

**AFFIDAMENTO AI SENSI DELL'ART. 125 COMMA 10 E 11 DEL D.LGS. 163/2006 E
S.M.I. INERENTE I SONDAGGI PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA ED
AMBIENTALE DELL'AREA TRA IL MOLO POLISETTORIALE E V SPORGENTE DA
DRAGARE E DELL'AREA DI CASSA DI COLMATA PER L'AMPLIAMENTO DEL V
SPORGENTE – SIN TARANTO**

CAPITOLATO TECNICO

INDICE

1	PREMESSA E INQUADRAMENTO AREA DI INTERVENTO	3
2	OGGETTO DELL’AFFIDAMENTO	5
2.1	Rilievo magnetometrico.....	8
2.2	Rilievo Batimetrico, geomorfologico	8
2.3	Indagini geognostiche e geotecniche	8
2.4	Indagini ambientali	9
3	SPECIFICHE TECNICHE.....	11
3.1	Condizioni generali.....	11
3.2	Specifiche tecniche per il rilievo batimetrico e geomorfologico	12
3.3	Specifiche tecniche per il rilievo magnetometrico	15
3.4	Specifiche tecniche per le indagini geognostiche e geotecniche	16
3.4.1	Sondaggi geognostici.....	16
3.4.2	Rilievo stratigrafico	18
3.4.3	Campionamento e conservazione dei campioni di suolo.....	19
3.4.4	Prove da eseguirsi in foro di sondaggio.....	20
3.4.5	Prove geotecniche di laboratorio	21
3.5	Specifiche tecniche per le indagini ambientali	22
3.5.1	Requisiti per l’imbarcazione	23
3.5.2	Posizionamento.....	23
3.5.3	Strumentazione di campionamento.....	24
3.5.4	Determinazione granulometrica sui sedimenti	24
3.5.5	Preparazione e conservazione dei campioni per le analisi chimiche	25
3.5.6	Metodiche di analisi.....	27
3.5.7	Organizzazione dei risultati delle analisi.....	28
3.5.8	Specifiche per la gestione dei campioni	29
	APPENDICE A – Cronoprogramma	31

1 PREMESSA E INQUADRAMENTO AREA DI INTERVENTO

Finalità del presente affidamento è la realizzazione delle indagini necessarie alla caratterizzazione geotecnica, ambientale e geomorfologica dell'area compresa tra il molo Polisettoriale ed il V Sporgente, e dell'area a sud-est del V Sporgente, entrambe ricadenti nel Sito di Interesse Nazionale di Taranto (di seguito SIN Taranto), perimetrato con D.M. del 10 gennaio 2000.

Tali indagini sono finalizzate alla progettazione dell'intervento di dragaggio ambientale e portuale da effettuare nell'area di studio, nonché dell'intervento di realizzazione della cassa di colmata per l'ampliamento del V sporgente, necessaria per il conferimento di parte dei sedimenti dragati (vedi fig.1).

Tali interventi sono stati previsti dall'art. 2 comma 4 del Protocollo di Intesa sottoscritto in data 5 novembre 2009, tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Ministero dello Sviluppo Economico, Regione Puglia, Provincia di Taranto, Comune di Taranto, Autorità Portuale di Taranto e SOGESID S.p.A., e dalla successiva Convenzione del 16/12/2009 tra MATTM e Sogesid SpA. Tali interventi sono, inoltre, previsti nel Nuovo Piano Regolatore Portuale del Porto di Taranto.

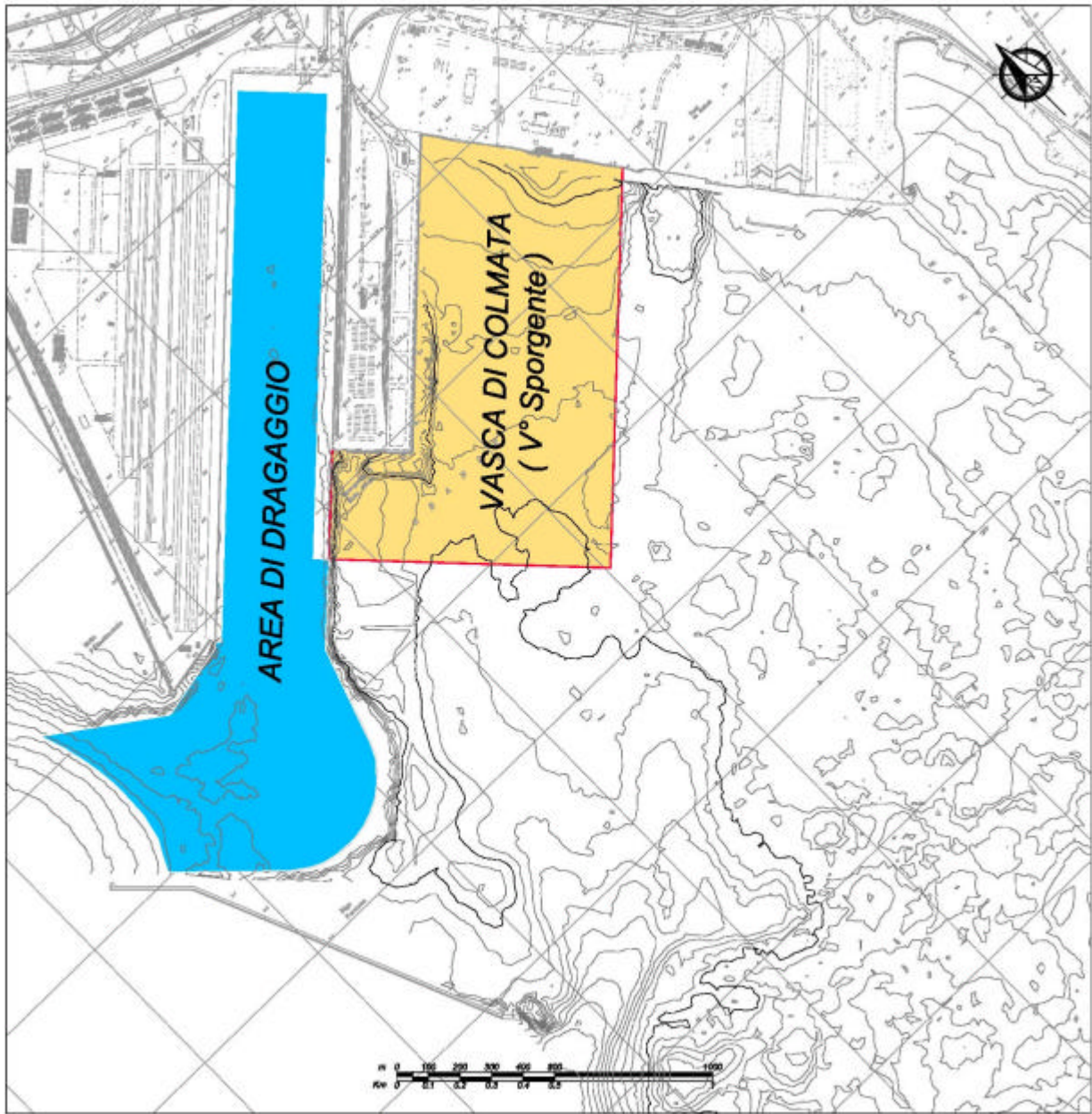


Figura 1 – Inquadramento dell'area di Intervento

2 OGGETTO DELL’AFFIDAMENTO

Il servizio oggetto dell’affidamento è costituito dalle seguenti attività:

- rilievo batimetrico, geomorfologico;
- rilievo magnetometrico sulle verticali dei punti di indagine diretta;
- indagini geotecniche in sito e in laboratorio e rilievo stratigrafico;
- indagini ambientali.

Considerati i caratteri costruttivi prevedibili, le indagini dovranno concorrere ad una significativa modellazione del sottosuolo delle aree di intervento, riguardanti in particolare:

- l’andamento batimetrico e morfologico dell’area di interesse;
- la ricostruzione del quadro stratigrafico generale;
- le caratteristiche di resistenza e permeabilità dei terreni fino a circa 5 m di profondità a partire dal fondale marino.

L’Affidatario dovrà avere a propria disposizione idonea attrezzatura, per tipologia e quantità, manovrate da personale specializzato, al fine di rispettare le scadenze temporali indicate nel cronoprogramma (Appendice A).

In particolare la campagna di indagine sarà composta da:

- **Rilievi geofisici:** effettuati mediante esecuzione di rilievo batimetrico e geomorfologico per una superficie stimata di circa 219,1 ha;
- **Indagini magnetometriche:** effettuate per ogni punto di indagine diretta al fine di rilevare l’eventuale presenza di ordigni bellici sepolti.
- **Indagini dirette finalizzate alla caratterizzazione geotecnica dell’area di cassa di colmata:** effettuate mediante l’esecuzione di n. 22 sondaggi a carotaggio continuo così suddivisi:
 - n. 6 da realizzare a terra lungo il perimetro a mare del sito dell’ILVA e del V sporgente, per una profondità di circa 20,5 metri dal p.c., ovvero fino alla profondità di circa 5 m a partire dal fondale marino, e secondo l’ubicazione indicata nella planimetria allegata;
 - n. 16 da realizzare a mare, con il supporto di apposito pontone, fino alla profondità di 5 metri a partire dal fondale marino;

In ciascuno di questi sondaggi, inoltre, saranno effettuati:

- n. 1 prova penetrometrica dinamica (SPT), per un totale di 22 prove, effettuate nei fori di sondaggio a profondità variabile da concordare con la Committenza;

- n.1 prova di permeabilità (tipo Lefranc) effettuata a fondo foro di ciascuno dei sondaggi realizzati a terra, per un totale di 9 prove;
- il prelievo di n. 1 campione di materiale indisturbato nei punti di sondaggio, per un totale di 22 campioni, su cui eseguire le prove di laboratorio nel seguito specificate.
- **Prove di laboratorio:** da eseguire su ciascuno dei campioni indisturbati prelevati in situ per la determinazione di:
 - caratteristiche fisiche generali;
 - peso specifico apparente;
 - analisi granulometrica;
 - limiti di Atterberg;
 - peso di volume;
 - prove edometriche;
 - prove triassiali di tipo UU (non consolidate non drenate).
- **Indagini ambientali di approfondimento della caratterizzazione di zone a particolare contaminazione all'interno dell'area oggetto delle operazioni di dragaggio:** mediante l'esecuzione di n.7 sondaggi ambientali a carotaggio continuo o con vibrocorer; e prelevando circa 35 campioni indisturbati da sottoporre ad analisi fisiche per la determinazione delle percentuali granulometriche e chimiche per la caratterizzazione qualitativa del sedimento, come riportato in tabella 6.

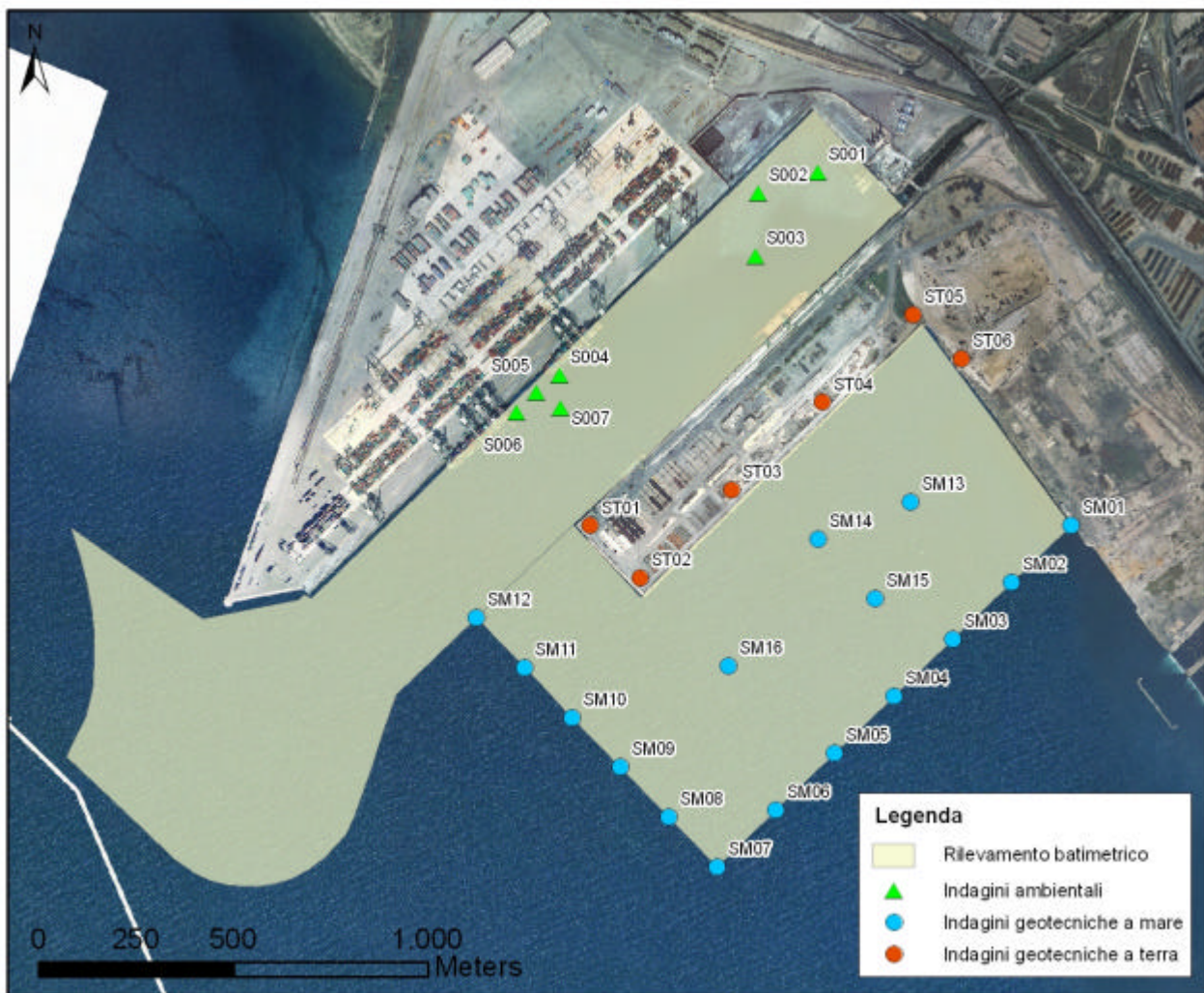


Figura 2 - Posizionamento indicativo dei punti in cui effettuare le indagini, geotecniche, ambientali e geofisiche oggetto del presente bando (tale posizionamento potrà subire variazioni).

Tutte le attività dovranno essere svolte secondo le modalità di seguito riportate. La Sogesid si riserva il diritto di apportare al suddetto Programma tutte le modifiche utili o necessarie per la corretta esecuzione del servizio ed il coordinamento di tutti i soggetti interessati.

Inoltre sarà compito della Sogesid definire in campo l'esatta estensione e localizzazione delle indagini, delle prove e dei campionamenti.

Per una migliore gestione ed un corretto svolgimento delle attività, entro 7 giorni dalla data di aggiudicazione, il soggetto affidatario dovrà presentare alla Sogesid, per l'approvazione, un "Programma dettagliato delle Attività", con indicazione settimanale delle attività che si intendono effettuare. Tale Programma dovrà indicare, per ciascuna settimana:

- le attività che saranno svolte;
- le aree interessate;
- il gruppo di lavoro, il tipo di personale, i mezzi e le attrezzature impiegati.

2.1 RILIEVO MAGNETOMETRICO

Il rilievo magnetometrico è finalizzato alla ricerca di ordigni bellici sepolti e dovrà interessare tutti i punti in cui saranno effettuate le indagini dirette, cioè quelle geologiche geotecniche effettuate sia a terra che a mare, nonché quelle ambientali.

Dovrà essere utilizzato magnetometro puntuale idoneo per la ricerca di ordigni bellici in fori di sondaggio a profondità.

2.2 RILIEVO BATIMETRICO, GEOMORFOLOGICO

Le indagini dovranno essere effettuate da un tecnico abilitato (ingegnere o geologo) iscritto al proprio ordine utilizzando la seguente strumentazione:

- Ecoscandaglio multi-beam per il rilievo batimetrico;
- Side Scan Sonar per il rilievo geomorfologico;

Il rilievo batimetrico, geomorfologico interesserà un'area di circa 219,1 ha, come riportato in Figura 2.

2.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Le indagini geognostiche e geotecniche sono finalizzate alla caratterizzazione tecnica dei fondali dell'area e sono funzionali alla progettazione di una cassa di colmata per il contenimento dei sedimenti dragati in ambito portuale. Le indagini dirette hanno come obiettivo quello di:

- ricostruire le caratteristiche stratigrafiche dell'area;
- prelevare campioni indisturbati di terreno per analisi geotecniche.
- caratterizzare i terreni dal punto di vista geotecnico e idrogeologico con prove in sito.

Nella seguente tabella sono riepilogate le attività previste.

Tabella 1 - Indagini geotecniche

TIPO DI INDAGINE	N.	SPECIFICHE
Sondaggi a carotaggio continuo	22	– 6 sondaggi a carotaggio continuo da effettuare su terra ferma – 16 sondaggi a carotaggio continuo da effettuare in mare tramite pontile
Rivestimento provvisorio dei sondaggi	22	– in ciascuno dei 22 sondaggi
Prelievo di campioni indisturbati di terreno	22	– per ogni sondaggio sarà prelevato n.1 campione indisturbato di terreno (ove possibile) per le analisi geotecniche di laboratorio
Standard Penetration Test	44	– per ogni sondaggio saranno realizzate n. 2 prove SPT a diverse profondità
Prove di permeabilità in foro (tipo Lugeon o Lefranc)	6	– per ogni sondaggio si prevede l'esecuzione di n. 1 prova di permeabilità in foro (tipo Lugeon o Lefranc), da definire in campo sulla base delle litologie riscontrate

TIPO DI INDAGINE	N.	SPECIFICHE
Prove geotecniche su campioni	su un totale di 22 campioni	<ul style="list-style-type: none"> - su ciascun campione di sottosuolo prelevato saranno svolte le seguenti attività e determinati i seguenti parametri: <ul style="list-style-type: none"> - apertura e descrizione del campione indisturbato - caratteristiche fisiche generali - peso specifico dei grani - analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione - limiti di Atterberg
		- su ciascun campione n.1 prova triassiale non consolidate non drenata (UU)
		- su ciascun campione n.1 prova edometrica
Rilievi ed analisi di campo sui sondaggi a carotaggio continuo		<ul style="list-style-type: none"> - descrizione stratigrafica: tipo di terreno o roccia, condizioni di umidità naturale, consistenza colore o colore prevalente struttura, particolarità aggiuntive, litologia ed origine, percentuale di recupero, rilievo del livello dell'acqua nel foro, eventuali franamenti, perdite di circolazione, cavità prove di eventuali prove geotecniche in foro; - prove speditive: caratterizzazione dei terreni tramite poket penetrometro, prove scisso metriche;

Tutti i lavori dovranno essere condotti nel rispetto delle “Raccomandazioni sulla Programmazione ed *Esecuzione delle Indagini Geotecniche*” emanate dall’Associazione Geotecnica Italiana. Tali norme si danno per accettate da parte dell’Impresa che dichiara, in uno alla firma del contratto, di conoscerle perfettamente.

2.4 INDAGINI AMBIENTALI

Le indagini ambientali saranno finalizzate alla caratterizzazione integrativa e di dettaglio dello stato qualitativo delle aree critiche del fondale del canale del Molo Polisetoriale, laddove il Piano di Caratterizzazione redatto da ISPRA ha identificato la presenza di sedimenti con concentrazioni superiori ai valori limite per la classificazione dei “pericolosi” (in linea con l’allegato D del D.Lgs. 152/2006 parte IV, Titolo I e II).

Saranno realizzati di n.7 sondaggi ambientali a carotaggio continuo da effettuare fino alla profondità di 3 metri a partire dal fondale marino e il prelievo di un campione ogni 50 cm circa, fino al rinvenimento dello strato delle argille azzurre sovraconsolidate, da sottoporre ad analisi chimiche.

Nella tabella 2 seguente si riportano le coordinate di riferimento dei punti di sondaggio con l’indicazione della tipologia di indagine da effettuare.

Tabella 2

cod	X_utm_wgs8	Y_utm_wgs8	tipo
SM02	683758,893863	4484959,70314	Indagini geotecniche a mare
SM03	683607,001701	4484812,94177	Indagini geotecniche a mare
SM04	683455,109549	4484666,18042	Indagini geotecniche a mare
SM05	683303,217407	4484519,41907	Indagini geotecniche a mare
SM06	683151,325276	4484372,65774	Indagini geotecniche a mare
SM07	682999,433156	4484225,89641	Indagini geotecniche a mare
SM01	683910,786037	4485106,46452	Indagini geotecniche a mare
SM08	682875,401030	4484354,13775	Indagini geotecniche a mare
SM09	682751,368908	4484482,37908	Indagini geotecniche a mare
SM10	682627,336789	4484610,62041	Indagini geotecniche a mare
SM11	682503,304673	4484738,86175	Indagini geotecniche a mare
SM12	682379,272560	4484867,10309	Indagini geotecniche a mare
SM15	683407,456655	4484916,30380	Indagini geotecniche a mare
SM14	683259,530029	4485069,54062	Indagini geotecniche a mare
SM13	683498,342993	4485166,12473	Indagini geotecniche a mare
SM16	683028,688767	4484742,63500	Indagini geotecniche a mare
ST02	682802,493059	4484970,51084	Indagini geotecniche a terra
ST03	683036,683666	4485196,50712	Indagini geotecniche a terra
ST04	683270,874297	4485422,50343	Indagini geotecniche a terra
ST05	683505,064317	4485648,49914	Indagini geotecniche a terra
ST06	683629,078633	4485534,93999	Indagini geotecniche a terra
ST01	682674,077339	4485104,64448	Indagini geotecniche a terra
S005	682535,936275	4485448,92626	Indagini ambientali
S007	682597,640493	4485408,81846	Indagini ambientali
S004	682595,733675	4485491,82890	Indagini ambientali
S006	682484,575906	4485396,21509	Indagini ambientali
S002	683105,987201	4485962,08683	Indagini ambientali
S001	683259,608040	4486013,91671	Indagini ambientali
S003	683099,950616	4485800,07350	Indagini ambientali

3 SPECIFICHE TECNICHE

3.1 CONDIZIONI GENERALI

Nell'esecuzione del contratto, l'attività dell'Affidatario sarà coordinata e diretta dal Project Manager, nominato da Sogesid o da persona da questa indicata. 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.

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 9001/2000.

Le attività saranno condotte nel rispetto delle "Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche" emanate dall'Associazione Geotecnica Italiana e del "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati" redatto dall'ISPRA. Le raccomandazioni e le indicazioni contenute nei suddetti documenti si danno per accettate da parte dell'Impresa che dichiara, pedissequamente alla firma del contratto, di conoscerle perfettamente.

È esplicito patto contrattuale che tutti i lavori previsti nel presente Capitolato debbano essere eseguiti con i più moderni e perfezionati strumenti e mezzi meccanici, di tale produttività e numero da assicurare l'ultimazione delle prestazioni richieste secondo la tempistica prevista nel cronoprogramma (Appendice A), ed essere eseguite a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni stabilite dal presente Capitolato.

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

L'impresa deve assicurare, a proprie spese, durante tutte le fasi di sondaggio (installazione cantiere, perforazione, cementazione etc.) l'assistenza di un proprio geologo per ciascuna macchina di perforazione. Tale requisito è elemento fondamentale per l'aggiudicazione delle attività.

In particolare, il tecnico responsabile della singola attività, indicato dall'Affidatario, dovrà assicurarsi che:

- i punti di indagine siano accessibili e, ove necessario, esistano i relativi permessi di accesso;

- il personale impiegato sia numericamente sufficiente e professionalmente idoneo allo svolgimento del lavoro da effettuare nei tempi previsti;
- ogni procedura sia opportunamente documentata ed effettivamente eseguita;
- tutte le procedure descritte nel Capitolato tecnico 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;
- siano poste in atto le disposizioni di legge relative alla sicurezza sui luoghi di lavoro.

Nel caso che parte delle procedure previste dal Piano di indagini non siano applicabili, il responsabile deve provvedere ad intraprendere (documentandole), le variazioni che ritiene opportune, previo avviso al diretto superiore e al Committente.

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.

Tutte le attività dovranno altresì essere svolte nel rispetto della vigente normativa in materia di sicurezza (D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.); l'Affidatario dovrà pertanto approntare tutte le misure (igieniche, di protezione collettiva ed 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 Sogesid, 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 ecc. saranno definiti con esattezza in campo e comunque secondo le indicazioni della Sogesid a cui l'Affidatario si rimette.

Al termine dovrà essere redatta una Relazione tecnica finale ed un Rapporto di sintesi sulle attività svolte e sui risultati ottenuti.

Tutti i risultati ottenuti dalle prove realizzate sia in situ che in laboratorio, dovranno inoltre essere accompagnati da una relazione tecnica interpretativa.

Tutti i dati dovranno essere forniti sia in versione cartacea che digitale in n. 2 copie.

3.2 SPECIFICHE TECNICHE PER IL RILIEVO BATIMETRICO E GEOMORFOLOGICO

Le indagini dovranno essere effettuate da un tecnico abilitato ed iscritto al proprio ordine mediante la seguente strumentazione:

- Ecoscandaglio multibeam per il rilievo batimetrico;
- Side Scan Sonar per il rilievo geomorfologico;
- Sub Bottom Profiler per il rilievo stratigrafico.

La strumentazione geofisica dovrà essere installata su una imbarcazione che dovrà percorrere, con la massima precisione possibile, le linee individuate da un pre-plot di navigazione concordato con Sogesid precedentemente alla campagna di rilievo.

Nella selezione dell'imbarcazione deve essere garantito lo spazio operativo e la strumentazione per operare in completa sicurezza per il personale Sogesid, o di altro Ente interessato, che, in numero massimo di tre unità, potrà seguire le fasi di indagine.

L'equipaggiamento geofisico dovrà essere idoneo al raggiungimento del grado di risoluzione richiesto, in particolare:

- per il posizionamento deve essere adottata una strumentazione di tipo DGPS con correzione RTK;
- per il rilievo multibeam è richiesta una copertura totale dell'area (risoluzione 0,5 X 0,5 m) con sovrapposizione dei dati acquisiti da due linee adiacenti pari ad almeno il 40% del corridoio indagato;
- per il rilievo mediante Side Scan Sonar è richiesta una copertura totale dell'area (range 75 m ed interlinea 25 m) ed in modo tale da garantire una sovrapposizione dei dati pari almeno al 50% dell'ampiezza del corridoio indagato.

L'esecuzione del rilievo dovrà essere supportata da un adeguato sistema di controllo della navigazione, che possibilmente integri al suo interno l'acquisizione dei dati dei diversi sensori.

I risultati del rilevamento geofisico dovranno essere analizzati, interpretati, elaborati e successivamente riassunti in un Rapporto Tecnico, corredato di cartografia tematica.

In particolare, il Rapporto Tecnico dovrà contenere:

- la descrizione del piano d'indagine progettato ed eseguito;
- l'estratto del Diario di Bordo;
- la descrizione della dotazione strumentale utilizzata;
- la descrizione delle procedure operative adottate;
- la descrizione delle procedure di controllo qualità e validazione adottate e dei loro risultati;
- i risultati dei rilievi restituiti in forma cartografica ed alfanumerica, in forma cartacea e su supporto informatico;
- GRID file del Modello Digitale del Terreno (DTM) e griglia utilizzata per la generazione del DTM (file in formato ASCII XYZ);
- elaborati cartografici georiferiti relativi a ciascun tipo di rilievo eseguito:
 - carte a scala 1:10.000, con particolari su scala 1:5.000 per le aree che presentano maggiore interesse, e carta delle isopache dei sedimenti superficiali incoerenti;
 - profili batimetrici

Tutti i dati dovranno essere forniti sia in versione cartacea che digitale. Le versioni digitali degli elaborati di tutte le indagini dovranno essere georeferite ed in formato (Esri shape file e raster) idoneo all'inserimento in un GIS.

Gli allegati su indicati costituiscono requisito minimo. L'Affidatario può fornire ogni elemento aggiuntivo che ritenga utile a qualificare il lavoro svolto e ad acquisire una migliore conoscenza dell'area indagata.

La caratterizzazione dei fondali sarà eseguita attraverso l'integrazione e la correlazione dei dati provenienti da diversi tipi di indagine, come sonogrammi acustici ottenuti mediante Side Scan Sonar. I dati acquisiti mediante Side Scan Sonar saranno elaborati mediante software specifici al fine di produrre un fotomosaico georeferenziato.

Saranno quindi consegnati i seguenti elaborati cartografici in scala opportuna da concordare con la Sogesid:

- sonogrammi in formato digitale e loro stampa su carta termica, comprensivi di punti di coordinate note ad intervalli regolari di tempo;
- fotomosaico georeferenziato dei dati SSS in formato GeoTIFF o TIF con TFW;
- mappatura dei dati rilevati in formato vettoriale CAD e GIS;
- carte di navigazione in scala da concordare con la Sogesid con le tracce di tutti i transetti eseguiti.

Le versioni digitali degli elaborati di tutte le indagini geofisiche dovranno contenere nello specifico:

- rilievi batimetrici: I dati dovranno essere forniti in un file formato ASCII come valori separati da virgola riportanti, nell'ordine: ascissa, ordinata e quota s.l.m. del fondale. La risoluzione minima richiesta è di 3 punti quotati per celle di 0,5 X 0,5 m. Una carta formato raster georeferenziato con risoluzione minima pari a 2 X 2 m;
- rilievo Side Scan Sonar: File in formato Shape riportante il rilievo geomorfologico; raster georeferenziato con il fotomosaico delle strisciate S.S.S.;
- rilievo Sub Bottom Profiler: immagini Tiff/Jpg dei profili acquisiti durante le operazioni di rilievo, oppure, immagini raster georeferenziate riportanti la profondità di ogni isopaca;
- file in formato Shape riportante le superfici isopache.

Il rilievo batimetrico dovrà essere effettuato ovunque possibile, compatibilmente con la profondità del fondale e con la presenza di manufatti emersi e/o sommersi, mediante sistema multi-beam. Nella restanti aree potranno essere utilizzati un sistema di acquisizione di tipo interferometrico o la tecnologia single-beam, avendo cura di garantire un interasse massimo fra i transetti di 25 metri, un fuori rotta massimo di 5 metri ed un passo di acquisizione inferiore a 5 metri. L'Affidatario

dovrà fornire idonea documentazione su dettagli e caratteristiche tecniche della strumentazione impiegata, sui software per l'acquisizione ed elaborazione dati, sui test e sulle procedure di calibrazione eseguite sulla strumentazione.

L'indagine batimetrica sarà preceduta da opportune e documentate procedure di calibrazione degli strumenti (p. es. DGPS-RTK, Girobussola, Ecoscandaglio single-beam, Ecoscandaglio multi-beam ecc.). I risultati di tutte le procedure di calibrazione dovranno essere consegnate in opportuni report. Analoghe procedure dovranno essere ripetute e documentate al termine della campagna di rilievo.

Ogni rilievo dovrà essere accompagnato dall'indicazione della data e dell'ora del rilevamento.

Il rilievo geomorfologico verrà effettuato con un Side Scan Sonar (S.S.S.) equipaggiato con un sistema di acquisizione che consenta la registrazione digitale dei dati in uno dei formati standard internazionalmente riconosciuti.

Il fondale sarà totalmente investigato mediante rotte descritte dall'Affidatario e delle quali dovranno essere indicate le specifiche (distanza minima strumento-fondo ecc.) .

Il sistema di riferimento richiesto per tutti i file georeferenziato è l'UTM WGS84 fuso 33 N.

Tutti i rilievi dovranno essere eseguiti con l'appoggio di stazioni di riferimento topografico collegate alla rete geodetica nazionale a cura dell'esecutore. Questo garantirà un analogo e coerente inquadramento a tutto il lavoro, alla cartografia ed ai modelli risultanti, nonché a tutti i successivi progetti nell'area d'indagine, qualora vengano impiegate le stesse stazioni di riferimento di cui verrà fornita opportuna monografia. La metodologia utilizzata per l'acquisizione e materializzazione di eventuali vertici integrativi della rete di raffittimento dovrà essere descritta nel dettaglio da parte dell'Affidatario.

3.3 SPECIFICHE TECNICHE PER IL RILIEVO MAGNETOMETRICO

La verifica della presenza di eventuali ordigni bellici nelle aree interessate dall'esecuzione dei punti di indagine si intende prioritaria rispetto a qualunque attività di indagine diretta nei fondali. Per lo svolgimento di tale attività si richiede che la società sia abilitata per lo svolgimento di tali indagini.

Per ciascun punto di indagine, una volta posizionata l'imbarcazione e fatto il punto nave secondo le coordinate fornite da Sogesid, dovrà essere verificata l'eventuale presenza di ordigni sepolti sulla verticale del punto di indagine, mediante opportuno metodo e strumentazione in grado di verificare e visualizzare istantaneamente masse metalliche sepolte in uno strato di fondale di altezza pari almeno alla lunghezza della carota che dovrà essere prelevata.

Tale rilievo sarà effettuato da una Ditta già iscritte nell'albo ex AFA (Appaltatori Forze Armate) categoria 36-03-03 "Ricognizione dei fondali marini per l'individuazione di ordigni e residui bellici esplosivi nei porti, nelle zone costiere e d'altura e loro segnalazione all'autorità competente con esclusione di qualsiasi intervento sugli stessi", e che abbiano conservato i requisiti di idoneità dopo la soppressione dell'albo AFA, e dovranno essere effettuate mediante idonea strumentazione:

Nella selezione dell'imbarcazione deve essere garantito lo spazio operativo e la strumentazione per operare in completa sicurezza per il personale Sogesid, o di altro Ente interessato, che, in numero massimo di tre unità, potrà seguire le fasi di indagine.

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 fuso 33 N.

Qualora siano individuati ordigni bellici, a completamento dell'indagine si valuterà l'opportunità di effettuare un rilievo sismostratigrafico del fondale fino alla profondità di scavo, utilizzando un profilatore acustico di sedimenti. Qualora la restituzione delle indagini di cui sopra dovesse evidenziare la presenza di masse sepolte "anomale", dovranno essere immediatamente sospese le attività di indagine sul punto e dovranno essere informati la Sogesid e ogni Ente preposto che provvederà, per le proprie competenze, a intervenire adeguatamente. In tale circostanza, tutti gli spostamenti su punti limitrofi per ripetere la ricerca di ordigni bellici (per dislocare il punto di indagine) e la ripetizione della stessa ricerca saranno a carico dell'Affidatario.

Di ogni punto e di ogni misura per la ricerca di ordigni sepolti dovrà essere riportata specifica scheda tecnica (ora di misura, coordinate esatte ecc.) nonché annotazione sul report giornaliero.

Per ogni punto in cui sia stata effettuata la ricerca e non sia stata evidenziata presenza di ordigni bellici, l'Affidatario dovrà fornire, a cadenza giornaliera, una certificazione di assenza di ordigni bellici, così da consentire l'esecuzione delle indagini nel punto.

Resta a carico dell'Affidatario ogni eventuale onere per la rimozione degli eventuali ordigni bellici rilevati.

3.4 SPECIFICHE TECNICHE PER LE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

3.4.1 Sondaggi geognostici

Le perforazioni di sondaggi finalizzati alla ricostruzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche del suolo e sottosuolo saranno effettuate con le seguenti modalità esecutive:

carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, al fine di ricostruire il profilo stratigrafico mediante i campioni estratti o carote;

prelievo di campioni indisturbati di terreno per la determinazione in laboratorio delle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni;

prove in situ per la determinazione delle proprietà geotecniche e idrogeologiche;

descrizione stratigrafica in chiave geologica e geotecnica;

annotazioni e osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno.

Devono essere in ogni caso rispettate le norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce emanate con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici dell'11 marzo 1988.

Le modalità esecutive del sondaggio saranno tali da rendere minimo il disturbo dei terreni attraversati consentendo il prelievo continuo di materiale rappresentativo. La tecnica di perforazione deve essere adatta alla tipologia e alla natura del terreno, mediante la scelta appropriata dell'apparecchiatura, del tubo carotiere, della velocità di avanzamento, della portata e della pressione dell'eventuale fluido di circolazione.

Nei terreni prelevati a secco qualora l'espulsione della carota dal carotiere sia eseguita con pressione idraulica, dovranno essere impiegati tamponi a tenuta.

I sondaggi saranno preferibilmente realizzati con una sonda meccanica a rotazione, a carotaggio continuo del diametro di *101 mm*.

Durante le fasi lavorative per evitare franamenti delle pareti del foro la perforazione deve essere eseguita impiegando una tubazione metallica di rivestimento provvisoria di diametro *127 mm*.

La quota del fondo foro sarà misurata con scandaglio a filo graduato prima di ogni manovra di campionamento indisturbato, di prova geotecnica SPT o prima dell'esecuzione di qualunque prova.

Le carote estratte nel corso della perforazione verranno sistemate in apposite cassette catalogatrici (in legno, metallo o plastica). Sui bordi di ciascuna cassetta verranno riportate le quote delle carote rispetto al piano campagna ovvero rispetto al fondale marino e sui coperchi verranno applicate etichette adesive contenenti i seguenti dati:

committente;

lavoro;

sondaggio;

numero della cassetta;

quota (da m ... a m ...);

data esecuzione.

Le singole cassette verranno fotografate con fotocamera digitale entro 24 ore dal loro completamento.

Devono far parte del corredo della sonda i seguenti strumenti:

- scandaglio a filo graduato, per misura della quota reale di fondo foro;
- penetrometro tascabile, fondo scala = 5 kg/cmq;
- Van Test, fondo scala 2 kg/cmq.

Ciascuna posizione sarà verificata in sito tenendo presente l'accessibilità ed il rispetto delle condizioni di sicurezza dei lavoratori.

3.4.2 Rilievo stratigrafico

Il geologo responsabile del cantiere realizzerà un profilo stratigrafico del sondaggio, inteso come rappresentazione della successione dei terreni attraversati dai mezzi di indagine; tale profilo sarà composto dai seguenti elementi:

dati generali e tecnici:

- denominazione del cantiere;
- committente;
- impresa esecutrice;
- numero del sondaggio;
- quota p.c..

descrizione stratigrafica:

- tipo di terreno attraversato;
- condizione di umidità naturale;
- consistenza;
- colore o colore prevalente;
- struttura;
- particolarità aggiuntive;
- litologia ed origine;
- percentuale di recupero;
- quota di eventuali prove geotecniche in foro.

3.4.3 Campionamento e conservazione dei campioni di suolo

Per ciascun sondaggio saranno prelevati campioni indisturbati di terreno da destinarsi ad analisi geotecniche di laboratorio al fine di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni. In particolare si prevede il prelievo di campioni indisturbati o a disturbo limitato, mediante l'impiego di campionatori tipo Shelby. Qualora non sia possibile il prelievo tramite campionatore si procederà al prelievo di campioni rimaneggiati e alla loro conservazione in contenitori trasparenti a chiusura ermetica.

Per il campionatore semplice tipo Shelby la scarpa del tubo campionatore deve avere un tagliente con angolo non superiore a 6° . L'impresa dovrà produrre un'attestazione relativa all'uso di campionatori con i requisiti richiesti.

Eventuali altri campioni possono essere prelevati sentito il parere dei consulenti tecnici in relazione alla natura dei terreni incontrati.

Prima del prelievo del campione è prevista un'accurata pulizia del foro di sondaggio con metodi adeguati (carotiere semplice e manovra finale a secco).

In ogni caso la ditta fornirà le caratteristiche del tubo campionatore in dotazione e quanto non espressamente indicato andrà concordato con la Sogesid.

L'introduzione del campionatore nel foro di sondaggio deve 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.

L'infissione del campionatore deve sempre avvenire in unica tratta.

La fustella deve essere preferibilmente in acciaio inossidabile e comunque priva di corrosione, liscia, priva di cordoli, non ovalizzata.

I campioni devono essere contraddistinti da cartellini inalterabili che indichino:

- committente;
- cantiere;
- numero del sondaggio;
- numero del campione;
- profondità di prelievo;
- data di prelievo;
- parte alta.

Le due estremità del campione indisturbato devono essere sigillate subito dopo il prelievo con uno strato di paraffina fusa e tappo di protezione, previa pulizia della testa e della coda del campione.

Il trasporto dei campioni indisturbati verrà effettuato con tutte le precauzioni necessarie per evitare il danneggiamento dei campioni sotto la diretta responsabilità dell'impresa esecutrice ed opportunamente conservati in ambiente asciutto.

3.4.4 Prove da eseguirsi in foro di sondaggio

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

È prevista l'esecuzione di n 44 S.P.T che saranno effettuate a diverse profondità. Sul provvisorio fondo foro opportunamente pulito, dovrà essere infisso a percussione un campionatore di forma e dimensioni standard (tipo Raymond), attraverso il quale, in base al numero dei colpi (N) necessari alla penetrazione di 45 cm, misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno, sia possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni, in genere sabbiosi o limo-argillosi.

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

Deroghe alla norma ASTM n° D 1586/67:

Se la prova interesserà terreni molto compatti o ghiaiosi, su parere del geologo di cantiere, l'Impresa potrà impiegare, al posto della scarpa del campionatore sopra descritto, una punta conica del diametro di 51 mm e di 60° di apertura angolare;

Per la prova dovrà essere usato un campionatore Raymond di lunghezza 711 mm, diametro esterno di 50,8 mm, diametro interno 34,9 mm ed un dispositivo di guida e di sgancio automatico del maglio, di peso 63,5 kg, che assicuri una corsa a caduta libera di 0,76 m.

Le aste di perforazione non dovranno superare il peso di 10 kg/ml.

L'Impresa è tenuta a conservare il campione estratto dal campionatore trasferendolo dal tubo di campionamento in contenitori di plastica, contrassegnati con etichette.

3.4.4.2 Prova di permeabilità in foro

La prova è destinata a misurare la conducibilità idraulica del terreno; a seconda della geometria realizzata in corrispondenza del tratto di foro prescelto e quindi della direzione del flusso che si instaura durante la prova, la permeabilità misurata sarà quella orizzontale (K_h), quella verticale (K_v) o una media tra le due. Si esegue misurando gli assorbimenti di acqua, facendo filtrare quest'ultima attraverso un tratto di foro predeterminato. A seconda della permeabilità presunta del tipo di tratto da indagare, si sceglierà di eseguire la prova a carico costante o a carico variabile.

3.4.5 Prove geotecniche di laboratorio

Le attività del laboratorio di prova dovrà essere condotta in accordo con la norma UNI – CEI – EN 45001 – Criteri generali per il funzionamento di laboratori di prova.

Il laboratorio di prova dovrà essere competente per l'esecuzione delle prove in programma; il personale tecnico sarà in numero sufficiente, avrà adeguata formazione ed aggiornamento documentabili e farà capo ad un responsabili di laboratorio.

L'ambiente in cui le prove vengono eseguite non deve in alcun modo invalidarne i risultati né influenzare le misure.

Le prove saranno eseguite, salvo diversa indicazione, in accordo agli standard di prova indicati. L'eventuale esecuzione delle prove secondo standard e normative alternative a quelle indicate nelle presenti norme tecniche, dovrà in ogni caso essere preventivamente autorizzato dalla direzione dei lavori. In ogni caso la normativa di riferimento seguita per l'esecuzione delle prove 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.

3.4.5.1 Determinazione delle caratteristiche fisiche

Le prove saranno eseguite in laboratori certificati ai sensi del D.P.R. n.246 del 21/04/1993, art. 8 comma 6. Le prove saranno effettuate facendo riferimento alle più importanti normative nazionali ed internazionali esistenti (C.N.R. - U.N.I. – A.S.T.M. - B.S.) ed alle raccomandazioni A.G.I..

Nello specifico:

- A.G.I. (1977) “Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche”;
- A.G.I. (1994) “Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio.”;
- norma CNR UNI 10010/64 “Prove sulle terre. Peso specifico di una terra”;
- norma CNR UNI 10014/64 “Prove sulle terre. Determinazione dei limiti di consistenza (o di Atterberg) di una terra”.
- U.S.A. – ASTM D421 - D2217 per la analisi granulometrica mediante vagliatura.

I campioni, prelevati e conservati in ambiente idoneo, saranno sottoposti alle prove di laboratorio necessarie a determinare i seguenti parametri:

- peso specifico apparente;
- analisi granulometrica mediante vagliatura;
- limiti di Atterberg;
- determinazione del peso di volume.

3.4.5.2 Determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche

Su ciascun campione opportunamente preparato saranno realizzate le seguenti prove:

- triassiale non consolidata non drenata;
- edometrica eseguita ad incrementi di carico controllato.

Per la realizzazione di tali prove si seguiranno le normative specifiche di riferimento. In particolare: ASTM 3080 – 90, ASTM 4767 – 88, ASTM D 2435 -90.

3.4.5.3 Restituzione dei risultati delle indagini

I risultati derivanti dalle indagini oggetto del presente affidamento dovranno essere forniti sia in formato cartaceo che digitale (in doppia copia). In particolare, per ogni perforazione eseguita dovrà essere fornita la descrizione litostratigrafia e tutti i parametri geotecnica ricavati da prove speditive di campo (pocket penetrometro, Van_test etc).

Per i campioni indisturbati di terreno prelevati dai sondaggi dovrà essere fornita la seguente documentazione:

- fotografia e descrizione del campione;
- 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 ed edometriche (dove previste).

Per ogni stazione di campionamento di terreno e di suolo 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 corrispettive coordinate UTM cartografiche;
 - quote ellissoidiche: dovranno essere espresse in metri.

3.5 SPECIFICHE TECNICHE PER LE INDAGINI AMBIENTALI

Le indagini ambientali da effettuarsi in mare all'interno dell'area del molo Polifunzionale sono finalizzate a fornire con maggiore dettaglio lo stato qualitativo dei sedimenti dell'area nelle zone

ritenute maggiormente critiche dal punto di vista qualitativo. Dovranno essere effettuati n. 7 sondaggi ambientali. Le profondità da raggiungere è di 3 metri a partire dal fondale marino.

Dovranno essere caratterizzati, per ogni sondaggio gli intervalli 0-50 cm, 50-100 cm, 100-150 cm, 150-200 cm, 200-250 cm, 250-300 cm. È richiesta l'analisi granulometrica e chimica come riportato nei paragrafi 3.5.4 e 3.5.6. I campioni da sottoporre ad analisi chimiche dovranno essere presi in doppio ed un campione sarà conservato come specificato nel paragrafo 3.5.8.

3.5.1 Requisiti per l'imbarcazione

Le caratteristiche del sito e l'accessibilità delle singole stazioni di campionamento saranno da verificare prima dell'inizio delle operazioni e sono parametri da considerare nella scelta dell'imbarcazione, o dell'eventuale pontone di lavoro, e di conseguenza della strumentazione da utilizzare per il campionamento. Si fa presente che il fondale da caratterizzare ha profondità variabili (in generale intorno alla batimetrica -14 m s.l.m.). Nella selezione dell'imbarcazione e/o pontone deve comunque essere garantito:

- il pescaggio adeguato al raggiungimento delle stazioni di campionamento previste; la strumentazione di bordo idonea per il campionamento (i.e. verricello e cavo idoneo, sia in lunghezza sia in capacità di recupero, per la strumentazione di campionamento);
- lo spazio necessario per l'installazione e l'operatività dell'attrezzatura di campionamento scelta; lo spazio operativo per personale tecnico e strumentazione in completa sicurezza durante le fasi di campionamento e preparazione dei campioni.

3.5.2 Posizionamento

Per tutte le stazioni previste dovrà essere fornita, da parte dell'affidatario, l'ubicazione reale del prelievo annotando e successivamente comunicando le coordinate di campionamento, così come di seguito riportato. La navigazione ed il successivo posizionamento sui punti di campionamento dovrà avvenire tramite GPS differenziale (Differential Global Positioning System o DGPS) o cinematico (RTK). Di ogni campagna di rilievo dovrà essere fornito il file rinex. Per il posizionamento dell'imbarcazione dovrà, inoltre, essere garantito uno scandaglio per la verifica e la misura della profondità reale di campionamento.

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 corrispettive coordinate UTM cartografiche (si veda l'esempio di restituzione dati).

- **Quote ellissoidiche.** Dovranno essere espresse in metri e riferite al fondale marino.

Ulteriori accorgimenti operativi prevedono:

che le coordinate della verticale d'indagine siano collimate con l'asta del carotiere;

che si proceda alla misura del battente d'acqua nel punto di campionamento, successivamente al posizionamento del carotiere sul punto stesso.

3.5.3 Strumentazione di campionamento

L'attività di prelievo dei campioni di sedimento dovrà avvenire arrecando il minor disturbo possibile all'ambiente, evitando una sua qualsiasi potenziale contaminazione dovuta ad un uso improprio della strumentazione e/o dei campioni da parte degli operatori. Allo stesso tempo è importante assicurare l'integrità del campione prelevato in quanto, distruggendo la struttura originaria del sedimento, si verrebbero a modificare le sue caratteristiche fisico-chimiche originarie. È richiesto quindi il prelievo di campioni indisturbati.

Le attività di prelievo e di campionamento dei sedimenti, effettuate fino al raggiungimento delle argille azzurre sovraconsolidate dovranno essere quelle del carotaggio eseguito, ad esempio con sonda di perforazione attrezzata con testa a rotazione e a rotopercussione e di potenza idonea alle caratteristiche del fondale da campionare, o anche mediante carotiere tipo vibrocore con opportune fustelle e sistema di infissione (elettrico, pneumatico o oleodinamico).

3.5.4 Determinazione granulometrica sui 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.

Tabella 3 – Caratterizzazione granulometrica dei sedimenti

FRAZIONI DIMENSIONALI DIMENSIONI	
GHIAIA	> 2 mm
SABBIA	2 mm > x > 0,063 mm
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.

In ogni caso dovranno essere rispettate le specifiche riportate nel paragrafo 3.4.5.1.

3.5.5 Preparazione e conservazione dei campioni per le analisi chimiche

In generale per il trattamento dei campioni devono essere seguite le indicazioni EN ISO 5667 – 19 (2004).

La sezione estrusa dalla carota deve essere preventivamente decorticata della parte più esterna a contatto con le pareti interne al liner o al carotiere. Il campione prelevato sarà omogeneizzato sul campo e suddiviso in due aliquote principali delle quali una utilizzata per la fase analitica e l'altra conservata a temperatura compresa tra -18°C e -25°C, per eventuali verifiche.

L'attrezzatura utilizzata nel taglio della carota, nelle operazioni di omogeneizzazione e suddivisione nelle varie aliquote per le analisi deve essere sempre decontaminata prima del suo reimpiego tra un campione e l'altro.

Le modalità di trasporto e conservazione dei campioni sono illustrate nella seguente tabella 4.

Tabella 4 - Modalità di trasporto e conservazione dei campioni di sedimento.

PARAMETRO	CONTENITORE	TRASPORTO	CONSERVAZIONE
		°C	°C
Granulometria 4 / 6 4 / 6	Plastica o vetro	4 / 6	4 / 6
Sostanza Organica o TOC 1	Vetro o polietilene	4 / 6	-18 / -25
Chimica organica	Vetro	4 / 6	-18 / -25
Metalli e inorganici	Polietilene o vetro	4 / 6	-18 / -25
Microbiologia	Polietilene o polistirolo	4 / 6	4 / 6
Ecotossicologia ³ 4 / 6 4 / 6	Polietilene o vetro	4 / 6	4 / 6

Di seguito si riportano le specifiche richieste per garantire l'integrità del campione.

- **Diametro e lunghezza del campionatore.** Per effettuare i carotaggi si richiede un diametro del liner non inferiore a 10 cm.
- **Capacità di recupero del campionatore.** La carota deve essere recuperata per intero in un'unica operazione di carotaggio, senza soluzione di continuità, mantenendo durante tutte le operazioni (carotaggio e recupero) la verticalità del campionatore. Pertanto, 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 (100%). Al fine di assicurare la stessa verticale d'indagine, durante l'esecuzione dei carotaggi deve essere assicurata e mantenuta la verticalità del campionatore sulla stazione di prelievo.

- **Apertura delle carote.** Dovrà avvenire operando un taglio longitudinale del liner, possibilmente tramite cesoia, in modo tale da evitare la formazione di polveri che potrebbero contaminare i sedimenti. Nel caso di utilizzo di altra strumentazione è necessario assicurarsi di rimuovere i residui prodotti dal taglio prima della fase di prelievo del campione. Il taglio dovrà essere eseguito il più possibile rettilineo per tutta la lunghezza della carota su i due lati diametralmente opposti avendo cura, prima dell'esecuzione del secondo taglio, di posizionare del nastro adesivo sul primo taglio per evitare perdita di sedimento. Successivamente all'apertura della carota si dovranno individuare i livelli previsti per le analisi posizionando il liner in assetto orizzontale ed assicurandosi di aver prima rimosso, con una dolce aspirazione, il battente d'acqua superficiale.
- **Omogeneizzazione e subcampionamento del campione.** È indispensabile che il prelievo dei livelli previsti per le analisi sia effettuato evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota. Si dovrà provvedere, a cura della Ditta esecutrice dei campionamenti, ad omogeneizzare con opportuna strumentazione ciascun livello prelevato in contenitori di polietilene o acciaio-inox.
- **Qualità del campione.** Al fine di evitare un'eventuale contaminazione del campione si raccomanda, nel passaggio tra le diverse stazioni di campionamento, un'approfondita pulizia dei liners, delle strumentazioni e dell'equipaggiamento utilizzato dagli operatori. 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. Inoltre, il prelievo dei livelli previsti dalle singole carote dovrà essere effettuato evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.
- **Predisposizione delle procedure di conservazione, spedizione e trasporto.** I contenitori impiegati dovranno essere preventivamente etichettati indicando la sigla del campione, il livello e l'analita da analizzare o l'aliquota ad esso corrispondente. Se il campione non è da analizzare è necessario specificarlo sul contenitore medesimo, indicando "da conservare". È importante che tutti i contenitori (sia prima del campionamento sia dopo la suddivisione in aliquote), tutte le borse frigo e le apparecchiature di campionamento e analisi in campo siano protetti dai raggi diretti del sole e tenute lontano da fonti di calore. I campioni prelevati in campo, etichettati ed opportunamente chiusi, saranno riposti temporaneamente in borse frigo portatili, refrigerate con ghiaccio secco e/o ghiaccioli. La spedizione di tali campioni al laboratorio di prova dovrà essere giornaliera, con vettore espresso convenzionato. A tal fine, si predisporranno i contenitori a tenuta termica per la

spedizione muniti di pani di ghiaccio secco o ghiaccio secco automatico, in cui siano trasferiti i campioni preparati in campo e successivamente completare l'imballo con materiale antiurto (carta, film a bolle, chips, etc.). I contenitori devono essere chiusi con i rispettivi coperchi, successivamente nastrati con nastro adesivo da pacchi. Si ricorda, infine, che i campioni da conservare nonché i subcampioni di controllo, dovranno essere custoditi dalla Ditta esecutrice dei campionamenti almeno sino all'approvazione dei risultati analitici da parte della Conferenza.

3.5.6 Metodiche di analisi

Le metodiche analitiche utilizzate devono essere quelle relative a protocolli nazionali e/o internazionali ufficialmente riconosciuti (quali ad esempio le metodiche EPA, ISO, UNI EN, IRSA CNR, etc.).

Devono comunque essere garantiti, rispetto al campione di sedimento, i limiti di quantificazione di cui in tabella 5.

I risultati delle analisi devono essere riportati su certificati rilasciati dai laboratori e devono essere allegati all'istruttoria in originale.

I laboratori incaricati per le analisi devono operare secondo i "Criteri di Buona Pratica di Laboratorio" rispondenti a quanto indicato dalla norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2000, specificando i criteri stabiliti e documentando le modalità utilizzate per l'assicurazione della qualità del dato (es. partecipazione continua a circuiti intercalibrazione nazionale e/o internazionale).

Tabella 5: Limiti di quantificazione richiesti

Singolo parametro	Concentrazione	Unità di misura
As	0.5	mg kg ⁻¹ p.s.
Cd	0.05	mg kg ⁻¹ p.s.
Cr	5	mg kg ⁻¹ p.s.
Cu	1	mg kg ⁻¹ p.s.
Hg	0.05	mg kg ⁻¹ p.s.
Ni	1	mg kg ⁻¹ p.s.
Pb	1	mg kg ⁻¹ p.s.
Zn	1	mg kg ⁻¹ p.s.
PCB	0.1	µg kg ⁻¹ p.s.
IPA	10	µg kg ⁻¹ p.s.
Pesticidi organo-clorurati	0.1	µg kg ⁻¹ p.s.
TBT (Sn)	1	µg kg ⁻¹ p.s.

Costituirà titolo preferenziale l'accreditamento, secondo la norma UNI EN CEI ISO/IEC 17025:2000, delle prove analitiche eseguite dal laboratorio. 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;

dove possibile, incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato;

metodo di riferimento usato;

limite di quantificazione.

Di seguito si riporta la lista degli analiti che dovranno essere ricercati per ciascun campione di sedimento/terreno prelevato ed opportunamente preparato:

Tabella 6 - Analisi da effettuare sui campioni di sedimento prelevato.

pH, cianuri liberi, fluoruri, Cr VI
Metalli (Al, As, Cd, Cr tot, Fe, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Mn, V, Zn, Na, K)
Idrocarburi C>12 e C<12
Composti organici aromatici (BTEX + cumene)
Composti alifatici clorurati cancerogeni e non (Clorometano, Triclorometano, Cloruro di vinile, 1,2-dicloroetano, 1,1-dicloroetilene, tricloroetilene, Tetracloroetilene, esaclorobutadiene, Sommatoria organoalogenati; 1,1-dicloroetano, 1,2-dicloroetilene, 1,2-dicloropropano, 1,1,2-tricloroetano, 1,2,3-tricloropropano, 1,1,2,2-tetracloroetano)
PCB (28/52/77/81/101/105/114/118/123/126/128/138/153/156/157/167/169/170/180/189)
IPA: benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g,h,i)terilene, crisene, dibenzo(a,h)antracene, Indeno (1,2,3,c,d)pirene, Pirene

3.5.7 Organizzazione dei risultati delle analisi

L'organizzazione dei dati da presentare deve garantire la correttezza delle procedure di esame, l'inequivocabilità dell'informazione nonché la qualità del dato.

Le seguenti informazioni sono comunque da includere nella:

codice identificativo dell'analisi (codice alfanumerico del campione e quello della prova);

il nome, la sede legale del laboratorio, la sede operativa dove si sono svolte le prove;

rappresentazione tabellare delle risultanze analitiche (i risultati numerici vanno indicati con un numero di cifre significative coerente con il limite di quantificazione richiesto in **Tabella 5**;

la data di ricevimento del materiale da analizzare e la data di esecuzione della determinazione.

Deve essere riportata inoltre, l'eventuale presenza di particolari condizioni ambientali durante il campionamento che possono avere avuto un effetto sulla natura del campione (onde e correnti, eventi meteorologici etc.).

3.5.8 Specifiche per la 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 fuso 32); 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;

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.

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.

APPENDICE A – Cronoprogramma

Attività	Settimane											
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°
Rilievo magnetometrico e individuazione dei sottoservizi												
Rilievo batimetrico e geomorfologico												
Indagini geotecniche e geognostiche												
Indagini ambientali												
Prove geotecniche di laboratorio												
Prove chimiche di laboratorio												
Redazione rapporti finali												