



*Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Settentrionale*



Porti di Livorno, Piombino,
Portoferraio, Rio Marina,
Cavo, Capraia Isola



TIPO: PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

**TITOLO:
ADEGUAMENTO AL PRP DELLE STRUTTURE PORTUALI
LIMITROFE ALLA STAZIONE MARITTIMA DI LIVORNO
LAVORI DI RESECAZIONE DELLE BANCHINE PORTUALI**

**OGGETTO:
RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

Progettazione

DIREZIONE INFRASTRUTTURE

Responsabile Unico del Procedimento:
Ing. Andrea Carli

Dirigente responsabile:
Ing. Enrico Pribaz

FORMATO/FORMAT	SCALA/SCALE	COD. ELABORATO	DISEGNO No./DRAWING No.	TAV/PLATE. No.		
A4	1 : 1	01-20-P2000-PF-RTI-00		RTI-00		
0	Giù. 2020	PRIMA EMISSIONE	CA	CA	EP	
REV.	DATA/DATE	DESCRIZIONE/DESCRIPTION	ESEGUITO/BY	CONTR./CHKD	APPROV.	

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

INDICE:

Premesse	pag. 2
Analisi delle alternative	pag. 4
Descrizione della soluzione progettuale	pag. 8
Descrizione dello stato attuale dei luoghi	pag. 10
Descrizione dettagliata della soluzione prescelta	pag. 12
Inquadramento amministrativo delle opere ed eventuali lotti esecutivi	pag. 17
Valutazioni in merito alla fattibilità dell'intervento	pag. 20
Vincoli di natura urbanistica, storica, artistica, archeologica, paesaggistica	
Caratterizzazione geologica-geotecnica idrologica ed idraulica	
Programma di gestione delle materie di scavo	
Caratterizzazione ambientale del sito	
Disponibilità delle aree	
Verifica delle interferenze	
Indirizzi per la redazione delle successive fasi progettuali	pag. 38
Programmazione delle fasi attuative	pag. 39
Valutazioni preliminari in merito alle necessità manutentive dell'opera	pag. 40
Indicazioni preliminari per lo svolgimento in sicurezza delle lavorazioni	pag. 42
Aspetti economici e finanziari	pag. 46

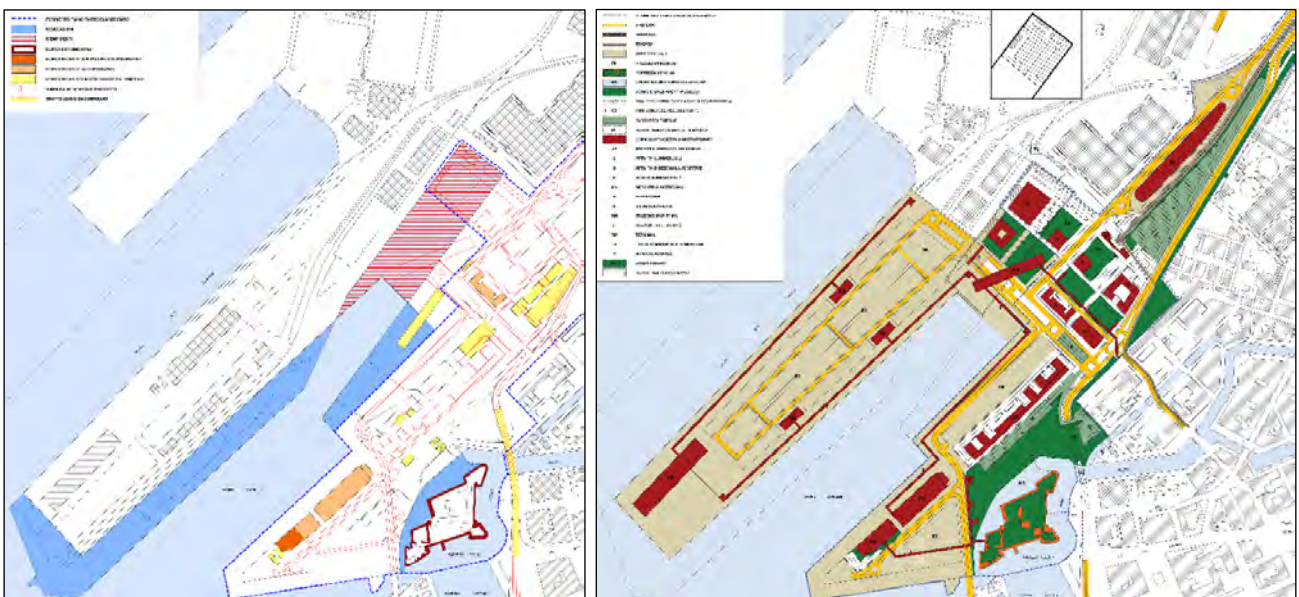
1 - Premesse

L'intervento in argomento prevede il riassetto funzionale dell'intera area attorno all'attuale Stazione Marittima, così da renderla idonea ad accogliere anche il traffico crocieristico, oltre al potenziamento dell'attuale traffico traghetti. Ciò è realizzabile attraverso l'ampliamento dello specchio acqueo del Bacino Cappellini, condizione che consentirà l'accorto contemporaneo in sicurezza di navi su entrambe le sponde, da attuare principalmente mediante la resecazione (ridefinizione geometrica in riduzione) delle attuali banchine sulle Calate Orlando, Pisa e Carrara e contemporanea riduzione del Bacino Firenze, così da poter realizzare nuovi piazzali di imbarco.

L'attuazione di tali opere rientra nell'ambito delle necessità di adeguamento delle infrastrutture portuali propedeutiche al riassetto delle aree demaniali oggetto di concessione alla Società Porto di Livorno 2000. Il Piano Regolatore Portuale prescrive infatti che gli interventi da attuare siano "subordinati alla preventiva approvazione di un progetto unitario che dovrà essere redatto sulla base del Piano Attuativo proposto dall'Autorità Portuale ed approvato dal Comune di Livorno".

Tale progetto, collegato al rilascio delle concessioni d'uso delle aree portuali pubbliche e già noto nella sua impostazione generale, prevederà la suddivisione in tre fasi attuative (primi 5 anni, dal 6° al 10° anno, azioni successive al 10° anno). L'avvio degli interventi "privati" è però condizionata dall'attuazione degli interventi di adeguamento del bacino e delle banchine, che rimangono di competenza all'Autorità Portuale e che risultano propedeutici alla messa a disposizione delle aree stesse ai concessionari.

Gli interventi pubblici previsti, sviluppati all'interno del Piano Attuativo, non presentano particolari criticità, trattandosi di trasformazioni finalizzate al riordino dell'insediamento, alla razionalizzazione delle infrastrutture che, in un contesto come quello portuale, è certamente favorevole.



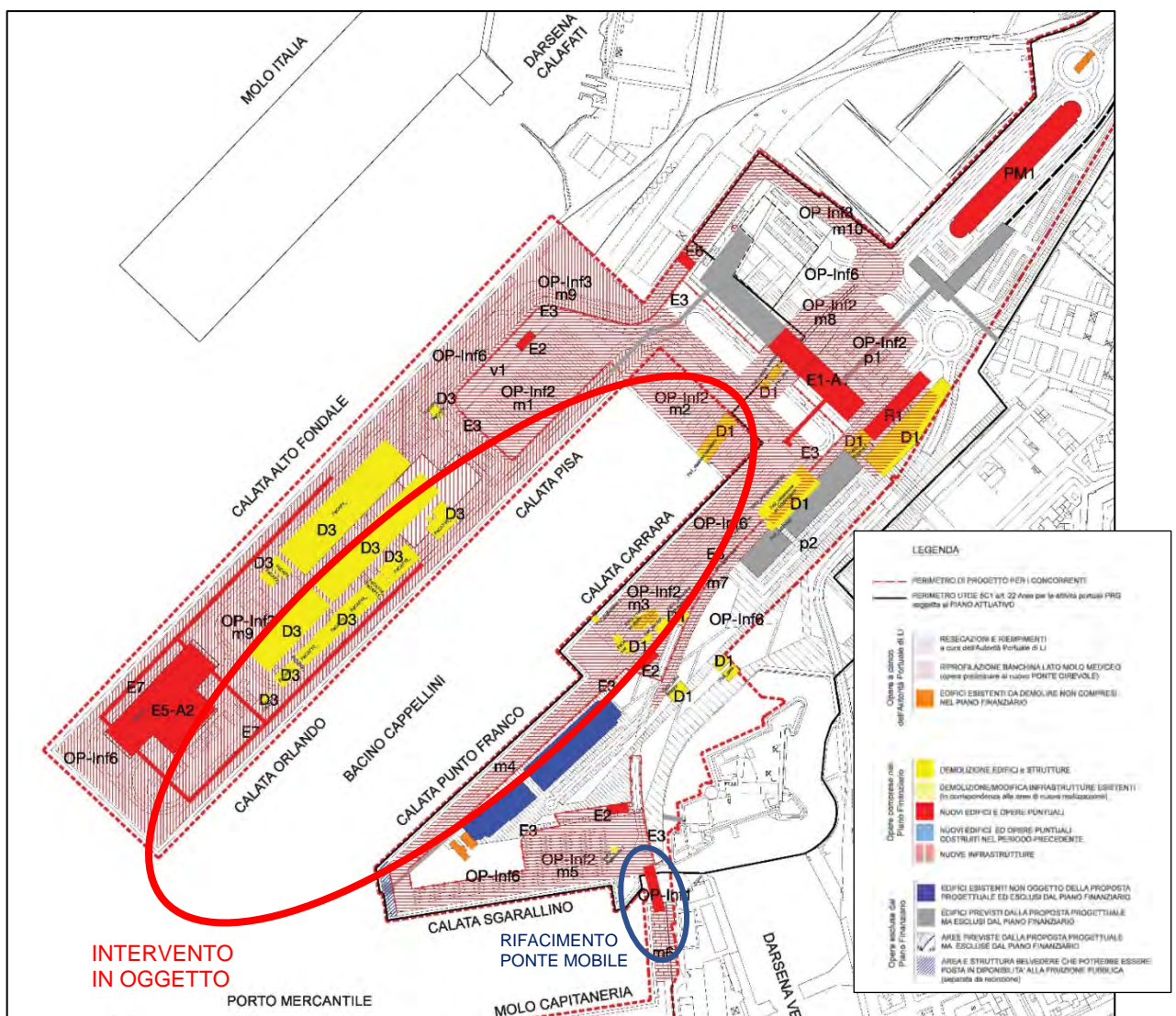
Intervento di sistemazione dei bacini adiacenti alla stazione marittima e previsioni di PRP

Unica ed indispensabile valutazione necessaria e propedeutica alle trasformazioni è quella relativa alla gestione dei materiali provenienti dagli scavi, per i quali tuttavia è ipotizzabile il riutilizzo nell'ambito degli interventi stessi o la loro collocazione all'interno delle colmate portuali.

Gli interventi di rimodellamento delle banchine portuali creeranno tuttavia una temporanea indisponibilità degli attuali accosti, oggi principalmente dedicati ai traghetti. In tale ottica risulta indispensabile rendere prioritariamente fruibili a tale traffico le banchine del Molo Mediceo, oggi già parzialmente utilizzate a tal fine. In tale ottica risulta parallelamente in corso di sviluppo un ulteriore lotto funzionale d'intervento che prevede la realizzazione di un nuovo collegamento viario, attraverso ponte mobile, tra l'Andana Anelli del Molo Mediceo e l'area della Stazione Marittima, in particolare il varco di accesso "Fortezza", così da poter potenziare in transitorio l'utilizzo di tali accosti per il traffico traghetti senza aggravare la situazione, già critica, dell'attuale collegamento stradale. Tale area è infatti oggi interconnessa direttamente alla città tramite il ponte "dei francesi" che collega piazza dell'Arsenale a via Grande, con evidente interferenza tra i traffici veicolari, anche pesanti, diretti da e per il porto ed i percorsi cittadini.

2 - Analisi delle alternative

Il Piano Regolatore Portuale prescrive che gli interventi dei concessionari, di riassetto funzionale dell'area della Stazione Marittima, siano "subordinati alla preventiva approvazione di un progetto unitario che dovrà essere redatto sulla base del Piano Attuativo proposto dall'Autorità Portuale ed approvato dal Comune di Livorno". Come già evidenziato in premessa l'avvio degli interventi "privati" è però condizionato dall'attuazione degli interventi di resecazione delle banchine e di riempimento del bacino Firenze, che rimangono di competenza all'Autorità Portuale e che risultano propedeutici alla messa a disposizione delle aree stesse ai concessionari.



Considerato tale quadro delle esigenze, l'obiettivo delle azioni progettuali è rappresentato dalla necessità di realizzare l'arretramento delle banchine che si affacciano sul bacino Cappellini e parte del Bacino Firenze, prevedendo anche la resecazione della testa del molo settentrionale (Calata Alto Fondale) così da realizzare uno specchio acqueo adatto alla manovra e all'accesso da parte di navi

significativamente più grandi rispetto a quelle cui l'area portuale è attualmente dedicata. Tutto conformemente alle vigenti previsioni del Piano Regolatore Portuale.

Pertanto le caratteristiche progettuali delle opere debbono essere tali da:

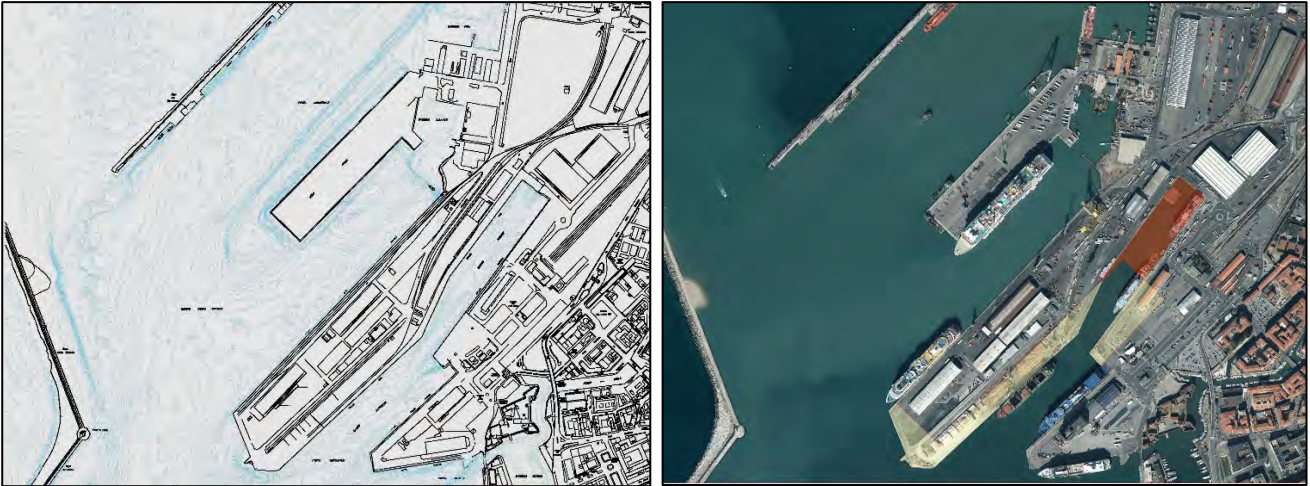
- realizzare un corridoio di accesso l'area del porto mercantile, tra i moli Alto Fondale e Mediceo, adeguato a garantire la manovra delle navi da crociera;
- garantire una dimensione interna del Bacino Cappellini che consenta, in sicurezza, il contemporaneo accosto di due navi sulle opposte banchine;
- garantire, a fronte della riduzione delle superfici attuali lungo banchina, nuovi spazi per la realizzazione di piazzali di attesa dei mezzi destinati all'imbarco.



Previsione Piano regolatore Portuale vigente

Come rappresentato nella precedente planimetria di piano, il suddetto quadro esigenziale può essere soddisfatto attraverso una unica alternativa progettuale comprendente: la resecazione della testa del Molo Alto Fondale e delle banchine di Calata Orlando, Calata Pisa e Calata Carrara con contestuale tombamento di buona parte del Bacino Firenze.

Pertanto la soluzione progettuale sviluppata risulta l'unica a soddisfare, dal punto di vista tecnico, funzionale e d'inserimento ambientale, le maturate necessità di adeguamento e riorganizzazione degli accosti all'interno dell'ambito portuale.



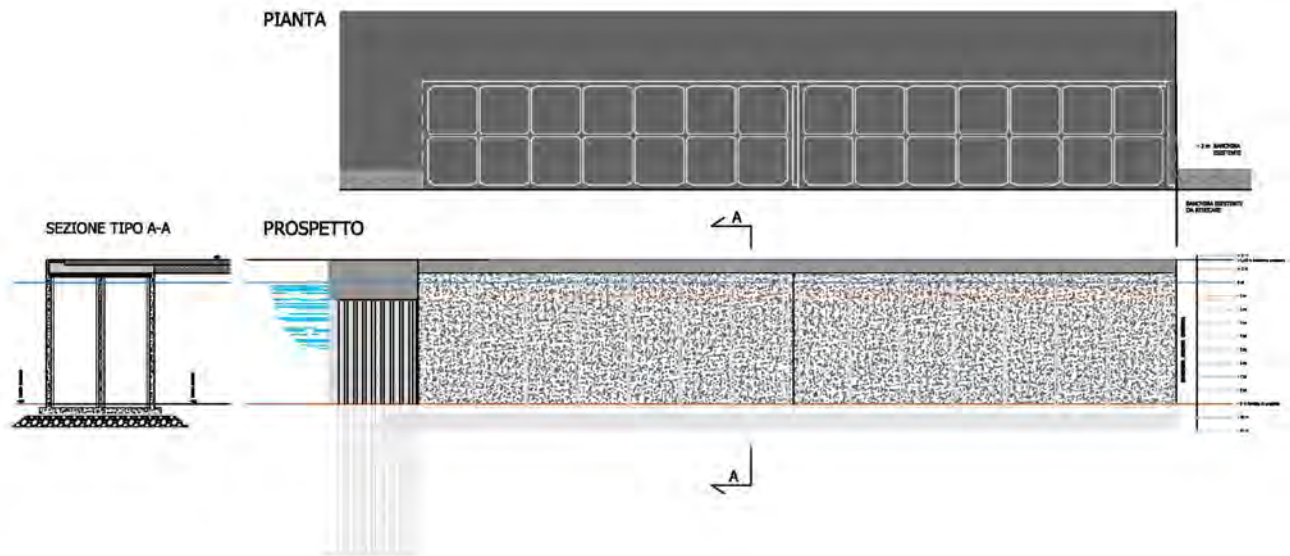
Area d'intervento - stato attuale

Definita in modo univoco l'alternativa localizzativa dell'opera, ossia la geometria delle nuove banchine, sono state valutate due possibili alternative strutturali: la realizzazione della nuova sponda mediante cassoni prefabbricati in calcestruzzo o tramite realizzazione di un muro perimetrale di contenimento in palancole metallico.

Trattandosi, in larga parte, di un intervento di resecazione la soluzione in cassoni non risulta funzionale in quanto per l'installazione degli elementi prefabbricati, che vengono trasportati in galleggiamento, sarebbe necessario procedere alla preventiva demolizione delle attuali banchine e dragaggio dei fondali (sino almeno alla batimetrica -10m), con realizzazione di un'opera provvisoria di sostegno del fronte scavo o la formazione di una scarpa naturale di adeguata pendenza, che necessiterebbe tuttavia di maggiori scavi e più estesa cantierizzazione. Tale soluzione è stata quindi ritenuta non attuabile per due ragioni: per la necessità di procedere immediatamente alle operazioni di scavo, si renderebbero progressivamente non utilizzabili gli accosti per tutta la durata dei lavori; per il fatto che comunque il complesso delle opere avrebbe un costo maggiore o uguale a quanto necessario per la realizzazione di un banchinamento in palancole, fornendo contemporaneamente meno garanzie in termini di sicurezza e stabilità dell'opera a fronte del possibile verificarsi di approfondimenti localizzati del fondale dovuti ai processi erosivi generati dalla continua azione delle eliche di manovra delle navi. Non si esclude tuttavia l'utilizzo di una soluzione in cassoni per il confinamento del Bacino Firenze oggetto di tombamento, in questo caso infatti si opererebbe il varo dei cassoni su fondali la cui profondità è già prossima a quella di progetto mentre la, per la soluzione in palancole, in tale tratto risulterebbe necessaria l'infissione con mezzi marittimi e la successiva creazione di ancoraggi mediante un contropalancole (con maggiori costi) o con tiranti connessi ad una trave interna di trattenuta da realizzare solo a fronte del progredire del retrostante riempimento in materiale inerte. L'utilizzo dei cassoni in tale tratto consentirebbe anche il riutilizzo di elementi prefabbricati già nella disponibilità dell'Autorità Portuale (residuali dalla realizzazione di precedenti interventi), limitatamente però ad uno sviluppo di 50ml rispetto ai circa 80ml necessari per il confinamento dell'attuale bacino.

A fronte di tali considerazioni, e delle relative valutazioni economiche preliminari, la scelta progettuale si è orientata verso la soluzione strutturale che prevede la completa realizzazione con utilizzo di

palancolati metallici, riservandosi di valutare nel dettaglio l'effettiva convenienza e opportunità operativa dell'utilizzo di cassoni per la chiusura del bacino, in quanto non sostanzialmente rilevante in relazione al complesso delle opere previste, nei successivi approfondimenti progettuali.



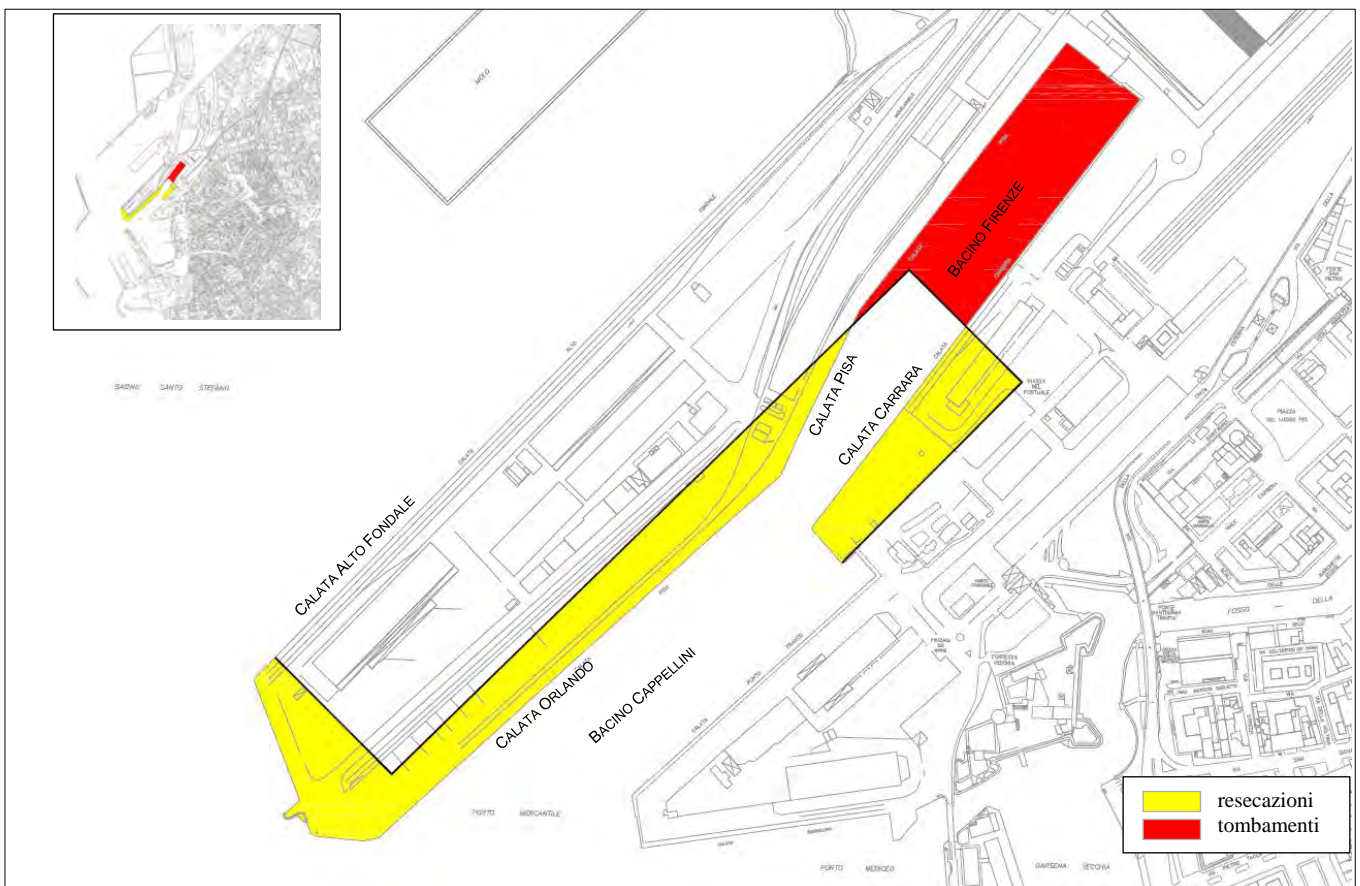
Ipotesi parziale confinamento Bacino Firenze con cassoni

E' così prevista la costruzione di un muro di sponda in palancole trattenuto in testa mediante tiranti geotecnici a bulbo di ancoraggio, inclinati di circa 30°. Tale soluzione consente di operare preventivamente l'infissione del palancolato e la realizzazione dei tiranti profondi direttamente da terra, senza pregiudicare significativamente l'operatività degli attuali accosti, posti ad una distanza variabile tra 35 e 50ml dalla linea d'infissione, procedendo in seconda fase alla demolizione delle banchine. In tale operazione sarà anche possibile procedere progressivamente, operando per tratti funzionali, e restituendo all'utilizzo tratti a banchina finita.

3 - Descrizione della soluzione progettuale

Le opere in progetto sono relative alla ridefinizione della geometria delle banchine portuali, conformemente alle previsioni del Piano Regolatore Portuale e relativo Piano Attuativo, che costituiscono le prime azioni, di competenza dell’Autorità di Sistema Portuale, funzionali alla formalizzazione del rinnovo della Concessione delle *aree demaniali interessate dal Servizio di gestione della Stazione Marittima di supporto ai passeggeri e dagli altri servizi accessori connessi*.

Come già sopra evidenziato, nell’ambito della programmazione temporale dei primi cinque anni di attività, è infatti prevista la resecazione delle darsene portuali attigue ai bacini Cappellini e Firenze, con parziale riduzione, mediante tombamento, dello specchio acqueo più interno a quest’ultimo. L’attuazione di tali opere risulta propedeutiche agli interventi di riqualificazione delle strutture insistenti sui piazzali limitrofi alle banchine e di edificazione sulle nuove aree che si renderanno disponibili dalla colmata dell’attuale bacino portuale.



Ipotesi progettuale: planimetria

Per quanto riguarda gli interventi di resecazione previsti su Calata Alto Fondale, Calata Orlando e Calata Pisa, nonché il parziale tombamento del bacino Firenze, sono interessate aree rientranti nel SIR ex SIN di Livorno (ambito D) e pertanto assoggettate a specifiche procedure di caratterizzazione ed analisi del rischio. L’intervento su Calata Carrara è invece esterno alla suddetta perimetrazione, quindi regolato dalle normative ordinarie in materia di sedimenti e terre e rocce da scavo.

Per il riempimento del bacino Firenze si stimano necessari circa 240.000 mc di materiale e saranno materialmente impiegabili di volumi di terreno reso disponibile dalle attività di resecazione della porzione tra +1,5m e -3÷4m slm degli attuali piazzali. I restanti quantitativi, derivanti dallo scavo degli strati più profondi, di sedimenti marini, presenti sotto la quota -3÷4m, potranno trovare collocazione quale materiale di riempimento della seconda vasca di colmata portuale.

Gli strati superficiali, ove saranno prevalenti residui di pavimentazione bituminosa, così come per i materiali derivanti dalle demolizioni delle strutture esistenti, dovranno essere trattati come rifiuti e quindi conferiti a discarica o impianti di trattamento per il recupero.

Le attività necessarie all'esecuzione dell'intervento di resecazione dei moli sono così sinteticamente riassumibili:

- realizzazione da terra delle paratie di contenimento che costituiranno le nuove banchine, posizionate in posizione arretrata rispetto all'attuale filo di sponda;
- realizzazione del palancolato di confinamento della porzione di bacino Firenze oggetto di tombamento;
- rimozione e smaltimento via terra degli strati superficiali della pavimentazione bituminosa e del relativo sottofondo in materiale cementato o bitumato;
- scavo e conferimento al sito di riutilizzo (riempimento bacino Firenze) dei materiali eterogenei, lapideo-terrosi, costituenti i primi due-tre metri di riempimento delle attuali banchine. Operazioni che possono essere portate a compimento totalmente per via terrestre;
- demolizione dell'attuale struttura di banchina e contestuale avvio delle operazioni di scavo del materiale sotto falda e suo conferimento a riempimento del limitrofo bacino portuale ed, nella quota parte dei volumi di sedimenti eccedenti le necessità, alla vasca di colmata portuale. Operazioni da effettuare per la maggior parte da mare.

La quota del fondale prospiciente la banchina rimarrà invariata rispetto a quella attuale e pari a 9 metri. Le palancole metalliche saranno infisse a distanza variabile dal filo banchina attuale, sempre internamente allo stesso in modo da mantenere l'allineamento previsto dal nuovo assetto funzionale del molo.

Anche per il completamento della banchina a fronte dell'intervento di tombamento del bacino Firenze sarà quindi utilizzata una tipologia simile. Si ipotizza tuttavia di realizzare una diversa tipologia di ancoraggi, rispetto alla soluzione praticata per le palancole infisse nel rilevato esistente. La struttura di contenimento della nuova banchina sarà realizzata mediante un doppio palancolato metallico; uno infisso lato mare, a costituire la nuova parete di contenimento e l'altro lato terra, a realizzare il contropalancolato di ancoraggio. Le due pareti, distanti circa 25m, saranno quindi vincolate tra loro in testa mediante tiranti in barre di acciaio ad alto limite di snervamento.

Le nuove strutture avranno raggiungeranno in altezza la quota degli attuali piazzali, circa +2m slm, ed avranno complessivamente uno sviluppo di 1300ml.

La scelta costruttiva operata risulta ispirata a principi di sostenibilità ambientale nel rispetto, tra l'altro, della minimizzazione dell'impiego di nuovi materiali naturali e di massimo riutilizzo delle materie disponibili, oltre che della massima manutenibilità, durabilità dei materiali e dei componenti, sostituibilità degli elementi, compatibilità tecnica ed ambientale dei materiali ed agevole controllabilità delle prestazioni nel tempo.

Descrizione dello stato attuale dei luoghi:

Le zone d'intervento comprendono aree e bacini del porto a diretto contatto con il tessuto urbano, ricompresa nella UTOE 12 "Sistema porto-città" del Piano Strutturale del Comune di Livorno. In tale ambito sono quindi da tempo previsti interventi di razionalizzazione e potenziamento del porto passeggeri, con specifico riferimento al traffico crocieristico, di potenziamento della portualità turistica e diportistica, di rigenerazione di aree industriali dismesse, di recupero, tutela e valorizzazione degli elementi costitutivi della matrice storica della città.

Tale UTOE corrisponde alle aree che il Piano Regolatore Portuale individua come "aree cerniera" porto-città, ossia un'area caratterizzata da una forte interazione tra le due realtà, dove l'attuazione degli interventi è subordinata all'approvazione di singoli progetti d'insieme, coerenti con la vigente pianificazione, da parte di Autorità Portuale e Comune di Livorno nonché delle Soprintendenze competenti per le aree archeologiche, comprendenti anche il patrimonio monumentale del porto.



Vista aerea dell'area d'intervento

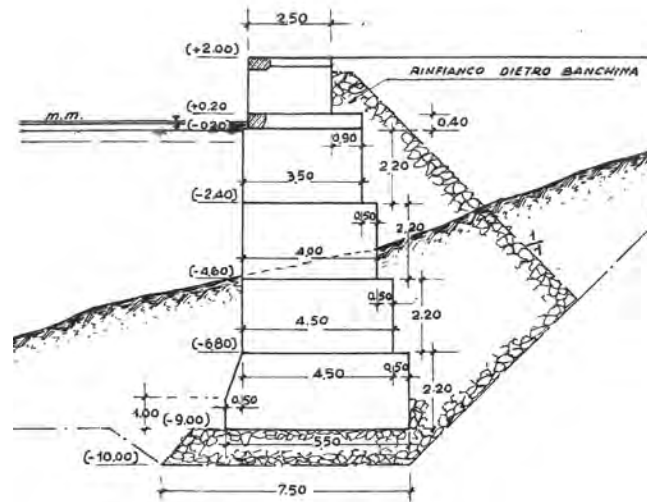
Considerati i vincoli fisici e le esigenze degli operatori (la configurazione degli spazi e dei moli molto frastagliata ed è elevato in numero di attracchi contemporanei di navi da crociera e di traghetti: si parla di 4/5 traghetti e 4/5 crociere in contemporanea) l'Autorità Portuale, nel proprio PRP, ha scelto di razionalizzare per quanto possibile la situazione attuale senza alterarla pesantemente. Da ciò consegue la previsione dell'uso delle sponde dei bacini Cappellini e Firenze sia per le aree di sosta relative alle navi da crociera che per piazzali di imbarco dei traghetti che attraccano lungo tali sponde.

La destinazione d'uso e l'uso attuale del molo "alto fondale" è prevalentemente industriale. Vi troviamo magazzini per lo stoccaggio di merci in arrivo e in partenza e al passaggio della linea ferroviaria come appoggio logistico allo stoccaggio. In tale ambito si riconoscono le attività di Terminal F.lli Batoli (n.22), specializzato nel traffico di rame e altri materiali non ferrosi, e il Terminal Calata Orlando (n. 24), specializzato nel traffico di merci alla rinfusa. I Terminal della CILP (n. 13.1) e DOLE (n. 23) sono invece specializzati nel traffico, rispettivamente, di merci in contenitori e legname e di prodotti a temperatura controllata nei vari magazzini posti a banchina.

L'opposta sponda del bacino Cappellini, la Calata Carrara, ospita l'attuale Stazione Marittima ed altre importanti strutture destinate alle attività portuali, qua si trovano anche piazzali utilizzati per l'attesa dei mezzi in imbarco sui traghetti per le isole, ai quali i limitrofi accosti sono destinati.

Le attuali banchine risalgono, per la maggior parte, alla fine del 1800, pur avendo sicuramente subito un adeguamento intorno al 1950.

Sono realizzate a gravità, con un sistema a piloni di massi artificiali sovrapposti per una altezza che va dalla +2m slm ai -9m, con fondazione estesa fino ai -10m di profondità.



I massi artificiali furono collocati in sito in pile indipendenti mediante gru o pontoni a bigo e certamente accompagnati sotto acqua con mezzi di sospensione, fino ad occupare la loro prevista posizione.

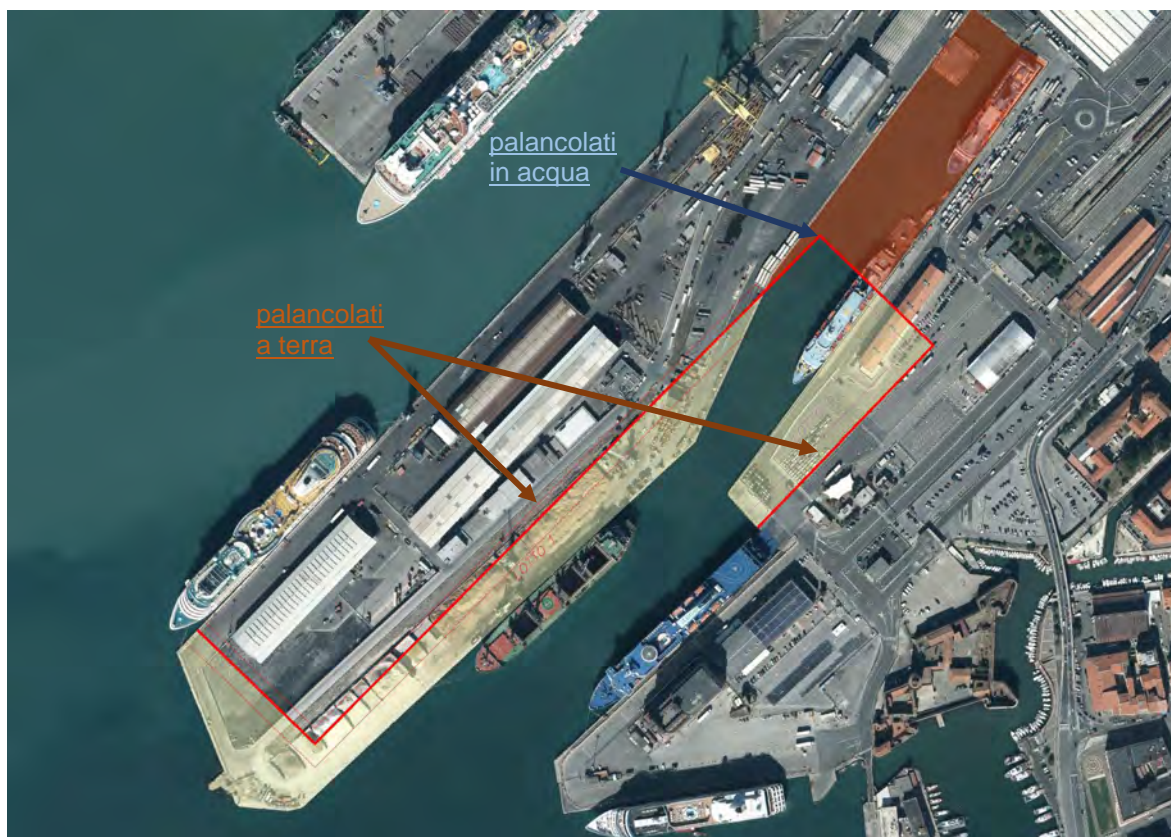


Carta storica della Città di Livorno (IGM 1888)

Descrizione dettagliata della soluzione prescelta:

Come già precedentemente accennato per l'intervento si ipotizzano due diverse modalità costruttive di realizzazione dei nuovi muri di banchina, distinte per le opere di resecazione a terra ed il confinamento del bacino oggetto di riempimento.

In entrambe le situazioni il paramento lato mare del banchinaggio sarà indifferentemente costruito in palancole metalliche laminati a caldo di tipo AZ38 e gargami gargami laminati a caldo, di altezza circa 22 ml, dei quali 10m emergenti dal fondo del bacino ed i restanti infissi nel substrato sabbioso. In ragione di ciò si rende evidentemente necessaria la presenza di un meccanismo di ritenuta in prossimità della testa delle stesse ed è proprio nella modalità realizzativa di quest'ultimo che dovrà essere operata una differenziazione tra le strutture, in ragione della loro collocazione, a terra o in acqua.



Localizzazione planimetriche delle due diverse tipologie strutturali di opere

I principali requisiti progettuali richiesti sono i seguenti:

- tirante d'acqua di progetto 9m, corrispondente a quella attuale ed a quanto necessario al fine dell'utilizzo del bacino da parte di traghetti e navi da crociera;
- altezza del piano di banchina pari a 2,00 m slm pari alla quota dei piazzali attuali ed attigui;
- sovraccarico dei piazzali retrostanti le nuove banchine pari a 20 kN/m².

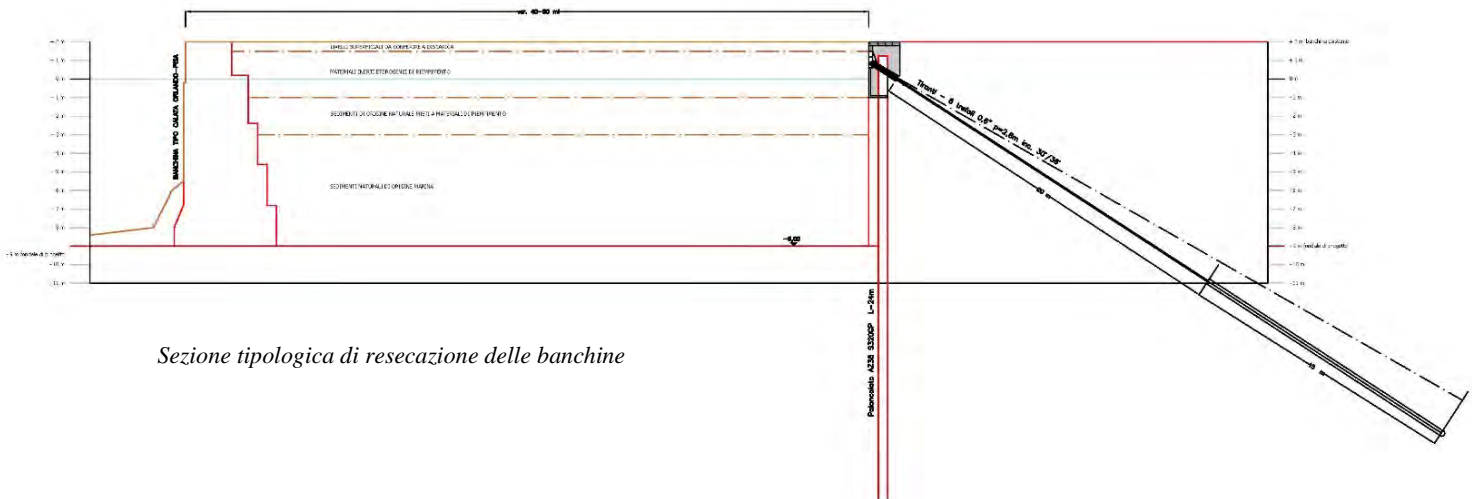
Poiché l'ambiente circostante alle strutture è costituito da terreno saturo di acque salmastre dovranno essere valutati con molta attenzione i pericoli di corrosione delle armature tese e di aggressione chimico-fisica dei nodi di ancoraggio. I tiranti dovranno essere ingrassati all'interno di guaina polimerica e, lato mare, ove possibile le teste saranno protette dal getto di calcestruzzo.

La pavimentazione di tipo flessibile comprenderà uno strato di fondazione in misto stabilizzato di 60cm, uno strato di base in conglomerato con bitume distillato di spessore compresso paria a 10 cm ed uno strato di binder modificato di 6 cm di spessore.

Palancolati previsti per la resecazione dei piazzali esistenti:

Si procederà alla scavo della zona di infissione del palancolato, per una profondità di circa 2 metri ed larghezza analoga, provvedendo a porre in sicurezza i bordi dello scavo realizzando un profilo a scarpata con pendenza non inferiore a 45 gradi. I singoli elementi metallici saranno quindi infissi all'asciutto, mediante escavatore con braccio a traliccio dotato di vibroinfissore, e si procederà all'impermeabilizzazione del setto mediante interposizione di una guarnizione poliuretanic (gomma sintetica idroespansiva) all'interno dei gargami e per tutto il loro sviluppo. Tali elementi verticali saranno successivamente vincolati in testa mediante tiranti 6 trefoli in acciaio armonico, inclinati alternativamente di 33°-38°, dotati di bulbo iniettato in profondità; da realizzarsi sul fronte banchina con passo 1,80 m necessariamente dopo il getto della trave di coronamento.

Tale trave sarà realizzata in calcestruzzo tipo C35/45 - XS3 conforme alla direttiva UNI EN 206-1, armato con barre d'acciaio B450C zincate a caldo. La finitura dal lato esterno, al fine di incrementarne la durabilità e rendere il paramento poco reattivo alla corrosione, sarà realizzata prevedendo un elemento di copertura prefabbricato in calcestruzzo vibrato impermeabile ed armatura in inox. Tale elemento avrà anche la funzione di cassero.



Sezione tipologica di resecazione delle banchine

Considerata la destinazione delle banchine all'interno del bacino portuale, ove sono previsti accosti di navi o traghetti, saranno dotate di bitte di adeguato tiro utile (1500 kN) da installare sulla trave di coronamento con interasse di circa 25ml, prevedendo un raddoppio delle stesse ad interasse di 200ml così da consentire un ancoraggio multiplo delle navi in accosto (essendo la lunghezza di ciascun accosto pari a 150ml). Sono inoltre da prevedere i punti di ancoraggio dei parabordi lineari in gomma di dimensioni 1600mm esterna /800mm interna per una lunghezza di 2ml ed un passo di 14ml.

Analogamente è prevista la realizzazione di una rete cavidotti per impianti, con relativi pozzetti di ispezione, posti in continuità con la trave di coronamento, al fine di consentire la successiva

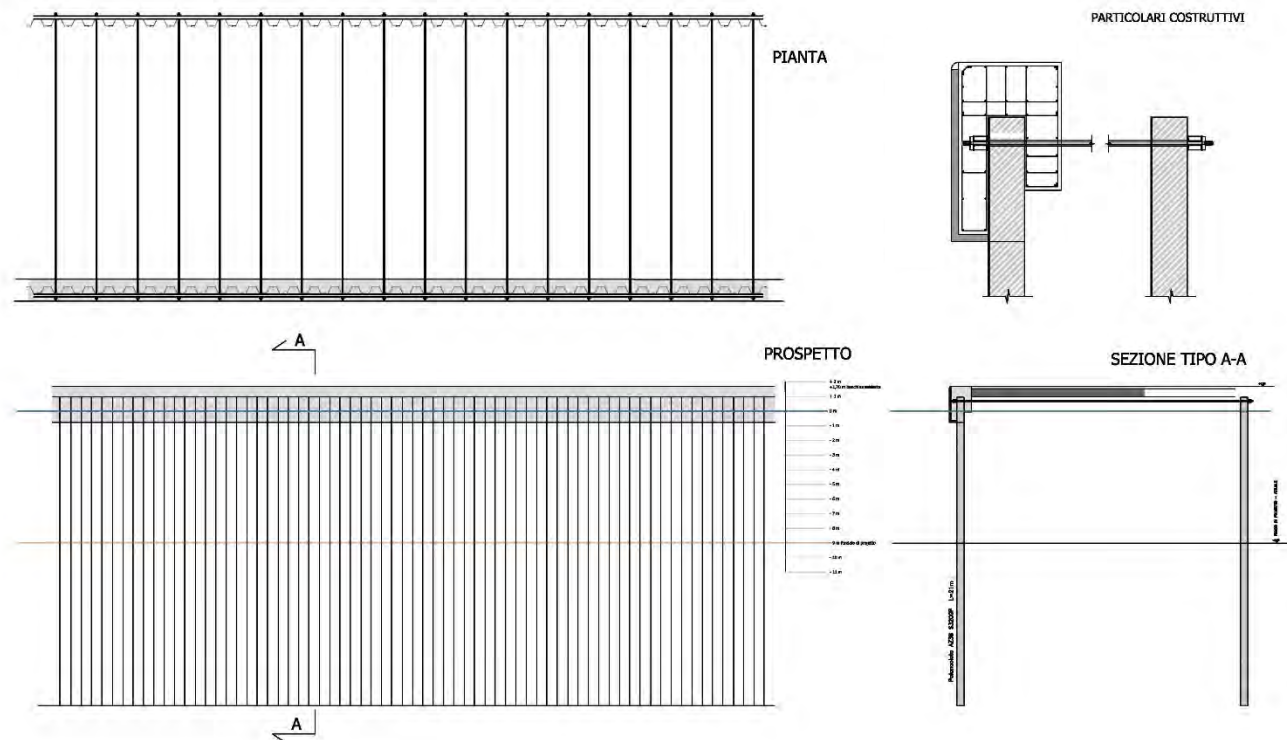
installazione di sottoservizi. Sarà infine da prevedere l'adeguamento della rete di smaltimento delle acque.

Queste opere sono prevedibilmente attuabili secondo le seguenti fasi operative elementari:

- bonifica sistematica terrestre, superficiale e profonda da ordigni residuati bellici (sino a 7 m di profondità dal piano campagna), limitatamente all'area interessata dall'infissione dei palancolati, e ottenimento della relativa certificazione di collaudo;
- infissione di palancole metalliche, già complete di preventivo trattamento protettivo superficiale con vernici epossibituminose per la lunghezza di mt 3,00 dalla sommità della palanca e contemporanea loro sigillatura tramite interposizione nei gargami di guarnizione poliuretanicca; si prevede si operare da terra con escavatore dotato di vibroinfissore;
- esecuzione della trave di coronamento e dei tiranti a bulbo profondo;
- realizzazione dei cavidotti per servizi e del pacchetto di sovrastruttura.

Palancolati previsti per il confinamento dell'area di tombamento del Bacino Firenze:

La struttura di contenimento della nuova banchina, di sviluppo circa 75ml, sarà realizzata mediante un doppio palancolato metallico infissi lato mare, a costituire il nuovo muro di sponda, e lato terra, a realizzare il contropalancolato di ancoraggio. Le due pareti disteranno almeno 20ml tra loro, così da garantire l'efficacia della spinta passiva del materiale di riempimento interno alle stesse, e saranno vincolate tra loro mediante installazione, in testa, di tiranti in barre di acciaio a sezione circolare piena (tipo Gewi) ad alto limite di snervamento, inguainate, ingrassate e poste in opera a quota pari a circa +0.5 m slm. Il collegamento tiranti-palancole verrà realizzato da una coppia di profilati in acciaio tipo UPN affiancati e saldati al palancolato, da una piastra di ripartizione ed un dado conico.



Sezione tipologica di confinamento del riempimento

Relativamente alla trave di coronamento ed ai necessari arredi di banchina, vale quanto già descritto per la precedente tipologia esecutiva.

Questa opera è prevedibilmente attuabile secondo le seguenti fasi operative elementari:

- bonifica sistematica subacquea da ordigni residuati bellici, superficiale e profonda (sino a 7m di profondità dal fondale) del fondale del bacino, limitatamente all'area interessata dall'infissione dei palancolati, e ottenimento della relativa certificazione di collaudo;
- infissione di palancole metalliche, già complete di preventivo trattamento protettivo superficiale con vernici epossibituminose per la lunghezza di mt 3,00 dalla sommità della palanca e contemporanea loro sigillatura tramite interposizione nei gargami di guarnizione poliuretanica (solo per il palancole lato mare). In questa fase si ipotizzano due possibilità operative:
 1. infissione realizzata operando con mezzi terrestri ossia con escavatore dotato di vibroinfissore che, previo parziale riempimento con materiale inerte (non superiore a quota +0,50m slm) dello specchio acqueo interessato dalle operazioni, accederà dalle limitrofe banchine, per metà dello sviluppo dal lato Calata Carrara e per la restante dalla Calata Pisa; infissa una prima porzione di palancole e contropalancole si procederà quindi all'avanzamento mediante successivi riempimenti ed infissioni;
 2. Infissione realizzata con mezzi marittimi ossia con il supporto di un pontone su cui sarà installato un escavatore con vibroinfissore o altra analoga attrezzatura; questa seconda soluzione risulta più onerosa in termini di noleggio dei mezzi d'opera necessari ma ha il vantaggio di differire le operazioni di riempimento alla successiva fase in cui si renderanno disponibili i materiali di "demolizione" delle banchine, consentendo quindi un risparmio sul costo del materiale di riempimento (considerato che stiamo parlando di circa 3000mc di materiale necessario al riempimento interno ai palancolati);
- riempimento interno alle paratie sino a quota +0,50m, completamento per la soluzione 1 o esecuzione completa per la 2;
- installazione dei tiranti costituiti da barre Gewi ad interasse di 2,80 m ancorati ad entrambi i palancolati;
- esecuzione di trave di coronamento e contemporanea realizzazione dei cavidotti limitrofi;
- realizzazione pacchetto di sovrastruttura.

Scavi di resecazione delle banchine e riempimento Bacino Firenze:

Dalla risagomatura degli accosti di Calata Orlando, Pisa e Alto Fondale, escludendo i volumi di riporto più superficiale, pari circa 20.000mc, dei quali è necessario prevedere il conferimento a discarica/trattamento, si valuta di dover movimentare circa 340.000 metri cubi di materie di varia natura (40.000 mc di blocchi artificiali, 180.000 mc di materiali inerti di riporto misti a sedimenti e circa 120.000 mc di sedimenti di origine marina).

Dalle operazioni di resecazione della Calata Carrara si produrranno, inoltre, ulteriori 8.000mc di materiale superficiale di demolizione dei piazzali, per il quale provvedere al conferimento a

discarica/trattamento, e 130.000mc di altri materiali di varia natura (10.000 mc di blocchi artificiali, 70.000 mc di materiali inerti di riporto misti a sedimenti e circa 50.000 mc di sedimenti di origine marina).

Dei blocchi artificiali è possibile prevedere il riutilizzo a formare berme interne all'area del bacino da riempire, così da suddividerla in settori di minor dimensione o, in eventuale alternativa, il riutilizzo nell'ambito di altre opere portuali che dovessero richiederne l'impiego.

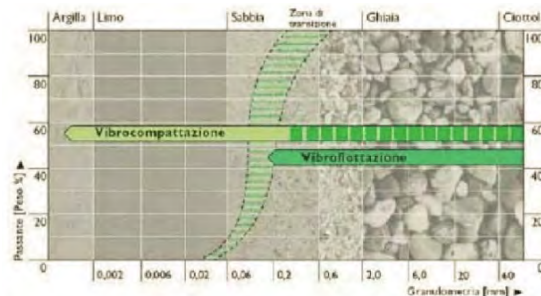
Le terre o rocce da scavo, originate alla rimozione degli strati superiori (+1,5÷1m / -3÷4m slm) dei piazzali da resecazione, saranno destinate al riempimento del Bacino Firenze. Per tale operazione si stimano necessari circa 240.000 mc di materiale, quindi, considerando l'attuale livello di approssimazione progettuale, è del tutto ammissibile ipotizzare un completo compenso tra volumi di terre rimosse e volumi di materiali necessari alla realizzazione dei nuovi piazzali. Eventuali limitati esuberanti potranno essere gestiti selezionando all'interno del materiale di scavo ulteriori volumi di sedimento da destinare alle aree di colmata o, qualora ne emergesse la necessità, ad altre opere portuali che attualmente risultano solo programmate.

I volumi di sedimenti marini, presenti più in profondità, potranno trovare collocazione quale materiale di riempimento in vasca di colmata portuale. Per questi, previo necessaria caratterizzazione, non è da escludere la possibilità di riutilizzo per ripascimenti litoranei della porzione sia emersa che soffolta degli arenili.

Nelle operazioni di riempimento si prevede di attuare un miglioramento del materiale dei riempimenti a mare, eseguiti con materiale proveniente dagli scavi di resecazione (costituiti prevalentemente da inerti lapidei misti a sabbie, sabbie limose e calcestruzzi in blocchi o frammenti derivanti dalla demolizione delle banchine attuali). Tali riempimenti necessitano di un trattamento di compattazione profonda per conseguire omogeneità, resistenze e rigidità adeguate alla destinazione d'uso. Infatti, la sola operazione di rinterro, mediante lo scarico del materiale porta ad un addensamento dovuto al solo peso proprio efficace che non fornisce una sufficiente densità relativa al riporto che si troverebbe di fatto in una condizione di materiale pressoché sciolto. La scelta di accoppiare al versamento una azione di vibrocompattazione profonda porta ad una ottimizzazione dei costi di costruzione e permette di ottenere ottimi risultati nel comportamento meccanico del terreno di riporto. Aumentare la densità relativa del riporto permette di migliorarne il comportamento dinamico sotto l'azione sismica (in termini di potenziale di liquefazione) e di incrementarne la rigidità al fine di limitare i cedimenti assoluti e differenziali.

La tecnologia della vibroflottazione ha ovviamente un suo ben specifico campo di applicazione essendo l'efficacia dell'addensamento per vibrazione massima in terreni naturali o in materiali di riporto la cui curva granulometrica risulta compresa all'interno del fuso riportato in figura.

Il trattamento colonnare di vibroflottazione consiste nell'indurre nel terreno granulare tramite una vibrazione impressa uno stato di sostanziale liquefazione che riduce a valori minimi l'attrito interno tra



i grani. Al cessare della vibrazione indotta le particelle si aggregano per gravità in uno stato tanto più denso quanto maggiore è l'energia impressa con la vibrazione. Il trattamento è da eseguire su tutto lo spessore del riporto, spingendosi di circa 1 metro nel fondale esistente, per aumentare le caratteristiche dei primi metri di fondale di consistenza e compattezza trascurabili e fornire una certa compenetrazione sul fondo sabbioso-limoso. La maglia di vibroflottazione sarà studiata nelle successive fasi progettuali e dovrà essere approfondita in corso d'opera a seguito dell'esecuzione di specifico campo prove; si evidenzia tuttavia che, per la zona di riempimento compresa tra palancoato e contropalancoato, tale maglia sarà vincolata dalla presenza dei tiranti orizzontali e dovrà essere garantita una distanza minima di sicurezza dalle pareti metalliche (minimo 3ml).

Da un punto di vista esecutivo si procederà operando mediante un maglio montato su un escavatore a fune, una punta vibrante (vibratory probe) sino alla profondità massima prevista per il trattamento, sfruttando la vibrazione del maglio ed il peso dell'utensile. Una volta raggiunta la profondità di progetto la punta viene messa in vibrazione nel piano orizzontale dalla rotazione di una massa eccentrica, su di essa calettata. La punta vibrante viene fatta risalire lentamente provvedendo nel contempo al riempimento del foro con altro materiale arido per compensare la riduzione di volume conseguente all'addensamento del terreno. L'efficacia del trattamento è massima nel punto di infissione per poi decadere radialmente; sulla base di quanto monitorato in interventi simili è documentata una efficacia del trattamento per interassi pari a 3m. Di conseguenza anche il terreno prospiciente alle palancole, non direttamente coinvolto dal trattamento potrà ritenersi sufficientemente addensato.

Inquadramento amministrativo delle opere ed eventuali lotti esecutivi

Ai sensi dell'art. 34, comma 7, del D.L. n. 133/2014 (convertito con Legge n.164 dell'11/11/2014), rientrando le Calate Orlando, Pisa e Alto Fondale tra le aree portuali al momento ancora classificate quali "siti inquinati", ex SIN oggi di competenza regionale, in cui non sono ancora avviate attività di messa in sicurezza e di bonifica, pertanto su queste *possono essere realizzati interventi ed opere richiesti dalla normativa sulla sicurezza nei luoghi di lavoro, di manutenzione ordinaria e straordinaria di impianti ed infrastrutture ... e, più in generale, altre opere lineari a condizione che detti interventi ed opere siano realizzati secondo modalità e tecniche non pregiudicano né interferiscono con il completamento e l'esecuzione della bonifica, né determinano rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area.*

A seguito della richiesta avanzata dall'Autorità di Sistema Portuale, con nota 4611 del 04/02/2020, in merito all'applicabilità alle opere in argomento del suddetto art. 34 c.7 del D.L. 133/2014 "sblocca Italia", la Regione Toscana, con propria nota prot. 66975 del 19/02/2020, forniva la seguente parere:

«Valutato che gli unici interventi assoggettabili all'art. 34 risultano quelli relativi alle paratie di contenimento che costituiranno le nuove banchine, posizionate in posizione arretrata rispetto all'attuale filo di sponda, e che gli stessi risultano inquadribili come interventi di "manutenzione di infrastrutture"

piuttosto che come “opere lineari”, rimandando quindi ai competenti uffici del Comune di Livorno la verifica del rispetto di tale requisito; RITIENE, qualora il Comune confermi i presupposti di applicazione del sopracitato art. 34 e la ASL valuti che gli interventi [...] siano realizzati secondo modalità e tecniche che non determinano rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell’area, che nulla osti, per quanto di competenza, alla realizzazione delle opere in esame.»

Le opere in progetto possono effettivamente rappresentare una azione manutentiva straordinaria sugli stessi al fine di renderli adeguati alle maturate nuove esigenze, tuttavia le opere proposte ricadono comunque, per loro natura, nella categoria di “opere lineari”, ai sensi dello stesso comma 7 del D.L. 133/2014. In mancanza di una specifica definizione normativa di tali opere, dobbiamo infatti far ricorso alla definizione tecnica delle stesse ossia considerare facenti parti di questa categoria le opere in cui una dimensione, come ordine di grandezza, risulta assolutamente prevalente sulle altre. Diverso è invece il concetto di opere “a rete”, caratterizzate dall’interessare vaste estensioni di territorio (ex art. 3 c.1 lett. ccccc, D.lgs. 50/2016), nella cui definizione comunque possano ricadere anche le opere portuali in argomento in quanto destinate a soddisfare il fabbisogno di movimento di persone e beni materiali. Non meno importante è anche l’obbiettivo che l’intervento si propone di raggiungere in termini di miglioramento della sicurezza nella navigazione interna al porto, con le conseguenti ripercussioni dirette sulla sicurezza dei luoghi di lavoro riconducibili al sistema portuale, ulteriore elemento previsto dalla norma al fine dell’applicabilità della semplificazione procedurale.

Relativamente agli aspetti ambientali, l’Analisi di Rischio, che è già stata redatta sulla base delle caratterizzazioni dei luoghi concordate con la competente ARPAT, ancorché in corso di approvazione, esclude la necessità di specifiche operazioni di bonifica.

Per tutti i terreni movimentati nell’ambito dei siti per i quali si applica la suddetta normativa, è prevista la ricollocazione nello stesso ambito territoriale, pertanto saranno assoggettabili a qualsiasi futura previsione di messa in sicurezza o eliminazione del rischio.

Dagli studi condotti si evidenzia anche che l’attuazione degli interventi non determinerà rischi per la salute dei lavoratori, in corso d’opera, né dei fruitori dell’area, nella successiva fase di esercizio delle opere. Tale valutazione sarà tuttavia oggetto di più specifico approfondimento nell’ambito del programma di gestione dei materiali di scavo che sarà redatto contestualmente al progetto definitivo delle opere e conterrà il piano di conferma preventiva delle caratterizzazioni dei materiali da movimentare, da approvare contestualmente alle previsioni d’intervento. In ragione di ciò sia la U.S.L. che l’ARPAT, ciascuna per le proprie competenze, potranno concretamente esprimersi a riguardo solo in tale fase procedimentale.

In ragione di quanto sopra, al fine di dirimere ogni dubbio in merito all’applicabilità del D.L. 133/2014, di procederà all’indizione di una Conferenza dei Servizio Preliminare sulla base delle previsioni del presente progetto.

Diversamente a quanto sopra, le opere previste sulla calata Carrara sono esterne alla perimetrazione delle aree a terra dell'ex SIN e pertanto gli interventi in progetto sulle stesse sono attuabili al di fuori del regime autorizzativo regolato dal D.L. n. 133/2014.

Considerata quindi la diversa disciplina amministrativa alla quale sono assoggettate le aree d'intervento, che inevitabilmente influisce sulle specifiche procedure autorizzative ed attuative, e considerata quindi la diversa possibile destinazione dei materiali prodotti nonché gli stretti termini temporali dettati dalle esigenze operative di adeguamento delle infrastrutture portuali, da mettere in relazione alla significativa durata dell'intervento complessivo, si è ritenuto di prevedere uno sviluppo progettuale unitario per le fasi preliminare e definitiva, distinguendo in due lotti funzionali esecutivi le opere previste sulle opposte sponde del Bacino Cappellini.

In ragione dell'avanzamento temporale delle fasi progettuali e autorizzative, nonché di attuazione delle altre opere portuali cui alcune lavorazioni previste risultano connesse (principalmente riguardo il possibile riutilizzo delle materie prodotte negli scavi di resecazione), i previsti due lotti esecutivi potranno essere cantierati contemporaneamente od in fasi successive.

Ciò quindi risulterà possibile solamente a fronte della predisposizione di due distinti progetti esecutivi, oggetto di disgiunte procedure di affidamento.



Inquadramento possibili lotti funzionali esecutivi

Il primo lotto funzionale esecutivo potrà quindi riguardare le opere previste nelle seguenti aree portuali:

- Calata Orlando, sponda nord-ovest del Bacino Cappellini (oggetto di resecazione per l'intero sviluppo)
- Calata Pisa, sponda nord-ovest del Bacino Firenze (resecazione parziale)
- Calata Alto Fondale, porzione sud-ovest (resecazione della sola porzione terminale, lato mare)
- Bacino Firenze (tombamento parziale)

Tale lotto sarà quindi suddivisibile in fasi, come già precedentemente descritto: realizzazione palancolato a terra; realizzazione palancolati a mare; resecazione banchine esistenti e contemporaneo riempimento del bacino.

Il secondo lotto funzionale esecutivo riguarderà invece il riassetto funzionale dei piazzali ed accosti strettamente limitrofi alla stazione marittima, Calata Carrara, dei quali è prevista la resecazione

parziale. Anche questo lotto sarà suddivisibile in fasi: realizzazione palancoolato a terra; scavi di resecazione delle banchine esistenti.

Valutazioni in merito alla fattibilità dell'intervento:

La fattibilità dell'intervento è documentata attraverso i risultati degli studi ed indagini disponibili e relativi agli al regime dei vincoli esistenti sull'area d'intervento, all'inquadramento geologico e idrogeologico, geotecnico, alla disponibilità delle aree ed alla presenza di interferenze, come di seguito illustrato.

Vincoli di natura urbanistica, storica, artistica, archeologica, paesaggistica esistenti sulle aree d'intervento:

Il nuovo Piano Regolatore Portuale definisce le previsioni urbanistiche relative al sistema degli spazi pubblici e dell'accessibilità al porto e alla città; le opere risultano programmate in piena conformità con tali previsioni di cui costituiscono la mera attuazione.

Il PRG comunale, per l'area in questione, prevede il recupero e la riqualificazione della vecchia stazione ferroviaria marittima per funzioni commerciali, terziarie e turistico-ricettive. Interventi che dovranno essere finalizzati alla creazione di un'offerta di servizi adeguati ai nuovi flussi crocieristici mediante la realizzazione di strutture progettate e dimensionate tenendo conto degli obiettivi di recupero e valorizzazione della Fortezza Vecchia e delle fortificazioni esistenti anche attraverso il ripristino dell'acquaticità. Gli interventi in argomento sono quindi funzionali agli obiettivi di tale pianificazione.

La previsione progettuale, che prevede l'uso delle sponde dei bacini Cappellini e Firenze sia per l'attracco di navi da crociera che di traghetti, impegnerà tali aree strategiche per un lungo periodo, sino a quando cioè non sarà realizzata l'espansione esterna del porto (nuova piattaforma Europa) e sarà quindi possibile spostare l'attracco dei traghetti in un'area più idonea, allontanando della città i flussi di traffico generati dagli imbarchi. Una volta ricollocato il traffico traghetti in altro ambito, le aree destinate a parcheggio d'imbarco potranno rendersi disponibili per usi urbano-portuali, pur rimanendo gli accosti per le navi da crociera, consolidando così la funzione di "porta urbana" dell'area.

L'area in questione è un'estensione a mare del territorio portuale creata antropicamente. Già nel 1905 venne creato un primo braccio, dotato di banchine solo sul lato est ove si trovano la Calata Pisa e la Calata Orlando. Fin dagli anni '20, entrambe le calate furono utilizzate principalmente per lo scarico di merci varie, anche alla rinfusa, e in particolare di carbone. Dopo la distruzione delle strutture portuali a causa dei bombardamenti del 1943, l'area rimase parzialmente inutilizzata fino alla fine degli anni '40 quando tramite l'approvazione del nuovo PRP venne individuata una nuova utilizzazione per la parte banchinata.

In particolare, la Calata Pisa venne destinata alla movimentazione di merci varie, anche alla rinfusa, e sede di magazzini, mentre la Calata Orlando destinata allo sbarco di carbone, attività poi estremamente

ridotta con lo spegnersi della domanda del combustibile. Sulla Calata Pisa, inoltre, è stata realizzata un'estensione della linea ferroviaria, quale appoggio logistico ai magazzini presenti e al carico delle merci alla rinfusa prelevate dalla Calata Orlando.

Il PRP, avviato alla realizzazione nei primi anni '50, in previsione dell'incremento dei traffici delle merci, prevedeva la messa in disponibilità di altre superfici attraverso l'allargamento, verso il Bacino S. Stefano, della lingua di terra costituente le Calate Orlando e Pisa. Nel 1955 partirono quindi i lavori per la realizzazione della Calata Alto Fondale. La Calata verrà destinata in seguito alla realizzazione di magazzini per lo stoccaggio di merci in arrivo e in partenza e al passaggio della linea ferroviaria come appoggio logistico allo stoccaggio. Allo stesso periodo risale il riassetto dell'area della Stazione Marittima con la realizzazione dei volumi attualmente presenti ed il tombamento di una preesistente darsena interna (realizzata nella prima metà del '900 tra la stazione marittima ed i magazzini posti lato Fortezza Vecchia).



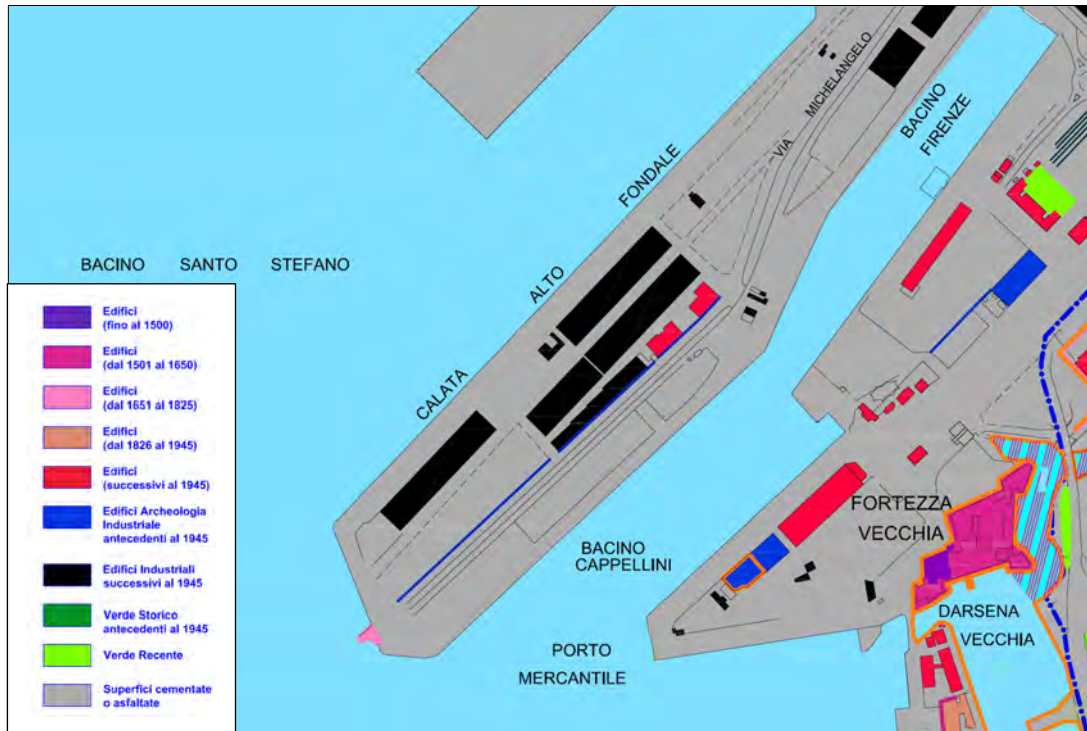
Come evidenziato nell'immagine seguente l'area d'intervento è libera da vincoli di natura storico-archeologica, che invece interessano le limitrofe, ma non attigue, banchine che si affacciano sulla Darsena Vecchia.

Oltre alla Fortezza Vecchia, situata a sud-est e distante circa 300m dalla zona in esame, troviamo ad ovest sul molo Alto Fondale un tratto residuale di un vecchio muro addossato alle attuali aree produttive. Le permanenze storiche, nonostante il contesto trasformato e spesso assai degradato che le ospita, vanno a costituire una sorta di sistema strutturale di questo particolare "paesaggio", connotando la tipicità dell'ambito portuale. Le cortine murarie rappresentano una vera e propria ossatura per l'intero bacino del Porto Mediceo e, nonostante abbiano vicende costruttive, datazioni e trasformazioni subite, ben differenziate, rappresentano un fronte unitario ancora ben riconoscibile. Le cortine murarie di periodo granducale, o ciò che di esse rimane, descrivono con linearità i tre lati costruiti del Porto Mediceo; ad ovest le fortificazioni del Molo, a sud le cortine del Forte di Porta Murata ed infine a est le mura lungo l'Andana degli Anelli.

In ragione delle suddette valutazioni il muro sopra indicato, databile attorno ai primi anni del '900, può rappresentare un elemento residuale di archeologia industriale ma non certo un elemento storico oggetto di tutela. Gli interventi programmati, comunque, pur sviluppandosi in aree limitrofe, non

interferiscono con esso, che tuttavia rappresenterà in futuro un elemento d'ostacolo al riassetto funzionale dell'area crociere.

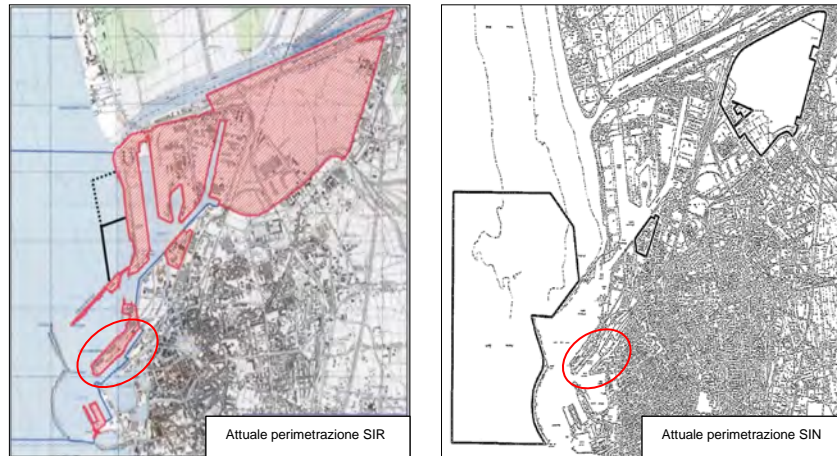
Le opere in progetto non prevedono volumi in elevazione, quindi non altereranno la continuità prospettica degli edifici e percorsi murari storici che si trovano nelle prossimità. E' viceversa prevista la demolizione dell'edificio che ospita la Stazione Marittima, questo tuttavia non rappresenta una struttura di pregio.



Carta stratigrafica del paesaggio (da PRP)

Sulle aree portuali in argomento non gravano inoltre vincoli paesaggistici mentre, dal punto di vista ambientale, in base al D.M. 468/2001 ed al successivo D.M. del 24/02/2003, buona parte delle aree oggetto di intervento (Calata Alto Fondale, Calata Orlando, Calata Pisa e Bacini Cappellini e Firenze) risultavano interne alla perimetrazione del SIN di Livorno (Sito di Interesse Nazionale), ossia in aree da sottoporre ad interventi di messa in sicurezza d'emergenza, monitoraggio, bonifica e ripristino ambientale.

Con successivo D.M. n.147 del 22/05/2014, il perimetro del SIN di Livorno è stato ridefinito e limitato, per cui allo stato attuale le aree d'interesse non risultano più inserite all'interno di suddetta perimetrazione. La titolarità dei procedimenti, di cui all'art. 242 del D.Lgs 152/2006, per tutte le aree a terra inserite nell'ex SIN di Livorno è passata, come SIR (Sito di Interesse Regionale), alla competenza alla Regione Toscana.



Caratterizzazione geologica-geotecnica idrologica ed idraulica dell'area d'interesse:

L'area di interesse si colloca nell'ambito del sistema territoriale della pianura settentrionale livornese, pianura alluvionale con prevalenza di depositi alluvionali e sedimenti palustri alluvionali e/o di colmata risalenti al Pleistocene–Quaternario.

Dal punto di vista geologico, il raggruppamento comprende prevalentemente depositi continentali di ambiente fluviale talvolta reinciati e terrazzati. Lungo la linea di costa livornese sono, inoltre, presenti depositi lineari di ambiente litoraneo e continentale eolico (panchina, depositi di spiaggia attuali, depositi di duna).

Dal punto di vista geomorfologico, l'area vasta in cui il sito si inserisce è costituita da una zona di transizione tra la piana alluvionale e la fascia costiera, colmata dai depositi dell'Arno in tempi storici; attualmente si presenta uniformemente pianeggiante e debolmente digradante verso sud-ovest.

La stratigrafia del primo sottosuolo (depositi quaternari) è condizionata da fenomeni deposizionali di tipo marino (trasgressivo–regressivo), depositi alluvionali e deltizio-fluviali, depositi continentali eolico-dunari. I sedimenti delle varie unità stratigrafiche si sono via via addossati a quelle precedenti determinando una morfologia a terrazzi che, digrada dalle pendici collinari verso il mare.

Per questa complessità di sedimentazione si hanno continue variazioni verticali e rapidi passaggi laterali nel pacco dei terreni più superficiali.

A grande scala, la successione geologica caratterizzante l'area può essere così schematizzata, partendo dal basso verso l'alto:

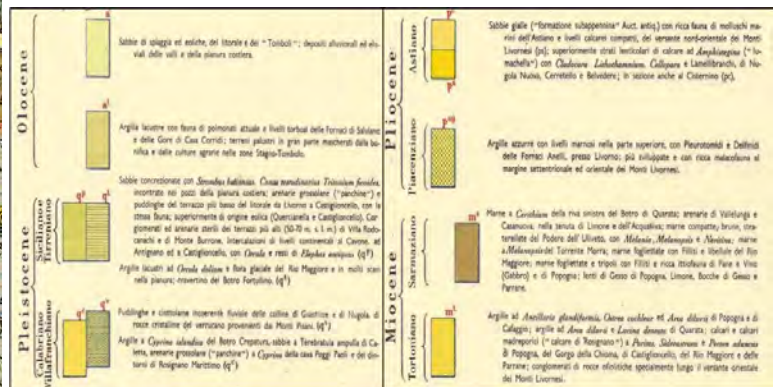
- formazioni marine e salmastre del Miocene superiore (profonde diverse centinaia di metri);
- formazioni marine del Pliocene (marne, calcareniti, argille con intercalazioni sabbiose, sabbie);
- formazioni marine e salmastre del Pleistocene superiore (argille, argille sabbiose e sabbie);
- depositi quaternari: caratterizzati dalla presenza di sedimenti marini di esiguo spessore alla base, più in alto di sedimenti ancora marini e di colmamento di modesto spessore e, al tetto, di sedimenti continentali eolico-dunari, salmastro – palustri e deltizio – fluviali, sempre di spessore modesto.

I depositi quaternari, costituenti il substrato superficiale sono a loro volta così caratterizzati:

- *depositi alluvionali*, costituiti dai prodotti dell'attività di sedimentazione recente ed attuale dei corsi d'acqua e costituiti da sabbie e ghiaie generalmente poco addensati, la potenza è variabile da luogo a luogo, ma sempre modesta.
- *depositi palustri alluvionali e di colmata*, le cui frazioni spesso non sono riconoscibili direttamente dalla litologia; si tratta di terreni saturi in acqua limoso–argillosi e limo–sabbiosi. Tali materiali presentano un contenuto variabile di sostanza organica, verificata per uno spessore dei primi 20-30 m di sedimento, relazionabile al contenuto algale o di marcite di ambiente lagunare. Entro i primi 10-15 m di profondità e secondo allineamenti pseudo paralleli alla linea di costa, sono state rilevate tracce di cordoni sepolti (paleo tomboli) che vanno a costituire isole di terreno per diversi metri di spessore.



Stralcio della Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – Foglio 111 "Livorno"



Dal punto di vista idrogeologico, l'andamento piezometrico e le caratteristiche idrodinamiche della falda superficiale nell'area sono fortemente condizionate dalla presenza di depositi a bassa permeabilità e dall'ingressione marina dovuta alla vicinanza con la linea di costa. In tali condizioni la definizione dei parametri idrodinamici della falda è valutabile solo in prima approssimazione.

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni in sito sono stati utilizzati, in questa fase progettuale, i risultati di indagini geognostiche effettuate sulle stesse aree ed in aree limitrofe in occasione di recenti interventi, per il dettaglio di queste si rimanda a quanto illustrato nella relazione tecnica specialistica. Le strutture d'interesse insistono su un'area originariamente a matrice paludosa e successivamente bonificata con riporti artificiali. I sondaggi disponibili evidenziano che il fondale naturale risulta costituito essenzialmente dalla seguente conformazione stratigrafica di massima:

- 0 – 0,50 m: riporto di materiali addensati di varia natura (pavimentazioni stradali e loro sottofondo);
- 0,50 – 2,00 m: materiali di riporto eterogenei (sabbie miste ad inerti);
- 2,00 – 6,00÷20,00 m: alternanza di sabbie limose ed argille limose;
- 20,00 – 25,00 m: argille ed argille limose a buona consistenza.

A differenza di altre strutture di contenimento del terreno il regime statico delle paratie è condizionato in maniera determinante dallo stato deformativo sia del terreno che della struttura, per cui il calcolo

rigoroso di queste strutture dovrà essere approfondita l'interazione terreno-struttura, procedendo all'analisi deformativa e tensionale delle mediante un codice di calcolo agli elementi finiti, idoneo ad applicazioni geotecniche. L'analisi agli elementi finiti permette infatti di tener conto della storia tensionale del terreno, delle sollecitazioni della struttura nel transitorio della costruzione (approfondimento progressivo dello scavo di valle, costruzione di tiranti, tesatura etc.), del regime deformativo della struttura, del regime a monte della paratia nel caso di paratie multitirantate o sbadacchiate.

La profondità della falda, nei pressi dell'area d'interesse, oscilla tra 1.50 e 2.00 m dal piano di campagna, saturando quindi i depositi limoso-sabbiosi superficiali. La produttività dell'acquifero è in genere modesta, con portate che non superano 1 l/s.

Le elaborazioni effettuate per la ricostruzione della morfologia di falda non hanno evidenziato una definita direzione di scorrimento delle acque sotterranee.

Tale fatto, già riportato all'interno dello studio idrogeologico generale Sito Interesse Nazionale Livorno (studio geologico A. Rafanelli e studio Sintesis), è da mettere in relazione alla presenza di numerose opere marittime (banchinamenti, palancole, etc.) che delimitano i canali portuali e pertanto, regolano gli equilibri statici delle acque presenti nell'area portuale di Livorno.

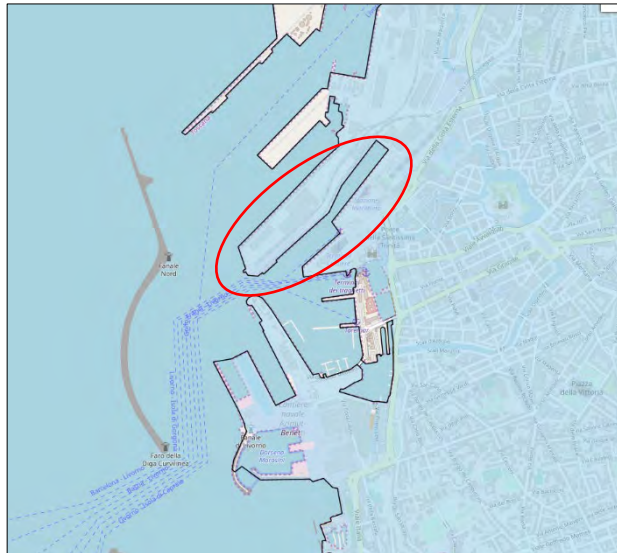
In ragione di ciò non risulta possibile elaborare una carta a curve isofreatiche per le acque sotterranee presenti nell'area in oggetto ma solamente definire le quote del livello di falda rispetto al livello medio marino per ciascun punto di monitoraggio dell'area di indagine.

Per quanto riguarda l'idrologia, il fitto reticolo idrografico che caratterizza a zona d'interesse, ben distribuito e costituito da rii, fossi e botri, presenta un regime idraulico irregolare dipendente dal regime pluviometrico che determina periodi di magra nella stagione calda e periodi di piena concentrati nella stagione invernale.

Su vasta scala le pianure alluvionali risultano caratterizzate da una forte fragilità, anche per valori di piovosità non eccezionali, per effetto combinato delle condizioni manutentive dei corsi d'acqua e soprattutto per l'incremento sui territori pianeggianti dell'urbanizzazione che ha invaso zone di pertinenza fluviale modificando il reticolo idrografico sia principale che secondario, restringendo le zone naturali per la laminazione delle piene e aumentando l'impermeabilizzazione dei suoli con conseguente crescita del coefficiente di deflusso verso le aste principali.

In riferimento alla classificazione del territorio in funzione della pericolosità idraulica le aree oggetto di studio, risultano non ricomprese nella classificazione ai fini dell'individuazione del rischio idraulico.

Secondo il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del, adottato con Delibera n. 231 del 17/12/2015 dal Comitato Istituzionale Integrato (ex art. 4 comma 3 del D.lgs 219/2010) ed approvato con Decreto n.294 del 25 Ottobre 2016 dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (entrato in vigore in data 17/02/2017) e finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa ed Ombrone, l'area di studio ricade in aree a "Pericolosità da alluvione bassa – P1 (alluvioni rare e di estrema intensità)".



Mappa pericolosità idraulica (P1 – pericolosità bassa)

Facendo riferimento al Piano Strutturale approvato dal Consiglio Comunale di Livorno con Delibera n.75 del 7 aprile 2019, le aree di studio ricadono in:

- classe di Pericolosità Geomorfologica media “G.2”;
- classe di Pericolosità Sismica locale elevata “S.3”;
- classe di Pericolosità Idraulica media “P.I.2”.

L’area non si trova nelle aree sottoposte a tutela del Vincolo Idrogeologico (R.D. n.3267/1923).

Programma di gestione delle materie di scavo

L’intervento di risagomatura delle banchine a servizio degli accosti di Calata Orlando, Pisa e Alto Fondale prevede di ridurre la superficie dei piazzali di complessivi 33.100 metri quadri, considerando di conservare per il bacino l’attuale fondale di -9m e valutata in circa +2m slm la quota delle superfici operative (per una altezza di scavo complessiva di 11m). Ciò corrisponde ad una necessità di movimentazione di circa 360.000 metri cubi di materie di varia natura ma prevalentemente classificabili come sabbie limose.

Nel dettaglio per la porzione superficiale compresa tra 0-0,50m di profondità, pari a circa 20.000mc, dovrà essere previsto il conferimento a discarica o impianti di riciclaggio, essendo questa costituita per buona parte dai conglomerati bituminosi con cui è realizzata la pavimentazione dei piazzali.

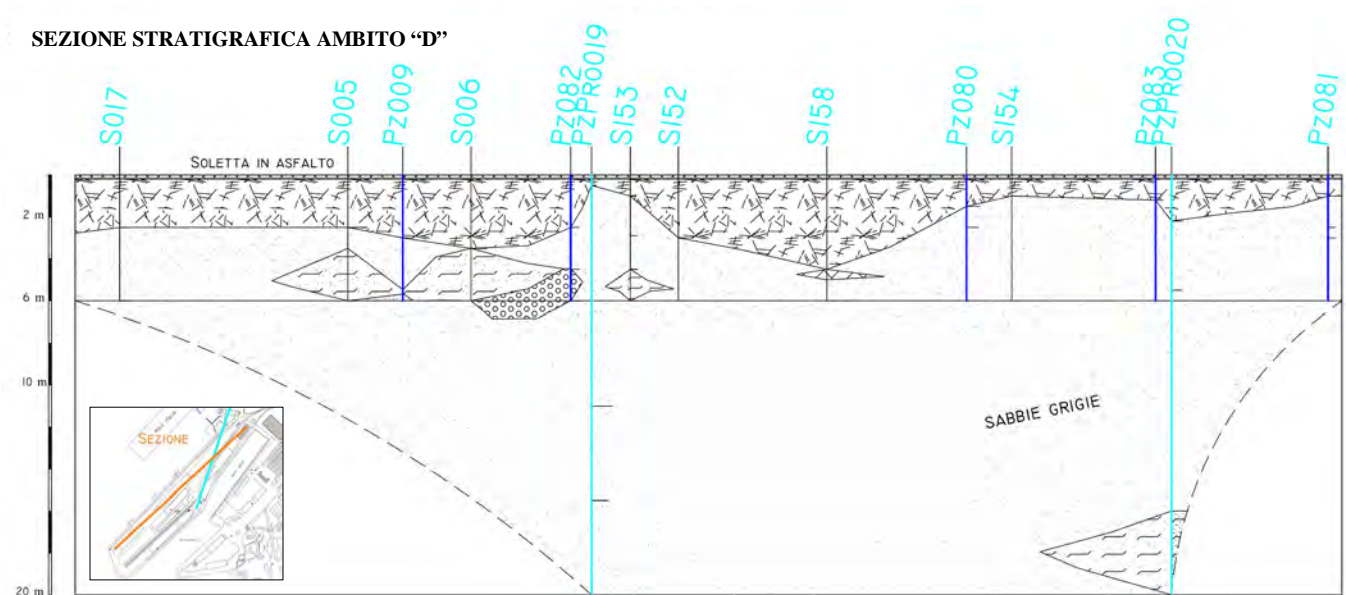
Dalle demolizioni delle banchine di accosto si recupereranno circa 45mc a metro lineare di blocchi in calcestruzzo, che per il loro sviluppo complessivo di 860ml, corrisponderanno a 40.000 mc di blocchi artificiali da poter riutilizzare nelle operazioni di riempimento del Bacino Firenze; utilizzabili per la formazione di “diaframmi” per il confinamento provvisorio dell’area da tombare, ossia per la delimitazione delle singole porzioni di specchio acqueo progressivamente da riempire.

I restanti volumi da scavare, pari a circa 300.000 mc, sono suddivisibili in circa 130.000 mc di sedimenti di origine marina, relativi ai livelli sottostanti i -3m slm ed ulteriori 170.000 mc di materiali di riporto di varia natura (dei quali 80.000 sicuramente di apporto antropico e 90.000 derivanti da una commistione

di sedimenti naturali con altro materiale di riempimento). Buona parte di questi saranno in prima ipotesi, salvo conferma dei parametri di caratterizzazione ambientale, da ripetere in corso d'opera, utilizzati per il previsto riempimento del bacino interno al SIR.

Per il riempimento si stimano tuttavia necessari circa 240.000 mc di materiale (corrispondenti alla superficie dei nuovi piazzali da realizzare, 21.000 metri quadri, per una altezza di riporto ancora pari a 11 m), pertanto saranno materialmente impiegabili volumi di materiale reso disponibile dalle attività di scavo degli strati superiori, classificabili come terre e rocce. Considerando quanto recuperabile dalla resecazione di tutte le banchine, compresa la Calata Carrara, si arriva quindi a poter giustificare il compenso tra volumi di scavo e riporto delle terre.

I restanti quantitativi, selezionabili tra le porzioni di sedimenti marini presenti sotto la quota -3m, potranno trovare collocazione quale materiale di riempimento della seconda vasca di colmata portuale (di superficie complessiva 300.000 mq).



Dalle ulteriori operazioni di resecazione della Calata Carrara si produrranno quindi, ulteriori 8.000mc di materiale inerte superficiale dei piazzali, da conferire a discarica, 5.000mc di materiali edili da riciclare derivante dalla demolizione della Stazione Marittima, 11.000mc di blocchi artificiali per i quali è possibile ipotizzare il riutilizzo nell'ambito delle operazioni di riempimento del bacino Firenze o per altre opere portuali, 70.000mc di materiali inerti di riporto misti a sedimenti, di cui è previsto il riutilizzo sempre per il tombamento del bacino Firenze, e circa 50.000mc di sedimenti di origine marina dei quali è possibile ipotizzare il riutilizzo litoraneo e il conferimento nelle vasche di colmata.

Caratterizzazione ambientale del sito

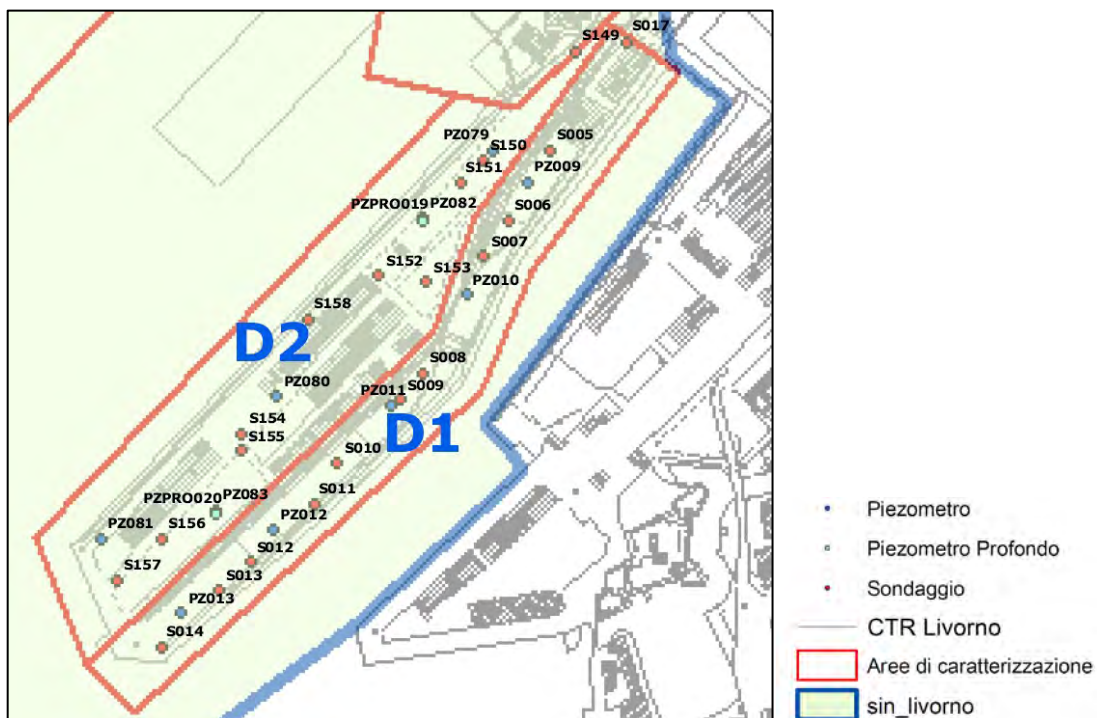
Negli interventi di resecazione previsti su Calata Alto Fondale, Calata Orlando e Calata Pisa, nonché il parziale tombamento del bacino Firenze, sono interessate aree rientranti nel SIR ex SIN di Livorno (ambito D) e pertanto assoggettate a specifiche procedure di caratterizzazione ed analisi del rischio,

descritte nei seguenti paragrafi. L'intervento su Calata Carrara è invece esterno alla suddetta perimetrazione.

Per le aree demaniali interne al SIR, trattandosi di siti inquinati per i quali non sono ancora state attivate le operazioni di messa in sicurezza e bonifica e tuttavia interessati dalla realizzazione di infrastrutture lineari di pubblico interesse, si procederà ai sensi dell'art. 34, comma 7, del D.L. 133/2014. Ciò potendo attuare i lavori con modalità e tecniche che non pregiudicheranno né interferiranno con il completamento e l'esecuzione di una eventuale futura bonifica dei terreni e della falda, né determineranno rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area. Le procedure e le modalità di scavo e di gestione dei terreni movimentati saranno inoltre eseguite ai sensi dell'art. 34, comma 8 lettera b/c della stessa norma.

Per in suddetto Ambito D del SIR di Livorno è in corso di approvazione, da parte degli enti competenti, il documento di Analisi di Rischio per le aree pubbliche a terra comprese nel perimetro portuale. Tale documento è stato elaborato, a partire dai risultati della caratterizzazione ambientale eseguita nel 2008 e validati da ARPAT, e le relative risultante sono sinteticamente di seguito esposte.

Le aree portuali individuate come "ambito D" si distinguono in "area D1", relativa alle banchine e piazzali attigui alle Calate portuali Orlando e Pisa, e la "area D2", relativa alla Calata Alto Fondale, così come meglio indicato nel seguente schema planimetrico.



Il Piano di caratterizzazione ambientale in riferimento, condotto per conto dell'Autorità Portuale dalla Società Ambiente spa, è stato acquisito dal MATTM al nr. prot. 13456/QdV/DI del 06/07/2005 e successivamente approvato in sede di Conferenza dei Servizi decisoria il 28/07/2005.

Le caratterizzazioni sono state condotte ai sensi del DM 471/1999 e pertanto le risultanze analitiche sui campioni di suolo e sottosuolo sono state determinate ed espresse sulla sola frazione granulometrica inferiore ai 2 mm, senza tenere in considerazione lo scheletro (frazione granulometrica compresa tra 2

cm e 2 mm) come richiesto invece dalla normativa attualmente vigente D.lgs 152/2006. Tuttavia tale procedura è evidentemente di maggior cautela, ne consegue che le risultanze ottenute sono da ritenere od oggi ancora valide e rappresentative.

Le metodiche analitiche utilizzate sono state altresì selezionate tra quelle ufficialmente riconosciute a livello nazionale ed internazionale e sono tali da garantire il raggiungimento di valori di rilevabilità pari ad almeno 1/10 dei valori di concentrazione limite riportati nelle tabelle in allegato alla suddetta norma. Trattandosi di aree ad “alta probabilità di contaminazione”, ove sono presenti insediamenti di tipo industriale, sono stati effettuati campionamenti sulla base di una maglia minima di 50x50m.

Per ciascuna verticale di sondaggio sono stati estratti tre campioni medi caratteristici degli strati superficiali (0,5-1,5m), intermedi (2,5-3,5m) e profondi (4,5-5,5m). Sono stati estratti anche campioni di “top soil”, rappresentativi dello strato superficiale di terreno compreso tra 0 e 10 cm di profondità (comunque al disotto dell’asfalto, ove presente) per la ricerca di analiti caratterizzanti lo strato superficiale come amianto e diossine.

Per l’analisi della matrice acque sotterranee è stato effettuato un campionamento per ogni sondaggio attrezzato a piezometro. Tale campionamento è stato effettuato in modalità dinamica, previo spurgo del sondaggio, utilizzando la tecnica del “low flow purging” (con portata di 0,5 l/min) utilizzando un’elettropompa sommersa, così da ridurre gli effetti indotti dalla velocità di prelievo sulle caratteristiche chimico fisiche delle acque.

Le indagini sui campioni estratti sono state condotte individuando un set base di analiti da ricercare in tutti i campioni di terreno, ricercando anche analiti aggiuntivi in funzione di attività svolte sui siti, pregresse e attuali.

Sintesi dei risultati delle indagini ambientali svolte nell’area D1 (Calata Orlando e Pisa)

Nell’area D1, classificata ad “Alta probabilità di contaminazione” nel Piano di caratterizzazione ambientale approvato, sono stati realizzati n. 16 sondaggi ambientali spinti a 6 m. da p.c. di cui n. 5 attrezzati successivamente a piezometro. Nell’area non sono invece stati installati piezometri profondi. Relativamente alle aliquote di “top soil”, in accordo con l’ente di controllo, ne è stata selezionata una da sottoporre a determinazioni analitiche per la ricerca del parametro amianto (aliquota prelevata in S008) mentre su tutti i campioni è stato ritenuto di procedere alle determinazioni di PCDD (policlorodibenzodiossine) e PCDF (policlorodibenzofurani).

Stati anche prelevati n. 5 campioni di acqua sotterranea dai piezometri superficiali da sottoporre a determinazioni analitiche di laboratorio.

La sequenza stratigrafica incontrata durante l’esecuzione dei punti di indagine ambientale eseguiti sull’area ha mostrato l’esistenza della seguente sequenza litologica di massima:

- *ghiaia e materiale di riporto stabilizzato in matrice sabbiosa*, a volte con presenza di laterizi o materiali edili mediamente sui primi 2 m da piano di campagna;
- *sabbie fini* dai 2 m a 6 m, debolmente limose ed argillose a fondo foro;

Maggiori dettagli sulla sequenza stratigrafica incontrata in ciascun punto di indagine sono riportati nella tabella seguente:

SONDAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA
S005	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie limose
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
S006	C1	0.50 - 1.50	Sabbie con clasti
	C2	2.50 - 3.50	Terreno di Riporto
	C3	4.50 - 5.50	Argille sabbiose
S007	C1	0.50 - 1.50	Terreno di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
S008	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie con ghiaia
	C3	4.50 - 5.50	Rocce e sedimenti limosi
S009	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie limose
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie
S010	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
S011	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie con ghiaia
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
S012	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie limose
S013	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Clasti in sabbie
S014	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Materiale di Riporto
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie
S017	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie argillose
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
PZ009	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie argillose con ghiaia
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose con ghiaia
PZ010	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie con clasti
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie con clasti
PZ011	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Materiale di Riporto in sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
PZ012	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie
PZ013	C1	0.50 - 1.50	Ghiaia
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie miste a inerti
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose

Le risultanze analitiche ottenute sui campioni di suolo e sottosuolo prelevati durante le indagini ambientali hanno evidenziato l'esistenza di alcuni superamenti dei valori di concentrazione di riferimento riportati nella colonna B, tabella 1, allegato 1 del DM 471/99 (ora Allegato 5, titolo V della

parte IV del D.lgs. 152/2006) o desunti altra documentazione ufficiale. In particolare, sono stati registrati alcuni superamenti per composti inorganici (n. 2 superamenti per Arsenico, n. 3 superamenti per Mercurio) oltre ad alcuni superamenti per composti organici (n.2 superamenti per il parametro Idrocarburi C>12, n.1 superamenti per Benzo(a)antracene, n.1 superamento per Benzo(a)pirene, n.1 superamenti per Benzo(b)fluorantene, n.1 superamento per Indenopirene). Come riassunti nella seguente tabella:

TABELLA RIASSUNTIVA SUPERAMENTI MATRICE SUOLO E SOTTOSUOLO AREA D1								
AUTORITA'	RDP	08327	08237	08239	08236	08233	08334	08241
PORTUALE LIVORNO	Tab. 1 Col. B DM 471/99	SONDAGGIO						
COMUNE DI LIVORNO		S009	S012		S013	S014	PZ011	PZ013
		C2	C1	C3	C3	C3	C3	C2
Idrocarburi C>12	750			1480	1116			
Arsenico	50		88.5			79.5		
Mercurio	5	9.1				9.42	9.0	
Benzo (a) antracene	10							16.11
Benzo (a) pirene	10							12.36
Benzo (b) fluorantene	10							11.76
Indenopirene	5							8.0
Sommatoria IPA	100							121

I superamenti per composti inorganici sono stati registrati nel campione superficiale ovvero prelevati nell'orizzonte 0,5m–1,5m dal piano di campagna (S012 C1) e prevalentemente nei campioni profondi prelevati nell'orizzonte 4,5m–5,5m nei campioni S014 C3 e PZ011 C3 oltre che nel campione S009 C2 (orizzonte 2,5m-3,5m). Tali punti di indagine sono tutti nella parte all'estremo ovest dell'area.

I superamenti per composti organici, invece, sono stati registrati sui campioni rappresentativi dell'orizzonte 4,50m–5,50m dal piano di campagna in corrispondenza del sondaggio S012 e S013 e sul campione superficiale ed intermedio prelevati sul sondaggio poi attrezzato a piezometro PZ013. In nessun sondaggio si evince continuità lungo la verticale della contaminazione.

Relativamente alle determinazioni analitiche da effettuare sui campioni di Top Soil la ricerca del parametro amianto è stata effettuata sull'aliquota prelevata in S008 ed i valori ottenuti sono conformi ai limiti normativi (Tabella 1, Allegato 1 del DM 471/99 ora Allegato 5, titolo V della parte IV del D.lgs. 152/2006).

Relativamente ai parametri PCDD e PCDF (T.E) ricercati in tutti i campioni di Top Soil, le risultanza analitiche hanno evidenziato l'assoluta conformità alla concentrazione ammissibile, Tabella 1, Colonna B per tutti i campioni ad esclusione del campione S006 Top Soil per il quale si registra un superamento (3,2x10⁻⁴ mg/kg contro i 1x10⁻⁴ mg/kg di tabella).

I campioni di acqua sotterranea prelevati dai piezometri realizzati hanno evidenziato l'esistenza di alcuni superamenti dei valori di CLA previsti dalla Tabella 2, Allegato 1 al DM 471/99 (ora Tabella 2 Allegato 5, titolo V della parte IV del D.lgs. 152/2006), diffusi per tutti i piezometri realizzati ad esclusione del piezometro PZ012. In particolare si registrano n.4 superamenti per Arsenico, n.1 superamento per Solfati, n.1 superamento per Benzo(a)pirene e n.1 superamento per Benzo(g,h,i)perilene.

TABELLA SUPERAMENTI ANALISI MATRICE ACQUE SOTTERRANEE AREA D1					
Analita	CLA				
	Tab 2 DM 471/99	PZ009	PZ010	PZ011	PZ013
Arsenico (µg/l)	10	13.0	11.9	12.5	17.0
Solfati (µg/l)	250				1043.8
Benzo(a)pirene	0.01		0.016		
Benzo(g,h,i)perilene	0.01		0.013		

Quindi in particolare sono stati riscontrati superamenti per parametri inorganici, tra cui prevalente arsenico e solfati. A proposito dei parametri è però importante ricordare che sul territorio livornese è stata avanzata l'ipotesi dell'esistenza di anomalie naturali nelle acque di falda legate alla specificità del sito (come da studi condotti dall'ente di controllo Dip. ARPAT di Livorno). Per il piezometro PZ010 sono anche stati riscontrati superamenti sporadici per Idrocarburi policiclici aromatici.

L'esame dei valori fisici misurati per le acque di falda rivela che nell'area i valori di pH non mostrano anomalie rispetto al valore che generalmente caratterizza le acque di falda (7,3-7,7) mentre la conducibilità elettrica varia da un minimo di 1,75 mS/cm nel PZ010 ad un valore massimo nel PZ009 pari a 11,9 mS/cm.

La soggiacenza della falda misurata durante il campionamento si attesta per l'area ad una profondità media di 1,6 m dal p.c. .

Sintesi dei risultati delle indagini ambientali svolte nell'area D2 interessata dall'intervento (porzione ovest Calata Alto fondale)

Ai fini dell'intervento cui si riferisce la presente relazione l'Area D2 è interessata parzialmente dalle opere in progetto, limitatamente alla sua estremità occidentale, ove sono presenti i punti di monitoraggio dei suoli S156 e S157, il piezometro superficiale PZ081 ed il piezometro profondo PZpro020.

Il campione di "top soil" prescelto per essere sottoposto alla determinazione analitica per la ricerca del parametro amianto è stato l'S152, esterno all'area d'intervento ma comunque rappresentativo della zona assoggettata a indagine.

La sequenza stratigrafica incontrata per le verticali d'indagine di interesse è riportata nella tabella seguente:

SONDAGGIO	CAMPIONI	PROFONDITA' (m)	LITOLOGIA
S156	C1	0.50 - 1.50	Sabbie miste inerti
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie limose
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie argillose
S157	C1	0.50 - 1.50	Sabbie miste ghiaia
	C2	2.50 - 3.50	Sabbie e limo
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie
PZ081	C1	0.50 - 1.50	Materiale di Riporto
	C2	2.50 - 3.50	Sabbia mista a ghiaia
	C3	4.50 - 5.50	Sabbie

La sequenza stratigrafica incontrata durante l'esecuzione dei punti di indagine ambientale eseguiti sull'area ha mostrato l'esistenza della seguente sequenza litologica di massima:

- *materiale di riporto stabilizzato in matrice sabbiosa, a volte con presenza di laterizi o materiali edili* a profondità variabile da piano campagna ai 2,0 ÷ 4,0 m dal p.c.;
- *sabbie argillose* al livello successivo fino ai 6,0 m. dal p.c.;
- *sabbia argillose a forte presenza algale*, fino ai 20 m. dal p.c. .

Le risultanze analitiche ottenute sui campioni di suolo e sottosuolo prelevati durante le indagini ambientali eseguite sull'area D2 hanno evidenziato l'esistenza di alcuni superamenti dei valori di concentrazione di riferimento di colonna B, tuttavia tali registrazioni non riguardano le verticali indagate nell'ambito dell'area d'intervento o delle zone immediatamente limitrofe.

Relativamente alle determinazioni analitiche da effettuare sui campioni di top soil, effettuate sull'aliquota prelevata in S152 per la ricerca dell'amianto, sono risultate conformi ai limiti di Tabella 1 colonna B.

I campioni di acqua sotterranea prelevati dai piezometri realizzati hanno evidenziato l'esistenza di alcuni superamenti dei valori di CLA previsti dalla Tabella 2, che tuttavia per il piezometro rappresentativo dell'area d'intervento riguardano solamente i *"Solfati" presenti in quantità di 1585,5 µg/l contro i 250 µg/l che costituiscono il limite normativo*. A riguardo si ricorda quanto già sopra espresso in relazione ai valori di fondo naturale presenti in questo acquifero.

Relativamente ai dati di rilievo freaticometrico ed ai valori di conducibilità e pH rilevati sulla rete piezometrica monitorata, non si evidenziano anomalie rispetto ai valori che caratterizzano queste acque di falda. La conducibilità elettrica è attorno a 47,2 mS/cm e la soggiacenza della falda misurata durante il campionamento si attesta ad una profondità di 1,45m dal p.c. .

A fronte dei risultati della campagna di caratterizzazione delle aree terrestri inserite nel SIN, approvato in conferenza dei servizi dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la normativa vigente individua come livello progettuale successivo l'Analisi di Rischio nel caso in cui siano stati registrati superamenti dei valori di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) indicati nella tabella 1 e 2 inserita in allegato 5 alla parte IV del titolo V del DLgs 152/2006, così come accaduto principalmente per l'area D1 interessata dall'intervento.

Mediante l'applicazione dell'analisi di rischio è, infatti, possibile individuare la Concentrazione Soglia di Rischio (CSR) per ciascun contaminante per il quale è stato registrato un superamento del valore tabellare (CSC) in fase di caratterizzazione del sito. Le CSR sono, quindi, da intendersi come nuovi limiti di accettabilità per il sito in esame a carattere sito specifico ed a garanzia della tutela della salute umana.

Tale analisi è stata condotta operando secondo il seguente schema metodologico:

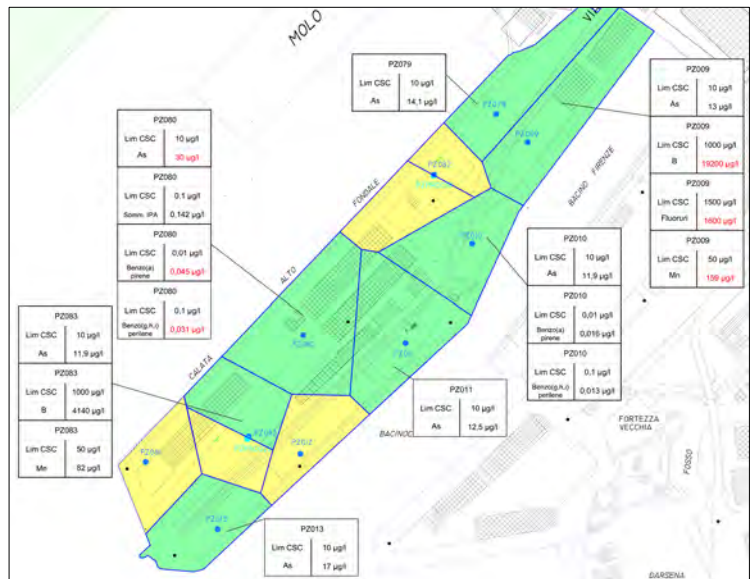
- raccolta ed analisi dei dati acquisiti nella precedente campagna di caratterizzazione;
- elaborazione del Modello Concettuale Definitivo del Sito (MCS), nel quale sono definite in dettaglio le sorgenti di contaminazione ed i bersagli umani e ambientali;

- applicazione della procedura di Analisi di Rischio sito specifica e determinazione delle Concentrazioni Soglia di Rischio, che costituiscono gli obiettivi di bonifica del sito;
- sintesi dei risultati complessivamente ottenuti, definizione degli Obiettivi di Bonifica sito specifici e delle azioni da svolgere.

Per l'ambito D le indagini ambientali hanno evidenziato la presenza di superamenti delle CSC (tabella 1, colonna B dell'Allegato 5 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06) per la matrice suolo superficiale, suolo profondo e acque sotterranee (tabella 2 dell'Allegato 5 del Titolo V alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06). Le sorgenti definite per ciascuna matrice ambientale sono le seguenti: SS-SP1, SS-SP2, SS-SP3 per suolo superficiale e profondo, GW1 per le acque sotterranee.



Poligoni di Thiessen SS-Sp con superamenti CSC



Poligoni di Thiessen GW con superamenti CSC

I risultati ottenuti, in termini di superamenti rispetto alla CSR per le varie sorgenti analizzate, sono così sinteticamente riassumibili:

SORGENTE DI CONTAMINAZIONE GW1	CSR (MG/L)	CRS (MG/L)	RISPETTO DELLA CSR
Benzo(a)pirene	CSR=Crs	4,50E-05	SI
Benzo(g,h,i)perilene	CSR=Crs	3,10E-05	SI

SORGENTE DI CONTAMINAZIONE SS-SP1	CSR (MG/KG)	CRS (MG/KG)	RISPETTO DELLA CSR
Arsenico	NA	88,5	SI

SORGENTE DI CONTAMINAZIONE SS-SP2	CSR (MG/KG)	CRS (MG/KG)	RISPETTO DELLA CSR
Nichel	NA	8,56E+02	SI

SORGENTE DI CONTAMINAZIONE SS-SP3	CSR (MG/KG)	CRS (MG/KG)	RISPETTO DELLA CSR
Nichel	NA	7,27E+02	SI

Si può quindi concludere che, all'interno delle sorgenti individuate, non sono stati rilevati superamenti delle CSR, pertanto sui siti in oggetto non vi è necessità di intervento, in quanto rispettano le concentrazioni stabilite dalla norma.

In estrema sintesi quindi, nell'Ambito di riferimento (Ambito D del piano), sono state individuate n.4 sorgenti di contaminazione per il superamento delle CSC stabilite in tabella 1, colonna A e in tabella 2 dell'allegato 5 alla parte IV, titolo V del D.Lgs. 152/06 per quanto concerne i comparti acque sotterranee e suolo superficiale e profondo:

- Acque sotterranee GW1: Arsenico, Boro, Fluoruri, Manganese, Benzo(a)pirene, Benzo(g,h,i)perilene;
- Suolo superficiale e profondo SS-SP1: Arsenico;
- Suolo superficiale e profondo SS-SP2: Nichel;
- Suolo superficiale e profondo SS-SP3: Nichel.

Sulla base degli esiti delle caratterizzazioni ambientali e della Analisi di Rischio sito specifico, nonché delle caratteristiche degli interventi previsti, si ritiene tuttavia che la realizzazione delle nuove opere non pregiudichino in alcun modo eventuali futuri interventi di bonifica dei terreni e della falda.

A riguardo infatti l'Analisi di Rischio esclude la necessità di specifici interventi di bonifica e comunque tutti i terreni movimentati saranno ricollocati nello stesso ambito del SIR, pertanto assoggettabili a qualsiasi futura prevista azione di messa in sicurezza o eliminazione del rischio.

Quanto sopra con l'eccezione dei materiali derivanti dalla rimozione degli strati più superficiali, che presentano alte concentrazioni di residui di asfalto e materiale di riempimento, saranno gestiti come rifiuto secondo quanto previsto dall'art. 186 del D.L.152/2006 e successive modifiche del D.L.04/2008 e dell'art.20 della L. 2/2009.

Qualora, inoltre, nel corso delle attività di scavo, fossero rilevate fonti attive di contaminazione, quali rifiuti o prodotto libero, verranno rimosse e gestite nel rispetto delle norme in materia di gestione rifiuti.

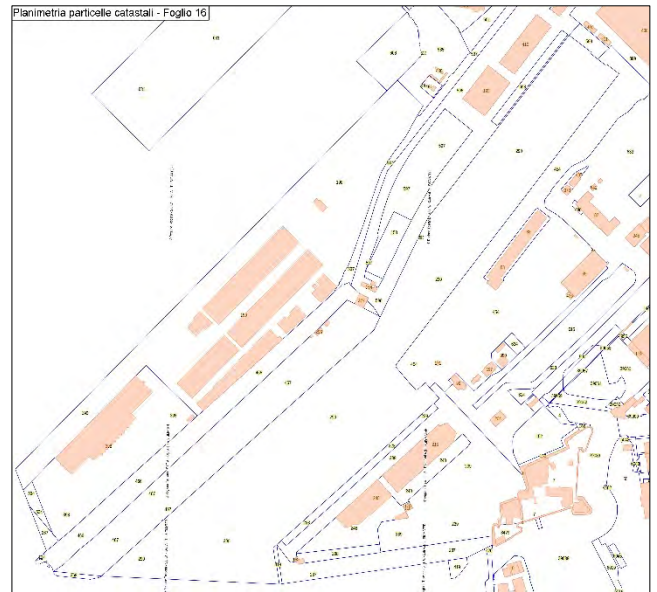
Si ritiene pertanto avvalersi, per la realizzazione dei descritti interventi della semplificazione delle procedure in materia di bonifica e messa in sicurezza di siti contaminati all'art.34 della legge n. 164 del 11 novembre 2014, "Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 11 settembre 2014, n. 133, Misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive", in quanto trattasi di interventi di manutenzione infrastrutturale di opere lineari, finalizzate ad un adeguamento delle darsene portuali, funzionali anche al miglioramento della sicurezza nella navigazione interna al porto, che e non pregiudicano né interferisce con il completamento e l'esecuzione delle attività di bonifica ambientale, né determinano rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area.

Valutazioni riguardo la disponibilità delle aree da utilizzare:

La circoscrizione territoriale dell’Autorità Portuale è definita dal Decreto Ministeriale del 06/04/1994 pubblicato nella G.U. n.116 del 20.5.1994, che fissa, per il Porto di Livorno, i limiti della sua circoscrizione territoriale entro la quale sono inserite le aree demaniali marittime, le opere portuali e gli antistanti spazi acquei compresi nel tratto di costa che va dalla foce del Calambrone, fino al porticciolo Nazario Sauro escluso, individuando, quindi, un confine nord-sud.

Le aree oggetto d’intervento rientrano in tale perimetrazione e ricadono tra quelle demaniali gestite dall’Autorità Portuale, pertanto, risultano nella piena disponibilità della stazione appaltante e non risulta necessaria l’attivazione di procedure espropriative o di occupazione.

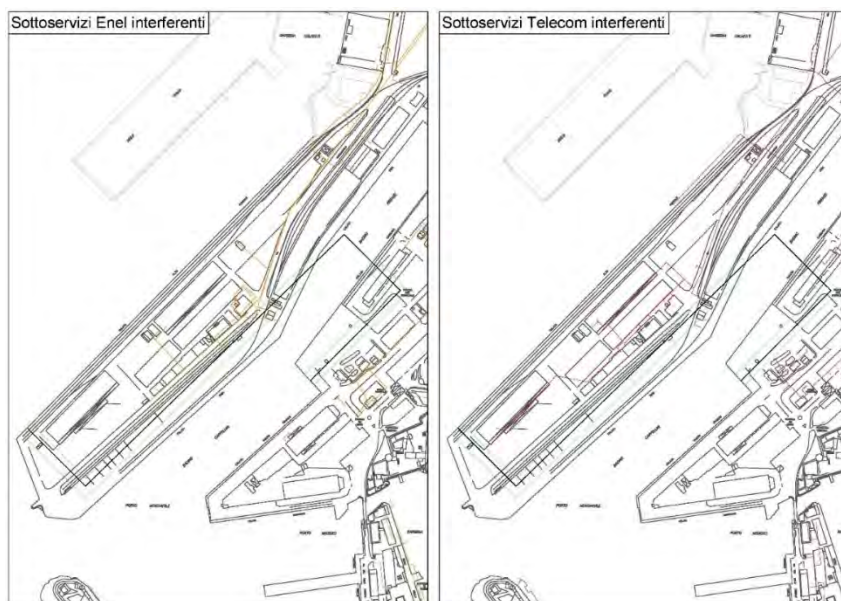
Le aree in argomento sono oggetto di concessione alla Soc. Porto di Livorno 2000; l’attuazione delle opere in argomento è tuttavia prevista nell’ambito dell’atto concessorio e pertanto non sarà dovuta alcuna indennità o diverso compenso per l’indisponibilità delle aree in corso d’opera.



Planimetria catastale delle aree

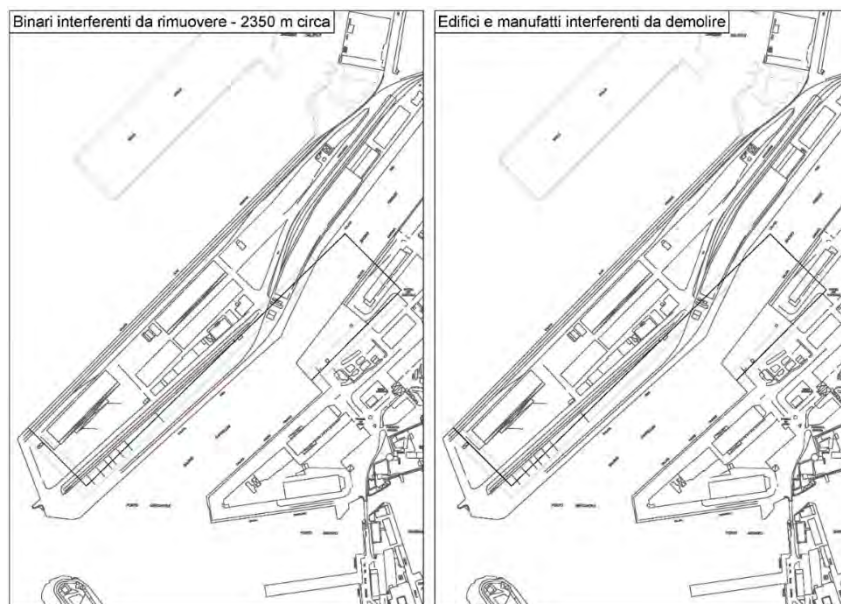
Verifica delle interferenze con pubblici servizi:

Considerato che le opere principali consistono nella riduzione dimensionale degli attuali piazzali, sono state rilevate alcune interferenze con linee di servizi e installazioni esistenti, come di seguito individuate. Viceversa, per quanto riguarda il previsto tombamento dello specchio acqueo del Bacino Firenze, non si rilevano presenze di sottoservizi.



In dettaglio di evidenza la necessità di procedere ad un adeguamento, in riduzione, delle linee Enel e Telecom che raggiungono alcuni magazzini oggetto di demolizione. Trattandosi di rami terminali delle rispettive reti, salvo maggiori approfondimenti, si ipotizza la dismissione delle forniture senza necessità di delocalizzazione delle stesse.

Nelle zone oggetto di resecazione sono inoltre presenti alcuni fabbricati da demolire, così come previsto dalle previsioni di Piano Regolatore Portuale, ed alcuni binari ferroviari da dismettere; questi, in considerazione della la variata destinazione delle aree (da piazzali per stoccaggio materiali sciolti a banchine di accosto crociere e traghetti), perderanno comunque la loro funzione di collegamento per il trasporto merci e non avrebbero più ragione di esistere.



Per la risoluzione di dette interferenze non si rilevano quindi necessità di adeguamento funzionale delle linee o infrastrutture interessate, oltre ai costi relativi alla loro rimozione, previsti all'interno del costo delle opere stesse.

Indirizzi per la redazione delle successive fasi progettuali:

Si riportano di seguito, in via non esaustiva, i principali elaborati progettuali che andranno a costituire i progetti delle successive fasi:

Progetto definitivo

- Relazione generale
- Relazioni tecniche e relazioni specialistiche quali:
 - relazione geologica (*)
 - relazione geotecnica e sismica (*)
 - relazione sulle strutture
 - relazione sulla gestione materie (*)
 - relazione sulle interferenze (*)
- Elaborati grafici definitivi (ex art. 28 DPR 207/2010)
- Calcoli delle strutture
- Prime indicazioni per la stesura del PSC
- Disciplinare descrittivo prestazionale degli elementi tecnici
- Elenco prezzi unitari ed eventuali analisi
- Computo metrico estimativo
- Quadro tecnico economico

pur essendo il presente progetto ancora da assoggettare a procedimento di Verifica di Assoggettabilità, in ragione della natura delle opere e del contesto ambientale in cui le stesse risultano inserite, si ritiene che non vi siano i presupposti per l'assoggettabilità del progetto a valutazione d'impatto ambientale, pertanto non si prevede la redazione dello studio di impatto e fattibilità ambientale.

Progetto esecutivo

- Relazione generale
- Relazioni tecniche e specialistiche
- Rilievo Plano-altimetrico e studio dettagliato di inserimento urbanistico
- Elaborati grafici esecutivi (ex art. 36 DPR 207/2010)
- Calcoli esecutivi delle strutture
- Censimento e progetto di risoluzione delle interferenze
- Elenco prezzi unitari ed eventuali analisi
- Computo metrico estimativo
- Piano di sicurezza e coordinamento e quadro incidenza manodopera
- Capitolato speciale d'appalto
- Schema di contratto
- Quadro economico
- Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti
- Cronoprogramma

In ragione della possibile previsione di suddivisione dell'intervento in due lotti esecutivi (lotto 1: Calate Orlando, Pisa, Alto Fondale e Bacino Firenze – lotto 2: Calata Carrara), sviluppati sulla base di un progetto definitivo complessivo da sottoporre ad approvazione unitaria, si ritiene non proponibile

l'accorpamento in una unica fase dei due suddetti livelli progettuali. Se tuttavia, in ragione di mutate valutazioni procedimentali, si dovesse procedere in tale direzione, i precedenti elaborati esecutivi dovranno essere integrati anche dalle relazioni specialistiche proprie della fase definitiva, sopra indicate con (*).

Al fine del successivo sviluppo progettuale risultano da programmare le seguenti attività di indagine e approfondimento conoscitivo:

- Campagna di indagine geognostica ed indagini di laboratorio
- Campagna di conferma caratterizzazione ambientale Calate Orlando, Pisa e Alto Fondale
- Campagna di caratterizzazione ambientale Calata Carrara
- Rilievi topografici, batimetrici ed indagini localizzative dei sottoservizi
- Eventuale valutazione preliminare sul rischio bellico

Programmazione delle fasi attuative:

In relazione all'attuale livello di approfondimento progettuale e prescindendo dalla conclusione dello stesso, si ipotizza la seguente programmazione delle ulteriori attività tecnico-amministrative ed operative finalizzate alla realizzazione delle opere:

approvazione progetto preliminare e verifica di assoggettabilità:	11 mesi
progettazione definitiva complessiva (comprese indagini integrative):	6 mesi
acquisizione pareri e approvazione progettuale:	3 mesi
progettazione esecutiva – contestuale per i lotti 1 e 2:	4 mesi
predisposizione atti di gara – contestuale per i lotti 1 e 2:	5 mesi
procedura di affidamento e contrattualizzazione – contestuale per i lotti 1 e 2:	11 mesi
esecuzione lavori – lotto 1 (140 settimane circa):	43 mesi
– lotto 2 (80 settimane) – contestuali al lotto 1	
collaudi (statici e tecnico amministrativi)	6 mesi

Le suddette tempistiche si intendono relative allo svolgimento di ciascuna fase, per cui complessivamente si prevede il completamento delle opere entro circa 5,5 anni dall'attualità. I tempi di attuazione dell'opera risulteranno tuttavia fortemente condizionati dalle procedure di autorizzazione ambientale relative alla gestione dei materiali da movimentare in area SIR.

Riguardo alle sopra stimate previsioni operative, si chiarisce che rappresentano una stima preliminare e teorica dei tempi necessari alla realizzazione delle opere, questi potranno essere anche significativamente ridotti nell'ipotesi di ulteriori contemporaneità d'attuazione delle singole lavorazioni o a seguito di più performanti proposte operative dell'esecutore.

Valutazioni preliminari in merito alle necessità manutentive dell'opera:

Le principali verifiche da attuare a seguito della realizzazione delle opere saranno le seguenti:

- monitoraggio geometrico del bordo banchina e dei piazzali retrostanti
- monitoraggio batimetrico dei fondali antistanti
- verifiche periodiche relative allo stato di conservazione dell'opera

Le suddette azioni di monitoraggio, da attuate con cadenza annuale per i primi due anni e quindi con cadenza almeno quinquennale, sono finalizzate ad evidenziare il verificarsi di variazioni anomale nella geometria degli elementi strutturali o condizioni di erosione dei fondali esterni che eccedano i margini di sicurezza adottati rispetto alla profondità di progetto ipotizzata per l'esercizio della banchina. I rilievi topografici emersi dovranno essere preferibilmente condotti utilizzando sempre la medesima strumentazione (es: gps differenziale rtk) e dovranno riguardare la determinazione di precisione della quota altimetrica di alcuni punti fissi, da individuare fisicamente con apposite borchie e riportare in schede monografiche, rispetto ad almeno tre caposaldi della rete portuale esterni all'area da monitorare. Il rilevamento batimetrico potrà essere condotto in modo anche speditivo (es: ecoscandaglio single beam), essendo richiesta la sola evidenziazione di variazioni macroscopiche delle quote del fondale.

Le verifiche sullo stato di conservazione delle opere, da attuare con cadenza annuale, consisteranno in una ispezione visiva atta a cogliere il manifestarsi di dissesti incipienti e problemi corrosivi delle strutture in calcestruzzo, muratura e acciaio, come di seguito schematizzabili:

- verifica della verniciatura delle porzione superiore (più esposta alla corrosione) delle palancole metalliche:

Da effettuare in condizioni di livello marino opportune (bassa marea) mediante utilizzo di natante di appoggio – dovrà essere verificata, previo asportazione dell'eventuale vegetazione marina, la presenza di abrasioni, distacchi, rigonfiamenti o mancanze nello strato superficiale della verniciatura o, col protrarsi del tempo, il progredire di fenomeni corrosivi che vadano a ridurre, oltre i margini di sicurezza progettualmente stimati, lo spessore degli elementi metallici;

A seguito delle risultanze dell'attività di verifica si dovrà procedere, ove del caso, alla programmazione dei necessari interventi manutentivi: sgrassatura/abrasione o sabbatura delle superfici (in relazione all'entità del danno) – applicazione di nuovo strato di vernice epossibituminosa.

- verifica dell'integrità degli elementi in calcestruzzo armato, prefabbricati o gettati in opera, nonché degli elementi in pietra murata di rifinitura:

Da effettuare mediante indagine visiva e picchettatura o battitura con martello delle superfici più esposte - dovranno essere rilevati eventuali distacchi, fessurazioni, colature di ruggine, distacchi di copriferro o suoni anomali alla percussione utilizzo di natante di appoggio;

A seguito delle risultanze dell'attività di verifica si dovrà procedere, ove del caso, alla programmazione dei necessari interventi manutentivi: pulizia ed asportazione delle porzioni ammalorate di copriferro – ove necessario, inertizzazione delle armature con rivestimento anticorrosivo epossidico bicomponente – ricostruzione del copriferro o della porzione di distacco con malte reoplastiche a ritiro compensato ad alta resistenza meccanica ed impermeabili.

Si ritiene anche necessario prevedere opportune misure di protezione del palancoato metallico dalle corrosioni elettrochimiche, essendo lo stesso permanentemente a contatto con acqua salmastra.

A riguardo si ipotizza quindi l'utilizzo di un impianto di protezione catodica a corrente impressa, sistema già testato su diverse strutture del porto di Livorno, atto ad inibire fenomeni corrosivi di natura elettrochimica sui palancoati metallici immersi in acqua.

Il principio del sistema di protezione catodica consiste nel rendere il potenziale di tutte le superfici della struttura in acciaio abbastanza negativo rispetto al potenziale medio dell'ambiente circostante in modo da evitare che si instauri un flusso di corrente dal metallo verso l'ambiente. Tale obiettivo viene ottenuto forzando una circolazione di corrente elettrica dall'elettrolita verso la superficie da proteggere, eliminando quindi le zone anodiche.

Data la natura fortemente corrosiva dell'elettrolita a contatto con la struttura metallica (acqua di mare e terreno ad elevata conducibilità), il sistema di protezione catodica prescelto è del tipo "a corrente impressa". La corrente di "protezione" dovrà essere fornita da un generatore esterno di corrente continua (alimentatore di protezione catodica) i cui poli negativi dovranno essere collegati alle strutture da proteggere mentre i poli positivi verranno collegati a dispersori anodici costituiti da anodi di titanio attivato.

La progettazione costruttiva del sistema dovrà essere sviluppata nelle successive fasi progettuali, tenendo anche in dovuta considerazione della presenza del rivestimento cementizio nella zona di splash come rivestimento anticorrosivo.

Indicazioni preliminari per lo svolgimento in sicurezza delle lavorazioni:

Le lavorazioni si svolgeranno sostanzialmente in tre fasi operative distinte (realizzazione da terra dei nuovi diaframmi in palancole, realizzazione da mare dei palancolati di confinamento del bacino da tombare, operazioni di scavo e rinterro), per le quali è da prevedere una cantierizzazione di tipo diverso.

Nella realizzazione dei palancolati da terra si opererà per tratti funzionali installando un cantiere mobile, presumibilmente di sviluppo longitudinale di 50ml ed esteso trasversalmente alla larghezza minima indispensabile all'operatività dei mezzi ed allo stoccaggio (ipotizzabile in circa 20-30ml – variabile anche in ragione dell'interferenza che il cantiere stesso potrà arrecare alle attività limitrofe, che in questa fase potranno essere ancora non totalmente delocalizzate). Al termine dell'attività sul tratto in costruzione si dovrà quindi procedere alla messa in sicurezza delle aree, operando gli opportuni riempimenti provvisori di materiale, così da poter procedere alla riapertura delle stesse (al solo fine di rimuovere la recinzione di cantiere, non di riconsegna all'uso precedente), e la cantierizzazione sarà traslata su analogo tratto successivo.

In caso di necessità temporanee di utilizzo di ulteriori aree esterne al cantiere, anche per il semplice stoccaggio materiali o sosta mezzi, saranno predisposte segnalazioni formate da elementi verticali sostenuti da supporti a gravità e collegati tra loro da nastro segnaletico bianco-rosso, con l'aggiunta di lanterne luminose a basso voltaggio, così da rendere facilmente individuabile la zona perimetrata. Perimetralmente a tutte le zone dovrà essere apposta idonea segnaletica di pericolo e di divieto di accesso.

La realizzazione del doppio palancole di confinamento del bacino sarà, in ipotesi progettuale, realizzato operando con mezzi terrestri a partire dalle due laterali banchine esistenti (avanzando circa 35ml per lato). Trattandosi di lavori che, pur prevalentemente previsti da terra mediante progressivo riporto verso mare di materiale di riempimento, interessano specchi acquei, si dovrà installare una serie di boe galleggianti di colore rosso e dotate di illuminazione collegate da cima dotata di galleggianti rossi, così da interdire ai natanti l'accesso alla porzione di bacino interessato dei lavori.

Le operazioni di demolizione delle banchine attuali, dei primi 2-3m di materiale di riporto e conferimento dello stesso a riempimento del bacino (od a discarica per gli strati di pavimentazione bituminosa), saranno condotte da terra. In tale situazione il confine dell'area di cantiere sarà formato da una banchina con filo-sponda regolare e retrostante piazzale, parzialmente o totalmente interessato dalle attività (in relazione alla fase operativa in corso). Si prevede quindi di utilizzare recinzione fisica di delimitazione esterna del cantiere (tipo "new-jersey" sormontati da pannelli in rete metallica, o diversa tipologia stabile di confinamento) ed una segnalazione con picchetti di almeno 1m di altezza e rete metalli arancione (così che rimanga comunque visibile il retrostante specchio acqueo) a delimitazione dei tratti immediatamente laterali al bordo banchina oggetto di demolizione, così da rendere visibile l'allineamento non oltrepassabile dai mezzi d'opera; non essendo possibile una delimitazione completa

del fronte banchina da demolire si dovranno adottare idonee regole operative e operare una attenta formazione/informazione degli operatori macchine.

Il completamento degli scavi al di sotto del medio mare sarà operato con mezzi marittimi (pontoni con escavatore e draghe aspiranti refluenti) quindi senza rischi particolari o specifici per gli operatori, salvo la necessità di intercludere, con recinzioni temporanee e mobili, i corrispondenti bordi a terra della aree di dragaggio e apporre boe di segnalazione a mare, così da delimitare gli specchi acquei interclusi all'accesso di altre imbarcazioni.

Misure preventive e protettive generali:

1) Ordigni bellici inesplosi

In merito alla presenza di ordigni bellici inesplosi, prima dell'inizio delle effettive lavorazioni, sarà predisposta una indagine bellica terrestre o subacquea (in relazione alla collocazione dell'area d'intervento) ai fini della eventuale bonifica del sito, secondo quanto disposto dalle vigenti normative.

Per quanto riguarda le aree a terra, sia in corrispondenza della linea di infissione dei palancolati che di tutta l'area di scavo, l'indagine sarà spinta in profondità fino a 7 metri dal piano campagna, operando una prima bonifica superficiale ed una successiva ispezione profonda da condurre su maglie di 2,7m di lato. Le aree a terra, interessate dalla sola cantierizzazione e transito mezzi, sono escluse dall'indagine in quanto già oggetto di analoga fruizione.

Per quanto riguarda le zone a mare in corrispondenza delle linee di infissione dei palancolati l'indagine sarà spinta in profondità fino a 7 metri dal sedime marino o sino a rifiuto strumentale, mentre sarà condotta la sola bonifica superficiale di tutto il fondale interessato dal riempimento.

Misure organizzative: Prima di procedere all'esecuzione di qualsiasi attività sulle aree a terra e sui fondali interessati dalle lavorazioni, deve essere prevista una bonifica, preventiva e sistematica, da residuati bellici inesplosi al fine di garantire le necessarie condizioni di sicurezza dei lavoratori e dell'opera futura. L'attività di bonifica comprende una serie di fasi operative che riguardano: la ricerca, la localizzazione, l'individuazione, lo scoprimento, l'esame, la disattivazione, la neutralizzazione e/o rimozione di residuati bellici risalenti al primo e al secondo conflitto mondiale. L'attività di bonifica preventiva e sistematica deve essere svolta da un'impresa specializzata, in possesso dei requisiti di cui all'art. 104, comma 4-bis, del D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., e sulla base di un parere vincolante dell'autorità militare competente per territorio in merito alle specifiche regole tecniche da osservare in considerazione della collocazione geografica e della tipologia dei terreni interessati, nonché mediante misure di sorveglianza dei competenti organismi del Ministero della difesa, del Ministero del lavoro e delle politiche sociali e del Ministero della salute.

Rischi specifici: incendi, esplosioni.

2) Banchine portuali:

Misure organizzative: per i lavori in prossimità di banchine portuali il rischio di caduta in acqua deve essere evitato con procedure di sicurezza analoghe a quelle previste per la caduta al suolo. Per le

lavorazioni che si svolgeranno entro lo specchio acqueo gli operari dovranno essere dotati di idonei giubbotti di salvataggio gonfiabili al bisogno e dovrà essere presenti sul posto.

Rischi specifici: annegamento durante i lavori presso specchi d'acqua e mare.

3) Manufatti:

Misure organizzative: per i lavori in prossimità di manufatti, il possibile rischio d'urto da parte di mezzi d'opera (escavatori, autocarri, ecc), deve essere evitato mediante opportune segnalazioni o opere provvisorie e di protezione. Le misure si possono differenziare sostanzialmente per quanto concerne la loro progettazione, che deve tener conto dei vincoli specifici richiesti dalla presenza del particolare fattore ambientale.

Rischi specifici: caduta di materiale dall'alto o a livello - investimento, ribaltamento - urti, colpi, impatti, compressioni.

4) Scarpate (per scavi o riporti di materiale inerte)

Al fine di realizzare le nuove strutture di banchina a mare, si renderà necessario effettuare riempimenti di materiale inerte utili all'accesso dei mezzi terrestri, a differenti quote dal piano di campagna, per sarà prevista la realizzazione di scarpe pendenza ridotta, con rapporto 2:1. Analoga situazione si prospetta per la demolizione della porzione superiore delle attuali banchine, che saranno rese accessibili mediante formazione di rampe discendenti verso il bordo acqua.

Misure organizzative: in ragione della natura dei lavori non sarà possibile prevedere una protezione del ciglio libero di sponda, dovrà comunque essere attuata una segnalazione con picchetti e nastro bianco-rosso dello stesso durante le fasi lavorative che non prevedano l'avanzamento del fronte di riempimento o lateralmente al fronte stesso. Per i lavori in prossimità di scarpate il rischio di caduta dall'alto deve essere evitato con la realizzazione di adeguate opere provvisorie, la cui previsione e progettazione dovrà tuttavia tener conto dei vincoli operativi specifici oltre che dei particolari fattori ambientali.

Rischi specifici: caduta dall'alto, annegamento.

Fattori esterni che comportano rischi per il cantiere:

Ad oggi non sono previsti altri cantieri operanti in prossimità dell'area individuata per le lavorazioni. In merito alla viabilità di accesso all'area di cantiere, non siamo in presenza di viabilità ad elevata percorrenza, però si sottolinea che si tratta di viabilità che può sporadicamente essere impegnata da mezzi pesanti, talvolta corredati di rimorchi di notevoli dimensioni. In adiacenza inoltre sono localizzate alcune zone di attracco navi, in particolari orari giornalieri si possono quindi verificare picchi di traffico veicolare.

Per le aree in prossimità del nuovo filo-sponda al momento non si rilevano particolari interferenze dovute al transito di navi o natanti; le lavorazioni infatti si svolgeranno in area segnalata da cordone di boe e la velocità di navigazione dei natanti non dovrà essere tale da produrre significativo moto ondoso con possibilità di sormonto delle aree di lavoro a terra e conseguente ingressione delle acque all'interno del cantiere.

Rischi che le lavorazioni di cantiere comportano per l'area circostante:

Trattandosi di piazzali di parcheggio o stoccaggio materiali, per le aree a terra limitrofe alla zone di lavorazione è da prevedere al sospensione di ogni attività, così da realizzare una fascia cuscinetto tra l'area di cantiere ed eventuali altre aree operative, qualora ne sia giustificatamente motivato il mantenimento della fruizione. Con l'adozione di tali modalità non si rilevano rischi di interferenze con le attività confinanti, fatta eccezione comunque per la presenza di possibile transito veicolare.

Lavorazioni previste e loro interferenze:

Le lavorazioni previste si possono riassumere in macro voci come di seguito riportato:

1. Bonifica bellica
2. Preparazione delle aree (e riempimenti per le zona a mare)
3. Infissione palancole e tirantature
4. Realizzazione manufatti in calcestruzzo
5. Scavi, dragaggi e riempimenti
6. Pavimentazione dei piazzali, impianti e finiture

Le lavorazioni sopra elencate saranno effettuate secondo l'ordine sopra riportato, pur operando per tratti funzionali. In particolare, le lavorazioni dei punti 2 e 3 saranno effettuate con andamento da Ovest verso Est con opportuni sfasamenti temporali; tali sfasamenti comporteranno la creazione di una distanza tra le lavorazioni stesse, evitando di conseguenza l'insorgere di interferenze.

Stima sommaria dei costi della sicurezza:

La determinazione di dettaglio dei costi specifici per la sicurezza è riportata nel computo metrico-estimativo di progetto.

Questi sono complessivamente stimabili in circa 517.000,00 euro, dei quali 367.000,00 euro per il primo lotto e 150.000,00 euro per le opere di secondo lotto.

La valutazione degli oneri della sicurezza rientranti nelle spese generali d'impresa è pari a circa 65.000,00 euro, mentre il costo della manodopera è stimato in 3.950.000,00 euro.

4 - Aspetti economici e finanziari

La valutazione delle opere è stata condotta sulla base di un computo metrico estimativo preliminare per la redazione del quale è stato utilizzato, ove possibile, il Prezzario della Regione Toscana anno 2020 e, negli altri casi, in ordine di preferenza, altri prezzari regionali o analisi dei prezzi appositamente redatte.

Per quanto riguarda il dettaglio della valutazione economica dei lavori si rimanda agli elaborati, calcoli giustificati e stima, progettuali.

Per la realizzazione di questa opera è sommariamente stimabile, un costo per lavori di circa € 30.218.00,00 per le opere relative alle calate Orlando, Pisa, Alto Fondale e Bacino Firenze (ipotetico lotto 1) e € 9.950.000,00 per quelle di resecazione della Calata Carrara (ipotetico lotto 2). Conseguentemente un quadro economico di sintesi è individuabile come di seguito:

Lavori:

- importo lavori assoggettabile a ribasso	€ 40.166.863,10	
- costi della sicurezza non assoggettabili a ribasso	<u>€ 516.843,92</u>	
		€ 40.683.707,02

Somme a disposizione:

- indagini e studi geologici (di supporto alla progettazione)	€ 55.000,00	
- rilievi ed indagini sui sottoservizi	€ 30.000,00	
- valutazione preventiva sul rischio bellico	€ 50.000,00	
- campagna di indagini ambientali	€ 270.000,00	
- spese progettazione definitiva-esecutiva e collaudo	€ 750.000,00	
- spese tecniche per la verifica progettuale	€ 80.000,00	
- spese di gara	€ 30.000,00	
- accertamenti di laboratorio in corso d'opera	€ 100.000,00	
- eventuali allacciamenti e spostamenti servizi	€ 20.000,00	
- compenso incentivante (ex art. 113 c.2 D.lgs. 50/2016)	€ 360.000,00	
- imprevisti (3% circa) e arrotondamento	<u>€ 1.221.292,98</u>	
		€ 2.966.292,98
		€ 43.650.000,00

L'opera sarà finanziata con fondi di bilancio della stazione appaltante, da reperire su più annualità anche tramite accensione di mutuo.

Si precisa che la progettazione preliminare e la direzione dei lavori è e sarà condotta dal personale dipendente. Si prevede invece di dover ricorrere all'affidamento esterno della progettazione definitiva ed esecutiva, della verifica progettuale e alla nomina di commissioni giudicatrici esterne.

L'IVA non è dovuta ai sensi dell'art. 9 comma 1 punto 6 del DPR 633/1972.

Quale criterio di aggiudicazione, in ragione del valore dell'appalto e trattandosi di affidamento da bandire con procedure ordinarie, sulla base della progettazione esecutiva, si procederà utilizzando il criterio della "offerta economicamente più vantaggiosa", come disposto dall'art. 95 comma 2 del D.Lgs 50/2016.

I soggetti partecipanti dovranno possedere i necessari requisiti, che saranno esplicitati nel bando e disciplinare di gara, relativamente alla categoria e classe dei lavori oggetto d'affidamento. Il contratto di appalto relativo all'esecuzione dei lavori sarà stipulato a corpo.