

PROGETTO ESECUTIVO

CUP C31H20000060001

CIG 8934474130

RIF. PERIZIA

2879 FASE 2

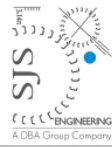
TITOLO PROGETTO

Adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente

ELAB. N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
0005	Ambiente Piano di caratterizzazione ambientale Relazione ai sensi dell'art. 242 comma 3, del d.lgs 152/2006 e s.m.i.	-

COD. PROG	AMBITO	OPERA	DISCIPLINA	FASE	ELAB.N°	REV.	NOME FILE
2879-F2	GE	N	B	PE	0005	C0	2879-F2-GE-N-B-PE-0005-C0.docx

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
C2	13/12/2022	Versione modificata a valle della delibera di approvazione	A.Bettinetti	A.Bettinetti	A. Scotti
C1	06/09/2022	Versione modificata per recepire le richieste degli Enti	A.Bettinetti	A.Bettinetti	A. Scotti

UFFICIO DIREZIONE LAVORI RINA CONSULTING S.p.A.  Direttore Lavori: Ing. Alessandro Aliotta C. S. E.: Ing. Emilio Puppo		COORD. PROGETTUALE E SUPP. TECNICO-GESTIONALE RINA CONSULTING S.p.A. 	
Impresa Appaltatrice: A.T.I.  Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l. Consorzio Stabile Grandi Lavori Srl Piazza del Popolo 18 00187 Roma Imprese consorziate esecutrici:  FINCOSIT  G.S. Edil Società Cooperativa		 	
Progettista Indicato: R.T.P.     			
Responsabile dell'integrazione delle prestazioni specialistiche: Ing. Alberto Scotti		Progettazione specialistica: Dott. Aldo Bettinetti	

D.E.C.	VERIFICATORE	VALIDATO R.U.P.	IL RESP. DELL'ATTUAZIONE
Geom. Simone Bruzzese	R.T. Conteco Check S.r.l. RINA Check S.r.l.	Ing. Marco Vaccari	Dott. Umberto Benezzioli

INDICE

1	PREMESSA	3
2	PERIMETRAZIONE DEL SITO E INQUADRAMENTO	7
2.1	Perimetrazione del sito	7
2.2	Inquadramento progettuale	7
2.3	Inquadramento territoriale	13
2.4	Inquadramento urbanistico	14
2.5	Inquadramento geomorfologico	15
2.6	Inquadramento idrogeologico	18
3	STORIA DELL'AREA	21
4	INDAGINI PREGRESSE	23
4.1	Indagini 2021	23
4.2	Indagini 2022	27
5	MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE	33
5.1	Premessa	33
5.2	Sorgenti di contaminazione	33
5.3	Bersagli	38
5.4	Percorsi di esposizione	39
6	PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI	40
6.1	Numero ed ubicazione dei sondaggi	40
6.2	Attività da eseguire	45
6.2.1	Prelievo di campioni di suolo (riporti)	45
6.2.2	Analisi di laboratorio sui suoli (riporti)	45
6.2.3	Prelievo di campioni di acque di falda e misure in situ	46
6.2.4	Analisi di laboratorio sui campioni delle acque di falda	47
6.3	Modalità di esecuzione	49
6.3.1	Sondaggi	49

ATI:



RTP:



6.3.2	Piezometri	51
6.3.3	Prelievo di campioni di terreno	54
6.3.4	Prelievo di campioni di acque di falda e misure in campo	55
6.3.5	Analisi di laboratorio	55
6.4	Indagini 242-ter	56

ATI:



RTP:



1 **PREMESSA**

Il progetto di adeguamento del porto industriale di Genova Sestri Ponente deriva dal programma straordinario di investimenti urgenti per la ripresa e lo sviluppo del porto e delle relative infrastrutture di accessibilità e per il collegamento intermodale dell'aeroporto Cristoforo Colombo con la città di Genova, nonché per la messa in sicurezza idraulica e l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, riportato in allegato al Decreto n. 1 del 28 febbraio 2020 del Commissario Straordinario per la ricostruzione del Viadotto Polcevera dell'Autostrada A10, con il quale sono state individuate le opere di importanza primaria per lo sviluppo della portualità genovese.

In tale ambito rientra anche il progetto di adeguamento e razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente; l'oggetto principale del progetto è quello di dotare l'area cantieristica di Genova Sestri Ponente, oggi utilizzata da Fincantieri S.p.A. in qualità di Concessionario, di un nuovo bacino di carenaggio in grado di consentire la costruzione di navi oltre le 110'000 ton (le dimensioni consentite dall'attuale bacino operativo) e fino anche le 150'000 ton.

Per portare a compimento il potenziamento e la modernizzazione dello scalo cantieristico di Sestri Ponente e per la diversità degli interventi da attuare, sono state individuate due fasi di interventi indicate come fase 1 (non di competenza di questo progetto) e fase 2 (oggetto del presente progetto).

In dettaglio il progetto di fase 2 prevede la realizzazione di diverse opere nel bacino portuale:

- Opera A: il dragaggio dei fondali marini fino a -11,00 m s.l.m.m.;
- Opera B: l'ampliamento dei piazzali ed il tombamento del bacino n° 1 e delle parti dei bacini esistenti n° 2 e 3 non utilizzati per la costruzione del nuovo bacino;
- Opera C: il nuovo bacino di carenaggio di 400 metri di lunghezza e con larghezza 60 metri per 300 metri ed 80 per i primi 100 da inserire tra i due bacini n° 2 e n° 3;
- Opera D: i lavori di ampliamento del pontile di allestimento esistente posizionato a levante del bacino n° 3;
- Opera E: la riduzione della testata del pennello longitudinale dell'area Tankoa per 50 metri;
- Opera F: la riduzione del pontile di levante della Marina di Sestri Ponente per 50 metri;
- Opera G: la riduzione del pontile centrale della Marina di Sestri Ponente per 60 metri;
- Opera H: la riduzione della barriera soffolta prospiciente la zona aeroporto;
- Opera I: la riduzione della testata del molo Muledo per 30-40 metri.

ATI:

**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici

**FINCOSIT****CONSORZIO
INTEGRA**

RTP:



L'ubicazione delle opere di fase 2 è riportata nella figura seguente, mentre in Figura 1-2 è evidenziata la nuova conformazione del bacino, a progetto realizzato.

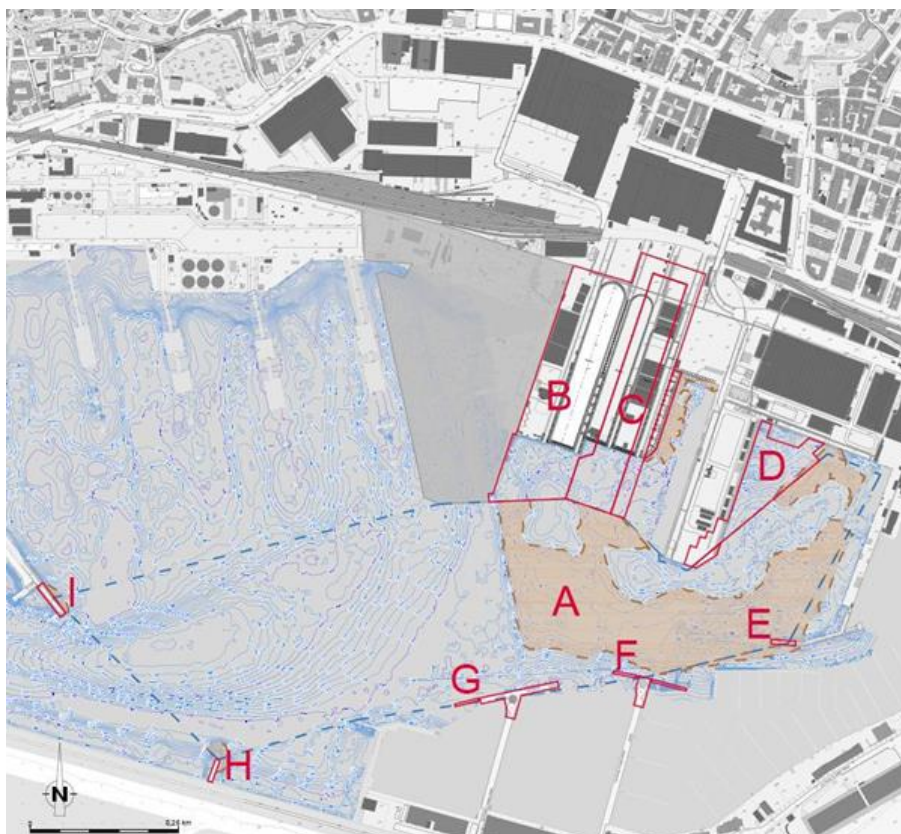


Figura 1-1: Ubicazione degli interventi in progetto all'interno del Porto di Genova Sestri Ponente. In grigio la nuova calata a mare, in corso di realizzazione

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:





Figura 1-2: Conformazione del bacino portuale a progetto completato

Nel corso della predisposizione del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) erano state effettuate indagini sui suoli e sulle acque in corrispondenza delle Opere B e C , che avevano mostrato superamenti dei limiti di legge (CSC concentrazioni soglia di contaminazione) nei suoli e nelle acque di falda; in particolare in alcuni campioni di suolo erano stati riscontrati superamenti per cromo, nichel ed amianto, mentre nelle acque di falda erano stati riscontrati superamenti per alcuni metalli (alluminio, manganese, cromo esavalente) per il boro, per alcuni policiclici aromatici (benzo-a-pirene e benzo -g, h- perilene) e composti clorurati (triclorometano e tetracloroetilene)

In conseguenza, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Occidentale (proprietaria delle aree) aveva trasmesso agli Enti (Comune di Genova, Città Metropolitana di Genova, Regione Liguria, Prefettura di Genova) una notifica di tale situazione ai sensi dell'articolo 244 del D. Lgs. 152/06, informandone il concessionario delle aree (Fincantieri SpA)

In tale Notifica, l'Autorità di Sistema portuale evidenziava che la situazione di supero delle CSC fosse connessa a eventi occorsi in tempi pregressi similmente a quanto rilevato in aree limitrofe nell'ambito di altri progetti. Si evidenziava che si trattasse di fenomeni in lenta regressione e non fosse necessaria l'adozione immediata di misure di prevenzione, come definite dall'art. 240 comma 1 lettera i) del D. Lgs. n. 152/2006.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



Nella notifica era dichiarato che sarebbe stato predisposto un piano di caratterizzazione ambientale al fine di instradare la gestione del sito nella modalità ambientalmente più compatibile.

Una nuova campagna di indagine conoscitiva sullo stato di qualità dei suoli effettuata nelle prime fasi del Progetto Esecutivo ha evidenziato in alcuni dei nuovi campioni superamenti delle CSC per il nichel.

A seguito di quanto sopra è predisposto il presente piano di caratterizzazione da sottoporre per approvazione ai sensi dell'articolo 242 del D. Lgs. 152/06.

Come meglio chiarito nel Capitolo 2, che definisce il perimetro del sito oggetto del procedimento, il presente PdC è relativo al sedime esistente nelle aree delle Opere B e C, uniche aree ove esistono matrici rientranti nel campo di applicazione del Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/06.

Si evidenzia che in una parte delle aree rientranti nel perimetro del sito, individuate in Figura 2.4, lo scavo dei terreni fino a quota 1 m s.l.m. avverrà nella fase iniziale dei lavori (a partire presumibilmente da gennaio 2023) e la sua esecuzione è critica per il programma dei lavori ed il rispetto del termine di ultimazione dell'opera strategica. Pertanto, qualora il completamento del procedimento avviato con il presente documento (in termini di approvazione dell'analisi di rischio) non dovesse essere prevedibilmente ultimato in tempi compatibili con l'esecuzione di detti scavi, ci si riserva di presentare istanza per eseguire gli scavi nelle aree indicati in Figura 2.4 (fino alla quota di 1 m slm). In tal senso, le indagini previste in tale zona, entro detta profondità, devono intendersi indicate anche come proposta di indagini preliminari ai sensi dell'articolo 242-ter comma 4 lettera a) del D. Lgs. 152/06, su cui si richiede, con l'approvazione del presente PdC, il concordamento da parte di ARPA. Tali indagini sono espressamente riepilogate nel Paragrafo 6.4; esse saranno eseguite per prime e, nel caso, i relativi esiti saranno allegati all'istanza ex art. 242-ter.

Il riferimento legislativo è rappresentato dal titolo V del Dlgs152/06 ed in particolare dall'art.242. In linea con le indicazioni dell'Allegato 2 (parte quarta del Dlgs152/06) "criteri generali per la caratterizzazione dei siti contaminati", nella presente relazione si fornisce un inquadramento del sito al fine di individuare la zona dal punto di vista territoriale e geologico, poi si include una descrizione dell'evoluzione storica delle attività produttive svolte, una sintesi degli esiti delle caratterizzazioni precedenti. In base agli elementi di cui sopra viene presentato un modello concettuale preliminare del sito ed il nuovo piano di indagini per la caratterizzazione.

ATI:**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici

**FINCOSIT****RTP:**

2 PERIMETRAZIONE DEL SITO E INQUADRAMENTO

2.1 Perimetrazione del sito

Come evidenziato in premessa, il progetto di adeguamento del porto di Sestri Ponente include diverse opere e aree di intervento.

Tuttavia, non tutte le aree rientrano nel sito oggetto di caratterizzazione ambientale; le aree escluse comprendono:

- tutte le aree sommerse, che vengono gestite in linea con le disposizioni relative alla movimentazione dei sedimenti marini (decreto 173/2016)
- le opere minori (Opere E-I) costituite da banchine portuali e la parte a terra dell'opera D, costituita esclusivamente da un pontile in calcestruzzo

Ai fini del piano di caratterizzazione ambientale, il perimetro del sito (potenzialmente) contaminato coincide quindi con il limite dell'area di cantiere del nuovo bacino di carenaggio (opera C) e del nuovo piazzale industriale (Opera B).

I limiti del sito oggetto del piano di caratterizzazione ambientale sono riportati nella Figura 2-1.

La superficie complessiva di tale area (nel seguito Area) è pari a circa 70.000 metri quadri.

2.2 Inquadramento progettuale

Nel Capitolo 1.0 è stato riportato un sintetico inquadramento del progetto da attuare nell'area. Appare opportuno, nel quadro del PdC, fornire alcune informazioni sull'attività di scavo e reinterro che il progetto prevede.

ATI:



RTP:





Figura 2-1: Area del sito oggetto del piano di caratterizzazione ambientale. In arancione il perimetro del sito, in giallo il perimetro delle due aree di intervento "Opera B" e "Opera C" e in rosso il perimetro del nuovo bacino di carenaggio

Per realizzare le opere in progetto, all'interno dell'Area dovranno essere effettuate operazioni di scavo dei terreni esistenti oltre alla demolizione delle pavimentazioni industriali e degli elementi strutturali in

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



calcestruzzo che delimitano i bacini di carenaggio attualmente presenti, i quali saranno dismessi per consentire la realizzazione del nuovo bacino, adeguato alla costruzione di navi di ultima generazione.

Nelle figure seguenti sono evidenziate le zone in cui saranno effettuati gli scavi necessari per la realizzazione delle nuove opere, si può osservare che le profondità di scavo variano in funzione del destino finale delle aree; nell' area dei nuovi piazzali (opera B) lo scavo è limitato a consentire la predisposizione della nuova pavimentazione, mentre nella zona del bacino di carenaggio (Opera C) vi sono aree che vengono approfondite a – 13,5 m s.l.m. e che formeranno parte del futuro nuovo bacino e le aree adiacenti ove gli scavi interesseranno uno spessore più limitato (fino alla -1,80 m slm).

In Figura 2-3 sono riportate le aree da scavare fino alla +1,0 m slm nella fase iniziale dei lavori.

Il PFTE approvato e che ha costituito il riferimento per la procedura di VIA prevede che tutti i circa 175.000 metri cubi di terreni da scavare (la maggioranza dei quali è costituita da sedimenti marini saturi sottostanti il rilevato esistente, da rimuovere per garantire adeguato pescaggio per il nuovo bacino) siano gestiti come rifiuti ed allontanati dal cantiere per essere conferiti ad impianti autorizzati; conseguentemente, nell'ambito della procedura di VIA, non è stato presentato il piano preliminare di utilizzo richiesto ai sensi dell'articolo 24 del DPR 120/17 per il riutilizzo nel medesimo sito, risultando così apparentemente preclusa la possibilità di riutilizzo in sito come sottoprodotti¹.

Tra le condizioni ambientali nel decreto di pronuncia di compatibilità ambientale vi è la raccomandazione di ridurre la produzione di rifiuti, massimizzando, per quanto possibile, il riutilizzo anche dei terreni di scavo. In sede di progetto definitivo ed esecutivo, attualmente in fase di sviluppo, si stanno individuando soluzioni operative in linea con tale condizione ambientale, fermo restando che i lavori previsti implicheranno la produzione di una significativa quantità di materiali di demolizione e terre da scavo in eccesso alle possibilità di riutilizzo in cantiere, che dovranno essere conferite all'esterno.

In tale quadro si ritiene appropriato, anche tenendo conto delle esigenze di massima celerità che caratterizzano il cantiere, prevedere che, dal punto di vista amministrativo, tutti i terreni di scavo siano gestiti come

¹ In effetti, pur in assenza, ad oggi, di pronunce giurisprudenziali a riguardo, appare ben dubbia la legittimità costituzionale di tale disposizione, in quanto la Direttiva 2008/98/CE espressamente sottrae alla disciplina dei rifiuti i terreni non contaminati riutilizzati allo stato naturale nel medesimo sito in cui sono escavati e inoltre tale disposizione non solo non trova alcun fondamento nella legge che delega il Governo ad emanare una disciplina regolamentare sulle terre e rocce da scavo (art. 8 del DL 133/2014, convertito con L 164/2014) ma pare addirittura in contrasto con disposizioni contenute in tale normativa sovraordinata. In ogni caso, allo stato attuale, nello specifico caso, onde evitare rallentamenti nei lavori, ci si adegua alla disposizione in questione.

ATI:



RTP:



rifiuti, indipendentemente da ogni possibile riutilizzo in sito. Poi, fermo restando che saranno conferiti direttamente ad impianti esterni debitamente autorizzati tutti i terreni risultanti eccedere la CSC per amianto, qualora a seguito dell'analisi di rischio ex art. 242 almeno parte dei terreni risulti idoneo per riutilizzo in sito, tale riutilizzo avverrà nell'ambito della disciplina dei rifiuti, mediante apposita autorizzazione ex art. 208 D. Lgs. 152/06; esso sarà relativo al riempimento dell'esistente Bacino 1 ed al rilevato sovrastante il riempimento a mare da realizzarsi² nell'Opera B.

Alla luce di quanto sopra, al fine di permettere di valutare, nell'ambito dell'analisi di rischio, l'idoneità dei terreni anche profondi esistenti al di sotto degli esistenti Bacini 2 e 3 (dove sarà realizzato il nuovo bacino) ad essere utilizzati in orizzonti insaturi della nuova Opera B, i carotaggi (con i relativi campionamenti) nell'area degli esistenti Bacini 2 e 3 saranno spinti fino alla massima profondità di scavo ivi prevista (-13,5 m s.l.m.).

² Tale riempimento sarà effettuato con materiali di dragaggio, senza impiegare né terreni di scavo né materiali di demolizione, che saranno, come detto, qualificati come rifiuti.

ATI:



RTP:





ATI:

Figura 2-2: Planimetria delle aree di scavo. Nell'Opera C è evidenziato il tracciato del cunicolo By Pass. Nell'opera B è evidenziata la sagoma del bacino 1, che sarà oggetto di riempimento

Fase 7

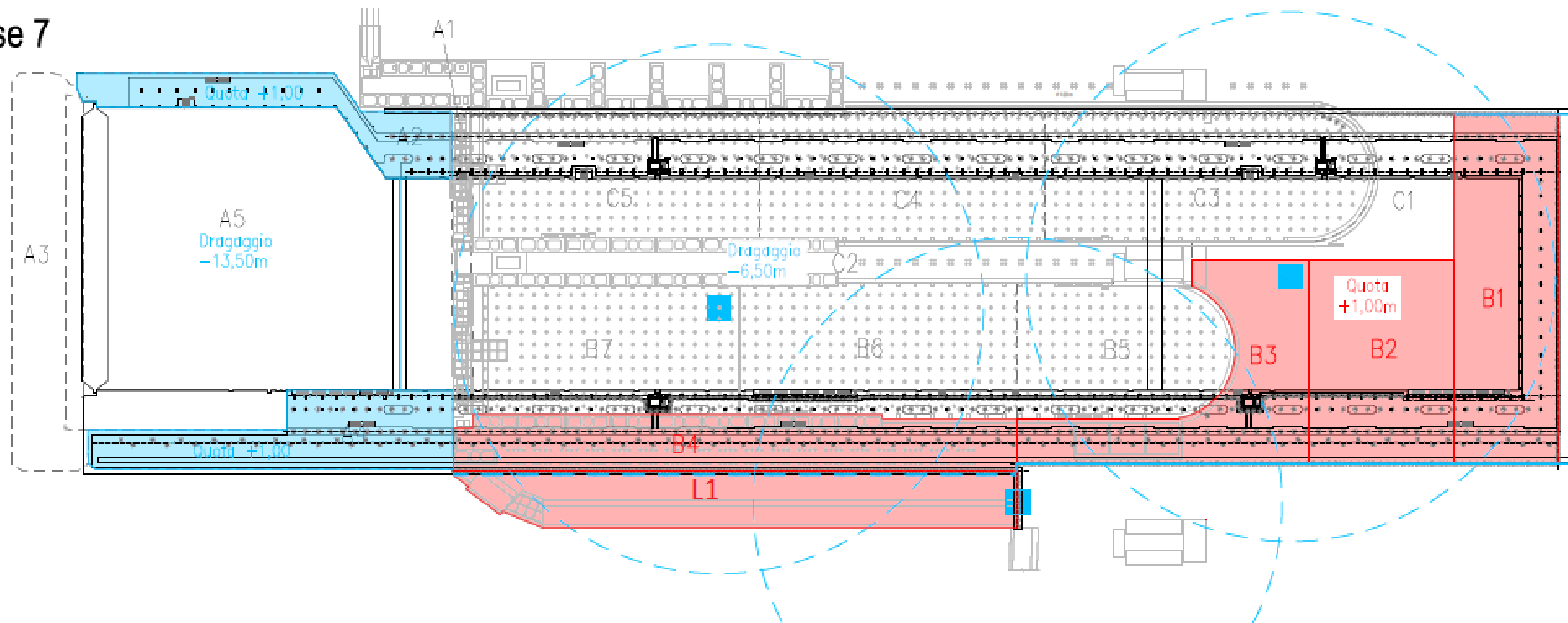


Figura 2-3: Planimetria dell'Opera C; In rosso le aree scavate fino alla + 1,0 m s.l.m.

ATI:

2.3 Inquadramento territoriale

Gli interventi di progetto ricadono all'interno del Porto di Genova Sestri Ponente, ubicato tra l'aeroporto di Genova e la costa. Nel porto si distinguono diverse aree, illustrate nella figura seguente:

- L'area del porto petroli con un terminale petrolifero destinato allo scarico, al carico e al trasferimento di petrolio greggio, prodotti petroliferi e petrolchimici, trasportati da navi;
- La zona Fincantieri ove sono ubicati i cantieri navali Fincantieri (adiacente alla zona del terminal petrolifero) e Tankoa;
- La zona occupata dal porto turistico (la Marina di Sestri), in posizione opposta al cantiere navale di Fincantieri, lato aeroporto, con 2000 posti barca;
- Una zona più interna ove si trovano numerose associazioni sportive.



Figura 2-4: le principali aree in cui è suddiviso il Porto di Sestri Ponente

La realizzazione del nuovo bacino di carenaggio e delle sue strutture a servizio (Opere B-C), si inserisce all'interno dell'area industriale Fincantieri (ex cantiere navale di Sestri Ponente Ansaldo), nell'area delimitata a Nord dalla ferrovia Genova-Ventimiglia, a Ovest dall'area dove è in corso la nuova calata a mare e a Est dal cantiere navale Tankoa Yachts.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



TECNITAT



PROGER



2.4 Inquadramento urbanistico

Dall'esame degli elaborati del Piano Regolatore Portuale (PRP) del Porto di Genova (approvato con D.C.R. n. 35 del 31/07/20019 si evince che le aree oggetto del presente PdC ricadono in aree destinate a funzioni industriali (IA) e, in particolare, in area IA1 "riparazione, manutenzione, trasformazione, costruzione e allestimento navale". Conseguentemente, per l'Area sono applicabili le CSC di Colonna B di Tabella 1 in

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



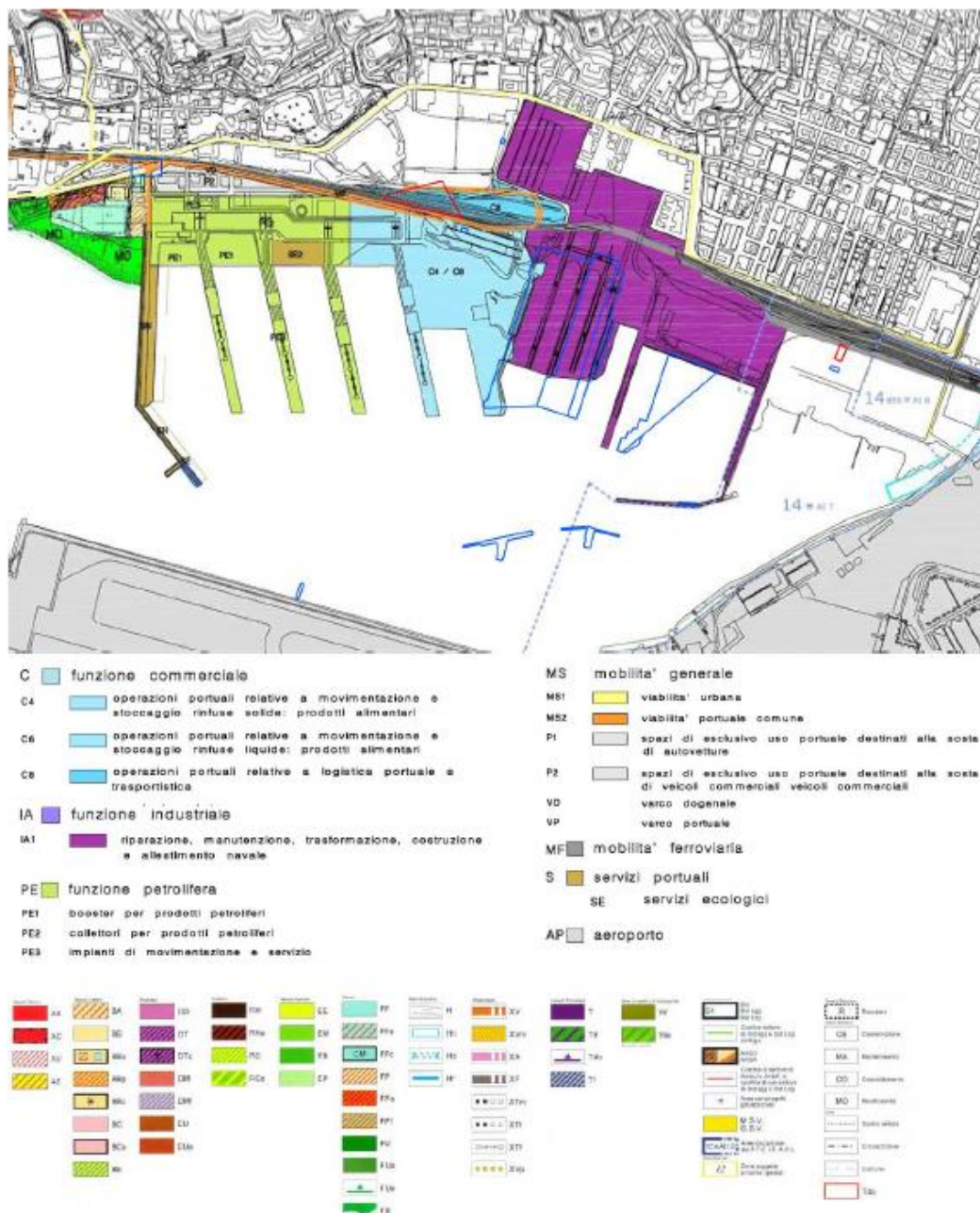
**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del D. Lgs. 152/0



69.

Figura 2-5 Piano Regolatore del Porto di Genova. Stralcio dell'elaborato "Quadro d'unione delle aree territoriali".

2.5 Inquadramento geomorfologico

Nell'ambito del PFTE è stata predisposta una prima analisi delle caratteristiche geomorfologiche dell'area, basata sulle informazioni disponibili in letteratura ed in particolare della cartografia utilizzata per la

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



TECNITAT



PROGER



predisposizione del PUC di Genova. Dalle indagini raccolte risulta che l'area di interesse si trova su un tratto di mare posto di fronte alla linea di costa, che limita una fascia, con modesta pendenza verso il mare, interposta tra le porzioni più avanzate dei rilievi e il mare. La larghezza media di questa fascia è di circa 400 m, con una quota massima, verso l'interno, tra 5 e 6 m slm.

In corrispondenza degli avvallamenti e dei drenaggi naturali dei rilievi che sovrastano l'area, il limite interno di questa fascia si allontana dal mare, mentre al contrario dove le propaggini dei rilievi sono più avanzate, il limite si muove in senso inverso. Gli assi di drenaggio principali sono il Rio Molinassi ed il Rio Cantarena, ubicati rispettivamente ad Ovest ed a est del sito in esame la cui conformazione finale è stata profondamente modificata a seguito dell'espansione del tessuto/industriale.

Dall'analisi delle carte geomorfologiche 36 e 26 del PUC di Genova risulta che l'area portuale è caratterizzata dalla presenza di un esteso rilevato, con il quale sono state riempite aree marine e che oblitera qualsiasi eventuale forma geomorfologica preesistente.

Per quanto riguarda invece i primi versanti riscontrabili, in corrispondenza dell'area urbanizzata, questi sono caratterizzati da materiale sciolto e più in particolare da materiale eluvio-colluviale e/o misto con uno spessore che oscilla indicativamente dai 0.5 metri ai 3.0 metri. Il versante ligure complessivamente si presenta con elevate pendenze ed è caratterizzato da forme erosive regressive. Inoltre, nelle aree site in prossimità del mare, il versante ligure è caratterizzato dalla presenza di più o meno frequenti terrazzamenti marini legati agli alti stazionamenti eustatici quaternari ed al lento sollevamento della stessa area.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



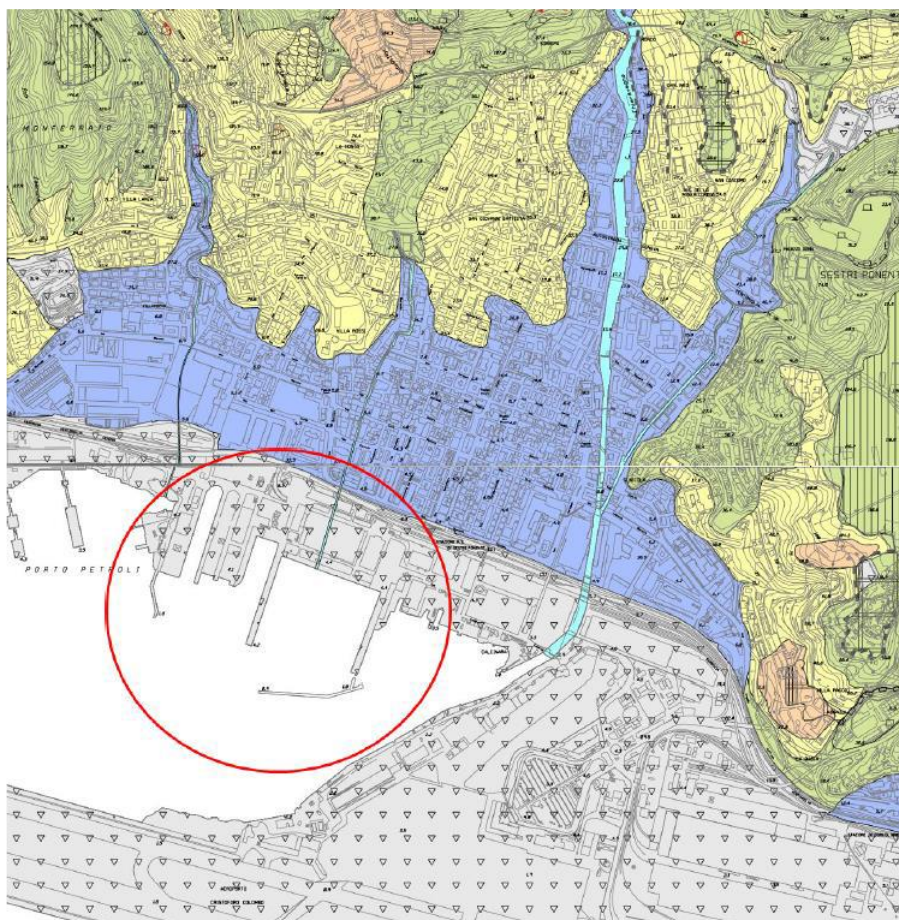


Figura 2-6: estratto delle carte 36 e 26 del PUC di Genova

Le indagini geognostiche condotte nell'ambito del Progetto esecutivo hanno consentito di inquadrare con maggior dettaglio la stratigrafia del sito, identificando i principali orizzonti presenti.

La situazione è rappresentata graficamente nelle tavole allegate alla presente relazione ed è sinteticamente descritta nella tabella seguente.

L'area industriale è stata ricavata colmando con materiale di riporto (essenzialmente ghiaia in matrice sabbiosa) le aree sommerse in corrispondenza della linea di costa originale. Lo spessore è variabile da 8 a 13 m a seconda della profondità dei fondali preesistenti.

In corrispondenza degli esistenti bacini di carenaggio lo strato di riporto può essere assente e la platea di calcestruzzo che costituisce il fondo dei bacini poggia direttamente sui sedimenti marini. I sedimenti marini costituiti principalmente da sabbie, poggiano a loro volta su uno strato argilloso-limoso, generalmente sovra consolidato, costituito dalle argille di Ortovero.

ATI:



RTP:



Tabella 2-1: Stratigrafia del terreno in corrispondenza dell'area di interesse

UNITA'	DA (m slm)	A (m slm)	SPESSORE MEDIO [m]	DESCRIZIONE UNITA' STRATIGRAFICA
R	+4.2	-4 / - 9	8 / 13	I primi 50 cm circa sono costituiti da pavimentazione industriale costituito da conglomerato bituminoso (a volte assente) e massetto in calcestruzzo. Materiale eterogeneo composto da GHIAIA eterometrica in matrice Sabbiosa Limosa con presenza sporadica di ciottoli, clasti poligenici usualmente subangolari con diametro di 20-30 mm. Sporadica presenza di frammenti di CLS e Laterizi.
SL	-4 / - 9	-12 / -21	8 / 12	SABBIA medio fine limosa, localmente sabbia pulita o con presenza di componente ghiaiosa, densità crescente da media a medio alta, colore grigio chiaro-marroncino.
ORV	-12 / -21	n.d	n.d.	LIMO argilloso debolmente sabbioso, plasticità media, colore grigio, sovraconsolidato, molto consistente. Localmente a tetto presenta spessori decimetrici di sabbia. È noto come Formazione delle Argille di Ortovero. Da monte a valle, il tetto di questo strato si immerge con gradiente di 1 m ogni 25-30 m circa.

2.6 Inquadramento idrogeologico

L'andamento del reticolo idrografico è stato pesantemente influenzato dalla tettonica Plio – Quaternaria con lo sviluppo di aste in direzione N – S ed E – O, inoltre il generale sollevamento tettonico dell'area ha portato ad una importante azione erosiva dei corsi d'acqua a discapito dei rilievi, che è stata esacerbata durante l'abbassamento del livello marino durante il periodo delle glaciazioni.

I due torrenti principali dell'area di studio sono il Polcevera ed il Bisagno con sviluppo principale in direzione N – S per uno sviluppo di circa 22 – 25 Km e per una superficie dei bacini imbriferi rispettivamente di 138 e 93 Km².

Gli acquiferi alluvionali principali sono quelli dei torrenti Polcevera e Bisagno con spessori rispettivamente di oltre 60 e di 50 m, i volumi stimati dei suddetti acquiferi sono nell'ordine di 55 e di 30 Mm³, come indicato nelle Note Illustrative del "Foglio Genova 213-230" del CARG.

ATI:



RTP:



L'acquifero del Polcevera poggia sulle Argilliti Montanesi e gli Argilloscisti di Murta, mentre quello del Bisagno è basato sui Calcari di Monte Antola e presso la foce sulle Argilliti di Ortovero. I sedimenti sono per lo più ghiaie e sabbie, ma sono presenti anche dei livelli limoso – sabbiosi e limoso – argillosi.

Per quanto concerne invece gli acquiferi negli ammassi rocciosi, questi sono dovuti alla permeabilità secondaria per fratturazione e carsismo, dovuti alla storia tettonica dell'area. La circolazione sotterranea è per lo più superficiale, essendo richiamata dalla quota di recapito finale del medio mare, secondo direzioni preferenziali lungo i contatti litologici ed in corrispondenza delle zone di fratturazione. Tali acquiferi sono comunque limitati e generano molte sorgenti ma di portata ridotta e pari o inferiore a 1 l/s.

La Figura 2-8 seguente riporta uno stralcio della “Carta idrogeologica n.213150 – Ambiti 12 e 13” dei Piani di Bacino, dove le aree portuali sono composte da riporto e quindi terreni permeabili per porosità, variabile in funzione della composizione granulometrica del materiale di riporto.

L'interpretazione delle indagini geotecniche ha permesso di individuare nell'area di progetto la presenza di depositi alluvionali sabbioso-limosi, che poggiano al di sopra delle Argille di Ortovero.

I depositi granulari dei terreni di riporto e delle alluvioni possiedono una permeabilità media ($k=1E-4/1E-6$ m/s), mentre le Argille di Ortovero sono caratterizzate da una bassa permeabilità ($k=1E-8/1E-10$ m/s).

Non sono presenti sorgenti e/o pozzi nell'area di progetto.

I corsi d'acqua che sfociano all'interno dell'area di progetto o in adiacenza alla stessa sono il rio Molinassi, il rio Cantarena ed il rio Ruscarolo.

Il livello della falda freatica lungo la costa ed all'interno delle banchine è al medio mare e risale di quota progressivamente verso terra in direzione dei rilievi. In corrispondenza del sito di interesse presenta quote comprese fra +0,5 m s.l.m. a monte ed il livello del mare; nel tratto terminale vi è un progressivo mescolamento con le acque marine come meglio evidenziato nel seguito.

ATI:



RTP:





LEGENDA

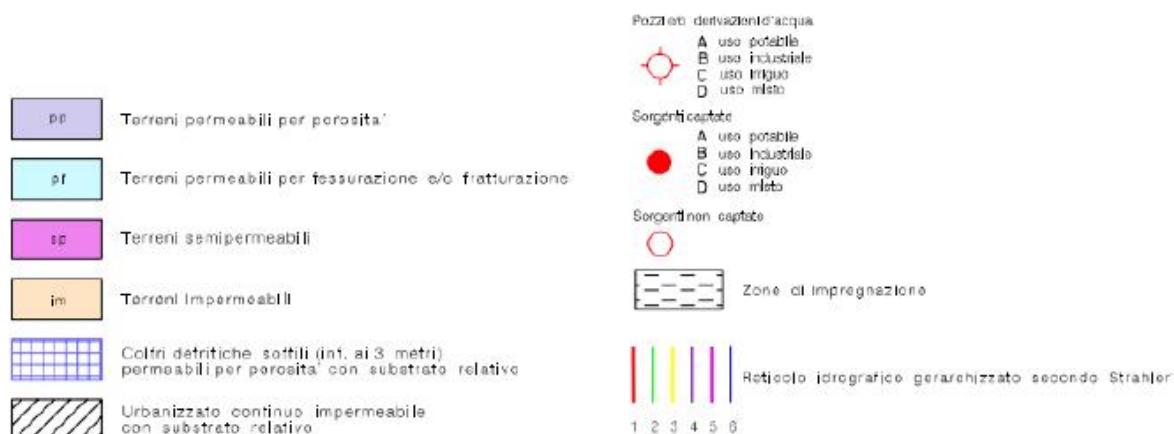


Figura 2-7 Assetto idrogeologico – Stralcio della Carta Idrogeologica n.26 e 36 del PUC del comune di Genova

ATI:



Consorzio Stabile Grandi Lavori S.r.l.

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



CONSORZIO INTEGRA



RTP:



3 **STORIA DELL'AREA**

I primi cantieri navali si sviluppano lungo la riva di Sestri Ponente a metà dell'Ottocento e si sviluppano a formare un polo cantieristico di importanza nazionale prima del primo conflitto mondiale con la creazione della società Ansaldo. Le attività cantieristiche vengono potenziate a cavallo delle due guerre e all'avvicinarsi del secondo conflitto mondiale viene potenziata la produzione di navi militari.

Nel dopoguerra l'area produttiva cantieristica di Sestri Ponente si amplia intorno alla fine degli anni '60 con la costruzione, sulle aree dei precedenti vecchi scali di alaggio e con importanti ampliamenti a mare, di tre nuovi bacini di carenaggio affiancati tra loro (i bacini n° 1,2 e 3).

I bacini di carenaggio risultano costruiti negli anni 1959/1961 da Ferrobeton Roma e SILM Roma per conto della Società Ansaldo e misurano rispettivamente:

- 285x42 metri il bacino n° 1;
- 255x36 metri il bacino n° 2;
- 215x36 metri il bacino n° 3.

con quota di estradosso della platea a - 6,50 m s.l.m.

È in quella fase che la zona cantieristica assume la conformazione planimetrica attuale.



ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



RTP:



Figura 3-1: I tre bacini di carenaggio attualmente presenti

Allo stato attuale solo il bacino di carenaggio n.1 è ancora in funzione mentre gli altri due sono stati coperti con una struttura metallica allo scopo di ricavare piazzali di lavoro e spazi per i capannoni industriali che sono utilizzati per la saldatura e lo stoccaggio delle lamiera metalliche che poi vengono spostate mediante le gru presenti a lato dei bacini e montate per formare lo scafo delle imbarcazioni in costruzione.

La medesima funzione produttiva è svolta nella parte occidentale dell'area (tra il bacino 1 ed il limite occidentale), ove sono presenti diversi capannoni mobili ed aree di stoccaggio.

Le Opere B e C hanno avuto ed hanno, nel loro complesso, destinazione a servizio delle lavorazioni per bacini, senza la presenza di centrali termiche, centrali di trasformazione e simili.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



4 INDAGINI PREGRESSE

4.1 Indagini 2021

Nell'ambito del PFTE sono state effettuate indagini preliminari per accertare lo stato di qualità chimico-fisica dei suoli e delle acque di falda. Il dettaglio delle analisi svolte è riportato nel documento di progetto 2879-F2_GEN-Gp002_B allegato alla presente relazione. Nel seguito si riporta una sintesi dei risultati ottenuti.

Sono stati effettuati 7 sondaggi di cui 6 ubicati all'interno del sito di interesse, codificati come St1-St7 nella figura seguente. Ogni sondaggio è stato attrezzato a piezometro in modo da consentire il campionamento delle acque di falda.

Dalle carote sono stati ricavati campioni di suolo relativi all'orizzonte insaturo che sono stati sottoposti ad analisi di laboratorio alla caratterizzazione dello stato di qualità ambientale. È stato determinato il contenuto dei principali analiti di interesse (metalli, idrocarburi, idrocarburi policiclici aromatici, PCB, BTEX amianto, diossine e furani).

Le analisi sui terreni svolte per determinare la qualità ambientale hanno evidenziato che in corrispondenza di due sondaggi ST1 e ST5 sono stati riscontrati superamenti delle CSC di Colonna B relativamente ai seguenti parametri: amianto, cromo totale e nichel, come evidenziato nella tabella.

Tabella 4-1: Campioni che hanno presentato superamenti delle CSC per siti industriali. Concentrazioni dei diversi analiti espresse in mg/kg

	CSC colonna B	Campioni		
Parametro		ST 1 (1-2 m)	ST 1 (2,5-3,5) m	ST 5 (1-2 m)
Amianto	1.000	20.861	14.618	5.690
Cromo totale	800		1.072	
Nichel	500		715	

ATI:



RTP:





Redazione del progetto esecutivo per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - **P.2879 – Ribaltamento a mare - Fase 2**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di caratterizzazione ambientale
CODICE ELABORATO:
2879-F2-GE-N-B-PE-0002-C0

DATA	REV.	PAGINA
13/012/2022	C2	24/3

ATI:

RTP:

GL
Consortio Stabile
Grandi Lavori S.r.l.
Imprese Consorziate Esecutrici

CONSORZIO
INTEGRA

TREVI

REGENTRA

acciona
Ingenieria

SCS
ENGINEERING
A DBA Group Company

PROGER

DUOMI
Ingenieria e Progettazione

FINCOSIT

RCM
COSTRUZIONI



ATI:

Figura 4-1: ubicazione dei punti di indagine eseguita nell'ambito del PFTE (2021)

ATI:

Per quanto riguarda le acque di falda oltre al rilevamento del livello piezometrico sono stati determinati in campo mediante sonda multi parametrica i valori di pH, Temperatura, Conducibilità elettrica, Potenziale Red-Ox, Ossigeno Disciolto. Sono stati prelevati campioni d'acqua su cui sono stati determinate le concentrazioni di metalli, inquinanti inorganici (Boro, Cianuri liberi, Fluoruri, Nitriti, Solfati, Cloruri) gli idrocarburi policiclici aromatici, gli idrocarburi i BTEX e gli alifatici clorurati

Le analisi svolte hanno evidenziato valori superiori alle concentrazioni massime ammissibili (D.Lgs.152/06) relativamente a diversi analiti, come evidenziato nella tabella seguente.

Tabella 4-2: Campioni che hanno presentato superamenti delle CSC per le acque di falda. Concentrazioni dei diversi analiti espresse in micro/kg

	CSC	Campioni					
Parametro		ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	ST 6
Alluminio	200			261			
Manganese	50	59		670	155		233
Cromo VI	5		6,8				
Boro	1.000						4.743
Benzo(a)pirene	0,01			0,023			0,012
Benzo(g,h,i)perilene				0,016			
Triclorometano	0,15			0,256	0,27	0,433	
Tetracloroetilene	1,1	1,84	2,16				

4.2 Indagini 2022

Nell'ambito del progetto esecutivo è stato predisposto un piano di indagini integrative in corrispondenza del sito di interesse, includendo sia le aree a terra che le aree a mare.

Il piano di indagine relativo alle aree a terra ha compreso l'esecuzione di un nuovo rilievo piano altimetrico, l'esecuzione di indagini geognostiche ed il prelievo di campioni sui materiali da demolire (che qui non rilevano) e sui campioni di terreno sottostante.

ATI:



RTP:



Non sono stati effettuati campionamenti delle acque di falda poiché già previsti dal piano di monitoraggio ambientale predisposto nell'ambito del PFTE.

Nel complesso all'interno del sito di interesse sono stati eseguiti 14 sondaggi a carotaggio continuo con modalità a rotazione come evidenziato nella figura seguente.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:





ATI:

Figura 4-2: Ubicazione dei punti di indagine eseguita nell'ambito del progetto esecutivo (2022)

ATI:

In considerazione della conformazione dell'area e della presenza di numerose strutture in calcestruzzo e del piano di demolizioni e scavo, alcuni sondaggi hanno interessato solo strutture in calcestruzzo e quindi i campioni di terreno sono stati prelevati solo in 10 sondaggi (T01,T02,T03,T04 ,T07, T08, T09, T10, T11, T14) , come evidenziato in Tabella 4-3. Tra questi 3 sondaggi (T10, T11 e T14) hanno interessato solo porzioni di terreno ubicato nel saturo e quindi non considerati ulteriormente in questa sede.

Per il dettaglio dei parametri analitici e dei risultati si rimanda al rapporto ISOGEA Srl Relazione Tecnica-Indagini Ambientali (giugno 2022) allegato alla presente relazione

Tabella 4-3: Numero di campioni (CR) di suolo insaturo analizzati.

T01 CR2 (0,3-1,0 m)	T02 CR2 (0,3-1,0 m)	T02 CR3 (1,0-2,0 m)	T03 CR2 (0,3-1,0 m)	T03 CR3 (1,0-2,0 m)	T04 CR4 (3,5-4,0 m)	T07 CR3 (0,5-1,0 m)	T08 CR2 (1,0-1,5 m)
T08 CR3 (3,0-3,5 m)	T09 CR3 (3,0-3,5)						

Nel seguito si riporta la sintesi dei principali risultati relativi ai campioni di suolo.

Le analisi svolte su campioni di terreno prelevati a differente profondità, hanno fornito le seguenti indicazioni:

- Per quanto riguarda i metalli sono state riscontrate concentrazioni sempre inferiori alle CSC applicabili con l'eccezione del nichel, che supera le CSC relative, in corrispondenza dei sondaggi T2, T3 e T7.
- Per gli idrocarburi (frazioni pesanti >12): concentrazioni sempre sopra la rilevabilità ma inferiori alle CSC
- Per i composti organici clorurati o alogenati sia volatili che non volatili, concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità
- Per i policiclici aromatici e per i policlorobifenili, concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità
- Per l'amianto: concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità

Nella tabella seguente si riportano le concentrazioni di nichel riscontrate nei diversi campioni di terreno esaminati. Come in precedenza, il codice alfanumerico T indica il sondaggio ed il codice CR il campione prelevato ad una determinata profondità.

ATI:



RTP:



Tabella 4-4: Concentrazioni di nichel (mg/kg SS) nei campioni di suolo (fra parentesi le profondità di prelievo da p.c.). Sono evidenziate le concentrazioni superiori ai limiti (CSC-B) per i siti ad uso industriale

Sondaggi	T01	T02	T03	T04	T07	T08	T09
Campione	CR2 (0,3-1,0 m)	CR2 (0,3-1,0 m)	CR2 (0,3-1,0 m)	CR4 (3,5-4,0 m)	CR3 (0,5-1,0 m)	CR2 (1,0-1,5 m)	CR3 (3,0-3,5 m)
CSC-B : 500	382,0 ±46,0	735,0 ±107,0	333,0 ±66,6	317,0 ±65,0	2026,7 ±445,0	357,0 ±71,4	278,0 ±55,6
Campione		CR3 (1,0-2,0 m)	CR3 (1,0-2,0 m)			CR3 (3,0-3,5 m)	
CSC- B : 500		699 ±131	669,0 ±112,0			101,0 ±20,2	

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.e.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



5 **MODELLO CONCETTUALE PRELIMINARE**

5.1 **Premessa**

Si definisce Modello Concettuale del Sito la rappresentazione grafica o schematica dello scenario di contaminazione del sito. L'elaborazione di tale Modello è mirata alla rappresentazione dell'interazione tra lo stato di contaminazione del sottosuolo e l'ambiente naturale e/o costruito.

Come indicato nell'allegato 2 alla parte IV del D.Lgs. 152/06 e smi, il Modello Concettuale Preliminare del Sito (MCS) deve essere realizzato sulla base delle informazioni storiche disponibili come riferimento per l'elaborazione del piano di indagini e la successiva analisi di rischio (se necessario)

Il MCS include:

- le caratteristiche specifiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione (attive, non attive, in sicurezza, ecc.);
- come e dove si è originata la contaminazione identificando le sorgenti, i composti più pericolosi e le matrici interessate (suolo, acque sotterranee, acque superficiali), a tal fine dovranno essere individuati dei parametri specifici di rappresentazione;
- se e come la contaminazione sta migrando o degradandosi: percorsi di migrazione dalle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuali (siti in esercizio) o nello scenario futuro (in caso di riqualificazione dell'area); quali bersagli possono essere esposti (recettori) sulla base degli usi del territorio.

La via di esposizione è composta essenzialmente da tre elementi fondamentali:

- La sorgente: è la fonte di contaminazione, dove sono presenti le sostanze inquinanti. Essa può costituire una continua fonte di alimentazione per il successivo percorso di esposizione. Si distingue la sorgente primaria e la sorgente secondaria (la matrice ambientale direttamente impattata dalla sorgente primaria).
- Il percorso: è definito dal tragitto che le sostanze inquinanti seguono per arrivare al bersaglio. I veicoli di diffusione sono costituiti da componenti ambientali attraverso le quali avviene la migrazione della contaminazione.
- Il bersaglio: i recettori ambientali e recettori umani potenzialmente esposti.

5.2 **Sorgenti di contaminazione**

Per quanto lo stato di contaminazione del sito, il riferimento principale è rappresentato dalle indagini svolte nel 2021 e nel 2022, che hanno evidenziato il superamento delle concentrazioni ammissibili (CSC) nei suoli

ATI:



RTP:



e nelle acque di falda. Dalle informazioni disponibili non sussistono elementi per ipotizzare la presenza (né pregressa né attuale) di sorgenti di contaminazioni primarie quali serbatoi, cabine di trasformazione, tubazioni, così come non risultano esservi depositi incontrollati di rifiuti di qualsivoglia natura. Il sito presenta potenziali sorgenti di contaminazione secondarie, costituite da suolo e falda.

In effetti l'orizzonte insaturo del sito è costituito integralmente, come chiarito in precedenza, da un rilevato realizzato con terreni di natura sabbiosa, nel quale sono presenti materiali di origine antropica, quali residui di materiali da costruzione e, potenzialmente, anche residui di attività industriale. Tale rilevato fu realizzato per ampliare le aree portuali-industriali, recuperando specchi acquei marini.

Tale rilevato costituisce, pertanto, un "orizzonte di riporto", così come definito dall'articolo 3 comma 1 del D. L. 2/2012 convertito con Legge 28/2012, come modificato con D.L. 69/2013 convertito con Legge 98/2013. Si rammenta che trattandosi di "miscela eterogenea", come indicato in tale norma, il rapporto tra terreno e materiali antropici può variare da punto a punto, con zone ove potrebbe (anche se al momento non se ne hanno evidenze) essere prevalente la frazione antropica, senza che ciò rilevi alla individuazione dell'intero rilevato, in tutte le sue parti, come matrice di riporto. Ai sensi della modifica del comma 3 di detto articolo, intervenuta con la Legge 108/2021 di conversione del D.L. 77/2021, le matrici di riporto sono gestite nei procedimenti di cui al Titolo V della Parte Quarta del D. Lgs. 152/2006 al pari dei suoli, fermo restando l'obbligo di eseguire, in fase di caratterizzazione, sulle matrici di riporto il test di cessione di cui all'Allegato 3 del D.M. 5/2/98 s.m.i.

In tale quadro, si riepilogano, in Tabella 5-1, le indagini ad oggi eseguite nei suoli (in effetti, nei riporti assimilati a suoli) insaturi superficiali e profondi, evidenziando le non conformità alle CSC riscontrate.

Tabella 5-1: Analisi condotte nel 2021 (ST) e 2022 (T) sui materiali di riporto presente nell'orizzonte superficiale ed in quello profondo

2021							
Sondaggi	St1	St2	St3	St4	St5		
superficiale	0-1 m	0-1 m	-	-	0-1 m		
profondo	1-2 m	1-2 m	3-3,5	3,3-4	1-2 m		
	2,5-3,5 m	2-3 m		3,4-4	2,5-3,5 m		
2022							
Sondaggi	T01	T02	T03	T04	T07	T08	T09
superficiale	(0,3-1,0 m)	(0,3-1,0 m)	(0,3-1,0 m)		(0,5-1,0 m)	(1,0-1,5 m)	
profondo		(1,0-2,0 m)	(1,0-2,0 m)	(3,5-4,0 m)		(3,0-3,5 m)	(3,0-3,5 m)

Legenda:

Blu: superamento per amianto

ATI:



RTP:



Viola superamento per amainto cromo e nichel

Rosso: superamento per nichel

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:





ATI:



Redazione del progetto esecutivo per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - **P.2879 – Ribaltamento a mare - Fase 2**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di caratterizzazione ambientale
CODICE ELABORATO:
2879-F2-GE-N-B-PE-0002-C0

DATA
13/012/2022

REV.
C2

PAGINA
37/2

Figura 5-1: Ubicazione dei punti di indagine ove sono state riscontrati nell'orizzonte insaturo, superamenti delle CSC relative ai suoli per siti con destinazione d'uso industriale

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



TREVI



REGENTRA



PROGER



acciona
Ingegneria



DUOMI



SCS



CEC ENGINEERING
A DBA Group Company

Si può notare come nel corso delle indagini svolte nel 2021 sono stati riscontrati superamenti di amianto e, in un campione, di cromo e nichel, mentre le indagini svolte nel 2022 hanno evidenziato superamenti per il solo nichel.

Analizzando i superamenti riscontrati nelle acque di falda (presentati in Tabella 4-2) si può osservare quanto segue: Per quanto riguarda i metalli, i superamenti per l'alluminio ed il cromo esavalente si riscontrano rispettivamente solo nel piezometro St1 e nel piezometro St2 che sono rappresentativi della porzione di monte idrogeologica; diversa la situazione del manganese, diffuso in quasi tutti i piezometri.

Dei contaminanti inorganici si rileva un solo superamento per il boro in corrispondenza del piezometro St6 che è ubicato in prossimità del limite meridionale del sito. È ipotizzabile che l'origine non sia dovuta ad una contaminazione ma sia legata all'ingressione di acqua marina, ove il boro si presenta con concentrazioni comparabili (3-5 mg/l) a quelle riscontrate.

Per quanto attiene ai composti organici in tutti i campioni si sono riscontrati idrocarburi a lunga catena, come accade spesso in zone industriali e portuali soggette ad un notevole traffico di mezzi. In tre piezometri si riscontra la presenza di alcuni idrocarburi policiclici aromatici (IPA) in concentrazioni superiori ai limiti.

Sempre fra i composti organici va evidenziata la presenza nel piezometro St2 (rappresentativo di condizioni di monte idrogeologica) e nel piezometro St6 (ubicato in prossimità del mare) di concentrazioni di alifatici clorurati (tetracloroetilene e triclorometano) superiori ai limiti legislativi.

Per quanto attiene alle interazioni tra la falda e l'ambiente marino l'analisi dei valori di conducibilità rilevati nel corso della campagna 2021 e dei livelli di falda derivanti dal monitoraggio nel periodo marzo-maggio 2022, evidenzia una interazione più o meno marcata in funzione della distanza. In particolare, i piezometri ubicati in prossimità del limite del sito (St5 e St6) presentano valori di conducibilità prossimi a quelli delle acque marine.

Alla luce di tali risultati in via preliminare si può ipotizzare che il punto di conformità (POC) possa essere fissato all'interno del perimetro del sito, nella zona di interfaccia tra acque dolci e acque marine. Le future analisi permetteranno di individuare tale posizione.

5.3 Bersagli

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



I recettori principali sono rappresentati dai lavoratori che operano attualmente nelle aree in concessione a Fincantieri SpA e che opereranno a lavori ultimati. Trattandosi di area industriale non sono presenti recettori di tipo residenziale o soggetti sensibili (bambini ecc.).

In funzione degli esiti delle valutazioni sugli scambi con la falda, si valuterà se considerare come recettore ambientale l'ecosistema marino circostante il sito e dove ubicare il punto di conformità, sulla base dell'individuazione dell'interfaccia tra acque dolci e acque marine.

5.4 Percorsi di esposizione

Per quanto riguarda i lavoratori che operano sul sito, considerato che si tratta di un sito industriale per lo più pavimentato e non risultano essere presenti pozzi o punti di prelievo di acque ad uso potabile, non si ipotizzano percorsi di esposizione diretta per ingestione o contatto con i suoli o la falda. La via di esposizione più probabile è rappresentata dall'inalazione di polveri presenti sulle superfici non pavimentate ed erose per effetto degli agenti atmosferici o risospese in seguito alle operazioni dei mezzi industriali, nonché l'inalazione di vapori per sostanze volatili (presenti solo in falda).

In relazione alla presenza di amianto nei materiali di riporto, si precisa che per i materiali contenenti concentrazioni di amianto superiore alle CSC che, come detto, saranno gestiti come rifiuti, si adotteranno, in fase di rimozione, le misure di tutela per gli operatori previste dalla legislazione specifica (Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.)

ATI:



RTP:



6 PIANO DELLE INDAGINI AMBIENTALI

6.1 Numero ed ubicazione dei sondaggi

Il Piano delle indagini è stato predisposto in linea con le indicazioni del Dlgs 152/2006 e sulla base delle informazioni desunte dalle indagini pregresse che hanno consentito di predisporre un modello concettuale preliminare del sito. I nuovi punti di indagine sono stati disposti quindi sulla base di un'ubicazione ragionata e considerando i prevedibili percorsi delle sostanze.

Le indagini sui terreni sono incentrate a verificare la presenza o meno di superamenti dei limiti per i siti industriali (CSC Colonna B) negli orizzonti insaturi mentre l'analisi di caratterizzazione delle acque di falda fornirà indicazioni sulla presenza di contaminazioni negli orizzonti saturi.

La lista degli analiti da analizzare deriva dagli esiti delle campagne di indagini pregresse e dal modello concettuale preliminare.

Si evidenzia che alcuni sondaggi sono spinti anche nello strato saturo al fine di caratterizzare i materiali presenti nell'orizzonte saturo per verificare la loro compatibilità in relazione all'utilizzo ai sensi dell'articolo 109, come materiali di riempimento della colmata e bacini; per la medesima ragione sono inclusi nel piano di indagine anche sondaggi ubicati all'interno dei bacini di carenaggio N. 2 e 3 (che interessano solo l'orizzonte saturo).

Lo schema di campionamento ai fini della caratterizzazione del sito è il seguente:

- N. 5 sondaggi ubicati per la caratterizzazione nell'area dell'Opera B: T20, T23, T24, T27, T38, di cui quattro attrezzati a piezometro ovvero T20, T23, T24 e T38.
- N. 10 sondaggi ubicati per caratterizzare nell'area l'opera C: T21, T22, T25, T26, T28, T29, T30, T31, T35, T36, di cui sei attrezzati a piezometro, ovvero T21, T22, T25, T26, T35 e T36 e 7 (T25, T26, T28, T29, T30, T31, T35) approfonditi nel saturo;
- N. 4 sondaggi ubicati nelle zone adiacenti i sondaggi St1 e St5, in cui erano risultati superamenti per il parametro amianto nel corso delle indagini 2021: TA1, TA2, TA3, TA4.

Per quanto riguarda i piezometri realizzati nell'ambito delle indagini 2021 (St1-St6), utilizzati per il monitoraggio dei livelli di falda, risultano essere non più funzionali e quindi saranno posizionati altri sei piezometri a tubo aperto nelle loro vicinanze, entro 5 metri da quelli esistenti. Tali piezometri dovranno avere il tratto cieco fino al massimo di 4 metri da p.c. e il tratto fenestrato che interessi tutto lo spessore saturo.

ATI:



RTP:



Tali nuovi piezometri saranno spinti fino alla -8 m rispetto al medio mare, con una lunghezza complessiva pari a 12 m (considerando la quota della pavimentazione pari a + 4 m slm).

Gli ingombri necessari a terra per ciascuna verticale sono quelli propri di qualsiasi sondaggio, ovvero un'area di circa 10 m x 10 m.

Ciascuna verticale sarà contraddistinta dalle coordinate x-y nella rete nazionale e da una quota assoluta corrispondente al piano di campagna riferita alla rete I.G.M..

Le quote di ogni punto saranno fornite rispetto al Livello Medio Mare, specificando i caposaldi topografici di riferimento.

I punti di indagine sono riportati nella figura seguente.

Si evidenzia che prima di procedere alle operazioni di esecuzione dei sondaggi e di campionamento, andrà comunque verificata in campo con i tecnici di Fincantieri SpA e, se possibile, di ARPA Liguria; Comune di Genova e Città Metropolitana di Genova per confermare o modificare l'ubicazione in funzione della presenza di sottoservizi o altri vincoli indotti dalle attività industriali in corso.

Nell tabella seguente sono riportate le profondità dei diversi sondaggi e il numero di campioni ambientali da prelevare per caratterizzare il suolo insaturo e le acque di falda, oltre a quelli relativi al suolo saturo, in corrispondenza dei sondaggi profondi ubicati nell'area dei bacini 2 e 3 come precisato nel capitolo 2.

Gli altri campioni prelevati nei suoli saturi sono elencati nel capitolo 7.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



RTP:



Tabella 6-1 Quadro dei sondaggi da eseguire e dei campioni da prelevare per l'esecuzione delle indagini ambientali

Sondaggio N.	Prof. (m slm)	Lunghezza	N. campioni ambientali suoli	Piezometro a tubo aperto	N.campioni Ambientali falda	Esame visivo/analisi amianto
T20	-6	10	3	Si	1	
T21	-6	10	3	Si	1	
T22	-6	10	3	Si	1	
T23	-8	12	3	Si	1	
T24	-8	12	3	Si	1	
T25	-14	18	3 + 3*	Si	1	
T26	-8	12	3 + 3*	Si	1	
T27	-2	6	3			
T28	-2	6	3 + 3*			
T29	-14	18	3 + 3*			
T30	-14	18	3 + 3*			
T31	-2	6	3 + 3*			
T35	-12	16	3 + 4*	Si	1	
T36	-12	16	3	Si	1	
T38	-12	16	3	Si	1	
TA1	-1	5	3			Si
TA2	-1	5	3			Si
TA3	-1	5	3			Si
TA4	-1	5	3			Si
St1N	-12	16	3	Si	1	
St2N	-12	16	3	Si	1	
St3N	-12	16		Si	1	
St4N	-12	16		Si	1	
St5N	-12	16	3	Si	1	
St6N	-12	16		Si	1	

(*) Nel saturo

Con riferimento ai piezometri, si evidenzia che a seguito delle attività di scavo, alcuni rimarranno in funzione solo per un tempo limitato. Nella Figura 6-1 sono indicati con colorazioni diverse i piezometri che si ritiene potranno rimanere in funzione anche a valle del completamento dei lavori e quelli che non saranno conservati. A seconda della programmazione dei lavori, alcuni saranno in funzione fino a fase avanzata della costruzione delle opere (> 1 anno) ed altri invece che rimarranno in funzione per un tempo inferiore. La posizione dei piezometri è stata scelta in modo da massimizzare il numero di piezometri che resteranno in funzione dopo la fine dei lavori.

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



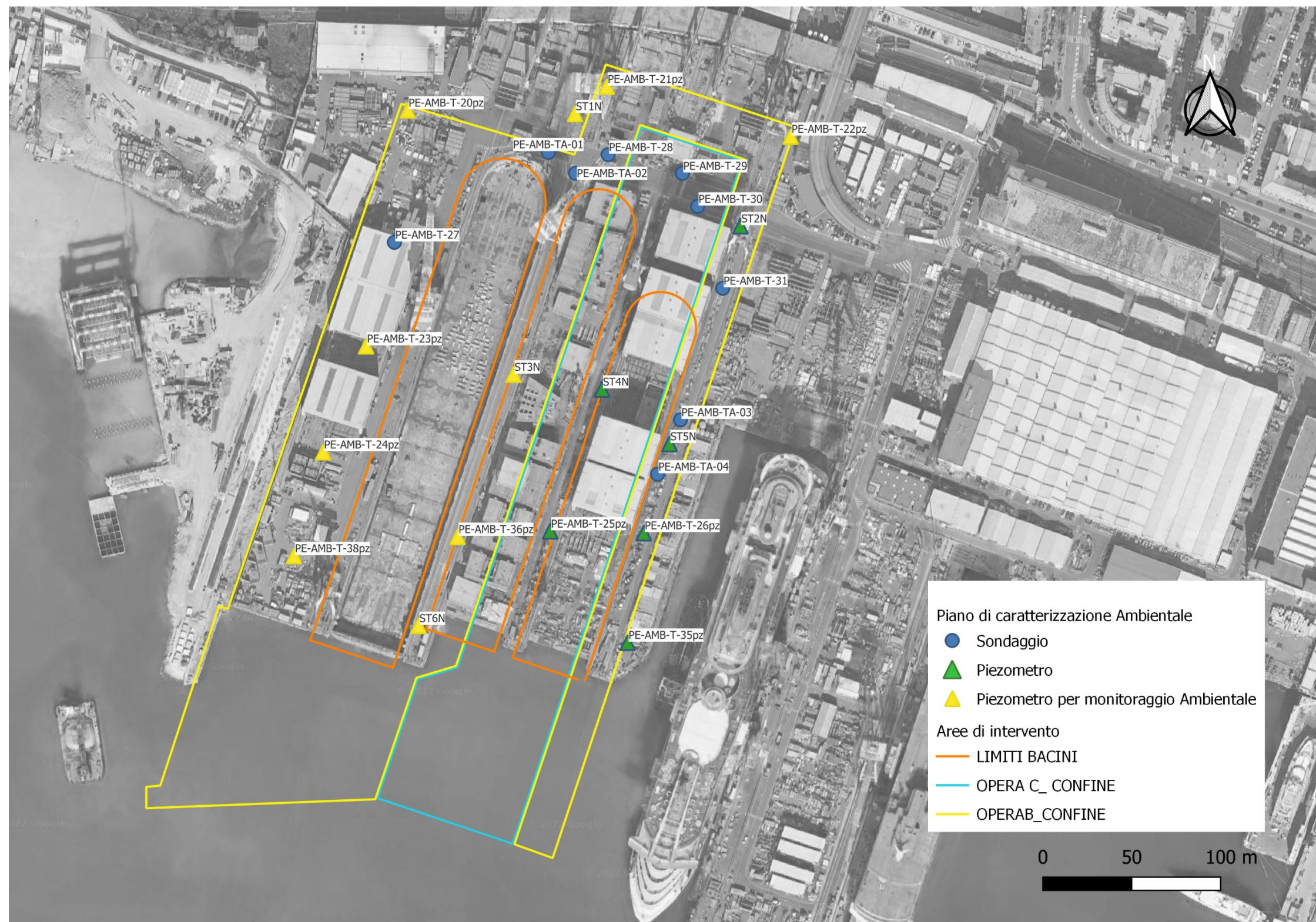


Figura 6-1 Ubicazione dei punti di indagine ed elenco dei piezometri con evidenza di quelli che rimarranno in funzione anche a valle del completamento dei lavori (giallo) e quelli che rimarranno in funzione fino alle fasi finali delle lavorazioni (verde).

ATI:



Redazione del progetto esecutivo per l'adeguamento alle norme in materia di sicurezza dei luoghi di lavoro, nonché la razionalizzazione dell'accessibilità dell'area portuale industriale di Genova Sestri Ponente - **P.2879 – Ribaltamento a mare - Fase 2**

PROGETTO ESECUTIVO
Piano di caratterizzazione
ambientale

CODICE ELABORATO:
2879-F2-GE-N-B-PE-0002-C0

DATA
13/012/2022

REV.
C2

PAGINA
44/2

ATI:

RTP:



Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



CONSORZIO
INTEGRA



REGENTRA



6.2 Attività da eseguire

6.2.1 Prelievo di campioni di suolo (riporti)

Da ogni sondaggio saranno raccolti campioni dei materiali di riporto nell'orizzonte insaturo (orientativamente dalla +4,10 m a +0,5 m), rappresentativi degli orizzonti attraversati ed oggetto di scavo, secondo lo schema seguente:

- campione 1: da 0 a -1 metro dal piano campagna; in caso di presenza di pavimentazione si camperà il metro sottostante;
- campione 2: 1 m nella zona intermedia tra i campioni 1 e 3;
- campione 3: 1 m che comprenda la zona di frangia capillare.

Nelle verticali in cui saranno prelevati anche campioni dei materiali di riporto nell'orizzonte saturo (orientativamente da 0 m slm fino alle sabbie sottostanti):

- a. Campione 1 da 0 m slm a -1 m slm
- b. Campione 2 nel metro soprastante l'orizzonte delle sabbie
- c. Campione 3 nello strato intermedio

Nel caso gli spessori di riporto fossero inferiori a 3 m, si ridurrà il numero di campioni proporzionalmente.

Nel caso del campione T35, vista la lunghezza, si prevede il prelievo di 2 campioni nello strato intermedio invece di 1, per un totale di 4 campioni.

Complessivamente saranno prelevati 54 campioni per il suolo insaturo, 22 campioni nel saturo e 18 per i sedimenti sotto riporto.

Nel caso dei sondaggi finalizzati esclusivamente a determinare la presenza e l'origine dell'amianto (TA1,TA2,TA3,TA4), il prelievo dei campioni avverrà a valle di esame visivo, volto a verificare la presenza di resti di manufatti contenenti amianto ovvero la presenza di pietre verdi. In base agli esiti gli spessori da campionare potranno essere modificati. Sarà esclusivamente determinato analiticamente il solo amianto. Per la caratterizzazione dei materiali di riporto dovrà essere prelevato un campione tal quale, per essere sottoposto a test di cessione ai sensi dell'art.9 del dm 05/02/98.

6.2.2 Analisi di laboratorio sui suoli (riporti)

Sui campioni di terreno prelevati in fase di caratterizzazione (adottando lo specifico standard previsto dal D.Lgs. 152/06: terreno superficiale, terreno profondo insaturo, terreno in frangia capillare) saranno effettuate due gruppi di determinazioni analitiche; una sulla frazione solida ed una sull'eluato ottenuto per esecuzione del test di cessione.

- a) analisi sul campione solido

necessari per la determinazione analitica dei parametri HC>12, BTEXS, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni, IPA, metalli (Al, As, Be, Cd, Co, Cr, CrVI, Cu, Hg, Ni, Pb,

ATI:



RTP:



Sb, Sn, Ta, V, Zn), Cianuri liberi, PCB, Diossine/Furani, Amianto e fluoruri per la verifica della conformità ai valori di CSC definiti dal D.Lgs. 152/06 per siti ad uso industriale.

Si determinerà inoltre il carbonio organico totale (TOC), al fine di redigere l'Analisi di Rischio.

b) analisi sull'eluato ottenuto applicando il test di cessione come prescritto dall' Allegato 3 al DM 05/02/1998 e s.m.i.

- Sost. Inorganiche: Nitrati, Fluoruri, Solfati, Cloruri, Cianuri;
- Metalli: Bario, Boro, Rame, Zinco, Berillio, Cobalto, Nichel, Vanadio, Arsenico, Cadmio, Cromo totale, Piombo, Selenio, Mercurio;
- Amianto;
- COD;
- pH.

Per quanto riguarda gli ulteriori parametri fisici necessari alla esecuzione dell'analisi di rischio (prove di permeabilità ecc.), non saranno effettuate in quanto desumibili dai risultati delle indagini geognostiche, descritte nella relazione allegata.

6.2.3 Prelievo di campioni di acque di falda e misure in situ

I piezometri oggetto di indagine e necessari alle campagne trimestrali di monitoraggio delle acque sotterranee del sito, sono 10, denominati T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T35, T36 e T38 in aggiunta ai sei piezometri da installare nuovamente denominati St1, St2, St3, St4, St5, St6; lo stato di conservazione e funzionalità sarà preservato nel tempo compatibile con le condizioni logistiche delle aree di intervento relative all'avvio di riconfigurazione del sito; in particolare si garantirà la funzionalità, anche a valle del completamento dei lavori, dei seguenti piezometri: T20, T21, T22, T23, T24, T36, T38, St1, St3 e St6. Tali campagne di monitoraggio saranno proseguite fino alla futura approvazione dell'Analisi di Rischio ai sensi del' art. 242 del D.Lgs. 152/06 e degli artt. 6 e 9 della LR 10/09.

Le modalità di prelievo ed analisi dei campioni si atterranno a quanto indicato nell' All. 2 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e, in particolare, ai seguenti aspetti specifici: Sulle acque dei piezometri sono previste le seguenti attività di campionamento:

- 1) misura del livello di falda, spurgo, verifica dell'eventuale presenza di prodotto in fase libera surnatante sulla falda e conseguente misura dello spessore dello stesso³,
- 2) misura dei parametri chimico-fisici (pH, ossigeno disciolto, conducibilità, temperatura e potenziale redox) effettuata per via elettrochimica in campo

³ Si procederà a rilevare la presenza di sostanze non miscibili con l'acqua

ATI:



RTP:



- 3) prelievo di campioni di acqua per analisi chimiche, secondo la procedura descritta nel paragrafo relativo ai metodi

Le misure in campo dei parametri chimico fisici saranno effettuate in superficie, a metà colonna ed in prossimità del fondo, per accertare la presenza di ingressione di acque saline.

Complessivamente saranno effettuati:

- 16 misure di livello e di presenza di prodotto libero
- prelievi di 16 campioni di acque di falda da destinare ad analisi di laboratorio
- 48 misure in campo con sonda (3 per ogni piezometro, a differente profondità)

6.2.4 Analisi di laboratorio sui campioni delle acque di falda

Sul campione d'acqua saranno determinati i parametri riportati in Tabella 6-2. Gli idrocarburi policiclici aromatici saranno determinati sia sul campione filtrato che sul campione non filtrato:

Tabella 6-2 Lista riassuntiva degli analiti da determinare sui suoli (riporti) e sulle acque di falda

Alluminio (**)
Antimonio
Arsenico
Berillio
Cadmio
Cobalto
Cromo Totale
Cromo Esavalente
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Selenio
Tallio
Manganese (*)
Zinco
Vanadio (*)
Boro (*)
Cianuri Liberi
Solfati (*)
Fluoruri
Nitriti (*)
Dibutilstagno (**)
Monobutilstagno (**)
Tetrabutilstagno (**)
Tributilstagno (**)

ATI:



RTP:



Trifenilstagno (**)
Idrocarburi Leggeri C<12 (**)
Idrocarburi Pesanti C>12 (**)
Idrocarburi C10<C<C40 (espressi come n-esano) (*)
benzo (a) antracene
benzo (a) pirene
benzo (b) fluorantene
benzo (k) fluorantene
benzo (g, h, i) perilene
crisene
dibenzo (A, E) pirene (**)
dibenzo (a, l) pirene (**)
dibenzo (a, i) pirene (**)
dibenzo (a, h) pirene (**)
dibenzo(a,h)antracene
indeno(1,2,3-c,d)pirene
pirene
sommatoria policiclici aromatici
benzene
etilbenzene
stirene
toluene
xileni (*)
p-xilene (*)
sommatoria organici aromatici (**)
clorometano
diclorometano (**)
triclorometano (cloroformio)
cloruro di vinile
1,2-dicloroetano
1,1-dicloroetilene
tricloroetilene
tetracloroetilene
esaclorobutadiene (*)
sommatoria organoalogenati (*)
1,1-dicloroetano
1,2-dicloroetilene
1,1,1-tricloroetano (**)
1,2-dicloropropano
1,1,2-tricloroetano
1,2,3-tricloropropano
1,1,2,2-tetracloroetano
policlorobifenili (PCB) espressi come Arochlor
2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzo-pdiossina
1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzo-pdiossina
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzo-pdiossina
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzo-pdiossina
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzo-pdiossina
octaclorodibenzo-p-diossina
2,3,7,8-tetraclorodibenzofurano
1,2,3,7,8-pentaclorodibenzofurano
2,3,4,7,8-pentaclorodibenzofurano

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



1,2,3,4,7,8-esaclorodibenzofurano
1,2,3,6,7,8-esaclorodibenzofurano
2,3,4,6,7,8-esaclorodibenzofurano
1,2,3,7,8,9-esaclorodibenzofurano
1,2,3,4,6,7,8-eptaclorodibenzofurano
1,2,3,4,7,8,9-eptaclorodibenzofurano
octaclorodibenzofurano
tossicità equivalente PCDD-PCDF I-TEQ
amianto (**)
TOC (**)
(*) solo nelle acque sotterranee
(**) solo nei suoli

6.3 Modalità di esecuzione

6.3.1 Sondaggi

In corrispondenza dei punti indicati saranno eseguiti sondaggi a carotaggio continuo con modalità a rotazione, spinti fino alle profondità riportate nella Tabella 6-1, così da rappresentare gli orizzonti di terreno che dovranno essere oggetto di scavo.

I sondaggi dovranno essere eseguiti preferibilmente senza fluido di circolazione, onde evitare fenomeni di contaminazione dei campioni. In alcuni dei sondaggi saranno predisposti piezometri a tubo aperto per il rilievo della profondità della superficie piezometrica, mediante misurazione con apposita sonda elettrica (freatimetro) e per il prelievo di campioni per la caratterizzazione della qualità delle acque di falda.

In analogia con i piezometri già realizzati, i piezometri avranno il tratto fenestrato lungo l'intera lunghezza del foro (a partire dalla + 1 m slm) così da intercettare anche le eventuali acque di origine marina.

Il sondaggio dovrà essere eseguito come di seguito specificato.

a) Installazione attrezzatura di perforazione

L'attrezzatura di perforazione dovrà essere posizionata sulla verticale da indagare in modo che l'inclinazione e la direzione del foro non cambino durante le lavorazioni. L'attrezzatura dovrà essere dotata di stabilizzatori per il completo sollevamento da terra e disposizione della base in posizione perfettamente orizzontale. Qualora si renda necessario, l'attrezzatura sarà ancorata al terreno o alla base per mezzo di eliche, corpi zavorrati, viti a pressione, ecc.

ATI:



RTP:



Prima di iniziare la perforazione, la guida di scorrimento della testa di rotazione della sonda sarà orientata secondo l'inclinazione e la direzione desiderata. Nel caso di fori verticali il controllo dell'inclinazione dovrà avvenire con livella a bolla di lunghezza non inferiore a 5 cm; nel caso di fori inclinati dovrà essere utilizzata una apposita bolla a goniometro.

b) Carotaggio

Il carotaggio dovrà essere integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero $\geq 85\%$.

Nei terreni sciolti (ciottoli, ghiaie, sabbie, limi e argille) il carotaggio dovrà essere eseguito rigorosamente a secco, senza l'ausilio del fluido di perforazione, impiegando il carotiere semplice. All'estremità superiore del carotiere sarà sempre posizionata una valvola di non ritorno a sfera, per impedire il refluito dall'alto di fluido all'interno del carotiere.

Nel caso in cui venga utilizzato il carotiere doppio (T2, T6) o triplo (T6S), il carotaggio sarà eseguito usando il fluido di circolazione, con o senza additivi.

I carotieri saranno azionati ad aste. È ammesso, in alternativa, l'uso di sistemi "wire-line" purché si ottenga la richiesta percentuale di carotaggio e non si producano dilavamenti e/o rammollimenti del materiale. L'utilizzo di sistemi "wire-line" dovrà comunque essere subordinato ad approvazione da parte della Commitenza.

L'estrusione delle carote sarà eseguita a pressione idraulica, utilizzando la pompa di servizio o, quando necessario, la pompa scarotatrice ad alta pressione. L'estrusione avverrà posizionando il carotiere a terra, in posizione orizzontale, utilizzando una canaletta di lunghezza idonea per la raccolta della carota estrusa. Durante l'operazione di estrusione si avrà la massima cura nella scelta della pressione di esercizio della pompa evitando che il materiale carotato subisca dilavamento o venga espulso violentemente per l'eccessiva pressione.

In presenza di terreni prevalentemente granulari, per i quali l'estrusione idraulica non risulti efficace o provochi eccessivo dilavamento, è consentita l'estrusione della carota per gravità tramite battitura della corona terminale. In tal caso si avrà la massima cura nel raccogliere il materiale estruso in diversi recipienti di volume ridotto, che andranno immediatamente svuotati nella cassa porta carote nella posizione corrispondente alla profondità di carotaggio, impedendo rimescolamenti del materiale. Si eviterà inoltre, per quanto possibile, di contaminare e dilavare il terreno con l'acqua contenuta in testa al carotiere.

ATI:



RTP:



c) Rivestimento provvisorio

La perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio solo in assenza di sufficiente autosostentamento delle pareti del foro. Le manovre di rivestimento possono essere eseguite con l'uso di fluido in circolazione, curando che la pressione del fluido sia la minore possibile e controllandola mediante manometro. Il disturbo arrecato al terreno deve essere contenuto al minimo, fermando se necessario la scarpa del rivestimento a circa 50 cm dal fondo foro (con l'esclusione del metodo wire-line) in modo da non investirlo in forma eccessivamente diretta con il getto di fluido in pressione.

d) Stabilità a fondo foro

La stabilità del fondo foro sarà assicurata in ogni fase della lavorazione con particolare attenzione nei casi in cui il terreno necessiti di rivestimento provvisorio. Il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto prossimo a bocca foro mediante rabbocchi progressivi specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste, che deve avvenire con velocità iniziale molto bassa ($1 \div 2$ cm/s) ed essere eventualmente intervallata da pause di attesa per il ristabilimento della pressione idrostatica del fluido sul fondo foro. Ciò riguarda l'estrazione del carotiere e delle fustelle dei campionatori ad infissione conclusa. Devono essere evitati indesiderabili effetti di risucchio che possono anche verificarsi nel caso di brusco sollevamento della batteria di rivestimento, qualora occlusa all'estremità inferiore dal terreno per insufficiente circolazione di fluido durante l'infissione.

e) Pulizia del fondo foro

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

Apposite manovre di pulizia saranno eseguite qualora la differenza tra quota raggiunta con la perforazione e quota misurata con scandaglio superi le seguenti tolleranze:

- 7 cm, prima dell'uso di campionatori privi di pistone fisso o sganciabile meccanicamente e di prove SPT;
- 10 cm, prima dell'uso di campionatori con pistone fisso o sganciabile meccanicamente.

6.3.2 Piezometri

ATI:



RTP:



- Normative e specifiche di riferimento
- AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche
- Caratteristiche della strumentazione

La strumentazione da installare nel foro dovrà essere costituita da:

- tubo piezometrico in PVC, di diametro interno compreso tra 1½” e 4”, costituito dal tratto cieco fino a 4 m dal p.c. e tratto filtrato da 4 metri dal p.c. fino a fondo foro.

L'utilizzo di tubi piezometrici di materiali o dimensioni diversi da quelli descritti dovrà essere subordinato ad approvazione da parte della Committenza.

- Preparazione del foro

La perforazione del foro di sondaggio in cui andrà installato il piezometro dovrà essere eseguita utilizzando, come fluido di circolazione, acqua oppure fango a polimeri degradabili. In nessun caso è permesso l'uso di fango bentonitico.

Se il piezometro non deve essere posato a fondo foro, il foro dovrà essere riempito, ritirando man mano il rivestimento, fino ad una quota di 0.5 m più bassa di quella di installazione, con una miscela cemento-bentonite-acqua in proporzioni tali che la consistenza della miscela, a posa avvenuta, sia simile a quella del terreno nella zona del piezometro.

Una volta avuta la presa, il foro deve essere accuratamente lavato con acqua pulita (previo degrado nel caso di presenza di fango a polimeri), interponendo se necessario un sottile tappo di palline di bentonite e ghiaietto per stabilizzare il tetto della miscela plastica.

- Installazione

L'installazione seguirà le seguenti fasi:

- posa di uno spessore di 0.5 m di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1\div 4$ mm);

ATI:



RTP:



- discesa a quota del tubo piezometrico, precedentemente assemblato secondo la sequenza di tratti ciechi e fenestrati prevista dal progetto delle indagini; i singoli spezzoni di tubo dovranno essere collegati tra loro mediante appositi manicotti di giunzione, opportunamente sigillati; lo spezzone di piezometro più profondo dovrà essere chiuso con apposito tappo di fondo;
- posa di sabbia grossa o ghiaietto pulito ($\varnothing = 1 \div 4$ mm) attorno al tratto fenestrato del tubo piezometrico, ritirando man mano il rivestimento, senza l'ausilio della rotazione, con l'avvertenza di controllare che il tubo piezometrico non risalga assieme al rivestimento;
- posa di un tampone impermeabile dello spessore complessivo di 1 m al di sopra del tratto fenestrato, realizzato inserendo bentonite in palline ($\varnothing = 1 \div 2$ cm) in strati di 20 cm alternata a ghiaietto in strati di $2 \div 3$ cm, ritirando sempre man mano il rivestimento;
- riempimento del foro al di sopra del tampone impermeabile con una miscela plastica acqua-cemento-bentonite (con proporzioni in peso rispettivamente di 100, 30 e 5), calata attraverso apposite aste discese sul fondo del foro;
- sistemazione e protezione della estremità del piezometro con la creazione di un chiusino di protezione in acciaio verniciato, ben cementato nel terreno, munito di coperchio con lucchetto e chiavi che verranno consegnate alla Committenza; nel caso di installazione in luoghi aperti al traffico veicolare o pedonale (strade, piazzali, marciapiedi), e solo su specifica richiesta della Committenza, in luogo del chiusino standard dovrà essere installato idoneo chiusino carrabile in ghisa, posto in opera a filo della pavimentazione esistente;
- spurgo e collaudo del piezometro ed esecuzione della prima lettura significativa, da considerarsi tale dopo aver eseguito almeno tre letture, la prima delle quali deve avvenire a non meno di due ore dalla realizzazione del piezometro e le successive a distanza di 24 ore l'una dall'altra.
- Documentazione

La documentazione dovrà comprendere:

- informazioni generali (commessa, cantiere, ubicazione, data, nominativo dell'operatore);
- stratigrafia del foro di sondaggio (se eseguito a carotaggio continuo);
- tipo e schema di installazione nel foro del tubo piezometrico;

ATI:



RTP:



- quota assoluta o relativa della estremità superiore del chiusino di protezione;
- tabella con le letture eseguite per la determinazione della prima lettura significativa.

6.3.3 Prelievo di campioni di terreno

Le modalità di prelievo e analisi dei campioni si atterranno a quanto indicato nell' All. 2 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e, in particolare, ai seguenti aspetti specifici:

- La prevista esecuzione a secco delle perforazioni include il divieto di utilizzare acqua anche ai fini dell'estrazione del terreno dal carotiere;
- Le frazioni dei campioni di terreno destinati alle analisi dei parametri volatili dovranno essere prelevate immediatamente a seguito dell'estrusione del terreno dal carotiere;
- Per ogni campione si dovranno prelevare due aliquote, di cui una per le analisi di Parte e una per archivio a disposizione dell'ente di controllo (una sola aliquota per le frazioni destinate alle analisi di composti volatili); solo alla presenza dell'ente di controllo si dovrà confezionare in contraddittorio l'eventuale terza aliquota (seconda per l'ente di controllo), che dovrà essere sigillata e conservata in ambiente refrigerato (4°C) durante tutto il periodo di trasporto e conservazione;

Le carote ricavate dai sondaggi saranno esaminate visivamente in campo e fotografate; in seguito, saranno ricavati i campioni rappresentativi dei vari orizzonti secondo lo schema riportato nei paragrafi precedenti.

Il campione sarà mescolato e omogeneizzato in campo così da ottenere un campione composito che sarà sottoposto a riduzione volumetrica fino ad ottenere un volume di materiale sufficiente per l'esecuzione delle analisi. Tutte le operazioni di cui sopra saranno effettuate secondo la norma UNI10802 (2013).

Dai campioni da destinare ad analisi chimica sulla frazione solida sarà eliminata la frazione superiore a 2 cm, mentre il test di cessione sarà eseguito sul campione non vagliato, come indicato nelle linee guida SNPA 54/19.

I campioni saranno posti in contenitori (teflon, vetro o polietilene), sigillati ed etichettati. Le informazioni minime da riportare sulle etichette sono:

- sigla del campione e del sondaggio di provenienza,
- intervallo di profondità di campionamento, con quote riferite al medio mare
- matrice campionata,
- data campionamento,
- ora campionamento,
- tecnico campionatore.

ATI:



RTP:



Per la codifica dei campioni sia dotterà il seguente schema:

a) campioni nell'insaturo

campione superficiale TxxCS-yy-zz m

campione intermedio TxxCI-yy-zz m

campione frangia capillare TxxCF-yy-zz m

b) campioni nel saturo

TxxCSA1-yy-zz m

TxxCSA2-yy-zz m

TxxCSA3-yy-zz m

TxxCSA4-yy-zz m

in cui xx è il numero del sondaggio e yy e zz sono le quote assolute di prelievo del campione (sommità e fondo).

Il tempo intercorrente tra il prelievo e le successive analisi di laboratorio deve essere il più breve possibile onde evitare alterazioni del campione.

Fino alla effettuazione delle determinazioni analitiche è necessario conservare il campione al buio e alla temperatura di 4°C.

6.3.4 Prelievo di campioni di acque di falda e misure in campo

Il campionamento delle acque e l'esecuzione delle misure in campo saranno effettuati secondo modalità concordate con ARPAL.

In particolare, le operazioni di campionamento della falda dovranno attenersi alle seguenti specifiche:

- Prima delle operazioni di spurgo e campionamento della falda, in ciascun punto di prelievo si dovrà effettuare il rilievo freaticometrico;
- Il campionamento dovrà essere preferibilmente dinamico e con portate a basso flusso; anche nella fase di spurgo si ritiene opportuno non eccedere con le portate (non superiori ai 5 l/min);
- Le acque di spurgo dei piezometri dovranno essere gestite come rifiuto.

6.3.5 Analisi di laboratorio

Tutti i campioni da destinare ad analisi saranno suddivisi in due aliquote:

ATI:



**Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.**

Imprese Consorziate Esecutrici



FINCOSIT



**CONSORZIO
INTEGRA**



RTP:



- una da sottoporre ad analisi chimica
- una da conservare per l'Ente di controllo; la durata della conservazione sarà definita in accordo con l'Ente di controllo stesso

Le analisi saranno eseguite presso laboratori accreditati e certificati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ed inoltre essere in accordo con la normativa vigente e condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute (metodiche APAT-IRSA/CNR, USEPA ecc.) tenendo conto di eventuali implementazioni, modifiche o abrogazioni di norme e metodi.

L'amianto dovrà essere determinato con microscopia elettronica a scansione (metodica) SEM, salvo specifiche richieste da parte degli enti di controllo

I risultati delle analisi chimiche saranno espressi come mg/kg ss o µg/kg ss. Nei certificati analitici dovrà essere riportato per ogni analita il codice del metodo impiegato, l'intervallo di confidenza della misura ed i limiti di rilevabilità.

6.4 Indagini 242-ter

Le indagini preliminari ai sensi dell'art 242ter comma 4 lettera a) per i suoli da scavare con priorità fino alla + 1,0 m slm e riportate in Figura 2-3 sono costituite da quelle previste per la caratterizzazione ex articolo 242 nei punti T21, T22, T26, T28, T29, T30, T31, T35, limitatamente ai due campioni più superficiali., Tali analisi sono nel seguito riepilogate:

- analisi sul campione solido
Vedi lista riepilogativa riportata in Tabella 6-2
- analisi sull'eluato ottenuto applicando il test di cessione come prescritto dall' Allegato 3 al DM 05/02/1998 e s.m.i.
Sost. Inorganiche: Nitrati Fluoruri Solfati Cloruri Cianuri
Metalli: Bario Boro Rame Zinco Berillio Cobalto Nichel Vanadio Arsenico Cadmio Cromo totale
Piombo Selenio Mercurio
Amianto
COD
pH

ATI:



RTP:

