



COMUNE DI GENOVA

DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO

OGGETTO: Contratto di servizi per l'esecuzione di indagini integrative per la caratterizzazione dei sedimenti marini collocati nel Porto Petroli di Genova e nella zona "pescatori" presso il porto di Prà nell'ambito dell'intervento di banchinamento e riempimento dello specchio acqueo a levante del pontile Delta del porto petroli di Multedo e sistemazione idraulica del Rio Molinassi, presso Sestri Ponente (CUP: B33H19001400001 – CIG: 85080508F6 - MOGE: 20351).

CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE D'APPALTO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Stefano Pinasco

1. Premesse

Il servizio riguarda l'esecuzione di indagini integrative per la caratterizzazione dei sedimenti marini collocati nel Porto Petroli di Genova e nella zona "pescatori" presso il porto di Prà. Tale attività risulta essere necessaria in previsione dei lavori di realizzazione della cassa di colmata con dragaggio dei sedimenti e contestuale ricollocazione della sede di alcune cooperative pescatori di Multedo interferenti con le nuove opere. Al fine dell'eventuale riutilizzo dei citati sedimenti, risulta necessario procedere ad una caratterizzazione degli stessi secondo quanto previsto dal D.M. 173/2016, all'interno del quale è previsto che le aree in oggetto risultino afferenti al Percorso I, ovvero richiedano una caratterizzazione completa.

2. Modalità di sondaggio e di campionamento

La suddetta indagine ambientale prevede l'esecuzione di n.11 sondaggi suddivisi in:

- n. 10 sondaggi nella zona di dragaggio presso Porto Petroli (identificati con sigle SMC01÷SMC10);
- n. 1 sondaggio nella zona "pescatori" presso il porto di Prà (identificato con la sigla SMP01).

I punti di sondaggio sono stati disposti al centro di una maglia regolare di lato 50 m. Allegato alla presente si riporta un elaborato grafico con indicati i punti di sondaggio con relativi codici identificativi.

I sondaggi verranno eseguiti mediante perforazione a carotaggio continuo con vibrocore e recupero di nucleo fino alla profondità di 3 m a partire dal piano del fondale marino.

Trattandosi di sondaggi ubicati nello specchio acqueo si dovrà prevedere la messa a disposizione di una chiatta (o altro mezzo natante idoneo) per il posizionamento della sonda perforatrice.

La carota di sedimento estratta dovrà essere disposta in apposita cassetta catalogatrice per la ricostruzione della stratigrafia, la ripresa fotografica e le successive operazioni di campionamento.

Il diametro del carotiere dovrà essere tale da consentire il recupero di materiale sufficiente a formare tre aliquote per ogni campione, considerando che dovranno essere eseguite analisi chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche.

Le carote di sedimento dovranno essere preventivamente decorticate della parte più esterna a contatto con le pareti interne del carotiere per evitare la contaminazione da trascinamento.

Prima delle analisi, dal campione devono essere rimosse manualmente le componenti di origine antropica (es.: frammenti di plastica, vetro, metallo, ecc.) e naturale (ciottoli, organismi del macrobenthos) di dimensioni comunque superiori a 5 mm. Qualora il campione così ottenuto fosse costituito da oltre l'80% di ghiaia (diametro > 2 mm), le analisi chimiche potranno essere omesse, a meno di macroscopiche evidenze di inquinamento.



COMUNE DI GENOVA

Considerata la profondità di perforazione pari a 3 m dal fondale marino, per ogni sondaggio dovranno essere prelevati n. 4 campioni distribuiti come segue:

- 0-0,5 m da piano fondale;
- 0,5-1 m da piano fondale;
- 1-2 m da piano fondale;
- 2-3 m da piano fondale.

Pertanto, in considerazione del numero di sondaggi previsti, saranno prelevati complessivamente n. 44 campioni, ognuno in triplice aliquota al fine di permettere, oltre all'analisi a cura del laboratorio incaricato, le attività di verifica dell'Ente di controllo e l'eventuale apertura della terza aliquota.

Le modalità di trasporto e conservazione del campione dovranno rispettare quanto riportato nella seguente tabella, estratta dal D.M. 173/2016.

PARAMETRO	CONTENITORE	TRASPORTO (°C)	CONSERVAZIONE (°C)
GRANULOMETRIA	plastica o vetro	4 – 6	4 – 6
SOSTANZA ORGANICA O TOC	vetro o polietilene	4 – 6	≤ -20 ⁽¹⁾
CHIMICA ORGANICA	Vetro o polietilene	4 – 6	≤ - 20 ⁽¹⁾
METALLI E INORGANICI	polietilene o vetro	4 – 6	≤ - 20 ⁽¹⁾
MICROBIOLOGIA ⁽²⁾	polietilene o polistirolo sterili	4 – 6	4 – 6
ECOTOSSICOLOGIA ⁽³⁾	polietilene o vetro	4 – 6	4 – 6

⁽¹⁾ solo per campioni che non siano stati liofilizzati

⁽²⁾ da allestire in coltura sui campioni fresco entro 36 ore

⁽³⁾ da eseguire sul campione fresco (paragrafo 3.1).

Figura 1 - Modalità di conservazione e trasporto dei campioni (tab. 2.2 D.M. 173/2016)

Durante le operazioni di campionamento dovranno essere osservate le procedure di qualità (QA/QC - Quality Assurance e Quality Control), prelevando almeno il 10% dei campioni per verifica.

Al fine di evitare qualsiasi fenomeno di trasporto dell'eventuale contaminazione presente da un punto di campionamento all'altro (cross contamination), tutti gli strumenti/utensili non a perdere utilizzati dovranno essere decontaminati dopo ogni operazione e prima della successiva. Tutti i campioni saranno raccolti in appositi contenitori (si veda la tabella precedente per il tipo di materiale costituente i contenitori) forniti dal laboratorio, debitamente etichettati e univocamente identificati. Tutte le informazioni relative al punto di sondaggio e ai relativi campionamenti saranno riportati su una "scheda di campo" (ne dovrà essere predisposta una per ogni punto di indagine). Sulla scheda dovranno essere riportate almeno le seguenti informazioni:

- codice del progetto;
- sito di prelievo;
- codice identificazione del sondaggio e del campionamento;
- data e ora di prelievo del campione;
- persona che ha effettuato il campionamento;
- coordinate proiettate UTM WGS84 fuso 32/33, da rilevare appositamente con strumentazione adeguata.



COMUNE DI GENOVA

3. Esecuzione delle analisi

Le analisi di caratterizzazione dei materiali da eseguire sui campioni prelevati sono le seguenti:

1. Caratterizzazione ecotossicologica;
2. Caratterizzazione chimica;
3. Caratterizzazione fisica.

Si riporta di seguito una descrizione delle modalità con cui dovranno essere condotte le analisi sopra elencate.

3.1 Caratterizzazione ecotossicologica

La caratterizzazione ecotossicologica dovrà essere eseguita su tutti i campioni prelevati, come descritto al precedente capitolo 2.

Tale caratterizzazione dovrà essere eseguita a mezzo di una batteria di saggi biologici eseguiti come indicato al paragrafo 2.3.1 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016.

Per l'esecuzione delle analisi, il sedimento intero o la frazione solida del sedimento dovrà essere saggiata a fresco (non congelata, non essiccata né liofilizzata) prima possibile e comunque non oltre 15 giorni di conservazione a 4 – 6 °C al buio; la frazione liquida (acqua interstiziale o elutriato 1:4 p/v) dovrà essere preparata entro 10 giorni dal sedimento tal quale conservato a 4 °C al buio e, se non saggiata entro le 24 h dalla preparazione, conservata a -20 °C fino al momento dell'analisi. I contenitori con la matrice di prova non dovranno presentare spazio d'aria. La batteria di minima dovrà essere composta da almeno 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici ben distinti, scegliendo una delle combinazioni di cui alla successiva tabella (Tabella 2.3 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016): per ciascuna delle tipologie 1, 2 e 3 dovrà essere selezionato un saggio biologico a scelta tra quelli indicati con il segno "X". La combinazione dovrà essere la stessa per la totalità dei campioni previsti nell'ambito della medesima istruttoria.

In caso di sedimento con percentuali di sabbia/ghiaia (diametro > 0,63 mm) maggiori del 90%, in considerazione dei possibili falsi positivi o della impossibilità di eseguire il saggio, la prova su fase solida potrà essere sostituita con almeno un ulteriore saggio a scelta su fase liquida tra quelli indicati nella tabella seguente come 2a tipologia.

Gruppo	Batteri		Algae	Crostei				Molluschi Bivalvi		Echinodermi			
Specie	<i>Vibrio fischeri</i> (Bacteria)		<i>Dunaliella tertiolecta</i> <i>Pheodactylum tricorutum</i> <i>Skeletonema costatum</i> (Algae)	<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Crustacea)	<i>Corophium</i> spp (Crustacea)	<i>Acartia tonsa</i> (Crustacea)		<i>Tigriopus fulvus</i> (Crustacea)	<i>Crassostrea gigas</i> (Bivalvia)	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Bivalvia)	<i>Paracentrotus lividus</i> (Echinodermata)		
Matrice	fase liquida	fase solida	fase liquida	fase liquida	Sed. intero	fase liquida	Sed. intero	fase liquida	fase liquida	fase liquida	fase liquida		
Endpoint	Bioluminescenza		Crescita algale	Mortalità	Mortalità	Mort. (48 h)	Mort. (7 gg)	Sviluppo larvale	Mortalità	Sviluppo larvale	Sviluppo larvale	Fecundazione	Sviluppo larvale
1° tipologia		XA			XA			XC					
2° tipologia	XA		XC	XA		XA			XA			XA	
3° tipologia							XC			XC	XC		XC

A = saggio acuto

C = saggio cronico/a lungo termine/subcronico/risp. subletale

Figura 2 - Schema per l'esecuzione della caratterizzazione ecotossicologica (tab. 2.3 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016)



COMUNE DI GENOVA

Le informazioni da riportare sul rapporto di prova sono riassunte nella tabella seguente (ripresa dall'Appendice 2A dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016). Sul rapporto di prova, oltre ai dati grezzi, dovrà essere riportato il metodo ed i parametri statistici necessari, a supporto della affidabilità del dato.

Campione	
Data campionamento	
Matrice	
Concentrazione/i testata/e:	
Organismo test	
Metodo utilizzato	
End point misurato	
Sostanza tossica di riferimento (controllo positivo)	
EC50 e limiti fiduciali (controllo positivo)	
Range di riferimento e/o carta di controllo	
Acqua usata per il test come controllo/diluente	
Parametri di controllo (es. salinità, pH, Temperatura)	
Nr. repliche	
Tempo di esposizione	
EC20 con limiti fiduciali	
EC50 con limiti fiduciali	
Effetto percentuale medio alla conc. max	
Dev. St. delle repliche alla conc. max	
Per il saggio in fase solida con <i>Vibrio fischeri</i>	
Tossicità misurata (TU50) ± Lim fiduc. (95%)	
R ²	
Sediment Toxicity Index (STI)	

Figura 3 - Informazioni da riportare su RdP delle analisi ecotossicologiche (Appendice 2A dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016)



COMUNE DI GENOVA

3.2 Caratterizzazione chimica

La caratterizzazione chimica dovrà essere eseguita su tutti i campioni prelevati, come descritto al precedente capitolo 2. Tale caratterizzazione dovrà essere eseguita a mezzo analisi chimiche eseguite come indicato al paragrafo 2.4.1 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016.

Il set analitico delle analisi da eseguire è riportato nella tabella seguente (tabella 2.4 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016).

PARAMETRI CHIMICI	SPECIFICHE	LIMITE DI QUANTIFICAZIONE
METALLI E METALLOIDI	As, Cd, Cr _{tot.} , Cr VI*, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, V*, Al*, Fe*	0,03 mg kg ⁻¹ (Cd, Hg); 1 mg kg ⁻¹ (altri)
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	Acenafilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene e loro sommatoria	1 µg kg ⁻¹
IDROCARBURI C>12*		5 mg kg ⁻¹
PESTICIDI ORGANOCLORURATI	Aldrin, Dieldrin, Endrin, α-HCH, β-HCH, γ-HCH (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), HCB, eptacloro epossido	0,1 µg kg ⁻¹
POLICLOROBIFENILI	Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria	0,1 µg kg ⁻¹
COMPOSTI ORGANOSTANNICI	Monobutil, Dibutil, Tributilstagno e loro Sommatoria	1 µg kg ⁻¹
CARBONIO ORGANICO TOTALE O SOSTANZA ORGANICA TOTALE		0,1 %
SOMMAT. T.E. PCDD,PCDF (DIOSSINE E FURANI) E PCB DIOSSINA SIMILI*	ELENCO DI CUI alle note della tabella 3/A di cui al D.lgs 172/2015	D.Lgs 172/2015

* da considerare come sostanze aggiuntive.

Figura 4 - Set analitico analisi chimiche (Tabella 2.4 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016)

Qualora il campione fosse costituito da oltre l'80% di ghiaia (diametro > 2 mm), le analisi chimiche potranno essere omesse, a meno di macroscopiche evidenze di inquinamento. I risultati delle analisi chimiche dovranno essere riportati su rapporti di prova contenenti anche le seguenti informazioni:

- percentuale di recupero rispetto a materiali standard certificati;
- limite di quantificazione (garantendo quelli di cui alla tabella riportata in figura 4);
- incertezza estesa;
- valutazioni di QA/QC.

3.3 Caratterizzazione fisica

La caratterizzazione fisica dovrà essere eseguita su tutti i campioni prelevati, come descritto al precedente capitolo 2.



COMUNE DI GENOVA

La caratterizzazione fisica dovrà essere eseguita come indicato al paragrafo 2.5 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016 attraverso le seguenti determinazioni:

- Descrizione macroscopica: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine vegetale e/o antropica.
- Granulometria: Frazioni granulometriche al $\frac{1}{2}\phi$ dove $\phi = -\log_2(\text{diametro in mm}/\text{diametro unitario in mm})$. I valori sono espressi in percentuale.

La granulometria dovrà essere espressa nelle principali classi granulometriche:

- ghiaia (> 2 mm);
- sabbia ($2 \text{ mm} < x < 0,063$ mm);
- pelite (silt: $0,063 \text{ mm} < x < 0,004$ mm + argilla: $< 0,004$ mm).

Al termine delle determinazioni analitiche i risultati andranno riportati su rapporto di prova rilasciato dal laboratorio incaricato.

A titolo riassuntivo, nel prospetto seguente sono elencati i campioni da prelevare e le relative analisi da eseguire con le modalità descritte ai paragrafi precedenti.

ID campione	profondità di campionamento (m da fondale)	analisi ecotossicologica	analisi chimica	analisi fisica
SMC01	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC02	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC03	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC04	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC05	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x



COMUNE DI GENOVA

SMC06	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC07	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x

ID campione	profondità di campionamento (m da fondale)	analisi ecotossicologica	analisi chimica	analisi fisica
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC08	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC09	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMC10	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x
SMP01	0-0,5	x	x	x
	0,5-1	x	x	x
	1-2	x	x	x
	2-3	x	x	x

Tabella 1 - Riepilogo campioni da prelevare e analisi da eseguire



COMUNE DI GENOVA

4. Classificazione dei sedimenti

Al termine delle attività di campionamento ed analisi, dovrà essere predisposta una Relazione finale che descriva le attività effettuate sia in termini di modalità di campionamento sia in termini di tipologia di analisi eseguite. A tale relazione dovrà essere allegata tutta la documentazione prodotta quale, ad esempio e a titolo indicativo, stratigrafie dei sondaggi, rilievo topografico, fotografie delle attività eseguite e dei materiali campionati, rapporti di prova di laboratorio.

Inoltre, la relazione citata dovrà riportare la classificazione dei sedimenti che saranno oggetto di indagine, secondo le modalità previste al paragrafo 2.7 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016.

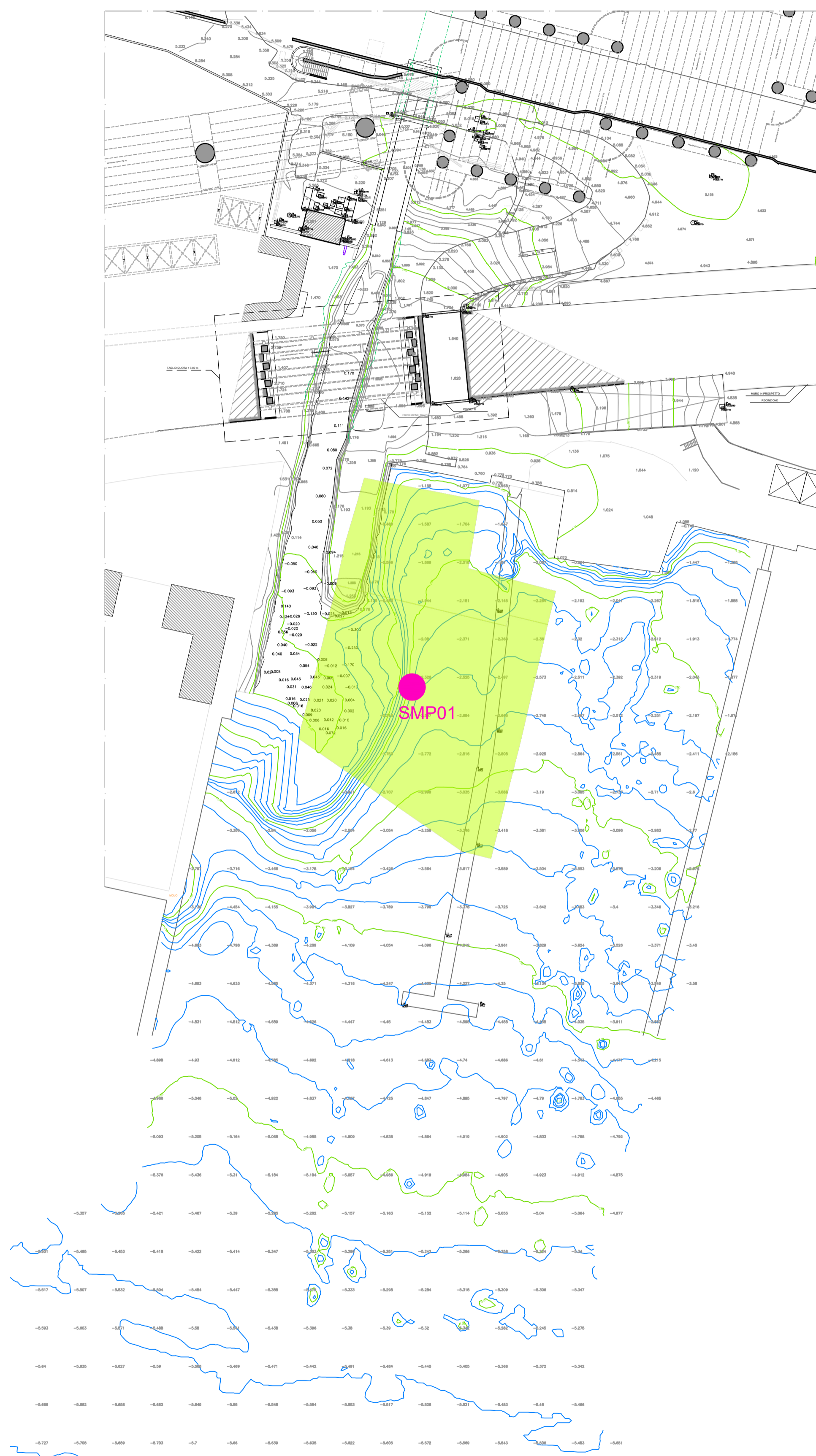
Ai sedimenti testati dovrà essere attribuita una classe di qualità (A÷E) secondo la classificazione mediante criteri di integrazione ponderata descritta al citato paragrafo normativo, anche facendo riferimento a quanto riportato alle Appendici 2B e 2C della medesima Norma.

Classe di pericolo ecotossicologico elaborato per l'intera batteria (HQ _{Batteria})	Classificazione chimica	Classe di Qualità del materiale
Assente	HQ _C (L2) ≤ Trascurabile	A
	Basso ≤ HQ _C (L2) ≤ Medio	B
	HQ _C (L2) = Alto	C
	HQ _C (L2) > Alto	D
Basso	HQ _C (L1) ≤ Basso	A
	HQ _C (L1) ≥ Medio e HQ _C (L2) ≤ Basso	B
	Medio ≤ HQ _C (L2) ≤ Alto	C
	HQ _C (L2) > Alto	D
Medio	HQ _C (L2) ≤ Basso	C
	HQ _C (L2) ≥ Medio	D
≥ Alto	HQ _C (L2) ≤ Basso	D
	HQ _C (L2) ≥ Medio	E

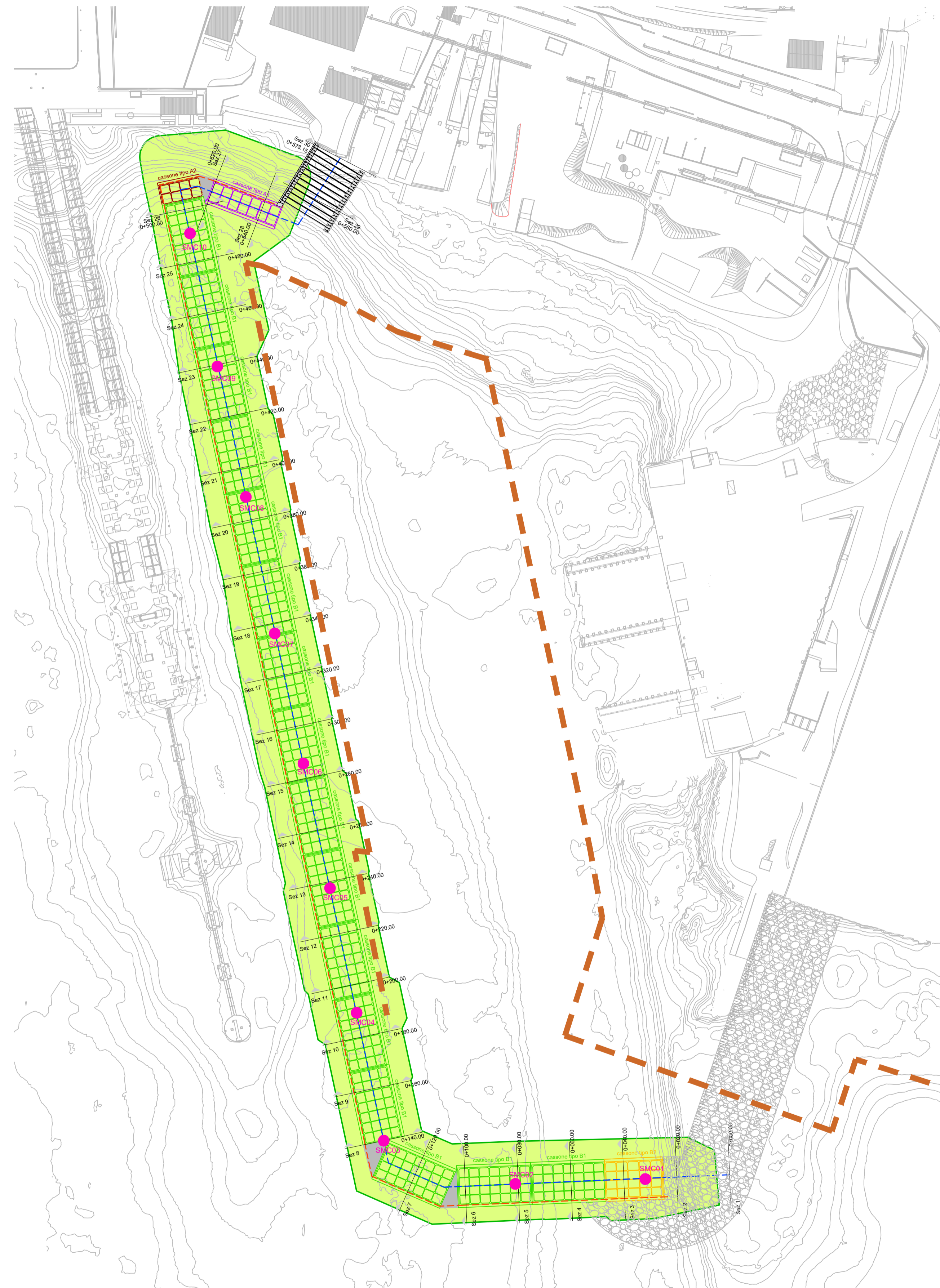
Figura 5 - Classificazione dei sedimenti nelle classi di qualità (Tabella 2.7 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016)

La tabella appena riportata è da considerare come riferimento (tabella 2.7 dell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016) per la classificazione dei sedimenti.

PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO - area Pescatori
scala 1:500



PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO - area Calata
scala 1:1000



LEGENDA

- SCAVO DI IMBASAMENTO
- UBICAZIONE SONDAGGI
- LIMITE DISTANZA 50 M DALLA COSTA/MANUFATTI PORTUALI ESISTENTI

KEY MAP



00	Revisone	Descrizione	F.G.	G.L.	G.S.	Data
45503307	Progettazione	PD	Numero: 001	Revisione: A	Scale: VARIE	28/05/2020

STANTEC S.p.A.

Porto Petroli - Genova - Specifica tecnica per caratterizzazione sedimenti marini

Tavola 1
Ubicazione punti di sondaggio