseguita rigorosamente a mano con attrezzatura adeguata alla potenza dello strato di crollo, recupero di tutti i reperti e loro accantonamento, ad opera di un archeologo.
- Pulitura e regolarizzazione di superfici, cigli, testimoni e sezioni di qualsiasi tipo: l'operazione andrà di norma eseguita subito dopo l'asportazione dello strato e potrà essere ripetuta in qualsiasi momento.
- Rimozione di crolli con elementi costitutivi di grosse dimensioni (es. strutture murarie, elementi lapidei, decorazioni ed elementi architettonici): dovrà essere assicurato l'impiego di idonei strumenti di sollevamento (gru, paranco ecc.).
- Rimozione di reperti di grosse dimensioni in situ o in giacitura secondaria: al fine di escludere la decontestualizzazione dei reperti dal sito di appartenenza, dovrà essere effettuata quando non sia possibile assicurarne le necessarie condizioni di sicurezza e/o di corretta conservazione e dovrà essere assicurato l'impiego di idonei strumenti di sollevamento (gru, paranco ecc.).
- Rimozione di reperti fragili o in cattivo stato di conservazione: si provvederà a far intervenire, nel più breve tempo possibile, onde evitare l'esposizione prolungata dei reperti a condizioni termo-igrometriche non idonee, un restauratore che curerà le operazioni di rimozione, di eventuale pre-consolidamento, di imballaggio e trasporto al laboratorio di restauro.
- Prelievo di pani di terra
- Setacciatura del terreno di scavo: si realizzerà, nei casi in cui la Direzione scientifica lo ritenga opportuno, tramite l'impiego di setacci a mano o sospesi, con maglie di dimensioni ritenute idonee, sotto il controllo dell'archeologo e procedendo separatamente per ogni unità stratigrafica. Prima di procedere a tale operazione la Direzione scientifica verificherà la compatibilità del sistema con la natura dei materiali.

- Flottazione del terreno di scavo: si realizzerà nei casi in cui la Direzione scientifica lo ritenga opportuno per il recupero di reperti anche di minime dimensioni e di natura organica. Le operazioni dovranno essere condotte procedendo separatamente per ogni unità stratigrafica mediante flottatrici meccaniche o manuali con personale specializzato sotto il controllo dell'archeologo. Prima di procedere a tale operazione la Direzione scientifica verificherà la compatibilità del sistema con la natura dei materiali.
- Microscavo in laboratorio
- Esecuzione di calco in situ di impronte
- Trattamento conservativo preliminare di strutture

Tutte le operazioni si avvarranno di maestranze all'uopo qualificate ed eseguite nel rispetto della normativa di sicurezza vigente con l'impiego, se non eseguite a mano, di mezzi di recente costruzione, in perfetto stato e dotati di comandi sensibili. Gli interventi saranno volti a garantire la sicurezza delle persone, la salvaguardia delle strutture e degli strati in corso di scavo, la conservazione degli elementi archeologici trasportati e l'accantonamento dei materiali repertati che dovrà essere eseguito con la massima attenzione e in modo sistematico al fine di agevolarne l'eventuale ricomposizione, preceduta da operazioni di siglatura, documentazione grafica e fotografica.

#### **Art. 1.4.9**

#### **SONDAGGI GEOARCHEOLOGICI A CAROTAGGIO CONTINUO**

Per quanto riguarda le attività necessarie per il corretto impianto del cantiere di perforazione, sondaggio a carotaggio continuo e prelievo dei campioni e per l'installazione, approntamento e rimozione delle attrezzature sia in aree urbane che extraurbane su ciascuna postazione, verranno seguite le norme comunemente in uso nei cantieri edili per i [sondaggi geotecnici](#).

I sondaggi verranno eseguiti nei punti indicati negli elaborati di progetto e secondo le profondità richieste dalla Direzione scientifica.

L'esecuzione di tali indagini dovrà rispettare le seguenti specifiche, richieste dalla Direzione scientifica e relative all'attrezzatura, alle modalità di esecuzione del sondaggio, al tipo di maestranze e alla documentazione scientifica da produrre.

I sondaggi a rotazione, a carotaggio continuo dovranno essere effettuati con perforatrici a motore attrezzate con tubi carotieri di diametro adeguato. Saranno utilizzati tubi di rivestimento per tutta la profondità della perforazione per evitare contaminazioni delle carote prelevate. Il carotiere, preferibilmente di lunghezza di 60-80 centimetri, dovrà consentire l'espulsione delle carote tramite pistone meccanico senza l'utilizzo di acqua.

Le carote dovranno essere conservate in cassette catalogatrici con l'indicazione esterna del numero di sondaggio, numero di cassetta per lo stesso sondaggio e specifica definizione della campagna di perforazioni, avendo cura di separare dalla massa i carotaggi con esito positivo o comunque sospetto.

All'interno della cassetta sarà indicata l'esatta misura di profondità per ciascuna carota. Le cassette così preparate dovranno essere fotografate prima della distruzione delle carote per l'analisi di dettaglio, ma dopo una preliminare eliminazione tramite spatola del fango di perforazione nel lato a vista, e quindi riposte in luogo coperto e sicuro per eventuali esami successivi.

I sondaggi andranno materialmente eseguiti sotto il controllo di un archeologo e di un geologo in base alle indicazioni della Direzione scientifica, con esperienza specifica in campo geoarcheologico, che possano insieme valutare con professionalità la corretta esecuzione degli stessi.

Sulla base delle analisi geologico-stratigrafica ed archeologico-stratigrafica delle singole stratigrafie dei sondaggi, saranno elaborate sezioni stratigrafiche per la ricostruzione della situazione paleogeografica, per la verifica e la localizzazione di addensamenti e di allineamenti geoarcheologicamente significativi. Tali elaborati saranno accompagnati da una relazione tecnico-scientifica finale.

#### **Art. 1.4.10**

#### **SIDE SCAN SONAR**

Le operazioni a mare verranno eseguite con il sistema Side Scan Sonar, si tratta di un particolare apparato sonar attivo studiato, prevalentemente, per la ricerca e la mappatura nei fondali marini a scopi di

archeologia subacquea ed altro, che consente rilevamenti accurati di profili dei reperti giacenti sul fondo del mare.

Il sistema Side Scan Sonar, verrà utilizzato altresì, per ricercare le caratteristiche batimetriche del fondale, per tali operazioni quindi, l'archeologo dovrà affiancare il geologo a bordo del natante per l'interpretazione delle possibili anomalie, è inoltre richiesta la presenza a bordo dell'archeologo subacqueo per la verifica visiva e diretta delle anomalie sul fondo del mare.

#### **Art. 1.4.11 DOCUMENTAZIONE**

La documentazione scientifica dello scavo, prodotta in forma ridotta anche in caso di esito archeologicamente negativo, sarà a cura dell'appaltatore durante e dopo lo scavo. Dovrà essere redatta secondo le specifiche disposizioni della Direzione scientifica e prevedere i seguenti contenuti:

1) *Giornale dei lavori*: redatto da parte del responsabile di cantiere, indicante tutti gli interventi effettuati, le motivazioni che ne sono alla base, la denominazione e il numero delle unità stratigrafiche scavate, nonché le informazioni generali relative al cantiere, cioè le condizioni atmosferiche, il numero degli operatori presenti, l'attività del personale, l'intervento di un qualsiasi specialista e qualunque altra informazione utile alla migliore comprensione a posteriori del lavoro. Sul giornale dei lavori sarà registrato anche l'esito di tutti i sopralluoghi sul cantiere da parte della Direzione lavori, della Direzione scientifica e di ogni specialista, ogni indirizzo o prescrizione ordinate dai medesimi.

2) *Documentazione fotografica*: dovrà essere realizzata con adeguata attrezzatura (es. cavalletti, illuminazione artificiale, ecc.), in formato digitale e riportare indicazione di scala, orientamento e data. Le foto saranno scattate con idonea risoluzione e dovranno riportare lo stato dei luoghi prima, durante e al termine dell'intervento, lo stato di ogni unità stratigrafica rilevata, sezione, struttura individuata, reperti mobili o caso particolare (es. crollo, prelievo di pani etc.). Tale documentazione dovrà essere correlata al testo della relazione e/o alle schede compilate ed accompagnata da un inventario informatizzato, comprendente l'elenco di tutti gli scatti effettuati.

3) *Documentazione grafica*: consisterà in un posizionamento su base catastale con l'indicazione del foglio e dei numeri delle particelle, nonché su base aerofotogrammetrica (es. CTR - Carta Tecnica Regionale) georiferita sia in coordinate delle Gauss-Boaga che WGS 84 delle aree indagate con il relativo codice univoco e degli eventuali reperti immobili rinvenuti da riprodursi in scala adeguata, dovrà inoltre essere prodotto un file in formato KMZ per il caricamento del rilievo su Google Earth;

- planimetria quotata (con quote s.l.m.) iniziale e finale di ciascuna area di indagine (trincee, sondaggi) in scala secondo le indicazioni della Direzione scientifica.

Nel caso di aree di indagine di grandi dimensioni devono essere previste tavole di unione in scala maggiore con individuazione delle planimetrie a bassa scala;

- planimetrie di dettaglio degli eventuali reperti immobili riportati in luce;

- sezioni generali delle aree scavate;

- sezioni di dettaglio degli eventuali reperti immobili riportati in luce;

- disegni in scala adeguata dei reperti mobili di particolare interesse;

- eventuale altra documentazione grafica quali piante, prospetti, rilievi di dettagli.

I rilievi dovranno documentare, oltre alle fasi di scavo, anche la situazione iniziale e finale dell'area d'indagine mediante planimetrie e almeno due sezioni.

Tutta la documentazione grafica verrà elaborata vettorialmente in files formato dwg e consegnata sia in formato digitale su supporto magnetico (Cd/Dvd) che cartaceo. Ulteriori specifiche relative a forme e dimensioni degli elaborati grafici, potranno essere comunicate puntualmente dalla Direzione scientifica.

#### **Art. 1.4.12 CONCLUSIONE ITER PROCEDURALE**

La documentazione scientifica integrale relativa alle indagini archeologiche dovrà essere consegnata alla Stazione Appaltante ed, in quanto proprietà dello Stato, alla Soprintendenza competente su supporto sia cartaceo che digitale entro un tempo massimo di **sei mesi** dal termine delle indagini, salvo motivate richieste

di proroga.

Gli elementi/elaborati indispensabili alla redazione della relazione archeologica definitiva di cui all'art. 25 del D.lgs. 50/2016, dovranno tuttavia essere consegnati con un limite di almeno 30 giorni dal termine delle indagini archeologiche.

Ai sensi dell'articolo [25 comma 9](#) e succ. del D.lgs. 50/2016, la procedura si concluderà in un termine predeterminato dal soprintendente in relazione all'estensione dell'area interessata, con la redazione della relazione archeologica definitiva, approvata dal soprintendente di settore territorialmente competente. La relazione conterrà una descrizione analitica delle indagini eseguite, con i relativi esiti di seguito elencati, e detterà le conseguenti prescrizioni:

- a) contesti in cui lo scavo stratigrafico esaurisce direttamente l'esigenza di tutela;
- b) contesti che non evidenziano reperti leggibili come complesso strutturale unitario, con scarso livello di conservazione per i quali sono possibili interventi di reinterro, smontaggio, rimontaggio e musealizzazione, in altra sede rispetto a quella di rinvenimento;
- c) complessi la cui conservazione non può essere altrimenti assicurata che in forma contestualizzata mediante l'integrale mantenimento in sito.

Nelle ipotesi di cui alla lettera a), la procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico si considera chiusa con esito negativo e accertata l'insussistenza dell'interesse archeologico nell'area interessata dai lavori.

Nelle ipotesi di cui alla lettera b), la soprintendenza determina le misure necessarie ad assicurare la conoscenza, la conservazione e la protezione dei rinvenimenti archeologicamente rilevanti, salve le misure di tutela eventualmente da adottare ai sensi del codice dei beni culturali e del paesaggio, relativamente a singoli rinvenimenti o al loro contesto.

Nel caso di cui alla lettera c), le prescrizioni sono incluse nei provvedimenti di assoggettamento a tutela dell'area interessata dai rinvenimenti e il Ministero dei beni e delle attività culturali e del turismo avvia il procedimento di dichiarazione di interesse culturale di cui agli articoli 12 e 13 del D.lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio).

#### **Art. 1.4.13 GESTIONE DEI REPERTI RINVENUTI**

I reperti rinvenuti dovranno essere raccolti ed immediatamente contrassegnati con l'apposizione del riferimento di strato, e indicati nella relativa scheda di unità stratigrafica. Essi dovranno essere puliti e/o lavati a seconda della natura del materiale costruttivo, siglati e inventariati secondo le modalità che verranno indicate dalla Direzione lavori e dalla Direzione scientifica, e, divisi per classi, riposti in contenitori adeguati secondo la natura e le caratteristiche chimico/fisiche del materiale stesso. Tali contenitori verranno contrassegnati con siglature indelebili recanti l'indicazione della data di reperimento, numero di unità stratigrafica, posizionamento relativo all'interno dello strato.

Ogni reperto, di qualsiasi natura, che presenti problemi di conservazione, potrà essere tempestivamente trasferito presso il laboratorio di restauro, comportando opportune sospensioni dei lavori disposte dalla Direzione lavori, senza che l'appaltatore possa richiederne speciale compenso o indennizzo alcuno.

Dovrà inoltre essere compilato e costantemente aggiornato un elenco dei reperti mobili, suddivisi e quantificati per classi a cura del responsabile della gestione reperti e secondo le indicazioni della Direzione scientifica.

La Stazione Appaltante si impegna, salvo diverso avviso della Direzione scientifica, a garantire il ricovero temporaneo dei reperti rinvenuti in locali idonei dal punto di vista della conservazione e della sicurezza. Tali locali dovranno essere accessibili al personale della Direzione lavori e della Direzione scientifica e ai soggetti incaricati delle attività di indagine e della catalogazione dei reperti e dovranno essere mantenuti disponibili fino a quando non sarà possibile assicurare in altra sede la loro conservazione anche presso strutture museali.

I reperti, che a insindacabile giudizio della Direzione scientifica potranno essere considerati di particolare pregio dovranno essere trasportati il giorno stesso del rinvenimento nella sede indicata dalla Direzione scientifica stessa.

#### **Operazioni specialistiche sui reperti**

Non dovranno essere sottoposti a lavaggio i vetri, i metalli, gli intonaci dipinti e non, e tutti i reperti di natura organica, le ceramiche con sovrappinture e ingobbi delicati, la coroplastica, e, in genere, tutti i materiali di cui si sospetti la possibilità di un danneggiamento conseguente all'operazione.

Le ossa rinvenute devono essere lavate sotto acqua corrente a debole getto. Se tuttavia esse appaiono friabili è opportuno pulirle a secco con spazzole e/o spazzolini. Dopo il lavaggio le ossa devono essiccare



all'ombra. Quando perfettamente asciutte, le ossa andranno conservate in idonei contenitori, atti ad impedire la condensa, lo sviluppo di microrganismi e qualsiasi tipo di reazione chimica. La siglatura delle ossa, eseguita usando inchiostro di china, sarà fatta in un secondo momento, dopo che l'archeozoologo ha separato i frammenti determinabili da quelli non determinabili. Ovviamente tutti i dati di rinvenimento e/o stratigrafici saranno apposti all'interno e all'esterno dei contenitori come per tutti gli altri reperti.

Nel caso di setacciatura sotto getto d'acqua, il materiale deve essere fatto asciugare lentamente su fogli di carta in un contenitore aperto, in un luogo ben areato, asciutto, ma non esposto ai raggi solari o ad altra fonte di calore. Quando perfettamente asciutto, il campione può essere conservato in capsule rigide di plastica, con carta o cotone.

Nel caso si prevedano analisi radiocarboniche di alcuni frammenti, si dovrà evitare per questi il contatto con materiali di origine vegetale o animale, sostituendo alla carta materiale plastico o di alluminio, più adatto.

Sui legni umidi occorre innanzitutto evitare un repentino disseccamento con aspersioni ripetute di acqua distillata; quindi si procederà, a seconda delle condizioni del materiale e sotto la guida di un restauratore, ad un intervento di stabilizzazione dell'umidità in vasca oppure di essiccazione controllata. Per i legni conservati aderenti ai metalli è opportuno che il reperto venga trasferito il più rapidamente possibile presso un laboratorio di restauro.

#### **Art. 1.4.14**

### **DISPOSIZIONI PER IL COLLAUDO**

Il collaudo relativo alle indagini archeologiche dovrà essere fatto in corso d'opera, sempre che non sussistano le condizioni per il rilascio del certificato di regolare esecuzione, così come stabilisce l'art. 251 comma 1 del D.P.R. 207/2010 per il collaudo dei lavori riguardanti i beni culturali. In particolare, per i beni relativi alla categoria OS 25 *Scavi archeologici e attività strettamente connesse*, come specifica l'art. 251 comma 4 del D.P.R. 207/2010, l'organo di collaudo dovrà comprendere anche un tecnico con la qualifica di archeologo in possesso di specifica esperienza e capacità professionale coerenti con l'intervento, nonché un restauratore entrambi con esperienza almeno quinquennale e in possesso di specifiche competenze coerenti con l'intervento.

#### **Art. 1.4.15**

### **ONERI DELL'APPALTATORE**

Saranno a totale carico dell'appaltatore:

- l'impianto e conduzione del cantiere
- la pulizia e predisposizione dell'area di indagine
- le attrezzature ed i macchinari necessari per l'esecuzione delle indagini, compresa eventuale imbarcazione e/o attrezzatura subacquea.
- la fornitura della documentazione grafica e fotografica nei vari periodi del corso d'opera, nel numero e nelle dimensioni indicate dalla D.L.
- la pulizia e la regolarizzazione delle superfici, scarpate, pareti, cigli e testimoni, l'apposizione dei riferimenti topografici e la cartellinatura dei riferimenti stratigrafici.

Sarà inoltre a totale carico dell'appaltatore la fornitura dei materiali e degli strumenti occorrenti per la realizzazione dei lavori di indagine archeologica, di documentazione archeologica e di immagazzinamento dei reperti, come:

- i materiali per il rilievo
- i materiali per la pulizia e la sistemazione dell'area
- i materiali da scavo
- i materiali per la gestione dei reperti
- i materiali per la produzione di disegni e documentazione
- i materiali per documentazione informatica

## **Art. 1.5**

### **RILIEVO E RAPPRESENTAZIONE DEI SOTTOSERVIZI**

L'attività riguarda il rilievo dei sottoservizi delle aree in cui ricadono gli interventi

Dovrà essere eseguita l'individuazione di servizi e sottoservizi esistenti relativi a:

- reti elettriche,
- acquedotto,
- fognatura,
- telefoniche,
- gas,
- qualsiasi altra interferenza esistente lungo i tratti in cui ricadono gli interventi.

L'Affidatario dovrà fornire tutte le informazioni relative a dimensione in pianta e profondità delle reti e dei pozzetti, caratteristiche delle reti (diametro e materiale della tubazione, presenza di saracinesche ed organi di manovra ecc.), anche mediante l'impiego di tecnica georadar (GPR – Ground Probing Radar).

Già in fase di preliminare erano state inviate agli Enti gestori presenti le richieste di segnalazione dei sottoservizi, alcuni dei quali hanno risposto fornendo solo in parte tutte le richieste inoltrate. Risposte che oggi si allegano come traccia di partenza per le nuove indagini.

In particolare le informazioni richieste riguardano diametro/dimensioni, tracciati planimetrici e profili altimetrici, caratteristiche funzionali.

In questa fase si richiede di completare le informazioni avute con l'effettiva individuazioni in campo di tutti i sottoservizi presenti che interferiscono con i tracciati di progetto, e l'approntamento di una adeguata cartografia di restituzione che permetta di individuare quanto richiesto e necessario quindi, i tracciati con l'esatto posizionamento planimetrico, i diametri, le profondità e le tipologie del sottoservizio.

A tal fine si ritiene che si possa procedere attraverso una campagna di rilievo che preveda indagini sia di tipo indiretto che di tipo dirette, quest'ultime con lo scopo di verificare e calibrare le prime.

Le indagini di tipo indiretto si ritiene che possano essere effettuate con il georadar, mentre quelle dirette prevedono lo scavo con macchina ed a mano con la messa a nudo dei sottoservizi.

Oltre alle predette indagini, l'Appaltatore dovrà eseguire le indagini videoscopiche sulle condotte fognarie esistenti interessate dal presente progetto e riportate negli elaborati grafici allegati.

#### **Art. 1.5.1**

##### **NORME TECNICHE**

Per l'esecuzione del servizio l'Affidatario potrà utilizzare la strumentazione che riterrà più congeniale (total station, GPS, etc.), con l'obbligo di certificare che, per l'esecuzione del rilievo, la strumentazione usata deve essere tale da garantire un errore quadratico medio sulle misure angolari non superiore ai +/- 5 secondi centesimali e un errore quadratico medio non superiore a +/- 2 mm + 2ppm per la determinazione delle distanze.

Preventivamente alla esecuzione dei rilievi l'Affidatario dovrà consultare presso gli uffici tecnici della Stazione appaltante, la cartografia e la documentazione esistente e provvedere alla raccolta, a sua cura e spese, presso i competenti Enti e le altre Amministrazioni, di tutti gli elementi ricadenti nell'area in oggetto del rilievo o nelle sue immediate vicinanze, verificando mediante sopralluogo la loro presenza e lo stato di conservazione.

Sarà a carico dell'Affidatario, prima della esecuzione dei rilievi, l'acquisto di quanto è necessario e ogni altro onere per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.

Le procedure operative per la conduzione del rilievo dovranno essere concordate nelle possibili varianti richieste, tenendo presente che il rilevamento deve essere eseguito previo avviso della Stessa che ha facoltà di presenziare alle operazioni di rilievo.

L'individuazione dei sottoservizi esistenti, relativi a reti gas, reti elettriche, reti telefoniche e trasmissione dati, reti idriche, fognarie etc., dovrà essere espletata sia in campo, mediante il rilievo di posizione, profondità e caratteristiche tecniche delle reti e dei manufatti esistenti (pozzetti ecc.), sia attraverso il

confronto tra quanto rilevato e quanto acquisito dagli Enti preposti alla gestione delle reti esistenti. Sarà pertanto cura dell'Affidatario reperire, presso le sedi dei suddetti Enti, tutte le informazioni atte ad individuare l'esatta posizione e profondità delle infrastrutture interferenti con il tracciato di progetto. Per la ricerca dei sottoservizi (fognature, cavi, elettrodotti, oleodotti e gasdotti, ecc...) e delle strutture (fondazioni, strutture sepolte, masse ferrose ecc...) potenzialmente interferenti con le opere da realizzare si intendono incluse le seguenti attività:

- reperimento dati e informazioni pregresse;
- rilievo mediante la tecnica del georadar (GPR – Ground Probing Radar).

#### **Art. 1.5.2 INDAGINI DIRETTE**

l'indagine diretta prevede:

- l'esecuzione di pozzetti esplorativi per la calibrazione delle indagini georadar e la verifica visiva di quanto rilevato;
- il rilievo di tutti i pozzetti dei sottoservizi presenti lungo i tracciati interessati dalle condotte.

Delle predette indagini dirette, dovrà essere prodotta idonea restituzione mediante la georeferenziazione dello stesso (coordinate WGS84, e Gauss Boaga), i disegni monografici del pozzetto con le dimensioni interne larghezza, lunghezza e/o diametro, profondità, posizione dei tubi entranti ed uscenti, loro dimensioni (diametri), quote delle generatrici superiori ed inferiori di tutte le tubazioni, documentazione fotografica, e l'indicazione dell'Ente Gestore e il servizio interessato (es. acquedotto, elettrico, telefonico etc..). Il tutto verrà rappresentato in monografie formato A4 o A3.

#### **Art. 1.5.3 INDAGINI INDIRETTE (METODO GEORADAR)**

Fermo restando che per l'esecuzione del servizio l'Affidatario potrà utilizzare la strumentazione che riterrà più congeniale previo assenso da parte dell'Amministrazione, in questa fase si ipotizza che venga eseguita con la tecnica del Georadar che a parere dello scrivente risulta la più congeniale per l'ottenimento dei risultati attesi.

##### **1.5.3.1) metodo elettromagnetico impulsivo (Georadar)**

Le caratteristiche del georadar e del sistema di elaborazione dei dati acquisiti dovranno essere conformi a quanto previsto dalla norma CEI 306-8, prima edizione, luglio 2004 e ssmmii.

Il sistema georadar utilizzato per il rilievo dovrà essere costituito da uno strumento di adeguate caratteristiche (frequenza, numero di antenne, numero di canali, etc.). Sul medesimo dovranno essere ospitate un sistema DGPS-RTK per la georeferenziazione del rilievo.

In particolare, dovranno essere utilizzate antenne con frequenza da 300 a 900 Mhz, considerando che la frequenza di 500 Mhz è quella che meglio risponde in termini di penetrazione e risoluzione alle esigenze del rilievo. La presenza di sottoservizi nelle zone di indagine dovrà essere evidenziata mediante idonea segnaletica.

La metodologia e le apparecchiature impiegate dovranno consentire il raggiungimento di profondità di indagine fino a circa 5 m. Le anomalie rilevate dovranno essere riportate sulla base cartografica, su cui saranno interpolate, al fine di poter rappresentare planimetricamente i sottoservizi presenti.

#### **Art. 1.5.4 INDAGINI VIDEOSCOPICHE**

Nei tratti di condotta fognaria esistente, riportata negli elaborati grafici di progetto, dovranno eseguirsi le indagini videoscopiche all'interno delle tubazioni.

La Videoispezione dentro le tubazioni esistenti dovrà essere eseguita con telecamera a colori, dotata di contametri, rilevabile dalla superficie su piani orizzontali.

Di tale videoispezione dovranno essere forniti i video su cd-rom o dvd della visione integrale.

Inoltre per ogni video ispezione si dovranno redigere: rapporti grafici a colori dei tratti ispezionati da pozzetto a pozzetto contenenti tutti i dati interessanti per la valutazione dello stato della condotta (distanze, liquido trasportato, tipo di tubo ecc.) e con evidenziate e mappate le eventuali anomalie opportunamente identificate; una relazione tecnica sullo stato della condotta, la raccolta fotografica di almeno due foto (tratto iniziale e finale) ed in corrispondenza delle anomalie riscontrate, Video su CD, una tavola grafica di posizionamento planimetrico georiferito del tubo ispezionato e delle anomalie e problematiche individuate, il tutto su supporto cartaceo ed in versione digitale (in formato editabile tipo Doc per i rapportino e/o relazioni, e DWG per le planimetrie, ed in formato non editabile tipo PDF).

Sono a carico dell'appaltatore tutti gli adempimenti e tutti gli oneri per l'ottenimento di eventuali autorizzazioni, e delle operazioni propedeutiche all'esecuzione dell'indagine, quali distacco del servizio, pulizia della tubazione, l'eventuale aspirazione dei fanghi di risulta, il conferimento degli eventuali fanghi di risulta, ecc.

#### **Art. 1.5.5**

### **ADEMPIMENTI DELL'APPALTATORE**

Le attività di rilievo e le successive elaborazioni devono essere eseguite secondo le direttive impartite dall'Amministrazione, nel rispetto dei patti contrattuali, dei documenti e delle norme dagli stessi richiamate e delle possibili variazioni apportate.

In particolare sono a carico dell'Affidatario:

- tutte le spese per gli eventuali noli o acquisti necessari per eseguire il lavoro a regola d'arte;
- l'ottenimento di tutte le autorizzazioni per l'accesso alle aree di rilievo e le eventuali spese;
- tutte le spese per le elaborazioni cartografiche, l'editing finale su supporto informatico, la produzione del materiale fotografico e cartaceo, compresi gli eventuali diritti di copyright per la restituzione dei dati stessi.
- tutti gli adempimenti per eseguire le necessarie indagini in sicurezza;
- tutti gli adempimenti per ottenere le autorizzazioni necessarie per intervenire sia sulle proprietà private che su quelle pubbliche;
- tutti gli adempimenti, in accordo con l'Ente proprietario della strada, per la gestione del traffico veicolare;
- l'onere di ripristinare i luoghi indagati, allo stato preesistente e di garantire la sicurezza dell'area durante l'esecuzione delle indagini stesse.

Nel caso in cui per lo svolgimento delle attività si intenda utilizzare strumentazioni GPS, saranno a suo totale carico gli oneri economici e non, per verificare l'assenza di eventuali interferenze radio sulle frequenze GPS e per la soluzione dei problemi eventualmente derivanti da tali interferenze.

L'Affidatario rimane l'unico responsabile per eventuali danni prodotti nell'espletamento delle attività ed è tenuto all'eventuale ripristino dei luoghi e a eventuali risarcimenti per i danni prodotti.

L'accesso alle aree oggetto di rilievo è a cura e spese dell'affidatario.

#### **Art. 1.5.6**

### **RESTITUZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE**

L'investigatore al termine della campagna d'indagine dovrà produrre sia in forma cartacea che su supporti informatici in formato PDF ed editabili (tipo doc, dwg, o da concordare con la committenza) la seguente documentazione:

- relazione esplicativa;
- planimetrie georeferenziate in scala 1/500 con l'ubicazione dei sottoservizi;
- profili in scala 1/500/100 di tutte le aree di posa delle condotte fognarie oggetto del progetto di che trattasi con l'indicazione dei sottoservizi presenti;
- tutte le sezioni dei punti indagati quotate con l'ubicazione dei sottoservizi;
- monografie dei pozzetti esistenti come sopra specificato;
- documentazione fotografica delle indagini dirette ed indirette.

Inoltre secondo la metodologia sopra suggerita:

- planimetrie georeferenziate in scala 1/500 con l'ubicazione delle sezioni radar e delle anomalie elettromagnetiche riferibili alla presenza di sottoservizi e delle sezioni di scavo;

- planimetrie georeferenziate in scala 1/500 con l'ubicazione dei pozzetti esplorativi realizzati;
- tutti i profili georadar.
- file in formato KMZ per l'inserimento delle planimetrie dei sottoservizi rilevati sul programma "Google Earth"

In caso di utilizzo di altra metodologia di rilievo, previa autorizzazione da parte dell'Amministrazione, si dovrà fornire tutta la documentazione inerente l'attività svolta per la verifica dei dati.

## **Art. 1.6** **INDAGINI A MARE**

Le indagini a mare hanno lo scopo di caratterizzare i fondali interessati dalla posa della condotta di scarico dal punto di vista batimetrico, morfologico ed ambientale. Contestualmente si provvederà anche ai rilievi ai fini archeologici.

In linea generale si dovrà investigare fino ad arrivare ad una profondità di - 30 metri del livello medio marino, presumibilmente per una lunghezza complessiva di 1110 m dalla battigia per un corridoio di circa 150 metri (per complessivi 17 ha).

A tal fine si ritiene che possano essere approntate le seguenti attività:

- Indagine mediante sistemi Multibeam, Side Scan Sonar e Sub Bottom Profiler finalizzata all'acquisizione di un dataset completo da utilizzare per la fase di progettazione, integrata da un'indagine sismo-acustica mediante SBP, in grado di verificare la presenza di eventuali emergenze archeologiche.
- Indagini Ambientali di dettaglio finalizzate all'individuazione delle seguenti caratteristiche:
  - Mappatura e monitoraggio della Biocenosi, con particolare attenzione alla mappatura e relativo studio "ante-operam" sullo stato di salute della prateria di Posidonia Oceanica presente nell'area d'indagine.
  - Indagine visiva mediante ROV (Remotely Operated Vehicle) /OTS a conferma del dato strumentale precedentemente acquisito, con sistema di posizionamento subacqueo per la georeferenziazione dei filmati acquisiti.
  - Analisi Granulometrica mediante setacciatura e sedimentazione.
  - Misure mediante sonda CTD.
- Elaborazione ed Analisi dei dati geofisici ed ambientali acquisiti. In ultimo verranno prodotti almeno una Relazione Tecnica per tipologia d'indagine, i Reports, gli elaborati cartografici il tutto sia in formato cartaceo che digitale. La restituzione cartografica dei dati dovrà essere fornita a scala non inferiore a 1:1000, mentre la rappresentazione delle linee isobatimetriche avranno un'equidistanza non inferiore a 0,50 m.

La consegna di tutti gli elaborati sarà su supporto cartaceo (n. 2 copie) e n. 2 copie su supporto informatico in formato editabile (DWG/DXF, SHP, TXT, DOC, XLS) e in formato non editabile (PDF).

Per lo svolgimento degli studi ambientali si attuerà il protocollo redatto da ISPRA (balissage, riconoscimento dei limiti della prateria di Posidonia, conteggio dei fasci fogliari ecc (NB. Qualora la profondità del limite inferiore della prateria si trovasse a una profondità superiore a 40m, i campionamenti verranno eseguiti a partire dalla batimetrica dei 30 m).

Presumibilmente le operazioni da effettuare consisteranno, e sempre in rapporto alle apparecchiature presumibilmente ipotizzate, nelle seguenti operazioni:

- 1) mappatura con strumentazione geofisica che serviranno sia allo studio archeologico, all'ingegneria (profili e sezioni) lungo l'asse di posa della futura condotta), mappatura strumentale della biocenosi (dell'intera area individuata, necessaria in prima analisi per la scelta e relativa collocazione delle stazioni di monitoraggio Posidonia e Benthos.
- 2) Studio sulla Posidonia oceanica da eseguire oltre che con dato geofisico anche a mezzo di N°1 Operatore Tecnico Subacqueo con specializzazione in Ecologia Marina e N°1 Operatore Tecnico Subacqueo di supporto ed assistenza, che svolgeranno tutte le operazioni richieste per lo studio della

prateria di Posidonia dal protocollo ISPRA. Indagini sul MacroBenthos su N° 4 stazioni (e relative tre repliche a stazione)

- 3) Ispezione Visiva mediante ROV, a completamento dello studio sulla Posidonia e sul MacroBenthos, si svolgerà sia sulle stazioni di campionamento (Posidonia/Benthos) che lungo l'asse di posa della futura condotta.
- 4) Prelievo dei campioni (in corrispondenza delle stazioni Benthos) finalizzate all'analisi granulometrica. Misure CTD sempre in corrispondenza delle stazioni sopra indicate. Creazione della mappa inerente la Biocenosi.
- 5) Analisi di laboratorio
- 6) Redazione ed elaborazione Relazione, Reportistica e Cartografia.

#### **Art. 1.6.1 INDAGINI AMBIENTALI**

Per ciò che riguarda le indagini ambientali *ante operam* dei fondali del sito interessato, si rende necessaria al fine di fornire un quadro della situazione ambientale in quel dato momento, indispensabile per la successiva valutazione dei possibili effetti che le attività di scavo e posa di condotte sottomarine possono determinare a carico di aree di interesse biologico, come quelle caratterizzate dalla fanerogama marina Posidonia Oceanica e sulla composizione e struttura dei popolamenti macrobentonici insediati nei sedimenti.

Tali indagini avranno anche il fine di produrre la documentazione (monitoraggio ante operam) necessaria per le verifiche Ambientali quali ad esempio la verifica di Assoggettabilità Ambientale ai sensi dell'art.20 D.Lgs. n.4 del 16.01.08 e Valutazione d'Incidenza ex Ar. 5 DPR 357/97.

L'attività di monitoraggio prevede l'individuazione e la caratterizzazione delle eventuali praterie di Posidonia oceanica (Habitat prioritario 1120 del protocollo SPA/BIO) e delle comunità macrobentoniche insediate nei sedimenti di fondo mobile, seguendo le indicazioni tecnicoscientifiche ritenute necessarie e basate sui criteri indicati nel manuale ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione Ambientale).

Le indagini biologiche previste dovrebbero prevedere almeno le seguenti principali fasi operative:

1.       Attività in campo
  - Analisi dei luoghi, reperimento del materiale e studi esistenti nell'area, analisi dei rilievi batimorfologici, individuazione dei transetti (di cui uno lungo la linea di posa della condotta sottomarina) sui quali effettuare le riprese video-filmate col veicolo filoguidato R.O.V. (Remotely Operated underwater Vehicle) ed individuazione dell'eventuale prateria di Posidonia oceanica
  - Campionamento biologico e rilevamento di alcuni parametri ambientali sia direttamente in immersione sulle stazioni di campionamento prescelte, su P. oceanica, su MacroBenthos, che da natante per la raccolta dati sulla colonna d'acqua eseguite con una sonda multiparametrica tipo CTD e misure di trasparenza ad esempio tramite disco di secchi;
2.       Attività in laboratorio
  - sui campioni prelevati in immersione, analisi sulla Posidonia Oceanica, quali ad esempio quelle sui fasci fogliari e rizomi che prevedono analisi fenologiche, • analisi lepido cronologiche, analisi degli epifiti, • analisi dei borers, analisi su MacroBenthos attraverso l'individuazione degli organismi animali, e l'identificazione delle specie appartenenti ai taxa ritenuti i migliori indicatori delle caratteristiche ambientali l'analisi granulometrica sul sedimento per la determinazione delle classi granulometriche;
3.       Attività di elaborazione e presentazione dati

- Reports dei dati raccolti e successive elaborazioni statistiche destinate al calcolo di alcuni indici per la valutazione dello stato di qualità delle praterie indagate e dei fondi mobili associati e non che caratterizzano nel complesso dei fondali investigati. Così come Misure di densità e stime di ricoprimento su P. oceanica, l'Analisi Fenologica, l'Analisi degli organismi perforatori, gli Indici di biodiversità su popolamenti di fondo mobile
- In ultimo redazione e presentazione dei risultati tramite relazioni, grafici, documentazioni fotografiche ed immagini

Le indagini in situ, i campionamenti, le analisi e quant'altro necessario per la valutazione dello stato di salute e al monitoraggio dovranno essere eseguiti secondo le modalità indicate dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Ad esempio per il quanto riguarda P. oceanica seguendo un piano di campionamento gerarchico che preveda un certo numero di stazioni di campionamento (almeno di quattro stazioni di campionamento, ) suddivise ognuna in tre sottoaree di circa 400 m<sup>2</sup> ciascuna. Per ogni sottoarea andranno effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità;
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi.

Le repliche in una stessa area dovranno essere distanziate, tra di loro, di almeno 1 metro.

L'ultima replica in un'area e la prima replica dell'area seguente, dovranno invece essere distanziate di circa 10 metri.

Per le indagini relative alla caratterizzazione dei popolamenti bentonici di fondo molle andranno individuate non meno di quattro stazioni.

Per ciò che riguarda le misure e la raccolta dati sulla colonna d'acqua, queste sono previste attraverso l'uso di una sonda multiparametrica (C.T.D.) e di semplici strumentazioni più semplici quali disco di secchi (per la misura della trasparenza).

La sonda CTD, dove CTD è l'acronimo di Conducibility Temperature Depth, è un dispositivo che contiene la strumentazione necessaria per la misura della Conduttività elettrica (C), della Temperatura (T) e la pressione da cui si ricava la profondità (D) dell'acqua. È uno strumento modulare dove è possibile installare dei sensori accessori per la misura diretta di determinati parametri biologici, chimici e fisici.

La tecnica di campionamento standard è molto semplice, ed è definita vertical CTD cast. Innanzitutto raggiunta la posizione geografica d'interesse, la CTD viene calata lungo la verticale, fino a raggiungere il fondale marino, e poi viene issato nuovamente.

Dai parametri primari, tuttavia, è possibile ricavare, attraverso algoritmi complessi, gli stessi parametri misurabili dai sensori accessori. La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dal lavoro che si sta effettuando. Nella ricerca di base si preferisce misurare i parametri di interesse utilizzando sensori specifici (sensori per l'ossigeno disciolto, per la fluorescenza, per la torbidità, etc..), per le altre attività che non sono ricerca di base le misure indirette forniscono valori più che accettabili.

Una tipica misura CTD viene realizzata calando la sonda dall'imbarcazione, a velocità costante, lungo la colonna d'acqua, durante la discesa i sensori misurano i parametri e restituiscono valori numerici. I valori misurati sono visualizzabili come elenco e come profilo. Un profilo è costituito da un set di dati misurati ad intervalli regolari durante la discesa della sonda, il risultato è un profilo di temperatura, di salinità e così via. Un profilo contribuisce alla comprensione delle dinamiche fisiche che esistono nelle masse d'acqua, quali, rapidi cambiamenti della densità, movimenti di masse d'acqua, caratteristiche acustiche dei fondali ed alla comprensione dei fenomeni biologici presenti nell'ambiente marino.

La sonda CTD, come affermato in precedenza misura in modo diretto i valori di:

- Conducibilità (C);



- Temperatura (T);
- Pressione (P).

da cui si ricavano i seguenti parametri:

- Profondità, come funzione di P e della latitudine;
- Salinità come funzione di T, C, P;
- Densità come funzione di T, S, P;
- Velocità del suono come funzione di T, S, P.

Da un punto di vista idrologico, in generale, un bacino marino è composto da un sistema a due strati di acqua, uno strato miscelato o superficiale ed uno profondo. Lo strato miscelato o superficiale è sottoposto alla movimentazione continua da parte del vento e del moto ondoso. Lo strato profondo è separato da quello superficiale da uno strato dove la temperatura cambia rapidamente, questo strato è detto termoclino.

La densità che è funzione della temperatura nello strato del termoclino varia rapidamente e in un sistema sufficientemente profondo la rapida variazione della densità rende difficoltoso il processo di miscelazione tra l'acqua superficiale e quella profonda.

Nei profili ricavati dalle cale della sonda nell'area di lavoro è possibile apprezzare, dove la profondità è sufficientemente elevata, le variazioni di alcuni di questi parametri lungo la colonna d'acqua.

Le misure di trasparenza della colonna d'acqua nelle stazioni di campionamento possono essere effettuate tramite un disco di Secchi. Tale dispositivo, tra i più semplici per questo tipo di misure, è costituito da un disco bianco, di 30 cm di diametro, fissato ad una cima metrata. Il disco di Secchi viene immerso in acqua e calato perpendicolarmente alla superficie fino alla profondità alla quale esso diviene invisibile dalla superficie stessa. La trasparenza della colonna d'acqua viene così definita come la profondità di scomparsa del disco di Secchi.

## **Art. 1.6.2 INDAGINI LITOLOGICHE**

### **SUB BOTTOM PROFILER (profilatore di sedimenti)**

Strumentazione che serve per la ricostruzione stratigrafica dei fondali dell'area investigata. Questo sistema permette di identificare la sequenza litostratigrafica presente sul fondale marino.

Il principio è basato sulla diversa velocità di propagazione del suono all'interno dei sedimenti, maggiore è la velocità e più marcato risulterà la risposta acustica. La penetrazione e la riflessione dipendono sia dalle proprietà fisiche del materiale attraversato, sia dalla potenza e dalla frequenza portante del segnale.

L'acquisizione prevede l'uso di diverse frequenze che possono variare tra 2 kHz e i 8 kHz mentre la potenza è compresa tra 1 e 5 kW. Gli impulsi riflessi sono ricevuti dallo stesso trasduttore acustico usato per la trasmissione ed il segnale elettrico risultante è registrato su carta da un registratore grafico.

Il sistema si avvale della tecnologia digitale "Chirp" avanzata per produrre immagini ad alta risoluzione. Nell'area da indagare, vengono effettuati dei transetti distanti tra loro a seconda del grado di risoluzione e di precisione che si vuole ottenere dal rilievo.

Il sistema S.B.P. è sempre costituito da una unità hardware che rimane a bordo della imbarcazione che registra e processa le informazioni acquisite e da un trasduttore racchiuso in un involucro pesciforme che viene immerso in mare fissato alla barca o portato a traino. Sistema del tutto simile allo SSS sopra descritto.

I dati acquisiti (profili sismici) vengono interpretati per ricostruire gli spessori sedimentari di medesime litologie di sedimenti. I risultati interpretativi vengono riportati su carte dove vengono evidenziate attraverso la mappature di "isocronopache" gli spessori dei sedimenti indagati.

### **Art. 1.6.3 INDAGINE BATIMETRICA**

#### **MULTIBEAM SYSTEM (MBES)**

Risulta essere una tecnologia capace di fornire altissimi standard quantitativi e qualitativi delle informazioni prodotte. Con questa strumentazione si passa da un'acquisizione per singoli punti (beam) lungo la rotta di navigazione (ecoscandaglio tradizionale) ad un'acquisizione continua che utilizza più di 100 beams contemporaneamente coprendo una fascia di fondale pari a 3/5 volte la profondità indagata. Questo tipo di acquisizione oltre a consentire un notevole risparmio di tempo di acquisizione, permette di conoscere con maggior precisione la reale morfologia del fondale con le rispettive quote batimetriche essendo ottenute, queste ultime, per misura diretta e non per interpolazione.

Nel processing dei dati acquisiti vengono verificati tutti i dati; vengono corretti eventuali errori di posizionamento mentre il dato batimetrico viene corretto con il dato di marea locale. La restituzione dei dati viene fornita in 2D a scala, non inferiore a 1:1.000 su supporto cartaceo / magnetico, dove vengono rappresentate linee isobatimetriche con equidistanza che dipende dal fattore di scala. (0.25-0.50 m, con rappresentazioni in scala 500/2000; 1.0-2.0 metri con scala dal 2000 a 10000). Se è stato eseguito un reticolo di rilievo molto fitto (1x1 m) è possibile fornire anche rappresentazioni in 3D del fondale.

#### **SIDE SCAN SONAR (Sonar a Scansione Laterale),**

è un particolare apparato sonar attivo studiato, prevalentemente, per la ricerca e la mappatura nei fondali marini a scopi di archeologia subacquea ed altro, che consente rilevamenti accurati di profili dei reperti giacenti sul fondo del mare, creare carte nautiche, rilevare ed identificare oggetti sottomarini, ricercare le caratteristiche batimetriche dei siti, aiutare a localizzare e identificare gli artefatti di origine antropica subacquee, classificare i fondali base al tipo di materiale di deposito.

Le modalità d'uso sono rappresentate nella figura a fianco.

La nave pilota (NP), con le apparecchiature che costituiscono la parte di comando ed elaborazione dati del side scan sonar traina, ad una velocità compresa tra i 2 ed i 6 nodi, un piccolo veicolo leggero (VL) che alloggia le parti bagnate del sonar.

L'insieme dei trasduttori d'emissione/ricezione del (VL) e l'elettronica associata, interfacciano con la parte asciutta attraverso un cavo speciale di interscambio dati e segnali al fine di realizzare i fasci acustici di scansione laterale.

La quota di navigazione di (VL) viene mantenuta costante intorno a 100-200 m dal fondo per profondità del sito non superiori a 1000 m.

Durante il percorso (VL) emette, a cadenza programmata, segnali acustici impulsivi che illuminano opportunamente il fondo (fasci di scansione laterale) al fine di ottenere una serie di echi di ritorno che, ricevuti dalle basi acustiche di (VL), generano tensioni impulsive da elaborare per la mappatura del fondale.

L'operazione di scansione acustica del fondale avviene, di principio, secondo la sequenza:

-1) (VL) emette un impulso acustico in grado d'illuminare, con spessore calibrato "larghezza zona illuminata (lzi)", le due sezioni del fondo marino, sezione di destra e sezione di sinistra, viene esclusa la parte di fondale sotto la verticale di (VL);

-2) gli echi delle piccole areole che formano le sezioni illuminate sono ricevuti dalle basi idrofoniche di (VL) che le trasformano in tensioni elettriche; queste, opportune amplificate, filtrate e trasformate con adatti convertitori A/D, sono inviate al sistema di calcolo ed elaborazione del sonar su (NP).

-3) Il sistema di calcolo, in base alle differenze dei tempi d'arrivo dei singoli echi, individua le posizioni delle piccole areole lungo la fascia illuminata "zfi" per la traduzione in formato video della prima striscia di scansione.

-4) (VL), trainato da (NP), prosegue l'avanzamento e la sequenza si ripete.

Ad ogni quaterna di azioni 1), 2), 3), 4) corrisponde una nuova striscia di scansione opportunamente posizionata accanto alla precedente per realizzare l'effetto di presentazione video detto a cascata.

Il risultato finale è rappresentato da una cartografia dove vengono mappate le diverse litologie incontrate, affioramenti di roccia, limiti inferiore e superiore della posidonia, le sue diverse unità, ecc.

#### **Art. 1.6.4 SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO**

I sondaggi saranno effettuati mediante l'impiego di un pontone ed inoltre attraverso la messa in opera di tubazione per passaggio di tratto in acqua.

Le profondità dei sondaggi a carotaggio investigano circa 4 metri sotto la linea della condotta marina, la caratterizzazione fisica e meccanica viene fatta mediante prove di laboratorio previste in ogni sondaggio.

I campioni prelevati all'attività di perforazione dovranno essere analizzati presso laboratori geotecnici autorizzati mediante prove atte alla caratterizzazione "fisico-tecnica" del terreno.

I campioni accompagnati da opportuni documenti di trasporto dovranno essere conservati in ambiente idoneo in attesa che vengano sottoposti alle seguenti analisi e prove:

- Determinazione del contenuto d'acqua naturale per essiccamento in stufa, da effettuare sulla media di almeno 3 provini;
- Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale mediante fustella tarata di diametro di 38 mm, da effettuare sulla media di 3 provini;
- Determinazione del peso specifico dei granuli (ASTM D854-10) da effettuare sulla media su due valori;
- Analisi granulometrica mediante stacciatura e sedimentazione, con aerometro, (ASTM D 422-63 (2007); UNI CEN ISO/TS 17892-4:2005) mesh (apertura maglie pari a 0,0074 mm);
- Prova di rottura per compressione semplice non confinata (ELL) (ASTM D 2166-06; UNI CEN ISO/TS 17892-7:2005) con rilievo e diagrammazione della curva tensioni – deformazioni;
- Prova di taglio diretto, (ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005) da eseguire su almeno n.3 provini con scatola di Casagrande in condizione consolidata - drenata (CD) con rilievo e diagrammazione delle curve cedimenti/tempo e tensioni – deformazioni, con velocità di rottura compresa tra 0,02 mm/min e 0,002 mm/min;

Sarà compito del geologo responsabile, informato sulle caratteristiche progettuali dalla Stazione Appaltante, identificare opportunamente le profondità di prelievo confacenti alle esigenze degli interventi. Tali profondità dovranno essere indicate nel programma di perforazione da sottoporre alla Stazione Appaltante per l'approvazione.

Le prove dovranno eseguirsi in laboratori certificati ai sensi del D.P.R. n. 380/2001 art. 59 e della Circolare 08.09.2010 n. 7618/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 l'analisi granulometrica mediante vagliatura.

## **Art. 1.6.5**

### **SPECIFICHE PER IL CAMPIONAMENTO**

#### **Requisiti per l'imbarcazione**

Le caratteristiche del sito e l'accessibilità delle singole stazioni di campionamento sono da verificare prima dell'inizio delle operazioni e sono parametri da considerare nella scelta dell'imbarcazione, o eventualmente di un pontone di lavoro, e di conseguenza della strumentazione da utilizzare per il campionamento.

Saranno a carico dell'Appaltatore tutte le spese necessarie per la ottenere le autorizzazioni necessarie per effettuare le operazioni richieste (permessi di navigazioni, permessi per effettuare le indagini a mare ecc.).

Sono altresì a carico dell'Appaltatore tutte le spese necessarie per la messa in opera dell'imbarcazione, per la custodia giornaliera e quanto altro necessario per l'esecuzioni delle predette indagini a mare.

Nella selezione dell'imbarcazione e/o pontone deve essere garantito:

- il pescaggio adeguato al raggiungimento delle stazioni di campionamento;
- la strumentazione di bordo idonea per il campionamento;
- lo spazio necessario per l'installazione e l'operatività dell'attrezzatura di campionamento scelta;
- lo spazio necessario per lo stoccaggio del materiale di consumo decontaminato da usare per la raccolta dei campioni;
- lo spazio necessario per lo stoccaggio provvisorio del materiale in esubero;
- lo spazio operativo per il subcampionamento di sedimento nelle diverse aliquote senza incorrere nel rischio di perturbazione fisica o contaminazione chimica del campione;
- lo spazio per lo stoccaggio dei contenitori a temperatura controllata, contenenti i campioni raccolti;
- lo spazio operativo per personale tecnico e strumentazione in completa sicurezza durante le fasi di campionamento.

#### **Posizionamento**

Per tutte le stazioni di campionamento dovrà essere fornita l'ubicazione reale. Il posizionamento delle stazioni di campionamento in acqua dovrà avvenire tramite GPS differenziale (DGPS) o cinematico (RTK). Di ogni campagna di rilievo dovrà essere fornito il file rinex.

Per il posizionamento dell'imbarcazione è, inoltre, necessario:

- lo scandaglio per la verifica e la misura della profondità reale di campionamento;
- il Differential Global Positioning System (DGPS), in grado di garantire il corretto posizionamento durante la fase di campionamento.

Le coordinate geografiche e le quote ellissoidiche dovranno fare riferimento all'ellissoide WGS84:

- latitudine e longitudine dovranno essere espresse in gradi, primi e frazioni di primo e nelle corrispettive coordinate UTM metriche.
- Le quote ellissoidiche dovranno essere espresse in metri e riferite al piano campagna per le stazioni a terra e al fondale marino per le stazioni a mare.

#### **Accorgimenti operativi**

Le coordinate della verticale di indagine devono essere collimate con l'asta del carotiere. Successivamente al posizionamento del carotiere sul punto di campionamento si procederà alla misura del battente d'acqua in quel punto.

#### **Strumentazione di campionamento**

In considerazione delle caratteristiche dell'area da indagare, le attività di prelievo dei sedimenti dovranno essere eseguite mediante vibrocarotiere o carotiere a rotazione, che rispetti le seguenti caratteristiche tecniche.

- *Diametro e lunghezza del campionatore.* Si richiede un diametro del liner non inferiore a 10 cm e una lunghezza non inferiore ai 2 m e ai 3 m, rispettivamente per il prelievo delle carote da 2 e 3 m.

- *Capacità di recupero del campionatore.* La carota deve essere recuperata per intero in un'unica operazione di carotaggio, senza soluzione di continuità, utilizzando quindi, aste di altezza appropriata a seconda dello spessore di materiale da caratterizzare per cui si richiede, comunque, un recupero pari al 100%. La strumentazione adottata dovrà prevedere una lunghezza di prelievo opportunamente incrementata rispetto a quella dei carotaggi programmati, al fine di consentire il recupero completo delle sezioni previste. Al fine di assicurare la stessa verticale d'indagine durante l'esecuzione di un carotaggio, deve essere mantenuto il posizionamento del pontone sulla stazione di prelievo.

- *Prelievo indisturbato di sedimento.* Si raccomanda il recupero di materiale il più possibile indisturbato. Nel caso d'utilizzo di carotiere a rotazione, la velocità di rotazione deve essere moderata in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore. L'indisturbabilità del campione deve essere garantita anche in fase di estrusione del campione. Si consiglia per tale operazione l'uso di un estrusore a pistone idraulico. In alternativa si può ricorrere al taglio longitudinale del rivestimento interno utilizzato.

- *Prelievo di sedimento incontaminato.* Si richiede l'utilizzo di un rivestimento interno (*liner*) al carotiere in polietilene inerte, polipropilene o policarbonato, di lunghezza pari all'asta utilizzata. Inoltre, non è consentito l'uso di fluidi o fanghi di circolazione poiché potenziali contaminatori del campione.

- *Qualità del campione.* Al fine di evitare un'eventuale contaminazione del campione si raccomanda un'approfondita pulizia dei liners, delle strumentazioni e dell'equipaggiamento utilizzato dagli operatori tra le varie stazioni di prelievo. Inoltre, si raccomanda di evitare l'uso di sostanze detergenti, normalmente utilizzate per la pulizia o per l'ottimizzazione della funzionalità degli strumenti (lubrificanti, CRC, etc.), a causa di una possibile contaminazione del campione e di curare al massimo la pulizia dei liners. Inoltre, il prelievo dei livelli previsti dalla carota dovrà essere effettuato evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

- *Quantitativo di campione necessario.* Il quantitativo di campione deve essere sufficiente per tutte le determinazioni analitiche da effettuare. A tal proposito si dovrà provvedere a verificarne la rispondenza con i quantitativi richiesti dai laboratori incaricati della determinazione analitica.

## **GESTIONE DEI CAMPIONI**

Per ogni stazione di campionamento dovrà essere prevista una scheda riassuntiva in cui saranno riportate: le coordinate cartografiche (in alternative geografiche) di campionamento (sistema di riferimento adottato è UTM WGS84,); la quota del fondale (m) al momento del prelievo (misurata mediante un'asta graduata) e del pelo libero dell'acqua (mediante strumentazione DGPS in modalità RTK); la data e l'ora in cui è avvenuto il campionamento;

L'attività di prelievo dei sedimenti deve avvenire arrecando al campione il minor disturbo possibile evitando, inoltre, una sua potenziale contaminazione a causa di un uso improprio della strumentazione da parte degli operatori.

Mantenere l'integrità del campione è fondamentale in quanto, distruggendo la struttura originaria del sedimento, si verrebbero a modificare le sue caratteristiche fisico-chimiche originarie; inoltre, come conseguenza diretta, si determinerebbe anche una variazione nella biodisponibilità dei contaminanti presenti.

Inoltre, per ogni campione da analizzare dovrà essere prevista la:

**Descrizione stratigrafica.** Le carote dovranno essere fotografate e ispezionate visivamente da personale specializzato. In ogni foto deve comparire una targa identificativa della carota, comprendente: il codice della stazione, la data di prelievo e la lunghezza della carota. Nella scheda riassuntiva devono inoltre essere riportate le osservazioni rispetto a: colore, odore, grado di idratazione, presenza di residui e materiali organici, presenza di strutture sedimentologiche.

**Scelta delle sezioni da prelevare per le indagini di laboratorio.** Le carote dovranno essere misurate per l'intera lunghezza di prelievo e successivamente subcampionate. A tale scopo è opportuno posizionare accuratamente una fettuccia metrica lungo la carota sia per misurare il recupero complessivo, sia per avere un riferimento della quota dei livelli da prelevare. Il subcampionamento avverrà prelevando per ciascuna carota, partendo dal top, livelli di sedimento corrispondenti agli intervalli 0-50 cm, 50-100 cm, 100 -150 cm, 150 -200 cm, 200 -250 cm, 250 - 300 cm, 300-350 cm, 350-400 cm.

**Misurazione di pH, temperatura e potenziale di ossidoriduzione.** Le misure devono essere effettuate dal personale della Ditta appaltatrice incaricata, direttamente sui singoli livelli/campioni prelevati, siano essi

destinati alle determinazioni analitiche (prima della suddivisione in subcampioni) oppure alla sola conservazione. Si dovrà avere cura di non effettuare la misura sulla parte di sedimento direttamente a contatto con il liner, prima della suddivisione in subcampioni. In caso di impossibilità di eseguire tale determinazione a causa delle caratteristiche del sedimento, tale misura non verrà eseguita e la motivazione dovrà essere riportata nella relativa scheda di campionamento.

**Preparazione del campione in campo.** Formate le aliquote relative alle sostanze volatili (nei relativi vials) e ai cianuri, i sedimenti prelevati da ogni livello devono essere preventivamente omogeneizzati e suddivisi in due subcampioni dalla Ditta responsabile del campionamento, uno dei quali deve essere conservato in contenitori in HDPE a temperatura compresa tra -18°C e -25°C e tenuto a disposizione del committente. Nella formazione dei due subcampioni dovrà essere prioritaria quella del subcampione destinato alla formazione delle diverse aliquote da sottoporre ad analisi, con il materiale rimanente si procederà alla formazione del subcampione di controllo (circa 250 gr compatibilmente con il materiale a disposizione). Il subcampione destinato all'analisi deve essere prontamente suddiviso in aliquote da parte dell'affidatario. Si sottolinea quindi che per ciascun campione la quantità di materiale prelevata deve essere tale da poter essere suddivisa in due aliquote, delle quali una utilizzata per l'esecuzione delle analisi fisiche e chimiche e l'altra conservata (da -18 °C a -25°C) per le eventuali controanalisi e verifiche.

Il campione per i saggi ecotossicologici è raccolto in contenitori di polietilene o vetro decontaminato, immediatamente posto a temperature comprese tra +4°C e +6°C. Le analisi dovranno essere eseguite entro 10 gg. dal prelievo, salvo diversa indicazione del metodo di riferimento utilizzato.

Per quanto riguarda i campioni da conservare, è sufficiente provvedere alla misura in campo di pH e potenziale redox, quindi all'omogeneizzazione e alla conservazione in contenitori di HDPE, a temperatura compresa tra -18 °C e - 25 °C.

In base alle esigenze dei laboratori che effettueranno le analisi sui campioni di sedimento, le aliquote di campioni per le diverse tipologie di contaminanti, qualora sia prevista la conservazione all'interno di contenitori dello stesso tipo, potranno, in fase di sub campionamento, essere riunite all'interno dello stesso contenitore.

La gestione del sedimento in esubero deve essere prevista con un sistema di smaltimento delle sezioni di sedimento che non verranno né analizzate né conservate in accordo con la normativa vigente (Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.). Ad ogni modo si dovrà evitare lo sversamento delle stesse durante le operazioni di lavoro.

#### **Art. 1.6.6 ANALISI PREVISTE**

Sui campioni dei sedimenti marini prelevati da sottoporre ad analisi in ottemperanza a quanto previsto dal D.M 04/08/2010 si dovranno determinare i seguenti parametri:

| <b>ANALITA</b>       | <b>METODO</b>                                 |
|----------------------|---|
| pH                   | CNR IRSA 3 Q.S4 Vol.3 1985                    |
| Potenziale redox     | APHA Standard Methods, ed 21 th 2005, 2580 B/ |
| Odore                | MPI-16-2011Rev-0                              |
| Colore               | MPI-09-2011 Rev-0                             |
| materiali grossolani | MPI - 07 - 2011 Rev - 0                       |
| Granulometria        | CNR IRSA 3 Q64 VOL 2 1984                     |
| Umidità              | CNR IRSA 2 Q64 Vol.3 1984                     |
| Peso Specifico       | CNR IRSA 3 Q64 VOL 2 1984                     |
| T.O.C.               | EPA SW-846 Met. 9060                          |
| Azoto Totale         | CNR IRSA 6 Q.64 Vol.3 1985                    |
| Fosforo Totale       | CNR IRSA 9 Q64 Vol.3 1985                     |
| <b>METALLI</b>       |   |
| Alluminio            | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007             |
| Arsenico             | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007             |
| Cadmio               | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007             |
| Cromo Totale         | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007             |

|  |   |
|--|---|
| Ferro                                    | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Piombo                                   | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Nichel                                   | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Rame                                     | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Vanadio                                  | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Zinco                                    | EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 C 2007               |
| Mercurio                                 | CNR IRSA 10 Q.64 1985+EPA 7473 1998             |
| <b>PCB</b>                               |   |
| PCB 28                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 52                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 77                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 81                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 101                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 105                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 114                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 118                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 123                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 126                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 128                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 137                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 138                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 153                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 156                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 167                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 169                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 170                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 180                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| PCB 189                                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Sommatoria PCB dioxilin like WHO - TEQ   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| <b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b> |   |
| Naphthalene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Acenaphthalene                           | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Acenaphthene                             | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Fluorene                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Phenantrene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Antracene                                | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Fluorantene                              | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Pyrene                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(a)anthracene                       | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Chrysene                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(b,k)fluoranthene                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(j)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(a)pyrene                           | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Indeno (1,2,3,cd)pyrene                  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Dibenzo(a,h)anthracene                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(g,h,i)perylene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(b)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| Benzo(k)fluoranthene                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA8270 D 2007  |
| <b>IDROCARBURI</b>                       |   |
| Idrocarburi <C12                         | EPA 8015 2007                                   |
| Idrocarburi >C12                         | EPA 8015 2007                                   |
| <b>PESTICIDI ORGANOCLORURATI</b>         |   |
| Aldrin                                   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| Dieldrin                                 | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| a-Esaclorocicloesano                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |
| b-Esaclorocicloesano                     | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007 |

|   |  |
|---|--|
| g-Esaclorocicloesano  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| DDD   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Lindano   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| DDT   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| DDE   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Esaclorobenzene   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Eptacloro   | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Eptacloro epossido  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Cis-Clordano  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| trans-Clordano  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| Eldrin  | EPA 3550 C 2007+EPA 3630 C 1996+EPA 8081 b 2007  |
| <b>COMPOSTI ORGANO STANNICI</b>   |  |
| Monobutil Stagno (MBT) (come Sn)  | ICRAM APP. 1 2001-2003   |
| Dibutil Stagno (DBT) (come Sn)  | ICRAM APP. 1 2001-2003   |
| Tributil Stagno (DBT) (come Sn)   | ICRAM APP. 1 2001-2003   |
| <b>DIOSSINE E FURANI</b>  |  |
| Policlorodibenzodiossine (PCDD) e<br>Policlorodibenzofurani (PCDF)<br>Somma PCDD/PCDF I-TEQ | EPA 3545 A 2007 + EPA 1613 B 1994 +<br>UNEP/POPS/COP.3INF/27<br>EPA 3545 A 2007 + EPA 1613 B 1994 +<br>UNEP/POPS/COP.3INF/27 |
|   |  |
| Amianto   | DM 6/09/94 (FTIR)  |
| <b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>  |  |
| Benzene   | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006  |
| Etilbenzene   | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006  |
| Stirene   | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006  |
| Toluene   | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006  |
| Para-Xilene   | EPA 5030C 2003+EPA 8260C 2006  |
| <b>MICROBIOLOGIA</b>  |  |
| Escherichia Coli  | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983   |
| Entorococchi  | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983   |
| Salmonella  | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983   |
| Spore di Clostridi solfitoreducitori  | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983   |
| Coliformi Totali  | CNR IRSA 3 Q.64 VOL.1 1983   |
| Stafilococchi Coagulanti +  | ISO 688-2:1999/AMD 1:2003  |
| <b>ECOTOSSICOLOGIA</b>  |  |
| Vibrio fischeri   | APAT CNR IRSA 8030 Man 29 2003   |
| Phaeodactylum tricornutum   | UNI EN ISO 10253: 2006   |
| Valutazione tossicità acuta con crostaceo<br>Artemia sp                                     | APAT CNR IRSA 8050 Man 29 2003   |

### SPECIFICHE PER L'ESECUZIONE DELLE ANALISI

Le procedure analitiche utilizzate per la determinazione dei parametri ricercati devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionale e/o internazionali (IRSA/CNR, EPA, ISO, etc.), se esistenti. In assenza di un protocollo come sopra specificato dovrà essere documentabile la validità della procedura utilizzata.

### Determinazione granulometrica sui sedimenti

dovrà inoltre essere determinata la granulometria, il contenuto d'acqua ed il peso specifico (sostanza secca) dei sedimenti.

La determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella seguente Tabella



| <b>Tabella 3 FRAZIONI DIMENSIONALI</b> |         | <b>DIMENSIONI</b>       |
|--|---------|-------------------------|
| GHIAIA                                 |         | > 2 mm                  |
| SABBIA                                 |         | 2 mm > x > 0,063 mm     |
| PELITE                                 | SILT    | 0,063 mm > x > 0,004 mm |
|  | ARGILLA | < 0,004 mm              |

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

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

### **Assicurazione qualità del dato analitico**

Le analisi devono essere condotte da Enti e/o Istituti pubblici oppure da laboratori privati. I laboratori privati devono essere in possesso dell'accreditamento secondo la norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2005, almeno per la determinazione dei seguenti parametri: granulometria, metalli, IPA, PCB, idrocarburi.

Devono essere specificati i criteri stabiliti e documentate le modalità utilizzate per l'assicurazione della qualità del dato (es. partecipazione continua a circuiti intercalibrazione nazionale e/o internazionale).

In ogni caso i laboratori devono fornire un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti:

- identificazione univoca del campione analizzato;
- elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- metodo di riferimento usato;
- limite di quantificazione.

Nella seguente Tabella 4 sono riportati alcuni limiti di quantificazione che è indispensabile raggiungere per i sedimenti

| <b>Parametri chimici</b>   | <b>u.m.</b> | <b>Limite di quantificazione</b> |
|--|-------------|----------------------------------|
| <b>Parametri inorganici</b>  |             |                                  |
| Alluminio  | mg/kg s.s.  | 5,0                              |
| Arsenico   | mg/kg s.s.  | 0,1                              |
| Cadmio   | mg/kg s.s.  | 0,05                             |
| Cromo  | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Ferro  | mg/kg s.s.  | 5,0                              |
| Mercurio   | mg/kg s.s.  | 0,05                             |
| Nichel   | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Piombo   | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Rame   | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Vanadio  | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Zinco  | mg/kg s.s.  | 1,0                              |
| <b>Parametri organici</b>  |             |                                  |
| Policlorobifenili (PCB)<br>(per singolo composto)                    | µg/kg s.s.  | 0,1                              |
| Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)<br>(per singolo idrocarburo) | µg/kg s.s.  | 1,0                              |
| Idrocarburi leggeri (C≤12)   | mg/kg s.s.  | 0,5                              |
| Idrocarburi pesanti (C>12)   | mg/kg s.s.  | 1,5                              |
| Composti organo stannici<br>(mono-, di-, tri-butilstagno, come Sn)   | µg/kg s.s.  | 1,0                              |

Inoltre, al momento della presentazione dell'offerta dovrà essere specificato quanto segue:

- l'indicazione del metodo di determinazione al quale si prevede di ricorrere, del relativo limite di quantificazione e di rivelabilità. Eventuali discordanze che si dovessero verificare nel corso delle analisi, ossia l'uso di metodiche differenti rispetto a quelle originariamente indicate, deve essere giustificato al

momento della redazione dei Rapporti di Prova, sui quali si ricorda deve essere indicato, in maniera inequivocabile, il metodo usato.

- l'utilizzo, per ciascuna determinazione analitica richiesta dalle attività di caratterizzazione ambientale, di materiale certificato e, dove non disponibile, l'uso di materiale di riferimento corredato da valore medio e valore di incertezza ad esso associato;
- la disponibilità da parte del laboratorio a soddisfare la "dimostrazione di iniziale professionalità" relativamente ai metodi di analisi scelti per le determinazioni analitiche tramite la partecipazione a prove interlaboratorio e/o l'esecuzione di analisi di campioni "ciechi", il cui risultato analitico deve essere corredato del valore di accuratezza e precisione previsti dal metodo analitico;
- l'utilizzo, per la determinazione di diossine e furani, del metodo EPA 8290 (o EPA 1613) con spettrometria di massa ad alta risoluzione, in quanto risulta la metodica più adeguata al raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto.

### **Indagini ecotossicologiche**

Le procedure analitiche utilizzate dovrebbero essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e/o internazionali o essere di validità internazionalmente riconosciuta (ASTM, EPA, ISO, AFNOR, CNR-IRSA, APAT, ecc.). Qualora vengano applicate "varianti" o metodi "interni", le modifiche rispetto al protocollo originale dovranno essere dettagliate ed opportunamente motivate con idonei riferimenti bibliografici.

Per quanto riguarda la composizione della batteria di saggi biologici, essa dovrà includere almeno 3 specie-test, differenti per caratteristiche ecologiche e per filogenesi.

La batteria di saggi biologici dovrà, inoltre, avere caratteristiche tali da poter "coprire" (complessivamente) l'analisi di almeno due matrici ambientali costituite da:

- sedimento tal quale o umido;
- acqua interstiziale o elutriato;

I risultati dei test condotti dovranno contenere tutte le informazioni necessarie a consentire un'interpretazione inequivocabile della correttezza del dato. In particolare, dovranno essere fornite, in funzione delle caratteristiche dello specifico protocollo impiegato:

- metodo utilizzato per l'esecuzione del test;
- modalità di conservazione del campione;
- eventuale pretrattamento del campione;
- giorni intercorsi tra la data di campionamento e la data di analisi;
- n. repliche e n. diluizioni adottate;
- EC50 e/o EC20 con i relativi limiti di confidenza al 95%;
- effetto massimo (%) e corrispondente diluizione;
- effetto medio (%)  $\pm$  dev. St.
- parametri statistici atti a valutare la significatività del risultato rispetto al controllo (esempio p statistico del t-test).

### **Art. 1.6.7**

#### **SPECIFICHE PER LA RESTITUZIONE DEI RISULTATI ANALITICI**

Per ogni perforazione eseguita dovrà essere fornita la descrizione litostratigrafica con segnalazione dei livelli eventualmente contaminati.

Per ogni stazione di campionamento di terreno, acqua e sedimento dovrà essere prevista una scheda riassuntiva in cui saranno riportate:

- le coordinate cartografiche (in alternative geografiche) di campionamento (sistema di riferimento adottato UTM WGS84 fuso 32);
- la data e l'ora in cui è avvenuto il campionamento;
- il codice del campione.

Le coordinate cartografiche (in alternativa geografiche) e le quote ellissoidiche dovranno fare riferimento all'ellissoide WGS84 e restituite come:

- Latitudine e longitudine: dovranno essere espresse in gradi, primi e frazioni di primo e nelle corrispondenti coordinate UTM cartografiche;
- Quote ellissoidiche: dovranno essere espresse in metri.
- 

Per ogni piezometro allestito dovranno essere forniti:

- le coordinate del punto di perforazione;
- la profondità effettiva raggiunta;
- i risultati relativi ai logs multiparametrici realizzati a seguito di ogni operazione di spurgo in forma

gabellare e graficizzata.

Per i campioni indisturbati di terreno e di sedimento prelevati dovrà essere fornita la fotografia, una descrizione del campione e i valori dei parametri registrati in campo (pH, potenziale redox).

Per i campioni di terreno dovrà essere fornita la certificazione riportante i valore dei limiti di liquidità e di plasticità di Atterberg, con indicazione dell'indice di plasticità, composizione granulometrica, risultati delle prove triassiali e della prova edometrica.

Per ciascuno dei campioni di acqua, terreno e sedimento oggetto di analisi chimiche i laboratori devono fornire un **Rapporto di Prova**, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti:  
identificazione univoca del campione analizzato;

- elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto;
- dove possibile, incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;
- metodo di riferimento usato;
- limite di quantificazione.

Dovranno essere prodotti almeno una Relazione Tecnica per tipologia d'indagine, i Reports, gli elaborati cartografici il tutto sia in formato cartaceo che digitale. La restituzione cartografica dei dati dovrà essere fornita a scala non inferiore a 1:500, mentre la rappresentazione delle linee isobatimetriche avranno un'equidistanza non inferiore a 0,50 m, i profili in scala 1:500/100.

Eventuali variazioni di elaborati o scale di rappresentazioni cartografiche dovranno essere concordate ed autorizzate dalla Committenza.

La consegna di tutti gli elaborati sarà su supporto cartaceo (n. 2 copie) e n. 2 copie su supporto informatico in formato editabile (DWG/DXF, SHP, TXT, DOC, XLS) e in formato non editabile (PDF/JPEG). Inoltre dovranno essere incluse le riprese tra i supporti digitali i video e tutte le riprese effettuate in formato di alta definizione e visionabile con i principali softwares commerciali (tipo AVI, DivX, MPEG, MOV ecc.)

## **Art. 1.7**

### **GESTIONE DEI RIFIUTI**

Tutti i rifiuti, sia solidi che liquidi, provenienti dalle attività eseguite, dovranno essere gestiti nel rispetto della vigente normativa in materia di trasporto e smaltimento (D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.).

L'Affidatario dovrà procedere, ai sensi della vigente normativa, ad indicare la classificazione dei rifiuti che saranno prodotti e gestiti nelle varie fasi di intervento (fino al successivo smaltimento).

Il D. Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003 definisce i requisiti delle diverse categorie di discariche. In particolare l'art. 4 classifica le discariche per categorie.

Il D.M. del 27 settembre 2010 stabilisce, per i rifiuti solidi, i criteri di ammissibilità in ciascuna categoria di discarica, così come definite nel decreto legislativo di cui sopra.

Il produttore di rifiuti è tenuto ad effettuare la caratterizzazione di base di ciascuna categoria di rifiuti (omologa del rifiuto) realizzata con la raccolta di tutte le informazioni necessarie per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza. Se le caratteristiche di base di una tipologia di rifiuti dimostrano che gli stessi soddisfano i criteri di ammissibilità per una categoria di discarica, tali rifiuti sono considerati ammissibili nella corrispondente categoria.

A tal fine i rifiuti solidi prodotti e destinati allo smaltimento in discarica, dovranno essere sottoposti alla caratterizzazione ai sensi del D.M. 27/09/2010. I rifiuti liquidi dovranno essere codificati e caratterizzati ai sensi del Nuovo Codice CER e inviati a impianto di destinazione finale.

Nelle attività previste sono da considerarsi almeno come rifiuti tutti i residui delle attività di perforazione, campionamento, esecuzione di prove in situ, decontaminazione delle attrezzature (comprese le acque), i residui delle attività di laboratorio (chimiche, fisiche, geotecniche, ecc.), nonché di tutto il materiale, le attrezzature, i DPI a perdere prodotti durante e dopo l'esecuzione delle attività in oggetto, nonché le cassette catalogatrici contenenti le carote da smaltire come descritto nei paragrafi precedenti.

L'Affidatario sarà in ogni caso considerato responsabile della corretta gestione dei rifiuti prodotti all'interno dell'area di lavoro e pertanto, ai fini delle operazioni di prelievo, trasporto, recupero e/o smaltimento sarà considerata a tutti gli effetti il "produttore" e "detentore" dei rifiuti in oggetto.

L'Affidatario dovrà comunque fornire alla Stazione Appaltante per l'approvazione, prima dell'inizio delle attività di campo, un piano di gestione dei rifiuti prodotti nel corso delle attività.

I rifiuti e i materiali di risulta prodotti dalle attività di perforazione potranno essere temporaneamente collocati in un'apposita area logistica di cantiere; la loro permanenza in tale area, nell'attesa del successivo smaltimento secondo la normativa vigente, a cura del prestatore del servizio, dovrà perdurare entro e non oltre i tre mesi successivi al termine delle attività in sito.

Si rammenta che le cassette catalogatrici dovranno essere conservate per un periodo di tempo non inferiore a 6 mesi e successivamente smaltite di concerto e a seguito di autorizzazione della Committente.

Il trasporto dei rifiuti dovrà avvenire con mezzi adeguati ed autorizzati al trasporto in ottemperanza alle norme vigenti in materia.

Per tutti i rifiuti inviati a smaltimento, sia solidi che liquidi, l'Affidatario dovrà trasmettere alla Committente, oltre la quarta copia del formulario di trasporto, anche il certificato di avvenuto smaltimento rilasciato dal titolare dell'impianto secondo quanto previsto dall'Art. 188, comma 4 del D. Lgs. 152/2006. Qualora le modalità di attuazione non siano state ancora definite con apposito decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, dovrà comunque essere fornita una Dichiarazione di avvenuto smaltimento rilasciata dal titolare dell'impianto. Nel caso i rifiuti siano conferiti in impianti autorizzati situati all'interno del territorio nazionale la quarta copia del formulario dovrà essere trasmessa alla Committente entro tre mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore; tale termine è esteso a sei mesi nel caso di spedizioni transfrontaliere.

Il certificato di avvenuto recupero e/o smaltimento dovrà essere trasmesso alla Committente rispettivamente entro quattro e sette mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore.

## **Art. 1.8**

### **RESTITUZIONE DEI RISULTATI NORME COMUNI**

Delle indagini effettuate dovranno essere prodotti tutti gli elaborati descritti nei precedenti capitoli e comunque tutti quelli necessari a descrivere le attività svolte ed i risultati ottenuti secondo le prescrizioni di legge.

Dovranno altresì essere prodotte le cartografie a scala adeguata con l'ubicazione di tutte le prove eseguite, tale rappresentazione dovrà essere prodotta in coordinate cartografiche (in alternative geografiche) sistema di riferimento adottato UTM WGS84, dovrà altresì essere prodotto una copia delle planimetrie in formato KMZ per la visualizzazione su Google Earth;

La consegna di tutti gli elaborati sarà su supporto cartaceo (n. 2 copie) e n. 2 copie su supporto informatico in formato editabile (DWG/DXF, SHP, TXT, DOC, XLS) e in formato non editabile (PDF).

Il programma di indagini sopra illustrato può essere soggetto a rimodulazioni ed integrazioni in relazione ai risultati ottenuti nel corso della stessa campagna o ad eventuali esigenze progettuali, nonché ad eventuali richieste dell'Amministrazione.

Anche l'ubicazione dei sondaggi può essere soggetta a variazioni locali in funzione della logistica dei luoghi.

# INDICE PARTE SECONDA

|   |                |
|---|----------------|
| <b>1) Esecuzione delle indagini .....</b>                                   | <b>pag. 2</b>  |
| " <b>1) Operazioni preliminari alle indagini .....</b>                      | <b>pag. 4</b>  |
| " <b>2) Indagini geognostiche.....</b>                                      | <b>pag. 5</b>  |
| " a) Oggetto delle indagini geognostiche .....                              | pag. 5         |
| " 1) Requisiti generali.....  | pag. 6         |
| " 2) Attività preliminari .....   | pag. 7         |
| " 3) Posizionamento dei sondaggi .....                                      | pag. 7         |
| " b) Sondaggi a carotaggio continuo .....                                   | pag. 8         |
| " c) Programma di perforazione .....  | pag. 9         |
| " d) Modalità di campionamento e conservazione dei campioni di terreno..... | pag. 10        |
| " e) Installazione di piezometri nei fori di sondaggio.....                 | pag. 11        |
| " f) Installazione inclinometri nei fori di sondaggio .....                 | pag. 12        |
| " g) Analisi geotecniche di laboratorio .....                               | pag. 15        |
| " h) Indagini di laboratorio .....  | pag. 16        |
| " i) Prova Geofisiche.....  | pag. 17        |
| " j) Prova di resistenza meccanica SPT .....                                | pag. 18        |
| " k) Elaborati da produrre.....   | pag. 20        |
| " <b>3) Caratterizzazione terre.....</b>                                    | <b>pag. 21</b> |
| " a) esecuzione dell'indagine.....  | pag. 21        |
| " <b>4) Indagini Archeologiche .....</b>                                    | <b>pag. 27</b> |
| " a) Generalità e normative .....   | pag. 27        |
| " b) Ruoli e competenze dei soggetti coinvolti.....                         | pag. 29        |
| " c) Cantieristica archeologica .....                                       | pag. 29        |
| " d) Scavi archeologici .....   | pag. 30        |
| " e) Scavi con mezzi meccanici e manuali .....                              | pag. 30        |
| " f) Diserbo.....   | pag. 31        |
| " g) Scavi stratigrafici archeologici.....                                  | pag. 31        |
| " h) Operazioni specialistiche negli scavi.....                             | pag. 32        |
| " i) Sondaggi geoarcheologici a carotaggio continuo .....                   | pag. 33        |
| " j) Side scan sonar .....  | pag. 33        |
| " k) Documentazione.....  | pag. 34        |
| " l) Conclusione iter procedurale .....                                     | pag. 34        |
| " m) Gestione dei reperti rinvenuti .....                                   | pag. 35        |
| " 1) Operazioni specialistiche sui reperti .....                            | pag. 35        |
| " n) Disposizioni per il collaudo .....                                     | pag. 36        |
| " o) Oneri dell'appaltatore .....   | pag. 36        |
| " <b>5) Rilievo e rappresentazione dei sottoservizi .....</b>               | <b>pag. 37</b> |
| " a) Norme tecniche .....   | pag. 37        |
| " b) Indagini dirette .....   | pag. 38        |
| " c) Indagini indirette (Georadar).....                                     | pag. 38        |
| " d) Indagini Videoscopiche .....   | pag. 38        |
| " e) Adempimenti.....   | pag. 39        |
| " f) Documentazione da produrre.....  | pag. 39        |
| " <b>6) Indagini a mare .....</b>   | <b>pag. 41</b> |
| " a) Indagini ambientali.....   | pag. 42        |
| " b) indagini litologiche.....  | pag. 44        |
| " c) indagine batimetrica .....   | pag. 45        |
| " d) Sondaggi a carotaggio continuo .....                                   | pag. 46        |
| " e) Specifiche per il campionamento .....                                  | pag. 47        |
| " f) Analisi previste.....  | pag. 49        |

|   |   |             |                           |
|---|---|-------------|---------------------------|
| " | g) Specifiche per la restituzione dei risultati analitici ..... | pag.        | <a href="#"><u>53</u></a> |
| " | <b>7) Gestione dei rifiuti.....</b>                             | <b>pag.</b> | <a href="#"><u>55</u></a> |
| " | <b>8) Restituzione dei risultati norme comuni .....</b>         | <b>pag.</b> | <a href="#"><u>56</u></a> |

