



# LA SPEZIA CONTAINER TERMINAL



Autorità di Sistema Portuale  
del Mar Ligure Orientale  
Porti di La Spezia e  
Marina di Carrara



## PORTO DI LA SPEZIA AMPLIAMENTO TERMINAL RAVANO

### PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO

### RELAZIONE GENERALE

CODICE ELABORATO

21 08 PE R002 01

Rev.	Data	Causale
0	05/05/2023	Emissione finale per verificatore
1	08/01/2024	Aggiornamento elaborato
2		
3		

IL COMMITTENTE



LSCT S.p.a.  
Viale San Bartolomeo, 20  
19126 - La Spezia (SP)  
C.F.00072960115 - P.IVA 00859620114

IL PROGETTISTA



Modimar Project S.r.l.  
Via Asmara, 72 - 00199 Roma (RM)  
P. IVA 16016151009



GES - Geotechnical Engineering Service S.r.l.  
Via Sandro Totti, 7/A - 60131 Ancona (AN)  
P. IVA 02528430420



GeoEquipe - Studio Tecnico Associato  
Via Sandro Pertini, 55 - 62029 Tolentino (MC)  
P. IVA 00817500432

Dimensioni foglio:

A4

Redatto:

Controllato:

Approvato:

Camusi

Sanzone

Tartaglini

Note:

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>PROCESSO AUTORIZZATIVO DEL PROGETTO ED EVOLUZIONE DEI LIVELLI DI PROGETTAZIONE</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI DELLE ALTERNATIVE</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>INTERVENTI PIANIFICATI DALLA ADSP DIRETTAMENTE CONNESSI ALLA COSTRUZIONE ED ENTRATA IN SERVIZIO DEL NUOVO TERMINAL</b> .....	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>CONDIZIONAMENTI, VINCOLI E INTERFERENZE</b> .....	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO IN MATERIA DI PROCEDURE AMBIENTALI</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO URBANISTICO</b> .....	<b>19</b>
	7.1 PTCP REGIONE LIGURIA .....	19
	7.2 PTC DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA.....	20
	7.3 PIANO DI BACINO .....	21
	7.3.1 Acque pubbliche .....	25
	7.4 PRP - PIANO REGOLATORE DEL PORTO DI LA SPEZIA.....	26
	7.4.1 Normativa d'attuazione del PRP .....	26
	7.5 PIANO URBANISTICO COMUNALE.....	28
<b>8</b>	<b>VINCOLI SULL'AREA</b> .....	<b>29</b>
<b>9</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI</b> .....	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO</b> .....	<b>33</b>
	10.1 INDAGINI GEOLOGICO-GEOTECNICHE .....	34
	10.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, CHIMICO-FISICA E MICROBIOLOGICA .....	36
	10.3 INDAGINI ARCHEOLOGICHE .....	38
<b>11</b>	<b>INQUADRAMENTO METEOMARINO</b> .....	<b>41</b>
	11.1 ESPOSIZIONE GEOGRAFICA .....	41
	11.2 CLIMA ONDAMETRICO A LARGO.....	42
	11.3 ONDE ESTREME A LARGO.....	43
	11.4 CONDIZIONI DI MOTO ONDOSO IN PROSSIMITÀ DELLA RADA DI LA SPEZIA .....	45
	11.5 CLIMA ONDAMETRICO ALL'INTERNO DELLA RADA DI LA SPEZIA .....	46

<b>11.6</b>	<b>EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSI ALL'INTERNO DELLA RADA DI LA SPEZIA.....</b>	<b>48</b>
<b>11.7</b>	<b>STUDIO DELL'AGITAZIONE ONDOSI NEL TERZO BACINO PORTUALE ED ANALISI DEGLI EVENTI ESTREMI .....</b>	<b>49</b>
<b>11.8</b>	<b>MAREA ASTRONOMICA E METEOROLOGICA .....</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....</b>	<b>53</b>
<b>13</b>	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>54</b>
<b>14</b>	<b>INDAGINI E MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>55</b>
<b>15</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>56</b>
<b>16</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....</b>	<b>57</b>
<b>17</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....</b>	<b>63</b>
<b>17.1</b>	<b>NUOVI BANCHINAMENTI.....</b>	<b>65</b>
17.1.1	Nuova Banchina Ravano.....	67
17.1.2	Banchina Ravano .....	73
17.1.3	Banchina Fornelli.....	80
<b>17.2</b>	<b>ADEGUAMENTO FOSSAMAESTRA .....</b>	<b>83</b>
<b>17.3</b>	<b>CANALIZZAZIONE FOSSO MELARA.....</b>	<b>86</b>
<b>17.4</b>	<b>BONIFICA DEI FONDALI DELLA MARINA DEL CANALETTO.....</b>	<b>92</b>
<b>17.5</b>	<b>COLMATE E PIAZZALI.....</b>	<b>95</b>
17.5.1	Piazzale di Ponente .....	96
17.5.2	Piazzale Levante .....	101
<b>17.6</b>	<b>MANOVRABILITÀ E ACCESSIBILITÀ VIA MARE .....</b>	<b>103</b>
<b>17.7</b>	<b>LAYOUT DI ORMEGGIO E ARREDI DI BANCHINA .....</b>	<b>104</b>
<b>17.8</b>	<b>VIABILITÀ INTERNA E PAVIMENTAZIONI .....</b>	<b>105</b>
<b>17.9</b>	<b>RETE PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE .....</b>	<b>108</b>
<b>17.10</b>	<b>NUOVO CANALE MARINO DEL FOSSO MELARA.....</b>	<b>109</b>
<b>17.11</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI.....</b>	<b>112</b>
<b>17.12</b>	<b>IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>116</b>
<b>17.13</b>	<b>PREDISPOSIZIONE IMPIANTO DI COLD IRONING .....</b>	<b>117</b>
<b>17.14</b>	<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....</b>	<b>117</b>
<b>17.15</b>	<b>IMPIANTI SPECIALI.....</b>	<b>118</b>
<b>17.16</b>	<b>IMPIANTO ANTINCENDIO .....</b>	<b>122</b>
<b>17.17</b>	<b>SCALO FERROVIARIO.....</b>	<b>125</b>
<b>17.18</b>	<b>EQUIPAGGIAMENTO PER LA MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI .....</b>	<b>127</b>



<b>18 DEMOLIZIONI E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA DEGLI SCAVI E DELLE DEMOLIZIONI .....</b>	<b>129</b>
<b>19 MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOTECNICO .....</b>	<b>131</b>
<b>19.1 CAMPI PROVA .....</b>	<b>136</b>
<b>20 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>139</b>
<b>21 FASI COSTRUTTIVE DELLE OPERE .....</b>	<b>141</b>
<b>22 TEMPI DI ESECUZIONE DELLE OPERE E CRONOPROGRAMMA .....</b>	<b>145</b>
<b>23 COSTI DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>146</b>



## 1 PREMESSE

Con l'Accordo Procedimentale tra Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale e La Spezia Container Terminal SpA (L.S.C.T. S.p.A.), firmato il 23 luglio 2021, è stato formalizzato il procedimento per il rilascio di un nuovo accordo sostitutivo della concessione per lo sviluppo del Nuovo Terminal Ravano nel Porto di La Spezia oggetto dell'iniziativa di cui all'oggetto.

Nel particolare le parti firmatarie credono fortemente che il futuro terminal gestito da L.S.C.T. S.p.A. sia un "asset" fondamentale per lo sviluppo del territorio, in termini di attività diretta ed indotta, in relazione al porto ed alle aree retroportuali, e più in generale, al tessuto produttivo di una vasta area dell'Italia settentrionale e dell'Europa, al sistema dei trasporti stradali e ferroviari, alla rete di servizi, alle attività sviluppate da operatori logistici, agenti marittimi e spedizionieri.

La società LSCT (La Spezia Container Terminal), facente parte del gruppo Contship Italia, ha da sempre puntato sul nuovo terminale per la migliore utilizzazione delle navi di ultima generazione facenti parte della propria flotta e ha pertanto incaricato l'RTP costituito dalle società Modimar Project S.r.l., GES S.r.l. e GEOEQUIPE, con una vasta esperienza in tutti i campi dell'ingegneria marittima e geotecnica, di procedere alla progettazione completa del nuovo terminal, tenendo conto dei numerosi vincoli e condizionamenti esistenti e delle particolari esigenze sia dei futuri utilizzatori che delle Autorità preposte.

La presente relazione illustra il progetto del sopracitato terminale contenitori che la società LSCT ha in animo di realizzare nel porto commerciale di La Spezia. Il Terminal è ubicato là dove l'ultimo PRP approvato colloca una banchina di riva della lunghezza di circa 520 m, fra il lato Est dello sporgente Fornelli e la banchina di riva, già realizzata da alcuni anni per circa metà dello sviluppo finale previsto, denominata Calata Ravano (prima fase) e destinata anch'essa ad accogliere navi porta contenitori.

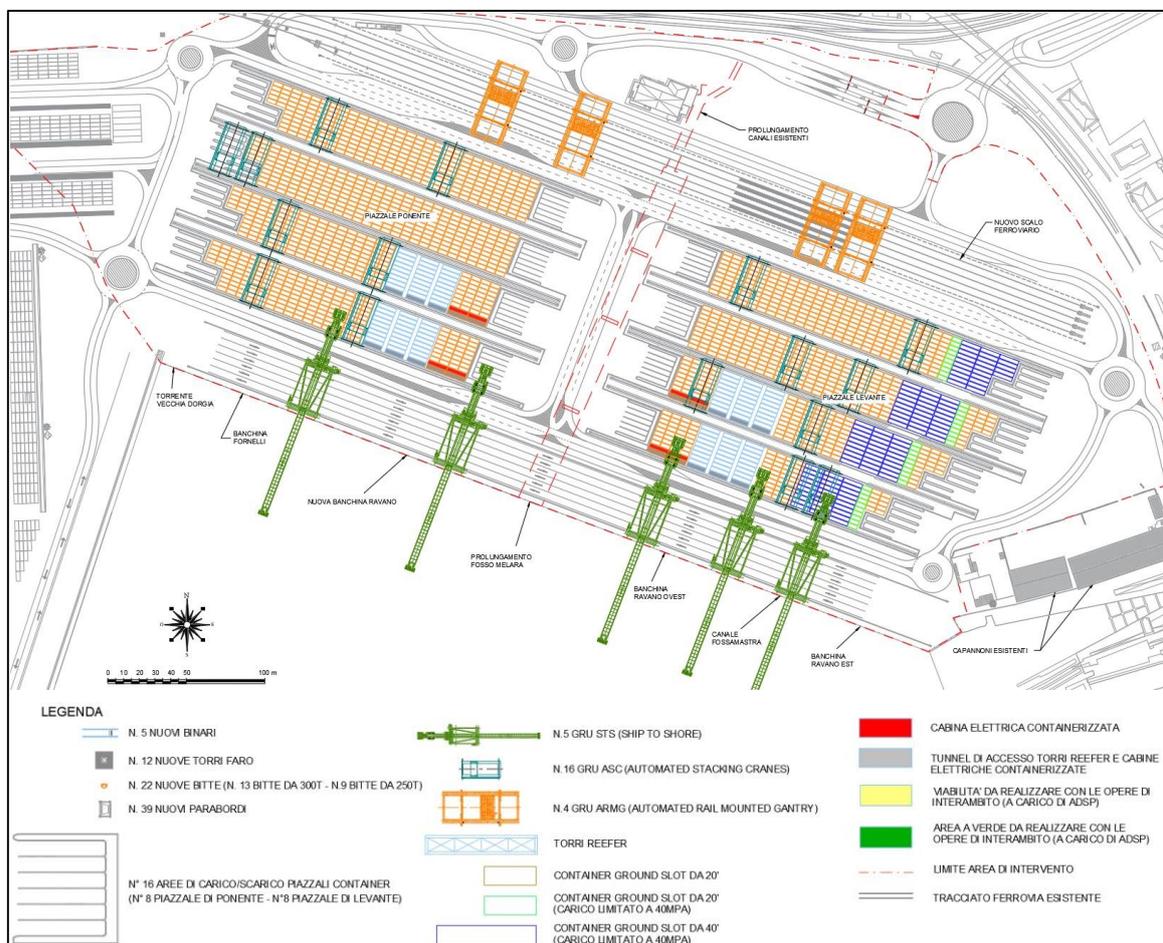
Il terminal sarà dotato di una banchina operativa di lunghezza pari a 520 m circa.

La quota dei fondali di progetto, pari a -15 m s.l.m.m. così come previsto dal PRP vigente, ai fini dei calcoli delle strutture è stata assunta pari a -16.00 m s.l.m., un metro inferiore di quella prevista dal PRP vigente, per tener conto di eventuali fenomeni di scalzamento al piede provocati dall'azione delle eliche delle navi che frequenteranno il terminal.

La quota del piano banchina è stata posta a +2.50 m s.l.m.m., coincidente con quella delle due banchine esistenti, banchina Fornelli a nord-ovest e banchina Ravano a sud-est, che verranno inglobate nella nuova struttura.

Anche nel piazzale a tergo è stata prevista una quota media pari a circa +2.50 m s.l.m.m. pressoché analoga a quella degli esistenti impalcati di copertura dei canali Vecchia Dorgia, Melara e Fossamastra. Questo non provocherà alcun impedimento al passaggio dei binari delle gru automatiche di piazzale (ASC) in quanto coincide con la quota di estradosso delle travi destinate ad ospitarle.

La nuova banchina sarà in grado di consentire l'accosto e l'ormeggio a navi portacontainer di ultima generazione (ULVC) di lunghezza fino a 400 m.



**Figura 1.1 – Nuovo terminal Ravano - Planimetria di progetto**

Il piazzale operativo del terminal ha una superficie complessiva pari a circa 12 ha e al suo interno sono previste 8 aree dove i contenitori verranno impilati. Dette aree presentano una larghezza di circa 28.5 m così da permettere lo stoccaggio dei contenitori su 10 file



affiancate. Ciascuna area di deposito è asservita da due gru automatizzate su rotaia (ASC - Automated Stacking Crane) in grado di movimentare contenitori impilati fino alla sesta fila. Attualmente i contenitori all'interno del terminal della LSCT possono essere impilati fino alla quinta, ma a conclusione della Conferenza dei Servizi LSCT è stata autorizzata a raggiungere la sesta fila. Per tale motivo tutte le opere previste nel presente progetto sono state dimensionate considerando i carichi corrispondenti a pile di sei contenitori.

Avendo previsto un sistema di movimentazione dei contenitori automatico tutte le aree di deposito dei contenitori verranno completamente recintate mediante new jersey dotati di griglia metallica così da impedire l'ingresso dell'uomo all'interno delle aree operative delle gru automatiche.

A tergo delle aree di deposito dei contenitori è inoltre prevista la realizzazione di un moderno scalo ferroviario collegato direttamente alla rete ferroviaria portuale (La Spezia Marittima). Lo scalo sarà dotato di n°5 binari lunghi circa 500 m ed asserviti da n°4 gru a portale automatizzate su rotaia tipo ARMG (Automated Rail Mounted Gantry cranes).

Si precisa che la configurazione del Nuovo Terminal Ravano è conforme alle previsioni del vigente PRP del porto della Spezia.

Nei capitoli seguenti, dopo una sintesi del procedimento autorizzativo svolto, vengono dapprima brevemente illustrati i principali fattori di condizionamento ed in seguito vengono descritte le soluzioni prescelte.



## **2 PROCESSO AUTORIZZATIVO DEL PROGETTO ED EVOLUZIONE DEI LIVELLI DI PROGETTAZIONE**

Il Progetto Preliminare degli Interventi di riqualificazione e sviluppo del porto di La Spezia, Ambito 5 “Marina della Spezia” e Ambito 6 “Porto mercantile”, in cui ricade l’intervento relativo alla realizzazione del Nuovo Terminal Ravano, ha ottenuto il parere di non assoggettabilità a VIA con decreto DVADEC-2015-0000474 del 17/12/2015 nel quale sono riportate n°16 di prescrizioni da ottemperare in parte prima dell’inizio dei lavori ed in parte nel corso dei lavori.

Nel periodo intercorso dalla redazione del Progetto Preliminare sulla base del quale era stata esperita la procedura di VIA ad oggi la tecnologia dei sistemi di movimentazione e di gestione dei contenitori a terra ha subito una notevole evoluzione. Pertanto, in considerazione anche delle modifiche normative intervenute, è stato necessario procedere con la revisione del suddetto Progetto Preliminare e la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica del nuovo Terminal (nel seguito PFTE).

In particolare, rispetto al Progetto Preliminare sulla base del quale era stata eseguita la procedura di VIA, le modifiche introdotte con il nuovo PFTE, oltre all’aggiornamento dei contenuti alle modifiche normative intervenute dalla sua redazione ad oggi (v. NTC2018 e Codice dei Contratti), hanno riguardato esclusivamente l’organizzazione del piazzale operativo e si sono rese necessarie per tener conto sviluppi tecnologici subiti dai sistemi di movimentazione dei contenitori (gru di banchina STS, gru ASC di piazzale e ARMG ferroviarie) e per consentire che il nuovo terminal raggiunga i volumi di traffico programmati dalla Concessionaria (LSCT S.p.A.) con l’introduzione di un sistema automatico per la movimentazione e gestione dei contenitori nel piazzale operativo del terminal.

La scelta di procedere nuovamente con la redazione del PFTE aggiornando il PP già approvato anziché procedere alla redazione del Progetto Definitivo è stata necessaria in quanto ai sensi della Normativa Vigente il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non si esprime più sul Progetto Definitivo, ma bensì sul Progetto di Fattibilità Tecnica Economica.

Nelle fasi preliminari della progettazione oltre a tutte le indagini e rilievi propedeutici per la progettazione del nuovo terminal, descritti nei successivi paragrafi, sulla base del Piano



di Caratterizzazione approvato dalla Regione Liguria con il Decreto 5656/2021 del 22/09/2021 è stata eseguita la caratterizzazione ambientale dei sedimenti presenti sul fondale della Marina del Canaletto. Sulla base dei risultati del suddetto Piano di Caratterizzazione è stata quindi elaborata l'*Analisi della conterminazione della colmata della Marina del Canaletto nel Porto di La Spezia per la verifica di assenza di rischi per l'ambiente* (v. 21\_08\_PE\_R004\_0\_Gestione dei sedimenti) ed anche l'*Analisi Rischio ambientale sanitaria* (v. 21\_08\_PE\_R004\_0\_Gestione dei sedimenti) predisposta secondo i criteri riportati nell'Allegato 1 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs 152/06 ed è stata attivata presso la Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Ecologia la conferenza dei servizi per l'approvazione dell'analisi del rischio dell'area a mare della Marina del Canaletto. L'Analisi del rischio è stata approvata con Decreto 2922/2022 del 10 maggio 2022 che ha confermato quindi la fattibilità della **soluzione di progetto che prevede il mantenimento in situ dei sedimenti contaminati presenti nei fondali della Marina del Canaletto**, che quindi verranno inglobati all'interno della nuova colmata.

Pertanto considerato che, in conformità alle vigenti norme in materia di bonifica dei siti contaminati (Parte Quarta, Titolo V, del D.lgs. 152/06 e s.m.i., **non è più necessario procedere alle attività di bonifica dell'area interessata prima dell'inizio dei lavori a mare degli interventi previsti** è stata presentata al MASE la verifica di ottemperanza relativa alla prescrizione n°7 del decreto VIA secondo la quale *i lavori a mare di tutti gli interventi potranno iniziare solo a seguito della conclusione delle attività di bonifica dell'area interessata*. Il MASE si è espresso con nota 91617 del 22 luglio 2022 precisando che l'istanza alla suddetta prescrizione dovrà essere ripresentata a conclusione della chiusura del processo autorizzativo del progetto.

Ai sensi della Normativa vigente il PFTE è stato quindi trasmesso al Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per l'acquisizione del parere facoltativo ai sensi del D.P.R. n. 204/2006, art. 2, comma 1, lett. b. La Seconda Sezione del CSLPP con voto n°58/2022 reso nel corso dell'adunanza del 4 ottobre 2022 ha espresso parere favorevole con osservazioni e prescrizioni per le successive fasi di progettazione.



Contestualmente sulla base del Progetto Definitivo del nuovo terminal Ravano è stata indetta la Conferenza dei Servizi Decisoria in forma semplificata, modalità asincrona per la sua approvazione.

Con decreto n. 5 del 24/01/2023 la Conferenza dei Servizi Decisoria si è conclusa con esito positivo.

Contestualmente allo svolgimento della CdS è stata inoltrata una richiesta di parere sul progetto anche agli enti gestori di pubblici servizi che si sono tutti espressi favorevolmente. Il presente progetto sviluppa a livello esecutivo le soluzioni strutturali già individuate nei livelli di progettazione precedenti (PFTE e PD) recependo tutte le osservazioni e prescrizioni formulate dai vari enti coinvolti nelle fasi di progettazione precedenti. Al fine di semplificare la lettura degli elaborati progettuali e la verifica della rispondenza alle succitate osservazioni e prescrizioni sono stati redatti degli elaborati specifici ai quali si rimanda per i dettagli.

Al fine di fornire un quadro complessivo delle prescrizioni impartite nell'ambito della progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento di realizzazione del Nuovo Terminal Ravano di La Spezia, è stato elaborato il documento 21\_08\_PE\_R010\_Quadro delle ottemperanze, al quale si rimanda per i dovuti approfondimenti. Tale documento descrive ed esamina le prescrizioni impartite dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) con parere n° DEC/DSA/2006/00317 dell'11/04/2006 ed il loro avanzamento rispetto alla fase progettuale di cui al Progetto esecutivo in studio, le risposte alle osservazioni formulate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLLPP) nel Parere Facoltativo Affare 58/2022 del 10/10/2022 nonché le risposte alle osservazioni scaturite nell'ambito della Conferenza dei Servizi conclusasi positivamente con Decreto n. 5 del 24/01/2023.

È utile aggiungere che in fase di esecuzione dei lavori e durante l'esercizio del terminal sarà necessario ottemperare alle prescrizioni imposte dal sopracitato parere DVADEC-2015-000047 (prescrizioni da n°13 a n°16), per le cui verifiche di ottemperanza saranno condotte apposite procedure ai sensi dell'art. 28 del D.lgs. 152/2006 presso il MASE.

### 3 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Occorre precisare che, come evidenziato in precedenza, il PFTE del Nuovo Terminal Ravano del porto di La Spezia di fatto costituisce un aggiornamento del Progetto Preliminare (nel seguito PP) redatto nel 2015 dall'allora Autorità Portuale di La Spezia sulla base del quale, ai sensi di quanto previsto e stabilito dall'allora art.20 del D.Lgs n.152/06, è stata esperita la procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA delle opere in oggetto. Tale Verifica, condotta presso il Ministero dell'Ambiente, è risultata esaustiva ai fini della Valutazione di Impatto Ambientale dallo stesso Ministero che si è espresso con parere favorevole di compatibilità ambientale con prescrizioni di cui all'art. 1 del DVADEC-2015-0000474 del 17/12/2015.

In particolare, come evidenziato dal confronto tra la Figura 3.1 e la Figura 3.2, nel PFTE sono state confermate tutte le ipotesi del PP 2015 (nuovo terminal per contenitori con banchina operativa lunga circa 520 m, piazzale operativo di superficie pari a circa 12 ha, scalo ferroviario dotato di n°5 binari lunghi 500 m e collegato direttamente alla rete ferroviaria portuale "La Spezia Marittima") mentre le modifiche introdotte hanno riguardato esclusivamente l'organizzazione del piazzale operativo.

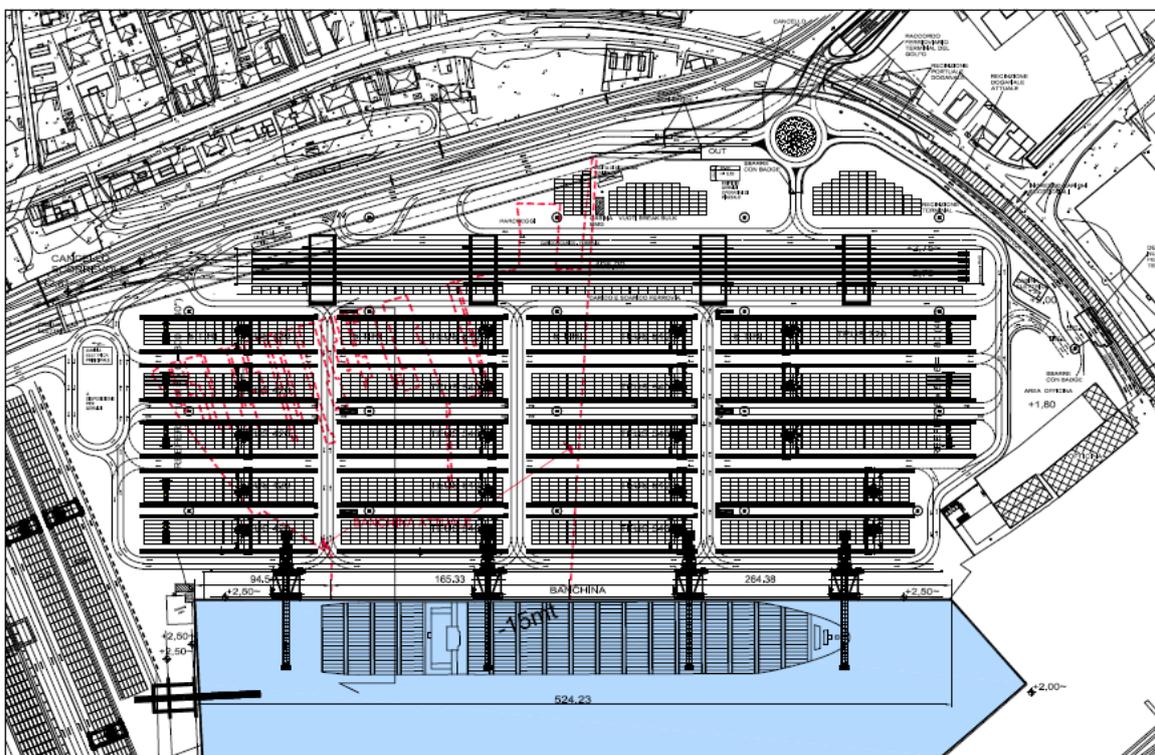


Figura 3.1 – Progetto Preliminare 2015 Nuovo terminal Ravano - Planimetria di progetto -

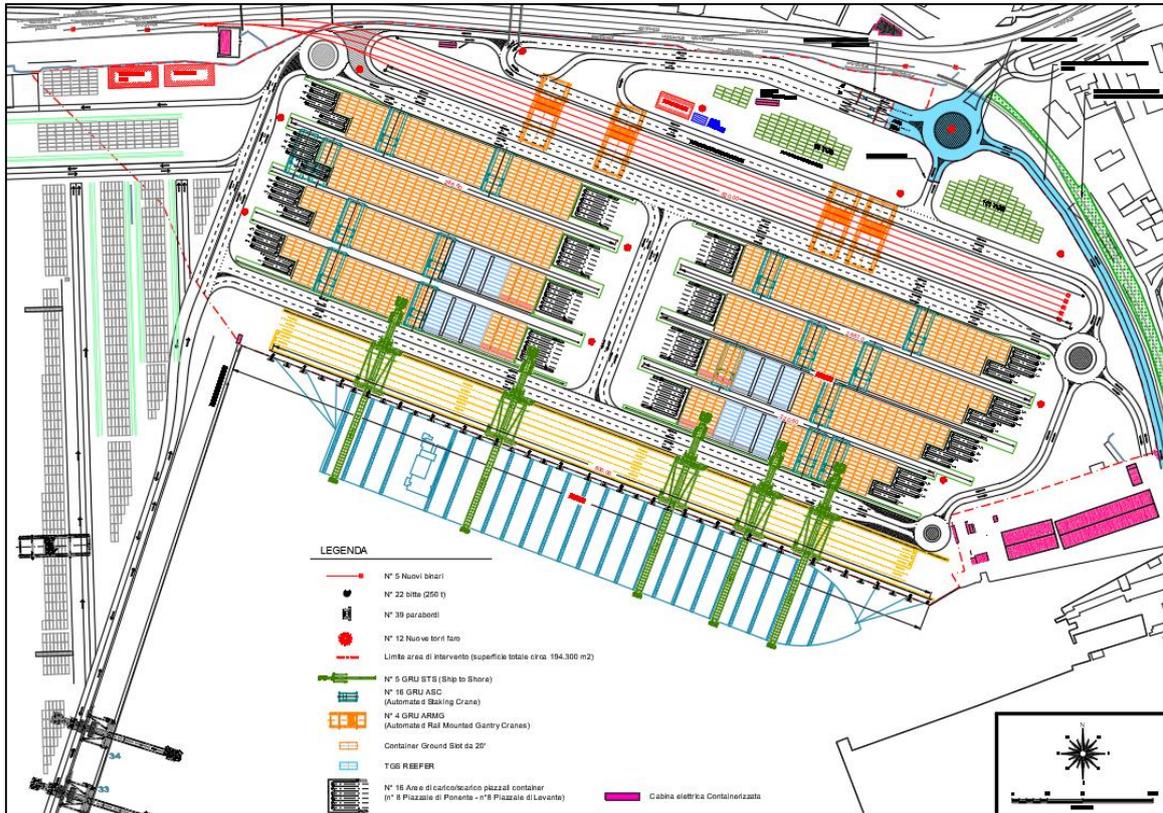


Figura 3.2 – PFTE 2022 Nuovo terminal Ravano - Planimetria di progetto

Come riportato al Paragrafo “2.B.1. SCELTE PROGETTUALI E ALTERNATIVE CONSIDERATE” del Rapporto di sintesi sull’impatto ambientale del PP 2015 *Gli interventi progettuali proposti non presentano soluzioni alternative localizzative, in quanto la relativa configurazione è espressamente definita sia dal Piano Regolatore Portuale, che ne condiziona in modo univoco: il sedime d’intervento, l’estensione areale e relative geometrie, nonché il ruolo funzionale; sia dal quadro prescrittivo impartito in sede di approvazione dello stesso PRP, nell’ambito della procedura di Valutazione d’Impatto Ambientale.*

Pertanto relativamente alla localizzazione del nuovo terminal, alla sua estensione e geometria ed alla sua funzione (Terminal contenitori) non ci sono alternative a quella di progetto.

Peraltro anche nei riguardi della soluzione tecnica da adottare per la realizzazione dei nuovi banchinamenti (nuova banchina Ravano) la presenza delle due banchine esistenti (dente Fornelli e banchina Ravano) che dovranno essere inglobate all’interno della nuova



banchina operativa del terminal non lascia alternative oltre la soluzione già utilizzata per la loro realizzazione consistente in pareti combinate di palancole metalliche ancorate a tergo ad una struttura di ancoraggio, anch'essa realizzata utilizzando palancole metalliche, che costituisce anche la fondazione della via di corsa lato terra delle gru di banchina STS. Pertanto nel caso in esame lo studio delle alternative ha riguardato esclusivamente alcuni aspetti strutturali di dettaglio delle banchine.

#### **4 INTERVENTI PIANIFICATI DALLA ADSP DIRETTAMENTE CONNESSI ALLA COSTRUZIONE ED ENTRATA IN SERVIZIO DEL NUOVO TERMINAL**

Sia la costruzione che l'entrata in servizio del nuovo Terminal Ravano risultano intimamente connessi alla attuazione, nei tempi previsti, di una serie di interventi di competenza della AdSP che in parte sono già in corso di realizzazione ed in parte già pianificati, ma ancora non iniziati.

Il rispetto delle tempistiche previsti nel Piano Operativo della AdSP, alle quali si è fatto riferimento ai fini della definizione delle fasi funzionali attraverso le quali si svolgerà la realizzazione delle opere in oggetto e la loro articolazione temporale, costituisce la condizione indispensabile per consentire il raggiungimento degli obiettivi della presente iniziativa nei tempi previsti.

Sono di seguito riportati i principali interventi di competenza della AdSP e le relazioni con le aree in realizzazione.

Per l'ampliamento dell'area del Terminal Ravano sulla Marina del Canaletto sono previsti:

- la rimozione di tutte le infrastrutture a terra ed a mare presenti (attività già appaltata ed in corso di esecuzione);
- la bonifica bellica dei fondali (attività già appaltata che inizierà una volta completata la rimozione delle strutture a mare presenti nella Marina del Canaletto di cui al punto precedente).

Per l'utilizzo delle aree dell'esistente Molo Ravano, nella fase di costruzione dell'ampliamento e per il successivo adeguamento, sono previsti:

- l'adeguamento dei canali Fossamastra e Montecatini nell'area demaniale marittima compresa tra la recinzione portuale e l'attuale sbocco a mare – 2° stralcio funzionale (lavori in fase di completamento);
- la realizzazione della banchina a giorno in corrispondenza del diffusore Enel (lavori già appaltati, ma ancora non iniziati).

Per consentire l'approdo delle grandi navi alla nuova banchina del Terminal Ravano è previsto:

- il completamento del dragaggio a quota -15.00 m del III bacino e del canale navigabile interno del porto della Spezia (intervento in fase di progettazione).



Per l'alimentazione delle nuove gru tutte elettriche ed in futuro per l'elettificazione delle banchine (il cd. "Cold Ironing") è prevista:

- la nuova alimentazione elettrica in AT dell'area portuale con la realizzazione della SS 132 kV in connessione con la linea di AT di Terna, la posa di linee in cavo da 132 kV interrata, fino alla SS di Trasformazione AT/MT (132/15 kV) in area Ravano, con i relativi trasformatori e la cabina elettrica AdSP-Ravano di distribuzione del 15 kV (attività in fase di progettazione) che alimenterà a sua volta la cabina di distribuzione primaria del nuovo terminal prevista nel presente progetto (c.d. Cabina Ravano LSCT).

Per la connessione dei nuovi binari ferroviari del Ravano è previsto:

- il potenziamento degli impianti ferroviari della nuova stazione di La Spezia Marittima (lavori in corso).

Inoltre per consentire la realizzazione della colmata della Marina del Canaletto con i sedimenti di risulta dei dragaggi a quota -15.00 m del III bacino è necessario il coordinamento tra i due interventi. Al riguardo si precisa che i sedimenti di risulta dei dragaggi da utilizzare per la realizzazione della colmata della Marina del Canaletto verranno forniti direttamente dalla ditta incaricata dalla AdSP già disidratati e additivati con cemento così da conferirgli i requisiti fissati in progetto (rif. Elaborato 21 08 PE R107 Relazione di caratterizzazione dei sedimenti provenienti dal dragaggio e stabilizzati).

Oltre ai suddetti interventi si rilevano dei vincoli al progetto determinati dalle altre opere esterne all'ampliamento del Terminal Ravano e previsti dal PRP che sono stati considerati nella progettazione delle opere, quali ad esempio la costruzione del tronco ferroviario previsto per il collegamento di La Spezia Marittima con Terminal del Golfo e l'accesso stradale al suddetto terminal.



## 5 CONDIZIONAMENTI, VINCOLI E INTERFERENZE

L'ampia zona riservata al futuro piazzale operativo del terminal ricade in parte in corrispondenza di uno specchio acqueo, denominato Marina del Canaletto, destinato ad accogliere imbarcazioni di piccole dimensioni facenti parte della cosiddetta nautica sociale oltre ad attività connesse alla coltivazione dei mitili, in parte in pieno ambito cittadino, in una zona confinante con il fascio binari delle F.S. asservito alle necessità portuali. Tutta la zona è interessata da una serie di strade, gallerie e foci fluviali di cui si è dovuto tenere debito conto. Entrando più nel dettaglio, l'allontanamento di tutte le piccole imbarcazioni e l'acquisizione della relativa area da parte dell'Autorità di Sistema Portuale sono ormai un dato acquisito come pure è già stato assegnato l'appalto per i lavori di rimozione di tutte le strutture a terra ed a mare presenti nella suddetta area, compresa la ricollocazione dell'impianto di mitilicoltura, e la bonifica bellica dell'intero specchio acqueo che verrà completata prima dell'inizio dei lavori a cui si riferisce la presente relazione illustrativa. Il problema progettuale è divenuto pertanto quello di individuare la soluzione più semplice, economica e sicura per sostituire ad uno specchio acqueo, caratterizzato in maggioranza da modeste profondità (inferiori a 5 m) e con terreni di base di scarsissime capacità portanti e fortemente inquinati, un piazzale operativo in grado di assicurare la movimentazione dei contenitori secondo le modalità prescelte dal Committente. Le modalità prevedono una completa automatizzazione del processo di movimentazione e stoccaggio dei contenitori nel piazzale operativo del terminal comprese le operazioni di carico/scarico dei contenitori sugli automezzi. In particolare, dal punto di vista delle opere civili, questa scelta richiede un piazzale di deposito e sosta perfettamente orizzontale, privo di ristagni d'acqua ed in grado di assicurare la piena funzionalità dei sistemi di movimentazione previsti.

Nei seguenti capitoli verrà illustrata la soluzione prescelta, unitamente alle motivazioni che hanno condotto alla scelta stessa.

Il futuro piazzale, sia nella parte completamente nuova (a ponente) che in quella attualmente operativa (a levante) presenta una serie di interferenze che devono essere rispettate compatibilmente con le rispettive esigenze. Ci si riferisce in primo luogo alle interferenze di carattere idraulico, rappresentate dalla presenza di ben tre canali denominati rispettivamente, partendo da levante, Canale Fossamastra, Fosso Melara e Torrente Vecchia Dorgia a cui si aggiungono i canali di drenaggio urbani denominati Fosso Cieli e



Fosso Termomeccanica che scaricano nella Marina del Canaletto. I canali (di cui solo il Fossamastra e Vecchia Dorgia recapitano direttamente in mare in corrispondenza dell'allineamento della banchina operativa del nuovo terminal) ricevono in massima parte acque di origine meteorica, a parte qualche contributo di acque di raffreddamento da parte delle industrie insediate nelle vicinanze (v. fosso Termomeccanica) e dell'impianto di depurazione cittadino (v. Fosso Melara). È nota la particolare attenzione che in Liguria viene riservata a questo argomento, data la frequenza e l'intensità delle piogge che hanno funestato la regione in passato. Le portate in base alle quali è necessario dimensionare i necessari manufatti di copertura sono quindi molto elevate, i franchi minimi rispetto alle solette di copertura vengono rigorosamente imposti dai competenti organi regionali ed è quindi difficile contemperare le diverse esigenze con le luci degli impalcati, a loro volta destinati a sopportare il transito o la sosta di carichi molto elevati.

Un secondo tipo di interferenze, anch'esse importanti, riguardano i raccordi ferroviari e stradali già realizzati nel recente passato e di cui è improponibile proporre l'abbandono.

In particolare ci si riferisce alla galleria subalvea di collegamento fra porto e autostrada A15 la quale si sviluppa a poca distanza dal confine settentrionale del terminale con andamento obliquo rispetto al filo della banchina. In linea generale la presenza della galleria non ingenera problematiche di rilievo, ma in prossimità dell'inizio occidentale della galleria, dove è collocata l'uscita di emergenza, vi è una sovrapposizione con il fascio di binari destinati ad accogliere i treni bloccati, che smaltiranno buona parte dei contenitori in arrivo o in partenza dal terminale, e con la via di corsa interna delle gru RMG. Viceversa la zona terminale orientale dei fasci binari ricade in corrispondenza della copertura del canale Fossamastra in fase di costruzione.

Un'ulteriore criticità è rappresentata dalle attuali banchine interne della Marina del Canaletto e dai terrapieni a tergo, che verranno inglobate all'interno del nuovo piazzale operativo del terminal, che dal punto di vista della rigidità/deformabilità avranno un comportamento diverso da quello del nuovo terrapieno.

Indubbiamente dal punto di vista economico e progettuale i maggiori condizionamenti sono rappresentati dalla necessità di realizzare un nuovo filo di banchina, in presenza di terreni di cattive caratteristiche geotecniche, sovrapponendosi a due tronchi di banchina realizzati in passato, ma dovendo tenere conto di diversi e maggiori fondali al piede e di diverse



condizioni di carico (interferenze strutturali). Si è dovuto affrontare uno studio comparativo di diversi tipi di soluzione, tenendo presente la necessità di rispettare la geometria finale prevista nel PRG vigente, di non perturbare le condizioni di stabilità complessive delle strutture presenti e tener conto dei vincoli operativi per i macchinari di cui è prevedibile l'impiego.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "21 08 PE R003 Relazione sulle interferenze".

## 6 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO IN MATERIA DI PROCEDURE AMBIENTALI

Nel marzo del 2004 è stato dato avvio, in sede ministeriale, alla procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) del nuovo PRP di La Spezia (PRP). La procedura di VIA si è conclusa con decreto interministeriale di cui al Provvedimento n° DEC/DSA/2006/00317 del 11/04/2006 che ha evidenziato la compatibilità ambientale e paesaggistica del PRP condizionata all'ottemperanza di un articolato quadro prescrittivo definito dallo stesso Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, oggi Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, dal MiBACT (oggi Ministero della Cultura, di seguito MIC) e dalla Regione Liguria. Nel particolare, la prescrizione n° 17 del Decreto di VIA richiedeva testualmente: *“In relazione all'impostazione data al PRP di piano-quadro di pianificazione e non attuativo, per ogni fase di realizzazione dovrà essere prodotto uno studio da sottoporre a procedura di VIA secondo le norme vigenti in materia”*.

A seguito della definitiva approvazione del Piano Regolatore Portuale, avvenuta nel 2011, l'Autorità Portuale di La Spezia (oggi Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale) ha avviato e quindi concluso, nel gennaio 2016, ai sensi di quanto previsto e stabilito dall'allora art.20 del D.Lgs n.152/06, l'iter di Verifica di Assoggettabilità a VIA delle principali opere infrastrutturali ricadenti negli Ambiti 5 e 6 del PRP.

Tale Verifica, condotta presso il MASE, è risultata esaustiva, per l'Ambito 6 del PRP ai fini della Valutazione di Impatto Ambientale dallo stesso Ministero che si è espresso con parere favorevole di compatibilità ambientale con prescrizioni di cui all'art. 1 del Decreto DVADEC-2015-0000474 del 17/12/2015. Con nota 67736/MITE del 30 maggio 2022, l'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale ha trasmesso al Ministero della Transizione Ecologica (ora MASE) la documentazione ai fini della **Verifica di ottemperanza alla citata condizione ambientale n. 7 del DD 474/2015**; per l'approfondimento di tale tema si rimanda all'elaborato 21\_08\_PE\_R010\_Quadro delle ottemperanze.

## 7 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Di seguito si riporta un sintetico inquadramento urbanistico e vincolistico ripreso dalla Relazione Generale del Progetto Preliminare degli *Interventi di riqualificazione e sviluppo del porto della Spezia-Ambito omogeneo 5 "Marina della Spezia" e Ambito omogeneo 6 "Porto Mercantile"* redatto nell'ambito dell'iter di Assoggettabilità a VIA.

### 7.1 PTCP REGIONE LIGURIA

Il Piano Regionale di Coordinamento Paesistico (PTCP), approvato nel 1990 (delibera del consiglio regionale n.6 del 25 febbraio 1990), inquadra l'area di intervento nell'Ambito Territoriale della Spezia n° 95, riportato alla tavola n°44 del PTCP. L'area è inserita nei seguenti regimi normativi.

- Assetto geomorfologico: MQ-B, modificabilità di tipo B.

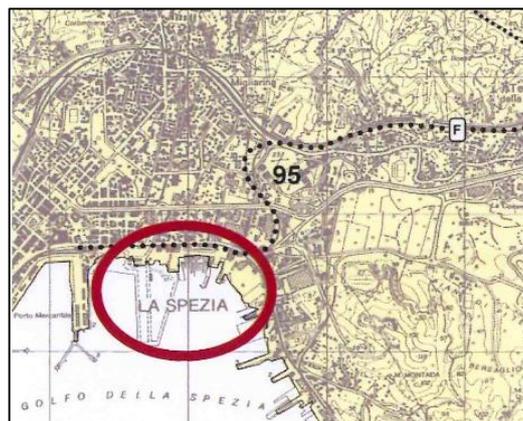


Figura 7.1. PTCT assetto geomorfologico

- Assetto vegetazionale: CQL-ISS-MA, colline con insediamenti sparsi e serre in Regime di mantenimento.

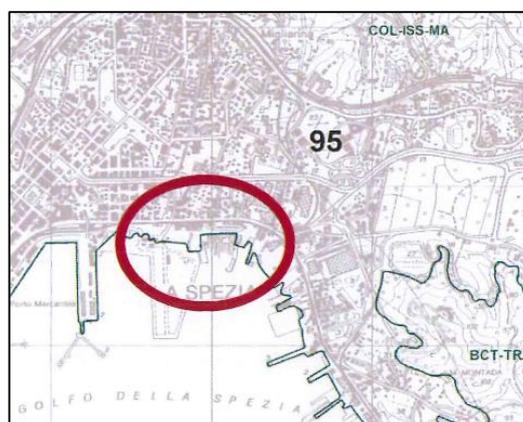
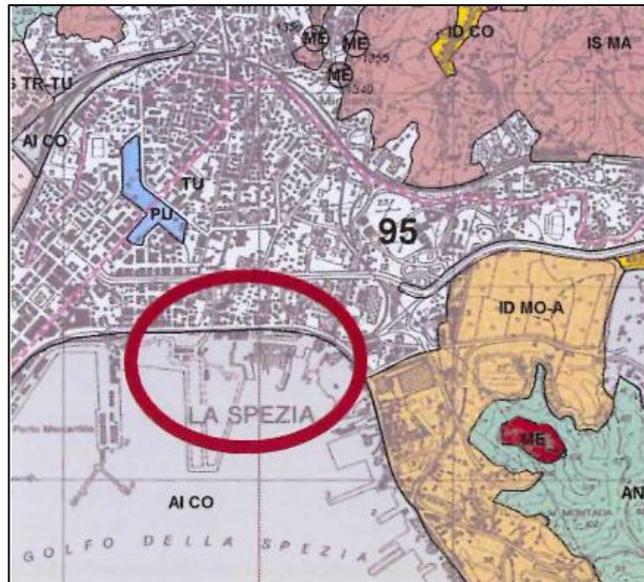


Figura 7.2. PTCT assetto vegetazionale

- Assetto insediativo: AICO, attrezzature ed impianti in regime di consolidamento.



**Figura 7.3. PTCT assetto insediativo**

## 7.2 PTC DELLA PROVINCIA DELLA SPEZIA

Il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale (PTCP) ex art. 4 della Legge Urbanistica Regionale 4 Settembre 1997 n°36 e ss.mm.ii. è stato approvato con Deliberazione del Consiglio provinciale n°127 il 12/07/2005. Il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale, colloca l'area di intervento nel complesso del Sistema degli Insediamenti Produttivi, in particolare nelle aree produttive della Filiera del Mare, Aree del Porto Commerciale (art. n° 5.4).



**Figura 7.4. PTC Provincia La Spezia**

### 7.3 PIANO DI BACINO

Il Piano di Bacino – Ambito 20 Golfo di La Spezia (PdB) è stato approvato con DCP n. 34 del 31/03/2003 ed è stato aggiornato con una variante approvata con DDG n. 2664 del 05/05/2021 entrata in vigore il 26/05/2021. Attualmente è in corso una variante datata 23/06/2021.

Di seguito si propongono alcune immagini che individuano le zonizzazioni e conseguenti prescrizioni impartite dal Piano di Bacino per l'area d'intervento.

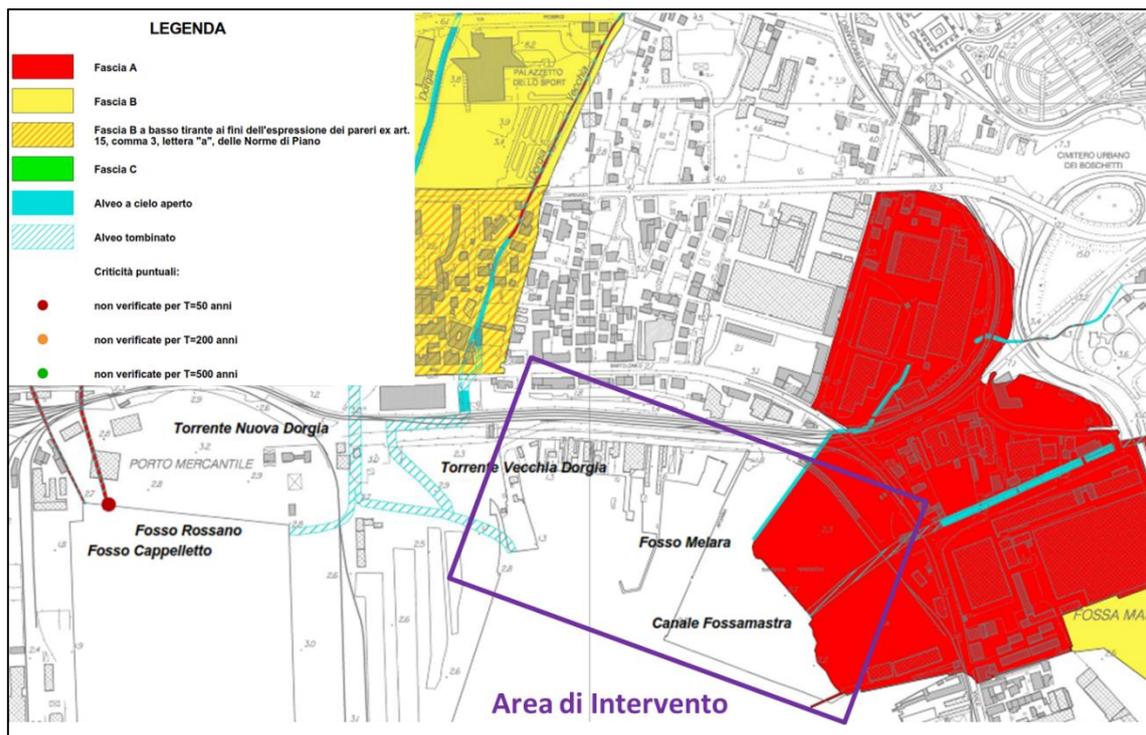


Figura 7.5 – Carta delle fasce di inondabilità

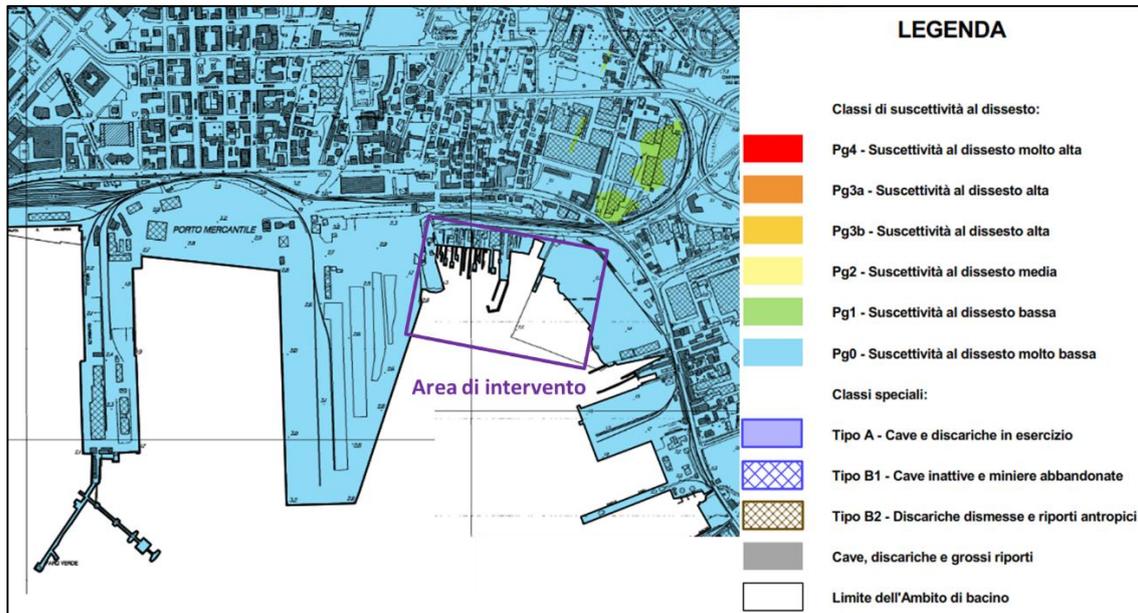


Figura 7.6 – Carta della suscettibilità al dissesto

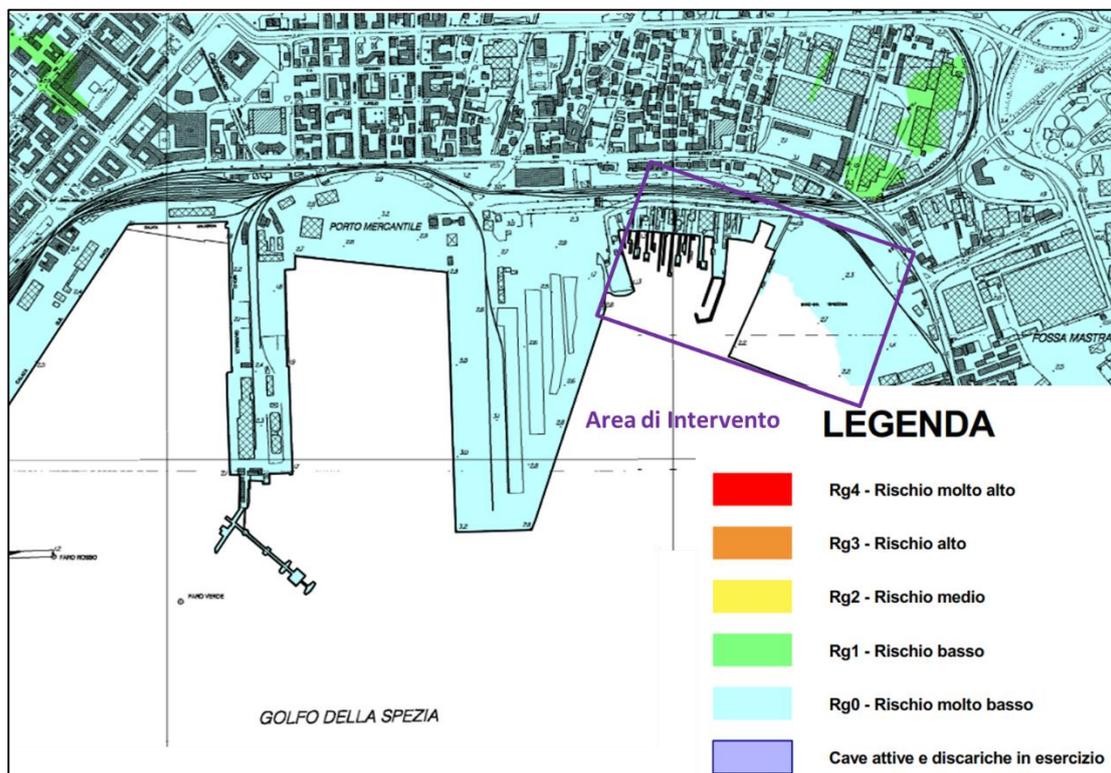
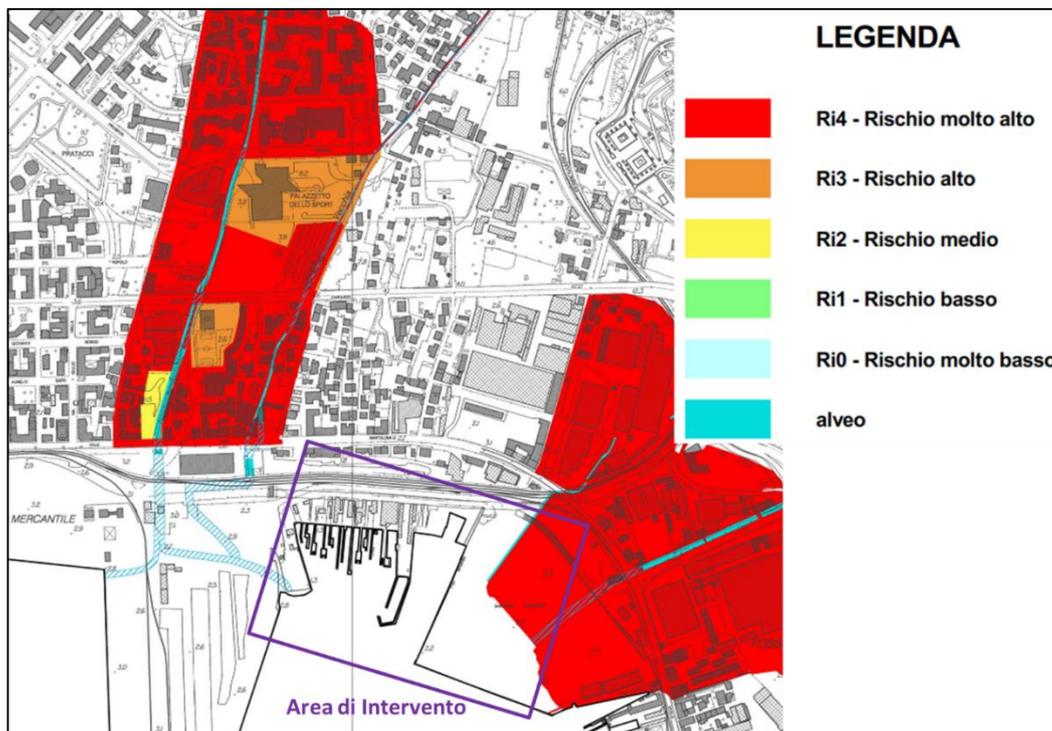


Figura 7.7 – Carta del rischio geomorfologico



**Figura 7.8 – Carta del rischio idraulico**

L'attuale area del Terminal Ravano è classificata a “Rischio Geomorfológico molto basso – Rg0” e ricade parzialmente nella “Fascia A” di inondabilità e nel “Rischio Idraulico molto alto – R4 per la presenza dell'immissione in mare del Fosso Fossamastra e per tale motivo nel corso della CdS a seguito di un contraddittorio con il Servizio Difesa Suolo della Regione Liguria e con l'Autorità di Bacino è stato eseguito uno studio idrologico idraulico integrativo finalizzato appunto all'ottenimento del nulla osta idraulico (v. elaborato “21 08 PE R201 Prolungamento Fosso Melara e Fossamastra– Relazione idraulica e di compatibilità idraulica”).

In particolare partendo dalla constatazione che anche il recente studio idrologico ed idraulico della variante datata 23/06/2021 utilizzava per le aree di interesse un vecchio rilievo, lo studio integrativo ha aggiornato lo stato di fatto utilizzando i risultati del rilievo topografico di dettaglio eseguito nel 2021 ed, utilizzando gli modelli numerici predisposti per lo studio del Comune, ha definito i nuovi limiti delle aree allagabili nella configurazione attuale e in quella di progetto, giungendo a proporre una nuova perimetrazione delle fasce di pericolosità. Lo studio inoltre, ha approfondito le condizioni di deflusso delle portate di piena del Rio Melara nel tratto a monte di quello di intervento



individuando gli interventi necessari per mitigare il rischio idraulico nel tratto critico che attraversa le aree del Cantiere Navale SIMAN in via del Molo.

I risultati dello studio condotto, a cui si rimanda per i dettagli (v. elaborato “21\_08 PE R201 Prolungamento Fosso Melara e Fossamastra – Relazione idraulica e di compatibilità idraulica”) oltre a dimostrare che l’estensione effettiva delle aree di esondazione interne al terminal LSCT sono molto più ridotte e non interessano quelle interessate dai lavori in oggetto, ha evidenziato che l’intervento di canalizzazione del tratto fociale del Rio Melara non produce effetti sull’entità del rischio idraulico del tratto a monte.

Sulla base del suddetto studio è stata quindi presentata l’istanza per l’applicazione delle deroghe previste dall’art. 15 bis della normativa del Piano di Bacino.

L’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Settentrionale con nota prot. N. 2022/13.12.5.0.0/3-54 del 23/11/2022 si è espressa favorevolmente in merito alla applicabilità delle suddette deroghe alla disciplina relativa alle fasce fluviali, ai sensi del comma 3 dell’art. 15 bis delle norme di attuazione del Piano vigente.

A conclusione della CdS sulla base della documentazione progettuale integrativa fornita il Servizio Difesa Suolo della Regione Liguria, di concerto con l’Autorità di Bacino, ha espresso parere favorevole all’intervento previsto nel presente progetto a condizione che la cantierizzazione delle opere previste nel presente progetto sia seguente o, al massimo, contestuale a quelle delle opere di mitigazione del rischio idraulico del fosso Melara – Area Siman.

In sede di conferenza di servizi, in ottemperanza alle prescrizioni del parere 58/2022 del C.S. dei LL. PP., è stato inoltre eseguito un ulteriore approfondimento delle condizioni di deflusso delle portate di piena considerando condizioni del l.m.m. più restrittive di quella considerata nei precedenti studi idraulici dei corsi d’acqua in esame (+0.50 m s.l.m.m.). In particolare gli approfondimenti dello studio idraulico sono stati eseguiti considerando un livello marino alla foce del corso d’acqua pari a +0.68 m (caratterizzato da un periodo di ritorno pari a 10 anni) e +0.89 m (corrispondente ad un periodo di ritorno di 100 anni).

Gli studi condotti con il supporto di Hydrodata hanno dimostrato che il sistema in progetto risulta sufficientemente “robusto” da assorbire innalzamenti del livello del mare di circa 40 cm rispetto al livello di +0.50 m s.l.m.m. senza fuoriuscite dei livelli di piena nei tratti



oggetto di intervento, anche per tempi di ritorno di 500 anni, pur con franchi idraulici ridotti. Anche in queste condizioni l'intervento è dunque in grado di eliminare completamente gli attuali fenomeni di allagamento responsabili della pericolosità idraulica delle aree in esame. Le analisi condotte hanno anche consentito di valutare la resilienza del sistema anche a possibili scenari di cambiamento climatico per i quali si ipotizza un innalzamento notevole del livello medio del mare. Considerando le condizioni di riferimento per i dimensionamenti idraulici (concomitanza degli eventi di piena con una marea meteorologica "ordinaria" – TR circa 2 anni), dalle risultanze del presente studio si può affermare che il sistema risulti in grado di assorbire innalzamenti di livello di circa 40 cm, superiori all'incremento atteso al 2070 (RCP 4.5), mantenendosi efficace nel contrastare i fenomeni di allagamento delle aree circostanti.

### 7.3.1 Acque pubbliche

Attualmente le aree oggetto di colmata risultano interessate dal Rio Melara. Attualmente il progetto già approvato dagli Enti competenti prevede che la parte dei piazzali portuali vengano regimentati con uno scatolare in calcestruzzo armato; pertanto, nella tratta terminale, prevista nel presente progetto, si prevede di proseguire a mare con un canale marino a fondo libero naturale con quote variabili da circa -3,00 a circa -5,00 m s.l.m.m. Tale canale marino collegherà anche gli apporti di piena dei fossi localizzati in destra idraulica del Melara, denominati, da levante a ponente, Termomeccanica e Cieli mentre le acque del fosso Campitelli sono già state deviate nel Vecchia Dorgia. Essi drenano il bacino idrografico intercluso tra i bacini che convogliano le acque nel Vecchia Dorgia e nel Melara.

Al fine di permettere lo svolgimento degli eventuali interventi di manutenzione del nuovo alveo del suddetto canale marino lungo il suo sviluppo sulla soletta di copertura oltre a n°4 passi d'uomo posizionati con un interasse di 50 m sono state previste n°3 aperture con luce netta pari a 2.00 m che si sviluppano sull'intera larghezza della soletta di copertura della struttura di delimitazione del canale. Sulle suddette aperture è stata prevista una copertura grigliata amovibile dimensionata per resistere alle azioni comunicate dai mezzi che frequenteranno il piazzale.





con le Amministrazioni Locali, eventuali ampliamenti aggiuntivi in caso di conversione ad uso urbano di aree portuali a confine con la città (Calata Paita e fascia di rispetto).

Funzioni ammesse:

- Funzioni Transitorie: Diportistica-Urbana;
- Funzione caratterizzante: Commerciale;
- Funzione compatibile: Passeggeri;
- Funzioni non compatibili: Industriale.

Con riferimento alla esigenza di garantire la necessaria flessibilità nell'attuazione del Piano, con ampliamenti per circa 140.000 m<sup>2</sup> di nuovi piazzali relativi al terzo bacino portuale (Tav. A. 06 del PRP), si ritiene ammissibile una flessibilità nella configurazione dei riempimenti esistenti, il tutto come già indicato all'art.6 "funzione commerciale". Per quanto attiene lo sviluppo progettuale, i parametri edilizi e le modalità attuative si rimanda a quanto previsto all'Art.11.3.1 "funzione commerciale".

Di seguito uno stralcio dell'Art.11.3.1 sopraindicato:

- "Funzione commerciale-Appartengono a tale categoria tutte le attività, connesse con il trasporto marittimo, di servizio ai vettori e dalle merci.

*Le attività consentite sono:*

- container;
- rinfuse liquide e solide;
- merci convenzionali;
- stoccaggio;
- manipolazione;
- distribuzione merci.

*Le opere realizzabili sono: opere di protezione, moli, banchine, nuovi accosti, terminal container, relative attrezzature per il carico scarico delle merci, magazzini, piazzali deposito merci, uffici, alloggi per custode, aree scoperte e parcheggi, strade ed opere ferroviarie.*

*La configurazione degli spazi e degli accosti dovrà essere connessa con la tipologia ed i volumi dei traffici prodotti ...".*

### 7.5 PIANO URBANISTICO COMUNALE

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) prevede per l'area oggetto dell'intervento una destinazione d'uso legata al "porto commerciale" (art.25/a).

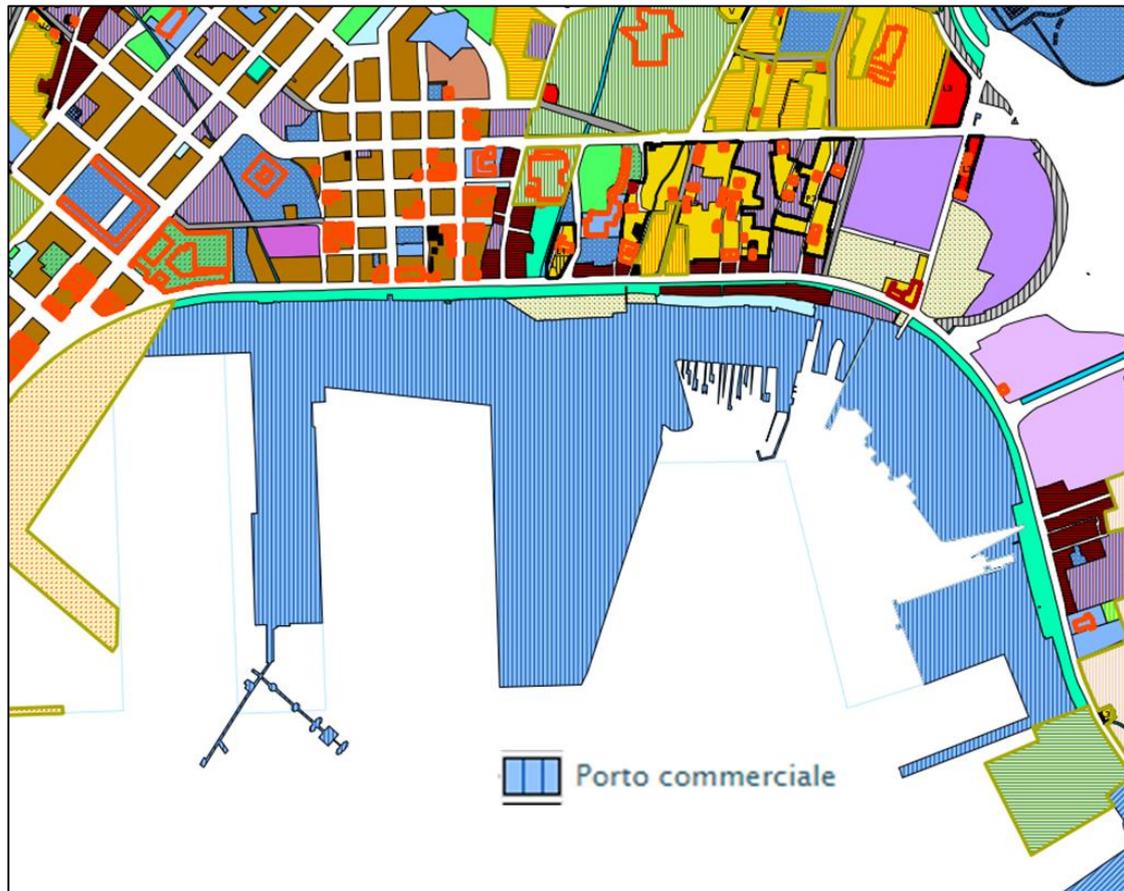


Figura 7.10. Piano Urbanistico Comunale

## 8 VINCOLI SULL'AREA

L'area oggetto di intervento è soggetta ad alcuni vincoli che non contrastano con il progetto in studio.

I vincoli sono i seguenti.

- Fascia di rispetto del reticolo idrografico
- D.P.R.753/80 Aree ferroviarie
- Fasce di inondabilità - Fascia A - Pericolosità idraulica molto elevata Pi3
- Pericolosità idraulica:
  - molto elevata-Aree inondabili con Tr = 30 anni;
  - media-Aree inondabili con Tr = 200 anni;
  - bassa- Aree inondabili con Tr = 500.
- Pericolosità sismica, input di base:
  - vita nominale dell'opera: 50 anni;
  - classe d'uso dell'opera: III (coefficiente d'uso 1,5);Il periodo di riferimento da considerare (VR) è quindi pari a 75 anni.
- Il Codice dei beni culturali e paesaggistici individua per l'area d'intervento il vincolo ai sensi dell'art. 142, comma 1 lett. a) e c):
  - tutela, salvaguardia e valorizzazione dei territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia;
  - tutela, salvaguardia e valorizzazione della fascia di rispetto dei fiumi (150 metri):  
Torrente Vecchia Dorgia e Torrente Cappelletto.

## 9 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

Lo stato dei luoghi su cui è prevista la realizzazione del nuovo terminale contenitori è attualmente rappresentata dalla banchina posta alla radice est del molo Fornelli, dal bacino della Marina del Canaletto e dalla Calata Ravano (Figura 9.1).



**Figura 9.1. Vista dell'area di intervento allo stato attuale**

Per quanto riguarda il bacino della Marina del Canaletto, in passato occupato dalle attrezzature per l'ormeggio ed il ricovero delle imbarcazioni da diporto, è già stata attuato da parte della AdSP lo spostamento di tutte le imbarcazioni presenti presso un'altra struttura realizzata nel golfo della Spezia (molo Pagliari) ed è già stato aggiudicato l'appalto per i lavori di rimozione di tutte le infrastrutture presenti, sia a terra che a mare, ed è stato dato incarico per la bonifica bellica dei fondali in modo da permettere la realizzazione del nuovo piazzale.

Della infrastruttura alla radice est del molo Fornelli, oltre al tombamento del torrente Vecchia Dorgia, è stato realizzato solo il muro di banchina completo di trave di coronamento con alloggiamento della via di corsa della gru di banchina e la predisposizione per l'alimentazione elettrica (canaletta di acciaio inox con nastro panzerbelt), la struttura

di contenimento a palancole del terrapieno a tergo lato bacino del Canaletto ed il riempimento tra i palancole fino a quota +1.00 m s.l.m.m. circa con materiale arido senza realizzare alcun intervento di consolidamento dei terreni poco consistenti sottostanti. Manca ancora da realizzare tutto il pacchetto di pavimentazione e la via di corsa lato terra della gru di banchina compresa la relativa struttura di fondazione.

La banchina è stata progettata considerando una quota dei fondali pari a -13 m s.l.m.m., superiore di quella prevista nel PRP vigente (-15.00 m s.l.m.m.) e assunta a base del presente progetto. Infine il carico corrispondente al passaggio della gru di banchina (ASC) è stato assunto pari a pari a 600 kN/m inferiore di quello considerato nel presente progetto (1000 kN/m) relativo al passaggio di gru da 25 rows.

Anche la banchina della Calata Ravano, realizzata nei primi anni 2000, è stata progettata considerando una quota dei fondali pari a -13 m s.l.m.m. La trave di coronamento del muro di banchina ospita anche la via di corsa della gru di banchina, ma nei confronti dei carichi verticali la struttura in questo caso è stata progettata considerando un carico dovuto alla presenza delle gru ASC di intensità pari a 400 kN/m, anche in questo caso inferiore di quello considerato nel presente progetto. Infine la via di corsa lato terra della gru di banchina è stata realizzata ad una distanza dal fronte di accosto tale da garantire un interasse tra le due rotaie pari a circa 28,50 m mentre l'interasse tra le rotaie richiesto dalle nuove gru che verranno installate nel nuovo terminal è pari a circa 30,48 m.

Relativamente ai sovraccarichi di piazzale per entrambe le banchine è stato considerato un sovraccarico di intensità pari a 40 kN/m<sup>2</sup> nella fascia di terrapieno compreso tra le due vie di corsa delle gru di banchina mentre per il piazzale a tergo è stato considerato un sovraccarico di intensità pari a 60 kN/m<sup>2</sup>.

Infine è necessario sottolineare che il piazzale operativo della Calata Ravano negli anni ha subito diffusi cedimenti che hanno compromesso il regolare deflusso delle acque meteoriche, pertanto tali impianti dovranno abbandonati e ricostruiti ex novo.

Il piazzale della Calata Ravano è inoltre attraversato da un canale tombato, che raccoglie e convoglia a mare le acque del Fossamastra e del Canale Montecatini, del quale una parte (I stralcio funzionale) è stata realizzata nel 2001 in occasione della costruzione del piazzale ed una parte (II stralcio funzionale) è in corso di realizzazione. Anche in questo caso l'impalcato di copertura e le strutture che costituiscono le pareti del canale (palancole



metalliche) dell'opera realizzata nel 2001 sono state dimensionate considerando la presenza di n°4 file di contenitori a pieno carico che corrisponde alla condizione di 5 file considerando un carico medio pari al 80% di quello massimo. Peraltro in tutti questi anni sopra la struttura in oggetto sono stati impilati contenitori fino alla 5° fila senza alcuna conseguenza sulla struttura che a 20 anni dalla sua costruzione si trova ancora in un ottimo stato di conservazione come si è potuto appurare attraverso una indagine visiva dell'intradosso dell'impalcato.

Nell'ambito degli interventi previsti per la realizzazione del nuovo Terminal oltre alla realizzazione delle nuove opere è stato quindi necessario inserire anche quelle necessarie per adeguare/completare le infrastrutture esistenti alle nuove condizioni di progetto, sia in termini di carichi di esercizio che di quote dei fondali, ed il completo rifacimento degli impianti del piazzale operativo della Calata Ravano la cui funzionalità è stata compromessa dai vistosi cedimenti verificatisi nel tempo.

## 10 INDAGINI PROPEDEUTICHE ALL'INTERVENTO

Per dare avvio alla progettazione delle opere previste nel presente progetto sono state avviate, preventivamente, le seguenti attività volte ad ottenere un quadro dettagliato dello stato dei luoghi.

- Indagini geologico-geotecniche tese: alla definizione del quadro litologico locale, con definizione spinta degli strati caratterizzanti l'area di sedime sulla quale posizionare le strutture; alla definizione del quadro litologico dei fondali antistanti le banchine esistenti.
- Caratterizzazione ambientale dei sedimenti di fondale della Marina del Canaletto;
- Rilievo batimetrico della Marina del Canaletto.
- Rilievo topografico dell'intera area di intervento e di tutte le strutture esistenti.
- Indagine visiva, anche tramite telecamera montata su drone galleggiante, delle strutture esistenti e dello stato dei luoghi e ricostruzione dei disegni di as-built ai fini della verifica delle interferenze.
- Indagini archeologiche e geoarcheologiche.

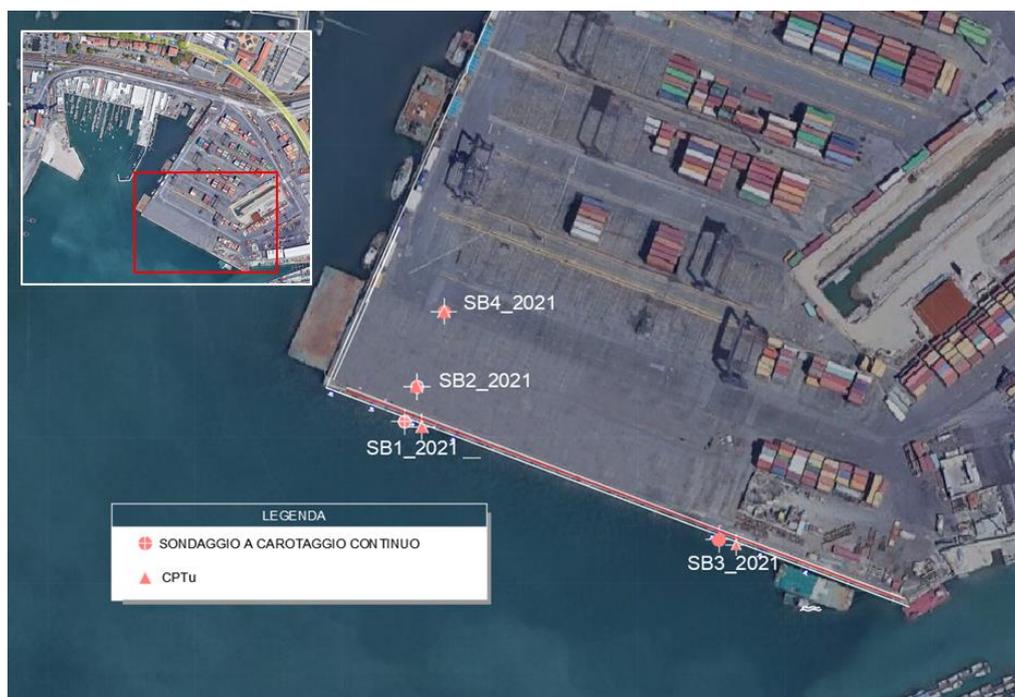
Inoltre, ai fini della redazione delle successive fasi di progettazione, è stata eseguita anche una campagna di indagini conoscitive delle strutture esistenti in accordo al capitolo 8 delle NTC 2018. La campagna si è sviluppata attraverso prove di controllo sulla qualità dei materiali presenti al fine della loro caratterizzazione meccanica ed è stata funzionale alla definizione dei livelli di conoscenza dei diversi parametri coinvolti nel modello (geometria, dettagli costruttivi e materiali) e dei correlati fattori di confidenza utilizzati come ulteriori coefficienti parziali di sicurezza che tengono conto delle carenze nella definizione del modello di calcolo relativo all'adeguamento strutturale. Nel corso della campagna di indagini è stata eseguita la misura dello spessore delle palancole di acciaio dei muri di banchina esistenti con prelievo di campioni per la determinazione delle caratteristiche di resistenza dell'acciaio, il prelievo di campioni delle strutture di c.a. esistenti per la determinazione delle caratteristiche di resistenza, prove non distruttive per la determinazione della resistenza dei materiali, misure della profondità di carbonatazione delle strutture di c.a. e misure con ultrasuoni dello spessore degli elementi strutturali metallici (palancole, profili H e pali).

Si precisa che tutte le suddette indagini e rilievi sono state sviluppate nell'ambito delle precedenti fasi di progettazione e che ai fini della redazione del Progetto Esecutivo non è stato necessario eseguire ulteriori approfondimenti di indagini.

### 10.1 INDAGINI GEOLOGICO-GEOTECNICHE

Considerata l'importanza strategica ed economica delle opere in progetto, pur avendo a disposizione dei dati geognostici relativi a precedenti campagne di indagine relative alle varie fasi di ampliamento dell'area portuale, si è ritenuto opportuno progettare e sviluppare una corposa campagna di indagine specifica per questa fase progettuale. La nuova campagna è stata realizzata in due fasi, la prima, speditiva e limitata alla sola banchina Ravano, nel mese di aprile, la seconda, estesa all'intera area di progetto, fra agosto e novembre 2021.

La **prima fase** della campagna di indagine (aprile 2021) ha previsto la realizzazione di 4 stazioni, tutte localizzate nell'area del molo Ravano e volte principalmente al primo accertamento circa i materiali presenti a ridosso delle strutture del banchinamento esistente e al di sotto del piazzale. In Figura 10.1 si riporta la posizione planimetrica delle stazioni relative a questa fase.



**Figura 10.1. Planimetria delle stazioni della prima fase di indagine.**

La **seconda fase** della campagna (agosto-novembre 2021) ha previsto la realizzazione di n.32 stazioni di indagini, distribuite su tutte le principali aree oggetto di intervento, con lo scopo di ricostituire un quadro conoscitivo del sottosuolo completo ed accurato, adeguato alla complessità delle opere in progetto. In Figura 10.2 si riporta la posizione planimetrica delle stazioni di indagine relative a questa campagna.



**Figura 10.2. Planimetria delle stazioni della seconda fase di indagine.**

Il complesso delle indagini realizzate nel corso delle campagne di indagine 2021 è costituito da:

- n° 36 sondaggi a carotaggio continuo, finalizzati alla ricostruzione stratigrafica delle aree di intervento;
- n° 13 prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH), finalizzate alla determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali di riempimento dei banchinamenti esistenti;
- n° 67 prove penetrometriche dinamiche (SPT) eseguite in foro di sondaggio, finalizzate alla determinazione delle caratteristiche meccaniche dei materiali granulari di riempimento, e a tarare l'interpretazione delle prove DPSH eseguite sui riempimenti;

- n° 33 prove penetrometriche statiche con piezocono (CPTu), finalizzate sia alla ricostruzione stratigrafica, che alla caratterizzazione meccanica dei terreni oltre che all'individuazione degli orizzonti stratigrafici più permeabili presenti nel sottosuolo;
- n° 13 prove con dilatometro piatto di Marchetti (DMT), finalizzate alla determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni di riempimento e dei terreni naturali;
- n° 2 prove pressiometriche con pressimetro Menard (MPM), per la misurazione della deformabilità e della resistenza dei terreni in sito;
- n° 12 prove scissometriche in foro (Vane Test), finalizzate alla misurazione della resistenza non drenata dei fanghi di fondale;
- n° 3 prove Down – Hole, finalizzate determinazione della categoria di sottosuolo ai fini sismici;
- prelievo di n° 57 campioni indisturbati nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo, finalizzati alla caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni mediante prove di laboratorio. In questa fase progettuale, per ottimizzare le tempistiche, solo una parte dei campioni è stata aperta e sottoposta a prova mentre gli altri sono conservati per eventuali analisi e/o prove integrative;
- prelievo di n° 347 campioni rimaneggiati nel corso dell'esecuzione dei carotaggi a carotaggio continuo, finalizzati alla caratterizzazione fisica dei terreni mediante prove di laboratorio. Come nel caso dei campioni indisturbati, parte dei campioni è stata conservata per eventuali analisi integrative.

Per maggiori dettagli sulle attività di caratterizzazione svolte si rimanda alle relazioni 21 08 PE R102 Indagini geognostiche e geotecniche in sito, 08 PE R103 Indagini geofisiche, 08 PE R103 Prove geotecniche di laboratorio e agli elaborati grafici “21 08 PE TQ01 ÷ TQ05”.

## 10.2 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE, CHIMICO-FISICA E MICROBIOLOGICA

I fondali del porto di La Spezia ricadono nel perimetro del Sito di Interesse Regionale di Pitelli.

Nel 2005, quando il sito di Pitelli era ancora un Sito di Interesse Nazionale, l'ICRAM sulla base dei risultati di campagne di indagine eseguite nel 2002 e nel 2003 ha redatto il Progetto Preliminare di bonifica dell'intera area del S.I.N. di Pitelli che comprendeva anche l'area della Marina del Canaletto.

Visto il notevole tempo trascorso dalla redazione del Progetto Preliminare di bonifica e considerato che nel frattempo per effetto della trasformazione del sito di Pitelli da interesse nazionale a interesse regionale la competenza è passata alla Regione Liguria si è proceduto alla nuova caratterizzazione ambientale dei sedimenti della Marina del Canaletto.

La caratterizzazione è stata eseguita sulla base del Piano di Caratterizzazione approvato dalla Regione Liguria in sede di conferenza di servizi decisoria del 10/08/2021.

La superficie della Marina del Canaletto è stata suddivisa in 19 maglie di dimensioni 50 m x 50 m, all'interno di ciascuna maglia è stato eseguito il prelievo di una carota di sedimento della lunghezza di 2 m.



**Figura 10.3. Planimetria Piano di caratterizzazione 2021.**

Ciascuna delle 19 carote è stata suddivisa in tre livelli, un livello superficiale dello spessore di 50 cm (livello 0-50), un livello intermedio da 50 cm ad 1 m di profondità (livello 50-100) e un livello profondo da 1 m fino a 2 m di profondità (livello 100-200).

Su ciascun campione sono state effettuate le seguenti analisi.

- **Analisi Fisiche:** granulometria per via meccanica (scala Wentworth passante  $\frac{1}{2}$  phi), colore.
- **Analisi Chimiche:** mercurio, cadmio, piombo, arsenico, cromo totale, rame, ferro, nichel, zinco, alluminio, vanadio, Carbonio Organico Totale, Idrocarburi C>12, Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorobifenili (PBC), Pesticidi organo clorurati, Composti organostannici, Diossine e furani, PCB diossina simili.
- **Analisi ecotossicologiche:** Saggio biologico su sedimento con *Vibrio fischeri*, saggio biologico su elutriato con *Phaeodactylum tricornutum*, saggio biologico su elutriato *Paracentrotus lividus* (embriotossicità). Per una migliore rappresentatività della classificazione ecotossicologica, su richiesta del committente e su campione di elutriato congelato, è stata condotta anche la determinazione della risposta della specie *Vibrio fischeri* su fase liquida.

Per maggiori dettagli sulle attività di caratterizzazione svolte si rimanda all'elaborato "21 08 PE R004 Relazione sulla gestione dei sedimenti".

### 10.3 INDAGINI ARCHEOLOGICHE

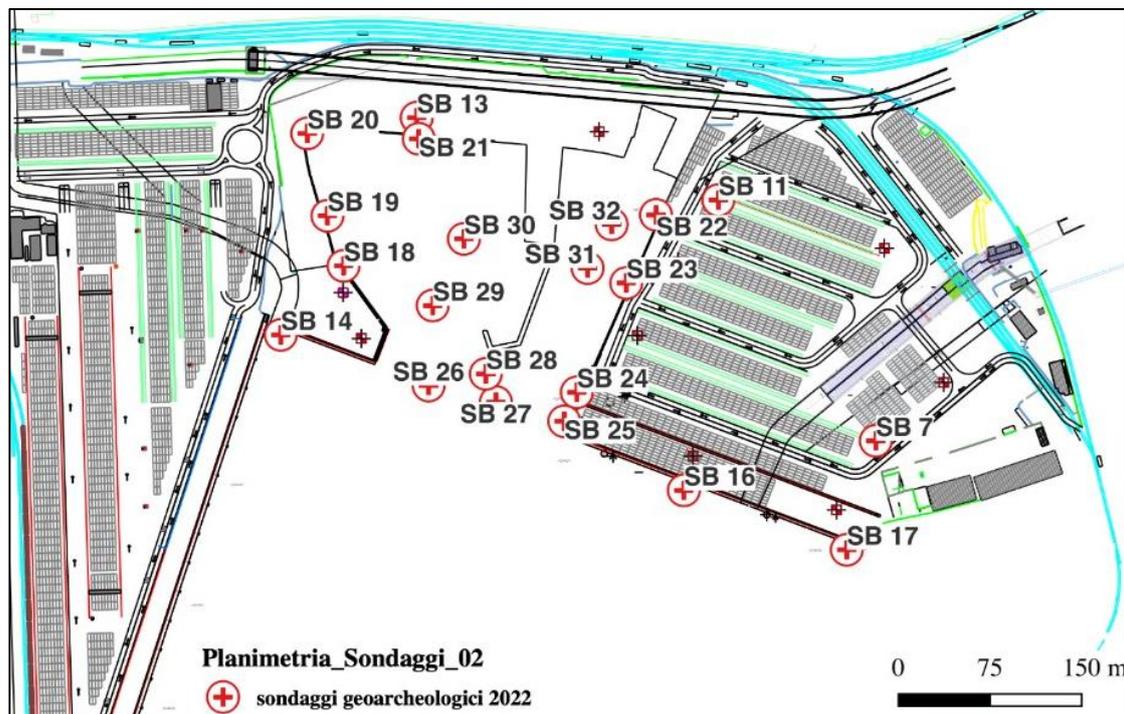
Nel corso della Conferenza dei Servizi a seguito di una richiesta della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Città metropolitana di Genova, al fine di fornire indicazioni affidabili per ridurre il grado di incertezza relativamente alla sussistenza di eventuali beni o depositi archeologici interrati e nel definire il livello di rischio circa la possibilità di effettuare ritrovamenti archeologici nel corso dei lavori in oggetto, sono stati eseguiti indagini e studi integrativi che hanno consentito di ricostruire nel dettaglio la situazione nell'area di intervento con un focus sull'area a mare della Marina del Canaletto. In particolare sulla base dei risultati di una lettura archeologica dell'indagine stratigrafica mediante sub botton profiler, integrata dal rilievo 2021 del fondale mediante Side Scan Sonar e di un aggiornamento delle ricerche bibliografiche e d'archivio, sono state elaborate delle tavole di sovrapposizione tra la situazione attuale e la cartografia antica.

L'area di intervento nel giugno 2022 è stata inoltre oggetto di una verifica archeologica diretta tramite survey subacquea, integrata da videoriprese, eseguita da archeologi subacquei, che ha evidenziato l'assenza di tracce evidenti che possano indicare l'esistenza di presenze archeologiche latenti, ipoteticamente messe a rischio dai lavori in oggetto.

Inoltre, come da prescrizione della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Città metropolitana di Genova, nel maggio 2022 è stata effettuata una lettura geoarcheologica dei carotaggi eseguiti nel 2021 nell'area di interesse, descritti in precedenza (vedi paragrafo 10.1).

Dei 32 carotaggi realizzati nell'area ne sono stati scelti solo 21, di cui 18 realizzati in mare e tre su terra (v. Figura 10.4).

La lettura geoarcheologica dei carotaggi effettuati a fini geotecnici, ha permesso di individuare una successione di ambienti che si sono alternati nel golfo di La Spezia con modifiche anche sostanziali della morfologia della zona.



**Figura 10.4. posizionamento dei carotaggi**

Sulla base dei risultati delle suddette indagini e studi è stata quindi eseguita una valutazione, articolata per gradi, del rischio dell'impatto delle opere in progetto sul patrimonio archeologico del territorio analizzato.

La valutazione è stata strutturata in quattro gradi di rischio (alto, medio, basso e nullo) concernenti rispettivamente le possibilità che le opere, così come progettate, possano andare a intercettare, tangere, essere vicine o non interessare affatto aree in cui, nel corso di questa indagine, è stata riscontrata la presenza di evidenze archeologiche.

A conclusione della valutazione è stato assegnato all'area di progetto un grado di **rischio assoluto Medio**, per lo specchio acqueo interessato dall'intervento.

Per quanto riguarda le opere in progetto e il loro impatto sul paesaggio, sono stati reputati significativi i seguenti aspetti.

- Impatto sulla stratificazione delle perforazioni puntuali che saranno svolte per l'infissione dei pali.
- Assenza di evidenze archeologiche emergenti dal fondale nell'area di progetto.
- Scarsa potenza degli strati di formazione marina potenzialmente interessanti dal punto di vista archeologico.
- Area d'intervento parzialmente dragata in passato.

Dunque per quel che concerne esclusivamente l'area oggetto dei lavori, si è deciso di assegnare un grado di **rischio relativo BASSO**, poiché non può essere esclusa in maniera aprioristica la possibilità che i lavori di escavazione previsti per la posa della palificata possano interferire con depositi archeologici presenti, anche se difficilmente in giacitura primaria.

Tale valutazione è stata condivisa dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio della Città metropolitana di Genova che in sede di CdS ha espresso parere favorevole al progetto.

## 11 INQUADRAMENTO METEOMARINO

Per inquadrare dal punto di vista meteomarinario il sito in esame si è fatto riferimento agli studi effettuati nel 2019 dalla Modimar S.r.l. per conto della Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale che vengono di seguito sintetizzati.

### 11.1 ESPOSIZIONE GEOGRAFICA

Il paraggio costiero di La Spezia è situato sulla costa occidentale della penisola italiana che si affaccia sul Mar Ligure Orientale (vedi Figura 11-1) quindi geograficamente esposto in prevalenza agli eventi di moto ondoso provenienti dal II° e dal III° quadrante (SudEst e SudOvest).

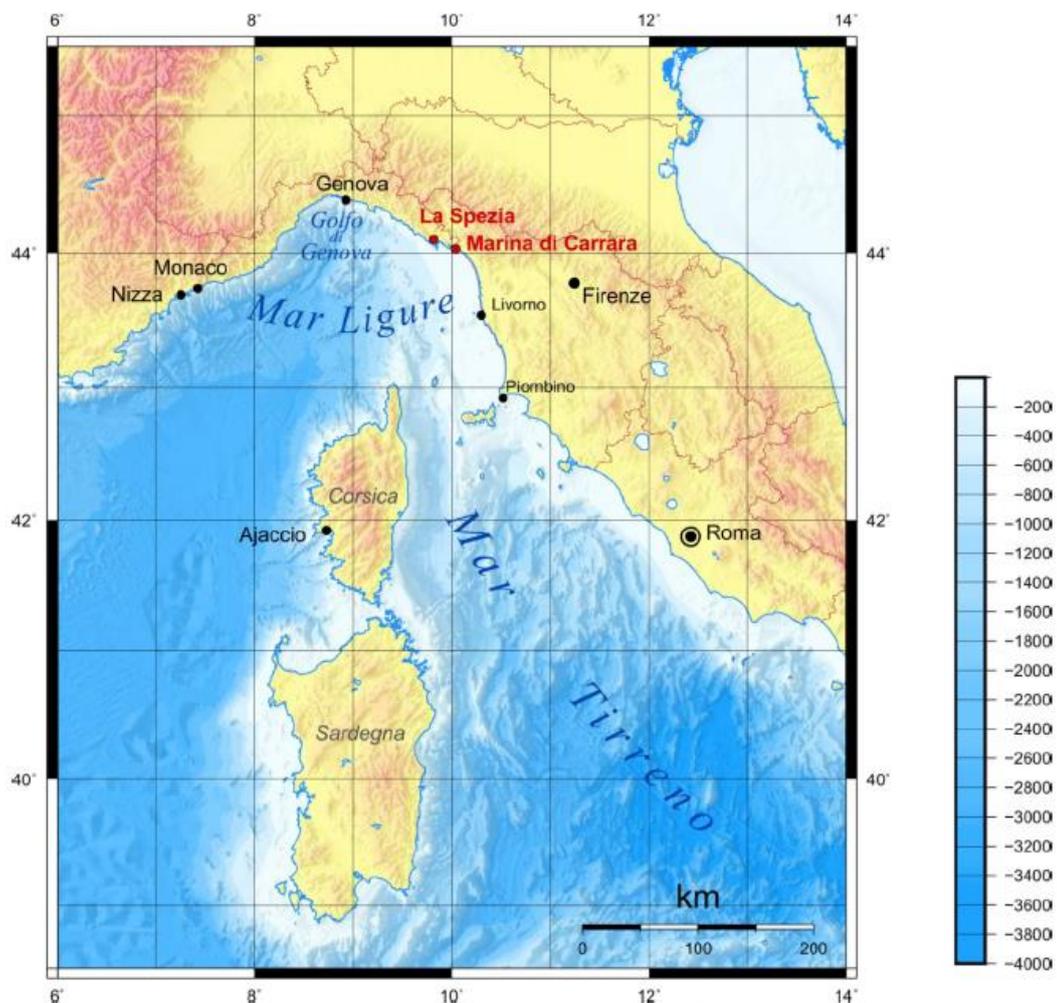
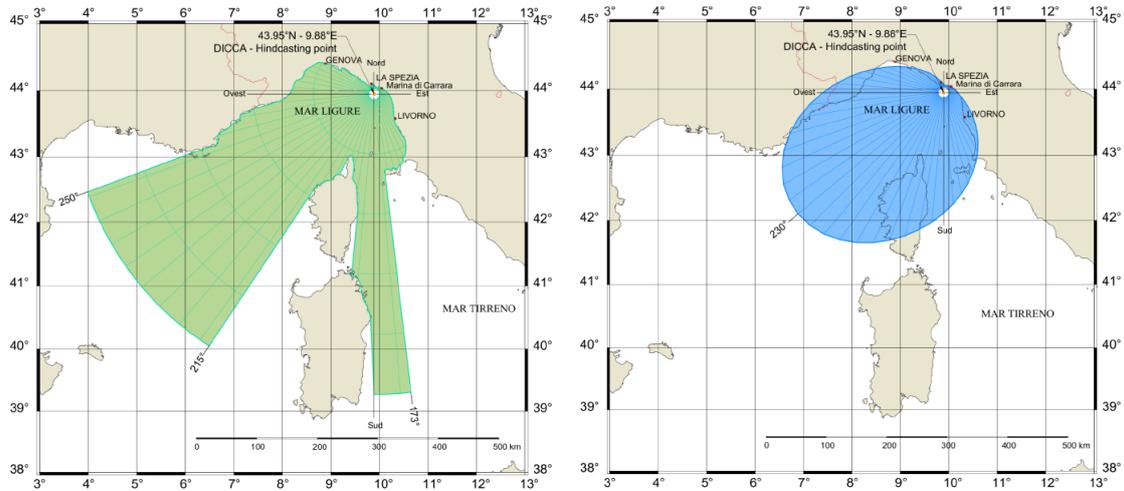


Figura 11-1 – Inquadramento geografico di La Spezia

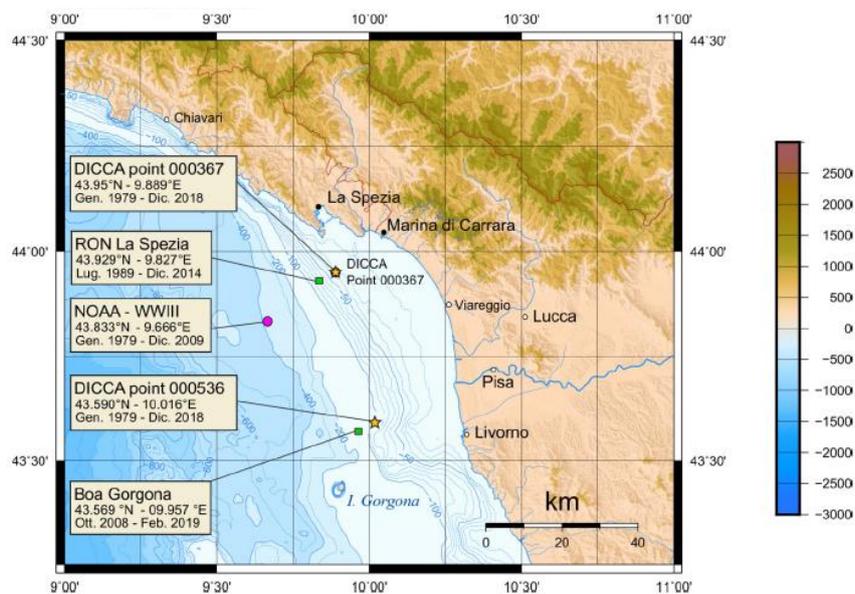


**Figura 11-2 - Fetch geografici (sinistra) ed efficaci (destra) a largo della rada di La Spezia.**

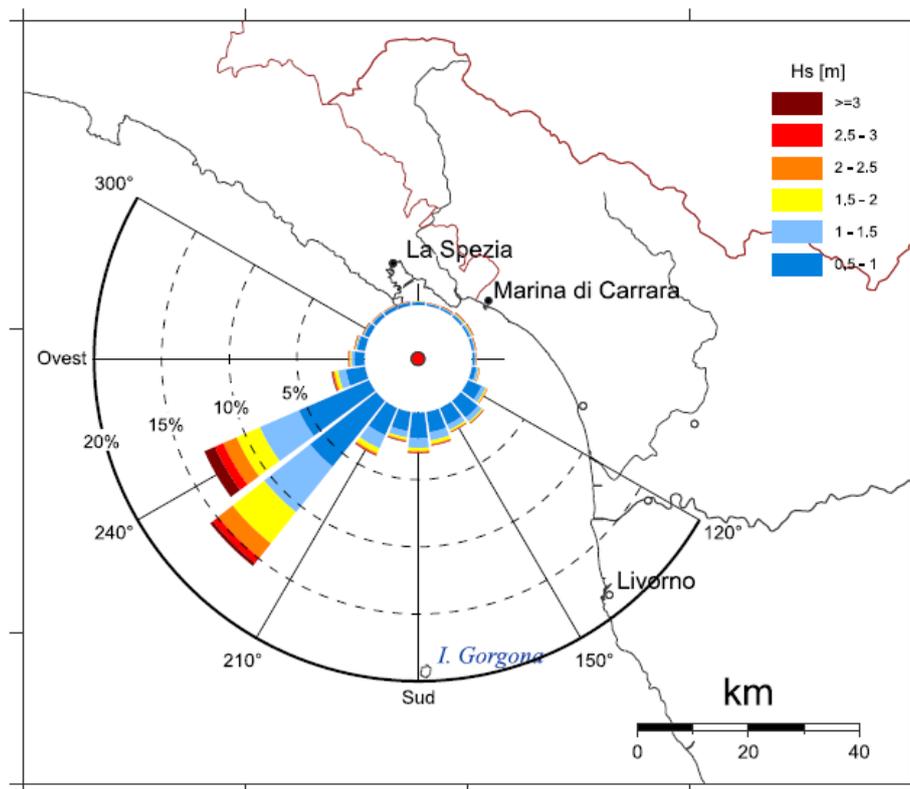
Nella Figura 11-2 sono riportati i “fetch” geografici ed efficaci dai quali si evince che la traversia potenziale “potenziale” è costituita dal moto ondoso proveniente da Libeccio.

## 11.2 CLIMA ONDAMETRICO A LARGO

Nella Figura 11-3 sono riportate le sorgenti di dati di moto ondoso esaminate, in particolare il punto DICCA 000367 (Università degli Studi di Genova) utilizzato per definire il clima ondametrico a largo sulla base della serie storica oraria ricostruita in ri-analisi avente durata di 39 anni (1979-2018).



**Figura 11-3 - Inquadramento geografico del Mar Ligure Orientale con indicazione del punto di ricostruzione del moto ondoso DICCA 000367 (43.95°N-9.88°E) utilizzato per la definizione del clima di moto ondoso al largo.**



**Figura 11-4 - Clima ondametrico medio annuale a largo ricostruito sulla base della serie storica del punto DICCA 000367**

Il clima ondametrico medio annuale calcolato sulla base della serie storica è riportato nella Figura 11-4. Il diagramma polare conferma che le onde di maggiore altezza e di prevalente frequenza provengono da Libeccio. La traversia secondaria, che penetra più facilmente nella rada di La Spezia, è costituita dal moto ondoso proveniente dal II quadrante (Scirocco).

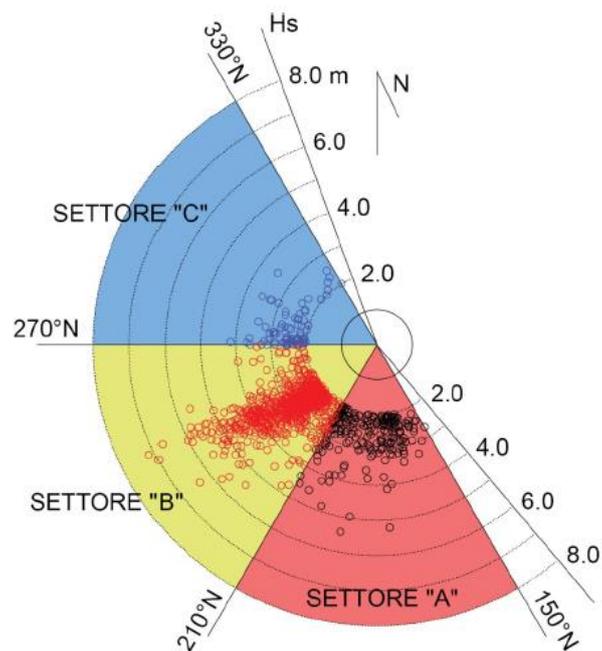
### 11.3 ONDE ESTREME A LARGO

L'analisi statistica dei valori estremi di moto ondoso estratti dalla suddetta serie storica, opportunamente calibrati sulla base del confronto con i dati misurati dalla boa RON di La Spezia, ha permesso di valutare le condizioni di moto ondoso in funzione del tempo di ritorno riportate in Tabella 11-1

Nel diagramma polare di Figura 11-5 sono riportate le caratteristiche del moto ondoso (Hs altezza d'onda significativa e direzione di provenienza) raggiunte al culmine di ciascuna mareggiata ricostruita a largo di La Spezia.

Sono stati individuati tre distinti settori di provenienza del moto ondoso: un settore di traversia principale compreso tra 210 °N e 270 °N, e due secondari compresi tra 150 °N e

210 °N e tra 270 e 330°N. Per ogni settore di traversia è stata trovata la legge di correlazione tra altezza significativa e periodo di picco che ha permesso di associare alle altezze d'onda estreme il periodo di picco proprio della mareggiata. Data l'esposizione della Rada di La Spezia le condizioni di moto ondoso più sfavorevoli per la penetrazione del moto ondoso all'interno della Rada dalle imboccature portuali, sono rappresentate dagli stati di mare provenienti dal settore 150 -210 °N.



**Figura 11-5 - La Spezia largo - distribuzione direzionale dei valori estremi registrati al culmine delle mareggiate per settori di provenienza.**

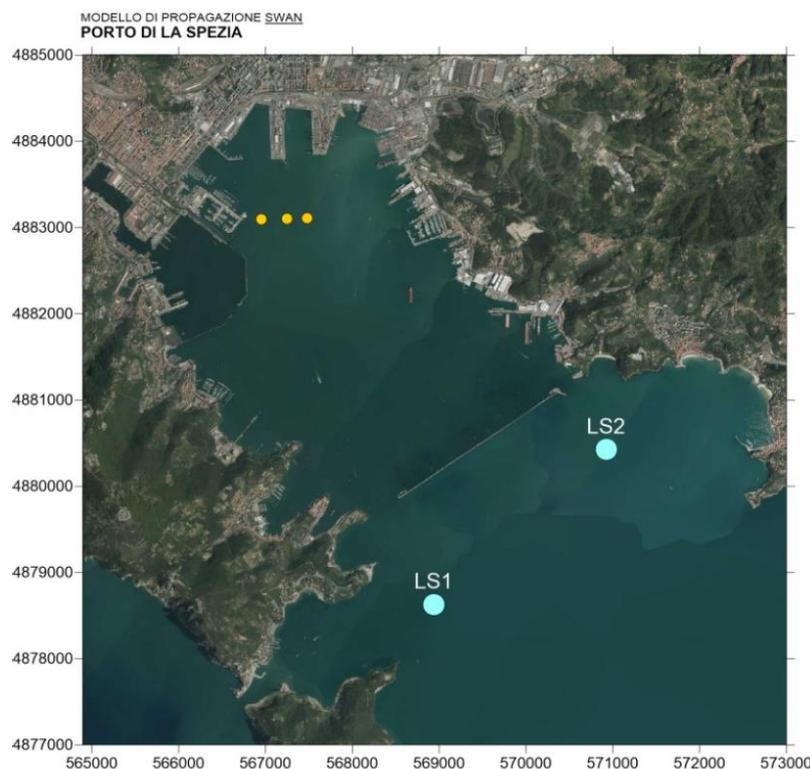
**Tabella 11-1 - Eventi estremi di moto ondoso al largo di La Spezia in funzione del tempo di ritorno Tr.**

Tempo di ritorno	Settore 150 - 210 °N		Settore 210 - 270 °N		Settore 270 - 330 °N	
	Hs	Tp	Hs	Tp	Hs	Tp
[anni]	[m]	[s]	[m]	[m]	[m]	[m]
2	3.6	9.6	5.4	11.6	2.9	10.0
10	4.6	10.4	6.4	12.0	3.6	10.7
50	5.6	11.0	7.3	12.3	4.3	11.3
100	5.9	11.2	7.7	12.5	4.6	11.5

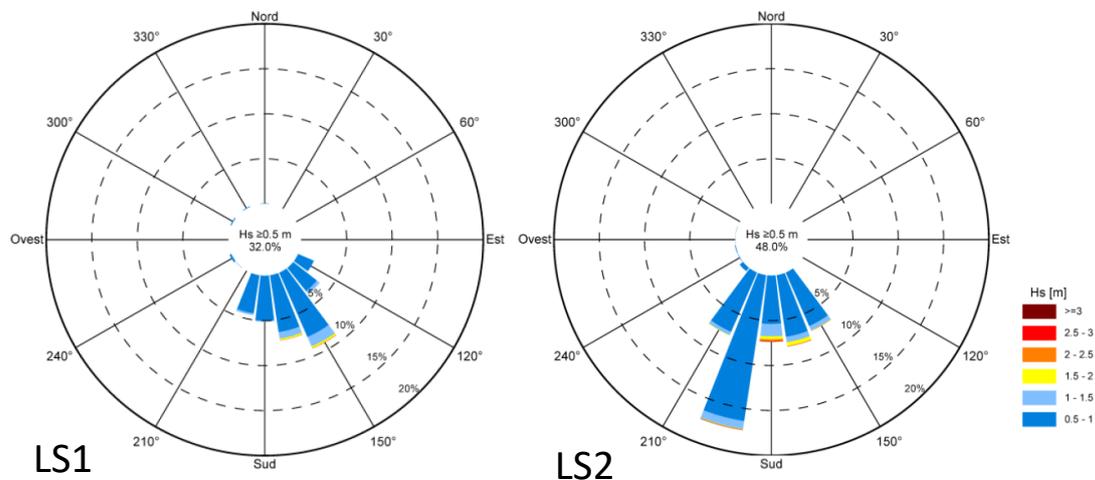
#### 11.4 CONDIZIONI DI MOTO ONDO SO IN PROSSIMITÀ DELLA RADA DI LA SPEZIA

Nell'ambito dello Studio Meteomarinario è stato applicato il modello numerico di propagazione del moto ondoso SWAN per trasferire il clima di moto ondoso al largo, definito sulla base di una successione di stati di mare e di vento aventi ciascuno una determinata frequenza di accadimento, in due punti sottocosta localizzati all'esterno della diga foranea che delimita la Rada di La Spezia, in prossimità del "Passo di Levante" e del "Passo di Ponente" (vedi Figura 11-6). Il regime di moto ondoso ottenuto nei punti LS1 ed LS2 a seguito dell'applicazione del modello numerico SWAN è mostrato nelle rose polari di distribuzione di Hs riportate in Figura 11-7.

Il paragone tra i grafici polari di Figura 11-7 con quello di Figura 11-4, mostra chiaramente come le due imboccature portuali siano fortemente schermate dal moto ondoso incidente e in particolare come lo sia quella di ponente (vedi punto LS1).



**Figura 11-6 - Ubicazione dei punti di calcolo utilizzati per definire le condizioni di moto ondoso nei punti LS1 e LS2 posti in prossimità della Rada di La Spezia.**



**Figura 11-7 - Clima di moto ondoso all'esterno della Rada di La Spezia ottenuto nei punti LS1(sinistra) ed LS2(destra) a seguito dell'applicazione del modello numerico SWAN per la propagazione del clima di moto ondoso al largo.**

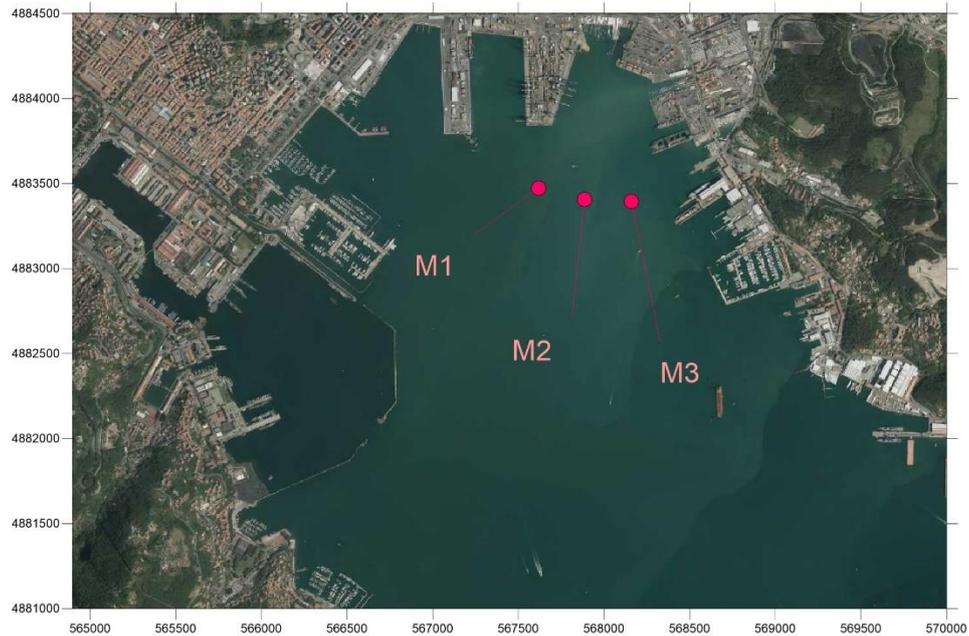
### 11.5 CLIMA ONDAMETRICO ALL'INTERNO DELLA RADA DI LA SPEZIA

Sfruttando le condizioni di moto ondoso ottenute nei punti di calcolo LS1 ed LS2 grazie alla propagazione sottocosta con SWAN è stato possibile definire al contorno della griglia di calcolo una condizione variabile nello spazio. In questo modo è stato possibile tenere conto nelle simulazioni delle diverse condizioni di moto ondoso che si possono realizzare alle due imboccature della rada.

Seguendo la stessa procedura di calcolo adottata per il trasferimento del moto ondoso da largo sotto costa adottata nello studio S1, sono state effettuate numerose simulazioni per propagare i 105 stati di mare, rappresentativi del clima di moto ondoso al largo all'interno della rada, ricostruendo una serie sintetica costituita da 350635 stati di mare.

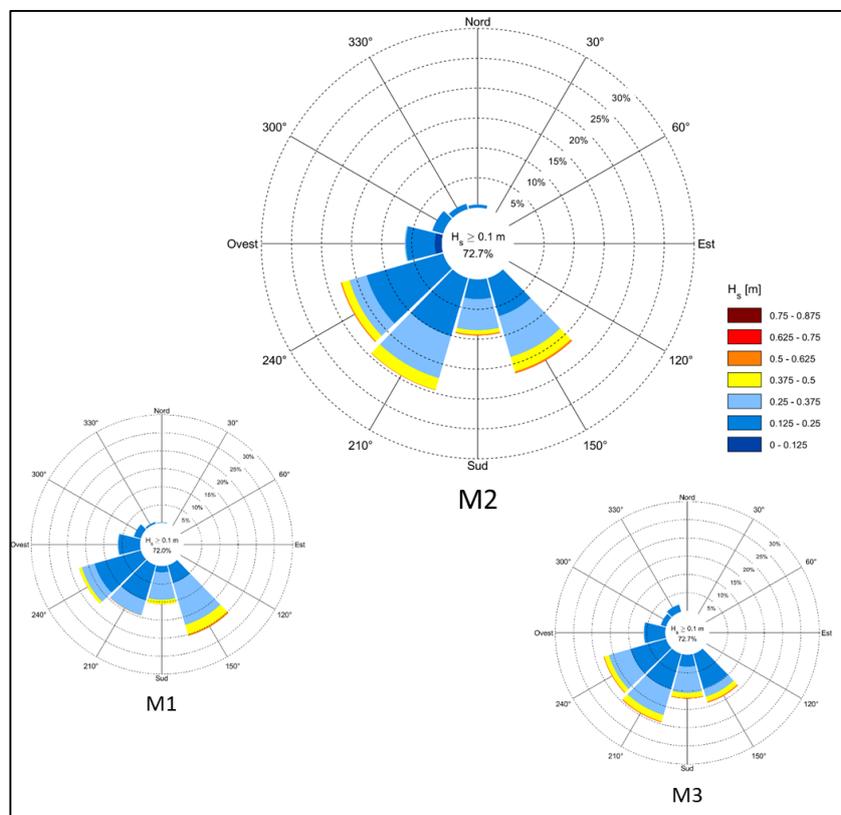
Le simulazioni sono state condotte abbinando ad ogni stato di mare un campo di vento uniforme del quale intensità e direzione di provenienza sono state definite sulla base dei dati di moto ondoso e vento in ricostruzione forniti dal DICCA e della corrispondenza direzione vento/mare ottenuta con il calcolo dei fetch efficaci.

I risultati delle simulazioni sono stati estratti in 3 punti di calcolo, M1, M2 e M3, posti all'esterno del Terzo Bacino Portuale (vedi Figura 11-8) che ricadono su fondali rispettivamente di -17.0 m, -15.4 m, -13.9 m.



**Figura 11-8. Punti di ricostruzione del moto ondoso all'interno della Rada di La Spezia.**

Nella Figura 11-9 è riportata la distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso ricostruiti con il modello SWAN nei punti M1, M2 e M3.



**Figura 11-9. Distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso ricostruiti con il modello SWAN nei punti M1, M2 e M3 in prossimità del Terzo Bacino del Porto di La Spezia.**

Il punto M1, rispetto ai punti M2 e M3, presenta una minore presenza di eventi di libeccio. L'area di generazione verso SudOvest per il punto M1 è infatti limitata dalla diga foranea dell'arsenale militare, di conseguenza si riscontra una minor presenza di stati di mare provenienti da 210-240 °N.

Viceversa il punto M3 risulta più ridossato nei confronti degli stati di mare provenienti da scirocco rispetto ai punti M1 e M2 per i quali si osserva una maggiore frequenza di accadimento per gli stati di mare provenienti da 150°N.

#### 11.6 EVENTI ESTREMI DI MOTO ONDOSO ALL'INTERNO DELLA RADA DI LA SPEZIA.

Per la definizione delle condizioni di moto ondoso in prossimità del Terzo Bacino del porto di La Spezia associate ad eventi estremi con tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni sono state effettuate delle simulazioni supplementari con il modello SWAN.

Nelle simulazioni si è tenuto conto anche del sovralzato e della generazione del moto ondoso dovuta al vento, che risulta dominante all'interno della rada di La Spezia.

In termini di propagazione degli stati di mare all'interno della rada di La Spezia, il settore 150-210 °N, pur essendo associato ad altezze d'onda al largo minori rispetto al settore 210-270°N, è quello che determina una maggiore agitazione residua all'interno della rada, pertanto è stato preso come riferimento per la definizione delle condizioni di moto ondoso all'interno del Terzo Bacino Portuale.

Nella Tabella 11-2 sono riportati i risultati ottenuti per i tempi di ritorno di 2, 10, 20, 50 e 100 anni, per i punti M1, M2 e M3 insieme ai corrispondenti valori ottenuti al largo e per i punti LS1 e LS2.

**Tabella 11-2. Risultati delle simulazioni condotte con il modello SWAN nei punti di controllo**

Tr = 2 anni	Depth [m]	H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	T <sub>m</sub> [s]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	Dir [°N]	DSPR [°]
<b>AL LARGO</b>	24.4	3.60	9.6	5.9	7.3	170	30
<b>LS1</b>	15.7	2.20	10.0	5.3	7.0	159	25
<b>LS2</b>	11.9	2.79	10.0	6.6	8.1	172	22
<b>M1</b>	17.0	0.82	10.0	2.5	3.6	155	31
<b>M2</b>	15.4	0.78	10.0	2.4	3.6	156	33
<b>M3</b>	13.9	0.78	10.0	2.5	3.8	167	29
<b>Tr = 10 anni</b>		H <sub>s</sub> [m]	T <sub>p</sub> [s]	T <sub>m</sub> [s]	T <sub>m-1,0</sub> [s]	Dir [°N]	DSPR [°]



<b>AL LARGO</b>	24.5	4.60	10.4	6.6	8.0	170	30
<b>LS1</b>	15.9	2.85	10.0	5.9	7.7	159	25
<b>LS2</b>	12.0	3.71	10.0	7.4	8.9	172	21
<b>M1</b>	17.1	1.04	3.3	2.8	3.9	155	30
<b>M2</b>	15.5	0.97	10.0	2.7	3.9	158	32
<b>M3</b>	14.0	0.99	10.0	2.8	4.2	167	28
<b>Tr = 50 anni</b>		$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$T_m$ [s]	$T_{m-1,0}$ [s]	Dir [°N]	DSPR [°]
<b>AL LARGO</b>	24.6	5.60	11.0	7.2	8.6	170	30
<b>LS1</b>	16.0	3.51	10.9	6.6	8.3	159	24
<b>LS2</b>	12.1	4.50	10.9	8.1	9.6	174	20
<b>M1</b>	17.3	1.24	3.6	3.0	4.1	155	29
<b>M2</b>	15.6	1.16	10.9	2.9	4.2	159	31
<b>M3</b>	14.1	1.18	10.9	3.1	4.5	167	27
<b>Tr = 100 anni</b>		$H_s$ [m]	$T_p$ [s]	$T_m$ [s]	$T_{m-1,0}$ [s]	Dir [°N]	DSPR [°]
<b>AL LARGO</b>	24.7	6.0	11.7	7.4	8.8	170	30
<b>LS1</b>	16.0	3.75	10.9	6.8	8.6	160	23
<b>LS2</b>	12.2	4.69	10.9	8.4	9.9	174	20
<b>M1</b>	17.3	1.29	3.6	3.0	4.2	155	29
<b>M2</b>	15.7	1.22	10.9	3.0	4.3	159	30
<b>M3</b>	14.2	1.24	10.9	3.1	4.6	167	27

### 11.7 STUDIO DELL'AGITAZIONE ONDOSA NEL TERZO BACINO PORTUALE ED ANALISI DEGLI EVENTI ESTREMI

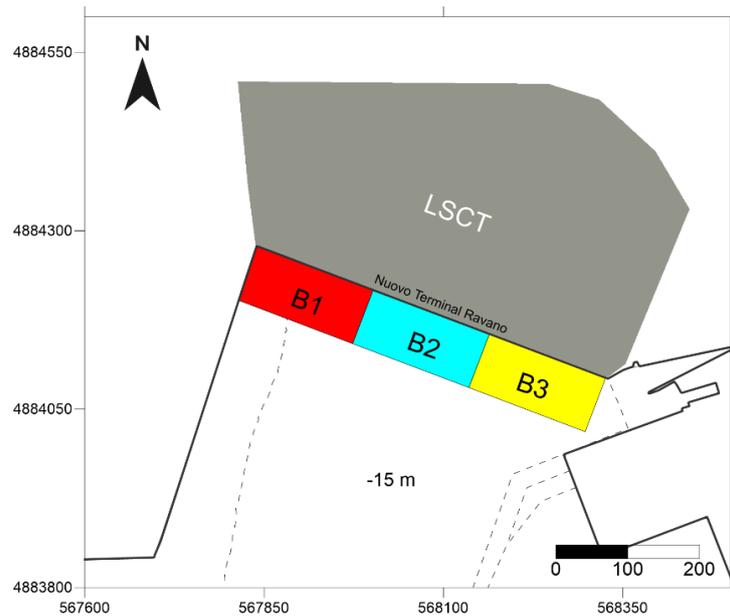
Per studiare la propagazione nel Terzo Bacino Portuale, dove gli effetti combinati di rifrazione, shoaling, diffrazione e riflessione, risultano prevalenti e devono essere simulati contemporaneamente, è stato applicato il modello numerico “phase resolving” CGWAVE per propagare gli stati di mare più rappresentativi precedentemente definiti con il modello SWAN all'esterno dello specchio acqueo del Terzo Bacino.

Sono stati presi in esame solo gli stati di mare incidenti caratterizzati da  $H_s > 0,125$  m provenienti dal settore di traversia 150 – 240 °N che, in relazione alla valutazione dell'agitazione ondoso all'interno del terzo bacino risultano le condizioni di moto ondoso più sfavorevoli.

Complessivamente questi stati di mare sono rappresentativi del 63% del totale degli eventi di moto ondoso che mediamente si presentano all'esterno del terzo bacino portuale.

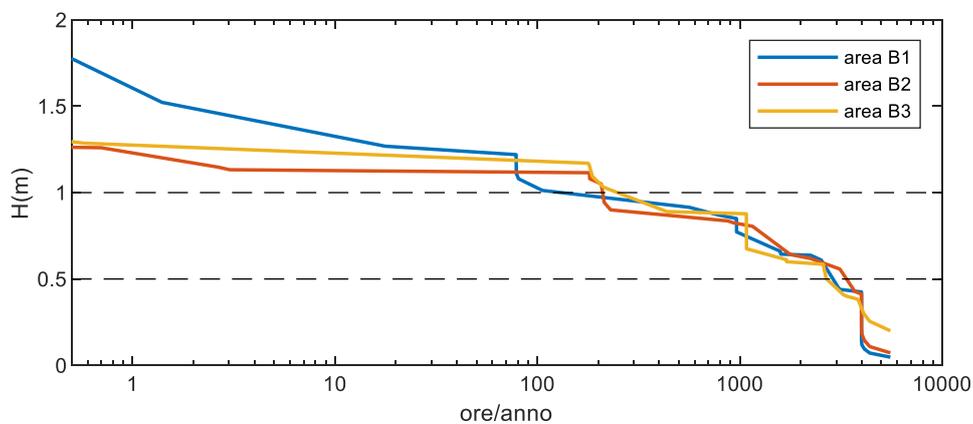
Con riferimento alla Figura 11-10, dove è rappresentata la configurazione di progetto del Nuovo Terminal Ravano, sono state individuate 3 aree di riferimento, poste in corrispondenza della nuova banchina, di larghezza 80 m e lunghezza 173 m, per il calcolo dell'altezza d'onda.

La discretizzazione spaziale del dominio di calcolo assicura che all'interno delle aree di riferimento siano presenti diverse centinaia di nodi.



**Figura 11-10 –Aree di riferimento per il calcolo dell'agitazione ondosa**

Il grafico di Figura 11-11 riporta la durata cumulata dell'altezza d'onda all'interno delle tre aree prese in esame.



**Figura 11-11. Durata cumulata dell'altezza d'onda ottenuta all'interno delle tre aree B1, B2 e B3 prospicienti al Nuovo Terminal Ravano.**

In relazione agli stati di mare estremi, la ricostruzione dello spettro sintetico di moto ondoso con il modello CGWAVE, ottenuta per sovrapposizione degli effetti, ha permesso di valutare con accuratezza le condizioni di moto ondoso attese in banchina per eventi con tempo di ritorno pari a 2, 10, 50 e 100 anni.

A tal riguardo nella seguente tabella riepilogativa, per le diverse aree di interesse B1, B2 e B3, sono riportati i valori di altezza d'onda significativa ottenuti dalla sovrapposizione delle 5 onde componenti con cui è stato suddiviso lo spettro sintetico di moto ondoso.

Gli stati di mare estremi ricostruiti all'interno della rada risultano dispersi in frequenza e direzione e rappresentano pertanto una condizione di mare irregolare di tipo "incrociato", con onde corte e onde di lungo periodo che si sovrappongono.

In prossimità delle banchine, a causa dell'amplificazione delle onde di breve periodo dovuta alla riflessione, il picco di energia risulta associato in maggior misura al periodo di 3 secondi (circa il 60-75% dell'energia), le componenti di periodo 6 secondi contengono circa il 15-20% dell'energia, mentre le onde di periodo superiore (9-11 s) costituiscono circa il 5-15% del totale. La direzione di provenienza prevalente risulta 180°, a cui si sovrappongono onde provenienti da 135°N.

**Tabella 11-3. Valori dell'altezza d'onda significativa risultante nelle aree di interesse B1, B2 e B3 per tempi di ritorno 2, 10, 50 e 100 anni.**

	Punto M2 all'esterno del terzo bacino	AREA B1	AREA B2	AREA B3
	Hs (m)	Hs (m)	Hs (m)	Hs (m)
TR 2	0.78	1.16	0.86	0.74
TR10	0.98	1.50	1.09	0.93
TR50	1.14	1.79	1.34	1.16
TR100	1.25	1.84	1.36	1.23

## 11.8 MAREA ASTRONOMICA E METEOROLOGICA

All'interno della Rada di La Spezia, più precisamente sul molo principale di Porto Lotti, è in funzione dal 2010 la stazione mareografica di La Spezia, appartenente alla Rete Mareografica Nazionale gestita da ISPRA. Nella Tabella 11-4 sono riportati i valori

caratteristici della marea astronomica ottenuti sulla base dell'analisi armonica eseguita sui dati di livello registrati dalla stazione mareografica.

La marea astronomica è di tipo misto semidiurno con due alte e due basse maree, di ampiezza diversa. L'ampiezza di marea risulta molto contenuta con escursioni di livello comprese mediamente tra +/-8 cm. Durante le fasi sigiziali si ha un aumento dell'ampiezza della marea che può raggiungere occasionalmente +/-15 cm.

**Tabella 11-4 - Livelli di marea caratteristici nella rada di La Spezia**

Highest Astronomical Tide	HAT	0.22	m
Mean High Water Spring	MHWS	0.13	m
Mean Higher High Water	MHHW	0.09	m
Mean Sea Level	MSL	0.00	m
Mean Lower Low Water	MLLW	-0.08	m
Mean Low Water Spring	MLWS	-0.14	m
Lowest Astronomical Tide	LAT	-0.22	m

Nella Tabella 11-5 è riportata la correlazione tra i tempi di ritorno e il sovrizzo di livello ottenuta sulla base dei residui mareali calcolati sottraendo al segnale di livello misurato dal mareografo la componente astronomica determinata mediante l'analisi armonica.

**Tabella 11-5 - Valori estremi del sovrizzo residuo (marea meteorologica).**

<b>T<sub>r</sub> (anni)</b>	<b>Sovralzo (m)</b>
2	0.53
5	0.61
10	0.68
15	0.72
20	0.74
25	0.76
30	0.78
50	0.83
100	0.89

## 12 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La pianura costiera urbanizzata del Golfo della Spezia, che comprende anche l'area portuale, costituisce una profonda insenatura che rappresenta la porzione sommersa di una depressione morfologica a controllo strutturale (sinclinale), parallela al tratto terminale della Val di Magra, condizionata dalla presenza di importanti faglie ad andamento NO-SE. Nell'area portuale e nella zona retrostante i terreni superficiali sono di origine prevalentemente alluvionale di età quaternaria, poggiati su un substrato triassico, presumibilmente costituito localmente da Quarziti e Filladi. Lo spessore del deposito quaternario risulta molto variabile da zona a zona e comunque sempre maggiore in asse al golfo e crescente in direzione mare. La natura litologica dei terreni è condizionata dall'ambiente di sedimentazione e, pertanto, influenzata dalle ingressioni e regressioni marine per effetto delle oscillazioni climatiche legate ai cicli glaciali e post-glaciali.

Nell'area di intervento sono presenti le unità stratigrafiche del sistema deposizionale del Golfo di La Spezia, costituite da depositi quaternari, sia di prevalente origine marina, che fluvio-lacustre, oltre a terreni di riporto di varia natura messi in posto per la realizzazione delle banchine portuali.

I depositi marini sono costituiti da limi argillosi e sabbie di colore grigio-marrone con numerosi gusci di lamellibranchi e ghiaie sparse, con intercalazioni di argille molli con elevato contenuto organico e livelli di torba.

I depositi fluvio-lacustri sono costituiti da argille, limi e sabbie e, secondariamente, da lenti di ciottolami sabbiosi da sub angolosi ad arrotondati depositi nelle facies di canale.

Dal punto di vista geomorfologico e con riferimento al PAI, l'area di intervento è classificata a rischio geomorfologico e suscettività al dissesto molto bassi.



### 13 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

I depositi fluviali e marini marginali della pianura costiera costituiscono un complesso eterogeneo sotto il profilo della permeabilità e degli spessori.

I depositi marini, prevalentemente limoso- argillosi, presentano una permeabilità pressoché nulla. Dove è presente una minima circolazione idrica la falda è sostenuta dal mare e non scende mai al di sotto del livello di questo.

Anche i depositi fluvio-lacustri sottostanti, per lo più argilloso-sabbiosi con ghiaia eterogenea, presentano nel complesso una bassissima permeabilità fino a profondità di 30 – 50 metri e oltre dal piano campagna. Questi ospitano acque sin-deposizionali e fungono da limite idrogeologico tra la falda superficiale, se presente, e quella profonda. Quest'ultima risiede nelle rocce del substrato e presenta caratteristiche di estrema variabilità in funzione della litologia e dello stato di fratturazione di questo.

Nell'area del Golfo sono presenti risorgive, dette "sprugole", dovute alla risalita di acque dalla falda in pressione nel substrato; tali fenomeni non sono tuttavia segnalati nell'area oggetto di intervento.

## 14 INDAGINI E MODELLO GEOLOGICO

Sulla base di tutte le osservazioni eseguite nel corso delle indagini in sito (campagne di indagini 2021) sono state distinte dall'alto verso il basso le seguenti unità litostratigrafiche principali, ritenute omogenee dal punto di vista granulometrico-tessiturale e genetico.

1. Terreni di riporto in corrispondenza delle banchine esistenti con spessori fino a 15m.
2. Depositi marini attuali e recenti del fondale attuale e presenti al disotto delle colmate già in opera, di spessore compreso tra 1,0m e 9,6m, di natura argilloso-limosa e con abbondante materiale organico.
3. Depositi continentali (alluvionali fluvio-lacustri) di natura prevalentemente limoso-argillosa con intercalazioni di depositi marini e spessore massimo nell'ordine di 6-7m.
4. Depositi continentali (alluvionali fluvio-lacustri) sempre di natura prevalentemente limoso-argillosa e spessori variabili con massimi anche superiori a 20m.
5. Depositi continentali (alluvionali fluvio-lacustri e di spiaggia emersa) di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa; i sondaggi spinti fino a ~ -58 m slm non hanno rinvenuto la base di tali depositi. Lo spessore di tale unità risulta superiore a 30m.

## 15 INQUADRAMENTO SISMICO

L'area di intervento ricade nel territorio del Comune di La Spezia (SP) che, secondo la zonazione ZS9 (Meletti et al. - INGV 2004), rientra all'interno della zona sismogenetica 916 "Versilia-Chianti", coincidente con il settore in distensione tirrenica definito nel modello sismotettonico di Meletti et al. (2000), caratterizzato da una sismicità di bassa energia che sporadicamente raggiunge valori di magnitudo relativamente elevati. Tale zona è caratterizzata da eventi con una Magnitudo momento massima  $M_{wmax}$  pari a 6,14.

Dall'analisi degli eventi sismici principali verificatisi nell'area di La Spezia a partire dall'anno 1000, emerge che quelli più significativi sono quelli della Lunigiana e Garfagnana posti a est, mentre gli epicentri più prossimi sono quelli ubicati lungo la Val di Magra e relativi ad eventi di magnitudo di circa 4,0 Mw e profondità ipocentrale variabile tra 0,6 e 9 Km (23/06/2016 – 11/07/1996 – 11/04/1955).

Con riferimento al progetto DISS3 dell'INGV emerge che in corrispondenza dell'area di intervento non sono presenti sorgenti sismogenetiche.

All'area di intervento viene assegnata una pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni pari ad  $A_g = 0,15$ .

Dall'analisi degli studi di microzonazione sismica disponibili, l'area costiera portuale ricade in una zona instabile "di attenzione per liquefazione di tipo 1 (ZALQ1)".

Per quanto attiene, invece, la macrozonazione sismica, il Comune di La Spezia risulta classificato in zona sismica 3, che rappresenta la "pericolosità sismica di base" del sito in questione (Zona che può essere soggetta a forti terremoti, ma rari, con accelerazione orizzontale massima convenzionale  $a_g = 0,15$ ).

Riguardo, infine, alla definizione della categoria di sottosuolo, i risultati delle prove Down-Hole hanno evidenziato valori di  $V_{seq}$  nell'intervallo 0-30m compresi tra 217 e 305 m/sec. Considerando anche la presenza in superficie dei depositi marini molto scadenti e sottoconsolidati, in via preliminare le condizioni litostratigrafiche locali sono state attribuite alla categoria di sottosuolo "C".

Per quanto riguarda la componente topografica della risposta sismica locale, alla stessa può essere associata la "categoria topografica (T1)" con un coefficiente di amplificazione topografica  $ST = 1,0$ .

## 16 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello stratigrafico di riferimento risulta composto da cinque distinti depositi, che procedendo dall'alto verso il basso, sono:

- Depositi Antropici (DA): presenti nelle aree di riempimento dei piazzali esistenti; si tratta di terreni a grana grossa che includono una matrice di terreno più fine;
- Depositi marini fangosi (DF): presenti su tutta l'area di intervento hanno spessore variabile da zona a zona; si possono classificare come terreni a grana fine di bassa permeabilità, caratterizzati da bassa/bassissima consistenza;
- Depositi alluvionali/marini coesivi (DAMC): sono terreni misti di origine alluvionale e marina, prevalentemente a grana fine, di bassa permeabilità e media/bassa consistenza, spesso intercalati da strati sabbiosi di vario spessore; si distinguono per la presenza di resti di conchiglie;
- Depositi Alluvionali coesivi (DAC): sono terreni di origine continentale, prevalentemente a grana fine di bassa permeabilità e media consistenza, sono spesso intercalati da strati sabbiosi di vario spessore;
- Depositi Alluvionali Sabbiosi (DAS): sono terreni di origine continentale dove prevale la frazione sabbiosa; si presentano con intercalazioni ghiaiose e rari livelli coesivi.

Nelle seguenti figure si riportano le quote riferite al livello medio del mare della base dei depositi Fangosi (DS, Figura 16.1) e quella del tetto deposito alluvionale sabbiosi (DAS, Figura 16.3), inoltre per comodità anche lo spessore dello strato fangoso (Figura 16.2). Come si può notare gli strati immergono verso mare, infatti la quota di base dei depositi fangosi è minima in corrispondenza del nuovo banchinamento e risale verso terra. Nel piazzale Levante si ha uno spessore del fango variabile tra 6 e 10m, mentre nel piazzale Ponente lo spessore è minore, variabile fra 1 e 5 m. Il deposito alluvionale sabbioso (DAS) presenta la sua quota minima in corrispondenza del dente Fornelli, pari a circa -47m s.l.m.m.

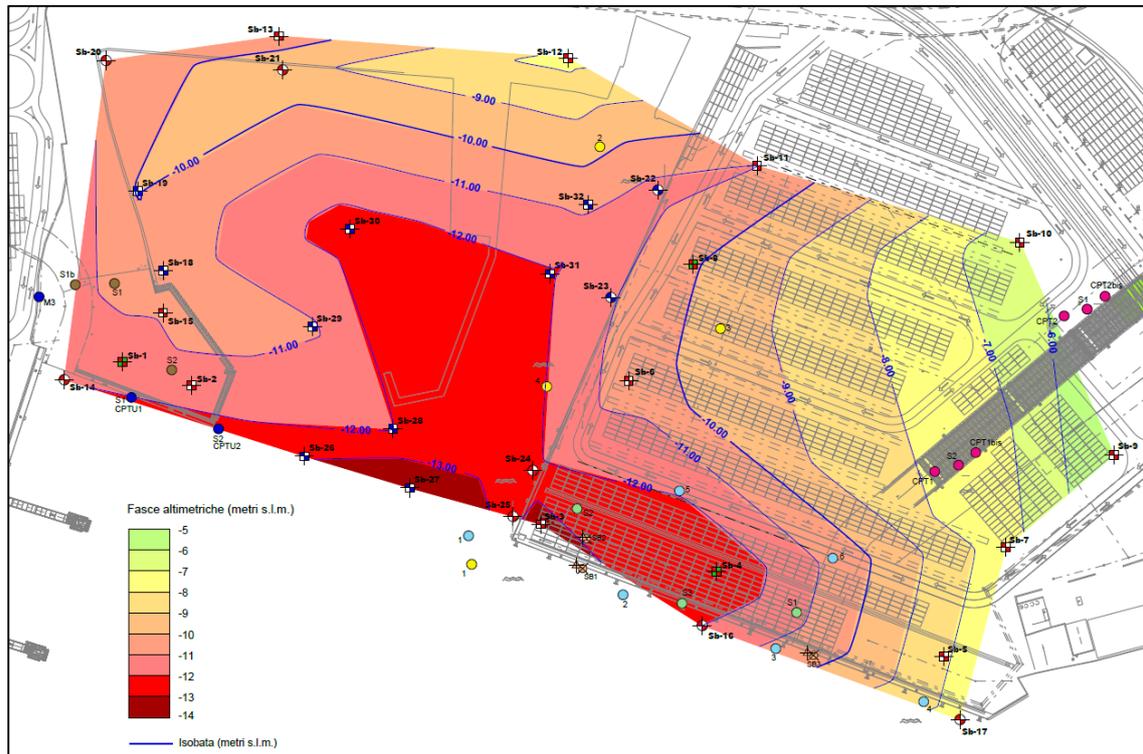


Figura 16.1 Isobate del deposito fangoso (quota su l.m.m. della base del DF)

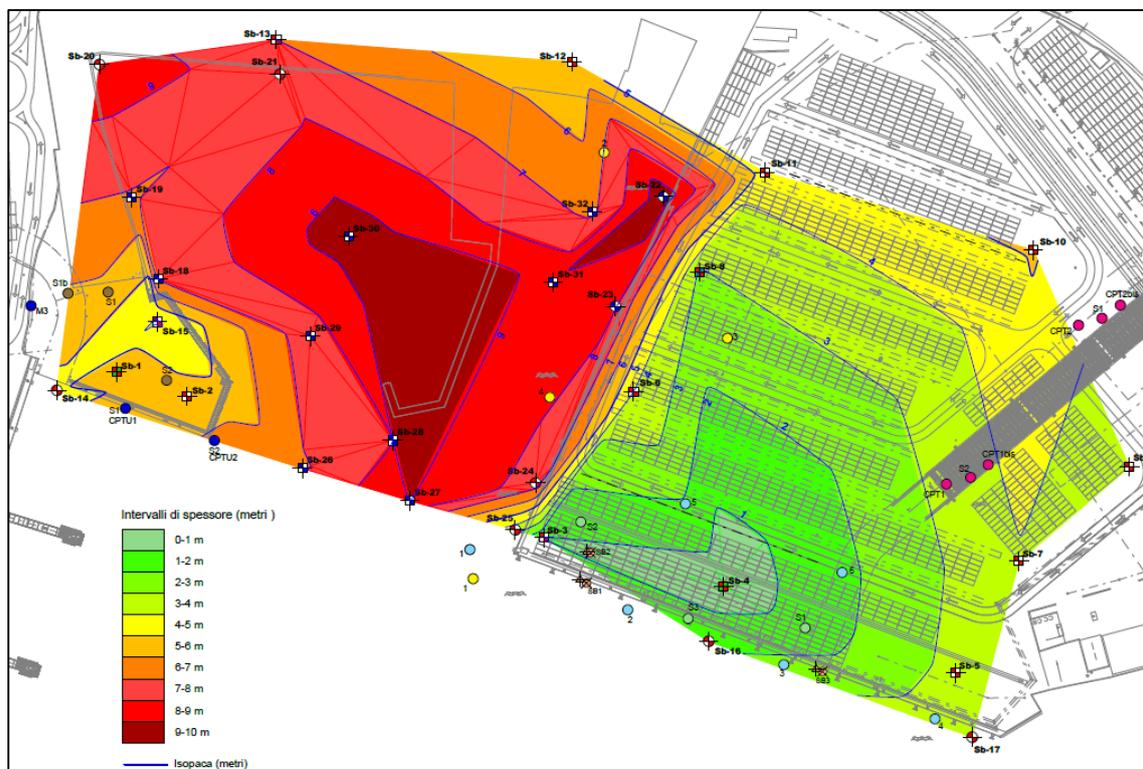


Figura 16.2 spessore del deposito fangoso (DF)

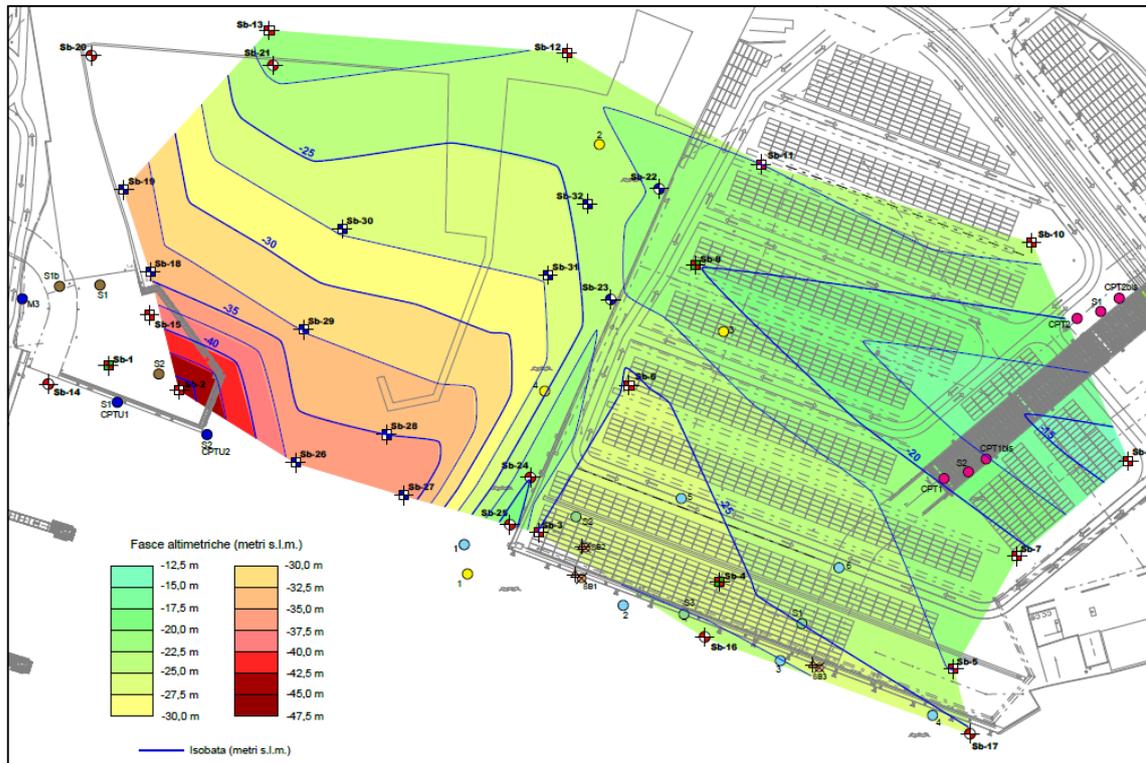


Figura 16.3 Isobate del deposito continentale sabbioso (quota su l.m.m. del tetto di DAS)

Tenendo conto delle risultanze delle indagini stratigrafiche è possibile ottenere un modello stratigrafico di sintesi del sottosuolo attraverso la sezione stratigrafica longitudinale in corrispondenza del nuovo banchinamento.

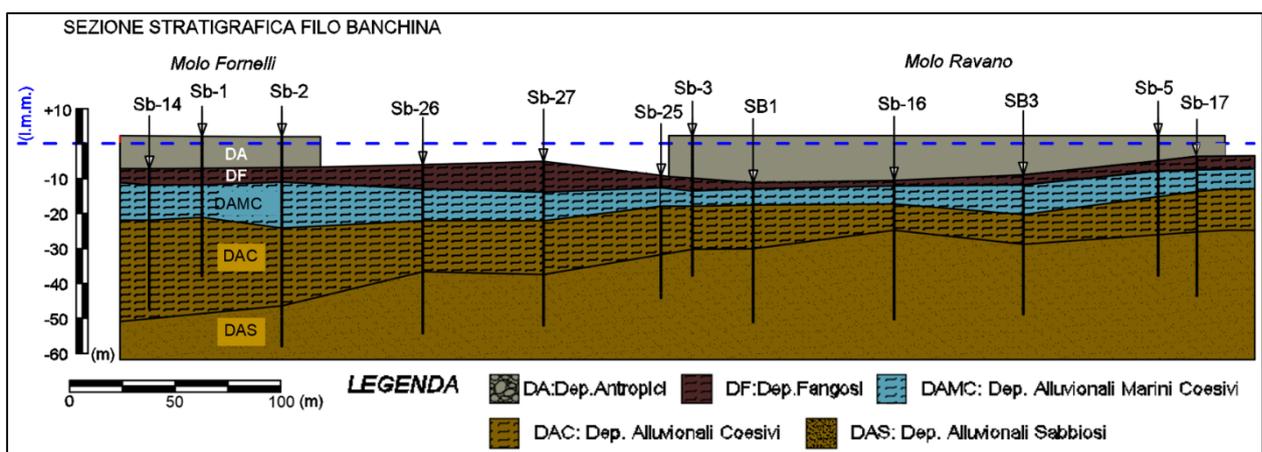
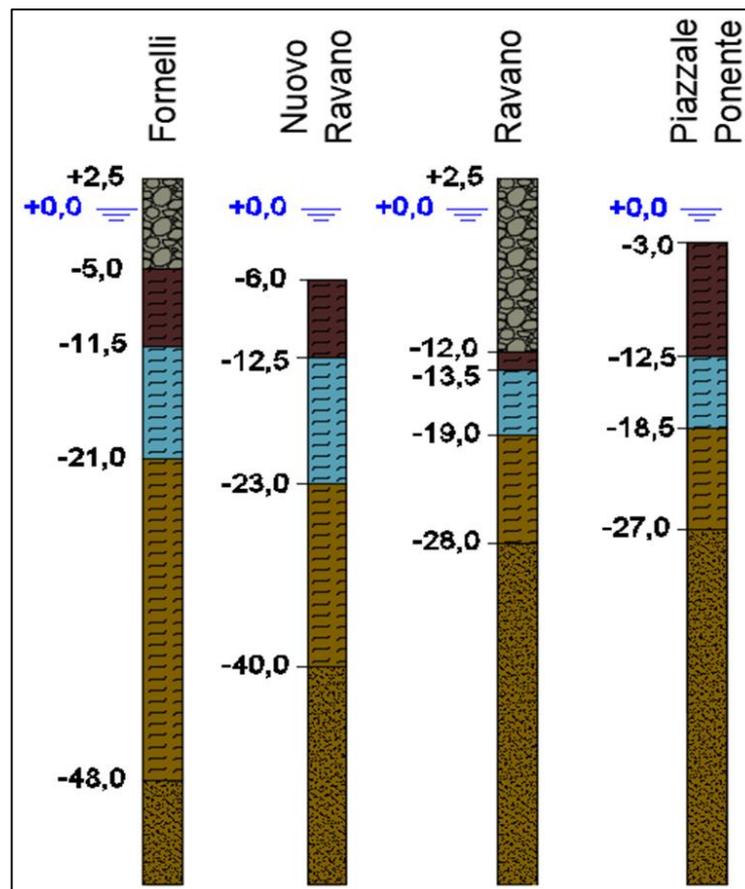


Figura 16.4 Sezione stratigrafica longitudinale in corrispondenza del nuovo banchinamento

In Figura 16.5 viene rappresentato il modello che emerge alla luce dei primi risultati delle indagini 2021 per ognuna delle principali opere in progetto:

- Banchina Fornelli;
- Nuova banchina Ravano;
- Banchina Ravano;
- Piazzale Ponente.



**LEGENDA**

	DA: Dep. Antropici		DF: Dep. Fangosi		DAMC: Dep. Alluvionali Marini Coesivi
	DAC: Dep. Alluvionali Coesivi		DAS: Dep. Alluvionali Sabbiosi		

**Figura 16.5. Stratigrafie e posizione della piezometrica dei modelli geotecnici di riferimento**

Banchina Fornelli: dalla quota del piazzale, il modello adottato è caratterizzato dalla presenza di 7,5m di riempimento (DA), sovrapposto a 6,5m di fango (DF). A quote inferiori, sono presenti 36,5m di depositi a grana fine di media consistenza (DAMC e DAC) ed infine i depositi sabbiosi (DAS).



Nuova Banchina Ravano: dalla quota dell'attuale fondale, - 6,0 m da livello medio marino, il modello stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di 6,5m di fango (DF), al di sotto del quale sono presenti 27,5m di depositi a grana fine di media consistenza (DAMC e DAC) ed infine i depositi sabbiosi (DAS).

Banchina Ravano – esistente: Il modello stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di 14,5m di riempimenti (DA) sul deposito di fango (DF), che localmente presenta 1,5m di spessore. Alle quote inferiori si ritrovano il deposito a grana fine a media consistenza per uno spessore di 16,0 m (DAMC e DAC) ed infine i depositi sabbiosi (DAS).

Piazzale di Ponente: dalla quota dell'attuale fondale, - 3,0 m da livello medio marino, il modello stratigrafico è caratterizzato dalla presenza di 9,5m di fango (DF), al di sotto del quale sono presenti 14,5m di depositi a grana fine di media consistenza (DAMC e DAC) ed infine i depositi sabbiosi (DAS).

Considerando l'insieme dei risultati ottenuti attraverso le prove in sito e di laboratorio i parametri geotecnici che caratterizzano ciascun deposito vengono sintetizzati nella tabella seguente.

**Tabella 6 Parametri geotecnici di riferimento**

			<b>Unità DA</b> Dep. Antropico	<b>Unità DF</b> Dep. marini Fangosi	<b>Unità DAMC</b> Dep. Alluvionali/Mari ni Coesivi marina	<b>Unità DAC</b> Dep. Alluvionale Coesivi	<b>Unità DAS</b> Dep. Alluvionale Sabbiosi	
								
Peso di volume	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]		17,5÷18,5	13,9÷19,9	18,9÷20,3	17,7 ÷ 20,8	20,0 ÷ 20,7	
Peso specifico dei grani	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]		-	25,6÷26,8	25,1÷26,9	25,6÷26,4	25,8÷26,7	
Contenuto d'acqua	w [%]		-	20 ÷ 130	14 ÷ 29	18 ÷ 37	17 ÷ 24	
Limite liquido	WL [%]		-	40 ÷ 70	25 ÷ 45	29 ÷ 40	25 ÷ 36	
Indice di plasticità	IP [%]		-	15 ÷ 50	5 ÷ 25	9 ÷ 21	6 ÷ 16	
Caratteristiche di resistenza al picco	$c_p' / \phi_p'$ [kPa] [°]	SPT	29° ÷ 44°	/	/	/	/	
		DPSH	28° ÷ 38°	/	/	/	/	
		TD	coes gran	-	0 / 28°	10 / 26° 0 / 35°	15 / 25° 0 / 35°	0 / 36°
		CID	coes gran	-	0 / 28°	12 / 27° 0 / 33°	15 / 25° /	0 / 34°
Caratteristiche di resistenza in tensioni totali	Cu [kPa]	UU e ELL		15 ÷ 42	50 ÷ 80	/	/	
		CPTu	mare terra	/	10 2,6·z	2,6·(-8,15-z) 2,6·z	2,6·(-8,15-z) 2,6·z	/
		DMT	mare terra	/	10 2,5·z	2,5·(-8-z) 2,5·z	2,5·(-8-z) 2,5·z	/
		Vane Test		/	10 ÷ 15	/	/	/
Modulo edometrico	M [MPa]	CPTu	mare terra	/	0,5 2	/	10	/
		ED	50-100	/	0,6 ÷ 5	2,7 ÷ 7,1	1,6 ÷ 13,9	4,5 ÷ 10,4
			100-200 200-400	/	1,0 ÷ 8,5 1,8 ÷ 12,8	4,2 ÷ 11,1 6,9 ÷ 26,1	2,6 ÷ 21,2 4,3 ÷ 32,6	7,4 ÷ 17,1 10,8 ÷ 20,9
Permeabilità	cv [cm <sup>2</sup> /s]	ED	/	$1,6 \cdot 10^{-4} \div 2,4 \cdot 10^{-2}$	$3,5 \cdot 10^{-4} \div 6,1 \cdot 10^{-1}$	$1,0 \cdot 10^{-4} \div 6,5 \cdot 10^{-2}$	$5,3 \cdot 10^{-4} \div 5,9 \cdot 10^{-3}$	
	kv [cmk <sup>2</sup> /s]	ED	/	$1,6 \cdot 10^{-9} \div 2,6 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-9} \div 5,5 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-9} \div 2,9 \cdot 10^{-7}$	$5,9 \cdot 10^{-9} \div 6,8 \cdot 10^{-8}$	
Modulo elastico	E <sub>50</sub> [MPa]	CID	/	3-6	4-16	/	/	
	E <sub>25%</sub> [MPa]	SPT	7 ÷ 30	/	/	/	/	
	E <sub>25%</sub> [MPa]	DPSH	5 ÷ 30	/	/	/	/	
	E <sub>y</sub> [MPa]	DMT	mare terra	/	0,5 2	/	10	20
Modulo di taglio a piccole deformazioni	G <sub>0</sub> [MPa]	DH	90 ÷ 191	158 ÷ 285	187 ÷ 285	268 ÷ 523	/	
		CPTu	mare terra	/	7 35	/	110	150

ED: Prova edometrica TD: Taglio Diretto UU: Triassiale non consolidata non drenata ELL: espansione laterale libera CID: Triassiale consolidata non drenata DH: Prova Down-hole DMT: Prova Dilatometrica Marchetti  
 coes: valore determinato sulla frazione più coesiva del deposito gran: valore determinato sulla frazione più granulata del deposito  
 mare: valori determinati dalle prove fatte a mare terra: valori determinati dalle prove fatte a terra  
*in corsivo: valori determinati sulla frazione fine del campione*

## 17 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

In sintesi il progetto di ampliamento del Terminal Ravano del porto di La Spezia comprende le seguenti opere di ingegneria:

- colmata dell'attuale bacino della Marina del Canaletto con sedimenti provenienti dai dragaggi dei fondali del terzo bacino del porto di La Spezia opportunamente disidratati ed additivati con cemento (la fornitura dei suddetti sedimenti trattati a piè d'opera è a carico della AdSP) e consolidamento dei terreni di fondazione attraverso la realizzazione di colonne di ghiaia Bottom-feed e l'applicazione di un rilevato di precarica;
- completamento e adeguamento strutturale della banchina alla radice del molo Fornelli Est ai nuovi requisiti progettuali (profondità al piede -15.0 m s.l.m.m, sovraccarico di piazzale 60 kN/m<sup>2</sup>, presenza di una gru STS da 25 rows con interasse tra i binari pari a 30,48 m);
- banchina di collegamento tra quella radicata al molo Fornelli Est e la Calata Ravano, ambedue già disposte su un unico allineamento, a chiusura del varco esistente;
- adeguamento strutturale della banchina della Calata Ravano ai nuovi requisiti progettuali (profondità al piede -15.0 m s.l.m.m, sovraccarico di piazzale 60 kN/m<sup>2</sup>, presenza di una gru STS da 25 rows con interasse tra i binari pari a 30,48 m);
- via di corsa lato terra delle gru di banchina da realizzare su tutto lo sviluppo della banchina (520 m), con asse di scorrimento posto a 30,48 m dalla via di corsa lato mare, dimensionata considerando la presenza di una gru STS da 25 rows;
- arredi di banchina e sistemi per l'alimentazione e la messa in sicurezza delle gru di banchina;
- vie di corsa delle gru di piazzale (16 gru su rotaia tipo ASC), recinzione delle 4+4 aree di stoccaggio dei contenitori e sistemi di movimentazione ed alimentazione delle gru di banchina (canaletta panzerbelt, rotaie, tamburo di inversione, junction box) e di piazzale (rotaie, junction box)
- scalo ferroviario (n°5 binari di lunghezza pari a circa 500 m, raccordi con la ferrovia portuale "La Spezia Marittima) e vie di corsa delle gru RMG;



- canalizzazione del fosso Melara e dei fossi Termomeccanica e Cieli che sfociano nella Marina del Canaletto a fianco della radice ovest dell'area Ravano;
- adeguamento strutturale del tratto terminale della struttura di canalizzazione del Fossamastra;
- realizzazione di una copertura aggiuntiva in c.a.p. al di sopra del tratto di galleria subalvea attraversata dal nuovo fascio binari e dalle vie di corsa delle gru RMG in grado di trasferire tutti i carichi delle gru e dei sulle fondazioni esistenti, ovvero di non gravare sulla copertura della galleria esistente;
- impianti elettrici di MT (Media Tensione) e BT (Bassa Tensione) comprensivi di cabina primaria (cabina Ravano LSCT) e cabine secondarie e sistemi di alimentazione delle gru di banchina e di piazzale, trasmissione dati, illuminazione, videosorveglianza, controlli accessi; trasmissione dati (fibra ottica), interfonico, telefonico e sistema SCADA;
- predisposizione impianto di cold ironing (solo cavidotti, pozzetti di linea e predisposizione per l'installazione dei "connection box");
- impianto di raccolta, trattamento e smaltimento acque meteoriche;
- impianto antincendio;
- recinzione perimetrale e predisposizione varco di accesso alle aree del terminal.

I suddetti lavori dovranno essere preceduti dalla bonifica bellica superficiale e profonda dell'intera superficie della Marina del Canaletto. Talle attività verrà eseguita con un appalto separato già affidato dalla AdSP così da essere completata prima dell'affidamento dell'appalto dei lavori in oggetto

## 17.1 NUOVI BANCHINAMENTI

La banchina operativa del Nuovo Terminal Ravano oltre al tratto di nuova realizzazione necessario per la chiusura del varco di accesso alla Marina del Canaletto includerà anche le due banchine esistenti (Banchina Ravano e Banchina Fornelli) per le quali è previsto l'adeguamento strutturale.

In particolare è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

1. Nuova Banchina Ravano: banchina di collegamento tra il Dente Fornelli e la Banchina del Terminal Ravano, ambedue già disposte su un unico allineamento, a chiusura del varco esistente;
2. Banchina Ravano: adeguamento strutturale della Banchina Ravano ai nuovi requisiti progettuali;
3. Banchina Fornelli: adeguamento strutturale del Dente Fornelli alla radice del molo Fornelli Est, ai nuovi requisiti progettuali;
4. Via di corsa lato terra delle gru di banchina per tutto lo sviluppo longitudinale della Nuova Banchina Ravano (circa 520 m), con asse di scorrimento posto a 30,48 m dalla via di corsa lato mare.

I criteri progettuali assunti ai fini della definizione delle soluzioni di progetto sono i seguenti:

1. contenimento delle deformazioni differenziali delle vie di corsa delle gru entro i limiti indicati dai produttori delle gru;
2. contenimento delle demolizioni delle strutture esistenti;
3. riduzione in fase di costruzione delle interferenze tra le strutture esistenti e quelle di nuova realizzazione.

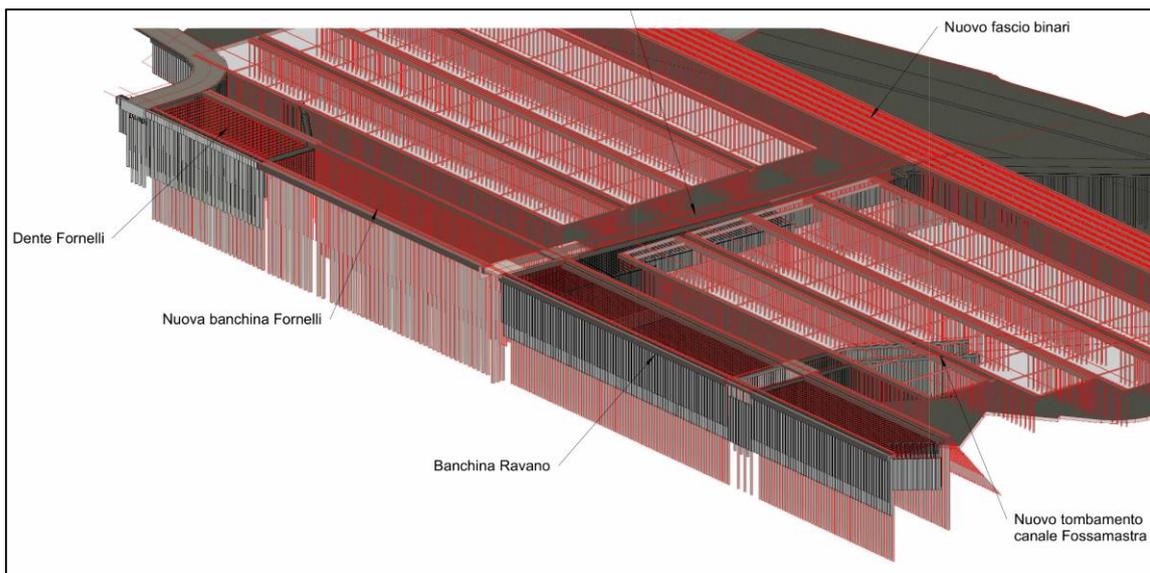
Preso atto che le strutture di fondazione delle attuali vie di corsa della gru di banchina non sono in grado di resistere ai carichi associati alle nuove gru da 25 rows, la realizzazione delle nuove strutture di fondazione richiede necessariamente lo spostamento dell'asse della rotaia lato mare in modo da allinearla con l'asse della nuova struttura di fondazione. A tale scopo quindi, rispetto alla configurazione attuale, è stato previsto lo spostamento di 2.00 m verso terra del binario.

Nella definizione delle caratteristiche (dimensione, posizione e interasse) delle nuove opere necessarie per l'adeguamento delle banchine esistenti si è tenuto conto delle dimensioni e

della posizione delle relative strutture in modo da evitare interferenze che potrebbero condizionare il buon esito dei lavori previsti.

Nella figura seguente è riportato il modello 3D delle strutture del nuovo terminal: in nero sono evidenziate le strutture esistenti mentre in rosso quelle di nuova realizzazione.

Di seguito viene riportata una sintetica descrizione delle opere di banchinamento previste.



**Figura 17.1 Modello strutturale**

### 17.1.1 Nuova Banchina Ravano

In relazione al nuovo tratto di banchina è necessario distinguere le due situazioni di progetto indicate nella planimetria di Figura 17.2 come tratto del “Nuovo Ravano” e tratto del “Ravano Melara”, diverse per stato attuale dei fondali, stratigrafia di riferimento e/o sezione strutturale. Il tratto Nuovo Ravano, viene ulteriormente suddiviso in quanto, per uno sviluppo di circa 30 m dal dente Fornelli, è risultato necessario approfondire maggiormente le fondazioni per raggiungere la formazione sabbiosa di base.



Figura 17.2 Individuazione in pianta delle due tratte della nuova banchina Ravano

Le soluzioni adottate sono schematizzate nelle sezioni di Figura 17.3 e di Figura 17.4 per il Nuovo Ravano ed il Ravano Melara, rispettivamente.

Gli elementi costruttivi necessari per la realizzazione del Nuovo Ravano sono i seguenti.

- Il palancoato di banchina: costituito da una sezione composta con pali tubolari di acciaio ad interasse 3,05 m alternati a palancole tipo AZ26. I pali tubolari, riempiti nella parte in acqua con calcestruzzo, hanno la duplice funzione di fondazione della

via di corsa lato mare delle nuove gru su rotaia e di contenimento del terrapieno all'interno della Marina del Canaletto; hanno diametro  $D = 1727$  mm, spessore 25mm e si approfondiscono fino a quota  $-43$ m da l.m.m., in modo da intestarsi efficacemente nello strato sabbioso di base. Nella tratta terminale verso il dente Fornelli, i pali raggiungono quota  $-46$ m l.m.m. Le palancole intermedie in entrambi i casi arrivano a circa  $-25$ m l.m.m.

- La fondazione della via di corsa lato terra e contrasto: la fondazione è realizzata con pali tubolari di diametro  $D=1016$ mm e spessore 20mm, disposti con interasse 1,525m. I pali si estendono fino a quota  $-42$ m da livello medio marino ( $-45$ m nel tratto terminale), profondità che garantisce un efficace inserimento del palo nello strato sabbioso di base. Oltre a costituire la fondazione della via di corsa, l'allineamento di pali opportunamente vincolati da micropali di ancoraggio, contribuiscono al vincolo alle azioni orizzontali esercitate dal palancoleto di banchina.
- L'ancoraggio della via di corsa lato terra: il contrasto alle azioni orizzontali provenienti dal banchinamento è assicurato da micropali aventi diametro nominale  $D= 300$  mm disposti con interasse  $i = 1,525$ m. I micropali sono lunghi 47 metri e inclinati alternativamente a  $45^\circ$  e  $50^\circ$  rispetto l'orizzontale per non interferire con le fondazioni delle gru di piazzale. L'armatura del micropalo è costituita da un tubolare in acciaio  $D193,7 \times 25$ mm, che viene vincolato al terreno mediante iniezioni di malta cementizia secondo la tecnologia delle iniezioni ripetute e selettive (tipo IRS).
- L'ancoraggio del palancoleto di banchina: via di corsa lato terra e trave di banchina sono mutuamente collegate da barre orizzontali in acciaio M120/95 disposte ad interasse 1,525m.

Relativamente alle opere strutturali presso il Canale Melara sono invece previsti i seguenti interventi.

- Per realizzare la banchina sono previsti pali tubolari in acciaio (diametro 1727mm, spessore 25mm) intestati a  $-43$  m s.l.m.m; per la via di corsa lato terra, pali tubolari in acciaio (diametro 1727 mm, spessore 25 mm) intestati a quota  $-38$ ml.m.m; le due vie di corsa sono mutuamente collegate, oltre che per effetto delle pareti di sponda

del fosso, mediante una barra tipo ASDO 355 M150/120 posizionata in corrispondenza dei pali centrali dell'attraversamento.

- La chiusura dei varchi tra i pali con  $D = 1727$  mm, necessaria per il contenimento del riempimento del fondo alveo, è realizzata mediante sistema combinato costituito da pali in acciaio ( $D = 1524$  mm e  $s = 20$  mm) e palancole metalliche del tipo AZ27-800 (pali spinti fino alla -25m da l.m.m.).
- Riempimento di banchina: il volume compreso tra le due vie di corsa sarà riempito fino alla quota di progetto +2,5m l.m.m con materiale di cava (tout venant 0/60). Il riempimento determinerà solo in parte lo spiazzamento del fango presente sul fondale che quindi dovrà essere consolidato. Il materiale di riempimento, per poter essere attraversato dalla punta del vibroflot, dovrà essere caratterizzato da dimensione granulometrica massima di 60mm.
- Trattamento del riempimento di banchina: il volume di terreno compreso tra le due vie di corsa viene consolidato con colonne di ghiaia cementate, maglia 1,5x1,5m diametro 60 cm, spinte fino a -13/-14m dal l.m.m, al disotto della base dei depositi fangosi (DF).

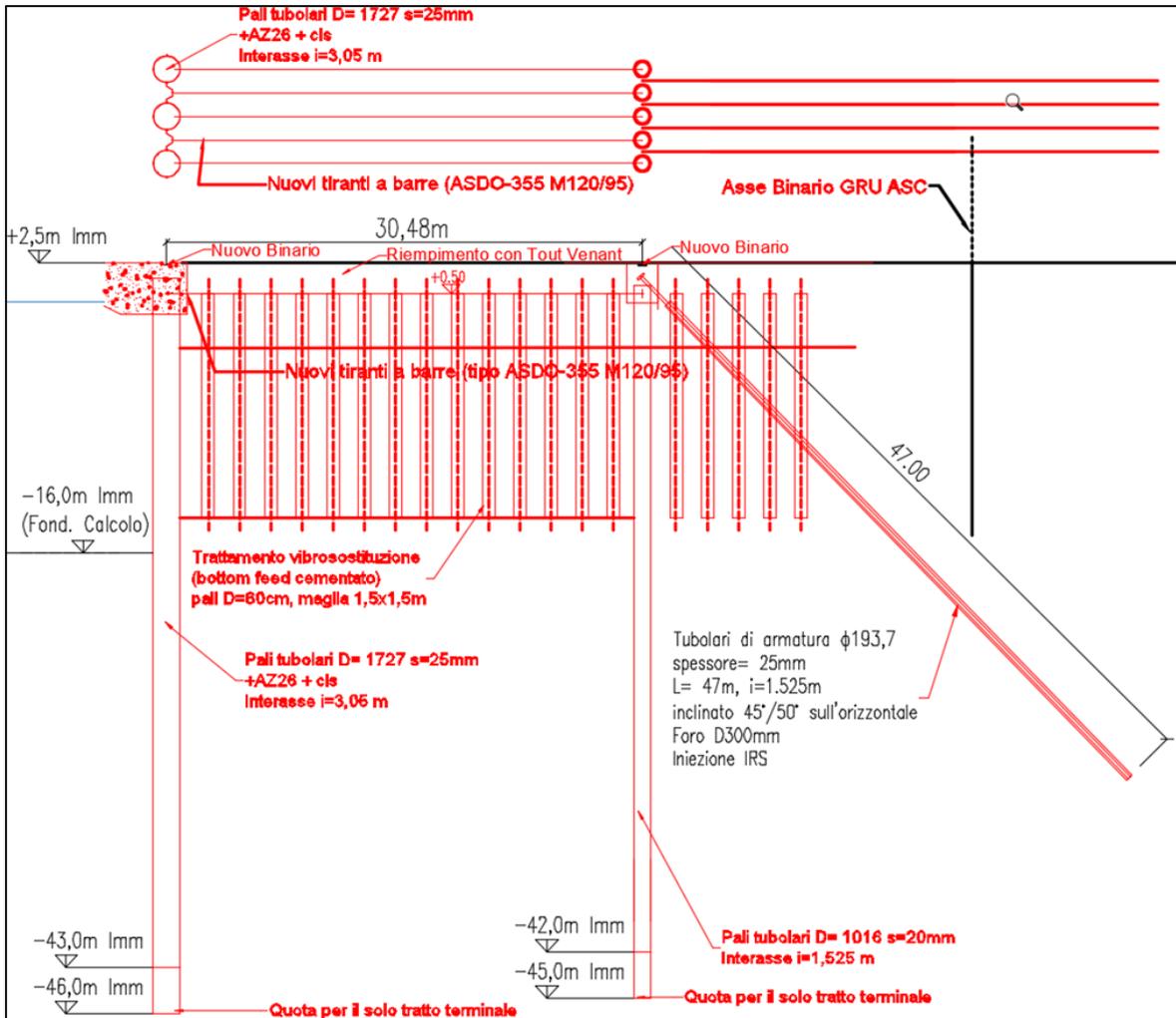


Figura 17.3 Nuova Banchina Ravano: sezione rappresentativa dell'intervento

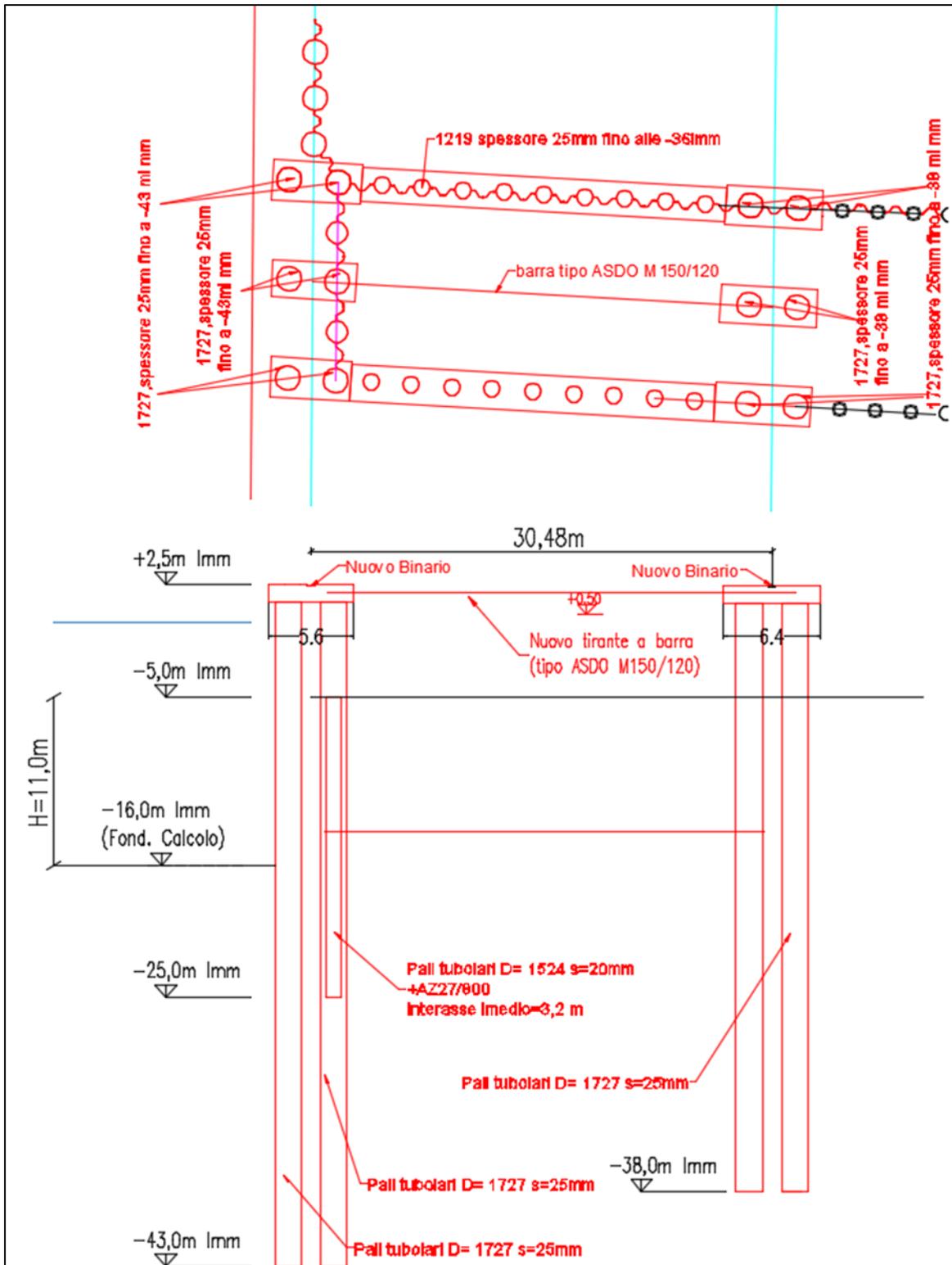


Figura 17.4 Nuovo Ravano (Melara): sezione rappresentativa dell'intervento

L'intervento è articolato secondo le seguenti fasi costruttive, alcune delle quali si riferiscono alle lavorazioni per il piazzale di Ponente.

1. Installazione tubolari lato terra.
2. Installazione palancolato composto (palo-palancola) lato mare.
3. Trattamento dei depositi fangosi nella Marina del Canaletto (tratto a ridosso della via di corsa lato terra), in preparazione delle fasi successive (imbasamento berma).
4. Riempimento parziale tra le due vie di corsa e realizzazione della berma lato Marina del Canaletto.
5. Posa in opera del 50% delle barre di collegamento orizzontali (in corrispondenza dei tubolari della parete di banchina).
6. Completamento del riempimento tra le due vie di corsa.
7. Abbassamento falda all'interno della Marina del Canaletto.
8. Trattamento dei depositi fangosi e dei riempimenti compresi tra le due vie di corsa con colonne di ghiaie cementate.
9. Riempimento per strati trattati fino alla quota di progetto e precarica nell'area della Marina del Canaletto.
10. Realizzazione della trave lato mare.
11. Realizzazione dei micropali.
12. Realizzazione della trave lato terra e completamento degli ancoraggi.
13. Rimozione della precarica e ripristino della quota piezometrica nella Marina del Canaletto.
14. Sistemazione dei piazzali.
15. Dragaggio fino alla profondità del fondale di progetto (-15,0 m da l.m.m.)
16. Installazione delle rotaie delle gru di banchina.
17. Installazione delle gru di banchina e messa in servizio del Terminal.

Qualora le tempistiche del cantiere lo richiedano, è possibile installare le rotaie prima del dragaggio (16 ↔ 15). In ogni caso è preferibile installare le gru di banchina a dragaggio avvenuto.

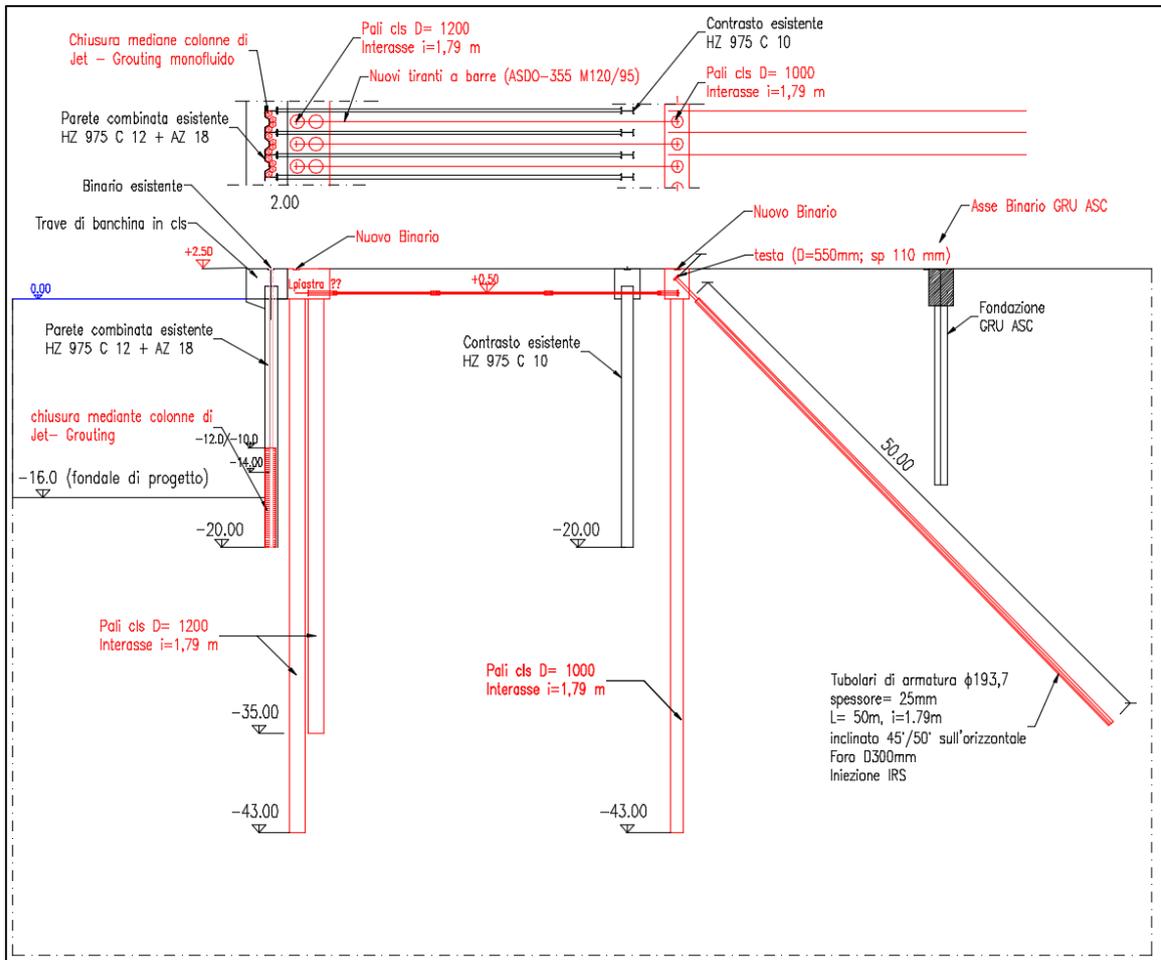
### 17.1.2 Banchina Ravano

L'intervento in oggetto consiste nell'adeguamento delle strutture delle attuali banchine ai nuovi requisiti prestazionali, già sintetizzati precedentemente. Si distinguono quattro situazioni di progetto, secondo lo schema rappresentato nella planimetria di Figura 17.5, "Ravano Est D", "Ravano Est", "Ravano Fossamastra" e "Ravano Ovest", che sono diverse per stato attuale dei fondali, stratigrafia di riferimento e/o sezione strutturale.

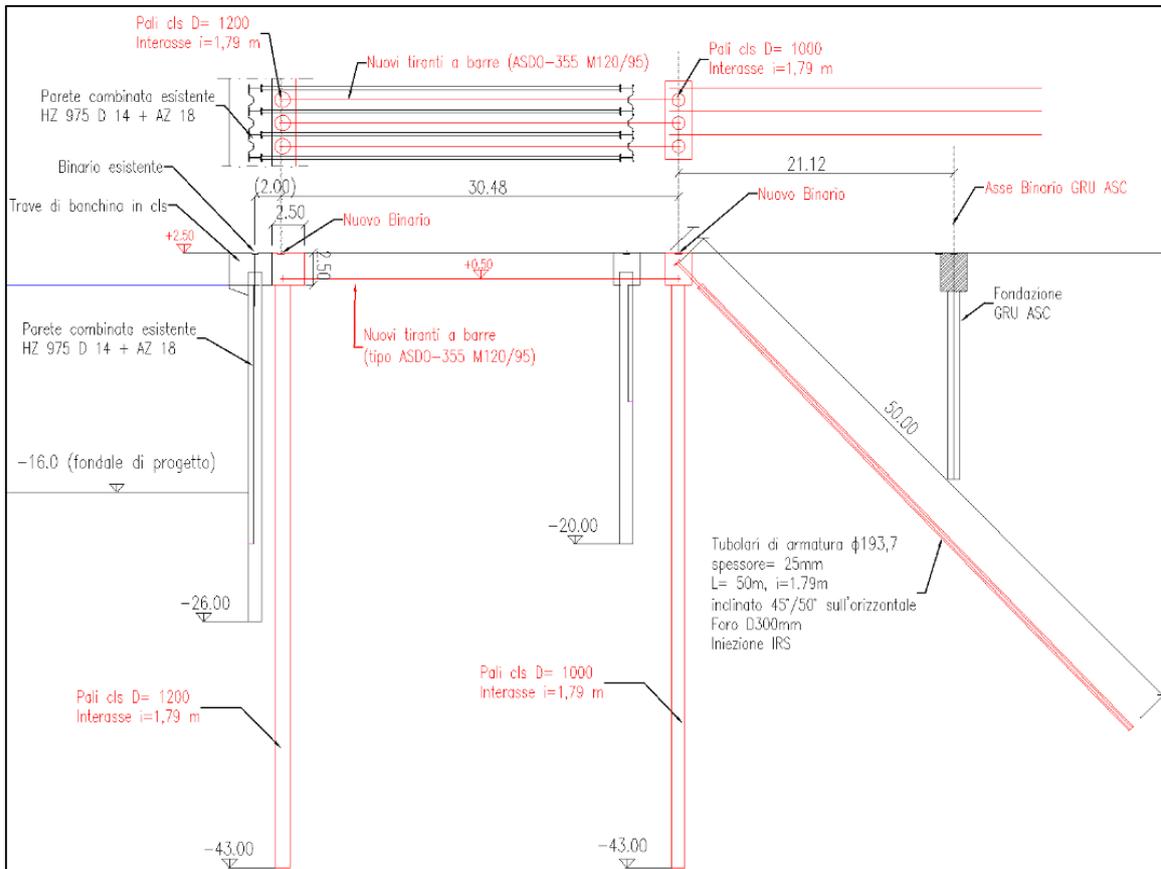


**Figura 17.5 Individuazione in pianta delle due tratte della banchina Ravano**

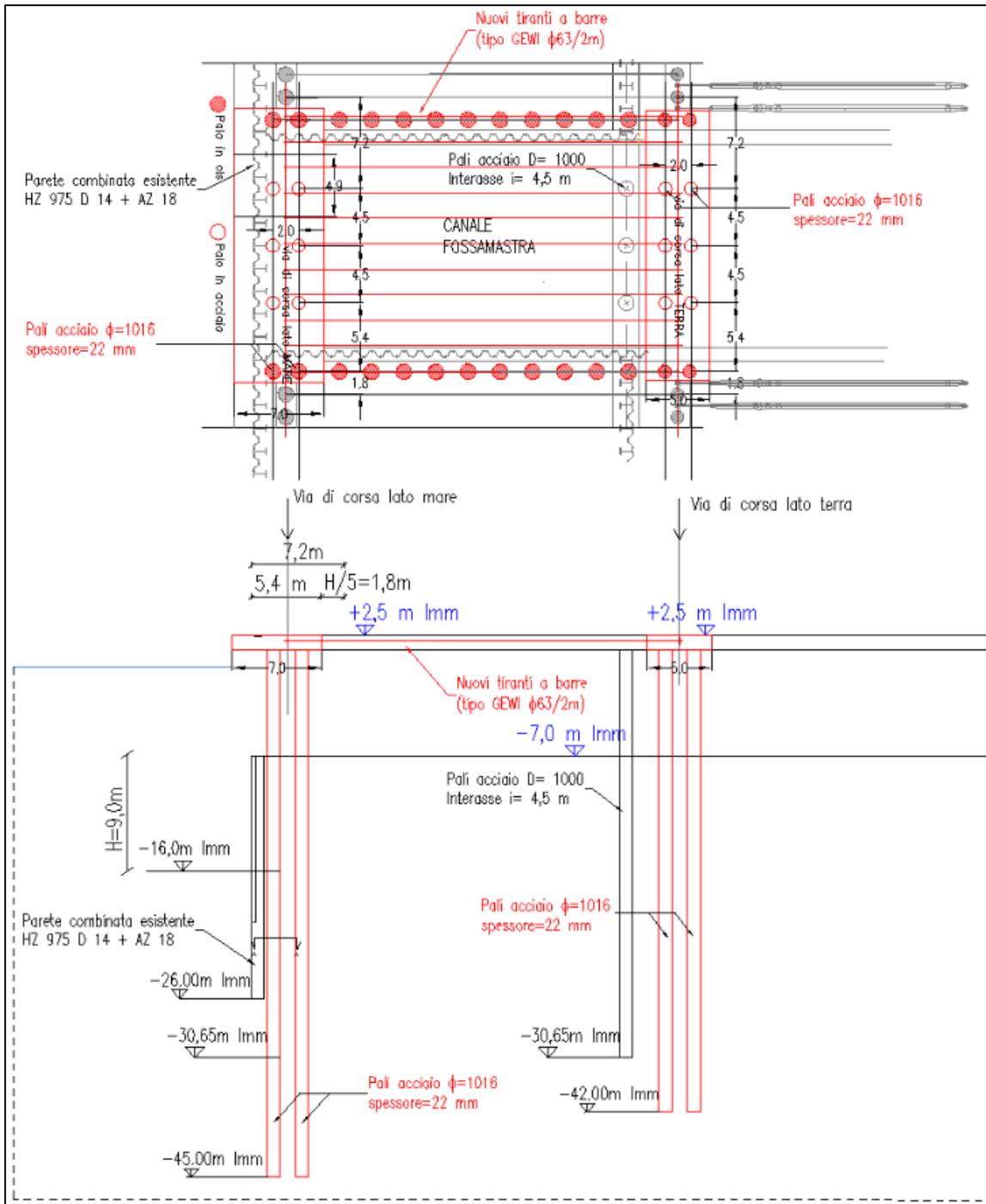
Le soluzioni adottate per ciascuna situazione di progetto sono schematizzate attraverso le sezioni in Figura 17.6 per il tratto Ravano Est D, in Figura 17.7 per il tratto Ravano Est, in Figura 17.8 per il tratto Fossamastra e in Figura 17.9 per il tratto Ravano Ovest.



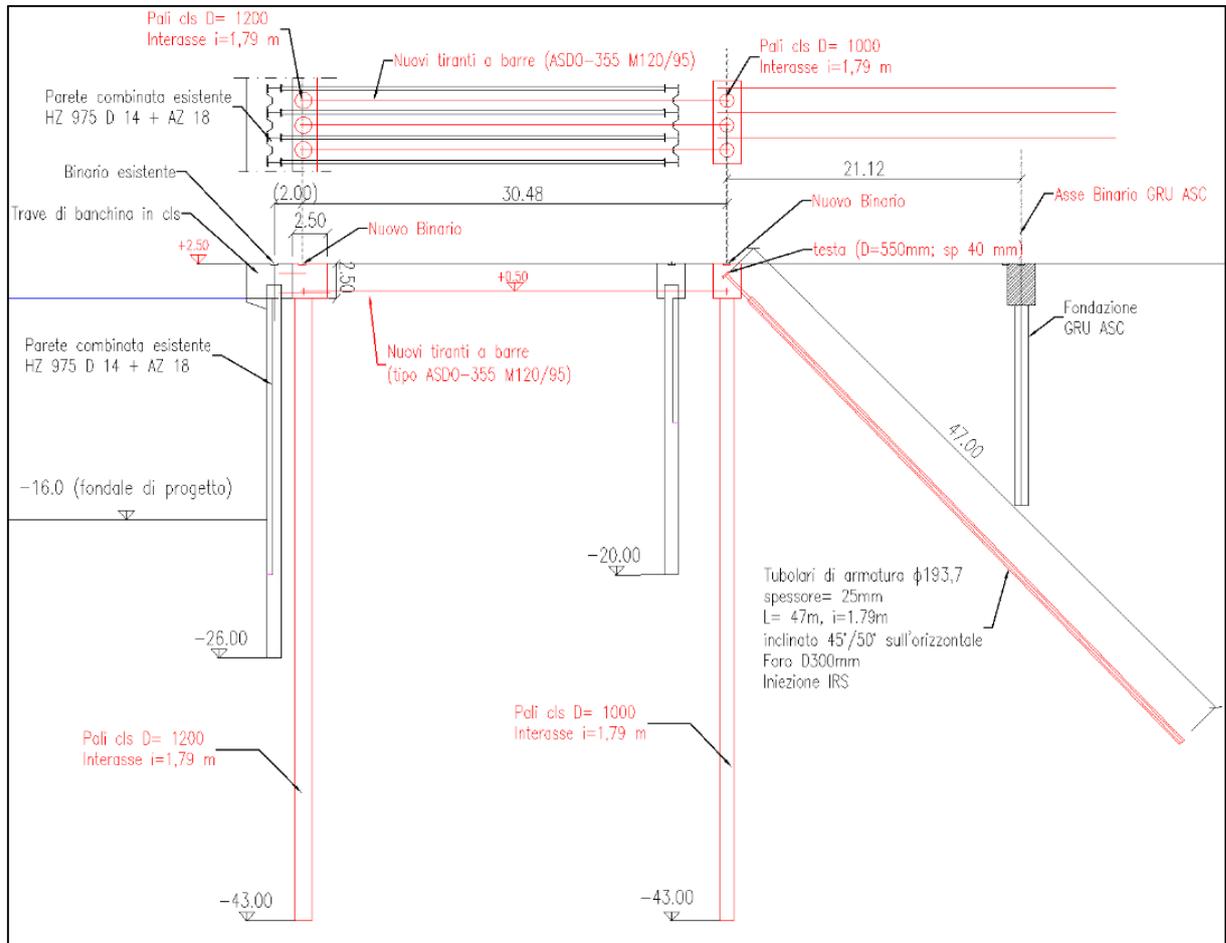
**Figura 17.6 Adeguamento banchinamento Ravano (Est D): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**



**Figura 17.7 Adeguamento banchinamento Ravano (Est): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**



**Figura 17.8 Adeguamento banchinamento Ravano (Fossamastra): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**



**Figura 17.9 Adeguamento banchinamento Ravano (Ovest): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**

Gli elementi costruttivi che costituiscono le nuove strutture sono i seguenti.

- Pali di banchina trivellati in calcestruzzo, aventi la duplice funzione di fondare la via di corsa lato mare delle nuove gru su rotaie e di rinforzo della parete combinata esistente in vista dell'approfondimento dei fondali; i pali hanno diametro  $D = 1200$  mm, e sono spinti fino a  $-43$ m dal l.m.m., in modo da intestarsi efficacemente nello strato sabbioso di base. L'interasse è pari  $1,79$  m, ed è stato definito in modo da rendere possibile l'integrazione con le strutture di banchinamento esistenti;
- Pali trivellati in calcestruzzo, in corrispondenza del binario lato terra delle nuove gru di banchina su rotaie. Oltre all'ovvia funzione di fondazione delle gru, questi pali forniscono il necessario contrasto al paramento a mare. I pali hanno diametro  $D = 1000$  mm, e sono spinti fino a  $-43$ m da livello medio marino, anche in questo

caso con l'obiettivo di intestarsi efficacemente nello strato sabbioso di base. L'interasse è pari ad  $i = 1,79\text{m}$  per ottenere una geometria compatibile con le strutture esistenti.

- Micropali di ancoraggio necessari a fronteggiare le azioni orizzontali agenti sul banchinamento, nei termini sia di sollecitazione che di spostamenti. I micropali, posti ad interasse  $i = 1,79\text{ m}$ , sono realizzati mediante iniezioni ripetute e selettive (IRS), eseguite entro una perforazione  $D = 300\text{ mm}$  inclinati, alternativamente a  $45^\circ$  e  $50^\circ$  rispetto l'orizzontale, in modo tale da non interferire tra loro e con le fondazioni delle retrostanti gru di piazzale. La lunghezza complessiva è di circa  $47\text{ m}$  e  $50\text{ m}$  (rispettivamente Ovest e Est). L'armatura del micropalo è realizzata mediante tubolare in acciaio ( $D=193,7\text{mm}$ ,  $S=25\text{mm}$ ).
- La fila di pali per il binario lato terra è collegata alle strutture lato mare mediante barre rigide in acciaio M120/95 posizionate alla quota  $+0,5\text{ m l.m.m.}$ , capaci di ridurre al minimo gli spostamenti differenziali fra le due vie di corsa e vincolare efficacemente le strutture di banchina ai micropali di ancoraggio.
- In corrispondenza della tratta Ravano Est D, lato banchina, dove le caratteristiche della banchina esistente sono diverse da quelle della sezione corrente (gli elementi H della parete combinata si interrompono a quota  $-20\text{ m}$  anziché  $-27\text{m}$  e gli elementi Z si interrompono a quota  $-14\text{ m}$  anziché  $-20\text{ m}$ ), sul lato mare sarà installata una doppia fila di pali in cls ( $D = 1200\text{ mm}$ ). La doppia fila di pali si rende necessaria per sopperire al ridotto ammorsamento dell'attuale palancolato. Il primo allineamento di pali in cls è spinto fino a  $-43\text{ m}$  dal l.m.m. (asse palo coincidente con asse binario gru STS), mentre il secondo fino a  $-35\text{m}$  dal l.m.m. A tergo delle AZ esistenti, verranno realizzate delle colonne in Jet - Grouting da  $-12\text{ m}$  a  $-20\text{ m}$  dal l.m.m per garantire la chiusura del paramento di banchina anche dopo il dragaggio.
- In corrispondenza del Canale Fossamastra, lato banchina, saranno installati nuovi pali in acciaio ( $D = 1016\text{ mm}$ ,  $S = 22\text{ mm}$ ) nella medesima posizione di quelli esistenti che dovranno essere sfilati; i nuovi pali sono intestati a  $-45\text{m l.m.m.}$ ; mentre per la via di corsa lato terra si procederà con l'infissione di nuovi pali (sempre con diametro  $1016\text{mm}$ ) fino a quota  $-42\text{m}$  dal l.m.m.. Le due vie di corsa

sono mutuamente collegate con barre di diametro pari a 63,5 mm poste ad interasse di 2 m.

- Installazione nuove bitte verrà eseguita nella trave in cls esistente. A tale scopo è prevista la demolizione parziale della trave esistente e la sua ricostruzione in cls armato in continuità con la trave di c.a. da realizzare a tergo.

Anche in questo caso l'intervento è articolato in fasi costruttive con la seguente sequenza.

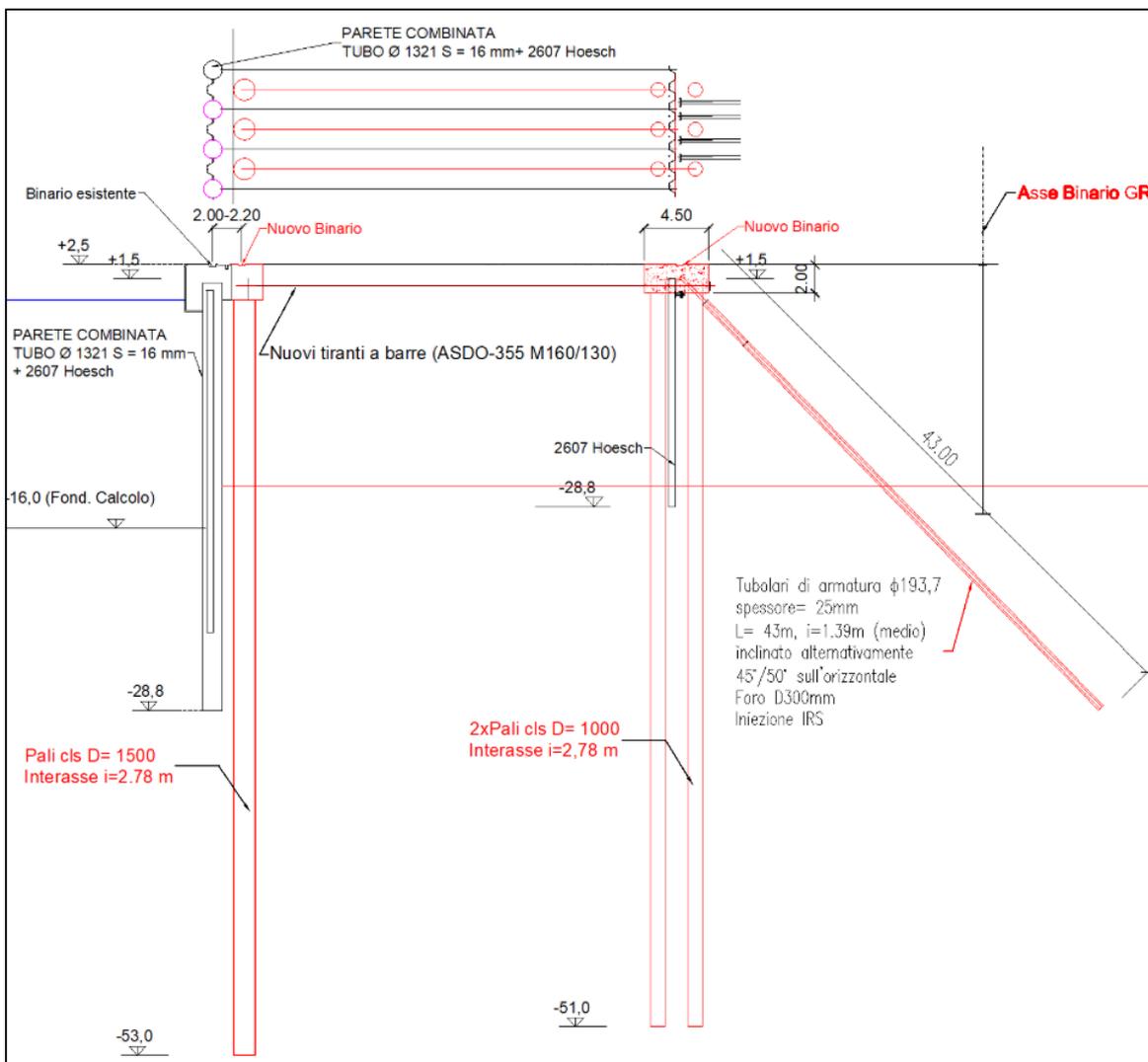
1. Preparazione dell'area di cantiere, mediante la demolizione della pavimentazione esistente in conglomerato bituminoso ed escavo creando un piano di lavoro a circa +0,00 m dal l.m.m., in modo da scoprire i tiranti esistenti;
2. Realizzazione dei pali trivellati lato mare;
3. Realizzazione dei micropali di ancoraggio;
4. Prove collaudo sui micropali di ancoraggio;
5. Realizzazione dei pali trivellati lato terra;
6. Prova di collaudo sui pali lato mare e lato terra;
7. Posa in opera delle barre di collegamento orizzontali;
8. Getto delle travi;
9. Completamento della posa in opera delle barre di collegamento orizzontali;
10. Rinterro, creando un piano di lavoro a +1,50m dal l.m.m
11. Dragaggio fino alla profondità del fondale di progetto (-15,0 m dal l.m.m.)
12. Installazione delle rotaie delle gru di banchina;
13. Sistemazione finale del piazzale fino a +2,5 m l.m.m.
14. Installazione delle gru di banchina;

Qualora le tempistiche del cantiere lo richiedano, è possibile installare le rotaie prima del dragaggio (12 ↔ 11). In ogni caso è preferibile installare le gru di banchina a dragaggio avvenuto.

### 17.1.3 Banchina Fornelli

L'intervento in oggetto consiste nell'adeguamento delle strutture dell'attuale banchina ai nuovi requisiti prestazionali.

La soluzione adottata è schematizzata attraverso la sezione di Figura 17.10.



**Figura 17.10 Adeguamento dente Fornelli sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**

Gli elementi costruttivi che costituiscono le nuove strutture sono i seguenti.

- Pali di banchina in calcestruzzo, aventi la duplice funzione di fondare la via di corsa lato mare delle nuove gru su rotaie e di rinforzo della parete combinata esistente in vista dell'approfondimento dei fondali. I pali hanno diametro  $D = 1500$  mm, e sono spinti fino a  $-53$  m dal l.m.m., in modo da intestarsi efficacemente nello strato

sabbioso di base. L'interasse è pari 2,782m, ed è stato definito in modo da rendere possibile l'integrazione con le strutture di banchinamento esistenti.

- Pali trivellati in calcestruzzo, disposti su due file a cavallo del binario lato terra delle nuove gru di banchina su rotaie. Oltre all'ovvia funzione di fondazione delle gru, questi pali forniscono il necessario contrasto al paramento a mare. I pali hanno diametro  $D = 1000$  mm, e sono spinti fino a  $-51$  m dal l.m.m., anche in questo caso con l'obiettivo di intestarsi efficacemente nello strato sabbioso di base. L'interasse in direzione parallela filo banchina è pari ad  $i = 2,78$  m per ottenere una geometria compatibile con le strutture esistenti.
- Micropali di ancoraggio necessari a fronteggiare le azioni orizzontali agenti sul banchinamento, nei termini sia di sollecitazione che di spostamenti. I micropali, posti ad interasse medio  $i = 1,39$  m, sono realizzati mediante iniezioni ripetute e selettive (IRS), eseguite entro una perforazione  $D = 300$  mm inclinati, alternativamente a  $45^\circ$  e  $50^\circ$  rispetto l'orizzontale, in modo tale da non interferire tra loro e con le fondazioni delle retrostanti gru di piazzale. La lunghezza complessiva è di circa 43 m. L'armatura dei micropali è realizzata mediante tubolari in acciaio ( $D = 193,7$  mm,  $S = 25$  mm).
- La fila di pali per il binario lato terra è collegata alle strutture lato mare mediante barre rigide in acciaio M160/130 posizionate alla quota  $+0,70$  m s.l.m.m., capaci di ridurre al minimo gli spostamenti differenziali fra le due vie di corsa e vincolare efficacemente le strutture di banchina ai micropali di ancoraggio.
- Consolidamento dello strato fangoso presente al di sotto dei riporti antropici esistenti per migliorarne le caratteristiche di resistenza e deformabilità e quindi migliorare il comportamento del banchinamento nei confronti delle azioni orizzontali, sia in termini di sollecitazioni che di spostamenti. Per il consolidamento si prevede la realizzazione di colonne bottom – feed cementate aventi diametro  $D = 600$  mm, disposte con maglia  $1,5 \times 1,5$  m estese fino ad almeno  $-13$  m dal l.m.m.

Anche in questo caso l'intervento è articolato in fasi costruttive con la seguente sequenza.

1. Preparazione dell'area di cantiere, creando un piano di lavoro a circa  $+0,30$  m da l.m.m., in modo da scoprire i tiranti esistenti.



2. Realizzazione dei pali trivellati lato mare.
3. Trattamento dei depositi fangosi mediante colonne bottom – feed cementato.
4. Realizzazione dei micropali di ancoraggio.
5. Prove collaudo sui micropali di ancoraggio.
6. Realizzazione dei pali trivellati lato terra.
7. Prova di collaudo sui pali lato mare e lato terra.
8. Posa in opera delle barre di collegamento orizzontali.
9. Getto delle travi.
10. Dragaggio fino alla profondità del fondale di progetto (-15,0 m dal l.m.m.).
11. Installazione delle rotaie delle gru di banchina.
12. Sistemazione finale del piazzale fino a +2,5 m s.l.m.m.
13. Installazione delle gru di banchina.

Qualora le tempistiche del cantiere lo richiedano, è possibile installare le rotaie prima del dragaggio (10 ↔ 11). In ogni caso è preferibile installare le gru di banchina a dragaggio avvenuto.

## 17.2 ADEGUAMENTO FOSSAMAISTRA

L'intervento in oggetto consiste nell'adeguamento delle strutture dell'attuale canale Fossamastra, nel tratto in cui il canale attraversa le colmate più recenti (tratto terminale). L'adeguamento alle prestazioni precedentemente descritte è ottenuto realizzando nuove opere di fondazione/contenimento a tergo dei palancolati esistenti e, per il tratto che attraversa la fascia di banchina, la demolizione e la ricostruzione del solettone di copertura. Si distinguono le due principali situazioni di progetto, secondo lo schema rappresentato nella planimetria di Figura 17.11, "Banchina", e "Piazzale" che sono diverse per stato attuale dei fondali, stratigrafia di riferimento e/o sezione strutturale, nonché per i carichi agenti.

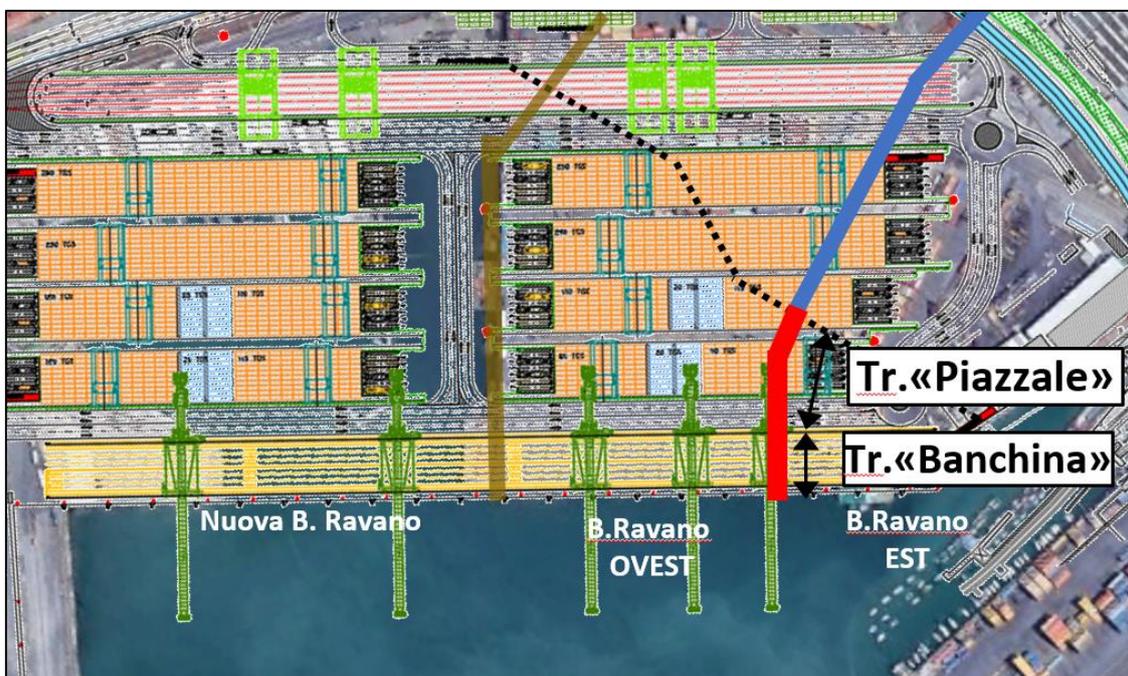


Figura 17.11 Individuazione in pianta delle due tratte per il progetto dell'adeguamento Fossamastra

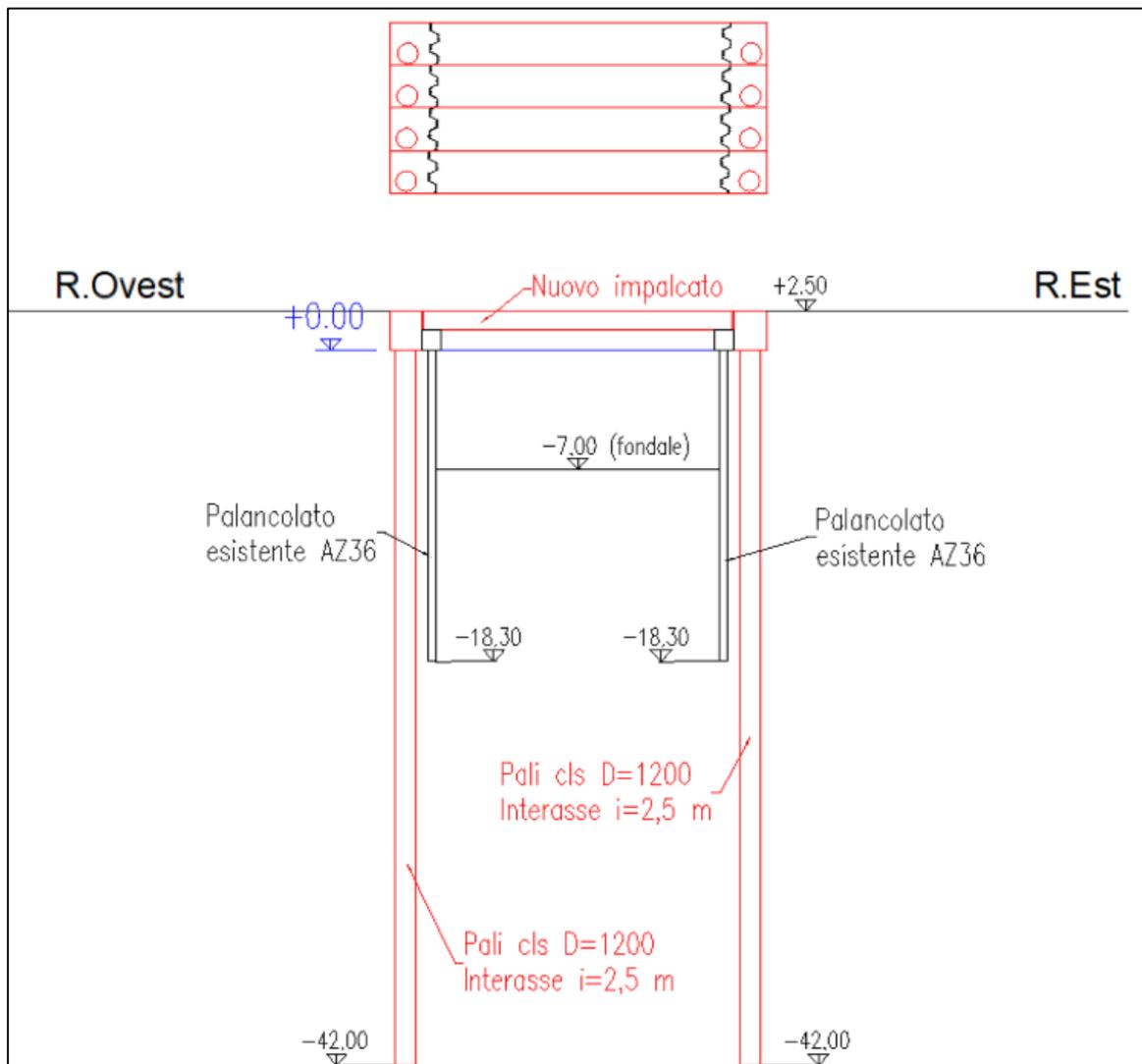
Le soluzioni adottate per ciascuna situazione di progetto sono schematizzate attraverso le sezioni in Figura 17.12 per il tratto "banchina" e in Figura 17.13 per il tratto "piazzale".

Gli elementi costruttivi che costituiscono le nuove strutture sono i seguenti.

- Nuovi pali trivellati in cls realizzati a tergo dei palancolati esistenti. I pali hanno un diametro  $D = 1200$  mm e sono disposti ad interasse di 2,50 m e superiormente sono collegato mediante una trave di c.a. solidarizzata alla trave esistente.

- Demolizione e ricostruzione dell'impalcato di copertura esistente (tratto Banchina).  
La demolizione avverrà mediante la divisione in conci dell'impalcato in conci mediante taglio e la sua rimozione puntonando i palancolati esistenti.

La trave di coronamento dei pali sarà gettata insieme alla trave di banchina, per garantire l'azione di vincolo offerta dai pali nei confronti delle azioni ortogonali alla banchina (gru STS);

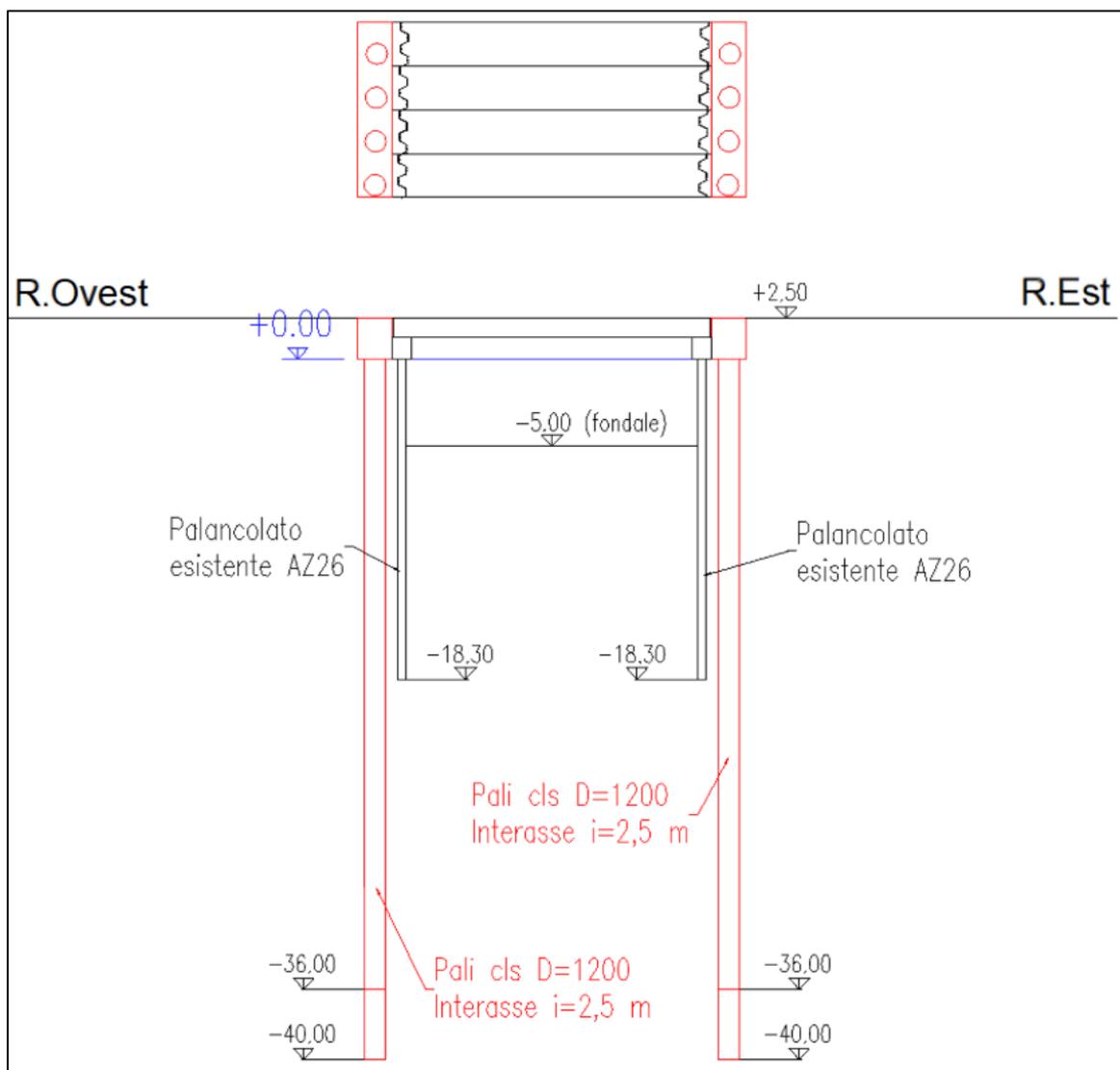


**Figura 17.12 Canalizzazione del Fossamastra (Banchina): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**

Nel tratto “**piazzale**” sono previste due diverse lunghezze dei pali in ragione delle due diverse condizioni di utilizzo previste lungo il tratto: nella zona destinata allo stoccaggio

dei contenitori i pali sono spinti fino alla profondità di -36,0 m dal l.m.m, mentre nella zona compresa fra la trave porta rotaia interna e la prima fondazione delle gru di piazzale (dove è previsto il traffico dei mezzi operativi) i pali sono spinti fino alla profondità di -40,0 m dal l.m.m.

I pali della tratta piazzale saranno collegati da una trave di coronamento in calcestruzzo, solidarizzata alla trave di coronamento esistente.



**Figura 17.13 Canalizzazione del Fossamastra (Piazzale): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)**

### 17.3 CANALIZZAZIONE FOSSO MELARA

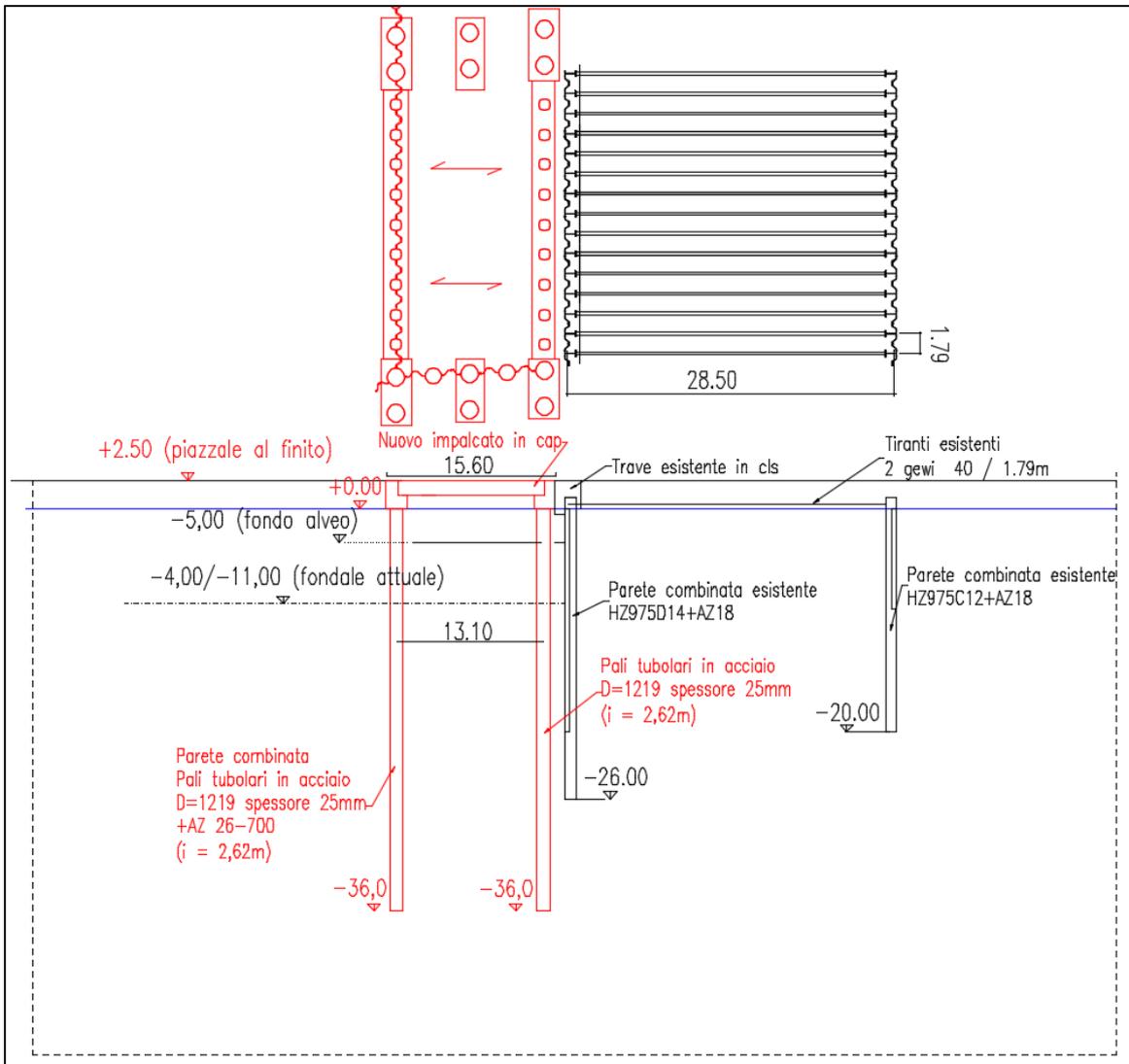
L'intervento in oggetto consiste nel prolungamento a mare dell'attuale canale Fosso Melara, secondo un tracciato parallelo ed adiacente all'attuale sponda lato Canaletto del Terminal Ravano che, nella configurazione di progetto costituisce la sponda in sinistra idrografica del canale stesso.

Si distinguono due situazioni di progetto, secondo lo schema rappresentato nella planimetria di Figura 17.14, "tratto Banchina", e "tratto Piazzale" che sono diverse per stato attuale dei fondali, stratigrafia di riferimento e sezione strutturale.



**Figura 17.14 Individuazione in pianta delle due tratte per il progetto della Canalizzazione Melara**

Le soluzioni adottate per ciascuna situazione di progetto sono schematizzate attraverso le sezioni in Figura 17.15 per il tratto "banchina" e in Figura 17.16 per il tratto "piazzale".



**Figura 17.15** Canalizzazione del Fosso Melara (Banchina): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)

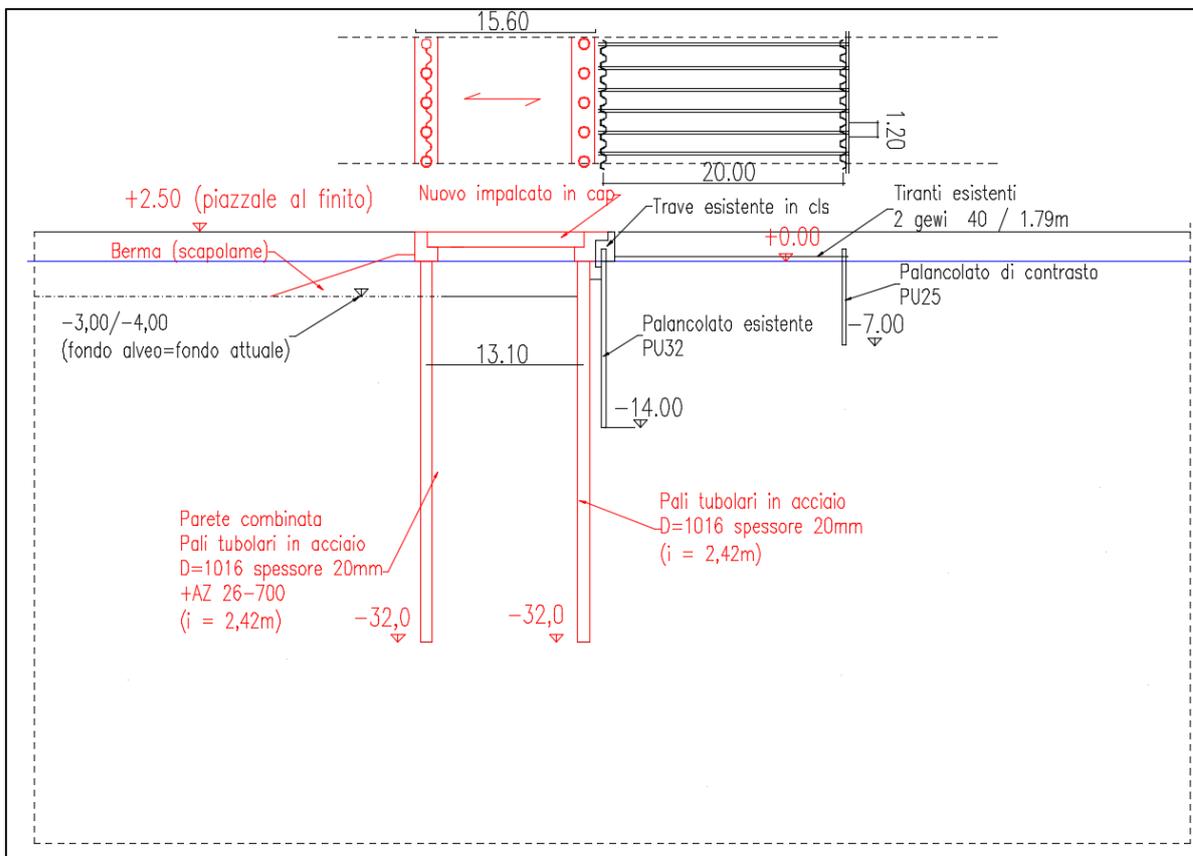
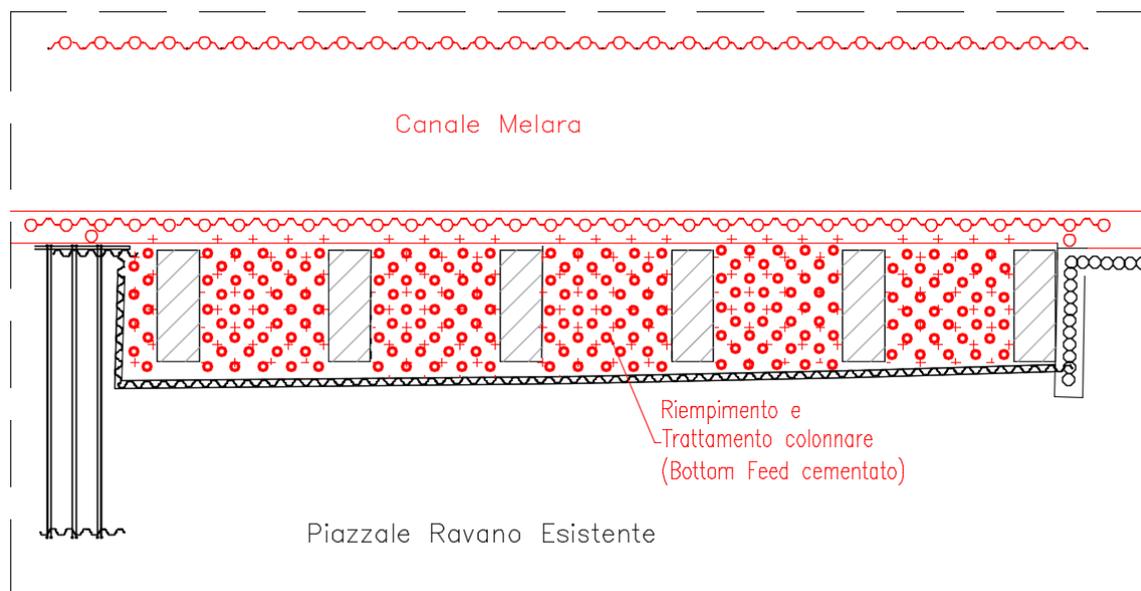


Figura 17.16 Canalizzazione del Fosso Melara (Piazzale): sezione rappresentativa dell'intervento (in rosso le nuove strutture)

Gli elementi costruttivi che costituiscono le nuove strutture sono:

- Parete combinata in acciaio composta da tubolari e palancole intermedie lungo la sponda in destra idraulica del canale (lato Marina del Canaletto) con funzione di contenimento del terreno di colmata e dove i pali avranno anche la funzione di fondazione del nuovo di impalcato di copertura del canale.
- Nel tratto “Melara-**banchina**” (tra le due vie di corsa della gru STS) i pali hanno un diametro  $D = 1219$  mm, spessore 25 mm e si spingono fino alla profondità di  $-36,0$  m dal l.m.m., per entrare nello strato sabbioso di base. L'interasse fra i pali è 2,62 m.
- Nel tratto “Melara-**piazzale**” i pali hanno diametro  $D=1016$  mm, spessore 20 mm e si approfondiscono fino a  $-32,0$  m dal l.m.m. L'interasse fra i pali in questo caso è 2,42 m. Le palancole intermedie sono AZ26-700 e raggiungono in entrambi i tratti la profondità di  $-25$  m dal l.m.m, per entrare sempre nei depositi continentali (DAC).

- La parete combinata superiormente è collegata da una trave di coronamento in calcestruzzo. Nella zona terminale la trave di coronamento sarà gettata insieme alla trave di banchina, per garantire la continuità strutturale necessaria per il vincolo del paramento (gru STS).
- Nel tratto “piazzale”, in destra idrografica verrà realizzato un rinfiango in tout-venant fino alla quota di +0,5m l.m.m.
- Pali tubolari in acciaio in sinistra idrografica hanno essenzialmente la funzione di fondazione dell’impalcato di copertura del canale in quanto la funzione di contenimento del terrapieno è svolta dalla banchina esistente.
- Nel tratto “Melara-**banchina**” (tra le due vie di corsa della gru STS) i pali hanno un diametro  $D=1219$  mm, spessore 25 mm e si spingono fino alla profondità di – 36,0 m dal livello medio marino, per entrare nello strato sabbioso di base. L’interasse fra i pali è 2,62m.
- Nel tratto “Melara-**piazzale**” i pali hanno diametro  $D=1016$  mm, spessore 20 mm e si approfondiscono fino a -32,0 m da livello medio mare. L’interasse fra i pali in questo caso è 2,42m.
- In entrambi i tratti i pali superiormente saranno collegati da una trave di coronamento ammorsata nella trave esistente lungo il perimetro del Ravano esistente.
- In corrispondenza del vecchio pontile a giorno da demolire (Figura 17.17) ai pali saranno interposte palancole intermedie per il contenimento del terreno utilizzato per interrare le strutture oggi a giorno. Le sezioni e lunghezze dei pali sono analoghe a quelle previste per l’altra sponda;
- La demolizione dell’impalcato del vecchio pontile esistente consentirà di effettuare il consolidamento dei fanghi mediante colonne bottom feed cementate.
- Nel tratto “banchina”, riempimento mediante tout venant fino a livellare la quota dell’alveo a -5,0 m da l.m.m.



**Figura 17.17 planimetria con indicati i plinti di fondazione del vecchio pontile**

L'intervento, nel tratto "**Banchina**" è articolato secondo le seguenti fasi costruttive:

1. infissione delle strutture metalliche da mare per quelle in alveo ed in destra idraulica e da terra per quelle in sinistra, in modo da perimetrare i volumi di colmata;
2. sistemazione del fondo alveo in prossimità del banchinamento ed esecuzione dei riempimenti a tergo della sponda del canale in tout venant, fino alla quota di +0,5 m dal l.m.m (riempimenti della banchina nuovo Ravano);
3. abbassamento del livello dell'acqua e della falda nella Marina del Canaletto;
4. esecuzione dei consolidamenti mediante colonne Bottom Feed Cementate (Nuovo Ravano);
5. collaudo dei pali;
6. realizzazione delle nuove travi di coronamento;
7. posa in opera dell'impalcato di copertura del canale;
8. esecuzione del getto di completamento dell'impalcato;
9. ripristino del livello medio mare nella Marina del Canaletto;
10. sistemazione finale del piazzale fino a +2,5m l.m.m.

Mentre, nel tratto "**piazzale**" si prevedono le seguenti fasi costruttive:

- 1) infissione delle strutture metalliche da mare per quelle in alveo ed in destra idraulica e da terra per quelle in sinistra, in modo da perimetrare i volumi di colmata
- 2) demolizione dell'impalcato del pontile esistente (Figura 17.17);
- 3) riempimento a tergo dei palancolati in corrispondenza del pontile esistente (Figura 17.17);
- 4) realizzazione del trattamento mediante bottom feed nella Marina del Canaletto da mare;
- 5) realizzazione del rilevato di rinfianco della parete in destra idraulica del canale e lungo le banchine interne della Marina del Canaletto;
- 6) abbassamento del livello dell'acqua e della falda nella Marina del Canaletto;
- 7) riempimento all'interno della Marina del Canaletto, mediante sedimenti di dragaggio trattato, fino alla quota di +2,0 m dal l.m.m.;
- 8) collaudo dei pali;
- 9) realizzazione delle travi di coronamento e posa in opera dell'impalcato di copertura del canale;
- 10) esecuzione del getto di completamento dell'impalcato
- 11) precarica nella Marina del Canaletto ed attesa dei tempi di consolidazione;
- 12) ripristino del livello medio marino;
- 13) sistemazione finale del piazzale fino a +2,5 m dal l.m.m.

#### 17.4 BONIFICA DEI FONDALI DELLA MARINA DEL CANALETTO

Dai risultati della campagna di caratterizzazione descritta in precedenza emerge una situazione ambientale abbastanza complessa in quanto le aree caratterizzate da sedimenti contaminati sono particolarmente estese e ricoprono la quasi totalità della Marina del Canaletto confermando i risultati del Progetto Preliminare di bonifica ICRAM del 2005 che individuava i seguenti scenari:

- rimozione e conferimento in discarica;
- rimozione e trattamento (ex situ) per successivo conferimento in vasche di colmata o in strutture di confinamento realizzate in ambito costiero.

Un intervento di risanamento ambientale dovrebbe prevedere teoricamente la bonifica di tutti i sedimenti con concentrazioni superiori al valore di intervento, in quanto corrispondente ad un probabile rischio ecotossicologico per le comunità viventi.

Peraltro, tra gli obiettivi primari degli interventi di bonifica, oltre a quello di minimizzare le volumetrie di sedimento da destinare a discarica, rientra anche quello, già condiviso con la struttura tecnica della Regione Liguria, di minimizzare la movimentazione dei sedimenti in quanto, nonostante l'adozione di misure di mitigazione di sistemi di dragaggio di tipo ambientale, sarebbe alquanto difficile annullare il rischio di una diffusione nell'ambiente circostante della frazione più fina, e maggiormente contaminata dei sedimenti stessi, legato alle varie operazioni (dragaggio, stoccaggio temporaneo a terra, trattamento e conferimento in discarica).

Inoltre la totale carenza di vasche di contenimento in ambiente marino dotate di strutture di confinamento idonee a contenere i sedimenti contaminati in oggetto rende ancora più complessa l'attuazione dei due scenari individuati nel precedente Progetto Preliminare di bonifica.

Alla luce di tali considerazioni emerge chiaramente l'opportunità di introdurre, in questa sede, uno scenario alternativo che prevede la messa in sicurezza definitiva dei sedimenti della Marina del Canaletto. Tale opzione nel caso in esame risulta essere particolarmente vantaggiosa viste le caratteristiche delle strutture di banchina che delimitano l'area, sia esistenti (tutte con pareti continue di palancole che pervengono a quote molto inferiori di quelle del letto dello strato di sedimenti contaminati caratterizzati intestandosi all'interno dello strato argilloso) che di nuova realizzazione (diaframmi di palancole con gargami

impermeabili in grado di garantire una permeabilità corrispondente ad un strato di un metro di spessore di materiale caratterizzato da un coefficiente di permeabilità  $k= 1 \times 10^{-7}$  cm/s). A tale scopo sulla base dei risultati delle analisi di caratterizzazione dei sedimenti marini è stata quindi elaborata l'*Analisi della conterminazione della colmata della Marina del Canaletto nel Porto di La Spezia per la verifica di assenza di rischi per l'ambiente* ed anche l'*Analisi Rischio ambientale sanitaria* predisposta secondo i criteri riportati nell'Allegato 1 alla Parte Quarta, Titolo V del D.Lgs. 152/06.

E' stata quindi attivata presso la Regione Liguria – Dipartimento Ambiente e Protezione Civile – Settore Ecologia la conferenza dei servizi per l'approvazione dell'analisi del rischio dell'area a mare della Marina del Canaletto.

A conclusione della conferenza dei servizi decisoria in modalità sincrona del 27/04/2022 con Decreto 2922/2022 del 10 maggio 2022 è stata quindi approvata l'Analisi del rischio confermando quindi la fattibilità della **soluzione di progetto che prevede il mantenimento in situ dei sedimenti contaminati presenti nei fondali della Marina del Canaletto**, che quindi verranno inglobati all'interno della nuova colmata. Pertanto, in conformità alle vigenti norme in materia di bonifica dei siti contaminati (Parte Quarta, Titolo V, del D.lgs. 152/06 e s.m.i., **non è più necessario procedere alle attività di bonifica dell'area interessata prima dell'inizio dei lavori a mare degli interventi previsti**).

Le indagini e le analisi effettuate hanno inoltre dimostrato anche la possibilità di impiegare per la realizzazione della nuova colmata sia materiali di cava che i sedimenti di dragaggio dei fondali del porto di La Spezia purché rispondenti ai requisiti imposti dalla Normativa vigente per il loro conferimento all'interno di vasche di colmata impermeabili (D.M. 173/16) e per il futuro utilizzo della colmata come terrapieno ad uso industriale (rif. Limiti Colonna B tabella 1 Allegato 5 del D.lgs. 152/2006).

In sintesi gli esiti dell'Analisi sopracitata hanno consentito di prevedere, **per la gestione dei sedimenti contaminati presenti sul fondale**:

- il mantenimento dei sedimenti in sito;
- il completamento della perimetrazione dell'area di colmata mediante la realizzazione di diaframmi di palancole con gargami impermeabili, in grado di



garantire una permeabilità corrispondente ad uno strato di un metro di spessore di materiale caratterizzato da un coefficiente di permeabilità  $k = 1 \times 10^{-7}$  cm/s;

- la realizzazione di una colmata con destinazione d'uso industriale (ambiente conterminato e con capping) attraverso il riempimento lungo le sponde interne con materiale di cava e/o riciclato e con i sedimenti di dragaggio dei fondali del porto di La Spezia disidratati e trattati con cemento per la porzione.

Inoltre al fine di “contenere”, anche in condizioni straordinarie, il carico piezometrico da monte, a monte delle banchine che delimitano la Marina del Canaletto è stata prevista la posa in opera di un dreno orizzontale con scorrimento posto a quota +0.30 m s.l.m.m. (v. tavola 21 08 PE TM02 Rete di smaltimento acque meteoriche – pianta pozzetti e tubazioni ed elaborato 21 08 PE R004 Relazione sulla gestione dei sedimenti). La tubazione drenante, opportunamente rinfiancata con materiale drenante, è stata divisa in due tronchi dei quali uno convoglia le acque raccolte nel Fosso Vecchio Dorgia e l'altra nel Fosso Melara. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato “21 08 PE R004 Relazione sulla gestione dei sedimenti” al quale sono allegate anche le due analisi sopracitate.

## 17.5 COLMATE E PIAZZALI

I piazzali del nuovo terminal Ravano si sviluppano su un'area molto estesa che interseca diverse opere esistenti con terreni di fondazione che sono variamente consistenti.



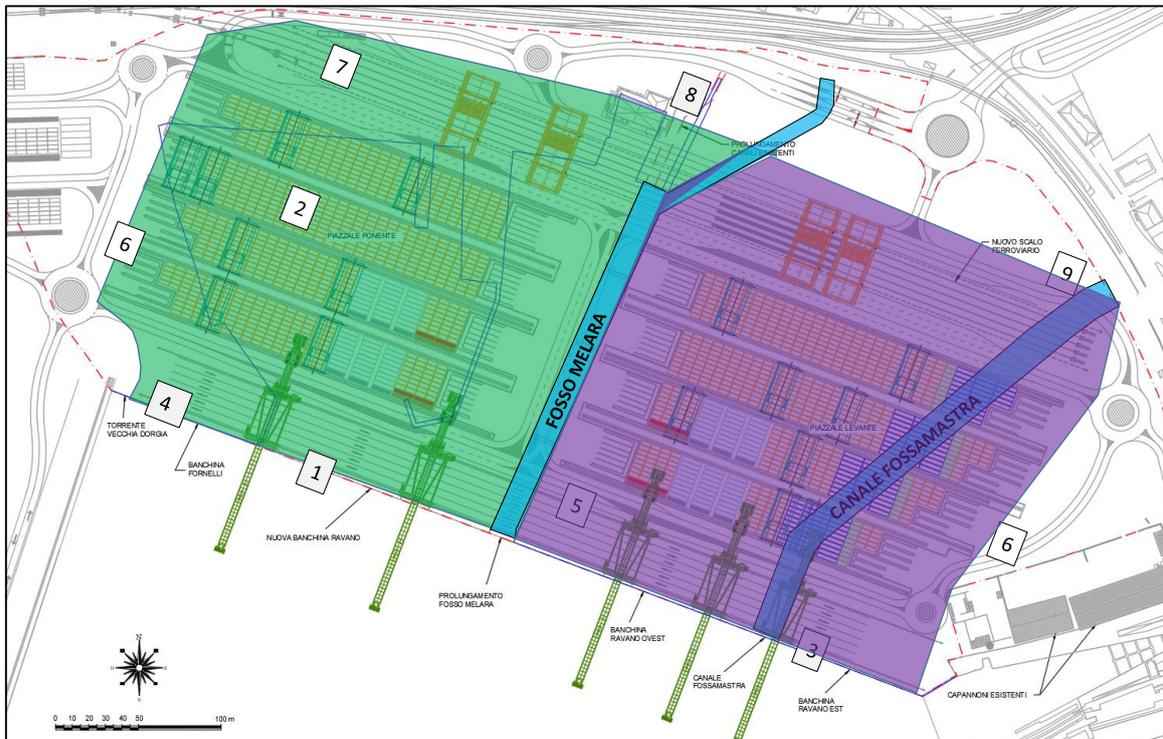
**Figura 17.18 Localizzazione delle aree di intervento**

L'aspetto maggiormente critico per la soluzione progettuale risiede nelle forti differenze fra le compressibilità dei terreni di fondazione nelle diverse aree di intervento. Si deve per questo distinguere fra le due aree dei piazzali Ponente e Levante, di cui la prima si otterrà dalla colmata della Marina del Canaletto, che pertanto è integralmente da consolidare, e la seconda coincide con l'area occupata dall'attuale piazzale del Terminal Ravano, quindi da tempo consolidata.

Altro aspetto critico sono le interferenze con le strutture esistenti, in particolare le strutture di contenimento del canale Fossamastra e i palancolati perimetrali della Marina del Canaletto.

In Figura 17.19 sono indicate le due aree di stoccaggio sovrapposte con le interferenze

evidenziate tramite numerazione (n. 9 canale Fossamastra, contorno n.2 palancolati perimetrali Marina del Canaletto).



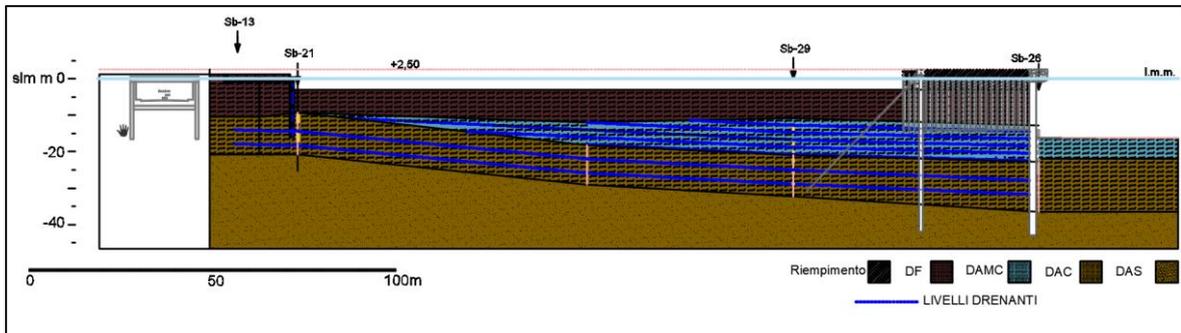
**Figura 17.19 - individuazione delle due macro aree. Sfondo verde: aree da consolidare; sfondo viola: aree consolidate**

### 17.5.1 Piazzale di Ponente

Il piazzale Ponente è ricavato dal riempimento dello specchio acqueo della Marina del Canaletto.

Il materiale di riempimento e i depositi di terreno sottostanti dovranno pertanto essere consolidati per garantire l'operatività del piazzale prima dell'applicazione dei carichi determinati dall'esercizio del terminal.

La natura dei terreni di fondazione è tale che, dalla quota del fondale (mediamente -3m sul l.m.m.) fino a una profondità di circa -33 m da l.m.m, sono presenti terreni a grana fine a consistenza variabile, depositi fangosi (DF) e depositi marini e alluvionali (DAMC e DAC), disposti secondo la sezione stratigrafica rappresentata in Figura 17.20.



**Figura 17.20 sezione stratigrafica Ponente**

Per la realizzazione della colmata a mare è previsto l'impiego dei sedimenti marini provenienti dal dragaggio dei fondali del III bacino del porto di La Spezia disidratati e opportunamente trattati a cemento così da conferire la nuovo rilevato i desiderati requisiti di portanza e deformabilità.

A tal fine nel corso dello sviluppo della progettazione, al fine di verificare la fattibilità dell'impiego dei sedimenti di dragaggio per la realizzazione della colmata della Marina del Canaletto e di determinare la tipologia ed i quantitativi di legante naturale (calce, cemento o calce e cemento,) sono stati prelevati dei campioni di sedimenti di fondale nelle aree da sottoporre a dragaggio e sono stati eseguiti dei test di laboratorio (v. Relazione R107) al termine dei quali è stata definita la soluzione di progetto che prevede il trattamento dei sedimenti con cemento per il raggiungimento dei requisiti di progetto per il materiale di riempimento.

La quota media del fondale nella darsena è di circa -3 m s.l.m.m., al di sotto sono presenti terreni coesivi di consistenza variabile composti, procedendo dalla quota fondale verso il basso, sia dai depositi fangosi che dai depositi marini e alluvionali coesivi.

Per consolidare questi terreni prima della messa in servizio del terminal è necessario ridurre i tempi di consolidazione mediante le seguenti soluzioni:

- A- nei depositi fangosi creare dei livelli di drenaggio per ridurre il percorso di filtrazione con colonne di ghiaia realizzate con tecnologia tipo Bottom Feed (v.Figura 17.22);
- B- nei sottostanti terreni coesivi: precarico associato all'abbassamento della falda così da sviluppare il cedimento per consolidazione prima della messa in servizio.



**Figura 17.21 - in verde, area di intervento con colonne in ghiaia vibrocompattate**

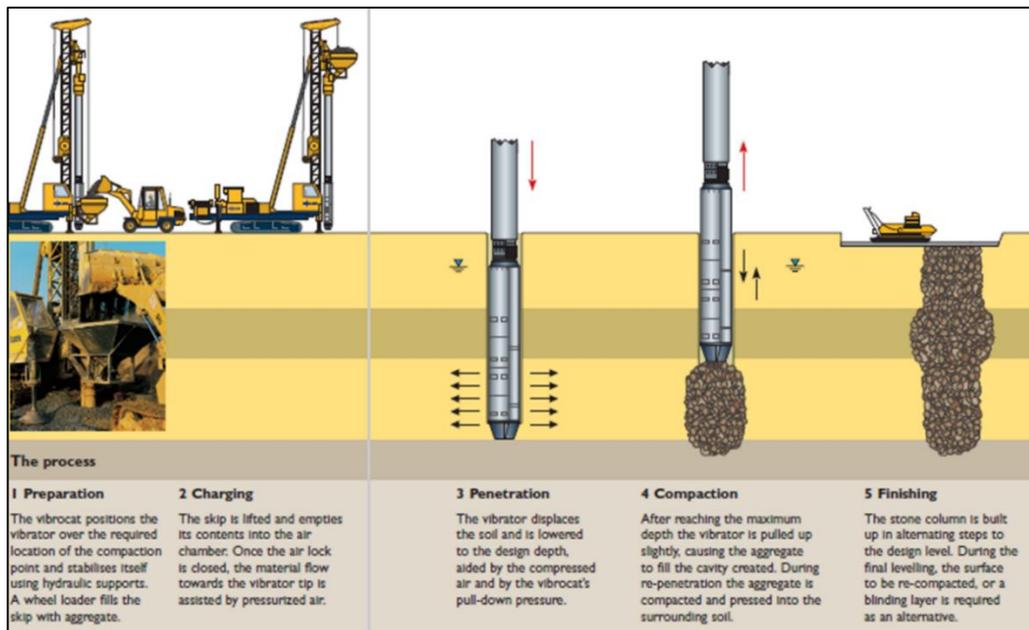
L'intervento previsto per il consolidamento dello strato di depositi fangosi che si estende dalla quota fondale (-3.00 m s.m.) fino a quota -13.00 m s.m. circa è costituito dalla realizzazione di colonne di ghiaia (vibrosostituzione con metodo "bottom-feed") di diametro pari a 600 mm collocate ai vertici di una maglia quadrata di 2.00 m di lato.

In tale metodologia la ghiaia viene portata alla punta del vibroflot tramite un tubo centrale coassiale al vibratore. Come si vede dalla Figura 17.22, il metodo garantisce la formazione della colonna di ghiaia compattata per l'intera lunghezza del trattamento. Si hanno pertanto i seguenti aspetti migliorativi:

- certezza della geometria del trattamento, con formazione di colonne di ghiaia permeabili per l'intero spessore trattato;
- controllabilità del processo, in relazione alla misura puntuale del quantitativo di ghiaia assorbita per ogni colonna;
- efficacia del drenaggio, in quanto la continuità della colonna di ghiaia permette di considerare efficace il drenaggio radiale offerto dalla maglia di colonne realizzate

nello strato da consolidare, con grandi benefici in termini di riduzione dei tempi di consolidazione;

- aumento delle caratteristiche di resistenza del deposito grazie allo scheletro rigido formato dalle colonne di ghiaia.



**Figura 17.22 esempio schema fasi lavorative per installazione colonne di ghiaie vibrocompattate (scheda Keller)**

Nella formazione coesiva posta al disotto dello strato di depositi fangosi è stata inoltre prevista la realizzazione di una serie di pozzi di raccordo dei livelli drenanti presenti in questa formazione.

Dopo la realizzazione delle colonne di ghiaia sul fondale dell'area da colmare verrà steso uno strato di tout venant selezionato (0-60 mm) di spessore medio pari ad un metro che ha la doppia funzione di realizzare un tappeto drenante che collega tra loro la sommità di tutte le colonne di ghiaia garantendone il corretto funzionamento e di realizzare un piano di lavoro stabile dal quale procedere alla realizzazione della colmata con i sedimenti di dragaggio.

La posa dei sedimenti di dragaggio additivati con cemento procederà, dopo aver completato la cinturazione dell'area e abbassato il livello della falda fino a quota -3.00 s.l.m.m., per strati di 30 cm di spessore, che verranno rullati fino al raggiungimento del livello di addensamento di progetto, fino al raggiungimento della quota di imposta dello strato di

fondazione del pacchetto di pavimentazione dell'area oltre lo spessore necessario per compensare i cedimenti dei terreni di fondazione attesi.

La realizzazione della ulteriore porzione di terrapieno necessario per raggiungere il carico di progetto verrà invece eseguito con materiale riciclato integrato con materiali provenienti dagli scavi previsti in progetto qualora disponibili.

Si precisa i sedimenti di dragaggio additivati con cemento verranno forniti a piè d'opera da parte della ditta incaricata dalla AdSP alla esecuzione dei dragaggi.

La realizzazione della colmata della Marina del Canaletto si svilupperà attraverso le seguenti fasi:

- Fase 1: isolamento idraulico dell'area da colmare (realizzazione della nuova banchina Ravano e delle opere di contenimento per il prolungamento del fosso Melara;
- Fase 2: realizzazione delle colonne di ghiaia (con maglia 2 x 2 m e diametro 60 cm, diametro pietrisco 10,0mm – 35,0 mm) con tecnologia bottom feed, da mare e da terra;
- Fase 3: realizzazione delle berme perimetrali alle strutture esistenti per contenere l'incremento di spinta dovuto all'abbassamento del livello dell'acqua;
- Fase 4: Realizzazione del "tappetino drenante" di pietrisco sul fondale per uno spessore medio di 1m (diametro pietrisco 10,0mm – 35,0 mm);
- Fase 5: abbassamento del livello dell'acqua presente nell'area della futura colmata fino al fondale (-3m l.m.m.);
- Fase 6: conferimento in vasca di materiale proveniente da dragaggio, preventivamente essiccato. La colmata si ottiene riempiendo la vasca per strati successivi, con spessore massimo 30 cm, fino al raggiungimento della quota di +2,3 m l.m.m. (in questa fase si svilupperanno i cedimenti immediati valutati in 70 cm) Gli strati vengono realizzati miscelando a cemento il materiale di dragaggio e successivamente compattati;
- Fase 7: realizzazione di pozzi di raccordo dei livelli drenanti (pali  $\Phi$  1500 riempiti di ghiaia, spinti mediamente a -35m l.m.m). realizzati perimetralmente all'area di carico della precarica con interasse e perimetralmente al perimetro esterno di stoccaggio secondo lo schema descritto negli elaborati grafici di progetto. La

lunghezza dei pozzi dovrà essere tale che la base del pozzo rimanga almeno due metri sopra il tetto dei DAS;

- Fase 8: Installazione della strumentazione di monitoraggio;
- Fase 9: precarica su tutta l'area con un rilevato temporaneo fino alla quota necessaria per una pressione media di 55 kPa (fino a circa +5,0m l.m.m), da mantenere in posto per almeno 6 mesi;
- Fase 10: compensazione dell'altezza del rilevato, al fine di compensare il cedimento che mano a mano si matura nel tempo;
- Fase 11: rimozione del rilevato di precarica;
- Fase 12: spegnimento delle pompe azionate in fase 4 e saturazione del riempimento fino al l.m.m;
- Fase 13: livellamento del piazzale alla quota di progetto ed esecuzione degli interventi previsti nel piazzale.

#### **17.5.2 Piazzale Levante**

L'area del piazzale di levante è stata ricavata con un terrapieno a mare realizzato per fasi successive terminate con la costruzione dell'attuale banchina Ravano. Le indagini indicano che il materiale di riempimento presenta una granulometria piuttosto assortita, con una curva granulometrica "distesa", caratterizzata dalla contemporanea presenza di frazioni fini e grossolane.

Lo stoccaggio fino a 5 livelli di containers ha prodotto nel tempo il progressivo assestamento del piazzale. Le conseguenze dei fenomeni di assestamento sono oggi rese evidenti dalla presenza su tutto il piazzale di avvallamenti profondi fino a 50 cm. La conca di subsidenza si riflette nella mancanza di verticalità delle file dei containers accatastati, cosa che è chiaramente percepibile anche ad occhio nudo percorrendo il piazzale.

I cedimenti si sono manifestati nei primi anni dalla fine dei lavori per la consolidazione progressiva dei depositi sottostanti il piazzale; oggi, a circa 20 anni dall'ultima fase di riempimento, i processi di consolidazione si possono ritenere completamente esauriti.

In questa porzione di piazzale quindi le principali problematiche sono connesse alla presenza al suo interno delle strutture del canale Fossamastra.

In questa area non sono pertanto previste opere di consolidamento, ad eccezione di una fascia ristretta in prossimità del canale Fossamastra dove, per la presenza di elementi

strutturali molto rigidi, è necessario irrigidire anche il piazzale per limitare le distorsioni dei containers. L'irrigidimento del piazzale sarà ottenuto solo localmente, con l'esecuzione di pali in calcestruzzo non armato tipo FDP, disposti in modo da garantire ai contenitori da 40 ft appoggi rigidi quando due piedi gravano sull'impalcato del canale. Tale intervento si rende necessario perché il brusco salto di rigidità fra strutture verticali di contenimento del canale e semplice riempimento determinerebbe certamente una discontinuità del profilo di cedimento, incompatibile con la funzionalità delle gru ASC.

In Figura 17.23 sono riportate le principali fasi realizzative dei pali FDP. In Figura 17.24 si mette in evidenza la disposizione dei pali FDP in relazione al layout di stoccaggio e alla fascia con carico e dimensione limitata dei container.

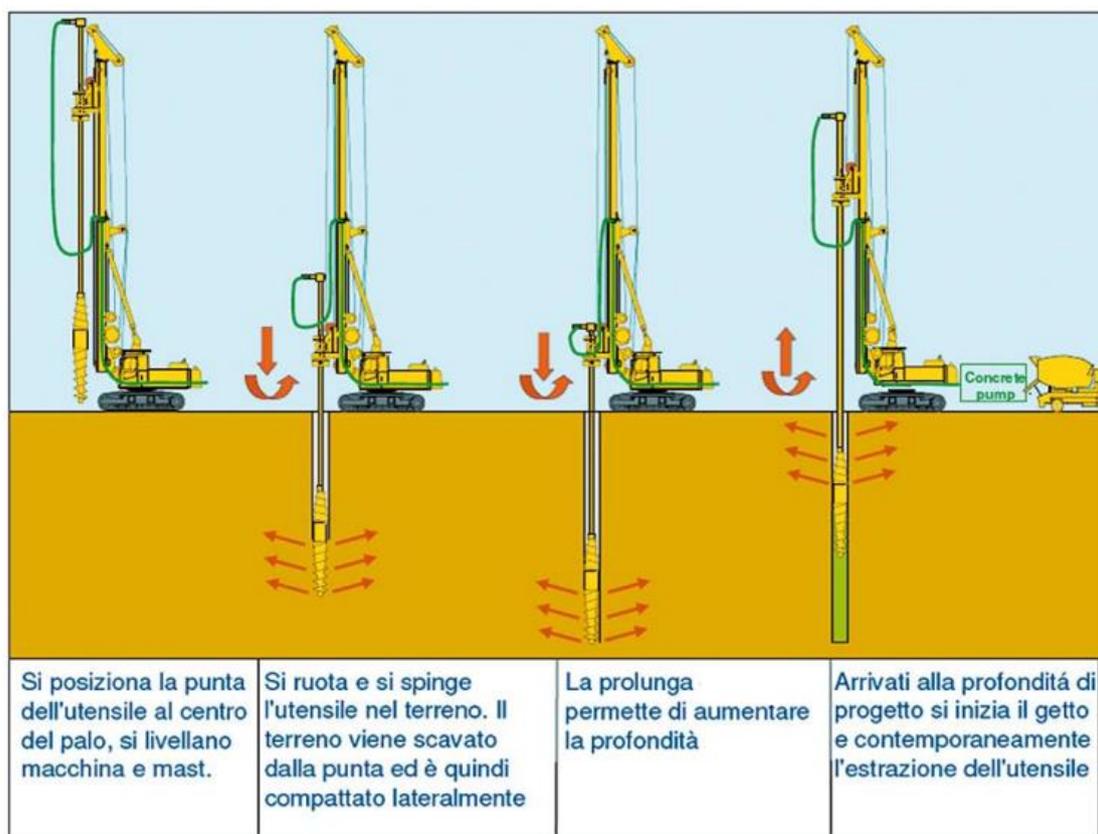


Figura 17.23 esempio schema fasi lavorative per installazione pali FDP

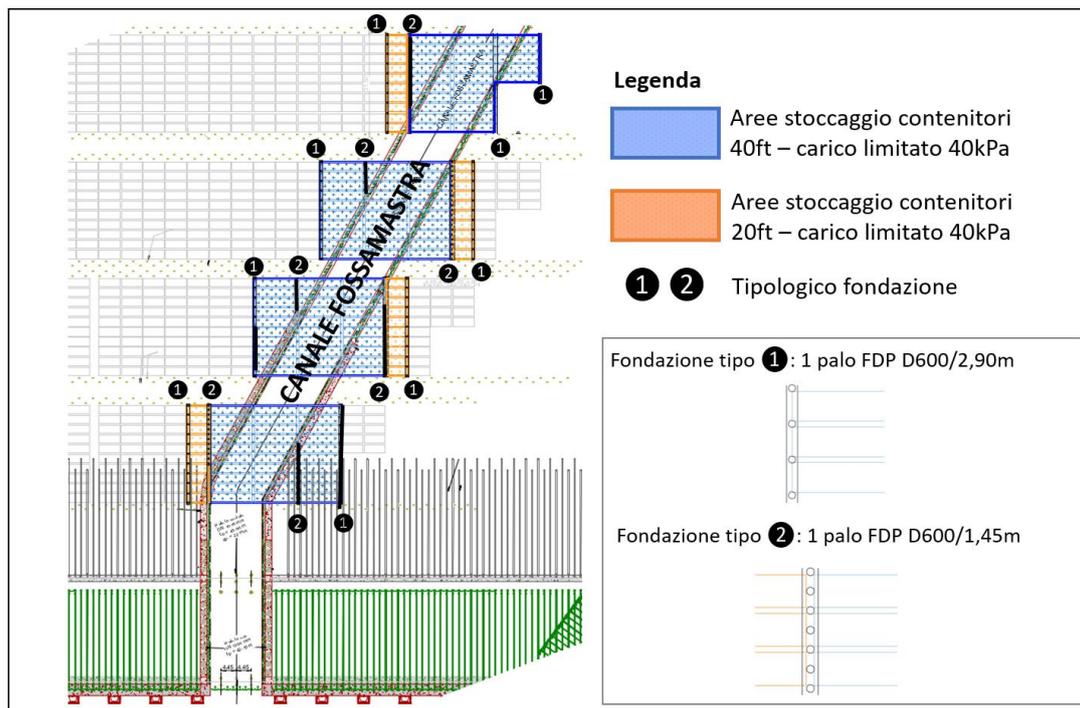


Figura 17.24 planimetria interventi piazzale Levante

## 17.6 MANOVRABILITÀ E ACCESSIBILITÀ VIA MARE

Al fine di verificare la funzionalità marittima del nuovo terminale e verificare le condizioni di accessibilità via mare da parte delle grandi navi porta contenitori sono state eseguite una serie di prove con simulatore di manovra navale presso il laboratorio SCENARIO su incarico della AdSP.

Le prove, alle quali hanno partecipato i piloti del porto di La Spezia e i rappresentanti della Capitaneria di Porto, sono state eseguite facendo riferimento alla configurazione di tutte le opere previste dal PRP vigente, considerando quindi anche la presenza del Terminal del Golfo e del tombamento del diffusore Enel, entrambi ancora da realizzare.

Le prove, eseguite considerando anche la presenza di altre unità ormeggiate alle banchine adiacenti sono state eseguite considerando due tipologie di navi porta contenitori delle seguenti dimensioni:

- Container ship 35 (Ultra Large Container Vessel) 23000 TEU
  - Loa= 400 m
  - B= 61.5 m
- Container ship 13 (NEW PANAMAX) – 13300 TEU



- Loa= 365.5 m
- B= 51.7 m

Le simulazioni di manovra eseguite hanno evidenziato che la manovra di ingresso delle unità di grandi dimensioni (ULVC – Container ship 35) è possibile solamente con il lato sinistro in banchina e in condizioni meteo che non presentino più di 20 Nodi di vento (nel caso SE) mediante ausilio di rimorchiatori, principalmente a poppa, idealmente 4 in totale al fine poter gestire eventuali problematiche dovessero presentarsi a causa dell'utilizzo intenso degli stessi.

Nel caso di venti da SW, la manovra, seppur complessa, risulta fattibile, sempre e comunque con adeguato ausilio di rimorchiatori che agevolino il corretto posizionamento della nave.

Per le unità New Panamax (Container ship 13), nel caso di venti da SE pari a 25 nodi, la manovra, seppur complessa, risulta fattibile, sempre e comunque con adeguato ausilio di rimorchiatori che agevolino il corretto posizionamento della nave.

#### 17.7 LAYOUT DI ORMEGGIO E ARREDI DI BANCHINA

Per definizione del layout di ormeggio del nuovo terminal contenitori è stato oggetto di un apposito studio che ha tenuto conto sia delle condizioni della nave ormeggiata sia nelle fasi di accosto (v. elaborato “21 08 PE R410 Analisi delle forze di accosto e di ormeggio delle navi”) a conclusione del qual sono state definite le caratteristiche delle bitte e dei parabordi da installare lungo la banchina operativa del nuovo terminal Ravano.

Nello studio sono state prese in esame le seguenti navi di progetto:

- ULVC “MSC DILETTA”, Loa 399 m, capacità 23.782 TEU (classe GULSUN);
- New Panamax “MSC FRANCESCA”, Loa 363 m, capacità 11.660 TEU;

entrambe dotate di cime di ormeggio con tensione minima di rottura MBL di 140 t.

Per ogni scenario meteomarinico di calcolo sono state prese in esame tre diverse condizioni di carico considerando rispettivamente 5, 7, 9 e 12 file di contenitori sopra al ponte delle navi. Compatibilmente con il fondale di progetto il pescaggio della nave all'ormeggio è stato limitato a 14 m.

Per la valutazione delle condizioni di ormeggio è stato applicato il codice di calcolo OPTIMOOR che, in funzione della forza risultante che agisce sulla nave all'ormeggio, calcola la risposta statica del sistema di ormeggio fornendo le tensioni e l'allungamento delle cime di ormeggio, la deformazione e la reazione dei parabordi e le forze risultanti sulle bitte.

In relazione al calcolo dell'energia di accosto, e alla successiva verifica del sistema di parabordi si è fatto riferimento alla metodologia indicata dal PIANC (2002).

A conclusione dello studio è stato definito il layout dei dispositivi di accosto ed ormeggio della banchina che è così costituito:

- bitte di ormeggio disposte con un interasse di 25 m con un tiro nominale pari a 300 t per quelle posizionate agli estremi della banchina (n°6 lato ovest e n°7 lato est) e con tiro nominale pari a 250 t per quelle disposte nella porzione centrale della banchina (n°8 bitte);
- parabordi disposti con un interasse di 12.50 m del tipo con corpo in gomma troncoconico tipo SCN 1600, o equivalente, dotati lato mare di una piastra di ripartizione rettangolare di dimensioni 4.75x3.50 m<sup>2</sup> per ridurre la pressione massima sulla carena della nave ai valori ammissibili per le navi portacontaineri.

Tra la base dei parabordi ed il muro di banchina è stata inoltre prevista l'interposizione di un elemento di raccordo tubolare metallico flangiato alle estremità necessario per garantire che la carena della nave ormeggiata si trovi ad una distanza minima dal muro di 2.40 m così da non interferire con il deflusso delle portate dei corsi d'acqua presenti lungo lo sviluppo della banchina.

## 17.8 VIABILITÀ INTERNA E PAVIMENTAZIONI

Negli elaborati di progetto è indicato uno schema della viabilità interna al nuovo terminal collegato alla viabilità delle restanti aree del Terminal della LSCT ed alla viabilità di accesso.

Le nuove viabilità di entrata/uscita al nuovo terminal partono da una rotatoria ubicata nella parte nord-est del porto. Dal ramo della rotatoria in direzione ovest si arriva al nuovo varco di ingresso/uscita dal terminal, caratterizzato da 4 corsie, 2 di entrate e 2 di uscita.



All'entrata/uscita del terminal con le sbarre con badge, costituito da due corsie, una per senso di marcia, si arriva prendendo il braccio sud della rotatoria.

Le nuove viabilità corrono perimetralmente al terminal con connessioni centrali. Si tratta di carreggiate caratterizzate da 4 corsie, 2 per senso di marcia, lungo i lati nord, sud ed ovest del terminal. La viabilità posizionata lungo il confine est è invece caratterizzata da 2 corsie, una per senso di marcia. Sono presenti, inoltre, tre rotatorie che migliorano la circolazione nei punti di intersezione.

Per la definizione della geometria di tale schema si è fatto riferimento, ove possibile, alle indicazioni normative tenendo conto delle dimensioni delle aree a disposizione e del fatto che si tratta di una viabilità interna utilizzata esclusivamente dai mezzi che gestiranno la movimentazione dei contenitori.

In particolare il progetto dell'infrastruttura stradale è stato sviluppato inquadrando le nuove interne al terminal come "strade locali a destinazione particolare" ai sensi del D.M. 05/11/2001.

Il criterio seguito per la definizione degli elementi plano-altimetrici del tracciato è stato quello di garantire adeguate condizioni di sicurezza della circolazione, definendo, sulla base di un valore massimo della velocità di progetto  $VP_{max} = 40$  km/h (velocità amministrativa pari a 30 km/h), una successione geometrica compatibile con il soddisfacimento dei seguenti aspetti e criteri di sicurezza:

- larghezza delle corsie di marcia pari a 4,00 m;
- rispetto della tabella 6 del D.M. 19.04.2006 nella progettazione delle rotatorie;
- allargamento in curva.

Per quanto riguarda la pavimentazione del piazzale operativo del nuovo terminal, che riguarderà sia la superficie della nuova colmata che quella del piazzale esistente, è stata prevista l'adozione di soluzioni tecniche differenti a seconda delle differenti destinazioni d'uso.

In particolare per la parte viaria è stata adottata una soluzione tradizionale bituminosa costituita da uno strato di fondazione di misto cementato  $h = 25$  cm ed un pacchetto bituminoso così articolato: Base  $h = 15$  cm, binder  $h = 6$  cm e usura  $h = 4$  cm. Per il bitume è stato previsto l'utilizzo del tipo da alto modulo (HD) per gli strati di base e di



collegamento (binder) mentre per lo strato di usura è previsto l'impiego di bitume a modifica tipo "Hard". In corrispondenza della superficie del nuovo rilevato della Marina del Canaletto al disotto di tale pacchetto sono previsti due strati di sottofondazione da 50 cm di misto granulare compattato e misto stabilizzato.

Per le aree dove è previsto l'impilamento dei contenitori è prevista la realizzazione di una pavimentazione costituita da betonelle autobloccanti di cemento vibrocompresso, della serie adatta a resistere a carichi pesanti, che verranno posate su uno strato di sabbia di spessore pari a 5 cm. Inferiormente è previsto uno strato di materiale inerte granulare compattato di spessore finito pari a 50 cm a sua volta impostato su uno strato di fondazione di misto cementato di spessore pari a 25 cm. Tra questi ultimi due strati è interposto un telo impermeabile di PVC così da garantire che le acque meteoriche che permeano attraverso i giunti tra le betonelle vengano raccolte dai tubi microfessurati da collocare all'interno dello strato granulare e da questi convogliate alla rete di raccolta e trattamento delle acque meteoriche del piazzale.

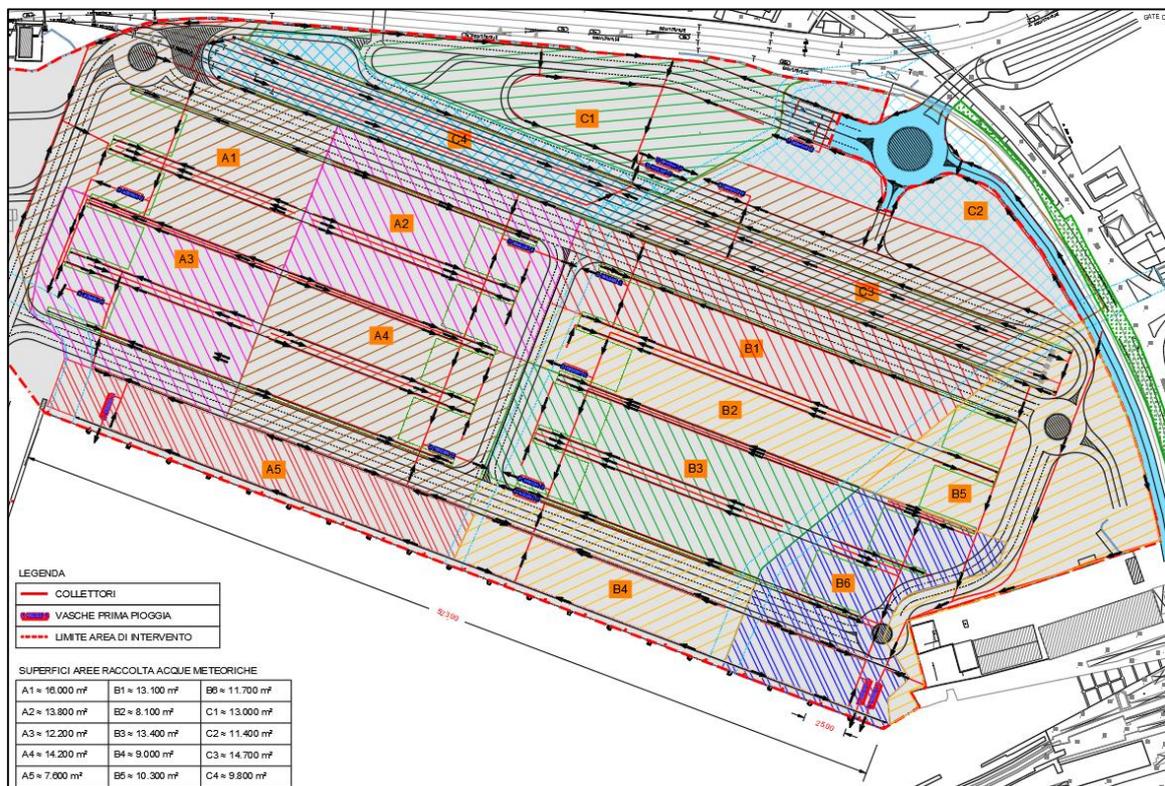
Il dimensionamento della sovrastruttura e la verifica della pavimentazione stradale adottata sono stati effettuati attraverso il moderno algoritmo di calcolo dell'"AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES" sulla base dei seguenti requisiti:

- la vita utile, intesa come il numero di anni durante il quale la pavimentazione deve assicurare condizioni di funzionalità superiori allo stato limite attraverso normali interventi di manutenzione; nel caso in oggetto si è fissata pari a **20 anni**;
- lo stato limite ovvero il livello minimo di funzionalità ritenuto accettabile; questo è definito tramite il PSI che esprime la misura della idoneità della pavimentazione ad assicurare la sicurezza della circolazione e le condizioni di confort; si è scelto un **PSI<sub>fin</sub> pari a 2,5** che come riportato nel "*Catalogo delle pavimentazioni stradali*" è tipico di strade extraurbane secondarie ordinarie o turistiche;
- l'affidabilità, ovvero la probabilità che la sovrastruttura sia in grado di assicurare condizioni di circolazione superiori allo stato limite per la durata dell'intera vita utile; nel caso in esame si è scelto una affidabilità **R pari al 90%**.

### 17.9 RETE PER LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Su tutto il piazzale operativo del nuovo terminale contenitori verrà realizzata una rete di drenaggio delle acque meteoriche con annessi dispositivi di trattamento delle acque di prima pioggia (AMPP).

Più in dettaglio (v. Figura 17.25), la superficie della viabilità del terminal verrà suddivisa in una serie di falde aventi una pendenza costante (mediamente 1,00%) così da convogliare le acque meteoriche ad una rete di pozzetti di raccolta con caditoia. Le acque raccolte verranno poi convogliate attraverso delle tubazioni di PEAD agli impianti di trattamento e poi convogliate in mare.



**Figura 17.25 - Aree di raccolta delle acque meteoriche**

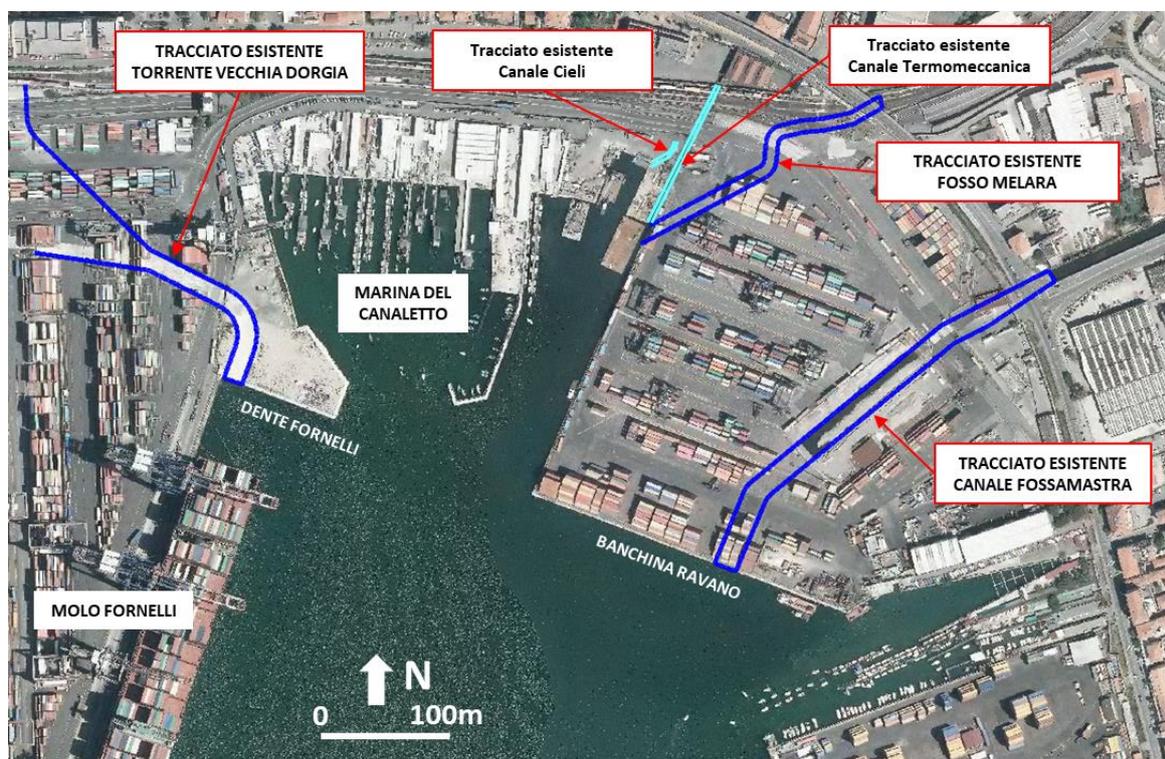
Per quanto riguarda invece le aree di stazionamento dei contenitori per evitare problematiche durante l'impilamento degli stessi da parte delle gru automatiche è necessario garantire la perfetta orizzontalità. Pertanto per queste aree è stata prevista una pavimentazione drenante con betonelle. In questo caso la raccolta delle acque meteoriche verrà realizzata mediante una serie di tubazioni fessurate da collocare all'interno dello strato di misto granulare compattato previsto al disotto della quota di fondazione delle betonelle stesse. Per garantire la funzionalità del sistema alla base del suddetto strato di

misto granulare compatto, al contatto con il sottostante strato di misto cementato, è stata prevista la realizzazione di uno strato impermeabile costituito da un telo di PVC e la sagomatura del piano superiore di misto cementato a falde così da convogliare le acque verso le tubazioni fessurate. Anche in questo caso le acque raccolte verranno fatte transitare attraverso degli impianti di trattamento prima del loro scarico a mare.

Nella Figura 17.25 è riportato lo schema di raccolta delle diverse aree omogenee nelle quali è stata suddivisa la superficie del nuovo terminal.

### 17.10 NUOVO CANALE MARINO DEL FOSSO MELARA

All'interno dell'area destinata al nuovo terminale contenitori sono presenti ben tre canali denominati rispettivamente, partendo da levante, canale Fossamastra (nel quale confluiscono anche le acque del canale Montecatini), fosso Melara e torrente Vecchia Dorgia (Figura 17.26).



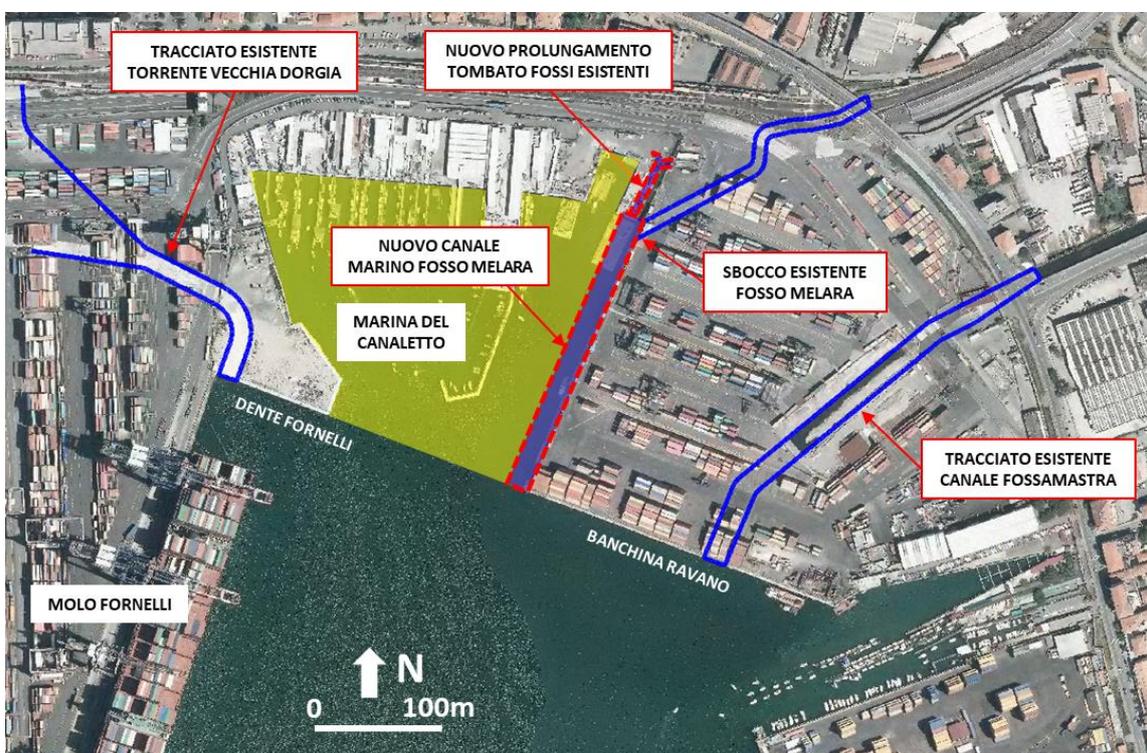
**Figura 17.26: immagine satellitare dell'area di intervento con l'indicazione degli esistenti canali Fossamastra, Melara e Vecchia Dorgia**

Dei suddetti canali solo il primo e l'ultimo recapitano direttamente in mare in corrispondenza dell'allineamento della banchina operativa del nuovo terminale contenitori mentre il secondo (Fosso Melara) recapita all'interno del bacino portuale del Marina del Canaletto del quale è previsto il tombamento.

All'interno del bacino della Marina del Canaletto oltre al Fosso Melara scaricano le loro acque altri due corsi d'acqua: il fosso della Termomeccanica ed il fosso Cieli.

Dall'immagine seguente (Figura 17.27) è inoltre evidente come nella situazione attuale le future aste secondarie ed immissarie del Fosso Melara, denominate per semplicità Asta n. 2 (fosso Cieli) e Asta n. 3 (Fosso della Meccanica) rispetto all'asta principale, riversano i loro contributi idrico pluviale in corrispondenza di due distinti punti di sbocco lungo l'attuale configurazione delle banchine della Darsena del Canaletto.

Tali punti di sbocco nella nuova configurazione di progetto (Figura 16.20) verranno canalizzati e le relative portate verranno immesse direttamente all'interno del nuovo canale marino del fosso Melara in corrispondenza della testata del molo esistente da cui si origina il canale.



**Figura 17.27 - Ubicazione delle due aste fluviali che si andranno ad immettere nel nuovo tombamento del Fosso Melara secondo quanto previsto dalla configurazione di progetto del Nuovo Terminal Ravano.**



Nel presente progetto è stato quindi necessario prevedere la realizzazione di un nuovo canale che raccoglie le acque dei tre corsi d'acqua che scaricano all'interno della Darsena del Canaletto e le convoglia a mare in corrispondenza del nuovo fronte banchina.

Per quanto riguarda le sezioni tipologiche delle nuove opere per la canalizzazione delle acque dei fossi Cieli e Termomeccanica è stato previsto uno scatolare di c.a. mentre per il nuovo canale marino le previsioni progettuali hanno confermato l'adozione di una sezione rettangolare avente una dimensione maggiore di quella dell'esistente sezione di sbocco in mare del Fosso Melara. Infatti le sezioni trasversali del nuovo tombamento, che presentano una larghezza superiore di quella attuale, assumono già dall'inizio profondità maggiori e variabili, comprese tra -2,0 m e -5,0 m sul l.m.m. Tale conformazione del nuovo tombamento comporta quindi l'incremento delle aree di deflusso man mano che ci si avvicina al nuovo sbocco in mare (lungo il nuovo fronte di banchina di accosto).

Le quote di intradosso lungo tutto il tratto finale di prolungamento pari a +1,50 m sul l.m.m. sono superiori di quelle attuali allo sbocco (+1.14 m sul l.m.m.), garantendo dunque un buon franco di sicurezza tra il livello medio marino (anche in funzione delle escursioni di marea e dei sovralzi dovuti al moto ondoso) e condizioni di deflusso che avvengono sempre a superficie libera.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "21\_08 PFTE R201 Prolungamento Fosso Melara e Fossamastra– Relazione idraulica e di compatibilità idraulica".

### 17.11 IMPIANTI ELETTRICI

Per la completa funzionalità del terminale contenitori verranno realizzati specifici impianti elettrici in grado di soddisfare le differenti esigenze richieste nelle varie attività lavorative. Il sistema elettrico del nuovo terminale marino “Ravano” del porto di La Spezia prevede la realizzazione di una cabina elettrica centrale di distribuzione MT (15kV), denominata LSCT-Ravano (per brevità LSCT), da cui saranno alimentate le gru di piazzale, di banchina e del terminale ferroviario. Dalla LSCT saranno alimentate in MT altre quattro sottocabine elettriche containerizzate di trasformazione e distribuzione in bassa tensione, denominate CBP-01, CBP-02, CBP-03, CBP-04, alle estremità delle 2+2 aree di deposito dei contenitori, asservite all'alimentazione delle utenze Reefer e relativi ausiliari.

La cabina LSCT sarà a sua volta alimentata da una cabina di trasformazione AT/MT (132/15kV), denominata AdSP-Ravano (per brevità ADSP), di pertinenza dell'Autorità di Sistema Portuale di La Spezia (fuori dallo scopo).

La cabina elettrica LSCT (v Figura 17.28) sarà realizzata con struttura in c.a. e rivestimenti in laterizio. L'equipaggiamento della cabina elettrica LSCT comprenderà un quadro di distribuzione in media tensione a 15kV, denominato QMT15-00, alimentato in doppia radiale dalla cabina AdSP, disegnato per alimentare:

- Nr. 5 gru di banchina (UNL RAIL – 2MW);
- Nr. 4 gru del terminale ferroviario (ARMG RAIL – 0.8MW);
- Nr. 16 gru di piazzale (ASC – 0.8MW);
- Nr. 4 sottocabine di piazzale containerizzate (CBP-01-02-03-04 – 1.6 MVA);
- Nr.4 banchi di condensatori di rifasamento (HF – 2x500kVAR 2x750kVAR, 2x1250kVAR).

Sempre dal quadro QMT15-00 saranno alimentati i carichi in bassa tensione tramite un quadro di distribuzione 400/230V, denominato QGBT-00, previa trasformazione della tensione da 15kV a 0.4kV mediante trasformatore MT/BT denominato TRS-00 da 630kVA.

I carichi di bassa tensione consistono in:

- gruppo di continuità statico in corrente alternata ridondato (UPS-00 – 130kVA + 130kVA);

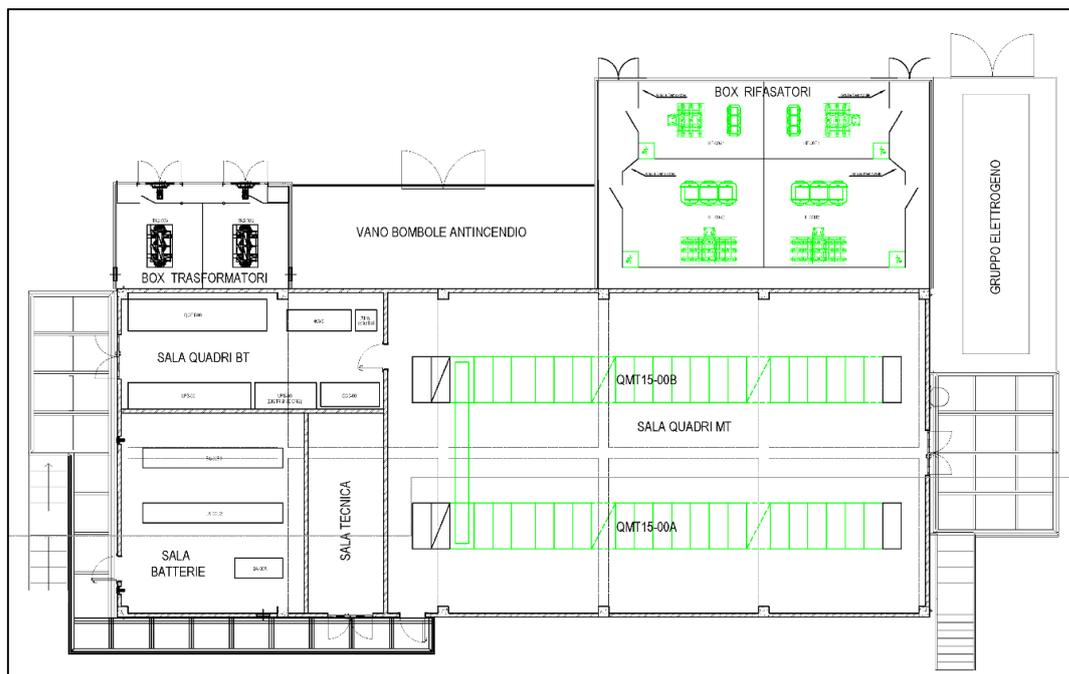
- gruppo di continuità statico in corrente continua ridondato (QCC-00 – 22kVA + 22kVA);
- luce impianto (N. 12 torri faro – 120kW/cad. – 1440kW tot.);
- servizi di cabina (HVAC, estrattori sala batterie, impianto luce, prese, ...).

Il quadro dei gruppi di continuità UPS-00 alimenterà tutti i servizi sicurezza:

- luce di sicurezza impianti (33% delle torri faro);
- altri servizi di sicurezza (TVCC, Interfonico, WiFi, Sistema Antincendio delle cabine elettriche, SCADA ...).

Il quadro di corrente continua QCC-00 alimenterà esclusivamente le protezioni elettriche e i dispositivi di sezionamento (interruttori) dei quadri elettrici di cabina.

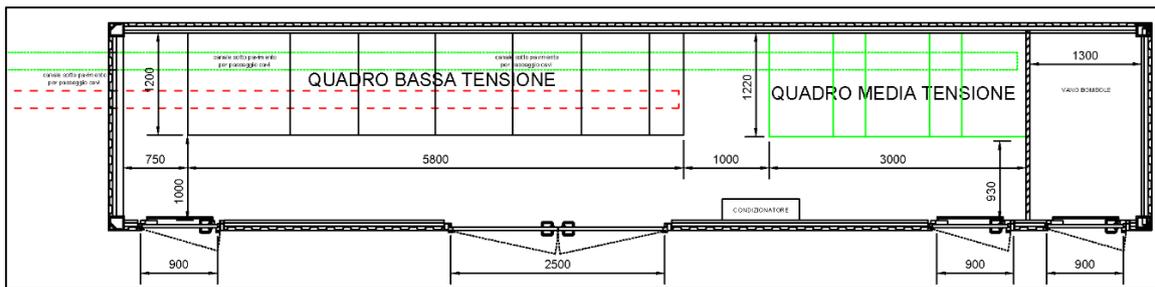
La continuità di esercizio dei quadri UPS-00 e QCC-00 sarà garantita temporaneamente da batterie in tampone aventi capacità di 500Ah x 15min (ridondate per UPS) e 120Ah x 30 min, collocate all'interno di un apposito vano della cabina LSCT, e permanentemente dal gruppo elettrogeno installato in un vano posto all'esterno della cabina LSCT.



**Figura 17.28 - Cabina elettrica LSCT Ravano – Layout apparecchiature (21 08 PE TP04)**

Le cabine elettriche di piazzale CBP-01-02-03-04 (v. Figura 17.29), saranno di tipo containerizzate, a doppio container (quadri e trasformatori), con struttura metallica. L'equipaggiamento di ciascuna cabina comprenderà quadri di distribuzione in media

tensione a 15kV, denominati QMT15-01-02-03-04, alimentati in singola radiale dalla cabina LSCT, disegnati per alimentare le prese “reefer” in bassa tensione tramite quadro di distribuzione 400/230V, denominati QGBT-01-02-03-04, previa trasformazione della tensione d 15kV a 0.4kV mediante doppi trasformatore MT/BT denominati TRS-01A/B-02A/B-03A/B-04A/B ciascuno da 1250/1600kVA – ANAF (per breve utilizzo).



**Figura 17.29 - Cabina di piazzale – container quadri elettrici (21 08 PE TP09)**

Le cabine di piazzale saranno interconnesse ad anello mediante collegamenti in cavo da realizzare in entra-esce tra i quadri QMT (15kV). L’anello ha la funzione di garantire il mutuo soccorso tra le cabine di piazzale per mancanza dell’alimentazione primaria e sarà esercito sempre in configurazione aperta. Ciò consentirà di avere un sistema di protezioni semplice tale da assicurare la massima selettività in caso di guasto.

Il dimensionamento dell’impianto elettrico è stato effettuato sulla base dei dati di consumo delle utenze elettriche riportati sinteticamente nella seguente tabella:

TIPO	TENSIONE	POTENZA (MW)	Q.TA' (Nr.)	POTENZA Installata (MW)	Ku	Kc	CONSUMI (MW)
UNL RAIL (gru di banchina)	15kV	2	5	10	0.75	0.5	3.75
ARMG RAIL (gru t. ferroviario)	15kV	0.8	4	3.2	0.75	0.5	1.2
ASC (gru di piazzale)	15kV	0.8	16	12.8	0.85	0.5	5.44
PRESE CONTAINER FRIGO	400V	0.022	720	15.84	0.45	0.75	5.35
TORRI FARO-SERVIZI + F.M.	400/230V	0.01	12	0.12	1	1	0.12
IMPIANTI SPECIALI (*)	230	0.13	1	0.13	1	1	0.13
CONSUMI APP. ELE. (**)				0.8	1	1	0.8
(*) TVCC – Interfonico – WiFi      (**) Quadri elettrici, trasformatori				TOTALE			25.1



Il risultato ottenuto, tenuto conto di un fattore di potenza complessivo (calcolato) di 0.95, consente di arrivare al dato di potenza di dimensionamento dell'impianto di 20.7 MVA che, tiene conto di una contingency del 25% per possibili ampliamenti futuri.

Il fattore di potenza complessivo dell'impianto sopra indicato evidenzia un surplus di richiesta di fornitura di potenza reattiva al gestore di rete che obbliga l'utente al pagamento di penalità in bolletta. L'impegno di potenza reattiva che consenta la piena compensazione del fattore di potenza a 0.95, valore minimo per non incorrere nella penalità, è stato calcolato in 5781.21 kVar.

La compensazione sarà realizzata mediante banchi condensatore doppi, uno per ciascuna semi-sbarra del quadro elettrico QMT-00. Ciascun banco sarà parzializzato in due batterie da 500kVAR, 750kVAR, 1250kVAR (2500kVAR totali) per consentire un proporzionale adeguamento del carico capacitivo (sette gradini) alle diverse condizioni di carico.

Tutta la rete elettrica sarà monitorata da sistema di supervisione (SCADA). Il sistema sarà costituito da unità remote di interfaccia (seriale in fibra ottica) con i quadri elettrici MT (tutte le unità) e BT (solo le unità di arrivo) della cabina LSCT-Ravano e di ciascuna Cabina di Piazzale. Tutti i dati raccolti nelle aree remote saranno trasmessi a un'unità centrale (PC server) installato nella cabina LSCT-Ravano attraverso collegamenti in fibra ottica.

Sia la cabina LSCT che quelle di piazzale saranno dotate di un sistema antincendio asserviti a degli impianti di rilevamento fumi.

Trattandosi di cabine elettriche in presenza di materiale ignifugo, il prodotto estinguente maggiormente raccomandato e più idoneo da proporre per il sistema antincendio nelle cabine elettriche è la miscela di due gas inerti azoto+argon (miscela 50%+50%) denominata IG-55 il cui spegnimento si basa sulla saturazione totale di O<sub>2</sub>. Questa miscela è specificamente e principalmente utilizzata per proteggere dall'incendio di ambienti con presenza di impianti elettrici, di apparecchiature elettroniche, di telecomunicazione, ecc.

La rete di distribuzione in MT e BT dalla cabina principale e da quelle secondarie sarà effettuata attraverso cavidotti interrati collocati lungo i tracciati della viabilità interna del terminal opportunamente dimensionati che garantiranno il cablaggio dell'impianto di illuminazione, dei locali servizi e di tutte le attrezzature e mezzi presenti all'interno del nuovo terminale.



Per l'alimentazione delle gru di banchina e per quelle di piazzale, compresa quella del terminal ferroviario, sono previsti specifici cavidotti dedicati.

Nel presente progetto sono anche previsti cavidotti ed i pozzetti della rete a fibre ottiche, che segue il percorso dei cavi della rete elettrica, che costituirà il mezzo trasmissivo per la rete LAN utile per la realizzazione dei sistemi di gestione del piazzale e di automazione, manutenzione, riparazione ed anticollisione delle gru.

Nel presente progetto è stata prevista anche la realizzazione di un impianto di terra costituito da una serie di maglie di corda di rame isolata.

#### 17.12 IMPIANTO DI TERRA

Nel progetto del nuovo terminal Ravano è anche prevista la realizzazione di un impianto di terra.

La rete di terra primaria assicurerà l'equipotenzialità di tutte le custodie metalliche delle apparecchiature elettriche di cabina e di campo e delle altre masse (binari, pali torri faro, cabinati metallici, ringhiere, scale, recinzioni, ferri delle strutture in c.a. .... ) e sarà la via preferenziale di dispersione nel terreno delle correnti esterne (scariche atmosferiche, cariche elettrostatiche).

La rete primaria includerà le tre aree operative d'impianto (scalo ferroviario, banchina, piazzale) le cabine elettriche, le torri faro, le torri reefer e sarà realizzata con maglie (15x50m circa) in corda di rame nuda stagnata da 50 mm<sup>2</sup> da posare a una profondità di almeno 600 mm sotto la superficie del terreno.

La terra secondaria assicurerà la connessione di tutte le masse metalliche (attive e non attive) alla rete primaria riducendole al potenziale comune di terra.

In campo sarà realizzata con piastrine collettrici forate in acciaio inox (BTM) fissate sulle strutture d'impianto (torri faro, pali TVCC, cordoli, plinti, recinzioni ...) da collegare alla rete primaria con conduttori in corda nuda stagnata da 50 mm<sup>2</sup> protetti da tubi in PVC.

La BTM avrà la funzione di raccogliere le connessioni di tutte le custodie metalliche delle apparecchiature elettriche montate sulla struttura (fari, telecamere, wi-fi, altoparlanti, ...).

Tutti i punti della rete secondaria dovranno essere collegati alla rete primaria.

Nelle cabine la rete sarà realizzata con una barra piatta di rame nuda di sezione  $5 \times 40 \text{mm}^2$  posata a vista ad anello nel sottocabina. L'anello collegherà tutte le custodie metalliche e le barre di PE delle apparecchiature elettriche montate in cabina. All'anello sarà collegato il neutro dei trasformatori MT/BT con conduttore di sezione pari al 50% del conduttore di fase.

### 17.13 PREDISPOSIZIONE IMPIANTO DI COLD IRONING

Nel progetto è anche prevista la realizzazione delle predisposizioni per la futura installazione del sistema di alimentazione elettrica delle navi (cold ironing).

In particolare lungo lo sviluppo della banchina operativa del terminal è prevista la realizzazione di n° 5 vani tecnologici (interasse circa 100 m) all'interno dei quali potranno essere installati i "connection box" dove verranno assemblate le prese per i cavi di alimentazione degli impianti elettrici delle navi che frequenteranno il terminal.

I suddetti vani tecnologici attraverso dei cavidotti di PVC saranno collegati a dei pozzetti posti agli stremi della banchina nella posizione dove è prevista la futura installazione delle cabine dove saranno collocati i convertitori per l'alimentazione del sistema. Tali cabine a loro volta sono collegate attraverso due linee di cavidotti e pozzetti (previsti nel presente progetto) alla cabina elettrica della AdSP (denominata Ravano AdSP per distinguerla dalla cabina Ravano LSCT prevista nel presente progetto) che alimenterà l'impianto.

Il sistema di predisposizione previsto è funzionale anche a consentire in futuro l'alimentazione di un analogo impianto da realizzare lungo le banchine del molo Fornelli.

### 17.14 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Su tutta l'area operativa, al fine di minimizzare gli impatti sull'ambiente circostante, è prevista l'installazione di n°8 torri faro di altezza pari a 50 m con luci a led a bassa attrattiva, ovvero con luci aventi una temperatura colore maggiore/uguale a 4.000 K.

Il sistema d'illuminazione, alimentato dalle cabine di distribuzione/trasformazione secondarie, garantirà i seguenti livelli di illuminamenti minimi:

- area carico/scarico: 50 lux;
- viabilità: 10 lux;



- scalo ferroviario: 50 lux;
- banchina: 30 lux.

### 17.15 IMPIANTI SPECIALI

Nel progetto del nuovo terminal Ravano è anche prevista la realizzazione dei seguenti impianti:

- fibra ottica;
- telefonico;
- videosorveglianza;
- interfonico;
- SCADA
- wi-fi.

e dei seguenti componenti:

- n. 1 chiosco (armadio) "K1" da 42U con posa a pavimento da installare all' interno della sala tecnica della cabina elettrica LSCT RAVANO completo di tutti gli accessori necessari (kit di montaggio, ventole, unità di distribuzione dell'alimentazione) per il corretto funzionamento e la corretta installazione a regola d'arte. L'armadio ospiterà i patch-panels e le Unità Switch dotate di uplink in fibra ottica e porte PoE/PoE+ di accesso 10/100/1000 Ethernet (interfacce sia in rame che in fibra) per l'alimentazione e l'interconnessione dei seguenti dispositivi con cavi STP di cat 5/5e e superiori:
  - telefoni VoIP;
  - altoparlanti+microfoni IP;
  - controllore di accesso IP con scheda/badge nei locali delle cabine elettriche;
  - centralina antincendio delle cabine elettriche.
- n. 4 chioschi" K6/K7/K9/K10" da 24U con posa a pavimento da installare all' interno della sala tecnica delle singole cabine di piazzale completo di tutti gli accessori necessari (kit di montaggio, ventole, unità di distribuzione dell'alimentazione) per il corretto funzionamento e la corretta installazione a regola d'arte. Il chiosco ospiterà i pach panels e le Unità Switch e dotate di uplink in fibra ottica e porte PoE/PoE+ di accesso 10/100/1000 Ethernet (interfacce sia in rame

che in fibra) per l'alimentazione e l'interconnessione dei seguenti dispositivi con cavi STP di cat 5/5e e superiori:

- telefoni VoIP;
  - altoparlanti+microfoni IP;
  - controllore di accesso IP con scheda/badge nei locali delle cabine elettriche;
  - centralina antincendio delle cabine elettriche.
- n. 8 chioschi locali (K2/K3/K4/K5/K8/K11/K12/K13) da 42U posati a pavimento su propria fondazione da installare all' esterno (IP66) in vicinanza delle torri faro completo di tutti gli accessori necessari (kit di montaggio, ventole, unità di distribuzione dell'alimentazione) per il corretto funzionamento e la corretta installazione a regola d'arte. Ciascun chiosco ospiterà i patch panels e le Unità Switch dotate di up-link in fibra ottica e porte PoE / PoE+ di accesso 10/100/1000 Ethernet (interfacce sia in rame che in fibra) per l'alimentazione e l'interconnessione dei seguenti dispositivi con cavi STP di cat 5/5e e superiori:
    - telecamere IP;
    - altoparlanti+citofoni IP;
    - WiFi IP;
    - controllore di apertura delle barriere per il transito mezzi laddove necessario;
  - un sistema di cablaggio in fibra ottica che colleghi tutti i chioschi in configurazione ad anello realizzato con cavo multicore composto di n.12 fibre ottiche monomodali;
  - un sistema di cablaggio strutturato costituito da tutte le connessioni in rame con cavi STP di categoria 5/5e e connettori RJ-45 dai chioschi locali e dai chioschi posti nelle cabine elettriche verso i singoli dispositivi distribuiti nelle aree esterne del nuovo porto (telecamere IP, altoparlanti IP, citofoni VoIP, WiFi, controllori di apertura barriere per il transito mezzi) e nelle cabine elettriche (telefoni VoIP, altoparlanti+microfoni IP, centraline antincendio e controllori di accesso nei locali delle cabine elettriche);

La rete LAN prevede swithes del tipo gestito (managed) con up-link in fibra ottica, porte PoE/PoE+/HPoE, connettori RJ-45 e protocolli di comunicazione in accordo a quanto specificato nell'ALLEGATO "A" NUOVA RETE LAN" – COMPOSIZIONE SWITCH. La connessione dei vari dispositivi IP agli switch è realizzata con cavi STP



cat5/5e in accordo a quanto specificato nell'ALLEGATO "B" RETE "ETHERNET" –  
LISTA CAVI.

Relativamente all'**impianto telefonico**, considerato che per le caratteristiche operative del nuovo terminale non richiedono l'installazione di un nuovo sistema telefonico che riguardi tutta l'area esterna del terminale, sono state previste solo 5 postazioni fisse indipendenti ciascuna collocata all'interno delle cabine elettriche di progetto.

Relativamente all'**impianto di videosorveglianza** è stato previsto un sistema TVCC separato e indipendente composto da una serie di telecamere (totale n. 41) distribuite nell'area del nuovo terminale e nelle zone ad esso asservite e circostanti in comunicazione con la sala operativa centrale del terminal esistente.

La postazione dell'operatore sarà installata nella sala operativa centrale mentre la postazione di gestione e le apparecchiature/dispositivi principali del sistema saranno installate nella sala tecnica della cabina LSCT Ravano.

La comunicazione tra le telecamere del sistema TVCC remote e la sala tecnica e la postazione nella sala operativa sarà basata su una rete LAN (Local Area Network) dedicata che sarà completamente indipendente da altre LAN finalizzate ad altri sistemi.

L'**impianto interfonico** sarà costituito da una serie di altoparlanti (n. 30 esterni e n. 13 interni nelle cabine elettriche) e da una serie di telefoni (n.7 esterni e n. 6 interni nelle cabine elettriche e nella sala operativa) che faranno capo a un nodo centrale situato nella sala tecnica della cabina LSCT Ravano.

Le apparecchiature di campo all'interno di ogni zona sono state collocate in posizioni strategiche in modo che gli annunci e le chiamate risultino chiaramente udibili nell'intera area e/o zone strettamente operative e all'interno delle cabine elettriche.

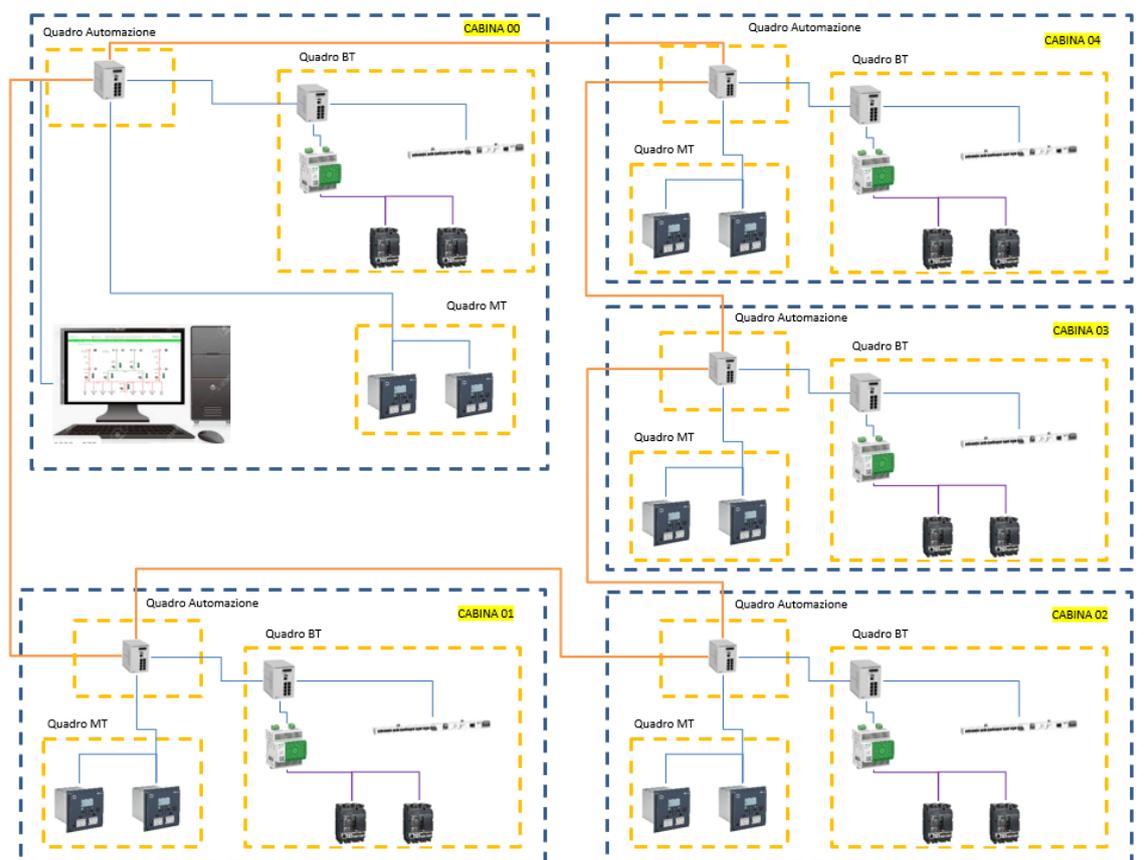
La postazione di accesso dell'operatore è stata collocata nella sala operativa esistente mentre la postazione di gestione e le apparecchiature/dispositivi principali del sistema saranno installate nella sala tecnica della cabina LSCT Ravano.

Il sistema **SCADA**, dedicato alla supervisione, controllo ed al monitoraggio della distribuzione elettrica, verrà installato nella cabina elettrica e dovrà garantire le seguenti funzioni:

- controllo dell'alimentazione e della distribuzione elettrica;
- monitoraggio e allarmistica del sistema di distribuzione elettrico;

- animazione delle linee di tensione;
- gestione della capacità del sistema elettrico;
- monitoraggio e conformità della qualità dell'alimentazione;
- gestione di sistemi con diverse fonti di alimentazione;
- monitoraggio continuo della temperatura;
- monitoraggio delle impostazioni dell'interruttore;
- il test delle alimentazioni di emergenza;
- analisi degli eventi sull'impianto elettrico;
- analisi dell'utilizzo dell'energia e benchmarking energetico;
- verifica della bolletta e allocazione dei costi;
- analisi e verifica delle prestazioni energetiche;
- protezione Arc Flash attiva;
- espandibilità e personalizzazioni.

A tale scopo tutte le cinque cabine saranno interconnesse ad anello con supporto in fibra ottica monomodale in IEC 61850. Nella figura seguente è riportato lo schema di architettura dell'intero sistema.



**Figura 17.30- Schema architettura impianto SCADA**

L'**impianto Wi-fi** consisterà in una serie di postazioni di antenna fisse intercomunicanti distribuite nel piazzale oggetto dell'intervento.

L'architettura del sistema Wi-fi è basata su tecnologia Fluid-Mesh o similare, compatibile con sistemi TOS, di automazione gru, di gestione veicoli a guida autonoma e di gestione fail over di rete.

Le antenne dell'impianto sono state posizionate nel piazzale ad altezza non inferiori a 30 m. A tale scopo verranno utilizzate le torri faro del terminal.

Ciascuna antenna sarà collegata, tramite il relativo router, al gateway di rete che sarà posato nella sala tecnica della C.E. LSCT RAVANO.

#### 17.16 IMPIANTO ANTINCENDIO

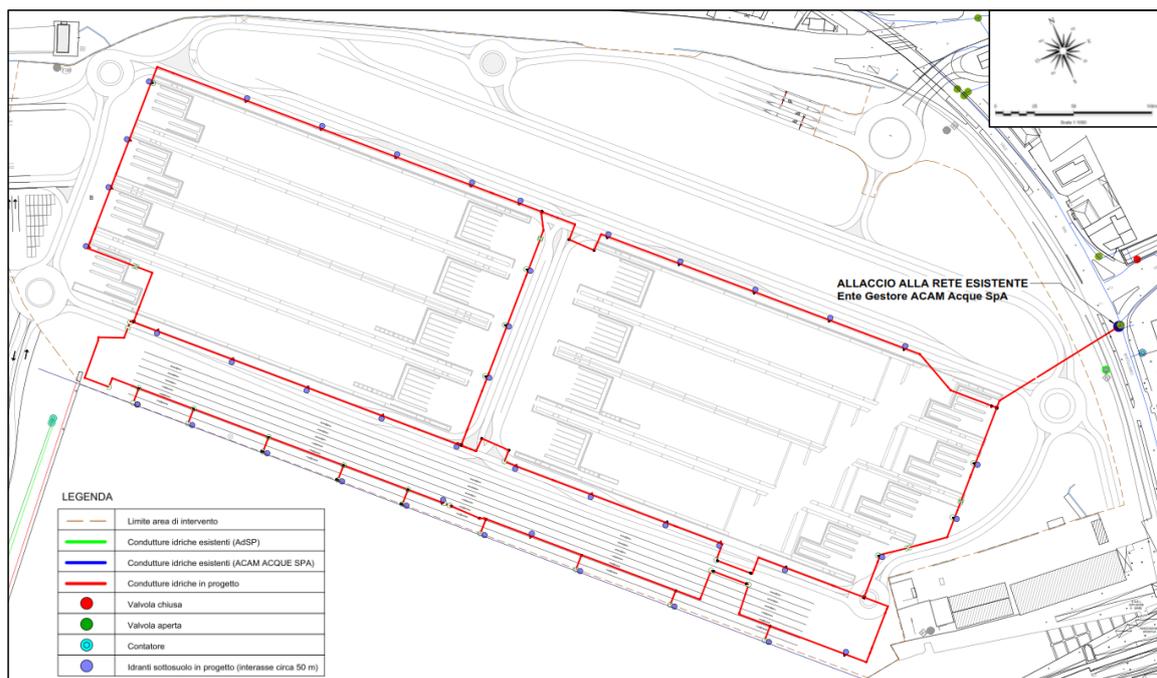
Il nuovo terminal sarà anche dotato di un nuovo impianto antincendio che si configura come un sistema a maglia chiusa, la cui sorgente è costituita dalla rete di condutture idriche ACAM Acque SpA a cui si allaccia attraverso un pozzetto di consegna collocato

nell'ambito urbano del quartiere Fossamastra, in prossimità dell'intersezione tra viale San Bartolomeo e via Valdilocchi.

Si precisa che la gestione dell'impianto idrico ed antincendio di tutto il porto di La Spezia, comprese le aree di intervento, è a carico della AdSP per il tramite della suddetta società A.C.A.M. ACQUE.

Dal suddetto punto di consegna partirà una tubazione in PEAD PE100 PN16 di diametro nominale DN200 (200 mm) che alimenterà l'intera rete realizzata con la stessa tipologia di tubazione; la rete antincendio è fornita di 42 idranti sottosuolo DN70 distribuiti uniformemente lungo tutta la rete con interasse non superiore a 50 m.

L'impianto antincendio (Figura 17.31), analogamente agli altri piazzali operativi del La Spezia Container Terminal, sarà realizzato con una rete di idranti all'aperto dotata di protezione con apparecchi erogatori di grande capacità che nel caso specifico sono costituiti da idranti sottosuolo, indispensabili per assicurare la fruibilità dell'area.



**Figura 17.31 – Nuovo terminal Ravano – Schema impianto antincendio**

In corrispondenza dei nodi delle maglie sono state inserite delle valvole di sezionamento in modo da permettere l'esecuzione di eventuali interventi di manutenzione/riparazione mantenendo comunque l'impianto in esercizio.

Per ciascun idrante sarà prevista una dotazione di almeno una lunghezza normalizzata di



tubazione flessibile DN 70, completa di raccordi, lancia di erogazione e tutti i dispositivi di attacco necessari all'uso. Tale dotazione sarà ubicata in prossimità dell'idrante, in apposita cassetta di contenimento, e comunque conservata in una o più postazioni accessibili in sicurezza anche in caso di incendio. Le tubazioni per idranti, flessibili, saranno conformi alla UNI 9487 (DN70).

Le tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD) sono per fluidi in pressione, PN16, prodotte secondo UNI 10910 e UNI EN 12201, PE100, con giunzioni a manicotto elettrico oppure con saldatura di testa.

Le tubazioni interrate saranno installate all'interno del terrapieno del piazzale operativo del terminal tenendo conto della necessità di protezione dal gelo e da possibili danni meccanici e in modo tale che la profondità di posa non sia minore di 0.8 m dalla generatrice superiore della tubazione.

Ai fini del dimensionamento dell'impianto antincendio, il nuovo terminale contenitori è stato classificato come zona a rischio di primo livello ovvero con un basso rischio d'incendio in termini di probabilità di innesco, velocità di propagazione delle fiamme e possibilità di controllo da parte delle squadre di emergenza.

Per aree con questo tipo di livello di pericolosità ai fini del dimensionamento dell'impianto antincendio è richiesto di verificare che n. 2 idranti (ubicati nella posizione più sfavorevole) siano in grado di erogare contemporaneamente una portata di 300 l/min cadauno, per più di 30 min, con una pressione residua non inferiore a 3 bar.

La rete di condutture idriche ACAM Acque SpA fornisce una pressione  $\geq 4$  bar ed una portata  $\geq 10$  l/s in grado di assicurare il funzionamento dei 2 idranti ubicati nella posizione più sfavorevole con un'erogazione di 300 l/min cadauno (5l/s) con una pressione residua non inferiore a 3 bar.

Si precisa che la configurazione dell'impianto antincendio è stata già sottoposta alla verifica da parte del comando locale dei Vigili del Fuoco.

Infine per gli impianti antincendio delle cabine elettriche saranno applicate le disposizioni vigenti in materia di prevenzione incendi previste dalle normative vigenti secondo le prescrizioni del DM 37/08. Sia nei locali dove sono collocati i quadri che nella sala dove



verrà collocato il server l'impianto antincendio dovrà comunque garantire la conservazione della loro funzionalità.

In particolare, come descritto in precedenza, all'interno di ciascuna cabina elettrica è prevista la realizzazione di un impianto antincendio che utilizza una miscela di due gas inerti azoto+argon (miscela 50%+50%) denominata IG-55 il cui spegnimento si basa sulla saturazione totale di O<sub>2</sub>. Questa miscela è specificamente e principalmente utilizzata per proteggere dall'incendio di ambienti con presenza di impianti elettrici, di apparecchiature elettroniche, di telecomunicazione, ecc.

### 17.17 SCALO FERROVIARIO

Nella parte nord del piazzale del terminal è inoltre prevista la realizzazione di uno scalo ferroviario costituito da n°5 binari aventi lunghezza pari a 500 m serviti da 4 gru su rotaia tipo RMG.

I lavori di realizzazione del Fascio Ravano, di cui al presente progetto, si inseriscono in un contesto più ampio che vede la realizzazione della nuova stazione di La Spezia Marittima - Nuovo Fascio Arrivi e Partenze - fino al km 2+724.14 dell'attuale linea PSE dello S.I. 60UNI/170/0.12 Dp n° 1°/2 della linea verso La Spezia Migliarina prima dell'ingresso nella stazione di Marittima.

Nello specifico, le opere di realizzazione del nuovo Fascio Ravano riguardano una minima parte del cosiddetto 4 binario IFN, sul quale è prevista la sostituzione del deviatoio S.60U/170/0,12 destro 2b con un nuovo S.I. 60U/170/0,12 dp che consentirà l'accesso a 4 di 5 binari totali che costituiranno il nuovo Fascio Ravano.

Sul già menzionato 4 binario IFN sarà inserito un nuovo deviatoio S 60U/170/0,12 destro che consentirà l'accesso a 1 dei 5 binari totali del nuovo Fascio Ravano.

Quanto esposto è meglio rappresentato nella Figura 17.32 di seguito riportata, dove in blu sono riportati i binari afferenti alla nuova stazione di La Spezia Marittima - Nuovo Fascio Arrivi e Partenze - fino al km 2+724.14 dell'attuale linea PSE dello S.I. 60UNI/170/0.12 Dp n° 1°/2 della linea verso La Spezia Migliarina prima dell'ingresso nella stazione di Marittima, in rosso sono rappresentati i binari/deviatoi da realizzare per la costruzione del

nuovo Fascio Ravano mentre in verde sono rappresentati i binari oggetto di rimodulazione planimetrica:



**Figura 17.32- Stralcio planimetrico area di intervento con l'indicazione del nuovo fascio binari**

Tutti i nuovi binari che costituiranno il Fascio Ravano avranno un modulo minimo pari a 500 m, misurato dal respingente paraurti di ciascun binario alla relativa Traversa Limite.

Il modulo di ciascun binario è di seguito riportato:

- Binario 1 Lunghezza 569,25 m
- Binario 2 Lunghezza 565,71 m
- Binario 3 Lunghezza 536,42 m
- Binario 4 Lunghezza 501,48 m
- Binario 5 Lunghezza 501,80 m

Per consentire il passaggio dei binari ferroviari e delle vie di corsa delle gru RMG al disopra della galleria subalvea è stato necessario prevedere un intervento di rinforzo strutturale. In particolare in corrispondenza di tutto il tratto della galleria subalvea che si sovrappone al tracciato dello scalo ferroviario è stata prevista l'asportazione dello strato di terreno che ricopre la struttura della galleria e la realizzazione di un impalcato continuo a campata unica che alle estremità si appoggia sui due setti laterali della galleria subalvea. Il nuovo impalcato presenta uno spessore costante di 100 cm di lastra alleggerita, prefabbricata e precompressa, su cui viene eseguito in opera un getto dello spessore di 30 cm come soletta di ripartizione. In questo modo il peso dello strato di terreno che viene rimosso.

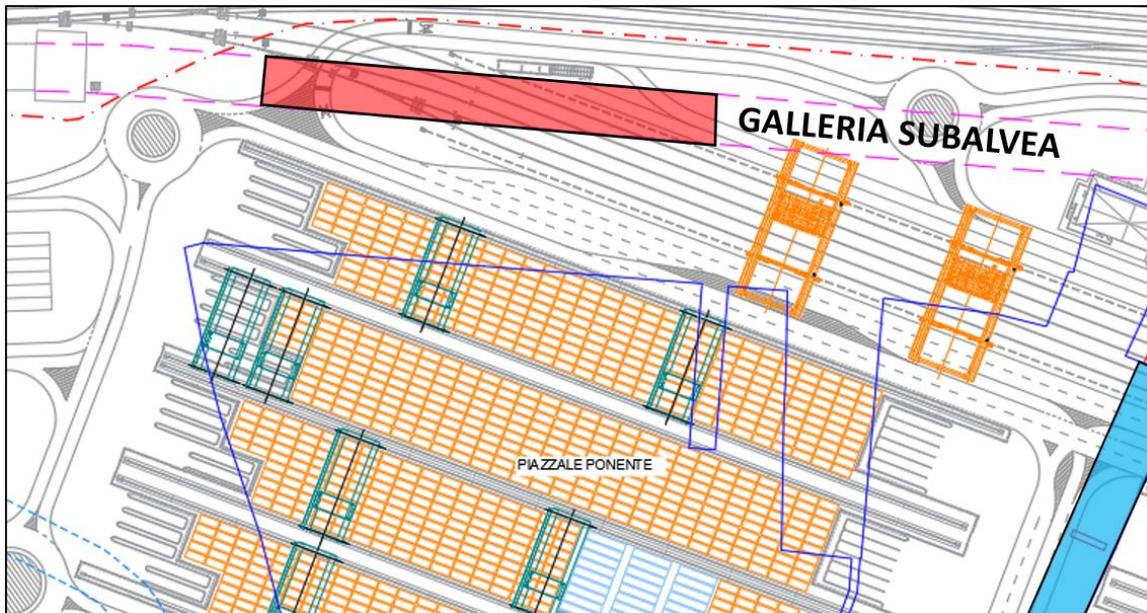


Figura 17.33- Intervento di rinforzo della galleria subalvea. Pianta

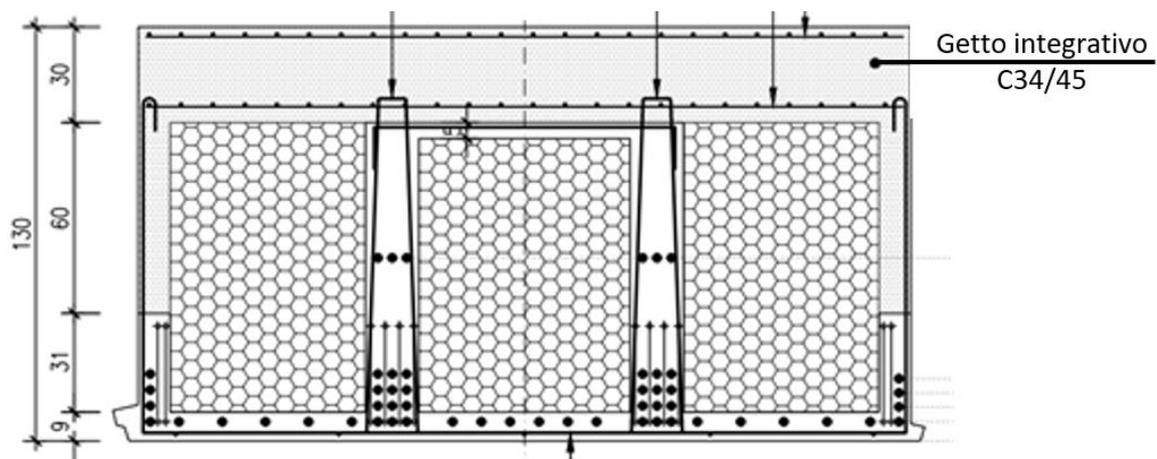


Figura 17.34- Intervento di rinforzo della galleria subalvea. Sezione tipo impalcato di c.a.p.

### 17.18 EQUIPAGGIAMENTO PER LA MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI

Per la movimentazione e l'impilamento dei contenitori all'interno dell'area operativa del nuovo terminale, compreso il nuovo scalo ferroviario, sono previsti i seguenti mezzi ed attrezzature.

- N. 5 STS (Ship To Shore);
- N. 16 ASC (Automated Rail Mounted Gantry Cranes);

	NUOVO TERMINAL RAVANO PORTO DI LA SPEZIA	Progetto Esecutivo
--	---	--------------------

- N. 4 ARMG (Automated Rail Mounted Gantry Cranes).

Nel presente progetto non è compresa la fornitura, montaggio e messa in servizio dei suddetti mezzi che verrà gestita direttamente da LSCT con contratti separati.



## **18 DEMOLIZIONI E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA DEGLI SCAVI E DELLE DEMOLIZIONI**

Le opere previste nel presente progetto riguardano un'area in buona parte già infrastrutturata e la loro realizzazione presenta moltissime interferenze con le strutture esistenti. In alcuni casi, come approfondito negli elaborati di progetto, nella definizione delle nuove opere da realizzare si è riuscito a risolvere le interferenze con le strutture esistenti adottando soluzioni che non ne hanno richiesto la demolizione mentre, in altri casi, non è stato possibile adattare le nuove opere a quelle esistenti e quindi è stato necessario prevederne la demolizione parziale e/o completa.

In particolare nel caso degli interventi di adeguamento delle banchine esistenti (banchina Fornelli e banchina Ravano) si è riusciti a mantenere le strutture esistenti che sono state inglobate all'interno di quelle del nuovo muro di banchina limitando le demolizioni esclusivamente a quelle necessarie per sostituire i dispositivi di accosto e ormeggio (bitte e parabordi) ed alle strutture la cui presenza risulta incompatibile con le nuove (v. trave di fondazione della via di corsa lato terra della gru STS della banchina Ravano e pontile a giorno dell'ex terminal Messina).

Nel caso delle banchine interne della Marina del Canaletto le localizzate demolizioni hanno riguardato quasi esclusivamente la trave di coronamento nei tratti dove la sua presenza era di intralcio alla realizzazione delle travi porta rotaia delle gru ASC di piazzale.

Nel caso del piazzale di Levante, che insiste sull'attuale piazzale del terminal Ravano è stato invece necessario prevedere la sistematica rimozione di tutte le torri faro esistenti e la demolizione dei plinti di fondazione di c.a. oltre alla rimozione di tutti i sottoservizi presenti in tale area in quanto inutilizzabili nella nuova configurazione del terminal.

Diversamente per tratto terminale del canale Fossamastra, che interessa l'attuale fascia di banchina Ravano, per effetto dei vistosi cedimenti subiti dai terreni di fondazione l'impalcato di copertura presenta delle deformazioni incompatibili con il futuro utilizzo dell'area e pertanto è stato necessario prevederne la completa demolizione e ricostruzione. Per quanto riguarda la gestione dei materiali di risulta di tutti gli scavi e demolizioni si precisa che, ad eccezione di quelli provenienti dalla demolizione della pavimentazione bituminosa delle aree di interventi e dalla demolizione delle strutture di c.a., per i quali è stato previsto il trasporto e conferimento presso apposito impianto di recupero, per tutti gli



altri materiali provenienti dagli scavi in progetto il conferimento in discarica e/o presso impianto di recupero è stato previsto solo per i volumi che non è possibile reimpiegare nell'ambito dei lavori tenendo conto delle fasi lavorative.

Come descritto successivamente lo svolgimento dei lavori si svilupperà attraverso due fasi principali (Fase 1 e Fase 2). Inoltre l'esecuzione dei lavori della Fase 1 si svilupperà attraverso cinque subfasi.

Viste le limitate aree a disposizione per lo stoccaggio temporaneo dei suddetti materiali di risulta, ai fini della loro gestione si è sempre cercato di prevederne il riutilizzo nella stessa fase nella quale vengono prodotti.

Per maggiori dettagli su demolizioni e gestione dei materiali si rimanda all'elaborato 21 08 PE R008 Relazione sulle-demolizione e la gestione delle materie nel quale vengono anche individuate le discariche nelle quali conferire i materiali che non possono essere riutilizzati nell'ambito dei lavori in oggetto.

## 19 MONITORAGGIO STRUTTURALE E GEOTECNICO

La funzionalità delle opere previste nel presente progetto ed il rispetto delle previsioni progettuali sul loro comportamento verranno accertati mediante controlli sul comportamento delle strutture e dei piazzali, da eseguire sia in corso di costruzione che in fase di collaudo e di esercizio.

A tale scopo è stato definito un piano di monitoraggio strutturale e topografico che coinvolge le seguenti opere:

1. Banchina Fornelli;
2. Nuova Banchina Ravano;
3. Banchina Ravano;
4. canalizzazione del fosso Melara;
5. adeguamento della canalizzazione del Fossamastra;
6. Galleria Sub-Alvea;
7. vie di corsa gru di piazzale;
8. vie di corsa gru dello scalo ferroviario.

Per quanto riguarda il monitoraggio geotecnico dei piazzali è stato definito un programma di monitoraggio e di laboratorio per tutto il ciclo di lavorazioni, dalla sistemazione del materiale trattato per la realizzazione della colmata fino al completamento del consolidamento dei terreni di fondazione (piazzale di Ponente).

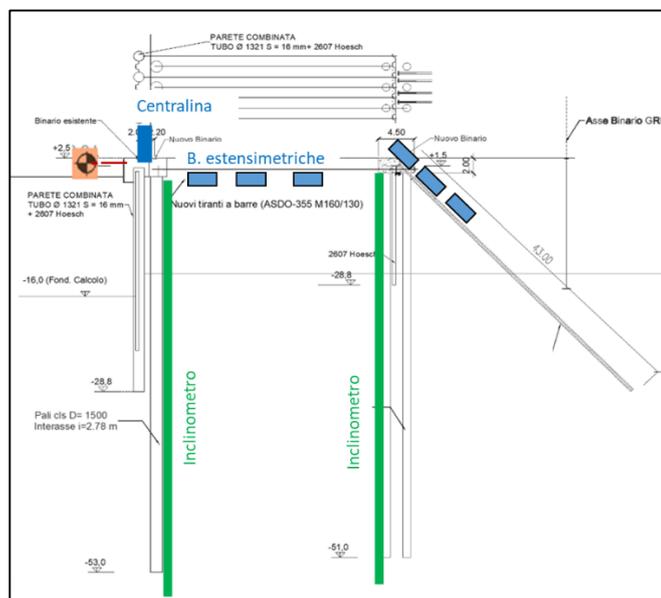
In particolare per ciascuna delle tre banchine il piano prevede la strumentazione di due sezioni di monitoraggio secondo lo schema riportato nella Tabella 19.1 e nella Figura 19.1 mentre nella Tabella 19.2 è indicata la frequenza delle letture da eseguire.

**Tabella 19.1 strumentazione di monitoraggio**

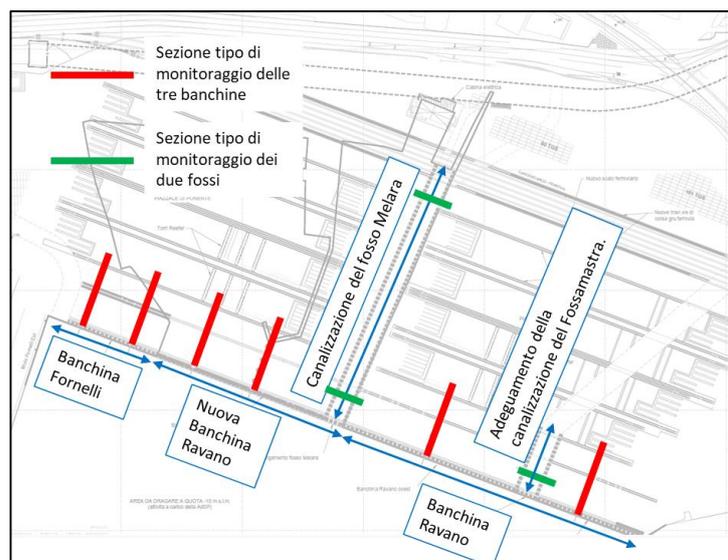
<b>Monitoraggio Topografico</b>	<b>Monitoraggio inclinometrico</b>	<b>Monitoraggio con barrette estensimetriche</b>
Spost. trave di banchina	Deformazione Palancolato	barre di collegamento e micropali di ancoraggio
<b>1 Target /5 m</b>	<b>2+2 tubi inclinometrici</b>	<b>12 barrette + 2 Datalogger</b>

**Tabella 19.2 Frequenza delle letture**

Fase lavorativa importante	Monitoraggio Topografico	Monitoraggio inclinometrico	Monitoraggio con barrette estensimetriche
		Spost. trave di banchina	Deformazione Palancolato
Media ponderata (stima)	4/Mese	1/20 giorni	3/Giorno



**Figura 19.1 Sezione tipo di monitoraggio**



**Figura 19.2 Planimetria con indicazione delle sezioni di monitoraggio strutturale**

Inoltre, è previsto un monitoraggio topografico delle travi di banchina (un target ogni 20 m), da rilevare periodicamente.

Per le opere del nuovo fosso Melara e del canale Fossamastra, in analogia con le banchine, è prevista l'installazione della strumentazione descritta nella Tabella 19.3

**Tabella 19.3 strumentazione di monitoraggio installata per il fosso Melara e adeguamento Fossamastra**

<b>Monitoraggio Topografico</b>	<b>Monitoraggio inclinometrico</b>
Spost. trave di coronamento/banchina e palancolato	Deformazione Palancolato
<b>1 Target /10m</b>	<b>Tubi inclinometrici</b>

Anche in questo caso è previsto un monitoraggio topografico della trave di coronamento/banchina (un target ogni 20 m) da svolgersi periodicamente.

Relativamente al piazzale tutte le fasi di costruzione verranno monitorate, con particolare riferimento all'andamento dei cedimenti nel corso della precarica, al fine di verificare lo sviluppo di tutti gli assestamenti attesi prima di realizzare la pavimentazione ed iniziare l'allestimento degli impianti di sollevamento dei containers.

La strumentazione prevista è costituita da: piastre assestimetriche, assestimetri magnetici multibase e piezometri elettrici. In particolare nell'area di intervento (v. Figura 19.3), e più specificatamente sull'area di intervento a Ponente, per una estensione complessiva pari a circa 50.000 m<sup>2</sup>, è prevista l'installazione di 19 stazioni all'interno dell'impronta del rilevato di precarica e 5 stazioni all'esterno dell'impronta stessa.

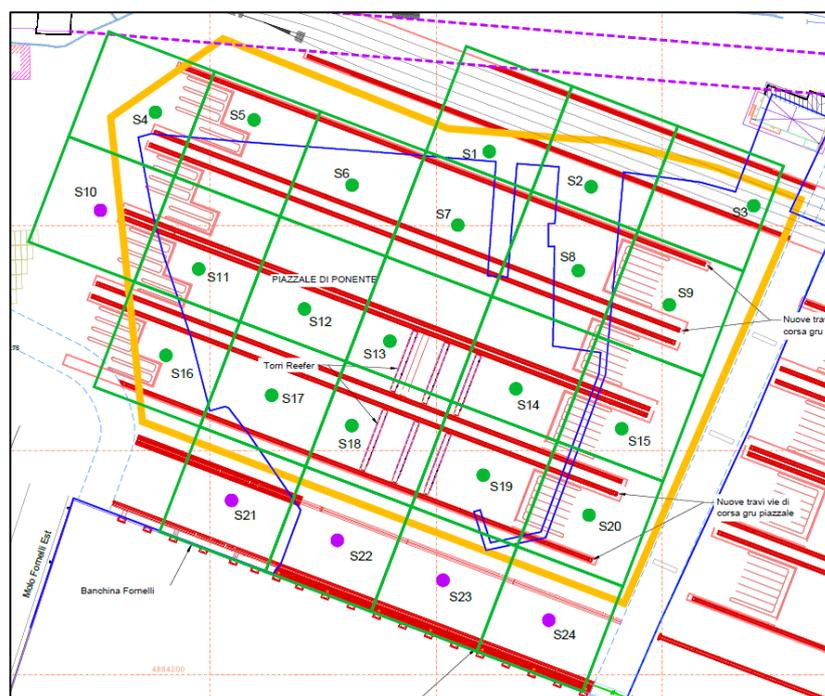
In ciascuna stazione interna all'area del rilevato di precarica (punti verdi) dovranno essere installati:

- n. 2 assestimetri a piastra;
- n. 1 assestimetro magnetico multibase a 15 anelli magnetici;
- n. 3 piezometri elettrici installati nei depositi a grana fine (DF, DAMC e DAC);

- monitoraggio topografico in corrispondenza della testa dei pozzetti per ciascuna verticale di monitoraggio;

Nelle stazioni di monitoraggio esterne all'impronta del rilevato di precarica (punti viola) dovranno essere installati:

- n. 3 piezometri elettrici installati nei depositi a grana fine (DF, DAMC e DAC);
- monitoraggio topografico in corrispondenza della testa dei pozzetti per ciascuna verticale di monitoraggio.



**Figura 19.3- Piazzale Ponente: planimetria con indicazione delle stazioni di monitoraggio**

Anche la galleria sub-alvea nel tratto interessato dal passaggio delle opere dello scalo ferroviario sarà oggetto di un monitoraggio topografico ha lo scopo di cogliere l'evoluzione degli spostamenti maturati durante tutte le fasi costruttive delle opere previste in progetto. Si prevede l'installazione di n°3 target topografici sull'intradosso della soletta di copertura in ogni sezione di monitoraggio (Figura 19.4); in Figura 19.5 viene rappresentata in pianta l'estensione dell'area di monitoraggio.

La lunghezza del tratto di galleria da monitorare è pari a circa 200 m e verrà prevista una sezione di monitoraggio ogni 20 m; nella tabella seguente è indicata una frequenza media delle letture topografiche.

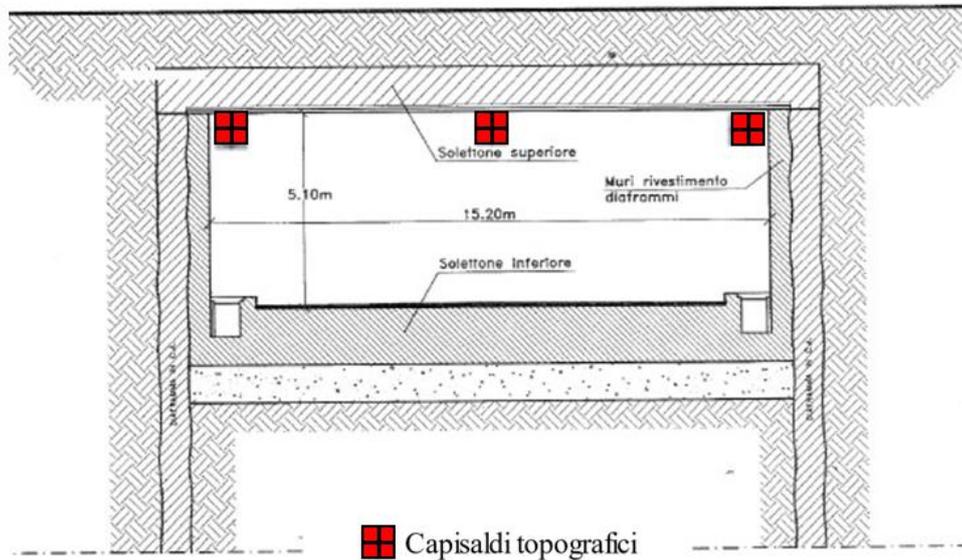


Figura 19.4 – Sezione tipo di monitoraggio topografico (Galleria sub – alvea)



Figura 19.5 – Planimetria con indicazione dell'area di monitoraggio topografico (Galleria sub – alvea)

**Tabella 19.4 Frequenza delle letture (Monitoraggio Galleria Sub – alvea)**

<b>Fase lavorativa importante</b>	<b>Monitoraggio Topografico</b>
<b>Media ponderata (stima)</b>	<b>1/Settimana</b>

Per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato “21 08 PE R108” ed alla tavola grafica del monitoraggio geotecnico-strutturale (“21 08 PE TQ07”).

Relativamente alla fase di esercizio è previsto che tutte le strutture di banchina e di piazzale siano oggetto di un monitoraggio topografico sistematico che comprenderà anche gli allineamenti dei binari delle gru.

A tale scopo lungo lo sviluppo delle travi di coronamento delle banchine e di quelle porta rotaia è previsto un monitoraggio topografico (un target ogni 20 m). da svolgersi periodicamente.

### 19.1 CAMPI PROVA

Nell’ambito dei lavori del nuovo Terminal Ravano è anche prevista l’esecuzione di alcuni campi prova che riguardano il rilevato della colmata della marina del Canaletto da eseguire con i materiali di risulta dei dragaggi e l’intervento di consolidazione (trattamenti colonnari) dei terreni di fondazione della suddetta colmata.

In particolare per la colmata della Marina del Canaletto da eseguire con i materiali di risulta dei dragaggi del 3° bacino del porto di La Spezia oltre ad una verifica sistematica della qualità dei suddetti sedimenti di risulta (contenuto d’acqua, prove a rottura ad espansione laterale libera, prove edometriche, prove di taglio diretta e indice di portanza) che verranno forniti a piè d’opera già disidratati e additivati con le quantità di cemento necessarie per raggiungere i requisiti di progetto (attività a carico del cantiere di dragaggio gestito da AdSP), preliminarmente all’inizio dei lavori di colmata è prevista la realizzazione di un rilevato sperimentale utile alla definizione del dosaggio di acqua e cemento e delle modalità di compattazione da utilizzare durante la realizzazione della colmata.

Il rilevato sperimentale sarà rettangolare con dimensioni in pianta non inferiori a 15m x 30m ed altezza 1,5m. Il piano dei controlli da eseguire sul rilevato sperimentale riguardano

sia la fase di costruzione che il materiale trattato impiegato per la sua realizzazione del quale dovranno essere prelevati campioni sia pre-stesura (cioè in uscita dall'impianto di miscelazione), sia post-stesura (campioni presi dal rilevato di prova).

Il controllo del modulo di deformazione sarà effettuato con prove di carico su piastra da 300 mm.

Relativamente all'intervento di consolidamento del sedime di imposta della suddetta colmata, preliminarmente all'inizio delle lavorazioni, è stata prevista l'esecuzione di un campo prova allo scopo di validare l'efficacia della tecnica/sequenza esecutiva per la produzione dei trattamenti colonnari (bottom – feed).

Lo scopo della sperimentazione sarà principalmente rivolto ad accertarsi che i parametri operativi da adottare per la realizzazione delle colonne (es. velocità di risalita, amperaggio...) siano adeguati alla produzione di colonne verticali drenanti, con diametro conforme alle specifiche progettuali e senza soluzione di continuità.

A tale scopo si prevede l'esecuzione delle seguenti indagini:

- Prove penetrometriche dinamiche continue (DPSH) in ragione di n°2 per ciascun modulo da n°9 colonne di ghiaia;
- Sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove di permeabilità tipo Lefranc in ragione di n°2 per ciascun modulo da n°9 colonne di ghiaia.

Le suddette indagini dovranno essere estese almeno 1 m oltre la base delle colonne di ghiaia.

L'estensione e configurazione del campo prova dovrà essere tale da restituire risultati rappresentativi del trattamento definitivo: le colonne saranno dimensionalmente identiche e disposte secondo una maglia analoga a quanto previsto nel progetto. A tale scopo dovrà essere realizzato un campo prova costituito da almeno 36 colonne, su un'area di circa 100 m<sup>2</sup> all'interno della Marina del Canaletto. Per ogni set di parametri operativi dovrà essere realizzato almeno un modulo di 9 colonne. Qualora la specifica tecnica ottimale venga individuata nelle prime fasi del campo prova, allora il numero complessivo di colonne potrà essere rimodulato; analogamente, se il numero previsto di colonne non sarà sufficiente, si dovrà aumentare il numero di moduli di prova. Comunque, per l'accettazione definitiva, dovranno essere prodotti almeno 2 moduli con risultati soddisfacenti in termini di continuità e diametro della colonna in ghiaia.

Le prove dovranno essere tali da consentire la valutazione della continuità di tutta la produzione (DPSH e sondaggi). Il diametro e conducibilità idraulica delle colonne potrà essere valutato a campione.

In Figura 19.6 si riporta lo schema riassuntivo del campo prova da eseguire.

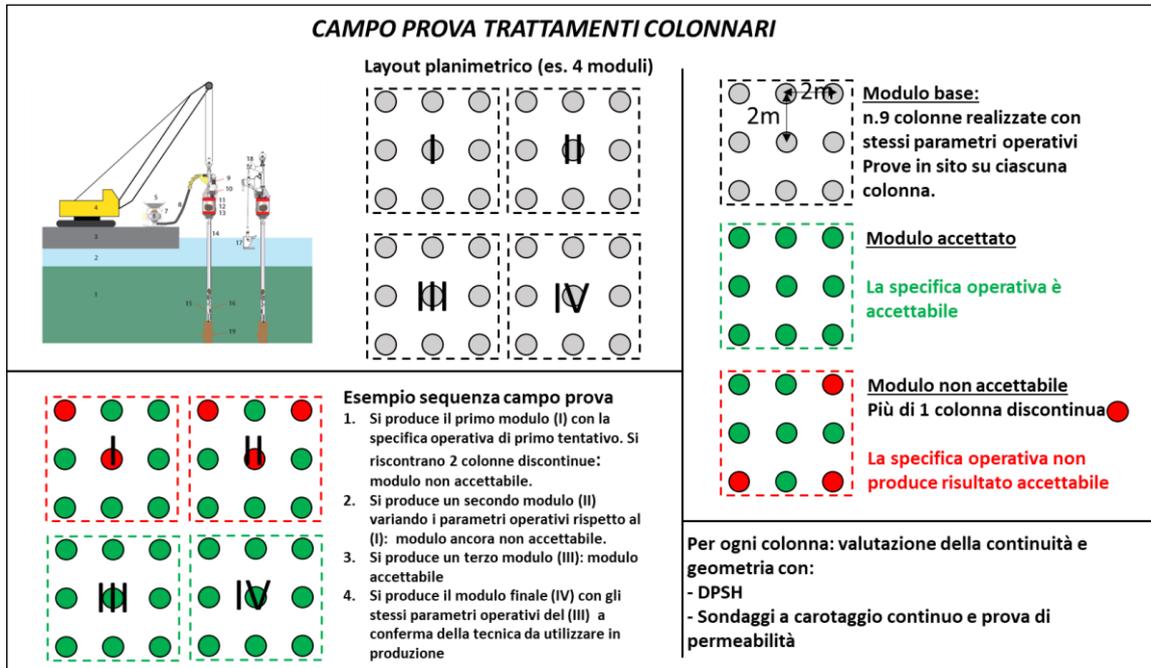


Figura 19.6 – Campo prova per trattamenti colonnari nella Marina del Canaletto.

Per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato “21 08 PE R108”

## 20 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il presente Progetto esecutivo è stato accompagnato dalla redazione di un Piano di monitoraggio ambientale (PMA) concordato ed implementato sulla base delle osservazioni espresse dall'Agenzia Regionale per la protezione dell'ambiente della Liguria. Il Piano elaborato è stato finalizzato al controllo delle matrici ambientali *Atmosfera*, *Rumore*, *Ambiente Idrico ed ecologia marina* e della *Falda* coinvolte nella realizzazione del progetto in studio.

Per l'elaborazione del Piano si è fatto riferimento alle prescrizioni stabilite sia dal MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica), che del MiC (Ministero della Cultura) di cui al DVADEC-2015-0000474, che di ARPAL.

In seguito alla chiusura della Conferenza dei Servizi LSCT ha provveduto ad affidare incarico al raggruppamento costituito dalle Società Envitech s.r.l. e pH s.r.l. - Gruppo TUV Sud per l'attuazione del monitoraggio della fase di Ante-Operam (AO).

Le Società incaricate hanno pertanto provveduto a redigere il Piano attuativo del monitoraggio AO come proposta migliorativa del PMA di progetto.

Analogamente i monitoraggi post operam verranno appaltati successivamente alla chiusura dei lavori in oggetto e quindi non sono compresi nel presente progetto.

Prima dell'inizio dei lavori i risultati dei monitoraggi ante operam verranno messi a disposizione dell'Appaltatore.

Il PMA è stato strutturato in tre fasi:

1. fase ante operam, prima dell'inizio delle attività di realizzazione del Terminal in modo tale da poter identificare lo stato ex ante delle componenti (stato di bianco);
2. fase di corso d'opera, durante le attività di cantiere, fase nella quale è possibile verificare gli impatti delle lavorazioni sulle matrici ambientali e sui recettori esposti;
3. fase di post opera, dopo l'ultimazione dei lavori, fase nella quale è possibile monitorare gli effetti del Terminal nella sua fase di esercizio.

Il Piano di monitoraggio ambientale ha inteso:

- definire la programmazione spazio-temporale delle attività di monitoraggio;
- definire il numero, le tipologie e la distribuzione delle stazioni di campionamento in modo da rappresentare efficacemente le interferenze dell'intervento sul territorio;

- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- garantire, durante le attività di cantiere, il controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste;
- restituire periodicamente le informazioni e i dati in maniera strutturata e georeferenziata, secondo un sistema di facile condivisione ed aggiornamento, con possibilità di effettuare adeguate analisi fra i dati stessi.

La rilevazione dei dati sarà organizzata in modo tale da permettere la descrizione del trend evolutivo delle matrici ambientali durante le varie fasi realizzative e soprattutto quelle maggiormente critiche per l'interazione diretta con la componente ambientale interessata. Tale strategia consente l'individuazione della generazione di impatti di più difficile previsione nelle fasi di progetto e conseguentemente l'intervento con le misure di riduzione/contenimento individuate.

Ai fini del pieno soddisfacimento degli obiettivi del PMA e di quanto concordato con ARPAL è importante sottolineare che le soglie limite individuate nel monitoraggio ante operam, che come premesso risulta già appaltato, saranno verificate prima dell'inizio del monitoraggio in corso d'opera al fine di consentire una calibrazione delle strumentazioni rispetto ai valori limite.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato "21 08 PE R009".



## 21 FASI COSTRUTTIVE DELLE OPERE

Per la definizione delle fasi di esecuzione delle opere previste nel presente progetto si è tenuto conto della necessità di garantire l'operatività, seppure parziale, del terminal durante l'intero svolgimento dei lavori di esecuzione delle nuove opere.

A tale scopo è stato previsto che la realizzazione delle opere previste si svolga attraverso due macro fasi funzionali.

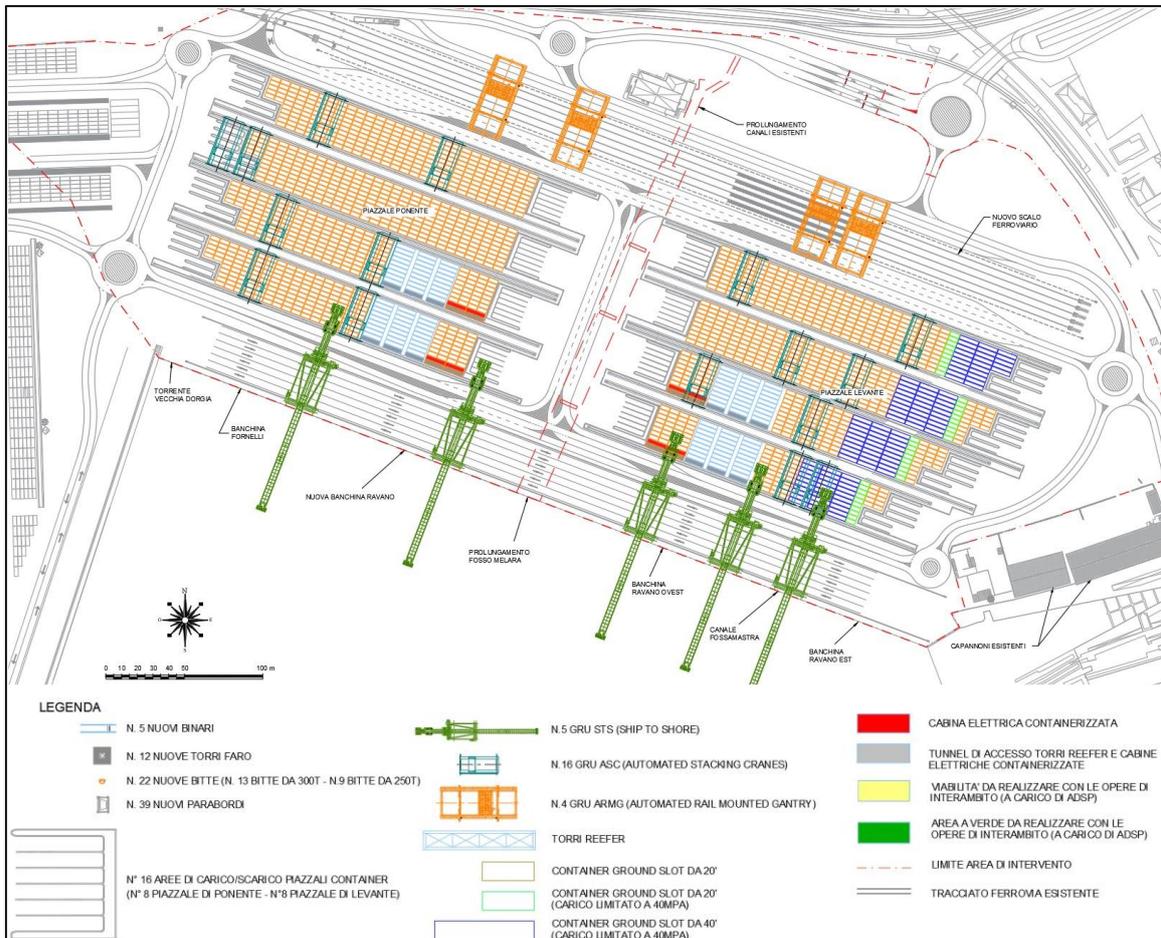
Nella **prima fase** (v. Figura 21.1), della durata complessiva di 730 gg, si dovrà procedere con la realizzazione della colmata della Marina del Canaletto e del piazzale di ponente, compresi tutti gli impianti ed attrezzature previste su questa area, di una porzione dello scalo ferroviario (5 fasci binari  $L_{var} = 202 \div 255$  m) compreso il raccordo con i binari della linea ferroviaria che corre lungo il limite settentrionale del terminal (c.s. La Spezia Marittima), e di tutta la banchina operativa del terminal compresa la relativa fascia operativa a tergo per una larghezza complessiva pari a 60 m circa. In questa fase oltre alle torri reefer del piazzale di ponente ed alle opere di canalizzazione di tutti i corsi d'acqua che sfociano nella Marina del Canaletto dovranno essere realizzati tutti gli impianti elettrici, di illuminazione e speciali (fibra ottica, videosorveglianza, interfonico, telefonico e sistema SCADA) necessari per la entrata in servizio della porzione di opere realizzate (banchina, piazzale di ponente e porzione di ponente dello scalo ferroviario) compresa la cabina principale di alimentazione e distribuzione (LSCT Ravano) e le cabine di distribuzione secondaria del piazzale di ponente. Nel corso di questa fase si procederà con l'installazione delle n°5 gru di banchina STS, delle n°8 gru ASC necessarie per la movimentazione dei contenitori a terra e delle n°4 gru RMG a servizio della porzione di scalo ferroviario realizzata in questa fase. A tale scopo durante questa fase, dopo 510 giorni dalla consegna dei lavori, è stata prevista la riconsegna anticipata della banchina di ormeggio compresa la relativa fascia operativa di larghezza complessiva pari a 60 m in modo da poter approvvigionare via mare tutte le gru previste in questa fase. Inoltre dopo ulteriori 100 giorni si procederà con la riconsegna anticipata della semiporzione occidentale delle prime due baie di deposito lato banchina dei contenitori, comprese le relative piazzole operative, in modo da consentire l'inizio delle operazioni di montaggio delle n°4 gru ASC che dovranno operare in queste due aree. Contestualmente dovrà essere garantita, seppure in via provvisoria, anche l'alimentazione elettrica in due dei punti di

consegna delle gru di banchina e nei due punti di consegna delle gru ASC delle prime due aree di deposito dei contenitori in modo da consentire lo svolgimento delle operazioni di collaudo e testing delle gru di banchina e delle gru ASC nelle more del completamento dei lavori di questa fase.



**Figura 21.1 – Fase 1**

Nella **seconda fase** (v. Figura 21.2), successiva all'entrata in funzione delle opere realizzate nella fase precedente e della durata di 250 giorni, verranno realizzati gli interventi previsti nella restante porzione di piazzale esistente che consistono in n°4 aree di stoccaggio di contenitori asservite ciascuna a n°2 gru ASC, nel completamento dello scalo ferroviario così da ottenere una lunghezza dei binari pari a 500 m e nel completamento della rete di servizi e delle pavimentazioni.



**Figura 21.2 – Fase 2**

Nella prima fase funzionale la porzione dell'attuale piazzale operativo della calata Ravano non interessata dai lavori continuerà ad essere utilizzato per lo stoccaggio dei contenitori e quindi è stato necessario studiare una viabilità provvisoria che consente di mantenere la funzionalità di tale area operativa per tutta la durata dei lavori di questa fase.

Analogamente anche nella seconda fase funzionale per mantenere la funzionalità delle officine, che occupano la porzione orientale del piazzale esistente, durante lo svolgimento dei lavori di questa fase è stato necessario prevedere una viabilità di servizio dedicata.

Nella prima fase funzionale la definizione delle fasi esecutive è stata studiata tenendo conto dei seguenti obiettivi:

- mantenimento dell'operatività dell'attuale piazzale della calata Ravano, compatibilmente con gli interventi da realizzare, durante tutta la durata dei lavori di prima fase;



- al completamento della prima fase, installazione e messa in servizio delle 5 gru di banchina e delle 4 gru di piazzale previste sui primi due blocchi verso mare destinati allo stoccaggio ed alla movimentazione dei contenitori;
- realizzazione della colmata della Marina del Canaletto con i sedimenti provenienti dai dragaggi dei fondali del terzo bacino del porto di La Spezia, oggetto di un appalto separato affidato dalla AdSP.

Per il raggiungimento di tali obiettivi è stato necessario suddividere lo svolgimento dei lavori della prima fase in cinque sottofasi consecutive per la descrizione delle quali si rimanda all'elaborato "21 08 PE R007 Relazione sulle fasi costruttive".



## 22 TEMPI DI ESECUZIONE DELLE OPERE E CRONOPROGRAMMA

Per valutare il tempo di esecuzione dei lavori si è studiato con accuratezza un programma dei lavori, tenendo conto dei tempi di predisposizione del cantiere, di approvvigionamento dei materiali, di realizzazione e consolidazione della colmata, di esecuzione delle strutture e degli impianti, di inserimento degli arredi e dei servizi.

La durata complessiva dei lavori così determinata è pari a 990 giorni (corrispondenti a 33 mesi circa) di cui 730 giorni per la realizzazione dei lavori della fase 1 e l'entrata in servizio del I stralcio funzionale del terminal ed ulteriori 260 giorni per l'entrata in servizio del Terminal completo.

All'interno del cronoprogramma sono state individuate milestone, che si collocano sul percorso critico del Gantt, il rispetto delle quali costituisce una condizione imprescindibile ai fini del raggiungimento degli obiettivi della presente iniziativa nei tempi previsti.

Si precisa che nella definizione del cronoprogramma di progetto oltre ai tempi di formazione del cantiere si è tenuto conto anche dei tempi di approvvigionamento dei materiali. Nella definizione dei tempi è stato considerato che i lavori si svolgono su 6 giorni per settimana e su un turno lungo di 10 ore mentre per tener conto dell'incidenza di sospensioni per maltempo e di imprevisti è stata applicata una maggiorazione pari al 10% sulle durate delle singole lavorazioni.

Per l'approvvigionamento dei materiali, vista la dotazione di infrastrutture delle aree di intervento, dotate di banchine completamente attrezzate e di una linea ferroviaria direttamente connessa alla rete nazionale, è stato previsto che avvengano in buona parte via mare e via ferrovia così da ridurre i tempi di approvvigionamento, e conseguentemente quelli di esecuzione dei lavori, ed allo stesso tempo ridurre il carico del cantiere sulla viabilità cittadina e di accesso al porto.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato di progetto (v. elaborato 21 08 PE R015).

## 23 COSTI DELL'INTERVENTO

Per la quantificazione dei costi degli interventi previsti nel presente progetto si è fatto riferimento al Prezziario Regionale della Regione Liguria 2023. Quando non presenti in suddetto prezziario si è fatto riferimento al prezziario della regione Toscana Provincia di Massa-Carrara 2023 ed al prezziario ANAS 2023. I costi unitari della mano d'opera sono stati desunti dal medesimo prezziario regionale della Liguria 2023. Per la sola analisi del prezzo di messa in funzione dell'impianto elettrico si è fatto riferimento, per i costi di tecnici specializzati, all'Osservatorio statistico degli oneri per prestazioni di personale nel settore elettrotecnico ed elettronico 2016 redatto dall'ANIE (Federazione Nazionale Imprese Elettrotecniche ed Elettroniche) considerando un incremento dei prezzi del 5% annuo per parametrizzarlo all'anno 2022.

I prezzi utilizzati per le lavorazioni attinenti alle opere ferroviarie sono stati presi dalla tariffa prezzi di RFI (Rete Ferroviaria Italia) Edizione 2022 Agg. 27/05/2022.

Per le lavorazioni non previste nei suddetti Prezzari di riferimento sono state eseguite specifiche analisi dei prezzi.

A tal scopo oltre a fare riferimento ai prezzi elementari desumibili dai prezzari regionali si è fatto riferimento ai listini ufficiali relativi ai prezzi correnti di mercato oppure sono state acquisite delle offerte.

Dalla stima svolta si ricava il seguente importo totale dei lavori e forniture necessari per la realizzazione delle opere previste nel presente progetto.

A) LAVORI			
<b>a. 1</b>	<b>Lavori a corpo, soggetti a ribasso d'asta</b>	€	<b>154,642,349.88</b>
a.1.1	Opere civili ed infrastrutturali	€	143,949,249.41
a.1.2	Impianti elettrico e speciali	€	10,693,100.47
<b>a. 2</b>	<b>Oneri della sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta</b>	€	<b>2,553,964.77</b>
<b>Totale complessivo appalto (a.1 + a.2 + a.3)</b>		€	<b>157,196,314.65</b>