AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETÀ DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:

Dott. Ing. Guido Fiorini

PERIZIA DI VARIANTE

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

ELABORATI GENERALI

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

MI0102-PV-G-Z-R-002-00

DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
Dicembre 2015	G. Fiorini	G. Fiorini	G. Fiorini

REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE
00	Dicembre 2015	EMISSIONE PER APPROVAZIONE

NOME FILE

MI0102-PV-G-Z-R-002-00.docx

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PERIZIA DI VARIANTE

ELABORATI GENERALI
RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

INDICE

1. PREMESSE 12

2. INQUADRAMENTO 21
2.1. Inquadramento territoriale 21
2.2. Inquadramento amministrativo 24
2.3. Le opere ed interventi complementari previste nell'Accordo di Programma tra Regione Liguria, Autorità Portuale di Savona, Provincia di Savona, Comune di Vado Ligure 29
2.4. La riorganizzazione territoriale con demolizione dei pontili esistenti per lo sbarco dei prodotti carboniferi e petroliferi 32
2.4.1. Sovrappasso della Via Aurelia 42
2.5. Darsena turistica e riqualificazione costiera (comparto D) 56
2.6. Casello autostradale e svincolo (località "Bossarino") 64
2.7. Parco ferroviario 66
2.8. Nuova diga foranea 67
2.8.1. Stato della progettazione 68
2.8.2. Descrizione delle opere in progetto preliminare 68
2.9. Pennello alla foce del Torrente Segno 71

3. CONDIZIONI CLIMATICHE E DATI FISICO CHIMICI DISPONIBILI - DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELL'OPERA 73
3.1. Rilievi topobatimetrici 73
3.1.1. Inquadramento topografico 73
3.1.2. Rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam 74
3.1.3. Rilievo dell'area di intestazione a terra della piattaforma 75
3.1.4. Individuazione della rete dei sottoservizi 75
3.1.5. Rilievo dei pontili 75
3.1.6. Documentazione prodotta 75
3.2. Geologia, evoluzione geomorfologica ed idrogeologica dell'area 77
3.2.1. Lineamenti stratigrafici generali dell'area di progetto 77
3.2.2. Stratigrafia media ricavata dalle indagini in situ 78
3.2.3. Idrogeologia 79
3.2.4. Caratterizzazione sismica 80
3.3. Indagini geotecniche e caratterizzazione dei terreni di fondazione 81
3.3.1. Indagini antecedenti il Progetto (ante 2006) 81
3.3.2. Indagini per il Progetto della Piastra Multifunzionale 81
3.3.3. Indagini per il Progetto della Nuova Diga Foranea 82
3.3.4. Caratterizzazione dei terreni di fondazione 83
3.4. Qualità dei sedimenti 84
3.5. Le condizioni meteomarine 105
3.5.1. Esposizione del paraggio 105
3.5.2. I livelli del mare 105
3.5.3. Le condizioni anemometriche 106
3.5.4. Il moto ondoso al largo 110
3.5.5. Propagazione del moto ondoso dal largo alla diga foranea esistente 113
3.5.6. Propagazione del moto ondoso in corrispondenza delle opere 116
3.6. Analisi idrodinamiche e dispersive 127
3.6.1. Il modello idrodinamico a maglia curvilinea della Baia di Vado Ligure 127
3.6.2. Condizioni al contorno e forzanti esterne 129
3.6.3. Gli scenari da analizzare 133
3.6.4. Gli effetti indotti dalle opere previste sull'idrodinamica e sulla dispersione della baia di Vado. 134
3.6.5. Analisi della capacità di ricambio 137

4. CRITERI DI PROGETTO 141
4.1. Caratteristiche geometriche 142
4.2. Quote di dragaggio e navi di progetto 142
4.3. Caratteristiche statico funzionali 146
4.4. Criteri ambientali 147
4.5. Criteri costruttivi 148

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE 149
5.1. Il layout delle aree contenitori, rinfuse, petroli 150
5.1.1. Il terminal contenitori 150
5.1.2. Il terminal delle rinfuse 157
5.1.3. Il terminal di sbarco di prodotti petroliferi 158
5.2. Dragaggi e destinazione dei sedimenti di risulta 159
5.2.1. Aree di dragaggio 159
5.2.2. Il campo prove dragaggi 160

5.2.3. Destinazione dei sedimenti di risulta 166
5.3. Protezione del fondale 168
5.3.1. Banchina Container 169
5.3.2. Banchina Rinfuse 171
5.3.3. Banchina Petroli 172
5.4. Nuova diga foranea di prima fase 173
5.4.1. Tratto di diga foranea verso mare 175
5.4.2. Tratto di diga foranea di raccordo 178
5.5. La piattaforma 179
5.6. Il ricircolo dell'acqua tra l'area di Porto Vado ed il Porto Turistico 185
5.7. Pavimentazioni e finiture superficiali 189
5.8. Pavimentazione 189
5.8.1. Terminal Container 189
5.8.2. Area del gate 192
5.8.3. Banchina rinfuse 192
5.8.4. Banchina Petroli 193
5.9. Captazione delle acque meteoriche 194
5.10. La rete di fognatura nera 199
5.11. Dispositivi di accosto ed ormeggio 201
5.11.1. Fenders 201
5.11.2. Bitte 203
5.12. Campi prova 204
5.12.1. Campo prova area rilevato 205
5.12.2. L'area di verifica delle modalità di costruzione 206
5.13. I servizi ed impianti ubicati sulla piastra 208
5.13.1. Impianti antincendio 208
5.13.2. L'impianto di approvvigionamento idrico 211
5.13.3. Stazione di rifornimento gasolio 211
5.13.4. Impianto elettrico 211
5.14. L'edificio amministrativo/officina 212
5.14.1. Le strutture dell'edificio 214
5.14.2. Gli impianti meccanici a servizio dell'edificio 215
5.14.3. Impianti Elettrici edificio amministrativo 216
5.14.4. Impianti Speciali 217
5.15. L'edificio A 218
5.16. Area Carburanti 220
5.17. Opere di mitigazione ambientale 221
5.18. La vasca di deposito dei sedimenti dragati 226
5.18.1. Soluzione progettuale prevista nel progetto definitivo 227
5.18.2. Motivazione della modifica progettuale 228
5.18.3. Soluzione proposta nell'ambito del progetto esecutivo 229
5.19. Sistema di protezione catodica dei palancolati della vaca di deposito dei sedimenti dragati 234
5.19.1. Acronimi ed abbreviazioni 234
5.19.2. Norme e standard 234
5.19.3. Dati di progetto 234
5.19.4. Filosofia 235
5.19.5. Materiali 236
5.19.6. Dimensionamento del sistema di protezione catodica 237
5.19.7. Sommario di calcolo 239
5.19.8. Effetti sugli impatti ambientali 240
5.20. Cold ironing 241
5.21. Aree provvisionali di cantiere 244

6. FASI LAVORATIVE E CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI 247

ELENCO FIGURE

Fig. 1.1 - La rada di Vado Ligure. Sono visibili, nella parte superiore, il terminal traghetti della Corsica Ferries, il pontile della Terminal Rinfuse Italia, il pontile della Esso Italiana, il pontile della Petrolig; la foce del torrente Segno; nella parte inferiore è visibile il Terminal Reefer con l'area dei magazzini ed il bacino di evoluzione delimitato dalla diga foranea 12
Fig. 1.2 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Funzioni assolte dalle diverse banchine ed aree sulla piastra 13
Fig. 1.3 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Interventi previsti nella fase 1 del progetto esecutivo 14
Fig. 1.4 - Planimetria con evidenziate le modifiche proposte al Progetto Definitivo approvato (struttura di sostegno lungo il lato Nord Est estensione verso mare dell'area in rilevato) 15
Fig. 1.5 - Transitorio Petroli - Seconda Perizia di Variante 16
Fig. 1.6 - Progetto Esecutivo - Fase 2A - Area di posa del bonifico 17
Fig. 1.7 - Progetto esecutivo Fase 2 e contestuale Perizia di variante della Fase 1 - Planimetria 18
Fig. 1.8 - Perizia di Variante – planimetria della piattaforma e murature scoperte con evidenziata la realizzazione dell'opera a terrapieno. 19
Fig. 1.9 - Perizia di Variante – planimetria generale della piattaforma e diga foranea – 1ª fase 20
Fig. 2.1 - Corografia generale dell'area di intervento 22
Fig. 2.2 - La rada di Vado Ligure. Sono visibili, nella parte superiore, il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries), il pontile della Terminal Rinfuse (pontile San Raffaele), il pontile della Esso Italiana ed il pontile della Petrolig; nella parte inferiore è visibile il Reefer Terminal con l'area dei magazzini ed il bacino di evoluzione delimitato dalla diga foranea 23
Fig. 2.3 - Corografia dell'area di intervento 24
Fig. 2.4 - Complesso degli interventi previsti nell'Accordo di Programma 32
Fig. 2.5 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Banchina Petroli 34
Fig. 2.6 - Planimetria pontili esistenti Esso e Petrolig 37
Fig. 2.7 - Pontile Petrolig - Profilo 38
Fig. 2.8 - Pontile Petrolig - Impalcato 38
Fig. 2.9 - Pontile Petrolig - Cavalletti di fondazione 39
Fig. 2.10 - Pontile Esso - Impalcato pontile - alzato 40
Fig. 2.11 - Pontile Esso - Impalcato pontile - Sezione 40
Fig. 2.12 - Ortofoto del progetto di sovrappasso della Via Aurelia. 45
Fig. 2.13 - Sezione tipo del sovrappasso struttura reticolare. 46
Fig. 2.14 - Sezione tipo del sovrappasso rampe R1 e R2 46
Fig. 2.15 - Dettagli planimetrici (in rosso retinato le sezioni dedicate ai mezzi pesanti, in rosso le sezioni dedicate ai "tractors trailers"). 47
Fig. 2.16 - Viabilità – Planimetria della rotatoria di svincolo S.S.1 49
Fig. 2.17 - Viabilità (in rosso la viabilita' a livello della via Aurelia, in magenta la ferrovia) 49
Fig. 2.18 - Planimetria aree verdi e comparto "C" 50
Fig. 2.19 - Vista prospettica del comparto "C" dalla spiaggia 51
Fig. 2.20 - Vista prospettica del comparto "C" dall'alto 53
Fig. 2.21 - Immagini diurne e notturne del sovrappasso. 55
Fig. 2.22 - Planimetria di insieme delle opere di riqualificazione del fronte urbano portuale di Vado Ligure 56
Fig. 2.23 - Planimetria delle opere dell'area cantieri (comparto D3). 61
Fig. 2.24 - Sezione del molo di sopraflutto e del molo di sottoflutto 62
Fig. 2.25 - Sezione della banchina di cantiere e prospetto del pontile galleggiante 63
Fig. 2.26 - Valutazione di inserimento architettonico e paesaggistico delle opere del comparto D 63
Fig. 2.27 - Valutazione di inserimento architettonico e paesaggistico delle opere del comparto D 64
Fig. 2.28 - Planimetria generale del casello e dello svincolo 65
Fig. 2.29 - Planimetria di dettaglio del casello e particolari dei fabbricati 66
Fig. 2.30 - Sezione schematica del sistema elettrificato di scambio gomma/rotaia 67
Fig. 2.31 - Nuova diga foranea come da Piano Regolatore Portuale 67
Fig. 2.32 - Nuova diga foranea come da Progetto Preliminare 509 redatto dall'Autorità Portuale 68
Fig. 2.33 - Planimetria di inquadramento delle opere 69
Fig. 2.34 - Sezione tipo della diga – cassoni salpati e riposizionati 69
Fig. 2.35 - Sezione tipo della diga – cassoni di nuova costruzione 70
Fig. 2.36 - Sezione tipo della diga – cassoni h=15 m con protezione a gettata 70
Fig. 2.37 - Sezione tipo sovrastruttura e muro paraonde 71
Fig. 2.38 - Intervento di mitigazione alla foce del Torrente Segno 72
Fig. 3.1 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Zona interessata dal rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam 74
Fig. 3.2 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Area ove è stato eseguito il rilievo topografico per l'intestazione a terra della piattaforma 75
Fig. 3.3 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Rilievo batimetrico con ecoscandaglio tipo multibeam 76

Fig. 3.4 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Base topografica 77
Fig. 3.5 - Localizzazione del sondaggio integrativo H1 proposto nello SIA del progetto esecutivo fase 2 89
Fig. 3.6 - Ubicazione delle indagini preliminari condotte nel 2006. 90
Fig. 3.7 - Ubicazione delle indagini di caratterizzazione condotte nel 2008. 90
Fig. 3.8 - Ubicazione delle indagini integrative di caratterizzazione condotte nel 2009. 91
Fig. 3.9 - Ubicazione delle indagini integrative di caratterizzazione effettuate nel 2015. 91
Fig. 3.10 - Ubicazione delle indagini di caratterizzazione del 2008-2015 ed aree di dragaggio e riempimento. 92
Fig. 3.11 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Condizioni meteomarine - Le batimetrie nel paraggio di Vado Ligure 105
Fig. 3.12 - Vado Ligure, rosa dei venti - Dati orari, 1986-1997 107
Fig. 3.13 - Punto UKMO - rosa dei venti. Dati triorari, 1987-2008 108
Fig. 3.14 - Ubicazione dei punti di misura del moto ondoso 111
Fig. 3.15 - Dati di moto ondoso KNMI - estensione delle aree di rilievo dei dati 111
Fig. 3.16 - Rosa del moto ondoso al largo di Vado, nel punto di coordinate 44°n; 8,73°e, ottenuta con i dati ukmo 1987 - 2008 111
Fig. 3.17 - Griglia regionale e griglia di dettaglio usate nel modello di propagazione delle onde 114
Fig. 3.18 - Griglia regionale e griglia di dettaglio usate nel modello di propagazione delle onde 114
Fig. 3.19 - Batimetria ricostruita sulla griglia di calcolo regionale 115
Fig. 3.20 - Batimetria ricostruita sulla griglia di calcolo di dettaglio 115
Fig. 3.21 - Caratteristiche dell'onda al largo: a) provenienza 100°N e Tr=50 anni: Hs=4,6 m , Tp=10,4 s, b) provenienza 190°N e Tr=250 anni: Hs=7,1 m , Tp=13,0 s 116
Fig. 3.22 - Schematizzazione della diga foranea da P.R.P (sinistra) e di 1° fase (destra) utilizzata nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS 118
Fig. 3.23- Coefficienti di riflessione considerati nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS per la configurazione di diga foranea da P.R.P. (sinistra) e di 1a fase (destra) 119
Fig. 3.24 - Batimetrie riprodotte sul modello: Diga da P.R.P. (sinistra), diga di 1a fase (destra) 119
Fig. 3.25 - Propagazione dell'onda in corrispondenza della nuova diga foranea: diga da P.R.P. (sinistra), diga 1a fase (destra) 120
Fig. 3.26 - Schematizzazione della piattaforma in esercizio con diga da P.R.P (config. 1, sinistra) e con diga di 1a fase (config. 2, destra) 120
Fig. 3.27 - Coefficienti di riflessione considerati nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS 121
Fig. 3.28 - Batimetrie riprodotte sul modello: Diga da P.R.P. (configurazione 1, sinistra), diga di 1a fase (configurazione 2, destra) 122
Fig. 3.29 - Propagazione dell'onda con Tr=50 o 250 anni in corrispondenza della piattaforma: Diga da P.R.P. (sinistra), diga di 1a fase (destra) 123
Fig. 3.30 - Propagazione dell'onda con Tr=1 anno in corrispondenza della piattaforma: Diga da P.R.P. (sinistra), diga di 1a fase (destra) 123
Fig. 3.31 - Schema delle strutture della piattaforma 125
Fig. 3.32 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Schematizzazione del dominio di calcolo con una griglia a maglia curvilinea e batimetria del modello 128
Fig. 3.33 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Dettaglio della maglia di calcolo nella zona del porto di Vado Ligure. 128
Fig. 3.34 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Statistica dell'ampiezza di marea nel periodo 1987-2008 a Imperia 129
Fig. 3.35 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Statistica dell'ampiezza di marea nel periodo 1987-2008 a Genova 129
Fig. 3.36 - Il clima del vento a Vado Ligure 130
Fig. 3.37 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Mar Ligure - Le principali strutture dinamiche e le correnti 132
Fig. 3.38 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Fiumi considerati nel presente studio. 132
Fig. 3.39- Schematizzazione batimetrica (m s.m.m.) per la configurazione di riferimento, Progetto Esecutivo approvato (sinistra) e per la configurazione di Perizia di Variante (destra) 133
Fig. 3.40 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Distribuzione delle velocità (m/s) medie sulla profondità in condizioni di calma di vento e max flusso (sopra) e Riflusso (sotto) 134
Fig. 3.41 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Distribuzione delle velocità (m/s) nello strato superficiale in condizioni di massimo flusso (sopra) e massimo riflusso (sotto) in presenza di vento da Nord-Est 135
Fig. 3.42 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi dispersive - Concentrazione dei traccianti rilasciati dai fiumi: (sopra) scenario con calma di vento e (sotto) scenario con vento da nord-est 136
Fig. 3.43 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi della capacità di ricambio -Area di interesse e Punti di controllo per i quali sono stati elaborati i grafici della "fraction analysis". 138

Fig. 3.44 - Vado Ligure – Piastra multifunzionale – analisi della capacità di ricambio - Fraction analysis. Risultati nei punti n.1, n.2 e nei punti n.5 e n.6 - configurazione di riferimento (sinistra) e per la configurazione di perizia di variante (destra). 138
Fig. 3.45 - Distribuzione iniziale del tracciante utilizzato per il tempo di ricambio 139
Fig. 3.46 - Vado Ligure – Piastra multifunzionale – analisi della capacità di ricambio - Distribuzione del tempo di ricambio per la configurazione di riferimento (sinistra) e per la configurazione di perizia di variante (destra). 140
Fig. 4.1 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Planimetria generale ad opere finite 141
Fig. 4.2 - Schema planimetrico del nuovo Terminale 142
Fig. 4.3 - Planimetria dei fondali di progetto nell'area portuale 143
Fig. 5.1 - Vado Ligure - Nuova piastra multifunzionale - Layout della piattaforma 149
Fig. 5.2 - Gru con banchina - Immagini di gru similari a quelle previste sulla piastra di Vado Ligure, installate recentemente da APM Terminal in un Terminal Containers Marino 151
Fig. 5.3 - Vado Ligure - Banchina containers - shuttle carriers per la movimentazione da banchina ad area di stoccaggio 151
Fig. 5.4 - Movimentazione dei contenitori tramite mezzi dedicati al solo traffico interno 152
Fig. 5.5 - Immagine di operazioni tramite "reach stacker" 153
Fig. 5.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Sezione trasversale del piazzale con operatività delle gru RMG 153
Fig. 5.7 - Immagini di gru di piazzale tipo RMG recentemente installate da APM Terminals in un terminal container 154
Fig. 5.8 - Zone di deposito di containers imo e criterio di stoccaggio in piattaforma come approvato dai vv.f. 155
Fig. 5.9 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Recinzione delle aree di stoccaggio 155
Fig. 5.10 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Area di ingresso/uscita a o da il terminale 156
Fig. 5.11 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Schema di operatività delle corsie di ingresso/uscita 156
Fig. 5.12 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - percorsi degli autotreni destinati al trasporto esterno 157
Fig. 5.13 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Banchina rinfuse - Layout 158
Fig. 5.14 - Aree di dragaggio 160
Fig. 5.15 - Dragaggi del campo prova dragaggi - Planimetria 161
Fig. 5.16 - Motonave auto caricante "WISE" 162
Fig. 5.17 - Escavatore idraulico LIEBHERR HS 833 HD 163
Fig. 5.18 - Benna 163
Fig. 5.19 - Ubicazione dei punti di misura della torbidità fissi (F1 e F2) e mobili (M1 e M2) 165
Fig. 5.20 - Andamento della differenza di concentrazioni (concentrazione misurata - concentrazione di riferimento) nel periodo ottobre 2012 - settembre 2013 166
Fig. 5.21 - Andamento della differenza di concentrazioni (concentrazione misurata - concentrazione di riferimento) nel periodo 9 luglio - 17 settembre 2013 166
Fig. 5.22 - Planimetria della banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft (anticipazione di una parte del comparto D2 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) 167
Fig. 5.23 - Planimetria della cassa di colmata su cui sarà realizzato il comparto D3 (anticipazione del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) 167
Fig. 5.24 - Planimetria della protezione dei fondali antistanti le banchine 169
Fig. 5.25- Protezione dei fondali in materassi di cls nel tratto di banchina container - sezione tipo 169
Fig. 5.26 - Particolare del fissaggio del materasso contro il masso guardiano per mezzo di saccone in cls 170
Fig. 5.27 - Particolare dell'ancoraggio del materasso lato mare per mezzo di massi naturali e saccone in cls 170
Fig. 5.28 - Protezione dei fondali in massi naturali nel tratto di banchina container - sezione tipo 171
Fig. 5.29 - Protezione dei fondali in massi naturali nel tratto di banchina rinfuse - sezione tipo 171
FIG. 5.30 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE - SEZIONE TIPO 172
Fig. 5.31 - Protezione dei fondali in materassi in cls nel tratto di banchina petroli - sezione tipo 172
Fig. 5.32 - Nuova diga foranea come da Piano Regolatore Portuale 173
Fig. 5.33 - Nuova diga foranea come da Progetto Preliminare 509 redatto dall'Autorità Portuale 174
Fig. 5.34 - Prima fase della nuova diga foranea oggetto della presente perizia di variante 174
Fig. 5.35 - Planimetria della diga foranea di prima fase 175
Fig. 5.36 - Planimetria della diga foranea di 1a fase con ubicazione sezioni tipo 176
Fig. 5.37 - Sezioni tipo B e C della diga foranea di 1ª fase – tratto verso mare 177
Fig. 5.38 - Sezioni tipo D e E della diga foranea di 1ª fase – tratto verso mare 177

Fig. 5.39 - Sezione tipo A della diga foranea di 1ª fase – tratto di raccordo 178
Fig. 5.40 - Sezioni tipo delle serraglie – tratto di raccordo 179
Fig. 5.41 - Planimetria generale dell'estensione a tutta la piattaforma dell'area in rilevato 180
Fig. 5.42 - Sezione tipologica della struttura di conterminazione del terrapieno lungo il lato Nord Est (banchina petroli) 181
Fig. 5.43 - Sezione tipologica della struttura di conterminazione del terrapieno lungo il lato Sud Est (banchina container) 181
Fig. 5.44 - Schema di flusso di cavidotti elettrici nell'impalcato nella configurazione di Progetto Esecutivo approvato e nella configurazione con la modifica prevista in variante 181
Fig. 5.45 - Planimetria con evidenziate le modifiche proposte al Progetto Esecutivo approvato (estensione a tutta la piattarforma dell'area in rilevato) 182
Fig. 5.46 - Scogliera di protezione del rilevato di conterminazione dell'area a terra sul lato della spiaggia di Porto Vado 183
Fig. 5.47 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Rilevato di conterminazione dell'area a terra lungo il bordo nord-occidentale 183
Fig. 5.48 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Vista in pianta 186
Fig. 5.49 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Strutture di imbocco 187
Fig. 5.50 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Struttura scatolare 187
Fig. 5.51 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Struttura scatolare 188
Fig. 5.52 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Strutture di sbocco 188
Fig. 5.53 - Planimetria della pavimentazione in piattaforma 190
Fig. 5.54 - Sezione tipo della piattaforma in corrispondenza dell'area di manovra sotto le STS 191
Fig. 5.55 - Sezione area di ingresso (area E-E') e banchina su cassoni (D) 191
Fig. 5.56 - Sezione area di scambio e banchina (area A-A', corridoio H e area C) 191
Fig. 5.57 - Sezione corsia lato petroli (area B) 191
Fig. 5.58 - Sezione area di stoccaggio (area S) 192
Fig. 5.59 - Sezione area del gate (area I) 192
Fig. 5.60 - Sezione pista di accesso alle banchine TRI e petroli e banchina TRI (area F) 193
Fig. 5.61 - Sezione tipo banchina TRI 193
Fig. 5.62 - Sezione tipo della piattaforma in corrispondenza della Banchina Petroli 193
Fig. 5.63 - Sezione banchina petroli (area G) 194
Fig. 5.64 - Curve di possibilità pluviometrica per gli scrosci- Stazione pluviografica di Savona 195
Fig. 5.65 - Schema generale della rete di drenaggio acque meteoriche 196
Fig. 5.66 - CAPTAZIONE ACQUE METEORICHE - VASCHE DI TRATTAMENTO 198
Fig. 5.67 - Area lavaggio mezzi 198
Fig. 5.68 - Edificio A, collettamento acque mediante canaletta grigliata 199
Fig. 5.69 - Edifici presenti nell'area 199
Fig. 5.70 - Rete di fognatura nera 200
Fig. 5.71 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Schema planimetrico del nuovo Terminal: Assegnazione delle banchine alle diverse categorie di trasporto 201
Fig. 5.72 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Schema di calcolo dell'energia di accosto 202
Fig. 5.73 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Schema del tipo di fender selezionato (Fonte: catalogo Trelleborg) 202
Fig. 5.74 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Scelta della tipologia dei fenders in funzione della massima energia di accosto delle navi 202
Fig. 5.75 - Schema di disposizione dei cavi in condizioni di ormeggio tipo "*alongside berth*" 204
Fig. 5.76 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Planimetria dei campi prova 205
Fig. 5.77 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Campo prova area rilevato - Geometria del campo prova 206
Fig. 5.78 - Vista schematica frontale dell'edificio della Maersk A/S. 213
Fig. 5.79 - Sezione schematica dei piani del progetto esecutivo dell'edificio della Maersk A/S. 213
Fig. 5.80 - Planimetria della cassa di colmata approvata nell'ambito del Progetto Definitivo . Il lato terra (a sinistra nella figura) sarà delimitata da un cassone reggispinta in cui sarà posta la condotta per il ricambio idrico mentre il lato mare (a destra ed in alto) sarà delimitata rispettivamente da un cassone reggispinta e da blocchi in calcestruzzo 227

Fig. 5.81 - Sezione della cassa di colmata approvata nell'ambito del Progetto Definitivo in corrispondenza del lato mare 228
Fig. 5.82 - Planimetria della cassa di colmata proposta nell'ambito del Progetto Esecutivo - Assetto provvisionale - Il lato terra (a sinistra nella figura) sarà delimitato da un palancolato mentre il lato mare (a destra ed in alto) sarà delimitata da un doppio palancolato 231
Fig. 5.83 - Sezioni della cassa di colmata proposte in ambito di Progetto Esecutivo - Assetto provvisionale 231
Fig. 5.84 - Planimetria della cassa di colmata proposta nell'ambito del Progetto Esecutivo - Assetto in corso d'opera prima della realizzazione della banchina 232
Fig. 5.85 - Sezioni della cassa di colmata proposte in ambito di Progetto Esecutivo - Assetto in corso d'opera prima della realizzazione della banchina 232
Fig. 5.86 - Planimetria della cassa di colmata - Assetto finale 233
Fig. 5.87 - Sezioni della cassa di colmata - Assetto finale - Sezioni tipo - La quota -5.00 metri è da intendersi lungo la banchina sul lato mare 233
Fig. 5.88 - Sezioni della cassa di colmata - Assetto finale - Prospetto modulare 233
Fig. 5.89 - Emissioni di PM nell'area portuale di Long Beach/Los Angeles suddivisi per fonte 242
Fig. 5.90 - Emissioni di NOx nell'area portuale di Long Beach/Los Angeles suddivisi per fonte 242
Fig. 5.91 - Planimetria della piattaforma di Vado Ligure con evidenziate le predisposizioni per il cold ironing 243
Fig. 5.92 - Elemento tecnologico tipo ospitabile nei pozzetti predisposti in banchina 243
Fig. 5.93 - Edificio "A" – Cabina elettrica – Ipotesi sulla futura installazione dei trasformatori di tensione e frequenza 243
Fig. 5.94 - Nuova piattaforma multifunzionale di vado ligure aree di cantiere messe a disposizione dell'impresa esecutrice da parte dell'autorità portuale di savona (presentate ed approvate nell'ambito del progetto definitivo) 244
Fig. 5.95 - Area di cantiere sulla diga - planimetria generale 245
Fig. 5.96 - Area di cantiere sulla diga - Imbocco dalla viabilità sulla via Aurelia 245
Fig. 5.97 - Area di cantiere sulla diga - Planimetria Dettaglio della zona di prefabbricazione dei cassoni 246
Fig. 6.1 - Fasi di realizzazione: fase 0 (dal mese -32 al mese "0"). 249
Fig. 6.2 - Fasi di realizzazione: fase 1 (dal mese 1 al mese 8). 249
Fig. 6.3 - Fasi di realizzazione: fase 2 (dal mese 9 al mese 14). 250
Fig. 6.4 - Fasi di realizzazione: fase 3 (dal mese 15 al mese 20). 250
Fig. 6.5 - Fasi di realizzazione: fase 4 (dal mese 21 al mese 26). 251
Fig. 6.6 - Fasi di realizzazione: fase 5 – Piattaforma (dal mese 27 al mese 32). 251
Fig. 6.7 - Fasi di realizzazione: fase 5 – Diga (dal mese 27 al mese 32). 252
Fig. 6.8 - Fasi di realizzazione: fase 6 – Piattaforma (dal mese 33 al mese 38). 252
Fig. 6.9 - Fasi di realizzazione: fase 6 – Diga (dal mese 33 al mese 38). 253
Fig. 6.10 - Fasi di realizzazione: fase 7 (dal mese 39 al mese 44). 253
Fig. 6.11 - Fasi di realizzazione: fase 8 (dal mese 45 al mese 50). 254
Fig. 6.12 - Cronoprogramma dei lavori 255

ELENCO TABELLE

Tab. 3.1 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale- Stratigrafia di progetto 83
Tab. 3.2 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Caratterizzazione Progetto Esecutivo 84
Tab. 3.3 - Profondità e spessore di indagine delle indagini integrative eseguite nel 2015 89
Tab. 3.4 - Indagini preliminari del 2006: risultati e confronto con le CSC del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. 96
Tab. 3.5 - Indagini di caratterizzazione del 2008: risultati e confronto con le CSC del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. 99
Tab. 3.6 - Indagini integrative di caratterizzazione del 2009: risultati e confronto con le CSC del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. 103
Tab. 3.7 - Indagini integrative di caratterizzazione del 2015: risultati sondaggi D1-D4 e confronto con le CSC del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.. 104
Tab. 3.8 - Risultati dell'analisi statistica dei livelli estremi 106
Tab. 3.9 - Frequenze di occorrenza delle velocità e direzione del vento a Vado Ligure (1986-1997) 107
Tab. 3.10 - Frequenze di occorrenza delle velocità e direzione del vento al largo - dati UKMO (1987-2008) 109
Tab. 3.11 - Valori della velocità del vento (m/s) in funzione del tempo di ritorno - dati dell'anemometro di Vado Ligure alla quota di 220 m sul l.m.m. 110
Tab. 3.12 - Valori della velocità del vento (m/s) in funzione del tempo di ritorno - dati dell'anemometro di Vado Ligure riportati alla quota di 10 m sul l.m.m. 110
Tab. 3.13 - Valori della velocità del vento (m/s) in funzione del tempo di ritorno - dati nel punto al largo UKMO 110
Tab. 3.14 - Clima d'onda ottenuto con i dati Ukmo per il periodo 1987-2008 112
Tab. 3.15 - Statistica degli eventi estremi 113
Tab. 3.16 - Caratteristiche del moto ondoso estremo al largo considerate per le simulazioni – Tr=50, 100 e 250 anni. 115
Tab. 3.17 - Caratteristiche del moto ondoso estremo al largo considerate per le simulazioni – Tr=1 anno 115
Tab. 3.18 - Configurazioni di diga simulate con il modello PHAROS 118
Tab. 3.19 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate per le simulazioni con il modello PHAROS– Tr=250 anni 119
Tab. 3.20 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate per le simulazioni con il modello PHAROS – Tr=50 anni 120
Tab. 3.21 - Caratteristiche del moto ondoso frequenti considerate per le simulazioni con il modello PHAROS– Tr=1 anno 120
Tab. 3.22 - Configurazioni simulate con il modello PHAROS – Piattaforma 121
Tab. 3.23 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate come input per le simulazioni con il modello PHAROS – Tr=1 anno 122
Tab. 3.24 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate come input per le simulazioni con il modello PHAROS – Tr=50 anni 122
Tab. 3.25 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate come input per le simulazioni con il modello PHAROS – Tr=100 anni 123
Tab. 3.26 - Caratteristiche del moto ondoso estremo considerate per le simulazioni con il modello PHAROS– Tr=250 anni 123
Tab. 3.27 - Onda di progetto in corrispondenza delle sezioni tipo A e delle serraglie della diga foranea – Tr=50 anni 124
Tab. 3.28 - Onda di progetto in corrispondenza delle sezioni tipo B, C, D ed E della diga foranea – Tr= 50 e 250 anni 124
Tab. 3.29 - Onda di progetto in corrispondenza delle sezioni tipo A, B, C, D ed E per Tr=1 anno 124
Tab. 3.30 - Onde in corrispondenza della scogliera alla radice della piattaforma 125
Tab. 3.31 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi reggispinta – Banchina Container 125
Tab. 3.32 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi reggispinta – Banchina Rinfuse 126
Tab. 3.33 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi reggispinta – Banchina petroli 126
Tab. 3.34 - Onde in corrispondenza delle varie banchine della piattaforma – Protezione dei fondali 126
Tab. 3.35 - Elaborazione statistica dei gradienti medi massimi annui 130
Tab. 3.36 - Statistica della velocità del vento per il sito di Vado Ligure 130
Tab. 4.1 - Posizione delle banchine e fondali di progetto 142
Tab. 4.2 - Banchina portacontenitori - banchina A 144
Tab. 4.3 - Banchina portacontenitori - banchina B 145
Tab. 4.4 - Banchina rinfuse - banchina C 145
Tab. 4.5 - Banchina tanker - Banchina D 146
Tab. 4.6 - Caratteristiche dei propulsori delle navi di progetto 146
Tab. 5.1 - Portata affluente alla rete per ettaro 195
Tab. 5.2 - Portate convogliate a mare dalla rete di drenaggio acque meteoriche 197
Tab. 5.3 - Caratteristiche geometriche delle tubazioni 197
Tab. 5.4 - Caratteristiche delle stazioni di sollevamento 200

Tab. 5.5 - Caratteristiche delle pompe delle stazioni di sollevamento 200
Tab. 5.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Calcolo delle dimensioni dei pannelli frontali dei fenders 203
Tab. 5.7 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Interassi dei fenders 203
Tab. 5.8 - Quadro riepilogativo delle caratteristiche delle bitte di progetto 204
Tab. 5.9 - Tipologie dei carichi delle principali utenze elettriche 212

1. PREMESSE

L'Autorità Portuale di Savona ha pubblicato, in data 15 febbraio 2005, un avviso indicativo di Project Financing, riguardante la "progettazione definitiva ed esecutiva, esecuzione dei lavori della nuova Piastra Multifunzionale del Porto di Vado Ligure e gestione della parte relativa al Terminal Contenitori".

La Piastra Multifunzionale sarà ubicata nella rada di Vado Ligure, tra il terminal traghetti della Corsica Ferries e la foce del torrente Segno (vedi Fig. 1.1) essa assolverà le seguenti funzioni (Fig. 1.2):

- ospitare un terminal containers con capacità di movimentazione annua di 720.000 TEUs, che comprende le banchine, aree di deposito, strutture di controllo all'accesso, edifici di servizio, impianti;
- costituire l'infrastruttura di base per due banchine dedicate alle attività che si svolgono nella rada dagli anni '50, ovvero lo sbarco-imbarco di rinfuse e di prodotti petroliferi ed oli combustibili; l'infrastruttura è comprensiva delle strutture di banchina e relativi arredi, della predisposizione degli impianti, delle strade di accesso; sono escluse le attrezzature da installare in banchina e le tubazioni di adduzione dei prodotto petroliferi; le due banchine sono destinate a sostituire gli attuali pontili delle rinfuse (TRI) e petroli (Petrolig ed Esso), di cui è prevista la demolizione, parte nell'ambito di questo lavoro (pontile rinfuse e porzione dei pontili petroliferi interferenti con le lavorazioni) parte direttamente dall'Autorità Portuale (radicamento a terra dei pontili petroliferi).

Si tratta in sostanza di una piattaforma, ubicata alla quota +4,50 m s.m.m., di dimensioni in pianta di 290 m per 700 m, più radicamento a terra, per un'area totale di 21,10 ha; essa è composta di una zona in rilevato, adiacente alla zona del radicamento a terra, di 12,0 ha, e di un'area "a giorno", permeabile alle correnti ed al moto ondoso, posta sul lato mare e costituita da un impalcato realizzato con travi prefabbricate e soletta superiore in calcestruzzo, che poggia su pilastri pure in calcestruzzo, fondati su cassoni cellulari in cemento armato, di 9 ha circa.



FIG. 1.1 - LA RADA DI VADO LIGURE. SONO VISIBILI, NELLA PARTE SUPERIORE, IL TERMINAL TRAGHETTI DELLA CORSICA FERRIES, IL PONTILE DELLA TERMINAL RINFUSE ITALIA, IL PONTILE DELLA ESSO ITALIANA, IL PONTILE DELLA PETROLIG; LA FOCE DEL TORRENTE SEGNO; NELLA PARTE INFERIORE È VISIBILE IL TERMINAL REEFER CON L'AREA DEI MAGAZZINI ED IL BACINO DI EVOLUZIONE DELIMITATO DALLA DIGA FORANEA

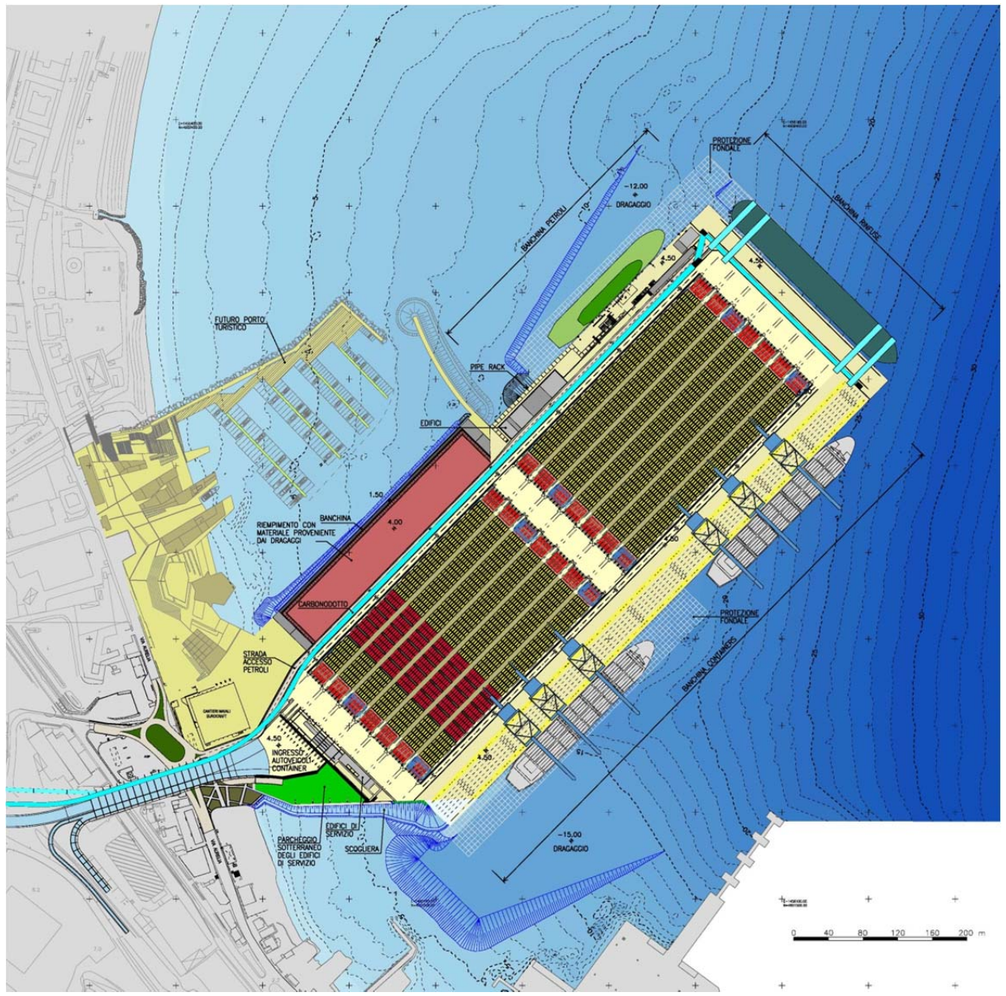


FIG. 1.2 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FUNZIONI ASSOLTE DALLE DIVERSE BANCHINE ED AREE SULLA PIASTRA

Il Progetto Preliminare è stato redatto dalla Associazione Temporanea di Imprese (ATI) tra Maersk A/S, Grandi Lavori Fincosit S.p.A. e Technital S.p.A. che, è stata dichiara soggetto promotore (Delibera del Comitato Portuale n° 12 del 16 Febbraio 2007) a seguito dell'espletamento della procedura di Project Financing indetta dalla stessa Autorità Portuale.

L'ATI ha poi costituito, in data 3 Luglio 2008, una società di progetto denominata APM Terminals Vado Ligure S.p.A..

L'avvio del Progetto Definitivo è stato dato dall'Autorità Portuale di Savona con l'Ordine di Servizio n. 1 in data 4 marzo 2008.

La consegna del Progetto Definitivo all'Autorità Portuale di Savona da parte della Società di progetto è avvenuta il 20 marzo 2009.

Il soggetto promotore, cioè la società di progetto APM Terminals Vado Ligure S.p.A. costituita da Maersk A/S, Grandi Lavori Fincosit S.p.A. e Technital S.p.A., ha richiesto l'avvio della procedura di VIA) in data 31 Marzo 2009, con riferimento al Progetto Definitivo ed allo Studio di Impatto Ambientale (SIA).

La procedura si è conclusa con la Deliberazione della Giunta Regionale n° 1118 del 6 Agosto 2009, che contiene il parere positivo di compatibilità ambientale del Progetto Definitivo, reso con prescrizioni.

L'iter del Progetto Definitivo è poi proseguito con l'approvazione della Conferenza dei Servizi (seduta referente del 29 Gennaio 2010 e deliberante del 9 Aprile 2010), con la validazione dell'Ente Certificatore (RINA Industry S.p.A.) in data 6 Aprile 2010, con l'esame del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (voto n° 169 del 23 Marzo 2011) e con l'approvazione finale dell'Autorità Portuale di Savona con Decreto del Presidente n° 65 del 14 Novembre 2011.

L'elaborazione del Progetto Esecutivo è stata avviata il 14 Novembre 2011 con ordine di servizio n° 3 dell'Autorità Portuale di Savona.

Nel frattempo erano state avviate le attività del Campo Prove Geotecnico, ricompreso nel Progetto Definitivo, ai risultati del quale sia il validatore Rina che il consiglio Superiore dei Lavori Pubblici avevano raccomandato di fare riferimento nell'ambito delle successive attività progettuali.

Nelle more del completamento del Campo Prove Geotecnico area rilevato si è concordato di procedere alla progettazione esecutiva di una prima fase degli interventi; si tratta sostanzialmente delle strutture di conterminazione dell'area a terra in rilevato, dei riempimenti in materiale granulare fino alla quota + 2,50 m s.m.m., del campo prove geotecnico - area rilevato, dell'area di verifica delle modalità di costruzione ubicata allo spigolo sud-orientale della piattaforma, della cassa di colmata per il deposito dei sedimenti dragati, dei dragaggi relativi al campo prove dragaggi ed alla cunetta per l'imbasamento dei cassoni lungo la banchina containers, dello scatolare di ricircolo dell'acqua destinato a mettere in comunicazione lo specchio acqueo antistante la spiaggia di Porto Vado con il futuro bacino del porto turistico (vedi Fig. 1.3). Questo criterio è stato concordato e sancito nell'ambito dell'atto aggiuntivo n°4 alla Convenzione tra Autorità Portuale e Concessionario, siglato tra le parti il 19 luglio 2012; il Progetto Esecutivo della Fase 1 è stato consegnato nel mese di agosto 2012 ed approvato con Decreto dell'Autorità Portuale di Savona n. 43/2012.

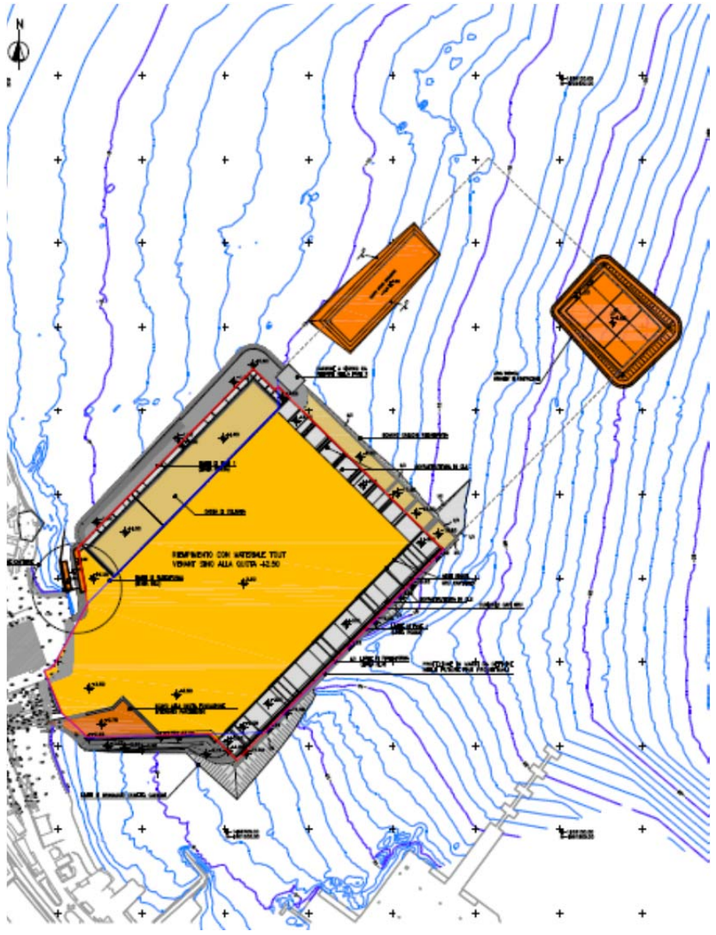


FIG. 1.3 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INTERVENTI PREVISTI NELLA FASE 1 DEL PROGETTO ESECUTIVO

L'ottemperanza alle prescrizioni formulate durante l'iter di approvazione del Progetto Definitivo, ed in particolare a quelle rilasciate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché gli approfondimenti tecnici e le ottimizzazioni tipiche della fase di progettazione esecutiva, hanno portato il soggetto promotore ad individuare come ne-

cessarie delle modiche alla soluzione progettuale esaminata dalla Regione Liguria nell'ambito della procedura di VIA e di cui alla DGR 1118/2009.
Si tratta, in sostanza, della realizzazione con cassoni pieni della banchina lato mare della piattaforma (rinfuse), al fine di garantirne la stabilità sotto le azioni più gravose richieste dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, e dell'avanzamento di circa 50 m dei cassoni che delimitano l'area a terra dall'area a giorno (Fig. 1.4).

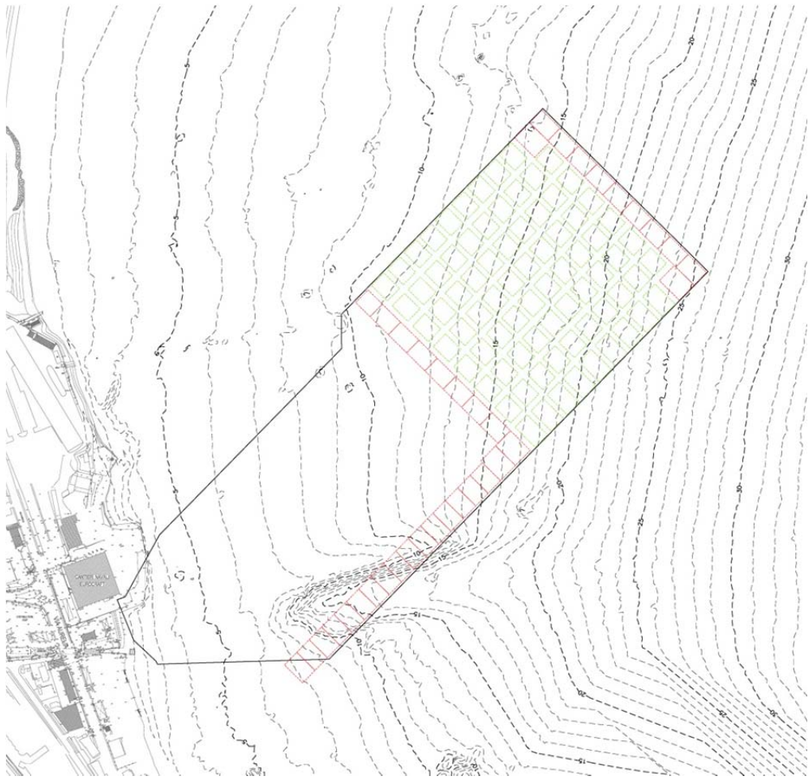


FIG. 1.4 - PLANIMETRIA CON EVIDENZIATE LE MODIFICHE PROPOSTE AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO (STRUTTURA DI SOSTEGNO LUNGO IL LATO NORD EST ESTENSIONE VERSO MARE DELL'AREA IN RILEVATO)

Sono state dunque formulate alla Regione Liguria alcune richieste di parere di modifica non sostanziale ai sensi della compatibilità ambientale, in base a quanto previsto dalla Legge Regionale n° 38 del 30 Dicembre 1998, e s.m.i. e dal Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i..

Il soggetto promotore ha richiesto il parere alla Regione nel corso dell'incontro avuto con i funzionari del Settore VIA in data 12 Aprile 2013. La Regione ha risposto con parere negativo nel corso dell'incontro del 20 Maggio 2013, richiedendo dunque l'avvio della procedura di verifica di assoggettabilità a VIA.

La procedura è stata avviata in data 7 Agosto 2013 e si è conclusa con l'emanazione del Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 4604 del 20 Novembre 2013, nel quale la Regione chiede che le modifiche proposte al Progetto Definitivo siano sottoposte a procedura di VIA e che, tra altro, nello SIA da predisporre si tenga conto delle altre varianti apportate nel passaggio da Progetto Definitivo a Progetto Esecutivo.

Nelle more della presentazione e della successiva fase approvativa dello SIA relativo a dette varianti alcune opere (ad esempio i cassoni reggispinta che delimitano l'area a giorno), già approvate nell'ambito del Progetto Esecutivo - Fase 1, non potevano essere logicamente realizzate.

Si ricorda inoltre che i cantieri adibiti alle attività di costruzione della Nuova Piastra Multifunzionale del Porto di Vado Ligure interferiranno con la funzionalità degli esistenti accosti petroliferi esercitati dalle società PetroLig ed Esso; in particolare i primi 60 metri lato mare del pontile Esso debbono essere demoliti per garantire la realizzazione delle opere della Fase 1.

Dopo aver valutato le possibili alternative per dare continuità alle operazioni di sbarco, è emerso che la soluzione migliore è quella di realizzare, prima dell'inizio delle attività, le seguenti modifiche ai sistemi di attracco/movimentazione esistenti:

– modifica del sistema di attracco al terminale PetroLig con smantellamento delle 5 boe esistenti e loro sostituzione con 5 briccole in acciaio;

– realizzazione, lungo il lato Nord del pontile PetroLig, di un nuovo accosto per la movimentazione dei prodotti Esso consistente in una piattaforma metallica, 3 briccole di ormeggio, 2 briccole di accosto e relative modifiche all'impiantistica ed alle linee di movimentazione prodotti.

Una volta allestita la nuova banchina petroli sulla Piastra Multifunzionale, la movimentazione dei prodotti potrà essere trasferita su di essa e il pontile PetroLig, così come la restante parte del pontile Esso, potranno essere smantellati.

La seconda Perizia di Variante e Suppletiva è stata presentata il 16 luglio 2014; dal cronoprogramma ad essa allegato (Fig. 1.5) si evince che la demolizione del pontile Esso non può avvenire prima di dicembre 2014; anche questo fatto blocca fino ad allora la realizzazione di opere approvate a livello esecutivo. Fase 1 (nella fattispecie il completamento della cassa di colmata e la posa di ulteriore materiale granulare a formazione dell'area a terra).



FIG. 1.5 - TRANSITORIO PETROLI - SECONDA PERIZIA DI VARIANTE E SUPPLETIVA - CRONOPROGRAMMA

Tutto ciò premesso, si è concordata con l'Autorità Portuale l'opportunità di dare continuità al cantiere, anche al fine di limitare al massimo i tempi della consegna finale della piattaforma.

Si è pertanto individuata una lavorazione, in particolare la posa del bonifico in parte dell'area a giorno, che non interferisce con le opere oggi non realizzabili nelle more dell'approvazione dello SIA per le varianti e della demolizione della parte terminale del pontile Esso.

Si tratta in sostanza dell'area (Fig. 1.6) non interferente con i dragaggi previsti per l'imbasamento dei cassoni reggispinta e/o a giorno, nonché a quota tale da non compromettere la seguente posa dell'imbasamento dei cassoni stessi.

Con questo criterio è stato individuato un volume di circa 135.000 metri cubi di bonifico (misurati geometricamente) che consente di dare una continuità al cantiere con gli obiettivi sopraccitati.

Contestualmente, la conclusione della procedura di verifica di screening del cantiere di prefabbricazione dei cassoni sulla diga di Vado, avvenuta con il D.D. n.3927 del 9 ottobre 2013, consente di completare la predisposizione delle attrezzature di cantiere, previste ed approvate nel Progetto Definitivo.

Il progetto Esecutivo - Fase 2A è stato consegnato nel corso del mese di Agosto 2014; la validazione, da parte del RUP reca la data 02/10/2014; l'approvazione è stata data dall'Autorità Portuale di Savona con Decreto n. 65/2014 del 2 ottobre 2014; in data 7 ottobre, con Ordine di Servizio n. 7 il RUP dava inizio ai corrispondenti lavori.

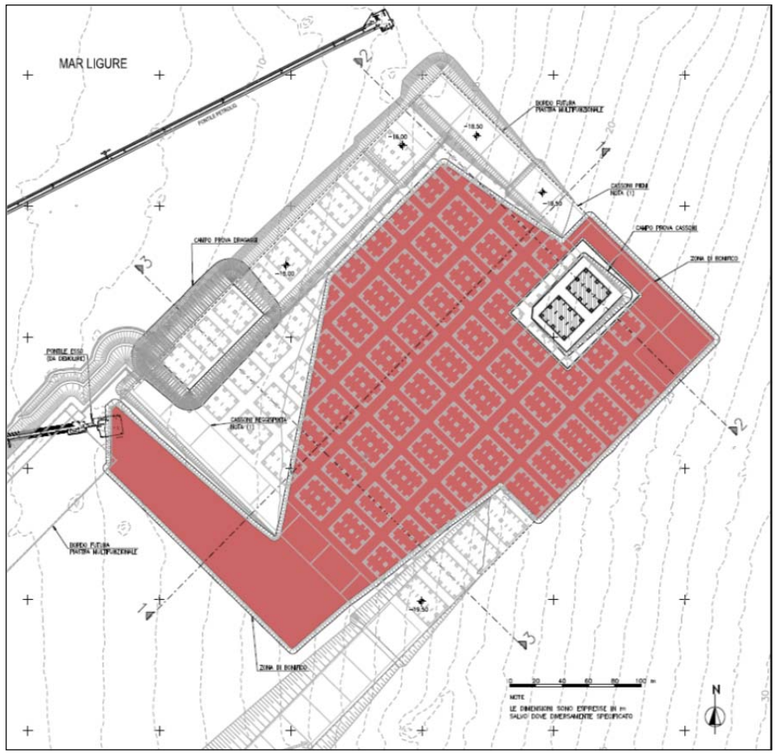


FIG. 1.6 - PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2A - AREA DI POSA DEL BONIFICO

In data 12 Novembre 2014 è stato consegnato il "Progetto Esecutivo - Fase 2 e contestuale Perizia di Variante della Fase 1" ed è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Il progetto, denominato "Progetto Esecutivo - Fase 2 e contestuale Perizia di Variante della Fase 1" ricomprendeva tutti i progetti precedentemente presentati, nonché completava la progettazione; la presentazione come un unico progetto consente di completare la progettazione e comprendeva anche le varianti di livello esecutivo introdotte fino ad oggi alla progettazione già presentata ed approvata. Le varianti introdotte rispetto al definitivo approvato, sono state:

- sostituzione dei cassoni a colonne in corrispondenza alla banchina TRI con cassoni pieni;
- avanzamento dei cassoni che dividono l'area a terra dall'area a giorno di circa 50 m;
- adeguamento della pavimentazione al nuovo layout individuato dell'operatore, che prevedeva lievi modifiche dell'area di deposito lato mare;
- variazioni del sistema di captazione delle acque meteoriche, sia sulla piattaforma, che sulla banchina TRI che tengono conto delle variazioni strutturali scaturite dal voto del Consiglio Superiore LL.PP.;
- variazioni del carbonodotto, con eliminazione di un nastro, sostituito da una chiusura metallica, ed introduzione delle torri in posizioni diverse;
- variazioni della destinazione d'uso dei vari piani dell'edificio amministrativo, con variazioni, sia pur lievi, dei prospetti; introduzione di un'apertura al piano terreno per organizzare il servizio bus sulla piattaforma per il personale ivi impiegato;
- variazioni degli edifici A e B, sia in pianta che in prospetto generata in parte dalla approvazione dei VV.F. ed in parte da lievi modifiche richieste da TRI;
- variazioni dello schermo a pali in zona Eurocraft per consentire il varo delle imbarcazioni dal cantiere;
- sostituzione dello schermo in corten sulla testata della banchina contenitori con schermo in calcestruzzo colorato;
- introduzione del sistema CMC-Menard per il consolidamento del terreno di fondazione;
- presenza del cantiere di prefabbricazione dei cassoni sulla diga;
- darsena "provvisoria" a servizio del cantiere e di Eurocraft;
- diverse modalità realizzative della cassa di colmata, prevista in blocchi di calcestruzzo;
- variazione dei dragaggi, in diminuzione, e della protezione dei fondali, dando seguito ai criteri scaturiti dalle prove di navigazione effettuate su modello real-time.

Il corrispondente lay-out è evidenziato nella Fig. 1.7.

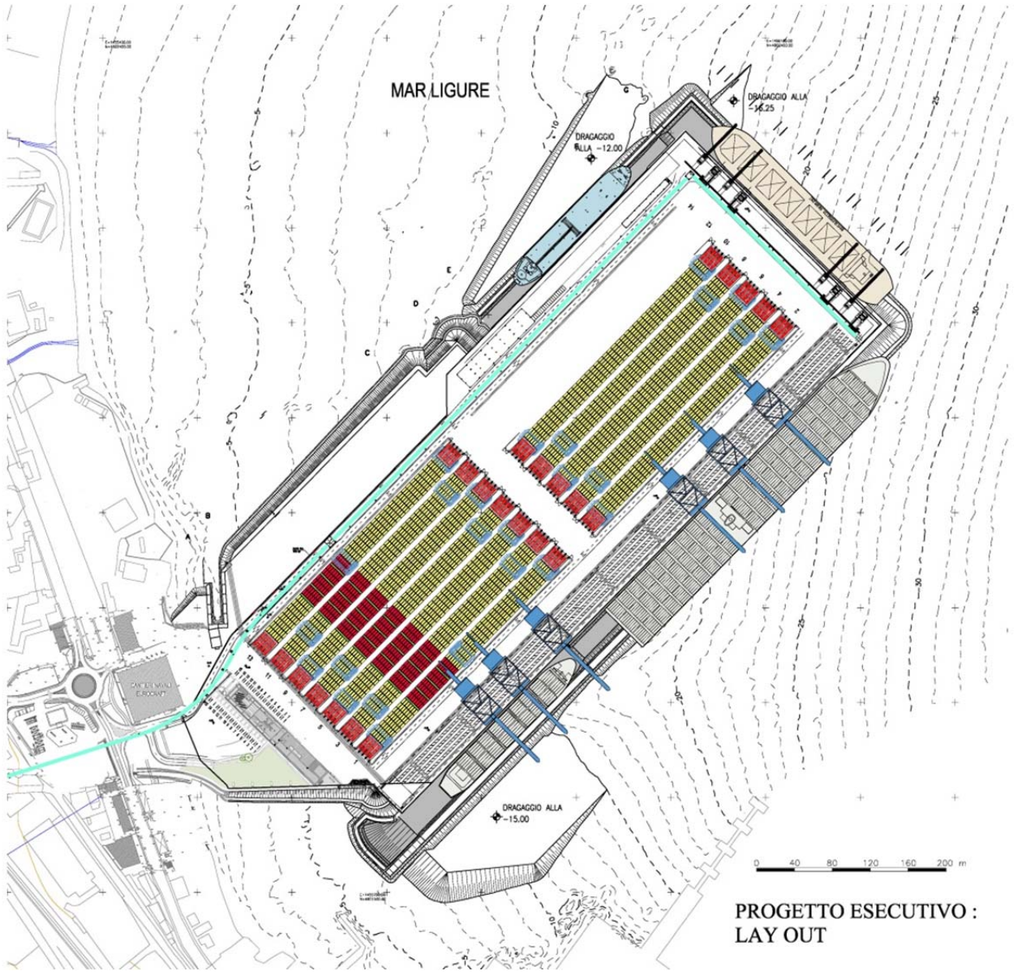


FIG. 1.7 - PROGETTO ESECUTIVO FASE 2 E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1 - PLANIMETRIA

La procedura di Valutazione di Impatto Ambientale si è conclusa con la Deliberazione della Giunta Regionale n°254 del 27 Marzo 2015, che contiene il parere positivo di compatibilità ambientale del Progetto Esecutivo, reso con prescrizioni. Ottemperate le prescrizioni, in data 21/04/2015 il Presidente dell'Autorità Portuale di Savona ha approvato il progetto esecutivo – fase 2 con Decreto presidenziale n°22. Successivamente, con Ordine di Servizio n°8 del 22/04/2015 l'Autorità portuale ha dato disposizione ad APM Terminals di dare luogo ai lavori di completamento relativi alla fase 1 ed alla fase del progetto esecutivo, così come approvati.

Nelle more dell'approvazione del progetto esecutivo, è venuta meno la previsione di ricorso alle provvidenze di cui comma 990, art. 1 della legge finanziaria 2007, relative alla realizzazione della nuova diga di PRP. Di conseguenza, l'Autorità Portuale ha considerato l'ipotesi di una variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma, mirando anche a realizzare condizioni strutturali migliorative della piattaforma e assicurare un maggior grado di soddisfacimento delle problematiche geotecniche, marittime e di durabilità sollevate dal Consiglio Superiore dei LL.PP.

Ha quindi chiesto a APM Terminals con nota 10287/TEC del 05/12/2014, di considerare una possibile variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma nel cui ambito, a parità di costo complessivo, ricomprendere un primo intervento relativo alla realizzazione della nuova diga foranea, dimostrato indifferibile dallo studio CETENA, ovvero il ricollocamento degli ultimi cassoni dell'attuale diga sull'asse di quella nuova.

La realizzazione a terrapieno renderebbe la piattaforma anche meno sensibile alle condizioni estreme di moto ondoso a cui rimarrebbe esposta in caso di ritardo degli interventi per la nuova diga foranea, consentendo di superare preoccupazioni già espresse al proposito dal costruttore.

Con nota n° 285 del 14/01/2015, l'Autorità Portuale di Savona ha comunicato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) che è in corso di studio una variante della Piastra Multifunzionale da sottoporre a nuova procedura di VIA Regionale e che intende includere in tale variante anche lo spostamento della diga attuale in quanto "prima opera di messa in sicurezza strettamente connessa ed essenziale all'esercizio della stessa Piastra". Il MATTM ha risposto in data 22 gennaio 2015, prot. DVA-2015-0001936, concordando con la richiesta dell'APS e chiedendo quindi la valutazione delle due opere contestualmente con un unico procedimento di VIA regionale.

Di conseguenza, con Ordine di Servizio n°9 del 10 giugno 2015, l'Autorità Portuale di Savona ha dato mandato al concessionario APM Terminals Vado Ligure SpA di di dare avvio alla progettazione della variante al progetto esecutivo dell'intervento relativo alla piattaforma multipurpose che comprenda:

- la realizzazione dell'opera tutta a terrapieno (vedi Fig. 1.8)
- l'adeguamento del progetto alle prescrizioni contenute nella DGR 254/2015 di procedura di VIA, formalmente accettate con nota in data 15.04.2015 e di cui si garantiva adempimento in una variante in corso d'opera all'intervento approvato
- di dare avvio alla progettazione esecutiva della prima fase della diga foranea, consistente nello spostamento sul profilo di PRP del tratto terminale della diga attuale (vedi Fig. 1.9)
- di sviluppare, ai fini della verifica di compatibilità ambientale, uno Studio di Impatto Ambientale unico da sottoporre a procedimento in sede regionale, come da nota in data 22.01.2015 del MATTM.

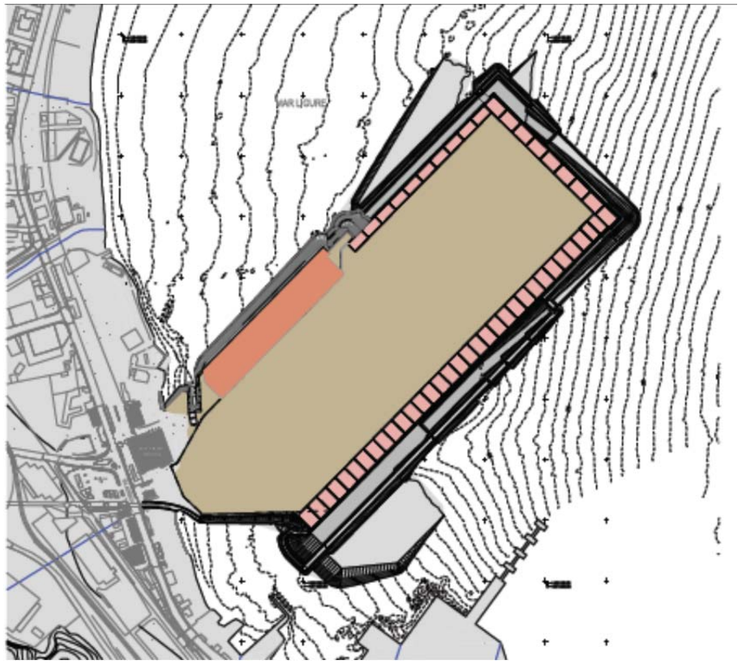


FIG. 1.8 - PERIZIA DI VARIANTE – PLANIMETRIA DELLA PIATTAFORMA E MURATURE SCOPERTE CON EVIDENZIATA LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA A TERRAPIENO.

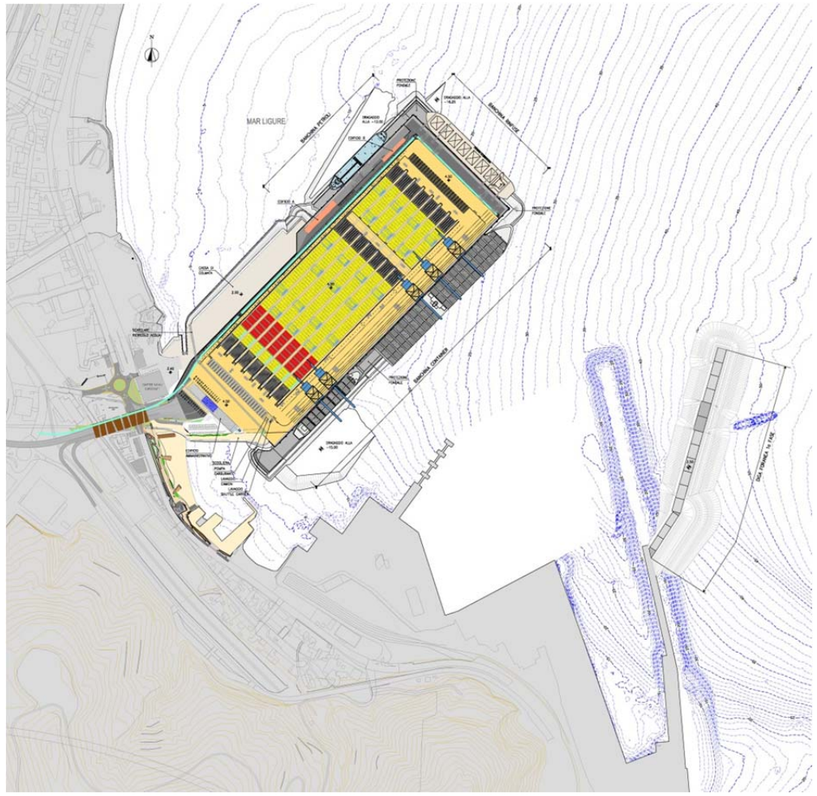


FIG. 1.9 - PERIZIA DI VARIANTE – PLANIMETRIA GENERALE DELLA PIATTAFORMA E DIGA FORANEA – 1ª FASE

Il presente documento costituisce la Relazione della Perizia di Variante dell'opera, che comprende, oltre alle variazioni principali sopra indicate, alcuni adeguamenti alle opere previste in Progetto Esecutivo – Fase 2 per effetto della realizzazione dell'opera a terrapieno ed altre modifiche minori dettate da intervenute esigenze operative dell'operatore.

Si tratta in particolare, nel primo caso:
– dell'adeguamento delle pavimentazioni, tutte poste su terrapieno
– dell'adeguamento degli impianti di captazione delle acque meteoriche
– dell'adeguamento del sistema di fondazione delle rotaie delle gru.

Al secondo insieme appartengono:
– l'adozione di un nuovo layout operativo, illustrato nella Fig. 1.9
– la riprogettazione dell'edificio amministrativo, con riduzione degli spazi e volumi a disposizione dell'operatore, e dell'annessa autorimessa, portata in superficie previa la predisposizione di opportuni scher mi paesaggistici
– lo spostamento delle cabine elettriche di MT all'interno dell'edificio "A", liberando quindi le zone operative della piattaforma dalla presenza delle cabine stesse, ristudiando di conseguenza lo schema di distribuzione della MT.

Per maggiori dettagli si rimanda il lettore ai paragrafi seguenti di questo rapporto.

2. INQUADRAMENTO

2.1. Inquadramento territoriale

Il Comune di Vado Ligure occupa una superficie di circa 24 Km2; esso si distende lungo il litorale per circa 4 Km, comprendendo anche l'area portuale, e si protende all'interno della valle del Torrente Segno.

Il Comune confina a Nord Est con Savona, a Sud con Bergeggi, e a Nord Ovest con Valleggia e Quiliano. Esso comprende le frazioni di Porto Vado, San Genesio, Sant'Ermete, Valle di Vado e Segno.

In quanto costiera, la zona di Vado Ligure presenta, quale caratteristica fondamentale, una intensa urbanizzazione della fascia delimitata dalla linea di costa e compresa nel primo chilometro verso l'entroterra.

Gli insediamenti urbani ed industriali, infatti, sorgono a stresso contatto tra loro. Tra tale fascia costiera e la linea dello spartiacque, invece, si riscontrano terreni scarsamente antropizzati che spesso versano in stato di abbandono.

La viabilità locale è dominata dalla strada litoranea (Strada Statale n° 1 Aurelia), ove si concentra la maggiore parte del traffico. Nel Comune di Vado Ligure esiste però una strada di scorrimento a monte della litoranea, che prosegue fino al casello autostradale di Legino, ed una importante viabilità urbana di collegamento a servizio della zona industriale, a ponente del Torrente Segno.

In ambito portuale, dal varco doganale, si diparte una strada ad esclusivo uso portuale che, utilizzando un breve tratto di viabilità della zona industriale, si immette sulla suddetta strada di scorrimento e da qui raggiunge il casello di Legino.

Per quanto attiene il collegamento alla rete ferroviaria nazionale, esso avviene mediante un nuovo e recente raccordo che ha consentito di superare gli attraversamenti a raso del centro abitato, che presentavano inevitabili problemi di interferenza.

La distribuzione delle attività produttive e di servizio è molto complessa; storicamente Vado Ligure costituisce la vera e propria zona industriale dell'area savonese.

A Vado Ligure sono infatti insediate oltre seicento piccole e medie aziende industriali, artigianali e commerciali in grado di offrire circa cinquemila posti di lavoro. Tra le principali strutture in relazione ad un possibile impatto sul territorio ai fini ambientali possono essere citate la centrale termoelettrica della Tirreno Power, lo stabilimento Infineum, il deposito della Terminal Rinfuse, il deposito costiero e stabilimento della Esso Italiana, il deposito costiero Petrolig (ex Vadoil), ecc.

Il porto, inoltre, costituisce un importantissimo scalo commerciale, turistico ed industriale. Sono presenti due pontili per lo scarico di prodotti petroliferi, un pontile per lo scarico di carbone fossile, farine, granaglie e rinfuse in genere, utilizzato anche per l'imbarco di coke, il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries), banchine per lo sbarco di container e di frutta e per lo sbarco/imbarco di automobili.

Lo scalo è punto di riferimento nel Mare Mediterraneo per i traffici di frutta: Reefer Terminal movimenta ogni anno oltre mezzo milione di tonnellate di prodotti, distribuendoli in tutta Europa via treno e camion; il terminal gestisce anche traffici di container e Ro-Ro, per camion, "trailer" e veicoli, raggiungendo complessivamente un milione e tre-centomila tonnellate.

Dal terminal Ro-Ro di Forship S.p.A., che dispone di quattro accosti, partono i collegamenti ferry per la Corsica (350.000 passeggeri nel 2004), mentre sono in progetto servizi di "short sea shipping" entro il Mare Mediterraneo.

Come già detto a Vado Ligure ha sede la Terminal Rinfuse, con uno dei principali impianti di movimentazione, in grado di gestire import di carbone e cereali ed export di coke. Ai pontili ERG, Esso Italiana e Petrolig, invece, sbarcano prodotti petroliferi destinati agli stabilimenti costieri e alle raffinerie dell'entroterra.

Alle spalle dello scalo, infine, su una vasta area industriale è operativo il centro intermodale "V.I.O.- Interporto di Vado" che ospita il principale polo della distribuzione e lavorazione del caffè e di altre "soft-commodities" per l'Italia e il Sud Europa, mentre una superficie di circa duecentomila metri quadrati è disponibile per nuove attività di logistica.

In Fig. 2.1 si riporta la corografia generale dell'area di intervento, su ortofoto del 2008, mentre in Fig. 2.2 si riportano due fotografie della rada di Vado Ligure nelle quali sono visibili le infrastrutture portuali descritte.

In Fig. 2.3 si riporta, invece, una corografia più di dettaglio dell'area di intervento con l'ubicazione di limiti della piastra.

La piastra sarà ubicata tra il pontile della Petrolig, a ponente, e il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries) a levante. Il radicamento a terra avverrà in prossimità dei cantieri navali dell'Eurocraft e del distributore dell'Agip Petroli ed interesserà un piccolo tratto della spiaggia di Porto Vado (lato levante). A mare si svilupperà dalla linea di costa sino alla batimetrica -25 m s.l.m.m. (spigolo a Nord Est) o alla batimetrica -12 m s.l.m.m. (spigolo a Nord Ovest).

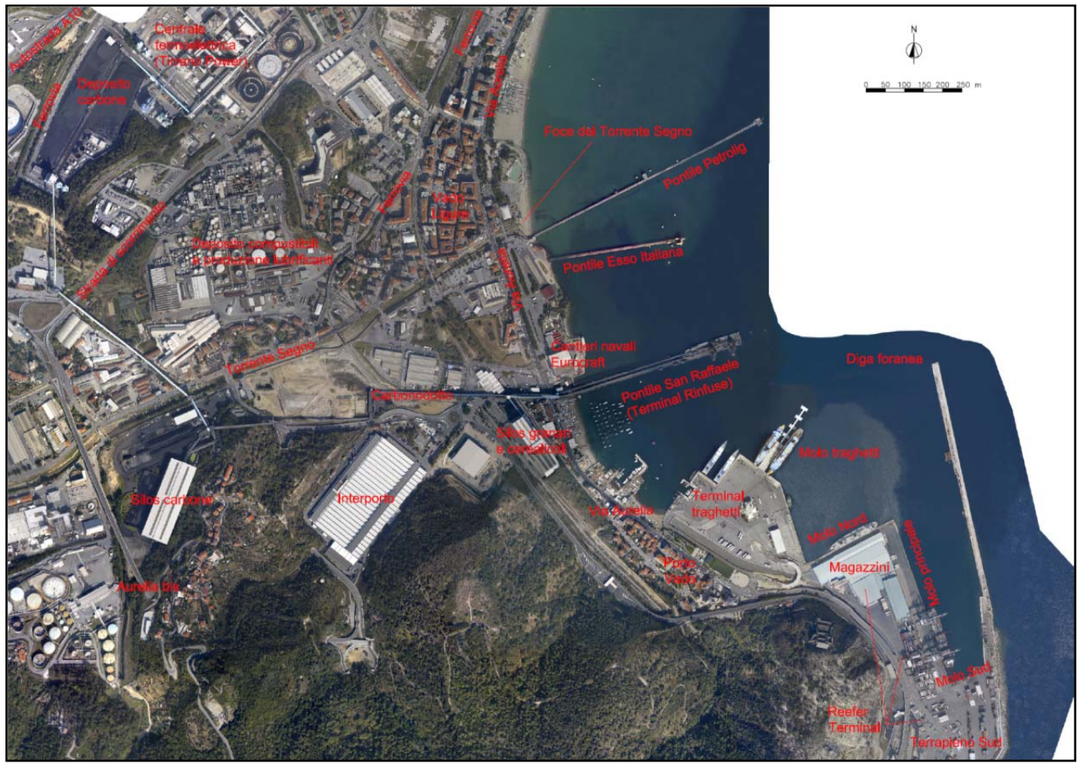


FIG. 2.1 - COROGRAFIA GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO





FIG. 2.2 - LA RADA DI VADO LIGURE. SONO VISIBILI, NELLA PARTE SUPERIORE, IL TERMINAL TRAGHETTI (CORSICA FERRIES-SARDINIA FERRIES), IL PONTILE DELLA TERMINAL RINFUSE (PONTILE SAN RAFFAELE), IL PONTILE DELLA ESSO ITALIANA ED IL PONTILE DELLA PETROLIG; NELLA PARTE INFERIORE È VISIBILE IL REEFER TERMINAL CON L'AREA DEI MAGAZZINI ED IL BACINO DI EVOLUZIONE DELIMITATO DALLA DIGA FORANEA



FIG. 2.3 - COROGRAFIA DELL'AREA DI INTERVENTO

2.2. Inquadramento amministrativo

La piastra multifunzionale è una delle opere più significative previste nel Piano Regolatore del Porto di Savona-Vado, destinata alla razionalizzazione dell'attuale Terminal Rinfuse e dei due pontili per lo sbarco di prodotti petroliferi (Esso Italiana e Petrolig) e, soprattutto, alla realizzazione di un nuovo terminal da dedicare al traffico di container.

Il Piano Regolatore Portuale è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Liguria n° 22 del 10 Agosto 2005, a seguito della sua adozione avvenuta con Deliberazione del Comitato Portuale n° 33 del 10 Aprile 2002 e della positiva pronuncia di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, resa con prescrizioni, di cui al Decreto Ministeriale n° 371 del 18 Aprile 2005. In tale pronuncia il Ministero ha ripreso i pareri resi dalla stessa Regione con Deliberazione n° 472 del 29 Aprile 2003 e dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali con nota del 25 Gennaio 2005.

Il Piano Regolatore Portuale è stato approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale della Regione Liguria n° 22 del 10 Agosto 2005, a seguito della sua adozione avvenuta con Deliberazione del Comitato Portuale n° 33 del 10 Aprile 2002 e della positiva pronuncia di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, resa con prescrizioni, di cui al Decreto Ministeriale n° 371 del 18 Aprile 2005. In tale pronuncia il Ministero ha ripreso i pareri resi dalla stessa Regione con Deliberazione n° 472 del 29 Aprile 2003 e dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali con nota del 25 Gennaio 2005.

La Regione Liguria, nella suddetta Deliberazione, riprendendo il voto n° 40/2005 del Comitato Tecnico Regionale ed il parere espresso da ogni Comune interessato dal Piano, ha formulato le seguenti prescrizioni:

– "(..) venga valutato e definito attraverso un Accordo di Programma tra Regione, Autorità Portuale, Provincia e Comune di Vado l'assetto definitivo del terminal multipurpose e del porto pescherecci, in modo da verificare una soluzione mag-

giormente definita e coordinata di tale intervento, in relazione alle complesse problematiche che esso pone, sotto il profilo tecnico-idraulico, sotto il profilo urbanistico paesistico nonché sotto il profilo della concreta fattibilità e degli effetti indotti";

– "(..) la realizzazione della piattaforma e, quindi, l'occupazione di una rilevante porzione dello specchio acqueo antistante l'abitato di Vado deve essere:
  - accompagnata dai pertinenti interventi di mitigazione e soprattutto di compensazione finalizzati alla salvaguardia delle spiagge ed alla riqualificazione del fronte a mare di Vado (come rilevato anche dalla Soprintendenza ed in particolare con il riferimento alla realizzazione di un elemento di qualità architettonica elevata);
  - coerente con le indicazioni ed i limiti posti" dal PTC dell'Area Savonense Bormide e dal PTC della Costa che hanno definito "i confini dell'espansione del Porto di Vado, inquadrandoli nel più generale obiettivo di riqualificazione dell'ambito di Vado Ligure".

Riprendendo, inoltre, il Decreto Ministeriale 371 del 18 Aprile 2005, la Regione Liguria ha ribadito la necessita di sottoporre il progetto della piastra multifunzionale a procedura di valutazione di impatto ambientale (VIA) regionale.

Nel 2006, l'Autorità Portuale di Savona ha avviato, con bando europeo, una procedura di "Project Financing" per individuare il soggetto interessato alla costruzione della nuova piastra multifunzionale ed alla gestione del terminal container.

A seguito dell'espletamento di tale procedura, con Delibera del Comitato Portuale n° 12 del 16 Febbraio 2007 è stato dichiarato soggetto promotore l'Associazione Temporanea di Imprese (ATI) tra Maersk A/S, Grandi Lavori Fincosit S.p.A e Technital S.p.A.

In data 3 Luglio 2008, l'ATI è poi confluita, con medesimo titolo di concessione di costruzione e gestione, nella società di progetto denominata APM Terminals Vado Ligure S.p.A., costituita ai sensi dell'Articolo 156 del Decreto Legislativo n° 163 del 12 Aprile 2006 e s.m.i..
In ordine al Progetto Preliminare presentato dal soggetto promotore, l'Autorità Portuale, nel mese di Maggio 2007, ha chiesto alla Regione Liguria un parere di prefattibilità ambientale, anche al fine di individuare gli eventuali maggiori approfondimenti da svolgere per la procedura di VIA regionale.

La Regione ha risposto a tale richiesta con parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007, esprimendo, con un prescrizioni, un giudizio favorevole "ai fini dell'Accordo di Programma previsto dalla DCR 22/2005".

L'Autorità Portuale, con nota n° 5536 del 20 Giugno 2007, ha attivato l'Accordo di Programma con la Regione, la Provincia di Savona ed il Comune di Vado Ligure, così come richiamato nel Parere 136/216 e, soprattutto, nella DCR 22/2005, nella quale era stato espressamente specificato di valutare e definire l'assetto definitivo della piastra multifunzionale e delle aree limitrofe, di individuare le soluzioni necessarie a minimizzare l'impatto ambientale, e nella quale erano state fornite indicazioni prestazionali del progetto previsto.

Con l'Accordo di Programma, dunque, sottoscritto ed approvato nella sua versione finale in data 15 Settembre 2008, la piastra multifunzionale è stata inserita in un contesto di più ampio assetto paesistico ed urbanistico del territorio, con interventi di mitigazione e compensazione finalizzati alla riqualificazione del fronte mare di Vado Ligure e delle aree retro portuali.

Il soggetto promotore ha stipulato la convenzione con l'Autorità Portuale per la progettazione definitiva ed esecutiva, esecuzione dei lavori, della nuova piastra multifunzionale e gestione della parte relativa al terminal container in data 21 Febbraio 2008 (Convenzione n° 272).

In data 4 Marzo 2008, l'Autorità Portuale di Savona ed il soggetto promotore hanno firmato l'ordine di servizio (n° 1) di avvio della progettazione definitiva della nuova piastra multifunzionale.

Contestualmente è stato dato avvio ad una serie di incontri tematici con la Regione Liguria, di discussione e confronto circa le prescrizioni contenute nel parere di prefattibilità ambientale n° 136/216 e circa le modalità di analisi e valutazione degli impatti indotti dall'opera sui singoli comparti ambientali.

Il processo intrapreso ha portato il soggetto promotore a richiedere alla Regione di avviare formalmente la procedura di "scoping", ovvero la procedura di definizione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale, ai sensi dell'Articolo 21 del Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i..

La procedura di "scoping" si è conclusa con la seduta del Comitato Tecnico VIA dell'8 Luglio 2008 e con l'emanazione da parte della Regione, in data 17 Luglio 2008, del parere 136/216b di chiusura recante, tra l'altro, una serie di indicazioni da considerare nell'ambito della stesura dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e, più in generale, del Progetto Definitivo.

Il soggetto promotore ha richiesto l'avvio della procedura di VIA in data 31 Marzo 2009, con riferimento al Progetto Definitivo ed allo SIA, redatto sulla base delle indicazioni contenute nella Legge Regionale n° 38 del 30 Dicembre 1998 e s.m.i., nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i., nella letteratura nazionale ed internazionale di riferimento (APAT, World Bank, EBRD, ecc.) e di quanto emerso nell'ambito della procedura di "scoping".

La procedura si è conclusa con la Deliberazione di Giunta Regionale n° 1118 del 6 Agosto 2009, che contiene il parare positivo di compatibilità ambientale del Progetto Definitivo, reso, con prescrizioni.

L'iter del Progetto Definitivo è poi proseguito con i seguenti passi:

- Conferenza dei Servizi, nella seduta referente del 29 Gennaio 2010 e deliberante del 9 Aprile 2010. Nell'ambito della Conferenza, conclusasi con l'emanazione del Provvedimento di Intesa di approvazione n° 7926 del 14 Giugno 2010, la Regione ha provveduto alla verifica di ottemperanza delle prescrizioni di cui alla DGR 1118/2009.
- Ente Certificatore. Gli elaborati progettuali sono stati sottoposti a verifica da parte di RINA Industry S.p.A., affidataria del servizio di validazione. In data 6 Aprile 2010 è stato trasmesso il Rapporto Finale di Controllo nel quale si esprime parere di sostanziale conformità alla normativa, fatta salva l'indicazione di alcune modifiche e/o integrazioni da attuare in sede di Progetto Esecutivo e fatti salvi gli esiti dell'esame del Consiglio Superiore dei lavori Pubblici.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il Consiglio ha espresso parere favorevole allo sviluppo del Progetto Esecutivo con voto n° 169 del 23 Marzo 2011, reso con prescrizioni, osservazioni e raccomandazioni.
- Autorità Portuale di Savona. L'approvazione del progetto è avvenuta con Decreto del presidente dell'Autorità Portuale n° 65 del 14 Novembre 2011.

L'elaborazione del Progetto Esecutivo è stata avviata il 14 Novembre 2011 con ordine di servizio n° 3 dell'Autorità Portuale di Savona, sottoscritto dal RUP, Ing. F. Destefanis.

Contestualmente sono state predisposte le specifiche tecniche per le attività di monitoraggio previste nello SIA e sono state avviate le attività di monitoraggio "ante operam", ovvero il controllo della torbidità, il rilievo naturalistico ed il rilievo della linea di costa. Tutte le specifiche tecniche delle attività sono state discusse e concordate con i funzionari del Settore VIA e del Settore Ecosistema Marino Costiero della Regione ed hanno ricevuto la relativa approvazione.

In data 18 Luglio 2011 il soggetto promotore ha trasmesso alla Regione la richiesta di istanza di autorizzazione al dragaggio ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006 e s.m.i. da svolgersi nell'ambito delle attività del campo prove previsto nel Progetto Definitivo e nello SIA.

La Regione ha risposto con Decreto n° 3162 del 14 Novembre 2011 avente per oggetto l' "Autorizzazione ai sensi dell'Art. 109 del D.Lgs. n° 152/06 alla società APM Terminals - Vado Ligure (SV) all'immersione di 22.750 metri cubi derivanti dall'escavo di campo prove".
A causa della non attesa presenza di un collettore fognario nei fondali marini oggetto dell'escavo del campo prove dragaggi, il cui spostamento avrebbe richiesto tempi non compatibili con il cronoprogramma di progetto, in data 7 Maggio 2013 il soggetto promotore ha presentato alla Regione una proposta di variante del Campo Prove Dragaggi. La Regione ha risposto con nota del 4 Giugno 2013, ritenendo non sostanziale ai fini dell'attività di riutilizzo dei sedimenti dragati la prevista traslazione dell'area di dragaggio del campo prove.

In data 2 Ottobre 2012, il soggetto promotore ha comunicato alla Regione e all'ARPAL, l'avvio delle attività di costruzione, nel rispetto delle tempistiche di elaborazione progressiva del Progetto Esecutivo.

L'ottemperanza alle prescrizioni formulate durante l'iter di approvazione del Progetto Definitivo, ed in particolare a quelle rilasciate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché gli approfondimenti tecnici e le ottimizzazioni tipiche della fase di progettazione esecutiva, hanno portato il soggetto promotore ad individuare come necessarie delle modiche alla soluzione progettuale esaminata dalla Regione Liguria nell'ambito della procedura di VIA e di cui alla DGR 1118/2009.
Sono state dunque formulate le seguenti richieste di modifica:

– all'Autorità Portuale di Savona:
  - variazione della configurazione della banchina di servizio (darsena provvisoria) funzionale sia alle attività di realizzazione della piastra che dell'Eurocraft;
  - realizzazione di un'area provvisionale di cantiere (pista di cantiere) a ponente del pontile della Terminal Rinfuse Italia, per risolvere l'interferenza con la foce del Rio Sant'Elena;
– alla Regione Liguria:
  - variazione della struttura di conterminazione della cassa di colmata (anticipazione del Comparto D3 dello Schema di Assetto urbanistico del Comune di Vado Ligure) per il contenimento del materiale proveniente dai dragaggi;
  - variazione della modalità costruttive per il rinforzo dei terreni di fondazione;
  - realizzazione di un'opera provvisionale sulla diga foranea per la prefabbricazione dei cassoni di fondazione;
  - variazione nella struttura di sostegno lungo il lato Nord Est (terminal rinfuse) ed estensione verso mare dell'area in rilevato.

Le prime due richieste sono state indirizzate all'Autorità Portuale in quanto determinano una differente occupazione delle aree del demanio marittimo rispetto a quanto previsto nel Progetto Definitivo.

La prima richiesta è datata 24 Gennaio 2013. In data 28 Gennaio 2013 l'Autorità Portuale ha trasmesso al Provveditorato Interregionale OO.PP. Lombardia-Liguria, che già aveva presieduto la Conferenza dei Servizi di cui al citato Provvedimento 7926/2010, gli elaborati con le modifiche proposte. Il Provveditorato ha risposto con nota n° 1237 del 14 Febbraio 2013, ritenendo le variazioni di piccola entità e dunque non sostanziali e ritenendo dunque non necessaria l'attivazione di una nuova procedura di intesa Stato-Regione.

La seconda richiesta è datata 25 Gennaio 2013. In data 12 Marzo 2013 l'Autorità Portuale di Savona, a valle dell'autorizzazione dal punto di vista idraulico rilascia dalla Provincia di Savona in data 1 Marzo 2013 (richiesta in data 20 Febbraio 2013 dal soggetto promotore), ha convocato la seduta referente della Conferenza dei Servizi, limitata ai soli Enti locali. La Regione, facente parte della Conferenza, ha comunicato in data 22 Aprile 2013 l'avvio della procedura per l'autorizzazione all'immersione in mare di materiale, ai sensi dell'Art. 109 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. In data 15 Maggio 2013 la Regione trasmette il Decreto Dirigenziale n° 2150 di rilascio della autorizzazione. Di tale Decreto prende atto la Conferenza nella seduta del 19 Luglio 2013. La Conferenza approva la realizzazione della modifica proposta con determinazione conclusiva n°65 del 20 dicembre 2013.

Le altre quattro richieste sono state invece indirizzate alla Regione, per il parere di modifica non sostanziale ai sensi della compatibilità ambientale, in base a quanto previsto dalla LR 38/98 e s.m.i. e dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i..
Per la prima modifica, il soggetto promotore ha richiesto il parere alla Regione Liguria in data 25 Settembre 2012, a valle di un incontro avuto in data 2 Agosto 2012 con i funzionari del Settore VIA della Regione. La Regione ha risposto positivamente in data 15 Febbraio 2013 con il Decreto Dirigenziale n° 140, a valle di una richiesta di integrazioni avvenuta in data 19 Novembre 2012 e soddisfatta in data 7 Gennaio 2013.

Per la seconda modifica, la richiesta di parere è datata 21 Dicembre 2012. La procedura si è conclusa con il Decreto 140/2013 sopra richiamato, nel quale la Regione ha fatto confluire il parere positivo di modifica non sostanziale anche per i lavori in esame.

Per la terza modifica, il soggetto promotore ha richiesto il parere alla Regione Liguria in data 6 Febbraio 2013. Nella seduta del 12 Maggio 2013, il Comitato Tecnico di VIA della Regione ha richiesto che fosse avviata la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA ("screening"), al fine di valutare gli impatti che la modifica proposta potrebbe generare.

La procedura è stata avviata in data 24 Luglio 2013 dal soggetto promotore e si è conclusa con l'emanazione del Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 3927 del 09 Ottobre 2013, recante parere di non assoggettabilità a VIA, a condizione di rispetto delle prescrizioni formulate alcune delle quali relative alle modalità attuative.

Per la quarta modifica, il soggetto promotore ha richiesto il parere alla Regione nel corso dell'incontro avuto con i funzionari del Settore VIA in data 12 Aprile 2013. La Regione ha risposto con parere negativo nel corso della riunione del 20 Maggio 2013, richiedendo dunque l'avvio della procedura di verifica di assoggettabilità a VIA ("screening").

La procedura è stata avviata in data 7 Agosto 2013 e si è conclusa con l'emanazione del Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 4604 del 20 Novembre 2013, nel quale la Regione chiede che le modifiche proposte al Progetto Definitivo siano sottoposte a procedura di VIA e che, tra altro, nello Studio di Impatto Ambientale da predisporre si tenga conto delle altre varianti apportate nel passaggio da Progetto Definitivo a Progetto Esecutivo.

In data 12 Novembre 2014 è stata avviata la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale regionale che si è conclusa con la Deliberazione della Giunta Regionale n°254 del 27 Marzo 2015, che contiene il parere positivo di compatibilità ambientale del Progetto Esecutivo, reso con prescrizioni. Ottemperate le prescrizioni, in data 21/04/2015 il Presidente dell'Autorità Portuale di Savona ha approvato il progetto esecutivo – fase 2 con Decreto presidenziale n°22. Successivamente, con Ordine di Servizio n°8 del 22/04/2015 l'Autorità portuale ha dato disposizione ad APM Terminals di dare luogo ai lavori di completamento relativi alla fase 1 ed alla fase del progetto esecutivo, così come approvati.
Nelle more dell'approvazione del progetto esecutivo, è venuta meno la previsione di ricorso alle provvidenze di cui comma 990, art. 1 della legge finanziaria 2007, relative alla realizzazione della nuova diga di PRP. Di conseguenza, l'Autorità Portuale ha considerato l'ipotesi di una variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma, mirando anche a realizzare condizioni strutturali migliorative della PM e assicurare un maggior grado di soddisfacimento delle problematiche geotecniche, marittime e di durabilità sollevate dal Consiglio Superiore dei LL.PP.
Ha quindi chiesto a APM Terminals con nota 10287/TEC del 05/12/2014, di considerare una possibile variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma nel cui ambito, a parità di costo complessivo, ricomprendere un primo intervento relativo alla realizzazione della nuova diga foranea, dimostrato indifferibile dallo studio CETENA, ovvero il ricollocamento degli ultimi cassoni dell'attuale diga sull'asse di quella nuova.
La realizzazione a terrapieno renderebbe la piattaforma anche meno sensibile alle condizioni estreme di moto ondoso a cui rimarrebbe esposta in caso di ritardo degli

interventi per la nuova diga foranea, consentendo di superare preoccupazioni già espresse al proposito dal costruttore.
Con nota n° 285 del 14/01/2015, l'Autorità Portuale di Savona ha comunicato al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) che è in corso di studio una variante della Piastra Multifunzionale da sottoporre a nuova procedura di VIA Regionale e che intende includere in tale variante anche lo spostamento della diga attuale in quanto "prima opera di messa in sicurezza strettamente connessa ed essenziale all'esercizio della stessa Piastra". Il MATTM ha risposto in data 22 gennaio 2015, prot. DVA-2015-0001936, concordando con la richiesta dell'APS e chiedendo quindi la valutazione delle due opere contestualmente con un unico procedimento di VIA regionale.
Di conseguenza, con Ordine di Servizio n°9 del 10 giugno 2015, l'Autorità Portuale di Savona ha dato mandato al concessionario APM Terminals Vado Ligure SpA di dare avvio alla progettazione della seconda variante al progetto esecutivo dell'intervento relativo alla piattaforma multipurpose che comprenda:

- la realizzazione dell'opera tutta a terrapieno
- l'adeguamento del progetto alle prescrizioni contenute nella DGR 254/2015 di procedura di VIA, formalmente accettate con nota in data 15.04.2015 e di cui si garantiva adempimento in una variante in corso d'opera all'intervento approvato
- di dare avvio alla progettazione esecutiva della prima fase della diga foranea, consistente nello spostamento sul profilo di PRP del tratto terminale della diga attuale

di sviluppare, ai fini della verifica di compatibilità ambientale, uno Studio di Impatto Ambientale unico da sottoporre a procedimento in sede regionale, come da nota in data 22.01.2015 del MATTM.

2.3. Le opere ed interventi complementari previste nell'Accordo di Programma tra Regione Liguria, Autorità Portuale di Savona, Provincia di Savona, Comune di Vado Ligure

L'Accordo di Programma costituisce un atto di intesa tra Regione Liguria, Autorità Portuale di Savona, Provincia di Savona e Comune di Vado Ligure avente l'obiettivo di definire l'assetto definitivo della piastra multifunzionale e delle aree limitrofe e cioè di individuare le soluzioni necessarie a minimizzare l'impatto ambientale della piastra ed a consentire la riqualificazione della fascia costiera di Vado Ligure da Porto Vado sino alla foce del Torrente Segno.

L'Accordo di Programma è previsto dalla Deliberazione del Consiglio Regionale n° 22 del 10 Agosto 2005, che è l'atto di approvazione del Piano Regolatore Portuale.

Nelle premesse dell'Accordo, sottoscritto ed approvato nella sua versione finale in data 15 Settembre 2008, si fa riferimento, tra l'altro, alle opere previste dal Piano nel comprensorio portuale di Vado Ligure (piastra multifunzionale ed opere di riordino urbano e potenziamento portuale), al concorso di progettazione che l'Autorità Portuale ed il Comune hanno promosso per la definizione del Master Plan per la riqualificazione della fascia costiera, allo studio di fattibilità condotto dall'Autorità Portuale per il collegamento degli impianti portuali con il sistema autostradale (nuovo casello e svincolo in località Bossarino), ai due Schemi di Assetto Urbanistico (SAU) predisposti dal Comune sulla base dell'assetto definito nel Master Plan, riguardanti le aree del fronte urbano portuale e la sistemazione idraulica del Torrente Segno, alla procedura di individuazione del soggetto interessato alla costruzione della piastra e dalla gestione del terminal contenitori, al parere di prefattibilità ambientale della piastra richiesto alla Regione Liguria.

Si fa riferimento, inoltre, alla Deliberazione della Giunta Regionale n° 997 del 7 Agosto 2007, recante l'assenso ai contenuti dei SAU di cui sopra, ed all'esito della Conferenza Istruttoria del 13 Novembre 2007, in cui è stata presentata la necessità di ridimensionamento della piastra multifunzionale e la necessità di realizzare il nuovo

asse viario portuale, atto a collegare la piastra con il sistema viario territoriale, in sovrappasso all'Aurelia invece che in sottopasso.

L'Accordo di Programma, dunque, in parte integra e supera quanto previsto dal Piano Regolatore Portuale e dagli strumenti urbanistici (SAU e PUC) e quanto contenuto nei pareri di pronuncia sulla compatibilità ambientale del Piano, formulati dalla Regione Liguria e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Deliberazione n° 472 del 29 Aprile 2003 e Decreto n° 371 del 18 Aprile 2005). A sua volta esso è in parte integrato da quanto previsto dalla Regione Liguria nell'ambito delle prescrizioni espresse in sede di approvazione dello SIA, secondo quanto già descritto al precedente paragrafo di questa relazione
Come osservabile in Fig. 2.4 l'Accordo di Programma ha come oggetto la concreta e coordinata realizzazione dei seguenti interventi (Articolo 3); alcuni di questi interventi fanno parte integrante del progetto della piastra multifunzionale, altri vivono di vita propria e sono ad essa complementari.

a) nuova piastra multifunzionale, per una superficie complessiva di 210.700 m^2;
b) demolizione degli esistenti pontili utilizzati per lo sbarco dei prodotti carboniferi e petroliferi e radicale riorganizzazione territoriale, tramite spostamento della rete degli oleodotti e del nastro trasportatore del carbone, da sistemare ovvero inglobare nel viadotto di cui al punto successivo;
c) nuovo asse viario portuale, da realizzarsi in sovrappasso all'Aurelia, al fine di permettere la riduzione di cui al punto precedente, che interessa anche aree edificate la cui consistenza dovrà essere trasferita in ambiti più idonei e qualificati, di collegare la piastra con il sistema viario territoriale e con l'area retrostante, in cui sono previste conseguenti trasformazioni atte a ricavare idonei spazi utili alla realizzazione del nuovo parco ferroviario di scambio strada/rotaia e del nuovo varco doganale;
d) idoneo sistema di ricambio delle acque da realizzarsi in prossimità della radice della piastra, attuabile grazie alla previsione della viabilità in sovrappasso di cui al precedente punto;
e) parco ferroviario destinato alle operazioni di caricamento/scaricamento treni, che sarà dotato di efficace barriera acustica a protezione dell'abitato di Porto Vado, in merito al quale è stata individuata una soluzione tecnologica automatizzata;
f) riqualificazione della zona fronte mare di Vado Ligure, comprese tra la foce del Torrente Segno e il previsto radicamento della piastra, secondo il progetto dello Schema di Assetto Urbanistico (comparto D1, D2 e D3);
g) riqualificazione della zona fronte mare di Vado Ligure e Porto Vado, compresa tra il radicamento della piastra ed i giardini esistenti in località Porto Vado, secondo il progetto dello Schema di Assetto Urbanistico (comparto B e C), con l'assegnazione al Comune di Vado Ligure dell'arenile tra la piastra ed il terminal traghetti della Corsica Ferries a funzioni pubbliche;
h) trasferimento concertato delle abitazioni esistenti in località Gheia, realizzabile secondo le revisioni contenute nel relativo SAU, avente ad oggetto, tra l'altro, il recepimento della soluzione progettuale concernente la sistemazione idraulica del Torrente Segno nell'alveo attuale, confermando il percorso idrografico del Torrente stesso ed il conseguente riutilizzo ai fini infrastrutturali viari delle aree precedentemente asservite al progetto di rinalveazione;
i) sistemazione idraulica del Torrente Segno, ed in particolare esecuzione del primo lotto dell'intervento consistente nella rimozione dall'alveo delle condotte di prodotti petroliferi e chimici e con il trasferimento delle stesse in un canale eventualmente ispezionabile realizzato lungo un nuovo percorso;
l) trasferimento delle rinfuse minerali sull'impianto di Savona, ad eccezione di quanto diretto alla centrale termoelettrica di Vado Ligure, con correlativa dismissione del parco di stoccaggio carbone nel comune di Vado Ligure e demolizione dell'attuale nastro trasportatore aereo nel tratto in sovrappasso all'Aurelia;
m) nuovo svincolo di accesso all'Autostrada dei Fiori (A10) in località Rio Cosciari;
n) protezione acustica delle infrastrutture viarie di collegamento fra il porto ed il nuovo svincolo, compreso il tratto di Aurelia bis, nonché del raccordo ferroviario nelle tratte in adiacenza all'abitato.

Le opere per le quali è stato a tutt'oggi sviluppato un documento progettuale saranno descritte ai paragrafi seguenti di questo capitolo.

Nel quadro di interventi sopra riportato, l'Autorità Portuale di Savona si è impegnata a (Art. 5, Punto 2):

- dare rapida attuazione alle operazioni di spostamento del traffico di carbone da Vado Ligure a Savona, con esclusione di quello necessario per il funzionamento della centrale termoelettrica, affinché tale spostamento sia compiuto al momento dell'entrata in funzione del nuovo accosto rinfuse alla piastra multifunzionale;
- realizzare il collegamento in sovrappasso all'Aurelia tra la piastra multifunzionale ed il sistema viario territoriale, in modo tale che la progettazione garantisca una protezione integrale riguardo all'inquinamento acustico, nonché opportuni provvedimenti per il contenimento delle immissioni atmosferiche nella zona circostante, oltre a soluzioni costruttive di elevata qualità architettonica, funzionali anche ad inglobare nelle strutture viarie il nastro trasportatore sostitutivo per il carbone;
- realizzare il sistema di condotte e di impianti relativi al ricambio delle acque che assicurino in modo particolare per il tratto di arenile di Porto Vado una situazione migliorativa anche rispetto allo stato attuale;
- trasferire di concerto i residenti negli edifici delle aree Gheia mediante la realizzazione di nuovi fabbricati ed il riutilizzo a fini portuali dei volumi esistenti, adeguatamente ristrutturati o se necessario demoliti e ricostruiti in sito;
- realizzare le opere previste nel comparto D (D1, nuova darsena, D2 nuova area urbana, D3 nuova area cantieristica);
- operare nell'ambito degli interventi di cui al punto precedente, al fine di consentire l'insediamento di un circolo velico locale, nonché di strutture dedicate alle attività subacquee e di pesca sportiva;
- ricollocare le condotte dei prodotti petroliferi e chimici posizionate nel primo tratto di alveo del Torrente Segno (circa 500 m tra la foce ed il ponte cosiddetto Fornicoke di Via Trieste), con il trasferimento delle stesse in un canale, eventualmente ispezionabile, realizzato lungo un nuovo percorso, indicativamente lungo la direttrice dove era precedentemente prevista la reinalveazione del Torrente. Tale intervento dovrà essere completato prima dell'entrata in funzione della piastra multifunzionale;
- definire la fattibilità del superamento dell'esercizio degli attuali silos granari per creare le condizioni per una loro demolizione;
- per quanto riguarda l'assetto paesistico si dà atto che una previsione più adeguata deve tenere conto delle progettazioni relative al sovrappasso e di quelle che saranno contenute nel Master Plan. Si prende atto tuttavia dell'indicazione di estendere sul versante di Porto Vado, la copertura a verde anche per un tratto del radicamento a terra della piastra e di realizzare un edificio di elevata qualità architettonica alla base della stessa, mentre, sul versante di Vado Centro, dovrà essere valutato l'effetto complessivo rappresentato dal sovrappasso, dal porto turistico dalle strutture per la cantieristica, dalla scuola velica e dalle soluzioni finalizzate a fare da quinta al terminal contenitori;
- prevedere che nell'ambito della realizzazione del parco ferroviario i sistemi di carico e scarico dei treni siano azionati elettricamente;
- confermare l'assegnazione delle aree al Comune di Vado Ligure, mediante una concessione cinquantennale soggetta ai canoni minimi previsti dalla vigente normativa.

È opportuno notare come molti degli impegni assunti dall'Autorità Portuale, inoltre, hanno una diretta ricaduta sul progetto esecutivo della piastra multifunzionale cui questa Relazione si riferisce.
Nell'Accordo è comunque precisato (Articolo 7) che le modifiche apportate al layout della piastra ed alla viabilità di collegamento non costituiscono variante al Piano Regolatore Portuale, ma sono un adeguamento tecnico funzionale dello stesso ai sensi dell'Art. 4 della Legge Regionale n° 9 del 12 Marzo 2003.
Altrettanto importanti per il progetto, sono i contenuti dell'Articolo 8 dell'Accordo di Programma ed in particolare l'impegno a valorizzare i sistema delle piccole e medie imprese (PMA) locali nella fase di realizzazione, messa in opera e manutenzione delle opere previste; tale impegno costituisce una priorità vincolante ed inderogabile per la crescita del sistema produttivo di Vado e della relativa occupazione diretta, con beneficio per la popolazione del territorio maggiormente interessato dalle opere stesse.

La definizione dell'Accordo di Programma, come si legge nell'Articolo 9, comporta, senza necessità di ulteriori adempimenti, l'avvio dei singoli percorsi di tutti gli interventi riportati in Fig. 2.4 e precedentemente elencati (Articolo 3).

Per la piastra multifunzionale sono previste le seguenti modalità (Articolo 9, Punto 1):

- elaborazione della progettazione definitiva da parte del soggetto promotore in conformità a quanto stipulato nell'Accordo stesso;
- anticipazione da parte del soggetto promotore della definizione degli elementi atti a minimizzare gli impatti relativi all'inquinamento atmosferico, all'inquinamento dal rumore, alla circolazione delle acque ed agli impatti paesistici;
- verifica degli elementi sostanziali dell'Accordo;
- VIA del progetto definitivo della piastra, corredato dai progetti preliminari del comparto D e della viabilità in sovrappasso all'Aurelia (approvato dalla Regione Liguria con DGR 1118/09);
- approvazione del progetto definitivo sotto gli aspetti urbanistici, paesistici e territoriali, con procedura d'intesa tra Stato e Regione;
- elaborazione della progettazione esecutiva della piastra, da parte del soggetto promotore, e dei progetti definitivi ed esecutivi del comparto D e della viabilità in sovrappasso;
- avvio dei lavori.

I predetti progetti, quando sviluppati a livello definitivo, saranno approvati con procedura di intesa tra Stato e Regione sotto gli aspetti urbanistici, paesistici e territoriali, anche in forma separata, tenuto conto delle procedure del previsto concorso di progettazione.

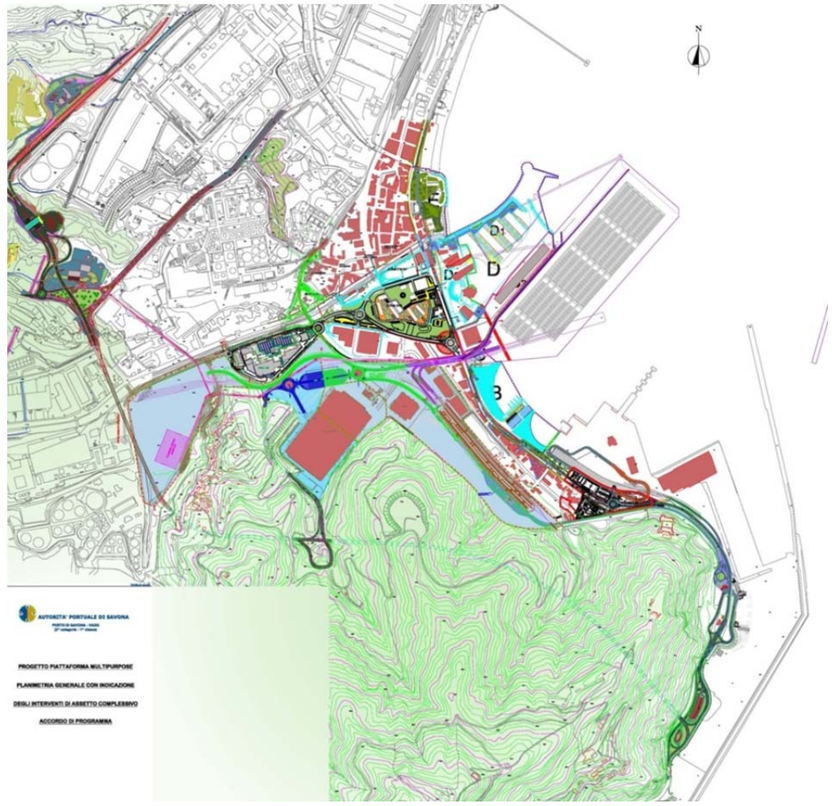


FIG. 2.4 - COMPLESSO DEGLI INTERVENTI PREVISTI NELL'ACCORDO DI PROGRAMMA

2.4. La riorganizzazione territoriale con demolizione dei pontili esistenti per lo sbarco dei prodotti carboniferi e petroliferi

La nuova organizzazione delle banchine di sbarco dei prodotti carboniferi e petroliferi, inserite sulla piastra multifunzionale, ha richiesto una riorganizzazione territoriale, con l'inserimento sulla piattaforma delle attrezzature di sbarco dei prodotti carboniferi e cereali (gru di banchina e nastro di trasporto rinfuse) e delle tubazioni di convogliamento dei prodotti petroliferi.

Nuovo assetto dello sbarco delle rinfuse

Per quanto riguarda lo sbarco delle rinfuse, la cui banchina è ubicata sulla testata della nuova piastra, il progetto definitivo della piastra comprende tutte le opere civili necessarie ad effettuare il trasferimento del punto di sbarco, ovvero la nuova banchina, comprensiva delle rotaie, della pavimentazione e degli arredi per l'accosto-ormeggio (bitte e fenders), nonché la demolizione del pontile esistente.

La società concessionaria dell'attività di sbarco provvederà alla installazione delle nuove attrezzature; nell'ambito delle numerose riunioni svoltesi durante la redazione del progetto definitivo della piastra sono stati concordati i carichi e la posizione del nastro trasportatore delle rinfuse; esso corre lungo l'intera banchina delle rinfuse, dotato di una tramoggia mobile; all'intersezione tra la banchina di sbarco delle rinfuse e quella dei prodotti petroliferi il cambiamento di quota e direzione viene assolto tramite un torrino verticale; quindi il nastro parte con una quota tale da non impedire il traffico veicolare sottostante e percorre l'intera piastra lungo la direzione NE-SW fino ad imboccare il nuovo sovrappasso sulla Via Aurelia; in uscita dal sovrappasso il nastro prosegue ancora per un centinaio di metri in corrispondenza ad un torrino oltre il quale prosegue verso la centrale di Tirreno Power.

Per quanto riguarda la tipologia del nastro, è stato stabilito che sarà montato un nastro chiuso, a disposizione del carbone, del tipo chiuso, al fine di evitare pressoché totalmente le emissioni di polvere e ridurre al minimo le emissioni di rumore; il progetto del secondo nastro, nastro a disposizione del trasporto dei cereali, inizialmente previsto, è stato invece abbandonato dal terminalista.

Nuovo assetto dello sbarco dei prodotti petroliferi

La banchina servirà le esigenze di due utenti che operano oggi separatamente su due pontili presenti nella rada: Esso e Petrolig.

Petrolig carica e scarica gasoli e benzine da navi di portata compresa tra circa 10.000 DWT e 30.000 DWT; Esso scarica oli di diverso tipo da navi di portata compresa tra 5.000 DWT e 10.000 DWT.

Sulla base dell'attuale traffico, le navi che utilizzeranno la banchina avranno pertanto portata compresa tra 5.000 DWT e 30.000 DWT e saranno circa 70 navi/anno.

La nuova banchina petroli prevede un unico attracco con impianti di movimentazione separati per i due operatori, che tengono conto delle diverse procedure operative e apparecchiature e dei differenti prodotti movimentati (Fig. 2.5).

Il progetto preliminare è stato sviluppato in modo da garantire l'indipendenza funzionale dei due operatori, che saranno competenti ciascuno per la movimentazione dei propri prodotti, e capacità equivalente ai sistemi di movimentazioni attualmente in esercizio.

Per il carico/scarico dei prodotti dalle navi, è previsto l'utilizzo di bracci di carico, invece di manichette come negli impianti attualmente utilizzati, in quanto garantiscono maggior sicurezza nella movimentazione.

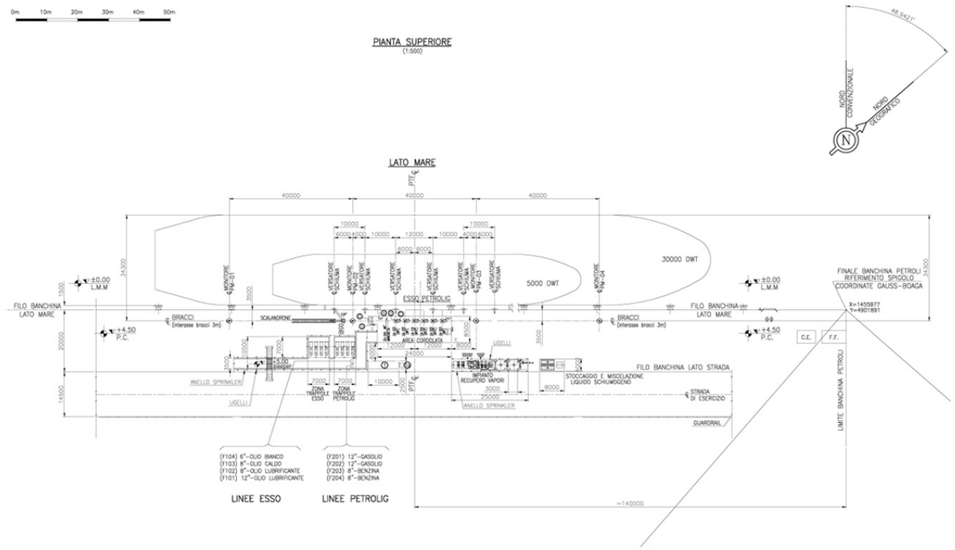


FIG. 2.5 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BANCHINA PETROLI

Per Esso sono previsti 3 bracci di scarico oli e 1 manichetta di scarico oli bianchi, collegati rispettivamente a 3 linee e 1 linea per il trasferimento dei prodotti scaricati dalla nave.

Per Petrolig sono previsti 2 bracci di carico collegati a 4 linee per il trasferimento dei prodotti da/allo stabilimento. Un terzo braccio opera per gasoli o per il recupero vapore durante la caricazione delle benzine ed è collegato anche all'impianto recupero vapore.
Tutte le linee sono dotate di trappole con sistema di spiazzamento ad aria e/o acqua, a seconda del prodotto movimentato, valvole di intercettazione e strumentazione di misura e controllo.

Per entrambi gli operatori la banchina è stata prevista allestita con dotazioni comuni a questo tipo di impianto tra le quali:
- sistema antincendio
- servizi (aria compressa, acqua, alimentazione elettrica, telecomunicazioni, ecc.)
- scalandrone e bigo porta scalandrone per l'accesso alle navi
- cabina di controllo
- dotazioni di sicurezza

I bracci Esso LA-101 e LA-102 sono destinati alla movimentazione di olio lubrificante a temperatura ambiente; il braccio LA-103 alla movimentazione di olio lubrificante caldo e la manichetta FH-104 alla movimentazione di solo olio bianco, che richiede di essere segregato dagli altri prodotti.

I bracci Petrolig LA-201 e LA-202 sono intercambiabili per benzine e gasoli, mentre il braccio LA-203 è destinato alla movimentazione di gasolio e al recupero vapori durante il caricamento di benzine.

I bracci di carico, di moderna tecnologia, sono previsti in accordo alle norme OCIMF 99 e ISGOTT IV, dotati di sistemi di sgancio in emergenza costituito da una doppia valvola a sfera, a passaggio pieno, con collare di emergenza che consente, in caso di necessità, di interrompere il flusso di prodotto e di sezionare la parte di estremità del braccio, lasciando una sfera a bordo nave ed una a bordo braccio.

I bracci saranno inoltre dotati di un sistema di monitoraggio della posizione nave, che consentirà di controllare la posizione nave e la deriva longitudinale e trasversale, al fine di evitare sganci intempestivi o assetti pericolosi per l'integrità meccanica del braccio stesso.

Trattandosi di bracci dotati di tecnologie di sicurezza e controllo, l'azionamento sarà del tipo elettro idraulico, con una centralina di comando a terra, un pulpito di controllo remoto ed un comando portatile via radio.

Le tubazioni sono suddivise tra gli utenti e destinate come segue:

UTENTE	TAG LINEA	DIAMETRO LINEA	PRODOTTI
ESSO	F101	12”	Olio lubrificante
ESSO	F102	10”	Olio lubrificante
ESSO	F103	10”	Olio lubrificante (caldo)
ESSO	F104	6”	Olio bianco
PETROLIG	F201	12”	Gasolio / benzine
PETROLIG	F202	12”	Gasolio / benz\\\\\ine
PETROLIG	F203	8”	Gasolio / benzine
PETROLIG	F204	8”	Gasolio / benzine

Le tubazioni saranno posate a lato strada su sleeper orizzontali fino al termine della banchina e interrati al di sotto della strada fino alla radice della piattaforma.

Le tubazioni sono interamente saldate, con loop di espansione a compensare le dilatazioni termiche dovute all'irraggiamento solare ed alla temperatura dei prodotti in transito.

Le tubazioni di ogni utente sono collegate ai bracci di carico di quell’utente mediante un manifold che consente di associare ogni linea ad ogni braccio, permettendo di utilizzare più linee sullo stesso braccio, in modo totalmente intercambiabile.

Solo la linea per la movimentazione di olio bianco Esso è dedicata alla movimentazione di questo prodotto e non è interconnessa con il manifold degli oli lubrificanti.

I manifold Esso e Petrolig sono tra loro indipendenti.

Alla radice della piattaforma multifunzionale e all’estremità lato terra della nuova banchina petroli, su ogni linea, sono installate valvole a sfera a passaggio pieno, di intercettazione e shut-down di emergenza. Le valvole sono motorizzate e possono essere attuate dai rispettivi utenti: l'azionamento sarà affidato alle rispettive sale controllo di stabilimento che presiederanno alla movimentazione dei prodotti.

Alla fine della discarica, gli oleodotti saranno svuotati mediante l'inserimento di un pig di spiazzamento e pulizia, reso possibile dalla presenza di trappole di spiazzamento come segue:

– per gli impianti Esso, 4 trappole con fluido vettore aria compressa, al fine di evitare inquinamento dell'olio lubrificante e formazione di emulsioni;
– per gli impianti Petrolig, 4 trappole (LR-201/2/3/4) con fluido vettore aria compressa o acqua, in funzione del prodotto movimentato (aria compressa per i gasoli, acqua per le benzine).

L'impianto di recupero vapori è previsto per i soli impianti Petrolig, in quanto trattasi di impianto per il recupero e successiva condensazione dei vapori emanati da benzine in caricamento.

Le tecnologia proposta è a carboni attivi, il processo di recupero dei vapori è di adsorbimento.

La strumentazione per il comando e controllo degli impianti sarà di tipo elettronico, configurabile, idonea per installazione in zona 2 secondo ATEX.

Il sistema di controllo sarà del tipo a PLC + SCADA e sarà collegato ai depositi ESSO e PETROLIG dove saranno gestite le sequenze di caricamento e scaricamento prodotti.

Sulla banchina petroli sarà installato un sistema di rilevazione fuoco, mediante termocamere che forniranno segnali di allarme in garitta operatori.
Sarà l’operatore ad intervenire manualmente per l’azionamento del sistema antincendio.

I criteri di progettazione dell'impianto antincendio sono stati indicati dai Vigili del Fuoco del Comando di Savona, durante una riunione tenutasi nell'ottobre 2008.
Il sistema garantisce la densità d'acqua di 9 l/min m^2 nell'area manifold e bracci e, contemporaneamente, di 4 l/min m^2 sulla coperta (in corrispondenza del corpo cilindrico della nave), sull'area trappole e tubazioni, e sull'area dell'unità di recupero vapore.

La portata d'acqua totale richiesta è di circa 24.900 l/min, pari a circa 1.500 m^3/h.

L'impianto antincendio è costituito da:
- n° 4 monitori
- n° 6 versatori schiuma
- n° 2 reti di ugelli
- n° 1 gruppo di stoccaggio e miscelazione schiuma
- n° 2 pompe acqua mare
- estintori carrellati e portatili

L'impianto è dimensionato per il funzionamento contemporaneo di tutti i sistemi.

La rilevazioni incendi verrà effettuata tramite l'installazione di termocamere che monitoreranno la banchina. Le immagini prodotte dalle termocamere saranno visibili in sala controllo.

L'azionamento del sistema antincendio sarà di tipo manuale da sala controllo. Esso potrà essere azionato, tramite comandi remotati in sala controllo, selezionando l'area di intervento (monitori, versatori a mare, raffreddamento IRV, raffreddamento area tubazioni).

L'impianto antincendio sarà alimentato con acqua di mare: l'utilizzo di acqua di mare in caso di incendio consente di poter prevedere anche interventi di lunga durata.

Ulteriori accorgimenti nell'impostazione degli impianti di banchina intendono prevenire e limitare possibili situazioni di rischio:
- per prevenire sversamenti di prodotti in mare, i bracci di carico sono previsti con sistemi di aggancio rapido e sgancio di emergenza, che permettono di ridurre al minimo i rischi di fuori uscita di prodotto dal manifold e che consentono alla nave, in caso di emergenza, di lasciare l'ormeggio.
- i bracci di carico sono dotati di valvola di sezionamento a base braccio attuata elettricamente (per gasolio, benzina, e vapore) o manuale (oli).
- in caso di emergenza è previsto, unitamente all'attivazione dei sistemi antincendio dedicati e sopra descritti, il sezionamento della linea a base braccio e il rientro del prodotto verso i serbatoi di terra mediante spiazzamento.
- altri due punti di sezionamento per tutte le linee sono previsti alla radice della banchina petroli e alla radice della piattaforma multifunzionale, in modo da contenere al minimo eventuali sversamenti dalle linee. Entrambi i punti di sezionamento sono dotati di valvole attuate elettricamente a distanza.
- la cabina elettrica, che si prevede ubicata sullo spigolo tra le banchine petroli e rinfuse, sarà dotata di proprio impianto antincendio.

Per ridurre le probabilità di eventi incidentali, i bracci di carico possono essere previsti completi anche di sistema di monitoraggio della nave all'ormeggio.

Questo sistema consente infatti di monitorare da remoto (sala controllo) la posizione della nave all'ormeggio attraverso l'analisi che viene effettuata sui bracci di carico e sui loro campi di lavoro.

In base alle caratteristiche della nave e dei bracci di carico, vengono tarate le soglie di allerta e di allarme che permettono all'operatore di intervenire sulla nave e sul suo piano di ormeggio prima che si verifichino sganci di emergenza o danni ai bracci con possibile fuoriuscita di prodotto.
L'alimentazione elettrica sarà derivata da una linea ENEL 15 kV, 50 Hz, trifase, in arrivo su un quadro di media tensione (QMT), dal quale partono due utenze (IMT1 e IMT2) per il pontile e una per il sistema antincendio.

La tensione delle due linee di alimentazione per il pontile viene abbassata da 15.000 V a 400 V da un trasformatore per ogni linea (TR1 e TR2), con potenza di 500 kVA, ognuno dei quali può trasformare da solo tutta la potenza richiesta.

A valle dei trasformatori, le utenze pontile sono distribuite sul quadro di bassa tensione (QBT-01), che è in grado di funzionare con entrambi i trasformatori in servizio.

Nello stesso progetto preliminare si è prevista la demolizione del pontile Esso interferente con la piastra e con il progetto di sistemazione del fronte urbano e relativo porto turistico.

Per consentire le movimentazioni petrolifere anche durante la costruzione della piattaforma, fino a quando sarà completata e allestita la nuova banchina petroli, è previsto un periodo transitorio in cui esse avranno luogo entrambi i concessionari Esso e Petrolig utilizzeranno per lo sbarco il pontile Petrolig, una volta predisposta una piattaforma temporanea, a lato del pontile Petrolig, che sarà utilizzata da Esso.

Si prevede che i due concessionari utilizzeranno le stazioni di sbarco in alternativa, cioè senza la contemporanea presenta di navi Esso e Petrolig.

Pertanto in questo progetto della piastra multifunzionale, è stata portata a livello di definitivo la progettazione della demolizione di un tratto del pontile Esso, comprendente, come evidenziato in fig. 2.6, la piattaforma di testa ed un tratto del pontile a tergo, per una lunghezza di circa 60 m.



FIG. 2.6 - PLANIMETRIA PONTILI ESISTENTI ESSO E PETROLIG

Il Pontile PETROLIG

Il pontile della Soc. PETROLIG (Fig. 2.7) realizzato interamente in calcestruzzo armato, ha lunghezza totale di 690.0 m, ed è orientato approssimativamente secondo la direzione W-E, dalla radice verso mare.

Il pontile si può dividere sostanzialmente in due tratte:
– un primo tratto, di lunghezza 360.0 m, realizzato dalla Soc. SICEDISON;

– un secondo tratto, di lunghezza 330.0 m, realizzato successivamente e in prosecuzione al primo dalla Soc. VADOIL.

Il pontile già della Soc. SICEDISON si sviluppa dalla linea di costa e termina con una piattaforma laterale (lato N) adibita a carico/scarico di navi-cisterna, attualmente fuori servizio, le cui strutture di accosto sono state parzialmente demolite.

Il pontile VADOIL è la prosecuzione del Pontile già SICEDISON a partire dalla piattaforma laterale e termina con una piattaforma di testa, adibita a carico/scarico di benzine e gasoli, cui le navi-cisterna attraccano "di poppa", in fondale di circa 12.0 m riferito a l.m.m..

La quota di estradosso impalcato è + 4.50 m sul l.m.m.



FIG. 2.7 - PONTILE PETROLIG - PROFILO

La struttura del pontile, (Fig. 2.8 e Fig. 2.9) analoga per le due tratte, è interamente in c.a.:

– le fondazioni sono costituite da coppie (nel cavalletto tipo) o da 4 pali (nel cavalletto di punto fisso) inclinati, in c.a. prefabbricato;
– sui pali è posato un traverso di collegamento dei pali e di supporto dell'impalcato;
– sul traverso poggia l'impalcato, con campate di luce L = 10.0 m, costituite ognuna da due travi e soletta, completamente in c.a. prefabbricato.

Le tubazioni per il trasferimento dei prodotti corrono sul lato S del pontile, su pipe-rack; una sola linea, in disuso e probabilmente coibentata, corre sul lato N.



FIG. 2.8 - PONTILE PETROLIG - IMPALCATO



FIG. 2.9 - PONTILE PETROLIG - CAVALLETTI DI FONDAZIONE

Esso resterà in opera, nell'ambito delle opere previste in questo progetto, con le lavorazioni che saranno nel seguito descritte al fine di consentire su di esso anche lo sbarco dei progetto di Esso.

Il pontile ESSO

Il pontile della Soc. ESSO, originariamente in calcestruzzo, è stato completamente ricostruito in struttura metallica (Fig. 2.10 e Fig. 2.11).

Esso ha lunghezza totale di 353.0 m circa ed è orientato approssimativamente come il pontile PETROLIG, secondo la direzione W-E, dalla radice verso mare.

Il pontile è fondato su quadripodi costituiti da pali in acciaio D = 470 mm, infissi con inclinazione sub verticale nel senso trasversale all'asse del pontile; longitudinale i pali del quadripode sono ad interasse 5.00 m.

I 4 pali del quadripode sono collegati fra di loro, pressoché in sommità, con travi perimetrali HE300B e diagonali incrociate D = 159.

Sull'intera lunghezza del pontile si contano 23 quadripodi ad interasse di 15.00 m, l'ultimo dei quali, verso mare, molto prossimo alla piattaforma; l'ultimo appoggio verso terra è costituito invece da un cavalletto a 2 pali.

Schematicamente l'impalcato del pontile è costituito da 2 travi longitudinali IPE 400, interasse 2.44 m; in corrispondenza degli appoggi delle travi sui quadripodi sono interposti due traversi HE 160B, L = 6.62 m, sporgenti su entrambi i lati di 1.90 m.

Il piano di calpestio del pontile è realizzato in grigliato, supportato da traversoni CNP 140.

Lungo il pontile, poggiate sui traversi HE 160B, corrono 10 linee per il trasferimento dei prodotti (D = 6" ÷ 20"), 5 linee servizi e acqua antincendio e passerelle per i cavi elettrici di alimentazione per le varie utenze.

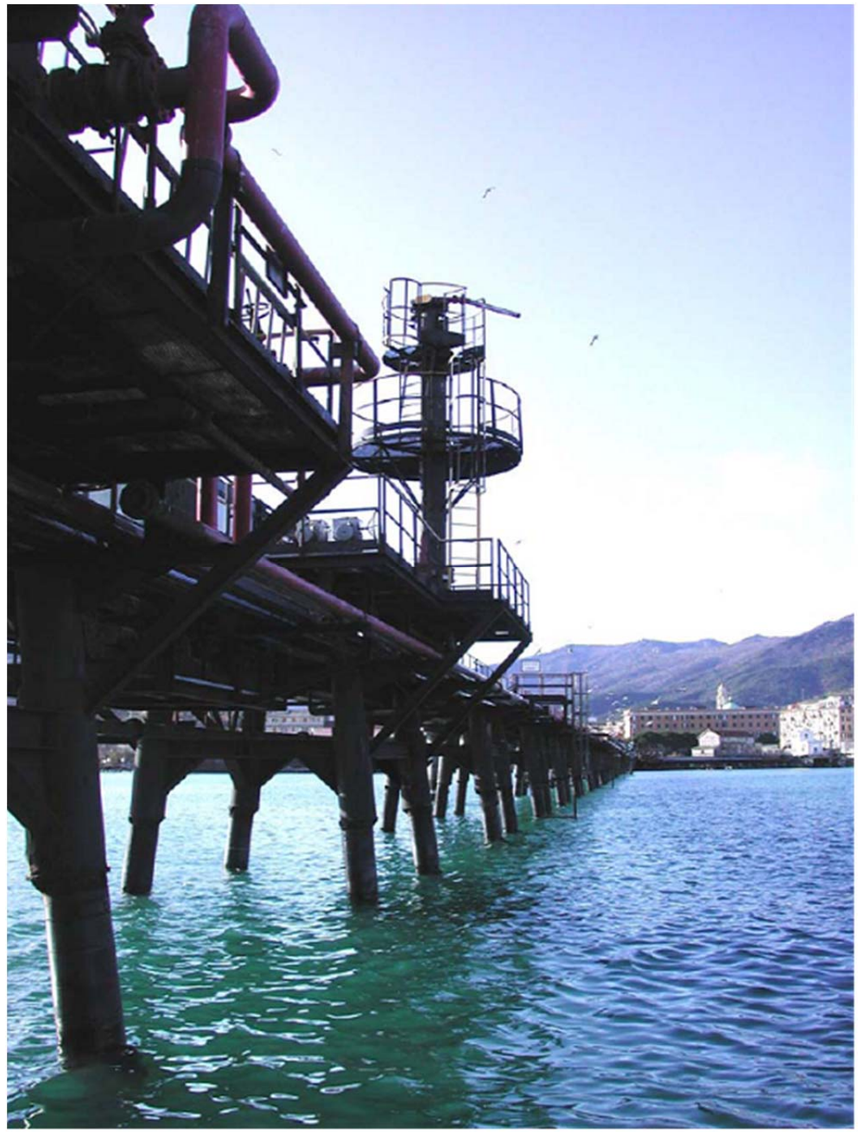


FIG. 2.10 - PONTILE ESSO - IMPALCATO PONTILE - ALZATO

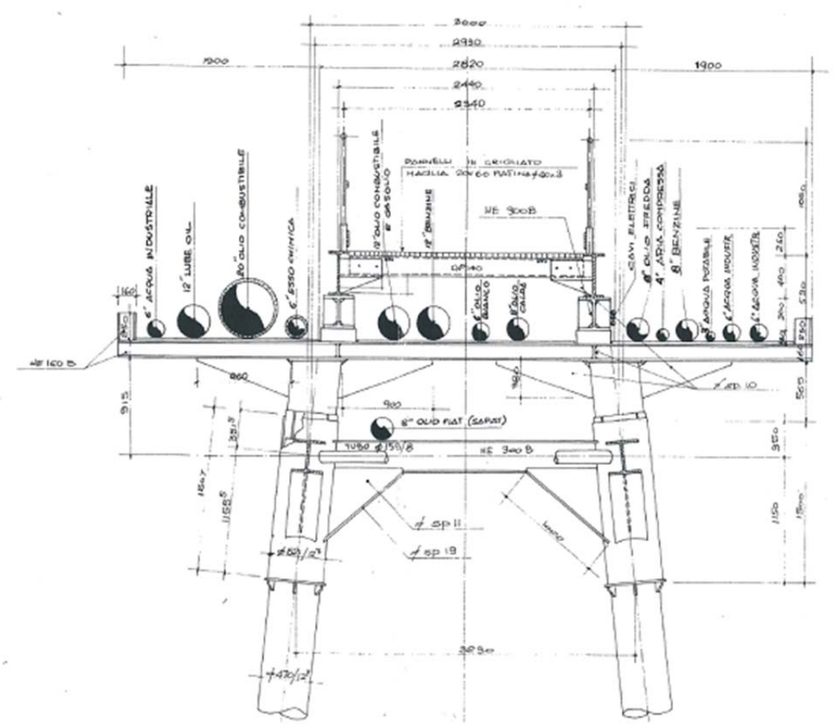


FIG. 2.11 - PONTILE ESSO - IMPALCATO PONTILE - SEZIONE

Sempre lungo il pontile, nei pressi della piattaforma di testa, sono installate una torre monitor antincendio ed una pompa sommersa servizio antincendio in casing.

In testa al pontile è ubicata la piattaforma di carico / scarico prodotti sulle / dalle navi-cisterna; tale piattaforma, nel suo complesso, è costituita da 3 elementi strutturali ben distinti:

– la piattaforma originaria, di dimensioni 9.50 m * 5.80 m circa, è una struttura reticolare spaziale in c.a., realizzata con travate “a capriata” di sezione 40 x 40 cm e solettone superiore, a costituire il piano di calpestio; è fondata su 8 pali in c.a. prefabbricato a sezione ottagonale;

– una prima estensione verso mare, in continuità alla originaria, realizzata con una piattaforma in c.a. di dimensioni 9.0 m * 7.5 m circa, con robuste travi a sezione rettangolare e soletta superiore, fondata su 6 pali pure in c.a. prefabbricato, a sezione ottagonale;
– un ulteriore ampliamento, con una pianta a L, realizzato lato S, a struttura metallica, con 4 pali di fondazione in acciaio.

La piattaforma consente l'accosto di navi petroliere in due condizioni:
– "di poppa" in testata, frontalmente alla piattaforma, lato E, ormeggiandosi su CBM (Campo Boe) (ved. avanti);
– "al traverso", attraccando su briccole di accosto, ubicate sul lato S della piattaforma (ampliamento realizzato con strutture metalliche).

Per consentire l'ormeggio "di poppa" è stato realizzato un campo boe costituito da 5 boe metalliche cilindriche ad asse verticale, da 7 ton, dotate di gancio a sgancio rapido; ogni boa è ancorata, attraverso catene di varia lunghezza e diametro a:
– 2 ancore di ormeggio
– 1 ancora di guardia
– che si assume abbiano peso di circa 5 ton.

Sulla base delle informazioni disponibili, ogni boa è dotata di circa 500 m di catena con un peso complessivo di circa 50 ton; il sistema non prevede sinker o altri corpi morti.

Per consentire l'ormeggio "al traverso" sono state realizzate:
– 2 briccole di accosto a 3 pali D = 812.8 mm, con testata a struttura interamente metallica e pannello frontale (a contatto della fiancata della nave), pure a struttura metallica e guarnito con bottazzi in legno, completa di bitta; peso della sovrastruttura circa 24 ton;
– 1 briccola di accosto monopalo D = 812.8 mm, costituita da una semplice testata di collegamento fra palo e pannello frontale in struttura metallica e bottazzi in legno, peso 3 ton;
– 1 briccola di ormeggio monopalo D = 1300 mm con una semplicissima testata metallica, completa di bitta, peso 5 ton.

La demolizione comprende la rimozione della piattaforma di testata e del tratto di pontile retrostante.

Per la dismissione e rimozione del pontile ESSO si prevedono le seguenti operazioni:

Preparazione delle linee, con lavaggio e bonifica (a cura della società petrolifera) delle linee trasferimento prodotti e servizi e intercettazione di tutte le linee e scollegamento dell'alimentazione elettrica alle diverse utenze.

Rimozione della piattaforma di testa, con il taglio di tutte le tubazioni, le apparecchiature e le sovrastrutture in piattaforma e quindi rimozione della struttura di piattaforma con utilizzo di pontile di elevata capacità di sollevamento, taglio e rimozione dei pali.

Rimozione del pontile, con taglio di tutte le linee correnti sul pontile e delle strutture di impalcato e loro rimozione tramite pontone.

Rimozione dei pali

Rimozione del campo boe

Nei seguenti paragrafi si riporta una descrizione sintetica degli interventi che, come previsto dall'Accordo di Programma e nel Piano Regolatore Portuale, consentiranno, in affiancamento alla piastra multifunzionale, di migliorare l'assetto paesistico ed urbanistico del territorio e, dunque, di riqualificare il fronte mare di Vado Ligure e delle aree retro portuali.

In particolare la descrizione riguarda quegli interventi per i quali è stato già sviluppato un documento progettuale od uno studio di fattibilità. Non è dunque riportato il

varco doganale, presente nella tavola allegata all'Accordo di Programma, la nuova viabilità portuale e retro portuale e la riorganizzazione delle rinfuse nere.

Tale insieme di interventi consente di rispondere compiutamente alla prescrizione n° 5 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Decreto n° 371 del 18 Aprile 2005) ove era previsto che contestualmente alla piastra multifunzionale fosse avviata anche la complessa azione di sistemazione del fronte mare di Vado Ligure.
La prescrizione n° 4 del medesimo Ministero e la prescrizione n° 1 formulata dalla Regione Liguria in sede di Prefattibilità Ambientale (Parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007), poi rettificata a conclusione della procedura di "scoping" (osservazioni del 17 Luglio 2008), invece, sono da ritenersi superate per effetto dell'Accordo di Programma.

2.4.1. Sovrappasso della Via Aurelia

L'Autorità Portuale di Savona, nel mese di Luglio 2008, ha promosso un concorso di idee tra progettisti per la scelta della soluzione viabilistica prevista in Accordo di Programma che fosse in grado di coniugare le migliori caratteristiche funzionali ed ambientali con un elevato livello estetico e paesaggistico.

Il vincitore del concorso è stato il raggruppamento temporaneo di imprese (RTI) M&L srl e Studio4 Architetti Associati di Genova, cui è stato assegnato lo sviluppo del Progetto Preliminare. Il Progetto è stato concluso ed approvato nel mese di Dicembre 2008 e, rispetto al concorso di idee, recepisce alcune modifiche ed integrazioni emerse nei vari incontri avuti con i progettisti della piastra multifunzionale ed in particolare con i futuri gestori del terminal (Maersk A/S).

A seguito del Progetto Preliminare l'Autorità Portuale di Savona, nel mese di Aprile 2009, ha indetto una gara per la progettazione definitiva del sovrappasso.
Il vincitore della gara è stato il raggruppamento temporaneo di imprese (RTI) Progin S.p.a. di Roma e Granda Engineering S.r.l. di Cuneo, cui è stato assegnato lo sviluppo del Progetto Definitivo (Marzo 2010). Il Progetto è stato concluso ed approvato nell'anno 2013 e, rispetto al Progetto Preliminare, recepisce alcune modifiche ed integrazioni emerse in ulteriori incontri avuti con l'Autorità Portuale, la Provincia i progettisti della piastra multifunzionale ed in particolare con i futuri gestori del terminal (Maersk A/S e TRI).
Le modifiche sostanziali riguardano principalmente la viabilità provvisoria nelle aree retro portuali, la viabilità definitiva sull'Aurelia, la riservazione in alcune pile per il passaggio del Rio S.Elena e relativa modifica dello sbocco a mare in prossimità del comparto "C", lo spostamento dell'area di servizio e la modifica del tracciato del nastro trasportatore.

A conclusione del Progetto Definitivo, Autorità Portuale ha affidato a Grandi Lavori Fincosit, nel mese di Febbraio 2014, la Progettazione Esecutiva e la realizzazione dell'opera in oggetto giusta Contratto d'Appalto n.519 di Rep. Del 10/12/2013.
Il Progetto è stato concluso ed approvato nell'Aprile 2015 e, rispetto al Progetto Definitivo, recepisce alcune modifiche ed integrazioni emerse in ulteriori incontri avuti con l'Autorità Portuale e la Provincia.
Le modifiche sostanziali riguardano principalmente la viabilità definitiva sull'Aurelia, la maggiore riservazione in alcune pile per il passaggio del Rio S.Elena e relativa modifica dello sbocco a mare in prossimità del comparto "C", l'utilizzo di differenti tipologie di opere di sostegno scavi, l'impiego di diverse travi in c.a.p., la modifica di varo dell'impalcato metallico e alcuni cambiamenti riguardanti gli impianti di illuminazione.

L'opera in esame detiene un ruolo centrale nello sviluppo del progetto della piastra multifunzionale; uno dei punti di forza del progetto della piastra, infatti, è rappresentato dalla connessione del terminal container con l'area portuale e retro portuale e con la rete di trasporto stradale (e anche ferroviaria).

A tale riguardo è opportuno ricordare come sia lo stesso Piano Regolatore Portuale a delineare il sistema viario per l'accesso al terminal e come il Piano preveda anche che nel collegamento tra il terminal e le aree portuali trovi spazio un sistema "multi

trailers", ovvero un sistema innovativo di scambio (di container) con la ferroviaria che consenta di aumentare la velocità nella operazioni di formazione del carico.

Inoltre per la progettazione Definitiva, confermate in seguito in quella Esecutiva, le scelte progettuali hanno sempre fatto costante riferimento alle caratteristiche del paesaggio in cui l'intervento va ad inserirsi, alle misure di tutela e alle indicazioni della pianificazione paesaggistica ai diversi livelli.

A tal proposito i principali obiettivi posti a base della progettazione sono stati:
Inserimento gradevole dell'intervento architettonico nel contesto paesaggistico e urbano;
Riduzione dell'impatto ambientale;
Adozione di soluzioni progettuali all'avanguardia;
Utilizzo di materiali altamente performanti ed idonei al particolare contesto ambientale di inserimento;
Contenimento costi di realizzazione e di manutenzione;
Facilità di realizzazione.

In sintesi il progetto del sovrappasso della Via Aurelia (Fig. 2.12) comprende la realizzazione delle seguenti opere:
Collegamento in sovrappasso – Rampe principale e R3;
Collegamento in sovrappasso – Rampe R1 e R2;
Opere a terra – Rotatoria sulla S.S. n.1;
Opere a terra – Viabilità di progetto;
Aree verdi e Comparto C.

Collegamento in sovrappasso
Come osservabile dalla Fig. 2.13Fig. 2.13**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, il viadotto ospiterà tre corsie veicolari da/per la piastra multifunzionale, due corsie per i "trailers", a guida magnetica, di collegamento, in entrambe le direzioni, con il retrostante parco ferroviario, ed un nastro trasportatore di tipo tubolare per il trasporto meccanizzato delle rinfuse nere (carbone) alla centrale termoelettrica.

Il ponte orizzontale avrà lunghezza di 120 m circa ed a levante e ponente sarà dotato di rampe di collegamento con la piastra multifunzionale e l'area retro portuale.

Il raccordo con la piastra multifunzionale avverrà per mezzo di un'unica rampa di forma trapezoidale lunga circa 73 m e pendenza del 6% circa, a differenza del definitivo in cui la pendenza era del 8%. Il raccordo con l'area retro portuale, invece, avverrà per mezzo di tre rampe, di cui due dedicate ai "tractors trailers", da/per il parco ferroviario, ed una ai mezzi pesanti (Fig. 2.13, Fig. 2.14 e **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**). Quest'ultima avrà una lunghezza di circa 235m ed una pendenza massima del 6,0% circa, mentre le prime due saranno lunghe circa 220 m (la più esterna rispetto al mare) e 122 m, con una pendenza massima del 7,85%.

La rampa veicolare maggiore (rampa R3) si innesterà su una rotonda a tre corsie di smistamento della viabilità retro portuale e sovrappasserà la linea ferroviaria portuale non elettrificata.

L'impalcato del viadotto sarà sostenuto da 4 pile (più una di dimensione minore per la rampa di accesso al parco ferroviario); in fase di realizzazione delle fondazioni saranno realizzate apposite sezioni di canalizzazione in grado di non modificare l'attuale sezione del Rio S.Elena, che sfocia in mare immediatamente a ridosso del limite verso ponente del radicamento a terra della piastra multifunzionale.

Le acque piovane del viadotto saranno raccolte da caditoie e canalette perimetrali a raso carreggiata e successivamente convogliate nella rete di scarico esistente tramite pluviali a sezione generosa che scenderanno a terra dalle pile portanti, in modo tale da preservare, nel rispetto delle norme, l'aspetto architettonico del viadotto.

Rampe principale e R3
L'opera consiste nella realizzazione di sovrappasso a via inferiore sostenuto da 4 travi reticolari in acciaio di 7.5m di altezza poste ad interasse variabile per ospitare, da levante verso ponente, il nuovo nastro trasportatore TRI con interasse pari a 5.89m,

la carreggiata stradale a servizio dei mezzi diretti/provenienti alla nuova piastra multifunzione (interasse = 14.40m), e le rampe R1 ed R2 rispettivamente dirette e provenienti dal parco ferroviario (interasse = 11.50m). Lo schema statico è a trave continua su più appoggi su 3 campate di luce pari a 40m per una lunghezza complessiva di 120m, sviluppati pressoché in orizzontale.
Gli appoggi che sorreggono l'impalcato metallico sono costituiti da pile aventi una lunghezza di circa 30 m che poggiano su un terreno consolidato mediante jet-grouting; queste pile hanno la particolarità di avere al loro interno delle forometrie architettoniche impiegate per il passaggio pedonale e come riservazione per il passaggio del rio S. Elena.
La struttura portante secondaria sarà costituita all'intradosso da profilati in acciaio tipo IPE 600 posti ad interasse di 7.92m ed all'estradosso da profilati tipo IPE 600. L'impalcato sarà completato:

- con getto di soletta collaborante di spessore 30 cm comprensivo della casseratura a perdere realizzata mediante predalles;
- con una opportuna controventatura verticale ed orizzontale da realizzare con profilati tipo L accostati secondo lo schema riportato nella figura Fig. 2.13**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**.

L'accesso da via Trieste al nuovo sovrappasso descritto sarà realizzato tramite la rampa R3 con apposita sezione pari di 13.90 m di larghezza sufficienti ad ospitare la carreggiata stradale riservata ai mezzi diretti/provenienti dalla piastra multifunzione. A partire dalla pila P4-R3 la rampa avrà larghezza 25.50 m per accogliere l'ingombro delle rampa R1 ed R2. L'impalcato della rampa R3 sarà realizzato mediante l'impiego di travi in c.a.p. a cassoncino tra loro accostate. Gli impalcati sono in semplice appoggio sulle pile che si fondano su un terreno consolidato mediante jet-grouting armati.

Rampe R1 e R2
La soluzione progettuale adottata per le rampe R1 ed R2 consiste nella realizzazione di due cavalcavia in curva, aventi raggio minimo pari a 50 m, costituiti da impalcati continui in c.a. gettato in opera (Fig. 2.14).

La geometria della sezione varia sia nella parte di soletta che nella parte inferiore per seguire l'allargamento della sezione stradale nel tratto in curva.
Le strutture di appoggio, per coerenza con quelle della rampa R3, avranno fusto di sezione rettangolare incastrato su plinto di fondazione su terreno consolidato mediante jet-grouting armati e saranno sormontate da apposito pulvino portabaggioli. Le spalle saranno costituite da muro paraghiaia accostato a portabaggioli poggiante su plinto di fondazione superficiale. Il terreno di fondazione sarà opportunamente consolidato mediante jet-grouting armati. Le spalle saranno poi dotate di muri andatori a sostegno del rilevato delle rampe fino alla quota di p.c. esistente.



FIG. 2.12 - ORTOFOTO DEL PROGETTO DI SOVRAPPASSO DELLA VIA AURELIA.

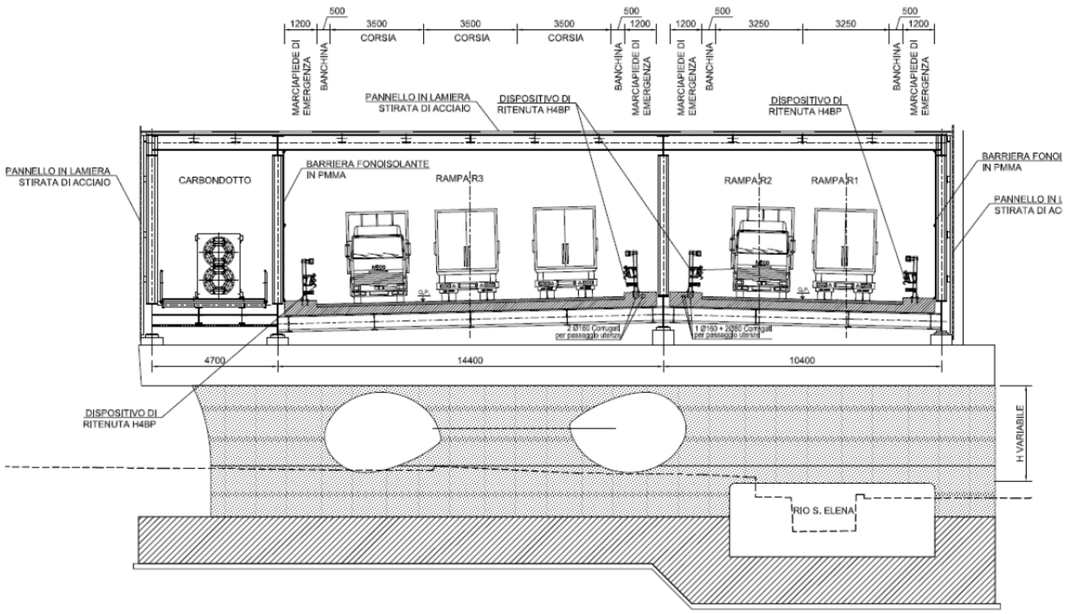


FIG. 2.13 - SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO STRUTTURA RETICOLARE.

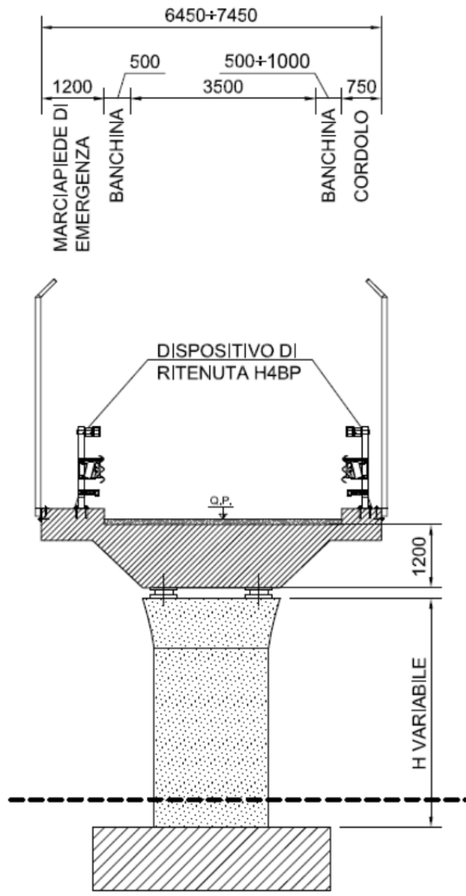


FIG. 2.14 - SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO RAMPE R1 E R2

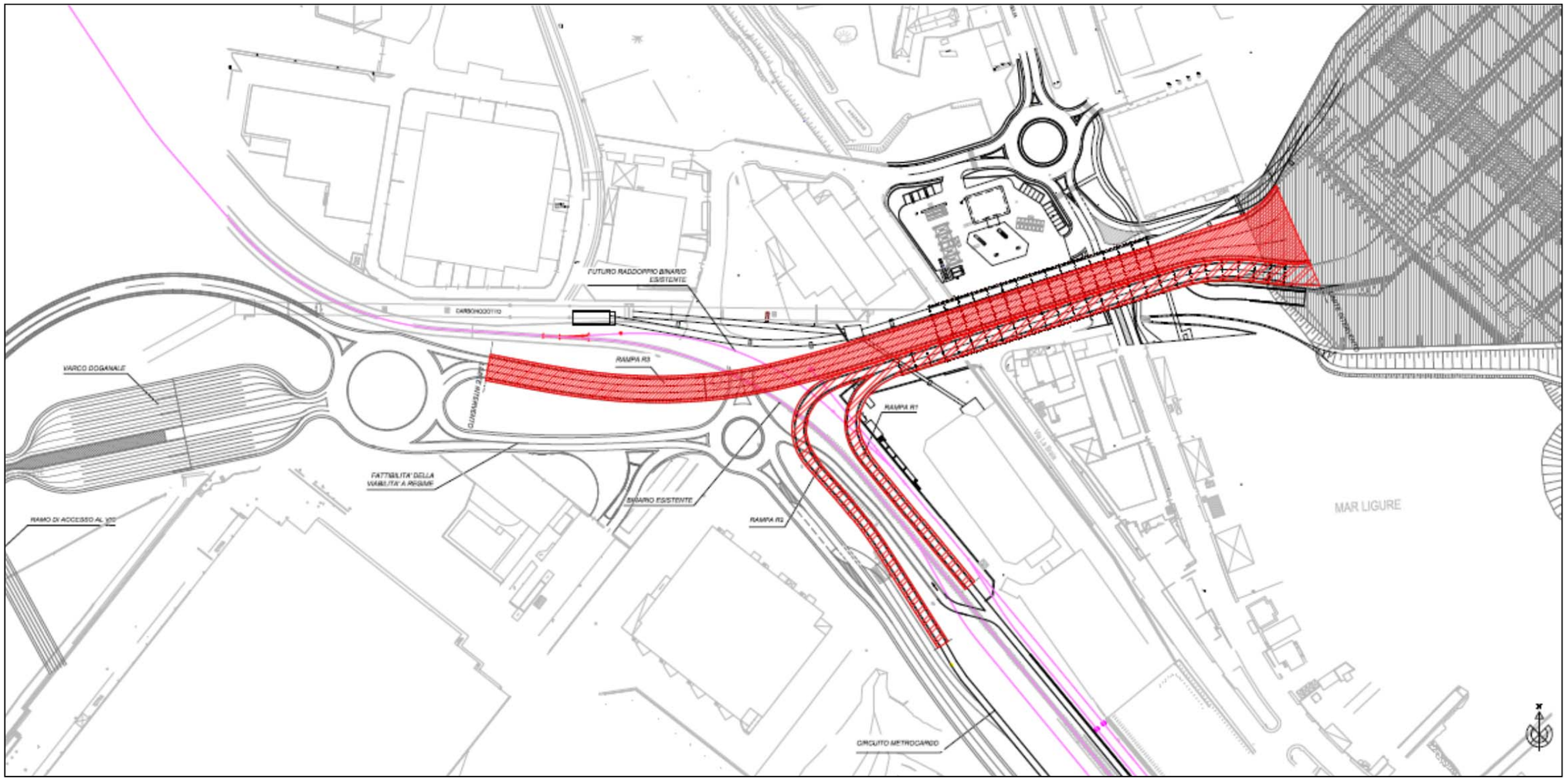


FIG. 2.15 - DETTAGLI PLANIMETRICI (IN ROSSO RETINATO LE SEZIONI DEDICATE AI MEZZI PESANTI, IN ROSSO LE SEZIONI DEDICATE AI "TRACTORS TRAILERS").

Opere a terra

Rotatoria sulla S.S.n.1

Per ottimizzare gli accessi veicolari alla piastra multifunzionale ed al futuro comparto D previsto dal relativo SAU del Comune di Vado Ligure, senza creare interferenze e rallentamenti alla viabilità ordinaria, è stata posta particolare attenzione al ridisegno della viabilità stradale a livello della Via Aurelia (Fig. 2.17Fig. 2.17 - Viabilità (in rosso la viabilita' a livello della via Aurelia, in magenta la ferrovia)).

Il progetto prevede la realizzazione di una rotatoria di svincolo sulla S.S. n. 1 di diametro esterno pari a 41.8 m (a differenza del Progetto definitivo in cui era 39.8 m) finalizzata alla razionalizzazione dell'intersezione tra Via Aurelia e Via Trieste (Fig. 2.16).
Essendo il diametro esterno maggiore di 40 m si è adottata una corona circolare ad unica corsia di larghezza pari a 6.00m (coerentemente con le indicazioni del D.M. 19/04/2006). Le corsie in ingresso avranno larghezza pari a 3.5 m ed in uscita a 4.5 m. La rotatoria darà accesso anche ai cantieri navali ed al futuro porticciolo turistico previsto nelle opere del comparto D.
L'accesso alla piattaforma e al parcheggio avverrà mediante intersezione a T lungo la S.S.1 in direzione Imperia. L'ingresso sarà consentito per chi proviene da Savona mediante corsia di accumulo e svolta a sinistra, mentre per chi proviene da Imperia mediante isola triangolare direzionale con corsia di svolta a destra. L'uscita dalla piattaforma sarà consentita solo in direzione Savona mediante corsia di immissione nella corsia di ingresso in rotatoria.
Lungo il ramo in uscita dalla rotatoria in direzione Imperia, sarà previsto l'ingresso alla nuova area di servizio, mentre l'uscita sarà garantita sul ramo in ingresso da Via Trieste.
A livello di arredo urbano l'aiuola centrale e le isole spartitraffico sulle vie Aurelia e Trieste saranno separate dalla banchina pavimentata mediante cordolo in cls e sistemate a verde. Dal lato di monte il nuovo svincolo sarà costeggiato da un marciapiede sopraelevato di 1.50 m di larghezza al fine di mantenere il percorso pedonale esistente.

Viabilità di progetto

Al fine di preservare la continuità della viabilità in zona retro-porto si procederà alla traslazione verso mare della esistente rotatoria su via Trieste, intercettata dalle opere relative alla futura rampa R3. L'opera, che anticipa in via provvisoria l'assetto finale della viabilità della zona, ne ricalca la soluzione viabilistica, ma adottando una rotatoria di diametro esterno ridotto pari a 32 m. Coerentemente con i disposti della normativa vigente si adotterà pertanto una carreggiata costituita da una unica corsia di 7 m di larghezza alla quale sarà affiancata una banchina esterna di larghezza pari a 1,00 m. Contestualmente alla realizzazione della nuova rotatoria si procederà:
Alla modifica della configurazione del ramo diretto al varco doganale per consentire la realizzazione della spalla della rampa R2;
Alla razionalizzazione dell'ingresso dell'area VIO;
Alla realizzazione di un ramo di raccordo con la viabilità comunale esistente dal quale sarà ricavato un nuovo accesso all'area SILOS di TRI alternativo rispetto a quello esistente ostacolato dalle future pile P1R3, P2R3 e P3R3.
La viabilità così delineata sarà realizzata direttamente sull'attuale sedime dell'area retro portuale, senza adeguamenti plano-altimetrici, mediante segnaletica di colore giallo di viabilità modificata e posizionamento di new-jersey in corrispondenza dell'anello centrale.

Viabilità a regime:

Nell'ambito della progettazione definitiva si è proceduto alla valutazione di fattibilità di un nuovo assetto della viabilità nella zona retro-portuale da articolarsi a partire dallo spostamento verso ponente della rotatoria esistente in fregio all'area VIO e dall'inserimento in testa alla rampa di accesso al nuovo sovrappasso sulla S.S. n. 1 di una nuova rotonda di smaltimento.

La nuova rotonda di smaltimento darà accesso alla nuova area doganale, alla piastra multifunzione, per mezzo del nuovo sovrappasso sulla S.S. n. 1, e all'area retro portuale per mezzo di una apposita bretella sulla quale andrà anche ad inserirsi l'ingresso dell'area VIO qualora l'operatore intendesse mantenere in tutto in parte l'ingresso all'interno del circuito doganale.
Nella nuova rotatoria posizionata in fregio all'area VIO convergeranno i seguenti rami:
Ramo diretto e proveniente dal varco portuale per mezzo di un apposito braccetto dal quale sarà possibile accedere, con svolta in sinistra su corsia di accumulo centrale, all'area metro cargo;
Ramo proveniente dal metro cargo;
Ramo di accesso all'area SILOS di TRI.

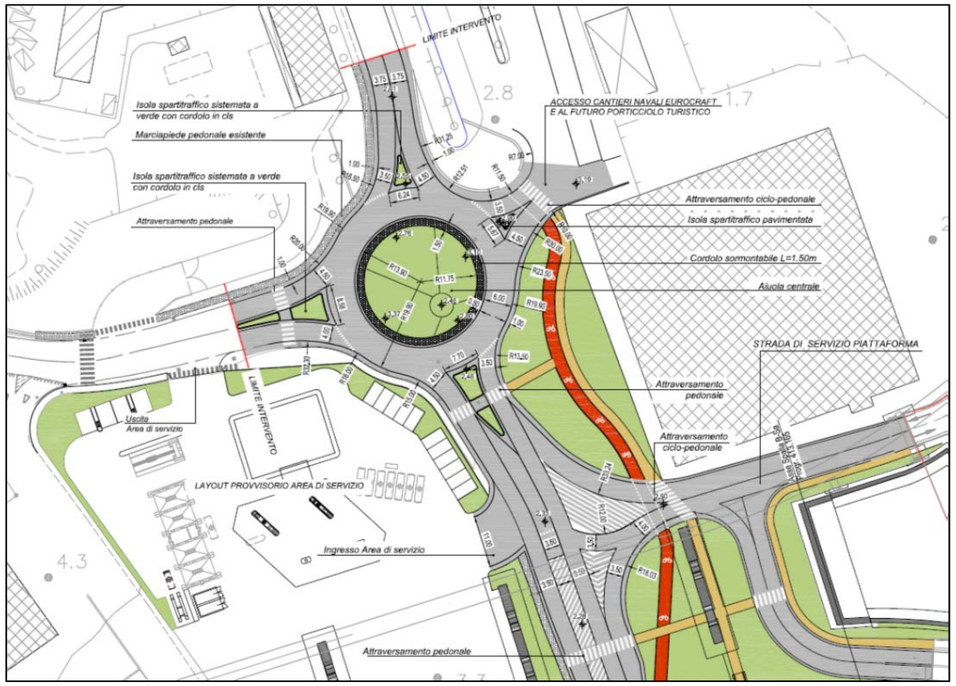


FIG. 2.16 - VIABILITÀ – PLANIMETRIA DELLA ROTATORIA DI SVINCOLO S.S.1

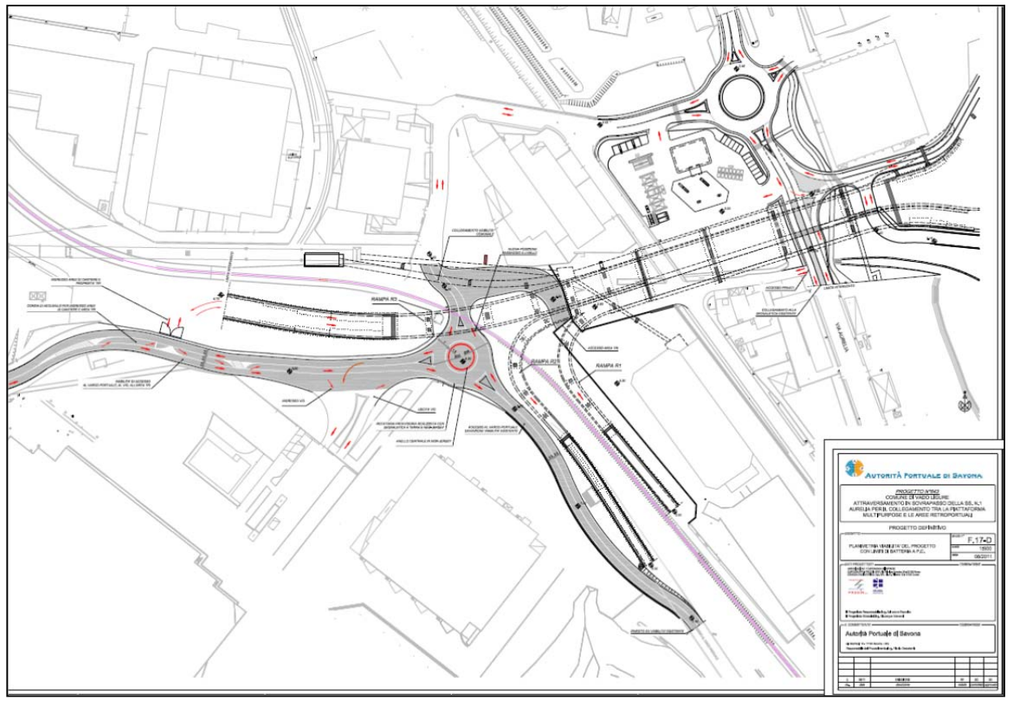


FIG. 2.17 - VIABILITÀ (IN ROSSO LA VIABILITA' A LIVELLO DELLA VIA AURELIA, IN MAGENTA LA FERROVIA)

Aree verdi e Comparto C

L'intervento è conforme alle indicazioni fornite dagli strumenti di pianificazione territoriale ed in particolare dalle indicazioni del SAU.
Esso consisterà nella realizzazione di un'area verde attrezzata con arredo urbano riconoscibile con funzione aggregativa solcata da percorsi ciclopedonali a raso.

Le aree verdi sono essenzialmente tre: una zona davanti al cantiere Eurocraft, una seconda area che si estende sotto il sovrappasso e una terza che si protende verso la piattaforma multipurpose (denominata comparto C) (Fig. 2.18).

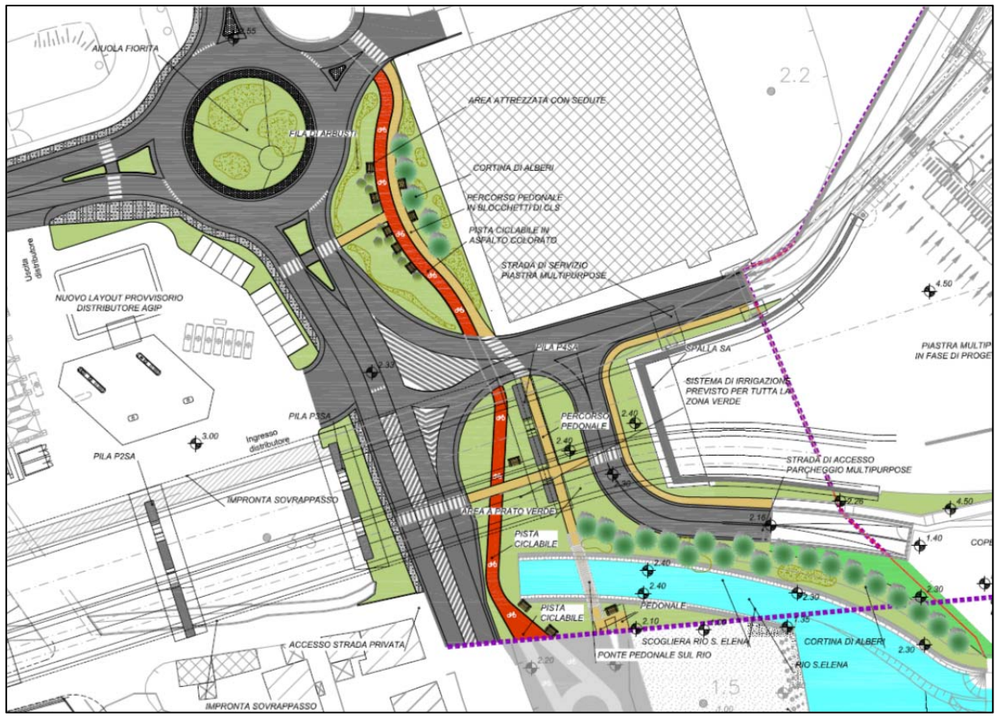


FIG. 2.18 - PLANIMETRIA AREE VERDI E COMPARTO "C"

La fascia davanti al fabbricato Eurocraft ha forma di mezzaluna, si sviluppa su circa 720 mq e ospita al centro i passaggi pedonale e ciclabile affiancati contornati da un'area a prato verde attrezzata con sedute per la sosta lungo il percorso. Per separare questo polmone verde dal traffico stradale della rotatoria è stata prevista una cortina di bassi alberi che crei una siepe in modo da rendere più sicura e vivibile l'area. Per tutta la lunghezza del muro di confine del Cantiere Eurocraft è prevista una fila di alberature più alte in modo da demarcare la delimitazione dell'area. La pista ciclopedonale, che sarà il prolungamento di quella che arriva dal centro del paese, prosegue in linea sinuosa per arrivare all'attraversamento dell'area di servizio alla piattaforma.

In corrispondenza dell'attraversamento la pista ciclopedonale si dirama in due percorsi separati. La pista ciclabile, sempre della larghezza di 2.5 m, si dirige diagonalmente prima in direzione dell'Aurelia per poi piegare sinuosamente verso il mare e ricongiungersi con la pista in progetto (zona B del SAU). In questo tratto è costeggiata dal prato verde da ambo i lati ed è separata da questo tramite un cordolo in calcestruzzo. La pista, che non presenta dislivelli in altezza, lungo questo tratto passa sotto il sovrappasso.
La pista pedonale, dopo essersi diramata da quella ciclabile in corrispondenza dell'attraversamento stradale, prosegue diritta e costeggia la pila P4SA del sovrappasso, dove attraverso i fori di questa, è possibile l'affaccio, la seduta per una sosta, oppure l'attraversamento verso l'Aurelia. Proseguendo verso sud, il percorso attraversa il rio S. Elena con un piccolo ponte pedonale e si congiunge con la passeggiata mare in progetto (comparto B del SAU) che costeggia la spiaggia. Quest'area a prato verde, posta perlopiù sotto il sovrappasso, si sviluppa su 1400 metri ed è delimitata rispetto alla strada, da una siepe che funge da cortina e che, come nel tratto precedente, continua a segnare il confine tra il prato e la strada.

È previsto che le aree verdi che costeggiano i percorsi siano attrezzate con cestini gettacarte, porta-biciclette e sedute per la sosta, in corrispondenza delle quali, nelle zone maggiormente esposte al sole, sono previste alcune alberature di ombreggiamento.

Comparto C

Il Comparto C è di particolare importanza dal punto di vista paesistico, è costituito dall'area verde che dall'Aurelia si prolunga verso il mare e verso il radicamento della piattaforma e ha il compito di mitigare e mascherare la visuale di quest'ultima.
Questo triangolo verde è compreso tra il rio S.Elena, la rampa per l'accesso del parcheggio a servizio degli uffici della Maersk, e il muro di contenimento di questo parcheggio. Nel mascheramento partecipa anche il verde del parcheggio, che scherma alla vista di chi percorre la futura passeggiata lungo mare, la zona di fronte ai "gate" di accesso al terminal container (Fig. 2.18).



FIG. 2.19 - VISTA PROSPETTICA DEL COMPARTO "C" DALLA SPIAGGIA

La Delibera della Giunta Regionale numero 1118 dell'anno 2009 condizionava la sostenibilità ambientale del progetto definitivo della Piastra Multifunzionale e gestione della parte relativa al terminal contenitori al rispetto di alcune prescrizione tra le quali compare la seguente: "la zona di radicamento dovrà essere riprogettata prevedendo interventi di mitigazione e compensazione finalizzati alla riqualificazione dell'area e al mascheramento della piattaforma, da concordare con i competenti Uffici regionali e la Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici della Liguria." Di conseguenza sono stati effettuati alcuni incontri sia con la Regione che con la Sovrintendenza nei quali sono stati concordati le sistemazioni delle aree verdi in generale e, in particolare il comparto C che è situato nella zona di radicamento della Piattaforma.
La soluzione prescelta è di creare una scarpata a verde in corrispondenza dell'angolo con il parcheggio, dove il dislivello va dai 4,2 metri (nell'angolo) ai 2.6 metri, per mascherare il muro di contenimento. Il triangolo verde che si estende verso la Via Aurelia invece è pianeggiante e si sviluppa su una superficie di circa 530 mq.
In corrispondenza del piede della scarpata saranno piantumate alberature a medio fusto, atte a mascherare parzialmente la figura della rampa di intestazione del sovrappasso della via Aurelia.

L'impluvio del rio S.Elena, che delimita tale area, sarà rivestito lateralmente da una scogliera a massi in modo che, nei lunghi periodi di secca, non sia sgradevole alla vista Fig. 2.19).
Nel Progetto Esecutivo i criteri sopracitati sono stati garantiti e mantenuti; l'unica sostanziale modifica consiste nella leggera riduzione del triangolo verde che si estende verso la Via Aurelia a causa dell'aumento della sezione idraulica del Rio S.Elena.



FIG. 2.20 - VISTA PROSPETTICA DEL COMPARTO "C" DALL'ALTO

Aspetti architettonici
Dal punto di vista architettonico il progetto prevede che il viadotto sia avviluppato da un "nastro" di lamiera stirata di acciaio, verniciata per ricreare l'effetto "corten", a formare una gigantesca spirale metallica trapezoidale cui è demandato il compito di assegnare un'immagine unitaria ed un nuovo valore simbolico e monumentale all'opera (Fig. 2.12).

La lamiera stirata utilizzata nel rivestimento rafforza ulteriormente l'effetto trasparente, mentre i pannelli metallici di facciata si protendono verso il paesaggio accompagnando lo sviluppo curvilineo delle rampe veicolari a Sud e dei nastri trasportatori a Nord, costituendo al tempo stesso la barriera antirumore.

Il progetto prevede quindi la posa di una serie di pannelli laterali ad elevato potere fonoassorbente e/o fono isolante, opachi o trasparenti, nelle zone a Sud del viadotto fronteggiante i tre recettori sensibili più importanti (tra la Via Aurelia e la Via La Braja).

I primi sono costituiti da due gusci in lamiera stirata di acciaio, come si diceva, a formare un involucro riempito con materassino di lana minerale e montato sulla struttura principale tramite profili in acciaio e guarnizioni a tenuta acustica; i secondi sono invece costituiti da una cornice metallica zincata e verniciata e da una doppia lastra di vetro.

I nastri trasportatori saranno racchiusi in un involucro fono isolante composto da un pannello sandwich di due lamiere di acciaio zincato con poliuretano espanso ad alto potere isolante.

Nel contempo con tale soluzione sarà possibile schermare, alla vista di chi percorre la futura passeggiata lungo mare, la zona di sosta di fronte ai "gate" di accesso al terminal container.

L'intenso traffico veicolare indotto dal viadotto, mitigato dalle barriere antirumore, inoltre, avrà l'effetto di animare il volume del viadotto di luci e colori in movimento filtrati attraverso un fitto gioco di trasparenze (Fig. 2.21).

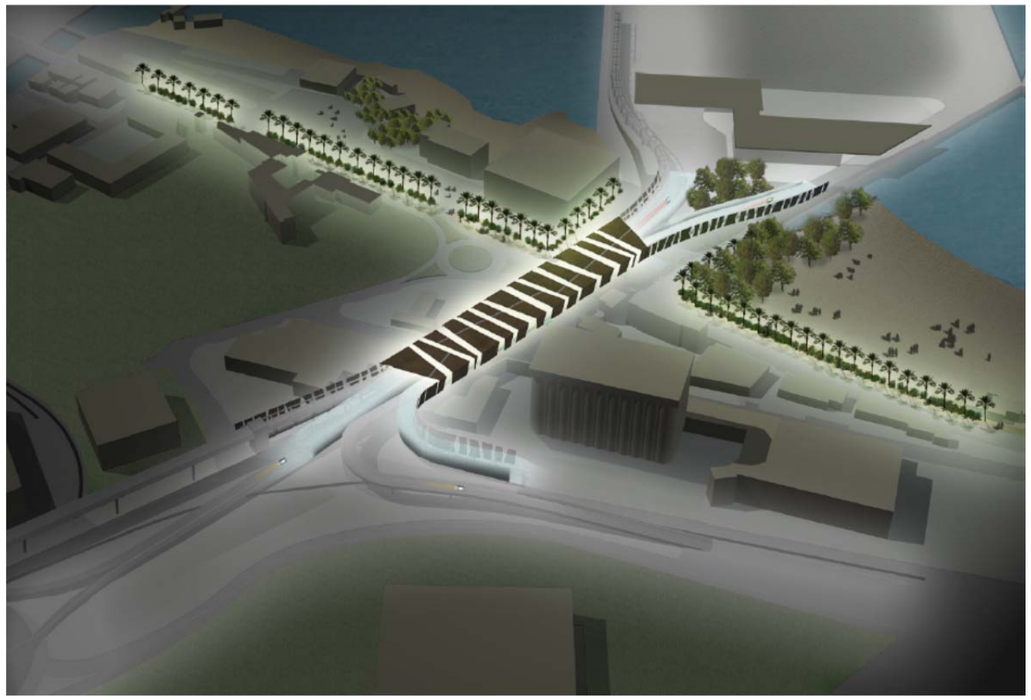
Relativamente all'illuminazione è stata posta particolare attenzione alla percezione notturna dell'opera, tenendo conto che l'illuminazione urbana ed ambientale mette in relazione l'opera con la città, creando una sorprendente scenografia urbana autonoma e distinta da quella diurna.

Attraverso gli ampi "strappi" continui nel rivestimento che interessano sia il prospetto che la copertura e l'intradosso, il potente volume chiuso del viadotto si smaterializza: di giorno la luce naturale lo attraversa mentre di notte la luce si irradia dai tagli, spezzando così la "scatola" del ponte in tanti spicchi privi di precisi contorni geometrici (Fig. 2.21**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Oltre all'impianto luminoso di servizio del viadotto e della Via Aurelia, dunque, è stata studiata una illuminazione architettonica "di accento" degli elementi principali del progetto:

- gli ampi "tagli" nel rivestimento metallico del viadotto saranno illuminati con una linea continua di led;
- le rampe veicolari che si collegano alle aree retro portuali saranno illuminate attraverso pali metallici disegnati come facenti parte dei parapetti in acciaio a creare una sorta di guscio luminoso avvolgente;
- l'utilizzo della lamiera stirata in copertura permette sia l'illuminazione naturale diurna che la ventilazione naturale, elimina completamente il problema dell'abbagliamento (agendo da frangisole), e garantisce un livello di illuminazione naturale pressoché costante anche in presenza dei tagli.





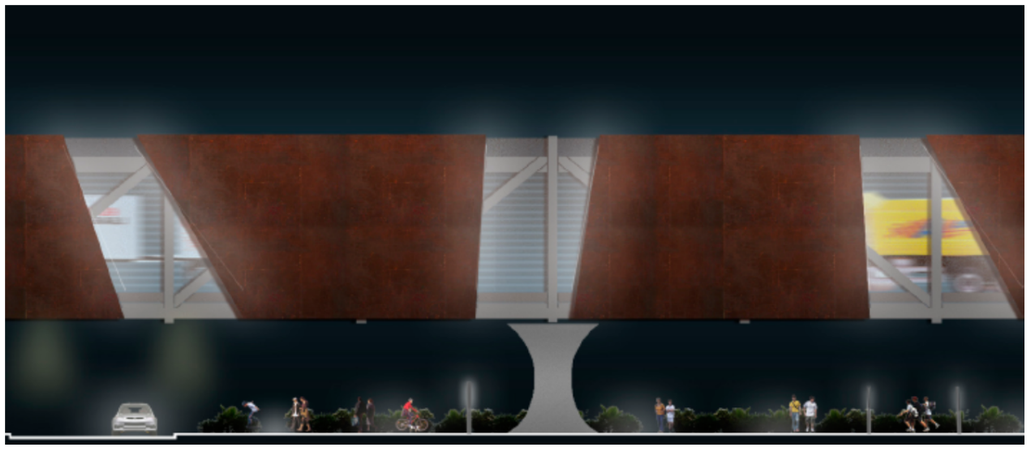


FIG. 2.21 - IMMAGINI DIURNE E NOTTURNE DEL SOVRAPPASSO.

2.5. Darsena turistica e riqualificazione costiera (comparto D)

Nel mese di Dicembre 2008, come da bando di gara di "Project Financing" indetto dall'Autorità Portuale di Savona, secondo quanto contenuto nell'Accordo di Programma, sono state presentate due soluzioni progettuali relative al comparto D.

L'Autorità Portuale ha concluso la fase di valutazione delle offerte pervenute ed è stato identificato nel Progetto Preliminare presentato dall'Associazione Temporanea di Imprese (ATI) tra Grandi Lavori Fincosit S.p.A. e Technital S.p.A. quello di maggiore valenza sulla cui base sarà avviata la seconda fase di gara.

Tale progetto, che, si ricorda, è stato incluso nella VIA sul Progetto Definitivo della piastra, ai sensi di quanto previsto al Punto 9 dell'Articolo 9 dell'Accordo di Programma, rimane, dunque, quello di riferimento e, eventualmente, non potrà che essere migliorato nel prosieguo della procedura.

La planimetria d'insieme delle opere è riportata nella figura seguente.

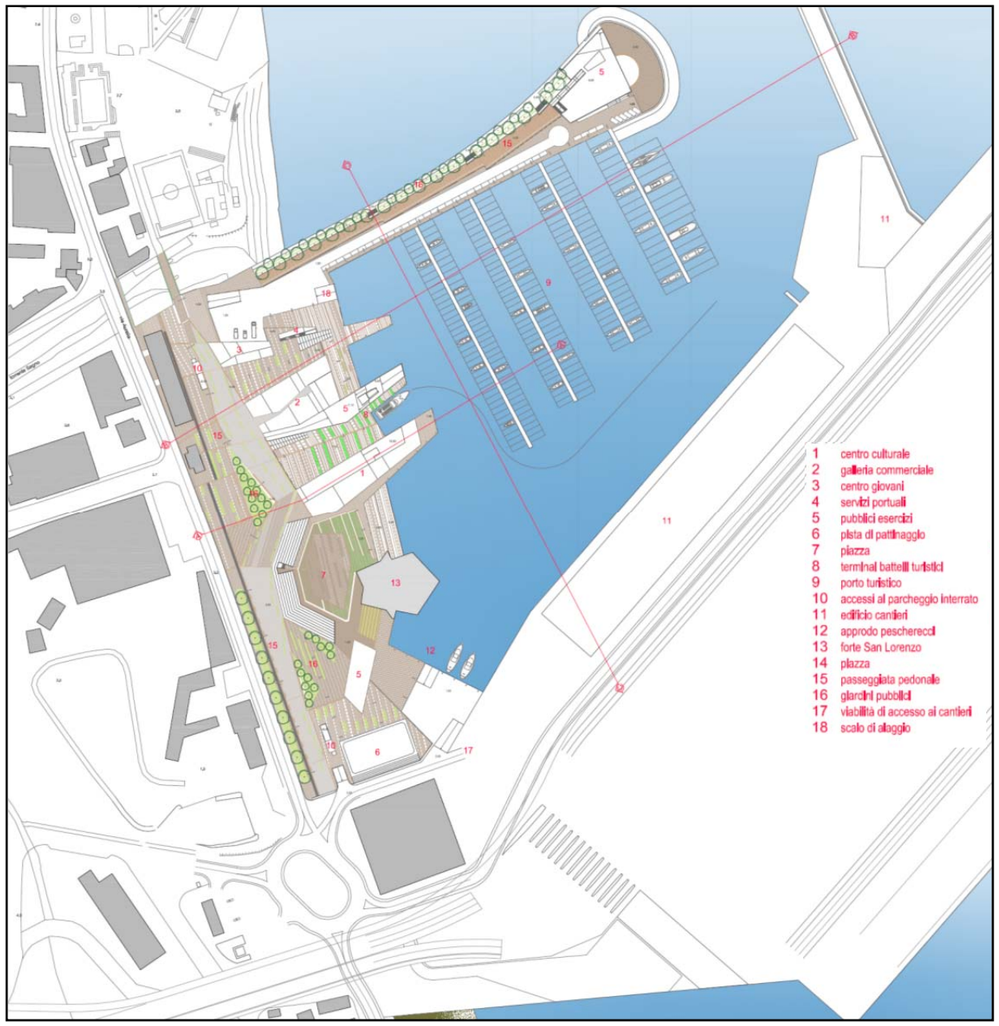


FIG. 2.22 - PLANIMETRIA DI INSIEME DELLE OPERE DI RIQUALIFICAZIONE DEL FRONTE URBANO PORTUALE DI VADO LIGURE

Darsena turistica (comparto D1)

Il comparto comprende l'intero sottoflutto e, all'interno del bacino portuale, lo specchio acqueo attrezzato con pontili (galleggianti) di attracco dei natanti.

In coerenza con quanto disposto dal SAU, il molo di sottoflutto è stato pensato come una "penisola" che, staccandosi da terra in corrispondenza della sponda destra del Torrente Segno, si presenta come prolungamento a mare della stessa, e porta la passeggiata litoranea a protendersi verso il mare aperto per concludersi nella vasta terrazza panoramica in testata, posta a copertura di un complesso edilizio (sede a sua volta di strutture sportive e pubblici esercizi) pensato come polo di attrazione sia per gli abitanti che per i visitatori.

Nel disegnare il molo-penisola è stata studiata, in particolare, la messa a punto del profilo trasversale perseguendo l'obiettivo indicato dal SAU di mitigazione dell'impatto che, in termini di percezione visiva, è indotto dalla piastra multifunzionale sul fronte mare dell'abitato di Vado.

La soluzione proposta porta a sopraelevare la passeggiata pedonale di circa tre metri rispetto alla quota di banchina (1 m s.l.m.m..), separando l'ambito eminentemente pubblico della passeggiata da quello della banchina, comunque aperto, questo, ma caratterizzato da specifica destinazione portuale. Al tempo stesso, la sopraelevazione consentirà una più libera e aperta visuale panoramica sul litorale di Vado e sulla sua rada in direzione levante, fino a Savona.

La passeggiata sul molo, che si sviluppa in piano, in quota con le sistemazioni a terra (4 m s.l.m.m.), è accessibile in ogni sua parte a persone con difficoltà o impedimenti motori ed offre, con la pavimentazione in legno, le sedute ed altri complementi di arredo, un elevato livello di finitura e comfort.

Dal lato a levante, dove il molo presenta un'altezza di 2,5 m s.l.m.m. (che discende da calcoli idraulici), una sistemazione a gradoni del terreno in declivio raccorda il piano di banchina (lato esterno del sottoflutto a quota 2,5 m s.l.m.m.) con la passeggiata, creando il necessario presupposto per l'impianto di una cortina verde (filtro percettivo tra Vado e la piastra multifunzionale), formata da doppio filare a quinconce di piante di palme.

Nella sezione così formata, al di sotto dell'impalcato ligneo della passeggiata, si ricava un volume edilizio per posti auto (box) e/o magazzini a servizio della nautica, addossato al terrapieno di levante e con affaccio diretto alla banchina interna a quota 1 m s.l.m.m., dove si sviluppa la viabilità carrabile di accesso alla struttura portuale con i relativi spazi di sosta per carico e scarico ed i punti di erogazione dei servizi tecnologici (energia elettrica, acqua, ecc.).

Longitudinalmente, l'accennata sistemazione presenta un andamento lineare, spezzato tuttavia per aderire alla lieve curvatura del sottoflutto. Nei tre punti di snodo si individuano, sotto la passeggiata, altrettanti passaggi trasversali che collegano, con brevi rampe di scala, i due fronti della banchina: quello portuale interno a quota 1 m s.l.m.m. e quello esterno a quota 2,5 m s.l.m.m., rispondendo, specialmente quest'ultimo, alla domanda di spazi per l'esercizio della pesca sportiva.

Come sopra accennato, la testata del molo-penisola ospita un polo attrattivo costituito da strutture socio-sportive complementari alla nautica da diporto (Sailing e Diving Clubs) e pubblici esercizi (ristorante-bar e discoteca).

Si tratta di un unico organismo edilizio (circa 1.500 m^2 di S.A. e altezza contenuta entro i limiti prescritti dal SAU) organizzato come di seguito descritto.

La sede dei circoli, corredata da spazi per rimessaggio, spogliatoi, ecc., si colloca nella porzione verso terra e gode di affaccio in banchina per l'alaggio delle imbarcazioni (derive). La parte verso mare è destinata al ristorante-bar con annessi servizi (cucina, cambusa, guardaroba, ecc.) e dehor (con ulteriore banco bar) in copertura, raggiungibile oltre che dall'interno (con scala e ascensore dedicati), direttamente dalla passeggiata che termina nella terrazza panoramica.

La discoteca è in stretta relazione spaziale con il locale ristorante-bar ed è provvista di una sala (interna) che dà sullo spazio antistante aperto sul mare - attraverso la ve-

trata a perimetro, in parte amovibile - pensato come naturale prolungamento, nella stagione estiva, della pista da ballo.

Fronte mare di Vado (comparto D2)

In coerenza con gli indirizzi del SAU il comparto D2 assume il ruolo di "nuova area urbana di alta qualità", caratterizzata da servizi pubblici e destinazioni d'uso ben identificati in ubicazione e superfici.

Un primo criterio di progetto ha riguardato l'uso della risorsa suolo. La superficie a disposizione (non più di quattro ettari) richiede soluzioni volte a ottimizzarne la resa, contenendo la densità edilizia entro limiti congrui rispetto alla qualità attesa del nuovo insediamento. Ciò si è ottenuto interrando i parcheggi con il vantaggio, tra l'altro, di liberare gli spazi in superficie dal traffico veicolare. Anche alcuni volumi edilizi si sono individuati in sottosuolo, come l'auditorium e le medie superfici commerciali, con il risultato di altezze fuori terra contenute (massimo due piani), bassi indici di copertura ed ampi spazi pedonali e verdi riservati al pubblico transito.

Altro criterio di progetto è stato la salvaguardia delle visuali verso mare. Al fine di assicurare, in ogni caso, la vista del mare, gli edifici sono stati disposti perpendicolarmente alla costa, lasciando tra essi ampi spazi liberi.

L'alternanza di pieni e vuoti (edifici e piazze, queste ultime che affacciano su altrettante piccole darsene a bordo banchina) è alla base di un rapporto percettivo con il mare che si rafforza anche per l'articolazione della composizione su due livelli: la quota 4 m s.l.m.m. del nastro stradale attuale (tratto a Nord, verso l'abitato di Vado Ligure) e la quota 1 m s.l.m.m. della banchina. Tale dislivello non si percepisce d'altra parte come una separazione, riassorbito come è dal prevalere, nello schema, degli elementi di raccordo, come ad esempio la grande piazza che si distende dietro e attorno al Forte di San Lorenzo (la cui impronta a terra reinterpreta la settecentesca bastionata stellare).

Inoltre vi è il raccordo stabilito dagli edifici che, radicati a terra e protesi verso il mare aperto, evocano immagini familiari di navi arenate e/o carcasse senza vita nei cantieri di demolizione attivi a Porto Vado fino a non molto tempo fa.

Con riferimento agli aspetti funzionali del progetto, l'articolazione altimetrica è anche la premessa per una soluzione di parcheggi in struttura che porta i veicoli in sottosuolo, su due livelli, rispettivamente alle quote 1 m s.l.m.m. e -2 m s.l.m.m., per complessivi 18.000 m^2 lordi (pari a 600 posti auto circa), sottraendo l'intero ambito, come si è detto, al condizionamento del traffico motorizzato.

Il livello superiore dell'autorimessa, a pari quota con la banchina, è a questa direttamente collegato tramite aperture che assicurano l'accesso pedonale ed eventualmente carrabile (limitatamente alla circolazione veicolare d'emergenza e di servizio). Un primo varco dà sulla piccola piazza tra la biblioteca e il centro commerciale, un secondo sulla grande piazza del forte.

Il parcheggio a quota 1 m s.l.m.m. sarà a rotazione, di pertinenza della struttura commerciale ma aperto al pubblico. Servirà quindi il centro commerciale ma potrà rispondere alle necessità della biblioteca, con l'auditorium e gli altri annessi servizi, anche contando su una relativa complementarietà delle rispettive fasce orarie.
Il parcheggio a quota -2 m s.l.m.m. sarà in parte a rotazione e in parte a pertinenza privata, anche eventualmente a box.

La grande piazza (4.800 m^2 circa) risponde all'esigenza di uno spazio per pubbliche manifestazioni, spettacoli (arena per cinema/teatro estivo), concerti ecc. Si apre a quota 1 m s.l.m.m. ed è racchiusa a monte, a mo' di cavea, da gradoni di raccordo con lo spazio pedonale e verde (passeggiata e giardini) a quota 4 m s.l.m.m..

Attorno alla piazza vi sono gli edifici: da Sud verso Nord, la biblioteca ovvero il centro culturale (con l'auditorium, la scuola di musica e il centro di formazione), la struttura commerciale con il ristorante-bar, il centro giovani, i servizi portuali con la capitaneria.

In posizione più defilata rispetto al nucleo dei suddetti edifici, raccolto intorno alla piazza e al Forte di San Lorenzo, sorgono rispettivamente a Sud e a Nord l'impianto sportivo (con l'edificio di servizio, sede di pubblico esercizio) e il centro giovani, mentre i servizi portuali con l'ufficio di capitaneria (pure a Nord) si collocano alla base del molo di sottoflutto, in logico rapporto con la struttura portuale.

Area cantieri (comparto D3)

Il comparto D3 si sviluppa su una superficie di 24.000 metri quadri compresa tra l'area occupata dalla piastra multifunzionale, la darsena turistica (comparto D1) ed il fronte mare di Vado (comparto D2),e si prolunga sul braccio di molo sopraflutto.

Come visibile nella Figura seguente, è prevista la realizzazione di:

- due edifici (denominati A e B), che rispondono all'esigenza di allestire attività artigianali e cantieristiche (montaggio imbarcazioni e lavorazioni di "refitting");
- piazzali per movimentazione, per tutte le operazioni di carico e scarico delle imbarcazioni ancora da assemblare o già terminate;
- area di carenaggio, per la manutenzione, la pulizia, la applicazione di pitture antivegetative, la lucidatura, interventi su carene e trasmissioni, ecc. ;
- spazio per la circolazione di automezzi, compreso tra l'edificio denominato A e la piastra multifunzionale, destinato ai mezzi pesanti di trasporto;
- spazio coperto per la circolazione di servizio, destinato al movimento di mezzi a servizio del cantiere;
- area di "travel lift" per l'alaggio ed il varo delle imbarcazioni assemblate nell'edificio denominato A e per quelle che necessitano di lavori di assistenza e "refitting";
- parcheggio a servizio dell'area;
- parte a mare, ovvero lo spazio acqueo occupato dalle imbarcazioni in allestimento, riparazione e consegna.

L'edificio denominato A è concepito per il montaggio definitivo delle imbarcazioni con dimensioni da 50' a 80' che giungono smontate dai siti di produzioni per evidenti vincoli nelle dimensioni di trasporto stradale, e si sviluppa su una superficie di 9.635 m^2 (lunghezza 235 m per una larghezza di 41 m).

L'edificio è dotato di due carroponti per il sollevamento di 50 t ciascuno che fuoriescono dal fabbricato per sollevare i pezzi direttamente dagli automezzi in arrivo dalla zona di radicamento della piattaforma. All'interno del capannone gli scafi vengono movimentati su carrelli muniti di ruote e seguono un percorso di montaggio (catena di montaggio) per poi uscire interamente finite e collaudate sul piazzale opposto.

All'interno del capannone sono presenti dei blocchi adibiti a uffici, posti ad un livello superiore rispetto alla zona di lavorazione in modo che non vi siano interferenze.

In corrispondenza dei lati più corti dell'edificio, alle estremità Nord-Est e Sud-Ovest, degli ampi portoni consentono l'accesso ad un piazzale esterno adibito alla circolazione degli automezzi, alla sosta e allo scarico dei componenti delle barche.
Intorno all'edificio è consentita la circolazione a tutti i tipi di automezzo, anche per trasporto pesante, mediante una strada di 9 m di larghezza posta sul confine tra il comparto D2 e la piastra multifunzionale. Dal lato opposto, una strada di 5 m di larghezza permette la circolazione dei mezzi di servizio al cantiere.

All'esterno dell'edificio, in direzione Nord Est, è previsto uno scalo per il varo e l'alaggio attrezzato con "travel lift" da 100 t, e un piazzale dotato di vasche per la raccolta dei residui derivati dalla pulizia delle carene sul quale avviene la movimentazione delle imbarcazioni che necessitano del carenaggio. Nella stessa area viene realizzato un distributore di carburante destinato alla fornitura esclusiva delle barche realizzate in cantiere e una pompa di evacuazione delle acque nere dalle casse delle imbarcazioni.

L'aspetto architettonico dell'edificio è quello del tipico stabilimento industriale in struttura portante metallica zincata e verniciata, dotata di travi di scorrimento per car-

roponte e ampi spazi interni per consentire la movimentazione di parti costruttive anche molto ingombranti.

Lungo la facciata rivolta verso il comparto D1 sono presenti tre accorpamenti di locali destinati a uffici e servizi, realizzati in cubi di vetro, sospesi rispetto al piano terra, che consentono un doppio affaccio, sia verso l'interno della zona produttiva che sulla nuova darsena. La regolarità del lungo prospetto viene interrotta dalla presenza dei corpi vetrati che fuoriescono dall'edificio principale con differenti affacci e profondità. Lungo la facciata si aprono due grossi portoni per consentire l'accesso e l'uscita dei carichi anche nella parte centrale.

Lungo tutto il fronte che si affaccia sulla darsena sono previsti gli ormeggi su catenaria con poppa a terra delle imbarcazioni che vengono prodotte all'interno dell'edificio A per consentire i lavori di rifinitura e completamento di accessori, strumentazione, dotazioni di bordo, equipaggiamenti vari. A tale scopo, per tutta la lunghezza sono posizionate colonnine di servizio ogni 20 m, che forniscono luce e acqua potabile alle barche ormeggiate.

Di fronte all'edificio denominato A saranno ormeggiate le imbarcazioni in allestimento e consegna di dimensioni medio-grandi (max 25 m), mentre lungo il molo di sopraflutto quelle al di sotto degli 11 m.

L'edificio denominato B è localizzato in corrispondenza del radicamento del molo di sopraflutto alla piastra multifunzionale e la forma planimetrica irregolare è stata scelta per ottimizzare lo spazio a disposizione. L'edificio in pianta si sviluppa su 1.591 m^2.

All'interno dell'edificio B saranno eseguite le lavorazioni di "refitting"; sono presenti dei laboratori per interventi sulla vetroresina, carpenteria metallica, falegnameria, officina meccanica e motoristica, tappezzerie e arredo, elettrotecnica ed elettronica, ecc..

Lungo il prospetto verso il mare sono previsti quattro portoni per la movimentazione in entrata e in uscita delle imbarcazioni che necessitano di interventi. A Sud dell'edificio si prevede di realizzare un parcheggio a servizio del comparto.

L'aspetto architettonico è della stessa tipologia proposta per l'edificio A. Sull'estremità Nord sono presenti due corpi-ufficio realizzati in cubi di vetro aggettanti, come per l'edificio A. A Nord dell'edificio B si sviluppa il molo di sopraflutto che è attrezzato per l'attracco di imbarcazioni a servizio del cantiere.

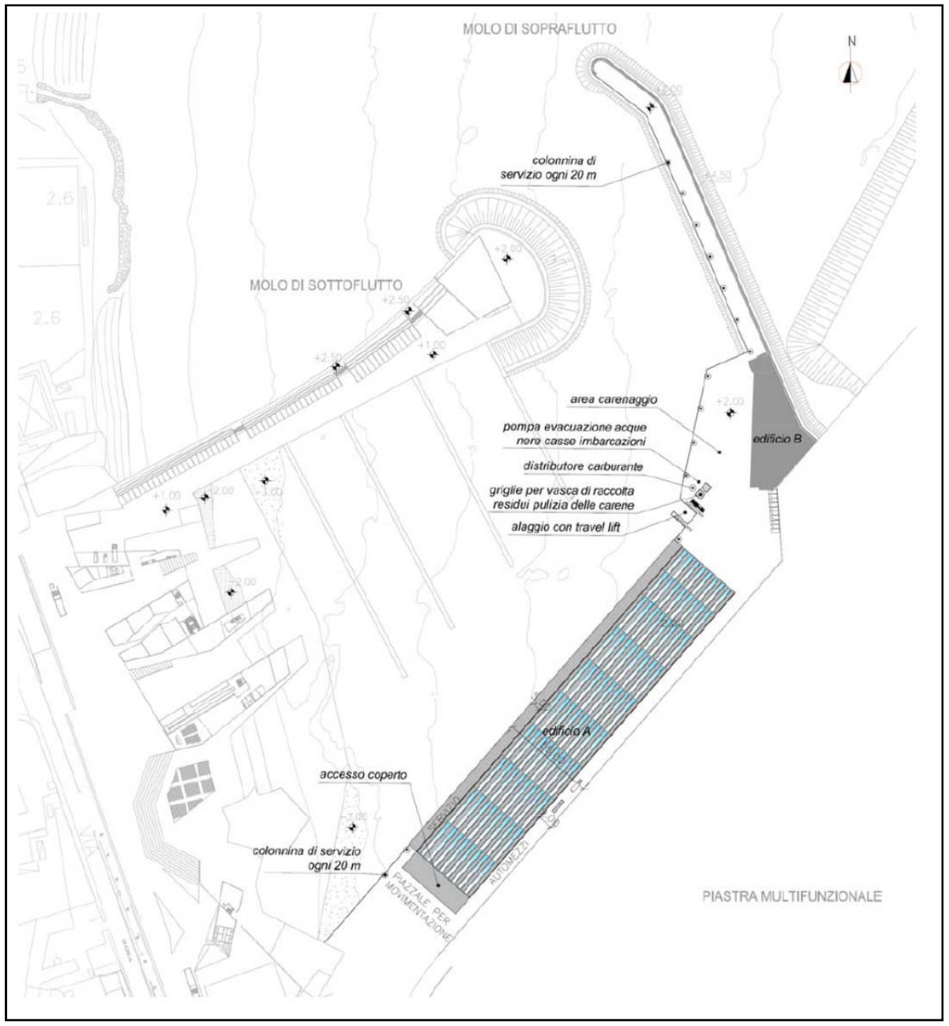


FIG. 2.23 - PLANIMETRIA DELLE OPERE DELL'AREA CANTIERI (COMPARTO D3).

Le opere di protezione della darsena turistica (comparto D1) dal moto ondoso sono di tipo tradizionale.

Il molo di sopraflutto (Fig. 2.24) presenta una testata ed una sezione corrente fino alla profondità di circa -8 m costituite da un'opera a parete verticale in cassoni imbasata su uno scanno di pietrame.

Il piede della diga lato mare è costituito da una protezione con masso guardiano e scogliera; anche sul lato porto è prevista una protezione al piede con pietrame.

La radice del molo di sopraflutto, dove verrà collocato l'edificio di servizio al cantiere, è realizzata con cassoni cellulari sul lato mare dell'opera e presenta una banchina in massi ciclopici di cls sul lato porto. Entrambe le strutture sono imbasate sopra uno scanno di pietrame e tra esse è previsto un riempimento con materiale ottenuto dagli scavi e dragaggi e con pietrame selezionato per limitare le spinte del terreno.

I cassoni cellulari, sia della radice che della sezione corrente del molo, sono riempiti con inerti all'interno delle celle e sono sormontati da un muro in calcestruzzo per limitare la tracimazione.

Il molo di sottoflutto (Fig. 2.24) è costituito da una testata in scogliera caratterizzata da uno strato esterno di massi naturali con la funzione di assorbire l'energia ondosa.

Al piede della diga è presente una protezione in scogliera che costituisce un prolungamento dello strato filtro e permette di ridurre il sormonto anticipando il frangimento dell'onda contro la mantellata principale.

E' previsto l'utilizzo di un geotessuto tra il fondale naturale e i massi della protezione al piede e tra il pietrame del nucleo e il riempimento a tergo effettuato con materiale proveniente dagli scavi. La scogliera è sormontata da una sovrastruttura in calcestruzzo con un muro paraonde lato mare al fine di limitare la tracimazione.

La sezione corrente del molo di sottoflutto è costituita, sia sul lato mare che sul lato porto, da un'opera a parete verticale realizzata in massi ciclopici di calcestruzzo.

Per limitare al minimo la riflessione all'interno del bacino portuale si è previsto che la banchina interna, anch'essa della tipologia a massi, sia dotata in sommità di una camera assorbente all'interno della quale viene collocato del pietrame con la funzione di assorbire l'energia del moto ondoso.

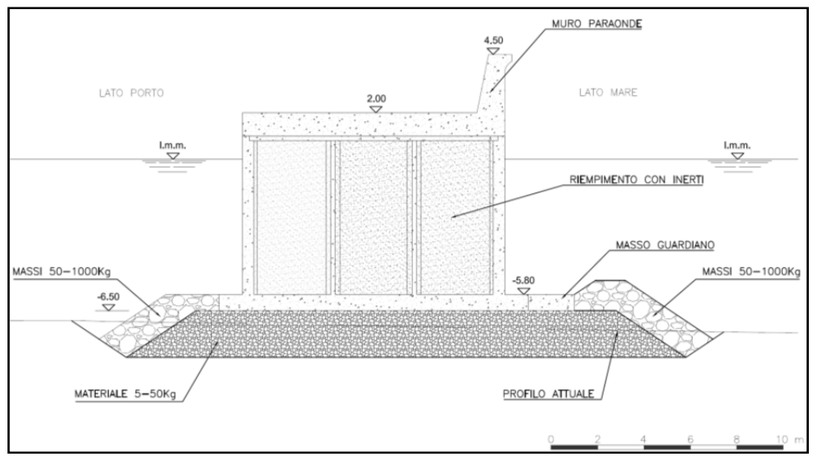
Opere marittime

L'opera è completata su entrambi i lati da un coronamento superiore in calcestruzzo.

Le banchine del cantiere e di riva (water front) sono costituite da un'opera a parete verticale realizzata tramite massi di calcestruzzo ciclopici posti in opera sopra uno scanno di scogliera (Fig. 2.25).

Anche queste banchine, come quella del molo di sottoflutto, sono dotate in sommità di una camera che assorbe l'energia del moto ondoso al fine di limitare l'agitazione interna residua. Il terreno a tergo del muro è costituito da un rinfianco di pietrame selezionato per diminuire la spinta del riempimento ed impedire il risucchio del materiale minuto dai giunti fra le pile contigue. L'opera è completata da un coronamento superiore in calcestruzzo.

L'ormeggio delle imbarcazioni all'interno della darsena avviene attraverso pontili galleggianti disposti ortogonalmente al molo di sottoflutto ed ancorati tramite un sistema di pali e cursori che permettono lo scorrimento verticale (Fig. 2.25).



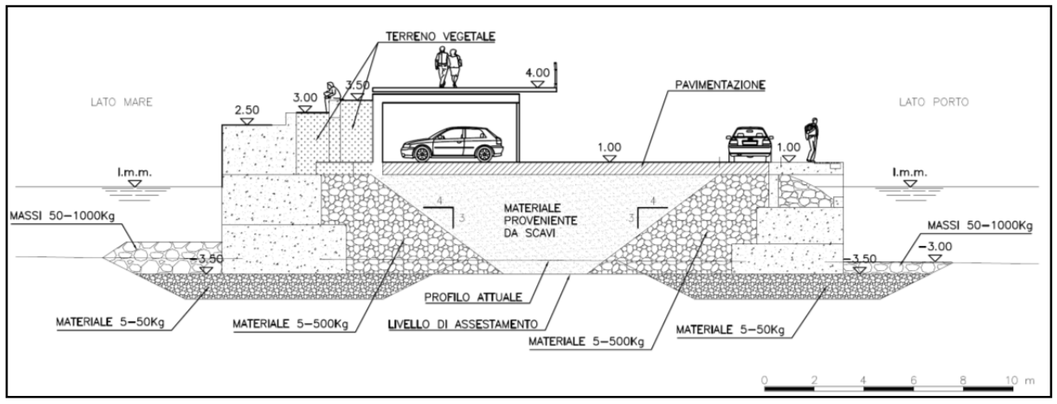
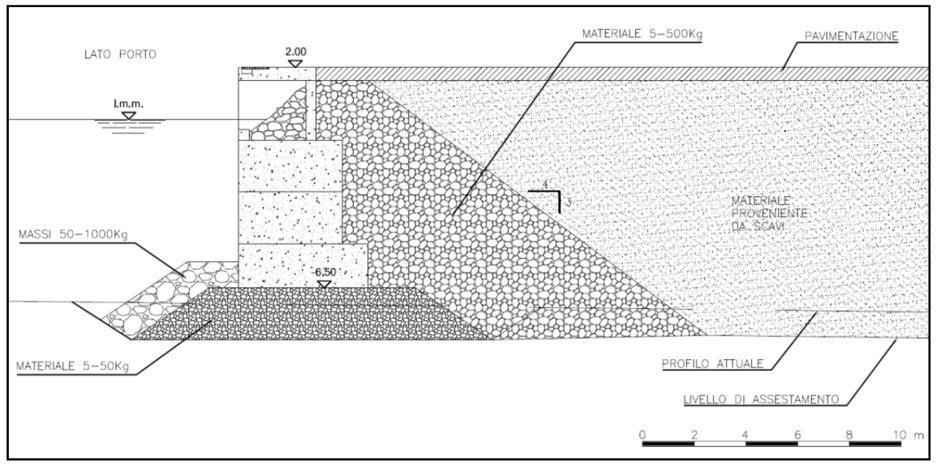


FIG. 2.24 - SEZIONE DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO



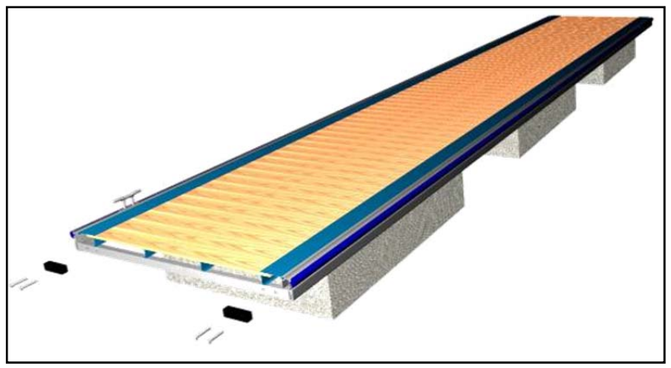


FIG. 2.25 - SEZIONE DELLA BANCHINA DI CANTIERE E PROSPETTO DEL PONTILE GALLEGGIANTE

Inserimento architettonico e paesaggistico

Nelle due figure seguenti si riportano alcune viste di inquadramento a scala paesaggistica delle opere descritte.

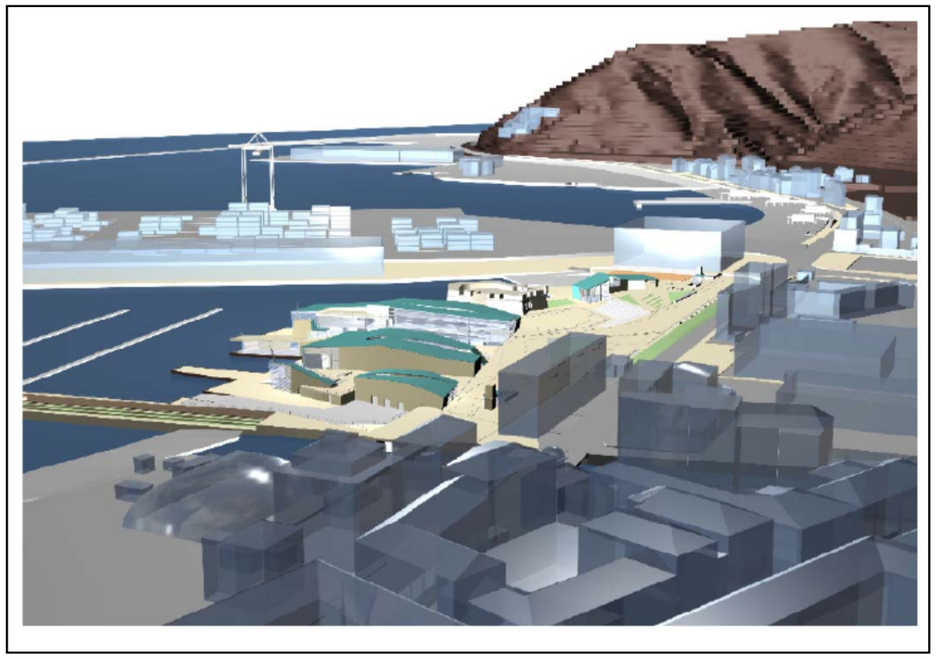


FIG. 2.26 - VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D

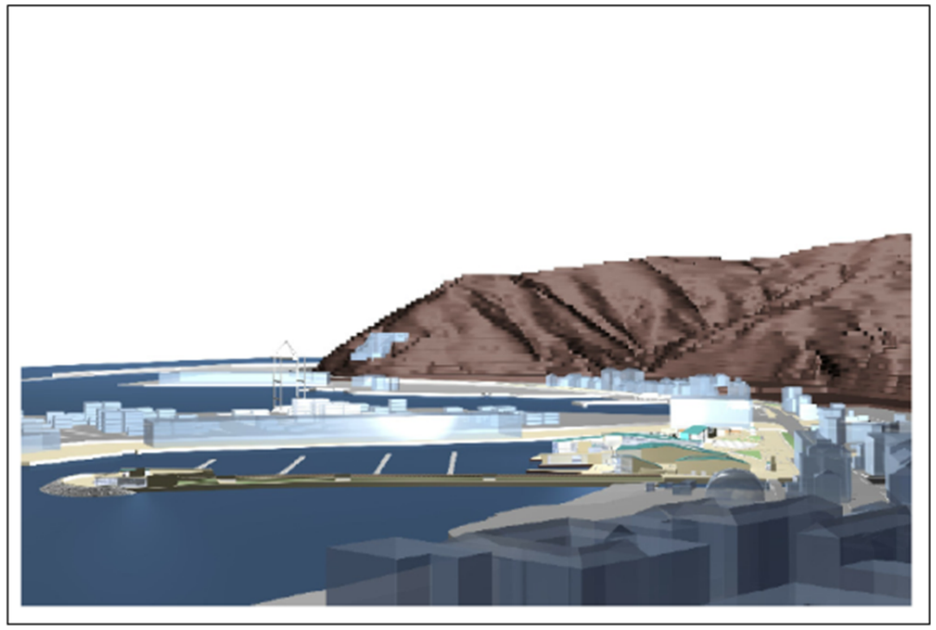




FIG. 2.27 - VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D

2.6. Casello autostradale e svincolo (località “Bossarino”)

L’Autorità Portuale di Savona, nel mese di Maggio 2007, ha commissionato l’esecuzione di uno studio di fattibilità per la realizzazione del nuovo casello e del relativo svincolo del Comune di Vado Ligure e di Quiliano da realizzarsi sull’Autostrada A10 Genova-Ventimiglia.

Lo studio di prefattibilità è stato aggiornato nel 2010 e sono seguite alcune ipotesi progettuali di livello preliminare, l’ultima delle quali redatta da SINA S.p.A. con la consulenza di IGEAS Engineering S.r.l. per conto di Autostrada dei Fiori S.p.A. nel Settembre 2013, la quale risponde ai pareri emessi da tutti gli Enti interessati dalla realizzazione di tale intervento infrastrutturale.

La definizione dell’ubicazione finale del casello e dello svincolo è stata molto complessa in virtù dei numerosi vincoli ambientali presenti. Particolare attenzione è stata riposta nel coniugare la necessità di ridurre al massimo gli impatti ambientali e di rendere accettabile il risultato in termini di sostenibilità tecnico/economica dell’intervento.

L’ubicazione del nuovo casello e del relativo svincolo è prevista a monte di Vado Ligure e Quiliano ed in particolare a monte del centro abitato di Vado Ligure (Fig. 2.28), in un’area compresa tra la zona industriale e la strada di scorrimento Savona-Vado, ottimale per la connessione dell’Autostrada A10 con la stessa strada per Savona, con la viabilità urbana e con l’Aurelia-bis, che costituisce una diretta connessione con la Via Aurelia nella zona prossima all’area portuale.

Il casello e lo svincolo consentiranno dunque di ottenere una significativa riduzione dei flussi veicolari all’interno della viabilità locale dei comuni interessati, riducendo, quindi, le criticità di percorrenza e la potenziale esposizione della popolazione a fenomeni emissivi (gas di scarico e rumore).

L'area prevista per il piazzale del casello ed il relativo parcheggio è posizionata a quota elevata rispetto al centro abitato e sfrutta la presenza di una zona pianeggiante; in questo modo essa risulta completamente schermata dalla particolare situazione morfologica e dalla vegetazione. La quota prevista per il piazzale è di 39.0 m slm, circa due metri al di sotto del piano viabile dell'Autostrada.

La connessione del casello con la viabilità extraurbana ("Aurelia bis") ed urbana (in direzione sia del centro città sia della Località Bossarino, oltre che della Valle Segno) avviene mediante una rampa bidirezionale di collegamento alla "rotatoria" posta al termine della Strada di Scorrimento per Savona.

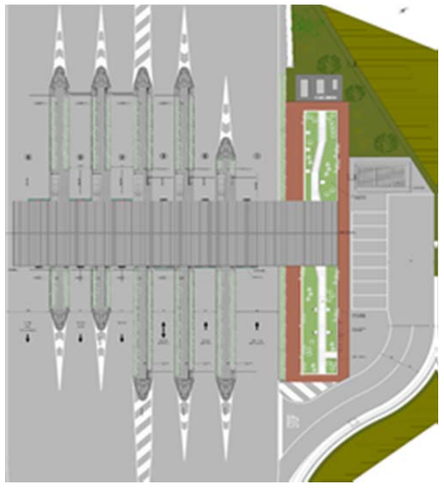
Il progetto prevede, in sintesi, i seguenti interventi:
- realizzazione di rampe di accesso ed uscita, con soluzioni parzialmente in viadotto per superare alcune locali incisioni vallive;
- realizzazione di 3 piste di entrata/uscita dei veicoli;
- realizzazione di una pensilina in corrispondenza delle isole di esazione pedaggi;
- realizzazione di un edificio ad un piano fuori terra per i vani tecnologici e per i servizi, ai quali si accede dal piazzale del casello.

Per le rampe di collegamento con la viabilità urbana è previsto il ricorso ad una soluzione parzialmente in viadotto; l'intersecazione tra i rami, se non in viadotto, viene risolta in sottopasso.

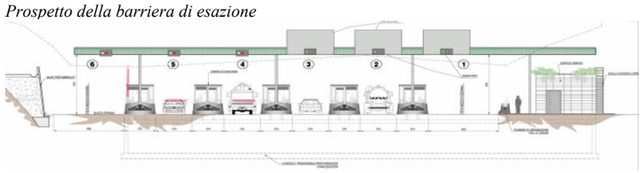


FIG. 2.28 - PLANIMETRIA GENERALE DEL CASELLO E DELLO SVINCOLO

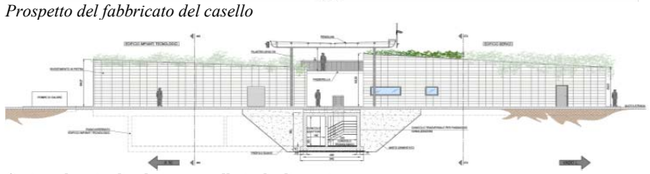
Planimetria delle isole di esazione



Prospetto della barriera di esazione



Prospetto del fabbricato del casello



Sezione longitudinale in asse alle isole di esazione

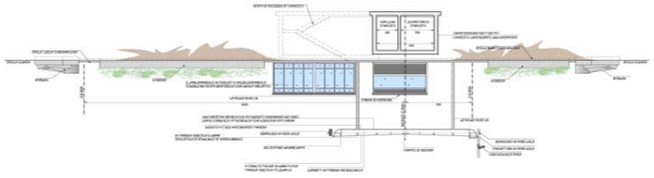


FIG. 2.29 - PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DEL CASELLO E PARTICOLARI DEI FABBRICATI

2.7. Parco ferroviario

Nell'Accordo di Programma è prevista la installazione di un innovativo sistema logistico per l'interscambio dei container tra "tractors trailers" (provenienti e diretti alla piastra multifunzionale attraverso il sovrappasso della Via Aurelia) e rotaia.
Esso sarà ubicato alle spalle della piastra multifunzionale, in posizione un po' più decentrata verso il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries), come osservabile dalla Tavola allegata all'Accordo di Programma.

La soluzione tecnologica individuata, previa verifica di fattibilità ed efficacia, è costituita da un sistema elettrificato di scambio gomma/rotaia, che consiste in un'innovativa tecnica di trasbordo orizzontale che si avvale di navette specializzate e torrette montate su appositi carrelli per il sollevamento dei container dai "tractors trailers" ai convogli ferroviari e viceversa.

Tale tecnica consente dunque di movimentare i container gestendo le operazioni di carico e scarico dei convogli senza alcuna operazione di composizione e scomposizione del treno e, soprattutto, senza la necessità di portare i convogli fuori dalla linea.

In tale modo i tempi di carico/scarico si riducono notevolmente e dunque rispetto a sistemi più tradizionali sarà possibile movimentare maggiori flussi.

L'impianto proposto, e del quale un prototipo è in fase finale di allestimento in sito, permetterà di prelevare le unità di carico dai "tractors trailers", caricarle orizzontalmente sul primo treno utile per raggiungere la prima area di destinazione con tempi di circa 40 minuti.

Il piano automatizzato di accumulo consentirà di depositare temporaneamente i container diretti a più destinazioni, in attesa dell'arrivo dei relativi treni, disaccoppiando le operazioni di carico e scarico su tutta la lunghezza dell'impianto, che sarà pari a quella di un treno tipo. Un solo binario può permettere di lavorare 15-20 treni al giorno.

In particolare, con ridottissime limitazioni legate al numero di convogli, sarà possibile depositare temporaneamente, in attesa di essere caricati, l'equivalente di tre treni import su lato mare e di due treni export, scaricati ed in attesa di essere consegnati al terminal, sul alto monte.

L'impianto consentirà quindi di disaccoppiare ed effettuare contemporaneamente le seguenti operazioni: scarico treno, ricarico treno, scarico dei container dai "tractors trailers" alla area di deposito temporaneo, carico dei container dalla stessa ai "tractors trailers", movimentazione sulle aree di deposito import ed export.

L'inquinamento atmosferico è praticamente azzerato essendo il sistema completamente alimentato con energia elettrica, mentre l'inquinamento acustico è di fatto assente in quanto i macchinari sono tutti a norma e sono eliminati, soprattutto nei confronti dell'uomo, quei fastidiosi e poco proficui avvisatori sonori che indicano la presenza del movimento di mezzi.

Una sezione schematica dell'impianto previsto a Vado Ligure è riportata nella Figura seguente. Si precisa che se il prototipo non dovesse fornire i risultati attesi, in termini di fattibilità ed efficacia , il parco ferroviario sarà comunque dotato di un similare sistema di carico e scarico con gru elettriche

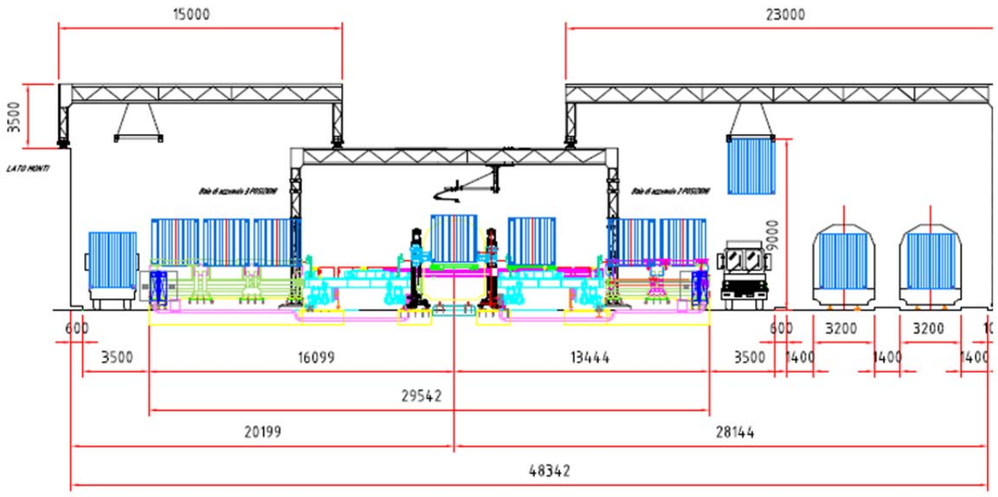


FIG. 2.30 - SEZIONE SCHEMATICA DEL SISTEMA ELETTRIFICATO DI SCAMBIO GOMMA/ROTAIA

2.8. Nuova diga foranea

In estrema sintesi, il progetto prevede la realizzazione del nuovo molo sopraflutti del bacino portuale di Vado Ligure, ottenuto con lo spostamento del tratto finale del molo sopraflutti esistente e con la costruzione ex novo del tratto terminale.
La realizzazione del nuovo molo sopraflutti è inserita tra le opere previste nel Piano Regolatore Portuale, diventato strumento urbanistico vigente dopo la ratifica del Consiglio Regionale della Regione Liguria con deliberazione n°22 del 10.08.05. La configurazione della diga da PRP è riportata nella Fig. 2.32**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

L'Accordo di Programma prevedeva che venisse realizzata una parte di tale molo sopraflutti, ovvero solo la parte rettilinea terminale dell'opera completa. Gli studi sul moto ondoso effettuati nel corso della fase progettuale preliminare hanno però imposto, per evitare l'insorgenza di pericolosi fenomeni di riflessione con conseguente agitazione ondosa interna al bacino tale da compromettere l'operatività della piattaforma, una chiusura provvisoria lato sud, che sarà assorbita nel completamento dell'opera così come prevista nello sviluppo completo di PRP.

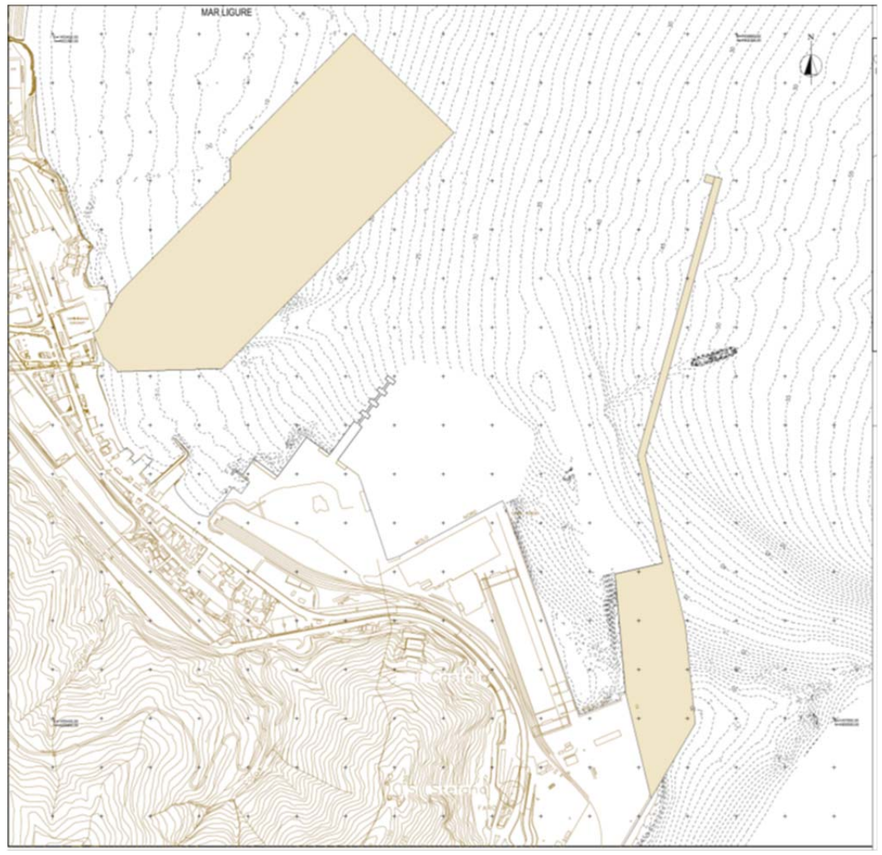


FIG. 2.31 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PIANO REGOLATORE PORTUALE

2.8.1. Stato della progettazione

Con riferimento alla configurazione del PRP è stato redatto dall'Autorità Portuale il Progetto Preliminare 509, relativo allo "Spostamento terminale del molo sopraflutti esistente e realizzazione del nuovo sopraflutti nel bacino portuale di Vado Ligure", approvato con Delibera del Comitato Portuale n°53 del 03.06.2010. Questo progetto comprende una parte delle opere del PRP e cioè solo le opere della diga foranea relativamente al tratto verso mare e non le opere relative al nuovo terrapieno ubicato alla radice della diga esistente.

Le opere di variante relative alla diga foranea oggetto della presente Perizia di variante, si riferiscono ad una prima fase delle opere previste nel progetto preliminare descritto nel seguito ed introdotte nella presente Perizia.

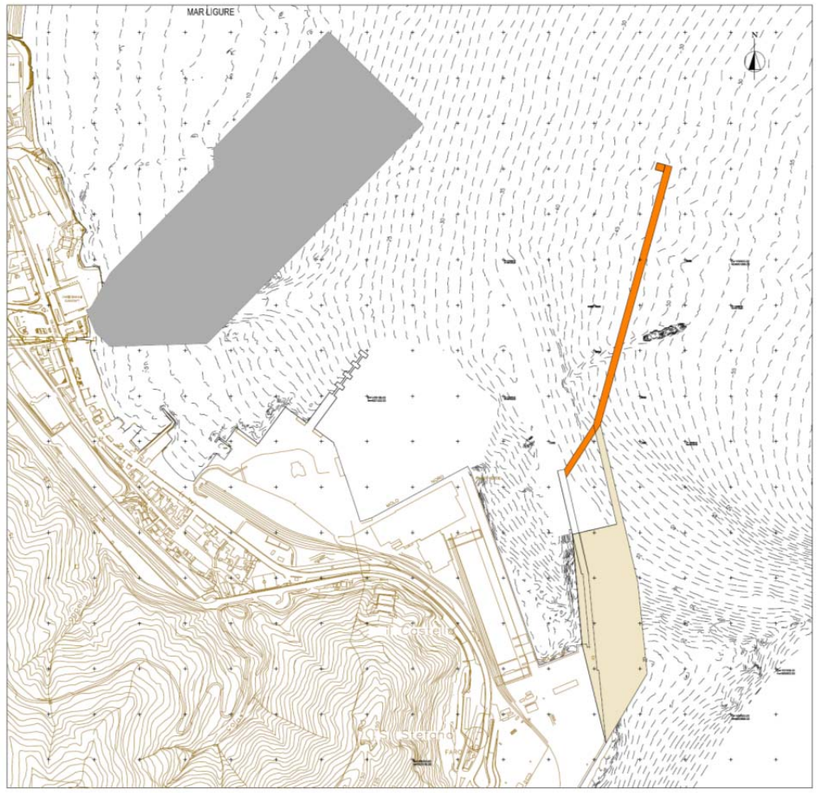


FIG. 2.32 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PROGETTO PRELIMINARE 509 REDATTO DALL'AUTORITÀ PORTUALE

2.8.2. Descrizione delle opere in progetto preliminare

La struttura foranea di nuova realizzazione è un'opera di difesa a parete verticale, realizzata, come detto, con cassoni cellulari in parte di nuova costruzione e in parte provenienti dal salpamento e riposizionamento di cassoni dell'attuale diga.
La nuova opera si innesta sulla diga esistente in corrispondenza della batimetria – 15 m per raggiungere, dopo uno sviluppo di ca. 100 m, la batimetrica -41 m. Successivamente, con un angolo di 150°, la diga prosegue con un tratto rettilineo della lunghezza di ca. 600 m insistente su fondali naturali compresi tra -41 m slm e -48 m

slm, per terminare con il cassone di testata orientato a martello per limitare la diffrazione all'interno del bacino portuale.
La diga attuale sarà smantellata per un tratto di circa 390 m. Tutti i cassoni esistenti, di diverse dimensioni, sono destinati alla ricollocazione. Saranno sottoposti ad un accurato controllo atto a verificare la loro idoneità tecnica, saranno salpati e riposizionati nel tratto iniziale del nuovo molo sopraflutti.
La parte terminale ed il martello di chiusura, di lunghezza pari a circa 270 m, saranno invece realizzati con cassoni di nuova costruzione, di lunghezza 30 m, larghezza 24 m ed imbasati a quota -25,5 m slm. Nei tratti di raccordo sono previsti cassoni speciali.
Tutti i cassoni saranno appoggiati su uno scanno di imbasamento con pendenza 2/3 realizzato con tout venant proveniente da cave e da apporti spontanei. La costruzione dello scanno sarà preceduta da una bonifica geotecnica del fondale realizzata attraverso la compenetrazione tra materiale arido di cava e fondale esistente, realizzata attraverso il controllo sia della granulometria dell'inerte sia delle condizioni di posa.
Successivamente alla posa i cassoni saranno riempiti con sabbia, in parte proveniente dallo svuotamento dei cassoni esistenti, o da materiale arido equivalente.
Ai piedi dei cassoni è prevista una fila di massi guardiani, in parte salpati dalla vecchia struttura ed in parte di nuova costruzione.
Nella parte di scanno posta a quota superiore alla batimetrica -25 m slm sarà realizzata una mantellata di protezione realizzata con scogliera di terza categoria.
Nella figura che seguono sono riportate la configurazione del progetto e le sezioni tipo dell'opera:

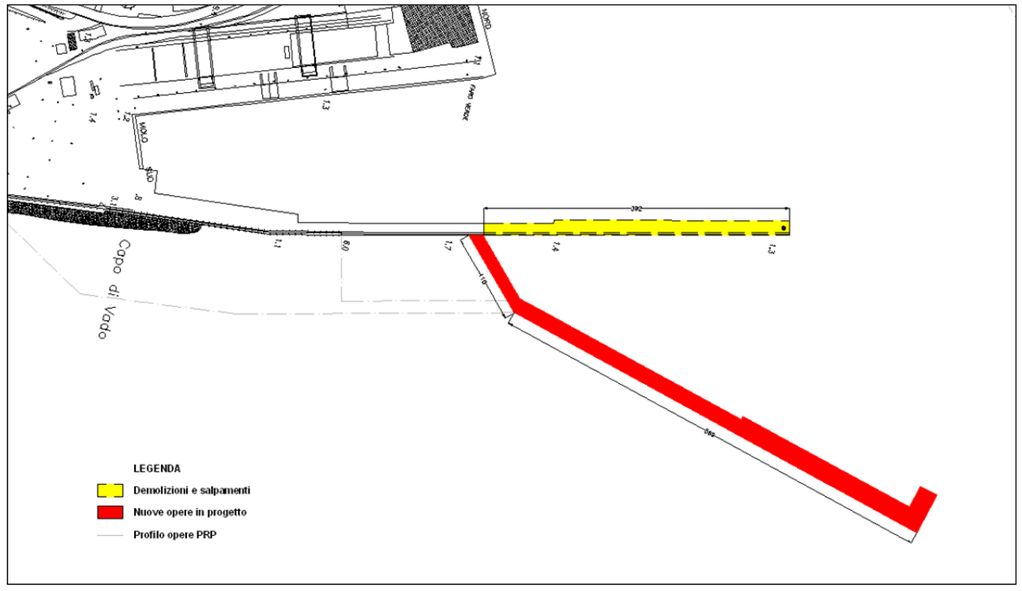


FIG. 2.33 - PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO DELLE OPERE

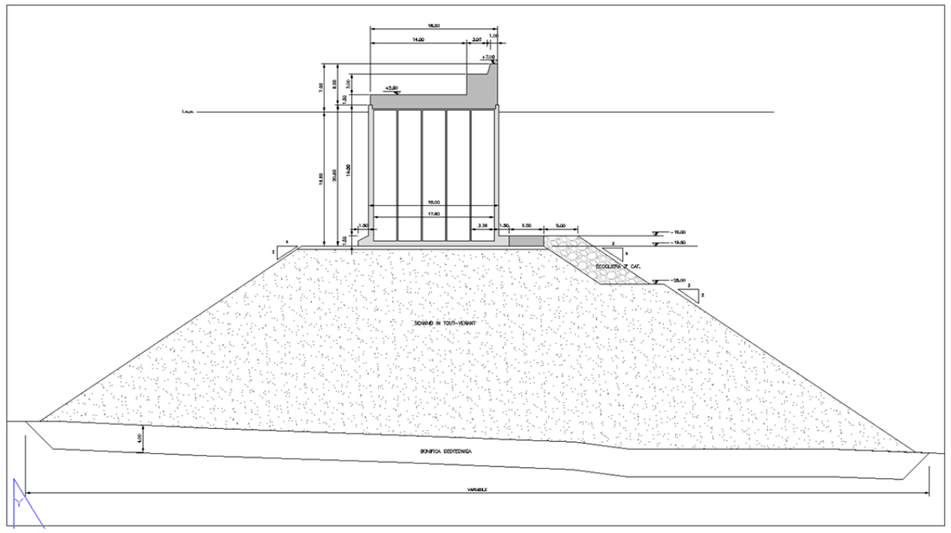


FIG. 2.34 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI SALPATI E RIPOSIZIONATI

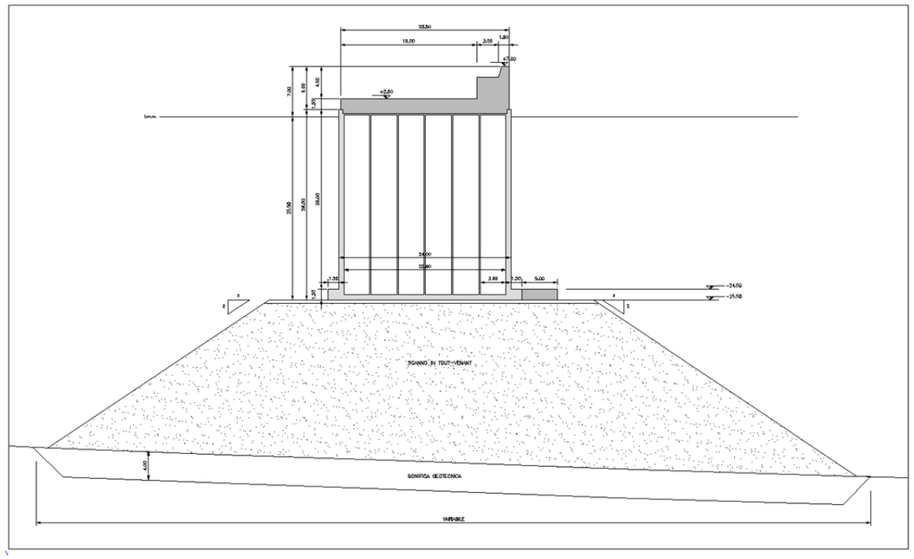


FIG. 2.35 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI DI NUOVA COSTRUZIONE

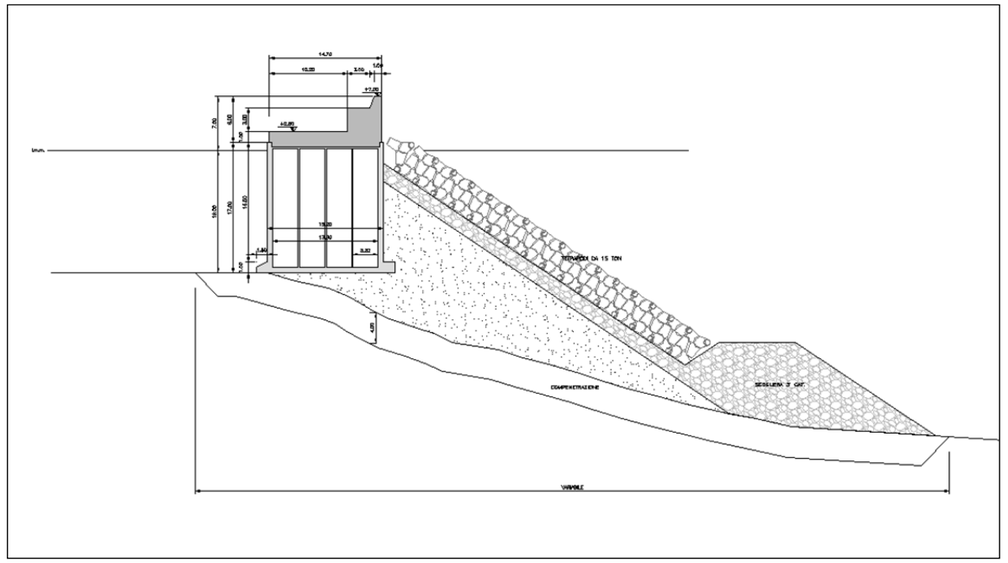


FIG. 2.36 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI H=15 M CON PROTEZIONE A GETTATA

A protezione della zona di raccordo tra la diga esistente e la nuova opera foranea sarà realizzata una piccola protezione a gettata, realizzata con un nucleo in tout-venant protetto da uno strato filtro di scogliera di seconda categoria con sovrapposta mantellata in tetrapodi da 15 t in doppia fila poggiante al piede su una berma in scogliera di terza categoria.

Tutto lo sviluppo del molo sopraflutti sarà coronato da una sovrastruttura massiva in calcestruzzo, con estradosso a +2,5 m slm, e un muro paraonde a quota + 7,0 m slm, avente la medesima sezione tipo di quello esistente.
Infine si prevede la posa di arredi: bitte e scalette e faro di segnalazione.

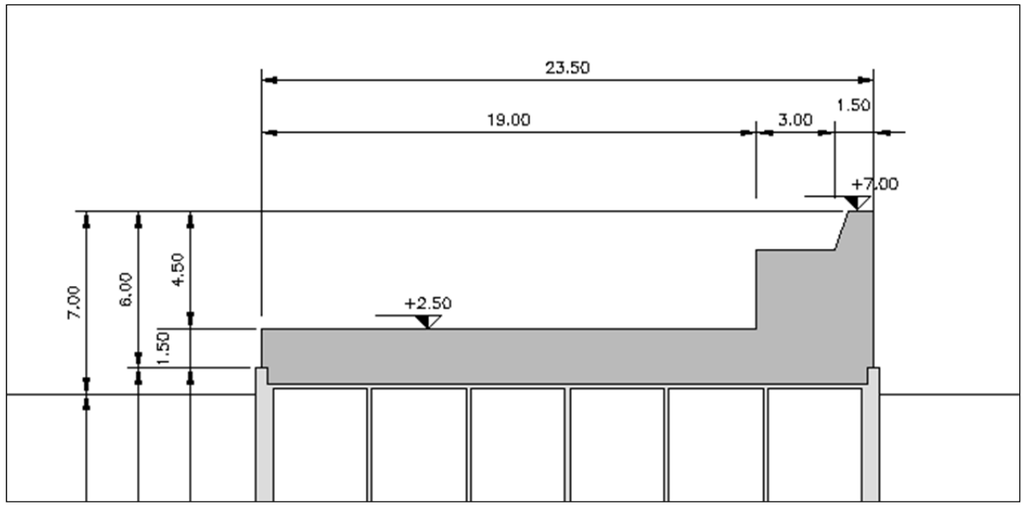


FIG. 2.37 - SEZIONE TIPO SOVRASTRUTTURA E MURO PARAONDE

2.9. Pennello alla foce del Torrente Segno

Il Torrente Segno è uno dei principali corsi d'acqua che sfocia nella rada portuale di Vado Ligure.
E' un corso d'acqua la cui asta terminale è caratterizzata da un elevato grado di antropizzazione, con la presenza di aree urbane inframmezzate da spazi industriali e produttivi. Gli interventi apportati lungo tutta l'asta fluviale e alla sua foce hanno ristretto la sezione del torrente, aumentando le possibilità di esondazione in previsione di particolari eventi pluviali già per portate cinquantennali. La sua parte terminale è stata pertanto classificata come zona a rischio idraulico molto elevato (R4).

Il Comune di Vado Ligure, anche in esecuzione di quanto stabilito dall'Accordo di Programma, ha proceduto alla progettazione preliminare volta alla mitigazione del rischio idraulico nel tratto terminale del Torrente Segno, attraverso la totale eliminazione dell'esondazione diretta in corrispondenza del centro urbano di Vado Ligure.

Il progetto preliminare ha analizzato gli interventi considerati all'interno del Piano di Bacino vigente finalizzati alla mitigazione del rischio idraulico, consistenti essenzialmente nella reinalveazione del tratto terminale del torrente Segno mediante la costruzione di un canale scolmatore in sponda destra, avente lunghezza pari a circa 550 m, sezione rettangolare di larghezza 30 m e pendenza del fondo pari allo 0,6%.

Tale intervento, di difficile realizzabilità nell'attuale contesto di forte urbanizzazione dell'area urbana di Vado Ligure a ridosso dell'asta fluviale del Torrente Segno, ha richiesto un approfondimento degli studi e l'elaborazione di un progetto alternativo. La prima redazione del progetto preliminare proponeva una serie di interventi volti a ridurre le interferenze con i manufatti di attraversamento esistenti, l'allargamento dell'alveo tra la foce ed il passante ferroviario, l'eliminazione dei parcheggi a sbalzo in sponda sinistra. L'interferenza residua con il ponte della via Aurelia veniva risolta grazie a un canale scolmatore in sponda destra, in corrispondenza della via Costa.
Tale soluzione richiedeva però il parere dell'Autorità Portuale di Savona, in quanto, come rilevato dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, l'area interessata dall'opera ricade nel Comparto D dell'accordo di programma per la realizzazione della nuova piattaforma multifunzionale di Vado Ligure.

Investita dal Comune di Vado Ligure, l'Autorità Portuale ha approfondito gli studi idraulici finalizzati all'individuazione di una soluzione alternativa in quanto il proposto canale scolmatore interferiva con il progetto per la nuova darsena. Il progetto derivante ricomprende gli interventi già individuati dal Comune con l'esclusione del canale scolmatore, prevedendo in suo luogo l'asportazione dei sedimenti dall'alveo del Torrente Segno tra foce e passante ferroviario per garantire il franco di sicurezza idraulico, unitamente alla realizzazione di una vasca di sedimentazione a valle del passante ferroviario.

Questa soluzione progettuale è stata valutata dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, ritenendola meritevole di approfondimenti con una serie di prescrizioni e la richiesta di ottemperare a diversi criteri progettuali.

Tali richieste sono state incluse nella nuova progettazione preliminare risalente a Luglio 2014, che raccoglie ed unisce le proposte di Comune ed Autorità Portuale, riproponendo tutti gli interventi del primo progetto a meno del canale scolmatore di via Alla Costa, sostituito dalla proposta di abbassamento del fondo dell'alveo e regolarizzazione delle sezioni trasversali.
All'interno del progetto, lo studio idraulico-marittimo propone anche un'opera di mitigazione volta alla riduzione dei fenomeni di erosione e deposizione già in atto lungo il litorale a Nord della foce del torrente. L'opera consiste di un corto pennello in massi naturali, radicato all'estremità meridionale della spiaggia a Nord del Segno (Fig. 2.38), con una quota di coronamento dell'ordine di +1.2÷1.5 m s.m.m), una lunghezza di circa 50 m rispetto alla linea di riva e progettato per raggiungere una profondità di quasi 2.5 m rispetto al medio mare.

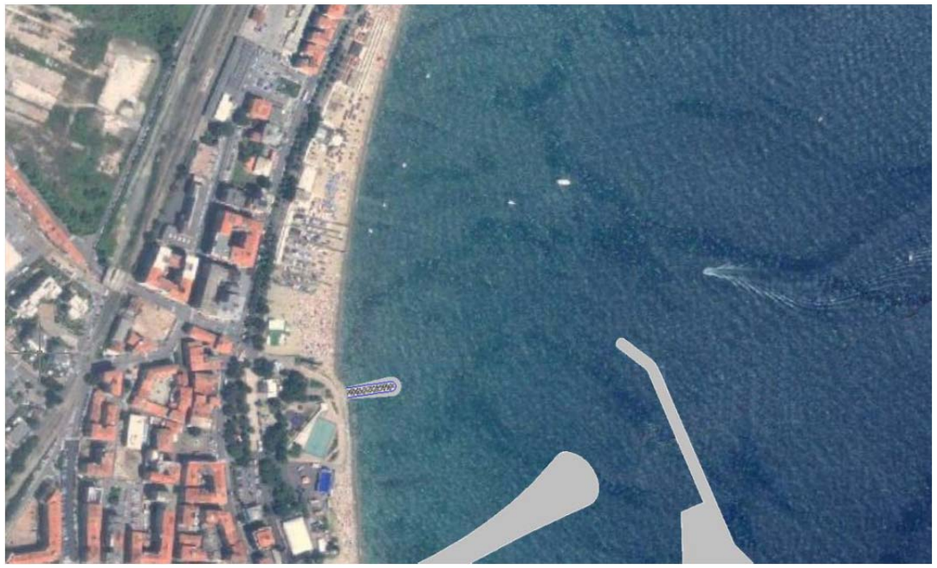


FIG. 2.38 - INTERVENTO DI MITIGAZIONE ALLA FOCE DEL TORRENTE SEGNO

Per valutare l'efficacia degli interventi di mitigazione proposti è stato eseguito, per la mareggiata ritenuta più significativa, ovvero quella di Levante, e sostanzialmente responsabile quasi totale della dinamica sedimentaria locale, lo studio su modello delle circolazioni e del trasporto solido nell'ipotesi di realizzazione del pennello con le caratteristiche descritte al paragrafo precedente.

I risultati ottenuti sono stati messi a confronto con la configurazione di P.R.P.
Dall'osservazione dei risultati si ricava che la presenza del pennello favorisce la deposizione del materiale mobilitato sopraflutto al pennello stesso, diminuendo conseguentemente la quantità di materiale in grado di spostarsi dalla spiaggia sommersa a Nord verso la foce del Segno.

Al contempo, per quanto riguarda la linea di riva, la presenza del pennello non varia in modo significativo la naturale tendenza all'arretramento della spiaggia di Zinola ed il leggero avanzamento della riva tra il terrapieno e la foce del Quiliano.

Il progetto così redatto ha ottenuto il parere positivo ai sensi dell'art.5 della l.r. 58/2009 da parte del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino (seduta del 16/09/2014, parere n°21/2014) con prescrizioni, tra le quali l'attivazione delle attività di monitoraggio dell'opera e della qualità dei sedimenti. La prescrizione 1-a), peraltro, impone che:
"il pennello da realizzare all'estremità meridionale della spiaggia a nord del Segno dovrà essere previsto tra le opere marittime ricomprese nell'accordo di programma e dovrà, in relazione agli aspetti legati al deflusso delle piene del torrente Segno, essere necessariamente realizzato prima o contestualmente agli interventi di riprofilatura del fondo alveo nel tratto a valle del ponte dell'Aurelia"

Di conseguenza, pur non essendo funzionalmente connessa con la piattaforma multifunzionale, in considerazione di questa prescrizione e a seguito di diversi incontri con la Regione Liguria, l'Autorità Portuale di Savona ha deciso di considerare tale opera di mitigazione come parte delle opere ed interventi complementari da considerare nella valutazione degli impatti in fase di esercizio della Piattaforma Multifunzionale.

3. CONDIZIONI CLIMATICHE E DATI FISICO CHIMICI DISPONIBILI - DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELL'OPERA

3.1. Rilievi topobatimetrici

L'Autorità Portuale di Savona ha reso disponibili, già per il progetto definitivo, una serie di rilievi batimetrici, realizzati negli anni precedenti, per questo progetto e per altri interventi, con la tecnologia multibeam nella rada di Vado Ligure; i rilievi erano in coordinate locali, ma facilmente riportabili in coordinate globali avendo tutti capisaldi facilmente individuabili e certi, in quanto cementati entro strutture fisse.

Erano inoltre disponibili, sempre per il Progetto Definitivo, i rilievi a terra eseguiti sempre dall'Autorità Portuale per i progetti di attraversamento dell'Aurelia e della viabilità nell'area portuale.

La variazione planimetrica della piastra stabilita dall'Accordo di Programma e la conseguente necessità di realizzare l'accosto provvisorio per lo sbarco dei prodotti petroliferi, lasciavano scoperte alcune delle aree dove dovevano essere progettate le opere civili; inoltre non era disponibile un rilievo dell'area del radicamento a terra della piastra.

Non era inoltre sufficiente alla progettazione della demolizione il materiale documentale raccolto presso i concessionari che opereranno sulla piattaforma (TRI, Esso e Petrolig) riguardante i pontili attualmente in uso.

Per tutti i motivi sopra esposti si è resa necessaria, perla realizzazione del Progetto Definitivo, l'integrazione dei rilievi, al duplice scopo di avere una mappa vettoriale in coordinate globali dell'intera area, e di possedere rilievi che coprissero tutte le aree ed i manufatti interessati nella progettazione in corso.

Le attività svolte si possono riassumere come segue:

- inquadramento topografico dell'area e traduzione dei rilievi esistenti in coordinate globali;
- rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam;
- rilievo dell'area di radicamento a terra della piattaforma;
- individuazione della rete dei sottoservizi;
- rilievo dei pontili.

3.1.1. Inquadramento topografico

Per riferire i risultati dei rilievi al Sistema Nazionale Gauss-Boaga orientato a Monte Mario è stata effettuata una poligonazione vincolata alla rete di caposaldi IGM utilizzando sistemi elettro-ottici di precisione e ricevitori satellitari: teodoliti elettronici (lettura 1 cc), vincolata a tre punti trigonometrici della rete IGM con grado di affidabilità 1° e 2°.

La poligonazione è stata anche vincolata alla rete di punti IGM95, stazionando con ricevitori satellitari:

- su almeno 2 vertici della rete IGM95 più vicini ed omogenei;
- su un congruo numero di stazioni che individuavano i vertici esterni del poligono massimo in cui erano inscritti i rilievi;
- sui centrini o capisaldi di livellazione.

E' stata inoltre effettuata una livellazione geometrica di alta precisione per collegare altimetricamente tutti i punti utilizzati per la poligonazione e stazionati con i ricevitori satellitari.

La livellazione è stata ancorata a tre capisaldi di livellazione I.G.M..

Nella zona oggetto dei rilievi sono stati ubicati capisaldi di livellazione e punti stabili di riferimento con densità di almeno uno per chilometro.

A partire quindi dai capisaldi esistenti facenti parte dei rilievi pregressi, è stato possibile tradurli in coordinate globali Gauss Boaga.

3.1.2. Rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam

L'area sottoposta a rilievo batimetrico, integrativo rispetto a quello messo a disposizione dall'Autorità Portuale di Savona, è indicata in Fig. 3.1 ed è delimitata ad Ovest dalla linea di riva, mentre a Est del rilievo esistente, considerato sufficiente al fine dell'identificazione della presenza di popolamenti biologici di fondo; l'area è completata dai punti le cui coordinate sono riportate in figura ed è esclusa l'area dell'attuale porto tra l'esistente diga foranea ed il molo dei traghetti. mentre è compresa l'area tra la futura piattaforma e il molo dei traghetti.

I dati batimetrici misurati con l'ecoscandaglio, sono elaborati mediante software specifico al fine di consentire:

- la pulizia dei dati di navigazione (in particolare salti di navigazione);
- l'applicazione delle correzioni di marea e riduzione dei dati alla superficie di riferimento richiesta;
- la produzione del Modello Digitale del Terreno (DTM) come una maglia di passo massimo 0,5 m tra la profondità di 0,0 m e 60,0 m;
- la produzione di immagini ombreggiate (Shade Relief) di dettaglio del Modello Digitale del Terreno (DTM), aventi lo scopo di consentire una corretta individuazione di formazioni sommerse che possono potenzialmente ospitare popolamenti biologici dei fondi coralligeni.
- l'estrazione dal DTM di profili batimetrici, isobate, piano quotato.

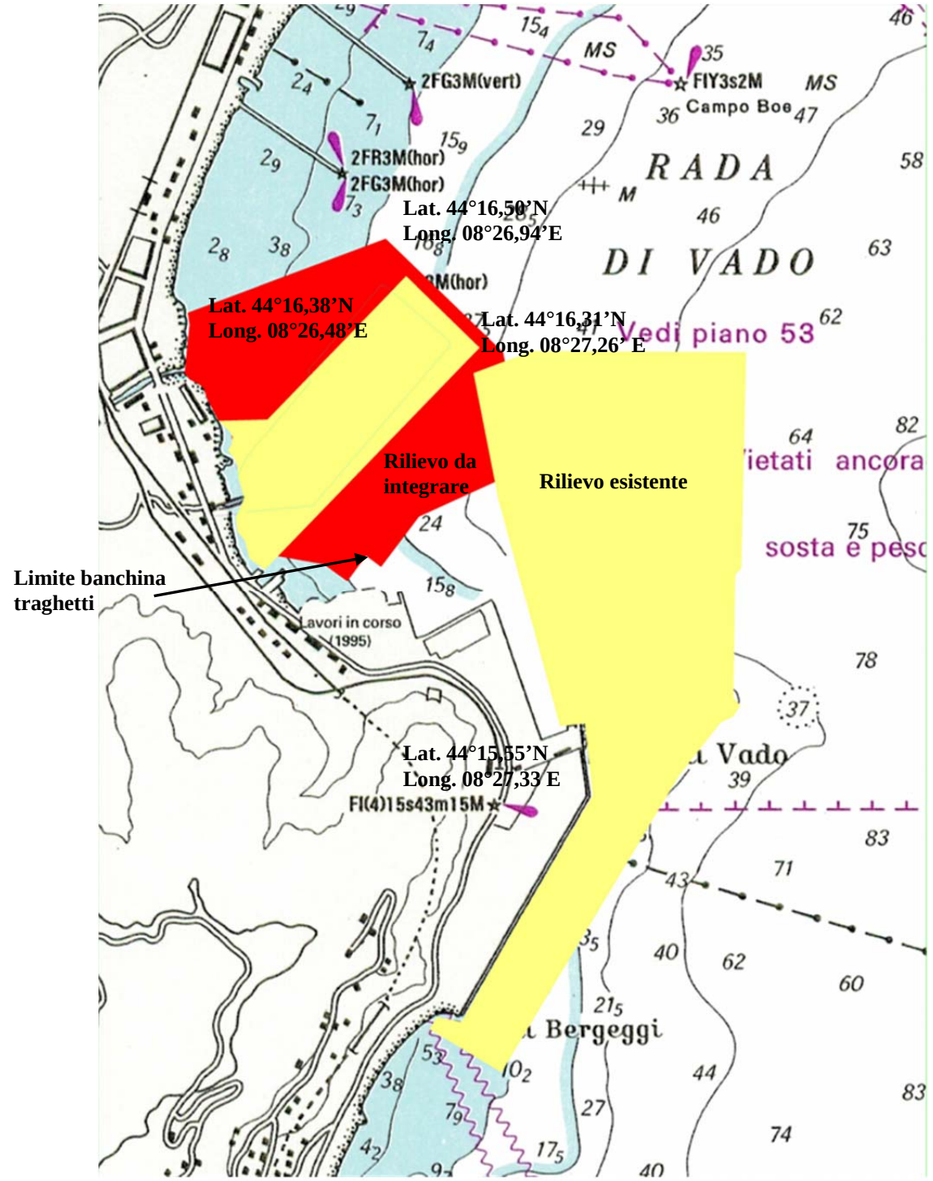


FIG. 3.1 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ZONA INTERESSATA DAL RILIEVO BATIMETRICO CON ECOSCANDAGLIO DI TIPO MULTIBEAM

3.1.3. Rilievo dell'area di intestazione a terra della piattaforma

Il rilievo planoaltimetrico topografico a terra è stato esteso a tutta la zona che rientra nei limiti indicati nella Fig. 3.2; fanno ovviamente eccezione le zone private recintate delle quali è stato fornito unicamente il rilievo degli accessi e della recinzione perimetrale.

Il rilievo di precisione ha comportato le seguenti attività:
- materializzazione di due caposaldi principali di riferimento, considerando anche quanto condotto in sede di inquadramento topografico;
- tracciamento di in una poligonale di appoggio;
- livellazione geometrica effettuata lungo la medesima poligonale;
- nell'esecuzione di un piano quotato in scala 1:500÷1:200 con estensioni in scala inferiore (1:50÷1:100) per le zone singolari (manufatti esistenti).

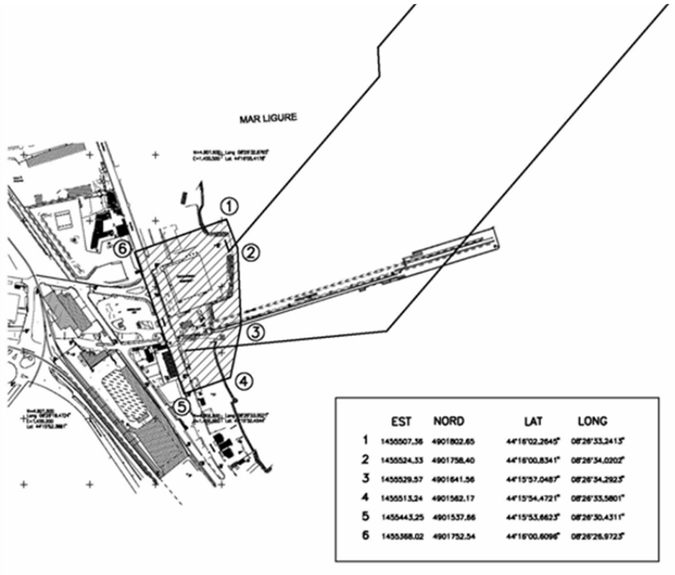


FIG. 3.2 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - AREA OVE È STATO ESEGUITO IL RILIEVO TOPOGRAFICO PER L'INTESTAZIONE A TERRA DELLA PIATTAFORMA

3.1.4. Individuazione della rete dei sottoservizi

E' stata per quanto possibile reperita, presso gli enti gestori, la documentazione relativa alle planimetrie dell'area in oggetto.

In particolare sono state oggetto del rilievo le reti dei seguenti servizi del sottosuolo:
- distribuzione energia elettrica;
- distribuzione gas metano;
- distribuzione acqua potabile;
- telefono pubblico;
- illuminazione pubblica.

3.1.5. Rilievo dei pontili

Oltre ai dati topografici dei tre pontili (rinfuse-petroli) esistenti, di cui è prevista la demolizione, sono state nel corso del rilievo individuate le varie tipologie strutturali. Le tipologie e la relativa validità sono state riportate in sezioni tipo (scala 1:20 ÷ 1:50) e planimetrie.

Per ciascuna struttura sono state individuate oltre alle quote, anche i materiali costituenti, e lo stato di conservazione, deducibile dalle fotografie allegate al rilievo.

3.1.6. Documentazione prodotta

Dopo il completamento delle attività di campo è stata restituita la seguente documentazione.

Rilievo batimetrico con ecoscandaglio tipo Multibeam

I risultati dei rilievi Fig. 3.3 sono stati restituiti in forma cartografica ed alfanumerica, su supporto informatico, accompagnati da:

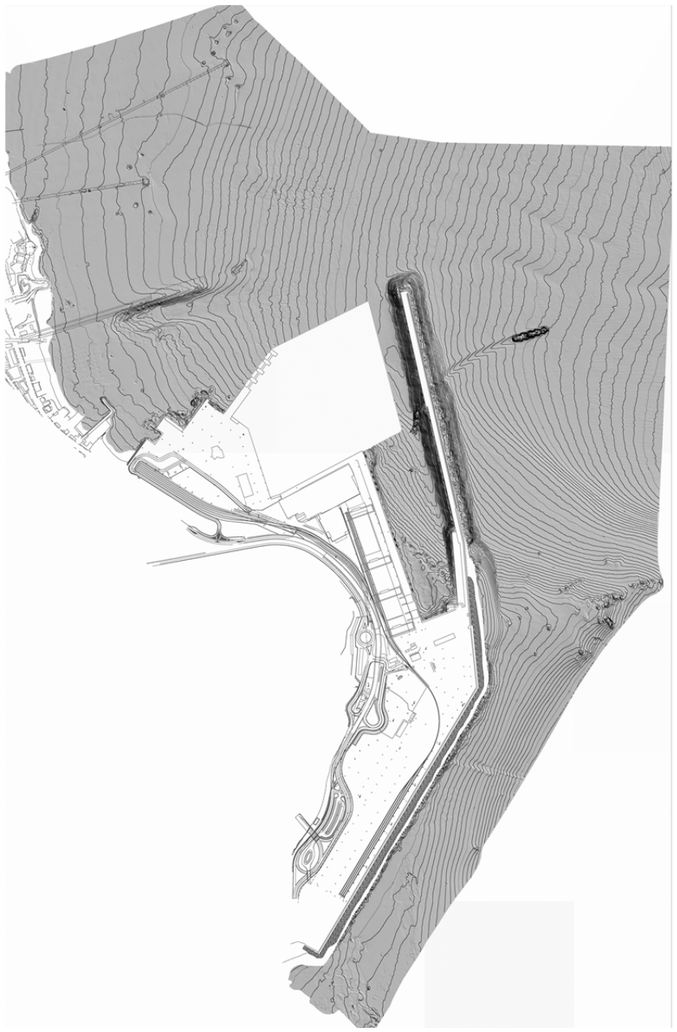


FIG. 3.3 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RILIEVO BATIMETRICO CON ECOSCANDAGLIO TIPO MULTIBEAM

– relazione descrittiva del rilievo a supporto della cartografia proposta;
– descrizione delle procedure di lavoro adottate (inclusi i risultati delle calibrazioni effettuate);
– specifiche tecniche della strumentazione utilizzata;
– monografie dei capisaldi di appoggio;
– tabelle di marea registrate nel periodo di osservazione richiesto;
– carte di navigazione con le tracce di tutti i transetti eseguiti;
– elenco dei punti battuti e/o estratti in formato ASCII organizzati in colonne che riportano le coordinate planimetriche (Coord. Gauss Boaga e UTM-WGS84) ed altimetriche riferite al livello di riferimento richiesto (l.m.m.);
– carte plano-batimetriche in formato vettoriale CAD e GIS (3D), che riportano la linea di costa, le opere a mare esistenti, le isobate. L'equidistanza delle isobate è 1.0 m rispetto al livello medio mare. Le carte riportano le tracce delle sezioni trasversali estratti ed i reticoli Gauss Boaga;
– griglia utilizzata per la generazione del DTM con file in formato ASCII XYZ, la maglia non dovrà essere superiore a 50 cm.

Rilievo dell'area di intestazione a terra della piattaforma - Sottoservizi - Rilievo dei pontili

La documentazione fornita relativamente al rilievo dell'area di intestazione a terra della piattaforma è la seguente:

– planimetria in scala 1:500 con riportata l'area rilevata ed i capisaldi ufficiali e/o nuovi della poligonale;
– monografie di tutti i punti monumentali;
– piano quotato in scala 1:200 della zona di intervento con ubicazione dei fabbricati e dei punti, su supporto magnetico (formato DWG per gli elaborati grafici e file ASCII delle triplette di punti);
– rapporto esplicativo sul lavoro topografico svolto ed ogni altra informazione utile ad una corretta interpretazione degli elaborati;
– fotografie esplicative eseguite con punto di presa ubicato sulla planimetria.
– documentazione fotografica se realizzata.

Relativamente al rilievo dei pontili è stata fornita:

- una relazione tecnica che illustra in linea di massima i criteri di impostazione delle indagini ed una descrizione delle tipologie e dello stato di conservazione delle strutture;
- copia cartacea e/o elettronica dei progetti dei pontili esistenti, se disponibili;
- planimetrie con ubicazione dei pontili;
- sezioni dei pontili;
- documentazione fotografica.

Queste attività hanno consentito di disporre di una base affidabile (Fig. 3.4), in coordinate globali, sulla quale è stata impostata la progettazione delle opere.

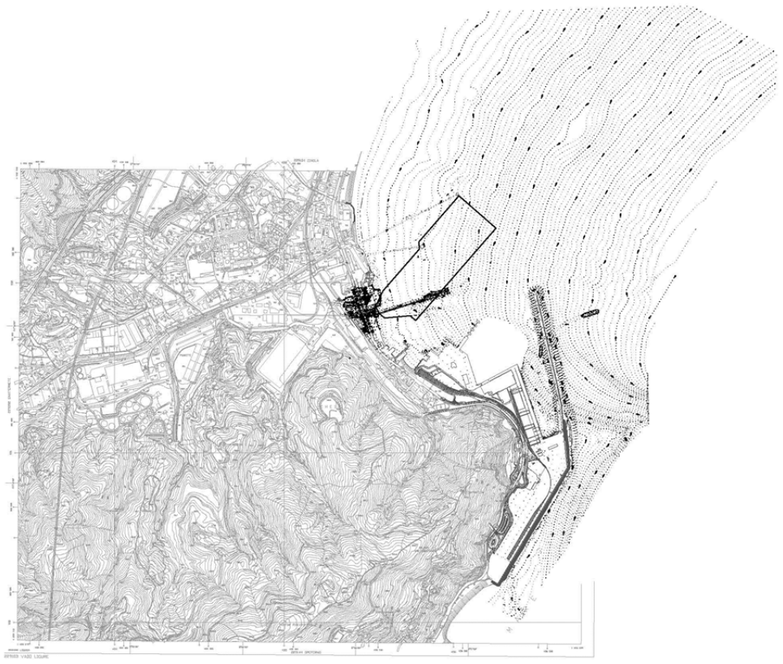


FIG. 3.4 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BASE TOPOGRAFICA

3.2. Geologia, evoluzione geomorfologica ed idrogeologica dell'area

La struttura geologica dell'area di progetto mostra la presenza di contatti trasgressivi, evidenziando una complessa storia geologica e morfologica.

Sul basamento roccioso, costituito dagli gneiss di Capo Vado, si sono depositati tanto i sedimenti granulari quaternari quanto le argille compatte probabilmente di età pliocenica.

I medesimi terreni quaternari si sono anche depositati sulle argille compatte.
Si evidenzia dunque una complessa storia deposizionale che ha messo in contatto formazioni e terreni di diverse età geologiche.

3.2.1. Lineamenti stratigrafici generali dell'area di progetto

La paleomorfologia dell'area rivela una complessa evoluzione che ha modellato particolarmente l'argilla compatta pliocenica, con accentuata geometria sulla quale si sono depositati i sedimenti granulari recenti, costituiti prevalentemente di ghiaia, sabbia e limo.
Il basamento roccioso di Capo Vado si approfondisce sotto il livello del mare in direzione NS, come evidenziato dai sondaggi del Molo Sopraflutti S1, S1bis e S2 e da quelli dell'area traghetti S07, S08, S09, S11.
La roccia quindi raggiunge notevoli profondità nell'area della nuova piastra multifunzionale.
Anche nella zona a terra della nuova piastra la roccia si trova a notevole profondità, superiore probabilmente a -80/-100 m s.l.m.m.
E' presumibile che su questa inclinata superficie rocciosa, interessata da erosioni vallive che si sviluppano in direzione Sud Nord e verso Ovest, cioè nella zona a terra della nuova piastra, si sia depositata l'argilla compatta in epoca pliocenica.
A seguito del sollevamento tettonico della linea di costa, questa argilla ha subito un processo di indurimento che le ha conferito un notevole grado di preconsolidazione, ma è anche stata erosa notevolmente, dando luogo a profonde incisioni.

L'andamento generale del tetto di questa argilla è leggermente inclinato in direzione NO-SE. Questa primitiva conformazione geologica è stata notevolmente erosa lungo l'attuale linea di costa, dietro la nuova piastra multifunzionale, ma anche nello spazio tra l'area traghetti ed il pontile Fornicoke, dove crea una fossa che risale in direzione NE per poi riprendere la sua originaria pendenza in direzione NE dall'estremità del pontile Fornicoke.
La paleomorfologia dell'argilla pliocenica mostra quindi un alto morfologico in corrispondenza della nuova piastra multifunzionale, avendo subito una pronunciata erosione lungo la linea di costa in direzione NO-SE, e sui due lati, tanto quello a NO fino all'altezza della sezione stratigrafica T4 ovvero fino a metà del pontile Esso, quanto quello a SE fino alla sezione stratigrafica T5 ovvero dall'estremità del pontile Fornicoke.
Queste erosioni laterali hanno lasciato nella zona della piastra delle zone sopraelevate nel tetto dell'argilla pliocenica tra le sezioni stratigrafiche T2-T8.
Questa complessa paleomorfologia è stata quindi coperta dai depositi granulari quaternari, ghiaie, sabbie con un'accentuata presenza di limi nella parte più superficiale.
Questi terreni hanno riempito la depressione lungo la linea di costa, ricoprendo l'argilla pliocenica nella zona della piastra, dove descrivono il fondale che si approfondisce in direzione NE. Nella zona a Sud Est hanno poi ricoperto anche il profilo della roccia di Capo Vado nell'area traghetti ed alla radice del molo frangiflutti. Seguendo l'immersione verso NE del tetto dell'argilla pliocenica si nota un considerevole aumento dello spessore della ghiaia e della sabbia limosa, che sono conformi al profilo dell'argilla pliocenica. Gli spessori degli strati limosi superiori a granulometria più fine restano praticamente invariati. Appare dunque di complessa interpretazione il periodo deposizionale di questi terreni granulari che dal tetto dell'argilla compatta mostrano un profilo fine upward, cioè la granulometria diventa più fine dal basso verso l'alto.
E' molto probabile quindi che la deposizione sia avvenuta in ambiente continentale per quanto riguarda la ghiaia e la sabbia limosa soprastante, per poi chiudersi con una deposizione di terreni a grana fine, prevalentemente limo, in acque poco profonde.
Questo processo deposizionale è stato possibile durante le glaciazioni würminane, quando il livello del mare si è abbassato fino a 100 m sotto il livello attuale.
Alla fine dell'era pleistocenica il mare è risalito da -100 m s.l.m.m. al livello attuale, con continuità tra 50000 e 12000÷10000 anni da oggi, per poi rimanere, con piccole variazioni, al livello attuale. E' in questo periodo che può essere avvenuta la deposizione di questi terreni, con un ambiente deposizionale che è passato progressivamente da continentale a bacino di sedimentazione in acque poco profonde. La deposizione continentale ha prevalso per gli strati di ghiaia e sabbia, quella in acqua di mare per i terreni fini soprastanti, come testimoniato dall'abbondante presenza di resti di forma marina, conchiglie e fossili di varia natura.
Nel seguente periodo olocenico, ovvero negli ultimi 10000 anni questi terreni sono rimasti sotto il livello del mare, più o meno come nella attuale condizione, esposti maggiormente ad erosione piuttosto che a sedimentazione.

3.2.2. Stratigrafia media ricavata dalle indagini in situ

L'esame di tutti i sondaggi geognostici e delle prove in situ effettuate nelle varie campagne di indagine, ha mostrato una successione stratigrafica, a partire dal fondale, che vede man mano il passaggio a livelli sempre più grossolani, passando pertanto da livelli a prevalenza limosa, a livelli a prevalenza sabbiosa e poi ghiaiosa. Tali livelli rappresentano la deposizione quaternaria, che si attesta sul livello di argilla pliocenica di base.
In sintesi la successione stratigrafica risulta pertanto:
- Strato superficiale poco addensato;
- Sabbia limosa;
- Ghiaia;
- Argilla;
- Roccia.

Lo strato superficiale, costituito da limo sabbioso, è stato suddiviso in due livelli denominati nel seguito L1 ed L2.
E' possibile osservare che, al di sotto della piattaforma, lo strato limoso superficiale L1 ha uno spessore medio di 4 m, variabile tra 2.5 m e 6 m, tendendo a scomparire verso terra. In corrispondenza dell'esistente pontile fornicoke, è stato quasi completamente dragato e pertanto il suo spessore si riduce ancora di più.

Il livello L2 non risulta presente lungo la costa ed il suo spessore, nell'area della futura piastra, risulta variabile tra 0 e 6 m, mediamente pari a 5 m.
Lo strato denominato SL, presente al di sotto di L1 ed L2, mostra spessori elevati lungo la costa, per ridurre il suo spessore nella prima metà della piastra a circa 4 m ed incrementarlo ancora nella zona a maggiori profondità di fondale fino a circa 13 m. In prossimità della costa, come verificato dal sondaggio S10, al di sotto dello strato di sabbia limosa SL, è presente uno strato di sabbia più pulita S con spessore che supera i 20 m. Sempre verso terra si è riscontrata la presenza di una lente a prevalenza limosa, compresa tra lo strato SL e G. Tale lente viene confermata sia delle prove CPTU che dai sondaggi eseguiti nelle diverse campagne di indagine in tale area. Lo strato di ghiaia G, posto al di sotto di SL, si insinua man mano proseguendo dalla costa verso mare, mostrando spessori mediamente pari a 4 m al di sotto della piastra, che si incrementano fino anche a 24 m lungo il lato sud della piattaforma e a 22 m verso l'estremità a mare della stessa.
Al di sotto del livello granulare sabbioso-ghiaioso posto al letto della deposizione quaternaria, si individua la deposizione pliocenica, costituita da argilla limosa/limo argilloso sovraconsolidata, che in alcuni sondaggi giunge a profondità superiore a -100 m s.l.m.m. Soltanto in alcuni sondaggi è stata incontrata quella che si può definire la roccia di base, costituita dalla formazione rocciosa che forma Capo Vado.

3.2.3. Idrogeologia

Durante l'indagine eseguita nel 1969 per il pontile Esso fu riscontrata acqua in pressione che si origina principalmente dallo strato di ghiaia G.
Durante lavori di fondazione eseguiti nell'area portuale sono state raccolte testimonianze di acqua in pressione nei terreni di fondazione.
In tutti questi casi sembra trattarsi di acqua dolce, quindi proveniente dall'entroterra.
In particole si è constatato che la risalita artesiana si è verificata soltanto nei sondaggi che hanno attraversato il livello di ghiaia G.
Si può quindi descrivere a linee generali il seguente modello idrogeologico:

- la falda continentale, con livello superiore di qualche metro al medio mare, entra in contatto con il mare attraverso la vasta depressione lungo la costa riempita da terreno granulare mediamente permeabile, vedi le sezioni stratigrafiche longitudinali e la descrizione fornita nel precedente paragrafo;
- in virtù della sua pressione superiore a quella esercitata dal mare spinge il cuneo salino verso il mare e si spinge così al di là della linea di costa;
- lo strato di ghiaia, di elevata permeabilità, cattura questa pressione e la trasporta al largo, fino al termine della nuova piastra ed oltre, come dimostrato nei sondaggi 1969.

Durante l'indagine fu osservato come la risalita d'acqua era di almeno 1 m sopra il livello del mare, sondaggio S4.
Negli altri sondaggi si è evidenziata una forte venuta di acqua in pressione. Considerando la possibile altezza della piattaforma da cui verranno eseguiti i sondaggi e le osservazioni riportate circa le venute di acqua si può considerare che la risalita sia stata tra 2 e 3 m sopra il livello del mare.
Considerando che lo spessore di L1, L2, SL sopra la ghiaia mediamente è intorno a 15 m, ne deriva un gradiente di flusso verticale verso l'alto tra 0.15 e 0.2.
Considerando però che la permeabilità del terreno diminuisce dal tetto della ghiaia verso l'alto, ne deriva che il gradiente varia con la profondità.
In prima approssimazione si può supporre che nello strato di sabbia subito a contatto con la ghiaia il gradiente sia ≤ 0.1, nello strato di limo con consistenza bassa L2 tra $0.15 \div 0.2$ e, nello strato di limo con consistenza bassa L1 possa giungere fino a 0.3, comunque con valori compresi tra 0.25 e 0.30. E' plausibile ritenere che la presenza di tale gradiente possa avere influito sullo stato di addensamento dello strato superficiale di limo.
Per quanto riguarda la storia deposizionale dei terreni è probabile che la deposizione di L1 ed L2 sia avvenuta prima o contemporaneamente alla pressione artesiana. Il tutto è riconducibile all'entroterra, se è stato sempre più alto del livello del mare e quindi in grado di trasmettere o meno una pressione artesiana nei terreni sotto il livello del mare.

3.2.4. Caratterizzazione sismica

In considerazione delle particolari caratteristiche dei terreni di fondazione della piastra multifunzionale di Vado Ligure è stato ritenuto opportuno verificare la risposta sismica locale utilizzando accelerogrammi rappresentativi della sismicità locale, accogliendo così il suggerimento contenuto nel DM 14/01/2008.

In questo modo è stato modellato il terreno di fondazione con le sue caratteristiche geotecniche e con lo spessore effettivo dei differenti strati di cui è composto.

Sono stati utilizzati accelerogrammi, scelti dalla banca dati mondiale, che meglio approssimano il grado di sismicità dell'area di Vado Ligure, sia in relazione al livello di accelerazioni indotte che al contenuto di frequenza, velocità e spostamenti al suolo.

Per $T_r = 475$ anni la massima accelerazione su suolo rigido a_g è pari a 0.058g, mentre per $T_r = 975$ è pari a 0.074g.

I terreni di fondazione della piastra multifunzionale di deposizione recente in alcune zone poggiano su una potente coltre alluvionale di sabbia e ghiaia, in altre su una più modesta coltre alluvionale seguita dall'argilla pliocenica.

In ambedue i casi la velocità V_s superiore a 360 m/s, che individua l'inizio di un suolo di categoria B, può farsi iniziare a circa 60 m di profondità dal fondale. Pertanto, gli accelerogrammi scelti per le loro caratteristiche (vedasi seguito) si devono considerare applicati ad un suolo di categoria B, per il quale la normativa definisce l'accelerazione massima al suolo tramite i coefficienti di sito S_S ed S_T, che nel presente caso risultano:

– per $T_r = 475$ anni, $S_S = 1.2$ ed $S_T = 1$, quindi $a_g = 0.058 \times 1.2 \times 1 = 0.069$g.
– per $T_r = 975$ anni, $S_S = 1.2$ ed $S_T = 1$, quindi $a_g = 0.074 \times 1.2 \times 1 = 0.089$g.

Pertanto gli accelerogrammi selezionati sono stati scalati a questo valore di accelerazione ed applicati, dopo procedura di deconvoluzione, al letto del profilo stratigrafico di spessore 60 m comprendente gli strati granulari L1, L2, SL e G.

– L1 e L2 sono gli strati superficiali teneri prevalentemente limosi.
– SL è lo strato sotto L2 di sabbia limosa poco addensata.
– G è lo strato di ghiaia compatta.

L'analisi dinamica svolta con il modello di propagazione monodimensionale 1D ha prodotto lo spettro di risposta a livello del fondale.

Lo spettro ottenuto al piano del fondale dalle analisi di risposta sismica locale condotte, è stato confrontato con quello di normativa relativo al suolo di categoria D, per i due periodi di ritorno considerati, osservando quanto segue:

– per $T_r = 475$ anni
  - la risposta sismica locale è più amplificata di D per $0.3s \le T \le 0.75s$, mentre è meno amplificata per $T > 0.75s$;
  - nel terreno di fondazione l'amplificazione dell'accelerazione orizzontale si verifica solo nei primi 12 m, con valore medio di $a_{g\ max}$ fino a 0.15g, costante su tutti i 12 m;
  - i primi 12 m rappresentano nel profilo medio adottato per l'analisi 1D gli strati L1, L2, Sl che stanno sopra lo strato di ghiaia G e/o all'argilla compatta pliocenica.
– per Tr = 975 anni
  - la risposta sismica locale induce una amplificazione significativamente maggiore rispetto al caso di Tr=475, dovuta ragionevolmente al comportamento fortemente non lineare dei terreni attraversati;
  - tale amplificazione riguarda sia il valore di PGA, che raggiunge 0.2-0.21g, sia lo spettro nell'intervallo di periodi compreso tra circa 0.3s a 1.0s, dove lo spettro risultato delle analisi è decisamente superiore alle indicazioni di normativa.

3.3. Indagini geotecniche e caratterizzazione dei terreni di fondazione

3.3.1. Indagini antecedenti il Progetto (ante 2006)

3.3.1.1 Ampliamento Pontile Esso - SGI/SIPAC 1969

Sono stati effettuati 10 sondaggi geognostici lungo lo sviluppo del pontile esistente e del prolungamento, proposto nel progetto di ampliamento, ma non realizzato.
I sondaggi sono stati eseguiti a carotaggio continuo, con prove in sito SPT e Vane Test, prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per le prove di laboratorio.
Sono state individuate sostanzialmente due formazioni, una superficiale di natura granulare ed una profonda costituita da limi ed argille compatti.
Questa indagine ha permesso di documentare, ai fini di questo studio, la presenza di un flusso di acqua dolce in condizione artesiana rispetto al fondale, che trova la sua maggiore diffusione attraverso lo strato di ghiaia di cui si è detto.
Nel corso della realizzazione dei sondaggi infatti è stata riscontrata la risalita attraverso il tubo di rivestimento di acqua in pressione, una volta attraversato il livello limoso sabbioso più superficiale e raggiunto lo strato ghiaioso a più alta permeabilità.

3.3.1.2 Pontile Fornicoke - Studio Celotti 1974

Nell'ambito del progetto sono stati effettuati 2 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT e prelievo di campioni.

3.3.1.3 Prolungamento molo sopraflutti di Capo Vado - RC 1976

Nell'ambito del progetto sono stati effettuati 6 sondaggi geognostici lungo lo sviluppo del prolungamento del futuro molo.
I sondaggi sono stati effettuati a carotaggio continuo, con prove in sito SPT e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati per le prove di laboratorio.
Nei primi quattro sondaggi, procedendo da Capo Vado verso il largo, si è incontrata roccia al letto del livello granulare sovrastante, costituita da gneiss, denominato Granito del Torrente Letimbro, che si presenta in uno stato alterato.
Nell'ambito del livello granulare superficiale si è chiaramente individuata una porzione poco addensata, poggiante su un livello ghiaioso sabbioso la cui potenza incrementa procedendo verso mare, a scapito della roccia che tende ad inabissarsi per non essere più individuata nei due sondaggi posti sui fondali più profondi.

3.3.1.4 Molo Traghetti - RC 1980

Nell'ambito del progetto si fa riferimento alle stratigrafie di 7 sondaggi - S07, S08, S09, S10, S11, S12 e S13.
Per i sondaggi S07 - S09 non sono disponibili le stratigrafie di dettaglio, ma è fornita una sezione stratigrafica schematica da cui si evince la presenza di un livello granulare sabbioso limoso della potenza di circa 10 m poggiante su roccia.
La stessa roccia si individua nel sondaggio S11, mentre il sondaggio S10 incontra l'argilla compatta.

3.3.2. Indagini per il Progetto della Piastra Multifunzionale

3.3.2.1 Indagine a base del Progetto Preliminare (Garassino 2006)

La campagna geognostica per il Progetto Preliminare è stata svolta nel 2006 a cura dello Studio Garassino.
L'indagine comprende una cospicua mole di indagini in sito, costituite da:
- 13 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con prove SPT;
- 14 prove penetrometriche statiche CPTU;
- 7 prove dilatometriche;
- prove pressiometriche nei fori di sondaggio;
- prove di laboratorio.

3.3.2.2 Indagine a base del Progetto Definitivo del 2008

Le indagini svolte per il progetto preliminare nel 2006, di cui si è detto nel precedente paragrafo, per distribuzione areale e tipologia è stata giudicata idonea a fornire tutti gli elementi geologici e geotecnici per il Progetto Definitivo.
E' stato tuttavia necessario condurre una campagna di indagine addizionale, al fine di definire le caratteristiche geotecniche dello strato limoso superficiale, presente in tutta l'area occupata dalla futura nuova piastra multifunzionale.
Le particolari caratteristiche geotecniche in sito di questo strato, che ha uno spessore mediamente pari a 10 m, non ha permesso nel corso dell'indagine Garassino 2006 il recupero di campioni rappresentativi, né disturbati né rimaneggiati.
E' stato quindi necessario condurre un'indagine geognostica addizionale, mirata al prelievo di campioni soltanto da questo strato superficiale.
La necessità di avere campioni rappresentativi di questo terreno si manifesta anche al fine di avere una corretta interpretazione delle prove penetrometriche statiche CPTUS e Dilatometriche del 2006.
L'indagine addizionale è stata condotta sia con metodo Vibrocore che con campionamento utilizzando il campionatore con pistone Osterberg.
Il prelievo con Vibrocore è stato spinto fino a 6 m di profondità dal fondale ed ha prelevato sostanzialmente campioni rimaneggiati.
Il campionatore Osterberg è stato impiegato in sondaggi spinti fino a circa 12 m di profondità dal fondale, nei quali è stato eseguito il campionamento continuo del terreno, appunto utilizzando il campionatore Osterberg a pistone.

3.3.2.3 Indagine Pr. Esecutivo - Campo prova area rilevato del 2011

Poiché la campagna di indagine del 2008 non ha permesso il recupero di campioni indisturbati rappresentativi delle condizioni in sito degli strati limosi superficiali, all'interno del campo prova sono state previste una serie di indagini da eseguirsi sul terreno naturale, atte ad ottenere campioni più rappresentativi del terreno in sito.

In particolare, al fine di arrecare il minimo disturbo durante il campionamento si è ricorsi a campionatori di tecnologia Carmacoring, congelando l'intera fustella subito dopo il prelievo.
In aggiunta si sono eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni con Osterberg e Shelby, anche in questo caso congelando immediatamente i campioni ottenuti.
Le indagini sono state eseguite sia prima che dopo le operazioni di precarica ed, in particolare, sono state:

- Prove eseguite prima della precarica:
  - 2 campionamenti a gravità, SS111 e SS113, di lunghezza 2 m con tecnologia Carmacoring (carotiere SW104);
  - 2 campionamenti a gravità, denominati SS110 e SS112, del terreno di fondazione con tecnologia Carmacoring (carotiere a pistone CP20), con lunghezza 7 m;
  - 4 prove penetrometriche statiche con misura delle pressioni neutre, di cui 2 con misura anche della velocità delle onde di taglio, denominate CPTU103, CPTU104, SCPTU105 ed SCPTU106;
  - 2 sondaggi a carotaggio continuo denominati i/35 e i/15 con prelievo di campioni.
- Prove eseguite prima della precarica:
  - 3 sondaggi a carotaggio continuo denominati S100, S 101 ed S102 con prelievo di campioni;
  - 3 prove penetrometriche statiche con misura delle pressioni neutre, di cui 1 con misura anche della velocità delle onde di taglio, denominate CPTU108, CPTU109, e SCPTU105

3.3.3. Indagini per il Progetto della Nuova Diga Foranea

La campagna di indagine del 2014 ha visto l'esecuzione di vibrocore, lungo l'asse della futura Diga, più due sondaggi realizzati lungo il molo sopraflutti.
Le indagini lungo la Nuova Diga hanno interessato soltanto gli strati più superfi-ciali, penetrando nel fondale per soli 3-4 m. I due sondaggi S1 ed S2 eseguiti all'interno

della diga esistente hanno invece attraversato il corpo diga, spingendosi almeno 15-20 m all'interno del fondale, raggiungendo entrambi la roccia di base.
Alcuni campioni sono stati prelevati e sono stati mandati in laboratorio dove si sono eseguite per lo più prove di classificazione.

Tali sondaggi hanno confermato la stratigrafia del molo sopraflutti già valutata con la precedente campagna di indagine e si è potuta meglio definire quella al di sotto dell'asse della Nuova Diga, che mostra in ogni caso la stessa successione di strati:

- L: limi e limi sabbiosi;
- SL: sabbie limose;
- G: ghiaie e ghiaietto;
- R: substrato roccioso.

In aggiunta a tali sondaggi è inoltre stato eseguito nel 2006 un profilo sismico, procedendo da terra verso mare, attraversando la futura diga intorno alla -47 m l.m.m.

3.3.4. Caratterizzazione dei terreni di fondazione

La caratterizzazione dei terreni di fondazione ha potuto usufruire di un notevole numero di indagini, eseguite sia nell'ambito del progetto della Piastra Multifunzionale, che nell'ambito della costruzione di opere ad essa adiacenti.
Tutte le indagini, sia i sondaggi che le prove in sito, hanno quindi evidenziato, a partire dal fondale, la presenza di una serie di strati a granulometria man mano crescente con la profondità, al di sotto dei quali è presente uno strato di argilla pliocenica compatta, seguita infine dalla roccia di base.

In particolare in superficie si ritrovano 9 m di materiale costituito per la maggior parte da limo di scarsa consistenza, che è sono stati suddivisi in due strati, L1 ed L2. Il primo, di spessore circa 4 m, è risultato sovraconsolidato presumibilmente ad opere dell'azione ciclica delle onde. Tale sovraconsolidazione scompare nel successivo L2. Tali strati risultano i più importanti per la stabilità ed i cedimenti dell'opera. Segue quindi uno strato a prevalenza sabbiosa con limo, denominato SL, che mostra una maggiore consistenza, talvolta intercalato da lenti più limose. Infine si ritrova uno strato di ghiaia sabbiosa che si poggia sull'argilla di base, a maggiore resistenza e consistenza, che si poggia sullo strati di argilla pliocenica di base.

I due strati limosi non sono presenti verso la costa, ma compaiono gradatamente per poi assestarsi ad uno spessore circa costante. Gli strati di sabbia SL e ghiaia G invece mostrano una certa variabilità di spessore lungo le varie sezione della Piastra, così come l'argilla di base. Quest'ultima infatti risulta più superficiale nella parte centrale della Piastra, per poi approfondirsi tutt'attorno.

In Tab. 3.1 si riporta la stratigrafia media nell'area della Piastra Multifunzionale.

TAB. 3.1 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE- STRATIGRAFIA DI PROGETTO

STRATIGRAFIA MEDIA DI PROGETTO		
Spessore medio (m)	Strato	Note
4.0	L1	Limo sabbioso con spessore variabile tra 3 e 6 m.
4.0	L2	Limo con spessore medio abbastanza costante su tutta l'area.
5.0	SL	Strati alternati di spessore variabile di sabbie più o meno limose. A luoghi lo strato può contenere sottolivelli di limo sabbioso. Lato costa e per fondali più profondi di -15 m l.m.m. lo spessore si incrementa mediamente a 16 m.
15.0	S	Sabbia pulita presente soltanto lungo la costa a profondità superiori ai 15 m.
4.0	G	Ghiaia con sabbia e poco limo con spessore variabile tra 2 e 8 m, che incrementa notevolmente trasversalmente verso sud fino a spessori medi di 20 m.
Indefinito	A	Argilla compatta pliocenica. E' assente a ridosso della costa.

Sulla base dei risultati delle prove di laboratorio che in sito si è potuta ricavare la caratterizzazione dei diversi strati di fondazione, che viene riportata nella seguente Tab. 3.2.

Si sottolinea che la compressibilità è stata definita per i materiali sabbiosi e ghiaiosi in termini di legge di variazione del modulo elastico con lo stato tensionale, indicandone il rapporto con il corrisponde modulo di ricompressione una volta definito un fissato livello tensionale. Invece la compressibilità dei materiali limosi ed argillosi è stata definita in termini di rapporto di compressione e di ricompressione, dai quali è

possibile, se necessario ricavare per ciascun livello tensionale il relativo modulo elastico.

La permeabilità degli strati limosi, rispetto ai risultati della prove prima presentate, è stata fissata più sulla base dei risultati delle prove di dissipazione che non di quelle edometriche essendo le prime ritenute più rappresentative delle effettive condizioni di drenaggio in sito.

Si ritiene, inoltre, di caratterizzare i terreni limosi superficiali in termini di resistenza drenata, anziché in termini di resistenza non drenata, fornendo tuttavia la legge di variazione di quest'ultima con lo stato tensionale.

Le analisi per la valutazione dei cedimenti e della stabilità nelle diverse fasi costruttive sono state svolte con riferimento alle resistenze drenate tenendo però opportunamente conto delle sovrappressioni neutre generate dalle singole fasi di lavoro, ovvero si sono eseguite analisi non consolidate non drenate in sforzi efficaci.

TAB. 3.2 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CARATTERIZZAZIONE PROGETTO ESECUTIVO

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Livello	γ	IP	G_s	OCR	e_0	K	c_v	C_u	c'	φ'	E (*) (MPa)		G_{max}	α_{Eur} (**)	CR RR	C_α	ν	k_0
	(kN/m³)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m/s)	(m²/s)	(kPa)	(kPa)	(°)	m	n	(MPa)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
L1	16	10	2.73	5	1.35	3E-8	5E-6	(***)	0	33	1.5	0.75	15	14	0.135 0.0096	3E-3	0.35	0.50
L2	17	10	2.73	1	1.28	3E-8	7E-6	(***)	0	32	1.5	0.75	40	13	0.135 0.0096	3E-3	0.35	0.50
SL/S	18	-	2.72	1	1.20	1E-7	-	-	0	32	15	0.6	70	9	-	-	0.30	0.50
G	19	-	2.72	1	-	1E-5	-	-	0	40	30	0.6	120	8	-	-	0.30	0.50
A	18.5	20	2.75	≥ 3	1.00	1E-9	3E-6	200	200	27	-		150	-	0.27 0.025	1E-3	0.25	1.50

(*) Per SL e G il modulo E varia con lo stato tensionale tramite la formula seguente:
$E = m(\sigma'_v/p_a)^n$ dove p_a = pressione atmosferica,
σ'_v = sforzo verticale agente = σ'_{v0} allo stato naturale
= $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$ in presenza delle opere
Per L1, L2 e A le caratteristiche di deformabilità sono ricavabili da CR ed RR, adeguandoli al valore della tensione efficace agente.

(**) E_{ur} si ottiene da E attraverso il fattore α_{Eur} quindi: $E_{ur} = \alpha_{Eur} \times E$

(***) Per individuare il valore di Cu per L1 ed L2 si può utilizzare la seguente relazione:
$Cu = 0.46 \cdot OCR^{0.7} \sigma'_v$

3.4. Qualità dei sedimenti

I fondali interessati dalla piastra multifunzionale sono stati oggetto di tre campagne di indagine volte a definirne le caratteristiche chimiche.

La prima campagna è stata condotta nell'Aprile del 2006[1], nell'ambito delle attività propedeutiche al bando di gara di "Project Financing" in quanto l'Autorità Portuale di Savona ha ritenuto opportuno affiancare agli accertamenti di carattere geotecnico (citati al Paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) anche verifiche preliminari di qualità ambientale, in relazione alle previste attività di dragaggio e riempimento e per eventuali confronti con la normativa vigente, nazionale e regionale.

La seconda campagna, è stata condotta tra Maggio e Luglio del 2008 nell'ambito del Progetto Definitivo in esame, a valle dell'emanazione della Deliberazione della

1 Autorità Portuale di Savona, 2006, "Area della Piattaforma Multipurpose. Verifica preliminare di conformità ambientale di suolo e sottosuolo".

Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006 e, soprattutto, del Parere di Prefattibilità Ambientale della Regione Liguria n° 136/216 del 5 Giugno 2007.
Si è trattato dunque di un vero e proprio Piano di Caratterizzazione, tarato sul layout della piastra multifunzionale definitivo, cioè quello dell'Accordo di Programma e che ha visto, per quanto attiene la definizione del contenuto della Specifica Tecnica delle indagini, il coinvolgimento della Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Ecosistema Costiero) e dell'ARPAL (incontro del 18 Marzo 2008, di poco antecedente all'avvio della procedura di "scoping").

Le attività di campo sono state svolte dalla Fugro Oceansismica S.p.A., mentre le indagini analitiche sono state svolte dalla Servizi Geotecnici Liguri srl di Vado Ligure per quanto attiene i parametri fisici e dal Dipartimento Provinciale di Savona dell'ARPAL per quanto attiene i parametri chimici.

La terza campagna è stata invece condotta nel mese di Febbraio 2009, e si configura come un'integrazione della precedente, essendo stata prevista a seguito della necessità emerse in sede di progetto di:

- estendere l'area di indagine in prossimità della banchina di levante della piastra multifunzionale, a seguito di quanto previsto nella versione finale dell'Accordo di Programma che ha mutato la destinazione d'uso della banchina in testata e, appunto, di levante;
- estendere, a seguito sempre di quanto previsto dall'Accordo di Programma, l'area di indagine ai fondali che saranno interessati dall'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) durante le fasi di realizzazione della piastra multifunzionale;
- estendere l'area di indagini ai fondali antistanti il cantiere navale dell'Eurocraft che dovranno essere interessati dalla realizzazione di una banchina di servizio (anticipazione di parte del comparto D2 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) al fine di non interferire con le attività della stessa Eurocraft durante la costruzione della piastra.

Le indagini sono state condotte secondo quanto riportato nella Specifica Tecnica già adottata nel 2008 ed hanno visto come esecutori della attività di campo la Drafinsub Survey srl e la Geopolaris Srl e come esecutore delle attività analitiche il laboratorio CPG di Ceccarelli & C snc.

Il Dipartimento Provinciale di Savona dell'ARPAL, invece, ha svolto le attività di intercalibrazione e controllo così come previsto dalla DGR 955/06 [2].

Le indagini condotte nel 2008 e le integrazioni del 2009 hanno consentito di rispondere alla prescrizione n° 3 formulata della Regione Liguria in sede di Prefattibilità Ambientale (Parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007).

Nel 2015 altre indagini integrative sono state eseguite nell'area della piastra che, a seguito della rotazione imposta dalla DGR n°1118/09, non risultava coperta dalle indagini. Le indagini, eseguite da ARPAL, comprendono il punto individuato all'interno dello SIA approvato con Delibera n°254/2015 e altri punti concordati con gli enti locali, anche in prossimità dei punti di indagine già svolti.
I parametri di indagine hanno riguardato tutte le sostanze elencate nella tabella "Parametri da Analizzare" della D.G.R 955/06 s.m.i. ed i risultati dei sondaggi da DI1 a DI4 sono stati adoperati, come da piano concordato con ARPAL, nell'elaborazione dell'Analisi di Rischio riportata successivamente che aggiorna quelle svolte negli elaborati relativi alle precedenti fasi progettuali.

Descrizione delle indagini eseguite

Indagini preliminari del 2006

2 Si precisa che i verbali di campionamento redatti da ARPAL ai sensi della DGR 955/06 sono allegati al Progetto Definitivo (cod. elaborato: MI010P-PD-G-B-R-2006), mentre le procedura di intercalibrazione tra il laboratorio CPG ed ARPAL è attualmente in corso di esecuzione. I risultati descritti non tengono dunque conto della suddetta procedura, che sarà ovviamente considerata in sede di Progetto Esecutivo, all'atto di richiesta dell'istanza di autorizzazione al dragaggio ai sensi della DGR 955/06. Si sottolinea comunque che i fattori moltiplicativi applicati nell'analisi di rischio condotta ai sensi della DGR 955/06, e di cui nei seguito (Paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**), sono stati volutamente cautelativi e contemplano dunque abbondantemente differenze sino ad ora emerse, o che potranno emergere, dalla procedura di intercalibrazione.

Sono state individuate tre aree di indagine (Fig. 3.6): una, denominata Zona A, pari a 100.000 m^2 circa, destinata, secondo le ipotesi del progetto posto a base di gara dall'Autorità Portuale di Savona, a riempimento (la cosiddetta area a terra della piastra), una, denominata Zona B, in corrispondenza allo spigolo Sud Est della piastra, destinata a dragaggio (accosto banchina container) ed una, denominata Zona C, in corrispondenza dei fondali dove la piastra sarà a "a giorno".

L'ubicazione delle indagini in ciascuna zona è riportata in Fig. 3.6con riferimento al layout della piastra posto a base del bando di gara di "Project Financing", ovvero il layout previsto in Piano Regolatore Portuale.

Nella Zona A e nella Zona B si è proceduto alla sovrapposizione di una griglia di 100x100 m e all'individuazione di un punto di indagine in ciascuna area unitaria risultante, mentre nella Zona C, non essendo interessata dalla movimentazione di sedimenti sono stati individuati alcuni punti di indagine di verifica senza alcun criterio "geometrico".

Le indagini sono state eseguite precedentemente alla DGR 955/06; l'impostazione metodologica è stata dunque lievemente differente ma comunque idonea a permettere le valutazioni preliminari necessarie.

I campioni di sedimento prelevati nella Zona A sono stati sottoposti alle analisi chimiche, secondo le metodiche del Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 , per i seguenti parametri: Idrocarburi leggeri (C<12), Idrocarburi pesanti (C>12), Metalli pesanti (Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo esavalente, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco, Stagno), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).

I campioni di sedimento prelevati dalla Zona B e dalla Zona C sono stati invece sottoposti ad analisi chimiche secondo le metodiche previste sia dal succitato D.Lgs. 152/06 sia dal Decreto Ministeriale del 24 Gennaio 1996, recante direttive per lo scarico nelle acque superficiali di materiali derivanti da escavo dei fondali. Pertanto, i parametri analizzati sono stati:

- per il D.Lgs. 152/06: Idrocarburi leggeri (C<12), Idrocarburi pesanti (C>12), Metalli pesanti (Antimonio, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo esavalente, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Stagno, Zinco), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- per il DM 24/01/96: Metalli pesanti (Antimonio, Arsenico, Berillio, Cadmio, Cromo totale, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Vanadio, Zinco), Cianuri, Fluoruri, Idrocarburi totali, Composti organo-stannici, Composti organo-alogenati.

Complessivamente sono stati prelevati 83 campioni, analizzati con le metodiche del D.Lgs. 152/06 e 53 campioni, analizzati con le metodiche del DM 24/01/96.

Indagini di caratterizzazione del 2008

L'ubicazione delle indagini è stata condotta nel rispetto dei criteri definiti nella DGR 955/06 e tenendo conto delle aree di dragaggio e riempimento che erano state individuate nell'ambito del Progetto Preliminare (Fig. 3.7).
Tali aree si sono dimostrate successivamente solo di poco differenti rispetto a quanto previsto in progetto. In Fig. 3.10, si riporta una sovrapposizione tra aree di dragaggio e riempimento previste ed i punti di indagine.

Relativamente alla Figura, onde non indurre confusione, si ritiene opportuno precisare che l'area a giorno sarà interessata solamente dal versamento di materiale per la bonifica geotecnica e, sopra questo, dal versamento di materiale per l'imbasamento dei cassoni colonnari, mentre l'area a terra sarà interessata dal versamento di materiale per la bonifica geotecnica e, successivamente, da un riempimento sino alla quota di progetto con materiale da cava o similare.

Il riutilizzo del materiale dragato, invece, avverrà nella cassa di colmata (anticipazione del comparto D3), per il riempimento della banchina di servizio di fronte al can-

tiere navale dell'Eurocraft (anticipazione di parte del comparto D2), all'interno dei cassoni cellulari di soglia (banchina più interna del terminal container), reggispinta (tra area e terra ed area a giorno) e dell'accosto provvisorio.

Le principali differenze, come già riportato, sono legate a quanto previsto nella versione finale dell'Accordo di Programma, ovvero all'inversione delle banchine destinate all'accosto dei prodotti petroliferi ed alla movimentazione delle rinfuse, ed allo sviluppo di dettaglio delle fasi costruttive.

Sono state individuate complessivamente 6 zone di indagine: 4 zone di dragaggio (Zona A, Zona B, Zona C, Zona D) e due zone di riempimento (Zona E, Zona F) a ciascuna delle quali è stata sovraimposta una griglia di 100 m x 100 m.

In ciascuna area unitaria derivante dalla sovrapposizione è stato poi ubicato un punto di indagine in funzione del volume di materiale da scavare/movimentare, ovvero cercando di ottimizzare lo spessore di indagine note le caratteristiche batimetriche delle aree, e considerando la distanza con i punti attigui.

Sono inoltre stati ubicati dei punti di indagine (identificati con la lettera G) lungo i limiti esterni del complesso delle aree individuate, al fine di poter cautelativamente predisporre di informazioni "al contorno" sulle caratteristiche di qualità dei fondali.

È opportuno precisare che il particolare comportamento dell'orizzonte stratigrafico interessato dalle indagini, ovvero l'orizzonte costituito da limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso, non ha reso sempre possibile rispettare a pieno le indicazioni fornite dalla DGR 955/06 in merito al prelievo di un campione per ogni sezione effettiva da un metro di materiale da scavare/movimentare.

A causa del suo elevato contenuto di acqua, infatti, in grado di superare i valori del limite di liquidità, quando sottoposto a campionamento, il terreno si rompe con una separazione della parte liquida dalla parte solida; quest'ultima sedimenta in tempi brevi all'interno del campionatore, andando ad assumere un peso di volume maggiore di quello che ha nelle sue condizioni naturali.

A seguito del campionamento, cioè, si assiste, all'interno del carotiere, ad un addensamento del materiale e si registra un volume inferiore rispetto a quello posseduto nelle condizioni naturali in sito.

Per effetto dell'addensamento del materiale limoso sabbioso e/o per l'eventuale attraversamento di uno strato a densità maggiore, si viene a formare una sorta di tappo sul fondo del carotiere; tale tappo costituisce una garanzia del fatto che si è interamente recuperato tutto il materiale campionato.

Le variazioni in volume, e dunque in altezza, che il materiale limoso subisce nel carotiere sono pari al 50-55%.

Cercando di esemplificare quanto sopra, le proprietà dell'orizzonte in esame fanno si che l'indagine su uno spessore da 6 m consente il recupero nel tubo carotiere di soli 3 m di materiale.

Nel caso il tappo sul fondo del carotiere sia costituito dallo strato di materiale limoso addensato, nel prelievo del campione da destinare alle analisi di laboratorio è stato dunque considerato che il primo metro della carota estratta corrisponde, nella realtà, ai primi due metri di spessore (da 0 a -2 m p.f.), il secondo metro corrisponde al terzo ed al quarto metro di spessore (da -2 m a -4 m p.f.) ed il terzo metro corrisponde al quinto ed al sesto metro di spessore (da -4 m a -6 m p.f.).

Nel caso, invece, il tappo sul fondo del carotiere sia costituito da uno strato a densità maggiore, la stessa procedura è stata applicata sull'altezza della carota ridotta dello spessore corrispondente a tale strato.

Il comportamento di tale materiale è stato illustrato alla Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Ecosistema Costiero) ed all'ARPAL nell'incontro del 20 Maggio 2008, a valle dell'esecuzione delle prime indagini di campo, che hanno consentito di mettere in evidenza quanto sopra.

Onde evitare eccessive complicazioni nelle attività di campo, indotte da cambiamenti continui nella dimensione del tubo carotiere, è stato concordato di procedere, in tutti i punti di indagine, con l'estrazione di materiale con tubo carotiere da 6 m, e quindi ad eseguire un prelievo di materiale anche a profondità non interessate dalle attività di scavo/movimentazione, ottenendo così un quadro dello stato di contaminazione di fatto più dettagliato ed esteso di quanto richiesto dalla DGR 955/06.

Da ciascun punto di indagine sono stati dunque prelevati 3 campioni, rappresentativi di ognuno dei tre metri di carota estratta; nel caso di presenza di altri orizzonti stratigrafici significativi, soprattutto sul fondo della carota, è stato prelevato un campione aggiuntivo.

Complessivamente sono stati eseguiti 34 sondaggi (3 in più dei 31 previsti, a causa di alcune ripetizioni rese necessarie da problematiche operative), dai quali sono stati prelevati 103 campioni.

Su questi campioni sono state eseguite le seguenti determinazioni analitiche, secondo le metodiche del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., costituite da parametri generali, dai parametri indicati nella DGR 955/06 (che fa riferimento al D.Lgs. 152/06) e dai parametri suggeriti nelle note conclusive delle indagini fatte condurre dall'Autorità Portuale di Savona nel 2006, di cui in precedenza, e nel 2007[3]:

- Parametri generali: Granulometria, pH, Residuo Secco a 105°C, Residuo Secco a 600°C, Peso Specifico dei Grani (G_s), Contenuto Naturale di Acqua (W_n), Carbonio Organico Totale (TOC)
- Composti inorganici: Azoto totale (N Tot), Fosforo totale (F Tot), Metalli pesanti (Alluminio, Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo esavalente, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Stagno, Zinco, Vanadio)
- Composto organici: Idrocarburi leggeri (C<12), Idrocarburi pesanti (C>12), Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Policlorobifenili (PCB)

Indagini integrative di caratterizzazione del 2009

Analogamente a quanto svolto nel 2008, l'ubicazione delle indagini (Fig. 3.8) è stata condotta nel rispetto dei criteri definiti nella DGR 955/06; è stato poi tenuto conto dell'estensione effettiva delle aree di dragaggio e riempimento individuate (Fig. 3.10) considerando che tali indagini sono state condotte proprio per rispondere a esigenze sorte in fase di progettazione.

È stata individuata una unica zona di indagine (Zona INT) e sono stati eseguiti complessivamente 8 sondaggi. Per i criteri di ubicazione, lo spessore indagato ed i parametri analitici determinati si rimanda a quanto scritto in precedenza per le indagini del 2008.

Si precisa che nel corso di queste indagini, in aggiunta a quanto previsto dalla Specifica Tecnica, il laboratorio ha provveduto anche a restituire i valori di concentrazione dei seguenti analiti: Dibenzo(a,e)pirene, Dibenzo (a,l)pirene, Dibenzo(a,i)pirene, Dibenzo(a,h)pirene.

Tali analiti non sono stati riportati nelle Tabelle riepilogative e nella discussione dei risultati di cui nel seguito. Sono però stati considerati nell'ambito della individuazione dei parametri e delle relative concentrazioni di riferimento da adottare per l'analisi di rischio sanitaria ed ambientale riportata nel seguito.

Indagini integrative di caratterizzazione del 2015

A seguito della rotazione della piastra imposta dalla DGR n°1118/09, la nuova impronta e le nuove quote progettuali non coincidono completamente con le aree già

3 Autorità Portuale di Savona, 2007, "Area della Piattaforma Multipurpose. Verifica della fattibilità in relazione alla contaminazione del sottosuolo".

caratterizzate nell'ambito della procedura di VIA conclusasi nel 2009. Pertanto, già nel documento di SIA del Progetto Esecutivo Fase 2 (novembre 2014) è stato proposto un sondaggio integrativo, da eseguire propedeuticamente ai dragaggi, nella prevista zona di dragaggio non coperta dalle indagini, come nella seguente Fig. 3.5, tratta da tale SIA.

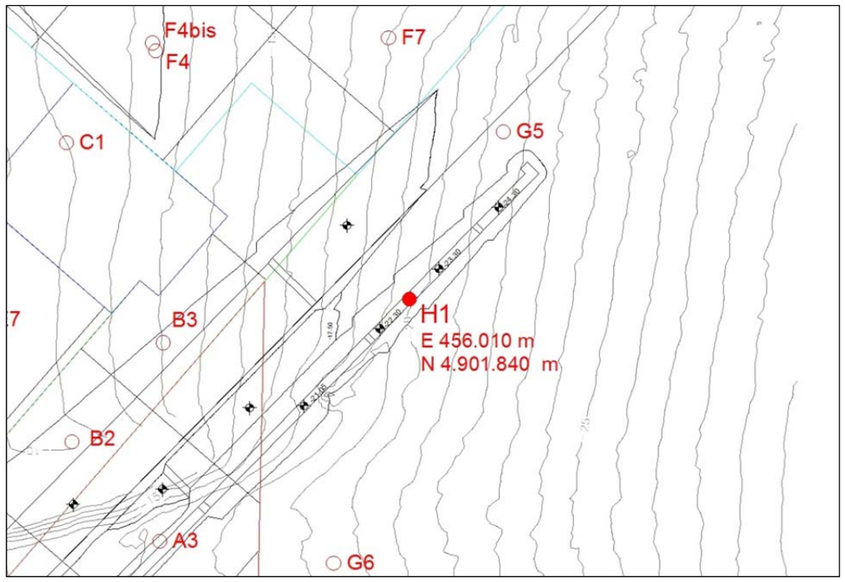


FIG. 3.5 - LOCALIZZAZIONE DEL SONDAGGIO INTEGRATIVO H1 PROPOSTO NELLO SIA DEL PROGETTO ESECUTIVO FASE 2

A seguito dell'intesa intervenuta tra l'Autorità Portuale di Savona, il Comune di Vado Ligure ed APM Terminals Vado Ligure S.p.A. in merito ai ricorsi precedenti al Consiglio di Stato relativi all'autorizzazione ai dragaggi del campo prove, si è convenuto che per i futuri dragaggi, al fine di assicurare un livello rafforzato degli studi e delle indagini a tutela dell'ambiente, dell'ecosistema e della salute umana, si sarebbero eseguite indagini integrative

Conseguentemente è stato redatto, nel Settembre 2014, un "Piano delle Indagini Integrative sui Fondali da Dragare" costituito da 10 sondaggi, anche in ottemperanza a quanto previsto nello SIA del Progetto esecutivo di Fase 2 approvato dalla Regione Liguria. L'ubicazione di tali nuove indagini è indicata in Fig. 3.9. Si è previsto che tutti i campioni siano sottoposti ad analisi per tutte le sostanze riportate nella tabella di cui al Punto "Parametri da Analizzare" della D.G.R 955/06 s.m.i., senza esclusione di alcuna.

I campionamenti sono avvenuti il 12 ed il 13 marzo 2015 ed i relativi campioni sono sottoposti ad analisi. Sia le attività di campo che le analisi di laboratorio sono state eseguite da ARPA Liguria. Le profondità raggiunte da tali punti di indagine sono comprese tra tre e circa cinque metri dal piano del fondale.
In particolare, come concordato con gli enti coinvolti, i punti da DI1 a DI4, dei quali sono indicate le profondità ed il numero di campioni da analizzare nella tabella seguente, sono stati considerati integrativi rispetto all'analisi di rischio eseguita.

TAB. 3.3 - PROFONDITÀ E SPESSORE DI INDAGINE DELLE INDAGINI INTEGRATIVE ESEGUITE NEL 2015

Sondaggio	Profondità infissione	Spessore recuperato	Campioni recuperati
DI1	6	4,9	5
DI2	6	5,3	5
DI3	5,5	4,5	4
DI4	5	4	3

I punti da DI5 a DI10 sono invece serviti ad a integrare e confermare gli esiti della precedenti analisi del 2008-2009.

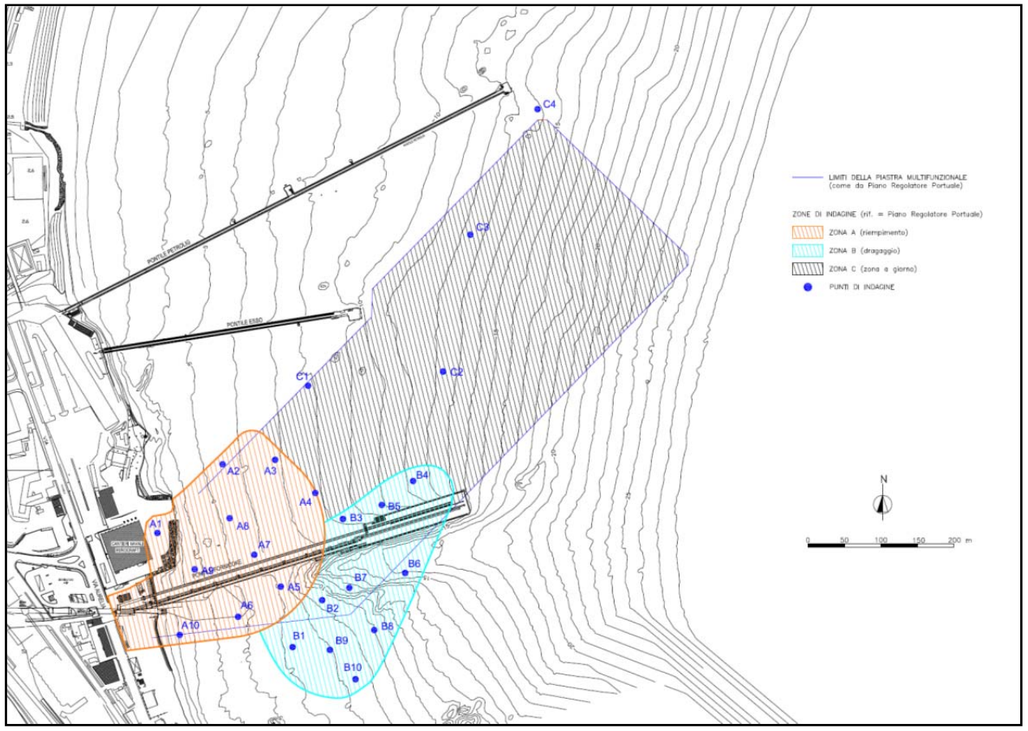


FIG. 3.6 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI PRELIMINARI CONDOTTE NEL 2006.

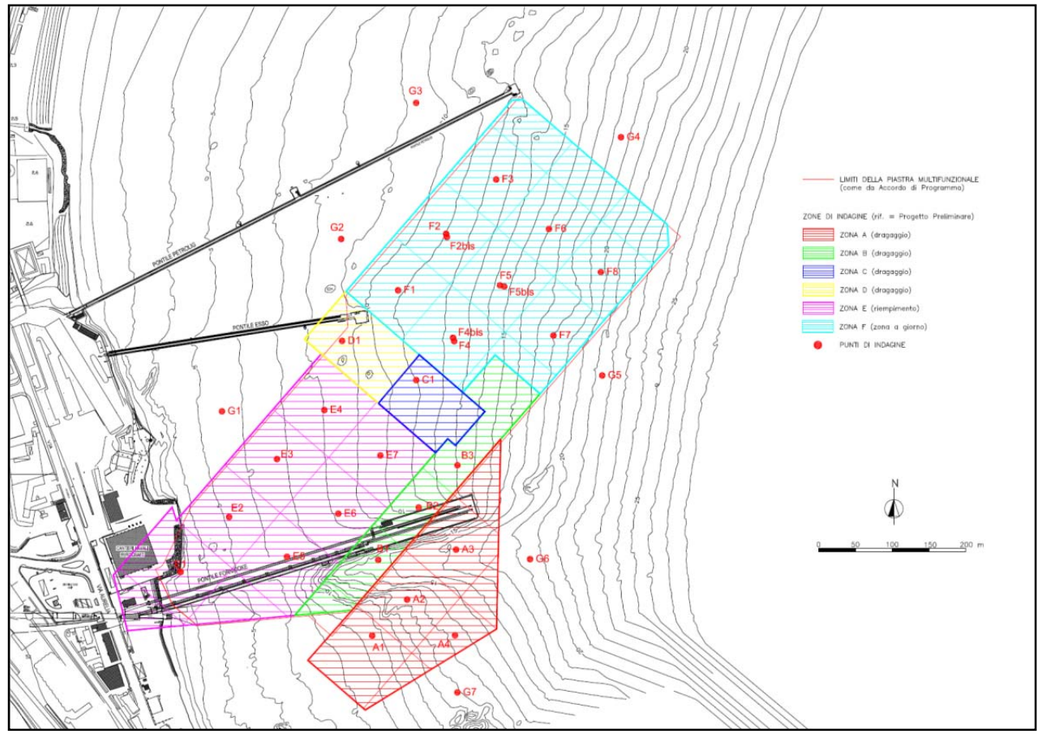


FIG. 3.7 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2008.



FIG. 3.8 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2009.

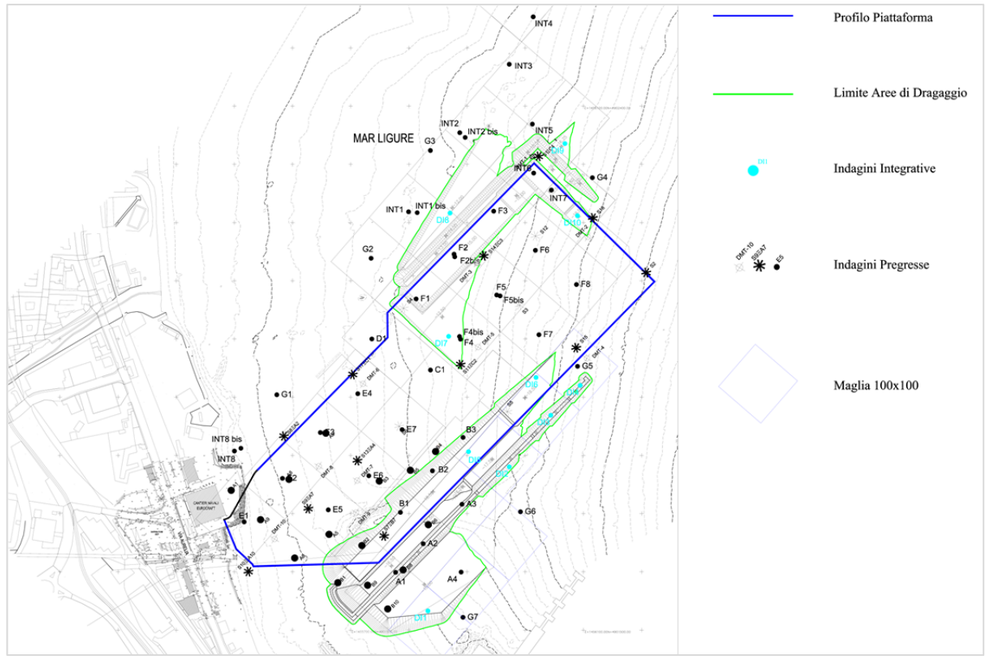


FIG. 3.9 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE EFFETTUATE NEL 2015.

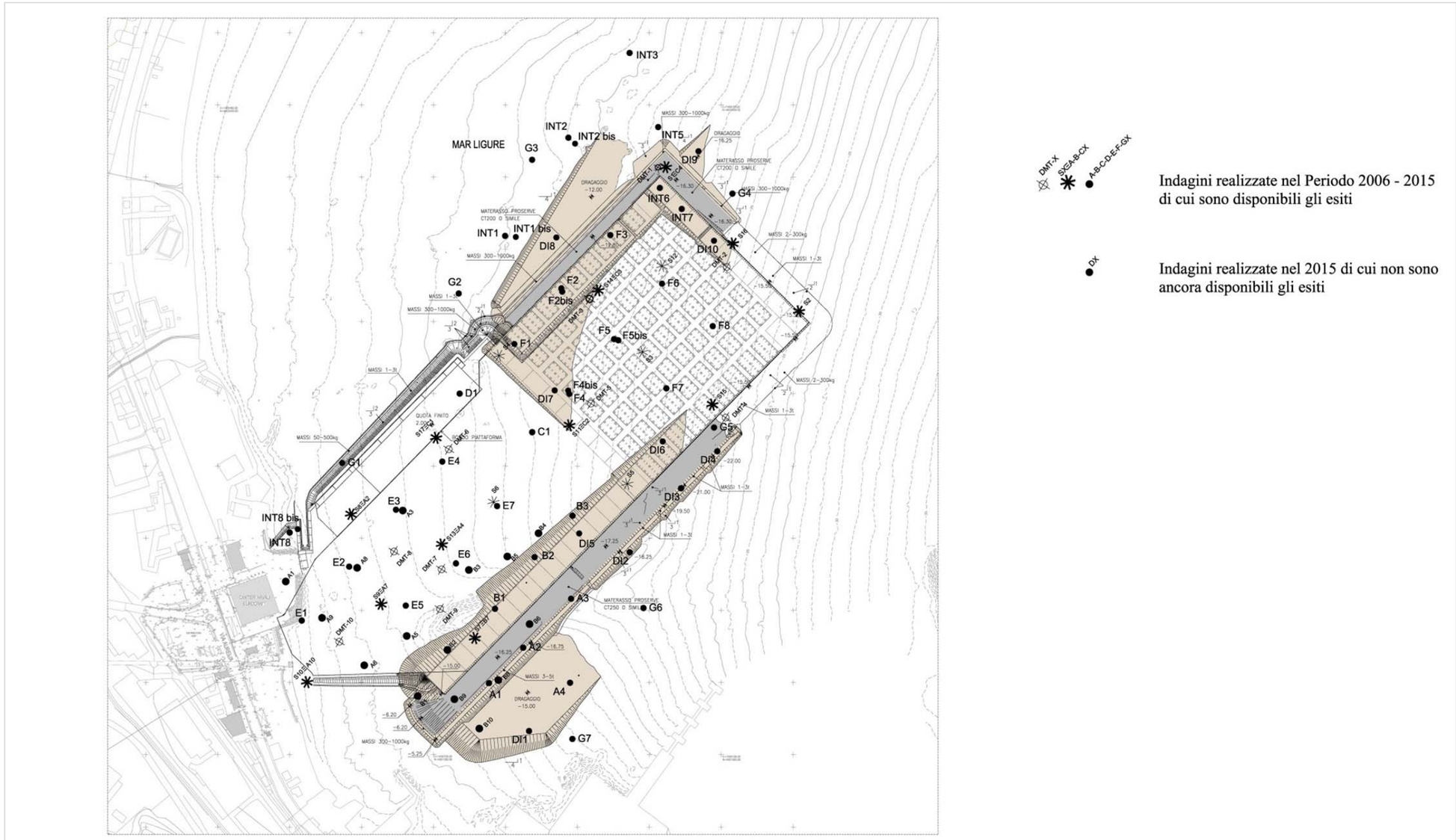


FIG. 3.10 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2008-2015 ED AREE DI DRAGAGGIO E RIEMPIMENTO.

Risultati e valutazioni

Gli esiti delle indagini preliminari del 2006 e delle indagini di caratterizzazione del 2008 e del 2009 e quelle integrative del 2015 sono riportati, rispettivamente, nelle Tabelle seguenti; in esse è stato ritenuto utile riportare i valori limite (concentrazioni soglia di contaminazione, CSC, di cui alla Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (il valore di riferimento per i siti ad uso industriale è costituito dalla Colonna B della Tabella 1), ed un confronto cromatico con gli stessi.

Tali valori, infatti, costituiscono il riferimento normativo che la già citata DGR 955/06 adotta per definire i criteri di ammissibilità per il riutilizzo del materiale dragato ai fini di riempimento. In particolare i valori limite riportati nella Colonna B della Tabella 1, cioè le CSC relative a siti con destinazione d'uso commerciale e/o industriale, costituiscono un discriminante per l'eventuale attivazione della procedura di analisi di rischio sanitaria ed ambientale.

Si precisa che per le indagini preliminari (2006, 2008 e 2009), ai fini di confronto, sono stati riportati solamente i risultati analitici ottenuti con le metodiche previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Per completezza ed a titolo informativo, inoltre, nelle tre Tabelle e nella seguente trattazione sono stati riportati (senza confronto cromatico) e considerati anche i valori limite indicati dall'APAT e dall'ICRAM[4] (LCB, livello chimico base, e LCL, livello chimiche limite).

Dall'analisi complessiva delle Tabelle emerge che:

- i sedimenti presentano valori superiori alle CSC di cui alla Tabella 1, Colonna B, dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per:
  - Arsenico (8 campioni), Cadmio (14 campioni), Mercurio (53 campioni), Piombo (6 campioni), Zinco (34 campioni), Stagno (1 campione);
  - Idrocarburi pesanti (4 campioni);
  - Benzo(a)antracene (82 campioni), Benzo(a)pirene (3 campioni), Benzo(b)fluorantene(4 campioni), Benzo(g,h,i)perilene (3 campioni), Benzo(k)fluorantene (2 campioni), Indenopirene (6 campioni), Crisene (1 campione), Pirene (1 campione), sommatoria IPA (2 campioni);
- i sedimenti presentano valori superiori ai limiti LCB per:
  - Arsenico (99 campioni), Cadmio (104 campioni), Mercurio (90 campioni), Piombo (142 campioni), Zinco (140 campioni);
  - Benzo(a)antracene (105 campioni), Benzo(a)pirene (104 campioni), Crisene (105 campioni), Dibenzo(a,h)antracene (120 campioni), Pirene (106 campioni), sommatoria IPA (103 campioni);
  - sommatoria PCB (39 campioni);
- i sedimenti presentano valori superiori ai limiti LCL per:
  - Arsenico (50 campioni), Cadmio (50 campioni), Mercurio (89 campioni), Piombo (98 campioni), Zinco (101 campioni);
  - Benzo(a)antracene (92 campioni), Benzo(a)pirene (69 campioni), Crisene (68 campioni), Dibenzo(a,h)antracene (75 campioni), Pirene (69 campioni), sommatoria IPA (86 campioni);
  - sommatoria PCB (9 campioni).

Da un confronto tra i valori massimi delle concentrazioni riscontrate emerge inoltre che le concentrazioni individuate in sede di indagini di caratterizzazione (2008 e 2009) risultano generalmente in linea con le concentrazioni individuate in sede di indagini preliminari (2006); sono inoltre confrontabili i parametri che eccedono il limite di rilevabilità strumentale ed i parametri che eccedono le CSC del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. utilizzate come riferimento.

L'unica significativa differenza riguarda lo Stagno, il cui massimo, nelle indagini del 2008-2009, risulta di un ordine di grandezza inferiore rispetto alle indagini preliminari (da notare che tale massimo era, nelle indagini preliminari, un singolo valore di picco, che potrebbe essere stato influenzato da disturbi locali del campione).

4 APAT e ICRAM, 2006, "Manuale per la movimentazione di sedimenti marini"

Relativamente ai soli campioni prelevati nelle aree di dragaggio (ed escludendo quelli analizzati ma che ricadono a quote inferiori a quelle di dragaggio), dall'analisi delle Tabelle emerge che:

- i sedimenti da dragare presentano superi rispetto alle CSC di cui alla Tabella 1, Colonna B, dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. per:
  - Arsenico (1 campione), Cadmio (5 campioni), Mercurio (15 campioni), Piombo (3 campioni), Piombo (1 campione), Zinco (11 campioni), Stagno (1 campione);
  - Idrocarburi pesanti (2 campioni);
  - Benzo(a)antracene (2 campioni), Benzo(a)pirene (2 campioni), Benzo(b)fluorantene (2 campioni), Benzo(g,h,i)perilene (2 campioni), Benzo(k) fluorantene (1 campione), Crisene (1 campione), Indenopirene (3 campioni), Pirene (1 campione), Sommatoria IPA (2 campioni);
- i sedimenti da dragare presentano superi rispetto ai limiti LCB per:
  - Arsenico (34 campioni), Cadmio (34 campioni), Mercurio (32 campioni), Piombo (52 campioni), Zinco (48 campioni);
  - Benzo(a)antracene (38 campioni), Benzo(a)pirene (37 campioni), Crisene (39 campioni), Dibenzo(a,h)antracene (41 campioni), Pirene (38 campioni), Sommatoria IPA (37campioni);
  - Sommatoria PCB (8 campioni);
- i sedimenti da dragare presentano superi rispetto ai limiti LCL per:
  - Arsenico (33 campioni), Cadmio (32 campioni), Mercurio (33 campioni), Piombo (49 campioni), Zinco (51 campioni);
  - Benzo(a)antracene (29 campioni), Benzo(a)pirene (29 campioni), Crisene, (29 campioni), Dibenzo(a,h)antracene (33 campioni), Pirene (26 campioni), Sommatoria IPA (33 campioni);
  - Sommatoria PCB (6 campioni).

Sulla base di quanto sopra riportato, in estrema sintesi si ha che:

- sono superate le CSC di cui al D.lgs. 152/06 e s.m.i utilizzate come riferimento per alcuni metalli pesanti, alcuni IPA e per gli Idrocarburi pesanti
- sono superati i limiti LCB ed i limiti LCL per alcuni metalli pesanti, Idrocarburi pesanti, alcuni IPA e per la sommatoria dei PCB;

Ai sensi della DGR 995/06, dunque, la movimentazione dei sedimenti ed in particolare la loro possibilità di riutilizzo nell'ambito delle attività di riempimento previste in progetto, deve essere subordinata all'esecuzione di una analisi di rischio sanitaria ed ambientale, secondo le modalità ed i criteri previsti nella stessa DGR 955/06, volta ad individuare potenziali situazioni di pericolo per la salute umana e l'ambiente marino costiero.

Si fa notare che poiché i sedimenti scavati saranno gestiti in modo unitario, e quindi non è possibile la loro tracciabilità in funzione delle diverse zone individuate, è stato inteso che il criterio di applicazione dell'analisi di rischio di cui alla DGR 955/06 debba fare riferimento all'eccedenza anche di uno solo dei campioni rientrati nelle stesse zone e nelle profondità di scavo.

La metodologia allora adottata rifletteva dunque quanto previsto dalla DGR 955/06 ed è stata discussa e concordata con i funzionari del Settore Ecosistema Costiero della Regione Liguria. Sulla base dei risultati di quella analisi, inoltre, la Regione Liguria, aveva espresso la prescrizione n° 4 e n° 8 del Parere di Prefattibilità Ambientale (Parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007).

Per quanto concerne le indagini integrative svolte nel 2015, si riscontrano superamenti dei limiti di Tabella 1, Colonna B, dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. nel sondaggio DI1, nel campione più superficiale, per antimonio, cadmio, zinco e mercurio, con valori massimi, rispettivamente, pari a 46,5 mg/kg, 21,9 mg/kg, 4.554 mg/kg e 32,7 mg/kg (tutti riscontrati). Minori superamenti alle CSC di Colonna B, per le medesime sostanze, si riscontrano anche nei sondaggi DI3, DI5 e DI6.

Per quanto attiene alle concentrazioni rilevate per i parametri chimici, valori superiori ai limiti di cui alla colonna A sono stati riscontrati nei campioni superficiali (primo metro) di ciascun sondaggio e, localmente, fino alla profondità di 5 metri dal livello del fondale. I parametri non conformi al suddetto riferimento sono gli IPA, i metalli (più del 70% dei campioni) ed i PCB. Tuttavia si rileva che i valori in concentrazione di arsenico sono perlopiù conformi al valore limite riportato nella DGR 1446/2009 (pari a 35 mg/Kg s.s.) che definisce i criteri per la valutazione della compatibilità chimica dei sedimenti da utilizzare negli interventi di ripascimento.
Tra i parametri non compresi nella tabella 1, allegato 5 alla parte IV del D.lgs. 152/06, si riscontrano non conformità per i parametri "sommatoria T.E. PCDD, PCDF e PCB diossina simile", "antracene", "fluorantene" e "naftalene" che risultano superiori agli standard di qualità dei sedimenti marini di cui all'allegato 1 alla parte II del D.lgs. 152/06. Si evidenzia, inoltre, che il parametro idrocarburi pesanti, che nel 2008 era risultato eccedere le CSC di Colonna A, nelle nuove indagini è sempre risultato conforme, denotando, quindi, una situazione leggermente migliore.

Le indagini eseguite nel 2015 non presentano quindi alterazioni rispetto alle precedenti campagne, in quanto le sostanze che hanno mostrato non conformità alle CSC sono tutte sostanze per cui erano già state riscontrate non conformità. Inoltre, le sostanze eccedenti le CSC di Colonna A sono risultate le stesse delle precedenti fasi di indagine (con l'eccezione degli idrocarburi pesanti) e parimenti per le sostanze eccedenti le CSC di Colonna B.

Nel complesso, si rileva che, pur considerando la diversa metodica con cui sono state determinate le granulometrie, si verifica una sostanziale sovrapponibilità dei dati. Di conseguenza, la caratterizzazione integrativa risulta, complessivamente, non peggiorativa rispetto alla caratterizzazione del 2008, sia in relazione al numero di parametri non conformi alla tabella 1 allegato 5 alla parte IV del D.lgs. 152/06, che in riferimento al valore in concentrazione riscontrato per ciascun parametro.

I risultati delle indagini DI1-DI4 non implicano alcuna variazione dell'analisi di rischio nel seguito, che già integra le risultanze delle analisi su tali campioni.

Inoltre, le risultanze analitiche per i sondaggi DI5-DI10 non apportano alcuna modifica, sia in termini di sostanze che di concentrazioni massime, al quadro di qualità ambientale dei sedimenti delineato nella Relazione Tecnica allegata all'istanza di dragaggio ai sensi dell'articolo 109 del D. Lgs. 152/06 s.m.i (approvata con DD n°3776/2015)., per l'esecuzione dei dragaggi previsti dal Progetto Esecutivo, anche perché nell'analisi di rischio sono stati considerati valori massimi e medi maggiorati rispetto a quelli effettivamente riscontrati.

TAB. 3.4 - INDAGINI PRELIMINARI DEL 2006: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCB						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
26011157-001	A1	0.00-0.50	<0,1	99,10	<1	55,60	8,00	12,00	45,00	<0,1	20,70	34,00	570,00	103,00	4039,00	<0,5	5,56	4,30	3,98	3,24	1,11	6,54	1,21	0,37	0,38	8,88	35,57	<1	202,00
26011157-002	A1	1,00	<0,1	99,10	<1	58,30	10,00	12,00	44,00	<0,1	33,30	43,00	836,00	110,00	5083,00	<0,5	8,28	8,52	8,19	5,24	1,82	13,96	1,89	0,66	0,71	14,55	63,82	<1	702,00
26011157-003	A1	1,50-2,00	<0,1	99,20	<1	61,70	8,00	11,00	41,00	<0,1	18,90	33,00	634,00	102,00	4037,00	<0,5	2,87	1,98	1,31	1,12	0,59	3,01	0,50	0,15	0,19	3,54	15,26	<1	713,00
26011157-004	A2	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	22,00	2,00	7,00	35,00	<0,1	7,90	19,00	147,00	32,00	669,00	<0,5	1,26	0,91	1,04	0,66	0,20	1,56	0,24	0,07	0,07	1,94	7,95	<1	188,00
26011157-005	A2	1,00	<0,1	99,50	<1	24,60	2,00	7,00	32,00	<0,1	4,50	19,00	123,00	28,00	609,00	<0,5	1,34	1,15	0,89	0,71	0,18	2,06	0,25	0,07	0,09	2,39	9,53	<1	197,00
26011157-006	A2	1,50-2,00	<0,1	99,30	<1	20,00	2,00	8,00	38,00	<0,1	4,90	21,00	121,00	30,00	618,00	<0,5	2,23	1,41	1,27	0,89	0,31	2,66	0,31	0,09	0,10	2,78	12,05	<1	182,00
26011142-004	A3	0.00-0.50	<0,1	98,30	<1	43,90	35,00	13,00	73,00	<0,1	46,80	45,00	1023,00	146,00	4400,00	<0,5	4,88	5,84	4,74	2,77	2,18	5,81	0,80	0,34	0,36	5,72	34,24	<1	817,00
26011142-005	A3	1,00	<0,1	99,30	<1	26,90	2,00	10,00	38,00	<0,1	2,10	25,00	141,00	26,00	396,00	<0,5	4,96	3,60	3,36	2,71	1,35	6,31	1,19	0,45	0,45	5,39	29,77	<1	488,00
26011142-006	A3	1,50-2,00	<0,1	99,30	<1	31,50	<0,2	10,00	46,00	<0,1	0,20	28,00	88,00	17,00	111,00	<0,5	0,32	0,30	0,36	0,24	<0,01	0,35	<0,01	<0,01	<0,01	0,51	2,08	<1	<5
26011142-001	A4	0.00-0.50	<0,1	98,90	<1	34,60	7,00	12,00	70,00	<0,1	8,40	38,00	589,00	78,00	1578,00	<0,5	2,96	3,22	3,55	1,79	1,58	3,14	1,17	0,43	0,43	3,07	21,34	<1	<5
26011142-002	A4	1,00	<0,1	98,70	<1	44,60	12,00	13,00	86,00	<0,1	26,30	31,00	787,00	94,00	2659,00	<0,5	2,68	3,38	2,72	1,84	1,33	3,39	1,14	0,45	0,44	2,72	20,09	<1	<5
26011142-003	A4	1,50-2,00	<0,1	99,10	<1	34,00	1,00	11,00	39,00	<0,1	0,30	24,00	71,00	17,00	125,00	<0,5	0,02	0,02	0,03	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,15	<1	<5
26011134-001	A5	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	17,50	<0,2	9,80	32,00	<0,1	1,40	21,00	182,00	20,00	156,00	<0,5	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	<0,01	0,01	0,04	0,11	0,48	<1	11,00
26011134-002	A5	1,00	361,20	98,90	<1	9,30	0,60	4,50	18,50	<0,1	3,60	19,00	365,40	57,00	1424,00	<0,5	3,87	3,77	4,15	2,86	2,61	3,81	0,19	0,89	2,50	5,00	29,66	<1	273,00
26011134-003	A5	1,50-2,00	<0,1	93,50	2,00	19,70	1,00	7,70	41,00	<0,1	3,20	23,00	157,00	40,00	843,00	<0,5	0,93	1,16	1,61	0,66	0,84	0,93	0,06	0,29	0,36	1,32	8,56	<1	50,00
26011134-004	A6	0.00-0.50	32,00	99,20	<1	19,70	1,00	7,70	36,80	<0,1	2,20	22,30	130,70	34,80	607,00	<0,5	0,46	0,48	0,48	0,33	0,38	0,48	0,03	0,13	0,34	0,67	3,78	<1	30,00
26011134-005	A6	1,00	81,00	99,10	1,00	23,70	0,90	7,60	46,00	<0,1	3,10	27,60	199,40	40,40	715,00	<0,5	0,28	0,33	0,56	0,16	0,28	0,31	0,02	0,10	0,23	0,44	2,72	<1	43,00
26011134-006	A6	1,50-2,00	25,80	99,20	<1	17,60	1,00	7,50	36,00	<0,1	2,70	23,40	118,90	33,10	622,50	<0,5	0,81	0,79	1,20	0,29	0,56	0,80	0,04	0,20	0,55	1,08	6,31	<1	51,00
26011133-001	A7	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	25,30	9,00	8,00	37,00	<0,1	16,50	23,00	388,00	69,00	2031,00	<0,5	1,07	1,12	1,51	0,67	0,90	1,00	0,07	0,13	0,86	1,46	8,79	<1	63,00
26011133-002	A7	1,00	25,80	99,40	<1	29,10	2,90	8,80	30,20	<0,1	5,50	23,40	221,10	30,20	804,70	<0,5	2,77	3,04	4,68	1,52	2,19	2,54	0,19	0,57	2,06	4,14	23,68	<1	208,00
26011133-003	A7	1,50-2,00	25,30	99,50	<1	25,00	<0,2	7,80	32,20	<0,1	0,20	24,40	357,70	10,70	75,10	<0,5	0,10	0,09	0,11	0,07	0,07	0,10	0,01	0,01	0,06	0,15	0,77	<1	<5
26011157-007	A8	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	27,10	4,00	8,00	38,00	<0,1	7,90	22,00	237,00	51,00	1680,00	<0,5	6,68	3,78	4,22	3,16	0,96	4,99	1,07	0,37	0,36	6,37	31,96	<1	529,00
26011157-008	A8	1,00	<0,1	99,40	<1	30,00	6,00	8,00	37,00	<0,1	13,50	22,00	286,00	55,00	1958,00	<0,5	3,12	1,98	1,54	1,23	0,37	3,40	0,38	0,12	0,14	3,59	15,87	<1	352,00
26011157-009	A8	1,50-2,00	<0,1	99,40	<1	25,40	5,00	8,00	35,00	<0,1	9,30	22,00	239,00	46,00	1434,00	<0,5	8,66	6,07	3,88	3,33	2,10	5,35	1,96	0,68	0,70	8,04	40,34	<1	586,00
26011130-001	A9	0.00-0.50	83,40	99,40	<1	26,00	11,90	8,20	35,70	<0,1	9,50	25,70	631,50	84,30	4312,60	<0,5	1,15	0,84	0,62	0,56	0,27	1,20	0,21	0,09	0,11	1,99	7,04	<1	184,00
26011130-002	A9	1,00	52,60	99,70	<1	25,00	<0,2	8,50	26,50	<0,1	<0,1	18,00	48,30	12,30	125,10	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,06	<1	<5
26011130-003	A9	1,50-2,00	<0,1	99,70	<1	21,40	<0,2	7,00	31,00	<0,1	0,10	24,00	20,00	10,00	66,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<1	<5
26011114-007	A10	0.00-0.50	132,60	99,00	1,70	20,90	4,30	6,50	41,60	<0,1	10,80	23,40	318,30	61,60	2077,00	<0,5	0,96	1,23	1,70	0,82	0,95	0,98	0,07	0,32	0,86	1,26	9,15	<1	159,00
26011114-008	A10	1,00	<0,1	99,40	4,00	30,00	4,00	8,10	36,00	<0,1	7,60	23,00	245,00	67,00	1924,00	<0,5	0,82	0,79	1,06	0,46	0,64	0,77	0,05	0,21	0,60	1,20	6,60	<1	64,00
26011114-009	A10	1,50-2,00	<0,1	99,20	4,00	27,90	6,00	8,30	48,00	<0,1	14,80	27,00	417,00	91,00	2473,00	<0,5	0,85	0,85	1,22	0,41	0,64	0,79	0,05	0,22	0,61	1,21	6,85	<1	44,00
26011115-001	B1	0.00-0.20	303,10	99,20	<1	15,50	4,20	5,40	20,00	<0,1	2,40	13,90	489,00	41,10	2107,00	<0,5	0,63	0,65	0,89	0,38	0,52	0,59	0,03	0,15	0,49	1,01	5,35	<1	73,00
26011115-003	B1	0.90-1,10	<0,1	98,60	<1	41,00	11,00	7,70	34,00	<0,1	3,20	25,00	1892,00	108,00	7584,00	<0,5	3,64	3,00	3,70	1,76	2,35	2,63	0,18	0,59	2,22	4,36	23,83	<1	278,00
26011115-005	B1	1,80-2,00	<0,1	99,70	<1	14,00	<0,2	6,70	15,00	<0,1	0,30	13,00	39,00	10,00	79,00	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,04	<1	<5
26011115-009	B1	2.00-10,00	32,20	99,50	<1	15,20	<0,2	5,70	26,00	<0,1	<0,1	19,40	17,00	9,70	49,30	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
26011115-007	B2	0.00-0.20	45,40	99,00	<1	43,70	<0,2	8,60	45,80	<0,1	39,50	31,50	1057,00	184,00	8286,00	<0,5	15,37	12,74	13,68	8,92	11,40	15,24	0,85	3,56	10,35	27,09	119,20	<1	907,00
26011134-001	B2	0.90-1,10	<0,1	99,60	<1	19,80	<0,2	7,00	38,00	<0,1	0,50	21,00	32,00	10,00	91,00	<0,5	0,22	0,21	0,26	0,14	0,17	0,23	0,02	0,04	0,17	0,43	1,89	<1	37,00

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCB						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
2601134-003	B2	1,80-2,00	22,80	99,60	<1	12,70	<0,2	6,80	42,00	<0,1	0,19	25,40	19,50	9,80	49,80	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,08	<1	<5
2601115-011	B2	2.00-7,00	<0,1	99,60	<1	18,20	<0,2	7,00	31,00	<0,1	0,20	20,00	22,00	9,00	46,00	<0,5	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,05	<1	<5
2601134-005	B3	0.00-0.20	305,70	99,20	<1	9,00	1,40	4,90	27,00	<0,1	3,10	16,00	117,00	25,70	623,00	<0,5	2,33	1,87	2,21	1,19	1,59	2,21	0,11	0,50	1,36	4,01	17,40	<1	95,00
2601134-007	B3	0.90-1,10	<0,1	98,90	<1	31,90	14,00	9,00	50,00	<0,1	33,30	29,00	524,00	80,00	2728,00	<0,5	6,07	7,69	11,58	5,08	5,94	6,33	0,43	1,64	5,84	7,96	58,56	<1	402,00
2601136-001	B3	1,80-2,00	<0,1	99,30	<1	8,40	<0,2	10,00	31,00	<0,1	0,10	21,00	55,00	17,00	80,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,05	<1	<5
2601115-013	B3	2.00-7,00	43,10	99,10	<1	9,00	<0,2	7,60	25,80	<0,1	0,15	19,10	49,80	35,40	85,10	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601136-003	B4	0.00-0.20	17,20	99,30	<1	24,40	3,90	7,90	33,40	<0,1	8,50	24,60	366,00	38,30	913,00	172,00	0,28	0,16	0,17	0,15	0,06	0,34	0,07	0,03	0,03	0,41	1,70	<1	57,00
2601136-005	B4	0.90-1,10	102,80	99,30	<1	25,70	4,50	7,20	31,40	<0,1	8,70	20,60	587,00	49,30	1052,00	584,00	2,22	1,73	1,40	0,96	0,40	2,24	0,40	0,13	0,15	2,49	12,15	<1	200,00
2601136-007	B4	1,80-2,00	<0,1	99,20	<1	42,60	21,00	9,00	45,00	<0,1	36,40	28,00	855,00	108,00	2832,00	<0,5	6,61	7,60	6,21	5,02	1,78	10,04	1,21	0,61	0,77	10,08	49,93	<1	381,00
2601115-015	B4	2.00-5,00	<0,1	99,00	<1	0,25	<0,2	9,00	33,00	<0,1	0,60	22,00	127,00	15,00	93,00	<0,5	0,07	0,06	0,04	0,05	0,03	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	0,47	<1	24,00
2601143-009	B5	0.00-0.20	<0,1	99,00	<1	28,80	10,00	8,00	41,00	<0,1	17,90	28,00	344,00	52,00	969,00	<0,5	0,36	0,32	0,31	0,28	0,10	0,48	0,09	0,04	0,05	0,58	2,61	<1	90,00
2601143-011	B5	0.90-1,10	<0,1	99,10	<1	29,80	3,00	8,00	35,00	<0,1	5,30	22,00	187,00	28,00	415,00	<0,5	4,98	3,22	4,79	2,50	1,32	4,28	1,04	0,41	0,37	4,27	27,18	<1	459,00
2601143-013	B5	1,80-2,00	<0,1	98,80	<1	31,00	2,00	8,00	33,00	<0,1	4,90	22,00	378,00	57,00	513,00	<0,5	2,70	1,89	1,66	1,09	0,46	2,78	0,46	0,16	0,16	3,24	14,60	<1	343,00
2601131-001	B5	2.00-6,00	<0,1	99,20	<1	0,23	<0,2	10,00	26,00	<0,1	0,20	21,00	55,00	14,00	74,00	<0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,09	<1	<5
2601143-015	B6	0.00-0.20	<0,1	99,20	<1	17,60	<0,2	8,00	36,00	<0,1	<0,1	22,00	27,00	13,00	68,00	<0,5	0,03	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,21	<1	<5
2601143-001	B6	0.80-1,00	<0,1	99,20	<1	17,50	<0,2	9,00	37,00	<0,1	<0,1	29,00	28,00	14,00	63,00	<0,5	0,10	0,04	0,04	0,04	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,51	<1	<5
2601143-003	B7	0.00-0.20	<0,1	99,00	<1	17,80	<0,2	12,00	34,00	<0,1	0,10	20,00	64,00	18,00	97,00	<0,5	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	<1	<5
2601143-005	B7	0.90-1,10	43,00	99,50	<1	14,60	<0,2	8,60	31,60	<0,1	0,10	17,20	59,30	13,40	100,00	<0,5	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,20	<1	<5
2601143-007	B7	1,80-2,00	29,30	99,50	<1	12,70	<0,2	7,80	19,40	<0,1	0,48	12,60	60,20	13,60	100,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<1	<5
2601158-001	B8	0.00-0.20	56,70	98,90	<1	37,90	6,60	8,50	39,60	<0,1	10,20	29,20	784,00	109,00	2098,00	<0,5	5,89	7,19	9,80	4,46	6,92	5,24	0,52	1,51	5,57	9,82	56,92	<1	813,00
2601158-003	B8	0.90-1,10	73,50	99,30	<1	24,20	2,80	6,50	25,90	<0,1	6,10	18,50	208,00	43,50	1213,00	<0,5	0,69	0,69	0,86	0,47	0,58	0,67	0,05	0,22	0,56	1,24	6,03	<1	87,00
2601135-001	B8	1,80-2,00	26,60	99,50	<1	18,90	<0,2	8,80	30,20	<0,1	0,19	22,30	27,20	10,70	61,30	<0,5	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	<1	<5
2601131-003	B8	2.00-7,00	30,30	99,50	<1	19,30	<0,2	6,80	34,90	<0,1	0,10	25,20	21,30	9,70	51,40	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601135-003	B9	0.00-0.20	<0,1	98,80	<1	42,80	63,00	8,60	38,00	<0,1	75,10	31,00	2110,00	270,00	9429,00	<0,5	2,32	2,57	4,08	1,90	2,07	2,40	0,16	0,58	1,97	3,10	21,15	<1	249,00
2601135-005	B9	0.90-1,10	33,70	99,40	<1	28,80	3,90	6,40	24,20	<0,1	1,20	18,40	450,00	47,30	1167,00	<0,5	0,65	0,78	1,35	0,33	0,71	0,63	0,05	0,18	0,62	1,03	6,33	<1	48,00
2601132-001	B9	1,80-2,00	<0,1	97,90	<1	23,50	3,00	6,90	24,00	<0,1	0,90	18,00	415,00	36,00	1139,00	<0,5	0,50	0,69	0,85	0,45	0,55	0,54	0,04	0,18	0,55	0,78	5,13	<1	37,00
2601131-005	B9	2.00-9,00	<0,1	99,60	<1	17,30	<0,2	5,90	28,00	<0,1	<0,1	21,00	19,00	8,00	48,00	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<1	<5
2601132-003	B10	0.00-0.20	25,90	99,30	<1	24,90	12,70	8,80	18,50	<0,1	16,00	29,20	713,00	140,00	4751,00	<0,5	0,90	0,98	1,15	0,64	0,85	0,93	0,07	0,21	0,74	1,30	7,76	<1	122,00
2601132-005	B10	0.90-1,20	<0,1	99,30	<1	31,00	11,00	8,00	41,00	<0,1	7,50	26,00	918,00	107,00	5195,00	<0,5	1,34	1,46	1,88	1,04	1,24	1,33	0,05	0,16	1,08	1,88	11,46	<1	116,00
2601132-007	B10	1,80-2,00	48,50	99,50	<1	21,30	2,80	7,60	36,20	<0,1	4,20	21,90	202,00	36,20	1005,00	<0,5	0,77	0,88	1,06	0,56	0,70	0,72	<0,01	0,23	0,69	1,15	6,76	<1	88,00
2601131-007	B10	2.00-8,00	<0,1	99,60	<1	0,22	<0,2	8,00	31,00	<0,1	0,20	21,00	30,00	11,00	69,00	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601159-001	C1	0.00-2,00	<0,1	99,00	<1	25,00	4,00	7,00	29,00	<0,1	14,80	23,00	250,00	43,00	1158,00	<0,5	3,63	2,29	2,13	1,55	0,43	3,61	0,50	0,19	0,18	3,83	18,34	<1	631,00
2601159-003	C1	2,00-5,00	<0,1	99,40	<1	21,90	<0,2	6,00	18,00	<0,1	2,30	15,00	19,00	7,00	57,00	<0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,16	<1	<5
2601159-005	C1	5,00-10,00	99,20	99,00	<1	13,20	<0,2	6,30	22,50	<0,1	<0,1	16,20	18,90	5,40	44,10	<0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,16	<1	<5
2601159-007	C1	10.00-20,00	<0,1	99,20	<1	11,20	<0,2	10,00	11,00	<0,1	<0,1	12,00	20,00	13,00	40,00	<0,5	0,02	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,11	<1	<5
2601159-009	C2	0.00-2,00	<0,1	98,90	<1	31,80	6,00	9,00	44,00	<0,1	18,60	26,00	269,00	207,00	997,00	<0,5	6,10	3,62	4,04	2,92	0,93	5,00	1,11	0,32	0,37	5,41	29,82	<1	579,00

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCI						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
2601159-011	C2	2,00-5,00	=0,1	99,50	<1	20,00	1,00	7,00	33,00	=0,1	2,50	23,00	50,00	13,00	119,00	=0,5	2,93	1,76	1,60	1,16	0,33	2,93	0,39	0,12	0,14	3,22	14,58	<1	468,00
2601159-0013	C2	5,00-10,00	=0,1	99,80	<1	8,40	=0,2	9,00	12,00	=0,1	=0,1	18,00	16,00	11,00	58,00	=0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,02	0,07	<1	<5
2601159-015	C2	10.00-20,00	=0,1	99,00	<1	6,10	=0,2	10,00	13,00	=0,1	=0,1	10,00	16,00	10,00	56,00	=0,5	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,05	<1	<5
2601159-017	C3	0.00-2,00	=0,1	99,00	<1	18,60	0,00	8,00	41,00	=0,1	3,60	21,00	127,00	28,00	601,00	=0,5	1,79	0,67	0,83	0,69	0,22	2,28	0,25	0,07	0,07	2,49	9,36	<1	221,00
2601159-019	C3	2,00-5,00	=0,1	99,30	<1	17,00	=0,2	8,00	36,00	=0,1	=0,1	23,00	20,00	9,00	59,00	=0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	=0,01	0,02	=0,01	=0,01	=0,01	0,02	0,09	<1	<5
2601159-021	C3	5,00-10,00	20,50	99,80	<1	19,10	=0,2	7,80	32,30	=0,1	=0,1	20,60	19,60	6,90	57,80	=0,5	0,01	0,01	=0,01	0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,06	<1	<5
2601159-023	C3	10.00-20,00	=0,1	99,10	<1	9,00	=0,2	10,00	19,00	=0,1	=0,1	21,00	18,00	7,00	57,00	=0,5	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,01	<1	<5
2601159-025	C4	0.00-2,00	=0,1	98,80	<1	17,90	=0,2	9,00	43,00	=0,1	1,60	23,00	65,00	20,00	207,00	=0,5	1,03	0,49	0,44	0,34	0,13	1,32	0,16	0,04	0,05	1,88	5,88	<1	94,00
2601159-027	C4	2,00-5,00	=0,1	99,40	<1	16,60	=0,2	8,00	42,00	=0,1	=0,1	26,00	20,00	9,00	57,00	=0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,06	<1	<5
2601159-029	C4	5,00-10,00	=0,1	99,10	<1	14,70	=0,2	8,00	39,00	=0,1	=0,1	23,00	19,00	8,00	60,00	=0,5	=0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,01	<1	<5
2601159-031	C4	10.00-20,00	158,30	99,10	<1	9,80	=0,2	6,70	24,40	=0,1	=0,1	20,20	18,50	6,70	49,70	=0,5	=0,01	=0,01	0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	=0,01	0,01	0,01	<1	<5

TAB. 3.5 - INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2008: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)-I.CB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9															0,005
ICRAM (2006)-I.CL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4															0,189
3459	A101	0,00-2,00	8,10	92,14	84,74	2,80	296,00	519,00	43654,54	38,54	10,81	11,11	52,16	32,22	809,24	108,88	17,36	58,18	4591,17	<0,2	12,50	0,71	1,05	1,62	0,66	0,71	1,04	0,26	0,72	2,11	8,89	<1	80,58	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3471	A102	2,00-4,00	7,80	95,70	91,68	1,10	364,00	463,00	46403,03	33,07	0,74	13,13	45,14	29,58	59,95	22,16	0,42	59,76	253,08	<0,2	0,10	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,04	0,00	0,03	0,09	0,36	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3472	A103	4,00-6,00	7,90	98,00	93,51	2,60	504,00	459,00	33350,69	28,41	0,50	11,22	54,18	36,76	36,70	18,08	0,17	57,71	111,57	<0,2	<0,1	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3456	A201	0,00-2,00	7,60	97,73	93,40	0,80	51,00	499,00	34099,15	29,16	0,51	11,33	38,12	27,33	38,48	18,06	0,43	46,03	104,97	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,13	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3457	A202	2,00-4,00	8,30	93,36	90,81	0,90	376,00	494,00	32749,28	26,79	0,57	12,94	36,78	27,68	48,82	20,41	<0,02	47,33	114,49	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3458	A203	4,00-6,00	7,70	98,22	93,78	1,60	564,00	466,00	65186,69	25,85	0,61	13,51	53,34	34,96	67,75	23,22	0,31	64,23	121,18	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3378	A301	0,00-2,00	8,10	85,21	82,28	0,80	467,00	508,00	45373,96	32,52	0,59	13,09	48,85	32,26	45,23	22,11	0,10	58,89	114,78	<0,2	<0,1	0,63	<0,01	0,52	<0,01	0,51	0,51	<0,01	<0,01	0,67	2,85	3,50	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3379	A302	2,00-4,00	8,10	84,64	82,17	0,80	645,00	510,00	72296,63	24,66	0,55	13,20	47,83	32,42	44,32	20,93	0,25	58,28	115,60	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,10	3,52	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3380	A303	4,00-6,00	8,20	87,25	84,75	1,00	570,00	456,00	48088,25	20,51	0,59	13,71	44,76	31,06	53,15	22,54	0,16	58,46	123,24	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,08	3,42	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3525	A401	0,00-2,15	8,00	92,75	87,35	1,80	255,77	301,81	45231,72	40,13	17,35	12,02	63,36	36,67	629,00	97,00	8,47	44,36	3529,24	<0,2	31,07	3,07	4,58	7,44	3,03	2,30	3,60	1,07	3,64	6,26	34,99	<1	164,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3526	A402	2,15-3,50	8,00	93,05	85,18	1,80	400,46	570,66	40313,22	32,71	12,72	11,41	58,75	15,44	479,14	82,99	7,03	33,76	2629,91	<0,2	24,67	3,03	3,58	5,53	2,20	1,77	3,35	0,72	2,50	6,90	29,57	<1	180,71	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3527	A403	4,30-5,30	7,80	96,45	93,52	0,80	103,22	479,96	42761,59	23,75	0,55	12,01	45,99	29,06	43,18	19,91	0,28	52,16	111,46	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,04	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,12	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3528	A404	5,30-6,00	7,80	94,19	91,14	1,20	851,41	452,31	31448,81	17,48	0,65	14,13	47,42	30,99	77,49	24,89	0,22	58,16	130,34	<0,2	0,20	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,05	0,25	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3450	B101	0,00-2,00	7,90	97,70	85,14	0,70	560,00	484,00	46899,81	30,37	0,55	12,39	48,14	31,55	42,16	19,92	0,19	55,33	123,73	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,08	3,05	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3451	B102	2,00-4,00	7,90	99,02	95,85	1,60	550,00	435,00	33416,71	23,02	0,46	10,70	41,44	27,21	29,52	16,12	0,24	50,13	95,38	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	3,01	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3452	B103	4,00-6,00	8,30	93,57	90,84	1,50	427,00	432,00	45641,09	26,58	0,51	11,53	37,51	25,30	33,27	16,65	0,05	48,35	108,13	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,22	<0,01	<0,01	0,01	0,29	5,34	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3453	B201	0,00-2,00	8,30	97,70	85,60	5,60	624,00	552,00	35418,93	21,51	0,96	9,54	47,13	25,32	102,45	24,69	1,45	47,19	240,41	<0,2	0,80	0,41	0,41	0,57	0,29	0,29	0,48	0,16	0,30	0,92	3,82	1,11	34,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3454	B202	2,00-4,00	7,70	98,51	94,47	2,00	150,00	400,00	33130,92	26,78	0,45	11,28	55,23	37,57	28,94	17,49	0,23	54,63	94,64	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,07	1,29	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3455	B203	4,00-6,00	8,30	97,12	94,18	1,20	455,00	475,00	41501,65	22,56	0,58	13,69	54,95	35,98	50,28	22,76	<0,02	57,28	123,12	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,08	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3681	B301	0,00-2,00	7,20	97,62	91,22	2,10	153,95	615,79	30127,72	39,69	2,41	11,40	56,38	33,14	264,89	45,84	3,42	48,67	742,35	<0,2	3,00	1,16	1,59	2,23	1,08	0,82	1,23	0,36	1,14	2,43	12,06	<1	53,99	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,03	0,08
3682	B302	2,00-4,00	7,30	91,70	89,07	0,60	54,46	441,09	37820,35	36,74	0,54	12,54	52,19	35,00	37,87	19,92	0,18	48,91	102,68	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,07	0,02	0,03	0,04	0,01	0,04	0,06	0,36	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3683	B303	4,00-6,00	7,10	98,71	95,57	0,90	151,32	554,84	36029,72	20,20	0,62	13,41	47,77	33,58	47,03	22,27	0,06	48,64	121,48	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,14	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3479	C101	0,00-2,00	8,20	96,05	89,58	2,20	413,47	677,05	29182,54	23,85	1,86	10,01	46,76	28,22	98,73	32,22	3,77	42,43	578,99	<0,2	4,62	0,82	0,86	1,31	0,63	0,54	1,01	0,23	0,62	1,85	7,87	<1	32,11	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,02	0,05
3480	C102	2,00-4,00	8,20	97,74	94,47	1,00	404,91	703,53	37013,89	28,22	1,19	10,55	42,43	25,71	65,32	24,38	1,34	48,67	312,15	<0,2	0,24	0,60	0,59	0,88	0,40	0,41	0,76	0,21	0,46	1,57	5,87	<1	8,85	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,02
3481	C103	4,00-6,00	8,10	98,73	95,60	1,20	552,57	487,27	7108,85	21,39	0,49	12,30	46,71	31,39	40,99	19,55	0,11	53,83	107,72	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,11	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3808	D101	0,00-2,25	8,00	96,54	92,66	0,80	<50	500,23	45321,25	24,92	4,49	9,41	35,64	19,35	133,07	28,71	1,51	44,17	876,91	<0,2	8,30	0,41	0,48	0,87	0,31	0,32	0,39	0,13	0,42	1,41	4,75	<1	8,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01
3809	D102	2,25-4,50	7,70	97,07	94,45	0,90	51,82	564,85	55280,21	18,72	0,53	10,89	29,00	19,51	45,22	16,31	0,18	40,93	106,64	<0,2	0,10	0,05	0,05	0,07	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,15	0,47	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3810	D103	4,50-6,00	7,70	95,82	92,70	1,80	200,14	460,32	34570,12	15,54	0,38	8,79	43,31	29,94	18,46	12,48	0,25	39,66	74,48	<0,2	0,10	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2934	E101	0,00-2,00	7,90	87,60	82,36	3,10	438,00	1193,00	29184,10	54,60	9,50	12,40	47,60	34,70	515,60	95,20	13,40	54,10	4216,50	<0,2	12,40	0,69	1,15	1,89	0,80	0,84	1,43	0,27	0,84	3,00	10,11	<1	45,00	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,08	0,02	<0,006	0,01	0,16	0,16	<0,006	<0,006	0,13	0,58
2935	E102	2,00-4,00	7,70	90,30	83,70	3,90	371,00	912,00	18947,10	47,10	11,50	11,70	34,20	30,10	2142,70	138,00	15,00	47,60	4226,80	<0,2	15,00	0,89	1,32	1,25	2,06	0,29	2,50	0,34	1,84	7,34	17,82	<1	104,00	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,09	0,03	<0,006	<0,006	0,20	0,20	<0,006	<0,006	0,17	0,69
2936	E103	4,00-6,00	8,10	85,50	82,40	1,40	540,00	414,00	25265,20	20,80	0,50	7,90	34,30	24,30	21,20	12,30	0,30	36,30	82,70	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,26	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)–I.CB.										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9																0,005
ICRAM (2006)–I.CL.										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4																0,189
2937	E201	0,00-2,00	7,80	84,80	78,30	3,00	733,00	633,00	22144,00	28,90	3,20	10,00	49,00	27,90	126,80	42,80	4,20	53,30	865,00	0,20	<0,1	0,97	2,15	3,34	1,56	0,38	1,72	0,26	1,54	4,49	16,39	<1	18,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,03	<0,006	<0,006	0,03	0,10
2938	E202	2,00-4,00	7,90	88,50	83,50	2,90	552,00	564,00	52071,40	29,70	2,90	10,00	38,70	24,80	104,80	36,70	2,80	47,80	739,00	<0,2	1,10	0,35	0,55	0,83	0,40	0,17	0,50	0,08	0,35	1,03	4,23	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,04
2939	E203	4,00-6,00	7,70	81,80	73,80	6,40	808,00	1043,00	46155,90	77,70	25,20	14,30	51,30	37,90	1731,20	225,00	23,70	64,30	5952,80	0,50	19,60	2,55	5,86	5,11	8,88	1,01	3,38	2,22	4,61	14,63	48,25	<1	455,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,07	<0,006	<0,006	<0,006	0,17	0,18	<0,006	<0,006	0,19	0,62
3811	E301	0,00-2,20	8,00	93,90	86,23	2,70	158,53	697,55	49946,79	46,16	19,30	11,44	46,35	27,53	1025,32	131,34	10,77	53,90	3291,20	<0,2	23,70	8,85	8,31	11,48	5,08	4,72	8,60	1,92	4,74	25,76	79,46	<1	136,48	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,11	<0,006	<0,006	<0,006	0,23	0,26	<0,006	<0,006	0,17	0,77
3812	E302	2,20-4,40	8,40	92,79	89,42	0,80	107,58	532,52	66856,80	14,15	0,71	12,04	36,52	21,98	54,47	21,63	0,42	53,64	148,67	<0,2	0,10	0,13	0,12	0,20	0,08	0,09	0,15	0,04	0,10	0,36	1,26	<1	6,94	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3813	E303	4,40-6,00	7,90	90,49	87,44	1,10	137,97	413,91	42089,14	19,77	0,39	9,36	34,56	24,04	34,50	14,58	0,34	41,01	87,22	<0,2	0,20	0,03	0,02	0,06	0,02	0,04	0,03	0,01	0,04	0,05	0,30	<1	7,67	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3671	E401	0,00-2,00	8,30	98,38	92,87	1,90	255,27	587,12	25388,67	21,50	1,69	9,08	43,18	24,81	91,12	32,60	3,49	41,02	623,25	0,41	3,30	0,60	0,63	0,96	0,42	0,44	0,74	0,22	0,48	1,44	5,93	<1	32,73	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,02	0,03	<0,006	<0,006	0,03	0,10
3672	E402	2,00-4,00	8,30	95,61	92,03	1,00	<50	651,07	22355,20	30,57	6,63	8,59	28,21	18,62	312,15	40,86	3,21	33,32	1273,11	0,42	10,80	1,59	1,84	2,87	1,10	1,08	1,84	0,39	1,18	5,18	17,08	<1	42,88	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,04	<0,006	<0,006	<0,006	0,04	0,05	<0,006	<0,006	0,03	0,17
3673	E403	4,00-6,00	8,00	98,86	96,38	0,90	254,45	412,21	29137,86	21,68	0,47	9,71	32,49	22,28	32,21	14,10	0,11	36,55	89,32	0,30	0,30	0,03	0,04	0,08	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,07	0,39	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3617	E501	0,00-1,50	8,00	93,85	84,09	4,30	304,21	785,89	25664,93	57,19	61,63	12,51	65,70	41,39	1414,52	232,38	23,86	75,90	3344,50	0,20	80,40	5,22	6,84	10,31	4,39	4,92	6,77	2,42	5,15	12,77	58,80	<1	294,02	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,26	<0,006	<0,006	<0,006	0,59	0,56	<0,006	<0,006	0,48	1,88
3618	E502	1,50-4,00	7,90	94,45	88,54	3,00	<50	594,53	27111,67	35,48	2,50	10,64	39,04	26,66	690,31	85,92	5,83	45,69	826,43	<0,2	5,40	1,47	1,51	2,07	0,97	0,89	1,60	0,35	1,07	4,72	14,67	<1	53,24	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3619	E503	4,00-6,00	8,10	95,39	91,50	2,00	197,59	390,25	29391,04	20,56	0,47	9,21	48,92	32,69	34,25	13,42	0,41	45,21	88,83	<0,2	0,30	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,19	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3614	E601	0,00-2,00	8,10	95,56	81,94	5,20	627,39	538,51	27393,50	25,08	2,56	10,90	52,96	32,66	136,05	45,05	4,34	50,13	676,49	<0,2	4,60	0,75	0,69	1,07	0,51	0,49	0,92	0,24	0,52	1,69	6,86	<1	52,12	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,04	<0,006	<0,006	0,03	0,12
3615	E602	2,00-4,00	8,00	96,25	90,29	2,70	156,83	674,38	32695,18	46,67	45,79	12,42	68,79	41,53	994,66	143,83	11,52	66,15	4220,50	<0,2	51,20	2,57	3,99	6,37	2,65	2,86	3,80	1,25	2,83	5,30	31,43	<1	119,39	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,14	<0,006	<0,006	<0,006	0,24	0,26	<0,006	<0,006	0,21	0,85
3616	E603	4,00-6,00	7,80	95,55	93,34	1,10	365,29	558,38	29110,10	19,06	0,51	10,65	38,50	26,54	36,92	15,66	0,21	43,13	101,37	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,11	<1	5,72	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3722	E701	0,00-1,85	7,50	96,91	78,40	2,10	257,55	597,50	21011,65	25,40	4,55	10,02	42,39	26,62	213,42	46,07	4,04	38,25	970,68	<0,2	9,73	0,68	0,82	1,16	0,54	0,56	0,89	0,25	0,57	1,57	7,04	<1	31,05	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	<0,006	<0,006	<0,006	0,05	0,06	<0,006	<0,006	0,04	0,18
3723	E702	1,85-3,70	7,50	98,72	94,90	0,90	101,14	627,04	25240,96	30,17	2,80	9,77	35,53	29,38	151,95	29,37	1,67	43,56	453,09	<0,2	4,40	0,47	0,64	0,90	0,44	0,45	0,64	0,20	0,47	1,22	5,44	<1	23,10	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,04	<0,006	<0,006	0,02	0,11
3724	E703	3,70-5,40	7,40	99,01	96,34	1,00	251,08	527,27	36763,14	18,49	0,54	11,55	34,82	23,68	54,46	18,62	0,14	44,08	111,08	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,11	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3725	E704	5,40-6,00	8,20	99,65	98,08	0,50	100,89	595,25	36320,53	9,37	0,29	6,54	23,21	16,50	13,63	7,10	<0,02	25,82	58,99	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2836	F101	0,00-2,00	7,50	89,60	85,40	1,10	308,00	455,00	32452,80	25,80	1,50	12,40	56,30	37,10	67,50	29,00	1,50	52,80	271,70	<0,2	<0,1	0,22	0,26	0,42	0,22	0,15	0,36	0,07	0,26	0,63	2,58	1,00	8,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2837	F102	2,00-4,00	7,70	91,20	88,10	0,90	188,00	569,00	47925,20	30,30	1,40	9,30	31,50	20,10	67,90	19,50	1,30	37,00	288,50	<0,2	0,20	0,74	0,74	1,16	0,64	0,44	1,04	0,25	0,63	2,00	7,64	2,00	12,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2838	F103	4,00-6,00	8,50	97,80	95,90	0,40	50,00	463,00	30717,40	21,50	0,70	10,20	28,20	19,90	34,50	15,10	0,20	36,20	90,00	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,10	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2839	F201	0,00-2,00	8,20	96,70	94,40	0,60	203,00	451,00	30085,70	17,40	1,10	7,50	23,90	16,60	52,80	15,20	1,80	36,20	255,00	<0,2	<0,1	0,30	0,34	0,56	0,25	0,13	0,43	0,07	0,27	0,83	3,17	<1	9,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3473	F201bis	0,00-2,00	8,40	96,41	93,57	0,80	208,21	624,64	36263,85	35,49	0,92	10,61	41,52	23,97	56,20	20,69	1,29	48,82	260,16	<0,2	0,77	0,30	0,12	0,24	0,09	0,10	0,17	0,03	0,10	0,44	1,40	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3474	F202bis	2,00-4,00	8,30	98,07	95,50	0,60	307,55	533,09	34167,74	30,63	0,48	11,10	40,11	24,50	37,83	16,87	0,13	46,81	99,86	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3475	F203bis	4,00-6,00	8,20	96,50	94,23	0,90	623,10	503,67	35839,81	17,66	0,48	11,06	32,86	21,11	49,37	17,08	0,12	42,81	101,88	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3447	F301	0,00-2,00	8,20	95,90	92,31	1,00	365,50	596,03	21806,73	22,88	1,55	9,44	36,55	21,31	93,32	26,37	3,69	39,20	247,93	<0,2	2,11	0,71	0,81	1,18	0,58	0,52	0,86	0,21	0,61	1,59	7,07	3,13	19,81	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,03
3448	F302	2,00-4,00	8,30	97,33	94,15	0,60	257,94	515,88	36474,21	37,66	0,52	11,95	46,52	30,25	40,05	18,58	0,21	50,91	112,22	<0,2	<0,1	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,04	0,31	6,16	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3449	F303	4,00-6,00	8,00	98,85	96,50	0,80	252,00	524,16	40595,35	28,00	0,51	11,96	45,60	29,67	38,16	18,27	0,45	54,16	107,23	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,13	5,06	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2896	F401	0,00-2,00	7,90	90,10	83,90	2,80	767,00	573,00	42589,30	29,60	3,90	9,60	43,50	26,70	144,50	42,50	4,70	39,50	732,40	<0,2	6,50	2,61	2,15	4,79	1,54	1,32	3,06	0,62	2,05	5,54	23,68	1,00	45,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,04	0,04	<0,006	<0,006	0,03	0,13
2897	F402	2,00-4,00	7,80	88,20	81,40	2,60	912,00	560,00	21464,40	26,60	2,40	10,00	50,20	29,30	103,30	41,90	4,40	43,20	594,70	<0,2	3,50	2,66	2,21	3,34	1,49	0,83	2,31	0,49	1,52	4,57	19,43	<1	38,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,01	<0,006	<0,006	0,03	0,03	<0,006	<0,006	0,02	0,10

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9															0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4															0,189
3476	F401bis	0,00-2,00	8,40	96,85	91,11	1,80	411,75	813,20	27252,60	27,51	2,81	21,74	62,41	27,69	131,13	40,46	4,05	65,89	682,36	<0,2	5,37	2,43	2,43	3,56	1,70	1,24	2,53	0,49	1,74	8,14	24,25	<1	40,98	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
3477	F402bis	2,00-4,00	8,30	96,77	93,69	0,80	51,45	601,91	44446,80	36,79	1,51	11,28	48,04	27,32	69,68	24,63	1,15	51,90	335,81	<0,2	1,28	0,40	0,45	0,78	0,31	0,27	0,47	0,10	0,37	1,39	4,54	<1	6,90	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3478	F403bis	4,00-6,00	8,30	97,44	94,65	0,80	359,26	492,69	42648,61	33,89	0,67	12,11	50,24	31,53	44,90	20,06	0,21	50,81	125,70	<0,2	0,30	0,08	0,06	0,15	0,05	0,05	0,10	0,02	0,07	0,18	0,75	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
2898	F501	0,00-2,00	7,90	89,10	84,30	1,30	678,00	611,00	31454,20	36,10	2,40	12,10	50,40	29,40	93,20	33,90	2,50	52,00	393,60	<0,2	1,40	1,08	1,32	2,13	0,97	0,52	1,38	0,33	0,98	2,19	10,88	<1	12,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,03				
2899	F502	2,00-4,00	8,10	93,50	89,80	0,70	969,00	420,00	34159,70	33,60	1,00	12,40	43,40	32,40	41,90	22,90	0,30	43,70	112,60	<0,2	<0,1	0,04	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,25	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,005	<0,006	<0,006	<0,006	0,005	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3536	F501bis	0,00-2,00	7,60	88,00	82,59	1,90	506,73	636,23	28402,54	25,85	1,73	9,47	46,38	26,28	101,36	33,02	3,53	38,48	489,19	<0,2	5,00	0,94	1,02	1,50	0,65	0,62	1,34	0,29	0,74	2,20	9,10	<1	28,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3537	F502bis	2,00-4,00	7,80	95,26	92,34	1,00	787,61	619,59	36234,09	28,72	1,30	11,91	49,94	31,43	67,99	23,94	0,58	48,45	290,87	<0,2	0,39	0,42	0,47	0,69	0,31	0,36	0,52	0,18	0,36	0,94	4,26	<1	8,08	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
3538	F503bis	4,00-6,00	7,80	96,12	93,26	0,80	51,72	470,69	36786,42	16,75	0,69	13,25	46,79	31,48	46,85	21,56	0,30	49,99	125,37	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,06	0,02	0,03	0,06	0,01	0,03	0,05	0,33	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3611	F601	0,00-2,00	8,10	95,23	91,21	1,00	368,93	574,48	31209,78	23,79	0,82	11,49	48,02	28,30	58,05	24,49	1,65	45,65	224,27	<0,2	0,30	0,37	0,37	0,52	0,26	0,31	0,45	0,17	0,29	0,71	3,45	<1	8,40	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3612	F602	2,00-4,00	8,00	98,10	94,54	0,90	153,82	507,61	38182,50	40,97	0,57	13,99	60,70	40,07	41,80	22,91	0,24	53,64	113,00	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3613	F603	4,00-6,00	7,80	96,07	92,90	1,00	366,04	486,32	42154,96	31,52	0,64	13,51	59,46	38,14	41,82	22,38	0,21	55,62	115,53	<0,2	<0,1	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3677	F701	0,00-1,80	8,30	93,57	86,69	2,40	376,63	651,04	45776,22	25,21	2,44	11,67	67,39	35,18	119,89	45,11	3,48	51,00	571,50	<0,2	6,70	1,39	1,54	2,34	1,04	0,86	1,70	0,39	1,17	3,52	13,93	<1	45,31	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,06
3678	F702	1,80-3,60	8,20	94,95	89,28	1,90	512,98	605,09	47250,89	31,01	3,13	12,18	70,39	39,56	200,78	38,70	2,28	54,00	790,76	<0,2	5,20	2,86	3,86	5,16	3,24	1,84	2,95	0,81	3,15	7,14	31,02	<1	102,93	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	.06
3679	F703	3,60-5,40	8,00	97,28	93,62	0,90	205,67	503,88	74015,50	36,88	0,56	13,79	62,63	41,13	44,70	22,89	0,19	55,98	116,15	<0,2	0,30	0,04	0,04	0,06	0,04	0,02	0,05	0,03	0,03	0,07	0,39	<1	6,58	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3680	F704	5,40-6,00	8,00	98,89	97,08	0,40	152,80	499,14	44270,11	15,91	0,41	9,34	29,45	19,77	29,27	12,94	0,03	35,28	82,84	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2840	F801	0,00-2,00	8,90	87,60	82,50	1,50	545,00	594,00	17194,90	29,60	2,20	12,40	75,80	44,70	111,80	41,20	3,50	53,90	407,10	<0,2	<0,1	0,89	1,27	1,97	1,31	0,39	1,08	0,44	1,10	1,99	10,46	<1	26,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2841	F802	2,00-4,00	8,00	90,20	86,00	1,10	446,00	516,00	48694,10	47,70	1,10	14,80	67,40	45,80	62,40	31,30	0,90	57,20	148,50	<0,2	<0,1	0,18	0,21	0,34	0,21	0,10	0,22	0,04	0,22	0,48	1,99	<1	6,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2842	F803	4,00-6,00	8,00	91,70	88,50	0,60	1913,00	481,00	36693,00	45,10	1,00	14,00	65,30	46,20	42,90	23,80	0,20	54,30	110,50	<0,2	<0,1	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,19	2,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3799	G101	0,00-2,25	8,00	92,70	86,40	2,00	53,55	937,14	38802,36	45,63	15,50	11,07	42,95	28,45	895,95	111,89	15,72	49,72	5690,49	<0,2	18,90	2,30	2,98	3,96	1,88	2,34	2,30	1,09	1,94	5,20	23,79	<1	63,53	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,18	<0,006	<0,006	<0,006	0,41	0,37	<0,006	<0,006	0,27	1,25
3800	G102	2,25-4,50	8,10	97,21	84,82	5,30	350,33	1195,50	25029,94	61,14	27,79	11,49	35,56	30,74	1864,51	191,90	13,13	41,75	2424,29	<0,2	18,50	9,75	10,82	15,10	6,80	6,54	10,16	2,65	7,37	30,11	99,29	<1	263,07	<0,006	0,06	<0,006	<0,006	0,25	<0,006	<0,006	<0,006	0,46	0,53	<0,006	<0,006	0,44	1,75
3801	G103	4,50-4,90	8,20	96,07	93,34	1,40	<50	470,02	46302,77	20,82	0,50	9,14	26,63	17,85	48,77	13,65	0,24	37,22	113,25	0,30	<0,1	0,05	0,05	0,10	0,06	0,05	0,05	0,03	0,08	0,12	0,59	<1	7,19	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3802	G104	4,90-6,00	7,80	94,38	91,13	1,90	136,78	364,73	45470,07	16,79	0,48	7,56	34,18	22,17	28,25	11,17	0,31	36,83	115,58	0,60	0,20	0,06	0,06	0,12	0,05	0,07	0,05	0,03	0,07	0,15	0,66	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01
3836	G201	0,00-2,15	8,00	94,64	90,48	0,70	421,51	595,39	42263,95	20,14	1,13	8,69	34,86	19,31	61,15	21,27	2,83	40,02	384,37	<0,2	2,20	0,55	0,52	0,81	0,35	0,42	0,76	0,20	0,40	1,48	5,49	<1	7,71	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,02	0,05
3837	G202	2,15-4,30	7,90	97,29	94,89	0,50	153,56	527,23	42559,63	14,02	0,38	8,58	35,22	15,11	28,71	11,01	0,65	35,60	82,95	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,24	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3838	G203	4,30-5,10	7,60	98,22	95,44	1,60	403,68	474,32	44026,78	19,38	0,39	10,13	53,93	36,80	19,89	14,56	0,44	46,74	77,38	<0,2	0,10	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,04	0,22	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3839	G204	5,10-6,00	7,60	99,13	97,14	1,00	50,17	426,45	36244,36	13,18	0,42	9,07	36,69	25,70	17,49	11,33	0,18	36,50	76,12	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3726	G301	0,00-2,50	8,20	98,28	95,29	0,60	<50	592,28	23665,91	18,89	0,57	8,65	29,02	17,32	37,07	14,44	0,99	33,72	176,85	<0,2	0,30	0,36	0,38	0,52	0,34	0,32	0,35	0,06	0,37	0,37	1,66	<1	5,76	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3727	G302	2,50-5,00	8,10	99,34	97,59	0,30	151,47	545,31	21312,57	16,24	0,35	7,88	22,68	15,29	21,72	8,86	0,24	29,38	72,09	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,17	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3728	G303	5,00-6,00	7,90	94,37	92,37	1,10	<50	765,93	20241,86	11,51	0,31	7,66	30,01	21,41	14,80	9,20	0,11	29,63	66,28	0,40	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3833	G401	0,00-2,00	7,80	89,67	85,80	1,10	224,64	622,83	52096,33	28,28	0,76	13,24	64,94	38,83	60,58	28,18	1,56	55,35	207,99	<0,2	0,40	0,42	0,47	0,68	0,35	0,39	0,57	0,20	0,39	1,06	4,47	<1	7,03	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02
3834	G402	2,00-4,00	7,80	90,76	87,13	0,80	276,49	503,22	59736,42	28,11	0,53	12,78	54,28	34,30	35,62	19,60	0,45	52,49	100,82	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																	0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																	5
ICRAM (2004)-I.C/B										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9																0,005
ICRAM (2004)-I.C/I.										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4																0,189
3835	G403	4,00-6,00	7,80	93,59	96,81	0,80	586,94	505,60	62905,30	26,89	0,54	13,03	58,83	38,53	38,36	30,77	0,18	52,86	105,90	<0,2	<0,1	0,06	0,05	0,13	0,05	0,04	0,10	0,03	0,06	0,17	0,69	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3674	G501	0,00-2,00	8,10	97,77	89,48	2,50	772,29	689,92	51484,24	27,75	4,37	12,29	88,90	43,07	202,51	54,21	5,62	55,10	756,66	0,20	14,20	1,21	1,52	2,39	1,11	0,89	1,39	0,43	1,19	2,47	12,60	<1	47,36	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	<0,006	<0,006	<0,006	0,05	0,05	<0,006	<0,006	0,04	0,17
3675	G502	2,00-4,00	8,00	97,74	91,61	2,10	767,10	685,27	52086,73	31,20	6,26	13,72	74,31	46,62	263,99	57,57	3,09	57,86	912,94	0,41	15,20	1,50	2,26	3,44	1,62	1,39	1,89	0,54	1,79	3,08	17,31	<1	40,91	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3676	G503	4,00-6,00	7,80	98,72	94,88	1,00	301,62	532,86	60340,87	12,89	0,61	13,55	56,50	37,86	42,39	22,29	0,29	53,70	116,30	<0,2	0,30	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,22	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3529	G601	0,00-2,00	8,00	93,45	88,80	1,50	300,60	611,21	36948,91	30,54	1,70	11,91	68,41	36,85	164,28	37,18	2,31	51,83	452,28	<0,2	2,44	0,36	0,44	0,61	0,30	0,32	0,43	0,16	0,32	0,78	3,73	<1	18,75	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3530	G602	2,00-4,00	8,50	96,91	93,63	1,00	255,94	506,76	51826,23	20,08	0,58	13,88	59,84	38,02	44,13	23,31	0,09	58,97	122,33	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,18	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3531	G603	4,00-6,00	8,40	95,33	92,93	1,10	210,86	495,53	44478,29	16,78	0,55	13,10	48,97	33,00	44,37	20,61	0,12	52,27	114,64	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,03	0,03	0,20	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3482	G701	0,00-2,00	8,20	96,99	91,40	2,20	462,80	958,00	28775,55	30,76	1,99	10,90	52,11	31,81	221,21	42,40	3,32	49,06	626,77	<0,2	3,74	0,42	0,55	0,85	0,48	0,35	0,50	0,18	0,45	0,90	4,67	<1	35,76	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,03
3483	G702	2,00-4,00	8,10	93,35	89,39	2,10	802,60	444,11	38074,51	30,58	0,50	12,75	71,52	49,09	34,63	21,33	0,12	64,32	104,48	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,05	0,20	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3484	G703	4,00-6,00	8,20	98,51	94,69	2,10	807,73	434,16	45952,81	27,34	0,45	11,61	73,56	48,59	34,21	17,85	0,13	60,07	96,26	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,08	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

TAB. 3.6 - INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2009: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I.

Codice certificato	Sigla	Quota (in p.f.)	pH	Residuo 105° (%)	Residuo 600° (%)	TOC (%)	N Totale (mg/kg ss)	P Totale (mg/kg ss)	Alluminio (Al) (mg/kg ss)	Arsenico (As) (mg/kg ss)	Cadmio (Cd) (mg/kg ss)	Cobalto (Co) (mg/kg ss)	Cromo (Cr) (mg/kg ss)	Nichel (Ni) (mg/kg ss)	Piombo (Pb) (mg/kg ss)	Rame (Cu) (mg/kg ss)	Stagno (Sn) (mg/kg ss)	Vanadio (V) (mg/kg ss)	Zinco (Zn) (mg/kg ss)	Cromo VI (Cr VI) (mg/kg ss)	Mercurio (Hg) (mg/kg ss)	Benzo(a) antracene (mg/kg ss)	Benzo(a) pirene (mg/kg ss)	Benzo(b) fluorantene (mg/kg ss)	Benzo (g,h,i) perilene (mg/kg ss)	Benzo(k) fluorantene (mg/kg ss)	Crisene (mg/kg ss)	Dibenzo (a,h) antracene (mg/kg ss)	Indeno (1,2,3-cd) pirene (mg/kg ss)	Pirene (mg/kg ss)	Sommatoria IPA (mg/kg ss)	Idrocarburi C<12 (mg/kg ss)	Idrocarburi C>12 (mg/kg ss)	PCB 028 (mg/kg ss)	PCB 052 (mg/kg ss)	PCB 077 (mg/kg ss)	PCB 081 (mg/kg ss)	PCB 101 (mg/kg ss)	PCB 118 (mg/kg ss)	PCB 126 (mg/kg ss)	PCB 128 (mg/kg ss)	PCB 138 (mg/kg ss)	PCB 153 (mg/kg ss)	PCB 156 (mg/kg ss)	PCB 169 (mg/kg ss)	PCB 180 (mg/kg ss)	Sommatoria PCB (mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50															0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750															5
ICRAM (2006)-LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,066		0,153	0,9															0,005
ICRAM (2006)-LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4															0,189
09LA01461	INT101	0,00-2,00	8,29	99,60	94,20	4,98	959,00	616,00	9866,00	24,00	<0,1	8,75	21,00	18,00	35,00	13,00	0,80	30,00	82,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01462	INT102	2,00-4,00	8,40	98,90	95,10	3,54	1003,00	511,00	9441,00	17,00	<0,1	8,74	21,00	17,00	29,00	11,00	0,60	28,00	72,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01479	INT101bis	0,00-2,00	8,30	99,70	94,30	4,87	1489,00	691,00	12840,00	34,00	0,40	9,42	32,00	22,00	58,00	24,00	2,40	33,00	164,00	<0,1	0,50	0,06	0,09	0,04	0,06	0,05	0,07	<0,01	0,05	0,07	0,47	<1	20,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,02
09LA01480	INT102bis	2,00-4,00	8,35	99,10	94,40	4,12	821,00	616,00	10638,00	28,00	<0,1	9,68	31,00	24,00	37,00	18,00	1,60	31,00	74,00	<0,1	0,90	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	5,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01481	INT103bis	4,00-6,00	8,59	99,40	94,10	4,75	960,00	798,00	8446,00	14,00	0,30	8,34	23,00	20,00	26,00	12,00	0,80	27,00	78,00	<0,1	0,20	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01463	INT201	0,00-2,00	8,44	99,60	95,60	3,64	1259,00	710,00	12336,00	28,00	<0,1	9,40	31,00	23,00	35,00	14,00	0,80	38,00	87,00	<0,1	<0,1	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,07	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01464	INT202	2,00-4,00	8,46	99,80	96,80	2,80	1081,00	775,00	7266,00	22,00	<0,1	7,83	19,00	17,00	26,00	10,00	0,30	26,00	68,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01476	INT201bis	0,00-2,00	8,36	99,80	97,00	2,70	1136,00	738,00	11705,00	35,00	<0,1	10,54	31,00	24,00	44,00	23,00	1,00	30,00	74,00	<0,1	0,10	0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,18	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01477	INT202bis	2,00-4,00	8,52	99,80	95,80	3,66	948,00	717,00	14686,00	30,00	<0,1	9,70	31,00	25,00	33,00	25,00	1,00	34,00	65,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01478	INT203bis	4,00-6,00	8,40	99,60	95,20	4,14	1146,00	680,00	12375,00	19,00	<0,1	10,03	32,00	24,00	25,00	24,00	0,70	36,00	50,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01482	INT301	0,00-2,00	8,27	99,80	93,70	5,80	1451,00	812,00	13067,00	34,00	0,10	10,62	33,00	25,00	42,00	15,00	1,70	35,00	104,00	<0,1	0,30	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	<0,01	0,03	0,06	0,22	<1	12,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01483	INT302	2,00-4,00	8,46	99,40	95,10	3,82	1148,00	630,00	12197,00	42,00	<0,1	9,84	32,00	23,00	34,00	13,00	0,70	31,00	60,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01484	INT303	4,00-6,00	8,57	99,40	95,30	3,74	967,00	722,00	16642,00	33,00	0,10	9,52	35,00	22,00	27,00	16,00	1,20	42,00	66,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	5,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01485	INT401	0,00-2,00	8,51	99,00	94,10	4,48	1036,00	751,00	7444,00	23,00	0,40	8,20	26,00	19,00	72,00	33,00	5,20	25,00	302,00	<0,1	3,60	0,11	0,20	0,11	0,12	0,10	0,19	0,01	0,13	0,20	0,95	<1	27,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01486	INT402	2,00-4,00	8,34	98,90	95,80	2,86	1116,00	935,00	7334,00	27,00	0,70	9,19	27,00	19,00	72,00	18,00	4,40	25,00	283,00	<0,1	3,10	0,35	0,41	0,22	0,26	0,17	0,34	0,02	0,25	0,39	2,06	<1	31,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,02
09LA01487	INT403	4,00-6,00	8,47	99,10	96,30	2,45	1000,00	786,00	8390,00	29,00	<0,1	9,24	26,00	21,00	26,00	9,00	1,60	26,00	60,00	<0,1	0,30	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	6,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01465	INT501	0,00-2,00	8,19	99,10	92,00	6,30	927,00	548,00	19916,00	32,00	<0,1	9,41	38,00	25,00	35,00	13,00	0,90	44,00	66,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01466	INT502	2,00-4,00	8,46	99,30	96,80	2,10	1078,00	629,00	8875,00	35,00	<0,1	10,90	34,00	27,00	39,00	15,00	0,50	34,00	75,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01467	INT503	4,00-6,00	8,13	99,70	93,50	5,80	1151,00	697,00	10141,00	18,00	<0,1	11,63	32,00	27,00	32,00	16,00	0,60	34,00	84,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01468	INT601	0,00-2,00	8,41	98,90	94,70	4,03	972,00	731,00	6554,00	25,00	0,80	8,87	31,00	25,00	128,00	29,00	5,90	29,00	710,00	<0,1	<0,1	0,81	1,20	0,60	0,68	0,63	1,09	0,06	0,70	1,65	5,79	<1	15,00	<0,005	0,01	0,01	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,03	0,03	<0,005	<0,005	0,03	0,12
09LA01469	INT602	2,00-4,00	8,35	99,90	93,50	4,25	589,00	721,00	11892,00	31,00	<0,1	11,18	69,00	33,00	48,00	20,00	0,90	39,00	92,00	<0,1	<0,1	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,04	0,18	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01470	INT603	4,00-6,00	8,14	99,60	94,30	3,66	1479,00	522,00	12487,00	32,00	<0,1	10,81	39,00	32,00	42,00	25,00	5,90	38,00	83,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01471	INT701	0,00-2,00	8,34	98,50	96,50	2,70	1348,00	727,00	11864,00	33,00	0,30	11,62	45,00	34,00	120,00	32,00	4,60	41,00	318,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	10,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01472	INT702	2,00-4,00	8,25	99,40	95,50	3,40	1282,00	661,00	12055,00	46,00	<0,1	13,04	44,00	39,00	51,00	66,00	0,70	43,00	91,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01473	INT703	4,00-6,00	8,07	99,10	94,90	3,32	1031,00	663,00	12044,00	38,00	<0,1	12,33	44,00	35,00	46,00	18,00	0,60	40,00	81,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01474	INT801	0,00-2,00	8,45	99,40	93,90	3,15	1366,00	1732,00	6133,00	110,00	41,80	20,45	68,00	83,00	1464,00	396,00	75,00	63,00	6274,00	<0,1	29,60	77,50	39,20	26,59	23,14	39,18	73,95	2,03	22,73	164,87	323,02	<1	496,00	<0,005	0,04	0,09	0,01	0,05	0,05	0,01	<0,005	0,22	0,23	<0,005	<0,005	0,25	0,93
09LA01475	INT802	2,00-4,00	8,61	99,60	94,00	5,49	959,00	900,00	9334,00	24,00	0,60	7,68	18,00	21,00	210,00	48,00	3,80	18,00	331,00	<0,1	2,30	0,30	0,31	0,09	0,19	0,11	0,25	0,02	0,19	0,45	1,73	<1	41,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

TAB. 3.7 - INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2015: RISULTATI SONDAGGI D1-D4 E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Parametri	U.M.	Normativa di riferimento				Identificativo campione													
		Tab. 1 colonna A all.5 parte IV D.lgs	Tab. 1 colonna B all.5 parte IV D.lgs	Tab. 2/A all. 1 alla parte III D.lgs	Tab. 3/B all. 1 alla parte III D.lgs	D1 0/1 0 - 0,9 m 6916	D1 1/2 0,9 - 1,9 m 6917	D1 2/3 1,9 - 2,9 m 6918	D1 3/4 2,9 - 3,9 m 6919	D1 4/5 3,9 - 4,9 m 6920	D2 0/1 0 - 1,3 m 6930	D2 1/2 1,30 - 2,30 m 6931	D2 2/3 2,30 - 3,30 m 6932	D2 3/4 3,30 - 4,30 m 6933	D2 4/5 4,30 - 5,30 m 6934	D3 0/1 0 - 1 m 6937	D3 1/2 1 - 2 m 6938	D3 2/3 2 - 3 m 6939	D3 3/4 3 - 4,5 m 6940	D4 0/1 0 - 1 m 6941	D4 1/2 1 - 2 m 6942	D4 2/3 2 - 3 m 6943
Ph	Unità di ph					8,1	8,3	8,3	8,1	8,0	8,1	8,7	8,7	8,5	8,3	8,2	8,2	8,0	7,9	8,2	8,2	7,9
Residuo a 105°	%					98,0	99,0	98,9	99,2	98,9	98,7	99,1	99,1	99,1	99,0	98,8	97,2	98,7	98,7	98,8	98,8	98,7
Residuo a 600°	%					91,4	95,5	95,1	94,2	94,7	94,0	94,9	95,0	95,2	95,6	92,8	95,6	95,3	94,9	93,4	95,3	95,4
Carbonio Organico Totale (TOC)	%					2,96	0,57	0,94	1,31	1,11	1,39	0,54	0,64	0,82	0,85	2,16	0,76	0,64	0,68	1,77	0,66	0,74
Azoto Totale come N	mg/Kg s.s.					800	400	600	700	600	500	500	500	600	500	800	400	500	600	700	500	600
Fosforo totale come P	mg/Kg s.s.					531	434	627	655	526	770	737	575	716	586	807	628	486	871	749	911	831
Granulometria																						
Ghiaia	%					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sabbia	%					15,1	3,6	7,89	13,0	25,1	11,7	3,7	8,9	6,6	18,1	11,1	8,2	2,8	7,0	11,7	7,5	2,8
Pelite	%					84,85	96,4	92,11	87,0	74,9	88,3	96,3	91,1	93,4	81,9	88,9	91,8	97,2	93,0	88,3	92,5	97,2
Frazione < 2 mm	%					96,7	99,6	99,7	99,6	96,9	98,9	99,8	99,8	99,8	99,8	99,7	99,6	99,9	100	98,6	99,7	99,9
Frazione 2 mm ÷ 20 mm	%					3,3	0,4	0,3	0,4	3,1	1,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,1	< 0,1	1,4	0,3	0,1
Idrocarburi																						
Idrocarburi leggeri (C<12)	mg/Kg s.s.	10	250			<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Idrocarburi pesanti (C>12)	mg/Kg s.s.	50	750			30	<10	<10	<10	<10	<10	<10	44	12	22	26	<10	19	18	16	16	13
IPA																						
Benzo(a)antracene	mg/Kg s.s.	0,5	10			**4,2 ± 1,1**	0,12	0,012	0,001	<0,0002	**0,97 ± 0,31**	<0,0002	<0,0002	0,001	<0,0002	**2,8 ± 0,8**	0,009	0,001	0,001	**6,2 ± 1,5**	0,042	<0,0002
Benzo(a)pirene	mg/Kg s.s.	0,1	10			**6,3 ± 1,5**	**0,19 ± 0,08**	0,012	0,002	<0,0002	**1,7 ± 0,5**	0,002	0,001	0,003	<0,0002	**4,6 ± 1,2**	0,015	0,003	0,003	**7,1 ± 1,7**	0,049	0,002
Benzo(b)fluorantene	mg/Kg s.s.	0,5	10			**7,2 ± 1,7**	0,30	0,021	0,003	0,001	**1,6 ± 0,5**	0,002	0,001	0,004	0,001	**4,5 ± 1,1**	0,018	0,004	0,006	**6,5 ± 1,6**	0,066	0,002
Benzo(k)fluorantene	mg/Kg s.s.	0,5	10			**3,5 ± 0,9**	0,14	0,010	0,002	0,001	**0,86 ± 0,28**	0,001	<0,0002	0,002	0,001	**2,3 ± 0,7**	0,010	0,002	0,003	**3,4 ± 0,9**	0,031	0,002
Benzo(g,h,i)perilene	mg/Kg s.s.	0,1	10			**4,0 ± 1,1**	0,17 ± 0,07	0,015	0,002	0,001	**1,3 ± 0,4**	0,002	0,001	0,002	0,002	**3,1 ± 0,8**	0,014	0,004	0,004	**3,8 ± 1,0**	0,044	0,003
Crisene	mg/Kg s.s.	5	50			4,2	0,13	0,021	0,002	0,007	1,1	0,001	0,001	0,003	0,001	2,8	0,013	0,003	0,004	5,4 ± 1,3	0,044	0,002
Dibenzo(a,h)antracene	mg/Kg s.s.	0,1	10			**0,48 ±0,17**	0,017	0,001	<0,0002	0,001	0,096	0,001	<0,0002	<0,0002	<0,0002	**0,34 ± 0,13**	0,001	<0,0002	<0,0002	0,06	0,001	<0,0002
Indeno(1,2,3-cd)pirene	mg/Kg s.s.	0,1	5			**4,2 ± 1,1**	0,17 ± 0,07	0,015	0,002	0,001	**1,1 ± 0,4**	0,002	0,001	0,002	0,001	**3,0 ± 0,8**	0,012	0,003	0,004	**3,7 ± 1,0**	0,041	0,002
Pirene	mg/Kg s.s.	5	50			**8,5 ± 2,0**	0,25	0,005	0,006	0,002	1,8	0,005	0,004	0,020	0,003	4,6	0,021	0,008	0,020	**14,5 ± 3,1**	0,047	0,007
Antracene	mg/Kg s.s.			0,045		**1,2 ± 0,4**	0,027	0,002	<0,0002	<0,0002	**0,23 ± 0,09**	0,001	<0,0002	0,002	<0,0002	**0,73 ± 0,25**	0,002	0,001	0,001	**1,0 ± 0,3**	0,008	0,001
Fluorantene	mg/Kg s.s.			0,110		**7,3 ± 1,7**	**0,19 ± 0,08**	0,005	0,003	0,001	**1,7 ± 0,5**	0,005	0,006	0,015	0,004	**4,5 ± 1,1**	0,021	0,007	0,018	**14,0 ± 3,0**	0,074	0,002
Naftalene	mg/Kg s.s.			0,035		**0,12 ± 0,05**	0,002	0,002	0,002	<0,0002	0,006	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,001	**0,18 ± 0,07**	<0,002	<0,0002	0,002	**0,18 ± 0,08**	0,003	0,001
Sommatoria IPA (1)	mg/Kg s.s.	10	100			**42,8 ± 3,8**	1,5	0,11	0,020	0,014	10,4 ± 1,1	0,016	0,009	0,038	0,009	**28,1 ± 2,6**	0,11	0,028	0,045	**50,7 ± 4,7**	0,37	0,020
Sommatoria IPA (2)	mg/Kg s.s.				0,800	**52,1 ± 4,2**	**1,7 ± 0,2**	0,13	0,029	0,017	**12,5 ± 1,2**	0,024	0,016	0,056	0,016	**33,7 ± 2,9**	0,14	0,038	0,070	**66,2 ± 5,6**	0,46	0,029
PESTICIDI																						
Aldrin	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Dieldrin	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
Esaclorobenzene	mg/Kg s.s.			0,0004		<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
α-HCH	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
β-HCH	mg/Kg s.s.	0,01	0,5			<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
γ-HCH	mg/Kg s.s.	0,01	0,5			<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
DDT (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
DDD (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
DDE (somma isomeri 2,4 e 4,4)	mg/Kg s.s.	0,01	0,1			<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
ORGANOSTANNICI																						
Tributilstagno	mg/Kg s.s.			0,005		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Metalli																						
Antimonio	mg/Kg s.s.	10	30			**46,5**	3,3	2,5	1,9	1,6	2,7	2,7	2,7	3,2	2,5	4,1	2,2	2,9	2,7	3,4	2,4	3,1
Alluminio come Al	mg/Kg s.s.					24542	32588	27273	28131	26642	28415	38815	38746	54401	32592	20912	35453	31543	36384	36024	29229	34883
Arsenico come As	mg/Kg s.s.	20	50			**41,4**	**25,8 ± 5,1**	23,1 ± 4,6	**27,1 ± 5,3**	21,1 ± 4,3	**35,3 ± 6,6**	**34,3 ± 6,5**	23,5 ± 4,7	22,5 ± 4,5	19,1	**36,6 ± 6,8**	**43,0 ± 7,8**	**43,3 ± 7,9**	**26,4 ± 5,2**	**39,7 ± 7,3**	**41,4 ± 7,6**	**37,1 ± 6,9**
Cadmio come Cd	mg/Kg s.s.	2	10			**21,9**	0,8	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	**5,7**	0,2	0,1	0,1	1,4	0,2	0,1
Cobalto	mg/Kg s.s.	20	250			9,9	10,9	10,8	9,8	8,0	12,0	12,2	11,4	11,9	11,0	11	12,5	12,9	12,7	12,7	13,6	13,2
Cromo come Cr	mg/Kg s.s.	150	800			48,7	33,6	37,8	52,0	47,1	56,1	66,1	54,2	57,1	50,4	60,8	72,8	66,5	61,4	61,8	73,9	69,6
Nichel come Ni	mg/Kg s.s.	120	500			31,9	22,8	29,5	36,6	31,3	40,8	39,7	36,2	34,2	32,5	44,3	45,4	45,3	40,1	43,6	51,8	46,8
Piombo come Pb	mg/Kg s.s.	100	1000			**656**	71,2	53,1	30,7	22,5	96,5	50,2	43,5	47,5	58,8	**317**	53,5	51,3	51,1	**316**	53,6	51,7
Rame come Cu	mg/Kg s.s.	120	600			107	22,0	20,5	17,4	13,3	33,4	23,6	22,1	23,0	21,8	69,8	25,9	24,3	26,8	51,9	30,0	27,7
Stagno come Sn	mg/Kg s.s.	1	350			**43,0**	**2,5 ± 0,7**	**1,6 ± 0,5**	**1,7 ± 0,5**	**1,6 ± 0,5**	**3,0 ± 0,8**	1,2 ± 0,4	1,4 ± 0,4	**2,0 ± 0,6**	1,5 ± 0,5	**11,1**	**2,1 ± 0,6**	**1,8 ± 0,5**	1,1 ± 0,3	**6,8**	**1,8 ± 0,5**	**1,9 ± 0,6**
Vanadio come V	mg/Kg s.s.	90	250			50,9	43,6	40,0	45,1	41,4	45,7	45,7	47,9	56,3	48,0	45,5	55,4	49,6	52,4	58,2	51,9	53,3
Zinco come Zn	mg/Kg s.s.	150	1500			**4554**	**191 ± 28**	94,0	70,4	57,3	143	90,8	86,8	91,5	90,4	**965**	99,7	94,4	98,9	**367 ± 48**	105	94,2
Cromo esavalente come Cr	mg/Kg s.s.	2	15			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1
Mercurio come Hg	mg/Kg s.s.	1	5			**32,7**	1,3 ± 0,4	0,1	<0,1	<0,1	0,8	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	**7,5**	0,3	0,1	0,1	**4,6**	0,3	0,1
PCB diossima simile e diossine																						
SOMMAT. T.E. PCDD, PCDF (diossine e furani) e PCB diossima simili (3)	ng/Kg s.s.				2	**67,6 ± 9,6**	2,03 ± 0,37	0,544	0,373	**4,44 ± 0,78**	1,85	0,506	0,355	0,407	0,608	**52,1 ± 8,4**	1,08	0,563	0,469	**29,8 ± 5,4**	1,13	0,563
PCB																						
PCB 028	mg/Kg s.s.					<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
PCB 052	mg/Kg s.s.					0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
PCB 077	mg/Kg s.s.					<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB 081	mg/Kg s.s.					0,061	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,038	<0,001	<0,001	<0,001	0,024	<0,001	<0,001
PCB 101	mg/Kg s.s.					0,058	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,036	<0,001	<0,001	<0,001	0,023	<0,001	<0,001
PCB 118	mg/Kg s.s.					0,026	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,014	<0,001	<0,001	<0,001	0,009	<0,001	<0,001
PCB 126	mg/Kg s.s.					0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001
PCB 128	mg/Kg s.s.					0,049	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,029	<0,001	<0,001	<0,001	0,020	0,001	<0,001
PCB 138	mg/Kg s.s.					0,091	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,049	<0,001	<0,001	<0,001	0,030	0,001	<0,001
PCB 153	mg/Kg s.s.					0,169	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,017	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,087	<0,001	<0,001	<0,001	0,052	0,001	<0,001
PCB 156	mg/Kg s.s.					0,007	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001	<0,001
PCB 169	mg/Kg s.s.					<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
PCB 180	mg/Kg s.s.					0,119	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,032	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,064	<0,001	<0,001	<0,001	0,045	0,001	<0,001
Sommatoria PCB	mg/Kg s.s.	0,06	5			**0,598 ± 0,207**	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	0,100 ± 0,044	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	**0,333 ± 0,126**	<0,007	<0,007	<0,007	**0,213 ± 0,086**	<0,007	<0,007

(1) **Sommatoria IPA1**: Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene, Pirene

(2) **Sommatoria IPA2**: Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Indeno(1,2,3,c-d)pirene, Pirene, Antracene, Fluorantene, Naftalene, Fluirene, Acenaftene, Acenaftilene, Fenantrene

(3) **SOMMAT. T.E. PCDD, PCDF (diossine e furani) e PCB diossina simili**: PCB congeneri: 77 - 81 - 118 - 126 - 156 - 169 - 105 - 114 - 123 - 157 - 167; Policlorodibenzodiossine congeneri PCDD: 2,3,7,8 TACDD - 1,2,3,7,8 PECDD - 1,2,3,4,7,8,9 HxCDD - 1,2,3,6,7,8 HxCDD - 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD - OCDD; Policlorodibenzofurani congeneri PCDF: 2,3,7,8 TACDF - 1,2,3,7,8 PECDF - 2,3,4,7,8 PECDF - 1,2,3,4,7,8 HxCDF - 1,2,3,6,7,8 HxCDF - 1,2,3,7,8,9 HxCDF - 2,3,4,6,7,8 HxCDF - 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF - 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF - OCD.

LEGENDA In azzurro i parametri eseguito esclusivamente nel 2015
IN ROSSO SUPERI DI COLONNA B
IN NERO GRASSETTO SUPERI DI COLONNA A o tab 2/A o tab 3/B

3.5. Le condizioni meteomarine

Scopo di questo capitolo è di definire le condizioni meteomarine relative al paraggio dove è prevista la "Nuova Piastra Multifunzionale del Porto di Vado Ligure", di riferimento per la progettazione delle nuove opere.

Per i dettagli si rimanda alla relazione meteomarina del progetto.

Di seguito sono ripresi in sintesi i risultati ottenuti relativamente alla definizione delle seguenti condizioni meteomarine:

- i livelli del mare;
- le condizioni anemometriche;
- il moto ondoso al largo ed in corrispondenza delle nuove opere nel bacino di Vado: a riguardo in particolare è stata effettuata la propagazione delle onde dal largo verso costa mediante l'utilizzo di un modello matematico.

Le varie analisi svolte hanno tenuto conto anche del contributo di studi specialistici redatto in passato per il paraggio in esame: per l'elenco delle pubblicazioni e studi consultati si rimanda alla relazione meteomarina.

3.5.1. Esposizione del paraggio

Il paraggio di Vado è ubicato nella riviera di Ponente della costa ligure. L'esposizione della zona d'intervento è compresa tra 50° e 180°N con un settore di massimo fetch proveniente da sud e sud-est caratterizzato da valori di 150-200 km. Per le altre possibili direzioni di provenienza il fetch geografico si mantiene inferiore a 100 km.

Il sito risulta naturalmente protetto nei confronti degli eventi ondosi di maggiore intensità, provenienti da Libeccio, per effetto dell'azione schermante offerta da Capo Vado. Il sito risulta esposto direttamente solo agli eventi provenienti dal secondo quadrante, e, parzialmente dal primo che, come si è visto, non presenta fetch particolarmente estesi. Il paraggio di Vado Ligure è caratterizzato da una batimetria, tipica delle coste liguri, per cui si raggiungono profondità superiori ai 50 e talora ai 100 m a ridotta distanza dalla costa (Fig. 3.11). Già dalla semplice analisi di tale batimetria si può quindi intuire come le onde provenienti dal largo non subiscano rilevanti modificazioni delle loro grandezze fondamentali (altezza, periodo di picco e direzione di propagazione dell'onda) fintantoché non raggiungono zone molto prossime a riva.

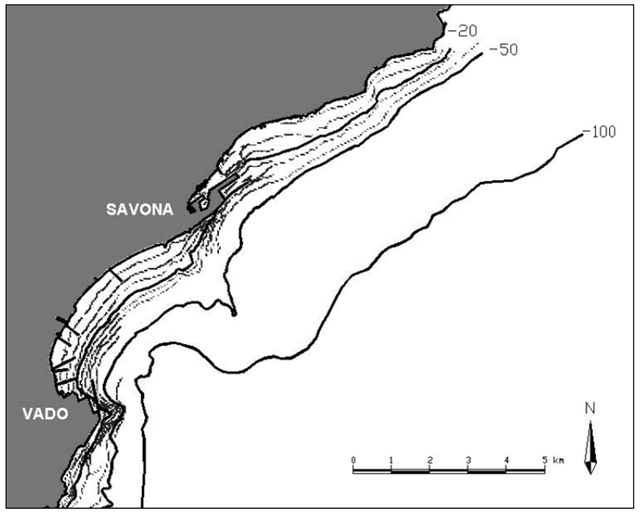


FIG. 3.11 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CONDIZIONI METEOMARINE - LE BATIMETRIE NEL PARAGGIO DI VADO LIGURE

3.5.2. I livelli del mare

Nel Golfo di Genova l'ampiezza di marea è modesta, come dimostrano i dati mareografici delle stazioni di Genova ed Imperia forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale dei Servizi Tecnici Nazionali ora confluiti nell'APAT (Agenzia per l'Ambiente ed il Territorio) per il periodo 1998-2008. I valori massimi di marea registrati nel periodo sono pari a +0.5 m per il sito di Genova e a +0.43 m per quello di Imperia. I valori minimi sono, rispettivamente, di -0.33 m e -0.36 m.

Le variazioni del livello marino definiscono un segnale complesso, che può considerarsi il risultato delle interazioni tra due componenti fondamentali: la marea astrono-

mica, di natura periodica e causata dalle forze di attrazione combinate della luna e del sole, e la cosiddetta componente meteorologica, aleatoria e dovuta agli effetti indotti sulla superficie marina dalle variazioni delle condizioni atmosferiche, ovvero le variazioni di pressione atmosferica ed il vento, i cui effetti, in generale, non possono essere identificati separatamente.

Per poter eseguire un'analisi statistica della componente meteorologica del segnale di marea, e fare quindi previsioni di livello legate al tempo di ritorno, le registrazioni di marea (dal mareografo di Genova, relative al periodo 1998 - 2008) sono state elaborate al fine di separare le due componenti astronomica e meteorologica.

L'analisi statistica di tali valori estremi è stata effettuata adattando la distribuzione di probabilità di Gumbel e la distribuzione Tipo III di Pearson. I risultati dell'elaborazione sono riportati nella tabella Tab. 3.8, con riferimento a valori del tempo di ritorno pari a 1, 5, 10, 20 e 50 anni. Per determinare il livello estremo complessivo, occorre sommare al valore massimo stimato del contributo meteorologico un valore rappresentativo delle più elevate altezze di marea astronomica. A tale proposito sono stati individuati, per l'intero periodo 1998 - 2008 e relativamente a ciascun giorno mareale, i valori delle più elevate alte maree astronomiche. Facendo la media di tali dati si è stimata la marea astronomica di riferimento per il calcolo dei livelli estremi complessivi, che è risultata pari a +0.12 m. I valori estremi complessivi del livello marino sono indicati anch'essi in Tab. 3.8.

TAB. 3.8 - RISULTATI DELL'ANALISI STATISTICA DEI LIVELLI ESTREMI

T_r (anni)	M. Meteorologica (m)		M. Astronomica (m)	Livello marino (m)
	Pearson (tipo III)	Gumbel		
1	0.26	0.26	0.12	0.38 / 0.38
5	0.40	0.41	0.12	0.52 / 0.53
10	0.43	0.46	0.12	0.55 / 0.58
20	0.46	0.50	0.12	0.58 / 0.62
50	0.50	0.56	0.12	0.62 / 0.68
100	0.53	0.61	0.12	0.65 / 0.73

3.5.3. Le condizioni anemometriche

3.5.3.1 Le condizioni frequenti di vento

La disponibilità di serie storiche di dati di vento molto lunghe riguardano una stazione a terra in prossimità dell'intervento, proprio a Vado Ligure. I dati di Vado Ligure che si riferiscono al periodo 1986-1997, che come si può notare nel seguito sono stati selezionati per definire le condizioni di vento sottocosta, sono stati ottenuti dalla stazione ubicata in corrispondenza della postazione Capo Vado 1 sita in località Scoglio bianco (Lat. Nord 44°15'30", Long. Est 8°26'58") che si trova proprio vicino al porto di Vado, oggi gestita dall'ARPAL Liguria. L'anemometro è ubicato ad una quota piuttosto alta di 220 m sul l.m.m. (quota del terreno 200 m e l'anemometro posizionato a 20 m da terra) ed ha registrato i dati con cadenza semioraria. Si ritiene che questo anemometro sia in grado di fornire dati rappresentativi delle condizioni locali.

Sono stati poi raccolti i dati di vento (con cadenza trioraria) ricostruiti presso il Centro Meteorologico di Bracknell con riferimento al periodo 1987-2008, che vengono utilizzati per definire le condizioni di vento al largo e sulla base delle quali il Centro Meteorologico di Bracknell ha ricostruito le condizioni d'onda al largo. I dati raccolti sono stati elaborati al fine di ottenere le condizioni di vento nel paraggio d'interesse, con riferimento sia alle condizioni frequenti che a quelle estreme (vedi paragrafo seguente).
Nelle Fig. 3.12 e Fig. 3.13 sono mostrate la rose dei venti dedotte dalle due serie anemometriche e nelle

Tab. 3.9, Tab. 3.10 le percentuali di occorrenza per classi di velocità e direzioni del vento. Si fa notare che i dati registrati all'anemometro di Vado Ligure sono stati riportati alla quota di 10 m sul l.m.m., utilizzando la nota formula di letteratura u10=uz (10/z)1/7.

Le velocità del vento dell'UKMO risultano un po' più basse rispetto a quelle registrate all'anemometro di Vado Ligure. Anche le direzioni di provenienza del vento risentono per l'anemometro di Vado Ligure dei fenomeni legati alla particolare orografia del sito d'interesse.

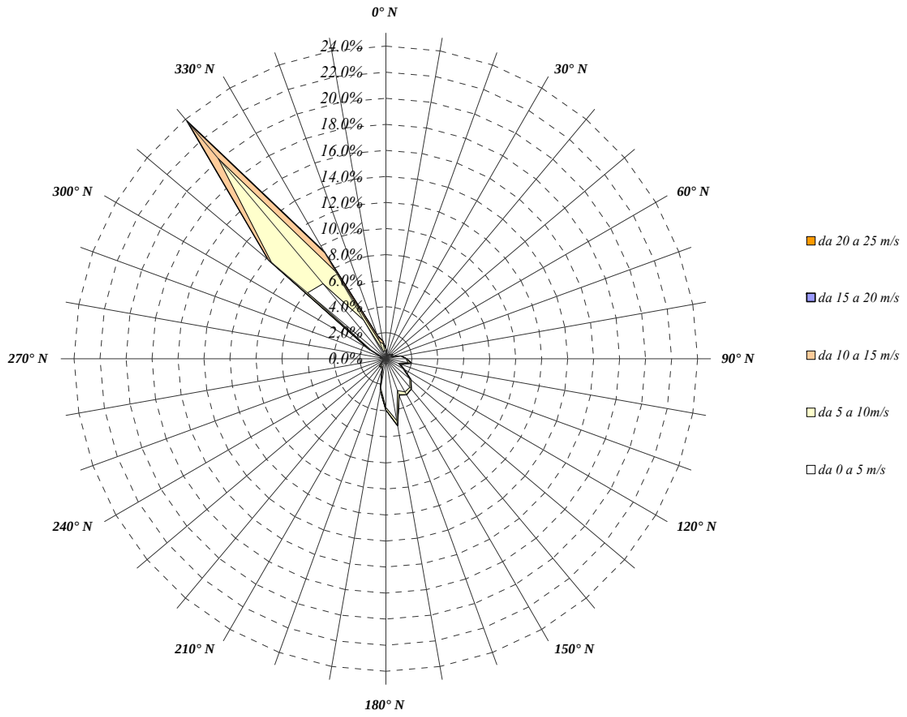


FIG. 3.12 - VADO LIGURE, ROSA DEI VENTI - DATI ORARI, 1986-1997

TAB. 3.9 - FREQUENZE DI OCCORRENZA DELLE VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO A VADO LIGURE (1986-1997)

VV (m/s)	≥ 0	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 25	≥ 30	≥ 35	Tot.
DIREZIONE °N	< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 35	< 40	
5	**0.583**	**0.149**	**0.014**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.751**
15	**0.378**	**0.030**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.409**
25	**0.197**	**0.011**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.209**
35	**0.246**	**0.011**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.258**
45	**0.392**	**0.010**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.404**
55	**0.436**	**0.009**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.445**
65	**0.598**	**0.007**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.607**
75	**0.368**	**0.014**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.382**
85	**1.156**	**0.031**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.189**
95	**1.552**	**0.044**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.598**
105	**1.736**	**0.218**	**0.050**	**0.007**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.011**
115	**1.027**	**0.114**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.145**
125	**1.548**	**0.085**	*0.000*	**0.003**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.636**
135	**2.417**	**0.095**	**0.003**	*0.000*	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.516**
145	**2.871**	**0.158**	**0.003**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.033**
155	**2.941**	**0.246**	**0.003**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.190**
165	**2.604**	**0.328**	**0.025**	**0.007**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.965**
175	**4.827**	**0.376**	**0.013**	**0.002**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**5.219**
185	**3.737**	**0.181**	**0.007**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.926**
195	**2.270**	**0.189**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.460**
205	**0.671**	**0.121**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.791**
215	**0.650**	**0.061**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.711**
225	**0.526**	**0.174**	**0.059**	**0.003**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.761**
235	**0.299**	**0.023**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.324**
245	**0.113**	**0.006**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.121**
255	**0.055**	**0.005**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.061**
265	**0.102**	**0.008**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.112**
275	**0.209**	**0.008**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.219**
285	**0.383**	**0.046**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.432**
295	**0.246**	**0.025**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**0.273**
305	**1.322**	**0.224**	**0.033**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.578**
315	**7.862**	**3.623**	**0.291**	**0.012**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**11.788**
325	**7.519**	**12.529**	**3.588**	**0.166**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**23.802**
335	**3.429**	**4.289**	**1.658**	**0.101**	**0.001**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**9.478**
345	**0.561**	**0.849**	**0.449**	**0.029**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.888**
355	**0.648**	**0.504**	**0.217**	**0.012**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.381**
Tot.	**56.480**	**24.799**	**6.442**	**0.351**	**0.002**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**88.074**

4.580% **eventi di calme**
7.346% **eventi di direzione indeterminata**

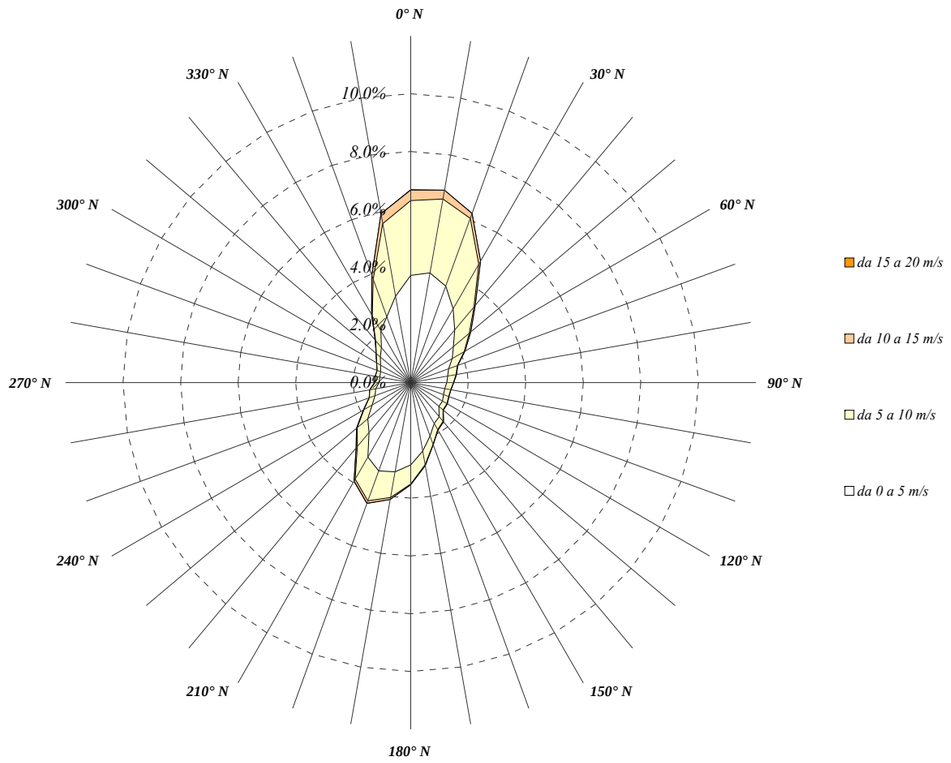


FIG. 3.13 - PUNTO UKMO - ROSA DEI VENTI. DATI TRIORARI, 1987-2008

TAB. 3.10 - FREQUENZE DI OCCORRENZA DELLE VELOCITÀ E DIREZIONE DEL VENTO AL LARGO - DATI UKMO (1987-2008)

VV (m/s)	≥ 0	≥ 5	≥ 10	≥ 15	≥ 20	≥ 25	≥ 30	≥ 35	Tot.
DIREZIONE °N	< 5	< 10	< 15	< 20	< 25	< 30	< 35	< 40	
5	**3.714**	**2.586**	**0.364**	**0.012**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**6.677**
15	**3.856**	**2.593**	**0.314**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**6.765**
25	**3.555**	**2.495**	**0.180**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**6.234**
35	**2.951**	**1.784**	**0.119**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**4.853**
45	**2.379**	**1.039**	**0.070**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.488**
55	**1.941**	**0.718**	**0.061**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.721**
65	**1.668**	**0.482**	**0.032**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.183**
75	**1.402**	**0.321**	**0.016**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.743**
85	**1.307**	**0.291**	**0.018**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.617**
95	**1.255**	**0.230**	**0.012**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.496**
105	**1.200**	**0.212**	**0.007**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.419**
115	**1.214**	**0.191**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.410**
125	**1.274**	**0.179**	**0.018**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.470**
135	**1.279**	**0.193**	**0.012**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.484**
145	**1.542**	**0.209**	**0.021**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.773**
155	**1.633**	**0.244**	**0.021**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.899**
165	**1.964**	**0.308**	**0.011**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.285**
175	**2.409**	**0.471**	**0.037**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.917**
185	**2.851**	**0.661**	**0.021**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.536**
195	**3.135**	**0.902**	**0.072**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**4.110**
205	**3.254**	**1.099**	**0.095**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**4.452**
215	**2.970**	**0.887**	**0.077**	**0.007**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.940**
225	**2.253**	**0.627**	**0.063**	**0.011**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.954**
235	**1.947**	**0.478**	**0.035**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.460**
245	**1.545**	**0.333**	**0.021**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.901**
255	**1.319**	**0.212**	**0.007**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.538**
265	**1.235**	**0.207**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.447**
275	**1.099**	**0.142**	**0.014**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.255**
285	**1.088**	**0.163**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.253**
295	**1.111**	**0.126**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.240**
305	**1.207**	**0.154**	**0.011**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.372**
315	**1.377**	**0.180**	**0.018**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.575**
325	**1.584**	**0.310**	**0.019**	**0.002**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**1.915**
335	**2.076**	**0.590**	**0.051**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**2.721**
345	**2.428**	**1.374**	**0.147**	**0.005**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**3.955**
355	**3.033**	**2.553**	**0.349**	**0.004**	*0.000*	*0.000*	*0.000*	*0.000*	**5.938**
Tot.	**72.056**	**25.542**	**2.327**	**0.075**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**0.000**	**100.000**

3.5.3.2 Le condizioni estreme di vento

Per la definizione dei valori estremi della velocità del vento sottocosta è stato elaborato il set di dati registrati all'anemometro di Vado Ligure presentato nel paragrafo precedente, mediante la distribuzione di probabilità di Gumbel con riferimento all'elaborazione dei massimi annuali.

Nelle tabelle riportate di seguito sono presentati i risultati delle elaborazioni svolte. I valori della velocità del vento di Vado Ligure indicati in Tab. 3.11 fanno riferimento alla quota di 220 m sul l.m.m., mentre quelli indicati in Tab. 3.12 sono riferiti alla quota di 10 m sul l.m.m..

TAB. 3.11 - VALORI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO (M/S) IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO - DATI DELL'ANEMOMETRO DI VADO LIGURE ALLA QUOTA DI 220 M SUL L.M.M.

Tempo di ritorno (anni)			
2	**10**	**50**	**100**
28	32	36	37

TAB. 3.12 - VALORI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO (M/S) IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO - DATI DELL'ANEMOMETRO DI VADO LIGURE RIPORTATI ALLA QUOTA DI 10 M SUL L.M.M.

Tempo di ritorno (anni)			
2	**10**	**50**	**100**
18	21	23	24

Per la definizione dei valori estremi della velocità del vento al largo è stato elaborato il set di dati dell'UKMO presentato nel paragrafo precedente, mediante la distribuzione di probabilità di Gumbel con riferimento all'elaborazione dei massimi annuali.

Nella tabella riportata di seguito sono presentati i risultati delle elaborazioni svolte.

TAB. 3.13 - VALORI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO (M/S) IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO - DATI NEL PUNTO AL LARGO UKMO

Tempo di ritorno (anni)			
2	**10**	**50**	**100**
17	19	22	23

3.5.4. Il moto ondoso al largo

3.5.4.1 I dati di moto ondoso disponibili

I dati di moto ondoso disponibili ai fini della definizione delle caratteristiche meteo-marine del paraggio di interesse sono i seguenti:

– dati dell'UKMO, ricostruiti con il modello European Wave Model nel punto di coordinate 44° N e 8.74° E, relativi al decennio 1987-1998 acquisiti dall'Università di Padova e al decennio 1998-2007 acquisiti direttamente da Technital;
– i dati dell'ondametro direzionale di Nizza, ubicato nel punto di coordinate (43° 38.30' N; 07° 13.70' E), relativi al periodo 2002 - 2007;
– i dati KNMI relativi al periodo 1961-1980 osservati nell'ambito del territorio di mare delimitato dalle coordinate (43°N; 8°E) e (43°N; 10°E).

In Fig. 3.14 sono ubicati i punti di misura del moto ondoso, con riferimento ai dati precedentemente elencati e in Fig. 3.15 è evidenziata l'estensione delle aree di rilievo dei dati KNMI.

3.5.4.2 I dati di moto ondoso disponibili

Le varie tipologie di dati analizzate hanno consentito di definire il clima di moto ondoso al largo del porto di Vado. L'ondametro direzionale ubicato a Nizza rappresenta l'unica fonte di dati d'onda direttamente misurati, sebbene per un periodo limitato. Considerata l'esposizione di Nizza, si ritiene che i dati dell'ondametro possano essere considerati d'interesse per il paraggio di Vado solo per direzioni di provenienza da

scirocco (105°N - 165°N). I dati KNMI, considerata l'area di rilievo possono essere considerati d'interesse per un settore più ampio compreso tra 105°N e 195°N.

Dal confronto di questi dati si può concludere che nel settore d'interesse (45°N - 220°N) le frequenze di occorrenza valutate per le varie tipologie di dati sono abbastanza simili, pertanto si ritiene di poter selezionare il clima di moto ondoso ricavato a partire dai dati UKMO (vedi Tab. 3.14).

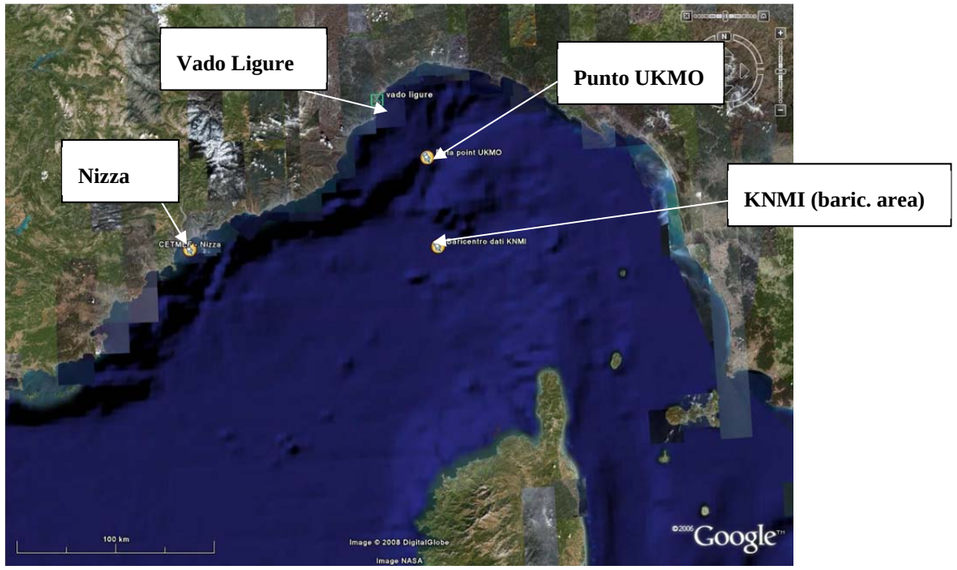


FIG. 3.14 - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA DEL MOTO ONDOSO

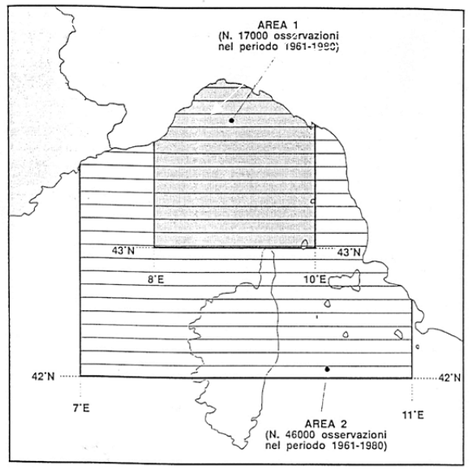


FIG. 3.15 - DATI DI MOTO ONDOSO KNMI - ESTENSIONE DELLE AREE DI RILIEVO DEI DATI

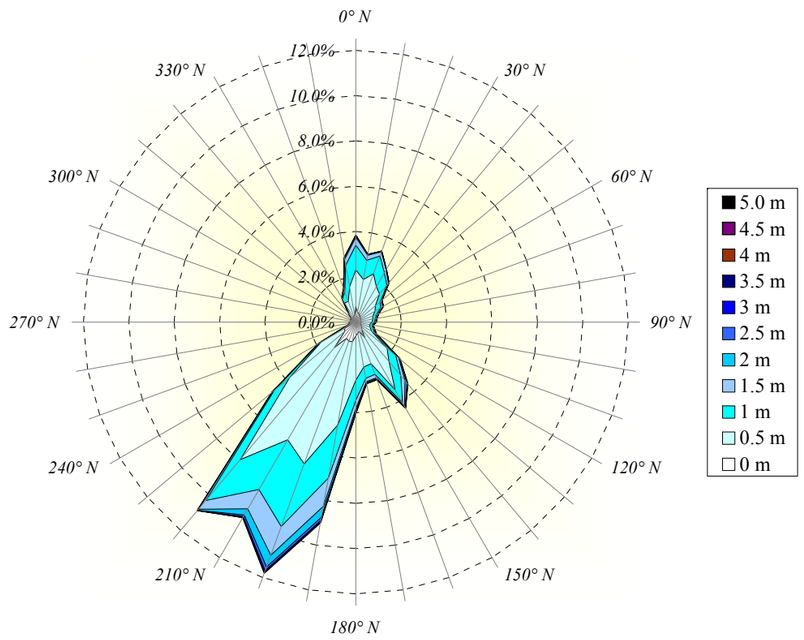


FIG. 3.16 - ROSA DEL MOTO ONDOSO AL LARGO DI VADO, NEL PUNTO DI COORDINATE 44°N; 8,73°E, OTTENUTA CON I DATI UKMO 1987 - 2008

TAB. 3.14 - CLIMA D'ONDA OTTENUTO CON I DATI UKMO PER IL PERIODO 1987-2008

Hs (m)	≥ 0	≥ 0.25	≥ 0.75	≥ 1.25	≥ 1.75	≥ 2.25	≥ 2.75	≥ 3.25	≥ 3.75	≥ 4.25	≥ 4.75	Tot.
DIREZIONE °N	< 0.25	< 0.75	< 1.25	< 1.75	< 2.25	< 2.75	< 3.25	< 3.75	< 4.25	< 4.75	< 5.25	
5	0.694	1.614	1.092	0.345	0.065	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.832
15	0.415	1.495	0.860	0.223	0.039	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.036
25	0.424	1.843	0.836	0.193	0.033	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.331
35	0.328	1.479	0.704	0.154	0.019	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.686
45	0.303	1.319	0.506	0.100	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.271
55	0.252	0.866	0.289	0.068	0.019	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.500
65	0.251	0.729	0.282	0.098	0.037	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.398
75	0.228	0.568	0.163	0.084	0.018	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.065
85	0.226	0.522	0.121	0.046	0.019	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.939
95	0.235	0.482	0.109	0.042	0.019	0.011	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.899
105	0.196	0.417	0.112	0.033	0.007	0.002	0.002	0.002	0.004	0.000	0.000	0.774
115	0.224	0.445	0.131	0.039	0.028	0.004	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.876
125	0.240	0.559	0.159	0.056	0.026	0.002	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	1.044
135	0.336	1.463	0.505	0.161	0.046	0.016	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	2.530
145	0.401	1.861	0.818	0.289	0.138	0.030	0.016	0.004	0.000	0.000	0.000	3.557
155	0.776	2.681	0.661	0.168	0.058	0.014	0.009	0.007	0.000	0.000	0.000	4.373
165	0.440	1.510	0.501	0.166	0.040	0.019	0.019	0.002	0.002	0.000	0.000	2.700
175	0.489	1.526	0.503	0.154	0.044	0.030	0.007	0.002	0.000	0.000	0.000	2.754
185	0.606	1.959	0.887	0.370	0.105	0.063	0.018	0.011	0.002	0.000	0.000	4.019
195	0.878	3.736	2.376	1.263	0.494	0.159	0.054	0.012	0.011	0.007	0.002	8.992
205	0.890	5.770	2.945	1.344	0.552	0.175	0.067	0.025	0.011	0.005	0.000	11.783
215	0.836	5.158	2.541	0.986	0.310	0.077	0.035	0.014	0.002	0.000	0.000	9.959
225	1.458	6.464	2.358	0.499	0.063	0.014	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	10.858
235	0.647	3.163	0.866	0.112	0.026	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	4.817
245	0.566	1.207	0.098	0.012	0.007	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.894
255	0.217	0.119	0.014	0.009	0.002	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.364
265	0.170	0.100	0.016	0.007	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.294
275	0.165	0.077	0.016	0.005	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.266
285	0.144	0.070	0.011	0.002	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.231
295	0.156	0.065	0.012	0.012	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.249
305	0.126	0.063	0.026	0.004	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.224
315	0.121	0.109	0.023	0.014	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273
325	0.186	0.233	0.060	0.011	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.491
335	0.223	0.760	0.189	0.047	0.018	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.240
345	0.258	0.711	0.454	0.109	0.044	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.582
355	0.315	1.276	0.957	0.272	0.061	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.896
Tot.	14.418	52.416	22.199	7.497	2.400	0.706	0.231	0.086	0.032	0.012	0.002	100.00

3.5.4.3 Analisi degli eventi estremi

La statistica degli eventi estremi è stata effettuata utilizzando un codice di calcolo che permette di elaborare la serie dei dati di moto ondoso al largo e di analizzare opportunamente gli eventi statisticamente più significativi, al fine di individuare le caratteristiche progettuali di maggiore importanza per il dimensionamento e la verifica delle nuove strutture.

La metodologia in uso, attualmente ritenuta lo schema di analisi più efficiente ed accurato a disposizione (proposta da Goda nel 1988), è quella detta della serie di durata parziale sopra soglia o, seguendo la terminologia anglosassone, del metodo P.O.T. (Peaks Over Treshold).

Lo studio condotto ha permesso in particolare di definire le caratteristiche del moto ondoso al largo del sito in esame per i 3 settori di provenienza in cui esso è stato suddiviso. Utilizzando la serie di dati dell'UKMO relativi al periodo 1989 - 2008, sono stati calcolati gli eventi estremi, per tempi di ritorno compresi tra 1 e 1000 anni, per i settori 50°N - 100 °N, 100°N - 150°N, 150°N - 190°N e 190° - 220°N.

Gli eventi estremi per i 3 settori, calcolati per i vari tempi di ritorno, sono riassunti nella Tab. 3.15, nella quale si è riportato per completezza, oltre al valore del periodo Tz, anche il valore del periodo di picco Tp associato al moto ondoso, calcolato per mezzo della relazione Tz=Tp/1,28, comunemente utilizzata in letteratura. Il periodo di picco è espresso dalla relazione $Tz = 3.7*(Hs)^{\wedge 0,5}$ che, si è visto, bene interpreta la serie ondametrica ricostruita, per quanto riguarda le onde estreme.

Le mareggiate più gravose sono quelle provenienti dai settori 150°-190°N e 190°-220°N. Queste mareggiate raggiungono la diga foranea con altezze d'onda ridotte rispetto a quelle al largo ma comunque significative ai fini del dimensionamento, ma interessano poco la piattaforma in quanto si propagano nel bacino portuale prevalentemente per diffrazione, risultando di entità più bassa in corrispondenza delle nuove opere della piattaforma.

Le mareggiate dal settore 50-100°N, sebbene di entità più modesta, risentono meno dell'effetto di schermatura della diga foranea e si presentano in corrispondenza delle nuove opere con l'intensità maggiore.

TAB. 3.15 - STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI

settore 50°N -100°N

Tr (anni)	Hs (m)	Tz (s)	Tp (s)
1	1,6	4,8	6,2
2	1,9	5,2	6,7
5	2,3	5,8	7,3
10	2,6	6,1	7,8
15	2,8	6,4	8,1
20	2,9	6,5	8,3
25	3,0	6,6	8,4
50	3,3	6,9	8,8
100	3,6	7,2	9,2
150	3,8	7,4	9,5
250	4,1	7,7	9,8
500	4,4	8,0	10,2
1000	4,7	8,2	10,5

settore 100°-150°N

Tr (anni)	Hs (m)	Tz (s)	Tp (s)
1	2,1	5,5	7,0
2	2,5	6,0	7,7
5	3,1	6,7	8,6
10	3,5	7,1	9,1
15	3,8	7,4	9,5
20	4,0	7,6	9,7
25	4,1	7,7	9,9
50	4,6	8,2	10,4
100	5,0	8,5	10,9
150	5,3	8,7	11,2
250	5,7	9,1	11,6
500	6,1	9,4	12,0
1000	6,6	9,8	12,5

settore 150°N -190°N

Tr (anni)	Hs (m)	Tz (s)	Tp (s)
1	2,2	5,6	7,2
2	2,6	6,1	7,9
5	3,2	6,8	8,7
10	3,7	7,3	9,3
15	3,9	7,5	9,6
20	4,1	7,7	9,9
25	4,3	7,8	10,0
50	4,7	8,3	10,6
100	5,2	8,7	11,1
150	5,5	8,9	11,4
250	5,9	9,2	11,8
500	6,4	9,6	12,3
1000	6,9	9,9	12,7

settore 190°N - 220°N

Tr (anni)	Hs (m)	Tz (s)	Tp (s)
1	3.2	6.8	8.8
2	3.7	7.3	9.4
5	4.3	7.9	10.1
10	4.8	8.3	10.7
15	5.1	8.6	11.0
20	5.3	8.8	11.2
25	5.5	8.9	11.4
50	6.0	9.3	11.9
100	6.5	9.7	12.4
150	6.8	9.9	12.6
250	7.1	10.1	13.0
500	7.6	10.5	13.4
1000	8.2	10.9	13.9

3.5.5. Propagazione del moto ondoso dal largo alla diga foranea esistente

3.5.5.1 Metodologia di analisi

Per la propagazione delle onde dal largo fino alla diga foranea si è utilizzato il modello matematico SWAN (Simulating WAves Nearshore), messo a punto dal laboratorio idraulico di Delft, in grado di simulare i fenomeni di rifrazione e shoaling, generazione dell'onda da vento, dissipazione dovuta al whitecapping, attrito sul fondo, frangimento indotto dai bassi fondali e interazione non lineare tra le onde.

Nel presente studio meteomarino, poiché la diga foranea esistente, e ancor più quella di progetto, sono imbasate su alti fondali (da -20 a -50 m sl.m.m.) l'effetto dell'incremento del livello del mare ad opera della marea (comunque limitato a poche decine di cm) sulla propagazione delle onde è stato ritenuto trascurabile. Conseguentemente è stato assunto come livello di riferimento il l.m.m..

Analogamente, anche per le correnti si è ritenuto di non introdurle nello studio della propagazione delle onde verso la diga foranea, data la loro modesta entità.

Sono state prese in considerazione le condizioni ondose relative ai 4 settori individuati nel capitolo precedente per l'analisi delle condizioni estreme:

- 50-100°N
- 100°-150°N
- 150-190°N
- 190-220°N.

Le condizioni ondose d'interesse ai fini della ricorrenza statistica sono per la piattaforma quelle con periodo di ritorno di 100 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio della scogliera alla radice della piattaforma), di 250 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio per l'opera a parete verticale e per la protezione dei fondali con configurazione di diga estesa) e di 50 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio per l'opera a parete verticale e per la protezione dei fondali con configurazione di diga di prima fase), mentre per la diga foranea di progetto quelle con periodo di ritorno 250 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche dei cassoni a parete verticale e per la verifica dello scanno di imbasamento con configurazione di diga estesa) e di 50 anni (condizioni da utilizzare per le verifica dei cassoni a parete verticale, dell'opera composita cassoni a parete verticale-scogliera di protezione e dello scanno di imbasamento con configurazione di diga di prima fase).

Le attività svolte pertanto per valutare le condizioni ondose alla diga foranea esistente sono:

– messa a punto della schematizzazione dello stato di fatto, e riproduzione dei fondali per un'area sufficientemente ampia ad inglobare queste opere evitando gli effetti di bordo;
– inserimento delle condizioni di input al modello relative alle caratteristiche delle onde al largo;
– estrazione delle distribuzioni di moto ondoso nell'area antistante la diga;

3.5.5.2 Schematizzazione e batimetrie per il modello matematico SWAN

Per procedere ad un'analisi modellistica del moto ondoso è stata individuato il cosiddetto "Dominio di Calcolo", cioè l'area in cui si intende studiare la propagazione del moto ondoso, e di definire le schematizzazioni delle opere. Il suddetto dominio di calcolo è stato quindi schematizzato da due diverse griglie di calcolo a maglia quadrata, una griglia regionale avente lato di 200m e che copre l'intero dominio di calcolo (Fig. 3.17) una griglia di dettaglio che si innesta sulla griglia regionale, ha lato di 30 m (Fig. 3.18) e copre un'area limitata alla zona di interesse dello studio.

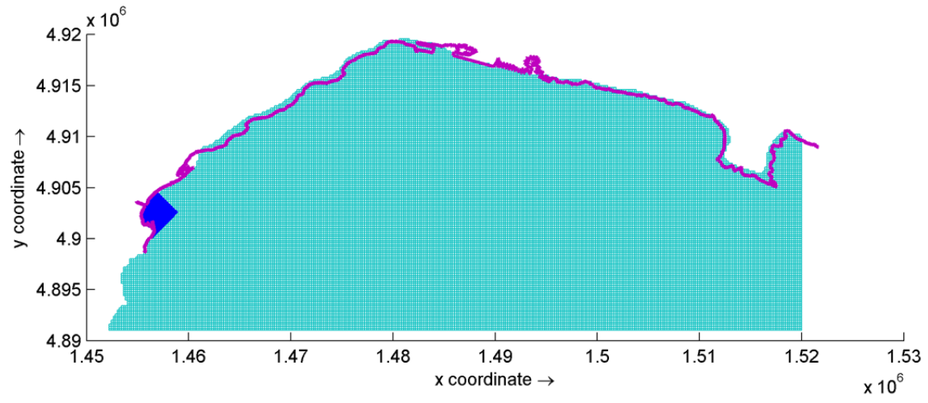


FIG. 3.17 - GRIGLIA REGIONALE E GRIGLIA DI DETTAGLIO USATE NEL MODELLO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE

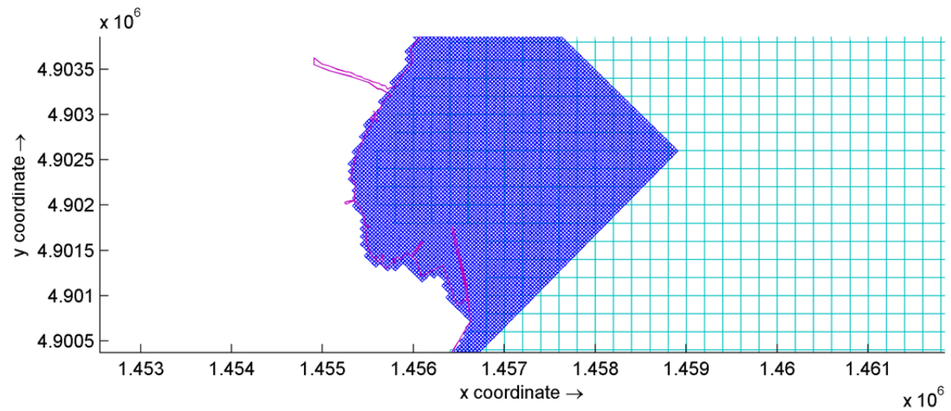


FIG. 3.18 - GRIGLIA REGIONALE E GRIGLIA DI DETTAGLIO USATE NEL MODELLO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE

La batimetria del modello è stata definita con riferimento alle stesse griglie utilizzate per la definizione di dominio fisico. I dati batimetrici, interpolati sulle due griglie di calcolo, sono stati desunti da carte nautiche a diverso dettaglio, integrate, nella zona del porto, dai rilievi batimetrici più recenti fatti condurre dall'Autorità Portuale di Savona nel Febbraio 2006, nell' Agosto 2008 e nell'Aprile 2010.

Le batimetrie utilizzate per il modello regionale e per il modello di dettaglio sono presentate rispettivamente in Fig. 3.19 e Fig. 3.20. Si fa notare come nel modello SWAN le celle sommerse presentano valori di quota del fondale positivo mentre le celle emerse presentano quote negative.
Come livello per la definizione delle terre emerse si è scelto di prendere il l.m.m..

Come si osserva dalle Fig. 3.19 e Fig. 3.20 i fondali sul boundary sud del modello hanno profondità estremamente elevate (fino a -1000 m s.l.m.m.) che vanno riducendosi da sud verso nord fino a raggiungere valori attorno ai -30 - -40 m.s.l.m.m in prossimità della diga foranea esistente.

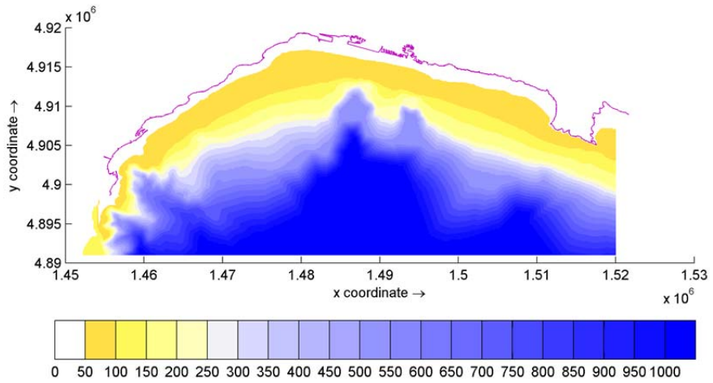


FIG. 3.19 - BATIMETRIA RICOSTRUITA SULLA GRIGLIA DI CALCOLO REGIONALE

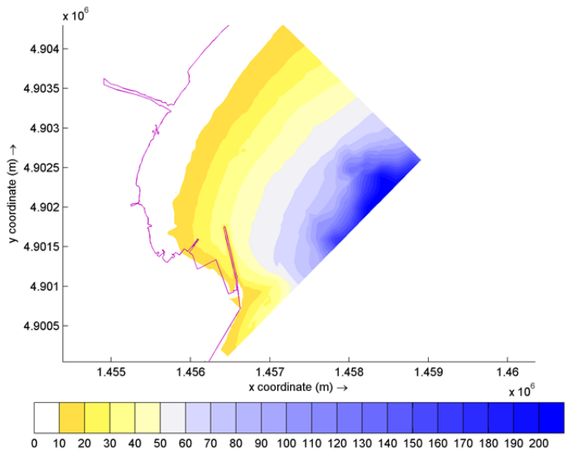


FIG. 3.20 - BATIMETRIA RICOSTRUITA SULLA GRIGLIA DI CALCOLO DI DETTAGLIO

3.5.5.3 Simulazioni e risultati ottenuti con il modello SWAN

Le simulazioni effettuate con il modello matematico SWAN hanno riguardato sia eventi estremi di moto ondoso (d'interesse per il dimensionamento) caratterizzati da altezze d'onda significative relative al tempo di ritorno di 50 anni, 100 anni e 250 anni e da eventi più frequenti (d'interesse per la stima della tracimazione limite in condizione di operatività) caratterizzati da altezze d'onda significative aventi tempo di ritorno di 1 anno.

Gli eventi di riferimento provengono dal 1°, 2° e 3° quadrante e in particolare nelle simulazioni si è fatto riferimento alle direzioni d'onda di 70°, 100° e 130°N, 160°N, 190°N, scelte come rappresentative. Le caratteristiche delle condizioni ondose utilizzate come input nel modello sono riassunte nella seguente tabella.

TAB. 3.16 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO AL LARGO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI – TR=50, 100 E 250 ANNI.

TR=50 anni			**TR=100 anni**			**TR=250 anni**		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	3,3	8,8	70	3,6	9,2	70	4,1	9,8
100	4,6	10,4	100	5,0	10,9	100	5,7	11,6
130	4,6	10,4	130	5,0	10,9	130	5,7	11,6
160	4,7	10,6	160	5,2	11,1	160	5,9	11,8
190	6,0	11,9	190	6,5	12,4	190	7,1	13

TAB. 3.17 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO AL LARGO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI – TR=1 ANNO

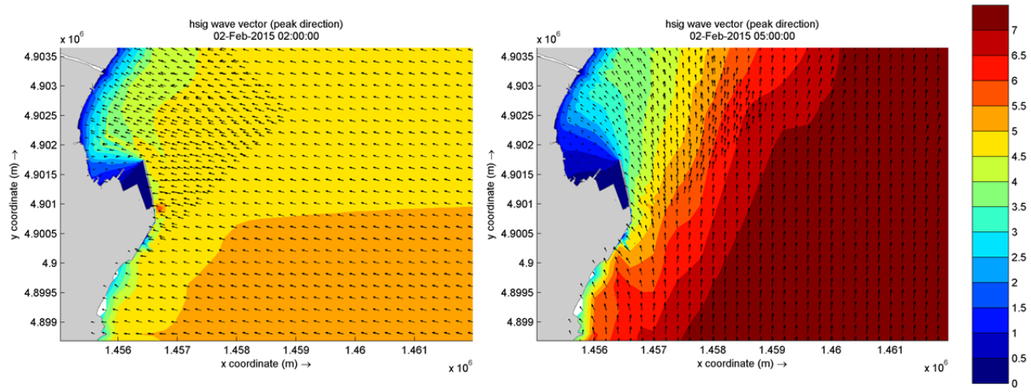
TR=1 anno		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	1,6	6,2
100	2,1	7,0
130	2,1	7,0
160	2,2	7,2
190	3,2	8,7

I tempi di ritorno e le associate caratteristiche degli eventi di moto ondoso da simulare sono stati definiti a seconda dello scopo progettuale e dell'opera da dimensionare.

A titolo rappresentativo sono riportati nella Fig. 3.21 le distribuzioni dell'altezza d'onda con tempo di ritorno 50 anni e direzioni di provenienza 100°N in quanto la

più significativi ai fini del dimensionamento delle opere della piattaforma e con tempo di ritorno 250 anni e direzione di provenienza 190°N in quanto la più significativa ai fini del dimensionamento delle opere della diga foranea di prima fase.

Si rimanda alla relazione meteomarina per i dettagli relativi ai risultati di tutte le simulazioni svolte.



a) b)

FIG. 3.21 - CARATTERISTICHE DELL'ONDA AL LARGO: A) PROVENIENZA 100°N E TR=50 ANNI: HS=4,6 M , TP=10,4 S, B) PROVENIENZA 190°N E TR=250 ANNI: HS=7,1 M , TP=13,0 S

3.5.6. Propagazione del moto ondoso in corrispondenza delle opere

3.5.6.1 Metodologia di analisi

Nel capitolo precedente sono state definite le altezze d'onda nella zona antistante la diga foranea in termini di valori estremi da utilizzare ai fini della progettazione delle opere.

Nel presente capitolo vengono presentate le condizioni ondose in corrispondenza delle opere in base alle quali poi calcolare i carichi di progetto per il dimensionamento, per quanto riguarda la piattaforma, di:

- scogliera alla radice della piattaforma,
- cassoni reggispinta di conterminazione
- protezione del fondale

e per quanto riguarda la diga foranea di progetto, di:

- scanno d'imbasamento,
- cassoni emersi
- scogliera di protezione dei cassoni nel tratto di raccordo alla diga esistente.

Per la definizione dei carichi alle opere che costituiscono la piattaforma si sono considerate due configurazioni di diga foranea di progetto:

- Diga foranea estesa come da P.R.P, alla quale viene associata una vita utile di 50 anni e i rispettivi tempi di ritorno per le diverse opere (per i dettagli fare riferimento alla Relazione Meteomarina);
- Diga foranea di 1° fase, alla quale viene associata una vita utile di 10 anni e i rispettivi tempi di ritorno per le diverse opere (per i dettagli fare riferimento alla Relazione Meteomarina).

Nel presente capitolo si è quindi andato ad investigare per ogni opera di progetto quale configurazione della diga (a cui come si è detto è associato l'evento meteomarino di progetto caratterizzato da un dato tempo di ritorno) massimizza l'onda di progetto all'opera stessa.

Dal momento che sia la diga foranea di progetto che le opere della piattaforma si sviluppano su fondali piuttosto elevati (da -35 a -50 m la diga e da -10 m a -25 m la piattaforma), l'effetto dell'incremento del livello del mare ad opera della marea (comunque limitato a poche decine di cm) sulla propagazione delle onde alle opere è stato ritenuto trascurabile. Conseguentemente è stato assunto come livello di riferimento il l.m.m..

Analogamente, anche per le correnti si è ritenuto di non introdurle nello studio della propagazione delle onde verso le nuove opere, data la loro modesta entità.

Per lo studio delle distribuzioni dell'altezza d'onda in corrispondenza della nuova diga foranea (sia estesa come da P.R.P. che di 1° fase) e per la propagazione delle onde

dalla diga foranea fino alla piattaforma e si è utilizzato il modello matematico PHAROS, messo a punto dal laboratorio idraulico di Delft, in grado di simulare principalmente il fenomeno di diffrazione intorno alla testata della diga, i fenomeni di rifrazione e shoaling per effetto dei fondali che variano rapidamente in prossimità dell'opera.

Sono state prese in considerazione le condizioni ondose relative ai 4 settori più gravosi individuati per l'analisi delle condizioni estreme:
– 50-100°N
– 100-150°N
– 150-190°N
– 190-220°N.

Le simulazioni con il modello SWAN presentate nel capitolo precedente hanno mostrato che i valori dei altezza d'onda al largo, ovvero in corrispondenza del punto UKMO, non variano significativamente durante la propagazione fino alla zona antistante la diga foranea esistente, se non per le direzioni di propagazione comprese tra 160 e 190°N, per le quali si osserva una significativa diminuzione dell'altezza d'onda.

Le condizioni ondose di progetto sono per la piattaforma:
- quelle con periodo di ritorno di 100 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio della scogliera alla radice della piattaforma),
- di 250 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio per l'opera a parete verticale e per la protezione dei fondali con configurazione di diga estesa)
- e di 50 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio per l'opera a parete verticale e per la protezione dei fondali con configurazione di diga di prima fase),

mentre per la diga foranea:
- quelle con periodo di ritorno 250 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche dei cassoni a parete verticale e per la verifica dello scanno di imbasamento con configurazione di diga estesa)
- e di 50 anni (condizioni da utilizzare per le verifica dei cassoni a parete verticale, dell'opera composita cassoni a parete verticale-scogliera di protezione e dello scanno di imbasamento con configurazione di diga di prima fase).

Infine per la valutazione della tracimazione limite delle opere in condizioni operative si è considerata l'onda con tempo di ritorno un anno.

Le attività svolte pertanto per valutare le condizioni ondose alle opere sono le seguenti:
– messa a punto della schematizzazione dello stato di fatto, delle nuove opere (piattaforma portuale e diga foranea) e riproduzione dei fondali per un'area sufficientemente ampia ad inglobare queste opere evitando gli effetti di bordo;
– inserimento delle condizioni di input al modello relative alle caratteristiche delle onde in corrispondenza della diga foranea;
– estrazione delle distribuzioni di moto ondoso nell'area investigata;
– definizione delle condizioni ondose in corrispondenza delle nuove strutture portuali.

Per la definizione delle batimetrie è stato fatto riferimento a:
– i rilievi batimetrici fatti condurre dall'Autorità Portuale di Savona delle aree della piattaforma, delle aree prospicienti la diga foranea e del litorale (rilievi batimetrici del Febbraio 2006, Agosto 2008, Aprile 2010).
– le batimetrie d'insieme desunte dalla carta Nautica 1:30.000 del Litorale di Savona.

I fondali considerati fanno riferimento al l.m.m.. considerato che l'entità dell'escursione del livello del mare e delle correnti indotte sono modesti si è ritenuto per la propagazione delle onde verso le nuove opere (ai fini del loro dimensionamento) di considerare come livello di riferimento il l.m.m. e di non considerare l'interazione onde-correnti.

Di seguito vengono brevemente illustrate le attività svolte con il modello matematico ed i risultati ottenuti, di riferimento per la valutazione dei carichi sulle strutture portuali.

3.5.6.2 Diga foranea: schematizzazione e batimetrie per il modello matematico PHAROS

Per lo studio della propagazione del moto ondoso in corrispondenza delle opere della diga foranea sono state considerate due diverse schematizzazioni (Fig. 3.22) del dominio di calcolo in funzione dello scopo progettuale come presentato in Tab. 3.18.

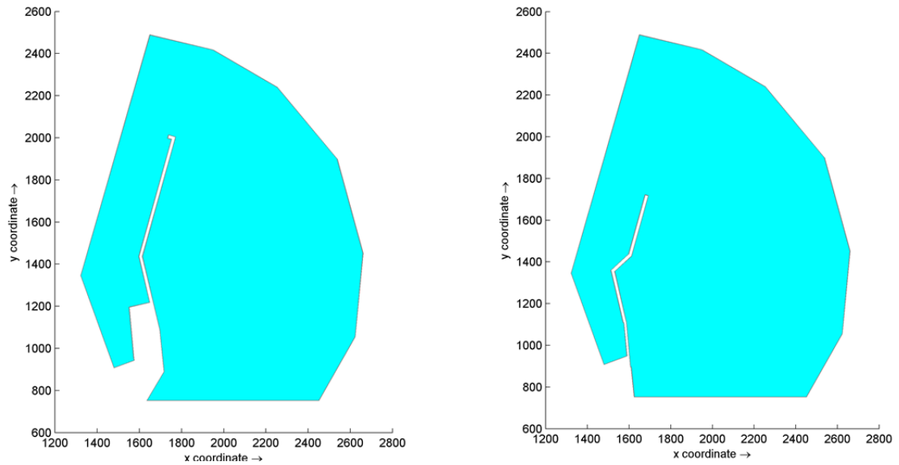


FIG. 3.22 - SCHEMATIZZAZIONE DELLA DIGA FORANEA DA P.R.P (SINISTRA) E DI 1° FASE (DESTRA) UTILIZZATA NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS

In entrambe le schematizzazioni il dominio di calcolo del modello ha compreso un'area antistante la diga foranea di progetto sufficientemente ampia da evitare possibili effetti di bordo nelle simulazioni.

TAB. 3.18 - CONFIGURAZIONI DI DIGA SIMULATE CON IL MODELLO PHAROS

Config.	Scopo progettuale	Opera	Schematizzazione	T_R	Note
P.R.P	**Dimensionamento strutturale** - definizione dei carichi sulle opere - definizione della tracimazione limite in condizioni estreme	- Cassoni tipo B, C e D/E - Scanno d'imbasamento	Diga da P.R.P.	250 anni	Coef rifless. a = 70% su tutta la diga
P.R.P	**Dimensionamento idraulico** Definizione della tracimazione limite in condizioni operative	- Cassoni tipo B, C e D/E	Diga da P.R.P.	1 Anno	Coef rifless. a = 70% su tutta la diga
1° Fase	**Dimensionamento strutturale** - definizione dei carichi sulle opere - definizione della tracimazione limite in condizioni estreme	- Struttura composita cassoni tipo A – scogliera - Struttura composita serraglia - scogliera	Diga di 1° fase	50 anni	Coef rifless. a = 40% tratto struttura composita a = 70% tratto cassoni verticali
1° Fase	**Dimensionamento idraulico** Definizione della tracimazione limite in condizioni operative **Dimensionamento strutturale** definizione dei carichi sullo scanno di imbasamento previa posa cassoni	- Struttura composita cassoni tipo A – scogliera - Struttura composita serraglia – scogliera - Cassoni tipo B, C e D/E - Scanno d'imbasamento	Diga di 1° fase	1 anno	Coef rifless. a = 40% tratto struttura composita a = 70% tratto cassoni verticali

Le diverse configurazioni del boundary del modello, con l'indicazione dei coefficienti di riflessione adottati, sono mostrate nelle Fig. 3.23.

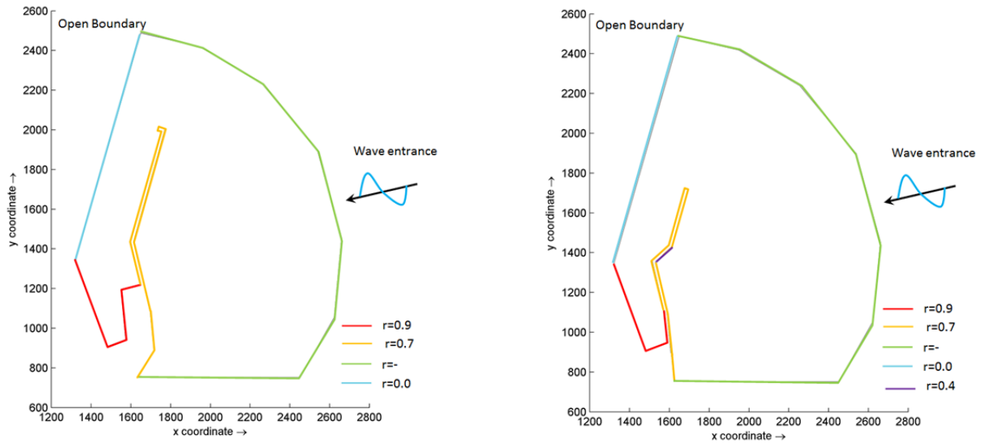


FIG. 3.23- COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE CONSIDERATI NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS PER LA CONFIGURAZIONE DI DIGA FORANEA DA P.R.P. (SINISTRA) E DI 1A FASE (DESTRA)

Le batimetrie riprodotte per entrambe le configurazioni della diga foranea sono presentati nelle Fig. 3.24.

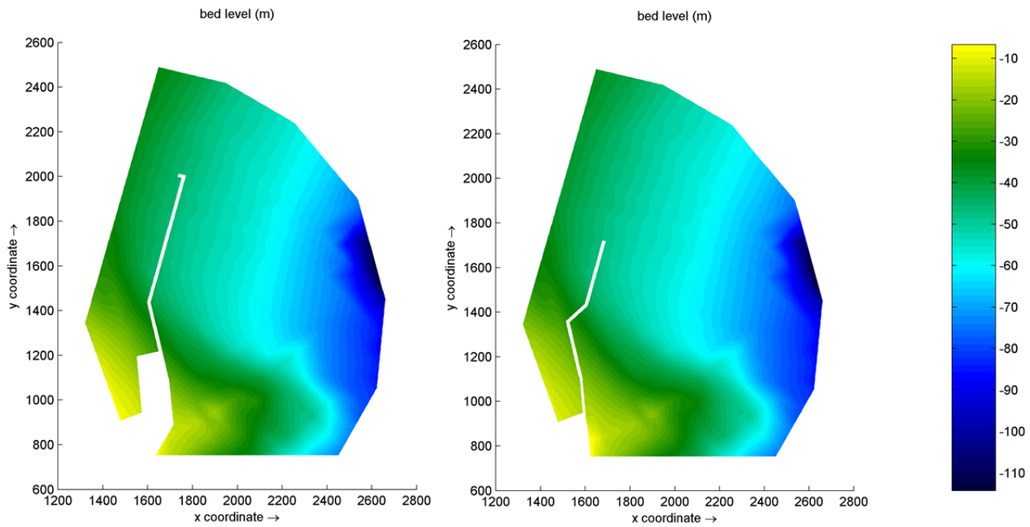


FIG. 3.24 - BATIMETRIE RIPRODOTTE SUL MODELLO: DIGA DA P.R.P. (SINISTRA), DIGA DI 1A FASE (DESTRA)

Nel seguente paragrafo vengono presentate le caratteristiche del moto ondoso associate agli eventi estremi e i risultati delle simulazioni in termini di distribuzione del moto ondoso in corrispondenza delle opere.

3.5.6.3 Diga foranea: simulazioni e risultati ottenuti con il modello matematico PHAROS

Le simulazioni effettuate con il modello matematico hanno riguardato eventi di moto ondoso provenienti dal 1° e 2° quadrante ed in particolare si è fatto riferimento alle direzioni d'onda di 90°, 105°, 125°, 150°, 165 e/o 170°N individuate come significative dall'analisi di propagazione dal largo alla diga effettuata con il modello matematico SWAN e presentata nel precedente capitolo.
Da Tab. 3.20 a Tab. 3.21 si riportano le caratteristiche del moto ondoso imposte al contorno del dominio PHAROS estrapolate dai risultati del modello SWAN per i tempi di ritorno di interesse per la progettazione delle opere della diga foranea, sia in configurazione da P.R.P (Tr=250 anni e Tr=1 anno) che in configurazione di 1A fase (Tr=50 anni e Tr=1 anno).

TAB. 3.19 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS– TR=250 ANNI

TR=250 anni					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	4,1	9,8	90	3,75	9,8
100	5,7	11,6	105	6,45	11,6
130	5,7	11,6	125	6,75	11,6
160	5,9	11,8	150	5,85	11,8
190	7,1	13,0	165	4,75	13,0

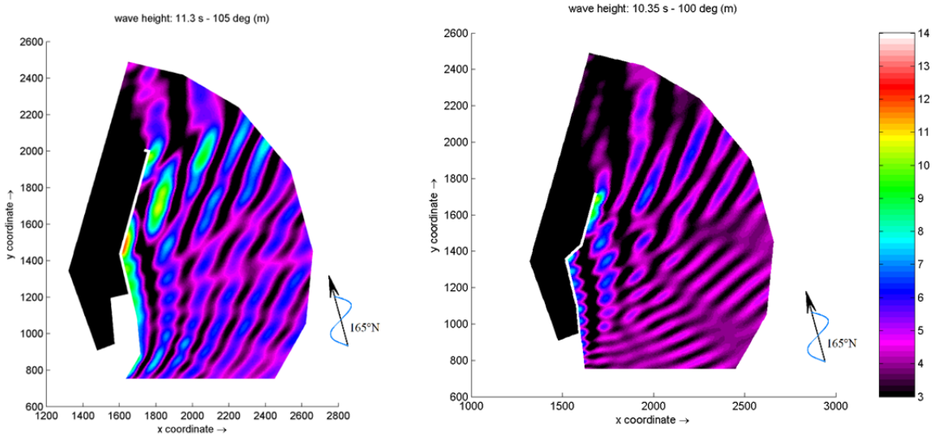
TAB. 3.20 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS – TR=50 ANNI

TR=50 anni					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	3,3	8,8	90	2,90	8,8
100	4,6	10,4	105	4,90	10,4
130	4,6	10,4	125	5,30	10,4
160	4,7	10,6	150	4,85	10,6
190	6,0	11,9	165	4,00	11,9

TAB. 3.21 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO FREQUENTI CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS– TR=1 ANNO

TR=1anno					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	1,6	6,2	90	1,25	6,2
100	2,1	7,0	105	1,75	7,0
130	2,1	7,0	125	2,10	7,0
160	2,2	7,2	150	2,15	7,2
190	3,2	8,7	170	2,00	8,7

A titolo rappresentativo sono riportati di seguito nella Fig. 3.25 le distribuzioni dell'altezza d'onda con tempo di ritorno 250 anni per la configurazione di diga da PRP e con tempo di 50 anni per la configurazione di diga di 1° fase per la direzione di provenienza165°N che risulta essere la più gravosa ai fini del dimensionamento delle opere.



a) Tr=250 anni b) Tr=50 anni

FIG. 3.25 - PROPAGAZIONE DELL'ONDA IN CORRISPONDENZA DELLA NUOVA DIGA FORANEA: DIGA DA P.R.P. (SINISTRA), DIGA 1A FASE (DESTRA)

3.5.6.4 Piattafoma: schematizzazione e batimetrie per il modello matematico PHAROS

Per lo studio della propagazione del moto ondoso in corrispondenza della piattaforma sono state considerate due diverse schematizzazioni (Fig. 3.26) del dominio di calcolo in funzione dello scopo progettuale come presentato in Tab. 3.22.

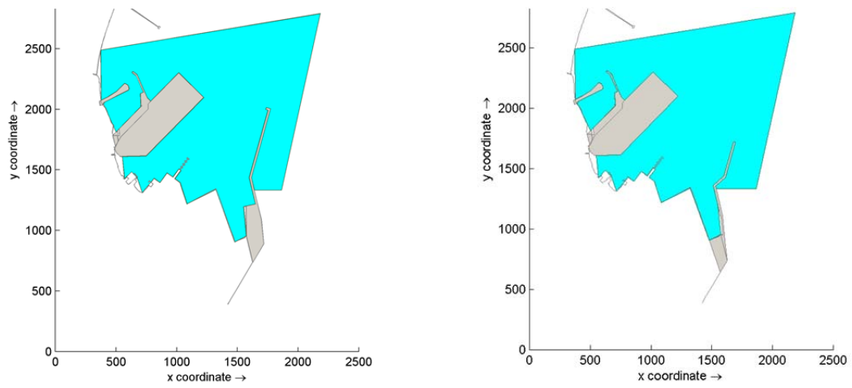


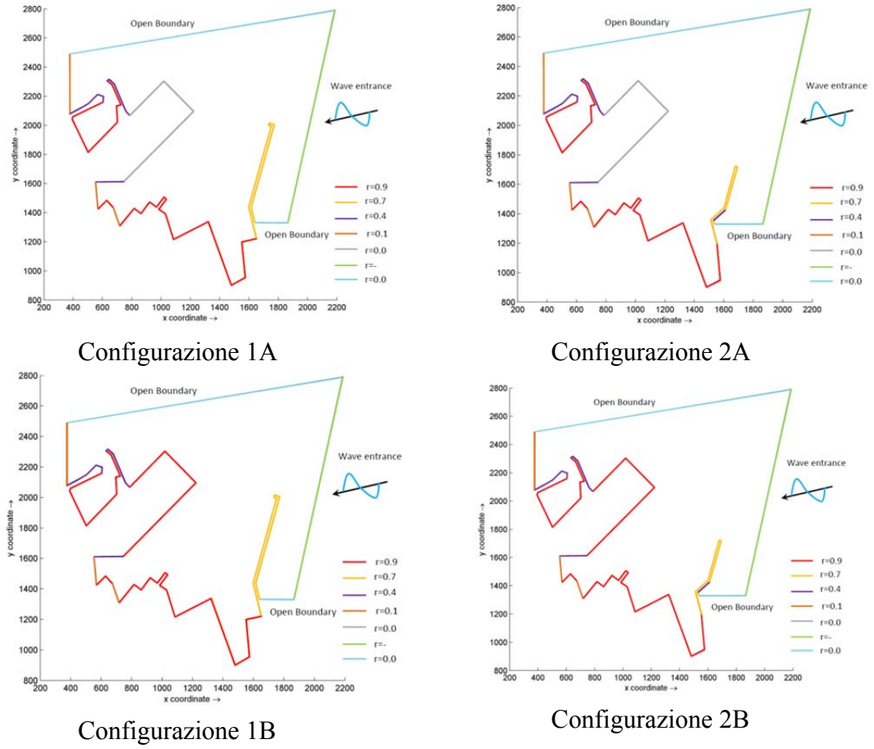
FIG. 3.26 - SCHEMATIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA IN ESERCIZIO CON DIGA DA P.R.P (CONFIG. 1, SINISTRA) E CON DIGA DI 1A FASE (CONFIG. 2, DESTRA)

In entrambe le schematizzazioni il dominio di calcolo del modello ha compreso un'area antistante la diga foranea di progetto sufficientemente ampia da evitare possibili effetti di bordo nelle simulazioni.

TAB. 3.22 - CONFIGURAZIONI SIMULATE CON IL MODELLO PHAROS – PIATTAFORMA

Config.	Scopo progettuale	Opera	Schematizzazione	T_R	Coeff. Riflessione opere piattaforma
1A	**Dimensionamento strutturale** definizione dei carichi sulle opere in scogliera	- Scogliera alla radice della piattaforma	- diga foranea estesa come da P.R.P - piattaforma ultimata	100 anni	a = 0%
1A	**Dimensionamento strutturale** - definizione dei carichi sulle opere - definizione della tracimazione limite sui cassoni di banchina in condizioni estreme	- Cassoni - Protezione dei fondali lungo tutto il perimetro della piattaforma	- diga foranea estesa come da P.R.P - piattaforma ultimata	250 anni	a = 0%
1A	**Dimensionamento idraulico** Definizione della tracimazione limite in condizioni operative	- Cassoni	- diga foranea estesa come da P.R.P - piattaforma ultimata	1 anno	*a=0%*
1B	**Valutazione dell'agitazione ondosa interna al bacino**	-	- diga foranea estesa come da P.R.P - piattaforma ultimata	1 anno	*a=90%*
2A	**Dimensionamento strutturale** - definizione dei carichi sulle opere - definizione della tracimazione limite sui cassoni di banchina in condizioni estreme	- Cassoni - Protezione dei fondali lungo tutto il perimetro della piattaforma	- diga foranea di 1° fase - piattaforma ultimata	50 anni	a = 0%
2A	**Dimensionamento idraulico** Definizione della tracimazione limite sui cassoni di banchina in condizioni operative	- Cassoni	- diga foranea di 1° fase - piattaforma ultimata	1 anno	*a=0%*
2B	**Valutazione dell'agitazione ondosa interna al bacino**	-	- diga foranea di 1° fase - piattaforma ultimata	1 anno	*a=90%*

A seconda del fine progettuale si sono assegnati due di versi valori del coefficiente di riflessione in corrispondenza della piattaforma. Per il dimensionamento delle strutture si è associato alle banchine della piattaforma un coefficiente di riflessione nullo in modo da ottenere, in corrispondenza delle stesse, il valore dell'onda incidente (configurazioni 1A e 2A), mentre per lo studio dell'agitazione ondosa all'interno del bacino si è associato al contorno della piattaforma l'effettivo coefficiente di riflessione (configurazioni 1B e 2B).
Le diverse configurazioni del boundary del modello, con l'indicazione dei coefficienti di riflessione adottati, sono mostrate nella Fig. 3.30.



Configurazione 1A — Configurazione 2A

Configurazione 1B — Configurazione 2B

FIG. 3.27 - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE CONSIDERATI NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS

Le batimetrie riprodotte per entrambe le configurazioni della diga foranea sono presentati nella Fig. 3.28

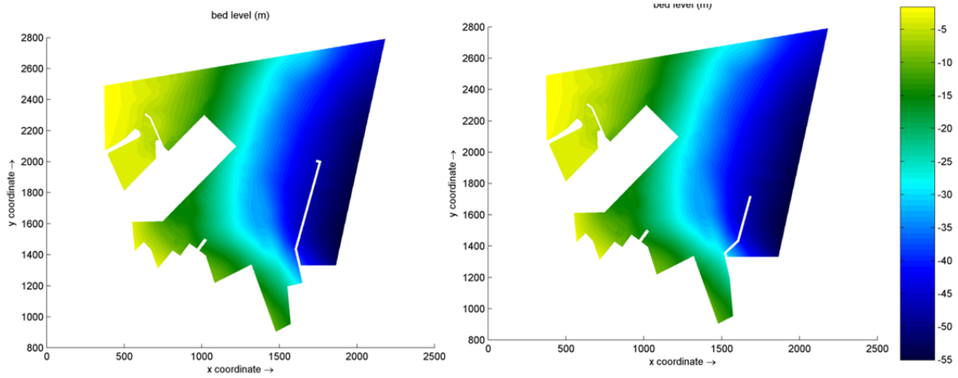


FIG. 3.28 - BATIMETRIE RIPRODOTTE SUL MODELLO: DIGA DA P.R.P. (CONFIGURAZIONE 1, SINISTRA), DIGA DI 1A FASE (CONFIGURAZIONE 2, DESTRA)

3.5.6.5 Piattaforma: simulazioni e risultati ottenuti con il modello matematico PHAROS

Le simulazioni effettuate con il modello matematico hanno riguardato eventi estremi di moto ondoso (d'interesse per il dimensionamento) caratterizzati da altezze d'onda significative relative ai tempi di ritorno di 50 anni, 100 anni e 250 anni, ed eventi di moto ondoso con tempo di ritorno 1 anno (di interesse per le valutazioni di tracimazione dell'opera, configurazioni 1A e 2A e per la stima dell'agitazione ondosa nel bacino, configurazione 1B e 2B da Tab. 3.22) provenienti dal 1° e 2° quadrante. Si è fatto riferimento in particolare alle direzioni d'onda di 90°, 105°, 125°, 150° e 165 o 170°N, estratte dai risultati delle propagazioni dal largo alla diga effettuate con il modello SWAN. Le caratteristiche delle condizioni ondose utilizzate come input nel modello PHAROS sono riassunte nella seguente tabella.

TAB. 3.23 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE COME INPUT PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS – TR=1 ANNO

TR=1 anno					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	1,6	6,2	90	1,20	6,2
100	2,1	7,0	105	1,75	7,0
130	2,1	7,0	125	2,10	7,0
160	2,2	7,2	150	2,10	7,2
190	3,2	8,7	170	2,00	8,7

TAB. 3.24 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE COME INPUT PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS – TR=50 ANNI

TR=50 anni					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	3,3	8,8	90	2,8	8,8
100	4,6	10,4	105	4,7	10,4
130	4,6	10,4	125	5,1	10,4
160	4,7	10,6	150	4,3	10,6
190	6,0	11,9	165	3,7	11,9

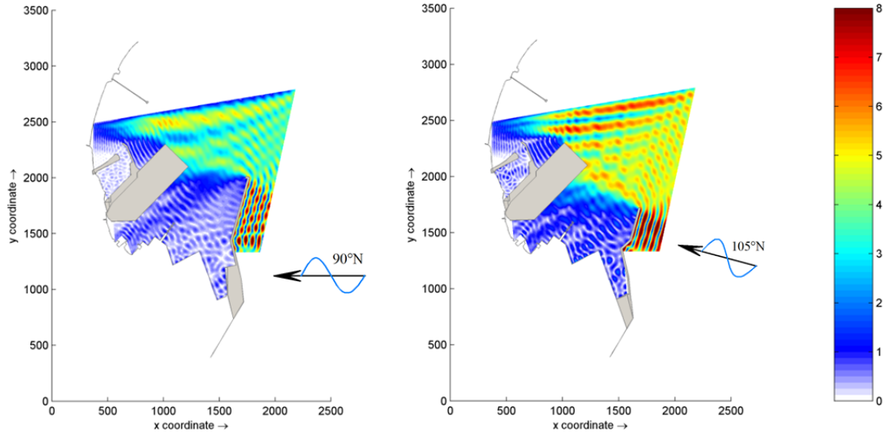
TAB. 3.25 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE COME INPUT PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS – TR=100 ANNI

TR=100 anni					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	3,6	9,2	90	3,10	9,2
100	5,0	10,9	105	5,25	10,9
130	5,0	10,9	125	5,55	10,9
160	5,2	11,1	150	4,70	11,1
190	6,5	12,4	165	4,00	12,4

TAB. 3.26 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI CON IL MODELLO PHAROS– TR=250 ANNI

TR=250 anni					
Al largo (Punto UKMO)			Al contorno del dominio PHAROS (risultanti dal modello SWAN)		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	4,1	9,8	90	3,65	9,8
100	5,7	11,6	105	6,00	11,6
130	5,7	11,6	125	6,45	11,6
160	5,9	11,8	150	5,25	11,8
190	7,1	13,0	165	4,30	13,0

A titolo rappresentativo sono riportati di seguito nella le distribuzioni dell'altezza d'onda con tempo di ritorno 250 anni e direzione 90°N per la configurazione di diga da PRP (config. 1°)e con tempo di 50 anni e direzione 105°N per la configurazione di diga di 1° fase (config.2A), essendo le simulazioni di maggior interesse al fine del dimensionamento delle opere della piattaforma.

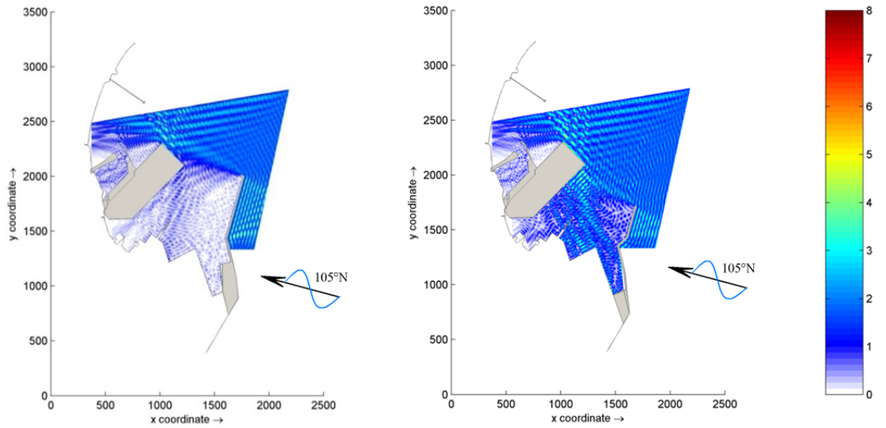


Tr=250 anni – config. 1A

Tr=250 anni – config. 2A

FIG. 3.29 - PROPAGAZIONE DELL'ONDA CON TR=50 O 250 ANNI IN CORRISPONDENZA DELLA PIATTAFORMA: DIGA DA P.R.P. (SINISTRA), DIGA DI 1A FASE (DESTRA)

A titolo esemplificativo riportiamo l'agitazione ondosa pe l'onda da 105°N e tempo di ritorno un anno per le due configurazioni di diga.



Tr=1 anno – config. 1B

Tr=1 anno – config. 2B

FIG. 3.30 - PROPAGAZIONE DELL'ONDA CON TR=1 ANNO IN CORRISPONDENZA DELLA PIATTAFORMA: DIGA DA P.R.P. (SINISTRA), DIGA DI 1A FASE (DESTRA)

3.5.6.6 Onde di progetto per il dimensionamento delle opere

Nel presente capitolo si presentano le caratteristiche delle onde alle strutture di progetto risultanti dagli studi di propagazione delle onde presentati nei precedenti capitoli.

Diga foranea

Le sezioni della diga foranea sono caratterizzate da vite tecniche diverse, questo porta ad avere tempi di ritorno diversi a seconda della sezione tipo. Di seguito si riportano in tabella le onde di progetto per ogni sezione per i tempi di ritorno di interesse.

TAB. 3.27 - ONDA DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELLE SEZIONI TIPO A E DELLE SERRAGLIE DELLA DIGA FORANEA – TR=50 ANNI

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr (anni)	*Dir (°N)*	*Tp (s)*	*β (°)*	*Hs (m)*
Cassoni, scanno e massi guardiani Sezione tipo A e serraglie	**1° Fase**	**50**	**190**	**11,9**	**0**	**4,5**

TAB. 3.28 - ONDA DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELLE SEZIONI TIPO B, C, D ED E DELLA DIGA FORANEA – TR= 50 E 250 ANNI

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr (anni)	*Dir (°N)*	*Tp (s)*	*β (°)*	*Hs (m)*
Cassoni, scanno e massi guardiani Sezione tipo B, C, D e E	1° Fase	50	190	11,9	0	4,5
	PRP	**250**	**190**	**13,00**	**0**	**5,90**

TAB. 3.29 - ONDA DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELLE SEZIONI TIPO A, B, C, D ED E PER TR=1 ANNO

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr (anni)	*Dir (°N)*	*Tp (s)*	*β (°)*	*Hs (m)*
Stabilità piano sommitale ante posa cassoni **Verifica di tracimazione in condizioni operative**	**1° Fase**	**1**	**125**	**7,0**	**0**	**2,06**

Piattaforma

Le caratteristiche delle onde di progetto in corrispondenza delle nuove opere sono state raggruppate per tipologia di struttura (vedi Fig. 3.31):

- Scogliera alla radice della piattaforma
- Cassoni emersi – banchina petroli
- Cassoni emersi – banchina rinfuse
- Cassoni emersi – banchina container
- Protezione dei fondali antistanti le banchine

Le verifiche per il dimensionamento di ogni opera sono state effettuate con riferimento alle condizioni più gravose per ognuna delle tipologie strutturali, in funzione dell'altezza significativa e del periodo dell'onda incidente oltre che dell'angolo di attacco della stessa. Come periodo per le onde di progetto incidenti le banchine si assumono gli stessi periodi dell'onda al largo.

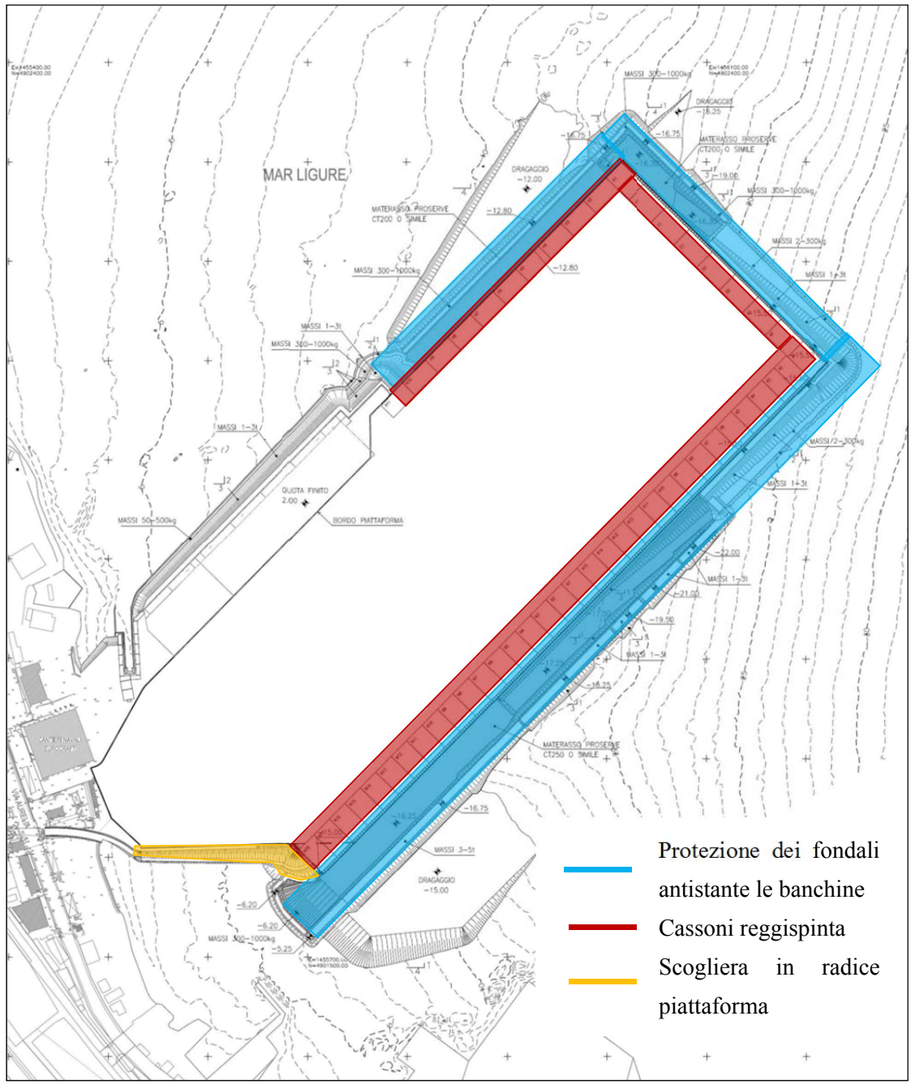


FIG. 3.31 - SCHEMA DELLE STRUTTURE DELLA PIATTAFORMA

TAB. 3.30 - ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA SCOGLIERA ALLA RADICE DELLA PIATTAFORMA

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr (anni)	*Dir* (°N)	*Tp* (s)	*β* (°)	*Hs* (m)
Scogliera	P.R.P.	100	**90**	**9,2**	**0**	**0,8**
			105	10,9	0	0,5

TAB. 3.31 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI REGGISPINTA – BANCHINA CONTAINER

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr (anni)	*Dir* (°N)	*Tp* (s)	*β* (°)	*Hs* (m)
Cassoni reggispinta Banchina container Cassoni da N18 ad A7	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**40**	**4,00**
	1° Fase	**1**	**105**	**7,0**	**36**	**2,12**
	PRP	250	105	11,6	45	1,90
	PRP	1	90	6,20	45	1,10
Cassoni reggispinta Banchina container Cassoni da A6 ad A1	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**30**	**5,4**
	1° Fase	**1**	**105**	**7,0**	**30**	**1,60**
	PRP	250	90	9,8	45	2,9
	PRP	1	90	6,20	67	0,60

TAB. 3.32 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI REGGISPINTA – BANCHINA RINFUSE

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr *(anni)*	*Dir* *(°N)*	*Tp* *(s)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*
Cassoni reggispinta Banchina rinfuse Cassone angolo banchina container - rinfuse	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**60**	**5,4**
	1° Fase	**1**	**105**	**7,0**	**60**	**1,5**
	PRP	250	90	9,8	45	3,5
	PRP	1	90	6,20	45	1,50
Cassoni reggispinta Banchina rinfuse da 30 a 90 m dallo spigolo con banchina container	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**60**	**5,9**
	1° Fase	**1**	**105**	**7,0**	**60**	**2,50**
	PRP	250	90	9,8	45	4,2
	PRP	1	90	6,20	45	1,50
Cassoni reggispinta Banchina rinfuse da 90 a 290 m dallo spigolo con banchina container	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**60**	**5,6**
	1° Fase	**1**	**105**	**7,0**	**60**	**2,50**
	PRP	250	105	11,6	45	4,9
	PRP	1	105	7,0	60	2,40

TAB. 3.33 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI REGGISPINTA – BANCHINA PETROLI

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr *(anni)*	*Dir* *(°N)*	*Tp* *(s)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*
Cassoni reggispinta Banchina petroli	-	**250**	**30**	**5,0**	**65**	**1,65**

La condizione d'onda con tempo di ritorno un anno in corrispondenza di questa banchina non risulta significativa per nessuna verifica, e per questo non viene qui riportata.

TAB. 3.34 - ONDE IN CORRISPONDENZA DELLE VARIE BANCHINE DELLA PIATTAFORMA – PROTEZIONE DEI FONDALI

	Config. Diga	Onda al largo		**Onda all'opera**		
		Tr *(anni)*	*Dir* *(°N)*	*Tp* *(s)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*
Protezione fondali Banchina container Cassoni da N18 ad A7	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**40**	**4,00**
	PRP	250	105	11,6	46	1,90
Protezione fondali Banchina container Cassoni da A6 ad A1	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**30**	**5,4**
	PRP	250	90	9,8	45	2,9
Protezione fondali Banchina rinfuse	**1° Fase**	**50**	**105**	**10,4**	**60**	**5,9**
	PRP	250	105	11,6	53	4,9
Protezione fondali Banchina Petroli	-	**250**	**30**	**5,0**	**65**	**1,65**

3.6. Analisi idrodinamiche e dispersive

Lo studio idrodinamico di un'area protetta come un porto richiede sempre una grande attenzione per quanto riguarda sia il ricambio delle masse d'acqua nelle diverse condizioni meteo-marine che possono presentarsi al fine di tenerne conto per quanto riguarda le soluzioni progettuali

A differenza di altri fenomeni, come ad esempio lo studio del moto ondoso, infatti, lo studio delle correnti richiede una grande attenzione agli effetti prodotti dalle singole forzanti esterne in quanto anche piccole variazioni possono indurre anche effetti di una certa rilevanza.

Sulla base di queste considerazioni, il metodo di analisi adottato ed estesamente descritto nello specifico Rapporto Idrodinamico, ha comportato:

– La predisposizione di uno strumento di analisi, in grado di rappresentare con sufficiente dettaglio la zona di studio ed i fenomeni medi e quelli statisticamente rilevanti, connessi all'idrodinamica locale.
– Una definizione la più possibile dettagliata, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, delle forzanti esterne che determinano il comportamento idrodinamico e dispersivo del sito.
– La caratterizzazione del comportamento idrodinamico del sistema nella configurazione di riferimento e nella configurazione con le varianti di livello esecutivo al fine di valutare gli effetti indotti dalle nuove opere.

Le attività che sono state svolte possono essere riassunte in:

a) messa a punto del modello matematico idrodinamico e dispersivo per l'area del porto di Vado Ligure
b) Identificazione e quantificazione delle forzanti esterne:
   – Onde di marea
   – Vento
   – Correnti litoranee
   – Scarichi di corsi d'acqua naturali o artificiali
c) Simulazione dello scenario di riferimento e di quello con interventi al fine di identificare gli effetti sull'idrodinamica locale e, eventualmente, identificare e valutare possibili interventi di mitigazione. Queste simulazioni sono state effettuate con forzanti meteo-marine (marea e vento) medie.

3.6.1. Il modello idrodinamico a maglia curvilinea della Baia di Vado Ligure

Per le analisi eseguite nel presente studio è stato utilizzato un modello matematico a maglia curvilinea con una risoluzione planimetrica adeguata ai fenomeni oggetto di studio (idrodinamica locale e dispersione di traccianti conservativi).

Il modello adottato, 3D-Flow, è stato sviluppato dal laboratorio idraulico olandese WL|Delft Hydraulics (ora Deltares) ed è stato testato e continuamente aggiornato per rispondere alle diverse richieste.

Questo modello idrodinamico e dispersivo simula flussi e fenomeni di trasporto indotti dal regime mareale o da particolari situazioni meteorologiche in regime di moto vario sia con schematizzazioni bidimensionali che tridimensionali compresi gli effetti delle differenze di densità dovute a temperature non uniformi o alla distribuzione di salinità.

Il modello include algoritmi che tengono conto di numerosi fenomeni fisici tra i quali:

– Gradienti della superficie libera (effetti barotropici)
– Effetti della rotazione terrestre (forza di Coriolis)
– Acqua con densità variabile (equazioni di stato)
– Gradienti orizzontali di densità (effetti baroclinici)
– Turbolenza indotta dai flussi (turbolenza di massa e di quantità di moto - modello di chiusura della turbolenza)
– Trasporto del sale e di altre sostanze conservative - scambio di calore
– Forzante dovuta all'oscillazione mareale al contorno libero
– Sforzo tangenziale sulla superficie liquida dovuto al vento, variabile nello spazio e nel tempo

- Sforzo tangenziale sul fondo variabile nello spazio
- Pressione atmosferica sulla superficie liquida, variabile nello spazio e nel tempo
- Processo di allagamento ed emersione dei bassifondi soggetti a marea
- Scambio di calore attraverso la superficie libera
- Processi di pioggia ed evaporazione
- Forze generate dalla marea
- Effetti di flussi secondari nelle equazioni della quantità di moto nel caso bidimensionale e scabrezza laterale lungo i muri verticali
- Influenza delle onde sulla scabrezza di fondo (2D e 3D), sforzi indotti dalle onde e flussi di massa (solo nel caso bidimensionale) attraverso strutture idrauliche.

La predisposizione del modello matematico idrodinamico richiede, come attività preliminare e indispensabile, la definizione della maglia di calcolo, rispetto alla quale tutte le grandezze di interesse verranno poi definite.

Nella Fig. 3.32 viene riportata la griglia a maglia curvilinea definita per schematizzare la zona della baia di Vado Ligure. Come si può notare la maglia è a risoluzione variabile, con una grande densità di maglie nella zona del porto (Fig. 3.33), dove le informazioni devono essere maggiormente dettagliate. I dati batimetrici, interpolati sulla maglia di calcolo, sono stati desunti dalle carte nautiche a diverso dettaglio, integrate, nella zona del porto, dai rilievi batimetrici più recenti.

Come è ben noto, il fondale marino degrada rapidamente a profondità elevate raggiungendo, all'interno del dominio di calcolo, i 700 m di profondità. Questa caratteristica ha determinato che, soprattutto per identificare gli effetti idrodinamici indotti dal vento, fosse necessario utilizzare il modello secondo uno schema tridimensionale.

Per ottenere tale risultato si è utilizzata una discretizzazione a strati continui (σ-layers) con gli spessori così suddivisi (dal meno profondo al più profondo):

a) Primo strato: 5% della profondità (strato superiore)
b) Secondo strato: 10% della profondità
c) Terzo strato: 20% della profondità
d) Quarto strato: 30% della profondità
e) Quinto strato: 35% della profondità (strato più profondo)

In questo modo si è ottenuta una rappresentazione sufficientemente accurata della distribuzione verticale della velocità, con maggior dettaglio negli strati superiori, dove i gradienti sono maggiori, mantenendo un adeguato dettaglio anche in quelli inferiori.

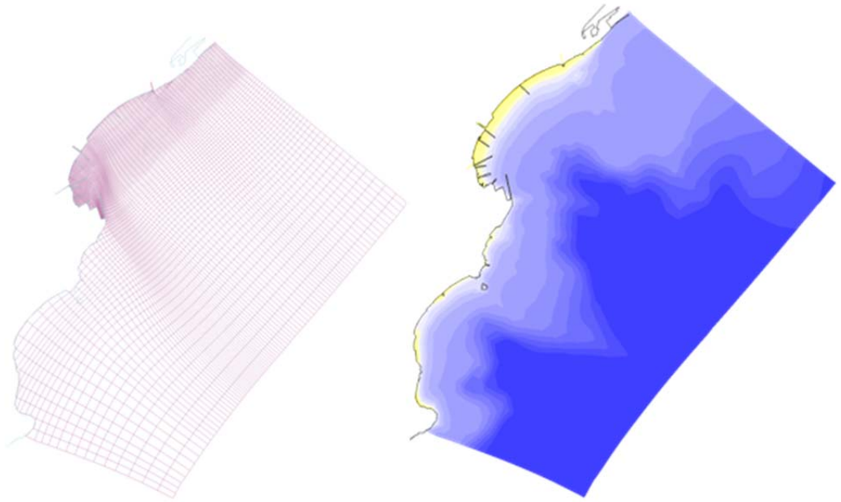


FIG. 3.32 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO CON UNA GRIGLIA A MAGLIA CURVILINEA E BATIMETRIA DEL MODELLO



FIG. 3.33 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DETTAGLIO DELLA MAGLIA DI CALCOLO NELLA ZONA DEL PORTO DI VADO LIGURE.

3.6.2. Condizioni al contorno e forzanti esterne

Una volta definita la griglia di calcolo del modello matematico sono state identificate e quantificate le principali forzanti esterne che condizionano la circolazione idrodinamica della Baia di Vado Ligure e, in particolare, della zona del porto che sono risultate:

- Onde di marea;
- Vento;
- Correnti litoranee;
- Deflussi dei corsi d'acqua.

Per l'analisi delle *maree* si è fatto riferimento ai dati registrati dai mareografi di Imperia e di Genova. Per Imperia erano disponibili le registrazioni dal 1997 al 2008, mentre per Genova il periodo di osservazione considerato è stato dal 1998 al 2008.

L'obiettivo delle analisi era quello di valutare due maree sintetiche sinusoidali che risultassero la prima rappresentativa della marea media, al fine di evidenziare le correnti che si generano usualmente nel sito di interesse, ed una seconda che fosse invece rappresentativa di eventi estremi

Per valutare le ampiezza di marea di interesse sono stati svolti, per entrambe le stazioni di misura, due diversi tipi di analisi: un'analisi sulle frequenze e sulla probabilità di superamento delle ampiezze di marea ed un'analisi sui gradienti medi delle maree registrate.

I risultati di queste analisi sono riportati rispettivamente nei grafici di Fig. 3.34 per Imperia e in quelli di Fig. 3.35 per Genova. Nei grafici sono riportati gli istogrammi di frequenza (scala di lettura a sinistra) e la curva di durata (scala di lettura a destra) delle ampiezze di marea.

Da questi diagrammi si può verificare che le ampiezze di marea più frequenti sono comprese tra i 18 e i 22 cm, sia per Genova che per Imperia, e che circa il 50% delle onde di marea ha ampiezza inferiore a 20 cm.

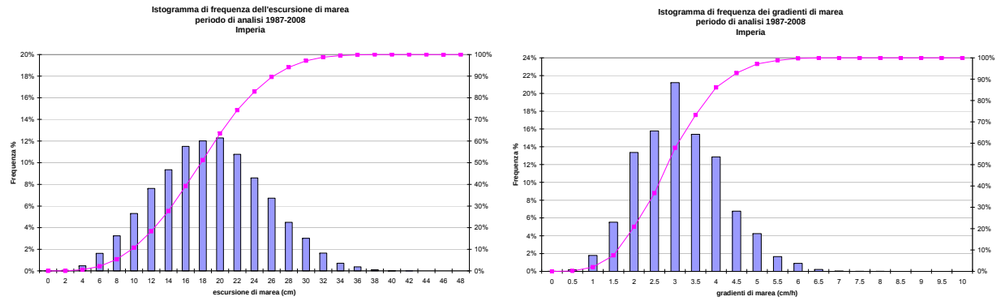


FIG. 3.34 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA NEL PERIODO 1987-2008 A IMPERIA

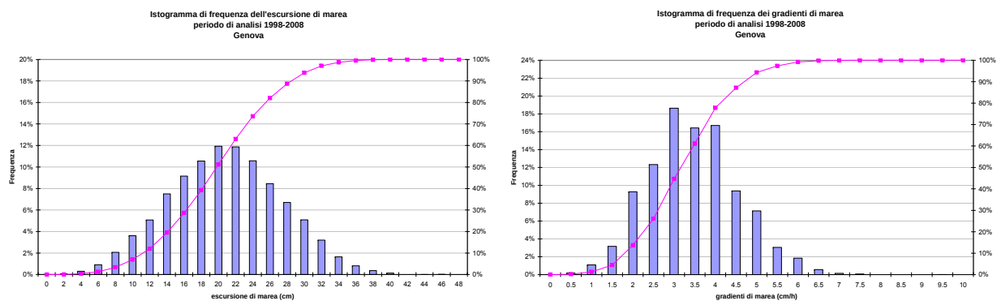


FIG. 3.35 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA NEL PERIODO 1987-2008 A GENOVA

Questi risultati evidenziano come il gradiente medio di marea più frequente è quello di circa 3 cm/ora (circa 18% di frequenza per Genova e 22% per Imperia), ma con valori significativi anche più elevati (3.5 cm/ora con una frequenza di circa il 16% sia per Genova che per Imperia).

Si è quindi stabilito di utilizzare come marea media rappresentativa una marea sintetica sinusoidale con ampiezza 20 cm (+/- 10 cm rispetto al medio mare), corrispondente al gradiente medio di 3.33 cm/h ed un periodo di 12 ore.

Per quanto riguarda le maree statisticamente rilevanti, sono state svolte specifiche analisi con il metodo di Gumbel sui gradienti medi ed i risultati principali sono riportati in Tab. 3.35.

TAB. 3.35 - ELABORAZIONE STATISTICA DEI GRADIENTI MEDI MASSIMI ANNUI

Tempo di ritorno	gradiente max	ampiezza statistica di marea
2 anni	5.09 cm/h	30.57 cm
5 anni	5.66 cm/h	33.97 cm
10 anni	6.04 cm/h	36.22 cm
20 anni	6.40 cm/h	38.38 cm
30 anni	6.60 cm/h	39.63 cm
50 anni	6.86 cm/h	41.18 cm
100 anni	7.21 cm/h	43.28 cm

Da tali elaborazioni è stato possibile determinare che sono statisticamente rilevanti delle maree sintetiche sinusoidali con periodo di 12 ore e ampiezza di 41.18 cm per un tempo di ritorno di 50 anni, mentre per un tempo di ritorno di 100 anni l'ampiezza di riferimento sale a 43.28 cm.

Le analisi relative *al* vento, (FIG. 3.36) che risulta essere una delle forzanti di maggiore importanza per quanto riguarda la circolazione della baia di Vado Ligure, sono state effettuate considerando diverse stazioni di misura e, dopo un attento confronto delle diverse caratteristiche locali, si è ritenuto di far riferimento alla distribuzione statistica delle direzioni e dell'intensità del vento valutate per la località di Vado Ligure.

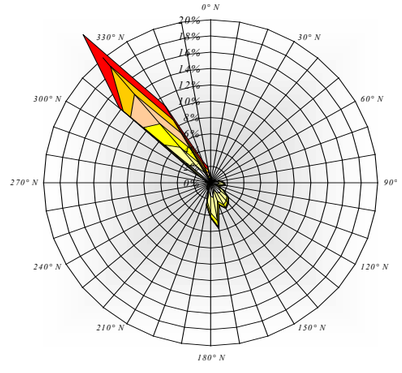


FIG. 3.36 - IL CLIMA DEL VENTO A VADO LIGURE

Analizzando tali dati, si è ritenuto che gli scenari per l'analisi del ricambio nel porto di Vado Ligure fossero da considerare:

- Vento da Sud-Est (Scirocco) con intensità di 7 m/s
- Vento da Nord-Est (Grecale) con intensità di 7m/s
- Vento da Nord-Ovest (Maestrale) con intensità di 10 m/s

Per quanto riguarda le analisi con venti statisticamente rilevanti, invece, è stata condotta un'indagine statistica sulle velocità del vento, assolutamente analoga a quella svolta in tema di moto ondoso, dove, per i diversi tempi di ritorno sono state identificate le velocità riportate in Tab. 3.36.

TAB. 3.36 - STATISTICA DELLA VELOCITÀ DEL VENTO PER IL SITO DI VADO LIGURE

Vento - Tempo di ritorno (anni)			
2	**10**	**50**	**100**
28 m/s	32 m/s	36 m/s	38 m/s

Per l'analisi delle correnti in condizioni statisticamente rilevanti, come sarà illustrato in seguito, si è scelto il vento con tempo di ritorno di 50 anni che presenta un'intensità pari a 36 m/s.

Un altro parametro che è stato considerato come condizione al contorno sono le *correnti litoranee*.

Il Mare Ligure è il bacino più settentrionale del Mediterraneo Occidentale. Si estende per un'area di circa 50.000 km^2, circondato dalle coste della Liguria, della Provenza orientale e, a sud, dalla Corsica settentrionale.

Senza riportare in questa sede le considerazioni relative alla formazione di queste correnti al largo delle coste Liguri, per cui si rimanda al volume di dettaglio sull'Idrodinamica, è da ricordare come la speciale conformazione del bacino Ligure e della sua connessione al Golfo del Leone, al bacino Algerino-Provenzale ed al mar Tirreno determina una circolazione stagionale in senso antiorario con una corrente, sostanzialmente costante nel tempo, che si propaga da est verso ovest (Fig. 3.37)

Sulla base dei dati disponibili in letteratura, l'intensità della corrente al largo delle coste liguri può essere valutata in alcune decine di cm/s (mediamente ~ 20 cm/s).

Al fine di tenerne conto nel presente studio, nel quale la distanza dalla costa del limite del dominio di calcolo è abbastanza contenuta, si è considerata una corrente proveniente da Nord Est, parallela alla costa, con intensità variabile fino a 10 cm/s nella zona più esterna del dominio di calcolo stesso.

Tale quantificazione, basata sui dati disponibili, intende tener conto del fatto che, sotto costa, la corrente litoranea si presume si riduca in intensità a causa della riduzione del fondale e per la presenza di una morfologia particolarmente frastagliata. Per la medesima ragione si presume che, a terra, la corrente litoranea sia da considerare praticamente trascurabile.

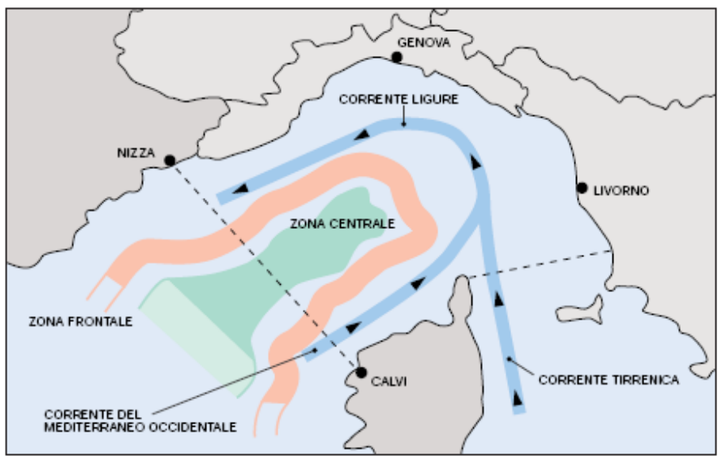


Fig. 3.37 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE -MAR LIGURE - LE PRINCIPALI STRUTTURE DINAMICHE E LE CORRENTI

Infine, come ultimo parametro significativo da essere assunto come condizione al contorno è stato assunto il *deflusso dei principali corsi d'acqua* che sfociano all'interno del dominio di calcolo e che sono: il torrente Segno la cui foce è ubicata immediatamente ad ovest della nuova piattaforma, il torrente Quiliano più ad occidente, ed, infine, il torrente Letimbro (Fig. 3.38).

Tutti i tre corsi d'acqua presentano un regime di tipo torrentizio caratterizzato da intensi e poco frequenti picchi di portata e da lunghi periodi di siccità.

Considerato che l'obiettivo della parte dispersiva di questo studio è la valutazione parametrica della dispersione delle acque di origine fluviale e dell'impatto sulla qualità delle acque litoranee, sono stati considerati i, pochi, dati di deflusso disponibili e sono stati estesi a i bacini di interesse. In virtù di queste considerazioni sono state determinate le seguenti portate:

- per il torrente Segno Q = 10 m³/s
- per il torrente Quiliano Q = 14 m³/s
- per il torrente Letimbro Q = 15 m³/s

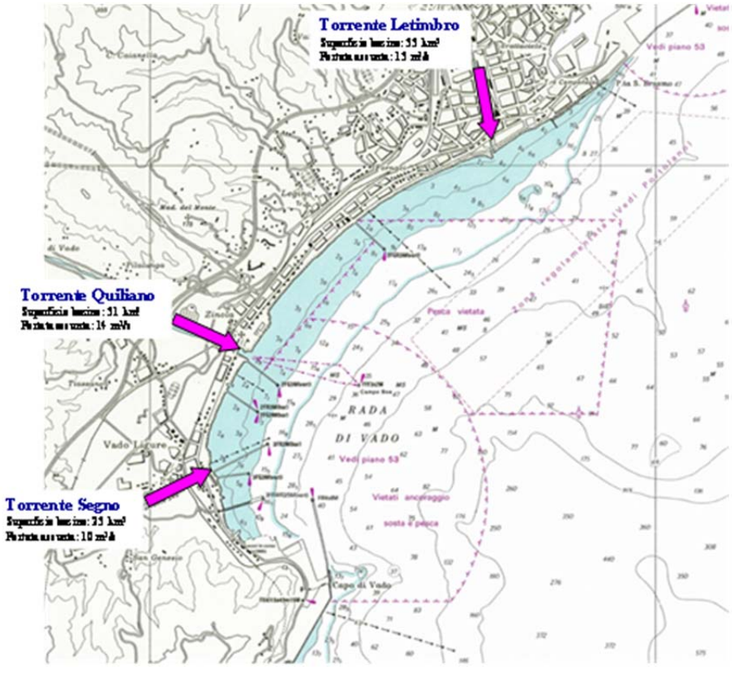


FIG. 3.38 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - FIUMI CONSIDERATI NEL PRESENTE STUDIO.

3.6.3. Gli scenari da analizzare

Per l'analisi degli effetti delle varianti di livello Esecutivo sulla circolazione idrodinamica ed il ricambio nella baia di Vado Ligure sono state studiate e messe a confronto la configurazione di riferimento da Progetto Esecutivo approvato e la configurazione di Perizia di Variante.

La configurazione analizzata, comprende i seguenti interventi:

- la piastra multifunzionale così come approvata nel Progetto Esecutivo approvato
- le opere previste dal Piano Regolatore Portuale approvato nel 2003, la rimodellazione della costa secondo quanto previsto dal Comune di Vado Ligure
- l'inserimento di una schiera di cassoni pieni sul lato sul perimetro esterno della piastra;
- la presenza del pennello prescritto nel parere del Comitato Tecnico di Bacino n°21/2014 come opera di mitigazione per garantire l'officiosità della foce del Torrente Segno.

Le schematizzazioni batimetriche delle configurazioni analizzate (configurazione di riferimento da Progetto Esecutivo approvato e configurazione di Perizia di Variante) sono rappresentate in Fig. 4.31.

Nelle configurazioni studiate, sono stati considerati anche la realizzazione di tutte le opere accessorie quali la nuova diga foranea del porto, prolungata ri-spetto all'attuale e con la testata posta secondo un allineamento verso nord-est, ed il porto turistico, sito immediatamente a nord della piattaforma.

Il porto turistico, non ancora definito a livello di dettaglio, è stato considerato nelle analisi come ingombro che influenza la circolazione esterna locale.

Per queste due configurazioni sono stati effettuati 2 diversi tipi di simulazioni:

- Simulazioni idrodinamiche in condizioni di forzanti medie
- Simulazioni dispersive e di ricambio, sempre in condizioni idrodinamiche medie.

Per una descrizione di dettaglio dei risultati ottenuti si rimanda alle relazioni di dettaglio, in questo ambito si ricordano le simulazioni effettuate ed i principali risultati acquisiti.

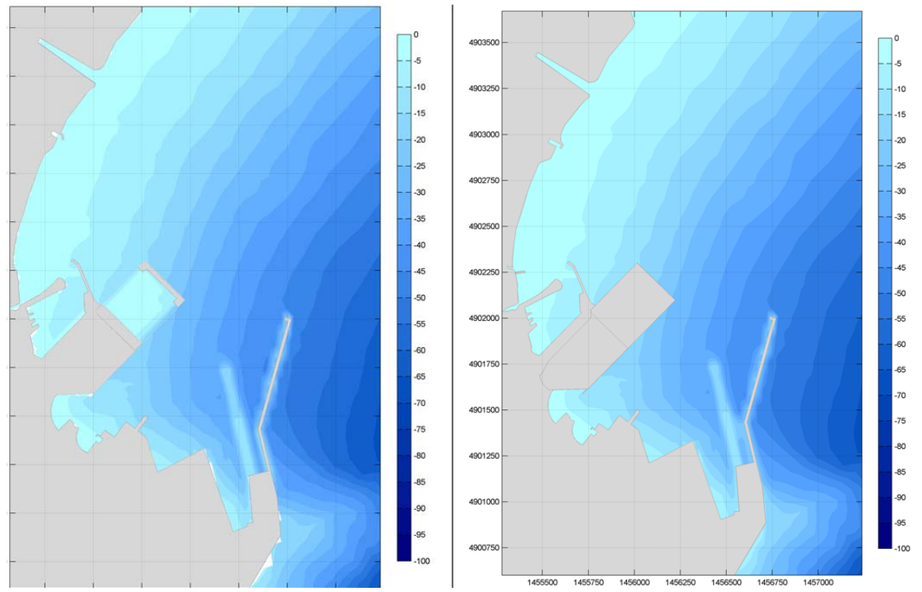


FIG. 3.39- SCHEMATIZZAZIONE BATIMETRICA (M S.M.M.) PER LA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO, PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE DI PERIZIA DI VARIANTE (DESTRA)

Come già detto, le caratteristiche meteorologiche e idrodinamiche sono fondamentali nella valutazione della circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure e quindi sono state considerate diverse condizioni di marea e meteorologiche nelle simulazioni effettuate.

In particolare, per lo studio dell'idrodinamica e del ricambio, sono state eseguite le seguenti simulazioni con il modello idrodinamico:

- Marea + correnti litoranee
- Marea + correnti litoranee + vento da NE
- Marea + correnti litoranee + vento da SE
- Marea + correnti litoranee + vento da NO

Le forzanti meteo-marine applicate per questo gruppo di simulazioni sono state:

- Marea sinusoidale con periodo di 12 ore ed escursione di 20 cm (+/- 10 cm l.m.m.), applicata al limite esterno del dominio di calcolo.
- Corrente litoranea parallela alla linea di costa e rivolta in direzione SO con intensità variabile fino a 10 cm/s nella zona più esterna del dominio di calcolo
- Vento: quando richiesto per i diversi scenari, applicato uniforme sul dominio di calcolo e costante nel tempo sia in direzione che in intensità. Sono stati considerati i seguenti venti:
  - Vento da Nord-Est: intensità di 7 m/s
  - Vento da Sud-Est: intensità di 7 m/s
  - Vento da Nord-Ovest: intensità di 10 m/s

Nei paragrafi successivi vengono sinteticamente ricordati i principali risultati ottenuti.

3.6.4. Gli effetti indotti dalle opere previste sull'idrodinamica e sulla dispersione della baia di Vado.

Come visualizzato nella Fig. 3.40, le sole condizioni di marea media non sono in grado di indurre delle correnti significative all'interno della baia di Vado ligure, tanto che, sia nelle condizioni di massimo flusso che in quelle di massimo riflusso il campo di velocità rimane sostanzialmente lo stesso, influenzato in modo più significativo dalle correnti litoranee che dall'oscillazione di marea.

La situazione si modifica in modo maggiormente significativo se si analizzano i campi di moto tridimensionali quando si applica la marea ed un campo di vento.

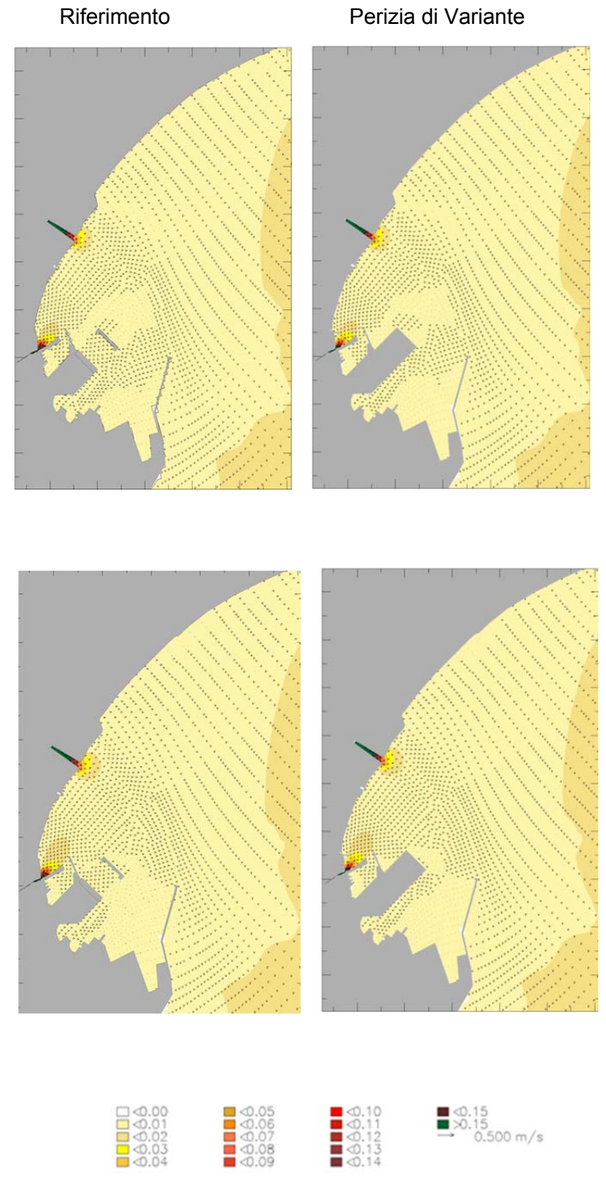


Fig. 3.40 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO E MAX FLUSSO (SOPRA) E RIFLUSSO (SOTTO)

In Fig. 3.41 vengono riportati, a titolo esemplificativo, i principali risultati ottenuti per l'analisi con il vento da nord est, in cui il fenomeno sopra ricordato risulta evidente particolarmente nella zona portuale. Per gli altri casi e per i risultati di dettaglio si rimanda al rapporto specifico.

È comunque possibile affermare che neppure in condizione di vento, anche intenso, le correnti indotte risultano rilevanti, limitandosi le massime a pochi centimetri al secondo.

L'effetto della conterminazione della piattaforma con i cassoni è visibile solo sullo strato superficiale e tende ad annullarsi negli strati immediatamente più profondi dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità .

Questo fatto non sorprende ed è coerente con tutte le considerazioni precedenti sul modello e sul sito in esame: la circolazione idrodinamica in questa regione, infatti, è regolata dalle forzanti marine ed in particolar modo dalla presenza di un sistema di correnti anticicloniche aderenti alla costa, mentre gli effetti delle correnti di trascinamento dovute al vento sono apprezzabili solo in presenza di fondali poco profondi ed in zone particolarmente esposte al vento considerato.

Questo fenomeno riveste un'importanza di rilievo sui fenomeni dispersivi che si verificano nella baia, soprattutto quando si considerano come sorgenti le acque di origine fluviale.

Infatti, al fine di verificare l'effetto le opere sul ricambio delle acque della baia di Vado e, soprattutto, sull'effetto che avrebbero sulla dispersione delle acque di origine fluviale, è stato messo a punto un modello dispersivo con il quale è stato studiato il "fato" di traccianti conservativi rilasciati nei corsi d'acqua di interesse.

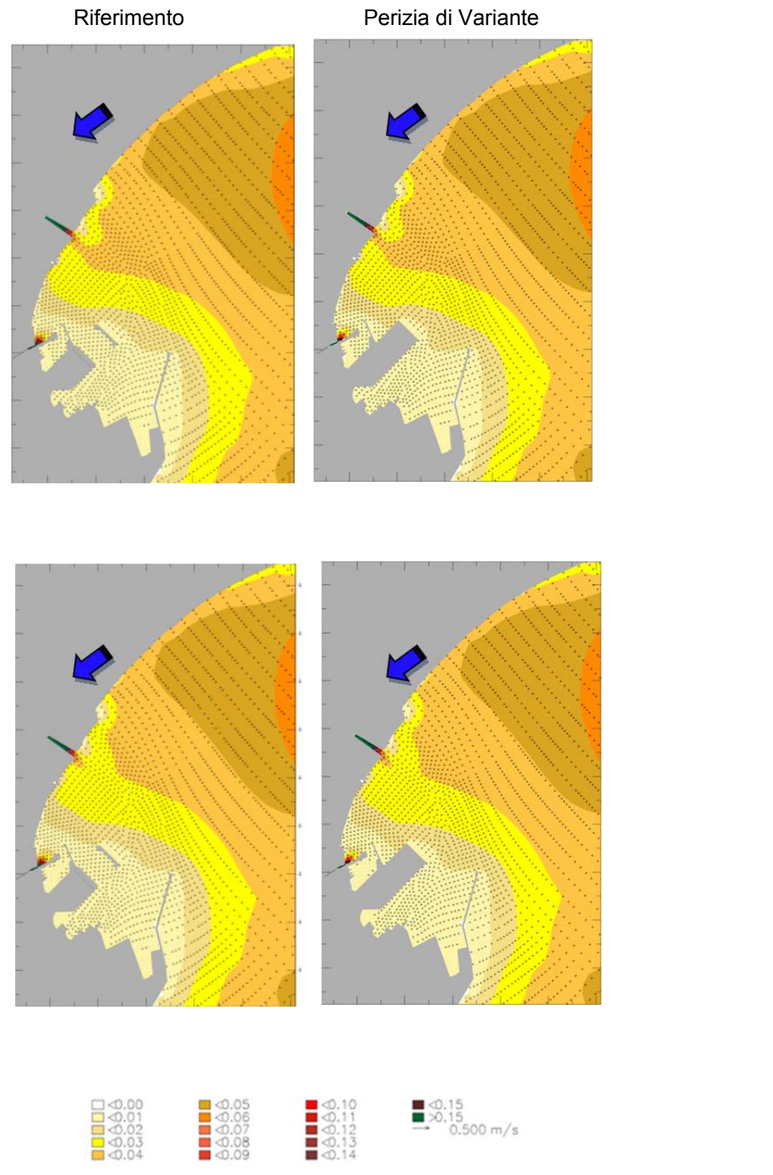


FIG. 3.41 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN CONDIZIONI DI MASSIMO FLUSSO (SOPRA) E MASSIMO RIFLUSSO (SOTTO) IN PRESENZA DI VENTO DA NORD-EST

Per l'analisi dispersiva è stato assunto che in termini parametrici, ogni torrente recapitasse in mare acqua caratterizzata dalla medesima concentrazione di un tracciante passivo. Si ricorda che per tracciante passivo si intende una sostanza perfettamente solubile in acqua che non subisce trasformazioni sia chimiche che fisiche. La quantità di questo tracciante immesso nel sistema, quindi, dipende esclusivamente dalle portate dei torrenti assunte costanti nel tempo.

Le condizioni idrodinamiche applicate al mare sono quelle già considerate per la definizione delle caratteristiche idrodinamiche della baia, con esclusione di quella con il vento da Nord-Ovest che risulta avere un effetto positivo sul ricambio dell'area di interesse.

I principali risultati sulle analisi dispersive sono illustrati in Fig. 3.42, in alto per la condizione con calma di vento e in basso per la situazione con vento da Nord-Est.

Per lo scenario con calma di vento, l'idrodinamica dell'area di studio è determinata esclusivamente dall'oscillazione periodica della marea e dalla presenza della corrente litoranea. Si può notare come l'area di influenza di ogni singolo torrente si sovrapponga con quella degli altri, determinando sotto costa un'area di dispersione con valori di concentrazione variabili, ma i cui valori massimi si presentano in corrispondenza delle tre foci.

Per gli altri due scenari, con vento da nord-est e da sud-ovest, le variazioni indotte delle concentrazioni non sono rilevanti, confermando di fatto i risultati trovati per la condizione di calma di vento.

L'unica modifica di rilievo che si nota è un minore sviluppo della nuvola di dispersione verso il largo, dovuto sostanzialmente alle correnti indotte dal vento che tendono a limitare la dispersione verso il largo.

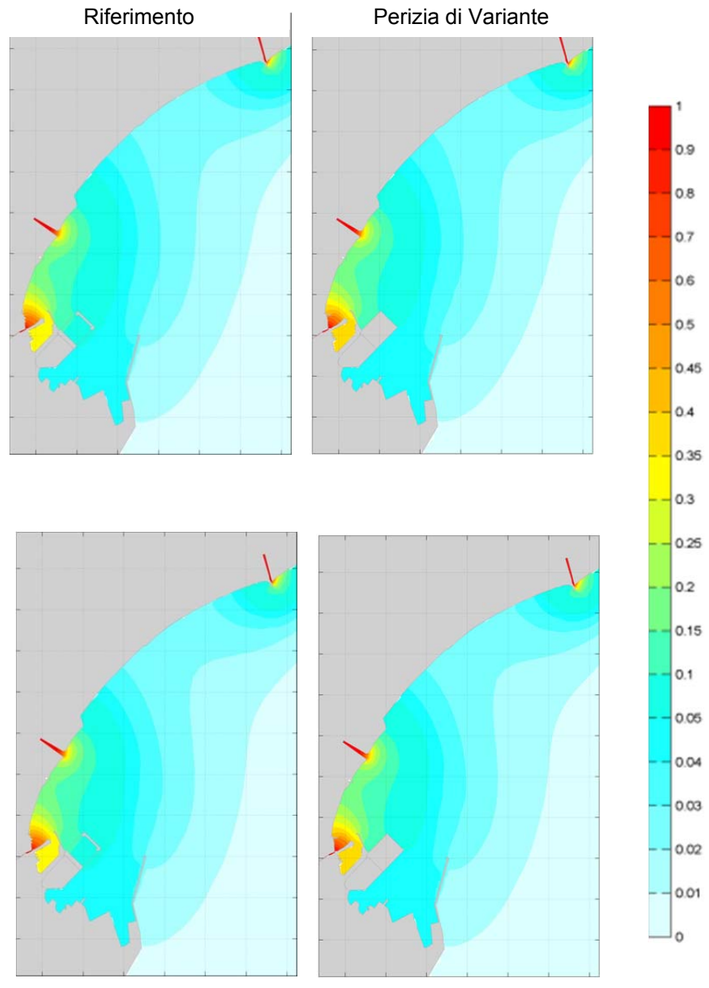


FIG. 3.42 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DISPERSIVE - CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI FIUMI: (SOPRA) SCENARIO CON CALMA DI VENTO E (SOTTO) SCENARIO CON VENTO DA NORD-EST

Per tutti gli scenari, i campi di concentrazione delle due configurazioni sono molto simili e le uniche differenze apprezzabili sono osservate nell'area compresa tra la schiera di cassoni esterni ed il molo di sopraflutto del nuovo porto turistico.

Questo incremento di concentrazioni nell'area a nord del molo di sopraflutto e all'interno del porto turistico non è dovuto alla presenza della piattaforma chiusa ma bensì a quella del pennello alla foce del T. Segno ed è stato analizzato ampiamente nella relazione specialistica (MI0102-PV-G-L-R-007-00) a cui si rimanda per i dettagli. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.

3.6.5. Analisi della capacità di ricambio

Un altro fenomeno di notevole importanza per la valutazione degli effetti delle opere previste il litorale è la capacità di ricambio del sistema. Al tal fine sono state eseguite delle specifiche analisi ancora considerando la dispersione di traccianti passivi.

In particolare sono state effettuate due specifiche analisi modellistiche:

- "*fraction analysis*" - che consente di individuare la provenienza dell'acqua presente nella colonna d'acqua e, quindi, la capacità di ricambio di una determinata zona e con l'acqua di quale provenienza (fiumi, scarichi, mare, ecc.);
- "*tempo di ricambio*" - che consente di valutare il tempo necessario perché la concentrazione di una sostanza conservativa, inizialmente uniformemente distribuita nell'area di interesse, si riduca di circa il 63%.

La simulazione idrodinamica utilizzata per queste analisi è stata eseguita considerando le seguenti condizioni:

- Marea media, come precedentemente definita;
- Assenza di vento;
- Portate dei fiumi sfocianti in mare come precedentemente definita;

Per l'analisi della capacità di ricambio nella baia di Vado Ligure sono state considerate due configurazioni:

- configurazione di riferimento da Progetto Esecutivo approvato
- configurazione di Perizia di Variante

3.6.5.1 Fraction analysis

Questo tipo di analisi identifica l'andamento della circolazione in una zona ed il contributo delle diverse sorgenti alla massa totale d'acqua ivi presente.

L'analisi è stata effettuata considerando 4 diverse sorgenti di traccianti passivi:

- "acqua iniziale" della rada, cioè l'acqua contenuta nel bacino portuale all'inizio della simulazione;
- acqua del Torrente Segno;
- acqua del Torrente Quiliano;
- acqua del mare che entra attraverso il contorno aperto del modello.

L'acqua iniziale, contenuta nella zona di interesse all'inizio della simulazione, per effetto dell'oscillazione di marea e della dispersione, viene sostituita da acqua proveniente dalle altre sorgenti. La simulazione fornisce come risultato la diversa percentuale dell'acqua proveniente dalle sorgenti considerate con cui è stata sostituita l'acqua iniziale.

Nello specifico, per la rada di Vado Ligure si è identificata come "zona di interesse" l'area evidenziata in blu nella planimetria di Fig. 3.43 dove sono indicati i punti per cui questa analisi è stata svolta. I risultati della "*Fraction analysis*" sono riportati in Fig. 3.44.

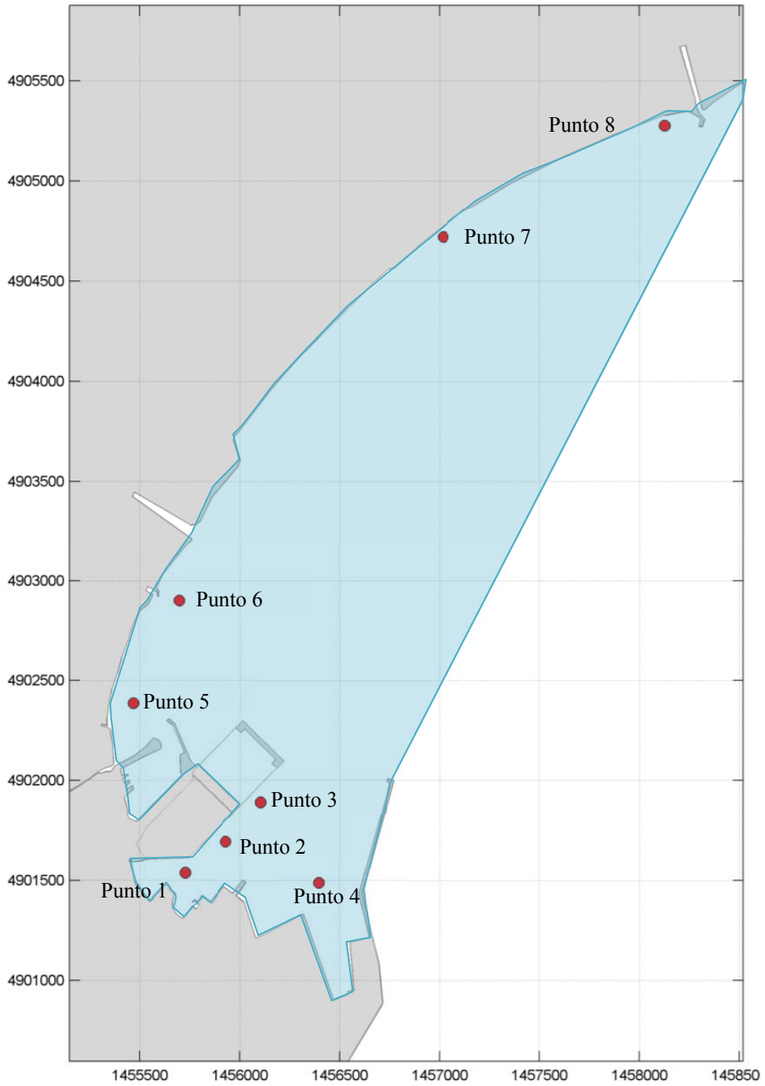


FIG. 3.43 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO -AREA DI INTERESSE E PUNTI DI CONTROLLO PER I QUALI SONO STATI ELABORATI I GRAFICI DELLA "FRACTION ANALYSIS".

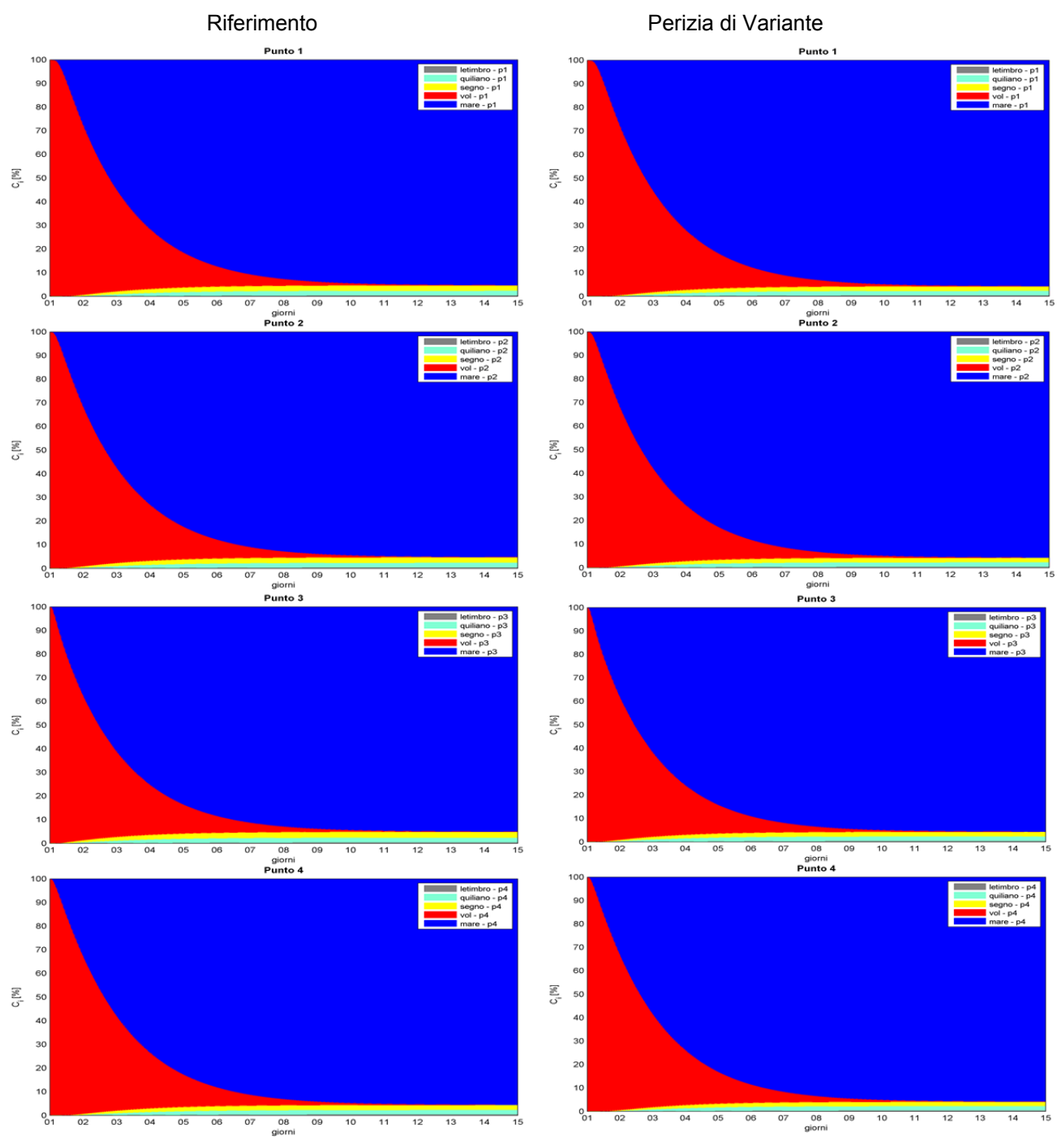


FIG. 3.44 - VADO LIGURE – PIASTRA MULTIFUNZIONALE – ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO - FRACTION ANALYSIS. RISULTATI NEI PUNTI N.1, N.2 E NEI PUNTI N.5 E N.6 - CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE DI PERIZIA DI VARIANTE (DESTRA).

Dai questi risultati è possibile osservare che:

a) Alla fine della simulazione rimangono soltanto gli apporti esterni, come è corretto che sia, che sono costituiti dall'acqua del mare e dall'acqua dei fiumi;
b) Il tempo necessario per la completa sostituzione dell'acqua iniziale è funzione della posizione del punto rispetto ai punti di immissione degli apporti;
c) La percentuale finale dei diversi apporti è anch'essa funzione della localizzazione dei punti considerati.

All'interno della rada di Vado il contributo dei traccianti di origine fluviale, una volta raggiunta la situazione di equilibrio, rimane sempre nell'ordine di qualche percentuale e le acque di origine marina rappresentano la frazione maggiore (oltre il 95%).

Nei punti più lontani, invece, il contributo delle acque di origine torrentizia è tendenzialmente maggiore in funzione della distanza tra il punto di controllo e la foce del torrente considerata.

L'analisi dei dati di concentrazione indica, in altre parole, che le variazioni previste nella configurazione di Perizia di Variante non sono in grado di alterare in modo apprezzabile il comportamento dispersivo dei traccianti conservativi immessi nel sistema.

3.6.5.2 Tempo di ricambio

Il "tempo di ricambio" viene definito in letteratura come quello necessario affinché il flusso di marea, supposto composto da acqua "pulita", riduca, in un punto, la concentrazione di una sostanza conservativa, inizialmente uniformemente distribuita nell'area (cioè con una concentrazione iniziale uguale in ogni punto della laguna), di circa il 64% rispetto al valore iniziale.
In termini analitici, si può scrivere che:

$$C(t) = C_0 e^{-t/\tau}$$

Pertanto viene definito come tempo di ricambio, il tempo τ che è necessario per far diminuire la concentrazione, in quel punto, dalla concentrazione C_0 iniziale alla concentrazione $\frac{C_0}{e}$.

Il volume iniziale occupato dal tracciante è riportato in Fig. 3.45.

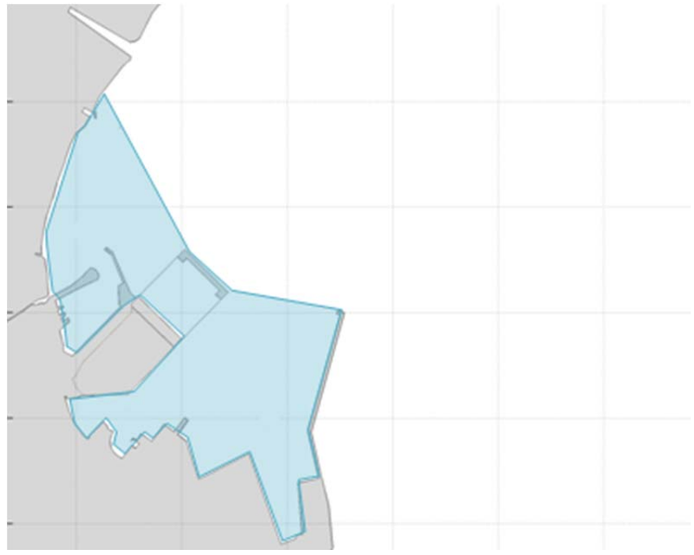


FIG. 3.45 - DISTRIBUZIONE INIZIALE DEL TRACCIANTE UTILIZZATO PER IL TEMPO DI RICAMBIO

In Fig. 3.46 è riportata la mappa con la distribuzione della durata dei tempi di ricambio (espressi in ore) per la configurazione di riferimento, per la configurazione di perizia di variante.

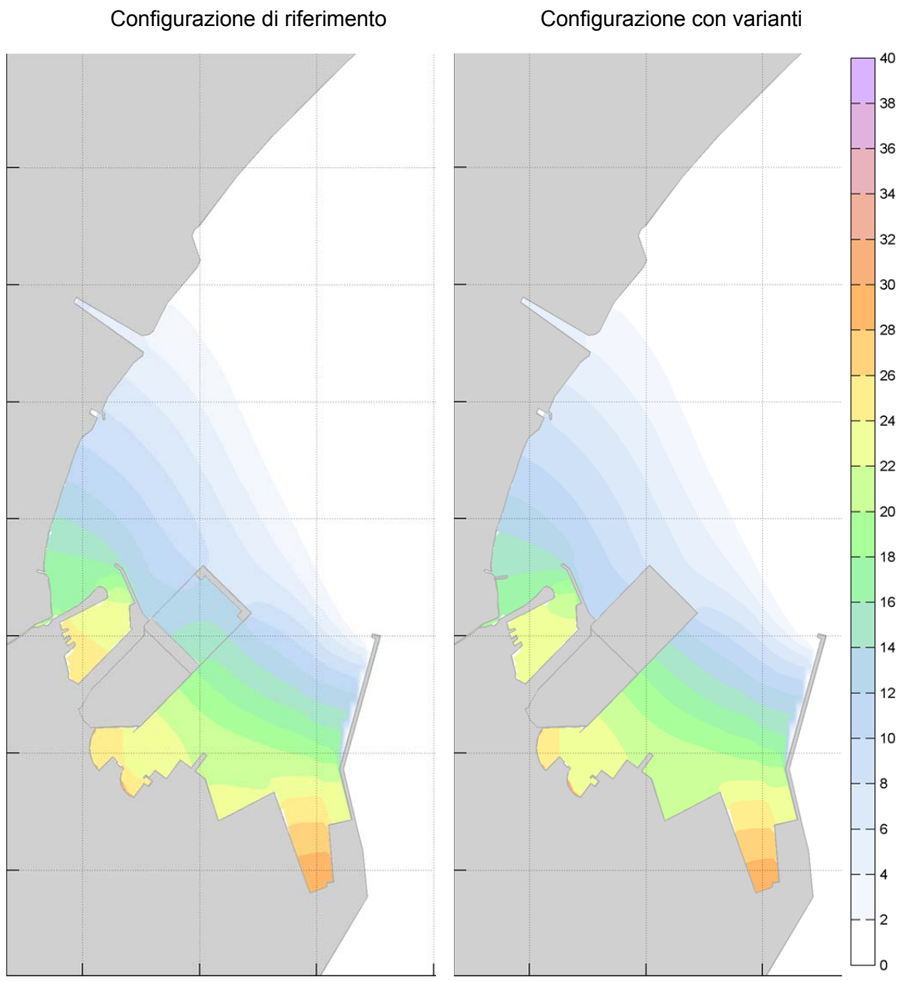


FIG. 3.46 - VADO LIGURE – PIASTRA MULTIFUNZIONALE – ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO - DISTRIBUZIONE DEL TEMPO DI RICAMBIO PER LA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE DI PERIZIA DI VARIANTE (DESTRA).

Da questi risultati è possibile rilevare che il tempo di ricambio non varia in modo sensibile nella configurazione di perizia di variante rispetto alla configurazione di riferimento. In entrambe le configurazioni l'intervallo di variabilità del tempo di ricambio rimane tra poche ore nella fascia più esterna e vicina alla sezione di scambio fino ad un massimo di circa 28÷30 ore nella zone portuali più interne.

Anche nelle zone costiere adiacenti alle spiagge a nord e a sud della radice della piattaforma, non si osservano apprezzabili cambiamenti rispetto alla situazione di riferimento.

Si può tuttavia notare che la nuova configurazione, con il perimetro della piattaforma completamente chiuso, comporta una leggera tendenza alla diminuzione del tempo di ricambio sia nella rada portuale, a sud-est della piattaforma, così come nel bacino del porto turistico.

Tale riduzione, che si evidenzia con una riduzione dell'ampiezza delle aree colorate più scure, è comunque molto contenuta e dovuta al fatto che la chiusura della piattaforma comporta un minor volume d'acqua che deve essere ricambiato nell'area di controllo.

4. CRITERI DI PROGETTO

I principali criteri che hanno guidato la redazione del progetto sono di tipo geometrico, funzionale, statico, ambientale, costruttivo, operativo; la soluzione proposta è stata formulata tenendo fedelmente conto dei criteri contenuti nello strumento urbanistico vigente (PRP e successivi adeguamenti indotti dall'Accordo di Programma).

Le opere, progettate e quotate, sono in sostanza (vedi Fig. 4.1):

- una piattaforma che comprende aree di deposito dei containers all'aperto oltre alle banchine containers, rinfuse, petroli; essa è in sostanza composta da un riempimento contenuto da cassoni reggispinta e da rilevati protetti con scogliera;
- la prima fase della diga foranea, costituita da un tratto iniziale di raccordo con l'esistente e di un tratto finale lungo il tracciato di PRP;
- dragaggio alle quote necessarie all'accosto delle navi alle varie banchine, nella posizione indicata dall'Accordo di Programma, e protezione dei fondali lungo le banchine contro l'azione delle eliche delle navi;
- arredi di banchina (bitte, fenders, scalette di emergenza) sulle tre banchine containers, rinfuse, petroli;
- strade interne di accesso ed aree di parcheggio per l'attrezzatura di movimentazione e le automobili;
- edificio contenente gli uffici amministrativi e di gestione del terminal, il gate di controllo dell'accesso, l'officina;
- stazione di rifornimento carburanti;
- opere paesaggistiche di mitigazione ambientale;
- impianto di alimentazione elettrica degli edifici e zona operativa, comprensivo di cabine MT e BT e rete di distribuzione;
- illuminazione delle aree esterne e degli edifici;
- impianto di captazione e trattamento delle acque meteoriche;
- acquedotto;
- impianto antincendio;
- impianto di fognatura, a disposizione degli edifici;
- impianto di telecomunicazioni, sicurezza e rete TV a circuito chiuso;
- cancelli e recinzioni di sicurezza.

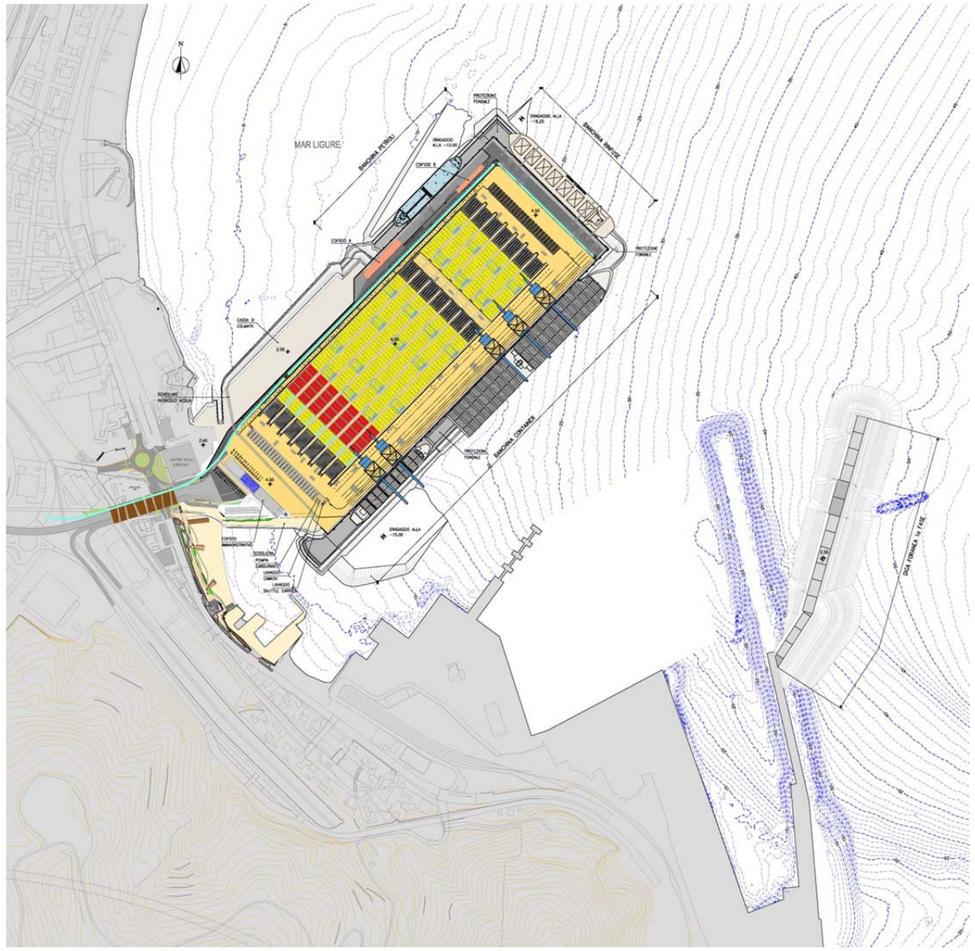


FIG. 4.1 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA GENERALE AD OPERE FINITE

Tra le opere è inserita anche la demolizione dell'attuale pontile delle rinfuse (Pontile San Raffaele), fortemente interferente con le opere da realizzare, mentre le demolizione dei due pontili petroli (Petrolig ed Esso) sarà effettuata dall'Autorità Portuale, salvo i tratti più esterni dei pontili (60 m circa del pontile Esso e 300 m circa del pontile Petrolig) fortemente interferenti con la costruzione dell'opera, che sono previsti e quotati in questo progetto.

4.1. Caratteristiche geometriche

Secondo quanto previsto dall'Accordo di Programma la piattaforma sarà composta da una parte a mare di dimensioni 700 m x 290 mm, e da una radice a terra.

La piattaforma consente di realizzare tre banchine, della seguente estensione:
a) Banchina Containers: 700 m;
b) Banchina Rinfuse: 290 m (lunghezza utile del tratto dragato);
c) Banchina Petroli: 330 m (255 m di lunghezza utile del tratto dragato).

L'area containers è composta da una zona per lo stoccaggio dei containers di larghezza 199,5 m e da una fascia operativa lato banchina di 50,5 m, così composta:
- spazio tra linea esterna di banchina ed asse rotaia anteriore 3,50 m
- interasse tra le rotaie delle gru 30,48 m
- area retrostante le gru 16,5 m

La banchina rinfuse ha una larghezza di 30 m.
La banchina petroli ha una larghezza di 20 m.
La quota della piattaforma, come già nel Progetto Preliminare, è stata impostata alla +4,50 m s.m.m.; questa quota consente di predisporre le strutture dell'impalcato ad una quota sufficiente ad essere interessate da forze verticali verso l'alto dovute alle onde più gravose compatibili con la staticità dell'impalcato, e di impostare le travi principali dell'impalcato ad una quota sufficiente ad assicurarne la durabilità, essendo esse interessate solo saltuariamente dal contatto con l'acqua di mare.

4.2. Quote di dragaggio e navi di progetto

In Fig. 4.2 è presentato lo schema funzionale delle banchine lungo la nuova piastra multifunzionale con riferimento alle diverse tipologie di traffico. Nella Fig. 4.2 sono anche indicate le profondità dei fondali in prossimità delle banchine definiti in modo da consentire le manovre di navigazione delle navi di progetto.

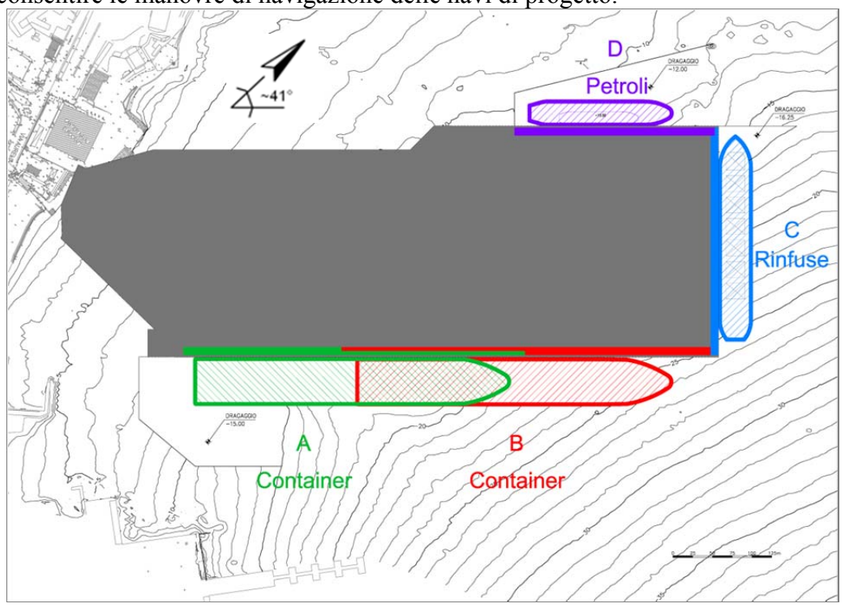


FIG. 4.2 - SCHEMA PLANIMETRICO DEL NUOVO TERMINALE

TAB. 4.1 - POSIZIONE DELLE BANCHINE E FONDALI DI PROGETTO

Denominazione	Banchina	Profondità aree di manovra (m)
A	Container	-15,00
B	Container	-17,25
C	Rinfuse	-16,25
D	Petroli	-12,00

In sede di Progetto Preliminare, la banchina destinata al traffico contenitori, lunga circa 720 m, era stata suddivisa ipotizzando sul tratto B l'accosto di navi portacontenitori fino a 9.600 TEU ca. aventi lunghezza "fuori tutto" (Loa) pari a 370 m.
Più recenti indirizzi commerciali hanno evidenziato la necessità di operare sia sul tratto B che sul tratto A con navi di classe E (Ultra Panamax Container Ship), tipo la Emma Maersk. Tali navi - da fonte Lloyd's Register of Ships aggiornato al marzo 2014- hanno una capacità di carico di 12.500 TEU ca. (portata in DWT pari a 157.000 t ca.), una Loa = 398 m e una lunghezza tra i perpendicolari (Lbp) di 376 m ca.. Si tratta quindi di navi di dimensioni ben maggiori rispetto a quelle considerate nel Progetto Preliminare, che richiedono più spazio in banchina (almeno 425 m) e maggiori fondali all'ormeggio o condizioni di allibo restrittive. Già nel Progetto Definitivo si era fatto riferimento a navi container di classe E e nel presente Progetto Esecutivo viene rispettato quanto previsto nel Definitivo.

Il fondale antistante il tratto B della banchina portacontenitori garantisce un franco sottochiglia di almeno 1,25 m anche in relazione alle navi di classe E a pieno carico, pertanto non sono richieste condizioni di allibo restrittive. Volendo operare con navi di classe E anche sul tratto A della banchina portacontenitori, dove è previsto un dragaggio alla -15 m sl.m.m., considerato che il pescaggio massimo delle navi di classe E è pari a 16 m e che il franco sottochiglia, viste le condizioni di esposizione dell'accosto e conformemente a quanto richiesto dal terminalista, non debba cautelativamente risultare inferiore ad almeno 1.25 m, si valuta una condizione di pescaggio di tali navi all'arrivo in banchina al massimo pari a 13,75 m e quindi con una capacità di carico ridotta, pari al 76% di quella massima. In termini di TEU, la riduzione è di circa 3.732 unità.

Dal punto di vista dell'estensione planimetrica del dragaggio in radice, le recenti simulazioni di manovre di navigazione in tempo reale, eseguite di recente (luglio 2014) per conto dell'Autorità Portuale di Savona presso i laboratori del CETENA S.p.A, hanno consentito di definire in modo preciso l'area di dragaggio, al fine di permettere l'ormeggio e il disormeggio in sicurezza della nave Emma Maersk. La nuova configurazione dei fondali nell'area portuale è quella rappresentata nella Fig. 4.3 e riportata in dettaglio nei disegni di progetto.

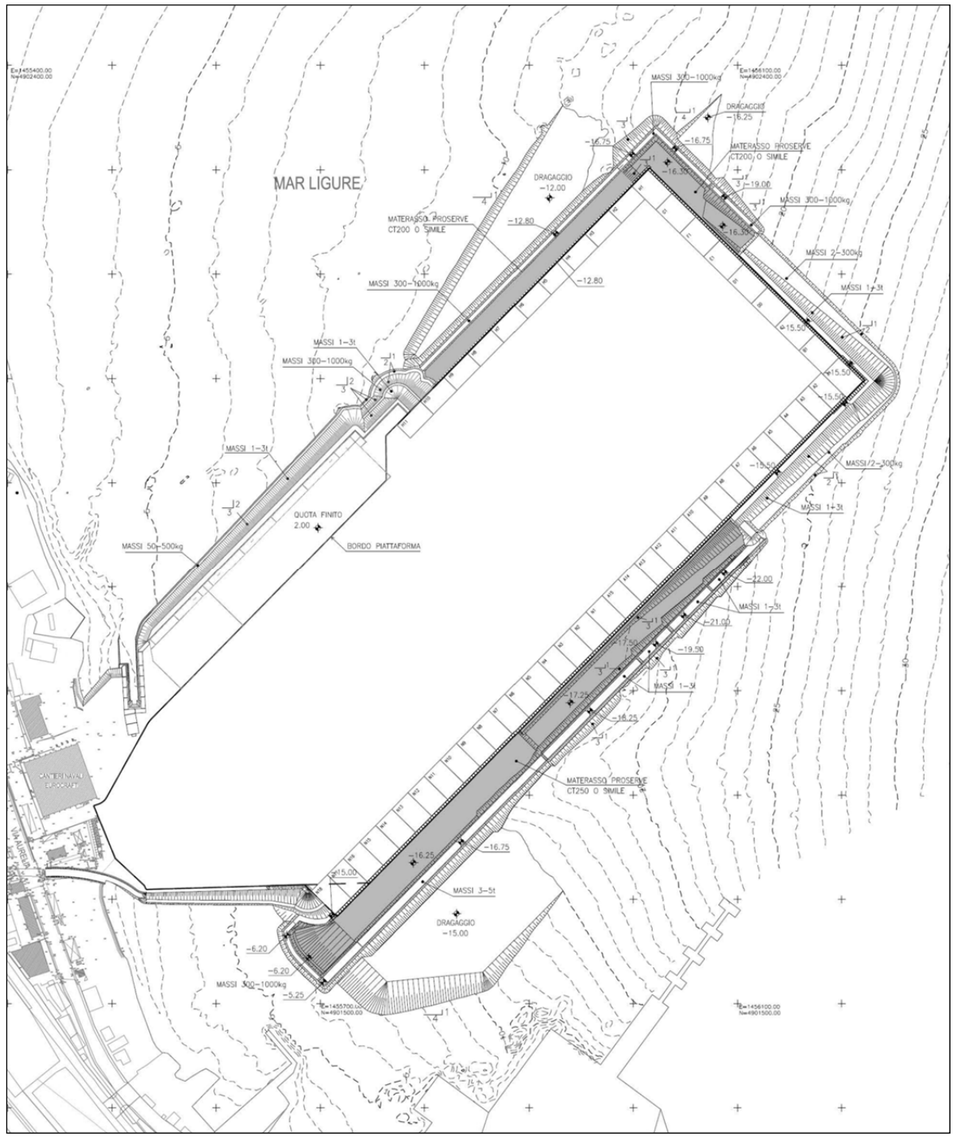


FIG. 4.3 - PLANIMETRIA DEI FONDALI DI PROGETTO NELL'AREA PORTUALE

Considerazioni analoghe riguardo alle condizioni di pescaggio delle nuove navi di progetto - non sempre garantite nei valori massimi all'ormeggio in virtù dei fondali effettivamente disponibili - sono state eseguite anche per le Banchine C e D della piastra multifunzionale.

Per quanto attiene alla Banchina C, considerato che il franco sottochiglia, viste le condizioni di esposizione dell'accosto e conformemente a quanto richiesto dal terminalista, non debba cautelativamente risultare inferiore ad almeno 1,65 m, si valuta una condizione di pescaggio di entrambe le navi di progetto all'arrivo in banchina al massimo pari a 13,5 m e quindi con una capacità di carico ridotta, pari al 91% di quella massima nel caso della Mini Cape e al 98% di quella massima nel caso della Jo Jin Maru. È tuttavia possibile per entrambe le navi di progetto accostare in condizioni di calma a pieno carico.

Come per il caso della banchina A, anche per la definizione dell'estensione del dragaggio in corrispondenza della banchina C, si è fatto riferimento ai risultati delle simulazioni di manovra di ormeggio e disormeggio in tempo reale effettuate presso il CETENA S.p.A.. Le prove hanno confermato l'adeguatezza dell'area di dragaggio ottimizzata durante il presente Progetto Esecutivo mediante numerosi incontri con Capitaneria di Porto e Piloti del Porto di Savona. Questa area di dragaggio è illustrata in Fig. 4.3 e presentata in dettaglio nei disegni di progetto.

Infine, per quanto concerne la Banchina D, i fondali disponibili garantiscono il franco sottochiglia richiesto (1,25 m) in relazione alla tanker di maggiori dimensioni a pieno carico (nave 'Ottomana' attualmente in esercizio), pertanto non sono richieste condizioni di allibo restrittive.

A seguire sono dunque riepilogati, per ciascun tratto, i dati caratteristici delle navi di progetto. Tali dati sono tratti da fonti autorevoli, quali le "*Guidelines for the design of fenders systems: 2002*" (PIANC - MarCom Report of WG 33) ed il *Lloyd's Register of Ships* aggiornato al marzo 2014 (giugno 2014).

TAB. 4.2 - BANCHINA PORTACONTENITORI - BANCHINA A

Portacontenitori n. 1 - Feeder (max 600-750 TEU)					
Fondale disponibile	15 m				
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico					
Loa	= 138.1 m		Δ	=	20.200 t
Lbp	= 128.4 m		DWT	=	14.643 t
B	= 22,90 m		TPC	=	28
T	= 8,3 m		Cb	=	0,81
Depth	= 13 m		Freeb.	=	3,7 m
Caratteristiche nave di progetto allibata					
Percentuale di carico	100%				

Portacontenitori n. 2 - E-class ("Emma Maersk")					
Fondale disponibile	15 m				
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico					
Loa	= 398 m		Δ	=	218.788 t
Lbp	= 376 m		DWT	=	158.200 t
B	= 56,4 m		TPC	=	150
T	= 16 m		Cb	=	0,63
Depth	= 30.2 m		Freeb.	=	14,2 m
Caratteristiche nave di progetto allibata					
Percentuale di carico	79%	DWT_{all} = 124.450 t			
Pescaggio nave allibata (T_{all})	13,75 m				
Freeboard nave allibata ($Freeb_{all}$)	16,45 m				
Dislocamento nave allibata (Δ_{all})	185.000 t				
Cb_{all}	0,62				

TAB. 4.3 - BANCHINA PORTACONTENITORI - BANCHINA B

Portacontenitori n. 1 - Feeder (max 600-750 TEU)			
Fondale disponibile	≥ 17.25 m		
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico			
Loa = 138.1 m		Δ = 20.200 t	
Lbp = 128.4 m		DWT = 14.643 t	
B = 22,90 m		TPC = 28	
T = 8,3 m		Cb = 0,81	
Depth = 13 m		Freeb. = 3,7 m	
Caratteristiche nave di progetto allibata			
Percentuale di carico	100%		

Portacontenitori n. 2 - E-class (“Emma Maersk”, 12.500 TEU)			
Fondale disponibile	≥ 17.25 m		
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico			
Loa = 398 m		Δ = 218.788 t	
Lbp = 376 m		DWT = 158.200 t	
B = 56,4 m		TPC = 150	
T = 16 m		Cb = 0,63	
Depth = 30,2 m		Freeb. = 14,2 m	
Caratteristiche nave di progetto allibata			
Percentuale di carico	100%		

TAB. 4.4 - BANCHINA RINFUSE - BANCHINA C

Bulk Carrier n. 1 - Mini Cape			
Fondale disponibile	≥ 16.25 m		
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico			
Loa = 255 m		Δ = 134.904 t	
Lbp = 248 m		DWT = 114.563 t	
B = 43,0 m		TPC = 103,6	
T = 14,5 m		Cb = 0,85	
Depth = 20,2 m		Freeb. = 5,7 m	
Caratteristiche nave di progetto allibata			
Percentuale di carico	91%	DWTall = 104.203 t	
Pescaggio nave allibata (Tall)	13,5 m		
Freeboard nave allibata (Freeball)	6,7 m		
Dislocamento nave allibata (Δall)	125.000 t		
Cball	0,85		

N.B. *In condizioni meteomarine di calma, la nave può accostare a pieno carico*

Bulk Carrier n. 2 - Jo Jin Maru			
Fondale disponibile	≥ 16.25 m		
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico			
Loa = 240 m		Δ = 116.500 t	
Lbp = 236 m		DWT = 98.697 t	
B = 38,0 m		TPC = 14,4	
T = 14,6 m		Cb = 0,87	
Depth = 20,0 m		Freeb. = 5,4 m	
Caratteristiche nave di progetto allibata			
Percentuale di carico	98%	DWTall = 97.113 t	
Pescaggio nave allibata (Tall)	13,5 m		
Freeboard nave allibata (Freeball)	6,5 m		
Dislocamento nave allibata (Δall)	108.000 t		
Cball	0,87		

N.B. *In condizioni meteomarine di calma, la nave può accostare a pieno carico*

TAB. 4.5 - BANCHINA TANKER - BANCHINA D

Tanker n. 1 - Ottomana					
Fondale disponibile	≥ 12 m				
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico					
Loa	=	169,1 m	□	=	35.000 t
Lbp	=	158,7 m	DWT	=	27.300 t
B	=	27,4 m	TPC	=	37,5
T	=	9,96 m	Cb	=	0,79
Depth	=	14,6 m	Freeb.	=	4,6 m
Caratteristiche nave di progetto allibata					
Percentuale di carico	100%				

Tanker n. 2					
Fondale disponibile	≥ 12 m				
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico					
Loa	=	102 m	□	=	8.360 t
Lbp	=	97 m	DWT	=	5.000 t
B	=	16,8 m	TPC	=	13
T	=	6,4 m	Cb	=	0,78
Depth	=	7,9 m	Freeb.	=	1,5 m
Caratteristiche nave di progetto allibata					
Percentuale di carico	100%				

TAB. 4.6 - CARATTERISTICHE DEI PROPULSORI DELLE NAVI DI PROGETTO

			Emma Maersk	Mini Cape / Jo Jin Maru	Ottomana
Potenza elica principale	Pp,max	kW	80.080	16.500/12.500	8.650
Diametro elica principale	Dp	m	9,6	7,0	5,5
Potenza Elica trasversale di prua	Pbt,max	kW	1.750 x 2	-	800
Diametro elica trasversale di prua	Dbt	m	2,4	-	1,88
Potenza Elica trasversale di poppa	Pst,max	kW	1750 x 2	-	-
Diametro elica trasversale di poppa	Dst	m	2,4	-	-

4.3. Caratteristiche statico funzionali

Le strutture della piattaforma sono state calcolate in funzione delle necessità funzionali (carichi, deformazioni) imposte dai mezzi di movimentazione e dal numero di livello di containers pieni o vuoti che il terminalista intende disporre nelle varie zone. In particolare i carichi di progetto presi in considerazione sono i seguenti:

- nelle zone operative della banchina containers: carico uniformemente distribuito di 40 KN/m² ; carichi puntuali dovuti a due angoli adiacenti di una fila di containers pieni di 40 piedi a doppia altezza, o quattro angoli adiacenti di due file di containers pieni a singola altezza; carichi puntuali dovuti alla presenza di una gru mobile tipo “reach stacker”, in grado di sollevare un contenitore da 40 piedi pieno, con carico statico massimo per ruota di 275 KN;
- lungo le rotaie delle gru di banchina: carichi dovuti a gru $RMQC_s$ con 8 ruote per piede a distanza di 1,3 m e 1,5 m di distanza tra i due carrelli, ciascuno dotato di 4 ruote, che supportano ciascun piede - massimo carico verticale per metro 1000,00 KN/m; carico orizzontale di 175 KN/ruota (interasse di 1,3 m), ortogonale e parallelo alla rotaia;
- nell’area di 14,0 m retrostante le gru e le aree di rispetto per la sicurezza: carichi concentrati di 300 KN su un’area di 600 mm x 600 m lungo una maglia di 12,5 m x 14,0 m, dovuti alla posa delle coperture tipo “hatch covers”;

- nell'area di stoccaggio dei containers: carico uniformemente distribuito eccezionale (inteso come "maximum maximorum") di 120 KN/m²; carichi puntuali dovuti al transito delle gru mobili tipo "reach stacker"; carico caratteristico di 94 kN/m^2; carico caratteristico medio per il calcolo delle fondazioni di 75 kN/m^2; carichi dovuti al transito di gru RMG, con quattro ruote per angolo a distanza di 1,2 m, massimo carico verticale per ruota 420 KN e per angolo 1680 KN; carico orizzontale trasversale per angolo 220 KN e carico orizzontale longitudinale per ruota 20 KN e per angolo 80 KN;
- carico sulla banchina petroli: è stato considerato su richiesta dell'Autorità Portuale di Savona, un carico uniformemente distribuito di 20 KN/m²;
- carico sulla banchina rinfuse: su richiesta dell'Autorità Portuale è stato considerato un carico uniformemente distribuito di 40 KN/m², oltre ai carichi dovuti agli scaricatori, ovvero
  - verticale: 220 KN/m
  - orizzontale: 20 KN/m
  - interasse tra le rotaie: 20,50 m
  - distanza dal filo banchina: 2,5 m.

Per quanto riguarda le deformazioni, particolarmente importanti date le caratteristiche del terreno di fondazione, si è utilizzato il criterio di limitare i cedimenti assoluti, a costruzione terminata, ai valori compatibili con la funzionalità delle gru su rotaia.

4.4. Criteri ambientali

Uno degli obiettivi della progettazione è stato sicuramente quello di rendere nulli o comunque trascurabili gli impatti indotti dalle attività della piastra multifunzionale con particolare riferimento alle attività del terminal container, in quanto la movimentazione delle rinfuse e dei prodotti petroliferi da considerarsi, in modo molto cautelativo, come una ricollocazione di attività che già esistono in rada.

Alcune scelte progettuali, dunque, sono avvenute a valle di un processo continuo ed iterativo di analisi che ha coinvolto inevitabilmente anche gli aspetti ambientali

Quanto definito nell'Accordo di Programma e nell'ambito della procedura di definizione dei contenuti dello Studio di impatto Ambientale ("scoping") costituisce di fatto il criterio di progettazione ambientale.

L'Accordo, infatti, prevede la realizzazione di una serie di interventi, giustificati sostanzialmente dalla presenza della piastra, e finalizzati a definire l'assetto definitivo della piastra stessa e delle aree limitrofe.

Si tratta, ad esempio, del sovrappasso della Via Aurelia, del nuovo casello autostradale (e relativo svincolo), degli interventi di riqualificazione del fronte urbano di Vado Ligure e Porto Vado, della realizzazione di un sistema di scambio tra piastra e parco ferroviario ed elettrico, ecc..

Questi interventi hanno costituito un elemento importante nelle analisi condotte, che hanno visto sempre il coinvolgimento della Regione Liguria (nell'ambito del suddetto "scoping") e, ove di pertinenza, dell'ARPAL, e sicuramente forniscono un contributo essenziale nella riduzione degli impatti.

Particolare attenzione è stata posta alla mitigazione degli impatti sul clima acustico e sull'ambiente marino costiero.

Come previsto dall'Accordo il Concessionario si è impegnato ad adottare gru elettriche di piazzale (RMG) che oltre ad avere un ridotto fattore emissivo sonoro rispetto a quelle a gasolio previste nel Progetto Preliminare(RTG), consentono anche un azzeramento delle emissioni in atmosfera.
Si è provveduto, inoltre, a spostare in posizione più interna i container refrigerati ed i progettisti del sovrappasso hanno previsto barriere fonoassorbenti laterali in grado di contenere le emissioni sonore dei mezzi pesanti che si muoveranno da e per il terminal.

Per l'ambiente marino costiero è stata previsto il sistema di ricambio idrico indicato nell'Accordo e, in piena armonia con le prescrizioni formulate dal Ministero dell'Ambiente e dalla Regione, è stata condotta una specifica campagna di caratteriz-

zazione chimica dei fondali e, a seguire, una specifica analisi di rischio sanitaria e ambientale che ha consentito di escludere l'insorgere di pericolosità per la salute umana e per l'ambiente marino costiero nella movimentazione dei sedimenti e nel riutilizzo nelle strutture previste.

Altra particolare attenzione è stata posta all'inserimento paesistico, consci del fatto che la piastra, dal punto di vista scenico, andrà a costituire l'elemento dominate nel contesto della rada portuale. E' stato adottato il criterio di mitigare tutto ciò che fosse osservabile sulla piastra dalle due spiagge poste a levante e ponente della stessa, mediante soluzioni architettoniche che non fossero avulse dal conteso portuale marittimo in cui si inseriscono e che nello stesso tempo fossero in armonia con le previste opere contermini, con particolare riferimento al sovrappasso della Via Aurelia ed alla sistemazione del fronte mare di Vado Ligure.

Per maggiori dettagli, si rimanda il lettore alla Relazione Generale dello Studio di Impatto Ambientale facente parte di questo Progetto Definitivo.

4.5. Criteri costruttivi

Dal punto di vista della costruzione, i seguenti criteri sono stati presi in considerazione.

Primo, il lavoro è stato concepito in modo da contenere al massimo i tempi di costruzione; si è pertanto deciso di privilegiare soluzioni che rendessero massima la prefabbricazione, in questo modo rendendo minima l'interferenza in cantiere tra diverse lavorazioni, che potrebbe provocare rallentamenti notevoli, ed affrancando per quanto possibile le operazioni da avverse condizioni meteomarine.

5. DESCRIZIONE DELLE OPERE

La nuova piastra multifunzionale consiste in sostanza di un'area di 21,10 ha, composta di una zona rettangolare lato mare con dimensioni di 290 m per 700 m, e di un'area di radicamento a terra di forma approssimativamente trapezia, con dimensione minima lato terra di circa 65 m.

La piastra, ubicata nella rada di Vado, è ordita lungo l'asse SW NE, nelle forme e dimensioni previste dal Piano Regolatore Portuale precisate dall'Accordo di Programma.

Essa è destinata ad assolvere le seguenti funzioni (Fig. 5.1):

- ospitare un terminal contenitori con capacità di movimentazione annua di 720.000 TEUs, che comprende le banchine, le aree di deposito, le strutture di controllo dell'accesso, edifici di servizio, impianti;
- costituire l'infrastruttura di base per ospitare lo sbarco/imbarco di rinfuse, prodotti petroliferi ed oli combustibili.

L'ubicazione e geometria delle aree destinate alle diverse attività che troveranno posto sulla piastra multifunzionale è evidenziata nella stessa Fig. 5.1.

La banchina contenitori è ubicata lungo il bordo sud orientale della piastra ed ha una lunghezza di 700 m ed una larghezza di 50,50 m, comprensiva dell'area di movimentazione delle gru e di 14 m per il deposito degli hatch covers; il fondale, al piede della banchina, è di almeno 15 m; sul retro della banchina si trova un'area di 199,50 m per 715,50 m destinata al deposito ed alla movimentazione dei contenitori.

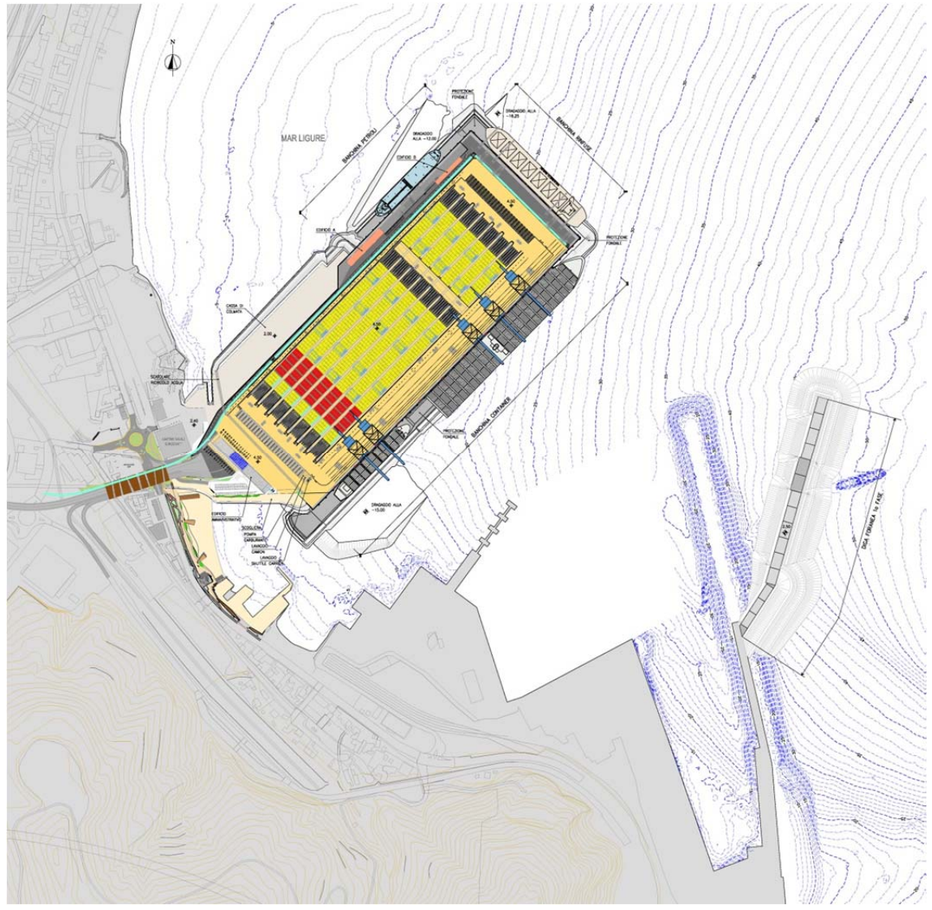


FIG. 5.1 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - LAYOUT DELLA PIATTAFORMA

L'accesso alla zona contenitori è prevista attraverso le corsie ubicate al di sotto dell'edificio servizi, dopo aver oltrepassato la via Aurelia tramite il sovrappasso; il varco doganale è situato a monte della via Aurelia; l'accesso alla zona dei contenitori è inoltre possibile, per le sole emergenze, tramite un varco ricavato lungo la strada, connessa alla Via Aurelia, che percorre l'intera piastra nella direzione SW NE, e che ha anche la funzione di garantire l'accesso alla zona rinfuse ed alla banchina di sbarco dei prodotti petroliferi.

La banchina delle rinfuse è ubicata, come richiesto dall'Accordo di Programma, in testata della piattaforma, sul lato NE; essa ha uno sviluppo di 290 m ed una larghezza di 30 m; il fondale è sempre maggiore di 15 m; l'accesso è garantito dalla strada di servizio, dotata di due corsie di marcia di larghezza 3,0 m, connessa alla Via Aurelia in corrispondenza della rotonda prevista a lato del sovrappasso; ai bordi della medesima strada sono ubicati anche gli edifici funzionali alle attività di scarico dei prodotti alla rinfusa: la cabina elettrica, gli uffici, l'officina.

La banchina per lo sbarco dei prodotti petroliferi è ubicata lungo il lato NW della piastra; ha una lunghezza utile di 255 m ed una larghezza di 20 m; il fondale minimo previsto è di 12 m; l'accesso via terra è garantito dalla strada di servizio proveniente dalla via Aurelia, in comune con l'attività delle rinfuse.

5.1. Il layout delle aree contenitori, rinfuse, petroli

5.1.1. Il terminal contenitori

L'operatività del terminale contenitori si può sostanzialmente suddividere nelle seguenti attività:

- carico-scarico dei contenitori in banchina;
- movimentazione dei contenitori della banchina all'area di stoccaggio;
- stoccaggio dei contenitori nelle aree dedicate;
- movimentazione dei contenitori dall'area di stoccaggio verso l'autostrada o il parco ferroviario e viceversa.

La banchina contenitori ha una lunghezza di 700 m; la quota della banchina è la +4,50 m s.m.m..

Essa è dotata di parabordi per l'accosto delle navi del tipo SCN 1600 (Super Cone Fenders) dotati di pannello metallico, posti ad interasse di circa 19,0 m e bitte di portata nominale 1500 kN poste ad interasse pure di circa 19,0 m, sfalsate rispetto alla posizione dei fenders.

Alla banchina si prevede possano attraccare diverse tipologie di navi porta containers, dalle più piccole di portata DWT di circa 20.000 t alle più moderne navi di classe E (Ultra Panamax Container ships), tipo la Emma Maersk, dotata di capacità di carico di 12.500 TEUS (portata in DWT uguale a circa 157.000 t).

La banchina è servita da sei gru del tipo "ship to shore", (Fig. 5.2), in grado di movimentare contemporaneamente due contenitori da 40-45 ft nelle tre direzioni trasversali alla banchina, longitudinale ad essa, verticale.

Le gru hanno un interasse tra le rotaie di 30,48 m, con la rotaia lato mare arretrata di 3,50 m rispetto al filo esterno della banchina.

Dal punto di vista elettrico, le gru, di potenza 3.100 KW cadauna, sono alimentate in media tensione, a 20 KV, tramite sei cavi che scorrono in una canaletta tipo Panzerbelt ubicata internamente rispetto alle rotaie lato banchina; le camerette per l'alimentazione e la messa in tensione dei cavi sono situate in una posizione baricentrica della banchina.

Attorno alle rotaie della gru sono ubicate delle aree di sicurezza, che saranno dipinte in colore giallo sulla pavimentazione della banchina; l'area di sicurezza della rotaia lato banchina sarà di 2,0 m lato banchina, e 2,0 m sul lato interno; l'area di sicurezza della rotaia interna sarà di 2,0 m lato banchina e 2,5 m sul lato interno.

Nello spazio all'interno delle aree di sicurezza sotto le gru di banchina saranno ricavate 2 corsie a disposizione degli autotreni e 5 corsie a disposizione degli altri mezzi di movimentazione dei contenitori dalla banchina all'area di stoccaggio.

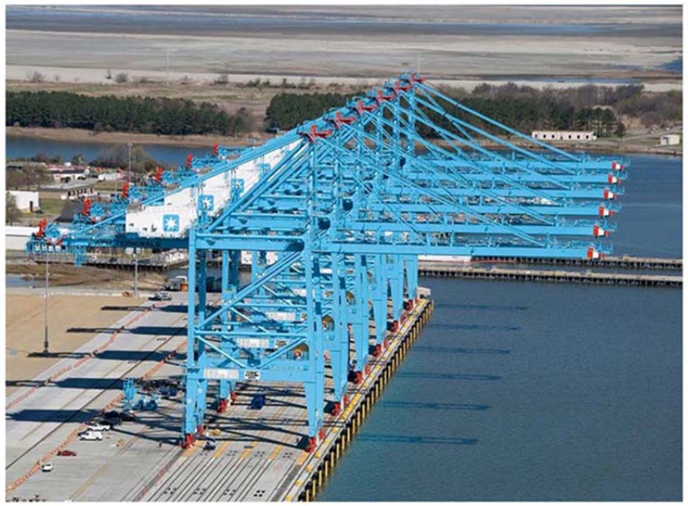




FIG. 5.2 - GRU CON BANCHINA - IMMAGINI DI GRU SIMILARI A QUELLE PREVISTE SULLA PIASTRA DI VADO LIGURE, INSTALLATE RECENTEMENTE DA APM TERMINAL IN UN TERMINAL CONTAINERS MARINO

La movimentazione dei contenitori dalla banchina all'area di stoccaggio sarà effettuata tramite shuttle carriers, dedicati al solo traffico interno alla piattaforma; l'area di manovra per questa movimentazione è quella comprensiva della parte interna della banchina e dello spazio di larghezza 32,00 m; 20,50 m; 24,50 m, compreso rispettivamente tra le baie lato terra e l'area di deposito, le due aree di deposito, l'area di deposito lato mare e le baie lato mare (Fig. 5.4).



FIG. 5.3 - VADO LIGURE - BANCHINA CONTAINERS - SHUTTLE CARRIERS PER LA MOVIMENTAZIONE DA BANCHINA AD AREA DI STOCCAGGIO

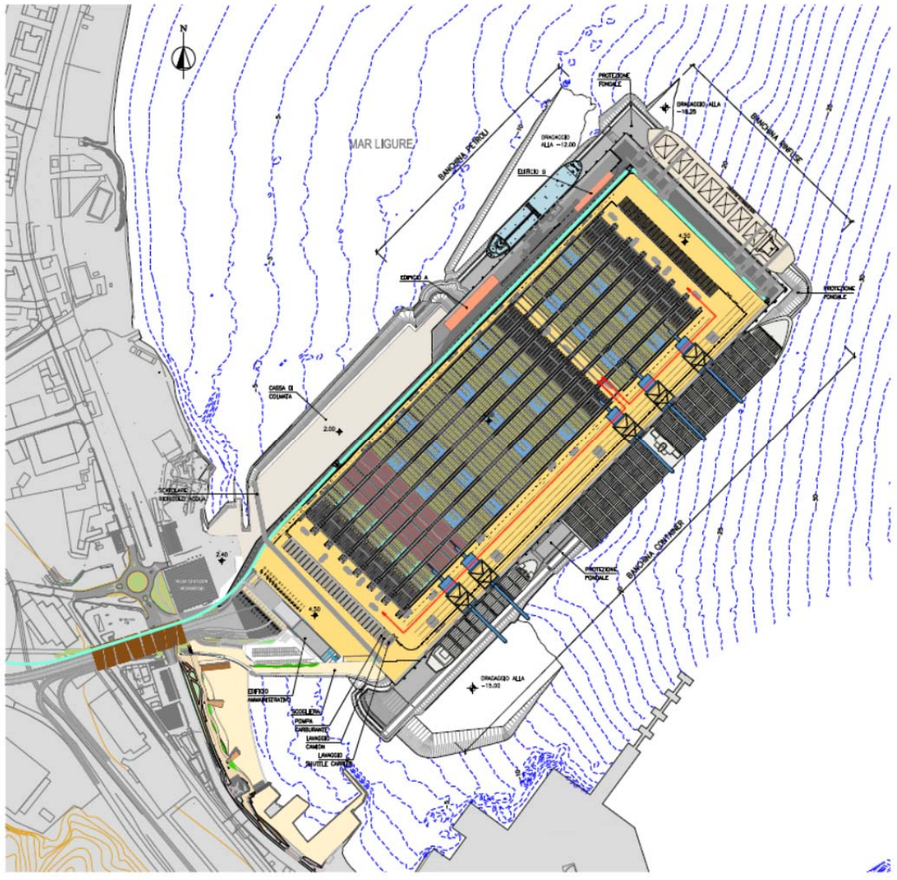


FIG. 5.4 - MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI TRAMITE MEZZI DEDICATI AL SOLO TRAFFICO INTERNO

Nella stessa area potranno anche operare "reach stackers" (Fig. 5.5) di portata 36 t, corrispondente al peso di un contenitore da 40 ft. La consegna dei contenitori alle gru di piazzale e ai trucks destinati al trasporto su strada avviene in due diverse aree di trasferimento ubicate sulle testate delle corsie di deposito dei contenitori; tramite gli shuttle carriers avviene anche il trasporto tra le due aree di trasferimento per il passaggio del contenitore delle RMG che agiscono nelle aree di deposito ed i trucks destinati al trasporto su strada o viceversa.

Ciascuna area può ricevere fino a quattro automezzi in attesa del carico-scarico da parte delle gru di piazzale ed è dotata di illuminazione, punti di sosta per l'autista, dai quali solamente può essere consentita, per motivi di sicurezza, l'opera di carico/scarico da parte delle gru, semafori che guidano i movimenti del mezzo, sistema di registrazione del container caricato/scaricato, telecamere per seguire l'operazione dalla sala di controllo ubicata all'interno dell'edificio.

L'area di deposito dei container è complessivamente suddivisa in due zone (Fig. 5.1).

La prima è ubicata sul lato del radicamento a terra della piastra, immediatamente alle spalle dell'edificio; essa consiste di 7 corsie lungo le quali sono ospitati 47 gruppi di deposito per container da 20 piedi nella direzione longitudinale della piastra e 7 gruppi nella direzione trasversale.

Partendo dal radicamento a terra e procedendo verso mare (direzione longitudinale), dopo i primi 4 gruppi destinati a container normali ("dry" container), sono ubicati 8 gruppi di container refrigerati ("reefer" container), ciascuno servito da un apposito telaio ("reefer rack") che sostiene gli impianti di alimentazione elettrica dei motori frigoriferi, come nel Progetto Esecutivo approvato.

La posizione dei "reefer rack" è contenuta in quella prevista nel Progetto Esecutivo Approvato nulla variando riguardo alla posizione rispetto alla schermatura della potenziale rumorosità indotta.

La seconda area di deposito è ubicata lato mare ed è del tutto analoga dal punto di vista organizzativo a quella lato terra. Sono previste 7 corsie lungo le quali sono ospitati 16 gruppi di deposito per container da 20 piedi nella direzione longitudinale della piastra e 7 nella direzione trasversale.

L'operatore, al fine di lasciare spazio disponibile per containers fuori sagoma, in Progetto Esecutivo aveva ridotto dette corsie a 5; le due sul lato nord, precedentemente dedicate al deposito dei containers fuori sagoma, saranno al momento invece dotate di gru e baie di accesso; per il deposito di detti contenitori fuori sagoma, mo-

vimentati tramite i reach-stackers, l'operatore deciderà in funzione del traffico commerciale quale, di volta in volta, possa essere l'area di deposito più opportuna.

Si prevede, quando l'impianto sarà a regime, che potranno essere impilati fino a sei livelli di containers sulla stessa verticale; ciascuna corsia è servita da due gru elettriche del tipo RMG (Rail Mounted Gantry) che corrono su rotaie (vedi Fig. 5.6 e Fig. 5.7); ciascuna gru elettrica ha una potenza di circa 900 KW ed è alimentata tramite una canaletta sopraelevata in cui scorrono i cavi posta sul lato interno della via di corsa della gru. L'energia è derivata, tramite un junction box ubicato in testata alle rotaie, da una cabina elettrica per ciascuna corsia ubicata nell'edificio "A", che alimenta, oltre le due gru che servono l'area verso terra anche quella che serve l'area verso mare. In totale quindi le gru RMG di piazzale scendono dalle 28 previste nel Progetto Esecutivo alle 21 previste in questa Perizia di Variante.



FIG. 5.5 - IMMAGINE DI OPERAZIONI TRAMITE "REACH STACKER"

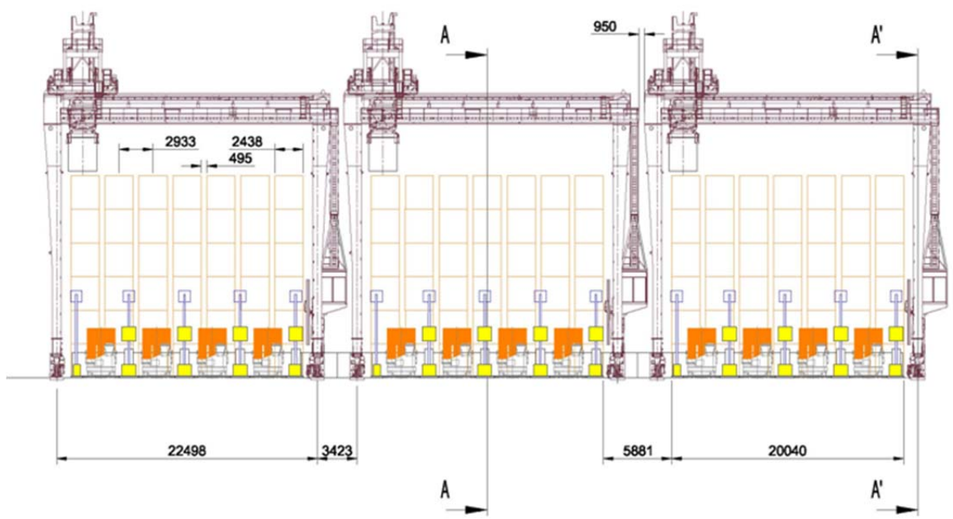


FIG. 5.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SEZIONE TRASVERSALE DEL PIAZZALE CON OPERATIVITÀ DELLE GRU RMG


MAERSK
MAERSK
MAERSK

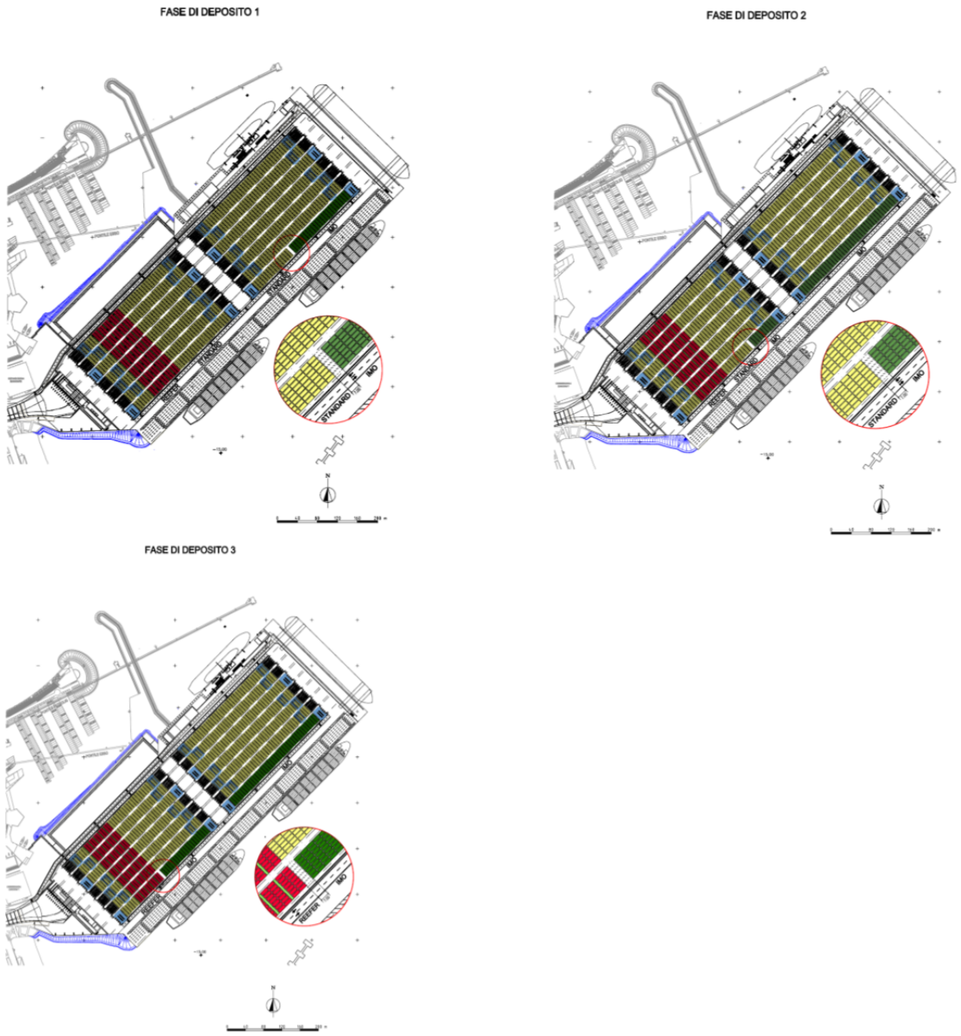


FIG. 5.8 - ZONE DI DEPOSITO DI CONTAINERS IMO E CRITERIO DI STOCCAGGIO IN PIATTAFORMA COME APPROVATO DAI VV.F.

La zona di deposito non è accessibile, per problemi di sicurezza; infatti gli spazi tra le gru di due corsie adiacenti; 2,50 m circa, non consentirebbero la presenza di un uomo in sicurezza; pertanto l'area è interamente recintata con una rete generalmente posta su un guard-rail tipo new-jersey che raggiunge l'altezza di 2 m rispetto al piano della piattaforma (Fig. 5.9); l'ingresso è consentito solamente verso la cabina elettrica, attraverso un cancello posto in corrispondenza all'area di trasferimento dei containers, entro un cunicolo che occupa una fila di contenitori per l'altezza di un contenitore,

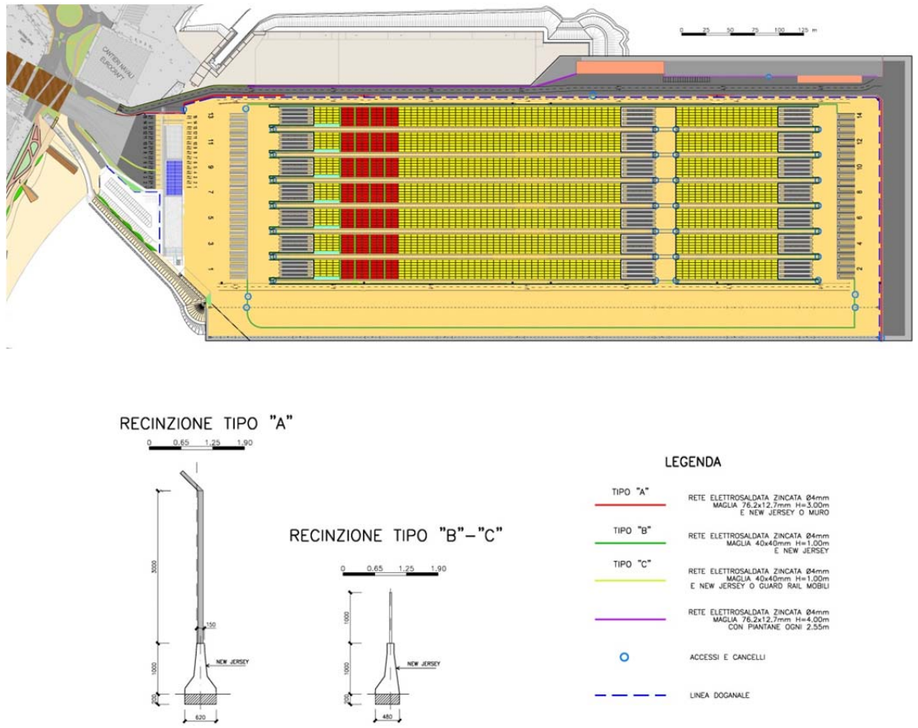


FIG. 5.9 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RECINZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO

Sul lato nord delle zone di deposito dei contenitori è presente una strada dotata di due corsie di 3,50 m di larghezza a disposizione degli autotreni destinati al trasporto su

strada; lato banchina è prevista l'area in cui si muovono gli shuttle carriers per la movimentazione dei containers interna al terminal e quindi verso banchina e separata da una recinzione identica a quella appena descritta, una strada a due corsie per gli autotreni destinati al trasporto su strada o per i carrelli semoventi guidati da remoto tramite GPS.

Sotto l'edificio è prevista la struttura di controllo dell'ingresso/uscita dei contenitori. Si tratta di 15 porte (Fig. 5.10) delle quali, in linea di massima, le prime 4 sul lato banchina saranno dedicate ai mezzi interni di trasporto e ispezione, la successiva (corsia 5) solamente all'ingresso degli automezzi al terminal, le rimanenti versatili per ingresso/uscita degli automezzi in funzionale dell'intensità di traffico a o da terminale. La corsia di ingresso (Fig. 5.11) sarà dotata di sbarre di regolamentazione dell'ingresso/uscita degli automezzi, sistema di illuminazione, telecamere che consentono di seguire dalla sala controllo posta internamente all'edificio gli ingressi/uscite degli automezzi, sistemi elettronici di rilevamento dei contenitori in entrata/uscita.

Dei cancelli comandati manualmente consentiranno l'apertura/chiusura delle varie corsie di ingresso.

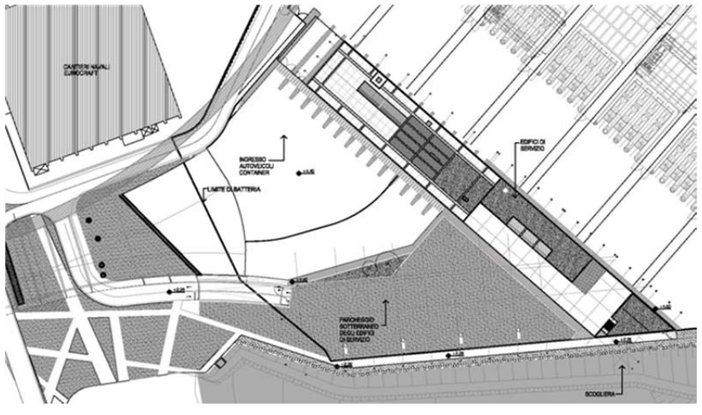


FIG. 5.10 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - AREA DI INGRESSO/USCITA A O DA IL TERMINALE

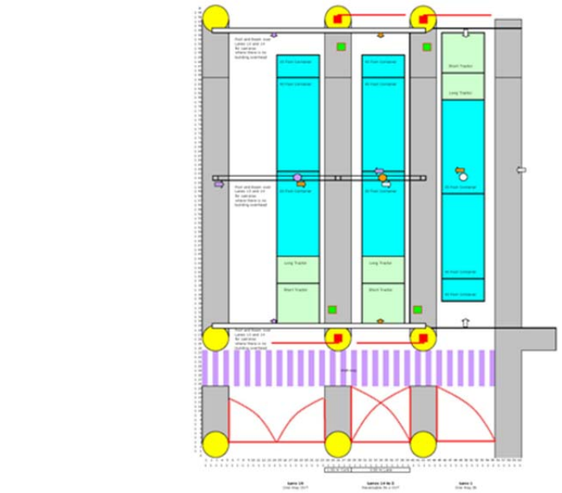


FIG. 5.11 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DI OPERATIVITÀ DELLE CORSIE DI INGRESSO/USCITA

Esternamente al terminale, gli autotreni viaggeranno da e per l'area portuale attraverso l'autostrada A10 con ingresso/uscita dal nuovo casello autostradale di Bossarino e relativi svincoli.

Gli autotreni viaggeranno da e per l'area portuale attraverso il collegamento Bossarino-Vado, senza interagire con il traffico urbano; essi entreranno nell'Area Portuale attraverso un nuovo varco doganale, previsto a monte della Via Aurelia, previsto a servizio del nuovo terminale APM e del terminale Reefer Services esistente.

Dopo l'attraversamento del varco doganale, gli autotreni arriveranno in piattaforma attraverso il nuovo sovrappasso previsto sulla Via Aurelia, senza quindi ostacolare il traffico sulla SS1.

Dopo l'ingresso nel terminal, ubicato come detto sotto l'edificio amministrativo gli autotreni arriveranno, tramite la strada che corre lungo il confine NW del terminal, aree di trasferimento ubicate a SW e NE rispetto all'area di stoccaggio dei contenitori (Fig. 5.12), parcheggiando a retromarcia.

I treni portacontainers arriveranno e partiranno dal nuovo parco ferroviario ubicato nell'area portuale, a monte della Via Aurelia.

Gru alimentate elettricamente effettueranno il trasferimento dai treni ai carrelli parcheggiati a fianco dei binari ferroviari.

Questi carrelli, movimentati da motrici APMT o comandati da remoto tramite GPS viaggeranno solamente all'interno dell'area portuale, ed arriveranno in piattaforma attraverso corsie ad essi dedicate all'interno del sovrappasso sull'Aurelia. Una volta passati nelle corsie di ingresso poste sotto l'edificio e ricevuta all'assegnazione designata per i containers trasportati, essi viaggeranno, all'interno del terminale, lungo le stesse strade previste per gli autotreni destinati al traffico esterno; essi saranno quindi parcheggiati a retromarcia in una delle posizioni previste in corrispondenza a ciascun blocco di stoccaggio dei contenitori; in questa posizione entreranno in funzione gli shuttle carriers prima e le gru di piazzale per il trasferimento dei contenitori alla posizione designata.

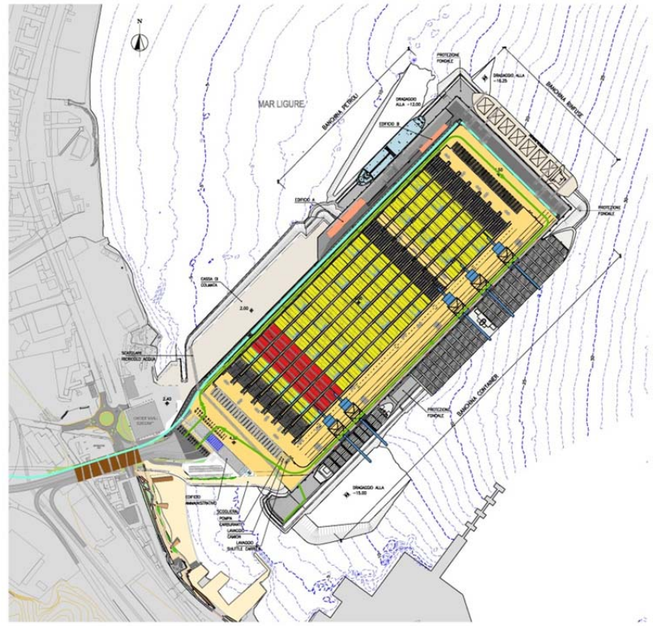


FIG. 5.12 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PERCORSI DEGLI AUTOTRENI DESTINATI AL TRASPORTO ESTERNO

5.1.2. Il terminal delle rinfuse

La banchina delle rinfuse, come detto, ha una lunghezza di 290 m ed una larghezza di 30 m; essa è dotata di parabordi del tipo SCN 1300 (Super Cone Fenders) posti ad interasse di 12 m - 15 m - 24 m e di 19 bitte da 500 KN.

Essa ospita (Fig. 5.13) due gru, dotate di respingenti finali e freni di tempesta, con interasse tra le rotaie di 20,50 m.

Le gru sono dotate di una tramoggia mobile, utilizzata per convogliare i prodotti alla rinfusa (carbone e cereali) dalla nave verso il nastro trasportatore che corre, nel suo

primo tratto lungo il corso interno della banchina; di qui come già detto in precedenza, cambia direzione in un torrino posto all'estremità N della piattaforma, e percorre la strada di accesso alla banchina delle rinfuse proveniente dalla Via Aurelia lungo la direzione NE-SW, fino ad entrare nel nuovo sovrappasso previsto sull'Aurelia.

Lungo la strada è ubicato anche l'edificio B funzionale all'operatività del terminale rinfuse, che rimpiazzerà quelli demoliti a monte della Via Aurelia per far posto al nuovo sovrappasso. L'edificio contiene gli uffici amministrativi e tecnici, i servizi (mensa, spogliatoi, etc.) per gli operatori del terminal, le officine, le cabine elettriche; rispetto al Progetto Esecutivo approvato, l'operatore delle rinfuse ha rinunciato all'utilizzo della parte ad esso dedicata all'interno dell'edificio "A"; detta parte, come sarà dettagliato nel seguito, è stata utilizzata per ubicare le cabine elettriche delle gru di banchina e di piazzale, e per la predisposizione della cabina di trasformazione del "cold ironing".

5.1.3. Il terminal di sbarco di prodotti petroliferi

Come già detto in precedenza in questo rapporto, l'Autorità Portuale di Savona ha provveduto ad eseguire una progettazione degli impianti previsti per il funzionamento della nuova banchina petroli, già illustrati al paragrafo 2.3.1 di questo rapporto, cui si rimanda il lettore.

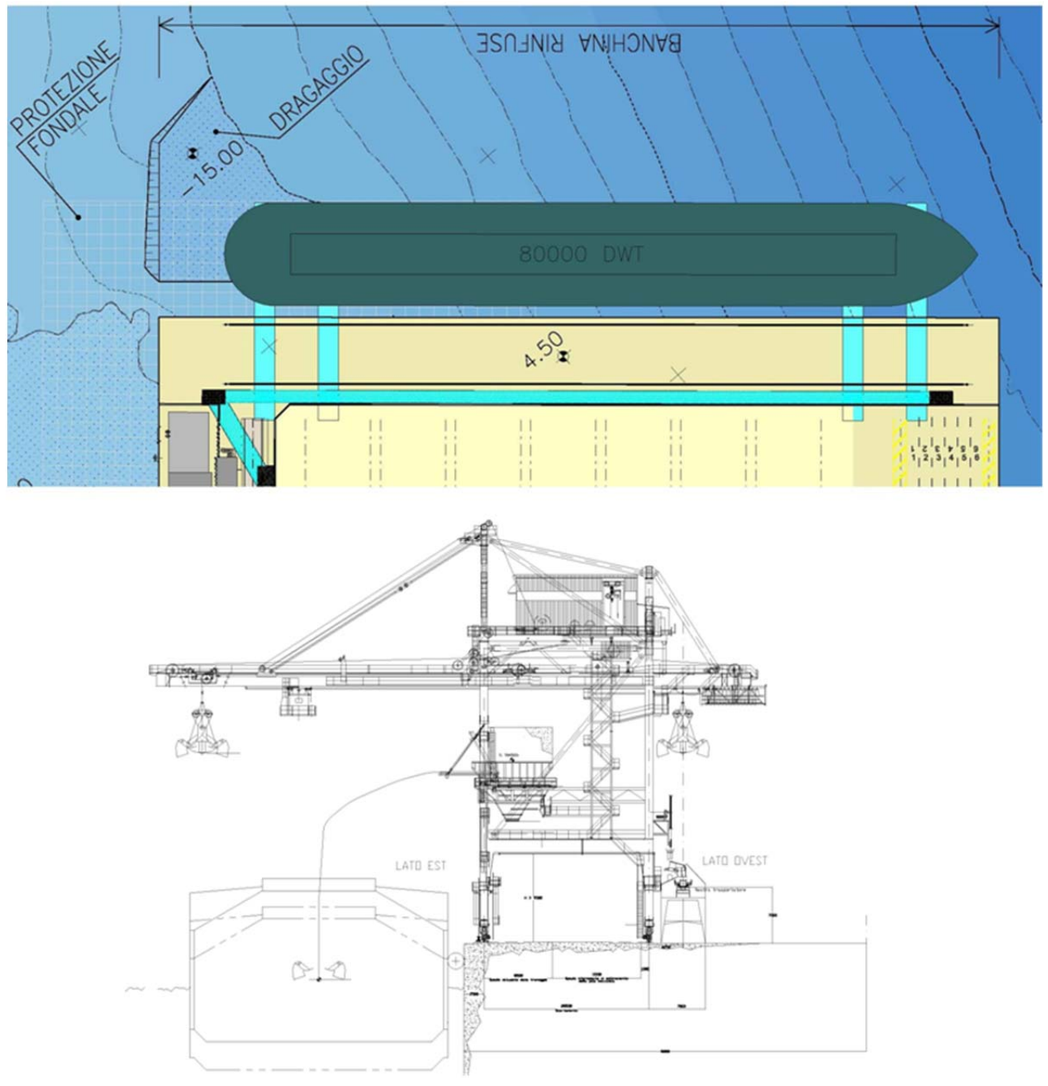


FIG. 5.13 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BANCHINA RINFUSE - LAYOUT

5.2. Dragaggi e destinazione dei sedimenti di risulta

5.2.1. Aree di dragaggio

Nella presente variante al progetto esecutivo la modifica delle strutture della piattaforma hanno comportato una variazione delle aree di dragaggio per cui si è ottenuto un volume complessivo di 386.228 metri cubi, contro i 395.000 metri cubi della precedente perizia di variante del 2014. Le nuove aree con le relative quote sono riportate in Fig. 5.14. Come osservabile dalla Fig. 5.14 e dalle tavole di progetto cui si rimanda per maggiori dettagli, le attività di dragaggio sono necessarie per:

- l'imbasamento dei cassoni della banchina del terminal container. Le quote d'imbasamento sono pari a -18,5 m s.l.m.m. ed a -19,5 m s.l.m.m.. Il volume è pari a 159.459 m^3;
- l'imbasamento dei cassoni della banchina delle compagnie petrolifere. La quota d'imbasamento è pari a -15 m s.l.m.m.. Il volume è pari a 42.049 m^3; in proposito va evidenziato che 20.627 metri cubi sono già stati dragati nell'ambito del campo prove.
- l'imbasamento dei cassoni della banchina delle Rinfuse (banchina in testata alla piastra). Le quote d'imbasamento sono pari a -18,5 m s.l.m.m. ed a -19,5 m s.l.m.m. Il volume è pari a 13.825 m^3;
- disporre dell'area di manovra (a quota -15,0 m s.l.m.m) per la banchina del terminal container. Il volume è pari a 72.735 m^3;
- disporre dell'area di manovra (a quota -12,0 m s.l.m.m) per la banchina delle compagnie petrolifere. Il volume è pari a 15.719 m^3;
- disporre dell'area di manovra (a quota -16,25 m s.l.m.m) per la banchina delle Rinfuse. Il volume è pari a 575 m^3;
- imbasare la protezione dei fondali per la banchina del terminal container. Il volume è pari a 58.365 m^3;
- imbasare la protezione dei fondali per la banchina delle compagnie petrolifere e la banchina rinfuse. Il volume è pari a 23.501 m^3.

Le attività di dragaggio saranno condotte con l'utilizzo della tecnologia tipo "Ecograb". Si tratta di una benna bivalve con meccanismo di chiusura a comando oleodinamico, o articolato con insieme di pulegge e cavi sistema, che consente, ad ogni utilizzo, il recupero dell'80% di sedimento e del 20% di acqua solamente. Il particolare meccanismo di chiusura consente, rispetto al tradizionale grappo, di ridurre la dispersione di particelle fini in sospensione (torbidità), mentre il ridotto volume di acqua consente di accelerare/garantire il processo di consolidamento del materiale depositato e di minimizzare la quantità di acqua eventualmente da trattare.

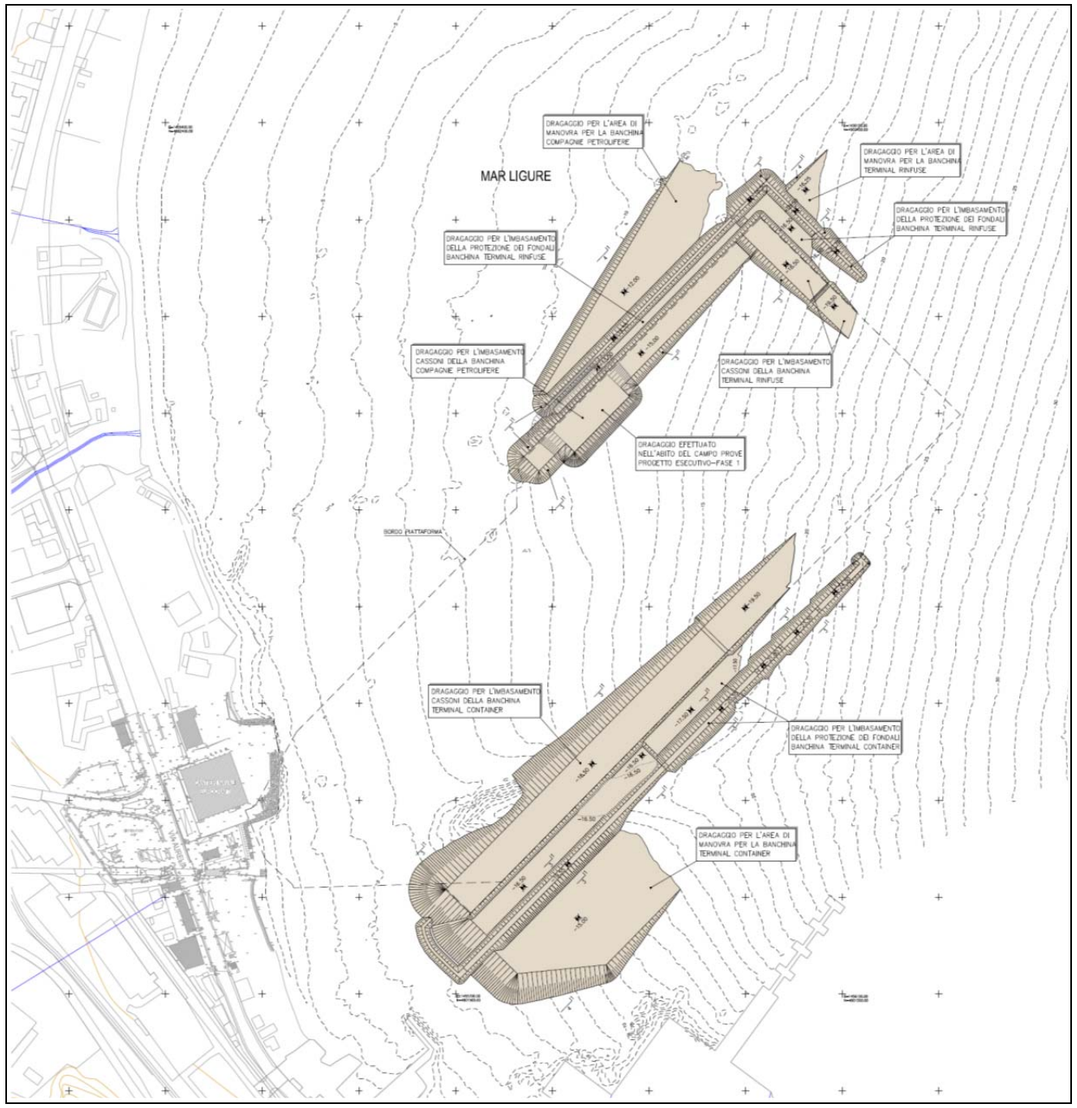


FIG. 5.14 - AREE DI DRAGAGGIO

5.2.2. Il campo prove dragaggi

Al fine di ottimizzare l'esecuzione dei dragaggi, è prevista nello Studio di Impatto Ambientale approvato con DGR n° 1118 del 6 Agosto 2009 l'esecuzione di campo prove per le attività di dragaggio questo al fine anche di impostare un riferimento per lo studio e l'analisi della propagazione di torbidità durante l'esecuzione dei lavori previsti, con riferimento anche ai potenziali effetti sulle aree sensibili (praterie di fanerogame marine poste di fronte alle spiagge di Zinola e Fornace, ai popolamenti coralligeni esterni alla diga di Vado e area marina protetta di Bergeggi).

La stessa DGR contiene la prescrizione di associare al monitoraggio diretto dei solidi sospesi anche un modello idrodinamico e dispersivo che consenta di valutare la dispersione dei sedimenti in prossimità delle aree di interesse ambientale in funzione delle caratteristiche meteo-climatiche locali.

In ottemperanza al SIA approvato, alla DGR di approvazione e considerando le richieste di legge di cui alla DGR 955/06, richiamate anche nello SIA, è stata predisposta idonea documentazione per richiedere il rilascio dell'istanza di autorizzazione alle attività di dragaggio nell'ambito del campo prove.

La relativa Relazione Tecnica è stata trasmessa alla Regione Liguria nel Luglio 2011 ed approvata in data 14/11/2011 con Decreto n. 3162.

Come previsto nella Relazione Tecnica, prima dell'esecuzione del campo prove, sono state condotte attività propedeutiche volte all'individuazione del livello di fondo nella situazione "ante operam" ed alla determinazione dei valori di incremento tollerabile nella fase di corso d'opera.

Per la determinazione della variabilità naturale della concentrazione dei sedimenti in sospensione, sono state eseguite misure dirette meteo marine e di torbidità ed è stato impostato un modello dispersivo, basato sul modello idrodinamico predisposto ed utilizzato per lo studio idrodinamico sulla circolazione e la capacità di ricambio del porto di Vado Ligure nell'ambito dello Studio d'Impatto Ambientale.

La determinazione dell'incremento tollerabile è avvenuta invece sulla base di riferimenti bibliografici, che includono anche studi condotti localmente, considerando sia la presenze delle aree sensibili sopra menzionate, che i potenziali effetti che la riduzione della trasparenza delle acque può indurre sulla ossigenazione della colonna d'acqua e sulla balneazione, ancorché in quest'ultimo caso la normativa fornisce solo criteri di tipo indicativo più che valori limite da rispettare.

Le attività del campo prove in esame sono state eseguite tra il 1 Luglio 2013 ed il 30 Settembre 2013.

Le aree in cui è stata eseguita la prova sono localizzate sul lato Nord Est della futura piastra multifunzionale e, più precisamente, la prima (Area A) ricade vicino alla linea di costa, a ridosso dei Cantieri Navali Eurocraft mentre la seconda (Area B) si trova tra i pontili Esso e Petrolig, sul lato offshore della futura piattaforma (vedi Fig. 5.15).

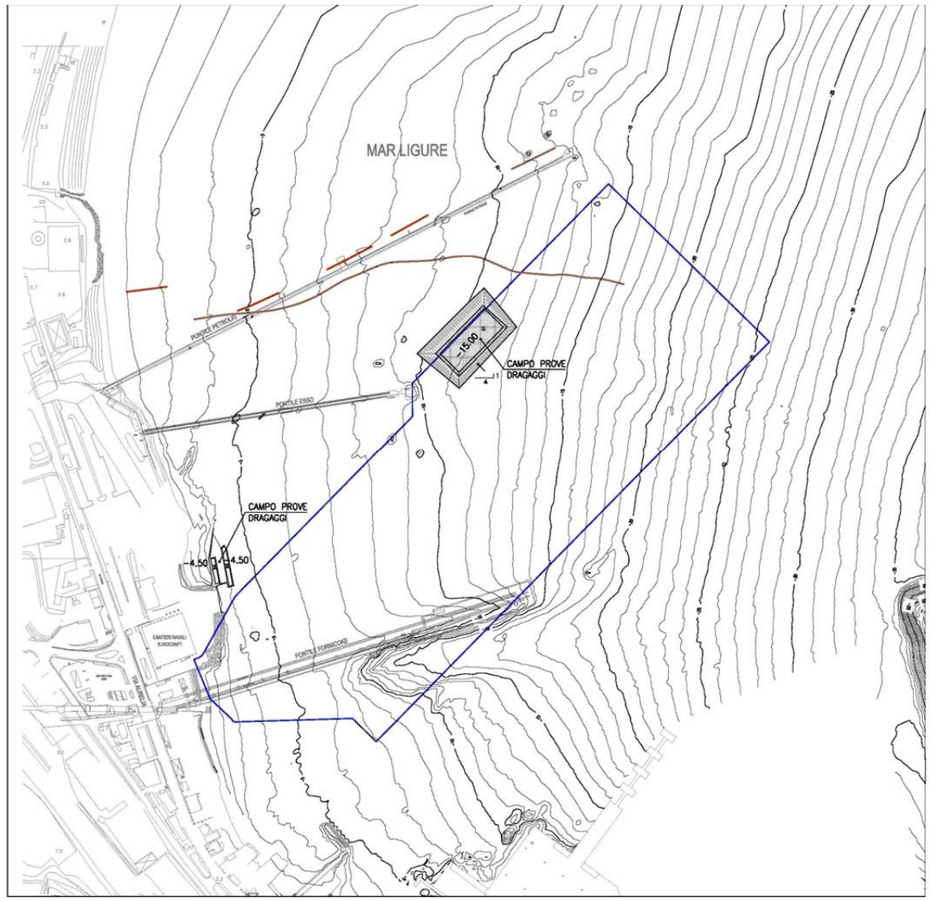


FIG. 5.15 - DRAGAGGI DEL CAMPO PROVA DRAGAGGI - PLANIMETRIA

Le attività in esame sono state realizzato con motonave auto caricante “WISE” (Fig. 5.16), equipaggiata con escavatore idraulico cingolato a fune LIEBHERR HS 833 HD abilitato al sollevamento di 92 tonnellate (Fig. 5.17).

Esse sono state condotte con l’utilizzo della tecnologia tipo “Ecograb”, realizzata con un mezzo di sollevamento di bordo attrezzato con benna idraulica o meccanica bivalve chiusa (Fig. 5.18), e con l’ausilio di un sistema di posizionamento e controllo dello scavo tipo GPS - RTK, in grado di garantire tolleranze plano altimetriche inferiori a 10 cm.

Il particolare meccanismo di chiusura della tecnologia adottata consente, rispetto al tradizionale grappo, il recupero dell’80% di sedimento e del 20% di acqua solamente, riducendo così la dispersione di particelle fini in sospensione (torbidità), e, garantendo, visto il ridotto volume di acqua, il processo di consolidamento del materiale depositato.

Il controllo dello scavo in corso d’opera, nonché i rilievi di inizio e fine operazioni (1° e 2° pianta), sono stati effettuati con un sistema “multibeam” di ultima generazione, installato su pilotina autopropulsa.



FIG. 5.16 - MOTONAVE AUTO CARICANTE “WISE”

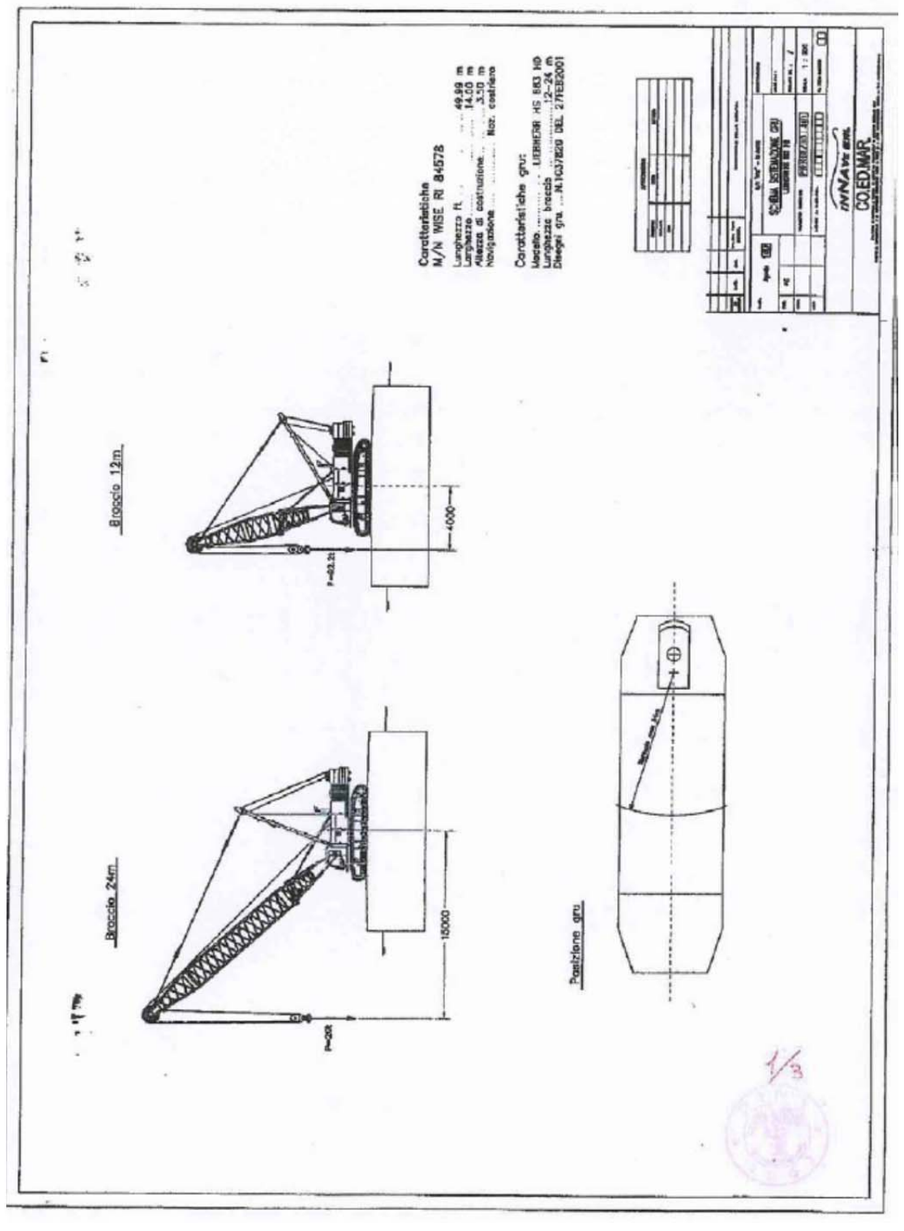


FIG. 5.17 - ESCAVATORE IDRAULICO LIEBHERR HS 833 HD

Tipo escavatore	Raggio (mm)	Larghezza (mm)	Cubatura (mt3)	Peso indicativo (kg)
Ruston RB 22 o simili	1000	1200	1,50	1800
		1300	1,70	1900
		1400	1,80	1950
		1600	2,10	2000
Ruston RB 30 o simili	1100	1300	2,00	2000
		1400	2,22	
		1500	2,38	2100
		1600	2,57	2200
Ruston RB 38 o simili	1200	1400	2,68	3200
		1500	2,85	
		1600	3,04	3700
Ruston RB 61 o simili	1300	1500	3,33	
		1600	3,52	4400
		1700	3,77	
Ruston RB 71 o simili	1400	1700	4,36	5500
		1800	4,62	5700
		2000	5,14	6000
Liebherr 885 o simili	1600	2000	6,74	7500
		2100	7,07	7800
		2200	7,41	8000
Liebherr 895 o simili	1700	2300	8,74	9000
		2500	9,58	9500
		2800	10,64	10500
		3200	12,16	12000
Liebherr 895 pesante o simili	1900	2300	10,92	16000
		2500	11,87	
		2800	13,30	

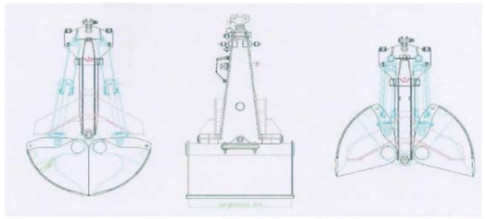


FIG. 5.18 - BENNA

La realizzazione del campo prove dragaggi ha richiesto l'adozione di un monitoraggio estensivo della torbidità al fine di verificare l'insorgenza di pennacchi di torbida potenzialmente dannosi per gli ecosistemi sensibili quali, ad esempio, le praterie di fanerogame.

In fase di campo prove dragaggi, è stato ritenuto necessaria l'individuazione di almeno 4 punti di misura, 2 fissi e 2 mobili, che consentissero, con un monitoraggio in tempo reale, di verificare i parametri di torbidità e, quindi, di consentire l'adozione delle misure più idonee alla preservazione dell'ambiente.

In quest'ottica sono stati predisposti 2 torbidimetri con installazione fissa, denominati F1 e F2 e riportati in Fig. 5.19, e sono stati individuati due punti, M1 e M2, nei quali procedere a verifiche con strumenti mobili installati su natante, al verificarsi di situazioni critiche come di seguito riportate.

Le misure sono state eseguite in conformità alla Specifica Tecnica per l'esecuzione delle attività di monitoraggio ambientale nella fase di costruzione, così come prevista nello Studio di Impatto Ambientale.

Gli strumenti fissi sono programmati per fornire una misura di concentrazione ogni 15 minuti, operando in continuo nell'arco dell'intera giornata.

Tali misure sono mediate su scala oraria in modo da ottenere un valore di riferimento per ogni ora.

Poiché l'obiettivo del monitoraggio riguarda la misura dell'incremento della concentrazione dei solidi sospesi dovuta ai lavori rispetto alla situazione in assenza di attività lavorativa, la concentrazione di solidi sospesi relativa a quest'ultima condizione (concentrazione di riferimento) è determinata, per ogni giorno di lavorazione, sulla base della concentrazione misurata dalla strumentazione fissa tra le 06:00 e le 07:00 (media oraria), cioè prima dell'inizio delle lavorazioni.

Nel seguito, con la dicitura "differenza di concentrazione" si intenderà la differenza tra la concentrazione misurata e quella di riferimento per la giornata. Questo parametro è stato assunto come indicatore dell'insorgere o meno di condizioni di potenziale allarme ambientale.

Dal momento che i torbidimetri fissi sono posti in posizione prossima alla costa e possono essere interessati dagli apporti di materiale dovuti alla vicina foce del torrente Segno, le misure ivi effettuate, da sole, non possono essere considerate significative per determinare l'eventuale sospensione delle lavorazioni, bensì hanno la funzione, in caso di eccedenza di determinati valori di soglia, sotto riportate, di attivare le misure nei punti mobili M1 e M2.

E' da sottolineare che la posizione di questi due punti è stata determinata sulla base di apposite simulazioni, effettuate con il modello matematico di dispersione messo a punto nel corso dello Studio di Impatto Ambientale delle opere in oggetto, in modo tale da intercettare eventuali pennacchi di torbida generati dai lavori e che potenzialmente potrebbero propagarsi in direzione delle zone ambientalmente più sensibili (praterie di fanerogame, ecc.).

Al fine di valutare gli impatti delle lavorazioni per la differenza fra le concentrazioni di solidi sospesi misurate e quelle giornaliere di riferimento, sono stati determinati due valori di soglia:

- valore critico δc = 60 mg/l;
- valore per sospensione lavori δs = 70 mg/l.

Dalle simulazioni modellistiche effettuate si è ritenuto che, qualora durante le lavorazioni, il livello di riferimento per quella giornata venisse ecceduto di un valore δc, si instaurasse una situazione di attenzione che richiederà misure aggiuntive nei punti mobili M1 e M2 e, qualora nel corso di queste ulteriori misure le concentrazioni dovessero superare quello di riferimento per la giornata di un valore δs, la Direzione Lavori avrebbe dovuto provvedere alla sospensione delle attività fino al ritorno di una situazione non critica.

E' previsto infatti che, al superamento della soglia δc anche in una sola delle postazioni fisse, si procederà[5]all'esecuzione delle misure da natante nelle postazioni mobili[6], che avverranno con frequenza oraria[7]. Se la torbidità si dovesse mantenere, in almeno una delle due postazioni mobili, superiore alla sogli δc per più di tre ore si procederà con il fermo del cantiere.

I lavori resteranno sospesi fino a che la differenza di concentrazione in entrambe le postazioni mobili non sia ridiscesa al di sotto della soglia δc.

Se, invece, a seguito del superamento della soglia δc in almeno una delle postazioni fisse, dovesse essere misurata, in almeno una delle postazioni mobili, una differenza di concentrazione superiore alla soglia δs, i lavori saranno immediatamente sospesi. Essi potranno essere ripresi una volta che la differenza di concentrazione, in entrambe le postazioni mobili, sia ridiscesa al di sotto della soglia δc.

5 Salvo vi sia chiara e inequivocabile evidenza, documentata fotograficamente (mantenendola agli atti), che la torbidità rilevata dalle postazioni fisse è generata da sorgenti diverse dal cantiere di costruzione della piattaforma.

6 Si ribadisce che, per le posizioni selezionate, sono solo le misure nelle postazioni mobili ad avere rilevanza ai fini della valutazione degli effetti del cantiere sulla torbidità degli specchi acquei.

7 Le misure nelle postazioni mobili saranno interrotte (per il resto della giornata) quando, per tre misurazioni orarie, la differenza di concentrazione, in entrambe le postazioni, rimanga al di sotto di δc.

Le misure di torbidità sono state effettuate in tutte le giornate lavorative nel corso della fase del campo prove dragaggi in cui, nel cantiere, sono state eseguite attività sensibili per la torbidità, nel periodo compreso tra il 1 Luglio2013 ed il 30 Settembre 2013. Si evidenzia che, nel periodo considerato, le giornate in cui sono state eseguite lavorazioni rilevanti per la torbidità delle acque marine, attività di dragaggio oltre che attività di versamento in mare di materiale lapideo, sono state, in totale, 53.

In Fig. 5.20 è tracciato l'andamento del differenziale di torbidità nel periodo indicato sopra ricordato, tracciato sulla base delle schede giornaliere di monitoraggio, mentre in Fig. 5.21 è riportato il dettaglio del periodo di interesse per il monitoraggio ambientale in fase del campo prove dragaggi, tra luglio e settembre 2013. Come risulta da quest'ultimo grafico, si può notare che, tra inizio Luglio 2013 e la fine di Settembre 2013, il differenziale di concentrazione di solidi sospesi nelle acque della rada rispetto alle condizioni mattutine di riferimento è risultato sempre entro le soglie di cui al precedente paragrafo e, in molti casi,addirittura nullo o inferiore a zero (concentrazioni misurate durante le lavorazioni inferiori al valore di riferimento). Di conseguenza non è stato necessario attivare alcuna misura con strumentazione mobile.

Tale fatto denota che le lavorazioni effettuate, nei mesi considerati nella presente relazione di monitoraggio, non hanno avuto alcun effetto, in relazione agli aspetti di torbidità, sullo stato qualitativo delle acque.

La tecnologia utilizzata si è quindi dimostrata idonea ad eseguire i dragaggi ed è quindi quella proposta nell'ambito di questo progetto esecutivo.

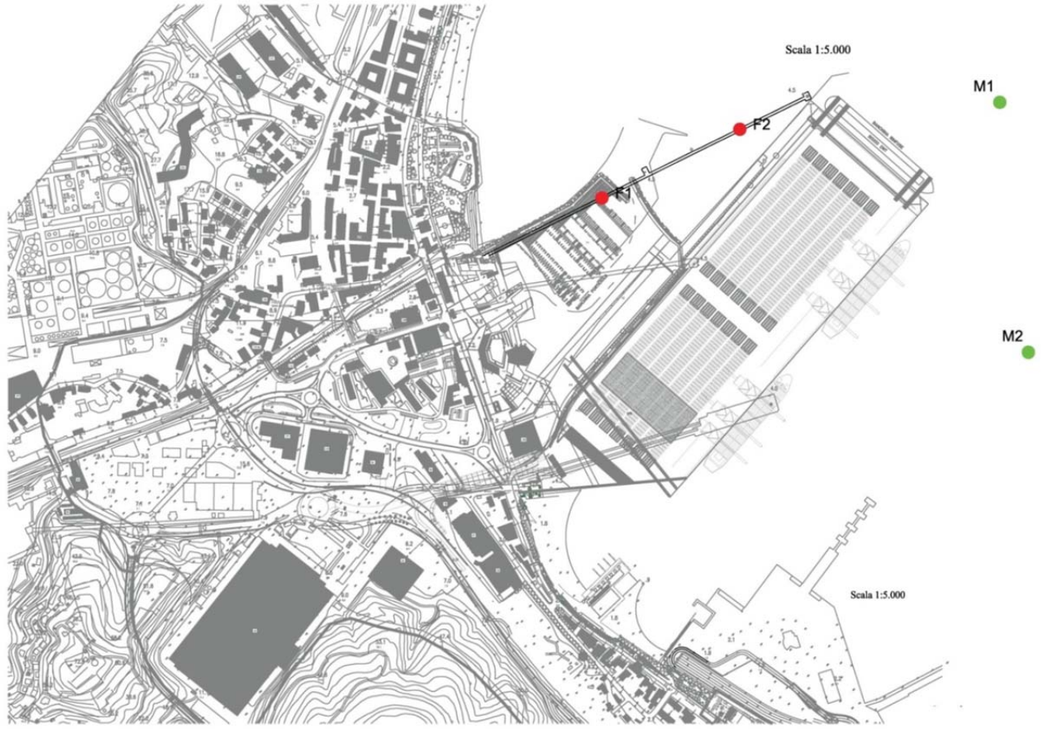


FIG. 5.19 - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA DELLA TORBIDITÀ FISSI (F1 E F2) E MOBILI (M1 E M2)

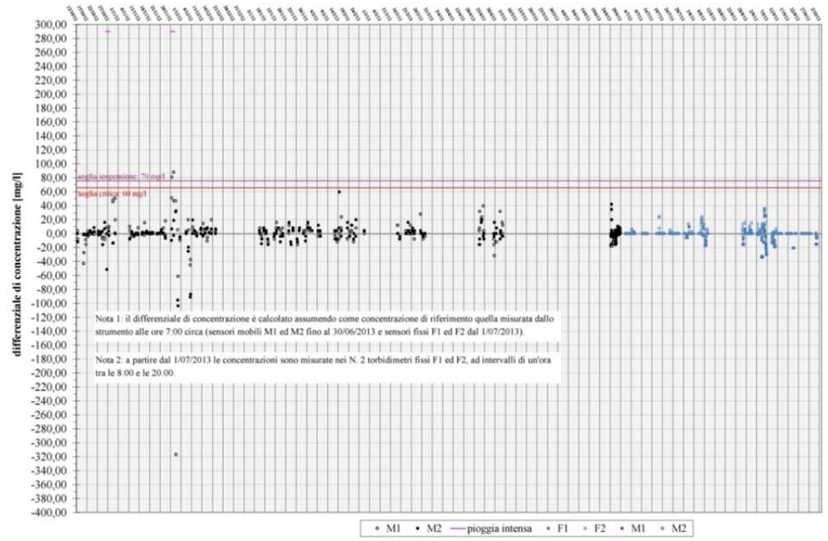


FIG. 5.20 - ANDAMENTO DELLA DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONI (CONCENTRAZIONE MISURATA - CONCENTRAZIONE DI RIFERIMENTO) NEL PERIODO OTTOBRE 2012 - SETTEMBRE 2013

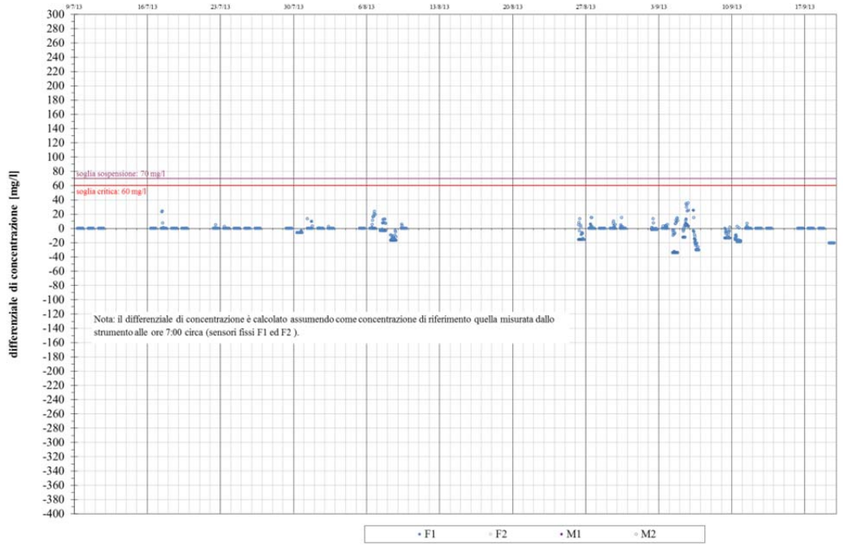


FIG. 5.21 - ANDAMENTO DELLA DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONI (CONCENTRAZIONE MISURATA - CONCENTRAZIONE DI RIFERIMENTO) NEL PERIODO 9 LUGLIO - 17 SETTEMBRE 2013

5.2.3. Destinazione dei sedimenti di risulta

Il materiale scavato sarà posizionato all'interno di una parte dei cassoni e sarà utilizzato per il riempimento della banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft (parte del comparto D2) (Fig. 5.22) e per la realizzazione della cassa di colmata sui cui sarà ubicata l'area cantieri del comparto D3 (Fig. 5.23).

Proprio la necessità di anticipare la realizzazione di quest'ultima struttura deriva dall'eccedenza di volumi di materiale dragato cui si faceva riferimento.

I cassoni che saranno riempiti con il materiale dragato sano sostanzialmente i cassoni reggispinta di delimitazione dell'area a terra, i cassoni di testata sotto la banchina delle rinfuse, i cassoni "pieni" della banchina containers

In virtù delle caratteristiche geotecniche del materiale naturale da dragare si può stimare che il contenuto di acqua dei sedimenti in sito sia pari al 50% in peso e che tali sedimenti, una volta messi in opera ed a valle degli inevitabili processi di consolidamento, favoriti anche dalla diluizione nel tempo delle attività di dragaggio, perdano una quantità di acqua variabile tra il 20% ed il 30%.

Pertanto, una volta "in banco", e considerando che la percentuale di contenuto d'acqua in peso ed il volume sono proporzionali, il volume complessivo dei sedimenti dragati passerebbe da 440.000 m^3 a 300.000-350.000 m^3.

Il volume geometricamente disponibile per ospitare il materiale dragato nei cassoni è pari a circa 350.000 m^3 mentre il volume geometricamente disponibile nella banchina di servizio (comparto D2) e nella cassa di colmata (comparto D3) e pari, complessivamente, a circa 100.000 m^3. Per entrambe occorre aggiungere che in esse la deposizione del materiale dragato avverrà sul fondale naturale, in quanto non è prevista l'esecuzione di alcuna preliminare operazione di bonifica geotecnica.



FIG. 5.22 - PLANIMETRIA DELLA BANCHINA DI SERVIZIO DI FRONTE AL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT (ANTICIPAZIONE DI UNA PARTE DEL COMPARTO D2 DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE)

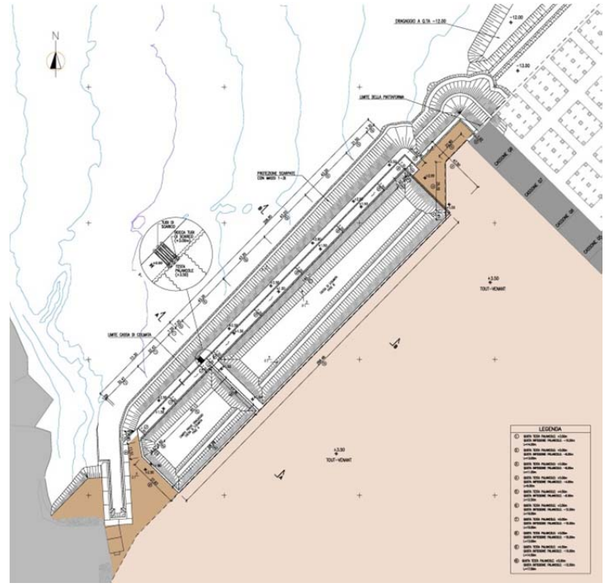


FIG. 5.23 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA SU CUI SARÀ REALIZZATO IL COMPARTO D3 (ANTICIPAZIONE DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE)

Una volta caricato, dunque, il fondale sarà soggetto a compattazione che, a sua volta, determinerà dei cedimenti nella massa di materiale depositato, con conseguente incremento del volume disponibile per il riempimento. Tale incremento è stimabile, presumibilmente, tra il 15% ed il 20%.

Nelle ipotesi più favorevoli in termini di riduzione volumetrica e di cedimenti, dunque, l'intera quantità dei sedimenti dragati sarà esaurita con le destinazioni sopra indicate.

In linea di massima sarebbe preferibile non utilizzare sedimenti in tali cassoni, in quanto il riempimento con acqua rende possibile un loro affondamento più regolare e controllato. Nel caso dovesse essere necessario procedere a questo riempimento per poter disporre di volume aggiuntivo sarà comunque necessario tarare sui nuovi pesi il sistema di precarica dei cassoni che sarà nel seguito descritto. Qualora il loro utilizzo fosse necessario, si provvederà ad addizionare i sedimenti con acqua in modo da renderli pompabili e consentire da un lato il rispetto dei criteri di affondamento e dall'altro la diminuzione dell'appesantimento.

Il riutilizzo del materiale dragato è reso possibile dagli esiti della specifica analisi di rischio condotta ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006, che ha escluso la possibilità che insorgano condizioni di rischio per la salute umana e per l'ambiente marino costiero.

I risultati di tale analisi saranno anche inseriti nella documentazione relativa all'istanza di autorizzazione al dragaggio che sarà predisposta ai sensi della stessa DGR 955/06 prima di procedere alle operazioni di dragaggio.

5.3. Protezione del fondale

Considerato che nella presente variante progettuale la piattaforma non è più trasparente ma interamente 'chiusa' non si pone più il problema di proteggere i fondali sotto la piattaforma, pertanto rispetto alla soluzione del progetto esecutivo del 2014 non è più necessaria la protezione dei fondali costituita da materassi di calcestruzzo e pietrame 2-300 kg prevista sui fondali sotto la piattaforma.

Rimane invece la protezione dei fondali in prossimità delle strutture di banchina che deve essere prevista per contrastare l'azione erosiva indotta dalle correnti create dalle eliche delle navi e dal moto ondoso.

La modifica principale prevista nella presente perizia, riguarda il materiale sotto i materassi in calcestruzzo che costituiscono la protezione dei fondali in alcuni tratti perimetrali della piattaforma. Nel progetto esecutivo era previsto pietrame 20-100 mm per assolvere anche alla funzione di distribuire i carichi sulle colonne di calcestruzzo, nella presente variante non sono più previste le colonne in calcestruzzo e pertanto viene utilizzato pietrame più grossolano di categoria 2-300 kg, al fine anche di uniformare il materiale sottostante i materassi di calcestruzzo e quello previsto sotto le mantellate in massi 1000-3000 kg.

Le modifiche ai dragaggi per l'imbasamento dei cassoni ha comportato inoltre qualche variazione geometrica per la protezione dei fondali.

Di seguito si presenta la soluzione prevista nella presente variante per la protezione dei fondali davanti alle banchine. Sono state adottate due tipologie di soluzioni: materassi riempiti di calcestruzzo e massi naturali (vedi planimetria in Fig. 5.24).

I materassi riempiti di calcestruzzo sono stati previsti nella zone sollecitate maggiormente dalle azioni idrodinamiche o dove si è ritenuto opportuno ridurre i volumi di dragaggio, visto lo spessore limitato dei materassi in calcestruzzo (spessore =0,25 m) rispetto alla protezione in scogli (spessore=2,5-3 m).

Nei paragrafi seguenti è presentata la protezione dei fondali in relazione a ciascuna banchina: container, rinfuse e petroli.

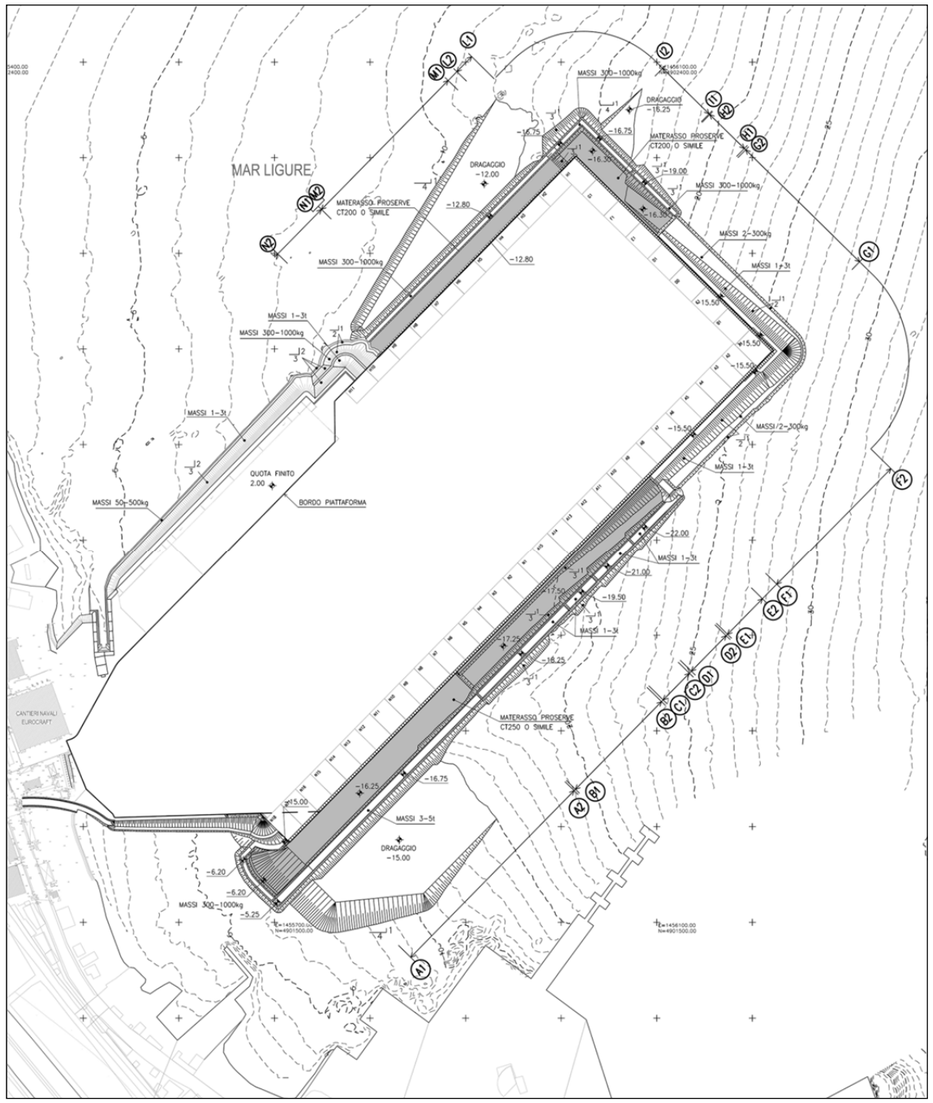


FIG. 5.24 - PLANIMETRIA DELLA PROTEZIONE DEI FONDALI ANTISTANTI LE BANCHINE

5.3.1. Banchina Container

Con riferimento alle tipologie costruttive adottate per la protezione del fondale la banchina container può essere suddivisa in due tratti:

- il primo tratto che si estende per 520 m dalla radice della piattaforma (sez. A1) verso mare fino alla sezione E2, particolarmente interessato dall'azione idrodinamica indotta dalle eliche principali delle navi, dove viene proposta una soluzione in materassi riempiti di calcestruzzo;
- il secondo tratto di estensione 220 m, dalla sezione F1 alla sezione F2, lungo il quale la scarpata del rilevato di imbasamento dei cassoni e il fondale antistante viene protetto da massi naturali.

Il primo tratto (dalla sezione A1 alla E2) prevede un materasso riempito di cls di spessore medio 250 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o similare. La larghezza totale della protezione è di circa 40 m, superiore a metà della larghezza della nave, come raccomandato dal PIANC. In Fig. 5.25 è riportata una delle sezioni trasversali rappresentativa della tipologia costruttiva. Si rimanda per i dettagli agli elaborati grafici di progetto.

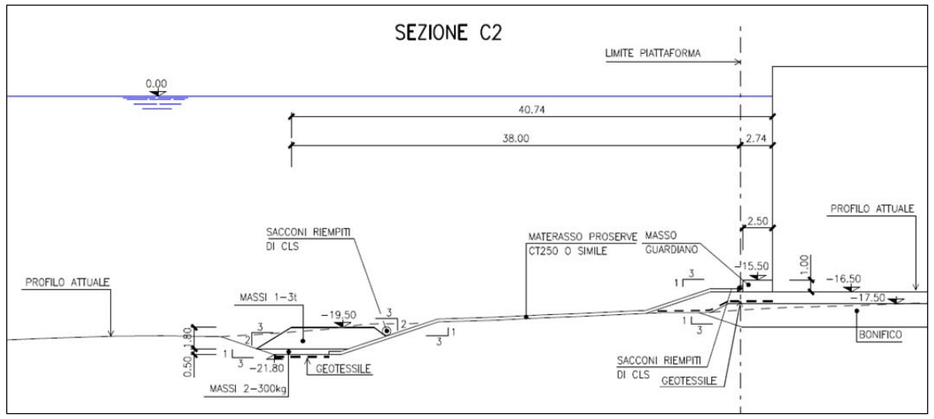


FIG. 5.25- PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI DI CLS NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER - SEZIONE TIPO

Il materasso in calcestruzzo è dotato di fori (90 mm Ø, ogni 1.5 m nel primo metro di larghezza della protezione e ogni 2.3 m dopo il primo metro), per lo sfogo delle sotto-spinte nel tratto più vicino ai cassoni, dove il materasso viene posato su materiale granulare ad elevata permeabilità (pietrame 2-300 kg, FIG. 5.26).
Il materasso viene bloccato contro il masso guardiano in c.a. (tipo 1: B x H x h = 3,0 x 2,5 x 0,8 m tra la sez. A1 e la sez. C1; tipo 2: B x H x h = 3,0 x 2,5 x 1,0 m tra la sez. C2 e la sez. E2) posto al piede del cassone di banchina, da un saccone in cls (sezione di dimensione 0,75x0,50 m^2 per masso tipo 1 e 1,0x0,60 m^2 per masso tipo 2; Fig. 5.26) e ancorato lato mare con massi naturali di pezzatura 3000-5000 kg o 1000-3000 kg in funzione del fondale e l'azione delle eliche, posati all'interno di una trincea su di uno strato filtro in 2-300 kg di 0,5 m e geotessuto.

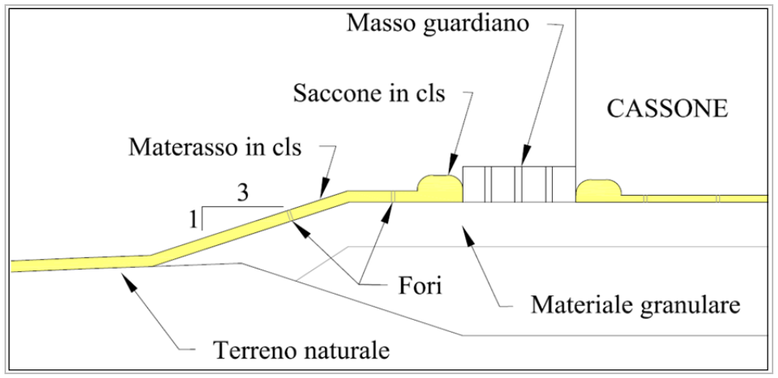


FIG. 5.26 - PARTICOLARE DEL FISSAGGIO DEL MATERASSO CONTRO IL MASSO GUARDIANO PER MEZZO DI SACCONE IN CLS

Per impedire che per effetto delle correnti generate dai propulsori della nave di progetto i massi rotolino al di fuori della trincea, compromettendo la stabilità del materasso e limitando il franco di sicurezza sottochiglia delle navi, si prevede la messa in opera, lungo tutta la trincea, di un saccone di cls (sezione trasversale di 1,23 m^2 nel caso di massi 3000-5000 kg e 0,95 m^2 per massi 1000-3000 kg) come mostrato in Fig. 5.27 .

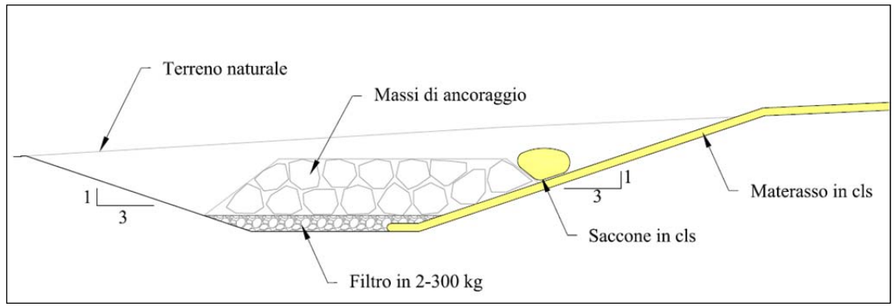


FIG. 5.27 - PARTICOLARE DELL'ANCORAGGIO DEL MATERASSO LATO MARE PER MEZZO DI MASSI NATURALI E SACCONE IN CLS

Si prevede inoltre di proteggere la scarpata del dragaggio nella zona immediatamente retrostante l'accosto container verso terra, essendo i fondali di questa zona sollecitati dalle correnti indotte dai propulsori delle navi, specialmente durante la fase di disormeggio. La protezione è caratterizzata sempre da materassi in calcestruzzo di spessore medio 250 mm, ancorati lungo la scarpata da massi naturali di pezzatura 1000-3000 kg posati in trincea e in sommità alla scarpata da massi naturali di pezzatura 300-1000 kg anche questi posati in trincea.

Nel secondo tratto della banchina container (dalla sezione tipo F1 alla F2) si prevede una protezione in massi naturali (vedi sezione tipo in Fig. 5.28). Viene protetta la scarpata (pendenza ½) del rilevato di imbasamento dei cassoni con una scogliera in doppio strato di massi naturali di pezzatura 1000-3000 kg e i fondali antistanti con massi naturali di pezzatura 2-300 kg posati su geotessuto. Lungo questo tratto i massi guardiani posti al piede dei cassoni sono del tipo 2 (B x H x h = 3,0 x 2,5 x 1,0 m) tranne che in corrispondenza dello spigolo della piattaforma dove, per contrastare la maggiore azione delle onde incidenti si adottano i massi di tipo 3 (B x H x h = 4,0 x 2,5 x 1,2 m).

Lungo il tratto in scogliera la larghezza totale della protezione è di circa 28 m, in modo da proteggere una fascia pari ad almeno ¼ della lunghezza dell'onda di progetto incidente.

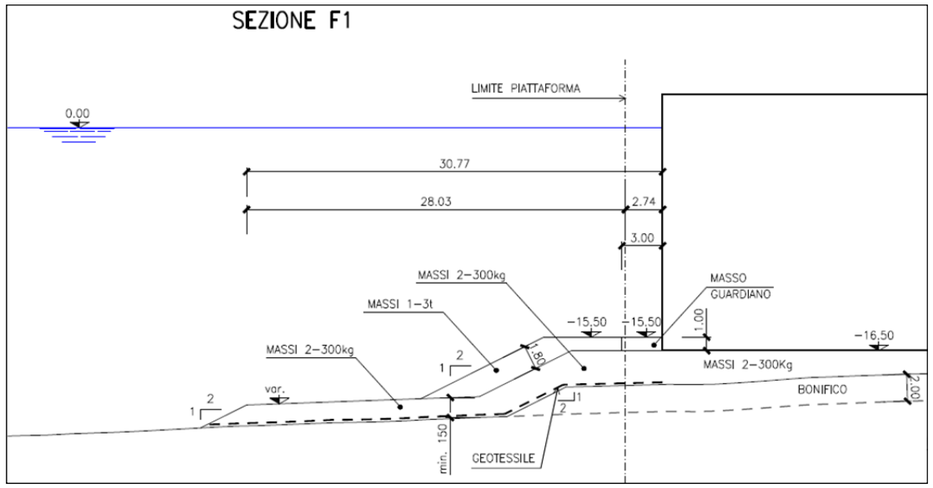


FIG. 5.28 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MASSI NATURALI NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER - SEZIONE TIPO

5.3.2. Banchina Rinfuse

Con riferimento alle tipologie costruttive adottate per la protezione del fondale anche la banchina rinfuse può essere suddivisa in due tratti:

- il primo tratto che si estende dallo spigolo lato levante (sez. G1) alla sezione G2 per 180 m, lungo il quale la scarpata del rilevato di imbasamento dei cassoni e i fondali antistanti vengono protetti da una scogliera in massi naturali;
- il secondo tratto che si estende dalla sezione H1 alla sezione I2 per 120 m, dove viene proposta una soluzione in materassi riempiti di calcestruzzo.

Lungo il primo tratto della banchina rinfuse (dalla sezione tipo G1 alla G2) si prevede di proteggere la scarpata (pendenza ½) del rilevato di imbasamento dei cassoni con una scogliera in doppio strato di massi naturali di pezzatura 1000-3000 kg e i fondali antistanti con massi naturali di pezzatura 2-300 kg posati su geotessuto (vedi Fig. 5.29) . Lungo questo tratto i massi guardiani posti al piede dei cassoni sono del tipo 2 (B x H x h = 3,0 x 2,5 x 0,8 m) tranne che in corrispondenza dello spigolo della piattaforma dove, per contrastare l'azione delle maggiori onde incidenti si adottano i massi di tipo 3 (B x H x h = 4,0 x 2,5 x 1,2 m).

Lungo il tratto in scogliera la larghezza totale della protezione è di circa 28 m, in modo da proteggere una fascia pari ad almeno ¼ della lunghezza dell'onda di progetto incidente.

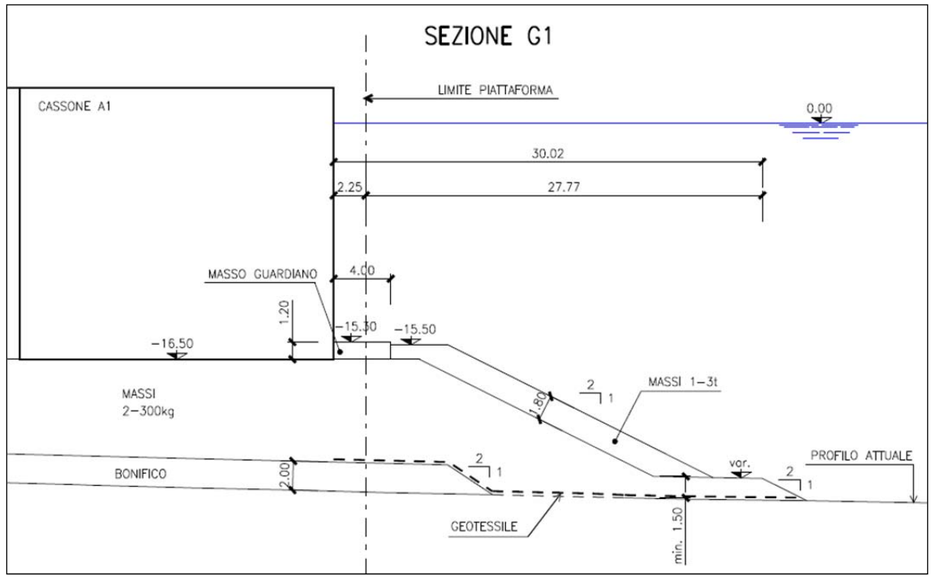


FIG. 5.29 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MASSI NATURALI NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE - SEZIONE TIPO

Il secondo tratto (dalla sezione tipo G1 alla G2) prevede come protezione un materasso in cls di spessore medio 200 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o similare, dotato di fori (Ø 90 mm, ogni 1,5 m nel primo metro di larghezza della protezione e ogni 2,3 m dopo il primo metro) per lo sfogo delle sottopressioni nella fascia più vicina ai cassoni, dove il materasso viene posato su materiale granulare ad elevata permeabilità (pietrame 2-300 kg, vedi Fig. 5.30).
La larghezza totale della protezione in questo secondo tratto è di circa 34 m, in modo da proteggere una fascia pari ad almeno ¼ della lunghezza dell'onda di progetto incidente.

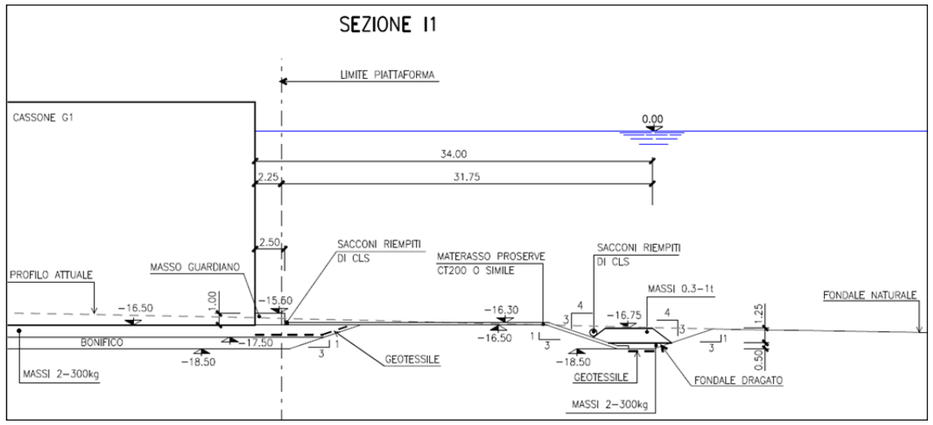


FIG. 5.30 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE - SEZIONE TIPO

Il materasso viene bloccato contro il masso guardiano in cls (tipo 2: B x H x h = 3,0 x 2,5 x 1,0 m) posto al piede del cassone di banchina da un saccone in cls (sezione di dimensione 1,0x0,60 m^2) e ancorato lato mare con massi naturali di pezzatura 300-1000 kg, posati all'interno di una trincea su di uno strato filtro in 2-300 kg di 0,5 m posato su geotessuto. Per impedire che per effetto delle onde i massi rotolino al di fuori della trincea, compromettendo la stabilità del materasso e limitando il franco di sicurezza sottochiglia delle navi, si prevede la messa in opera, lungo tutta la trincea, di un saccone in cls avente sezione trasversale di 0.50 m^2.

Nonostante questo tratto non sia soggetto all'azione delle eliche delle navi, si è comunque scelto di utilizzare la soluzione in materassi di spessore 0,20 m, al fine di limitare i volumi di dragaggio che invece sarebbero stati necessari nel caso di protezione in scogli di spessore pari ad almeno 2,5 m, questo al fine di garantire la quota di progetto funzionale all'accosto della nave in banchina.

5.3.3. Banchina Petroli

La protezione del fondale lungo tutta la banchina petroli prevede un'unica tipologia costruttiva (vedi Fig. 5.31): materasso in cls di spessore medio 200 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o simile, dotato di fori (Ø 90 mm, ogni 1,5 m nel primo metro di larghezza della protezione e ogni 2,3 m dopo il primo metro), per lo sfogo delle sottopressioni nella fascia più vicina ai cassoni, dove il materasso viene posato su materiale granulare (pietrame 2-300 kg).
La larghezza totale della protezione è di circa 24 m, superiore a metà della larghezza della nave di progetto, come raccomandato dal PIANC.

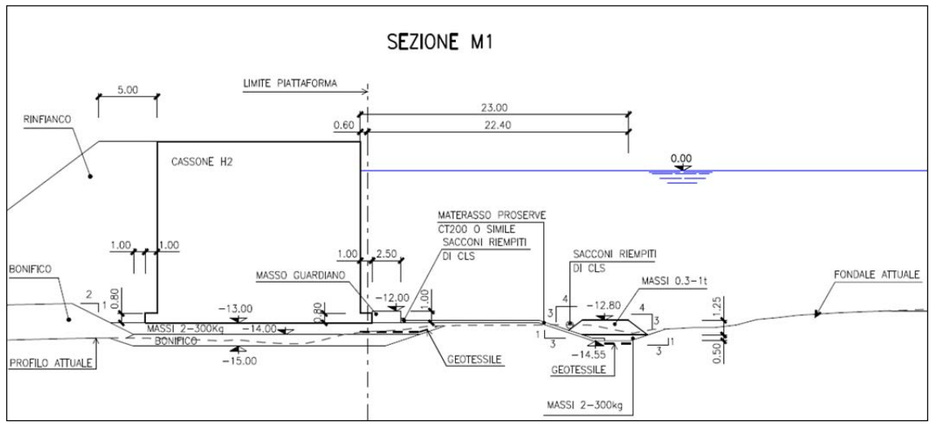


FIG. 5.31 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA PETROLI - SEZIONE TIPO

Il materasso viene bloccato contro il masso guardiano in cls (tipo 1: B x H x h = 3,0 x 2,5 x 0,8 m) posto al piede del cassone di banchina da un saccone in cls (sezione di dimensione 0,75x0,50 m^2) e ancorato lato mare con massi naturali di pezzatura 300-1000 kg, posati all'interno di una trincea su di uno strato filtro in 2-300 kg di 0,5 m. Per impedire che per effetto delle correnti generate dalle eliche i massi rotolino al di fuori della trincea, compromettendo la stabilità del materasso e limitando il franco sottochiglia, si prevede la messa in opera, lungo tutta la trincea, di un saccone il cls avente sezione trasversale di 0,50 m^2.

A sud la protezione dei fondali si interrompe in corrispondenza della scogliera di chiusura della cassa di colmata avente pendenza ½ e realizzata in massi naturali di pezzatura 1000-3000 kg nella parte superiore e 300-1000 kg nella parte inferiore.

5.4. Nuova diga foranea di prima fase

Nell'ambito del Piano Regolatore Portuale è stato previsto l'allungamento e modifica della configurazione della diga foranea esistente con lo scopo di assicurare la protezione della nuova piattaforma multifunzionale dall'azione del moto ondoso. In Fig. 5.32 è riportata la configurazione della nuova diga foranea come da Piano Regolatore.

Con riferimento alla configurazione del PRP è stato redatto dall'Autorità Portuale il Progetto Preliminare 509, relativo allo "Spostamento terminale del molo sopraflutti esistente e realizzazione del nuovo sopraflutti nel bacino portuale di Vado Ligure", approvato con Delibera del Comitato Portuale n°53 del 03.06.2010. Questo progetto comprende una parte delle opere del PRP e cioè solo le opere della diga foranea relativamente al tratto verso mare e non le opere relative al nuovo terrapieno ubicato alla radice della diga esistente (vedi Fig. 5.33).

La completa realizzazione della diga con ragionevole tempestività, come anche raccomandato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. nel parere positivo sul progetto definitivo della piattaforma stessa, era un impegno dell'Autorità Portuale e pertanto non era parte del presente Project Financing. Tuttavia, venendo meno la previsione di ricorso alle provvidenze di cui comma 990, art. 1 della legge finanziaria 2007, relative alla realizzazione della nuova diga di PRP e in considerazione dei risparmi ottenuti dalla modifica delle opere della piattaforma (oggetto della presente variante), l'Autorità Portuale ha richiesto al concessionario APM Terminals, con lettera Prot. 10287/TEC del 5 dicembre 2014, di valutare una variante tecnica al progetto esecutivo della piattaforma, nel cui ambito, a parità di costo complessivo, ricomprendere un primo stralcio di opere della diga foranea.

APM Terminals ha risposto positivamente alla richiesta dell'Autorità Portuale con nota prot. LOU-020-15, tenendo anche conto del fatto che la realizzazione della diga costituisce uno dei presupposti della convenzione di concessione.

Le opere di variante relative alla diga foranea descritte di seguito, si riferiscono ad una prima fase funzionale della configurazione del Progetto Preliminare 509. L'individuazione di una prima fase funzionale (vedi Fig. 5.34) è stata effettuata considerando l'esigenza di migliorare rispetto alla situazione della diga foranea esistente, le condizioni di manovrabilità delle navi in navigazione nello specchio d'acqua compreso tra la piattaforma e la diga stessa, secondo quanto ottenuto dallo studio con un modello 'real time', svolto di recente presso il CETENA, su richiesta dei Piloti del Porto.

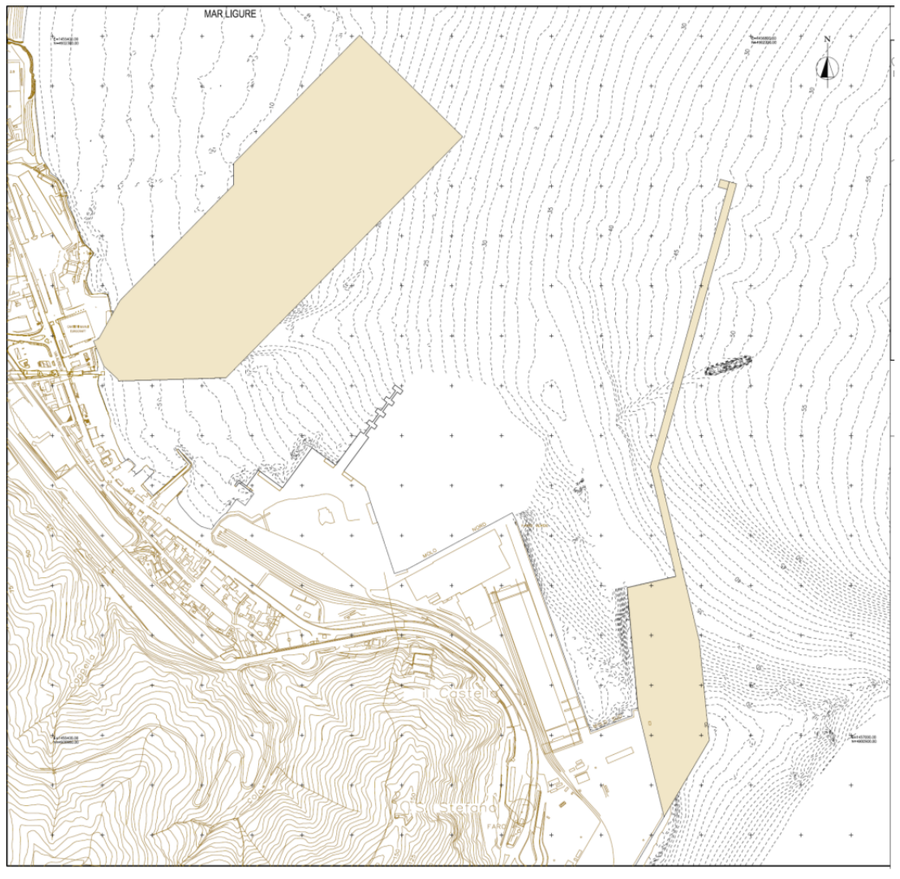


FIG. 5.32 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PIANO REGOLATORE PORTUALE

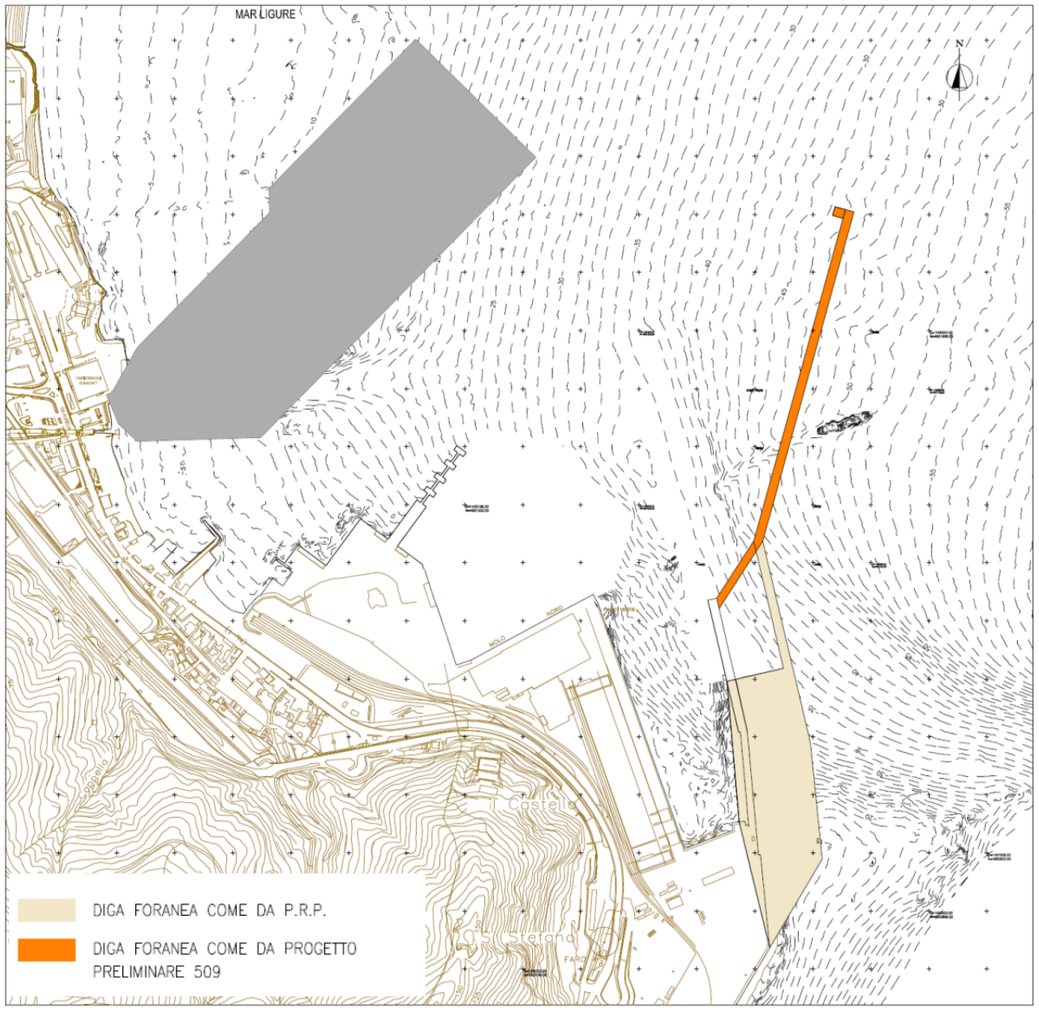


FIG. 5.33 - NUOVA DIGA FORANEA COME DA PROGETTO PRELIMINARE 509 REDATTO DALL'AUTORITÀ PORTUALE

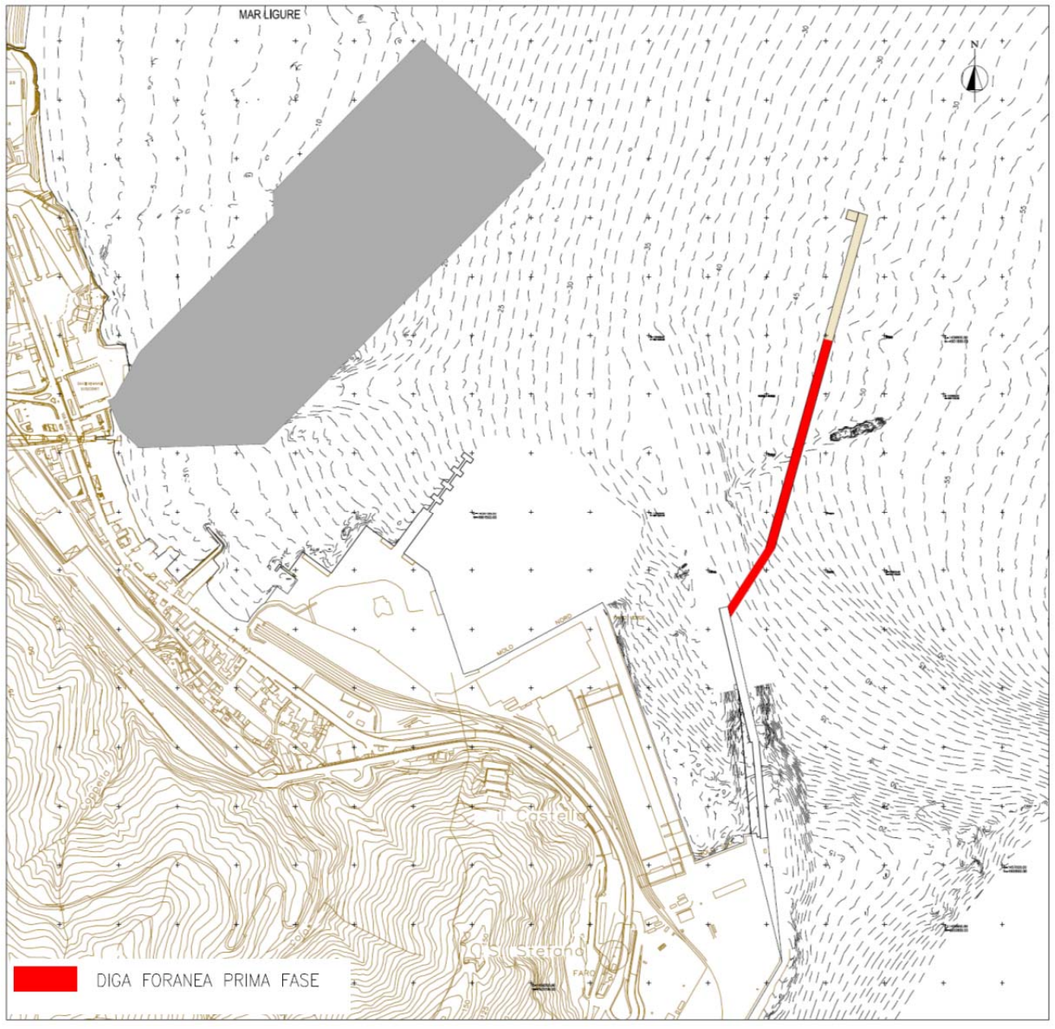


FIG. 5.34 - PRIMA FASE DELLA NUOVA DIGA FORANEA OGGETTO DELLA PRESENTE PERIZIA DI VARIANTE

La configurazione planimetrica di prima fase della diga foranea è costituita da un tratto che segue, verso mare, la configurazione finale del PRP per uno sviluppo di 360 m e un tratto di raccordo provvisorio (rispetto a quanto previsto nel PRP), caratterizzato da uno sviluppo di 100 m, che consente il collegamento tra la diga esistente ed il predetto tratto verso mare della nuova diga (vedi Fig. 5.35). Per la costruzione della nuova diga foranea di prima fase verranno riutilizzati, una volta salpati, i 13 cassoni costituenti il tratto terminale della diga foranea esistente, con l'aggiunta di due cassoni di nuova costruzione necessari per evitare l'interferenza dello scanno di imbasamento con l'adiacente relitto della nave Sacro Corem (Fig. 5.35).

Nella configurazione finale come da PRP, la diga foranea di prima fase verrà estesa verso mare di ulteriori 240 m e verrà inoltre realizzato un nuovo tratto di diga verso terra di raccordo con la diga esistente, con la creazione di un nuovo terrapieno (vedi sempre Fig. 5.32).

Nei paragrafi successivi sono illustrate le tipologie di opere previste per la configurazione planimetrica di prima fase della nuova diga, oggetto del presente progetto esecutivo, brevemente sintetizzate qui di seguito.

Per il tratto di 360 m che si può considerare definitivo secondo la configurazione del PRP è prevista la realizzazione di un'opera di difesa composita caratterizzata da uno scanno d'imbasamento in scogliera e sovrastanti cassoni cellulari in c.a.. Per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 50 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 250 anni.

Il tratto di raccordo di 100 m, da considerarsi provvisorio in quanto non ricalca la configurazione planimetrica del PRP, è costituito da uno scanno in scogliera su cui sono imbasati i cassoni cellulari in c.a. di dimensioni minori, protetti sul lato mare da una scogliera. Per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 10 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 50 anni.
Per la connessione dei due suddetti tratti e la connessione tra il tratto di raccordo e la diga esistente è prevista la realizzazione di un'opera provvisoria costituita da due serraglie in elementi di calcestruzzo. Anche per questo tratto il dimensionamento dell'opera ha fatto riferimento ad una vita tecnica di 10 anni ed a un tempo di ritorno delle condizioni meteomarine di progetto di 50 anni.
Infine si evidenzia che la quota di sommità delle opere della nuova diga prevista nel presente progetto, è pari a +2,5 m l.m.m. e nel breve l'Autorità Portuale provvederà alla realizzazione di un muro paraonde con quota di sommità a +7 m l.m.m.

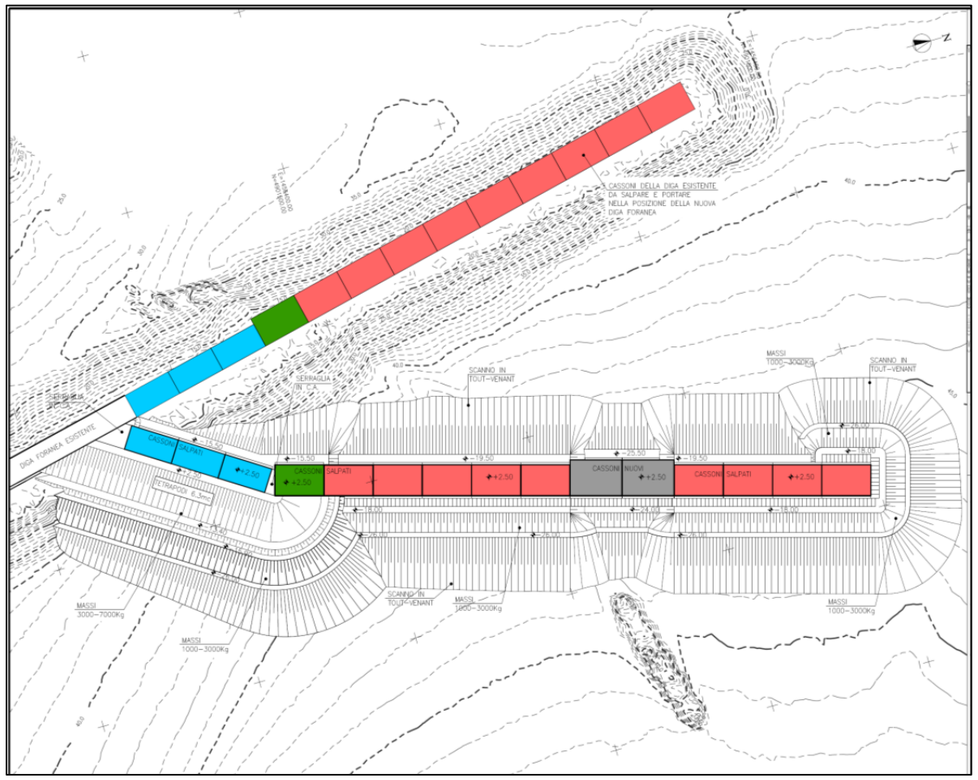


FIG. 5.35 - PLANIMETRIA DELLA DIGA FORANEA DI PRIMA FASE

5.4.1. Tratto di diga foranea verso mare

Il tratto verso mare della diga foranea di prima fase, di sviluppo 360 m, interessa fondali elevati compresi tra la batimetrica -43 m e la -49 m s.m.m (vedi Fig. 5.36).

La tipologia costruttiva della nuova diga foranea è analoga a quella della diga esistente ed è costituita da cassoni cellulari in c.a. imbasati su uno scanno in scogliera.

Sono previsti 12 cassoni cellulari, di cui 10 provenienti dal salpamento di quelli esistenti e 2 di prefabbricazione ex novo. Riguardo ai cassoni che saranno riutilizzati, vanno distinti 9 cassoni con dimensioni del fusto in pianta di 19x30,06 m che verranno imbasati alla -19,50 m (sezioni tipo D ed E in Fig. 5.38 e Fig. 5.39) e 1 cassone di dimensioni 19x30,06 m che verrà imbasato alla -15,50 m (sezione tipo B, Fig. 5.37).

I due cassoni da prefabbricare ex novo sono caratterizzati da dimensioni 22x32 m e saranno imbasati ad una quota più profonda pari a -25,50 m (sezione tipo C in Fig. 5.37), che consente di evitare l'interferenza dello scanno con il relitto della nave Sacro Corem.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni è costituito, per le sezioni tipo C, D ed E, da tout-venant di pezzatura 0-500 kg, con mantellata di protezione in massi naturali di categoria 1000-3000 kg.

Con riferimento alla sezione tipo B, relativa al cassone salpato imbasato alla -15,50 m, sul lato mare il cassone sarà in parte interessato da una scogliera di protezione costituita da massi naturali e artificiali. Questa tipologia di protezione viene illustrata con maggior dettaglio nel capitolo successivo, in quanto interessa soprattutto il tratto di diga foranea provvisorio.

Al piede dei cassoni, per contrastare localmente l'effetto di scalzamento indotto dalle onde che riflettono sulla parete verticale, è prevista la posa di massi guardiani forati al fine di limitare le sottopressioni sul masso stesso.

In corrispondenza della testata (sezione tipo E) la mantellata in massi naturali 1000-3000 kg verrà risvoltata nella parte interna della diga per un'estensione di 30 m.

Nelle figure seguenti sono presentate le sezioni tipo di questo tratto di nuova diga foranea.

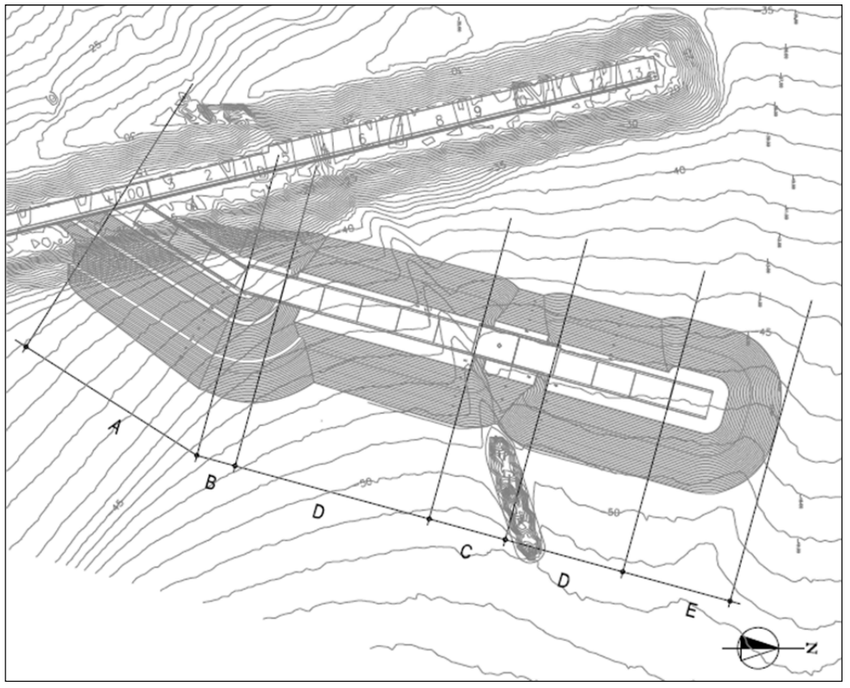


FIG. 5.36 - PLANIMETRIA DELLA DIGA FORANEA DI 1A FASE CON UBICAZIONE SEZIONI TIPO

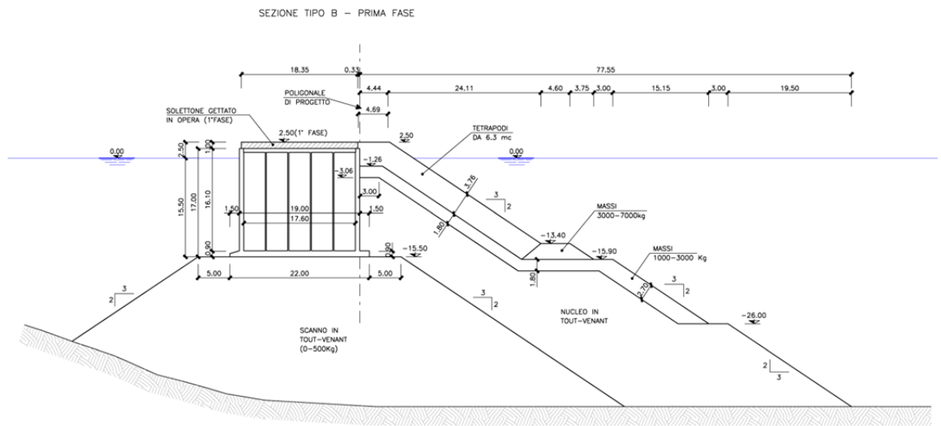


FIG. 5.37 - SEZIONI TIPO B E C DELLA DIGA FORANEA DI 1A FASE – TRATTO VERSO MARE

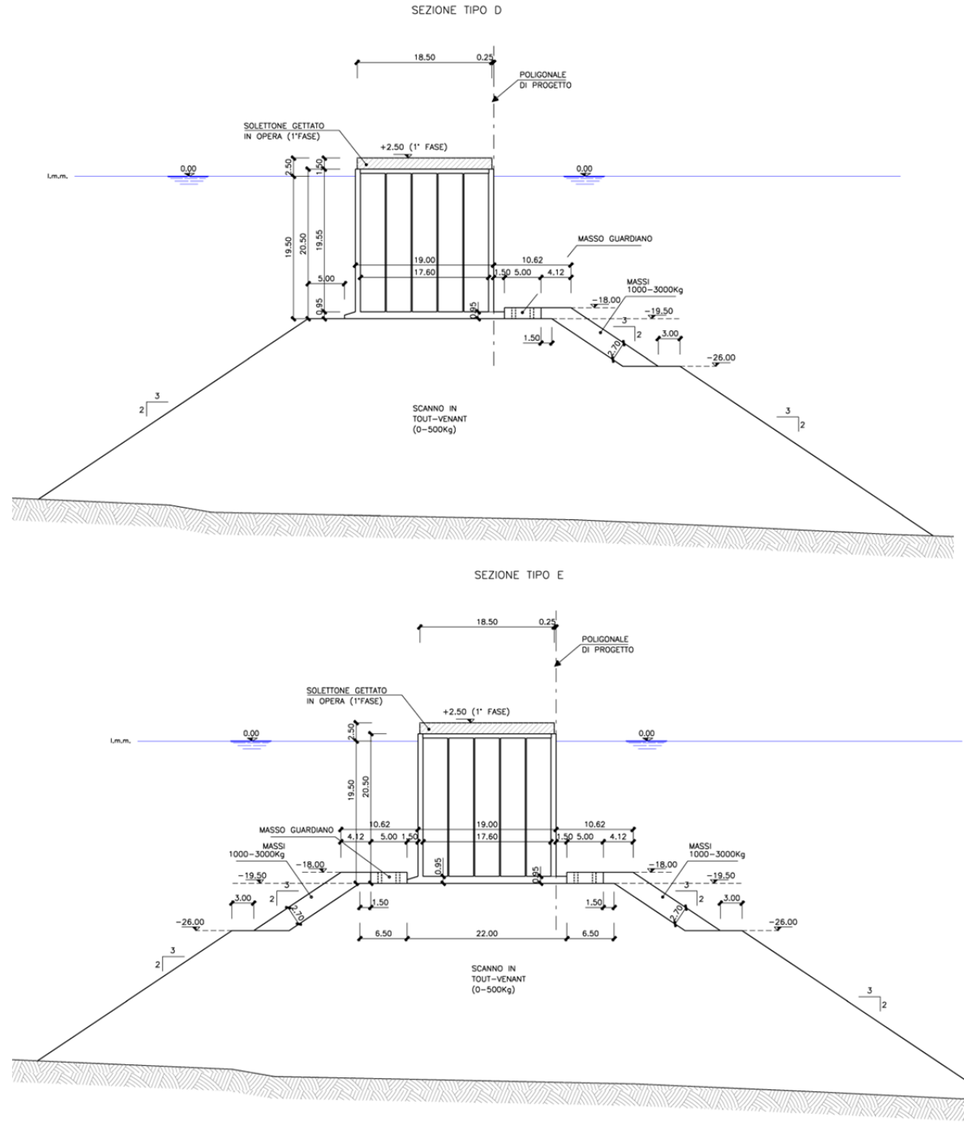


FIG. 5.38 - SEZIONI TIPO D E E DELLA DIGA FORANEA DI 1A FASE – TRATTO VERSO MARE

5.4.2. Tratto di diga foranea di raccordo

Il tratto della diga foranea di prima fase, di sviluppo 100 m, che consente in via provvisoria il raccordo con la diga esistente, interessa fondali fino alla -43 m s.m.m. (vedi Fig. 5.36).

Relativamente alle opere in scogliera, la tipologia costruttiva di questo tratto di diga prevede, oltre allo scanno di imbasamento dei cassoni in c.a., una scogliera lato mare posta a protezione dei cassoni stessi, di dimensioni più esigue rispetto a quelli costituenti il tratto verso mare della diga (sezione tipo A, Fig. 5.39).

I cassoni cellulari da riposizionare, una volta salpati, lungo il tratto di raccordo della diga sono 3. Tali cassoni sono caratterizzati da dimensioni del fusto in pianta pari a 15,2x30,06 m e saranno imbasati alla quota -15,50 m, analogamente al cassone della sezione tipo B della nuova diga foranea, parzialmente protetto dal risvolto di chiusura della scogliera caratterizzante la sezione A.

Lo scanno d'imbasamento dei cassoni è costituito da tout-venant di pezzatura 0-500 kg. La scogliera di protezione sarà realizzata posizionando in adiacenza al cassone e al suo scanno ancora pietrame di categoria 0-500 kg, rivestito fino alla quota -26 m da massi 1000-3000 kg. Nella parte superiore la mantellata sarà invece costituita da tetrapodi da 6,3 metri cubi, sostenuti da un piede in massi 3000-7000 kg. La quota sommitale prevista per la mantellata in tetrapodi è +2.50 m s.m.m., al pari dell'estradosso della sovrastruttura orizzontale in c.a. dei cassoni.

La protezione in scogliera sul lato mare dei cassoni ha un duplice scopo: di limitare la riflessione del moto ondoso con riferimento in particolare agli eventi provenienti dal secondo quadrante e di ridurre i carichi indotti dalle onde sui cassoni in modo da assicurare la loro stabilità.

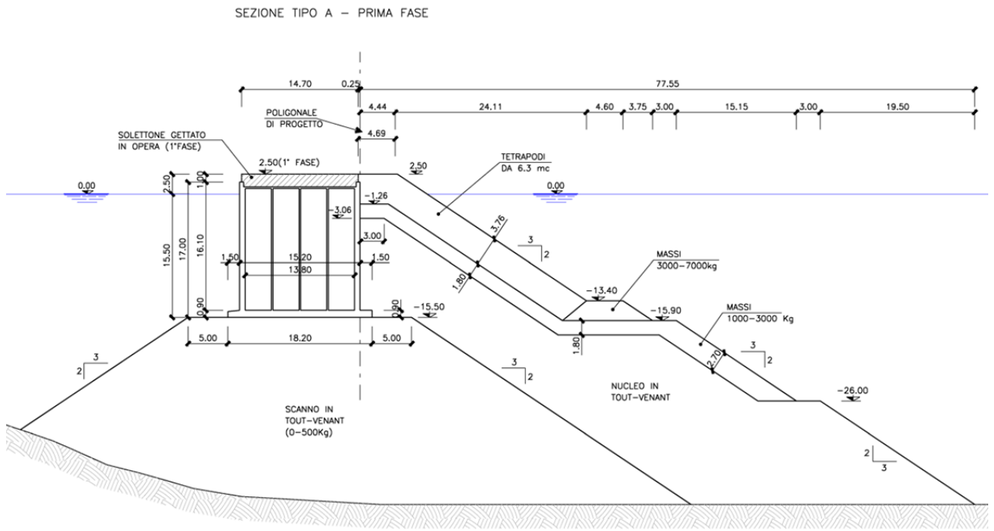


FIG. 5.39 - SEZIONE TIPO A DELLA DIGA FORANEA DI 1ª FASE – TRATTO DI RACCORDO

Alle estremità del tratto di raccordo della nuova opera foranea, in corrispondenza dei punti singolari di transizione tra le diverse batterie di cassoni costituenti la nuova diga e la parte terminale di quella esistente che rimarrà in opera in 1ª fase, è prevista la realizzazione di due serraglie di connessione in elementi di calcestruzzo. Le sezioni tipo di tali opere sono illustrate in Fig. 5.40.

Le serraglie saranno realizzate mediante la posa in opera di pile di blocchi prefabbricati in calcestruzzo, allineate con le pareti longitudinali dei cassoni del tratto di raccordo. Le pile contrapposte saranno solidarizzate mediante la predisposizione di ferri d'orditura sporgenti tra coppie di blocchi corrispondenti, e la successiva realizzazione di un getto subacqueo di calcestruzzo a colmare l'intercapedine tra i due ordini di pile.

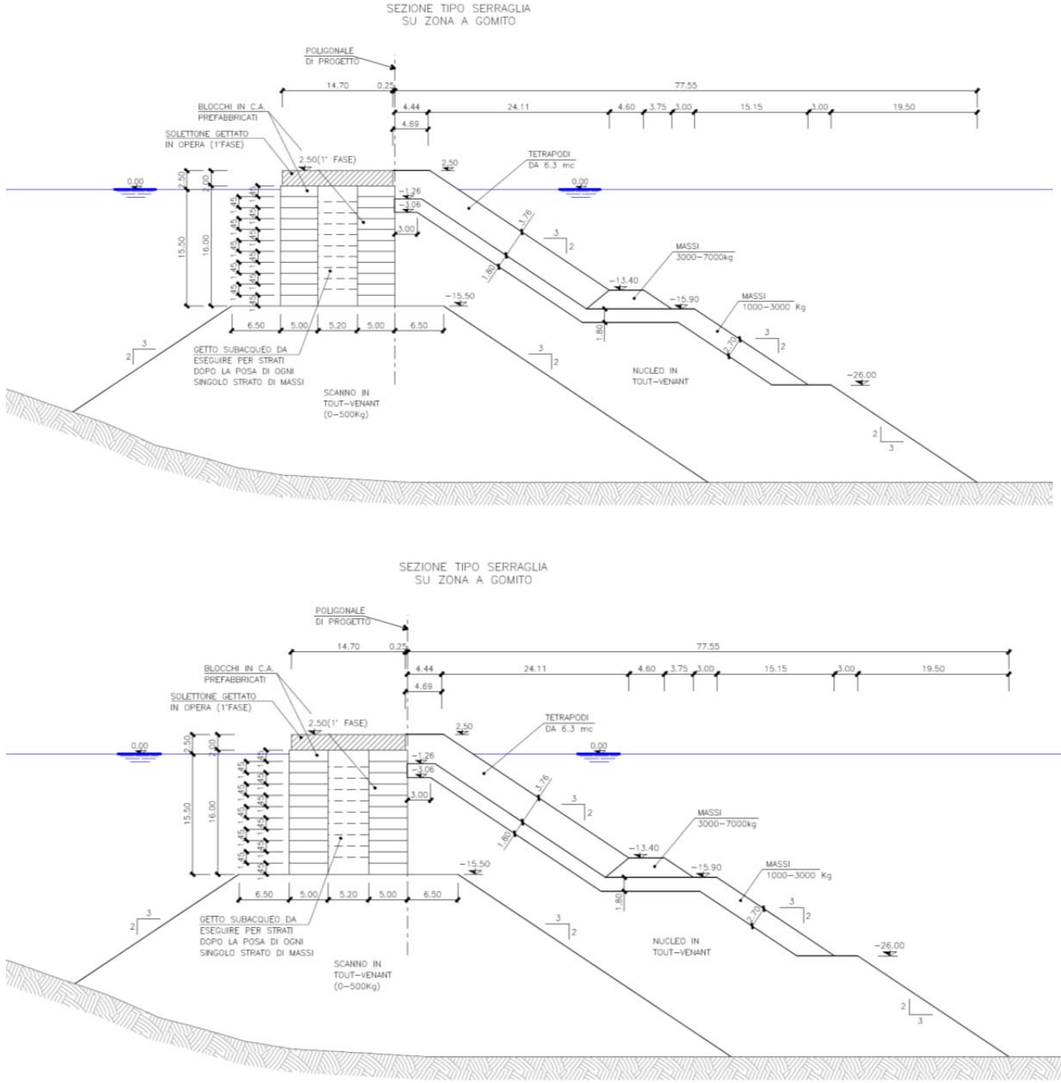


FIG. 5.40 - SEZIONI TIPO DELLE SERRAGLIE – TRATTO DI RACCORDO

5.5. La piattaforma

L'estensione dell'area in rilevato verso mare ha portato ad una cinturazione globale della piattaforma mediante strutture di contenimento costituite da cassoni cellulari, a differenza della conformazione precedente che prevedeva un'area a giorno confinata sul lato di nord est da una struttura di sostegno continua (cassoni di testata).
Si sono quindi eliminati i cassoni reggispinta, precedentemente avanzati, che delimitavano l'area in rilevato dall'area a giorno, e di conseguenza sono stati proseguiti i cassoni della banchina container (lato sud est) e quelli della banchina petroli (lato nord est) fino al raggiungimento della struttura di testata al fine di conterminare il materiale in aggiunta da versare (Fig. 5.41, Fig. 5.42 e Fig. 5.43).
Questa opzione costruttiva presenta il duplice vantaggio di realizzare un'opera con migliori prestazioni in termini di durabilità delle strutture, superando le perplessità espresse in proposito in termini di durabilità delle strutture dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel proprio voto n°169/2011, e di determinare un significativo risparmio in termini di costi e tempi di realizzazione della piattaforma.
Tale scelta si è inoltre resa necessaria a seguito della maggiore entità dei cavidotti, soprattutto per la distribuzione dell'energia elettrica.
Il numero di cavidotti è stato infatti aumentato nella zona dell'impalcato sia a seguito della scelta dell'Autorità Portuale di Savona di erogare l'energia elettrica a tutti i concessionari che operano sulla piastra multifunzionale, a partire dalla cabina di consegna, sia a seguito della richiesta da parte della Regione di ricavare una predisposizione, su tutte le banchine, per il sistema di cold ironing per la fornitura di energia elettrica alle navi in accosto.

Tali scelte hanno portato ad un aumento del numero di cavi nella zona dell'impalcato dell'area a giorno, già precedentemente densa di riservazioni per gli impianti sia elettrici che meccanici.
Nelle successive figure (Fig. 5.44) è riportato uno schema che evidenzia la sezione in corrispondenza alla dorsale principale dei cavi, nelle due situazioni, ovvero nella soletta dell'impalcato e interrati nel rilevato.

Appare evidente quanto la soletta sarebbe indebolita dalla presenza dei cavidotti; inoltre la presenza dei pozzetti di ispezione/infilaggio dei cavi, da prevedere di dimensioni notevoli ogni 50 m, non riportati nello schema, riduce ulteriormente l'efficienza statica della soletta.
In aggiunta, l'obbligo di predisporre una riservazione per i punti di attacco del "cold ironig", ha portato all'inserimento di pozzetti di grandi dimensioni (4.8mx1.8mx1.5m), che nella struttura ad impalcato precedente non avrebbero trovato ubicazione.

È opportuno anche precisare che la conformazione precedente dell'area a giorno costituita da cassoni muniti di colonne e setti a sostegno dell'impalcato, ostacolava comunque la libera circolazione dell'acqua nell'area corrispondente all'avanzamento dell'area a terra; già questa osservazione di tipo geometrico fa quindi pensare ad una scarsa rilevanza dal punto di vista idrodinamico dell'avanzamento dell'area a terra fino in testa alla piattaforma

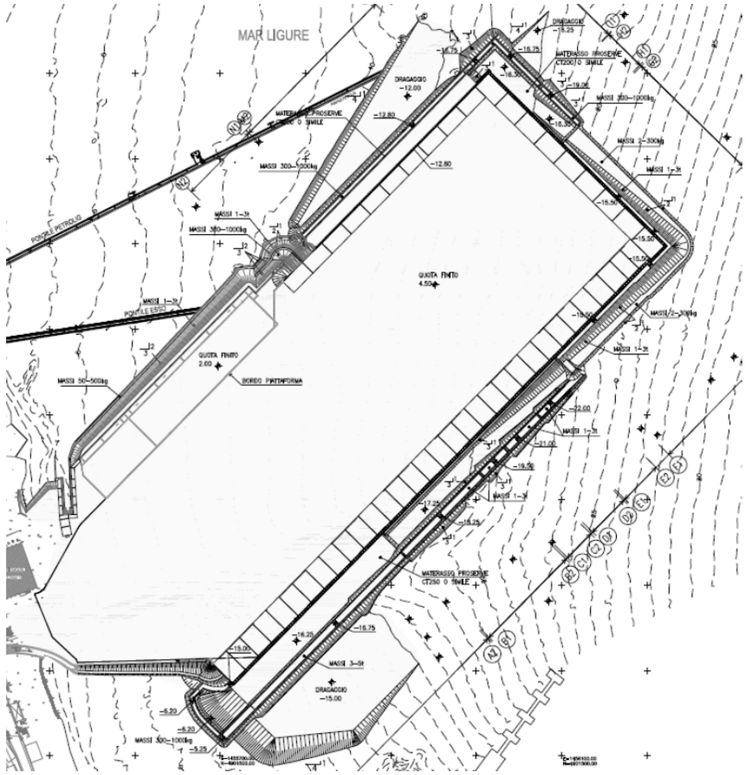


FIG. 5.41 - PLANIMETRIA GENERALE DELL'ESTENSIONE A TUTTA LA PIATTAFORMA DELL'AREA IN RILEVATO

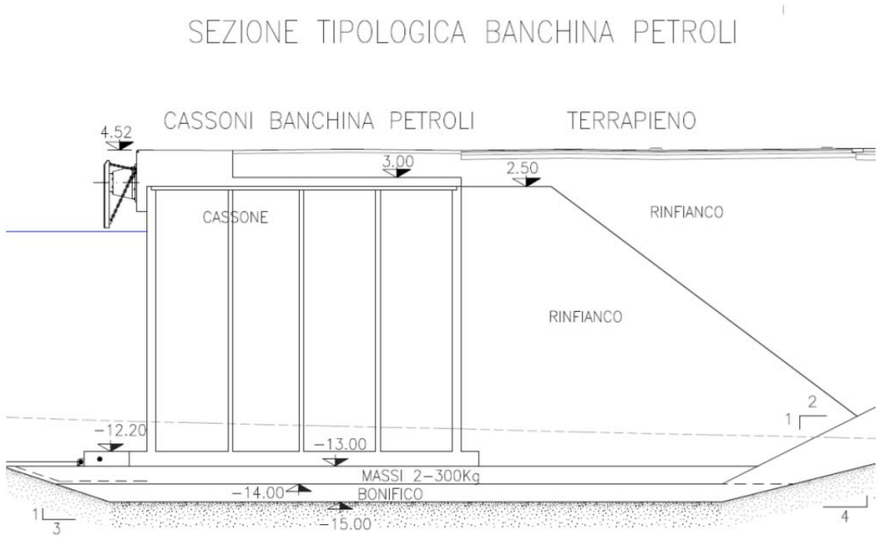


FIG. 5.42 - SEZIONE TIPOLOGICA DELLA STRUTTURA DI CONTERMINAZIONE DEL TERRAPIENO LUNGO IL LATO NORD EST (BANCHINA PETROLI)

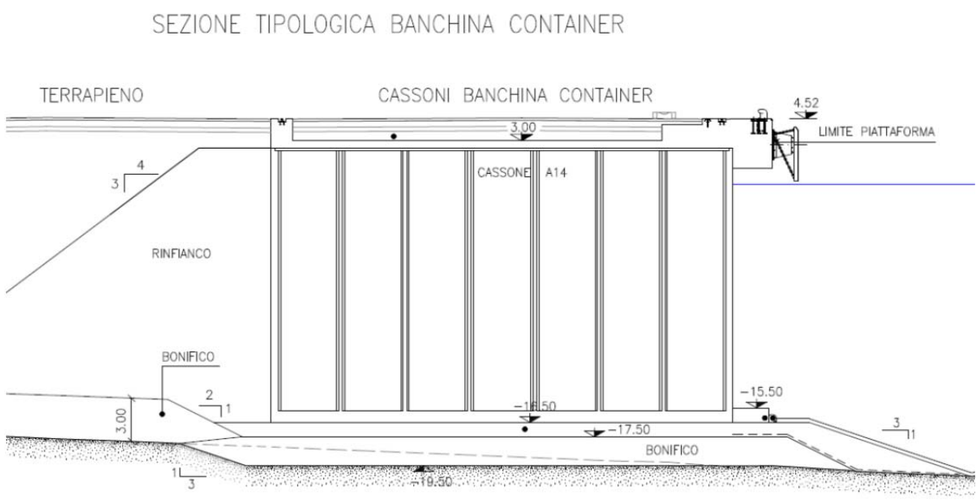


FIG. 5.43 - SEZIONE TIPOLOGICA DELLA STRUTTURA DI CONTERMINAZIONE DEL TERRAPIENO LUNGO IL LATO SUD EST (BANCHINA CONTAINER)

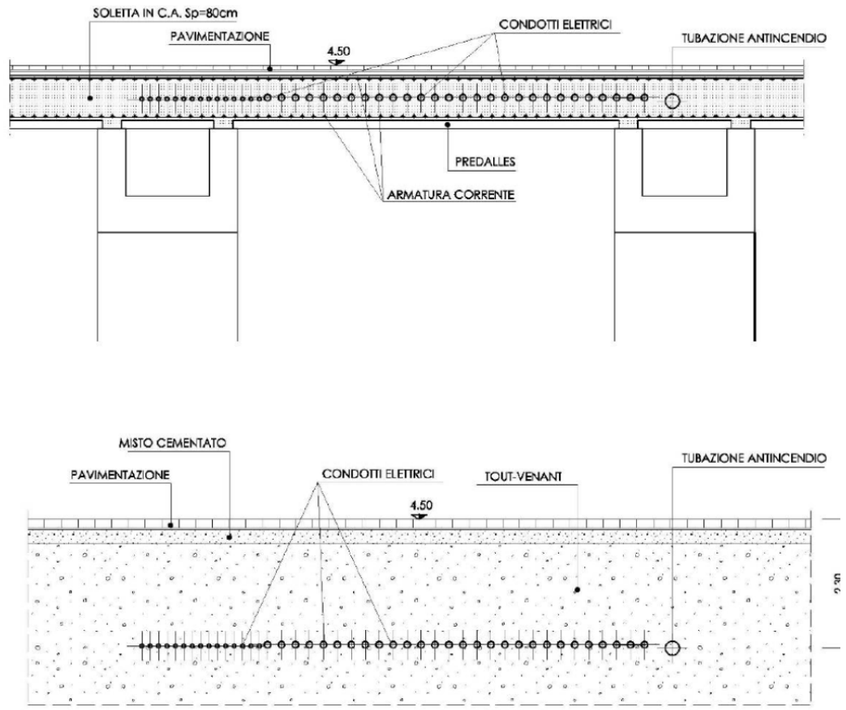


FIG. 5.44 - SCHEMA DI FLUSSO DI CAVIDOTTI ELETTRICI NELL'IMPALCATO NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO E NELLA CONFIGURAZIONE CON LA MODIFICA PREVISTA IN VARIANTE

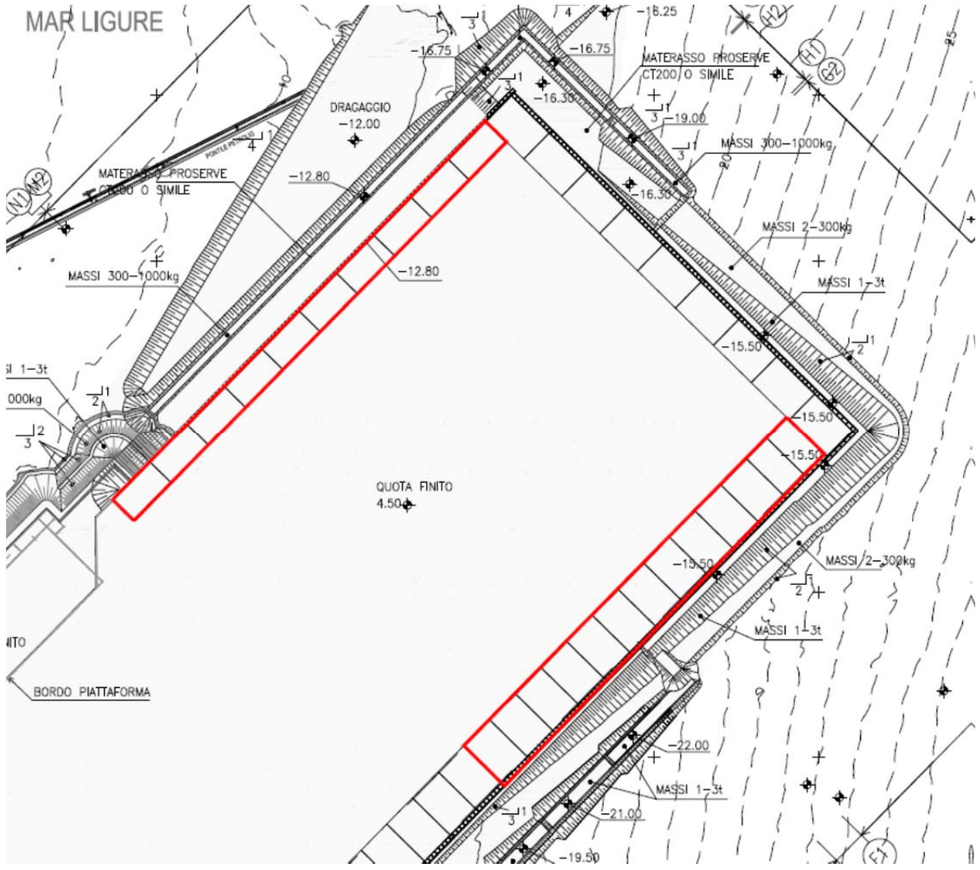


FIG. 5.45 - PLANIMETRIA CON EVIDENZIATE LE MODIFICHE PROPOSTE AL PROGETTO ESECUTIVO APPROVATO (ESTENSIONE A TUTTA LA PIATTARFORMA DELL'AREA IN RILEVATO)

Dal punto di vista geometrico, come evidenziato nella Fig. 5.41, procedendo in senso antiorario dal radicamento a terra in corrispondenza alla spiaggia di Porto Vado fino al radicamento a terra nella zona dei cantieri Eurocraft, le opere di conterminazione del terrapieno sono le seguenti:

– in corrispondenza alla spiaggia di Porto Vado, ove per la funzionalità della piastra non è richiesto fondale, la conterminazione è costituita da un rilevato, rivestito in scogliera, esteso per circa 160 m; come si può vedere dalla sezione corrispondente, riportata in Fig. 5.46, il rilevato è composto da un nucleo interno, realizzato con materiale granulare e tout-venant. La mantellata di rivestimento, realizzata con massi di pezzatura 300-1000 kg, presenta una scarpata di pendenza 3/2 e quota di sommità variabile da +2,26 m l.m.m. a +4,50 m l.m.m. ed è posata su uno strato intermedio costituito da massi naturali di pezzatura 2-300 kg che svolge la funzione di filtro. Al fine di evitare la perdita dei materiali fini dagli strati di base, è prevista la posa di un geotessile tra lo strato filtro in massi 2-300 kg e il nucleo della scogliera in tout venant e bonifico e tra la berma al piede in massi 2-300 kg e il fondale naturale;
– lungo la banchina contenitori, è previsto un fondale minimo di 15,0 m, la conterminazione è costituita da una serie di 32 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato; i primi 2 a partire dalla radice (N_{18} ed N_{17}) della piattaforma hanno dimensioni in pianta di 32,0 m per 22,0 m ed altezza 18,50 m; i successivi 28 (da N_1 ad N_{16} e da A_4 ad A_{15}) hanno dimensioni in pianta di 32,0 m per 22 m ed altezza 19,0 m; gli ultimi 2 (A_2 e A_3) hanno dimensioni in pianta di 32,0 m per 17,45 m ed altezza 19,0 m (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**); i cassoni sono imbasati alla quota -16,50 m s.m.m., con un franco quindi di 1,50 m rispetto alla quota prevista per il fondale; per realizzare questa quota di imbasamento, come già descritto ai precedenti paragrafi, è previsto un dragaggio alla quota -18,50 m s.m.m., che consente poi la posa del cassone alla profondità prevista dopo l'interposizione di uno strato filtro di ghiaia e sabbia (il "bonifico" citato nei rapporti geotecnici) e del pietrame di imbasamento, di pezzatura 20-300 Kg, la dimensione trasversale alla banchina, di 32,00 m, è stata dettata da esigenze strutturali, al fine di poter posizionare le rotaie delle gru di banchina sui setti verticali del cassone; la dimensione parallela alla banchina, ovvero 22,00 m è sta-

ta scelta in funzione di criteri geometrici e costruttivi, legati alla possibilità di prefabbricazione dei cassoni;

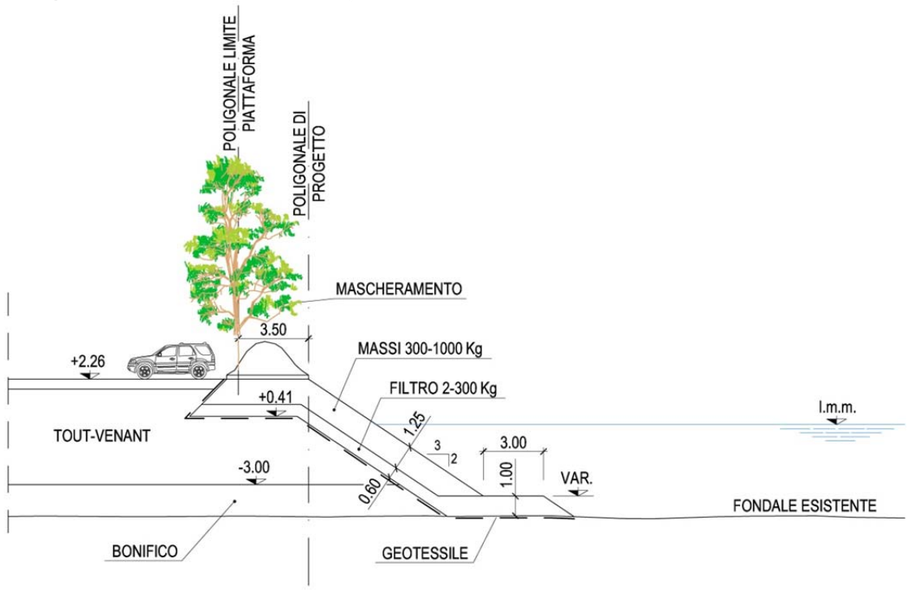


FIG. 5.46 - SCOGLIERA DI PROTEZIONE DEL RILEVATO DI CONTERMINAZIONE DELL'AREA A TERRA SUL LATO DELLA SPIAGGIA DI PORTO VADO

- lungo la testata della piattaforma il rilevato è conterminato da 9 cassoni (A1, B1, C1, D0, D1, E1, F1, G1, H1), tutti imbasati alla quota -16,50 m.s.m.m., di dimensioni in pianta 22m x 32m ed altezza 19m
- lungo la banchina petroli il rilevato sarà conterminato da 10 cassoni imbasati alla quota -13,00 m s.m.m., di dimensioni in pianta 17,45 m x 32,0m ed altezza 15,50 m (Fig. 5.42)
- lungo il bordo nord-occidentale il terrapieno sarà conterminato tramite un muro in cemento armato, posato su un rilevato in materiale granulare Fig. 5.47; il rilevato di base è a sua volta protetto dal materiale dragato posto nella vasca di deposito adiacente su questo lato alla piastra multifunzionale.
-

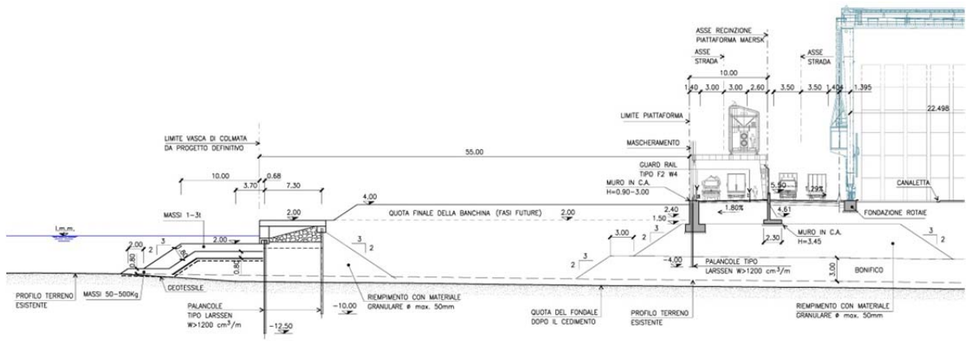


FIG. 5.47 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RILEVATO DI CONTERMINAZIONE DELL'AREA A TERRA LUNGO IL BORDO NORD-OCCIDENTALE

La problematica connessa alla posa sia dei cassoni del terrapieno che conterminano e formano l'area a terra è ampiamente discussa nei rapporti geotecnici di progetto; essa deriva in sostanza dalla natura del terreno di fondazione che, subito sotto il fondale naturale, è costituito da limo sciolto; esso in sostanza:

- rende impossibile l'appoggio diretto delle opere sul fondale;
- essendo normal-consolidato indurrebbe, se non opportunamente trattato, cedimenti in fase di esercizio non compatibili con la funzionalità del terminale e la durabilità delle pavimentazioni.

Il primo problema è stato risolto, come documentato nei rapporti geotecnici di progetto, prevedendo di far precedere a qualsiasi opera, sia essa il varo dei cassoni o la posa del materiale granulare che forma il terrapieno, la messa in opera di uno stato di materiale granulare, denominato "bonifico", generalmente di spessore attorno ai 3 m, ma adeguato zona per zona alle caratteristiche locali del terreno in sito, all'eventuale avvenuto dragaggio, ai carichi di esercizio previsti ed ai cedimenti considerati ammissibili per la funzionalità dell'opera; le analisi di stabilità svolte hanno mostrato come la presenza di questo strato, posato secondo le sequenze descritte, rendono il

terreno naturale capace di sopportare i carichi previsti durante la costruzione ed in esercizio.

Il secondo problema è stato risolto prevedendo, sia sulle strutture dei cassoni che sul rilevato, una opportuna precarica, che consenta al terreno in sito di acquisire una maggiore rigidezza, cioè di subire cedimenti, nelle fasi di esercizio, non conseguenti al suo modulo elastico vergine, ma a quello di ricompressione, maggiore perchè tiene conto della storia statica del terreno, ovvero dei carichi ad esso già applicati con la precarica. La precarica dei cassoni è prevista tramite riempimenti in materiale granulare contenuti da blocchi di calcestruzzo mentre la precarica del rilevato è prevista tramite movimentazione del terreno, posto in cumuli di adeguata altezza sulla zona da precaricare.

Per quanto riguarda i cassoni, lo strato di bonifico, costituito da ghiaia e sabbia, ha lo scopo di fungere anche da strato di transizione granulometrica tra il terreno naturale, ovvero il limo, e lo scanno in pietrame su cui verranno appoggiati i cassoni stessi.

Le analisi di stabilità hanno mostrato la necessità di procedere alla stesa bel bonifico e dello scanno nelle seguenti modalità:

- Bonifico: avanzamento da terra verso mare in tratti da 25 metri posando il materiale per strati aventi altezza non superiore a 1.5 m;
- Scanno: stesa dello scanno solo dopo aver ultimato la stesa del bonifico su tutta l'area, anche in questo caso procedendo per tratti da 25 metri.

I cassoni andranno posati sullo scanno alle diverse quote di imbasamento previste, andranno zavorrati e successivamente verrà eseguito il rinfianco col rilevato.

Solo dopo aver terminato il rinfianco dei cassoni sarà possibile eseguire la precarica sui singoli cassoni.

Dal punto di vista della messa in opera dei cassoni si considera, quindi, la seguente sequenza operativa:

- Affondamento del cassone;
- Zavorramento del cassone;
- Posa dei cassoni adiacenti;
- Rinfianco dei cassoni;
- Precarica cassone e rilevato retrostante;
- Rimozione precarica.

Questa sequenza è quella che permette di ottimizzare al massimo l'efficacia delle operazioni di precarica e che minimizza i cedimenti dei cassoni sotto i carichi di esercizio.

Il cedimento dei cassoni durante la fase di esercizio, a seguito dell'operazione di precarica, varia in funzione della stratigrafia. In particolare il cedimento differenziale tra aree limitrofe varia tra 0.5 e 2 cm.

L'area a terra della piastra multifunzionale sarà realizzata tramite un rilevato in terra di altezza via via crescente procedendo da terra verso mare fino a raggiungere le strutture di conterminazione. Fino alla quota di fondale di -3.50 m l.m.m, il rilevato sarà direttamente realizzato sul fondale esistente. A partire da tale profondità invece si stenderà sul fondale uno strato di bonifico. Fino alla profondità di -6.00 m esso è previsto con spessore variabile tra 1 m e 3 m. Da tale profondità in poi, e per tutta l'area del rilevato, lo si manterrà di spessore costante e uguale a 3 m.

Il rilevato sarà realizzato fino alla quota +3,70 m s.m.m., per poi completare l'area con la pavimentazione finale, che raggiunge la quota +4,50 m s.m.m..

Le analisi su modello, con cui è stata simulata la stabilità del rilevato durante la costruzione ed in esercizio, hanno mostrato la necessità di procedere alla costruzione, almeno per quanto attiene il primo strato di "bonifico" di 3 m, in diverse fasi: il bonifico andrà steso con altezze non superiori a 1.5 m lasciando passare almeno 7 giorni prima della successiva stesa di altri 1.5 m per raggiungere lo spessore finale di 3 m. In avanzamento la stabilità del rilevato sarà garantita da una berma di almeno 20 metri formata dai 3 metri di bonifico. Ovvero lo strato di bonifico dovrà precedere il fronte di avanzamento del rilevato di almeno 20 metri.

I cedimenti di costruzione previsti sono dell'ordine di circa 50 cm-1 metro, a seconda dell'altezza di rilevato che si considera, ovvero della profondità del fondale, e potranno

essere recuperati con materiale aggiuntivo per raggiungere la quota di progetto di +4.50 m.
Considerando le sequenze operative sopra indicate, l'analisi di stabilità globale del rilevato con il cassone reggispinta ha sempre evidenziato fattori di sicurezza superiori ai limiti imposti dalla normativa.

5.6. Il ricircolo dell'acqua tra l'area di Porto Vado ed il Porto Turistico

L'Accordo di Programma siglato tra la Regione Liguria, l'Autorità Portuale, la Provincia di Savona ed il Comune di Vado Ligure prevede, tra gli interventi da realizzare (Art. 3 - lettera d) un "idoneo sistema di ricambio acque da realizzarsi in prossimità della radice della piattaforma, attuabile grazie alla previsione della viabilità in sovrappasso".

Il sistema di ricambio delle acque è stato previsto tra lo specchio acqueo antistante la spiaggia di Porto Vado, ed il futuro bacino del porto turistico; poiché certamente la qualità delle acque del bacino antistante Porto Vado sarà migliore rispetto a quella del bacino chiuso del porticciolo, il sistema di ricircolo è stato previsto in un solo senso, cioè con prelievo d'acqua dalla zona antistante Porto Vado ed il suo scarico nel bacino del porto turistico; evidentemente il ricircolo consente di migliorare in questo modo la qualità delle acque sino a Porto Vado, in quanto l'acqua di ricircolo sarà rimpiazzata da acqua proveniente dal mare aperto, con ovvi benefici, sia all'interno del bacino chiuso del porticciolo, forzando tramite l'apporto dell'acqua ricircolata un ricambio all'interno del bacino.

Le indagini idrodinamiche condotte nell'ambito del progetto definitivo, già riassunte al capitolo 4 di questo rapporto, hanno mostrato l'efficacia di questo intervento, pur considerando che il "motore" del ricircolo sia unicamente il dislivello idraulico che viene a crearsi periodicamente tra il bacino di partenza e quello di arrivo per effetto delle condizioni di vento, moto ondoso, sesse che insaccano l'acqua all'interno della baia Vado; pur tuttavia, come sarà descritto qui di seguito, il sistema di ricambio potrà in futuro, a valle dei risultati di prove di qualità delle acque all'interno del bacino antistante Porto Vado, essere forzato tramite l'installazione di pompe di elevata portata e bassa prevalenza, all'interno delle strutture di imbocco già predisposte allo scopo.

Il sistema di ricircolo (Fig. 5.48) consiste essenzialmente:

- in una struttura di imbocco; si tratta in sostanza di un cassone cellulare in cemento armato, di dimensioni in pianta di 32,00 m per 22,00 m ed altezza di 18,50 m. Esso contiene la prima parte del canale, assieme agli organi di intercettazione; (Fig. 5.49) che consistono in due serie di panconi in acciaio zincato che compartimentano la camera in cui è prevista l'eventuale futura collocazione delle pompe, e la valvola di non ritorno, che impedisce il flusso dell'acqua dal bacino del porticciolo alla baia antistante la spiaggia di Porto Vado, ove certamente l'acqua sarà più pulita;
- in uno scatolare a doppia canna (due scatolari a singola canna tra di loro accostati) in conglomerato cementizio armato (Fig. 5.50 e Fig. 5.51), realizzato con singoli elementi scatolari prefabbricati tra di loro giuntati, che attraversa la piattaforma nella direzione SE NW; ogni canna ha una dimensione interna netta di 1,50 m in altezza e 2,00 m in larghezza, con luce libera fino alla quota inferiore della soletta, ubicata alla -0,30 m s.m.m. al fine come detto in precedenza, di evitare che la luce sia chiusa da una forzante elevata, che potrebbe, trasformando il flusso da pelo libero a pressione, inducendo in questo caso vibrazioni o sollecitazioni del tutto da evitare; ogni circa 100 m la struttura scatolare prefabbricata, dotata di pareti in calcestruzzo armato di spessore 18 cm, è resa ispezionabile tramite pozzetti i cui chiusini, logicamente carrabili, sono ubicati all'interno del terminale dei contenitori, lungo la striscia di transito degli autotreni adiacente all'edificio amministrativo. I singoli moduli degli scatolari (due scatolari a singola canna tra di loro accostati) rettangolari prefabbricati in calcestruzzo armato (classe di resistenza C40/50, copriferro 40 mm e classe d'esposizione XS2) da adoperarsi nei lavori di realizzazione di una doppia canna interrata per il ricircolo d'acqua dovrà avere le seguenti dimensioni utili interne:

Base	200
Altezza	150
Lunghezza	200
Spessore	18

- Le due canne singole affiancate presentano una lunghezza totale di circa 283,8 m e 283,9 m e sono formati entrambi da 142 moduli singoli tra loro giuntati con giunto a mezzo spessore.
- In condizioni d'esercizio, il manufatto è sottoposto all'azione di carichi accidentali e al carico dovuto al ricoprimento di terreno pari a H = 460 cm (si considera inoltre una fase provvisionale con ricoprimento nullo e sovraccarico dovuto a mezzi di cantiere). Il piano di fondazione è situato alla -1,96 m l.m.m. e pertanto il manufatto è soggetto all'azione dell'acqua marina e fenomeni di escursione mareale.
- In una struttura di sbocco (Fig. 5.52) realizzata attraverso una banchina a blocchi prefabbricati di conglomerato cementizio, con sovrastruttura in c.a. di spessore 1,52 m gettata in opera fino alla +2,50 m l.m.m.; la banchina a blocchi si estenderà per 8,50 m e sarà fondata alla -3,50 m l.m.m.. Sarà prevista protezione dello sbocco con griglia in acciaio inox.

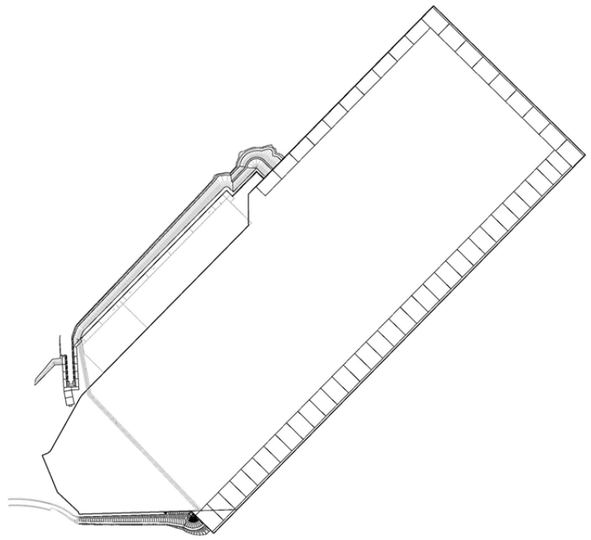


FIG. 5.48 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - VISTA IN PIANTA

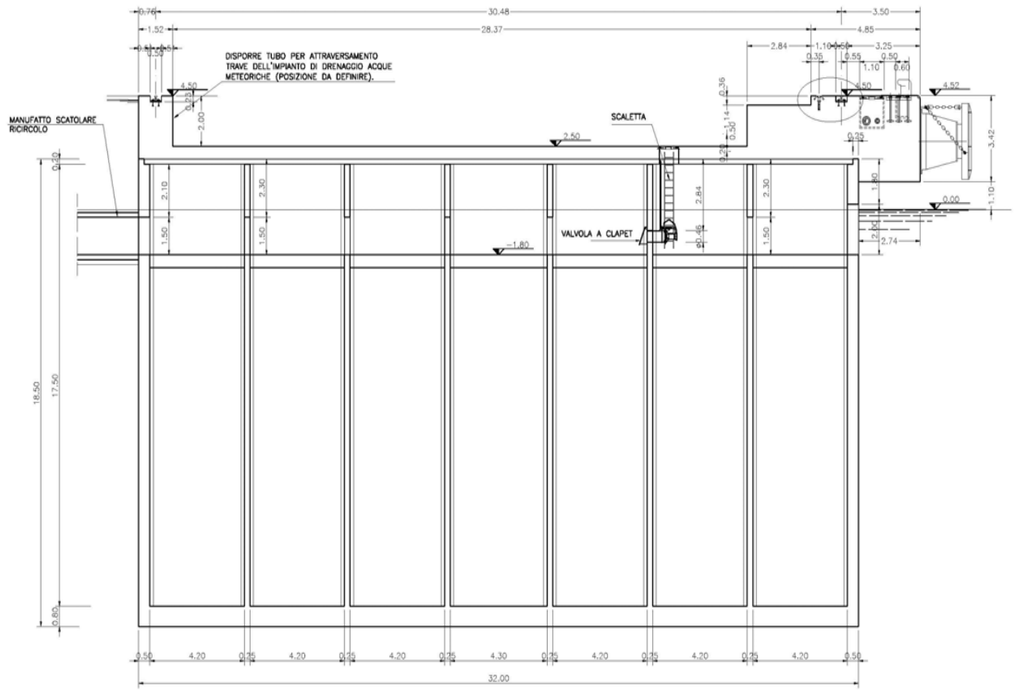


FIG. 5.49 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURE DI IMBOCCO

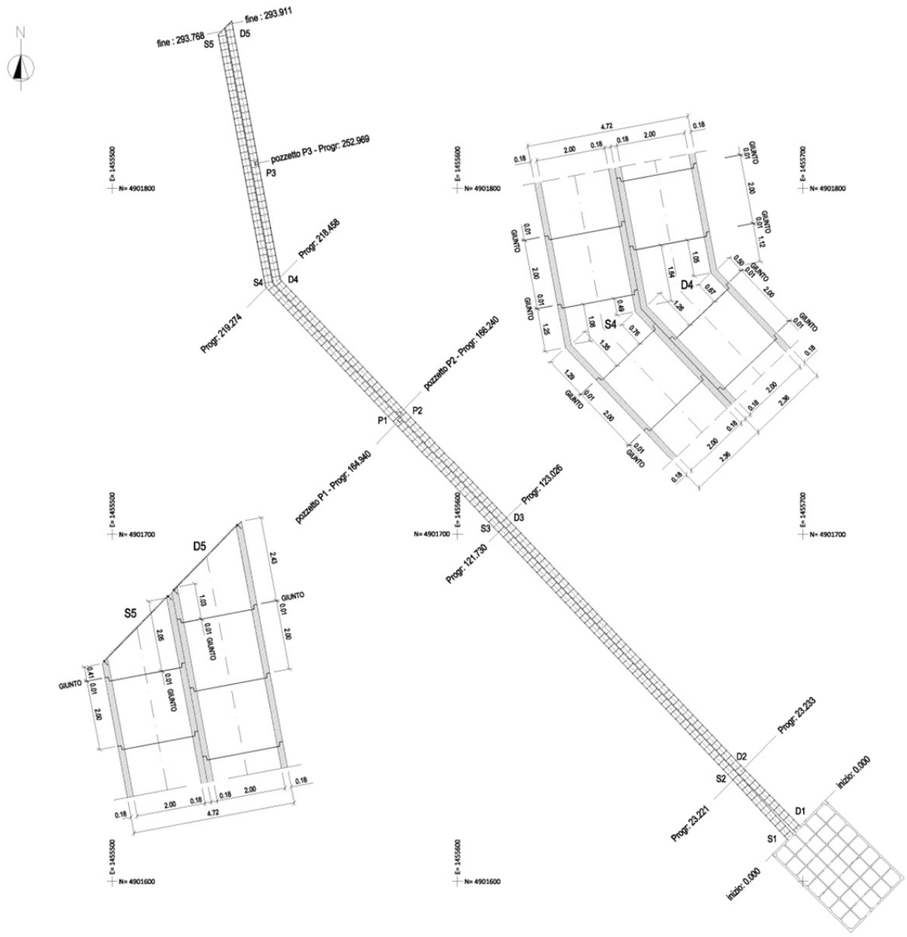


FIG. 5.50 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURA SCATOLARE

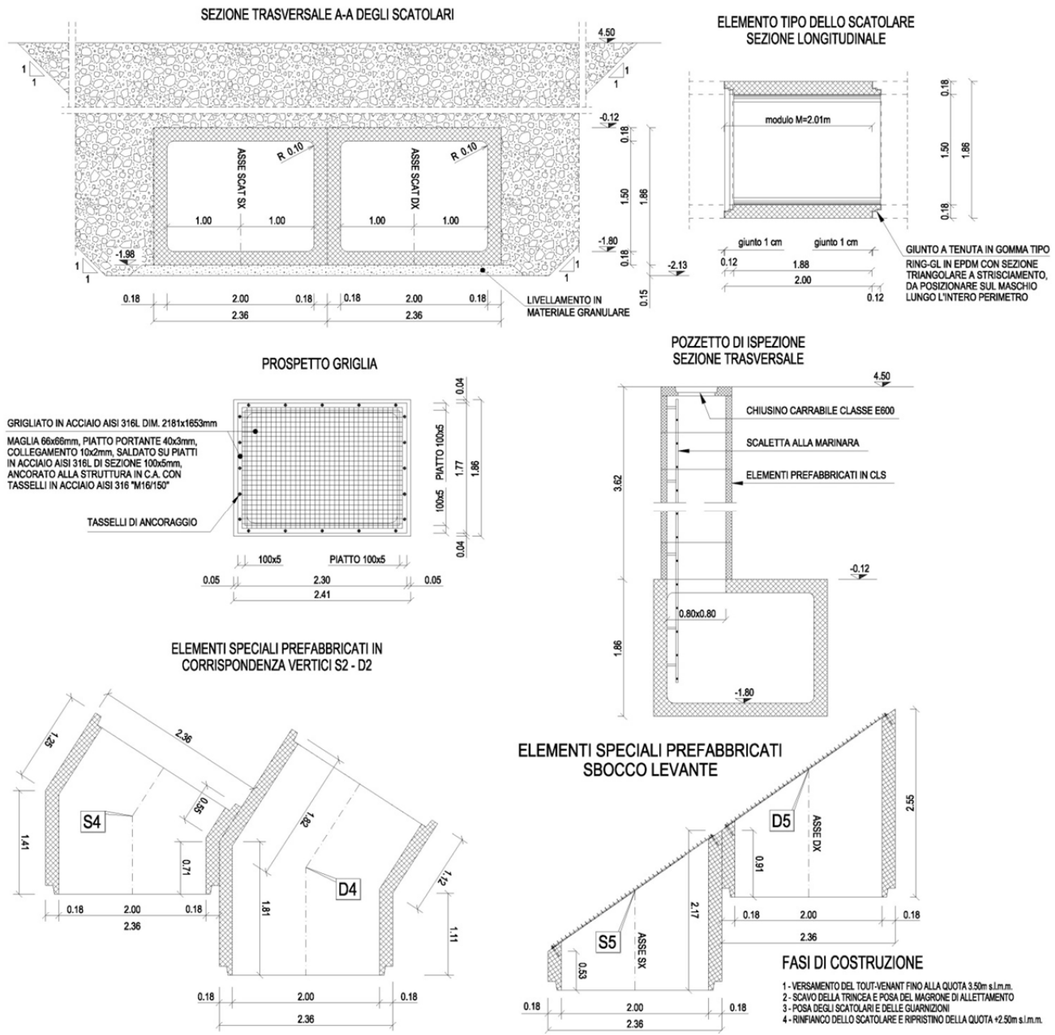


FIG. 5.51 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURA SCATOLARE

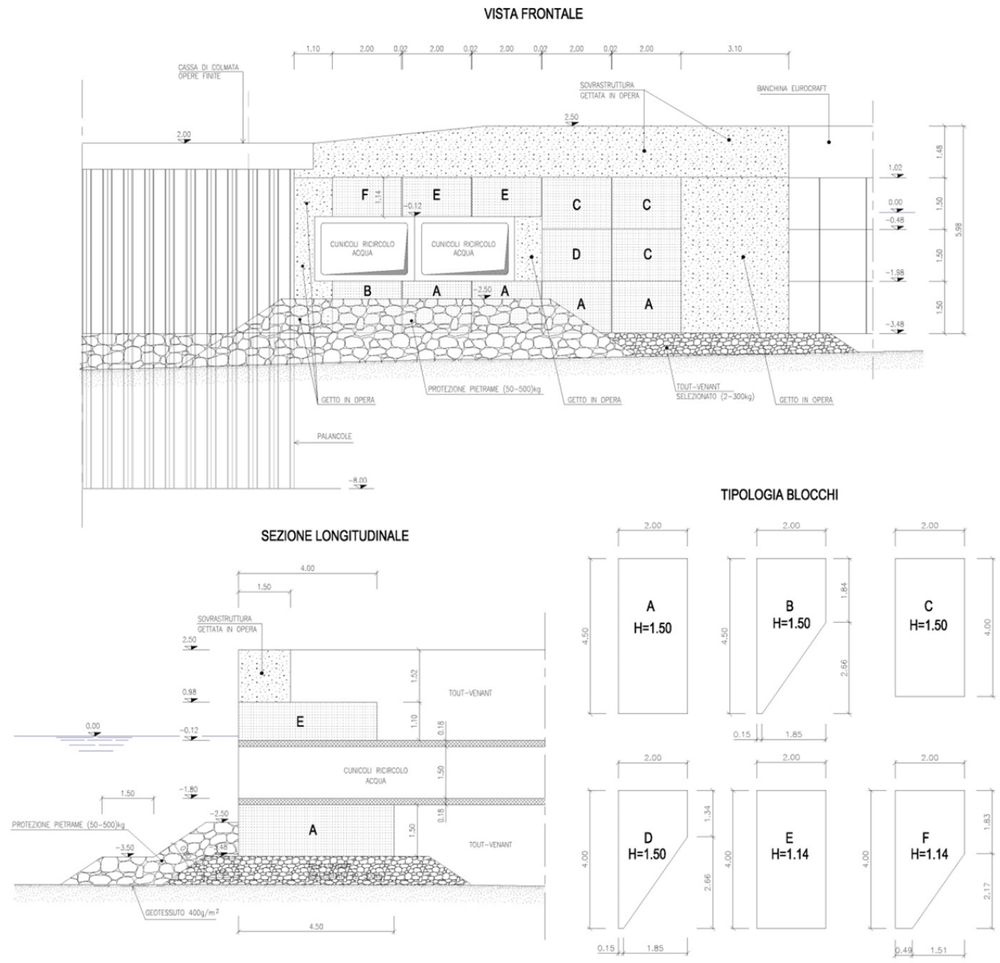


FIG. 5.52 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURE DI SBOCCO

5.7. Pavimentazioni e finiture superficiali

Il Progetto Esecutivo aveva mantenuto invariate nella maggior parte delle aree le tipologie di pavimentazione della piattaforma individuate nell'ambito del Progetto Definitivo, salvo adeguare gli spessori ove necessario. Facevano eccezione l'area del gate e la banchina rinfuse, nelle quali erano state apportate modifiche rispetto al Progetto Definitivo. Le modifiche sono consistite essenzialmente nell'utilizzo di una pavimentazione di tipo bituminoso invece che in blocchetti di calcestruzzo nell'area del gate, con caratteristiche analoghe a quella del tratto stradale che ad essa si raccorda (sovrappasso), e nell'adozione di una banchina di tipo bituminoso invece che di cls nella banchina rinfuse.

Nell'area del gate questa modifica era stata motivata dalla maggiore facilità di manutenzione delle pavimentazioni bituminose rispetto a quelle in blocchetti di calcestruzzo, e del maggior confort di guida per i mezzi in arrivo. La modifica era stata resa possibile dal fatto che nell'area del gate si prevede traffico di tipo autostradale, e non è previsto che mezzi più impattanti sulla pavimentazione operino in quest'area.

Per la banchina rinfuse la sostituzione della pavimentazione in cls con pavimentazione di tipo bituminoso era stata motivata dalla modifica concepita da TRI in fase di Progetto Esecutivo al sistema di carico/scarico, che impedisce lo sversamento delle polveri. In questa situazione era risultato più conveniente utilizzare una pavimentazione di tipo bituminoso che, rispetto a quella in cls originariamente prevista, offre una maggiore facilità di manutenzione.

Nell'ambito di questa Perizia di Variante, le tipologie di pavimentazione individuate nell'ambito del Progetto Esecutivo sono rimaste invariate. Gli spessori dei vari pacchetti sono invece stati verificati ed adattati alla luce delle nuove condizioni di progetto, che sostanzialmente sono:

- la modifica del layout del terminal container
- la modifica della tipologia strutturale della piattaforma, che non prevede più una parte su impalcato
- la modifica della tipologia di mezzo per la movimentazione dei container.

Le differenze tra progetto Esecutivo e Perizia di Variante sono illustrate nel seguito, con riferimento alle aree funzionali della piattaforma.

5.8. Pavimentazione

5.8.1. Terminal Container

È stato mantenuto il principio di avere una pavimentazione di tipo flessibile, con caratteristiche diverse tra zona di stoccaggio dei containers, nella quale sono presenti solo carichi statici, seppure rilevanti, e quella di transito degli automezzi di trasporto dei contenitori, ove sono presenti sia effetti dinamici che, soprattutto, effetti radenti, dovuti al movimento delle ruote del mezzo in manovra, in particolar modo se da fermo.

La suddivisione tra area su impalcato e area su rilevato, che caratterizzava il Progetto Esecutivo, non sussiste più, quindi le tipologie di pavimentazione presentate in questa variante dipendono solo dalle caratteristiche funzionali delle aree cui si riferiscono.

Nelle aree di stoccaggio è stato mantenuto lo stesso pacchetto di pavimentazione scelto nel Progetto Esecutivo, che prevedeva:

- strato di usura in blocchetti di cls, che poggia su uno strato di allettamento in sabbia (8cm + 3cm);
- strato di base costituito da materiale granulare legato a cemento (30 cm), avente modulo E min. 2000 MPa;
- strato di fondazione costituito da tout venant stabilizzato nei primi 25 cm.

Per la zona di transito sono state sostanzialmente mantenute le tipologie del progetto esecutivo (quelle riferite alla parte in rilevato), ma gli spessori del pacchetto di pavimentazione sono stati modificati per tenere conto dei carichi effettivamente agenti nelle varie aree, come conseguenza del nuovo layout e dei nuovi mezzi per il trasporto container.

Infatti, nella precedente versione progettuale si era ipotizzato che all'interno del Terminal operassero Tractor Trailers e Reach Stacker, i cui movimenti erano concentrati prevalentemente lungo la banchina e nel corridoio centrale che separava le due aree di stoccaggio.
In questa nuova versione i mezzi previsti per il trasporto containers all'interno del Terminal sono Shuttle Carriers, che si muovono prevalentemente tra i due grid di accesso al terminal (ai due estremi della piattaforma) e le due aree di stoccaggio, e le collegano alla banchina.

Come conseguenza di queste diverse ipotesi di flussi e mezzi, gli spessori dei pacchetti sono stati adattati ai nuovi carichi previsti nelle diverse aree. La differenziazione tra le varie aree ha riguardato solo lo spessore dello strato di base, mantenendo inalterato lo spessore dello strato di usura e quello della fondazione. Questi ultimi sono rimasti uguali a quelli del Progetto esecutivo, e cioè:

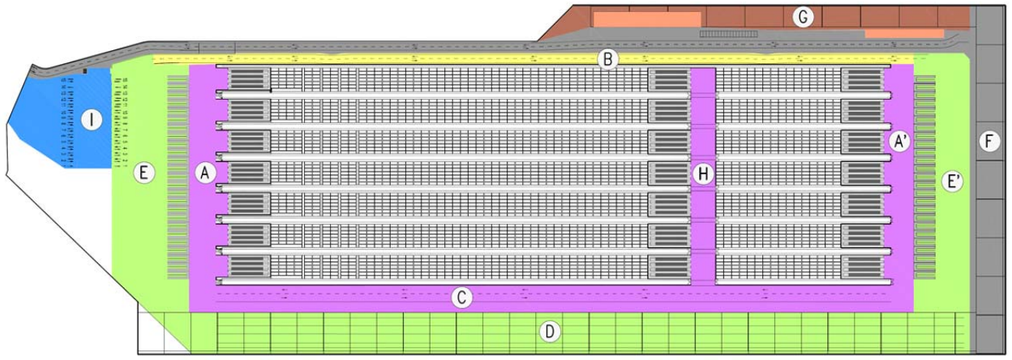
- strato di usura in blocchetti di cls, che poggia su uno strato di allettamento in sabbia (15cm + 3cm);
- strato di fondazione costituito da materiale granulare selezionato (30 cm).

Lo strato di base, costituito da materiale granulare legato a cemento di ottima qualità (richiesto un modulo elastico minimo di 12000 MPa), ha spessore variabile tra 15 e 45 cm a seconda dell'entità dei carichi da sopportare (mentre variava tra 15 e 50 cm nel Progetto Esecutivo). Questi spessori sono stati verificati sulla base dei cicli di carico (numero di passaggi dei mezzi previsto durante la vita utile della struttura) attesi nelle varie aree (si veda la figura seguente) attraverso verifiche a fatica, come illustrato nella relazione "MI0102-PV-G-Z-R-003-00".

La sottofondazione, come nella versione progettuale precedente, è costituita dallo stesso misto granulare utilizzato per il riempimento, per brevità chiamato "tout venant".

Il risultato di questa zonizzazione è mostrato nella seguente Fig. 5.53, nella quale, per completezza, sono state inserite anche le aree della piattaforma al di fuori del Terminal Container, che verranno descritte nel seguito.

Per ulteriori dettagli sui pacchetti specifici adottati nelle diverse aree si rimanda agli elaborati grafici: "MI0102-PV-G-Z-D-081-00.dwg" e "MI0102-PV-G-Z-D-082-00.dwg".



LEGENDA

I	AREA DEL GATE	S	AREA DI STOCCAGGIO
D+E+E'	AREA DI INGRESSO E BANCHINA SU CASSONI	F	AREA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI I
A+A' C+H	AREA DI SCAMBIO E BANCHINA	G	AREA BANCHINA PETROLI
B	CORSIA LATO PETROLI		

FIG. 5.53 - PLANIMETRIA DELLA PAVIMENTAZIONE IN PIATTAFORMA

Nella seguente FIG. 5.54 si mostra, a titolo di esempio, una sezione della banchina del Terminal Container, in corrispondenza delle gru STS:

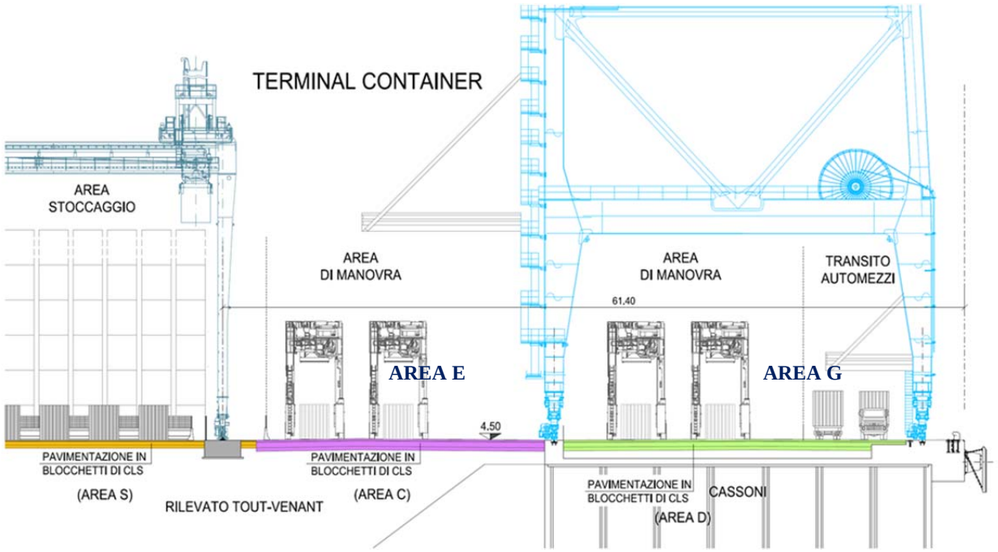


FIG. 5.54 - SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELL'AREA DI MANOVRA SOTTO LE STS

I pacchetti relativi all'area di manovra dell'area terminal sono mostrati nelle seguenti figure (Fig. 5.55, Fig. 5.56, Fig. 5.57).

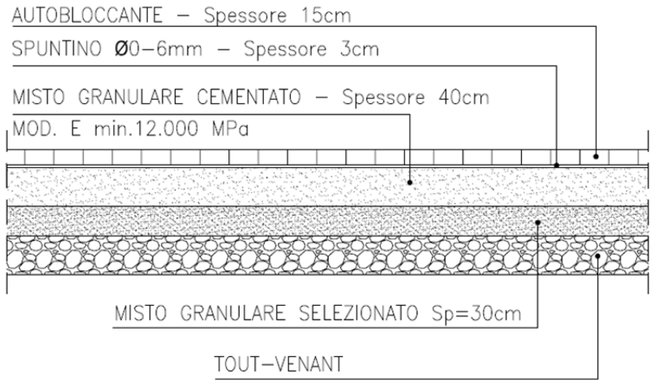


FIG. 5.55 - SEZIONE AREA DI INGRESSO (AREA E-E') E BANCHINA SU CASSONI (D)

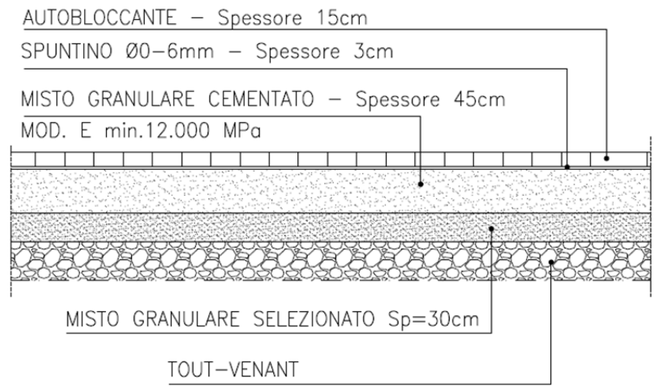


FIG. 5.56 - SEZIONE AREA DI SCAMBIO E BANCHINA (AREA A-A', CORRIDOIO H E AREA C)

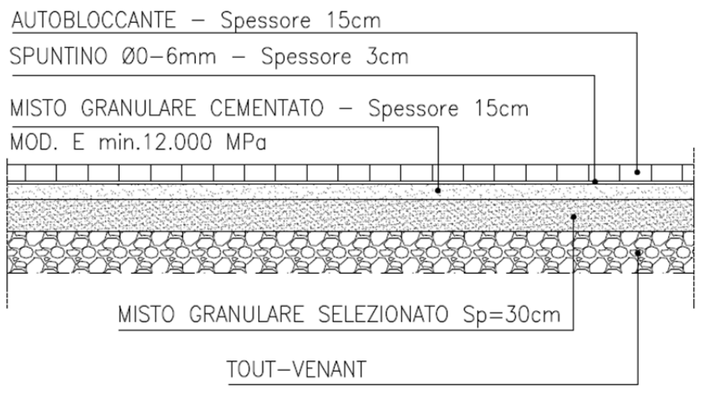


FIG. 5.57 - SEZIONE CORSIA LATO PETROLI (AREA B)

La seguente Fig. 5.58 mostra la sezione tipo per l'area di stoccaggio (area S).

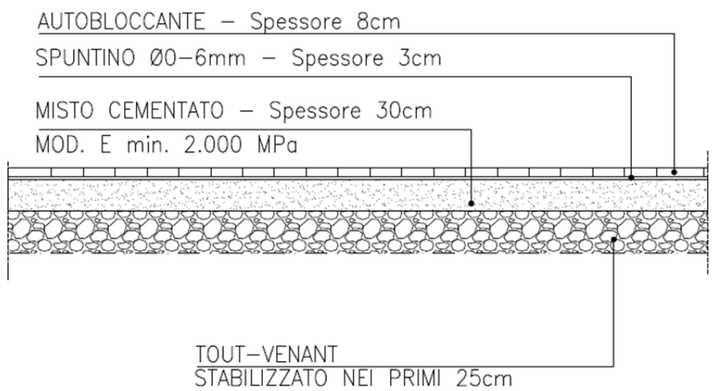


FIG. 5.58 - SEZIONE AREA DI STOCCAGGIO (AREA S)

5.8.2. Area del gate

Per l'area del gate, come anticipato, era stata apportata una modifica in fase di progettazione esecutiva, rispetto al Progetto Definitivo, scegliendo un pacchetto di tipo bituminoso invece del pacchetto che con blocchetti di calcestruzzo, utilizzato nel Terminal.

In questa Perizia di Variante il pacchetto è stato mantenuto inalterato, e risulta così composto:

.

- usura di 5 cm in conglomerato bituminoso
- binder di 5 cm in conglomerato bituminoso
- base di 10 cm di spessore in conglomerato bituminoso
- fondazione di 30 cm in misto cementato
- sottofondo costituito da tout venant, stabilizzato granulometricamente nei primi 25 cm di spessore.

Questo pacchetto è mostrato nella seguente figura.

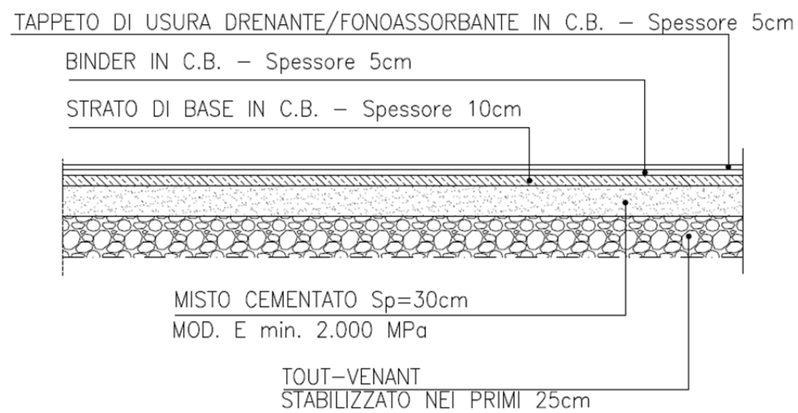


FIG. 5.59 - SEZIONE AREA DEL GATE (AREA I)

5.8.3. Banchina rinfuse

Nel Progetto Definitivo per questa banchina era stata selezionata una pavimentazione di cls di spessore 25 cm, armato con rete elettrosaldata. Questa tipologia era stata scelta per il fatto che, essendo questa banchina destinata al carico/scarico del carbone, si riteneva che la pavimentazione in cls consentisse un più agevole recupero delle polveri eventualmente sversate durante lo svolgimento di tali operazioni; inoltre si ipotizzava che la movimentazione del carbone in banchina potesse avvenire anche a mezzo di una pala.

Successivamente, sulla base delle informazioni fornite da TRI, che ha concepito un sistema di carico/scarico diverso da quello inizialmente ipotizzato, e che impedisce lo sversamento delle polveri, è stato deciso di utilizzare una pavimentazione di tipo bituminoso; quest'ultima, rispetto a quella in cls, offre una maggiore facilità di manutenzione.

In questa Perizia di Variante è stata mantenuta la stessa tipologia scelta nell'ambito del Progetto Esecutivo per la parte in rilevato, mostrata nella Fig. 5.60.

La pavimentazione è costituita da uno strato di usura in conglomerato bituminoso, posato su binder e su base legata sempre in conglomerato bituminoso. Il pacchetto poggia sul tout venant, selezionato nei primi 25 cm.

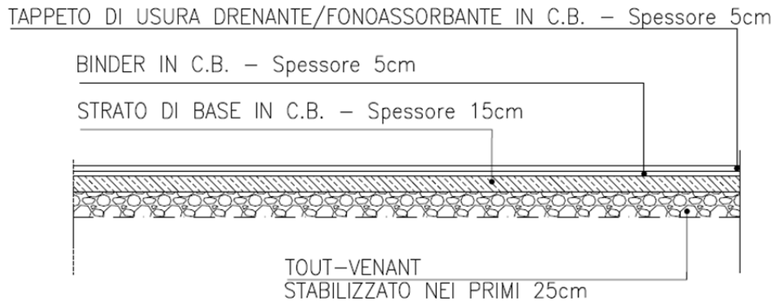


FIG. 5.60 - SEZIONE PISTA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI (AREA F)

La seguente Fig. 5.61 mostra una sezione della banchina rinfuse.

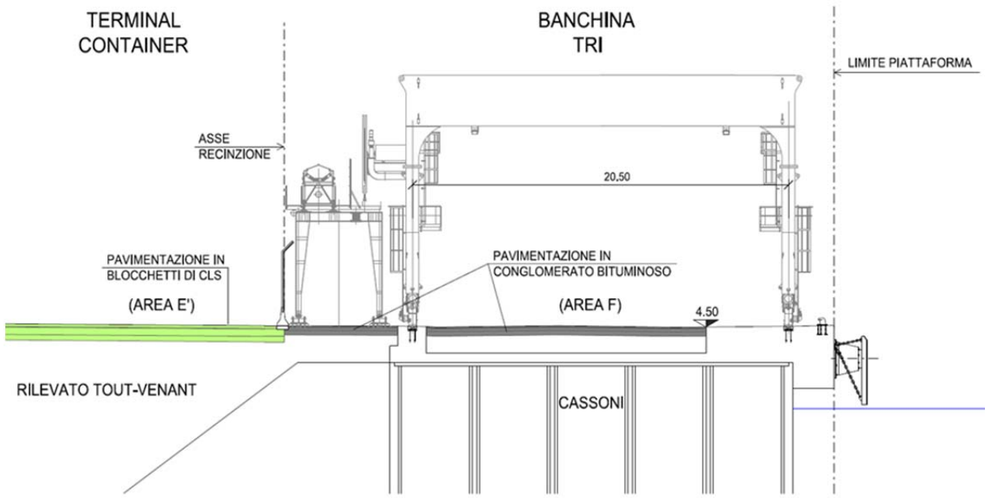


FIG. 5.61 - SEZIONE TIPO BANCHINA TRI

5.8.4. Banchina Petroli

Nel progetto Esecutivo la Banchina Petroli poggiava per la sua interezza (salvo una piccola area) sull'impalcato. Nella Variante, invece, la banchina poggia sui cassoni (si veda la seguente Fig. 5.62, che mostra una sezione della banchina petroli).

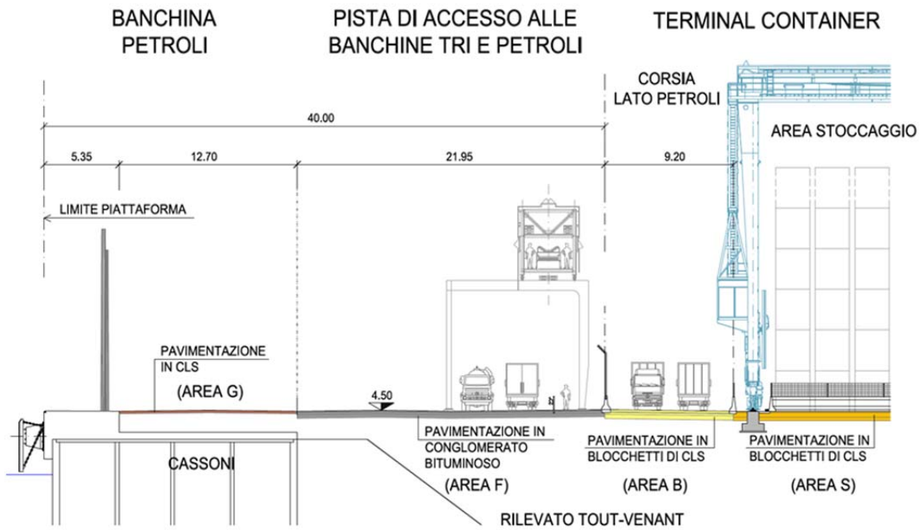


FIG. 5.62 - SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELLA BANCHINA PETROLI

Si è dunque verificato che la tipologia prevista nel Progetto Esecutivo possa soddisfare le verifiche strutturali nella nuova situazione. Le verifiche hanno dato esito positivo, quindi è stata mantenuta la tipologia già prevista, costituita da lastre in cls armato di spessore pari a 18 cm, armata con rete elettrosaldata e dotata di appositi giunti di contrazione e di deformazione, al fine di contrastare le sollecitazioni dovute al ritiro e alle deformazioni termiche.

Una sezione di questo pacchetto è mostrato nella Fig. 5.63.



FIG. 5.63 - SEZIONE BANCHINA PETROLI (AREA G)

5.9. Captazione delle acque meteoriche

La nuova soluzione di variante ha previsto la modifica della conformazione dell'area a giorno della piattaforma, precedentemente costituita da cassoni muniti di colonne e setti a sostegno dell'impalcato. Tale modifica è consistita nell'estensione dell'area in rilevato verso mare pertanto la piattaforma risulta ora interamente conterminata mediante cassoni cellulari, a differenza della conformazione precedente che prevedeva un'area a giorno confinata sul lato di nord est da una struttura di sostegno continua (cassoni di testata).
Sono stati quindi eliminati i cassoni reggispinta, che delimitavano l'area in rilevato dall'area a giorno, ed è stata prevista la prosecuzione dei cassoni della banchina container (lato sud est) e di quelli della banchina petroli (lato nord est) fino al raggiungimento della struttura di testata, in maniera tale da realizzare una conterminazione per il materiale di riempimento da versare.
La nuova soluzione ha comportato un adeguamento del sistema di captazione delle acque meteoriche dell'area precedentemente costituita da cassoni muniti di colonne e setti a sostegno dell'impalcato, in quanto non risultava più praticabile l'utilizzo delle travi dell'impalcato come vettori delle acque drenate.

Di seguito vengono riportate le principali caratteristiche della rete di collettamento delle acque meteoriche di piattaforma.

Il dimensionamento della rete portuale delle acque bianche e degli impianti di trattamento è stato effettuato con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche dell'area relative ad eventi con tempo di ritorno di 10 anni. La frequenza dell'evento critico considerata è cautelativa, in quanto la normativa di riferimento prevedrebbe un tempo di ritorno di 5 anni.

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata svolta mediante il metodo di Gumbel facendo riferimento al regime pluviometrico dell'area. I dati considerati sono quelli degli scrosci, cioè delle precipitazioni di durata inferiore all'ora, relativi alla stazione pluviografica di Savona, posta ad una quota di +5 m s.m.m., per il periodo 1951 - 1998. I dati di pioggia sono stati elaborati statisticamente per ricavare le curve di possibilità pluviometrica, che presentano una espressione del tipo:

$h = at^n$ (mm)

dove h è l'altezza di precipitazione (in mm) e t è la durata in ore dell'evento meteorico. Il parametro n è caratteristico del sito considerato mentre il parametro a coincide con l'altezza di precipitazione oraria e dipende dalla frequenza dell'evento considerato, (cioè dal suo tempo di ritorno Tr).
Di seguito sono rappresentate graficamente le curve di possibilità pluviometrica per gli scrosci (t<1 ora) (Fig. 5.64)

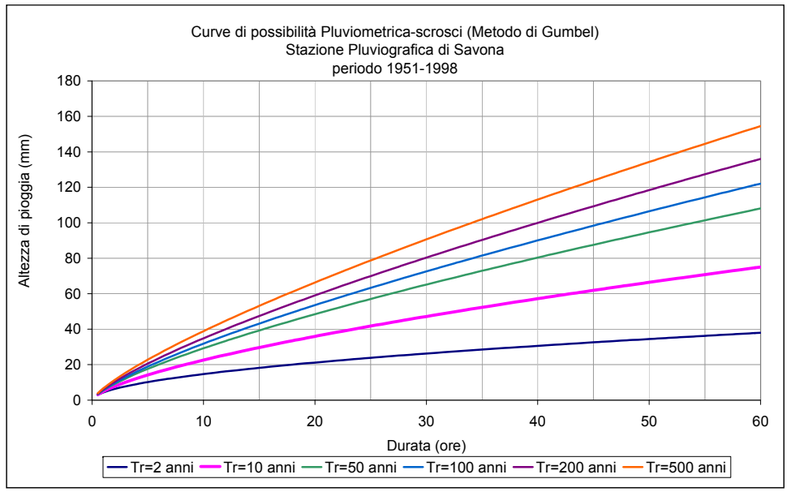


FIG. 5.64 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI- STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA

Le elaborazioni hanno quindi fornito, per un tempo di ritorno di 10 anni per t< 1 ora la seguente espressione per la curva di possibilità pluviometrica:

$h = 75{,}06\ t^{0{,}67}$

Considerando che, considerando incluso anche il volume contenuto nella pavimentazione e nello spuntino, un velo d'acqua medio di 2 cm si instauri sulla superficie (essendo la superficie orizzontale l'acqua deve crearsi un gradiente per defluire), il volume "invasato" durante l'evento per ettaro viene ad essere :

$$V_{inv.} = 0{,}02 \times 10.000 = 200\ m^3/ha$$

La portata affluente per ettaro alla rete per eventi con diversa durata è riportata in Tab. 5.1 si rileva che l'evento critico per la rete ha una durata di 45 minuti.

TAB. 5.1 - PORTATA AFFLUENTE ALLA RETE PER ETTARO

Durata evento (min)	Volume precipitazione (m^3/ha)	Volume invasato (m^3/ha)	Volume defluito (m^3/ha)	Portata alla rete (l/s ha)
5	142,02	142,00	0,00	0
10	225,97	200,00	25,97	43
15	296,50	200,00	96,50	107
20	359,53	200,00	159,53	133
30	471,76	200,00	271,76	151
45	619,01	200,00	419,01	155
60	750,60	200,00	550,60	153
90	984,89	200,00	784,89	145

Nel dimensionamento delle componenti della rete si è considerato che l'invaso costituito da tubazioni e collettori riduce in misura significativa la portata di dimensionamento e verifica delle tubazioni e dei collettori stessi (per reti con una configurazione a pettine simile a quella in esame si arriva al 50% di riduzione). In via cautelativa si è considerata una riduzione del 30% , per cui il contributo specifico (o coefficiente udometrico) viene ad assumere il valore di:

$C_s = 155 \times 0{,}7 = 108{,}5$ l/s ha

I vincoli principali considerati nella definizione del sistema di collettamento e drenaggio si possono indicare per in:

strutturali, per la presenza di cassoni cellulari, edifici e rotaie di carriponte;

altimetrici derivanti dalla necessità di scaricare a gravità le acque meteoriche, non solo quelle di superficie, ma anche le infiltrazioni nei pozzetti delle diverse infrastrutture;

temporali e di cantiere derivanti dalla successione delle diverse fasi di realizzazione della piastra.

impiantistici, per la presenza degli impianti idrico, antincendio ed elettrico.

I criteri guida per la progettazione dell'intera rete di collettamento, già applicati nelle fasi di progettazione esecutiva, si possono riassumere nei seguenti punti:

suddividere la rete in aree indipendenti in dipendenza della funzione e della tempistica di realizzazione delle diverse zone;

suddividere la portata in diversi recapiti per non essere costretti ad impiegare diametri superiori a 800 mm, sia per problemi di costo sia per mantenere più elevata possibile la quota del fondo tubo, per un più facile scarico a mare;
ridurre l'impatto sulla fruibilità e funzionalità della piastra curando l'ubicazione e la dimensione di caditoie e canalette;
allontanare anche le acque meteoriche non solo dalla superficie, ma anche dal fondo dei pozzetti: elettrici, idropotabili adiacenti agli edifici, antincendio e alimentazione navi, messa a terra, recessi delle rotaie incassate, pozzetto del "panzerbelt" (elenco a titolo di esempio, non esaustivo);
rispettare i vincoli derivanti dalla presenza delle reti delle altre infrastrutture (dimensioni e pendenze);
limitare al minimo i sollevamenti.
Il sistema di collettamento e scarico delle acque meteoriche è stato suddiviso, per i motivi sopra esposti, in cinque reti indipendenti (oltre a quella a servizio dell'area petroli, che non viene considerata in questa relazione, in quanto affrontata in un altro progetto), ciascuna facente capo ad una vasca di trattamento con scarico a mare.

L'adeguamento della configurazione delle cinque reti indipendenti di collettamento e scarico delle acque meteoriche, reso necessario dalle modifiche strutturali della piattaforma di soluzione di variante, ha comportato:

- Ridefinizione della forma e dell'estensione delle aree di collettamento, che nel rispetto dei vincoli esistenti, risultano come rappresentato nella schema in Fig. 5.65. La superficie di ciascuna area scolante è indicata in Tab. 5.2. Si può osservare che le aree indicate con i numeri 1, 4 e 5 presentano superfici dello stesso ordine di grandezza, mentre l'estensione delle altre, molto più ridotta, è determinata o dalla destinazione (area di collegamento fra viabilità ordinaria e piastra multifunzionale e area con le porte d'entrata per la rete n° 2) o dalla configurazione altimetrica (la n° 3);
- Ridefinizione delle posizioni delle vasche di trattamento delle acque drenate, come in Fig. 5.65, e del valore della portata trattata, indicato come "portata a mare" nella Tab. 5.2. Tutte le vasche sono collocate e scaricano in fronte banchina container, tranne la vasca n°3 che scarica nello scatolare di ricircolo;

Ridistribuzione dei collettori, secondo una struttura planimetrica a maglia, imponendo una pendenza longitudinale delle tubazioni minima del 3 ‰.

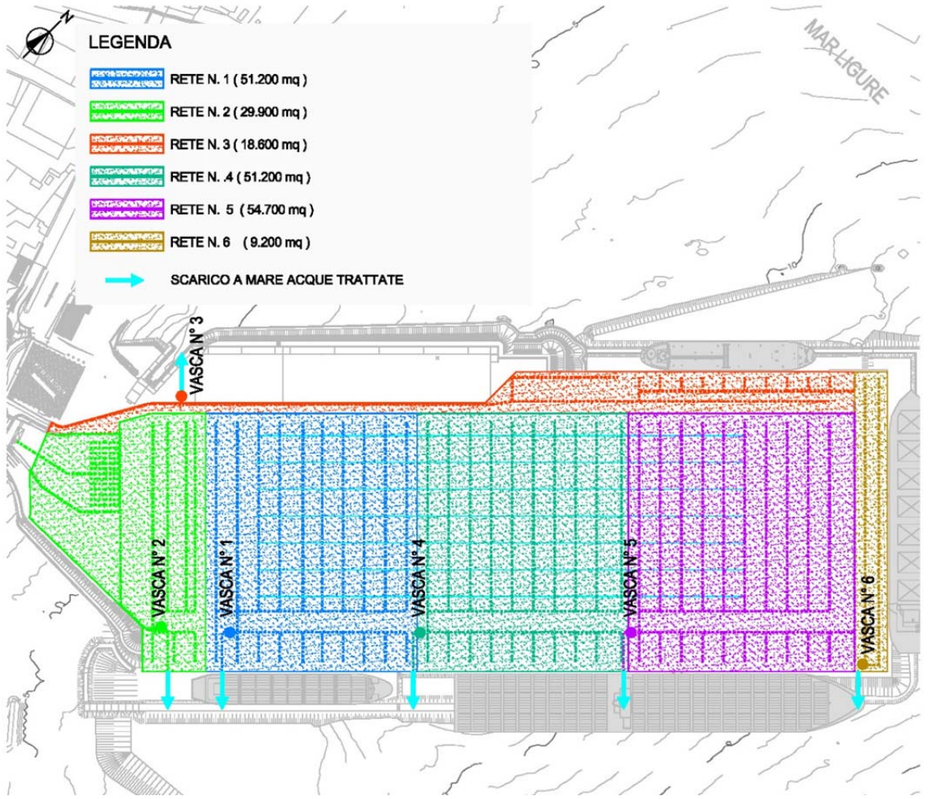


FIG. 5.65 - SCHEMA GENERALE DELLA RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

TAB. 5.2 - PORTATE CONVOGLIATE A MARE DALLA RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

rete	contributo spec.	area scolante	portata a mare
(n°)	(l/s ha)	(m^2)	(l/s)
1	155,0	51.200	794
2	155,0	29.900	463
3	155,0	18.600	288
4	155,0	51.200	794
5	155,0	54.700	848
6	In altro progetto		

Come già indicato nel precedente Progetto Esecutivo, il sistema di collettamento delle acque meteoriche varia nelle diverse zone in funzione della loro ubicazione prevedendo:

- canaletta rettangolare in corrispondenza della mezzeria della via di corsa del carro ponte nell'area container;
- canalette rettangolari con griglia;
- caditoie, che fanno affluire le portate meteoriche nei collettori nell'area container sia lungo la canaletta rettangolare sia fra i carri ponte;
- caditoie ai bordi delle aree pavimentate;
- scarichi dai pozzetti degli impianti tecnologici;
- adduttrici secondarie e primarie;
- adduttrice alla vasca di trattamento nella quale affluiscono i deflussi dei collettori;
- vasche di trattamento.

I diametri utilizzati sono riportati nella Tab. 5.3 dove accanto al diametro nominale è indicato lo spessore e il diametro interno della tubazione considerata.
Sono previsti dei pozzetti in corrispondenza delle caditoie ubicate sul fondo della canaletta al centro della via di corsa dei carri ponte e nei punti di variazione del diametro del collettore.

TAB. 5.3 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE TUBAZIONI

Ø nominale. (mm)	spessore (mm)	Ø interno (mm)
200	6,2	187,6
315	9,7	195,6
400	12,3	375,4
500	15,3	469,7
630	19,3	291,4
800	24,5	751,0

Per il trattamento sono state previste cinque vasche del tipo certificato con separatore a coalescenza con bypass (Fig. 5.66) . Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche precedono lo scarico a mare, che dovrà avvenire nel rispetto dei valori limite imposti dalla normativa vigente di riferimento (Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i.). E' opportuno notare che le vasche trattano in continuo tutta la portata meteorica defluente dalla piattaforma. Non è stato preso in considerazione il trattamento delle acque provenienti dall'area petroli e la relativa vasca con scarico a mare n°6, che fanno parte di un altro progetto.

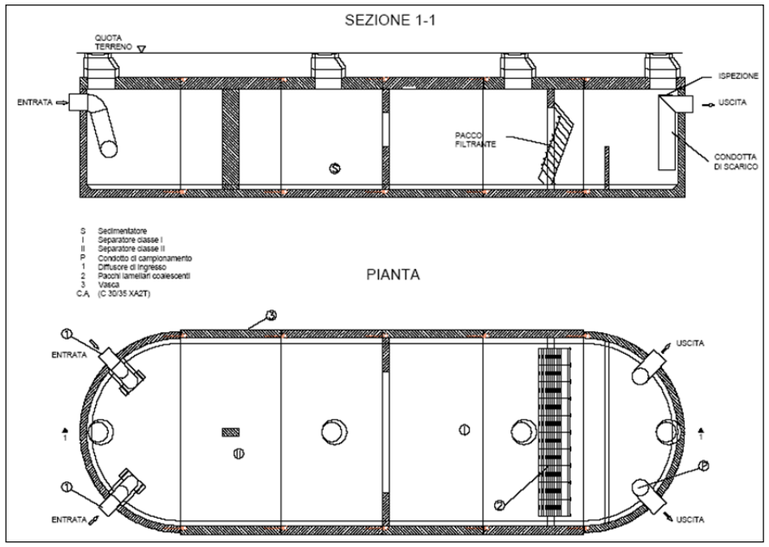


FIG. 5.66 - CAPTAZIONE ACQUE METEORICHE - VASCHE DI TRATTAMENTO

Per la parte a terra o più precisamente per le aree che afferiscono le portate meteoriche alle vasche 1, 2, 3, 4 e parzialmente alla 5 la rete è costituita da tubazioni in PEad di diametro nominale da Ø 315 mm a Ø 800 mm con pendenze del 3,0 ‰.
Considerando il contributo specifico, Cs= 108,5 l/s ha, si è verificato che i tratti di diametro minore (315 e 400 mm) presentassero un tirante mai superiore al 50% del diametro. Per Ø630 mm e Ø800mm si è considerato praticabile un riempimento al 66% e solo per il tratto terminale delle adduzioni alle vasche si è accettato il massimo riempimento a pelo libero.
La verifica idraulica ha riguardato essenzialmente la valutazione dell'altezza idrica a moto uniforme verificando che il deflusso non risulti rigurgitato. A tal fine è stata utilizzata la nota formula di Gauckler-Strickler:

$Q = K\, R^{2/3}\ i\ ½\ A$

Con K coefficiente di scabrezza assunto pari a 80 $m^{1/3}\ s^{-1}$.

–

Inoltre nella perizia di variante è stata inserita un'area per il lavaggio dei mezzi di lavoro e per il rifornimento dei camion, all'interno dell'area scolane n°2. Le acque di lavaggio vengono captate mediante due caditoie grigliate rettangolari, longitudinali, una posta al centro dell'area di lavaggio camion, l'altra al centro dell'area di lavaggio shuttle carrier. Le canalette grigliate sono collegate ai vicini pozzetti di raccolta acqua, direttamente o mediante tubazione. Le portate determinate dal lavaggio dei mezzi hanno un'entità minima rispetto alla capacità di captazione e trattamento del sistema (valore di 3 ordini di grandezza inferiore) ed hanno caratteristiche qualitative, presenza di oli/idrocarburi, tali per cui possono essere trattate dalla stessa vasca di trattamento n°2 già prevista per le acque meteoriche (Fig. 5.67).

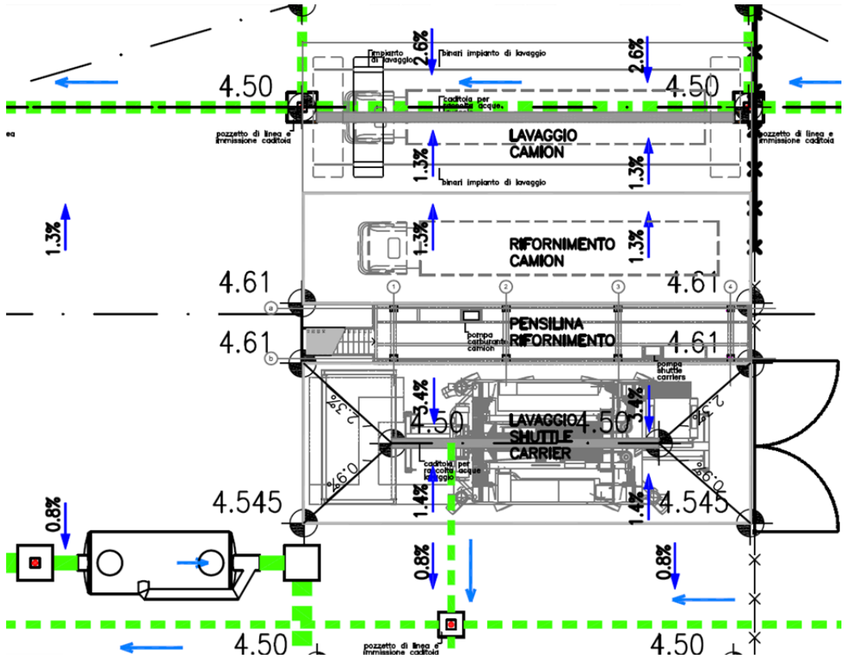


FIG. 5.67 - AREA LAVAGGIO MEZZI

Per il collettamento delle acque meteoriche afferenti sull'area circostante l'edificio "A" della banchina petroli sono state previste due canalette rettangolari grigliate di lunghezza L=110 m, larghezza 30 cm e profondità variabile, una lungo il fronte dell'edificio e l'altra lungo il retro (Fig. 5.68). L'altezza della canaletta aumenta in

progressione, con salti di 20 cm, dal suo punto di inizio fino al pozzetto di allacciamento con le tubazioni di drenaggio, partendo da 40 cm di profondità fino a 100 cm.

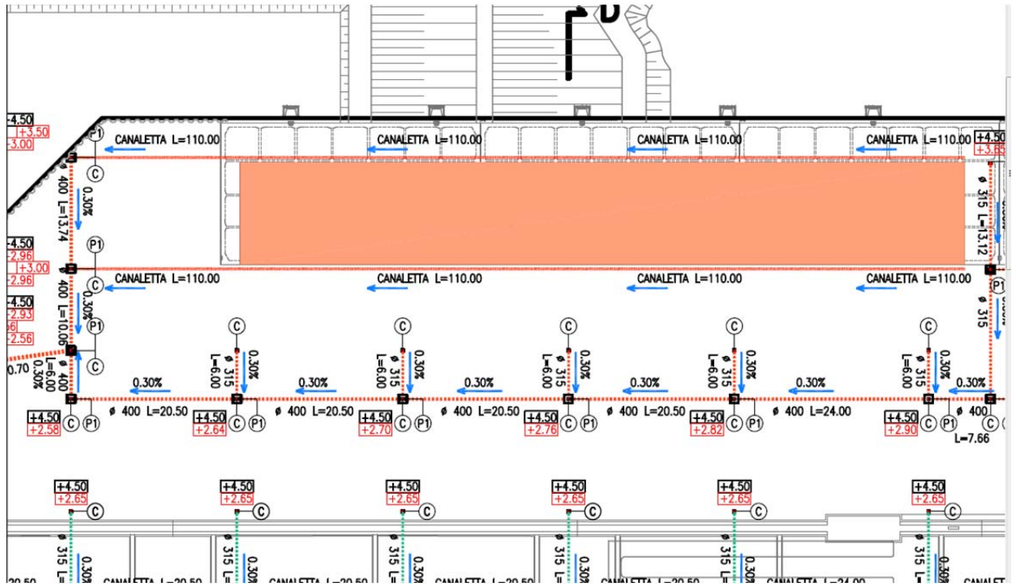


FIG. 5.68 - EDIFICIO A, COLLETTAMENTO ACQUE MEDIANTE CANALETTA GRIGLIATA

5.10. La rete di fognatura nera

Il sistema di fognatura nera prevede la raccolta delle acque reflue di tre edifici separati (Fig. 5.69), a ciascuno dei quali sono attribuiti i seguenti abitanti equivalenti:
Edificio Amministrativo, con 420 ab.eq.
Edificio "A" con 20 ab.eq.
Edificio "B" con 45 ab.eq

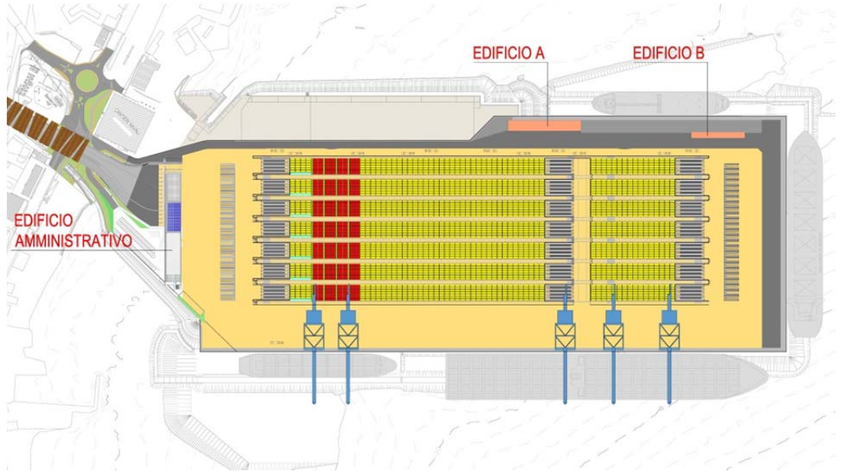


FIG. 5.69 - EDIFICI PRESENTI NELL'AREA

I principali criteri assunti a base della progettazione per garantire l'efficienza del sistema si possono riassumere in:

- prevedere le stazioni di sollevamento con trituratore, data la ridotta portata che proviene dai fabbricati A e B, per garantire un corretto allontanamento dei liquami;
- utilizzare stazioni prefabbricate, almeno ove sono richieste piccole portate;
- impiegare, ove possibile stazioni di dimensioni ridotte tali da poter trovare sistemazione all'interno di pozzetti;
- dimensionare le stazioni con un numero di stacchi non superiore a 12 per ora;
- assicurare velocità di flusso che garantisca il non deposito lungo la linea;
- non interferire con infrastrutture e impianti tecnologici già previsti nella piastra multifunzionale.

La rete è costituita da un tratto a gravità, che raccoglie le acque nere dell'edificio Amministrativo, e da un tratto in pressione che raccoglie le acque nere degli edifici "A" e "B". Entrambi i tratti convogliano le acque alla stazione di pompaggio SP1 che rilancia le acque alla fognatura pubblica.
Il primo tratto a servizio dell'edificio Amministrativo è costituito da un collettore a gravità in PEad Ø esterno 315 mm.
Il secondo invece è costituito da 3 stazioni di sollevamento in serie SP A, B e C e da tubazioni Ø 90 mm in PEad (Elaborato grafico MI0102-PV-I-P-D-111-00).

L'esistenza di due locali adibiti a servizi nel fabbricato "B", posti ad una certa distanza l'uno dall'altro ha reso opportuno prevedere due impianti compatti di sollevamento, in serie l'uno all'altro, nominati sollevamenti SP A e B. Il terzo impianto compatto di sollevamento, denominato SP C, si trova in corrispondenza del locale servizi dell'edificio "A".
Gli impianti, prefabbricati e certificati, sono collocati all'interno di un pozzetto ed hanno un volume utile di 400 l.
Le pompe sono in numero di due, con una di riserva all'altra, per ciascun impianto.
La tubazione di mandata dalla stazione di sollevamento A alla B e da questa alla C, è prevista di Ø 90 mm in PEad.
Dal fabbricato "B" la SP C rilancia le portate nere dei due fabbricati alla SP1, posta all'estremità nord della piastra polifunzionale lungo la strada di accesso alla banchina petroli, con una tubazione Ø 90 mm.
Dalla SP1 una tubazione Ø110 mm recapita le portate nere alla fognatura comunale esistente.

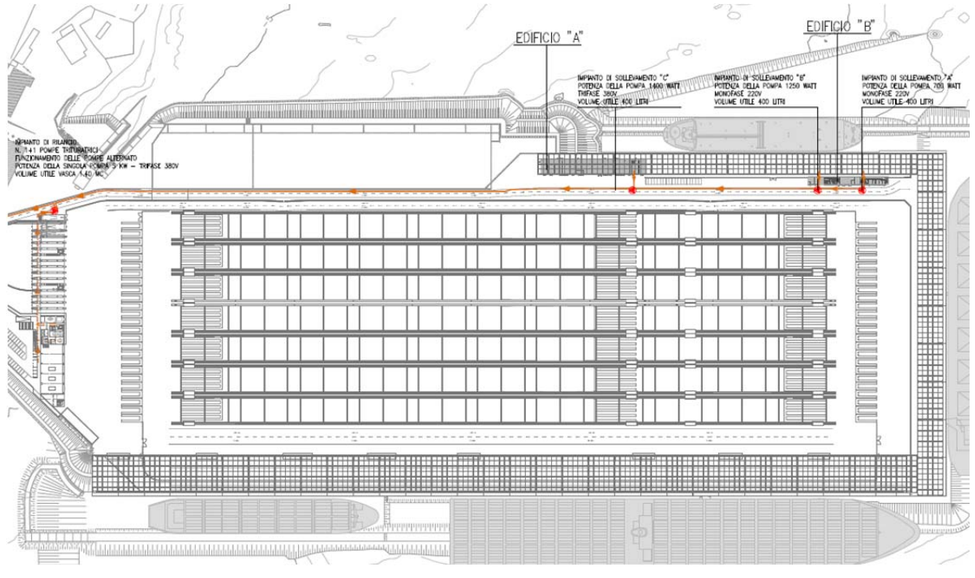


FIG. 5.70 - RETE DI FOGNATURA NERA

Nella Tab. 5.4 sono riportate le caratteristiche delle diverse stazioni, dove sono indicate:

SP = numero della stazione considerata
V = volume utile della stazione (m^3)
Q_{in}= portata in ingresso (litri al secondo)
Q_p=portata della pompa (litri al secondo)
T_c = durata del ciclo di riempimento- vuotamento (secondi)
Att.= numero di attacchi- stacchi per ora

TAB. 5.4 - CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	V	Q_{in}	Q_p	T_c	Att.
n	(m^3)	(l/s)	(l/s)	(s)	(n/ora)
A	0,4	0,30	0,80	533	6,75
B	0,4	0,30	0,80	533	6,75
C	0,4	1,30	2,00	659	5,46
1	1,4	9,00	11,00	855	4,21

Il volume utile di ciascuna stazione di sollevamento è stato calcolato ottimizzando il numero di attacchi-stacchi/ora curando di non superare un numero massimo prefissato (12 secondo la letteratura più qualificata)

Nel definire le caratteristiche delle pompe e delle tubazioni di mandata sono state prese in considerazione, oltre evidentemente alla portata in gioco:

- il dislivello geodetico;
- le perdite continue date dalla lunghezza della mandata;
- le perdite localizzate costituite da curve e valvole.

Nella Tab. 5.5 sono riportate indicativamente le caratteristiche delle singole stazioni di sollevamento in termini di portata e potenza installata.

TAB. 5.5 - CARATTERISTICHE DELLE POMPE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	Q_p	V	P
n°	(l/s)	(dm^3)	(kW)
A	0,80	400	0,70
B	0,80	400	1,25
C	2,00	400	1,40
1	11,00	1.400	5,00

dove:
SP = numero della stazione considerata
Q_p = portata nominale della pompa (litri al secondo)
V = volume utile della stazione (dm^3)
P = potenza nominale della pompa (kW)

5.11. Dispositivi di accosto ed ormeggio

5.11.1. Fenders

La scelta della tipologia e dell'interasse dei parabordi sulle tre banchine, effettuata in funzione delle caratteristiche delle navi di progetto già descritte nei precedenti paragrafi, ha tenuto conto dell'esigenza di rispondere contemporaneamente ai criteri di dimensionamento statico e di massima utilizzabilità delle banchine, per l'intera estensione.

La destinazione funzionale delle banchine è riportata nella Fig. 5.71.

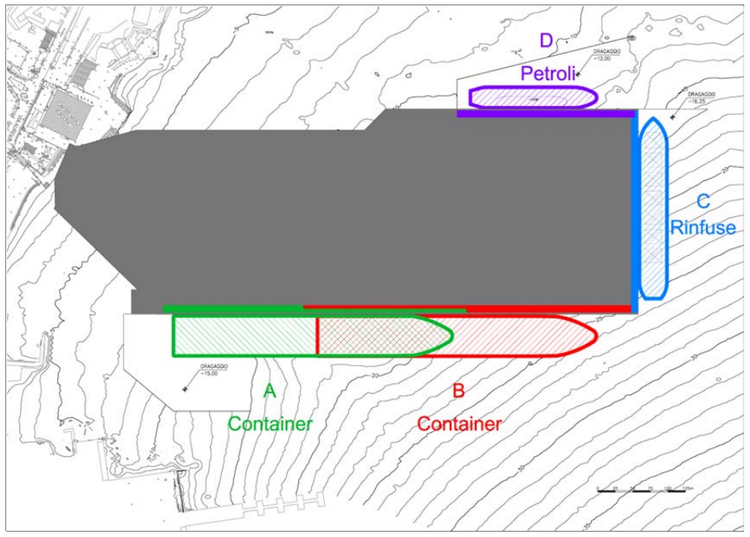


FIG. 5.71 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA PLANIMETRICO DEL NUOVO TERMINAL: ASSEGNAZIONE DELLE BANCHINE ALLE DIVERSE CATEGORIE DI TRASPORTO

In virtù del sopraccitato criterio, l'ottimizzazione commerciale richiede la necessità di operare sul tratto B navi di classe E (Ultra Panamax Container Ship), tipo la Emma Maersk. Tali navi - da fonte *Lloyd's Register of Ships* aggiornato al marzo 2014 - hanno una capacità di carico di 15.500 TEU ca. (portata in DWT pari a 158.000 t ca.), una Loa = 398 m e una lunghezza tra i perpendicolari (Lbp) di 376 m ca.. Si tratta quindi di navi di dimensioni ben maggiori rispetto a quelle considerate nel Progetto Preliminare, che richiedono più spazio in banchina e maggiori fondali all'ormeggio o condizioni di allibo restrittive.

Il fondale antistante il tratto B della banchina portacontenitori garantisce un franco sottochiglia di almeno 1,25 m (definito tenendo conto delle condizioni di esposizione dell'accosto e conformemente a quanto richiesto dal terminalista) anche in relazione alle navi di classe E a pieno carico, pertanto non sono richieste condizioni di allibo restrittive.

Volendo operare con navi di classe E anche sul tratto A della banchina portacontenitori, considerato che il pescaggio massimo delle navi di classe E è pari a 16 m e che il franco sottochiglia non debba cautelativamente risultare inferiore ad almeno 1,25 m, si valuta una condizione di pescaggio di tali navi all'arrivo in banchina al massimo pari a 13,75 m e quindi con una capacità di carico ridotta, pari al 79% di quella massima. In termini di TEU, la riduzione è di circa 3.255 unità.
Le navi di classe E sono quindi state considerate in questo progetto quali navi di progetto per le banchine A e B, in condizioni di allibo per la prima e a pieno carico per la seconda e per esse sono stati dimensionati le bitte e i fenders con relativi pannelli metallici.

Per quanto attiene alla banchina C, il calcolo dell'energia di accosto sviluppato per la nave di progetto di maggiori dimensioni ha fatto riferimento alla condizione di pieno carico della nave, in quanto in condizioni meteomarine di calma non sono previste condizioni di allibo restrittive.

Nella scelta dei dispositivi di ormeggio per la banchina D, destinata allo sbarco dei prodotti petroliferi, si è tenuto conto delle informazioni ricevute dagli operatori Esso e Petrolig e di quelle derivanti dall'esame delle navi approdate negli ultimi anni agli attuali pontili dei due operatori, che hanno evidenziato come a questa banchina potranno presumibilmente attraccare tankers di svariate dimensioni, caratterizzate da DWT variabili tra 5.000 t e 30.000 t. I sistemi di accosto ed ormeggio sono pertanto stati dimensionati in modo da garantire la massima variabilità all'interno di questo campo di valori.

Dimensionamento dei fenders

L'ormeggio di una nave in banchina è un processo che avviene mediante la ciclica trasformazione dell'energia cinetica di accosto della nave in energia potenziale accumulata nella fase di deformazione/compressione dei fenders; il calcolo dell'energia di accosto delle navi agli ormeggi del terminale sono riferiti tutti al medesimo schema di ormeggio, classificato in letteratura come "side berthing" (Fig. 5.72).

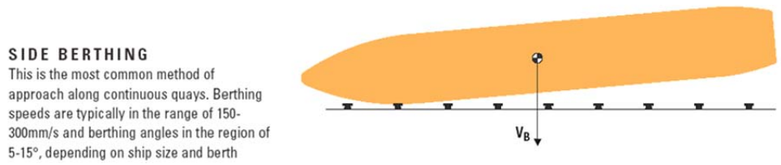


FIG. 5.72 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DI CALCOLO DELL'ENERGIA DI ACCOSTO

Il calcolo dell'energia di accosto è stato effettuato in riferimento alla nave di progetto di dimensioni maggiori che può accostare a ciascuna banchina mentre la valutazione dell'interasse a cui occorre posizionare i fenders è stata eseguita sulla base della nave di dimensioni minime che si prevede possa utilizzare ciascun accosto.

I fenders di progetto sono stati selezionati tenendo in considerazione le tolleranze di fabbricazione, così come raccomandato dal produttore, che possono comportare una riduzione del 10% della capacità di assorbimento dei fenders.

I valori di energia calcolati e l'altezza del fronte banchina disponibile hanno reso obbligata la scelta di una configurazione del sistema di assorbimento dell'urto in fase di accosto della nave (fender con pannello frontale) del tipo illustrato in Fig. 5.73, costituito cioè da un solo fender tipo "Super CoNe" o equivalente.



FIG. 5.73 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DEL TIPO DI FENDER SELEZIONATO (FONTE: CATALOGO TRELLEBORG)

Nella tabella che segue è evidenziata la scelta dei fenders per le tre diverse banchine, in funzione della massima energia di accosto delle navi che ad esse approdano nelle condizioni più gravose.

FIG. 5.74 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCELTA DELLA TIPOLOGIA DEI FENDERS IN FUNZIONE DELLA MASSIMA ENERGIA DI ACCOSTO DELLE NAVI

Tipologia di nave		Cont.ship 2 - allibata	Cont.ship 2 - a pieno carico	Bulk Carrier 1	Tanker 1
Banchina di riferimento		Banchina A	Banchina B	Banchina C	Banchina D
$E_{A,MIN}$	**(kNm)**	**1.706**	**2.140**	**1.420**	**577**
Tipologia Fender TRELLEBORG (o equivalente)		**SCN 1600 E2.4**	**SCN 1600 E2.4**	**SCN 1300 E3.1**	**SCN 1100 E1.7**
E*	(kNm)	**2.162**	**2.162**	**1.463**	**595**
R*	(kN)	**2.605**	**2.605**	**2.167**	**1.043**

* Valore nominale al 72% di deformazione

Allo scopo di distribuire in maniera adeguata le reazioni dei fenders sullo scafo della nave, senza comprometterne l'integrità, si è prevista l'installazione di pannelli frontali sui fenders. Le dimensioni dei pannelli frontali sono state calcolate in funzione della massima reazione esercitata dal fender e della pressione massima ammissibile che può sopportare lo scafo della generica nave.
La massima reazione esercitata dai fenders sullo scafo della nave è stata calcolata considerando le tolleranze di fabbricazione (+10%), così come raccomandato dal produttore.
Per quanto riguarda i valori della massima *hull pressure* sostenibile dalla nave, di seguito vengono riportati i limiti assunti nell'ambito del progetto, che sono in linea con quelli proposti da Carl A. Thoresen in "*Port Designer's Handbook: Recommendations and Guidelines*" (2010):

Bulk Carrier: < 200 kN/m^2

Tanker: < 250 kN/m^2

Per entrambe le portacontenitori è stato invece assunto un unico limite di pressione ammissibile sullo scafo pari a 172 kN/m^2, valore fornito da Maersk (inferiore ai limiti raccomandati dalle diverse fonti bibliografiche).
Con riferimento a tali valori viene riportato nella seguente Tab. 5.6 il riepilogo delle dimensioni adottate per i pannelli.

TAB. 5.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CALCOLO DELLE DIMENSIONI DEI PANNELLI FRONTALI DEI FENDERS

Tipologia di nave		Cont.ships	Bulk Carriers	Tankers
Banchina di riferimento		Banchina A e B	Banchina C	Banchina D
Altezza	(m)	**4,5**	**3,5**	**2,5**
Larghezza	(m)	**4,0**	**3,5**	**2,0**
Ph_c	(kN/m^2)	159	195	229
Ph_{amm}	(kN/m^2)	< 172	< 200	< 250

Nonostante dal confronto tra i pesi ammissibili e quelli stimati dei pannelli frontali delle diverse tipologie di fenders sia risultato che non sono necessari sistemi ausiliari di supporto, al fine di garantire la verticalità dei pannelli ed evitare eccessive deformazioni sono state previste quattro catene (2 diagonali ai lati del fender e 2 sopra il fender) a sostegno dei pannelli adottati per le diverse tipologie di fenders.
Nella valutazione dell'interasse da adottare tra i fenders, effettuata sulla base delle raccomandazioni della letteratura tecnica, si è tenuto conto anche dei seguenti criteri:

- gli interassi dei fenders lungo la banchina destinata alle navi portacontenitori devono essere possibilmente omogenei per consentire una maggiore flessibilità operativa;
- gli interassi dei fenders lungo la banchina D devono essere variabili per tener conto delle diverse stazze del naviglio che si prevede utilizzerà quegli accosti.

Nella Tab. 5.7 si riportano le distanze tra i fenders calcolate secondo le formulazioni della norma British Standard (*BSI 6349: Part 4:1994*), di Thoresen (in *"Port Designer's handbook: Reccomendations and Guidelines", 2003*) e di PIANC (*"Guidelines for the Design of Fenders Systems": 2002*) e il valore dell'interasse adottato in progetto per le diverse banchine.

TAB. 5.7 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INTERASSI DEI FENDERS

Tipologia di nave		Cont.ship 1	Cont.ship 2	Bulk Carrier 2	Tanker 1	Tanker 2
Banchina di riferimento		Banchina A	Banchina B	Banchina C	Banchina D	
S (B.S.)	(m)	20,72	59,70	36,00	25,37	15,30
S (Thoresen)	(m)	13,81	99,50	24,00	16,92	10,20
S (PIANC)	(m)	19,16	34,80	23,25	17,78	13,70
S progetto	**(m)**	**19,25**		**23**	**19**	**13**

5.11.2. Bitte

Le bitte di ormeggio sono state dimensionate in modo da poter assicurare la nave alle strutture di banchina con adeguato margine di sicurezza.

Il dimensionamento è stato effettuato sulla base delle forze che vengono loro trasmesse attraverso i cavi di ormeggio dall'azione di onde, corrente e vento che agiscono sulla nave e tenendo conto anche dell'azione di sesse, maree e *ship suction* (forze che nascono dalle depressioni che si generano tra una nave all'ormeggio ed un'altra che naviga nelle immediate vicinanze).

La valutazione del tiro è stata eseguita mediante uno strumento modellistico appropriato per l'analisi degli schemi di accosto, denominato OPTIMOOR, implementato dalla *Tension Technology International* (TTI) sulla base delle raccomandazioni OCIMF (*Oil Companies International Marine Forum*), presupponendo uno schema di ormeggio del tipo "alongside berth" su tutte le banchine (Fig. 5.75).

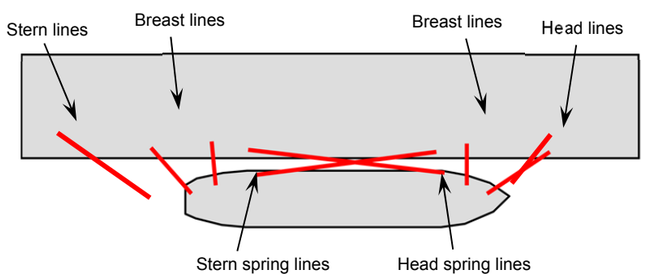


FIG. 5.75 - SCHEMA DI DISPOSIZIONE DEI CAVI IN CONDIZIONI DI ORMEGGIO TIPO "*ALONGSIDE BERTH*"

Oltre che sulla base dei criteri prettamente statici sopra menzionati, la tipologia e il layout delle bitte di progetto (si veda la Tab. 5.8) sono stati selezionati considerando che gli interassi e le caratteristiche delle bitte lungo la banchina destinata alle navi portacontenitori devono essere possibilmente omogenei per consentire una maggiore flessibilità operativa. La tipologia delle bitte e l'interasse tra le bitte lungo le Banchine A e B adottati in progetto sono pertanto gli stessi.

La valutazione del tiro nominale alle bitte è stato effettuato in riferimento alla nave di progetto di dimensioni maggiori che può accostare a ciascuna banchina, mentre la valutazione dell'interasse a cui occorre posizionare le bitte d'ormeggio è stata eseguita sulla base della nave di dimensioni minime che si prevede possa utilizzare ciascun accosto.

TAB. 5.8 - QUADRO RIEPILOGATIVO DELLE CARATTERISTICHE DELLE BITTE DI PROGETTO

Banchina di riferimento		Banchina A	Banchina B	Banchina C	Banchina D
Capacità delle bitte	**(t)**	**150**	**150**	**50**	**50**
Interasse	**(m)**	**19,25**	**19,25**	**23**	**19**

Gli interassi delle bitte proposti in Tab. 5.8 soddisfano in generale ai requisiti richiesti da diversi regolamenti e linee guida, quali il *British Standard Code of Practice for Maritime Structures* e le "*Mooring Equipment Guidelines*" (OCIMF - Oil Companies International Marine Forum - 2008), riguardanti la corretta angolazione orizzontale (al massimo pari a 15°) e verticale (al massimo pari a 25°) dei cavi di ormeggio. Per le *spring lines* è soddisfatta la condizione di inclinazione orizzontale massima delle linee di ormeggio pari a 10°.

Le verifiche degli schemi di ormeggio eseguite con OPTIMOOR hanno dimostrato che non è necessaria l'installazione di una seconda linea di ormeggi ausiliari per fronteggiare le condizioni meteo gravose (le cosiddette "*storm bollards*") ipotizzata in sede di Progetto Preliminare.

5.12. Campi prova

A valle del progetto definitivo della Piastra Multifunzionale di Vado Ligure, è stata prevista la realizzazione di due campi prova geotecnici.

Il terreno di fondazione è costituito da due strati superficiali, con spessore complessivo di circa 10 m, di tipo limoso, che hanno una consistenza bassa. Si è quindi deciso di posare sopra di essi uno strato chiamato "bonifico", che funzioni da filtro rispetto ai limi e consenta l'applicazione dei carichi senza indurre rotture nel terreno di fondazione. Su

tutta l'area della piastra quindi è prevista la posa di tale strato in spessore di 3 m al di sotto dell'area del rilevato, mentre in spessore di 2 m al di sotto dell'area dei cassoni a giorno.

Sulla Piastra Multifunzionale è prevista la posa di file di container che trasmettono sull'impalcato una pressione di 120 kPa. La movimentazione dei container stessi avviene tramite gru su rotaie, la cui posizione è prevista al di sopra dei cassoni stessi. Questo comporta la necessità di contenere i cedimenti differenziali entro le tolleranze strutturali, ossia a 2.5 cm.

A causa delle scarse caratteristiche deformazionali di tali strati limosi e a causa delle ridotte tolleranze strutturali dell'impalcato presente nel Progetto Definitivo e delle tolleranze operative delle gru elettriche, è quindi risultata necessaria la realizzazione del consolidamento del terreno di fondazione su tutta l'area (cassoni e rilevato); nel Progetto esecutivo approvato erano, inoltre, presenti delle inclusioni rigide in calcestruzzo; precarica ed inclusioni garantivano che il carico di esercizio agisse sul terreno consolidato contenendo così i cedimenti entro i limiti richiesti.
Il primo campo prova, definito "Campo prova area rilevato", ha permesso di simulare la costruzione proprio del rilevato, verificandone così la stabilità, sia durante la posa dello strato di bonifico, sia durante la costruzione del rilevato stesso, e i cedimenti in fase di carico e scarico.

Il secondo campo prova invece, definito "area verifica modalità di costruzione", permette di valutare l'efficacia delle modalità di costruzione previste per la parte della banchina a giorno.

L'ubicazione dei campi prova è indicata in Fig. 5.76. Come si può osservare il campo prova area rilevato viene realizzato accanto al Pontile Fornicoke esistente, mantenendo rispetto ad esso una distanza di rispetto onde prevenire interferenze con la sua fondazione. L'area per la verifica delle modalità di costruzione invece viene realizzato in corrispondenza dello spigolo est della piastra.

Il criterio nella scelta di tali ubicazioni è stato quello di evitare l'interferenza dei campi prova con il traffico marittimo presente sui pontili esistenti, Vadoil, Esso e Fornicoke.



FIG. 5.76 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA DEI CAMPI PROVA

5.12.1. Campo prova area rilevato

Il campo prova area rilevato, vedi Fig. 5.77, simula le fasi di costruzione del rilevato. E' costituito da una pista larga 9 m a quota +1.00 m l.m.m. All'estremità di

quest'ultima si realizza un allargamento, che costituisce l'area su si effettuerà la precarica.

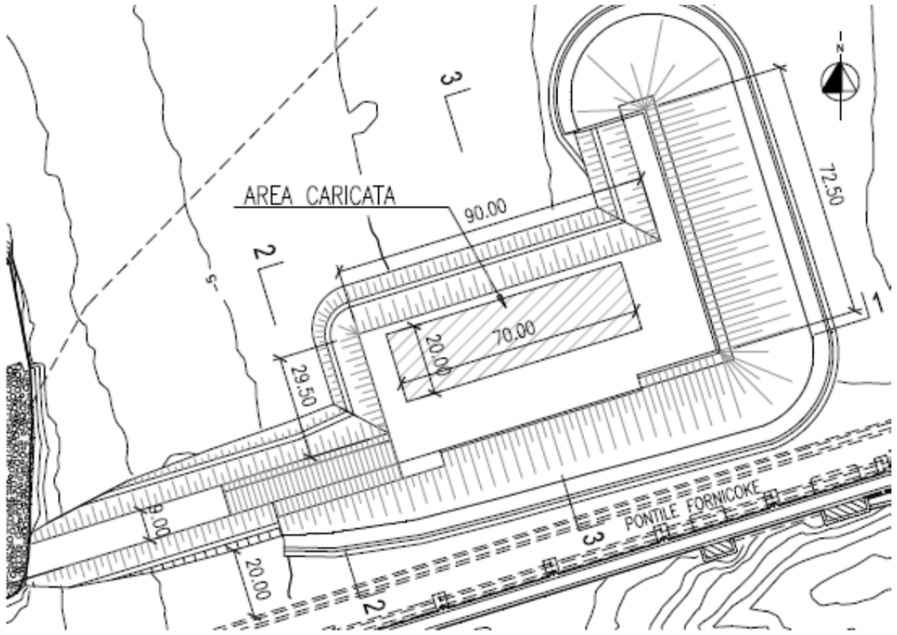


FIG. 5.77 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CAMPO PROVA AREA RILEVATO - GEOMETRIA DEL CAMPO PROVA

Tale precarica avverrà realizzando un sovralzo del rilevato dalla +1 alla +2 m l.m.m. e realizzando un ulteriore sovraccarico su di un'area 20x70 m raggiungendo così un sovraccarico finale di 100 kPa.

La costruzione della parte in tout-venant è avvenuta lavorando da terra e quindi versando man mano il materiale dalla quota +1 m l.m.m.

La posa del bonifico è avvenuta invece da mare tramite una tramoggia.

5.12.2. L'area di verifica delle modalità di costruzione

Si è previsto di realizzare delle inclusioni rigide nel terreno di fondazione tramite la tecnologia CMC proposta da Menard e di precaricare parzialmente il sistema terreno/inclusioni.

Il campo prova prevede la realizzazione delle inclusioni rigide in calcestruzzo, classe C20/25, in corrispondenza dei cassoni C2 e C3 e al loro contorno nonché la successiva precarica parziale degli stessi.

Durante tutte le fasi esecutive un apposito monitoraggio permetterà di verificare il comportamento del terreno di fondazione trattato con le inclusioni e quindi la bontà della soluzione nel ridurre i cedimenti di esercizio.

L'ubicazione del campo prova è indicata in Fig. 5.76. Come si può osservare esso si trova in corrispondenza dell'area più esterna della futura piattaforma, su fondali di circa -20 m l.m.m.

La geometria del campo prova è tale da realizzare in corrispondenza della quota di imbasamento dei cassoni, prevista a -16.50 m l.m.m., un'area rettangolare di 60 x 42 m.

In questo modo, su tale piano, è possibile movimentare i cassoni su due diverse aree, avendo i cassoni utilizzati un'area di base di 22 x 32 m.

Eseguito lo strato di bonifico con spessore 2 metri si eseguono le inclusioni rigide CMC aventi diametro 60 cm ed interasse 2.12 m x 2.44 m sotto i cassoni ed interasse 5.5 m nelle aree tra cassoni.

Al di sopra del bonifico/tetto delle colonne si mette in opera uno strato di ghiaia con spessore minimo di un metro ed infine si realizza lo strato di imbasamento eseguito con la stessa ghiaia che raggiunge la quota di posa nominale dei cassoni di -16.5 m l.m.m. In questa fase si prevede un sovra spessore di 20 cm per compensare i futuri cedimenti dei cassoni come da calcoli allegati.

A questo punto vengono affondati i cassoni e vengono eseguite le fasi di carico simulanti le condizioni di carico che si verificheranno durante l'esercizio.
Tutte le fasi del campo prova sono dettagliatamente monitorate attraverso la seguente strumentazione:

- Piezometri,
- Profilometri,
- Capisaldi topografici,
- Estensimetri profondi a base fissa,
- Rilievi multibeam del fondale.

In particolare le varie fasi costruttive prevedono:

- FASE 0:
- Verifica stratigrafica tramite monitoraggio dei parametri di penetrazione del vibroinfissore in corrispondenza delle verticali dei sondaggi S11 ed S12 della campagna geognostica del 2006. La tavola 1116 riporta le coordinate delle 2 verticali di taratura indicate con Pc1 e Pc2 .
- L'obiettivo è di estrapolare durante l'esecuzione delle colonne la posizione del tetto della ghiaia tramite la misura della velocità di penetrazione del vibroinfissore.
- FASE 1:
- Si procede alla posa del bonifico avente spessore 2 metri. Alla fine della posa del bonifico si esegue un rilievo multibeam dell' intera area.
- FASE 2:
- Esecuzione delle inclusioni rigide. Le inclusioni vengono eseguite secondo lo schema già illustrato in precedenza. Per i dettagli si rimanda all'elaborato 1117 e le relazione di calcolo allegata.
- Per ciascuna inclusione andranno restituite le diagrafie di velocità di avanzamento, volumi iniettati, pressioni di iniezione e verticalità. Andranno inoltre prelevati campioni di miscela all'impianto (calcestruzzo classe C20/25 MPa) su cui effettuare prove di compressione monoassiale a 7-14-28 giorni. I campioni andranno prelevati ogni 50 colonne eseguite. Alla fine dell'esecuzione delle inclusioni si esegue di nuovo un rilievo multibeam dell'area.
- FASE 3:
- In questa fase vengono messi in opera i profilometri.
- Se ne posizionano 2 in corrispondenza dei bordi dei cassoni allineati parallelamente al lato corto dei cassoni stessi. Per i dettagli si rimanda all'elaborato 1118.
- Terminata l'installazione dei profilometri si esegue la lettura di zero.
- FASE 4:
- Si versa lo strato di ghiaia con spessore minimo di 1 metro al di sopra del bonifico/colonne.
- FASE 5:
- Si mette in opera lo strato di imbasamento fino a formare un piano alla -16.30 m l.m.m. per tener conto dei futuri cedimenti dei cassoni che porteranno la quota di posa al valore nominale di -16.50.
- Alla fine della fase 5 si esegue un rilievo multibeam dell'area.
- FASE 6:
- Si affonda il cassone C2 il quale si trova ad avere uno scarico massimo in fondazione non superiore a 100 KPa. Si materializzano i capisaldi topografici in testa al cassone, in corrispondenza dei 4 spigoli, e si mettono in opera gli estensimetri profondi attraverso le predisposizioni realizzate nella carpenteria dei cassoni. Si realizzano i piezometri e si installano le centraline per l'acquisizione dati dei profilometri. I piezometri sono elettrici e vengono ubicati in asse ai due cassoni così come mostrato nell'elaborato 1118. Si prevedono 2 verticali piezometriche per cassone con 2 celle per ciascuna verticale. Le celle piezometriche monitoreranno le pressioni neutre in L1, L2, SL e G. Esse saranno collegate ad una centralina e leggeranno in continuo. L'elaborato 1120 indica le quote di installazione delle basi estensimetriche e dei piezometri. A lato del cassone viene realizzata la CPTu 130.
- Si esegue la lettura di zero dei capisaldi e delle basi estensimetriche e si scaricano le letture di piezometri e profilometri. Si affonda il cassone C3 e si ripetono le stesse operazioni descritte per il cassone C2, si installa la stessa strumentazione e si esegue la CPTu 131. Terminata la posa di C3 si effettua la lettura di tutti i capisaldi e si scaricano le letture di tutti i profilometri / piezometri / basi estensimetriche.
- FASE 7:

- Si zavorrano i cassoni con acqua e sabbia fino a che entrambi raggiungono uno scarico in fondazione pari a 130 KPa. Si monitorano con cadenza giornaliera i capisaldi, i piezometri, i profilometri e gli estensimetri. Le misure sono protratte nel tempo fino al termine della consolidazione che si ritiene terminata qualora l'andamento della curva carico-cedimento sia equivalente a quella di calcolo oppure si sia raggiunta una velocità di cedimento dell'ordine di 1 mm/gg.
- Si scarica il cassone C2 a 115 KPa e si esegue lo stesso monitoraggio ora esposto.
- FASE 8:
- Si procede a caricare il cassone C3 a 175 KPa. Si monitorano con cadenza giornaliera i capisaldi, i piezometri, i profilometri e gli estensimetri. Le misure sono protratte nel tempo fino al termine della consolidazione che si ritiene terminata qualora l'andamento della curva carico-cedimento sia equivalente a quella di calcolo oppure si sia raggiunta una velocità di cedimento dell'ordine di 1 mm/gg.
- Al termine della fase si esegue un rilievo multibeam e 2 prove CPTU, una per cassone.
- FASE 9:
- Si rimuove il cassone C3. Si esegue lo scarico della lettura dei piezometri e profilometri e dei capisaldi sul cassone C2. Si esegue una lettura / scarico al giorno. Le misure sono protratte nel tempo fino al termine della consolidazione che si ritiene terminata qualora l'andamento della curva carico-cedimento sia equivalente a quella di calcolo oppure si sia raggiunta una velocità di cedimento dell'ordine di 1 mm/gg.
- Si esegue un rilievo multibeam.

5.13. I servizi ed impianti ubicati sulla piastra

5.13.1. Impianti antincendio

Sulla piastra è prevista la presenza di due impianti antincendio: il primo, ad acqua dolce, a servizio dell'intera piattaforma, il secondo, che funziona con acqua di mare date le portate in gioco, a servizio della banchina di sbarco dei prodotti petroliferi.

A livello economico in questo progetto è stato inserito il solo impianto generale ad acqua dolce; l'impianto ad acqua di mare fa invece parte della serie di attrezzature impiantistiche della banchina petroli, progettate a livello di definitivo dall'Autorità Portuale; esso è stato preso in esame in questo progetto definitivo dal solo punto di vista tecnico, al fine di poter affrontare a livello globale la prevenzione incendi e formulare di conseguenza una veritiera analisi di rischio incendi; dal punto di vista economico l'impianto ad acqua di mare entra in un diverso capitolo di spesa, gestito dall'Autorità Portuale, assieme alle rimanenti attrezzature impiantistiche della banchina di sbarco dei prodotti petroliferi.

5.13.1.1 L'impianto antincendio ad acqua dolce

L'impianto antincendio è costituito essenzialmente da una rete di idranti UNI 70 sottosuolo realizzata secondo quanto previsto dalla norma UNI 10779-2014, a servizio delle seguenti macro aree: banchina container, banchina petroli, banchina rinfuse, edificio amministrativo e secondo quanto discusso e concordato già nelle precedenti fasi progettuali con il locale comando dei VVF di Savona.
La rete idrica antincendio di tutta la piattaforma sarà mantenuta in pressione ed alimentata, in caso di incendio, da una centrale di pressurizzazione, alloggiata all'interno di un cassone interrato specificamente progettato e concepito allo scopo, con annessa riserva idrica (vasca), costituita da un gruppo di cassoni comunicanti. Rispetto al progetto esecutivo la zona centrale + vasca risulta spostata ed ubicata nella parte perimetrale della piattaforma all'incirca sulla mezzeria della stessa sul lato del porticciolo turistico.
La rete d'idranti è costituita da una tubazione in polietilene ad alta densità PE100 a formare un anello lungo tutto il perimetro della piastra e da una serie di dorsali trasversali che suddividono l'anello principale in n.8 maglie. Rispetto al progetto esecutivo è stato aumentato il numero di dorsali trasversali, con conseguente aumento del numero di idranti presenti, per rispettare le prescrizioni della nuova norma UNI 10779/2014.

La modalità di posa delle tubazioni che costituiscono l'intera rete idrica antincendio è stata adeguata alla nuova conformazione della piattaforma; in particolare sarà differente a seconda della zona di installazione all'interno della piattaforma:

- nella zona in rilevato della piastra, a partire dalla radice, la tubazione sarà interrata ad una profondità media di circa 1,85 metri (con approfondimenti maggiori per i tratti trasversali in corrispondenza quindi dei passaggi sotto le travi di fondazione delle rotaie delle gru RMG) e, non risentendo quindi di variazioni di temperatura nel corso dell'anno, non subirà apprezzabili dilatazioni lineari;
- nella zona in cui la piastra è costituita da un impalcato la profondità di installazione sarà quella compatibile con il pacchetto di struttura, mediamente pari a circa 1,15 metri, ed in particolare la quota di scorrimento della generatrice superiore sarà sempre di almeno 10 cm superiore rispetto all'estradosso delle coppelle strutturali che reggono la soletta della piattaforma (per consentire la posa dei ferri di armatura longitudinale e trasversale).

Nella zona su impalcato o all'interno delle travi di coronamento (zona perimetrale/banchine) le tubazioni scorreranno per la maggior parte entro appositi tubi camicia in PVC.

5.13.1.2 L'impianto antincendio ad acqua di mare, a servizio della banchina di sbarco dei prodotti petroliferi

Il progetto dell'impianto antincendio dedicato alla banchina petroli è stato sviluppato secondo i seguenti criteri generali:

- protezione della nave e della banchina da incendio e disposizione di impianti per spegnimento incendi e raffreddamento su entrambe; non si ritiene di dover far conto degli impianti antincendio della nave;
- copertura con densità d'acqua di 9 l/min m^2 nella zona bracci e manifold per lo spegnimento di incendi e per garantire almeno 6 l/min m^2 in caso di malfunzionamento;
- copertura con densità d'acqua di 4 l/min m^2 sulla coperta in corrispondenza del corpo cilindrico della nave sull'area trappole e tubazioni, e sull'area dell'unità di recupero vapore;
- integrazione dei versatori sul fronte di banchina in modo da estendere la protezione ad una lunghezza di almeno 60 m; la presenza dei versatori non dovrebbe rendere necessari altri provvedimenti a protezione delle panne e dell'intradosso dell'impalcato;
- eventuale integrazione dei monitori con altri tipi di apparecchi (tipo sprinkler) per ottenere le densità d'acqua richieste;
- sistema di rilevamento e allarme antincendio nelle aree di rischio mediante termo-camere.

Si prevedono 4 monitori di portata 8.000 l/min ciascuno, a 11 bar, con una gittata minima di circa 70 m, funzionanti ad acqua e schiuma a bassa espansione.

I monitori sono autoraffreddanti e dotati di comando remoto.

Questo sistema garantisce la densità d'acqua di 9 l/min m^2 nell'area manifold e bracci e, contemporaneamente, di 4 l/min m^2 sulla coperta (in corrispondenza del corpo cilindrico della nave), sull'area trappole e tubazioni, e sull'area dell'unità di recupero vapore.
La portata d'acqua totale richiesta è di circa 24.900 l/min, pari a circa 1.500 m^3/h.

Per coprire per circa 60 m il filo banchina in asse dei bracci di carico e dei manifold nave, sono previsti 6 versatori di schiuma a media espansione, posizionati lungo la banchina, che sono in grado di soffocare eventuali incendi che dovessero generarsi su prodotti accidentalmente sversati a mare.
Ciascun versatore ha una capacità di 400 l/min.

Sono previsti ugelli su tutta l'area tubazioni/trappole ritenuta a rischio e sull'area occupata dall'impianto di recupero vapori. La funzione degli ugelli è di raffreddamento; pertanto è previsto il funzionamento a sola acqua mare e la densità di ricaduta è qui 4 l/min m^2.
Sono state ipotizzate due tipologie di ugelli, con portate rispettivamente di 25 l/min (area impianto recupero vapore) e di 35 l/min (area tubazioni/trappole), per garantire la densità di ricaduta necessaria sulle aree di interesse.

Sono anche installati due estintori carrellati da 100 Kg di polvere, classi B C, ed estintori portatili da 12 kg di polvere, opportunamente distribuiti sulla superficie della banchina.

Il volume necessario di liquido schiumogeno (circa 25 m^3), permette di prevedere lo stoccaggio e la miscelazione mediante un unico package composto da due serbatoi e una sola valvola regolatrice per la miscelazione del liquido schiumogeno con acqua.

Ciascun serbatoio di schiumogeno avrà capacità di circa 12,5 m^3/cad, per garantire il funzionamento simultaneo di monitori e versatori alla massima capacità per 30 min.

Le caratteristiche del liquido schiumogeno sono: flurosintetico tipo A.F.F.F. e del rapporto di miscelazione con acqua (3%).

L'impianto antincendio dedicato sarà alimentato con acqua di mare: l'utilizzo di acqua di mare in caso di incendio consente di poter prevedere anche interventi di lunga durata.

La rete di adduzione dell'acqua mare sarà dimensionata per garantire il funzionamento contemporaneo dell'intero impianto per una portata complessiva di circa 24.900 l/min.

La pressione che permette un corretto funzionamento dei monitori è di circa 11 bar alla flangia.

Si prevede l'installazione di due pompe, di cui una in stand-by, ciascuna con portata di circa 1.500 m^3/ora e prevalenza 15 bar.
La pompa principale sarà elettrica e quella in stand-by sarà una moto-pompa diesel.

La moto-pompa sarà dotata di un serbatoi di carburante di volume pari a circa 7 m^3, tale da garantire il funzionamento per circa 24 h in caso di black-out della rete elettrica.

La rete antincendio, come già detto in precedenza, sarà mantenuta in pressione e riempita con acqua dolce nei periodi di non utilizzo.

Ulteriori accorgimenti nell'impostazione degli impianti di banchina intendono prevenire e limitare possibili situazioni di rischio.
Per prevenire sversamenti di prodotti in mare, i bracci di carico sono previsti con sistemi di aggancio rapido e sgancio di emergenza, che permettono di ridurre al minimo i rischi di fuori uscita di prodotto dal manifold e che consentono alla nave, in caso di emergenza, di lasciare l'ormeggio.

I bracci di carico sono dotati di valvola di sezionamento a base braccio attuata elettricamente (per gasolio, benzina, e vapore) o manuale (oli).

In caso di emergenza è previsto, unitamente all'attivazione dei sistemi antincendio dedicati e sopra descritti, il sezionamento della linea a base braccio e il rientro del prodotto verso i serbatoi di terra mediante spiazzamento.

Altri due punti di sezionamento per tutte le linee sono previsti alla radice della banchina petroli e alla radice della piattaforma multifunzionale, in modo da contenere al minimo eventuali sversamenti dalle linee. Entrambi i punti di sezionamento sono dotati di valvole attuate elettricamente a distanza.

La cabina elettrica, che si prevede ubicata sullo spigolo tra le banchine petroli e rinfuse, sarà dotata di proprio impianto antincendio.

Per ridurre le probabilità di eventi incidentali, i bracci di carico possono essere previsti completi anche di sistema di monitoraggio della nave all'ormeggio.

Questo sistema consente infatti di monitorare da remoto (sala controllo) la posizione della nave all'ormeggio attraverso l'analisi che viene effettuata sui bracci di carico e sui loro campi di lavoro.

In base alle caratteristiche della nave e dei bracci di carico, vengono tarate le soglie di allerta e di allarme che permettono all'operatore di intervenire sulla nave e sul suo piano di ormeggio prima che si verifichino sganci di emergenza o danni ai bracci con possibile fuoriuscita di prodotto.

5.13.2. L'impianto di approvvigionamento idrico

Il sistema di approvvigionamento idrico concepito per le navi all'ormeggio, rimane sostanzialmente invariato rispetto al progetto esecutivo e prevede la realizzazione di una rete interrata di tubazioni e da una serie di idranti UNI 70 sottosuolo che fungeranno da punti di prelievo. Questi ultimi saranno collocati sul perimetro delle 3 banchine (container, petroli e rinfuse). Le tre reti saranno presidiate ciascuna da un subcontatore dedicato al fine di contabilizzare separatamente i consumi.
Per quanto riguarda la modalità di posa delle tubazioni vale la stessa logica utilizzata per l'impianto antincendio, ovverosia: tubazioni interrate per quanto riguarda le zone in rilevato ed invece entro tubi camicia per quanto riguarda la porzione di piattaforma su impalcato.

5.13.3. Stazione di rifornimento gasolio

La stazione di rifornimento di gasolio, prevista al fine di consentire il rifornimento dei veicoli impegnati nelle operazioni di movimentazione delle merci sulla piattaforma, rimane sostanzialmente invariata rispetto al progetto esecutivo e prevede essenzialmente dalle seguenti componenti:

- n.2 serbatoi interrati della capacità cadauno di 25.000 lt;
- n.2 erogatori di carburante del tipo a colonna posti sotto tettoia di protezione dagli agenti atmosferici.

Vengono differenziati gli erogatori, adeguando la capacità di erogazione al servizio:

- n.1 erogatore della capacità di 80 lt/min per servizio rifornimento camion;
- n.1 erogatore della capacità di 130 lt/min per servizio rifornimento shuttle carriers);

L'ubicazione dei due serbatoi è stata prevista in adiacenza all'edificio amministrativo mentre la localizzazione dei due distributori è stata prevista in corrispondenza delle corsie di transito dei mezzi, in particolare in corrispondenza della zona lavaggio mezzi.

5.13.4. Impianto elettrico

L'automazione della piattaforma di Vado Ligure, richiesta peraltro dalla Regione Liguria che, nell'ambito del voto di approvazione dello SIA, ha dato la prescrizione che tutte le gru, di banchina e di piazzale, destinata alla movimentazione dei contenitori, siano elettriche, prevede l'alimentazione, da parte dell'impianto elettrico, delle 6 gru di banchina STS, nonché delle 24 gru di piazzale RMG; l'alimentazione elettrica è altresì prevista per altri servizi secondari quali l'alimentazione di containers refrigerati, l'illuminazione delle aree, servizi relativi alle parti comuni ed all'edificio amministrativo.

Fornitura elettrica

La fornitura elettrica è prevista in Media Tensione (20kV), due linee, una a riserva dell'altra, provenienti da una nuova sottostazione di trasformazione AT/MT 132kV/20 kV. La progettazione e realizzazione di detta sottostazione è in carico all'Autorità Portuale di Savona che da detta sottostazione intende derivare la fornitura elettrica per l'utilizzo da parte di tutti i concessionari ubicati sulla nuova piattaforma, sulle banchine attualmente in uso, nel retroporto.
Al fine, come detto, di consentire l'alimentazione della piattaforma con due linee, una a completa riserva dell'altra, la cabina AT/MT sarà dotata di un doppio trasformatore.
Al fine di poter procedere alla progettazione degli impianti della piattaforma, in pendenza della disponibilità della progettazione della sottostazione AT/MT, si è concordato con l'Autorità Portuale che la fornitura avrà le seguenti caratteristiche:

- Tensione Nominale: 20 kV
- Frequenza :50 Hz;
- Corrente di corto circuito trifase: 10kA
- Stato del Neutro: compensato

– Corrente di guasto monofase a terra: 45 [A].

Utenze principali e potenza impegnata

Le principali utenze sono individuabili in quelle sotto elencate:

– n. 06 STS, gru su binari, gru per scaricamento containers dalle navi (Vn=20kV) alimentate dalla cabina 20 posta in questa Perizia di Variante all'interno dell'edificio A, anziché dalla ex cabina 19 posta in piattaforma;
– n. 21 RMG (estensibili nel futuro a 28), gru su binari per la movimentazione interna ai piazzali dei containers (Vn=20kV) alimentate dalla cabina 20, nell'edificio A, anzichè dalle cabine 1-7 in piattaforma;
– n. 952 containers refrigerati (Vn=400 V), alimentati dalle cabine dei blocchi reefers n. 8,9,10,11,12,13 e 14).

Oltre alle utenze sopra indicate sono presenti delle altre utenze diverse dall'industriale pesante le cui principali utenze sono di seguito elencate:

– Edificio Amministrativo e Officina (Vn=400V, alimentato dalla cabina MT/bt n. 18);
– Servizi Secondari su piattaforma (Illuminazione, parti comuni, alimentazione sistemi ausiliari.) (Vn=400V, alimentati dalle cabine 00, 01 e 07);

Dette utenze elettriche sul terminal, alimentate sia in media che in bassa, hanno le tipologie dei carichi indicati nella Tab. 5.9.

TAB. 5.9 - TIPOLOGIE DEI CARICHI DELLE PRINCIPALI UTENZE ELETTRICHE

Utenze Principali	Numero	Tensione di Alimentazione	Potenza di Targa
Gru di Banchina STS	06	20 [kV]	3,2 [MVA]
Gru di Containers RMG	28	20 [kV]	0,8 [MVA]
Containers Reefer	952	400 [V]	16 [kVA]
Building	01	400 [V]	0,9 [MVA]

La cabina 20 sarà inoltre dotata di 2 trasformatori MT/BT da 630 KVA per la realizzazione di una sezione BT dedicata all'alimentazione delle Torri faro per l'illuminazione del piazzale che sono state riposizionate in base al nuovo Lay Out di piazzale. Il quadro BT alimenterà inoltre i servizi della cabina 20 e garantirà l'alimentazione a 400V delle cabine 15, 16 e 17 (Cabine apparati trasmissione dati e apparati security) anziché alimentarle a 660V come precedentemente previsto. La sezione BT sarà inoltre dotata di un UPS che garantirà la continuità elettrica per le utenze privilegiate.

5.14. L'edificio amministrativo/officina

La costruzione di un edificio multipiano per uffici e attività connesse con l'operatività del terminal è prevista a servizio della gestione del nuovo terminal container. Questo edificio costituisce un punto nevralgico dell'intera struttura, regolando il passaggio dei mezzi pesanti e delimitando l'intera area di accesso al terminal. L'edificio è stato pensato con una struttura a ponte, funzionale alle specifiche esigenze delle attività di coordinamento gestionale dell'area e di regolamentazione del passaggio delle merci in entrata in uscita dal terminal.

Rispetto al progetto esecutivo, in base alle mutate esigenze di utilizzo di Maersk A/S, sono state apportate le seguenti modifiche distributive:

- è stata eliminata la soletta di copertura del parcheggio seminterrato;
- il deposito gas, il deposito vernici, il deposito batterie ed i locali funzionali alla officina sono stati scorporati dall'edificio principale e raggruppati in un edificio isolato denominato "New Building";
- è stata eliminata la zona bus interna al piano terra tra il vano scale principale ed il deposito del magazzino dal lato piattaforma;
- è stato inserito il blocco con doppio montacarichi a servizio della cucina e della mensa ubicate al piano terzo;
- a seguito di una ridistribuzione degli spazi e delle funzioni dell'edificio il piano primo è stato destinato esclusivamente agli spogliatoi maschile/femminile, ai relativi servizi e all'infermeria in modo da evitare la sovrapposizione di flussi con la mensa;
- gli uffici sono stati ridistribuiti e collocati interamente al piano secondo;
- mensa e cucina sono stati dislocati dal piano primo al piano terzo.

Gli accessi per gli autocarri al terminal avvengono attraverso le 15 corsie che si diramano dalla rampa del sovrappasso della Via Aurelia, mentre l'accesso delle auto al parcheggio e all'edificio amministrativo avviene tramite una corsia dedicata che si dirama dalla rotonda di nuova progettazione e passa al di sotto della rampa del sovrappasso di cui sopra.
Gli accessi pedonali si diramano dalla quota della via Aurelia alla quota di accesso dell'edificio (+4.50) attraverso rampe con le opportune pendenze.
Il piazzale d'accesso è delimitato ad Ovest da un muro e da una recinzione metallica, entrambi alti 3,5 m, che lo separano dalla strada che porta alla banchina delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse; ad Est da una recinzione metallica sempre alta 3,5 m che lo divide dal marciapiede realizzato lungo il lato Ovest dell'autorimessa.
All'estremità Ovest del piazzale, inoltre, al di là della recinzione esiste una sedicesima corsia - utilizzata solamente dai Vigili del Fuoco - dotata di un cancello metallico che rimane sempre chiuso in quanto separa una zona doganale da una zona non doganale.

All'interno dell'edificio si svolgeranno attività differenti tra loro, come schematicamente illustrato nelle figure seguenti. Fig. 5.78e Fig. 5.79.

Nel suo complesso l'edificio sarà dotato di: impianto elettrico, impianto di scarico delle acque nere, impianto di scarico delle condense, impianto idrico sanitario, impianto di captazione dell'energia solare, impianto di distribuzione del gas metano, impianto di climatizzazione, centrali tecnologiche (al terzo piano: centrale termica, centrale frigorifera e centrale di trattamento dell'aria), impianti speciali al servizio dell'officina (aria compressa, estrazione fumi, ecc.).

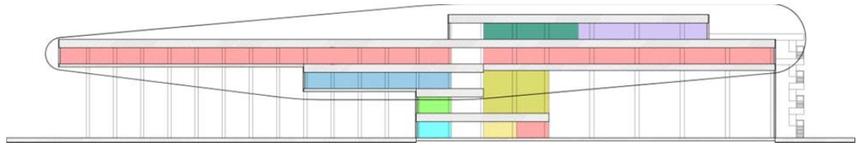


FIG. 5.78 - VISTA SCHEMATICA FRONTALE DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

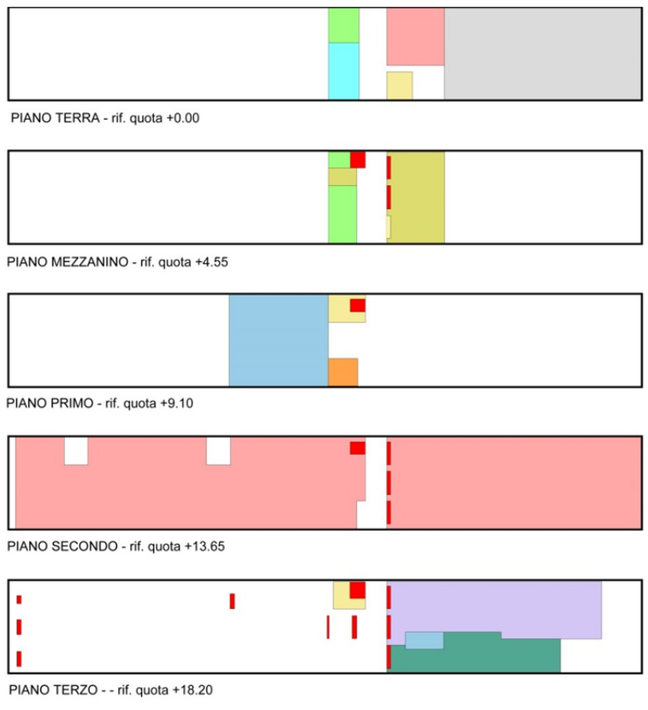


FIG. 5.79 - SEZIONE SCHEMATICA DEI PIANI DEL PROGETTO ESECUTIVO DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

Caratteristiche architettoniche

In merito al sistema strutturale dell'edificio, adotteremo telai di travi e pilastri in c.a. su fondazione diretta e, per gli orizzontamenti si saranno realizzati solai nervati in c.a. gettati in opera e solette piene in c.a. gettate in opera.

I pilastri della zona gate saranno disposti con un passo costante di 5.05 mt, gettati all'interno di una cassaforma in acciaio costituita da tubolari a sezione circolare, la-

sciati a vista come rivestimenti dei pilastri stessi; il passo dei pilastri nella zona officina è stato decisamente aumentato per agevolare le manovre dei mezzi. Per migliorare l'irrigidimento delle strutture e le relative caratteristiche sismiche è stata modificata, nello specifico dimezzata, la luce tra i pilastri della zona terminal ed è stato inserito, all'interno della griglia strutturale, un sistema di setti in c.a. per tutti i tamponamenti della facciata. Questa strategia strutturale consente di eliminare il giunto tecnico tra la zona terminal e il blocco della hall.

Inoltre L'involucro di facciata è pensato per racchiudere e rendere tra loro omogenee le volumetrie dell'edificio, rese più complesse dalla ridistribuzione funzionale; il suo aspetto ricorda la forma di uno scafo che, "galleggiando" sul volume in c.a. a vista dell'officina e sugli snelli pilastri della zona gate, intende inserirsi in un contesto inedito e affascinante, fatto di grandi navi, containers e gru.

Tale involucro è costituito da una facciata ventilata in alluminio, montata a secco a ridosso di un cappotto isolante e modulata con un passo costante di 1 mt; i pannelli modulari , costituiti da lastre di alluminio composito, vengono opportunamente ripiegati in modo da non esporre mai il bordo alle intemperie (questo accorgimento rende l'utilizzo di pannelli di alluminio composito la scelta più indicata in ambiente marino).

La facciata è caratterizzata da una alternanza di pieni e di vuoti, resi omogenei dal passo regolare dei pannelli ; I serramenti, caratterizzati da infissi a taglio termico e cristalli con fattore solare <0.5, sono fissi e trasparenti per l'intera altezza degli ambienti e, in corrispondenza dei solai, presentano una lastra smaltata che garantisce la continuità visiva del serramento sull'intera verticale interpiano/controsoffitto/solaio.

5.14.1. Le strutture dell'edificio

Il complesso edilizio, di forma rettangolare con lati 135x20 m., è costituito da un unico organismo strutturale distinto, solamente per semplicità di rappresentazione, in due diverse porzioni : il blocco "A" ed il blocco "B".

Data la particolarità architettonica della porzione "A", sorretta da esili pilastrate atte a consentire il sottostante passaggio dei mezzi e delle merci, l'edificio è stato concepito come un unico organismo strutturale. Infatti, la porzione di edificio sui pilastri non può che trovare la porzione "B" come unico elemento irrigidente, sotto le azioni orizzontali da vento e sisma. Questa infatti è caratterizzata da elevata rigidezza traslazionale e rotazionale grazie alla presenza del sistema di pareti in c.a..
Il dispositivo strutturale descritto è classificabile come sistema "torsionalmente deformabile"; per tale motivo è stato assunto un fattore di struttura adeguato a questo comportamento.
Per limitare gli effetti dovuti al gradiente termico, per il solo livello di copertura, sono stati svincolati i due blocchi "A" e "B", con opportuno giunto. Il collegamento fra le due porzioni di edificio risulta comunque garantito in fase dinamica dalla presenza di n° 4 shock transmitter. Tali dispositivi, abbinati ad opportune indentature ricavate nella soletta in c.a., risultano in grado di esplicare reazioni in entrambe le direzioni sotto la sollecitazione sismica o del vento, permettendo il lento fluire delle dilatazioni termiche nelle strutture, come le coperture, più direttamente esposte alle variazioni termiche. Date le descritte particolarità strutturali dell'edificio si è preferito non estendere l'uso di tali dispositivi ai livelli inferiori anche in considerazione dell'ottima coibentazione termica prevista e dei conseguenti limitatissimi □□termici che interessano le strutture interne.
Per ottimizzare l'esecuzione delle strutture è stato previsto l'utilizzo di sistemi costruttivi industrializzati da applicare all'uso del getto in opera direttamente nel cantiere di realizzazione.
I vantaggi di tali sistemi costruttivi consistono nell'alta qualità del prodotto strutturale realizzato e nella gestione semplificata della logistica di cantiere. Inoltre, con l'adozione del getto in opera così industrializzato è stato possibile adottare soluzioni ingegneristiche che permettessero la realizzazione di solai senza sottosporgenza all'intradosso non solo pregevoli dal punto di vista visivo ma anche assai utili al fine di semplificare le canalizzazioni impiantistiche.
Viste le luci in gioco e per garantire al tempo stesso l'adeguato comportamento a diaframma richiesto per l'antisismica, sono state utilizzate tre diverse tipologie di solaio gettato in opera in relazione alle differenti aree dell'edificio.

In corrispondenza della zona centrale ove è presente il corpo scala – ascensore, a tutti i livelli compresa la copertura, è stata prevista una soletta bidirezionale monolitica di spessore costante pari a 26 cm. con armatura lenta incrociata superiore ed inferiore.
Per il piano mezzanino, date le luci ed i carichi in gioco, è stata prevista una soletta bidirezionale con alleggerimenti in EPS o plastica riciclata spessore h = 8+34+8 = 50 cm. ed armatura lenta incrociata.
Anche per il blocco "A" a quota +8.85 p.g. e +13.14 p.g., principalmente per rendere "fluido" il passaggio dei carichi fra la sommità delle pilastrate metalliche inferiori e lo spiccato dei pilastri in c.a. superiori viene riproposta la stessa tipologia di soletta bidirezionale alleggerita spessore h = 8+34+8 = 50 cm..
Tale spessore risulta inoltre adeguato a garantire deformabilità minime del solaio in corrispondenza dello sbalzo che l'edificio presenta oltre il filo "1". In tal caso oltre l'armatura lenta incrociata è stato previsto l'uso di armatura di post-tensione allo scopo di minimizzare le deformazioni del cls a tempo infinito.
Per tutte le altre aree dei due blocchi, data la necessità di garantire ampi spazi liberi con luci di riferimento pari a 18,50 m., è stato previsto l'uso di un solaio nervato a portanza unidirezionale ed armatura con cavi di post-tensione. Lo spessore totale del solaio è pari a 60 cm. con nervature ad interasse di 160 cm., spessore 24 cm., e soletta superiore di 10 cm..
Per facilitare l'esecuzione di questa tipologia di solaio è previsto l'utilizzo di una casseratura piana industrializzata con elementi in EPS rivestiti ed atti ad essere estratti e riutilizzati dopo la prima maturazione del cls ed il tensionamento di prima fase dei cavi.
La fondazione è del tipo diretto con travi incrociate spessore costante 80 cm. in corrispondenza del blocco "A" ed una platea e travi continue spessore 150 cm. in corrispondenza del blocco "B".
Solamente per l'allineamento "22" lo spessore della trave risulta pari a 200 cm. date le sollecitazioni che interessano la parete in elevazione che spicca da tale fondazione.

5.14.2. Gli impianti meccanici a servizio dell'edificio

Per l'edificio amministrativo si è posta particolare attenzione agli aspetti ambientali ed energetici.

Questo ha portato le seguenti scelte:

- eliminazione del gas metano per la produzione dell'energia termica di riscaldamento al fine di eliminare la produzione locale di CO_2;
- utilizzo di pompe di calore ad aria per la produzione di acqua calda riscaldamento e sanitaria in quanto una quota dell'energia termica così prodotta è considerata, secondo l'allegato 1 punto 4 del DLgs28/2011, fonte rinnovabile.

Oltre quanto sopra i principali obiettivi della progettazione sono:

- soddisfacimento delle richieste d'utenza;
- elevato livello di affidabilità e di sicurezza di esercizio;
- continuità di esercizio per gli impianti sensibili;
- flessibilità di impiego con ampia gamma di lavoro degli impianti;
- economicità di gestione e semplicità di manutenzione.

Per quanto riguarda gli impianti di climatizzazione si ha che al terzo piano, all'esterno, è ubicata la centrale termofrigorifera costituita da gruppi polivalenti ad aria, ossia che consentono la produzione indipendente o contemporanea di acqua calda e refrigerata, all'interno la centrale di pompaggio e le unità di trattamento aria.
Gli impianti interni sono poi così suddivisi:

a) Uffici: ventilconvettori a cassetta e aria primaria a portata costante;
b) Sale riunioni uffici: impianto a tutt'aria con cassette di post-riscaldamento a portata costante;
c) Cucina e annessi: tutt'aria;
d) Mensa: tutt'aria;
e) Atri, ingressi: ventilconvettori e aria primaria;
f) Officina: aerotermi, pavimento radiante e aria di compenso;
g) Locali elettrici: split;
h) CED: Under ad espansione e aria primaria a portata costante;
i) Servizi igienici: radiatori ed estrazione aria;
l) Spogliatoi: ventilconvettori e aria primaria;
m) Magazzini: ventilconvettori e aria primaria;

E' prevista la realizzazione di un sistema di gestione e controllo di tutti gli impianti dell'edificio (BMS-Building Management System), il quale consente una gestione energeticamente efficace.
La produzione dell'acqua calda sanitaria, indipendente per gli uffici e per la mensa, avviene tramite pompe di calore ad aria ad alta temperatura in modo tale da soddisfare le richieste della normativa vigente sull'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili.
Sono inoltre previsti i seguenti impianti:

- Impianto aria compressa;
- Impianto distribuzione oli e grassi dell'officina;
- Impianto drenaggio e stoccaggio oli esausti dell'officina;
- Impianto di evacuazione gas scarico automezzi (solo predisposizione) dell'officina;
- Impianto di evacuazione fumi saldatrici (solo predisposizione) dell'officina;
- Impianti adduzione e scarico acqua fredda e calda sanitaria e sanitari;
- Impianto scarico delle acque reflue fino al punto di consegna;
- Impianto per il convogliamento orizzontale delle acque meteoriche;
- Impianto antincendio;
- Impianto di convogliamento delle acque meteoriche dal parcheggio scoperto;
- Impianto irrigazione area verde di pertinenza edificio;
- Impianto di distribuzione gas metano (per l'eventuale cucina a gas);

5.14.3. Impianti Elettrici edificio amministrativo

I principali obiettivi della progettazione sono:

- soddisfacimento delle richieste d'utenza;
- elevato livello di affidabilità e di sicurezza di esercizio;
- continuità di esercizio per gli impianti sensibili;
- flessibilità di impiego con ampia gamma di lavoro degli impianti;
- economicità di gestione e semplicità di manutenzione.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici relativi all'edificio amministrativo si ha al pianto terra la stecca tecnologica composta da vari locali tecnici di cui facciamo un cenno qui di seguito:

Locale arrivo MT/MT in tale locale faranno capo le 2 linee ad anello aperto di media tensione provenienti dall'edificio A di cui una linea sarà dedicata a riserva fredda.
Locale di trasformazione dove sono posti 2 trasformatori MT/BT funzionanti in parallelo in cui viene trasformata la tensione di media (20 kV) in tensione BT (0,4kV)
Poi abbiamo vari locali dedicati alla fornitura dell'edificio nelle varie forme di energia di cui segue:

1- fornitura alimentazione generale su sistema di energia normale
2- fornitura di energia sotto continuità informatica per garantire l'assoluta continuità energetica anche in assenza di energia normale
3- fornitura di energia sotto continuità di sicurezza/emergenza per garantire l'assoluta continuità energetica anche in assenza di energia normale
4- Poi abbiamo un ulteriore fornitura energetica per carichi privilegiati data da un gruppo elettrogeno posto in un locale tecnico separato dalla stecca tecnologica.

I punti di cui sopra faranno capo ad un sistema di distribuzione a blindosbarra, poste in un cavedio tecnico dedicato ricavato all'interno dell'edificio amministrativo, per avere una migliore migliore facilità di installazione nonché una miglior forma distributiva in quanto tale soluzione non risulta essere rigida come utilizzare i cavi e garantisce anche una miglior dissipazione termica contribuendo ad un risparmio di energia.
Da tali blindosbarre si deriveranno attraverso delle cassette munite di protezione magnetotermica ad innesto rapido, le varie forniture ai quadri elettrici di piano per consentire una distribuzione di tipo radiale ai vari carichi/utilizzatori.
Abbiamo inoltre un ulteriore blindosbarra alimentata sempre dalla stecca tecnologica che viene utilizzata per alimentare le utenze termofluidiche che anche in questo caso ci permette di distribuire in maniera razionale il carico per i vari quadri.
Per la distribuzione secondaria di tipo a pavimento si è pensato di utilizzare visto la praticità impiantistica nell'avere un pavimento di tipo galleggiante delle blindo poste a pavimento alle quali andranno a confluire le torrette a pavimento (postazioni lavoro composte da prese elettriche/dati).
Per la distribuzione a soffitto anche qui per gran parte delle utenze si è adottata una soluzione a blindosbarra.

La distribuzione a soffitto avviene con l'utilizzo di corpi illuminanti di tipo LED, tale soluzione permette un risparmio sul consumo di energia pur mentendo inalterate le caratteristiche illuminotecniche dettate dalle norme in vigore.
Per garantire un ulteriore risparmi energetico si è pensato di adottare l'intero complesso ed in particolare nei locali adibiti a servizi igienici ed uffici, di sensori di presenza ad eccezione che nei locali uffici che tali sensori avranno un ulteriore funzione ossia di mantenere i LUX previsti dalla normativa, regolando l'intensità luminosa in funzione delle luce esterna, questo grazie ad un sistema demotico (KNX) con sonde (eliometri) poste sulla copertura le quali seguono l'andamento solare e in concomitanza con la sonda di presenza interna attuano la modulazione illuminotecnica, che anche in questo caso permetterà un risparmio economico sull'energia.
Sulla copertura è previsto un impianto fotovoltaico ai sensi del D.Lgs 28/11, il quale darà un ulteriore contributo al risparmio energetico dell'intero complesso.

5.14.4. Impianti Speciali

E' prevista la realizzazione degli impianti speciali di seguito riportati.

a) Impianto di rivelazione incendio

L'impianto di rivelazione incendio, generalizzato a tutto l'edificio, raccoglie le segnalazioni manuali ed interroga i rivelatori automatici al fine di individuare quanto prima possibile possibili focolai di incendio.
La centrale in caso di allarme mette in azione una serie di interventi al fine di segnalare le condizioni di pericolo e dispone l'attivazione delle misure per la messa in sicurezza del sito interagendo con l'impianto di diffusione sonora per evacuazione.

b) Diffusione sonora per evacuazione

L'impianto di diffusione sonora per evacuazione consente di effettuare annunci generali di emergenza e si interfaccia con l'impianto di rivelazione incendio per la gestione dell'evacuazione dell'edificio. In caso di allarme incendio di secondo livello la centrale si attiva in automatico diffondendo, tramite un registratore audio digitale, i messaggi di evacuazione preregistrati.
L'impianto prevede l'installazione di una centrale di gestione e di diffusori a servizio di tutte le aree e tipicamente :

- Uffici;
- Sale riunioni;
- Locali tecnici;
- Bagni

c) Cablaggio strutturato

Il cablaggio strutturato previsto costituisce una rete di trasmissione che assicura l'interconnessione delle apparecchiature dati e voce.
La rete è costituita da cavi UTP di categoria 6A, attestati su prese RJ45 dello stesso tipo, che fanno capo a rack di area/piano, i quali, a loro volta, sono connessi tramite dorsali in fibra ottica a rack di centro stella.
L'impianto è completo di switch dedicati al sistema informatico, di access point e di apparecchi telefonici VoIP con relativa centrale.

d) Impianto di controllo accessi

L'impianto di controllo accessi previsto per il presente edificio realizza un filtro per consentire l'accesso ad aree particolari dell'edificio solamente al personale autorizzato.
In particolare è stato previsto per il controllo di:

- accesso a tutti i locali tecnici;
- accesso a determinati locali riservati al personale adibito alla sicurezza;
- accesso ai piani dalle scale.

L'impianto utilizza apparecchiature con tecnologia di prossimità Mifare.

e) Impianto di gestione presenze

L'impianto di gestione presenze ha la funzione di gestire il controllo l'attività completa delle presenze del personale attraverso l'elaborazione delle timbrature.

f) Impianto allarme intrusione e rapina

L'impianto antintrusione viene concepito a sorveglianza dei varchi perimetrali e delle zone interne di tutto il complesso ed è costituito da una centrale di controllo, da contatti magnetici sui varchi perimetrali e da sensori volumetrici nella sala server.
L' impianto antintrusione è interfacciato con l'impianto di videosorveglianza per attivare le modalità di registrazione e le sequenza delle immagini video delle telecamere installate nelle aree allarmate.

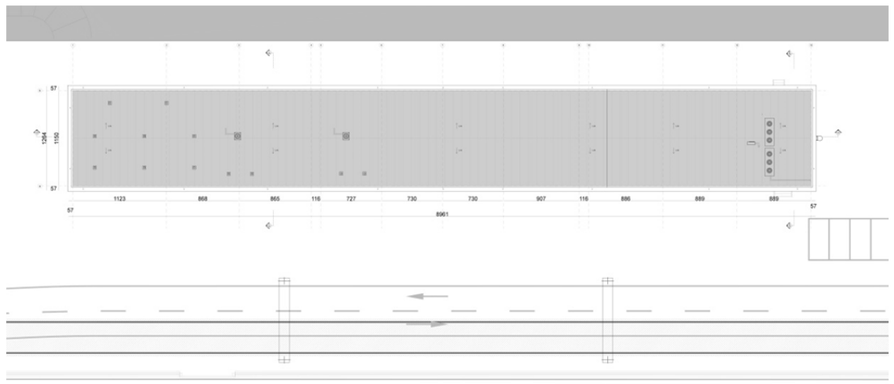
g) Impianto di videosorveglianza

L'impianto generale di videosorveglianza del complesso è composto da telecamere a colori ad alta sensibilità, direttamente collegate alla rete LAN Fast Ethernet TCP/IP dedicata, con tecnologia PoE (Power over Ethernet).

Sono previste telecamere IP DOME da interno, collocate nelle aree comuni, e telecamere IP in esecuzione da esterno, corredate da illuminatore, essenzialmente a sorveglianza delle uscite di sicurezza.
I segnali provenienti dalle telecamere vengono fatti convergere in un rack di centro stella dove sono installate le apparecchiature di controllo e di memorizzazione (NVR).
Il programma di gestione del sistema di videosorveglianza presenta un'interfaccia di semplice ed efficace utilizzo e consente non solo l'adattamento delle funzioni operative alle esigenze dell'utenza, ma anche l'analisi dei dati rilevati e la loro memorizzazione.
L'impianto prevede adeguate interazioni funzionali tra gli impianti di videosorveglianza e gli impianti di rivelazione incendio, antintrusione e controllo accessi, per consentire la visualizzazione automatica e la relativa registrazione delle immagini provenienti dalle telecamere posizionate nelle aree interessate da allarmi.

5.15. L'edificio A

L'edificio denominato "A" è localizzato all'estremo nord-ovest subito verso la spiaggia ed appena prima della strada e del carbonodotto della banchina rinfuse della nuova piattaforma.



PIANTA COPERTURA

L'edificio contiene tutti i vani tecnici relativi alle forniture elettriche della piattaforma, il centro unico di gestione delle emergenze e la backup server room dell'edificio amministrativo che per sicurezza dei dati è dislocata in questo edificio.

I tamponamenti esterni saranno realizzati con pannelli in cls. prefabbricato isolato con finitura rigata ad impasto nero.

Per quanto attiene la climatizzazione e l'illuminazione dell'edificio e l'impiantistica a corredo si rimanda alle relazioni tecniche specialistiche specifiche allegate al progetto.

Tutti i solai, i muri di tamponamento esterni e la copertura saranno isolati termicamente per fornire la quantità massima di rendimento energetico durante l'anno.
L'isolamento termico ed acustico di tutti i solai, i muri di tamponamento esterni e la copertura, saranno secondo le norme vigenti in materia.

Per la prevenzione incendi e il sistema antincendio si è previsto un adeguato impianto (per il quale si rimanda alle relazione degli impianti). Si predisporrà attrezzatura antincendio, estintori, opportuna segnaletica, vie d'esodo opportunamente dimensionate, le uscite di sicurezza, le porte REI e tamponamenti REI tra le varie attività come da normativa vigente in materia.
Sono previste pareti REI sia tra i vari vani che contengono le cabine di trasformazione e i vani destinati alla bacup server room ed il centro unico di gestione delle emergenze.

Le coperture e i sistemi di impermeabilizzazioni sono previsti di facile manutenzione e con durata minima di 50 anni.

Le pavimentazioni interne saranno di diverse tipologie:

- nella zona dei vani tecnici adibiti alle cabine la pavimentazione sarà di tipo industriale in cemento armato elicotterato antisdrucciolo, resistente alla corrosione da sostanze chimiche e trattati con adeguato rivestimento protettivo.

- nel centro unico delle emergenze sarà realizzato un pavimento di tipo flottante realizzato con pannelli di tipo antistatico con altezza di 30 cm per permettere il passaggio dei cablaggi si elettrici che della rete LAN, in gres con piastrelle 60x60 (finitura opaca antisdrucciolo colore grigio NCS 4502-Y)

I rivestimenti interni saranno di diverse tipologie:

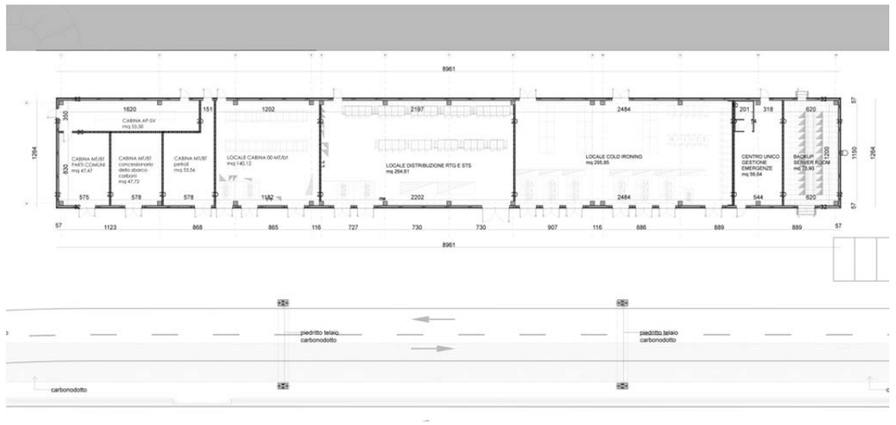
- nella zona dei vani tecnici adibiti alle cabine rasatura a gesso e pittura a smalto fino a 2,10 altezza (colore grigio RAL 7038) da 2,10 fino a soffitto rasatura a gesso e idropittura lavabile (colore bianco RAL 9010) zona officina.
- Rivestimento ceramico in piastrelle 30x30 cm fino a 2,10 altezza (grigio RAL 7038) da 2,10 fino a soffitto rasatura a gesso e idropittura lavabile (colore bianco RAL 7038) zona bagni.
- Rasatura a gesso e pittura a smalto fino a 2,10 altezza (colore grigio RAL 9010) da 2,10 fino a soffitto rasatura a gesso e idropittura lavabile (colore bianco RAL 9010) zona centro unico delle emergenze.

Saranno montati sanitari sospesi a muro in porcellana. I wc saranno con valvole a livello automatiche dimensionate per utilizzi continui di uso pubblico. Gli orinatoi saranno ECO senz'acqua, tipo flushless.



PROSPETTO SUD EST

La copertura è realizzata con elementi prefabbricati con profilo a doppio T, cappa collaborante, isolamenti e guaina la quota esterna della copertura è a 9,75 mt, i pannelli di rivestimento esterno terminano alla quota + 10,85 mt fungendo da parapetto per le operazioni di manutenzione della copertura e da mascheramento delle unità esterne dell'impianto di condizionamento.



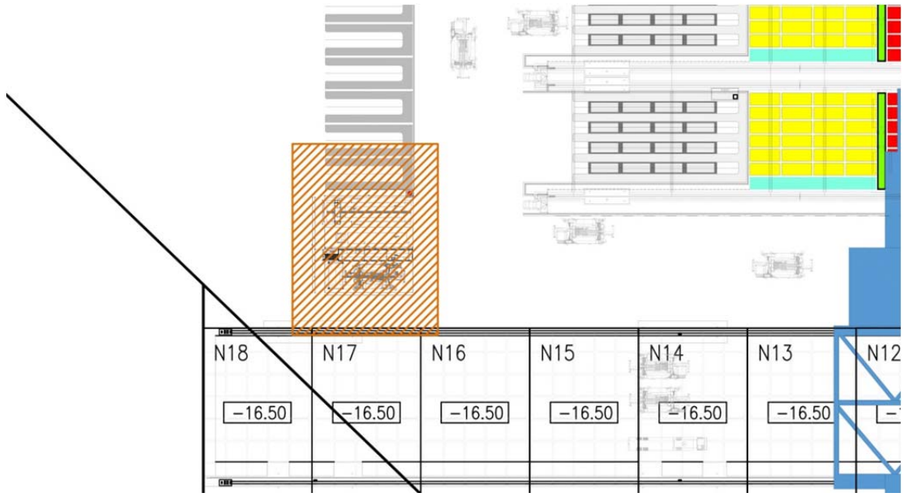
PIANTA PIANO TERRA

All'interno di questo edificio saranno collocati:

- cabina AP-SV da 55,50 mq.
- cabina MT/BT PARTI COMUNI da 47,47 mq.
- cabina MT/BT concessionario dello sbarco carboni da 47,72 mq.
- cabina MT/BT PETROLI da 53,56 mq.
- locale cabina MT/BT da 140,12 mq.
- locale distribuzione RTG e STS da 264,61 mq.
- locale COLD IRONING da 295,85 mq.
- centro unico delle emergenze con relativo servizio igienico da 56,64 mq.
- APMT backup server room da 73,90 mq.

L'accesso alla copertura per manutenzione sarà possibile tramite una scala alla marinara posizionata al centro della facciata di nord-est.

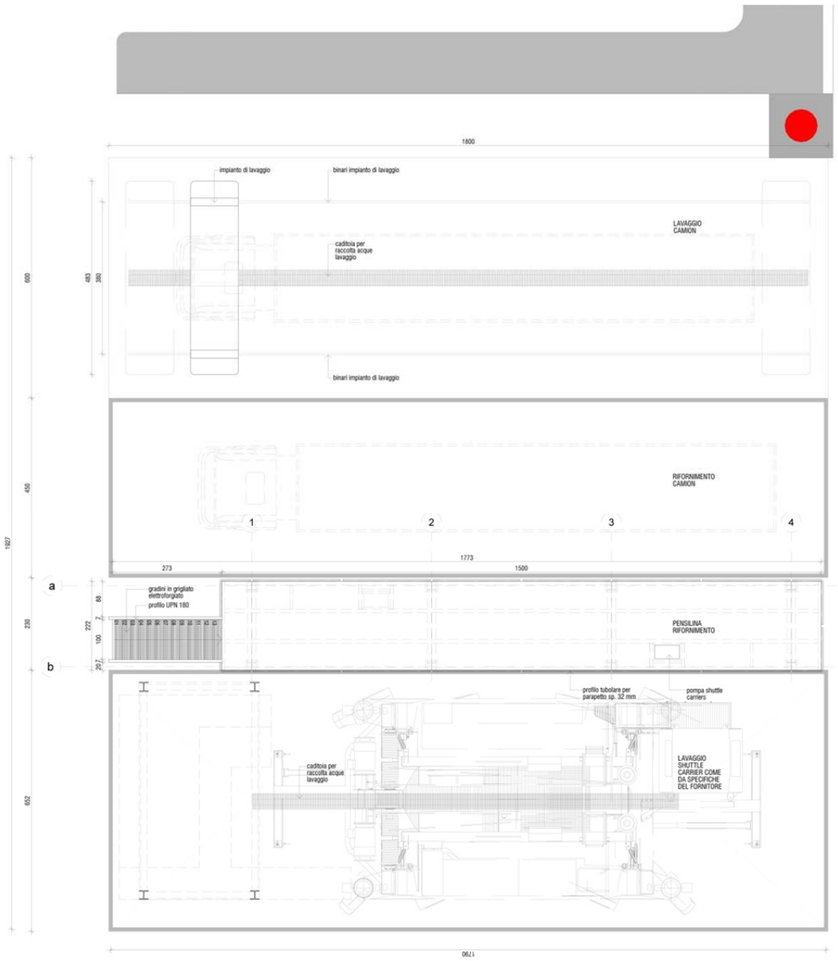
5.16. Area Carburanti



Nel lato sud della piattaforma tra la zona di stoccaggio container e la zona di manovra camion verrà realizzato l'area carburanti.
Nell'area carburanti sono previste quattro zone per le seguenti attività:

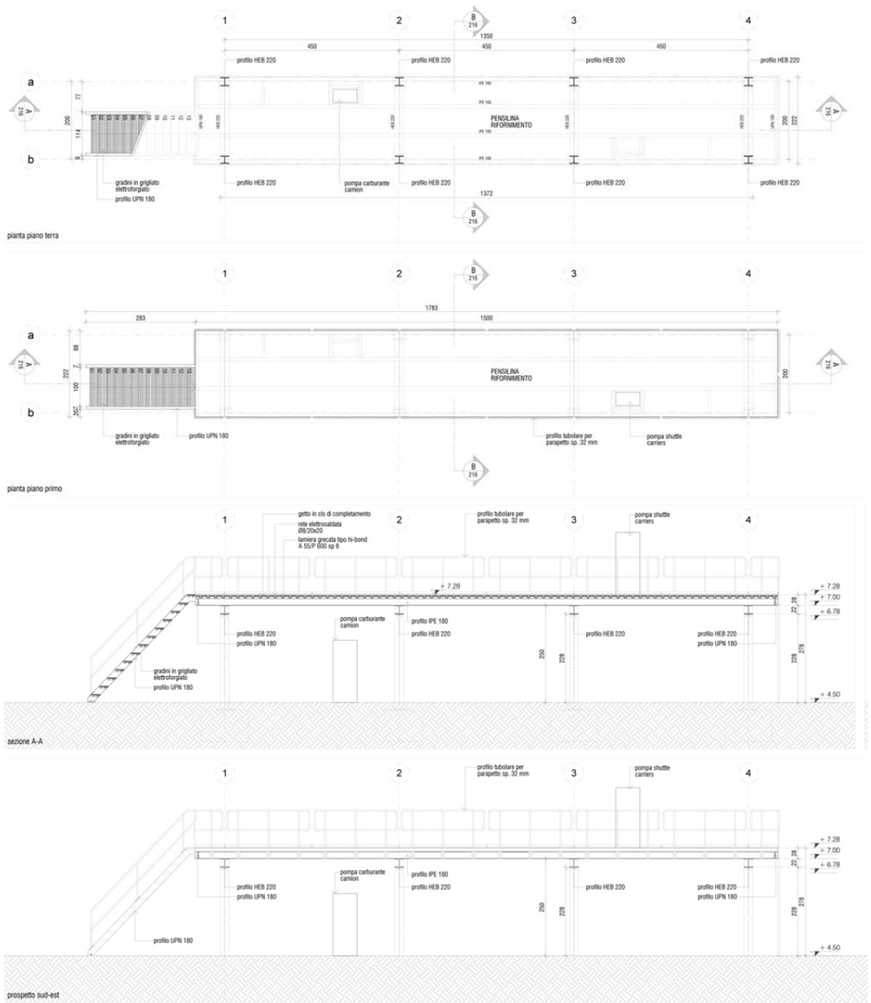
- lavaggio camion
- rifornimento camion
- rifornimento shuttle carrier
- lavaggio shuttle carrier

verrà realizzata una piattaforma con struttura a profili metallici con solaio con quota di calpestio a quota + 7,28 mt, servirà da pensilina per la sottostante zona di rifornimento dei camion, e da solaio per la zona rifornimento shuttle carrier che avviene ad una quota più alta.



AREA CARBURANTI - PIANTA

Le pompe verranno collocate su di un marciapiede con le stesse caratteristiche dei marciapiedi delle corsie di ingresso dei gate con dimensioni diverse.



AREA CARBURANTI - PROSPETTI E SEZIONI

L'accesso alla parte superiore della pensilina avverrà tramite una scala metallica di 13 scalini collocata sul alto corto a sud.

5.17. Opere di mitigazione ambientale

Le soluzioni progettuali proposte per mitigare l'impatto paesaggistico della piastra multifunzionale e delle opere e interventi complementari, quali il sovrappasso della via Aurelia, la darsena e la riqualificazione costiera, sono state illustrate e discusse preventivamente con la Regione Liguria (Settore di Valutazione di Impatto Ambientale e Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici), con la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesistici della Regione Liguria e con il Comune di Vado Ligure in vari incontri, avvenuti sia nell'ambito della procedura di "scoping" del S.I.A. che a valle della sua conclusione.
Questi interventi hanno l'obbiettivo di migliorare l'assetto paesistico ed urbanistico del territorio e, dunque, di riqualificare il fronte mare di Vado Ligure e delle aree retro portuali attraverso trasformazioni territoriali in grado di soddisfare i requisiti generali di sostenibilità.
Lo studio architettonico-paesaggistico condotto ha consentito di rispondere alle prescrizioni n° 5, n° 10 e n° 12 formulate dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (Decreto n° 371 del 18 Aprile 2005).

Piastra Multifunzionale
Nella elaborazione della scelta progettuale è stata da subito evidente l'esigenza di creare sistemi di mitigazione ambientale atti a ridurre l'impatto di tutto ciò che si potesse vedere sulla piastra, come i sistemi di gru o il deposito dei container rispetto, soprattutto, dalle due spiagge presenti a levante ed a ponente del radicamento a terra.
Infatti la piastra multifunzionale, che si estende per circa 700 m sul mare, ha un orientamento che vede i lati lunghi disposti rispettivamente a Nord Ovest (cioè verso levante) e Sud Est (cioè verso ponente).
Sul lato Nord Ovest la piastra confinerà con il comparto D previsto dal relativo SAU del Comune di Vado Ligure, con un tratto di spiaggia, e con il nuovo porto turistico previsto dall'Accordo di Programma del 2008; mentre sul lato Sud Est, confinerà direttamente con la cosiddetta "Spiaggia dei Pescatori".
Dalla spiaggia di ponente, dunque, si avrà una panoramica sulla parte di piattaforma adibita allo stoccaggio dei container, all'accosto delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) e sul carbonodotto mentre, dalla spiaggia a Sud Est si avrà una

panoramica sulla parte di piastra multifunzionale che ospiterà l'edificio della Maersk A/S, il parcheggio a raso, il piazzale di accesso ai "gate" del terminal container e l'intestazione della rampa del sovrappasso della Via Aurelia.

L'esigenza di ridurre l'impatto paesaggistico della piastra ha dunque portato alla individuazione delle diverse tipologie di schermature che verranno di seguito descritte.

a) Una menzione particolare la merita poi l'edificio della Maersk A/S, che sarà realizzato nella parte più prossima al radicamento a terra.
b) Si tratta di un edificio multipiano per uffici e per le attività connesse con l'operatività del terminal e a servizio della sua gestione che delimita - dal punto di vista strutturale, architettonico e visuale - l'intera area di accesso al terminal.

L'edificio è stato pensato con una struttura a ponte, funzionale alle specifiche esigenze delle attività di coordinamento gestionale dell'area e di regolamentazione del passaggio delle merci in entrata in uscita dal terminal.
Si sviluppa longitudinalmente in direzione Nord/Ovest – Sud/Est su 4 piani con una impronta a terra rettangolare di 135 m x 20 m.
Posizionato frontalmente rispetto all'abitato, l'edificio consentirà la creazione di uno spazio intermedio tra il contesto urbano e quello portuale.

Per quanto riguarda l'involucro di facciata, è stata prevista una facciata ventilata in pannelli modulari in alluminio verniciato alternati a serramenti fissi anch'essi modulari ed in alluminio.
L'alternanza di pieni e vuoti caratterizza e valorizza l'edificio dal punto di vista architettonico.

I principi costruttivi previsti fanno quanto più possibile riferimento ad una cultura di rispetto, tutela e conoscenza dell'ambiente. Ci si riferisce, ad esempio, all'utilizzo dei dispositivi di automazione impiantistica atti all'abbattimento dei consumi energetici (per illuminazione, riscaldamento, ventilazione, aria condizionata, ecc.).



VISTA DI PROGETTO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALL'ALTO



VISTA DI PROGETTO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALL'ALTO FRONTE SUD.



VISTA DI PROGETTO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALL'ALTO FRONTE NORD/OVEST.

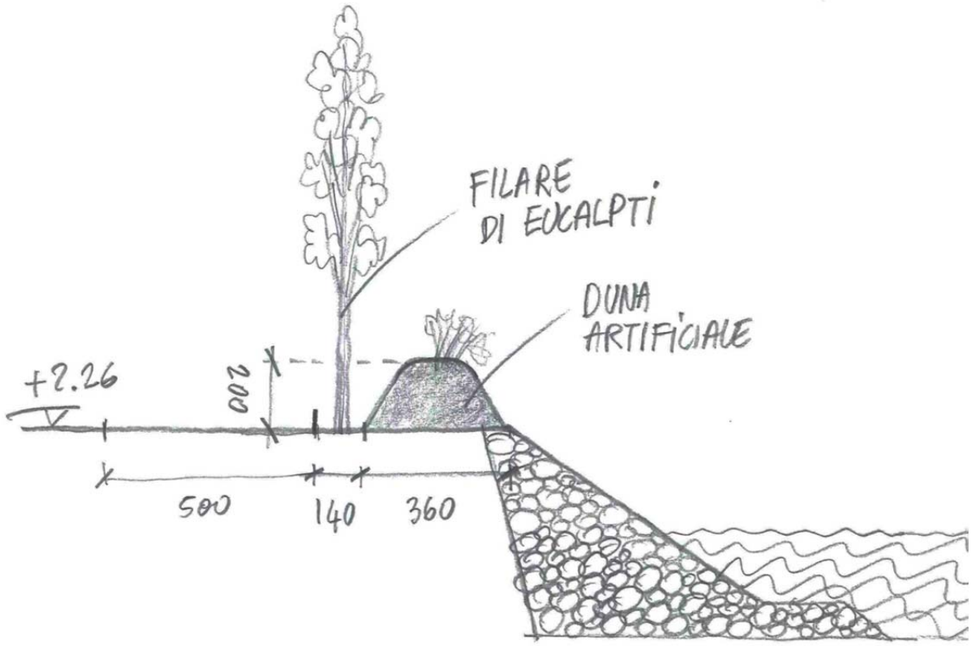
Interventi di mitigazione sul lato Sud

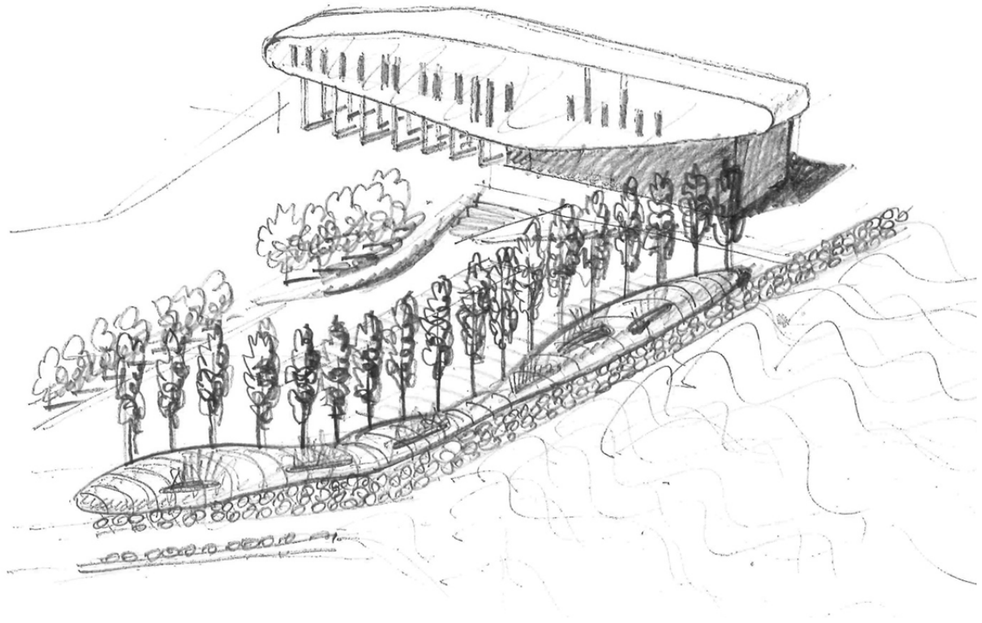
Nella parte Sud della piastra multifunzionale, nella porzione delimitata dal radicamento a terra della stessa e dall' edificio Maersk, si collocano il parcheggio a raso e l'intestazione della rampa del sovrappasso della Via Aurelia. Essendo tali elementi direttamente visibili dalla cosiddetta "Spiaggia dei Pescatori", oggi adibita prevalentemente al rimessaggio di piccole imbarcazioni ma parte del Progetto di riqualificazione del litorale già approvato dal Comune di Vado Ligure, risulta opportuno prevedere un sistema di schermature per mitigarne l'impatto visivo.

Nella fascia compresa tra la scogliera e l'area del parcheggio a raso verrà realizzato un sistema di "dune artificiali" in coerenza con la sistemazione del waterfront che verrà attuata; le "dune" avranno un'altezza variabile , massima di 2.00 metri, saranno realizzate in terra armata, con reti metalliche per garantirne la coesione e la resistenza ai fenomeni di erosione e con l'innesto degli arbusti tipici della vegetazione costiera locale come ginestre, alaterno, corbezzolo, mirto, cisto e rosmarino. Tra le "dune" ed il parcheggio a raso verranno piantumati alberi della famiglia degli Eucalyptus ideali per la formazione di alte schermature anche in ambienti particolarmente ventosi e in prossimità del mare.

Sempre sul versante Sud, per schermare maggiormente l'intestazione della rampa e il passaggio di camion e mezzi pesanti, si provvederà alla creazione di un'ulteriore quinta alberata di Eucalyptus tra la rampa e la corsia di accesso al parcheggio.

Lo stesso Edificio amministrativo svolgerà una importante funzione di schermatura della parte di piattaforma ed esso retrostante e delle relative attività.



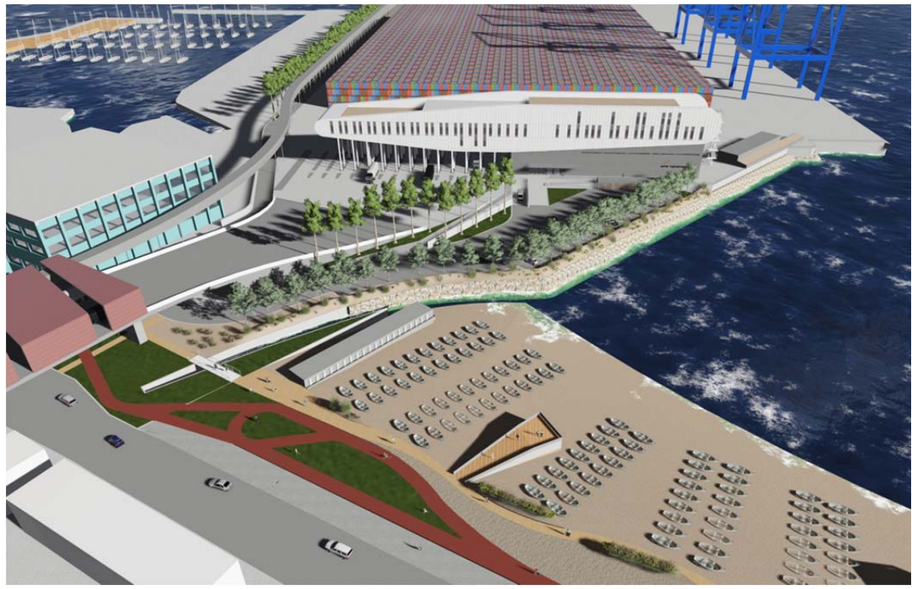


CONCEPT PROGETTUALE DELLA SCHERMATURA SUL LATO SUD





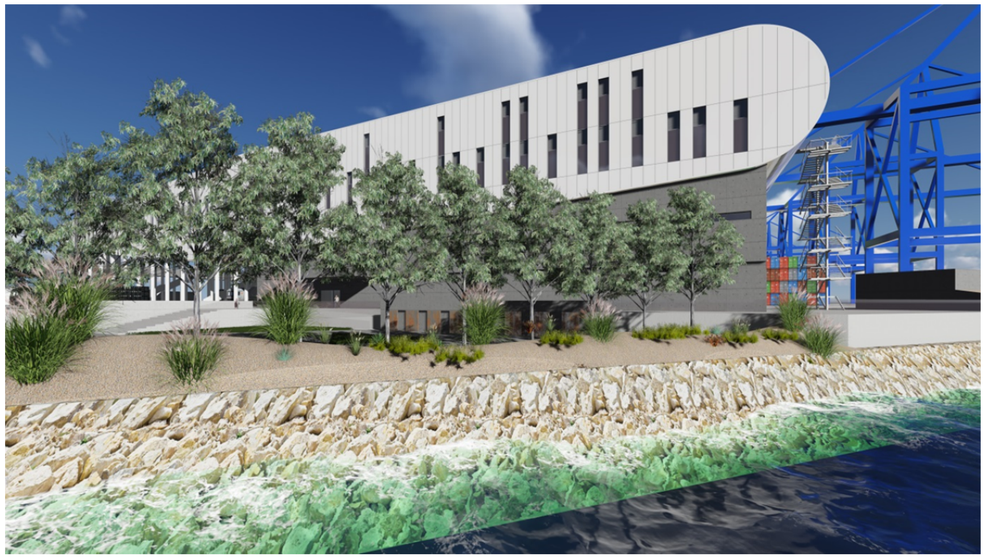




VISTA D'INSIEME LATO SUD



VISTA DELLA PIATTAFORMA DALLA "SPIAGGIA DEI PESCATORI"



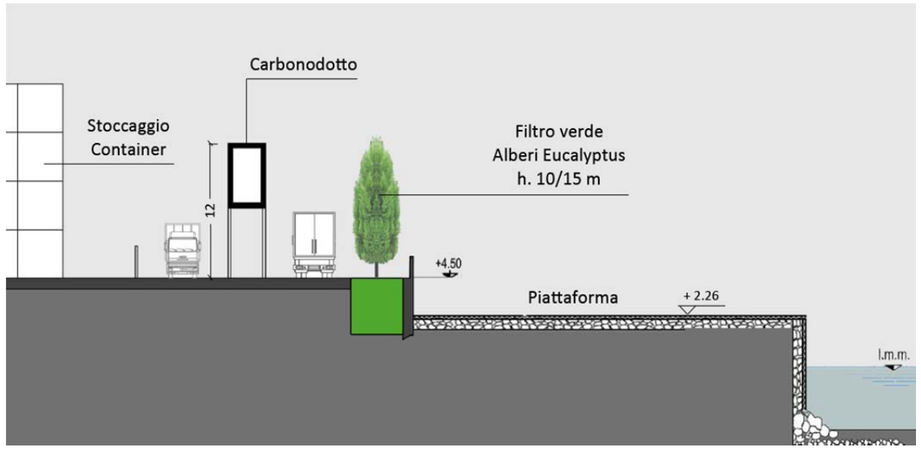
VISTA DI DETTAGLIO DELLA SCHERMATURA LATO SUD

Interventi di mitigazione Lato Nord/Ovest

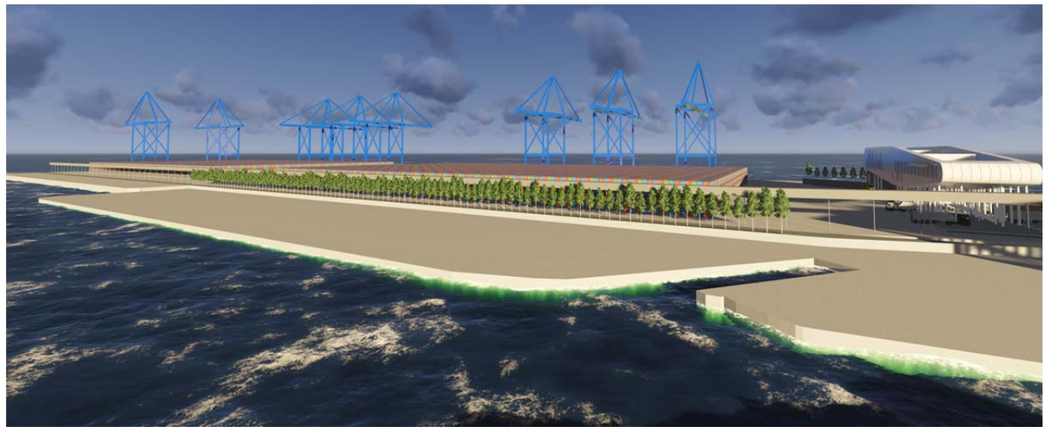
Differentemente dal lato Sud, gli interventi di mitigazione previsti sul lato di Nord/Ovest della piastra saranno costituiti da un unico sistema di alberatura in vasca per una lunghezza di circa 280 metri.
Il fronte Nord/Ovest è caratterizzato, oltre che dal terminal container, dalla presenza dall'accosto delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) e, soprattutto, dalla presenza del carbonodotto che proviene dalla banchina in testata, dedicata all'attracco delle navi della Terminal Rinfuse, che si raccorderà a quello esistente a terra. Proprio il carbonodotto, a causa delle sue notevoli dimensioni (struttura metallica di altezza 14,5 m e larghezza 6 m), si configura come l'elemento dominante della vista.
La schermatura di tale fronte si rende dunque opportuna nell'ottica di un incremento della fruibilità della spiaggia e in previsione della realizzazione del nuovo porto turistico previsto dall'Accordo di Programma del 2008.
Per realizzare tale schermatura si è scelto di utilizzare un filtro verde costituito da circa 70 alberi a medio fusto della famiglia degli Eucalyptus con uno sviluppo lineare conti-

nuo di circa 280 metri, piantumati in vasca con un interasse di 3 metri, con un'altezza media al momento dell'impianto di 12 metri (altezza carbonodotto).
Gli Eucalyptus risultano le essenze ideali per la creazione di barriere visive e acustiche naturali in quanto sempreverdi, a rapida crescita, resistenti alla salsedine con una folta chioma ed un apparato radicale molto robusto resistente allo sradicamento in caso di vento forte e mareggiate. Il sistema di alberatura così descritto creerà un filtro visivo che consentirà di frammentare lo "skyline" caotico ed artificiale creato dai container sovrapposti, che possono raggiungere altezze da 3 a 15 m.

Ulteriori elementi che saranno adottati per l'alleggerimento della percezione visiva della piastra, comune a tutti i punti di visuale, riguardano le colorazioni da adottare per i carrelli mobili e le gru. Le gru di banchina saranno di colore grigio/celeste per meglio integrarsi con la colorazione del cielo, mentre le gru di piazzale saranno colorate in grigio antracite.



SEZIONE DI PROGETTO DELLA SCHERMATURA DAL LATO NORD OVEST


VISTA DI PROGETTO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DAL LATO NORD OVEST

5.18. La vasca di deposito dei sedimenti dragati

Come già descritto nei paragrafi precedenti di questa relazione, l'eccedenza dei volumi di dragaggio rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare, ha richiesto l'individuazione di un'area in cui depositare parte del materiale dragato; l'area, di concerto con l'Autorità Portuale, è stata individuata a nord-ovest della piastra, nell'area in cui sarà ubicata l'area cantieri del comparto D3. In sostanza questa soluzione consente di dare una sistemazione definitiva al materiale di risulta dei dragaggi, nell'ambito di un lavoro già previsto dall'Autorità Portuale.

Nell'ambito dei normali affinamenti ed approfondimenti in fase di redazione del progetto esecutivo si è palesata l'opportunità di introdurre un adeguamento della struttura e delle modalità realizzative della cassa di colmata rispetto alla soluzione prevista nel progetto definitivo, realizzando, nella sostanza, una conterminazione con palancole in luogo di quella costituita con blocchi in conglomerato cementizio sul lato nord-ovest (lato mare) e dal semplice rilevato sul lato sud-est (lato terra).
In data 25 settembre 2012, con lettera LOU 019/12, il concessionario ha inviato in merito una richiesta alla Regione Liguria di riconoscere detta variazione come modifica non so-stanziale.

La Regione Liguria, con Delibera della Giunta Regionale n. 140 del 15/02/2013, trasmessa con lettera PG/2013/0035903 del 4 marzo 2013 ha riconosciuto la variazione come modifica non sostanziale.
All'atto dell'invio alla Regione Liguria della richiesta di pronunciamento sulla nuova so-luzione in via tecnica essa era già stata approvata dall'Autorità Portuale di Savona, con decreto n. 43 del 2 agosto 2012, a seguito del parere favorevole del RUP da cui essa era già stata giudicata come modifica irrilevante ai fini della verifica da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, cui pertanto non sarà sottoposta.
Nei riguardi degli aspetti paesistici particolare cura è stata dedicata, nello studio della modifica, a realizzare un involucro esterno del tutto simile a quello del Progetto Definitivo, sicché è da ritenere non pertinente una richiesta di parere in tale senso.

5.18.1. Soluzione progettuale prevista nel progetto definitivo

L'entità dei volumi di dragaggio previsti nel progetto definitivo ha richiesto l'individuazione di un'area in cui depositare parte del materiale dragato; la suddetta area, di concerto con l'Autorità Portuale, è stata individuata a nord-ovest della piastra, e più precisamente nella zona in cui sarà ubicata l'area cantieri del comparto D3.
Tale soluzione consente di dare una sistemazione definitiva al materiale di risulta dei dragaggi, nell'ambito di un lavoro già previsto dall'Autorità Portuale nell'ambito dell'Accordo di Programma.

In quest'ottica è stata studiata anche la struttura di marginamento frontale, che doveva al contempo diminuire al massimo l'ingombro, al fine di rendere massimo il volume di sedimenti depositati, ed essere funzionale alle future opere previste dall'Autorità Portuale nel comparto D3.

Nel progetto definitivo approvato la conterminazione della vasca era costituita da una struttura a blocchi in conglomerato cementizio armato sul lato nord-ovest e dal semplice rilevato sul lato sud-est.

In particolare l'opera da realizzarsi sul lato nord-ovest, dovendo assolvere anche alla funzione di banchina del futuro porto turistico, era prevista a parete verticale ed è del tipo a gravità realizzata con massi di calcestruzzo sovrapposti e posti in opera sopra uno scanno di scogliera (pezzatura 5-50 Kg).

Inoltre per limitare al massimo i problemi di agitazione residua all'interno del futuro bacino portuale, si era previsto che la banchina fosse dotata in sommità di una camera assorbente all'interno della quale fosse collocato del pietrame al fine di assorbire l'energia del moto ondoso stesso.

Il terreno a tergo del muro è costituito da un rinfianco di pietrame selezionato 5-500Kg per diminuire la spinta del riempimento.

L'opera si completava con un coronamento superiore in calcestruzzo gettato in opera con quota di sommità di +1.50 m. l.m.m.

La planimetria e la sezione tipo della cassa di colmata sono riportate rispettivamente in Fig. 5.80 e Fig. 5.81.

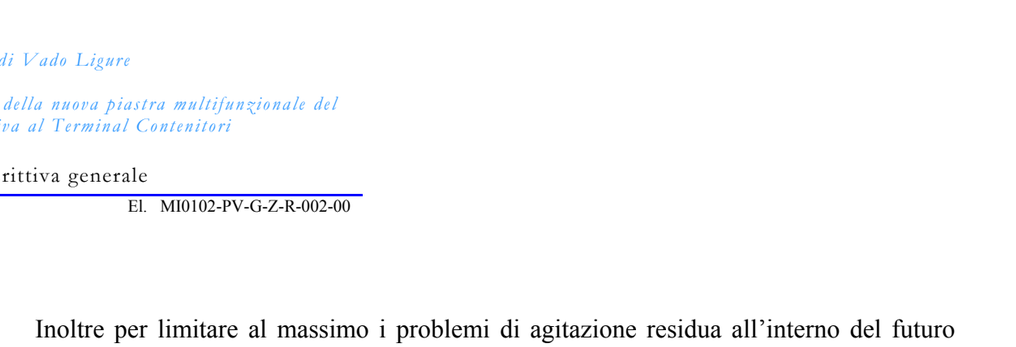


FIG. 5.80 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO . IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATA DA UN CASSONE REGGISPINTA IN CUI SARÀ POSTA LA CONDOTTA PER IL RICAMBIO IDRICO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA RISPETTIVAMENTE DA UN CASSONE REGGISPINTA E DA BLOCCHI IN CALCESTRUZZO

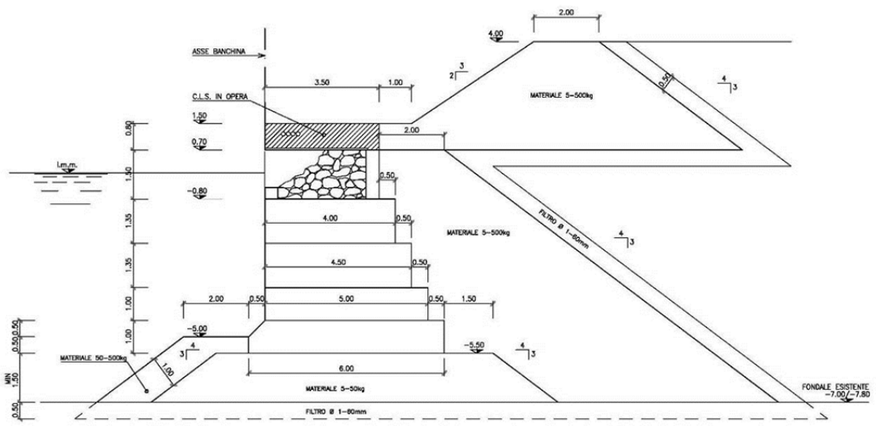


FIG. 5.81 - SEZIONE DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO IN CORRISPONDENZA DEL LATO MARE

5.18.2. Motivazione della modifica progettuale

Come precedentemente descritto nell'ambito del Progetto Definitivo approvato la conterminazione della vasca era costituita da una struttura a blocchi in conglomerato cementizio armato sul lato nord-ovest e dal semplice rilevato sul lato sud-est.
In fase di progetto esecutivo si sono evidenziate sostanzialmente due limitazioni di questa tipologia strutturale, anche alla luce degli approfondimenti geotecnici effettuati.

In primo luogo, la natura del terreno di fondazione di Vado Ligure, ormai ben nota, richiede una metodologia di posa alquanto attenta delle struttura che poggiano su di esso; la necessità del contenimento dei cedimenti in esercizio, avrebbe richiesto l'applicazione di una serie di precariche ai blocchi perimetrali, richiedendo quindi per la realizzazione tempi più lunghi rispetto ai palanco lati, e comunque una maggiore "rigidità" rispetto ad una suddivisione in fasi dell'intervento e ad eventuali interventi in cantiere che dovessero maturare in corso d'opera.

In tal senso, in secondo luogo, le pareti a blocchi ciclopici si presentano come strutture relativamente "rigide": la facilità nella posatura dei blocchi è infatti garantita per fondali poco profondi dove sono previsti blocchi di base della parete dalle dimensioni contenute; man mano che aumenta il fondale, vi è però anche la necessità di aumentare le dimensioni dei suddetti blocchi per garantire la stabilità strutturale dell'intera opera, comportando così un aumento dei tempi di trasporto e posa degli stessi. Inoltre tali strutture non permettono di realizzare geometrie diverse da quelle prettamente lineari, vincolando così le scelte progettuali durante la realizzazione dell'opera.

Si è, pertanto, valutata e, infine, ritenuta preferibile, l'opportunità di realizzare la conterminazione della vasca di colmata mediante palancole metalliche infisse, secondo le modalità e le soluzioni progettuali illustrate nel successivo capitolo.

Le paratie metalliche, proprio per la loro natura intrinseca, garantiscono una facilità di posa ed una versatilità in termini di geometria. L'ampia gamma di sagome presenti sul mercato, unita a giunti particolarmente versatili, permette infatti la posa secondo le più svariate disposizioni (lineari, circolari,…). La nuova struttura scelta risulta perciò vantaggiosa sia per la maggiore velocità di realizzazione che la maggiore versatilità nel suddividere la vasca in più porzioni; in questo caso in due: la prima a servizio del campo prove dragaggi, la seconda dei futuri dragaggi al piede delle banchine; pertanto la dimensione della vasca può crescere in funzione dei volumi di materiale dragato da depositare, minimizzando quindi l'impatto del cantiere sull'ambiente circostante.
Inoltre, la mancanza, nella fase iniziale, del rilevato lato terra dovuta alla realizzazione in un secondo momento di tale parte della piattaforma avrebbe comunque posto il problema di realizzare una conterminazione provvisoria su tale lato, che la soluzione a palancole risolve.

Inoltre, come si dirà nell'analisi degli effetti ambientali, la palancole metalliche offrono un migliore contenimento rispetto alla diffusione di qualsiasi sostanza contenuta nei terreni al loro interno (esse, per tale ragione, sono talvolta anche utilizzate in interventi di bonifica e/o messa in sicurezza di siti contaminati confinanti con corpi idrici) e, nella soluzione a doppio palancolato, permette un controllo molto più efficace rispetto alla potenziale diffusione di fini nelle acque di stramazzo.

Come già detto le ragioni che, ad avviso dello scrivente, hanno spinto a questa modifica progettuale sono dettate da una serie di valutazioni dei vantaggi progettuali ampliamente descritti nei paragrafi successivi.

In sintesi, le ragioni che hanno portato alla scelta della nuova soluzione esecutiva sono riassumibili nei seguenti fattori:

- la nuova soluzione consente, essendo più versatile dal punto di vista della realizzazione per fasi, di disporre di un piccolo volume di deposito prima della prova di dragaggio prescritta in sede di approvazione di V.I.A.;
- la nuova soluzione consente, anche nel corso delle operazioni di cantiere, di predisporre solo la struttura minima al fine di ospitare i volumi dragati che via via si realizzano;
- la nuova soluzione da maggiori garanzia di impermeabilità anche in assenza della struttura in rilevato della piattaforma;
- la nuova soluzione consente un più attento controllo delle acque di stramazzo sversate in mare.

5.18.3. Soluzione proposta nell'ambito del progetto esecutivo

In fase di Progetto Esecutivo si è ritenuto opportuno realizzare la vasca di raccolta dei sedimenti dragati in due fasi, con una capacità complessiva, fino a +4.00 m s.l.m.m., di 110.000 m^3 (prima fase 28.500 m^3 e seconda fase 81.500 m^3). Rispetto alla soluzione inviata alla Regione Liguria nel settembre 2012 sono variate unicamente le posizioni del palancolato sul lato nord orientale, adeguandole alla nuova posizione del terrapieno spostato in avanti di circa 50 m in occasione della variante oggetto di questo SIA.

Nell'ambito del campo prove dragaggio si è proposta la costruzione della fase A della cassa di colmata di capienza pari a 28.500 m^3, come documentato nella stessa istanza di dragaggio presentata nel luglio 2011ed approvata dalla Regione Liguria in data 14/11/2011 con Decreto della Regione Liguria n. 3162.

La struttura di contenimento che si propone per l'accumulo del materiale proveniente dal dragaggio per il campo prove, consiste in una struttura a pianta quadrangolare di larghezza pari a 46 m e di lunghezza pari a 82 m per la fase A e di larghezza pari a 46 m e di lunghezza di 202 m per la fase B.

La cassa di colmata che si propone è formata da una struttura di perimetrazione e contenimento in palancole metalliche infisse entro il corpo di rilevati formati in acqua, costituiti da materiale da cava di tipo granulare di diametro massimo 50 mm, avente le seguenti caratteristiche geotecniche:

	γ [kN/m^3]	Φ[°]	C'[kPa]	E[Mpa]	D_{max}[mm]
Materiale rilevato	18	38	0	54	50

Il diametro di 50 mm è stato prescelto per la formazione dei rilevati al fine di consentire l'infissione della palancola ma non è vincolante per la realizzazione dell'argine una volta che si fosse verificata in cantiere la possibilità di infissione, anche in presenza di materiale granulare di maggiore D_{max}.

Tali rilevati si sviluppano lungo tutto il perimetro rettangolare della cassa di colmata con una pendenza delle scarpate 3/2.

Il rilevato lato nord raggiunge una quota in sommità pari a +1.50 m s.l.m.m. ed ha una base di larghezza pari a 10.00 m; su di esso vengono infisse due file anteriori di palancole metalliche, distanti 7.30 m a formare un doppio palancolato, avente lo scopo di creare delle vasche di sedimentazione ed una posteriore lato piattaforma, per il contenimento del materiale dragato.

Si fa notare che tale modifica non implica variazioni alla fasisitica di costruzione della piattaforma.
In particolare per la fase A le palancole anteriori lato mare sono previste fino alla quota di -10.50 m s.l.m.m. e raggiungeranno fuori terra la quota di +3.50 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 14.00 m; le palancole posteriori lato cassa di colmata sono invece previste infisse fino alla quota di -8.00 m s.l.m.m., raggiungendo fuori terra la quota di +5.00 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 13.00 m.

Nelle sezioni corrispondenti ai fondali maggiori, sul lato ovest, che saranno realizzate nella fase B, si prevede un'infissione dei palancolati anteriori fino alla quota -12.50 m s.l.m.m. e di quello posteriore alla quota -10.00 m s.l.m.m. per garantire la maggiore stabilità della struttura in corrispondenza ai maggiori fondali. Le quote fuori terra invece rimarranno invariate.

Il rilevato lato sud raggiunge una quota in sommità pari a +1.50 m s.l.m.m. ed ha una base di larghezza pari a 6.50 m; su di essa vengono infisse le palancole metalliche a formare un palancolato per il contenimento, lato piattaforma, del materiale dragato. Le palancole sono infisse fino alla quota di -4.00 m s.l.m.m. e raggiungono fuori terra la quota di +5.00 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 9.00 m.

Tutte le scarpate lato mare dei rilevati prevedono in corso d'opera una protezione di spessore pari a circa 1.80 m realizzata con massi di 2° categoria (1÷3 t) in doppio strato.

I palancolati previsti sono di tipo Larssen con un modulo di resistenza $W \geq 1200\ cm^3/m$.

Il livello massimo dell'acqua all'interno della vasca di colmata (quella tra il palancolato nord posteriore e quello lato sud) risulta pari a +4.50 m s.l.m.m., mentre quello all'interno delle vasche di sedimentazione (doppio palancolato lato nord) raggiunge un massimo alla quota di +3.00 m s.l.m.m..

Si vedano nelle Fig. 5.82 e Fig. 5.83 la planimetria e le sezioni dell'opera nella fase di utilizzo come cassa di colmata.
Al termine dell'utilizzo della struttura come vasca di deposito dei materiali dragati, si prevede la sistemazione finale dell'opera, a formare la banchina dedicata alla cantieristica, così come previsto nel comparto D3 dello SAU.

La planimetria e le sezioni all'atto di formazione della banchina sono riportate nelle Fig. 5.84 e Fig. 5.85.

Mentre sul lato interno i palancolati rimarranno in opera e funzioneranno, previa la realizzazione di un cordolo in conglomerato cementizio armato, da fondazione dello schermo di mitigazione ambientale previsto nel Progetto Definitivo, sul lato mare esse saranno tagliate, per poter realizzare la struttura di banchina prevista nel Progetto Definitivo.

In esso si ricorda che era presenta una banchina in massi di calcestruzzo dotata in sommità di una struttura antiriflettente, con camere riempite in massi calcarei a superficie inclinata per lo smorzamento del moto ondoso all'interno del futuro bacino del porticciolo.

Un'analoga struttura è prevista nel Progetto Esecutivo, tagliando le palancole per realizzare le camere antiriflessione; in questo caso l'aspetto esterno in calcestruzzo sarà ricreato coprendo la testa delle palancole con un elemento prefabbricato in calcestruzzo, a forma di C rovescia; nei tratti non forati intermedi, necessari dal punto di vista strutturale a sorreggere la struttura alla banchina, sono stati previsti pannelli prefabbricati in calcestruzzo, ancorati alle palancole all'interno del solettone superiore che svolge, oltre alla funzione di sorreggere la banchina della cantieristica, anche quella di cordolo di collegamento della testa delle palancole nella situazione finale.

Si vedano in proposito le sezioni tipo ed un prospetto modulare nelle Fig. 5.87 e Fig. 5.88. Sul lato esterno, il pietrame esterno, necessario in corso d'opera alla stabilità dei palancolati, ed ora non più necessario nel nuovo schema statico, con minori quote del terreno e con i due palanco lati anteriori legati dalla soletta superiore, sarà asportato, ricostruendo le quote dei fondali e le protezioni al piede del Progetto Definitivo.

Si veda, sempre nelle Fig. 5.86, Fig. 5.87 e Fig. 5.88 la planimetria, le sezioni della banchina ed il prospetto dell'opera funzionale a creare la banchina della cantieristica.

Per garantire la durabilità dell'opera, si è prevista l'installazione di un sistema di protezione catodica, ad anodi sacrificali; si fa comunque notare che le protezioni in calcestruzzo previste coprono l'intera zona del bagnasciuga, fornendo quindi anche una protezione passiva sul tratto maggiormente soggetto alla corrosione.

Le fasi costruttive previste per la realizzazione delle casse di colmata sono le seguenti:
- realizzazione dei rilevati con pendenza scarpate 3/2 fino alla quota +1.50 m s.l.m.m.;
- infissione delle palancole fino alle quote prestabilite;
- protezione delle scarpate lato mare con massi di 1° categoria;
- riempimento delle casse di colmata con materiale da dragaggio (di prima e seconda fase) fino alla quota +4.00 m s.l.m.m.;
- asportazione finale del materiale eccedente e creazione della banchina funzionale alla cantieristica-comparto D3 dello SAU.

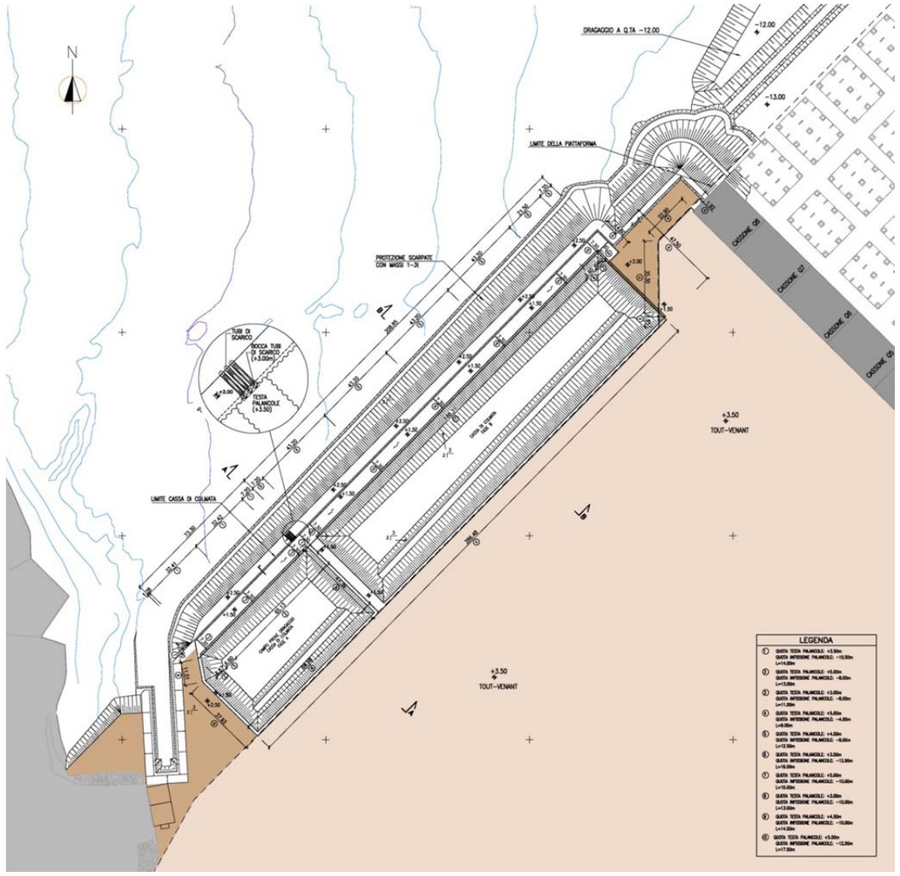


FIG. 5.82 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO PROVVISIONALE - IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATO DA UN PALANCOLATO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA DA UN DOPPIO PALANCOLATO

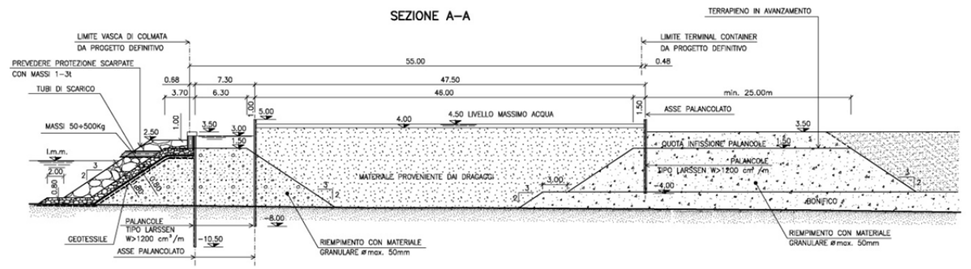


FIG. 5.83 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO PROVVISIONALE

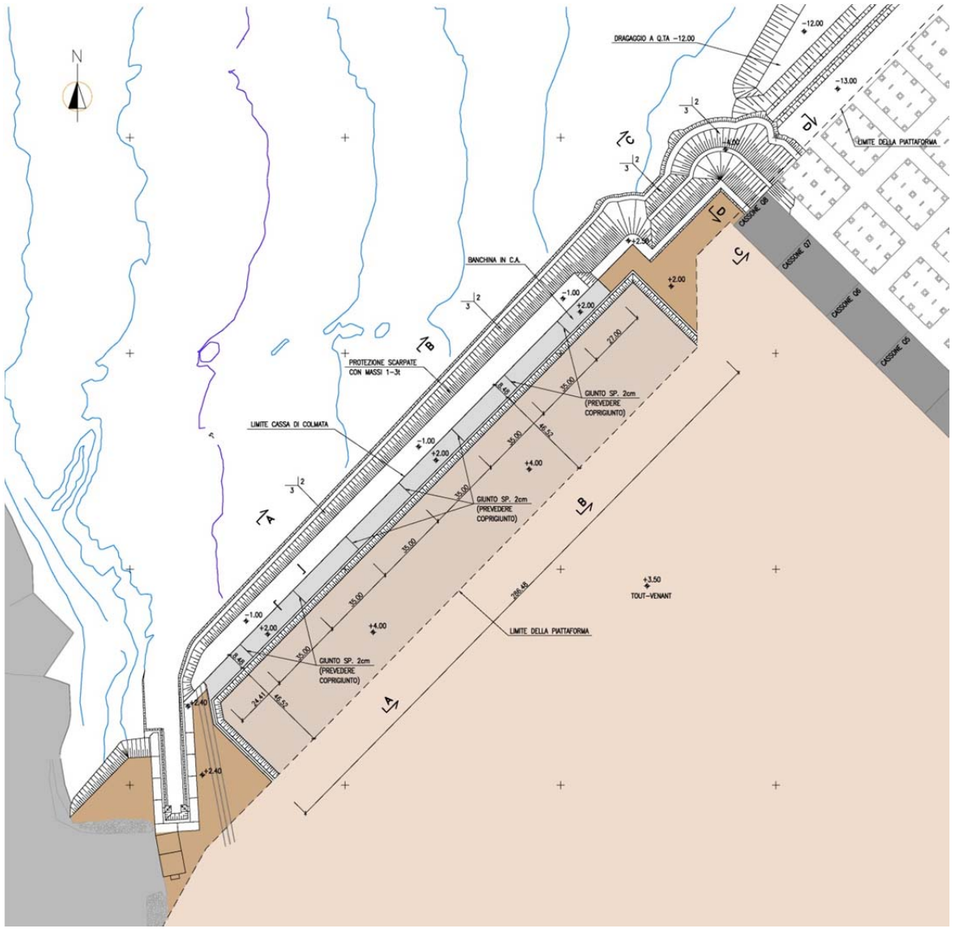


FIG. 5.84 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

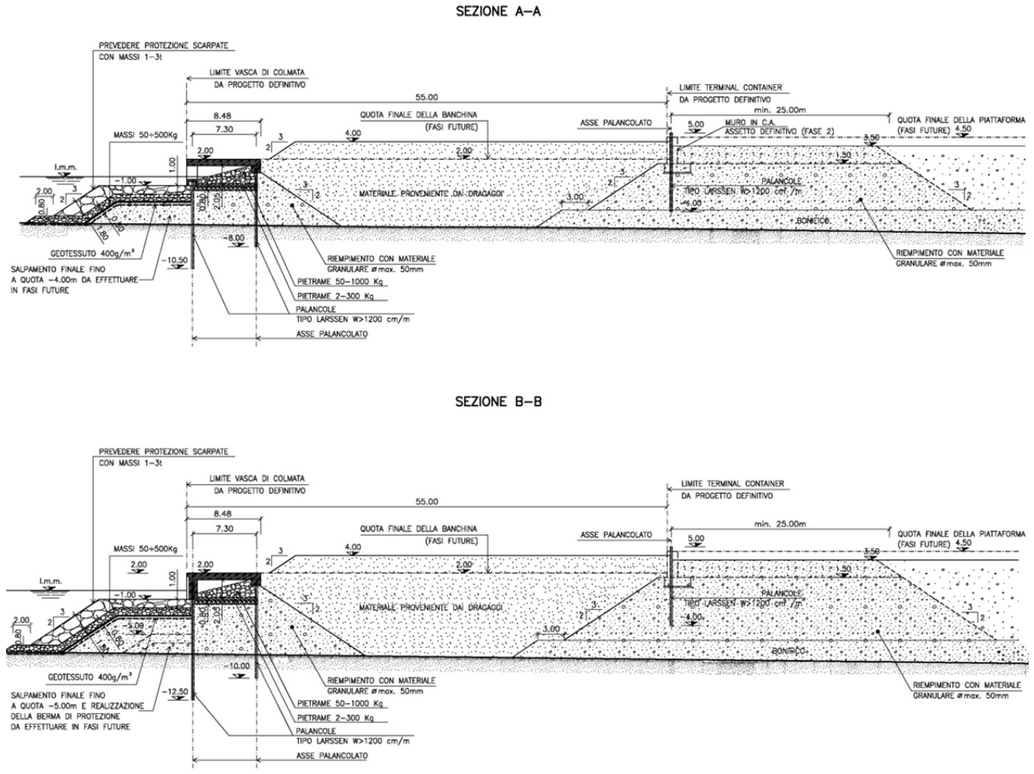


FIG. 5.85 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

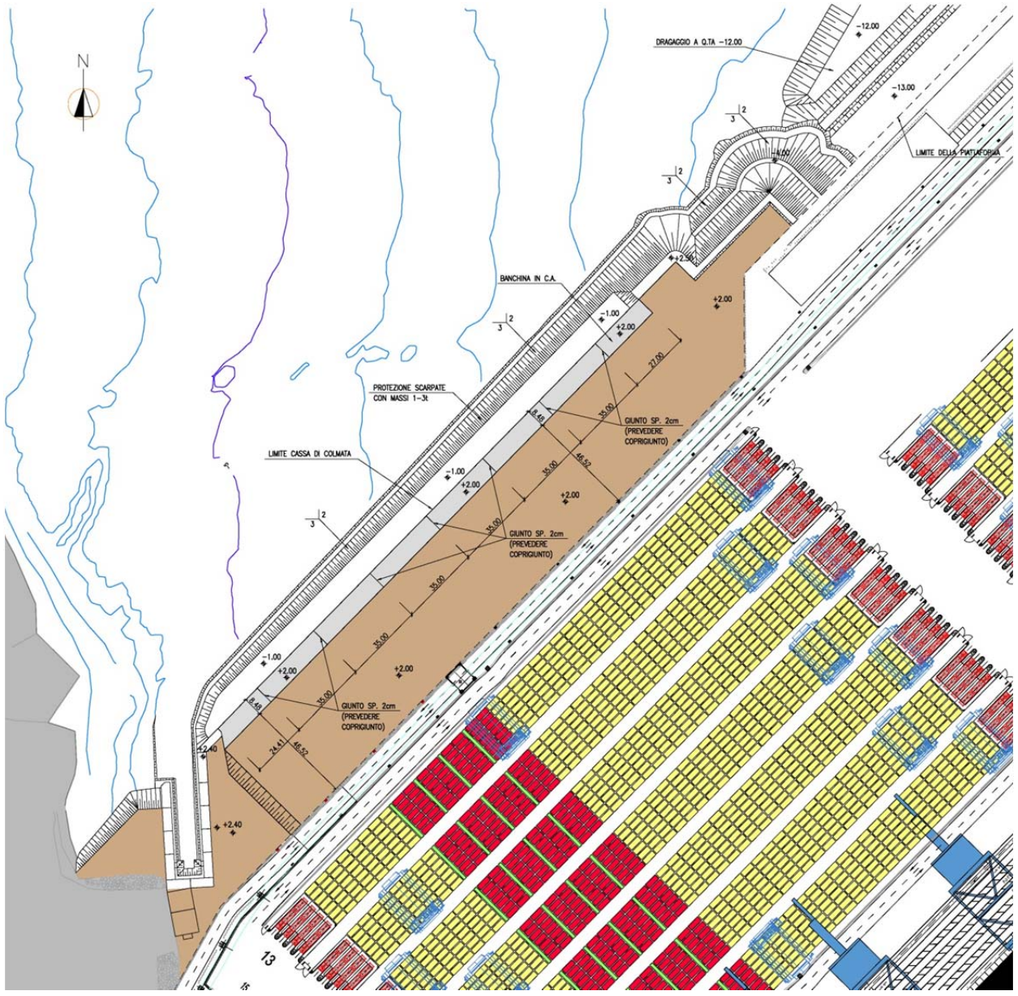


FIG. 5.86 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE

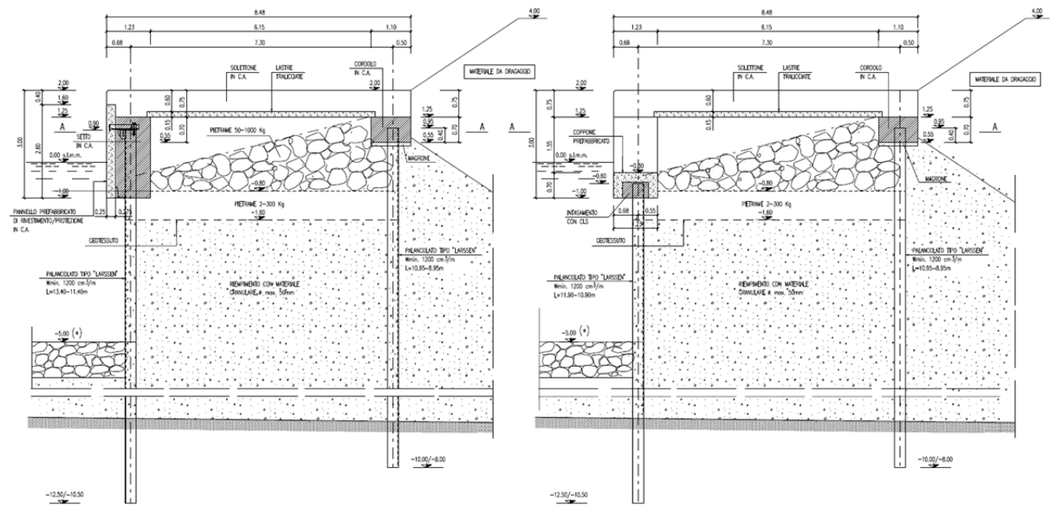


FIG. 5.87 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - SEZIONI TIPO - LA QUOTA -5.00 METRI È DA INTENDERSI LUNGO LA BANCHINA SUL LATO MARE

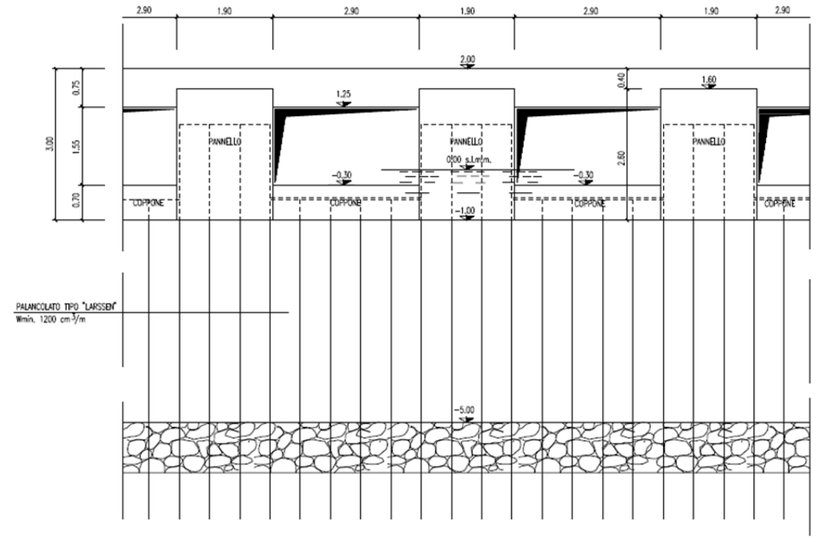


FIG. 5.88 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - PROSPETTO MODULARE

5.19. Sistema di protezione catodica dei palancolati della vaca di deposito dei sedimenti dragati

Nell'ambito del progetto di Fase 1 - Stralcio 1 approvato, la protezione catodica era realizzata tramite un sistema ad anodi sacrificali; l'onere e l'incertezza della manutenzione/sostituzione degli anodi ha portato all'analisi di un diverso sistema, a corrente impressa; la maggior conoscenza del cantiere ha portato alla certezza di poter fornire corrente anche nella fase di costruzione, vanificando le incertezze presenti all'epoca del precedente progetto che avevano portato a scegliere il sistema ad anodi, certamente meno efficiente e con maggiori incertezze riguardo alla fase manutentiva, ma certamente in grado di funzionare anche in caso di non disponibilità di fornitura elettrica.

Nel seguito saranno descritti la filosofia, i criteri di dimensionamento, nonché sarà riportato il dimensionamento del nuovo impianto proposto.

5.19.1. Acronimi ed abbreviazioni

c.a.	Corrente alternata
c.c.	Corrente continua
PC	Protezione Catodica
Ti/MMO	Titanio attivato con ossidi di metallo misti
T/R	Trasformatore / Raddrizzatore
PVC	Polivinilcloruro
PE	Polietilene

5.19.2. Norme e standard

ASTM B338	Standard specification for seamless and welded titanium and titanium alloy tubes for condensers and heat exchangers.
DNV RP B401	Cathodic protection design.
EN 12473	General principles of cathodic protection in seawater.
EN 12496	Sacrificial anodes for cathodic protection in sea water.
EN 13174	Cathodic protection for harbour installations.
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP code)
UNI 10835	Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Anodi e dispersori per impianti a corrente impressa.
UNI CEI 8	Dispositivi di protezione catodica – Alimentatore di protezione catodica.
UNI CEN/TS 15280	Valutazione della probabilità di corrosione da corrente alternata di tubazioni interrate - Applicazione a tubazioni protette catodicamente.
UNI EN 12954	Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazioni per condotte.

5.19.3. Dati di progetto

Strutture da proteggere

Oggetto della protezione catodica contro la corrosione elettrolitica saranno le superfici delle palancole metalliche usate per la realizzazione della cassa di colmata.

Per il dimensionamento del sistema di protezione catodica verranno considerati i seguenti dati:

Superfici da proteggere:

Superficie a contatto con cls	1864 m²
Superficie esposta all'acqua marina	4430 m²
Superficie a contatto con terreno vagliato	15234 m²
Superficie a contatto con fango	9752 m²

Spessore acciaio	10 mm;
Sezione palancola	a forma di S;
Sviluppo profilo	600 mm;
Profilo palancola	405 mm;
Lunghezza palancola	9÷17,5 m.

Condizioni ambientali

Per la protezione catodica del palancolato vengono considerate le seguenti condizioni dell'ambiente di posa:

- Clima temperato;

- Resistività terreno alla profondità di posa dei dispersori 22 Ω·m;
- Resistività acqua di mare 20 Ω·cm;
- Resistività fango marino 150 Ω·cm;
- Resistività terreno vagliato sommerso 1000 Ω·cm.

Densità di corrente di protezione

La densità di corrente di protezione di una struttura metallica dipende dalla superficie esposta all'ambiente aggressivo e dall'aggressività dello stesso; in funzione di questo occorre fornire una certa quantità di corrente per unità di superficie della struttura.
Verranno considerate le seguenti densità di corrente di protezione, in accordo alla norme EN13174 e DNV RP B401:

- Acciaio in cls in acqua di mare (clima temperato) 1,5 mA/m²;
- Acciaio in fango marino 10 mA/m²; (*)
- Acciaio in terreno vagliato 10 mA/m²;
- Acciaio nudo in acqua di mare 50 mA/m².

NOTA (*): *Il valore 10 mA/m² è stato ridotto rispetto ai 20 mA/m² indicato in normativa, in quanto il fango marino che interessa le superfici del palancolato è un materiale con caratteristiche meno aggressive rispetto al semplice fango marino, grazie alla compattazione in opera dovuta al peso dei massi e del riempimento ed allo spiazzamento del fango marino da parte dei massi che tendono a sprofondare all'interno dello strato melmoso. Per tale motivo il valore di densità di corrente scelto è stato assunto pari a quello per il materiale vagliato.*

Vita di progetto

Il sistema di protezione catodica è stato dimensionato al fine di garantire una vita di progetto di almeno 50 anni.

Potenziale di protezione

Il sistema di protezione catodica è stato dimensionato in modo da garantire, in ogni punto della superficie del palancolato, un potenziale non superiore a -0,850 V, riferito all'elettrodo di Cu/$CuSO_4$ (Rame / Solfato di Rame) saturo, in accordo alla norma UNI EN 12954.

Interferenze da corrente alternata

Le interferenze elettriche in corrente alternata (c.a.) sono state misurate, risultando al massimo pari ad 1 V in c.a. e pertanto inferiori a quanto stabilito dalla norma UNI CEN/TS 15280:
10 V per ambienti di posa della struttura con resistività superiori a 25 Ω·m;
4 V per ambienti di posa della struttura con resistività inferiori a 25 Ω·m.

5.19.4. Filosofia

Considerazioni preliminari

La protezione catodica (PC) può essere realizzata per mezzo di un sistema a corrente impressa o mediante anodi sacrificiali.
Il sistema di protezione ad anodi sacrificali in ambito portuale, può presentare i seguenti problemi:
Difficoltà di installazione;
Difficoltà di ispezione;
Capacità di erogazione nel tempo;
Scarso lavoro motore disponibile.
Le prime due problematiche riguardano aspetti tecnico-economici, mentre le ultime due aspetti puramente tecnici.
L'aspetto fondamentale riguarda lo scarso lavoro motore degli anodi sacrificali per proteggere il lato terra, in quanto, considerando la resistività del terreno indicata nel precedente Paragrafo 0 (1000 Ω·cm), si riesce a proteggere la superficie per una distanza non superiore a 2 m.
In secondo luogo, il sistema di protezione ad anodi sacrificali non consente la regolazione di corrente erogata nel tempo, contrariamente ai sistemi a corrente impressa.
Per le strutture in oggetto, considerando anche le superfici estese da proteggere, è stato scelto un sistema a corrente impressa con dispersori anodici disposti in pozzi profondi.
Non sono state considerate densità di corrente maggiorate per la polarizzazione delle strutture per evitare di avere un sistema sovradimensionato per la quasi totalità della vita dell'opera. Sulla base di precedenti esperienze con palancolati metallici esposti in prossimità del mare, infatti, si è riscontrato solo un allungamento dei tempi di polarizzazione, senza altre controindicazioni.

Sistema di protezione catodica definitiva

La protezione catodica delle superfici verrà effettuata mediante sistema a corrente impressa realizzato per mezzo di n. 2 unità Trasformatore / Raddrizzatore (T/R) che alimenteranno dispersori anodici di tipo profondo.

Ognuna delle unità T/R avrà rating 50 V / 250 A, con raffreddamento ad olio, e sarà adatta per alimentazione da rete elettrica con tensione trifase 400 V a 50 Hz.

Ogni T/R alimenterà n.4 dispersori profondi, costituiti da catene anodiche di anodi in titanio attivato con ossidi di metalli nobili, dimensionati come indicato nel Paragrafo 0.

Il circuito verrà completato con la connessione dei due cavi negativi provenienti dai T/R alla struttura del palancolato.

Le unità T/R funzioneranno preferibilmente in modalità a corrente variabile, per mezzo di elettrodi di riferimento fissi in $Cu/CuSO_4$ (Rame / Solfato di Rame) saturo, installati ad una distanza di circa 50 cm dalle strutture.

Durante l'intera vita di progetto sarà garantito un potenziale di protezione non più elettropositivo di -0,85 V rispetto all'elettrodo di riferimento in $Cu/CuSO_4$.

Nei pressi del punto di installazione delle due unità T/R verrà installato un armadio di distribuzione per ospitare le connessioni dei cavi: positivo, negativo di potenza, negativo di misura e dell'elettrodo.

Protezione catodica temporanea

Per ridurre la velocità di corrosione elettrolitica delle palancole e per iniziare la fase di polarizzazione delle strutture da proteggere, in fase di costruzione verranno utilizzati i dispersori destinati alla PC definitiva, non appena ultimata la loro realizzazione.

La PC temporanea si espleterà collegando le strutture da proteggere al cavo negativo dell'alimentatore e i dispersori anodici al cavo positivo. L'alimentazione sarà fornita dalle unità T/R destinate alla PC definitiva, nel caso siano già state installate, o da gruppi elettrogeni. L'alimentazione con generatori verrà sospesa non appena saranno funzionanti le unità T/R per la PC definitiva.

5.19.5. Materiali

Unità T/R

Le unità T/R utilizzate per la protezione catodica saranno conformi alla norma UNI CEI 8.

Le unità T/R saranno raffreddate in aria, progettate per l'installazione all'aperto e dovranno richiedere la minima manutenzione nelle condizioni climatiche del sito di installazione.

Il raddrizzatore delle unità T/R sarà del tipo a diodi di silicio, dimensionato per il funzionamento continuo ai massimi parametri di carico.

La massima tensione di uscita sarà 50 V.

Le unità saranno equipaggiate con strumenti di misura e dispositivi di protezione.

Inoltre, le unità T/R saranno:

- Normalmente controllate con modalità a corrente costante in cui la regolazione avviene automaticamente mantenendo la corrente di uscita stabile nonostante le variazioni di resistenza di carico;
- Adatte al funzionamento con modalità a potenziale costante in cui la regolazione effettuata mediante un elettrodo di riferimento fisso installato in prossimità della struttura.
- Dotate di dispositivi per controllo non automatico se richiesto (regolazione dell'uscita manuale);
- Dotate di strumenti digitali per la lettura del potenziale della struttura, della tensione e della corrente di uscita e della tensione alternata di alimentazione.

Anodi

Gli anodi saranno tubolari in titanio attivato con ossidi di metalli nobili (Ti/MMO), disposti in catena ed installati in dispersori profondi.

Gli anodi saranno conformi alla norma ASTM B338 Grado 2.

La composizione chimica degli anodi deve assicurare, come minimo, le seguenti proprietà:

- Tasso di consumo 1 µg/A·h;
- Densità di corrente di lavoro in backfill 100 A/m².

Il cavo della catena anodica sarà di sezione trasversale 1x25 mm² in PVDF (Kynar o equivalente) / HMWPE.

Armadi di distribuzione

Gli armadi di distribuzione forniti verranno usati per la terminazione dei cavi di misura, per la giunzione e diramazione dei cavi di potenza e per il collocamento dei resistori di regolazione. Gli armadi dovranno essere dotati di sufficiente spazio interno per le apparecchiature di misura.

Gli armadi verranno installati fuori terra e saranno dotati di sportello con serratura per l'accesso a tutti i componenti installati all'interno. L'ingresso dei cavi avverrà dal fondo degli armadi mediante tubi in PVC o PE.
Gli armadi di distribuzione devono essere stagni con grado di protezione minimo IP55, in accordo alla norma IEC 60529.
Ogni cavo dovrà essere connesso ad un singolo terminale.
Gli armadi dovranno essere accessibili durante tutto l'anno.

Cavi elettrici
I cavi elettrici per l'impianto di protezione catodica dovranno avere le seguenti caratteristiche:
- Conduttore a trefolo di rame con nucleo singolo;
- Isolato internamente con HEPR;
- Rivestito esternamente in PVC;
- Tensione di progetto 0,6 / 1 kV.

Le minime sezioni trasversali dei cavi impiegati saranno:
- Cavi positivi di potenza 1x95 mm²;
- Cavi negativi di potenza 1x95 mm²;
- Cavo di misura 1x6 mm²;
- Cavo elettrodo 1x6 mm².

Ogni cavo dovrà essere opportunamente identificato ed etichettato in corrispondenza dei morsetti all'interno dell'armadio.
I cavi saranno interrati in trincea ad una profondità di 40 cm, all'interno di tubi corrugati Ø50 mm o Ø110 mm, posati e coperti con uno strato di 10 cm di sabbia.

Connessione cavo-struttura
La connessione del cavo negativo di potenza e del negativo di misura al palancolato metallico avverrà mediante giunzione imbullonata nei pressi del lembo superiore della palancola infissa, previa foratura della palancola stessa. Il cavo sarà imbullonato alla palancola grazie ad un capocorda di opportuna dimensione dotato di occhiello.
Alternativamente, nel caso non sia possibile effettuare la foratura del palancolato, la giunzione del cavo si effettuerà per mezzo di una piastrina di acciaio dolce dello spessore di 6 mm saldata con saldatrice ad arco sulla sommità del lembo superiore della palancola.

Elettrodi di riferimento
Verranno usati elettrodi di riferimento in $Cu/CuSO_4$ preimpaccati in gesso / bentonite, installati a circa 50 cm di distanza dall'asse del palancolato ed interrati nel terreno di riporto al di sotto di pozzetti in calcestruzzo previsti per lo scopo.

5.19.6. Dimensionamento del sistema di protezione catodica

In questo paragrafo vengono riportati i calcoli eseguiti per il dimensionamento di tutti i componenti del sistema di protezione catodica a corrente impressa.

Corrente richiesta
La corrente richiesta dal sistema si calcola moltiplicando le superfici da proteggere per le densità di corrente, precedentemente definite al Paragrafo 0.
La richiesta di corrente totale è pari alla somma delle superfici a contatto con acqua salata, fango marino, materiale vagliato e calcestruzzo moltiplicati per le rispettive densità di corrente di protezione.

$$I_r = S_C \cdot i_C + S_A \cdot i_A + S_T \cdot i_T + S_F \cdot i_F + S_B \cdot i_B \qquad [Eq.1]$$

dove:
I_r = Corrente richiesta totale [A];
S_C = Superficie di palancolato a contatto con calcestruzzo [m^2];
S_A = Superficie di palancolato a contatto con acqua di mare [m^2];
S_T = Superficie di palancolato a contatto con terreno vagliato [m^2];
S_F = Superficie di palancolato a contatto con fango marino [m^2];
S_B = Superficie delle barre di armatura del cordolo in calcestruzzo della banchina [m^2];
i_C = Densità di corrente per superficie a contatto con calcestruzzo [A/m²];
i_A = Densità di corrente per superficie a contatto con acqua di mare [A/m²];
i_T = Densità di corrente per superficie a contatto con terreno vagliato [A/m²];
i_F = Densità di corrente per superficie a contatto con fango marino [A/m²];
i_B = Densità di corrente per superficie delle barre di armatura del cordolo in cls [A/m²].

Durante la fase di esercizio la richiesta di corrente sarà pari a:
Ir = (1864·0,0015 + 4430·0,05 + 15234·0,01 + 9752·0,01 + 10053·0,0015) = 489,2 A.

In considerazione dell'elevato amperaggio da fornire, l'impianto di protezione catodica sarà costituito da n. 2 alimentatori a potenziale controllato da 50 V / 250 A.

Dimensionamento dispersori di corrente

Ogni T/R sarà collegato a dispersori costituiti da una serie di anodi collegati a catena posti in un pozzo profondo.

Il numero di anodi dovrà essere in grado di soddisfare sia i requisiti di vita di progetto che quelli di resistenza verso terra. Il numero di anodi più alto tra i due risultanti dai calcoli sarà quello definitivo.

Gli anodi installati saranno tubolari in titanio attivato con ossidi di metalli nobili misti (Ti/MMO), ∅25x1000 mm, collegati tra loro a catena mediante un cavo 1x25 mm² ed all'alimentatore in c.c. con n.2 cavi 1x95 mm². Essi saranno posati equidistanti lungo una colonna di coke di petrolio calcinato (backfill), con interspazio anodo - anodo pari a 1,5 volte la lunghezza dell'anodo stesso.

Il numero di anodi necessario a soddisfare le richieste in termini di vita di progetto sarà calcolato con la seguente formula:

$$N = \frac{t \cdot I}{e_s \cdot 20} \qquad \text{[Eq.2]}$$

dove:

N = Numero minimo di anodi per la vita di progetto;
t = Vita di progetto [anni];
I = Corrente massima erogabile dall'alimentatore [A];
e_s = Erogazione specifica del singolo anodo in coke di petrolio , pari a 10 A / 20 anni.

Il parametro "e_s" è un parametro ricavato da dati forniti dai costruttori di anodi in titanio.

La lunghezza della sezione attiva del dispersore è data dalla seguente formula:

$$L_d = \{(N \cdot L_a) + [(N-1) L_s] + k\} \qquad \text{[Eq.3]}$$

dove:

N = Numero di anodi;
L_d = Lunghezza della sezione attiva del dispersore [m];
L_a = Lunghezza dell'anodo [m];
L_s = Interspazio tra gli anodi [m];
k = Fattore di spaziatura [m] = L_s.

La resistenza verso terra del dispersore è stata calcolata con la seguente formula:

$$R_d = \frac{\rho}{2 \cdot L_d \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot L_d}{d_d} - 1 \right) + R_c \qquad \text{[Eq.4]}$$

dove:

R_d = Resistenza verso terra del dispersore di corrente [Ω];
ρ = Resistività del terreno [Ω·m];
d_d = Diametro della sezione attiva del dispersore [m];
R_c = Resistenza dei cavi della catena di anodi [Ω];
ln = Logaritmo naturale.

Infine considerando che:

l'estremità della sezione attiva del dispersore inizierà a 40 m dall'estremità del dispersore (testa pozzo);
verrà realizzato un anello "di sicurezza" sul cavo della catena all'estremità del dispersore (testa pozzo);
la resistenza dei cavi negativi è da considerare trascurabile.

La resistenza dei cavi, che sarà sommata a quella del dispersore, sarà calcolata come segue:

$$R_{tot} = \frac{R_d}{0{,}85} \qquad \text{[Eq.5]}$$

dove:

R_{tot} = Resistenza totale verso terra [Ω];
0,85 = Fattore medio comprensivo di tutte le altre resistenze del circuito, ricavato dalla norma UNI 10835.

La massima resistenza ammissibile dal circuito è data dal rapporto tra il valore massimo della tensione di uscita, decrementato della componente termodinamica degli anodi, ed il valore massimo della corrente d'uscita dell'alimentatore in c.c.:

$$R_{max} = \frac{V_{out} - V_d}{I_{out}} \qquad [Eq.6]$$

dove:
R_{max} = Resistenza massima ammissibile [Ω];
V_{out} = Tensione d'uscita nominale [V];
V_d = Componente termodinamica degli anodi = 2 V;
I_{out} = Corrente d'uscita nominale [A].

Ai fini progettuali, tali parametri di funzionamento nominali vengono definiti pari a 50 V e 250 A, pertanto:

$$R_{max} = \frac{50-2}{250} = 0{,}192\ \Omega$$

Dovrà pertanto essere verificato che $R_{tot} \leq 0{,}192\ \Omega$.

Utilizzando l'Equazione 2 si ottiene il numero minimo di anodi da installare per soddisfare i requisiti in termini di vita di progetto:

$$N = \frac{t \cdot I}{e_s \cdot 50} = \frac{50 \cdot 250}{10 \cdot 20} = 62{,}5$$

Considerando l'utilizzo di n.63 anodi, la densità di corrente anodica risultante è di 50,5 A/m², in accordo con i parametri di utilizzo degli anodi in titanio la cui densità di corrente massima accettabile è di 100 A/m².

Al fine di soddisfare sia la capacità di erogazione degli anodi che la resistenza massima ammissibile, verranno utilizzati n.4 dispersori di corrente verticali, ognuno composto da n.16 anodi, con interspazio pari a 1,5 m, posati all'interno di un pozzo ∅ 0,2 m profondo 80 m, per un totale di n.64 anodi.
Ogni dispersore sarà in grado di soddisfare tutte le richieste di progetto, come dimostrato dai seguenti calcoli:

$$L_d = \{(N \cdot L_a) + [(N - L_s) \cdot 1] + k\} = \{(16 \cdot 1) + [(16 - 1) \cdot 1{,}5] + 1{,}5\} = 40\ m$$

$$R_d = \frac{\rho}{2 \cdot L_d \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot L_d}{d_d} - 1 \right) + R_C = \frac{22}{2 \cdot 40 \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot 40}{0{,}2} - 1 \right) + 0.077 = 0{,}635\ \Omega$$

$$R_{tot} = \frac{R_d}{0{,}85} = \frac{0{,}635}{0{,}85} = 0{,}747\ \Omega.$$

Di conseguenza la resistenza totale dei dispersore sarà data dal parallelo delle resistenze dei dispersori collegati ad ogni T/R:
$R_{tot,1} = \frac{0{,}747}{4} \cong 0{,}187\ \Omega$.
Nessun fattore di parallelo è stato considerato, in quanto per distanze superiori a 10 m esso diventa trascurabile.
Pertanto, come richiesto, $R_{tot,1} \leq 0{,}192\ \Omega$.

Il coke di petrolio calcinato (backfill) per dispersori di corrente verticali a pozzo profondo ha una densità di mucchio pari a 900 kg/m^3 ca. Per il riempimento della sezione attiva di ciascun pozzo sarà necessaria una quantità di coke di petrolio calcinato pari a 1,33 m^3, cioè 1197 kg.

5.19.7. Sommario di calcolo

In seguito ai calcoli descritti, il sistema di protezione catodica sarà costituito essenzialmente dai seguenti componenti:
– n. 2 alimentatori in c.c. 50 V / 250 A;
– n. 8 dispersori di corrente del tipo verticale a pozzo profondo, ciascuno costituito da una catena di n.16 anodi di titanio e riempito con 1,33 m³ di backfill.

Ciascun pozzo di diametro 200 mm avrà una profondità di 80 m.
Nella tabella seguente vengono riportati sinteticamente i parametri di progetto caratteristici di ciascun dispersore di corrente.

Tipo anodi	Anni vita	Profondità del pozzo	Sezione attiva	N° di anodi	Backfill di carbone
Tubolari Ti/MMO Ø25x1000 mm	50	~80 m	~40 m	16	1,33 m^3

5.19.8. Effetti sugli impatti ambientali

La soluzione progettuale elaborata in sede di progetto esecutivo, per la sua natura e per le opere a cui afferisce, può, in principio, influenzare gli impatti relativi al contenimento delle sostanze presenti nei sedimenti abbancati nella cassa di colmata (Punti 12.2.3 e 12.4.3 dello Studio di Impatto Ambientale), quelli relativi al controllo dei materiali fini (Punti 12.2.2 e 12.4.2 del S.I.A.) e quelli relativi agli aspetti architettonici e paesistici (Punti 12.2.5 e 12.4.6 del S.I.A.). Tali aspetti sono discussi nei paragrafi successivi, unitamente alle questioni di durabilità dell'opera, mentre, per ogni altro aspetto ambientale, la modifica progettuale risulta evidentemente irrilevante.

5.19.8.1 Contenimento delle sostanze presenti nei sedimenti abbancati

Le paratie metalliche presentano un'impermeabilità maggiore rispetto alle pareti a blocchi ciclopici. La trafilatura, infatti, attraverso i gargami delle palancole è certamente inferiore rispetto a quella che avviene attraverso i giunti del muro in blocchi; la presenza inoltre del doppio palancolato lato mare infisso in uno strato di terreno granulare di diametro massimo 50 mm tipo bonifico enfatizza ancora maggiormente questa differenza.
Anche l'utilizzo del palancolato lato terra e non del semplice rilevato contribuisce a rendere l'intera opera ancor più impermeabile, soprattutto nella fase iniziale quando la costruzione della piattaforma non è ancora iniziata e quindi non è presente il rilevato che costituisce un ostacolo alla migrazione di eventuali elementi in soluzione dalla cassa di colmata verso lo specchio acqueo del bacino portuale.
Pure se i tempi di residenza degli inquinanti nella rada di Vado Ligure, è stata dimostrata nell'ambito dei rapporti idrodinamici del Progetto Definitivo, essere dell'ordine di 24 ore, è certamente migliorativa una soluzione che garantisce una maggior impermeabilità della struttura di contenimento.
Infine volendo "quantificare" il miglioramento, in termini di impermeabilità, della proposta in esame si potrebbe osservare che una stima del valore di coefficiente di permeabilità, nel caso del palancolato, si aggira attorno a 10^{-6} m/s, mentre nel caso del muro in blocchi esso è assimilabile a quello del terreno, cioè $10^{-3} \div 10^{-4}$ m/s, dato che il giunto tra i blocchi non costituisce in realtà alcuna barriera alla fuoriuscita del liquido.
Pertanto, la soluzione modificativa elaborata in sede di progetto esecutivo è migliorativa per il contenimento delle sostanze presenti nei sedimenti abbancati nella cassa di colmata.

5.19.8.2 Diffusione dei fini in sospensione

La creazione, tramite il doppio palancolato anteriore, di un sistema di decantazione dei solidi prima di reimettere in mare l'acqua contenuta nei materiali dragati, riduce certamente la torbidità dell'acqua di stramazzo; il sistema proposto si può veder dalle tavole di progetto di seguito riportate.
In sostanza in questa fase si è previsto di dotare la vasca di colmata di un sistema di decantazione , realizzato tra i due palanco lati anteriori, in grado di raccogliere l'acqua in eccedenza attraverso un sistema di "troppo pieno"; in questo modo si permette la diminuzione della velocità dell'acqua per favorire la sedimentazione di particelle sospese prima del loro eventuale rilascio in mare. Il sistema di decantazione, ricavato nel doppio palancolato anteriore, presenta una larghezza di 7.50 m e lunghezza di 75 m per la vasca di colmata di 1^ fase. Nella 2^ fase avrà invece le dimensioni di 7.50 m x 202 m.
L'accesso dell'acqua alla vasca di decantazione è situata alla q.ta +4.50.
Considerando che l'acqua di mare è presente fino a q.ta +0.00 nella cassa di colmata prima del versamento del materiale di dragaggio e che il volume disponibile fino a q.ta +4.50 è pari a 17.300 mc, prima che il troppo pieno inizi a scaricare l'acqua nella vasca di decantazione passerà un arco di tempo pari a 24 giorni lavorativi.
Una volta raggiunta la q.ta +4.50, l'acqua inizia a traboccare nella vasca di decantazione, la cui capienza è pari a 1.110 mc, al ritmo di 700 mc/gg.
E' da evidenziare che il trabocco avviene contemporaneamente allo scarico del materiale dragato nella vasca di colmata (stimato in 3 ore), il flusso dell'acqua uscente dalla vasca di colmata sarà perciò pari a $700/3/3600=0.065 m^3/s$.
Considerando la sezione media della vasca pari a $14.6 m^2$, la velocità di transito media risulta 0.065 / 14.6 = 0.0045m/s con la conseguente permanenza media dell'acqua di almeno 24 ore in vasca di decantazione; detto tempo di permanenza è giudicato certamente sufficiente affinché le particelle in sospensione precipitino al di sotto della quota di uscita, garantendo quindi una maggiore cautela nei confronti della torbidità; tutto ciò sarà comunque sperimentato e ben circostanziato alla luce delle risultanze del campo prove dragaggi.

Pertanto, la soluzione modificativa elaborata in sede di progetto esecutivo è migliorativa per la limitazione della diffusione di possibili fini in sospensione nelle acque di stramazzo della cassa di colmata.

5.19.8.3 Durabilità della struttura

Le paratie metalliche presentano fenomeni di corrosione che non vanno trascurati in quanto possono compromettere la durabilità della struttura stessa.
La possibile minor durabilità della soluzione in palancole rispetto a quella in calcestruzzo è stata risolta prevedendo un sistema di protezione catodica ad anodi sacrificali che sarà realizzato immediatamente dopo l'infissione del palancolato stesso in modo da evitare che si inneschi alcun fenomeno di corrosione. Le strutture in acciaio comunque sono dotate di una protezione passiva tramite il rivestimento in calcestruzzo.
Pertanto, la soluzione modificativa elaborata in sede di progetto esecutivo è sostanzialmente invariante in relazione alla durabilità della struttura.

5.19.8.4 Aspetti Architettonico e Paesistici

L'aspetto architettonico della finitura previsto nell'ambito del Progetto Definitivo con elementi di conglomerato cementizio costituiti dai blocchi, non subirà variazioni con la nuova soluzione proposta. Le palancole metalliche saranno infatti mascherate, sul lato esterno, con pannelli in calcestruzzo.
E' da ricordare inoltre che gran parte della zona superiore era realizzata, nel Progetto Definitivo approvato, da blocchi cavi, riempiti di pietrame, disposto a scarpata, di smorzamento del moto ondoso all'interno del futuro bacino del porto turistico; questi elementi antiriflessione sono riproposti tal quali dal punto di vista visivo esterno a quelli del Progetto Definitivo approvato.
Pertanto, la soluzione modificativa elaborata in sede di progetto esecutivo è sostanzialmente invariante in relazione agli aspetti paesistici.

5.20. Cold ironing

Nell'ambito della delibera della Giunta Regionale n°254 del 27 Marzo 2015, che attiene all'approvazione dello SIA relativo alle varianti a livello esecutivo, ovvero l'ultimo pronunciamento della Regione Liguria sullo SIA della piattaforma di Vado Ligure, la prescrizione 1.e recita: *"tutte le banchine della piattaforma dovranno essere predisposte con sistemi di elettrificazione delle navi in sosta ....."*

Tra le valutazioni, la commissione scrive:
A tal fine diviene essenziale ricorrere all'elettrificazione delle nuove banchine per l'alimentazione da terra delle navi in stazionamento, pur avendo presente che l'efficacia effettiva del cold ironing può essere diminuita a causa di altri fattori quali il numero di navi che sono attrezzate per allacciarsi alla rete di terra e il numero di navi che è possibile alimentare contemporaneamente dalla rete di terra e che l'elettrificazione non potrà comunque annullare le emissioni in fase di manovra, accensione dei motori e nei periodi di transizione tra le due modalità di alimentazione (motore e rete elettrica di terra).

La prescrizione è effettivamente in linea con un nuovo atteggiamento che sta nascendo nei confronti della possibilità di fornire alle navi accostate alle banchine portuali energia elettrica; in particolare questa "nouvelle vague" interessa oggi principalmente le navi portacontainer e le navi da crociera; riguardo alla tipologia delle navi che accosteranno alla piattaforma di Vado, poco o nulla si sta dicendo a livello mondiale per quanto riguarda le navi che trasportano rinfuse e prodotti petroliferi; sulle navi portacontenitori esistono invece effettivamente studi sulle emissioni, previsioni sulle possibili percentuali di navi che nel prossimo futuro (all'incirca entro il 2030) saranno attrezzate per ricevere energia elettrica da banchina, e, di conseguenza, linee guida sui criteri da seguire per predisporre l'alimentazione elettrica da banchina, generalmente nota a livello mondiale come "cold ironing".
Gli studi più rilevanti disponibili riguardo alle emissioni delle navi ormeggiate in banchina sono quelli derivati dalle indagini svolte dai porti di Los Angeles e di Long Beach nel 2009, al fine di identificare le principali fonti d'inquinamento nelle zone portuali (vedi Fig. 5.89 e Fig. 5.90).

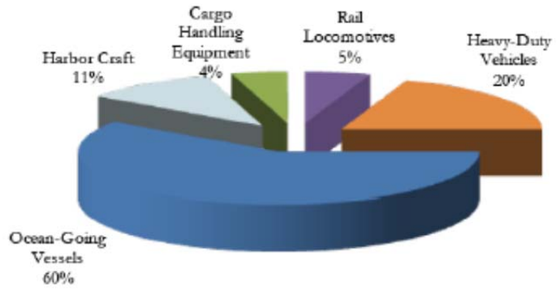


FIG. 5.89 - EMISSIONI DI PM NELL'AREA PORTUALE DI LONG BEACH/LOS ANGELES SUDDIVISI PER FONTE

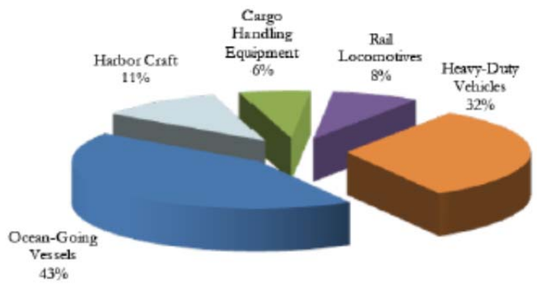


FIG. 5.90 - EMISSIONI DI NOX NELL'AREA PORTUALE DI LONG BEACH/LOS ANGELES SUDDIVISI PER FONTE

La riduzione delle emissioni provenienti dalle navi durante la permanenza in porto può quindi certamente migliorare sensibilmente la qualità dell'aria nella zona del porto, con un impatto positivo anche per le aree vicine.

I dati commerciali internazionali attestano al di sotto del 15% il numero delle navi oggi attrezzate in qualche modo per ricevere energia elettrica da terra; prendendo comunque in considerazione il dato percentuale di crescita, ovvero il 12,5% avvenuto tra il 2012 ed il 2015, del numero delle navi attrezzate per il cold ironing, ed estendendo ai prossimi anni l'andamento del trend, si può stimare che, ad esempio, nel 2030 le navi portacontenitori per le quali sarà possibile l'attacco elettrico in banchina saranno di poco inferiori al 60%.

Dato che l'orizzonte temporale del terminal si attesta ad almeno 50 anni, tenendo conto di queste percentuali, è certamente opportuno prevedere oggi, all'atto della costruzione della piattaforma, questa possibilità; l'esiguo numero delle navi e la varietà dei sistemi che le poche navi attrezzate, in regime di carenza normativa e di linee guida, hanno oggi installato rendono ragione alla richiesta della Regione Liguria nel sopraccitato decreto, che prescrive di predisporre le banchine per i sistemi di fornitura elettrica alle navi; realizzare già oggi l'alimentazione sarebbe infatti prematuro; in primis perché dato l'esiguo numero delle navi oggi attrezzate avrebbe come conseguenza una riduzione delle emissioni nella rada portuale assai poco rilevante; in secondo luogo perché scegliere oggi una tecnologia di connessione elettrica potrebbe essere controproducente, in quanto potrebbe non sposarsi poi con l'effettiva tecnologia dominante che le navi utilizzeranno; e questo si saprà solo quando normative e linee guida, oggi ancora in embrione, saranno consolidate, e quando di conseguenza l'effettivo adeguamento delle navi sarà realizzato.

Per valutare gli spazi e le strutture da predisporre in banchina e nella cabina elettrica di trasformazione, nonché i cavidotti da installare già oggi nelle strutture della piattaforma per il futuro passaggio dei cavi, si è fatto riferimento alla normativa IEC/ISO/IEEE 80005-1 "Utility connection in ports – Part 1: High Voltage Sore Connection (HVSC) Systems – General requirements" Edition 1.0 - 2012-07, ed alle esperienze maturate nei porti Californiani.
La normativa di cui sopra richiede in particolar modo:
• La connessione elettrica nave /terra deve essere effettuata a 6,6kV.
• Deve essere prevista separazione galvanica tra la nave e la rete di terra. La separazione galvanica a terra può essere omessa se è fornita a bordo.
• Le frequenze di funzionamento della nave (60 Hz) e della rete di terra devono corrispondere; altrimenti deve essere utilizzato un convertitore di frequenza a terra.
• Il sistema di movimentazione dei cavi di connessione nave/terra ed i cavi stessi devono essere installati a bordo nave.
• La connessione nave portacontainer terra deve avvenire con due cavi paralleli con tre conduttori di fase +terra+3 piloti+ 6 FO.
• Il dimensionamento elettrico del sistema deve essere fatto considerando un massimo carico per nave collegata di 7,5 MVA.
• Deve essere prevista una protezione per lo sbilanciamento del carico tra i due cavi.

Sulla banchina containers si è considerato di poter collegare contemporaneamente due navi, la prima del tipo "Super Post Panamax" – tipo "Emma Maersk", la seconda di minori dimensioni, in sostanza un feeder di lunghezza massima 150-170 m (massima lunghezza di nave ospitabile in banchina contemporaneamente alla Emma Maersk); contando che i cavi installati sulle navi hanno una lunghezza massima intorno ai 30 m, come evidenziato nella Fig. 5.91 si è prevista in banchina la predisposizione di 11 pozzetti, di dimensioni 4,80 m x 1,80 m x 1,50 m; essi sono in grado di ospitare in futuro l'elemento tecnologico necessario per eseguire la giunzione, del tipo di quello evidenziato nella Fig. 5.92, che rappresenta l'elemento oggi in commercio di maggiori dimensioni tra quelli disponibili.

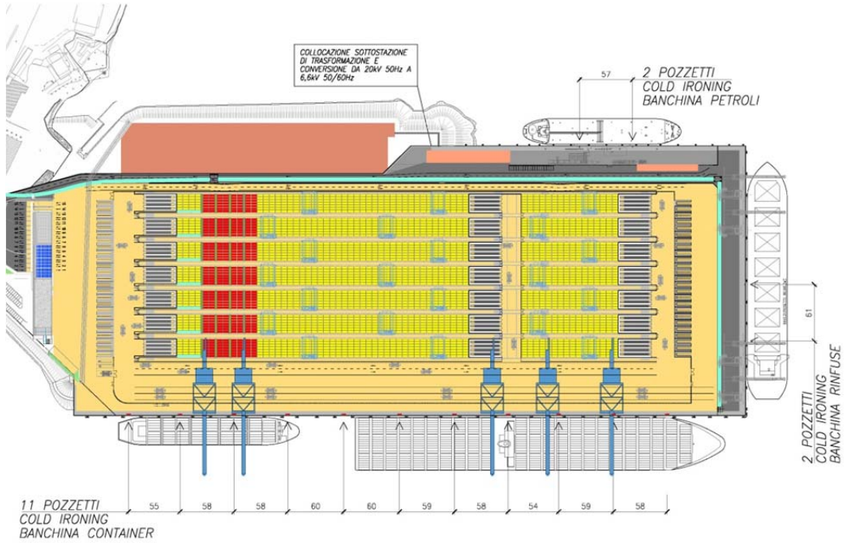


FIG. 5.91 - PLANIMETRIA DELLA PIATTAFORMA DI VADO LIGURE CON EVIDENZIATE LE PREDISPOSIZIONI PER IL COLD IRONING



FIG. 5.92 - ELEMENTO TECNOLOGICO TIPO OSPITABILE NEI POZZETTI PREDISPOSTI IN BANCHINA

La potenza elettrica prevista è dell'ordine di 9,0 MVA, pensando di poter alimentare tramite essa la nave di maggiori dimensioni (per la quale la normativa prevede 7,5 MVA) ed il feeder di minor capacità; in conformità a quanto prescritto dalla citata norma IEC/ISO/IEEE 80005-1 del 2012, l'alimentazione elettrica si prevede sarà a 6,6 KV e 60Hz; dato che il sistema di alimentazione della piattaforma prevede una alimentazione a 20 KV, 50 Hz, si è previsto all'interno dell'edificio "A" in piattaforma, che ospita tutte le cabine elettriche, uno spazio dedicabile alla trasformazione di tensione e frequenza; si è logicamente verificato, come illustrato in Fig. 5.93, che nelle sopraddette ipotesi lo spazio lasciato fosse sufficiente a garantire la futura installazione dei trasformatori di tensione e frequenza.

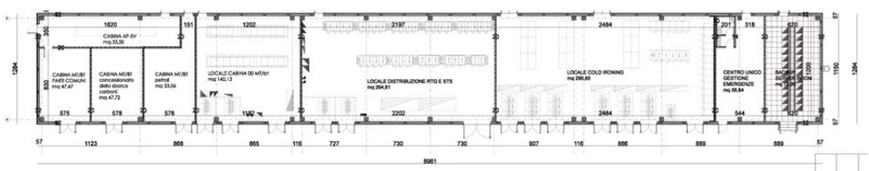


FIG. 5.93 - EDIFICIO "A" – CABINA ELETTRICA – IPOTESI SULLA FUTURA INSTALLAZIONE DEI TRASFORMATORI DI TENSIONE E FREQUENZA

Al fine di ottemperare appieno alla prescrizione 1.e della delibera della Giunta Regionale n°254 del 27 Marzo 2015, si sono studiate le predisposizioni degli attacchi elettrici anche sulle banchine rinfuse e petroli; in totale carenza normativa e di linee guida, si è ipotizzata l'alimentazione in BT (380 V) per una potenza massima, per ciascuna banchina, di 1 MVA; detta potenza è comunque ininfluente sulla fornitura totale (tenendo conto di un fattore di contemporaneità statistico) che si attesta quindi, come detto in precedenza, sui 9,0 MVA. I pozzetti, la cui posizione è evidenziata nella Figura 3, hanno dimensione di 1,20 m x 1,20 m x 1,50 m e sono in numero di due per ciascuna banchina, al fine di poter alimentare navi all'accosto di diversa lunghezza e diversa possibile posizione dei cavi di alimentazione.

5.21. Aree provvisionali di cantiere

Le aree di cantiere sono state definite dall'Autorità Portuale di Savona nel corso dell'anno 2013, alla luce di accordi intercorsi con i concessionari presenti in zona e della approvazione da parte della Regione Liguria del cantiere sulla Diga Foranea, Terminal Rinfuse Italia ed Eurocraft nella fattispecie, ed ufficializzate ed approvate nell'ambito del progetto Esecutivo - Fase 1 - Stralcio 1 - Perizia di Variante.
Le aree di cantiere individuate sono sostanzialmente tre. Due aree (Fig. 5.94) sono ubicate in prossimità del cantiere navale dell'Eurocraft, rispettivamente a ponente ed a levante dello stesso. Si tratta più che altro di aree operative e logistiche (magazzini, uffici, ecc.).
Tali aree serviranno per un tempo limitato, rispettivamente, dalla partenza dei lavori sino alla costruzione del sovrappasso della Via Aurelia (non compreso nel presente progetto esecutivo) per l'area a ponente dell'Eurocraft, e invece, sostanzialmente da circa due mesi prima della costruzione del sovrappasso della Via Aurelia sino alla conclusione.
Un'altra area, infine, è ubicata in prossimità della testata della attuale diga foranea (Fig. 5.95, Fig. 5.96 e Fig. 5.97).
L'ubicazione di tali aree è strategicamente importante soprattutto in relazione al numero di mezzi pesanti che le dovranno raggiungere, che dalla banchina di servizio sarà portato via mare all'area di intervento.

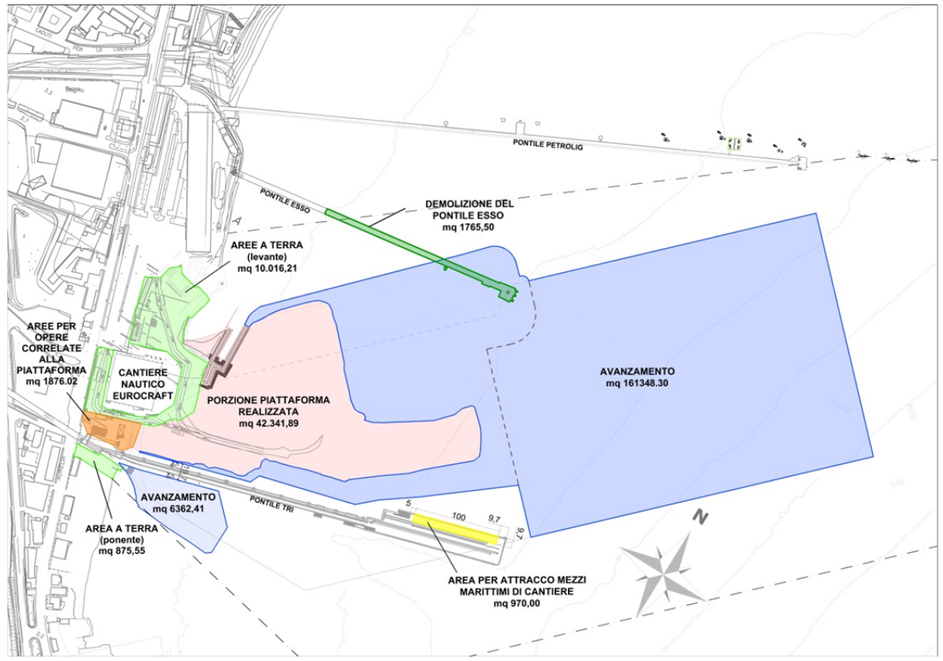


FIG. 5.94 - NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE AREE DI CANTIERE MESSE A DISPOSIZIONE DELL'IMPRESA ESECUTRICE DA PARTE DELL'AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA (PRESENTATE ED APPROVATE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO)



FIG. 5.95 - AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - PLANIMETRIA GENERALE

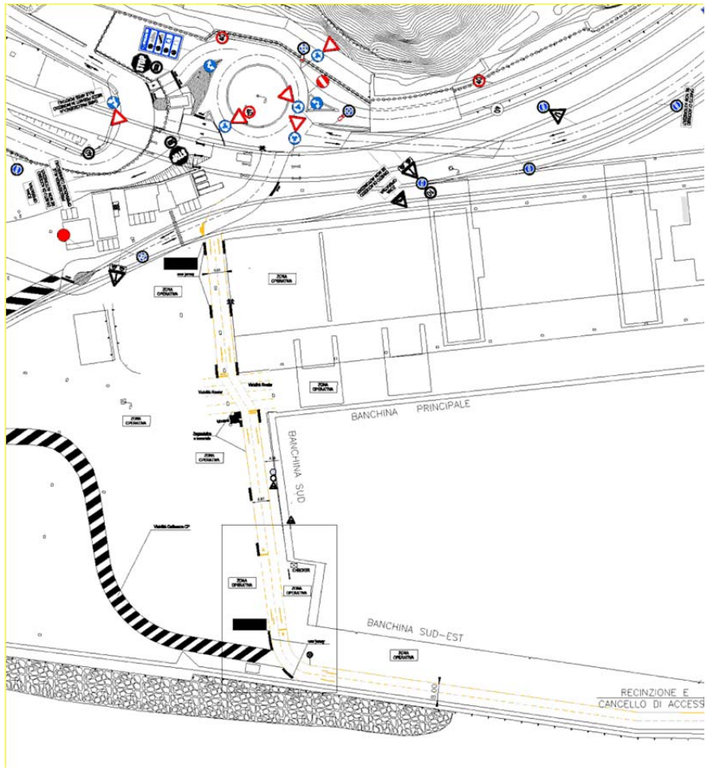


FIG. 5.96 - AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - IMBOCCO DALLA VIABILITÀ SULLA VIA AURELIA

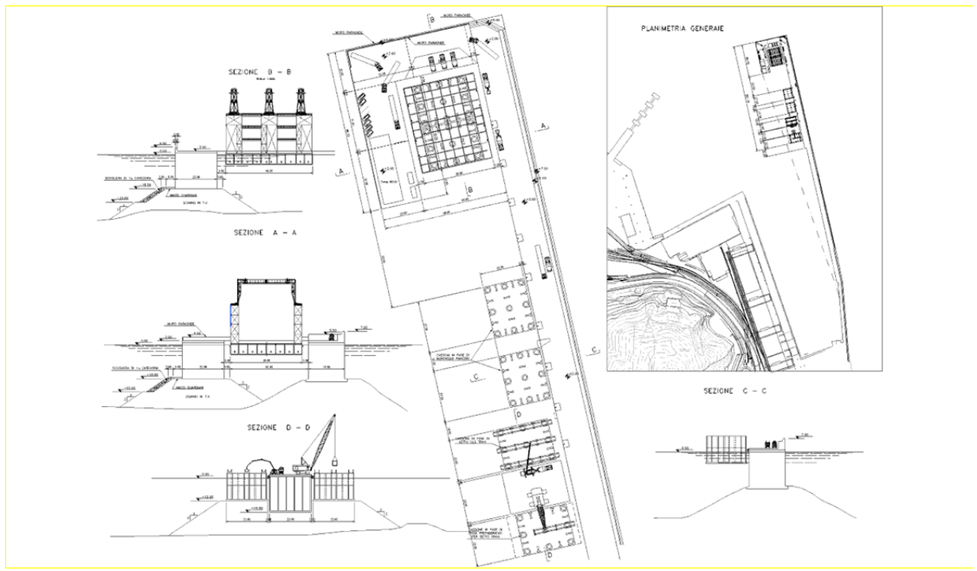


FIG. 5.97 - AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - PLANIMETRIA DETTAGLIO DELLA ZONA DI PREFABBRICAZIONE DEI CASSONI

6. FASI LAVORATIVE E CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Una parte dei lavori di costruzione della piattaforma multipurpose è già stata eseguita alla data di redazione del presente documento in esito ad una consegna parziale dei lavori di realizzazione della piattaforma, disposta dall'Autorità portuale e conseguente l'approvazione di un primo stralcio del progetto esecutivo.

In questa sede si è ritenuto utile descrivere il programma lavori distinguendo le attività costruttive che saranno presumibilmente completate a monte dell'approvazione del presente SIA, da quelle successive che saranno eseguite a valle.

Le opere introdotte in seno alla Perizia di variante prevedono un allungamento dei tempi di lavorazione, in quanto, oltre alla piattaforma multifunzionale, è prevista anche la realizzazione della I[a] fase della nuova diga foranea. Le lavorazioni relative a quest'ultima opera inizieranno nella 5[a] fase del nuovo cronoprogramma e proseguiranno fino al completamento delle lavorazioni, predominando nelle ultime due fasi di costruzione, quando la piattaforma sarà già completa.

Le attività a monte sono tutte raggruppate in una unica Fase costruttiva della durata temporale di mesi 32. Le attività successive a valle sono invece raggruppate in 8 Fasi, di cui la prima della durata di 8 mesi e le altre di 6 mesi ciascuna. Tale azione di raggruppamento, rispetto ai più dettagliati elaborati di progetto, è stato fatta con l'intenzione di semplificare la lettura della complessità e della tempistica delle attività previste.

Anche la descrizione riportata per ciascun gruppo di Fasi si muove nella direzione di semplificare la lettura dell'evolversi della costruzione, senza tralasciare comunque elementi necessari per la successiva valutazione delle singole attività.

Il tempo di separazione tra le attività a monte e quelle a valle è il cosiddetto mese "0", corrispondente al momento della consegna definitiva dei lavori di realizzazione della piattaforma a seguito dell'approvazione della Perizia di variante nella sua completezza da parte dell'Autorità Portuale.

La Fase 0, che va dunque dal mese -32 al mese "0", raggruppa tutte le attività preparatorie e di cantiere, nonché le attività di costruzione relative agli stralci già approvati del progetto esecutivo. Dette attività sono rappresentate nella Fig. 6.1.

La altre Fasi, che vanno dal mese "0" fino al mese 50, raggruppano le attività di completamento della piastra multifunzionale, che saranno disposte dall'Autorità Portuale con consegna definitiva a valle dell'approvazione della variante oggetto del presente SIA. Dette attività sono rappresentate nelle Figure da Fig. 6.2 a Fig. 6.11.

Nella Fase 0 è compresa la predisposizione dell'accosto provvisorio per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana).
Differente invece, come appare dallo sviluppo delle successive Fasi costruttive, la questione per l'operatore terminalistico per le rinfuse che ha ammesso la possibilità di una certa inoperatività, in virtù della disponibilità di aree di deposito a terra.

Fase 0: dal mese -32 al mese 0 (Fig. 6.1)
Questa fase comprende l'intero periodo di cantierizzazione, nonché la realizzazione della banchina di servizio di fronte al cantiere navale Eurocraft (terrapieno e posa delle strutture di delimitazione), il sistema di ricambio idrico lato Savona, l'attività di realizzazione del cantiere lato TRI e l'attività di realizzazione del cantiere sul molo di sopraflutti per la costruzione dei cassoni cellulari.
Sono altresì comprese le attività del campo prove a terra per meglio definire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni su cui insisterà la porzione a terrapieno della piattaforma, l'attività del campo prove dragaggio, le attività del campo prove a mare con impiego dei trattamenti colonnari in cls per definire le modalità di consolidamento dei terreni su cui sarebbe dovuta insistere la porzione a giorno della piattaforma, le attività di realizzazione della prima parte della cassa di colmata e le attività di completamento dell'accosto provvisorio petroli.
Sono infine comprese le attività di realizzazione di una prima porzione di terrapieno in esito al primo stralcio di progetto esecutivo approvato dall'Autorità Portuale.

Fase 1: dal mese 1 al mese 8 (Fig. 6.2)
Vengono avviate le attività di posa del materiale lapideo per l'imbasamento dei cassoni in corrispondenza della testata della piattaforma.

Contestualmente viene avviata l'attività di dragaggio dei fondali in corrispondenza della banchina rinfuse. Si procede anche con la posa dei primi cassoni di testata e con il loro riempimento con materiale proveniente dal dragaggio.
Uno "step" importante di questo gruppo di fasi è il mese 3, che segna l'avvio dei lavori di realizzazione del sovrappasso della Via Aurelia.

Fase 2: dal mese 9 al mese 14 (Fig. 6.3)
Proseguono le attività di dragaggio in corrispondenza della banchina rinfuse e alla radice della banchina container e la posa del materiale per l'imbasamento dei cassoni della banchina rinfuse e della banchina container. In contemporanea si avvia l'attività di protezione dei fondali. Si procede inoltre con la posa dei cassoni della banchina rinfuse e della banchina container. Il materiale dragato viene recapitato all'interno dei cassoni.
Vengono infine completati la demolizione dei pontili Esso e TRI e la costruzione della cassa di colmata.

Fase 3: dal mese 15 al mese 20 (Fig. 6.4)
Prosegue il dragaggio per la posa dei cassoni lungo le banchine petroli e container, con conferimento del materiale dragato all'interno dei cassoni. Si procede con la posa del materiale di imbasamento dei cassoni lungo le banchine container e petroli, con la posa dei cassoni e con l'avanzamento del terrapieno. Si iniziano a posare i cassoni della banchina petroli.
In questa fase vengono infine avviate anche le precariche dei cassoni della banchina container e la realizzazione delle sovrastrutture, oltre alla costruzione degli edifici.
Viene completato il sistema per il ricambio idrico.

Fase 4: dal mese 21 al mese 26 (Fig. 6.5)
Si procede con le attività di posa del materiale di imbasamento e dei cassoni delle banchine container e petroli. Si procede con le attività di riempimento dell'area a terra, includendo gli incrementi di quota necessari a raggiungere la quota finale di progetto, e di dragaggio dei fondali antistanti la banchina container. Viene completata la posa dei cassoni della banchina petroli e proseguita l'attività di protezione dei fondali lungo le banchine container e petroli.
Proseguono infine le precariche dei cassoni, la realizzazione delle sovrastrutture e la costruzione degli edifici.

Fase 5: dal mese 27 al mese 32 (Fig. 6.6 e Fig. 6.7)
Vengono completati i dragaggi e la posa dei cassoni della banchina container. Si procede con la precarica dei cassoni e con la costruzione delle sovrastrutture e degli edifici.
Vengono infine completati il riempimento dell'area a terra e la protezione dei fondali.
In questa fase è previsto l'inizio del versamento di materiale lapideo per la realizzazione degli imbasamenti necessari allo spostamento del tratto finale della diga esistente costituito da 13 cassoni.

Fase 6: dal mese 33 al mese 38 (Fig. 6.8 e Fig. 6.9)
Vengono completate le attività di precarica, la costruzione delle sovrastrutture, delle vie di corsa e quella degli edifici e infine la realizzazione delle pavimentazioni.
Prosegue la posa di materiale per la formazione degli scanni di imbasamento della diga e vengono salpati e riposizionati i primi cassoni di testata.

Fase 7: dal mese 39 al mese 44 (Fig. 6.10)
Proseguono la posa dello scanno di imbasamento, il salpamento e la posa dei cassoni della diga procedendo verso il radicamento.

Fase 8: dal mese 45 al mese 50 (Fig. 6.11)
Vengono completati la formazione degli scanni di imbasamento e la posa dei cassoni di diga nella nuova configurazione.
Viene realizzata la serraglia di collegamento alla diga esistente.

Il dettaglio del cronoprogramma dei lavori è riportato nella Fig. 6.12.

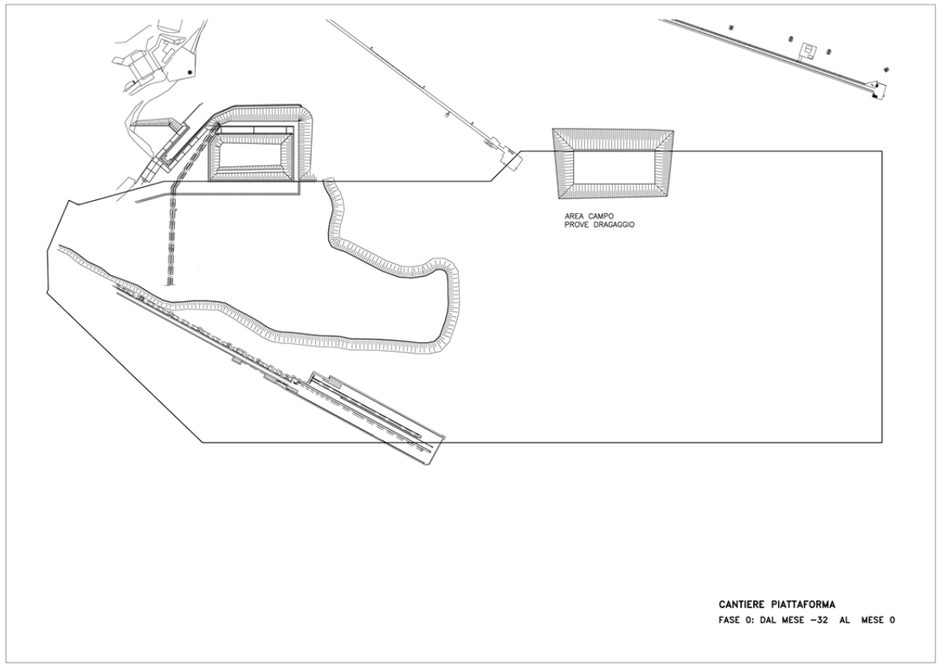


FIG. 6.1 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 0 (DAL MESE -32 AL MESE "0").

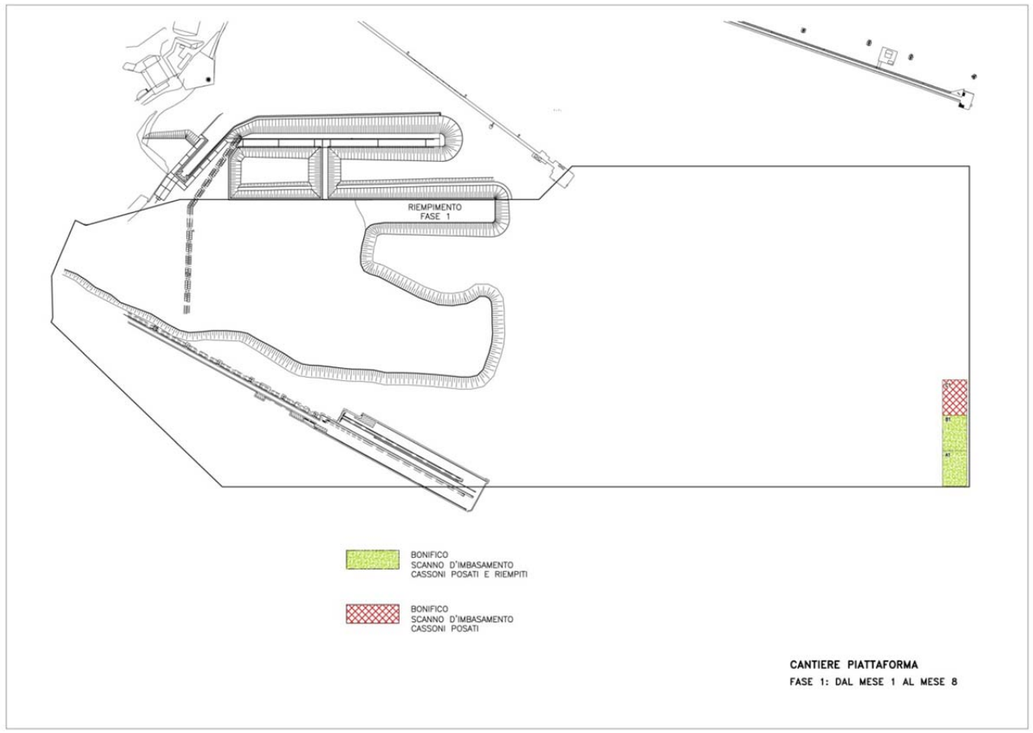


FIG. 6.2 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 1 (DAL MESE 1 AL MESE 8).

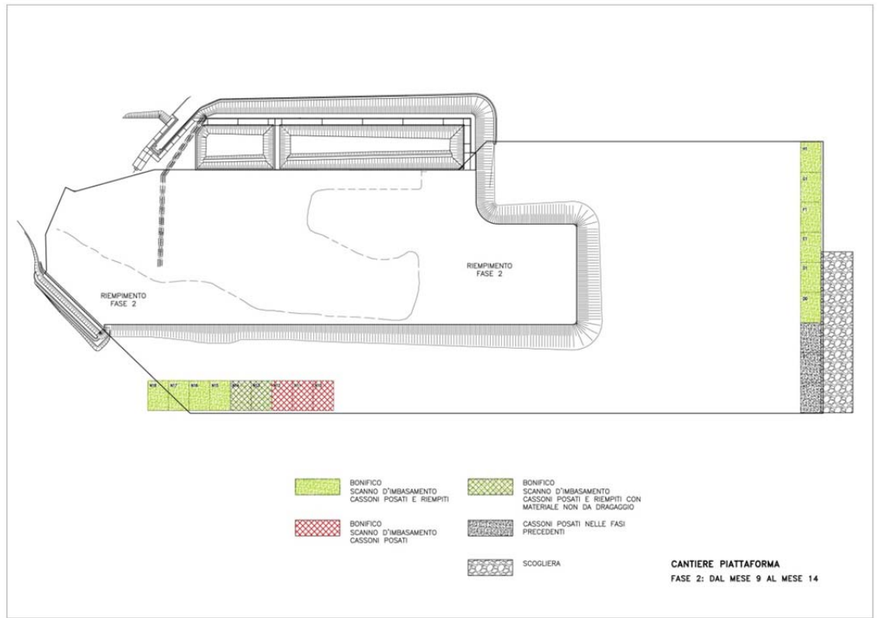


FIG. 6.3 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 2 (DAL MESE 9 AL MESE 14).

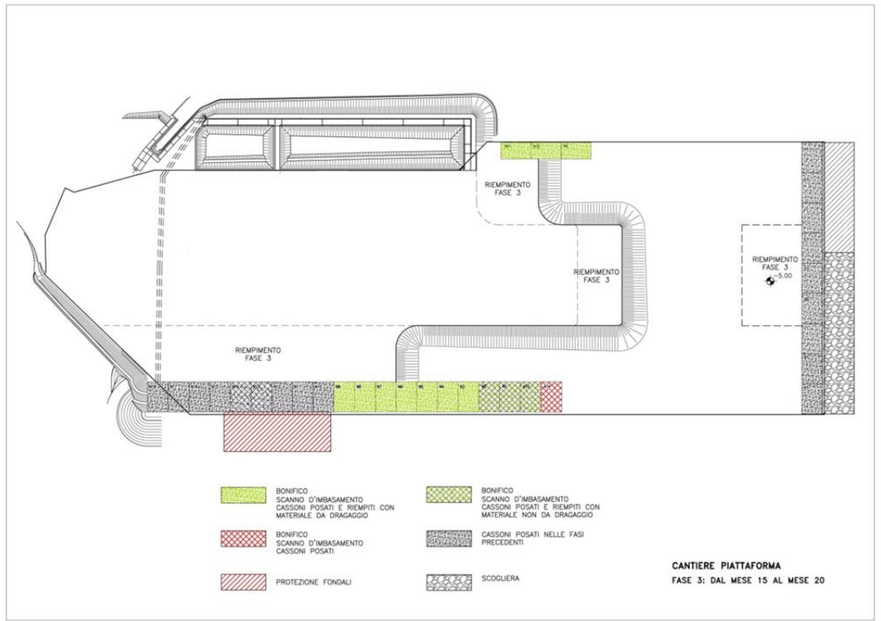


FIG. 6.4 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 3 (DAL MESE 15 AL MESE 20).

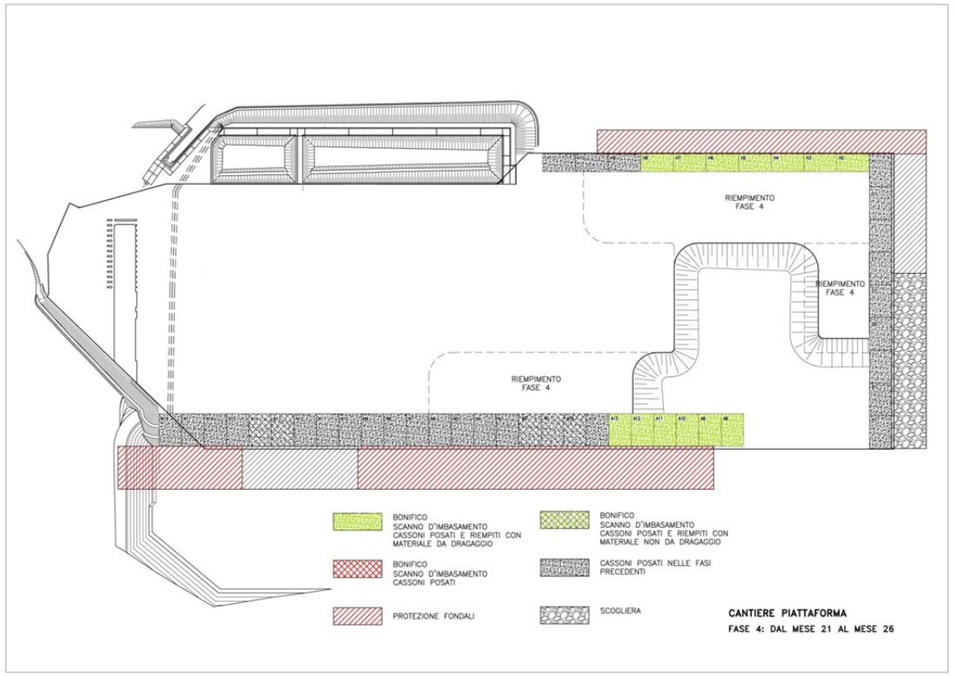


FIG. 6.5 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 4 (DAL MESE 21 AL MESE 26).

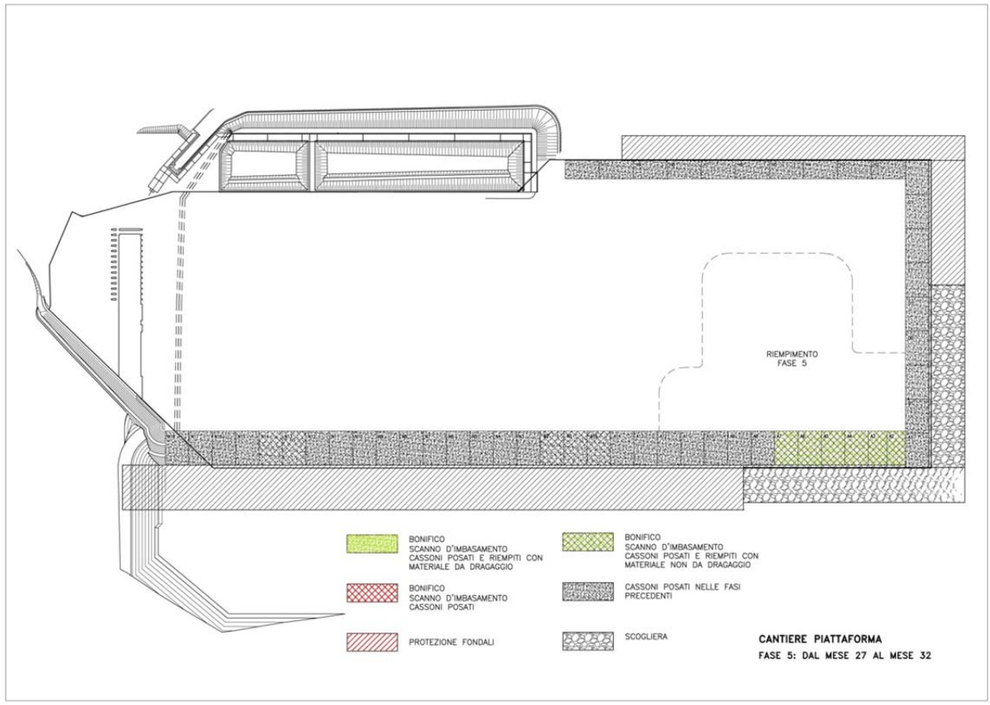


FIG. 6.6 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 5 – PIATTAFORMA (DAL MESE 27 AL MESE 32).

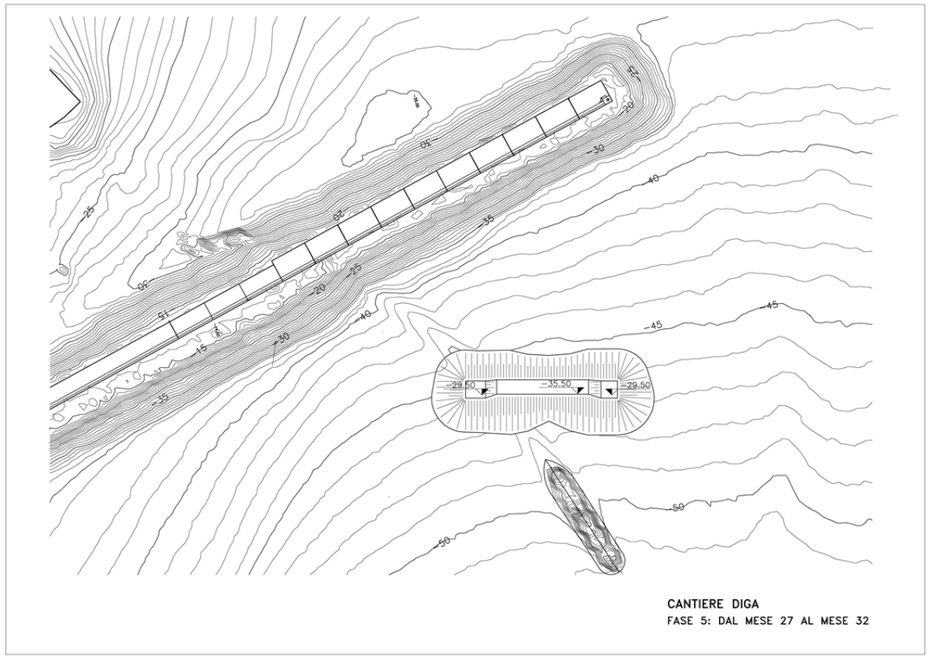


FIG. 6.7 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 5 – DIGA (DAL MESE 27 AL MESE 32).

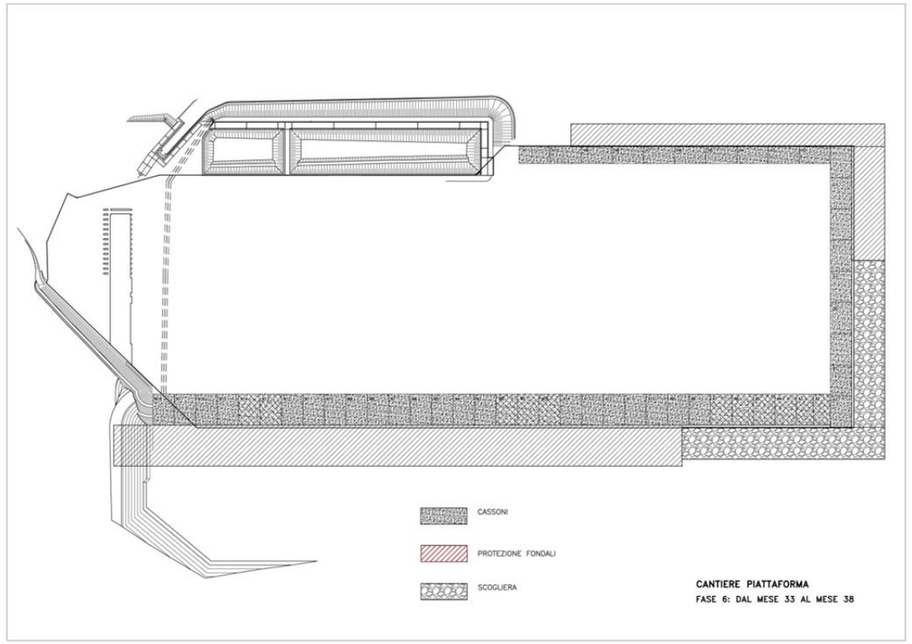


FIG. 6.8 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 6 – PIATTAFORMA (DAL MESE 33 AL MESE 38).

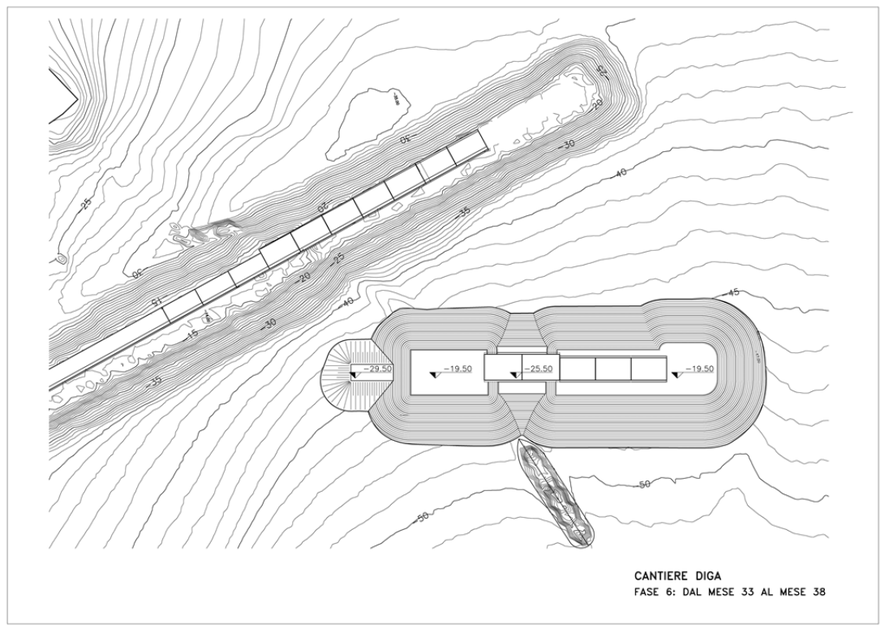


FIG. 6.9 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 6 – DIGA (DAL MESE 33 AL MESE 38).

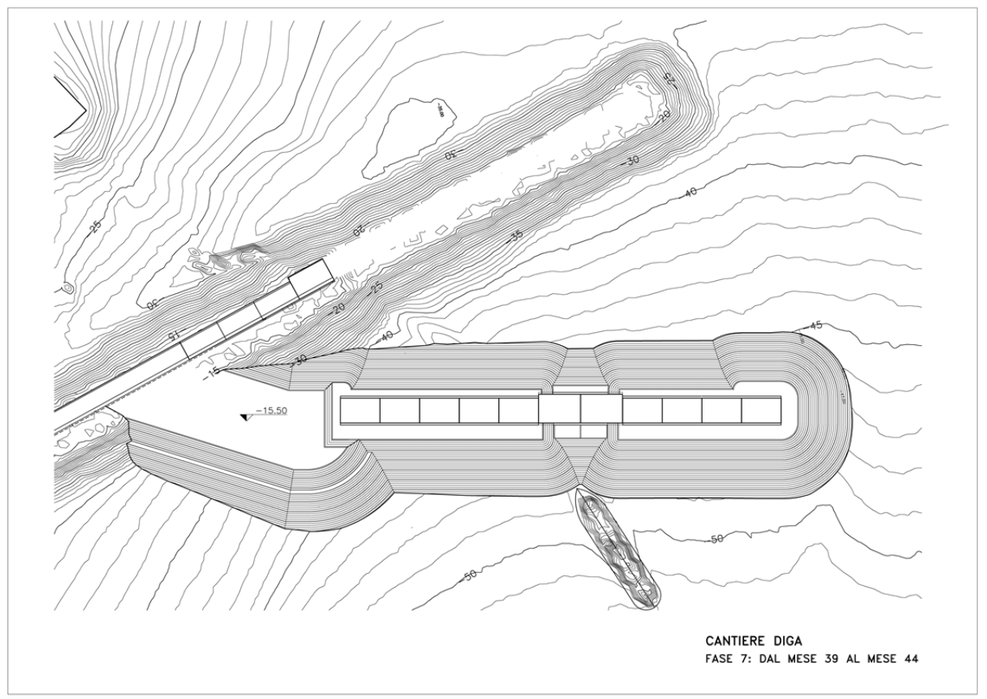


FIG. 6.10 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 7 (DAL MESE 39 AL MESE 44).

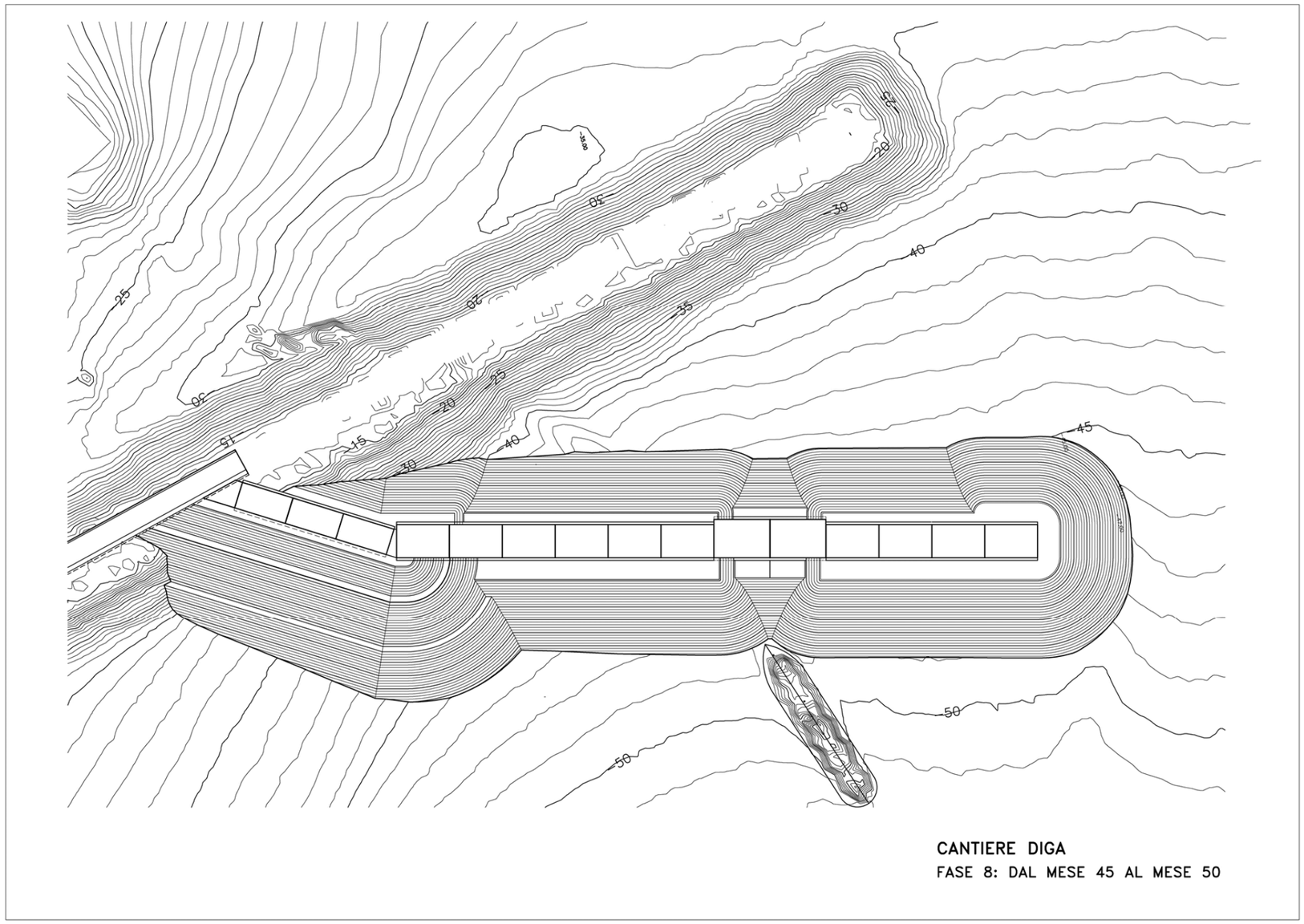


FIG. 6.11 - FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 8 (DAL MESE 45 AL MESE 50).

ID	Attività	Durata
1	Consegna definitiva lavori Piattaforma	ms
2	Versamento bonifico	32
3	Consegna lavori Sovrappasso	ms
4	Realizzazione terrapieno	32
5	Demolizione pontile Esso (60 m)	3
6	Approvazione variante	ms
7	Realizzazione scanni imbasamento cassoni	32
8	Precarica fondale e terrapieno	38
9	Prefabbricazione e posa cassoni	28
10	Dragaggio	20
11	Protezione fondali	24
12	Opere in c.a. sovrastruttura	24
13	Costruzione edifici	18
14	Demolizione pontile TRI	4
15	Completamento sistema di ricircolo	6
16	Impianti meccanici ed elettrici	20
17	Pavimentazioni e opere di finitura	18
18	Realizzazione scanni imbasamento diga	24
19	Demolizione sovrastruttura e salpamento cassoni diga	18
20	Sovrastruttura diga e serraglia di collegamento	8
21	Collaudo finale dell'opera	ms

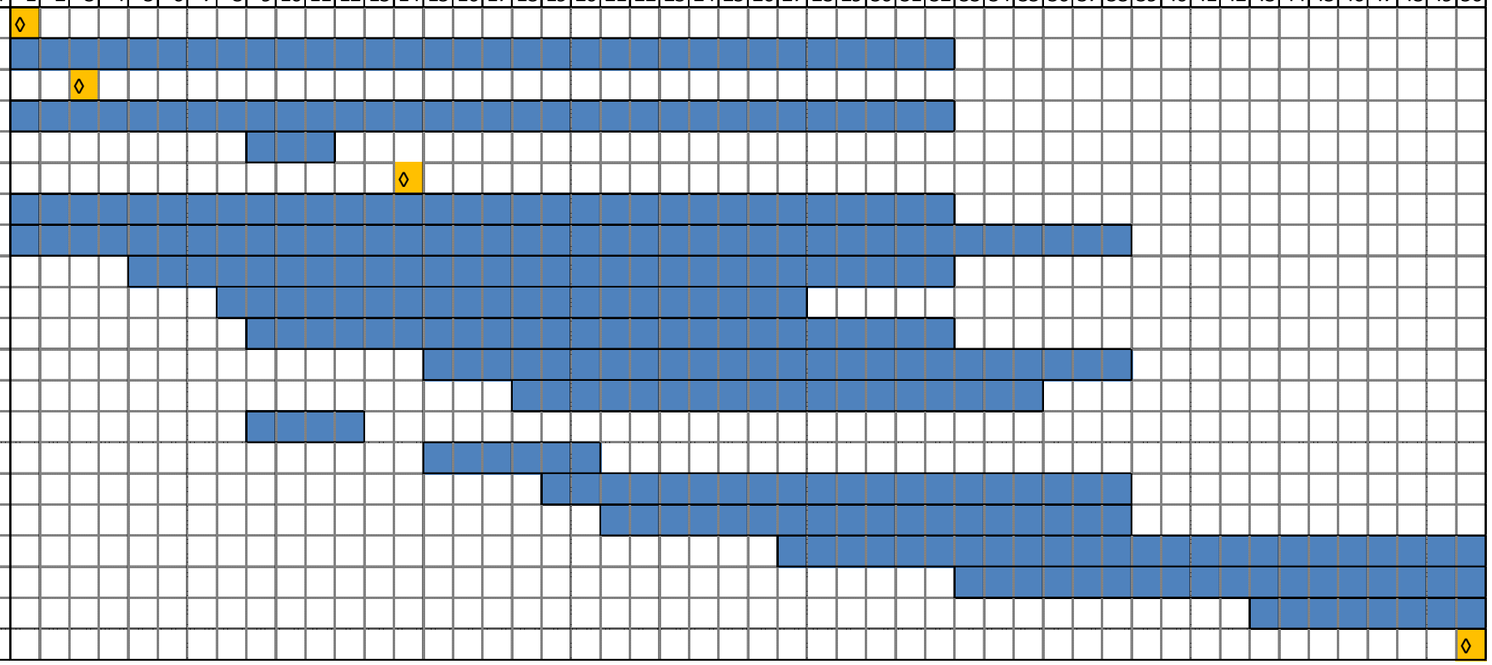


FIG. 6.12 - CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI