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

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

MI010P-PE-G-Z-R-4001-C1

DATA			
Settembre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	G. FIORINI	G. FIORINI	G. FIORINI
REVISIONE 1	Revisione a seguito RED RINA - Aprile 2015		
REVISIONE 2			
REVISIONE 3			

NOME FILE

MI010P-PE-G-Z-R-4001-C1
Rel. descrittiva generale.doc

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

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

INDICE

1. PREMESSE 11
2. INQUADRAMENTO 18
2.1. Inquadramento territoriale 18
2.2. Inquadramento amministrativo 21
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 25
2.4. La riorganizzazione territoriale con demolizione dei pontili esistenti per lo sbarco dei prodotti carboniferi e petroliferi 29
2.4.1. Sovrappasso della Via Aurelia 39
2.5. Darsena turistica e riqualificazione costiera (comparto D) 49
2.6. Casello autostradale e svincolo (località "Bossarino") 57
2.7. Parco ferroviario 59
2.8. Nuova diga foranea 60
2.8.1. Stato della progettazione 60
2.8.2. Descrizione delle opere in progetto 60
3. LE VARIAZIONI RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO 63
4. CONDIZIONI CLIMATICHE E DATI FISICO CHIMICI DISPONIBILI - DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELL'OPERA 67
4.1. Rilievi topobatimetrici 67
4.1.1. Inquadramento topografico 67
4.1.2. Rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam 68
4.1.3. Rilievo dell'area di intestazione a terra della piattaforma 69
4.1.4. Individuazione della rete dei sottoservizi 69
4.1.5. Rilievo dei pontili 69
4.1.6. Documentazione prodotta 69
4.2. Geologia, evoluzione geomorfologica ed idrogeologica dell'area 71
4.2.1. Lineamenti stratigrafici generali dell'area di progetto 71
4.2.2. Stratigrafia media ricavata dalle indagini in situ 72
4.2.3. Idrogeologia 73
4.2.4. Caratterizzazione sismica 74
4.3. Indagini geotecniche e caratterizzazione dei terreni di fondazione 75
4.3.1. Indagini antecedenti il Progetto (ante 2006) 75
4.3.2. Indagini per il Progetto della Piastra Multifunzionale 75
4.3.3. Indagine a base del Progetto Definitivo del 2008 76
4.3.4. Caratterizzazione dei terreni di fondazione 76
4.4. Qualità dei sedimenti 78
4.5. Le condizioni meteomarine 82
4.5.1. Esposizione del paraggio 82
4.5.2. I livelli del mare 83
4.5.3. Le condizioni anemometriche 84
4.5.4. Il moto ondoso al largo 87
4.5.5. Propagazione del moto ondoso nel bacino portuale 90
4.6. Analisi idrodinamiche e dispersive 99
4.6.1. Il modello idrodinamico a maglia curvilinea della Baia di Vado Ligure 99
4.6.2. Condizioni al contorno e forzanti esterne 101
4.6.3. Gli scenari da analizzare 105
4.6.4. Gli effetti indotti dalle opere previste sull'idrodinamica e sulla dispersione della baia di Vado. 106
4.6.5. Analisi della capacità di ricambio 109
5. CRITERI DI PROGETTO 114
5.1. Caratteristiche geometriche 115
5.2. Quote di dragaggio e navi di progetto 115
5.3. Caratteristiche statico funzionali 120
5.4. Criteri ambientali 120
5.5. Criteri costruttivi 121
6. DESCRIZIONE DELLE OPERE 122
6.1. Il layout delle aree contenitori, rinfuse, petroli 123
6.1.1. Il terminal contenitori 123
6.1.2. Il terminal delle rinfuse 131
6.1.3. Il terminal di sbarco di prodotti petroliferi 131
6.2. Dragaggi e destinazione dei sedimenti di risulta 133
6.2.1. Aree di dragaggio 133
6.2.2. Il campo prove dragaggi 134
6.2.3. Destinazione dei sedimenti di risulta 140
6.3. Protezione del fondale 142
6.3.1. Protezione dei fondali antistanti le banchine 142
6.3.2. Protezione dei fondali dei varchi tra i cassoni sotto l'impalcato 146
6.4. L'area in rilevato adiacente al radicamento a terra 149
6.5. Il ricircolo dell'acqua tra l'area di Porto Vado ed il Porto Turistico 153
6.6. L'area a giorno sul lato mare 157
6.7. Pavimentazioni e finiture superficiali 161
6.8. Pavimentazione 161
6.8.1. Terminal Container 161
6.8.2. Area del gate 165
6.8.3. Banchina rinfuse 165

6.8.4. Banchina Petroli 166
6.9. Captazione delle acque meteoriche 167
6.10. La rete di fognatura nera 172
6.11. Dispositivi di accosto ed ormeggio 174
6.11.1. Fenders 174
6.11.2. Bitte 177
6.12. Campi prova 178
6.12.1. Campo prova area rilevato 180
6.12.2. L'area di verifica delle modalità di costruzione 181
6.13. I servizi ed impianti ubicati sulla piastra 183
6.13.1. Impianti antincendio 183
6.13.2. L'impianto di approvvigionamento idrico 188
6.13.3. Impianto elettrico 189
6.14. L'edificio amministrativo/officina 194
6.14.1. Gli accessi alla piattaforma 196
6.14.2. L'autorimessa 198
6.14.3. L'edificio amministrativo/officina 199
6.14.4. Gli impianti meccanici a servizio dell'edificio 211
6.14.5. L'edificio A 213
6.14.6. Area carburanti 215
6.15. Opere di mitigazione ambientale 216
6.16. La vasca di deposito dei sedimenti dragati 219
6.16.1. Soluzione progettuale prevista nel progetto definitivo 219
6.16.2. Motivazione della modifica progettuale 220
6.16.3. Soluzione proposta nell'ambito del progetto esecutivo 221
6.18.1. Effetti sugli impatti ambientali 233
7. FASI LAVORATIVE 236
8. CRONOPROGRAMMA 241

INDICE DELLE 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 11
Fig. 1.2 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Funzioni assolte dalle diverse banchine ed aree sulla piastra 12
Fig. 1.3 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Interventi previsti nella fase 1 del progetto esecutivo 13
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) 14
Fig. 1.5 - Transitorio Petroli - Seconda Perizia di Variante 15
Fig. 1.6 - Progetto Esecutivo - Fase 2A - Area di posa del bonifico 16
Fig. 1.7 - Progetto esecutivo Fase 2 e contestuale Perizia di variante della Fase 1 - Planimetria 17
Fig. 2.1 - Corografia generale dell'area di intervento 19
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 20
Fig. 2.3 - Corografia dell'area di intervento 21
Fig. 2.4 - Complesso degli interventi previsti nell'Accordo di Programma 29
Fig. 2.5 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Percorso del nastro trasportatore delle rinfuse sulla piastra e imbocco nel viadotto sulla Via Aurelia 30
Fig. 2.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Collegamenti del nastro trasportatore delle rinfuse a monte del sovrappasso sulla Via Aurelia; si può vedere il torrino A di stacco dei cereali ed il torrino B che garantisce il cambio di direzione e quota del nastro cereali verso i silos 30
Fig. 2.7 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Banchina Petroli 31
Fig. 2.8 - Planimetria pontili esistenti Esso e Petrolig 34
Fig. 2.9 - Pontile Petrolig - Profilo 35
Fig. 2.10 - Pontile Petrolig - Impalcato 35
Fig. 2.11 - Pontile Petrolig - Cavalletti di fondazione 36
Fig. 2.12 - Pontile Esso - Impalcato pontile - alzato 37
Fig. 2.13 - Pontile Esso - Impalcato pontile - Sezione 37
Fig. 2.14 - Ortofoto del progetto di sovrappasso della Via Aurelia 41
Fig. 2.15 - Sezione tipo del sovrappasso struttura reticolare 42
Fig. 2.16 - Sezione tipo del sovrappasso rampe R1 e R2 42
Fig. 2.17 - Dettagli planimetrici (in rosso retinato le sezioni dedicate ai mezzi pesanti, in rosso le sezioni dedicate ai "tractors trailers"). 43
Fig. 2.18 - Viabilità - Planimetria della rotatoria di svincolo S.S.1 44
Fig. 2.19 - Viabilità (in rosso la viabilità a livello della via Aurelia, in magenta la ferrovia) 45
Fig. 2.20 - Planimetria aree verdi e comparto "C" 45
Fig. 2.21 - Vista prospettica del comparto "C" dalla spiaggia 46
Fig. 2.22 - Vista prospettica del comparto "C" dall'alto 47
Fig. 2.23 - Immagini diurne e notturne del sovrappasso 48
Fig. 2.24 - Planimetria di insieme delle opere di riqualificazione del fronte urbano portuale di Vado Ligure 49
Fig. 2.25 - Planimetria delle opere dell'area cantieri (comparto D3). 54
Fig. 2.26 - Sezione del molo di sopraflutto e del molo di sottoflutto 55
Fig. 2.27 - Sezione della banchina di cantiere e prospetto del pontile galleggiante 56
Fig. 2.28 - Valutazione di inserimento architettonico e paesaggistico delle opere del comparto D 56
Fig. 2.29 - Valutazione di inserimento architettonico e paesaggistico delle opere del comparto D 57
Fig. 2.30 - Planimetria generale del casello e dello svincolo 58
Fig. 2.31 - Planimetria di dettaglio del casello e particolari dei fabbricati 59
Fig. 2.32 - Sezione schematica dell'impianto Metrocargo® previsto a Vado Ligure 60
Fig. 2.33 - Planimetria di inquadramento delle opere 61
Fig. 2.34 - Sezione tipo della diga - cassoni salpati e riposizionati 61
Fig. 2.35 - Sezione tipo della diga - cassoni di nuova costruzione 62
Fig. 2.36 - Sezione tipo della diga - cassoni h=15 m con protezione a gettata 62
Fig. 2.37 - Sezione tipo sovrastruttura e muro paraonde 62
Fig. 4.1 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Zona interessata dal rilievo batimetrico con ecoscandaglio di tipo Multibeam 68
Fig. 4.2 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Area ove è stato eseguito il rilievo topografico per l'intestazione a terra della piattaforma 69
Fig. 4.3 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Rilievo batimetrico con ecoscandaglio tipo multibeam 70
Fig. 4.4 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Base topografica 71
Fig. 4.5 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Indagini fisico-chimiche sui sedimenti - Ubicazione delle indagini preliminari condotte nel 2006 79

Fig. 4.6 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Indagini fisico-chimiche sui sedimenti - Ubicazione delle indagini di caratterizzazione condotte nel 2008 79
Fig. 4.7 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Indagini fisico-chimiche sui sedimenti - Ubicazione delle indagini di caratterizzazione condotte nel 2009 80
Fig. 4.8 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Condizioni meteomarine - Le batimetrie nel paraggio di Vado Ligure 83
Fig. 4.9 - Vado Ligure, rosa dei venti - Dati orari, 1986-1997 84
Fig. 4.10 - Punto UKMO - rosa dei venti. Dati triorari, 1987-2008 85
Fig. 4.11 - Ubicazione dei punti di misura del moto ondoso 87
Fig. 4.12 - Dati di moto ondoso KNMI - estensione delle aree di rilievo dei dati 88
Fig. 4.13 - Rosa del moto ondoso al largo di Vado, nel punto di coordinate 44°n; 8,73°e, ottenuta con i dati ukmo 1987 - 2008 88
Fig. 4.14 - Confronto tra h_s del modello fisico e h_s del modello pharos test di riferimento (test a0-04, Hs,opera = 5.0 m) 91
Fig. 4.15 - Schematizzazione della piattaforma in esercizio (a sinistra) e in costruzione (a destra) 91
Fig. 4.16 - Coefficienti di riflessione considerati nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS per la configurazione 1A 92
Fig. 4.17 - Coefficienti di riflessione considerati nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS per la configurazione 1B 92
Fig. 4.18 - Coefficienti di riflessione considerati nel modello matematico di propagazione delle onde PHAROS per la configurazione 2 92
Fig. 4.19 - Batimetrie riprodotte nel modello - Piattaforma in costruzione (a sinistra) e in esercizio (a destra) 93
Fig. 4.20 - Propagazione dell'onda in corrispondenza della nuova piattaforma con la diga foranea estesa - Configurazione 1A -Caratteristiche dell'onda al largo con provenienza 70°N e Tr=250 anni: Hs=4,1 m , Tp=9,8 s 95
Fig. 4.21 - Propagazione dell'onda in corrispondenza della nuova piattaforma con la diga foranea estesa - Configurazione 1B -Caratteristiche dell'onda al largo con provenienza 70°N e Tr=250 anni: Hs=4,1 m , Tp=9,8 s 95
Fig. 4.22 - Agitazione ondosa in corrispondenza della nuova piattaforma con la diga foranea esistente - Configurazione 2 - Caratteristiche dell'onda incidente con provenienza 70°N e Tr=5 anni: Hs=2. 3 m , Tp=7.3 s 96
Fig. 4.23 - Schema delle strutture della piattaforma 96
Fig. 4.24 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche - Schematizzazione del dominio di calcolo con una griglia a maglia curvilinea e batimetria del modello 101
Fig. 4.25 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Dettaglio della maglia di calcolo nella zona del porto di Vado Ligure. 101
Fig. 4.26 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Statistica dell'ampiezza di marea nel periodo 1987-2008 a Imperia 102
Fig. 4.27 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Statistica dell'ampiezza di marea nel periodo 1987-2008 a Genova 103
Fig. 4.28 - Il clima del vento a Vado Ligure 103
Fig. 4.29 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Mar Ligure - Le principali strutture dinamiche e le correnti 104
Fig. 4.30 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi idrodinamiche -Fiumi considerati nel presente studio. 105
Fig. 4.31- Schematizzazione batimetrica (m s.m.m.) per la configurazione di riferimento (Progetto Definitivo) (sinistra) e per la configurazione con varianti di livello esecutivo (destra) 106
Fig. 4.32 - 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) 107
Fig. 4.33 - 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 108
Fig. 4.34 - 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 109
Fig. 4.35 - 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" 110
Fig. 4.36 - 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 con le varianti di livello esecutivo (destra). 111
Fig. 4.37 - Distribuzione iniziale del tracciante utilizzato per il tempo di ricambio 112
Fig. 4.38 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - analisi della capacità di ricambio - Distribuzione del tempo di ricambio per la configurazione di riferimento (sinistra) e per la configurazione con le varianti di livello esecutivo (destra) e le differenze tra le due configurazioni (sotto) 112
Fig. 5.1 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Planimetria generale ad opere finite 114
Fig. 5.2 - Schema planimetrico del nuovo Terminale 115
Fig. 5.3 - Planimetria dei fondali di progetto nell'area portuale 117
Fig. 6.1 - Vado Ligure - Nuova piastra multifunzionale - Layout della piattaforma 122

Fig. 6.2 - 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 124
Fig. 6.3 - Vado Ligure - Banchina containers layout di banchina 124
Fig. 6.4 - Movimentazione dei contenitori tramite mezzi dedicati al solo traffico interno 125
Fig. 6.5 - Immagine di operazioni tramite “reach stacker” 126
Fig. 6.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Aree di trasferimento dei contenitori ubicate sulle testate delle corsie di deposito 126
Fig. 6.7 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Sezione trasversale del piazzale con operatività delle gru RMG 127
Fig. 6.8 - Immagini di gru di piazzale tipo RMG recentemente installate da APM Terminals in un terminal container 127
Fig. 6.9 - Zone di deposito di containers imo e criterio di stoccaggio in piattaforma come approvato dai vv.f. 128
Fig. 6.10 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Recinzione delle aree di stoccaggio 129
Fig. 6.11 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Area di ingresso/uscita a o da il terminale 129
Fig. 6.12 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Schema di operatività delle corsie di ingresso/uscita 130
Fig. 6.13 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - percorsi degli autotreni destinati al trasporto esterno 131
Fig. 6.14 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Banchina rinfuse - Layout 132
Fig. 6.15 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Edifici di Terminal Rinfuse Italia 132
Fig. 6.16 - Aree di dragaggio 134
Fig. 6.17 - Dragaggi del campo prova dragaggi - Planimetria 135
Fig. 6.18 - Motonave auto caricante “WISE” 136
Fig. 6.19 - Escavatore idraulico LIEBHERR HS 833 HD 137
Fig. 6.20 - Benna 137
Fig. 6.21 - Ubicazione dei punti fdi misura della torbidità fissi (F1 e F2) e mobili (M1 e M2) 139
Fig. 6.22 - Andamento della differenza di concentrazioni (concentrazione misurata - concentrazione di riferimento) nel periodo ottobre 2012 - settembre 2013 140
Fig. 6.23 - Andamento della differenza di concentrazioni (concentrazione misurata - concentrazione di riferimento) nel periodo 9 luglio - 17 settembre 2013 140
Fig. 6.24 - 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) 141
Fig. 6.25 - Planimetria della cassa di colmata su cui sarà realizzato il comparto D3 (anticipazione del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) 141
Fig. 6.26 - Planimetria della protezione dei fondali antistanti le banchine 142
Fig. 6.27 - Protezione dei fondali in materassi di cls nel tratto di banchina container - sezione tipo 143
Fig. 6.28 - Particolare del fissaggio del materasso contro il masso guardiano per mezzo di saccone in cls 143
Fig. 6.29 - Particolare dell’ancoraggio del materasso lato mare per mezzo di massi naturali e saccone in cls 144
Fig. 6.30 - Protezione dei fondali in massi naturali nel tratto di banchina container - sezione tipo 144
Fig. 6.31 - Protezione dei fondali in scogli nel tratto di banchina rinfuse - sezione tipo 145
Fig. 6.32 - Protezione dei fondali in materassi in cls nel tratto di banchina rinfuse - sezione tipo 145
Fig. 6.33 - Protezione dei fondali in materassi in cls nel tratto di banchina petroli - sezione tipo 146
Fig. 6.34 - Planimetria della protezione dei fondali sotto la piattaforma 147
Fig. 6.35 - Protezione dei fondali sotto la piattaforma vicino alla banchina container - sezione tipo 148
Fig. 6.36 - Protezione dei fondali sotto la piattaforma vicino alla banchina petroli - sezione tipo 148
Fig. 6.37 - Protezione sotto la piattaforma dove i fondali sono costituiti da pietrame 20-100 mm- sezione tipo 148
Fig. 6.38 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Strutture di conterminazione dell’area a terra 149
Fig. 6.39 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Rilevato di conterminazione dell’area a terra sul lato della spiaggia di Porto Vado 150
Fig. 6.40 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Cassoni reggispinta in corrispondenza alla banchina contenitori 150
Fig. 6.41 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Cassoni reggispinta lungo la separazione tra l’area in rilevato e l’area a giorno 151
Fig. 6.42 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Rilevato di conterminazione dell’area a terra lungo il bordo nord-occidentale 151
Fig. 6.43 - 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 154
Fig. 6.44 - 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 155

Fig. 6.45 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Struttura scatolare 155
Fig. 6.46 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sistema di ricircolo dell'acqua tra il bacino antistante la spiaggia di Porto Vado ed il porto turistico - Struttura scatolare 156
Fig. 6.47 - 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 156
Fig. 6.48 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Suddivisione in "macro" dell'impalcato a giorno e loro tipologia 157
Fig. 6.49 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Disposizione dei giunti longitudinali e trasversali sull'impalcato strutturale 158
Fig. 6.50 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Sezione tipologica della trave ad "u" di impalcato 159
Fig. 6.51 - Vado Ligure - piastra Multifunzionale - Planimetria cassoni area a giorno 160
Fig. 6.52 - Planimetria della pavimentazione in piattaforma 161
Fig. 6.53 - Sezione tipo della piattaforma in corrispondenza dell'area di manovra sotto le STS 162
Fig. 6.54 - Sezione area di ingresso (area A) 163
Fig. 6.55 - Sezione banchina su rilevato (area E+G) 163
Fig. 6.56 - Sezione corridoio centrale (area H) 163
Fig. 6.57 - Sezione area trasferimento container (area T) 163
Fig. 6.58 - Sezione corsia lato petroli su rilevato (area B1) 164
Fig. 6.59 - Sezione area di transito su impalcato (area B2+C+D+F+I) 164
Fig. 6.60 - Sezione area di stoccaggio su rilevato (area S1) 164
Fig. 6.61 - Sezione area di stoccaggio su impalcato (area S2) 165
Fig. 6.62 - Sezione area del gate (area L) 165
Fig. 6.63 - Sezione tipo banchina TRI 166
Fig. 6.64 - Sezione pista di accesso alle banchine TRI e petroli e banchina TRI su rilevato (area P1) 166
Fig. 6.65 - Sezione pista di accesso alle banchine TRI e petroli e banchina TRI su impalcato (area P2) 166
Fig. 6.66 - Sezione tipo della piattaforma in corrispondenza della Banchina Petroli 167
Fig. 6.67 - Sezione banchina petroli (area R) 167
Fig. 6.68 - Curve di possibilità pluviometrica per gli scrosci- Stazione pluviografica di Savona 168
Fig. 6.69 - Schema del sistema di colletta mento delle acque meteoriche 169
Fig. 6.70 - Captazione acque meteoriche - Vasche di trattamento 172
Fig. 6.71 - Edifici presenti nell'area 173
Fig. 6.72 - Rete di fognatura nera 173
Fig. 6.73 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Schema planimetrico del nuovo Terminal: Assegnazione delle banchine alle diverse categorie di trasporto 175
Fig. 6.74 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Schema di calcolo dell'energia di accosto 176
Fig. 6.75 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Schema del tipo di fender selezionato (Fonte: catalogo Trelleborg) 176
Fig. 6.76 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Scelta della tipologia dei fenders in funzione della massima energia di accosto delle navi 176
Fig. 6.77 - Schema di disposizione dei cavi in condizioni di ormeggio tipo "*alongside berth*" 178
Fig. 6.78 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Planimetria generale della piastra 179
Fig. 6.79 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Planimetria dei campi prova 180
Fig. 6.80 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Campo prova area rilevato - Geometria del campo prova 180
Fig. 6.81 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Impianto antincendio - Rete di idranti 183
Fig. 6.82 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Impianto antincendio - Layout e sezione del locale che ospita il gruppo di spinta 184
Fig. 6.83 - Planimetria con ubicazione delle utenze elettriche e delle cabine di alimentazione 189
Fig. 6.84 - Schema alimentazione MT 190
Fig. 6.85 - Nuovo edificio a servizio della piastra multifunzionale - prospetto sud-ovest 194
Fig. 6.86 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Edificio amministrativo/officine - suddivisione strutturale 209
Fig. 6.87 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Edificio amministrativo/officine - Sezione trasversale del tegolo prefabbricato di altezza 30 cm per la realizzazione dei solai 210
Fig. 6.88 - 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 220
Fig. 6.89 - Sezione della cassa di colmata approvata nell'ambito del Progetto Definitivo in corrispondenza del lato mare 220
Fig. 6.90 - 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 224
Fig. 6.91 - Sezioni della cassa di colmata proposte in ambito di Progetto Esecutivo - Assetto provvisionale 224
Fig. 6.92 - Planimetria della cassa di colmata proposta nell'ambito del Progetto Esecutivo - Assetto in corso d'opera prima della realizzazione della banchina 225
Fig. 6.93 - Sezioni della cassa di colmata proposte in ambito di Progetto Esecutivo - Assetto in corso d'opera prima della realizzazione della banchina 225
Fig. 6.94 - Planimetria della cassa di colmata - Assetto finale 226
Fig. 6.95 - Sezioni della cassa di colmata - Assetto finale - Sezioni tipo - La quota -5.00 metri è da intendersi lungo la banchina sul lato mare 226
Fig. 6.96 - Sezioni della cassa di colmata - Assetto finale - Prospetto modulare 226
Fig. 7.1 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi da 1° a 6° 236
Fig. 7.2 - Pianta dei dragaggi con ubicazione delle zone relative alle varie fasi di lavorazione 236
Fig. 7.3 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi da 7° al 12° 237
Fig. 7.4 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi dal 13° al 18° 237
Fig. 7.5 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi da dal 19° al 24° 238
Fig. 7.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi dal 25° al 30° 238
Fig. 7.7 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi dal 31° al 36° 239
Fig. 7.8 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi dal 37° al 42° 239
Fig. 7.9 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Fasi lavorative - Mesi da dal 43° al 46° 240
Fig. 8.1 - Cronoprogramma lavori 241

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 4.1 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale- Stratigrafia di progetto 77
Tab. 4.2 - Vado Ligure - Nuova Piastra Multifunzionale - Caratterizzazione Progetto Esecutivo 78
Tab. 4.3 - Risultati dell'analisi statistica dei livelli estremi 83
Tab. 4.4 - Frequenze di occorrenza delle velocità e direzione del vento a Vado Ligure (1986-1997) 85
Tab. 4.5 - Frequenze di occorrenza delle velocità e direzione del vento al largo - dati UKMO (1987-2008) 86
Tab. 4.6 - 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. 86
Tab. 4.7 - 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. 86
Tab. 4.8 - Valori della velocità del vento (m/s) in funzione del tempo di ritorno - dati nel punto al largo UKMO 87
Tab. 4.9 - Clima d'onda ottenuto con i dati Ukmo per il periodo 1987-2008 88
Tab. 4.10 - Statistica degli eventi estremi 89
Tab. 4.11 - Configurazioni simulate con il modello PHAROS 94
Tab. 4.12 - Caratteristiche del moto ondoso estremo al largo considerate per le simulazioni (dimensionamento strutturale delle opere) 94
Tab. 4.13 - Caratteristiche del moto ondoso estremo al largo considerate per le simulazioni (agitazione ondosa in fase costruttiva) 95
Tab. 4.14 - Onde in corrispondenza della scogliera alla radice della piattaforma - Tr 100 anni 96
Tab. 4.15 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi reggispinta - Tr 250 anni 97
Tab. 4.16 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi x,y,z della banchina rinfuse in condizione di esercizio - Tr 250 anni 97
Tab. 4.17 - Onde in corrispondenza dei cassoni emersi g,h della banchina rinfuse in condizione di esercizio - Tr 250 anni 97
Tab. 4.18 - Onde retrostanti i cassoni emersi delle banchina rinfuse in condizione di esercizio - Tr 250 anni 97
Tab. 4.19 - Onde di progetto per i cassoni sommersi in fase di costruzione - Tr 5 anni 97
Tab. 4.20 - Onde di progetto per i cassoni sommersi in condizioni di esercizio - Tr 250 anni 98
Tab. 4.21 - Onde di progetto per la protezione dei fondali antistanti le banchine - Tr=250 anni 98
Tab. 4.22 - Onde di progetto per la protezione dei fondali nelle aree permetrali sotto la piattaforma - Tr=250 anni 98
Tab. 4.23 - Onde di progetto per la protezione dei fondali nelle aree interne sotto la piattaforma - Tr=250 anni 98
Tab. 4.24 - Onde di progetto in corrispondenza dell'impalcato su pali - Tr 250 anni 99
Tab. 4.25 - Elaborazione statistica dei gradienti medi massimi annui 102
Tab. 4.26 - Statistica della velocità del vento per il sito di Vado Ligure 103
Tab. 5.1 - Posizione delle banchine e fondali di progetto 116
Tab. 5.2 - Banchina portacontenitori - banchina A 118
Tab. 5.3 - Banchina portacontenitori - banchina B 118
Tab. 5.4 - Banchina rinfuse - banchina C 119
Tab. 5.5 - Banchina tanker - Banchina D 119
Tab. 5.6 - Caratteristiche dei propulsori delle navi di progetto 120
Tab. 6.1 - Portata affluente alla rete per ettaro 168
Tab. 6.2 - Portate convogliate a mare dalla rete di drenaggio delle acque meteoriche 170
Tab. 6.3 - Caratteristiche geometriche delle tubazioni 171
Tab. 6.4 - Caratteristiche delle stazioni di sollevamento 174
Tab. 6.5 - Caratteristiche delle pompe delle stazioni di sollevamento 174
Tab. 6.6 - Vado Ligure - Piastra multifunzionale - Calcolo delle dimensioni dei pannelli frontali dei fenders 177
Tab. 6.7 - Vado Ligure - Piastra Multifunzionale - Interassi dei fenders 177
Tab. 6.8 - Quadro riepilogativo delle caratteristiche delle bitte di progetto 178
Tab. 6.9 - Tipologie dei carichi delle principali utenze elettriche 190
Tab. 6.10 - Carichi di alimentazione elettrica del terminal 190
Tab. 6.11- Funzione delle cabine elettriche 192
Tab. 6.12 - Livelli di illuminazione richiesti dall'operatore 193

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

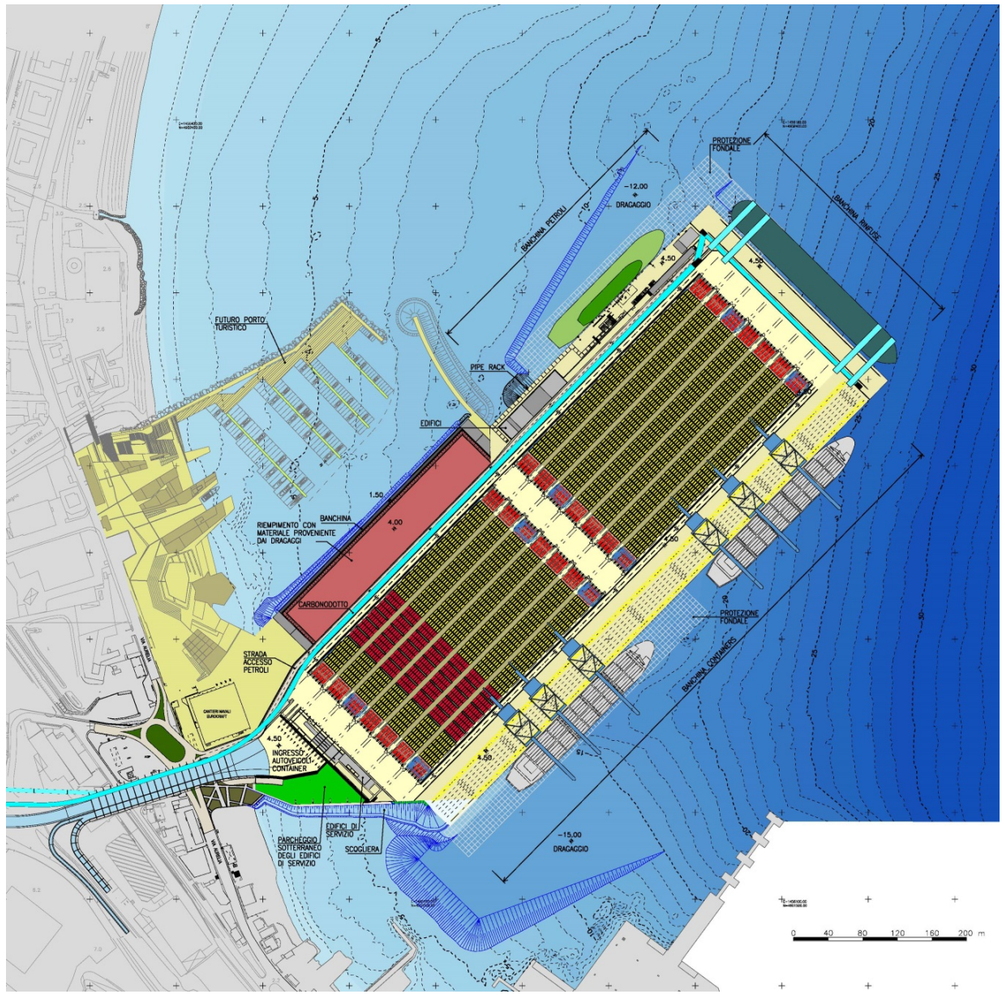


FIG. 1.2 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FUNZIONI ASSOLTE DALLE DIVERSE BANCHINE ED AREE SULLA PIASTRA

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.

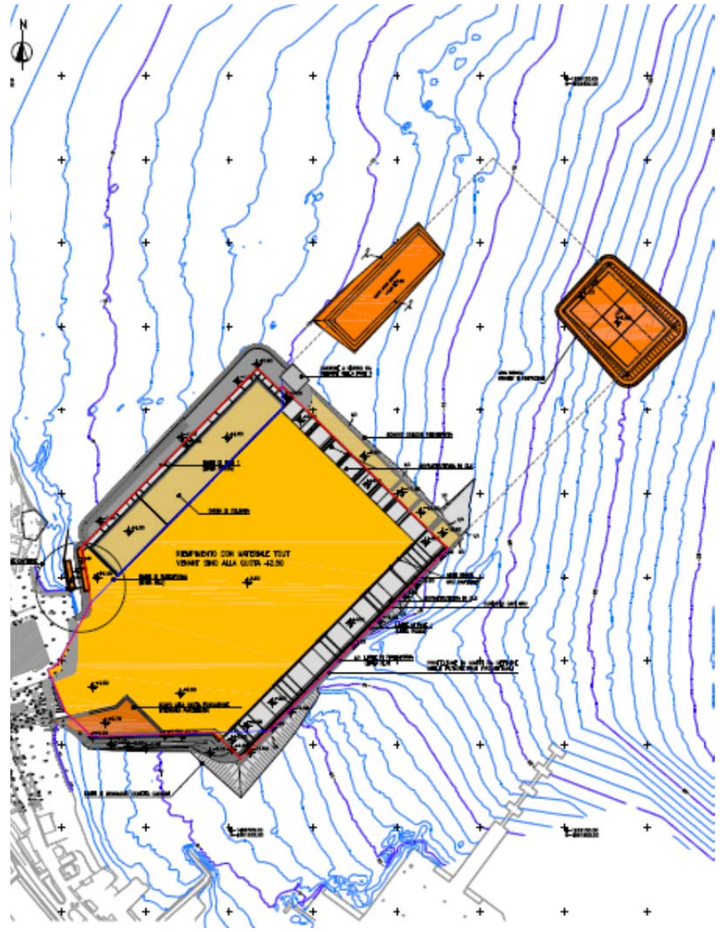


FIG. 1.3 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INTERVENTI PREVISTI NELLA FASE 1 DEL PROGETTO ESECUTIVO

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 indivi-

duare come necessarie 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).

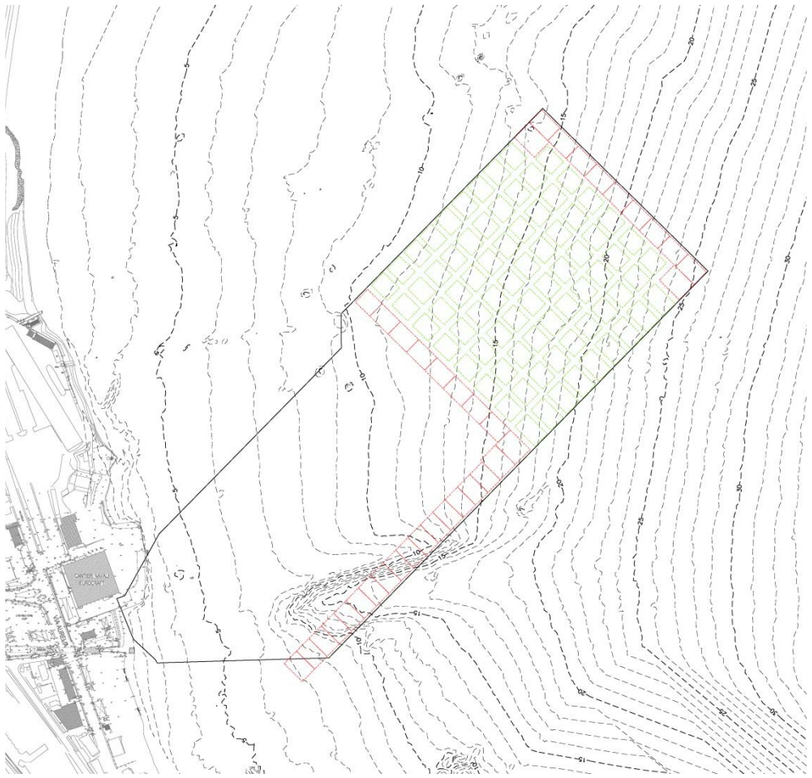


FIG. 1.4 - PLANIMETRIA CON EVIDENZIATE LE MODIFICHE PROPOSTE AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO (STRUTTURA DI SOSTEGNO LUNGO IL LATO NORD EST ESTENSIONE VERSO MARE DELL'AREA IN RILEVATO)

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.

La redazione degli elaborati del Progetto Esecutivo e di VIA è stata completata; questa Relazione generale descrive appunto detti elaborati.

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 possono 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 eserciti 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.

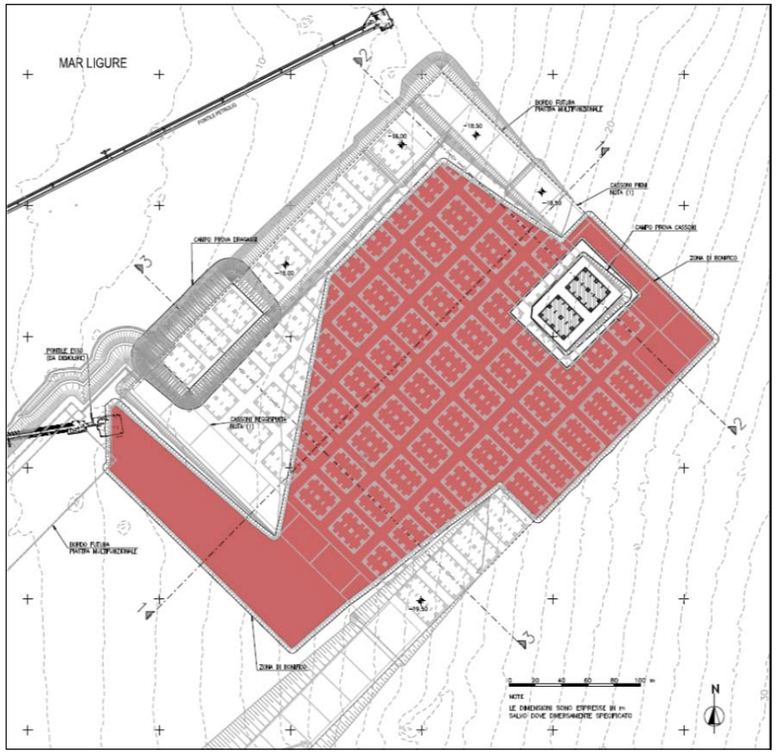


FIG. 1.6 - PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2A - AREA DI POSA DEL BONIFICO

Questo progetto, denominato "Progetto Esecutivo - Fase 2 e contestuale Perizia di Variante della Fase 1" ricomprende tutti i progetti precedentemente presentati, nonché completa la progettazione; la presentazione come un unico progetto consente di completare la progettazione e comprende anche le varianti di livello esecutivo introdotte fino ad oggi alla progettazione già presentata ed approvata. Le varianti introdotte rispetto al definitivo approvato, che saranno meglio descritte ai paragrafi seguenti sono:

- 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 prevede 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.

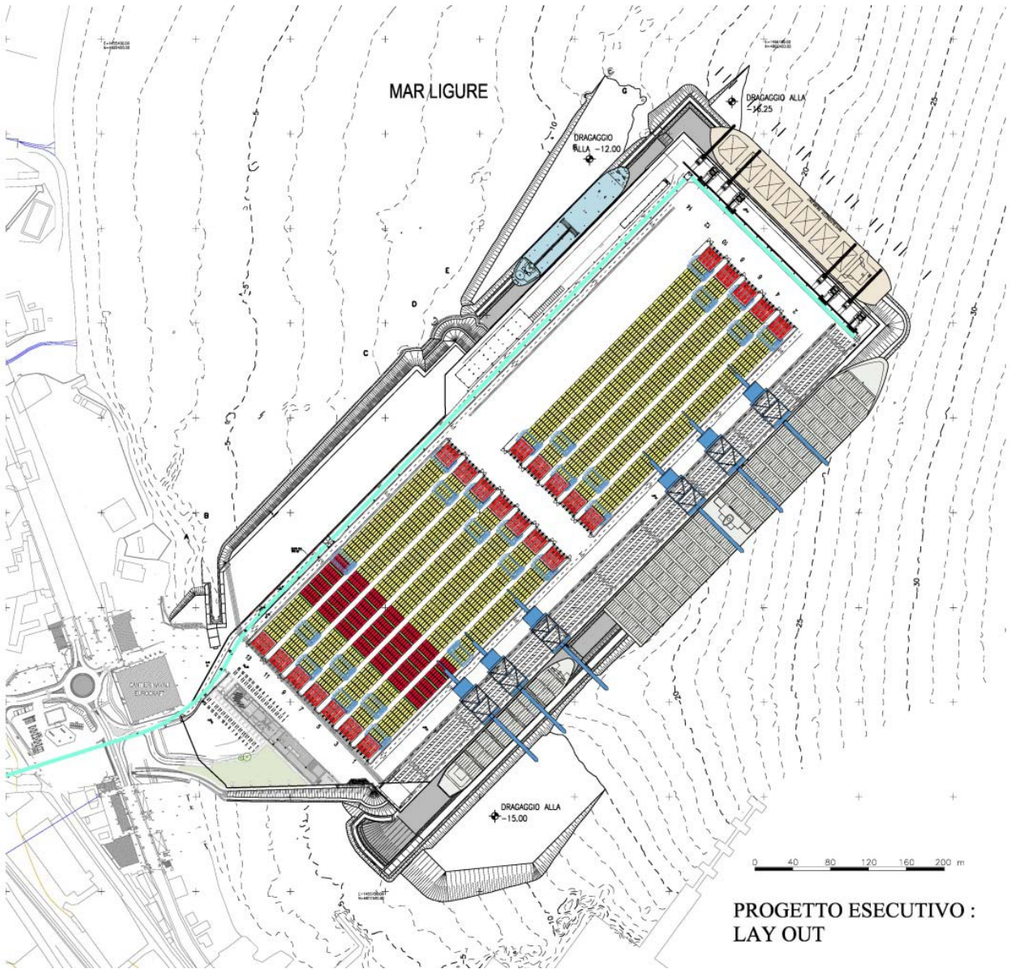


FIG. 1.7 - PROGETTO ESECUTIVO FASE 2 E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1 - PLANIMETRIA

2. INQUADRAMENTO

2.1. Inquadramento territoriale

Il Comune di Vado Ligure occupa una superficie di circa 24 Km^2; 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 inter-modale "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).

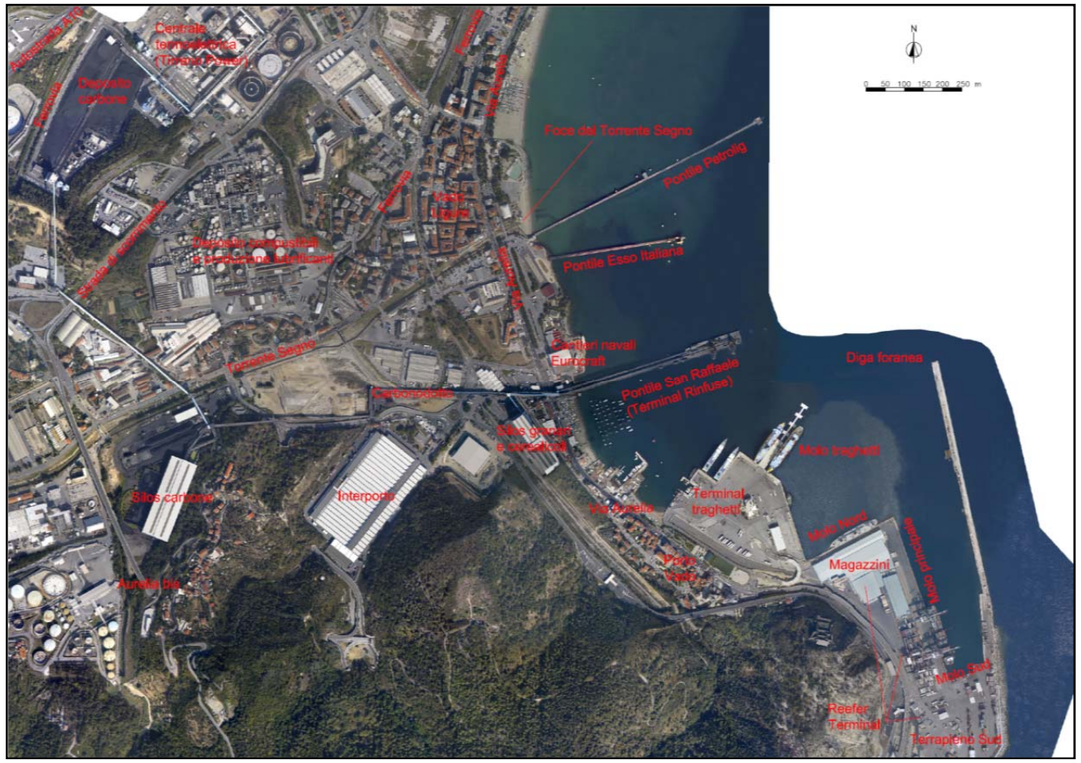


FIG. 2.1 - COROGRAFIA GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO





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 maggiormente 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.
Il soggetto promotore ha dunque dato avvio al presente Studio di Impatto Ambientale delle varianti di livello esecutivo, in ottemperanza a quanto previsto dal Decreto 4604/2013 (Capitolo 5).

La struttura dello Studio è stata discussa con i funzionari del Settore VIA e del Settore Ecosistema Marino Costiero della Regione nel corso delle riunioni del 27 Gennaio 2014 e del 17 Aprile 2014.

Il Progetto di riferimento è costituito dal Progetto Esecutivo, ovvero dal Progetto Definitivo approvato con l'aggiunta di tutte le varianti di livello esecutivo sino ad ora proposte ed approvate dall'Autorità Portuale e/o dalla Regione Liguria, o in fase di predisposizione, al fine di essere coerenti con il Progetto che sarà sottoposto alla Conferenza dei Servizi.

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 viene individuata come soluzione tecnologica ottimale quella denominata Metrocargo®, in corso di verifica funzionale;
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, d'intesa con la nuova proprietà del Terminal Rinfuse e nell'ambito anche della riconversione del parco carbone, 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.

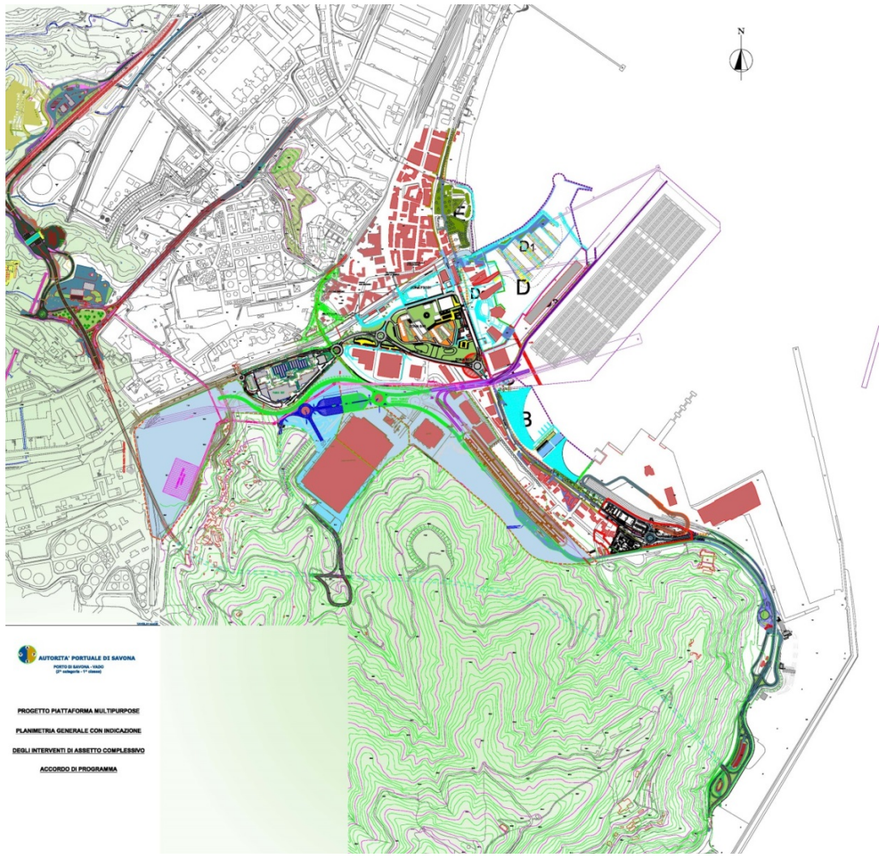


FIG. 2.4 - COMPLESSO DEGLI INTERVENTI PREVISTI NELL'ACCORDO DI PROGRAMMA

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, Terminal Rinfuse Italia, 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, come si può vedere nella immagine prospettica in Fig. 2.5, come 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, come illustrato in Fig. 2.5, il nastro prosegue ancora per un centinaio di metri, per acquisire la quota che permette poi il collegamento ai silos dei cereali, in corrispondenza ad un torrino (Fig. 2.6) oltre il quale prosegue verso la centrale di Tirreno Power.



FIG. 2.5 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PERCORSO DEL NASTRO TRASPORTATORE DELLE RINFUSE SULLA PIASTRA E IMBOCCO NEL VIADOTTO SULLA VIA AURELIA



FIG. 2.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - COLLEGAMENTI DEL NASTRO TRASPORTATORE DELLE RINFUSE A MONTE DEL SOVRAPPASSO SULLA VIA AURELIA; SI PUÒ VEDERE IL TORRINO A DI STACCO DEI CEREALI ED IL TORRINO B CHE GARANTISCE IL CAMBIO DI DIREZIONE E QUOTA DEL NASTRO CEREALI VERSO I SILOS

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. 2.7).

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.

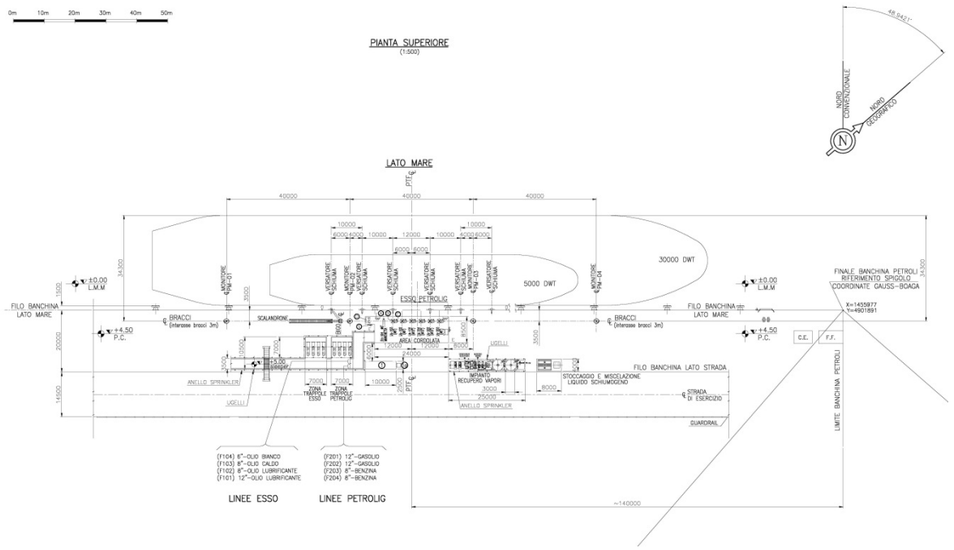


FIG. 2.7 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BANCHINA PETROLI

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 / benzine
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. 2.8 - PLANIMETRIA PONTILI ESISTENTI ESSO E PETROLIG

Il Pontile PETROLIG

Il pontile della Soc. PETROLIG (Fig. 2.9) 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. 2.9 - PONTILE PETROLIG - PROFILO

La struttura del pontile, (Fig. 2.10 e Fig. 2.11) 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. 2.10 - PONTILE PETROLIG - IMPALCATO



FIG. 2.11 - 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. 2.12 e Fig. 2.13).

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.

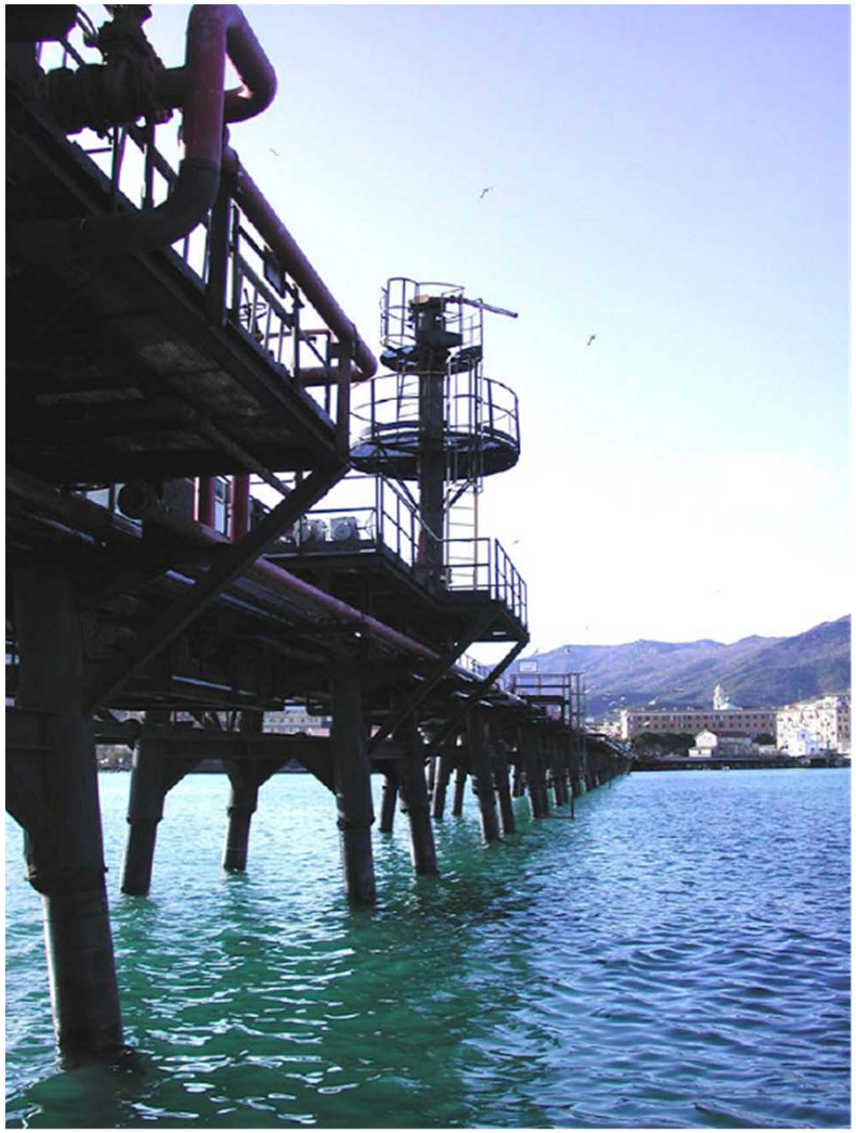
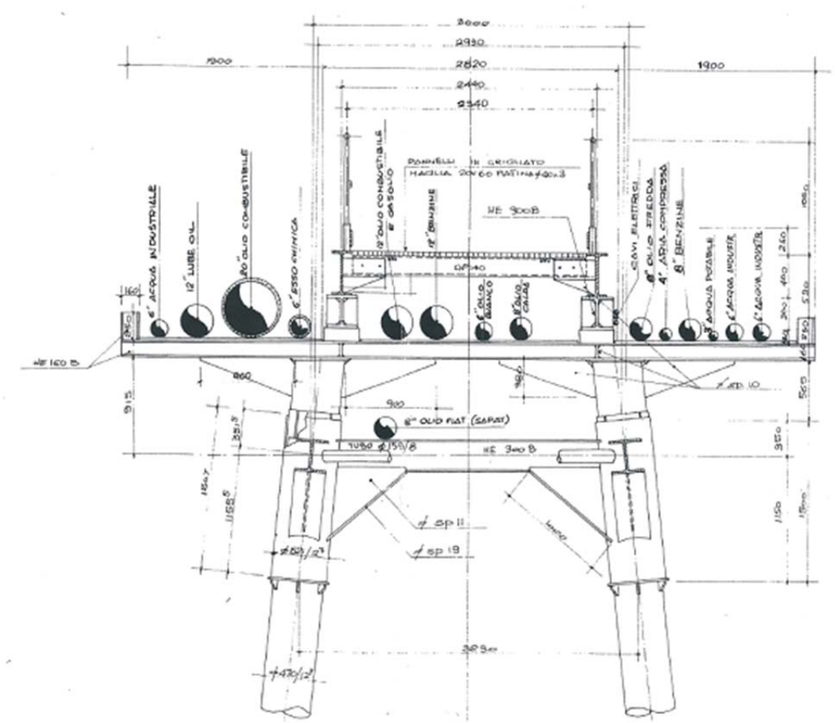


FIG. 2.12 - PONTILE ESSO - IMPALCATO PONTILE - ALZATO


2000
2930
2820
2440
2340
1900
1900
POMPELLI IN GHISA
HAGLUA 20x60 PATINATO x2,3
12" OLIO COMBUSTIBILE
8" GASOLIO
8" BENZINE
8" OLIO BIANCO
8" OLIO CRUDO
8" OLIO FIAT (SAIPEM)
4" ACQUA POTABILE
4" ACQUA INDUSTR.
6" ACQUA INDUSTR.
6" ACQUA POTABILE
8" BENZINE
4" ACQUA COMPRESSA
8" OLIO IDRAULICO
CAVI ELETTRICI
12" LUBE OIL
6" ESSO CHIMICA
6" ACQUA INDUSTRIALE
HE 300 B
HE 160 B
HE 340 B
915
900
1150
1550
1558
1557
1150
1550
1550
1550

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.

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.

Per la progettazione Definitiva inoltre 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. 2.14) 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. 2.15, 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, e due nastri trasportatori di tipo tubolare per il trasporto meccanizzato delle rinfuse nere e bianche rispettivamente alla centrale termoelettrica ed ai silos granari.

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 8% circa, a differenza del preliminare in cui la lunghezza era di 75 m e la pendenza del 9%. 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. 2.16 e Fig. 2.17). Quest'ultima avrà una lunghezza di circa 235 m ed una pendenza massima del 6,0% circa (nel Progetto Preliminare erano rispettivamente 200 m e 7,5%), 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% (nel Progetto Preliminare era 9,5%).

La rampa veicolare maggiore 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 canalette perimetrali a raso carreggiata e successivamente convogliate nella rete di scarico esistente tramite pluviali a sezione generosa che scenderanno a terra all'interno dei pilastri 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 tipo COR-TEN di 7.5 m di altezza poste ad interasse variabile per ospitare, da levante verso ponente, il nuovo nastro trasportatore TRI con interasse pari a 5.89 m, la carreggiata stradale a servizio dei mezzi diretti/provenienti alla nuova piastra multifunzione (interasse = 14.40 m), 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 40 m per una lunghezza complessiva di 120 m, sviluppati pressoché in orizzontale. La struttura portante secondaria sarà costituita all'intradosso da profilati tipo IPE 600 anch'essi in acciaio COR-TEN posti ad interasse di 7.92 m ed all'estradosso da profilati tipo IPE 600. L'impalcato sarà completato:
– con getto di soletta collaborante di spessore 25 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 Fig. 2.15.

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 P4R3 la rampa avrà larghezza 25.50 m per accogliere l'ingombro delle rampa R1 ed R3. L'impalcato della rampa R3 sarà realizzato con un graticcio di travi in c.a.p.

Rampe R1 e R2

La soluzione progettuale adottata per le rampe R1 ed R2 consiste nella realizzazione di due cavalcavia ad impalcato a travi a cassone in c.a.p. solidarizzate in corrispondenza degli appoggi con getto in opera di trasversi (Fig. 2.16). 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 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. Le spalle saranno poi dotate di muri d'ala a sostegno del rilevato delle rampe fino alla quota di p.c. esistente.



FIG. 2.14 - ORTOFOTO DEL PROGETTO DI SOVRAPPASSO DELLA VIA AURELIA

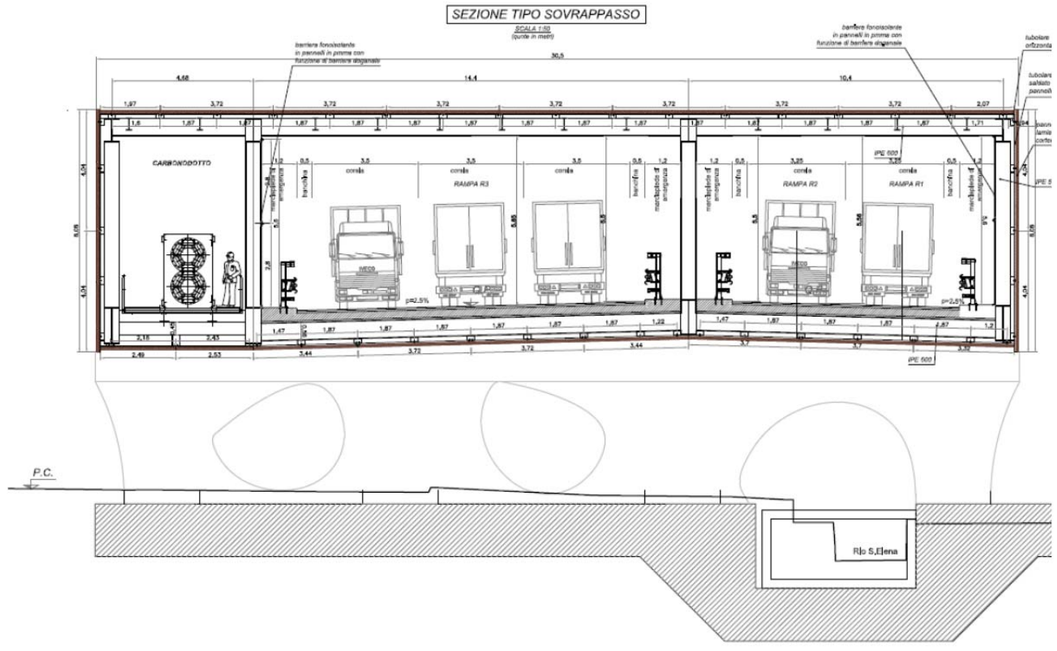


FIG. 2.15 - SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO STRUTTURA RETICOLARE

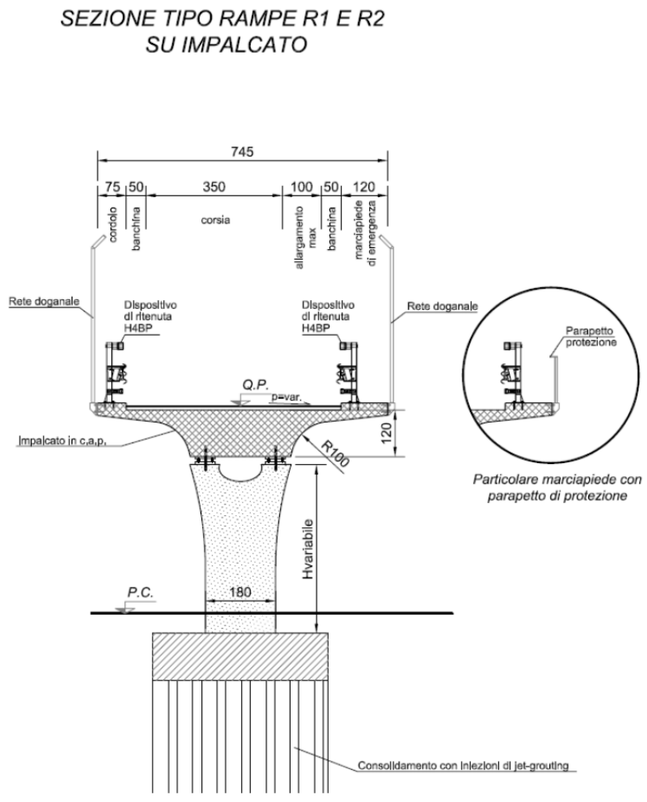


FIG. 2.16 - SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO RAMPE R1 E R2

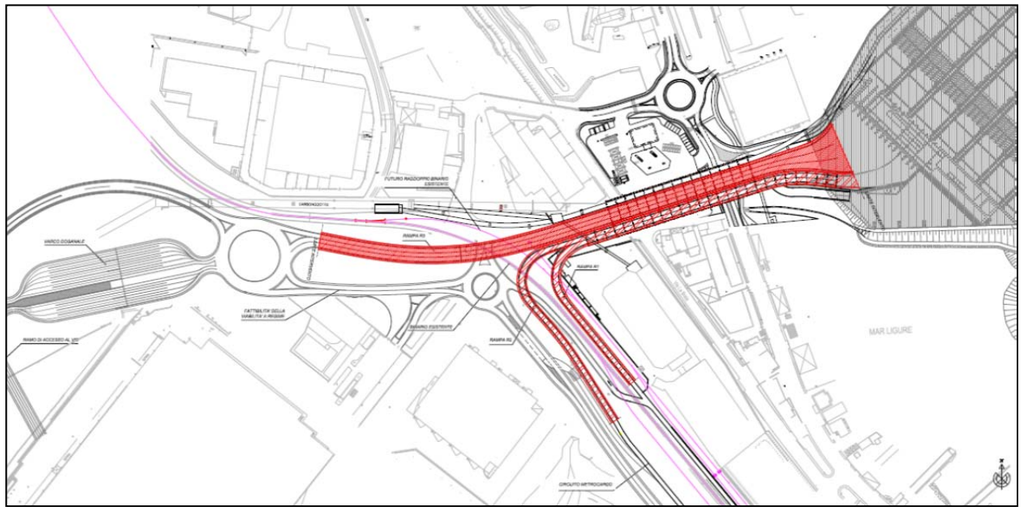


FIG. 2.17 - DETTAGLI PLANIMETRICI (IN ROSSO RETINATO LE SEZIONI DEDICATE AI MEZZI PESANTI, IN ROSSO LE SEZIONI DEDICATE AI "TRACTORS TRAILERS").

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. 2.19).

Il progetto prevede la realizzazione di una rotatoria di svincolo sulla S.S. n. 1 di diametro esterno pari a 39.8 m finalizzata alla razionalizzazione dell'intersezione tra Via Aurelia e Via Trieste (Fig. 2.18), a differenza del progetto Preliminare in cui la rotatoria aveva una forma ovoidale. Essendo il diametro esterno inferiore a 40 m si è adottata una corona circolare ad unica corsia di larghezza pari a 7,00 m (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 interrato 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 bracchetto 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. 2.18 - VIABILITÀ - PLANIMETRIA DELLA ROTATORIA DI SVINCOLO S.S.1

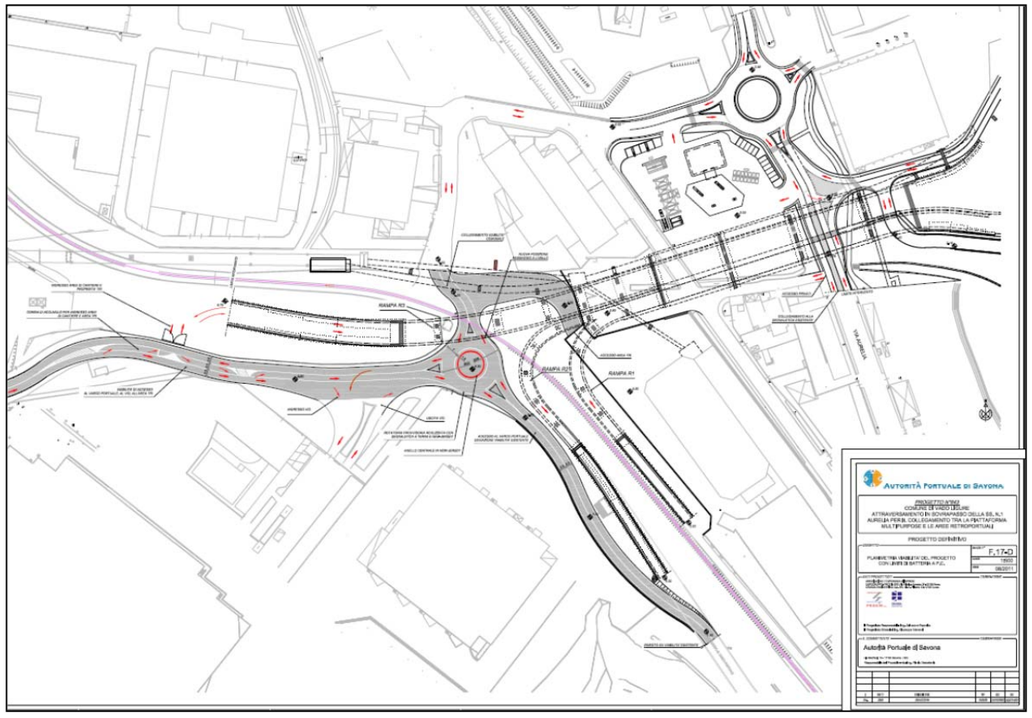


FIG. 2.19 - VIABILITÀ (IN ROSSO LA VIABILITÀ A LIVELLO DELLA VIA AURELIA, IN MAGENTA LA FERROVIA)

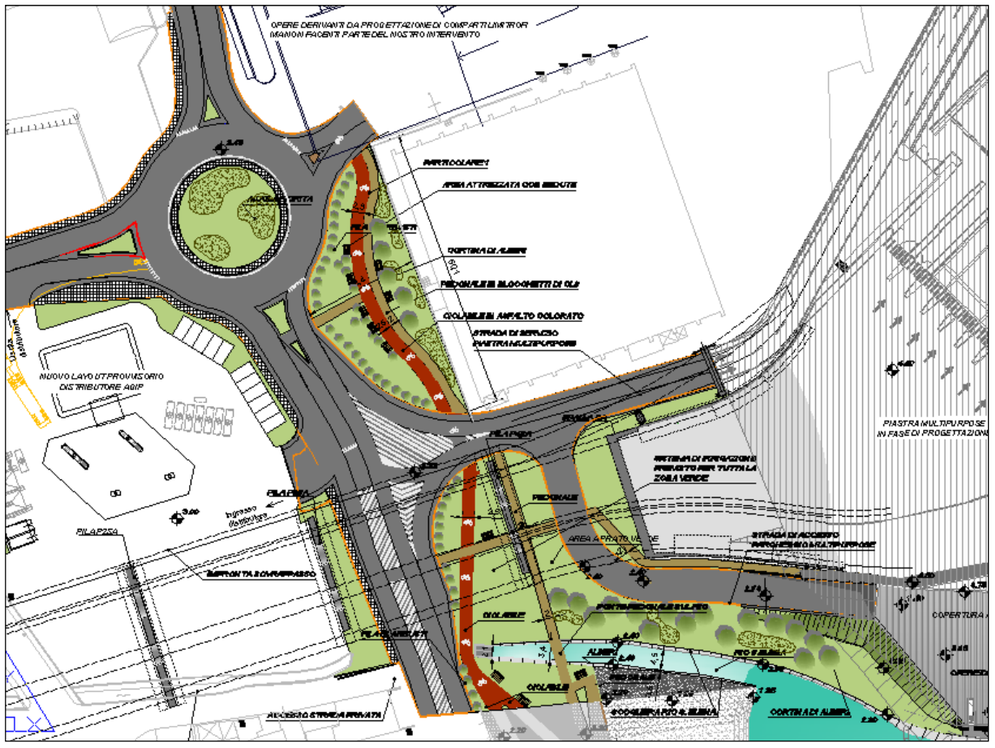


FIG. 2.20 - PLANIMETRIA AREE VERDI E COMPARTO "C"

<u>Aree verdi e Comparto C</u>

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. 2.20).

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 compresa tra il Rio S.Elena, la rampa per l'accesso del parcheggio interrato a servizio degli uffici della Maersk, e il muro di contenimento di questo parcheggio. Il compito principale di mascheramento è svolto dal piano inclinato della copertura 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. La copertura dell'area di parcheggio è un'unica tavola inclinata, completamente coperta a verde e forma una sorta di giardino pensile. In questo modo la vista che si potrà ottenere sarà quella di una superficie erbosa che degrada verso il mare, interrotta sola da un percorso pedonale che costeggia il limite della banchina (Fig. 2.21).



FIG. 2.21 - 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. 2.22).



FIG. 2.22 - 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 "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. 2.23).

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 "corten", 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.

Il progetto si lega compositivamente a quello della piastra multifunzionale grazie alla compenetrazione della parete verticale curva della barriera antirumore in lamiera stirata con il piano leggermente inclinato della copertura verde del parcheggio interrato di servizio agli uffici della Maersk A/S.

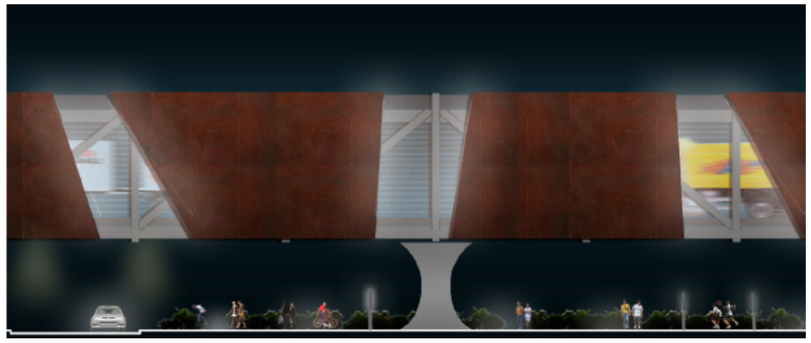
Nel contempo con tale soluzione sarà possibile schermare, alla vista di chi percorre la futura passeggiata lungo mare, la zona di sosta di fronte ai "gate" di accesso al terminal container.

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. 2.23).
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. 2.23).

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.





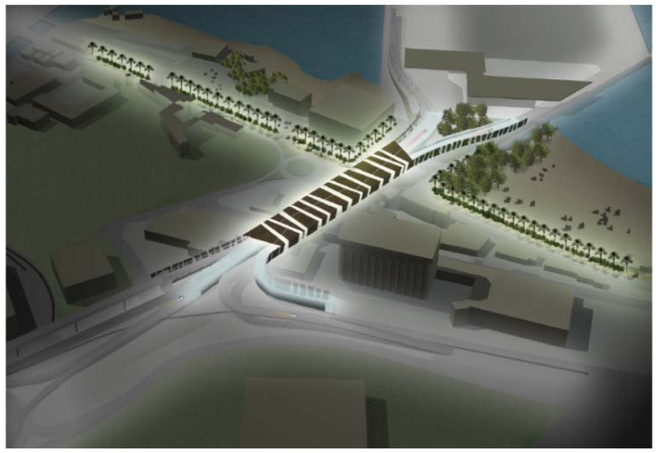


FIG. 2.23 - IMMAGINI DIURNE E NOTTURNE DEL SOVRAPPASSO

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.

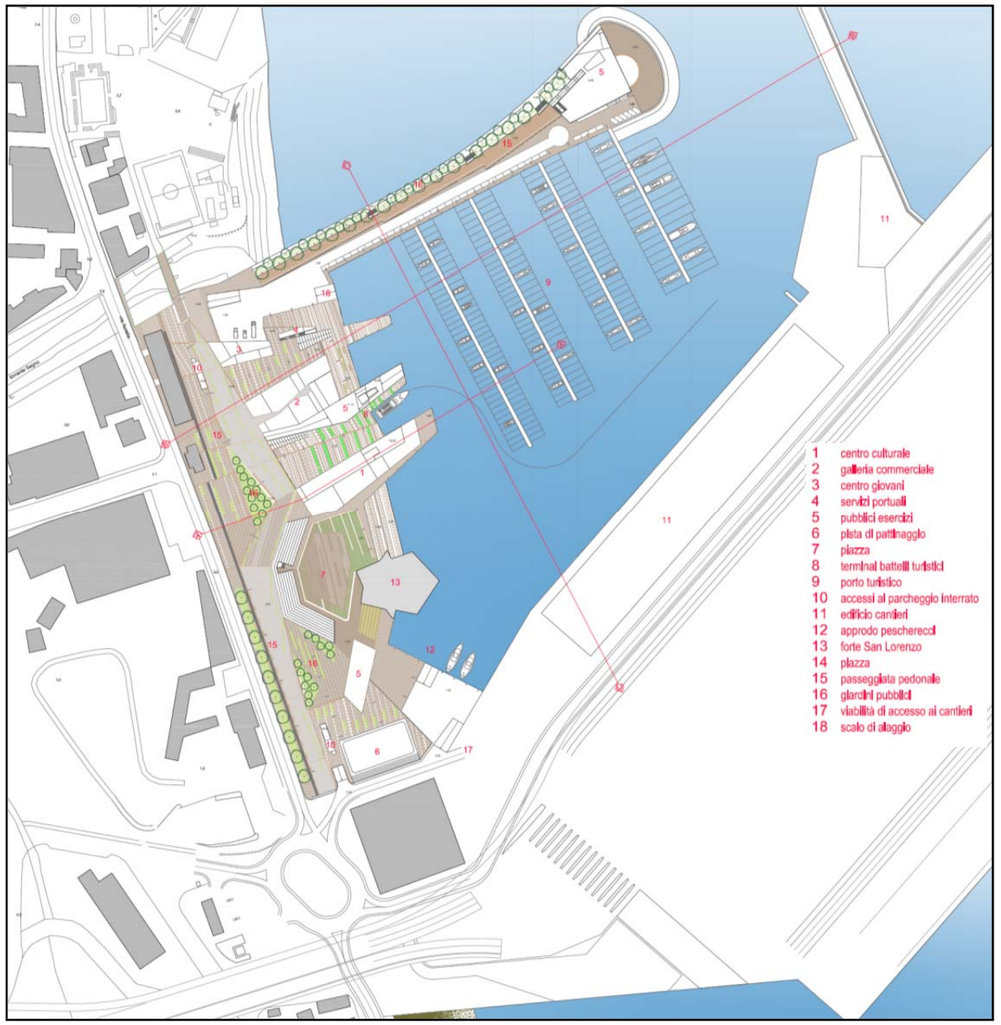


FIG. 2.24 - PLANIMETRIA DI INSIEME DELLE OPERE DI RIQUALIFICAZIONE DEL FRONTE URBANO PORTUALE DI VADO LIGURE

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 vetrata 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 carroponte 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.

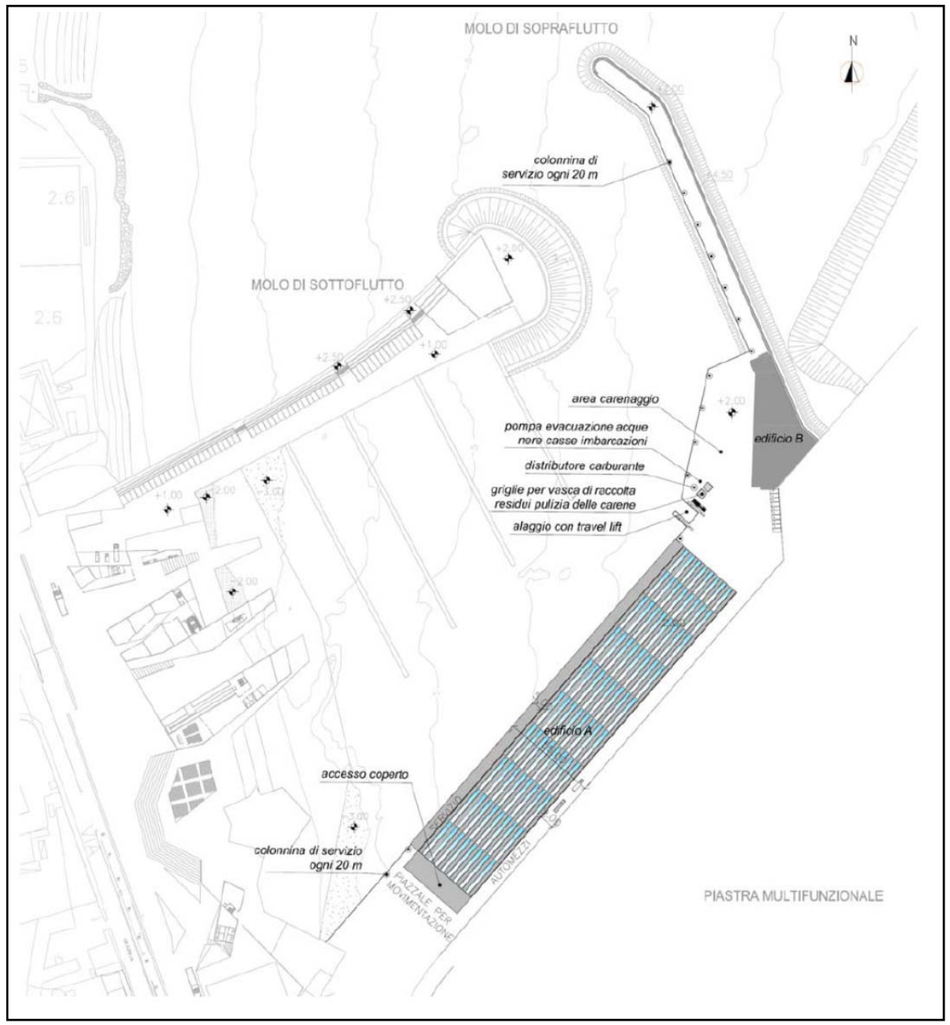


FIG. 2.25 - PLANIMETRIA DELLE OPERE DELL'AREA CANTIERI (COMPARTO D3).

Opere marittime

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

Il molo di sopraflutto (Fig. 2.26) 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. 2.26) 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

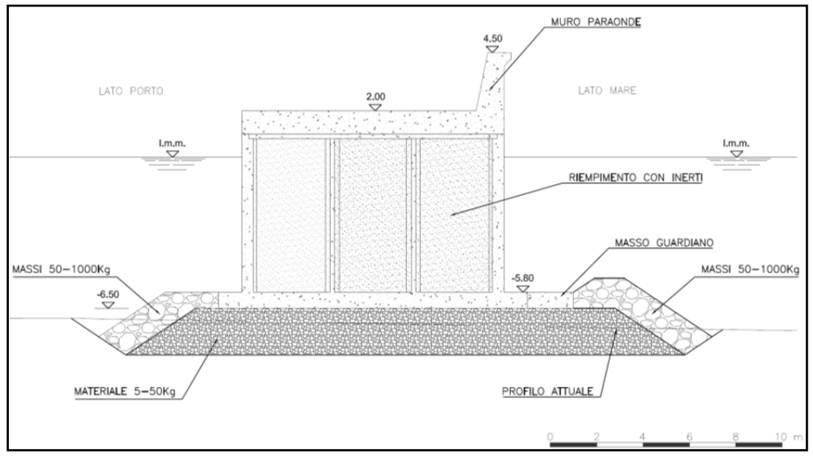
una camera assorbente all'interno della quale viene collocato del pietrame con la funzione di assorbire l'energia del moto ondoso.

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. 2.27).

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. 2.27).



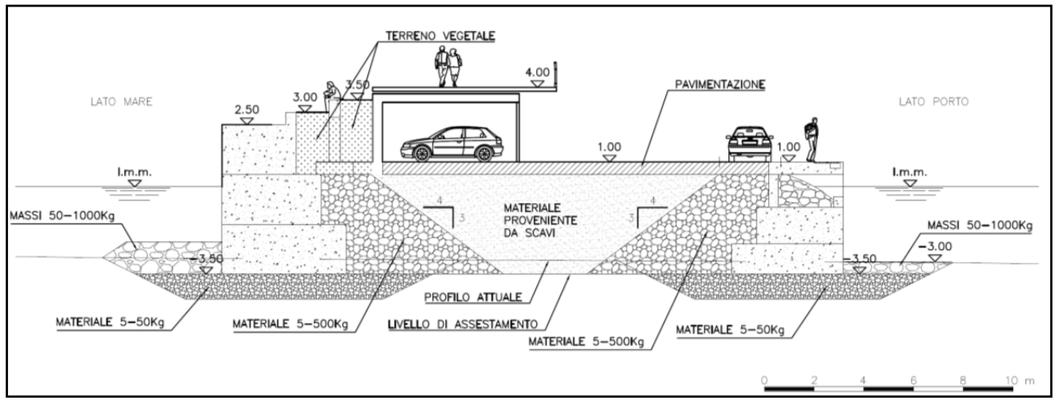
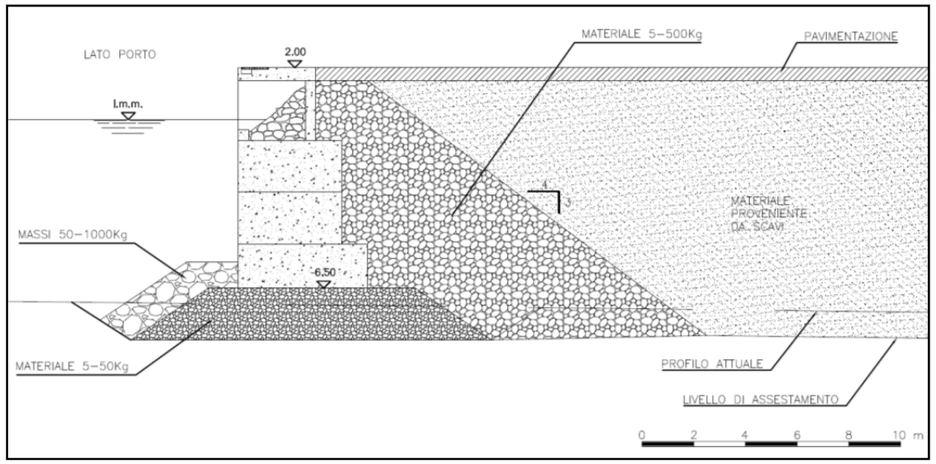


FIG. 2.26 - SEZIONE DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO



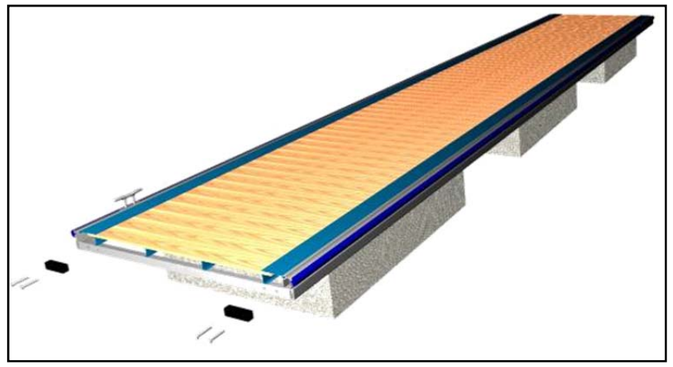


FIG. 2.27 - SEZIONE DELLA BANCHINA DI CANTIERE E PROSPETTO DEL PONTILE GALLEGGIANTE

Inserimento architettonico e paesaggistico

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

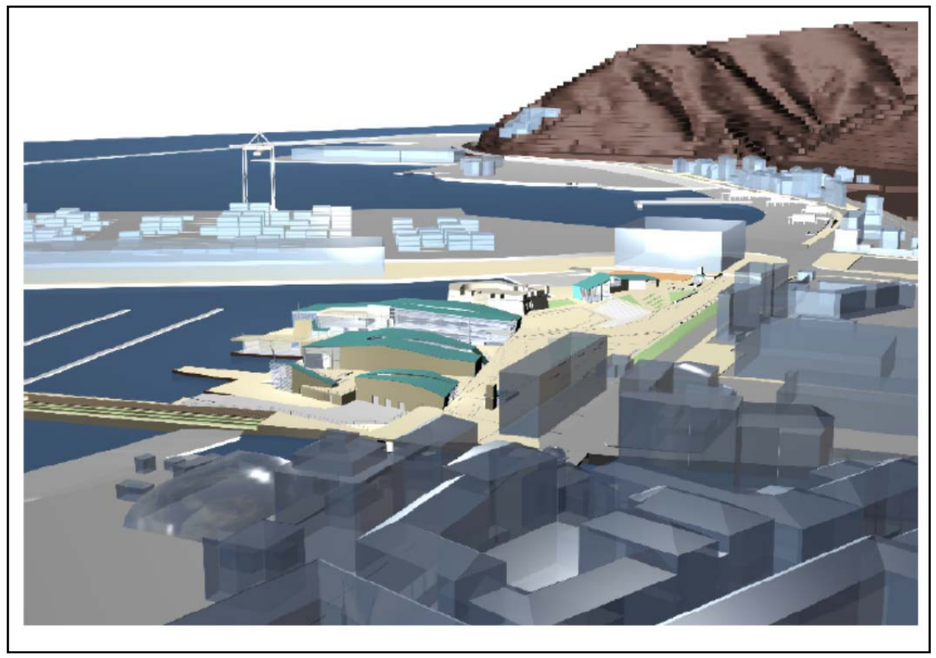


FIG. 2.28 - VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D

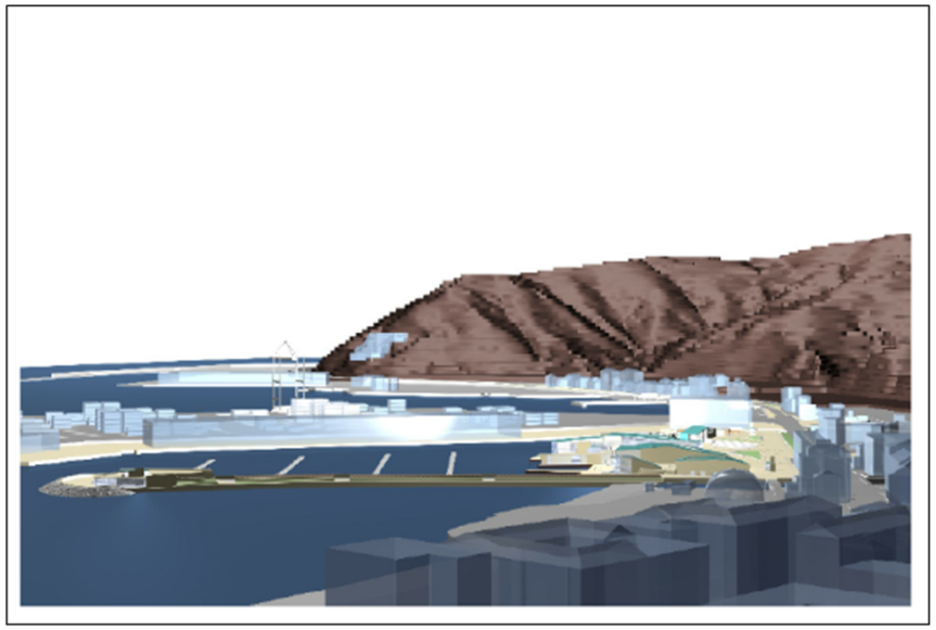


FIG. 2.29 - VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D

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. 2.30), 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 pianeg-

giante; 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. 2.30 - PLANIMETRIA GENERALE DEL CASELLO E DELLO SVINCOLO

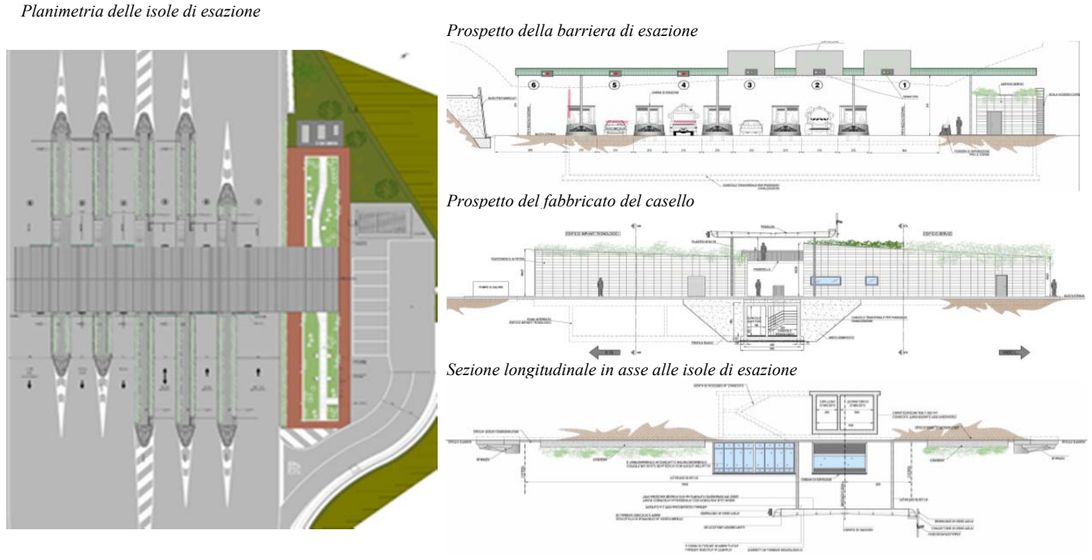


FIG. 2.31 - PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DEL CASELLO E PARTICOLARI DEI FABBRICATI

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 dal sistema Metrocargo®, in corso di sperimentazione e di verifica funzionale, che consiste in un'innovativa tecnica brevettata 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

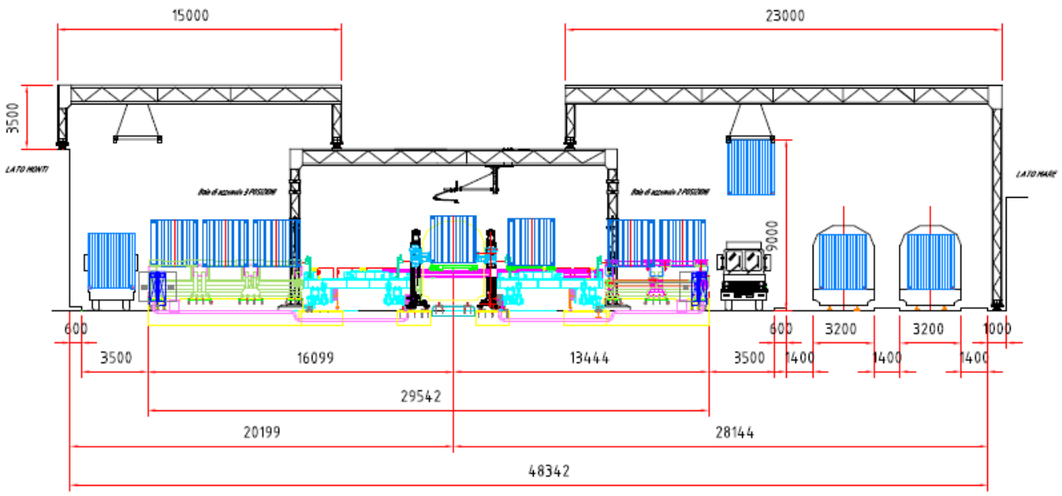


FIG. 2.32 - SEZIONE SCHEMATICA DELL'IMPIANTO METROCARGO® PREVISTO A VADO LIGURE

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.
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, una chiusura provvisoria lato sud, che sarà assorbita nel completamento dell'opera così come prevista nello sviluppo completo di PRP.

2.8.1. Stato della progettazione

Il progetto 509, relativo allo "Spostamento terminale del molo sopraflutti esistente e realizzazione del nuovo sopraflutti nel bacino portuale di Vado Ligure" è stato approvato in fase di progettazione preliminare con Delibera del Comitato Portuale n°53 del 03.06.2010.

Alla data di redazione del presente Studio è stata avviata la progettazione definitiva a carico dell'Autorità Portuale, con la realizzazione della campagna di indagine geognostica ed ambientale per la caratterizzazione del sito di intervento. In seno alla progettazione definitiva sarà avviata la procedura di assoggettabilità a VIA regionale (come da Allegato 4 alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/06 e Allegato 3 della Legge Regionale n° 38/98 della Regione Liguria).

2.8.2. Descrizione delle opere in progetto

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 tria - 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.

Nelle figure che seguono sono riportate la configurazione del progetto e le sezioni tipo dell'opera.

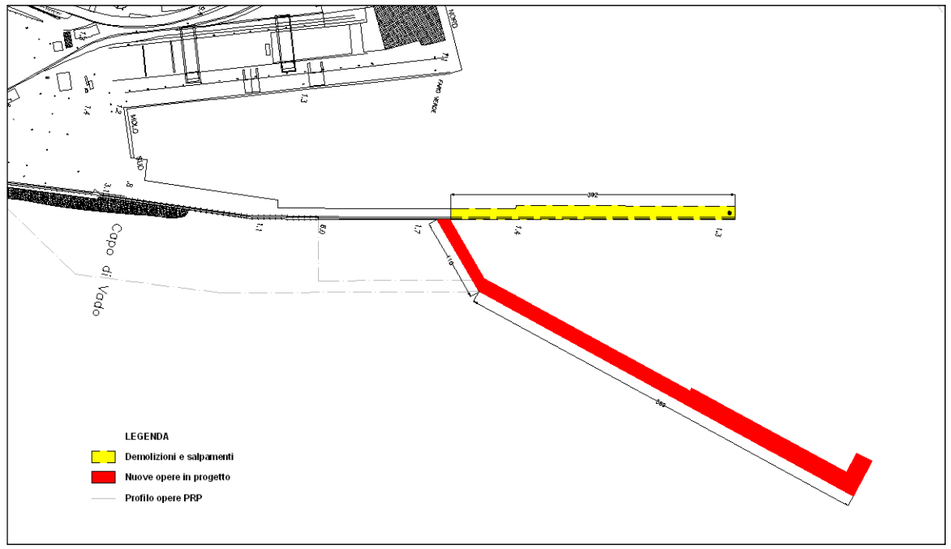


FIG. 2.33 - PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO DELLE OPERE

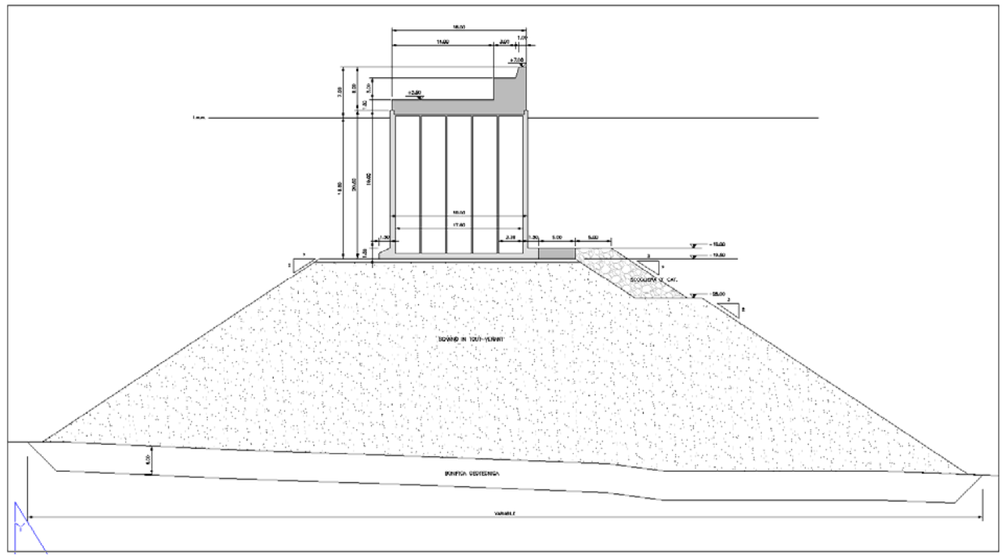


FIG. 2.34 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA - CASSONI SALPATI E RIPOSIZIONATI

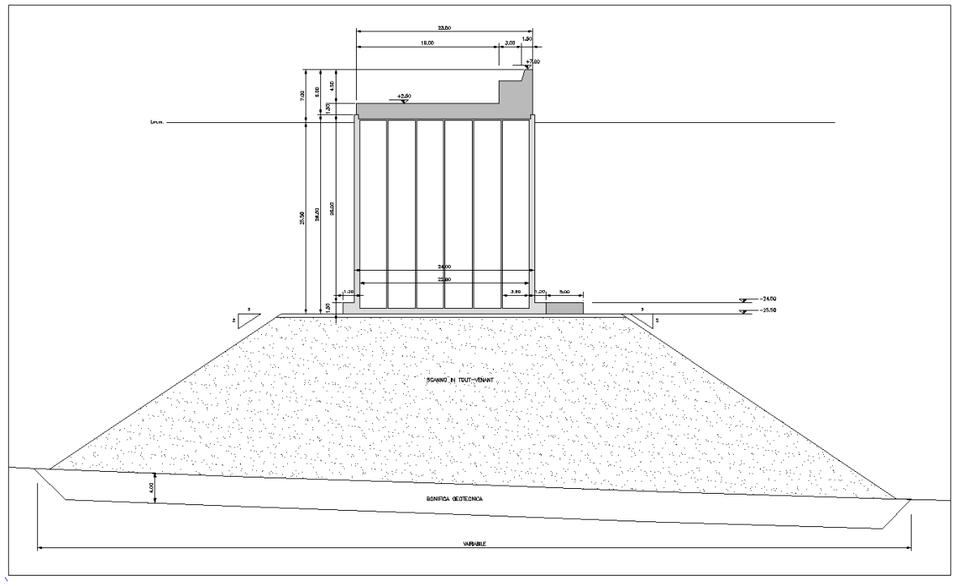


FIG. 2.35 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA - CASSONI DI NUOVA COSTRUZIONE

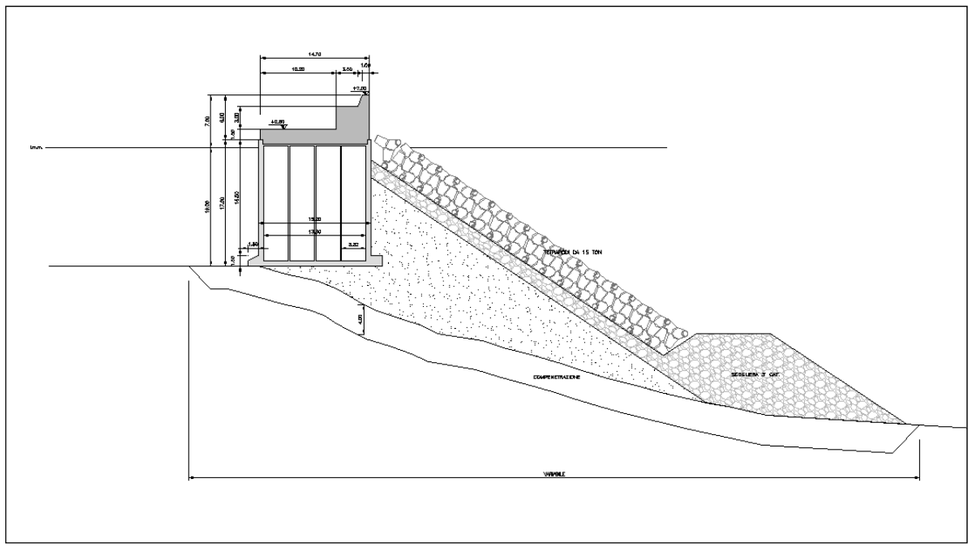


FIG. 2.36 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA - CASSONI H=15 M CON PROTEZIONE A GETTATA

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.

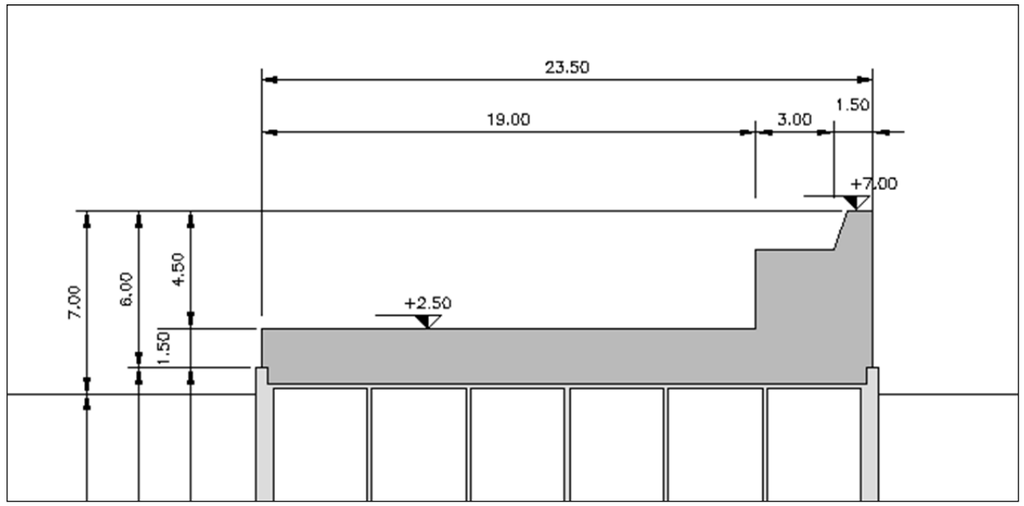


FIG. 2.37 - SEZIONE TIPO SOVRASTRUTTURA E MURO PARAONDE

3. LE VARIAZIONI RISPETTO AL PROGETTO DEFINITIVO

Nel paragrafo seguente sono indicate sommariamente le modifiche apportate rispetto al Progetto Definitivo approvato, nonché le relative motivazioni; per maggiori dettagli si rimanda il lettore alla Relazione dello Studio di Impatto Ambientale, ed ai successivi paragrafi di questa Relazione Generale.

Le varianti introdotte rispetto al definitivo approvato, che saranno meglio descritte ai paragrafi seguenti sono quindi:

- sostituzione dei cassoni a colonne in corrispondenza alla banchina TRI con cassoni pieni.
  Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nell'ambito del Voto n. 169/211 del 23 marzo 2011, ha richiesto di adeguare le azioni per la verifica delle opere, in primis dei cassoni di fondazione; in particolare il riferimento è fatto al periodo di ritorno degli eventi meteomarini utilizzato per la verifica dei cassoni che, anziché di 100 anni come previsto nel progetto definitivo deve essere portato a 250 anni; testualmente: "*il progetto di livello di sicurezza delle opere viene fissato pari a 2; tutte le opere definitive vengono considerate come infrastrutture civili di uso generale con tempo di vita utile di 50 anni. I valori applicati di 0,4 per la probabilità di danneggiamento della piattaforma non risultano in linea con i valori proposti dalle Istruzioni Tecniche per la progettazione delle dighe frangiflutti (Consiglio Superiore dei LL.PP. - anno 1996). Tale scelta va rivista o in alternativa va giustificata. Tutti i valori forniti dalle Istruzioni Tecniche conducono peraltro a valori più elevati del periodo di ritorno e, di conseguenza, a valori più elevati dell'altezza significativa di progetto, rispetto ai valori adottati negli elaborati progettuali*".
  Le verifiche dei cassoni con colonna della fila esterna sul lato nord-est, la più esposta agli eventi meteomarini, hanno evidenziato la non stabilità con il tempo di ritorno di 250 anni; per questo motivo in questo progetto viene formulata la proposta di utilizzare su detto lato cassoni pieni che, in virtù della possibilità di dar loro maggior peso tramite il riempimento con materiale granulare proveniente dai dragaggi, soddisfano la richiesta del C.S.LL.PP..
- avanzamento dei cassoni che dividono l'area a terra dall'area a giorno di circa 50 m.
  Detta variazione è stata generata da due opportunità esecutive; la prima è la necessità di ospitare, interrate sul retro della struttura a cassoni, le vasche di trattamento delle acque meteoriche e le canalizzazioni elettriche, che in questa posizione sono in numero considerevole data la vicinanza all'edificio "A", ove è ubicata la cabina generale di media tensione, da cui si diramano tutte le alimentazioni elettriche alle utenze sulla piattaforma; la seconda opportunità è quella di risolvere in modo migliore dal punto di vista statico e del contenimento dei terrapieni il nodo sul lato nord della schiera dei cassoni, dove convergono i cassoni reggispinta appunto, la cassa di colmata, ed il futuro molo del porto turistico;
- adeguamento della pavimentazione al nuovo layout individuato dell'operatore, che prevede lievi modifiche dell'area di deposito lato mare.
  In sostanza la presenza, nell'ambito dell'area di deposito dei contenitori lato mare, di un'area per il deposito di containers fuori sagoma, movimentati tramite reack-stackers, ha richiesto l'adeguamento in detta area dello spessore dei blocchetti in calcestruzzo che, per resistere alle azioni radenti dovute alle manovre dei reach-stackers, necessitano di un maggior livello di autobloccante; l'obiettivo è stato raggiunto estendendo anche a quest'area i blocchetti di spessore 15 cm, che sostituiscono i blocchetti da 8 cm previsti in Progetto Definitivo; una seconda modifica è stata effettuata sul piazzale d'accesso antistante il gate sotto l'edificio amministrativo; per continuità con la pavimentazione del sovrappasso, in detta area è stata prevista una pavimentazione bituminosa, che sostituisce quella in blocchetti di calcestruzzo prevista nel Progetto Definitivo; l'ultima modifica è stata apportata alla pavimentazione della banchina delle rinfuse; su di essa gli approfondimenti a livello esecutivo che l'operatore TRI ha eseguito, l'ha indotto ad utilizzare per il nastro e le tramogge di carico tecnologie che minimizzano la dispersione di polvere di carbone; quindi non è più necessario intervenire con escavatori in banchina per il recupero di dette polveri ed è quindi superfluo l'utilizzo di una pavimentazione in calcestruzzo, prevista nel Progetto Definitivo, sostituita in questo Progetto Esecutivo con una pavimentazione bituminosa;

– 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..

Nell'ambito del Voto n. 169 del 23 marzo 2011, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ha espresso alcuni dubbi in merito alla durabilità delle strutture, particolarmente quelle dell'impalcato nella zona di piattaforma aperta lato mare, richiedendo anche di adottare, in corso di progetto esecutivo soluzioni e materiali che garantissero una maggiore durabilità. Testualmente: *"Già il Piano Regolare Portuale e poi il progetto preliminare approvato hanno previsto per una metà dello sporgente di cui trattasi una soluzione strutturale "a giorno" e su tale soluzione vi è stato il giudizio di compatibilità ambientale. Ciò è dovuto anche al fatto che le Autorità locali hanno sempre paventato, e tuttora paventano, problemi di natura ambientale per soluzioni alternative rispetto a quella "a giorno". In effetti, quella suddetta si configura come una scelta tipologica di base, che è già stata approvata e su cui la Sezione osserva quanto segue: si tratta si una soluzione di compromesso, dove si bilancia il beneficio ambientale con i maggiori costi di costruzione e con le criticità connesse alla durabilità e alla manutenzione, come meglio specificato appresso. La soluzione "a giorno" in una struttura delle dimensioni di quella in progetto, presenta, infatti, le seguenti specifiche criticità, connesse con le condizioni dei luoghi:*

- *la durabilità delle opere strutturali diviene problematica nella zona dell'intradosso e di bagnasciuga;*
- *è difficoltosa l'ispezione, come pure la manutenzione programmata in adeguate condizioni di sicurezza.*

Nelle ulteriori fasi di sviluppo progettuale è, pertanto, necessario introdurre espliciti accorgimenti di protezione e salvaguardia delle strutture, anche attraverso l'uso di materiali e componenti che per qualità e per requisiti prestazionali assicurino una adeguata durabilità e resistenza alla corrosione".

Per ottemperare a detta prescrizione, nell'ambito di questo progetto esecutivo è stata totalmente riprogettato l'impalcato della zona a giorno, eliminando tutti gli elementi più vulnerabili per la corrosione, come gli apparecchi d'appoggio delle travi ed i pulvini di sommità delle colonne che erano previsti costruiti in opera; eliminati questi elementi, le travi si supporto dell'impalcato, ordite nelle due direzioni ortogonali nel Progetto Definitivo, non potevano più convergere sulle colonne; pertanto è stata utilizzata una soluzione con una sola direzione di travi, ordite nella direzione SE-NO. E' quindi venuta a mancare la disponibilità dello spazio tra le due travi in direzione NE-SO che ospitava le tubazioni per lo smaltimento delle acque meteoriche.

Il sistema di captazione e smaltimento è stato pertanto ristudiato, utilizzando come vettore delle acque piovane da smaltire le travi disponibili in direzione SE-NO e realizzando tre canali ad hoc nella direzione NE-SO, che raccolgono l'acqua dalle travi e la convogliano alle vasche di trattamento. Nulla è invece stato variato a livello del trattamento delle acque, se non una ricollocazione delle vasche di trattamento, e la loro dimensione, funzionale alle aree che ad esse adducono;

– variazioni del carbonodotto, con eliminazione di un nastro, sostituito da una chiusura metallica, ed introduzione delle torri in posizioni diverse.

Il nastro trasportatore del carbone ha subito in questo progetto alcune modifiche, dovute in parte a scelte commerciali dell'operatore, Terminal Rinfuse Italia, ed in parte agli approfondimenti nel progetto esecutivo meccanico del nastro. Per quanto riguarda le scelte commerciali, l'abbandono dell'attività di imbarco/sbarco dei cereali ha portato a ridurre ad uno il numero dei nastri; purtuttavia, poiché soprattutto in corrispondenza alla radice della piattaforma il rivestimento metallico del nastro aveva nel Progetto Definitivo anche la funzione di schermo acustico del rumore generato, le dimensioni esterne del carter metallico sono state mantenute le stesse del Progetto Definitivo. Per quanto riguarda invece la meccanica del nastro, lo studio esecutivo ha portato a variare la posizione dei torrini, in modo tale che la movimentazione del nastro fosse ottimale per riduzione delle potenze impiegate e sollecitazione delle strutture del nastro. Essi restano in numero di tre, ma con diversa ubicazione planimetrica. Dal punto di vista strutturale, alcuni sostegni sono stati adeguati, al fine di ottimizzare gli sforzi trasmetti in fondazione e di adottare strutture orizzontali di minor spessore che non inficiassero la transitabilità della strada sottostante; in alcuni punti pertanto la struttura a mensola prevista nel Progetto Definitivo è stata trasformata in telaio;

– 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.
A seguito dell'approfondimento a livello esecutivo che l'operatore APM Terminals ha eseguito, rispetto al Progetto Definitivo sono state apportate alcune modifiche planimetriche minime che riguardano: l'inserimento di un bagno disabili al piano mezzanino con accesso diretto dal corridoio; la variazione di disposizione dei vari componenti della hall d'ingresso (bagno disabili, scala autorimessa, ascensore autorimessa e tornelli) per motivi statici e di migliore gestione dei flussi di persone; inserimento di pareti mobili filtro con porte con controllo accesso a badge per gli uffici al piano secondo e terzo in prossimità del vano scale principale; la variazione di funzione di alcuni uffici del secondo e terzo piano.
La modifica più importante riguarda l'inserimento di una zona bus interna a piano terra tra il vano scale principale ed il deposito del magazzino dal lato piattaforma.
Questa zona è composta da un vano con accesso carrabile e chiusura con portone sezionale atto a contenere un bus navetta ad uso esclusivo degli operatori della piattaforma, avrà al suo interno un marciapiede utilizzato per l'attesa da parte dei fruitori ed accessibile da una porta che immette nel vano scale principale.
Come ben evidenziato dalle figure riportate ai paragrafi seguenti è chiaro che sostanzialmente l'impianto dell'edifico e delle piante non cambia, così come non cambiano sostanzialmente i prospetti esterni;
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 ed APM Terminals. Nell'edificio A sono state inserite la centrale unica delle emergenze, richiesta dai Vigili del fuoco a seguito dell'Esame del progetto, ed una Back-up server room, richiesta dall'operatore APM Terminals; detta sala era ubicata nell'edifico amministrativo in Progetto Definitivo; l'operatore ha richiesto di dislocarla in un edificio diverso, al fine di garantirne una maggiore sicurezza ai dati di back-up; questa scelta consente infatti di continuare ad operare sul terminal anche in caso di eventi accidentali (ad esempio un incendio) che dovessero occorrere nell'edificio principale. TRI ha inoltre dato diverse valenze ai suoi locali, ubicati al piano superiore;
– variazioni dello schermo a pali in zona Eurocraft per consentire il varo delle imbarcazioni dal cantiere.
Al fine di consentire l'ingresso delle barche in costruzione nei cantieri navali Eurocraft alla nuova darsena provvisoria, è necessario che le barche nella manovra occupino anche la strada di accesso al terminale delle rinfuse; pertanto il confine tra la zona Eurocraft e la strada sarà realizzato con un new-jersey dotato di rete fino all'altezza di 2 m, amovibile; i pali verticali di mascheramento ambientale che in Progetto Definitivo erano ubicati su detto confine sono stati spostati sul lato interno della strada;
– sostituzione dello schermo in corten sulla testata della banchina contenitori con schermo in calcestruzzo colorato.
Al fine di garantire una maggiore durabilità allo schermo di mascheramento ambientale ubicato in testata della banchina contenitori, esso è stato trasformato da corten a calcestruzzo colorato, in linea peraltro con la scelta dei materiali utilizzata per lo schermo a pali; l'esposizione diretta dell'acciaio corten allo spray marino potrebbe infatti causare problemi alla passivazione dell'acciaio, tipica del corten, e vanificare quindi l'azione protettiva della patina superiore che esso produce;
– introduzione del sistema CMC-Menard per il consolidamento del terreno di fondazione.
Nell'ambito del Progetto Definitivo l'irrigidimento del terreno di fondazione, necessario per renderlo atto a sopportare i carichi di progetto con deformazioni compatibili con le tolleranze delle gru, era previsto con precariche estese su tutta l'area operativa; la necessità di contenere i tempi di realizzazione del terminal ha consigliato di individuare un sistema operativo che potesse essere realizzato, in termini di tempo, in ombra alle altre lavorazioni. Il sistema di consolidamento con colonne in calcestruzzo, che si può realizzare subito dopo la posa dello strato di bonifico, nelle more del varo dei cassoni, consente di raggiungere questo obiettivo realizzativo/temporale;
– presenza del cantiere di prefabbricazione dei cassoni sulla diga.

Il cantiere di prefabbricazione sulla diga ha seguito l'iter e raggiunto l'approvazione da parte degli enti preposti. Esso entra quindi come riferimento in questo Progetto Esecutivo, fermo restando che gli oneri per la sua realizzazione sono a carico dell'impresa esecutrice; il prezzo a corpo che compensa infatti tutte le attività di mobilitazione-demobilitazione del cantiere non varia infatti rispetto al progetto Definitivo;

– darsena "provvisoria" a servizio del cantiere e di Eurocraft.

L'area di cantiere a terra di maggiore rilevanza è quella situata subito a nord del fabbricato del Cantiere Navale Eurocraft e per il suo accesso via mare è stata pertanto dotata, già nel Progetto Definitivo approvato con VIA regionale e in Conferenza dei Servizi, di una idonea banchina di servizio, ubicata sul lato nord della radice della piattaforma.

La banchina di servizio, dal punto di vista urbanistico, rientrava nel perimetro del comparto D2 dello SAU del "fronte mare" approvato dal Comune di Vado Ligure.

La banchina di servizio, così come concepita nel progetto definitivo, era dotata di due accosti; quello lato levante era dotato di fondali variabili tra la - 3.50 m s.m.m. e la - 4.50 m s.m.m., mentre quello lato nord era impostato su fondali variabili tra 0 e - 3.50 m s.m.m.

Pertanto solo accosto lato levante era utilizzabile, senza eseguire dragaggi, per la movimentazione di materiali pesanti.

Peraltro l'accosto di levante avrebbe potuto essere utilizzato solo per un tempo limitato, cioè finchè la costruzione della cassa di colmata non lo avesse inglobato in via definitiva.

Lo studio della movimentazione del materiale, che ha nella lunghezza la dimensione principale, ha infine fatto emergere l'opportunità di utilizzare non autogrù con sbraccio, ma gru a cavalletto, più semplici e razionali e di minor impatto in quanto scaricano il carico da sollevare sul doppio appoggio anziché sulla mensola.

Tutte queste considerazioni hanno portato a ridisegnare la conformazione della banchina, individuando una soluzione a "darsena", sempre nell'ambito del profilo del "comparto D2", con imboccatura posizionata in corrispondenza della -4,00 ed orientamento nel senso delle batimetrie, al fine di disporre come minimo dello stesso tirante per le manovre di manovra e avvicinamento

– diverse modalità realizzative della cassa di colmata, prevista in blocchi di calcestruzzo.

La necessità di disporre, in tempo per la realizzazione del campo prove dragaggi, di una cavità impermeabile in cui depositare i sedimenti dragati ha suggerito l'opportunità di realizzare con un palancolato metallico, anziché con blocchi di calcestruzzo, la struttura della cassa di colmata. Detta soluzione consente peraltro di predisporre anche la chiusura sul lato interno indipendentemente dai tempi di realizzazione della colmata che forma la piattaforma che, si ricorda, in Progetto Definitivo era l'elemento di contenimento sul lato interno;

– variazione dei dragaggi, in diminuzione, e della protezione dei fondali, dando seguito ai criteri scaturiti dalle prove di navigazione effettuate su modello real-time;

Nelle fasi di redazione di questo progetto l'intervento della Capitaneria di Porto e dei Piloti ha portato in primis ad eseguire un modello real-time per lo studio delle manovre di ingresso/uscita dal porto, in secondo luogo, a seguito anche dei risultati del modello, o ridefinire l'estensione dei dragaggi e la protezione dei fondali.

I dragaggi sono quindi stati ridisegnati a seguito delle indicazioni dei piloti e delle prove su modello, e risultano in diminuzione in linea con quanto prescritto dalla Commissione VIA Regionale.

La protezione dei fondali è più performante di quella prevista in Progetto Definitivo, garantendo la stabilità dei fondali anche sotto l'azione di manovre, testate nel modello real-time in cui entrano in funzione anche le eliche delle navi, con le potenze verificate su modello, e non solo i rimorchiatori come previsto nel Progetto Definitivo.

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

4.1. 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.

4.1.1. 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.

4.1.2. 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. 4.1 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.

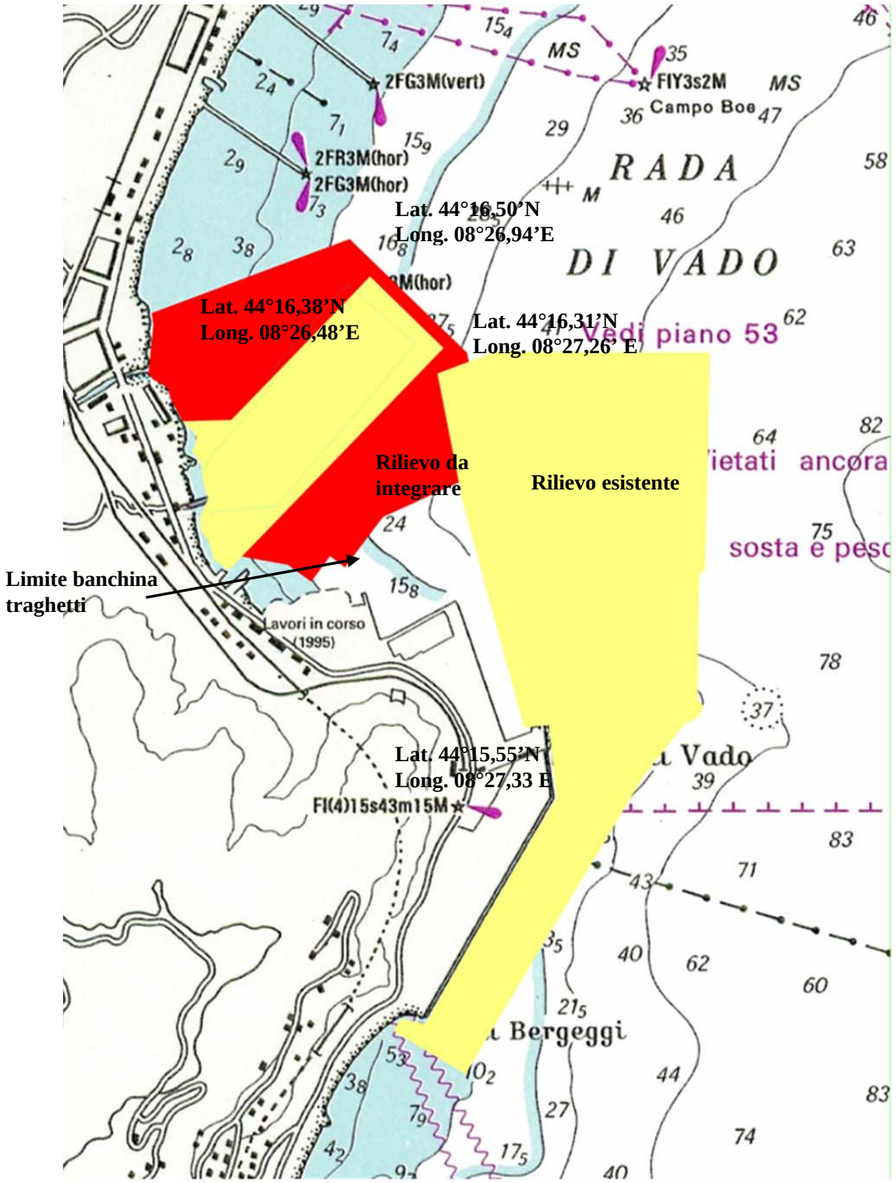


FIG. 4.1 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ZONA INTERESSATA DAL RILIEVO BATIMETRICO CON ECOSCANDAGLIO DI TIPO MULTIBEAM

4.1.3. 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. 4.2; 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).

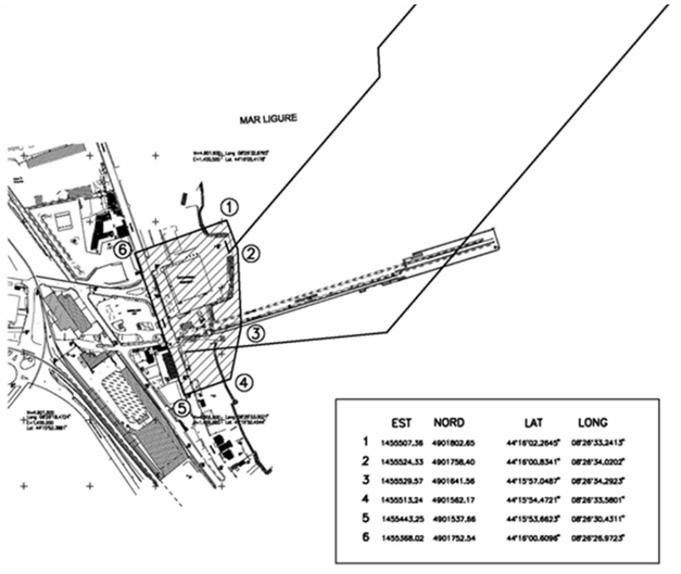


FIG. 4.2 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - AREA OVE È STATO ESEGUITO IL RILIEVO TOPOGRAFICO PER L'INTESTAZIONE A TERRA DELLA PIATTAFORMA

4.1.4. 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.

4.1.5. 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.

4.1.6. 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. 4.3 sono stati restituiti in forma cartografica ed alfanumerica, su supporto informatico, accompagnati da:

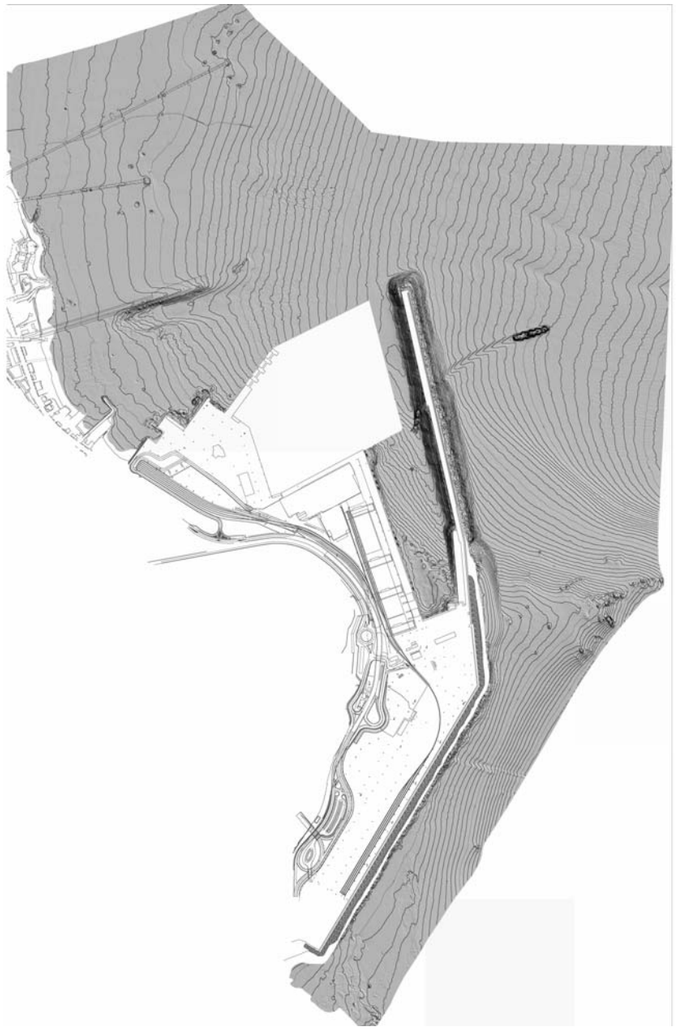


FIG. 4.3 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RILIEVO BATIMETRICO CON ECOSCANDAGLIO TIPO MULTIBEAM

- 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. 4.4), in coordinate globali, sulla quale è stata impostata la progettazione delle opere.



FIG. 4.4 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BASE TOPOGRAFICA

4.2. 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.

4.2.1. 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.

4.2.2. 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 scompa-

rire 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.

4.2.3. 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.

4.2.4. 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 ≤ T ≤ 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.

4.3. Indagini geotecniche e caratterizzazione dei terreni di fondazione

4.3.1. Indagini antecedenti il Progetto (ante 2006)

4.3.1.1. 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.

4.3.1.2. Pontile Fornicoke - Studio Celotti 1974

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

4.3.1.3. 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.

4.3.1.4. 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.

4.3.2. Indagini per il Progetto della Piastra Multifunzionale

4.3.2.1. 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.

4.3.3. 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.

4.3.3.1. 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

4.3.4. 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. 4.1 si riporta la stratigrafia media nell'area della Piastra Multifunzionale.

TAB. 4.1 - 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. 4.2.

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. 4.2 - 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_a	v	k_0
	(kN/m^3)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m/s)	(m^2/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_R 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:
$Cu = 0.46 \cdot OCR^{0.7}\sigma'_v$

4.4. Qualità dei sedimenti

I fondali dove sarà realizzata la piastra multifunzionale sono stato 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".

La seconda campagna, è stata condotta tra Maggio e Luglio del 2008 nell'ambito di questo Progetto Definitivo, a valle dell'emanazione della Deliberazione della 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 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. 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 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 dovute al trasferimento in testata dell piastra della banchina delle rinfuse, decisa dall'Accordo di Programma, e della necessità di realizzare un accosto provvisorio, con relativo dragaggio, per le navi che sbarcano prodotti petroliferi

Le indagini 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.

Le indagini svolte sono solo brevemente descritte in questo rapporto; per i dettagli si rimanda il lettore allo "Studio di Impatto Ambientale - Relazione generale" allegato a questo Progetto Definitivo.

Indagini preliminari del 2006

Nella Fig. 4.5 è riportata l'ubicazione delle indagini preliminari del 2006; 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.

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

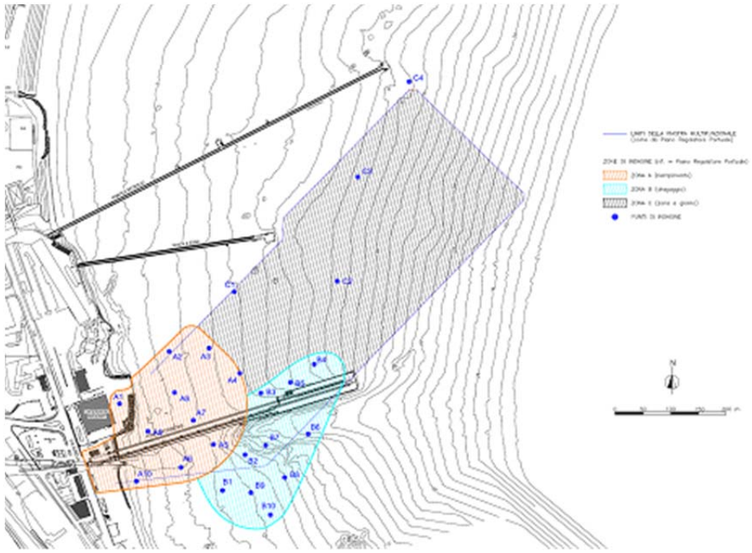


FIG. 4.5 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INDAGINI FISICO-CHIMICHE SUI SEDIMENTI - UBICAZIONE DELLE INDAGINI PRELIMINARI CONDOTTE NEL 2006

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. 4.6).

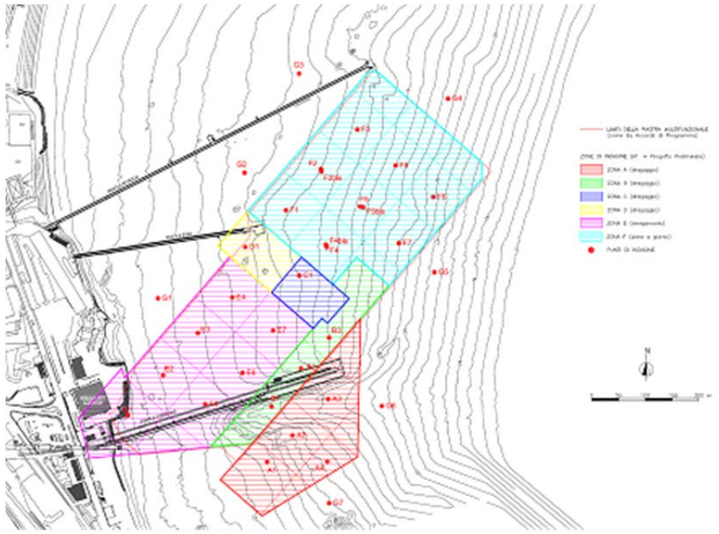


FIG. 4.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INDAGINI FISICO-CHIMICHE SUI SEDIMENTI - UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2008

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.

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.

Sui 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[2]

- 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. 4.7 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 nel corso della progettazione definitiva considerando che tali indagini sono state condotte proprio per rispondere a esigenze sorte in fase di progettazione.

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

È stata individuata una unica zona di indagine (Zona INT) e sono stati eseguiti complessivamente 8 sondaggi. 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 sono quindi stati considerati nell'ambito della individuazione dei parametri e delle relative concentrazioni di riferimento da adottare per l'analisi di rischio sanitaria ed ambientale.



FIG. 4.7 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - INDAGINI FISICO-CHIMICHE SUI SEDIMENTI - UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2009

Risultati e valutazioni

Gli esiti delle indagini preliminari del 2006 e delle indagini di caratterizzazione del 2008 e del 2009 hanno consentito la classificazione dei terreni dal punto di vista fisico-chimico.

Dall'analisi complessiva 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.

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. Tale analisi di rischio fa parte integrante dello "Studio di impatto Ambientale" di questo progetto ed è ampiamente esposto nella relativa "Relazione Generale" cui si rimanda il lettore.

4.5. 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.

4.5.1. 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. 4.8). 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.

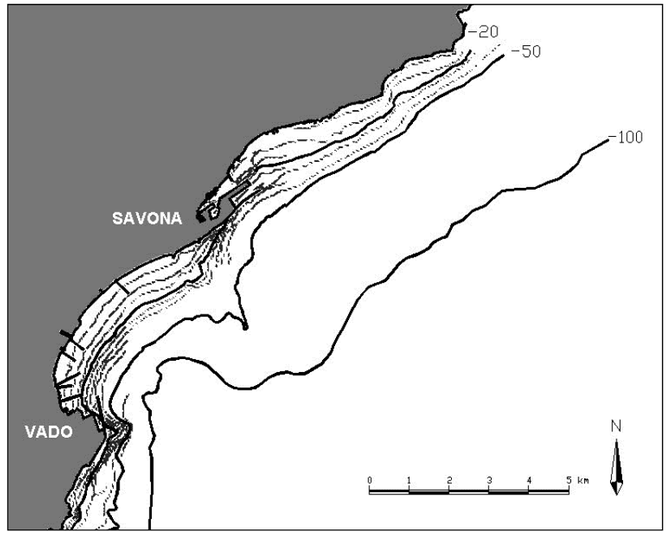


FIG. 4.8 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CONDIZIONI METEOMARINE - LE BATIMETRIE NEL PARAGGIO DI VADO LIGURE

4.5.2. 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 astronomica, 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. 4.3, 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. 4.3.

TAB. 4.3 - 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

4.5.3. Le condizioni anemometriche

4.5.3.1. 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. 4.9 e Fig. 4.10 sono mostrate la rose dei venti dedotte dalle due serie anemometriche e nelle Tab. 4.4, Tab. 4.5 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.

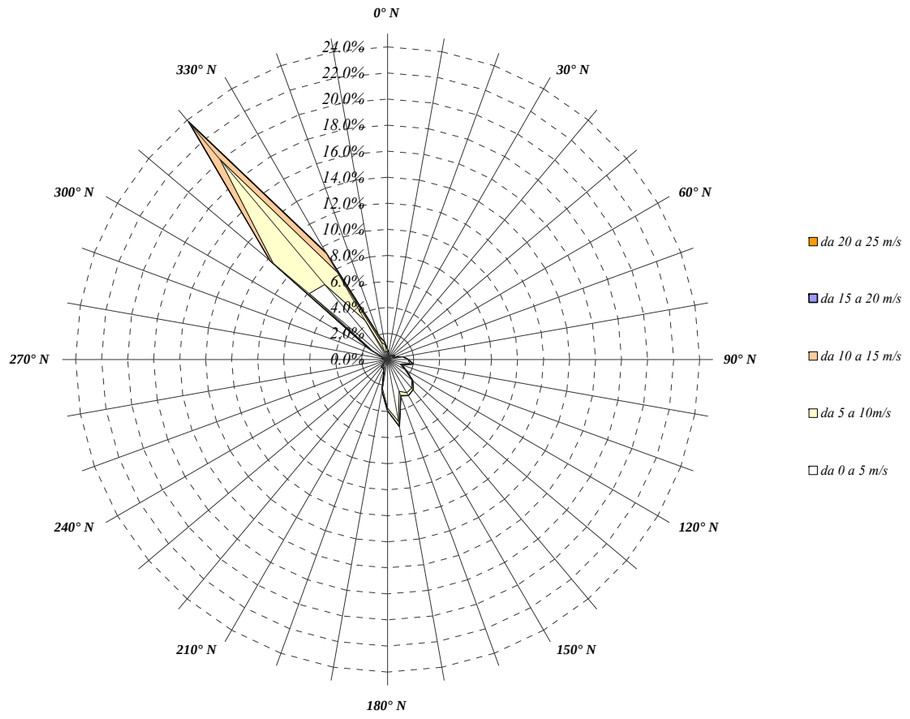


FIG. 4.9 - VADO LIGURE, ROSA DEI VENTI - DATI ORARI, 1986-1997

TAB. 4.4 - 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**

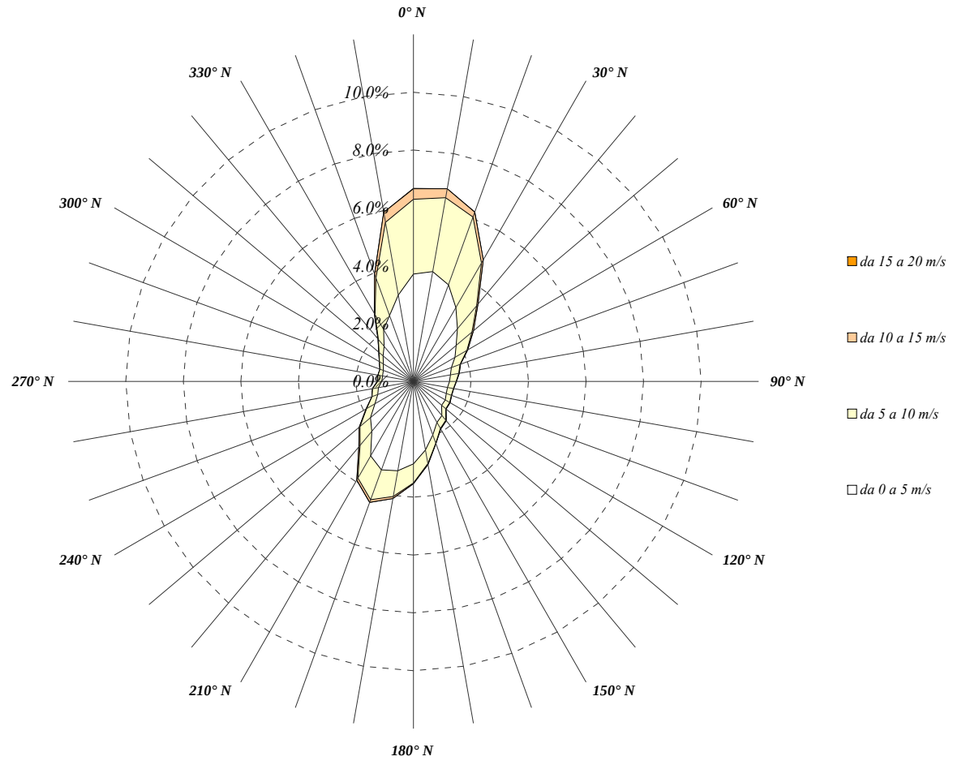


FIG. 4.10 - PUNTO UKMO - ROSA DEI VENTI. DATI TRIORARI, 1987-2008

TAB. 4.5 - 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**

4.5.3.2. 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. 4.6 fanno riferimento alla quota di 220 m sul l.m.m., mentre quelli indicati in Tab. 4.7 sono riferiti alla quota di 10 m sul l.m.m..

TAB. 4.6 - 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. 4.7 - 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. 4.8 - 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

4.5.4. Il moto ondoso al largo

4.5.4.1. I dati di moto ondoso disponibili

I dati di moto ondoso disponibili ai fini della definizione delle caratteristiche meteomarine 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 acquisti 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. 4.11 sono ubicati i punti di misura del moto ondoso, con riferimento ai dati precedentemente elencati e in Fig. 4.12 è evidenziata l'estensione delle aree di rilievo dei dati KNMI.

4.5.4.2. 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 - 195°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. 4.9).

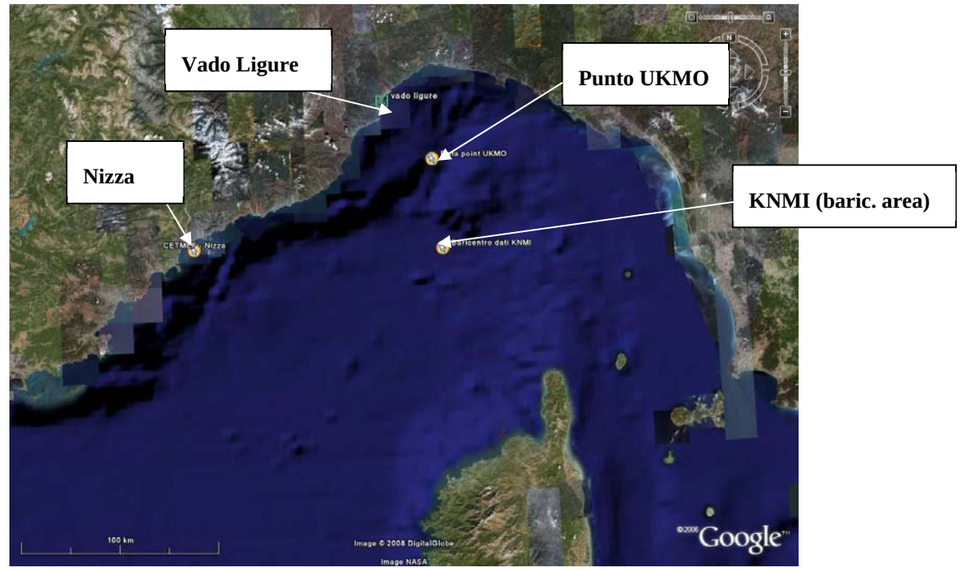


FIG. 4.11 - UBICAZIONE DEI PUNTI DI MISURA DEL MOTO ONDOSO

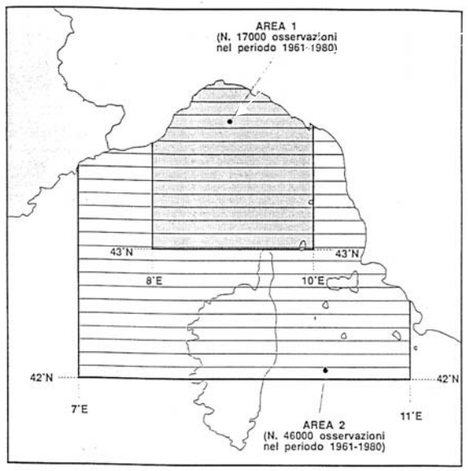


FIG. 4.12 - DATI DI MOTO ONDOSO KNMI - ESTENSIONE DELLE AREE DI RILIEVO DEI DATI

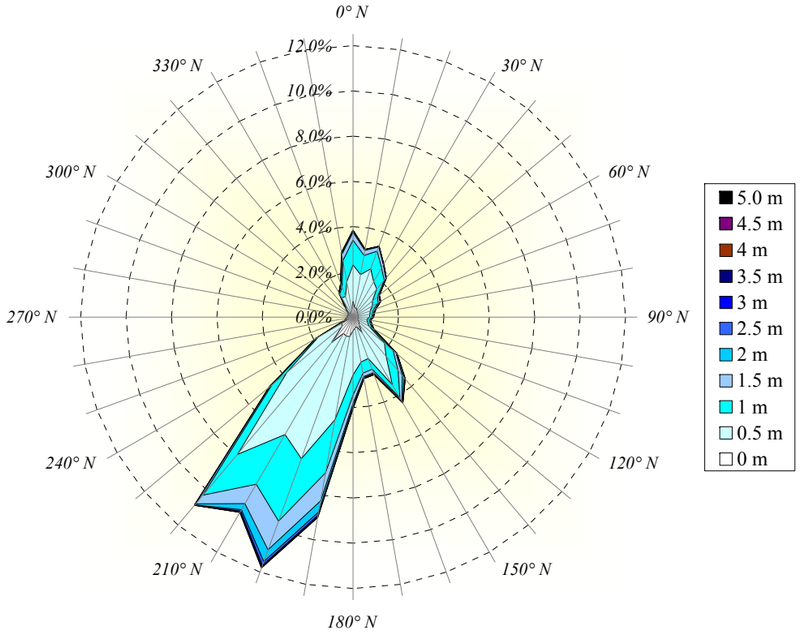


FIG. 4.13 - ROSA DEL MOTO ONDOSO AL LARGO DI VADO, NEL PUNTO DI COORDINATE 44°N; 8,73°E, OTTENUTA CON I DATI UKMO 1987 - 2008

TAB. 4.9 - 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

4.5.4.3. 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 e 150°N - 190°N.

Gli eventi estremi per i 3 settori, calcolati per i vari tempi di ritorno, sono riassunti nella Tab. 4.10, 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 $Tz = 3.7*(Hs)^{0,5}$ che, si è visto, bene interpreta la serie ondametrica ricostruita.

Le mareggiate più gravose sono quelle provenienti dai settori da 100°-150°N e da 150°-190°N . Queste mareggiate, tuttavia, si attenuano grazie all'effetto schermante del molo foraneo previsto nel Piano Regolatore e si propagano nel bacino prevalentemente per diffrazione, risultando di entità più bassa in corrispondenza delle nuove opere.

Le onde 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. 4.10 - STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI

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 50°N -100°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 100°-150°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 150°N -190°N

4.5.5. Propagazione del moto ondoso nel bacino portuale

4.5.5.1. Metodologia di analisi

La propagazione del moto ondoso dalla diga foranea fino alla piattaforma è stata effettuata al fine di definire le condizioni ondose in corrispondenza delle diverse opere, da utilizzarsi in seguito per la determinazione dei carichi di progetto.
Per la definizione delle opere della piattaforma, si fa riferimento al criterio di progetto che essa opererà quando l'estensione della diga foranea esistente sarà completata. Riguardo alla situazione relativa alle fasi di costruzione si è considerata la configurazione che prevede solo la diga esistente.

Dal momento che la nuova diga foranea a protezione della piattaforma portuale si trova su fondali elevati (in testata dell'ordine dei 40 m), in via cautelativa è stata trascurata la trasformazione dell'onda, comunque modesta in relazione ai fenomeni di rifrazione e shoaling su alti fondali, dal largo alla -45 m. Considerato inoltre che l'entità dell'escursione del livello del mare e delle correnti indotte è modesta, per la propagazione delle onde verso le nuove opere è stato assunto come livello di riferimento il l.m.m. e non è stata considerata l'interazione onde-correnti.

Per la propagazione delle onde dalla diga foranea fino alla piattaforma 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 3 settori individuati per l'analisi delle condizioni estreme:
- 50° - 100°N
- 100° - 150°N
- 150° - 190°N.

Le condizioni ondose d'interesse per il dimensionamento delle opere della piattaforma sono quelle con periodo di ritorno di 5 anni (rappresentative della fase di costruzione), di 100 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio della scogliera alla radice della piattaforma) e di 250 anni (condizioni da utilizzare per le verifiche in fase di esercizio per l'opera a parete verticale e per l'impalcato su pali).

Le attività svolte 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.

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.

4.5.5.2. Calibrazione del modello PHAROS sulla base dei risultati del modello fisico

La valutazione della trasformazione delle onde in corrispondenza della parte a giorno della piattaforma di Vado Ligure ha richiesto uno studio articolato, in quanto la complessità della struttura non permette di ricondurre quest'opera a tipologie standard già analizzate in letteratura.
Al fine di conoscere le altezze dell'onda in corrispondenza dei vari cassoni e quindi le pressioni pulsanti e impulsive sulle strutture, sono stati quindi fatti dei test in canaletta su modello fisico.
A partire dai risultati delle prove su modello fisico, si è cercato di valutare quale batimetria nel modello PHAROS riproducesse più fedelmente la dissipazione e la trasformazione dell'onda in corrispondenza dei cassoni a giorno evidenziata dai risultati del modello fisico.

Si è osservato come, montando sul modello matematico le quote di sommità dei cassoni sommersi, e simulando le condizioni d'onda riprodotte nelle prove in canaletta, i risultati dei due modelli (matematico e fisico) sono significativamente comparabili. Da questo si evince che buona parte della dissipazione dell'onda in corrispondenza dei cassoni a giorno è dovuta alla riduzione della profondità del fondale provocata, appunto, dalla presenza dei cassoni sommersi. In Fig. 4.14 sono presentati i risultati del modello PHAROS comparati con quelli del modello fisico. Come si può osservare la corrispondenza è quasi perfetta, permettendo quindi di concludere che riproducendo sul modello PHAROS le quote di sommità dei cassoni sommersi, è possibile avere una stima affidabile dei valori di Hs in ogni punto della piattaforma.

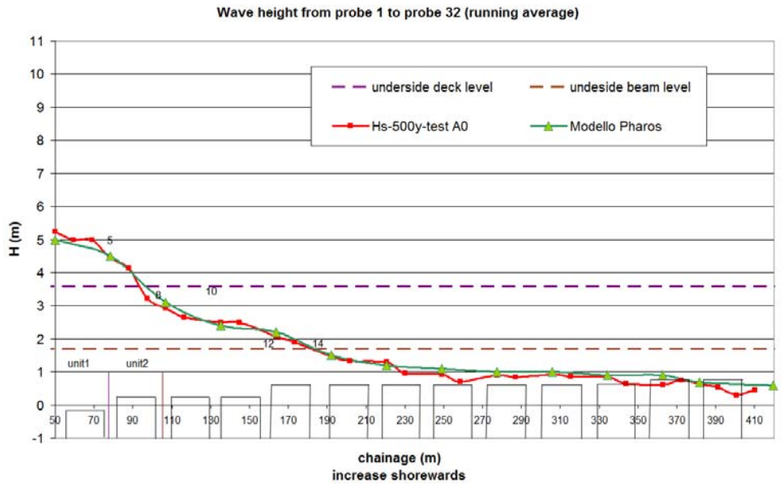


FIG. 4.14 - CONFRONTO TRA H_S DEL MODELLO FISICO E H_S DEL MODELLO PHAROS TEST DI RIFERIMENTO (TEST A0-04, $H_{S,OPERA}$ = 5.0 M)

4.5.5.3. Schematizzazione e batimetrie per il modello matematico

Per il presente studio sono state considerate due diverse schematizzazioni del dominio di calcolo in funzione dello scopo progettuale.
Una prima schematizzazione riproduce la configurazione che avranno la piattaforma e la diga foranea una volta in esercizio (Fig. 4.15) e che prevede:

– diga foranea estesa come da P.R.P.
– cassoni emersi della Banchina Rinfuse in opera
– cassoni sommersi e impalcato su pali in opera
– cassoni reggispinta in opera.

La seconda schematizzazione riproduce la configurazione che avranno le opere durante la fase di messa in opera dei cassoni sommersi e dell'impalcato su pali costituenti l'area a giorno (Fig. 4.15), che prevede:

– diga foranea esistente
– cassoni emersi della Banchina Rinfuse in opera
– rilevato in opera secondo la configurazione prevista alla fine del primo stralcio della Fase 1
– cassoni reggispinta posizionati temporaneamente in opera in corrispondenza della Banchina Portacontenitori 2, a protezione dell'area a giorno della piattaforma.

In entrambe le schematizzazioni il dominio di calcolo del modello ha compreso tutta l'area del bacino portuale di Vado Ligure ed ha incluso una fascia costiera sufficientemente ampia rispetto alle nuove opere al fine di evitare possibili effetti di bordo nelle simulazioni.
Le diverse configurazioni del boundary del modello, con l'indicazione dei coefficienti di riflessione adottati, sono mostrate in Fig. 4.16÷Fig. 4.18.

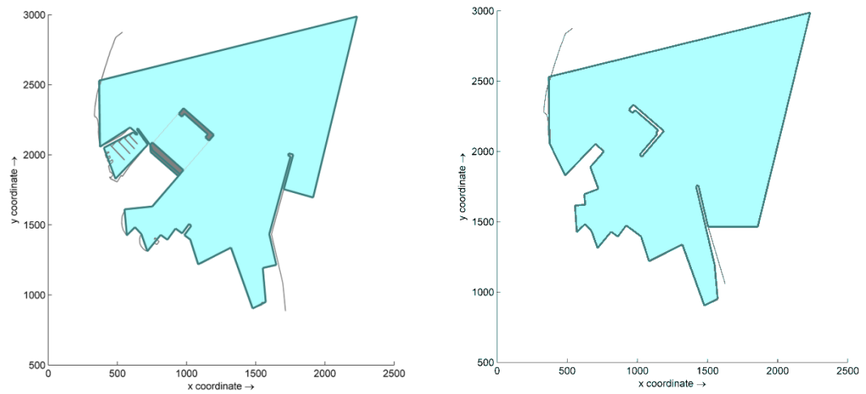


FIG. 4.15 - SCHEMATIZZAZIONE DELLA PIATTAFORMA IN ESERCIZIO (A SINISTRA) E IN COSTRUZIONE (A DESTRA)

Nel presente studio sono stati adottati diversi coefficienti di riflessione per le opere a seconda dello scopo progettuale.
In particolare la *configurazione 1A*, che prevede di applicare su tutti i contorni del dominio un coefficiente di riflessione pari a zero, ha lo scopo di valutare l'onda incidente sulle opere di conterminazione della piattaforma.
La *configurazione 1B* è stata invece utilizzata per definire le condizioni di moto ondoso per il dimensionamento della protezione del fondale, dei cassoni e dell'impalcato nell'area interna a giorno della piattaforma. In questa configurazione si è scelto quindi di associare ad ogni elemento del contorno della schematizzazione sul modello matematico il proprio coefficiente di riflessione al fine di ottenere un campo di moto il quanto più possibile realistico e, allo stesso tempo cautelativo.

Infine si evidenzia come in corrispondenza dei bordi dell'area a giorno non siano stati definiti elementi a cui associare una riflessione, in quanto l'effetto dell'impalcato su pali sulla propagazione e trasformazione dell'onda è simulato imponendo come quota del fondale in quest'area quella della sommità dei cassoni sommersi.

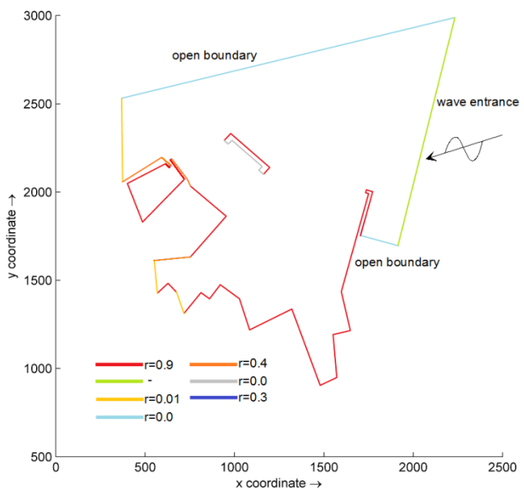


FIG. 4.16 - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE CONSIDERATI NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS PER LA CONFIGURAZIONE 1A

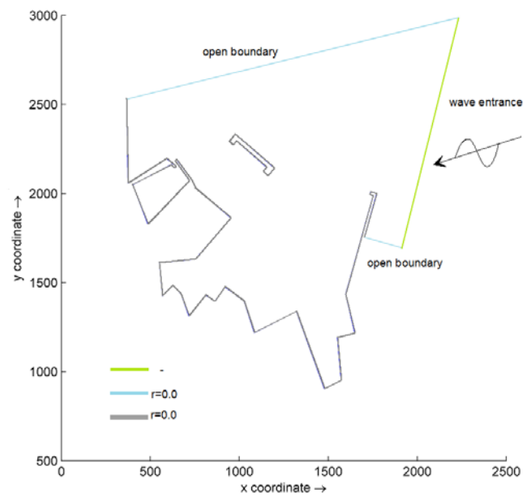


FIG. 4.17 - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE CONSIDERATI NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS PER LA CONFIGURAZIONE 1B

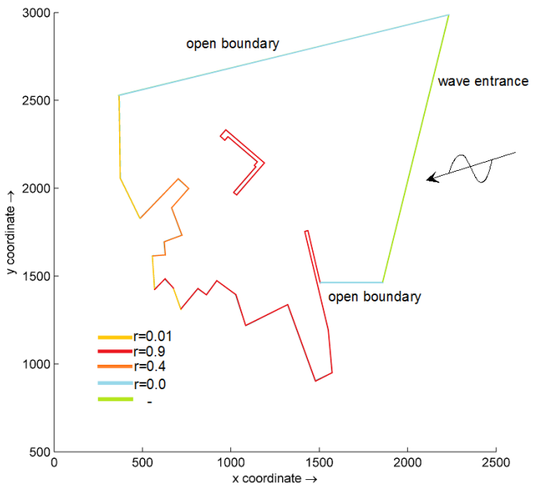


FIG. 4.18 - COEFFICIENTI DI RIFLESSIONE CONSIDERATI NEL MODELLO MATEMATICO DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE PHAROS PER LA CONFIGURAZIONE 2

Per la definizione delle batimetrie nelle aree non interessate dalla piattaforma è stato fatto riferimento a:

- i rilievi batimetrici più recenti delle aree della piattaforma e delle aree prospicienti la diga foranea;
- le batimetrie d'insieme desunte dalla carta Nautica 1:30.000 del Litorale di Savona.

In corrispondenza dei cassoni a giorno si sono riprodotte come batimetria le quote di sommità dei cassoni sommersi, secondo la planimetria di progetto, sulla base delle considerazione esposte in precedenza.

Le batimetrie riprodotte per entrambe le configurazioni della diga foranea sono presentate in Fig. 4.19.

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.

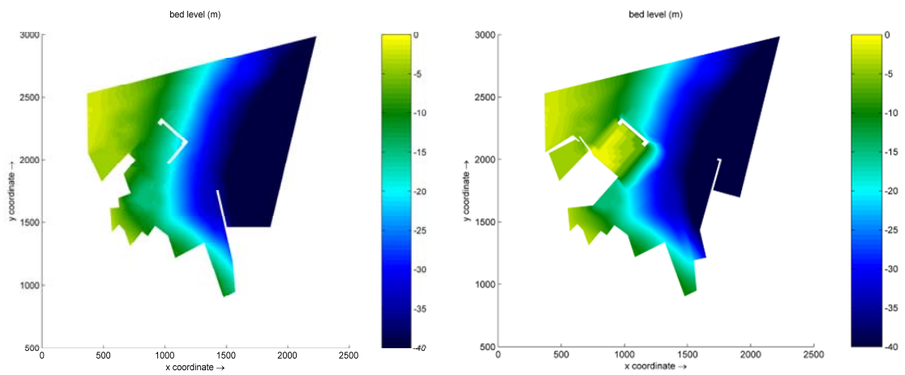


FIG. 4.19 - BATIMETRIE RIPRODOTTE NEL MODELLO - PIATTAFORMA IN COSTRUZIONE (A SINISTRA) E IN ESERCIZIO (A DESTRA)

4.5.5.4. Simulazioni e risultati ottenuti con il modello

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 70°, 80°, 90° e 105°N.

Le caratteristiche degli eventi di moto ondoso da simulare sono state definite a seconda dello scopo progettuale e dell'opera da dimensionare. Infatti al fine del dimensionamento strutturale delle opere a parete verticale si sono considerati eventi con tempo di ritorno 250, mentre per il dimensionamento della scogliera alla radice della piattaforma eventi con tempo di ritorno 100 anni. Per l'analisi dell'agitazione ondosa nell'area di cantiere a mare ci si è riferiti a eventi con tempo di ritorno 5 anni. Nell'ambito delle simulazioni effettuate al fine del dimensionamento strutturale, si è fatta un'ulteriore distinzione tra quelle funzionali alla definizione dei carichi sulle opere perimetrali alla piattaforma (cassoni emersi reggispinta banchina container A, cassoni emersi banchina rinfuse, i cassoni sommersi e impalcato fronte mare e la protezione dei fondali antistanti le banchine) e quelle destinate alla valutazione dei carichi sui cassoni sommersi, sull'impalcato e sui fondali nella zona interna dell'area a giorno della piattaforma.

In Tab. 4.11 sono riassunte le diverse configurazioni studiate e le condizioni di moto ondoso associate ad ogni serie di simulazioni.

TAB. 4.11 - CONFIGURAZIONI SIMULATE CON IL MODELLO PHAROS

Config.	Scopo progettuale	Opera	Schematizzazione	T_R	Coeff. riflessione
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	- Cassoni emersi reggispinta - Banchina container - Cassoni emersi - Banchina rinfuse - Cassoni sommersi e impalcato su pali di conterminazione della piattaforma - Banchina container - Protezione dei fondali lungo tutto il perimetro della piattaforma	- diga foranea estesa come da P.R.P. - piattaforma ultimata	250 anni	a = 0%
1B	**Dimensionamento strutturale** definizione dei carichi sulle opere	Cassoni sommersi, impalcato su pali e protezione dei fondali area interna piattaforma	- diga foranea estesa come da P.R.P. - piattaforma ultimata	250 anni	$a = a_{reali}$
2	**Valutazione dell'operatività dell'area di cantiere a mare** Valutazione dell'agitazione ondosa nell'area dell'impalcato su pali in fase costruttiva	-	- diga foranea esistente - piattaforma in costruzione	5 anni	$a = a_{reali}$

Nelle simulazioni effettuate con il modello matematico al fine di definire le condizioni ondose d'interesse per il dimensionamento strutturale delle diverse opere, relative ai tempi di ritorno di 100 e 250 anni, sono state utilizzate come input le condizioni riassunte nella tabella seguente.

TAB. 4.12 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO AL LARGO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI (DIMENSIONAMENTO STRUTTURALE DELLE OPERE)

TR=100 anni			TR=250 anni		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	3.6	9.2	70	4.1	9.8
80	3.6	9.2	80	4.1	9.8
90	3.6	9.2	90	4.1	9.8
105	5.0	10.9	105	5.7	11.6

Come evidenziato in precedenza, sono state fatte due distinte serie di ' run ' del modello per ogni direzione ed altezza d'onda, riferite rispettivamente alla configurazione 1 A e 1 B, caratterizzate da diversi valori dei coefficienti di riflessione associati al contorno del dominio di calcolo.

A titolo esemplificativo si riportano in Fig. 4.20 e Fig. 4.21 le distribuzioni delle altezze d'onda nel bacino portuale ottenute per l'evento di moto ondoso proveniente da 70°N, in riferimento al tempo di ritorno di 250 anni, rispettivamente per la configurazione 1 A e 1 B.

Le simulazioni hanno evidenziato che le onde provenienti dalla direzione 105°N, nonostante siano d'intensità maggiore in corrispondenza della diga foranea, si attenuano grazie al maggiore effetto schermante della diga e si propagano nel bacino prevalentemente per diffrazione; le onde provenienti da 70°N, invece, si presentano in corrispondenza della piattaforma con l'intensità maggiore, pertanto queste verranno prese in considerazione per il dimensionamento delle strutture.

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

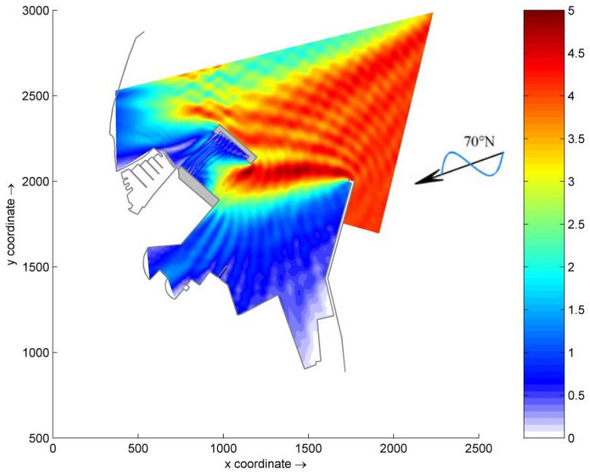


FIG. 4.20 - PROPAGAZIONE DELL'ONDA IN CORRISPONDENZA DELLA NUOVA PIATTAFORMA CON LA DIGA FORANEA ESTESA - CONFIGURAZIONE 1A - CARATTERISTICHE DELL'ONDA AL LARGO CON PROVENIENZA 70°N E TR=250 ANNI: HS=4,1 M , TP=9,8 S

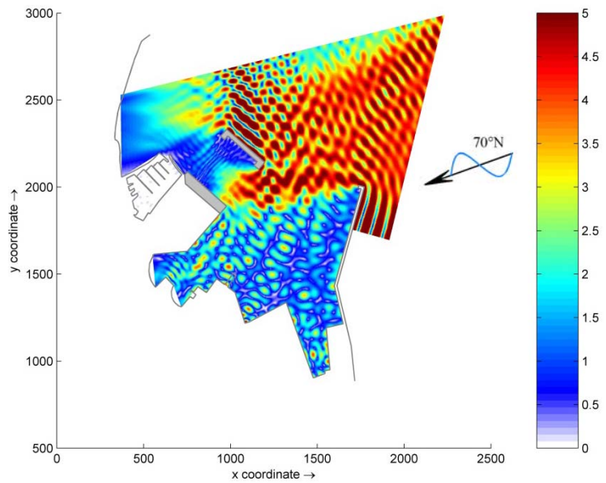


FIG. 4.21 - PROPAGAZIONE DELL'ONDA IN CORRISPONDENZA DELLA NUOVA PIATTAFORMA CON LA DIGA FORANEA ESTESA - CONFIGURAZIONE 1B - CARATTERISTICHE DELL'ONDA AL LARGO CON PROVENIENZA 70°N E TR=250 ANNI: HS=4,1 M , TP=9,8 S

Le simulazioni effettuate con il modello matematico per l'analisi dell'agitazione ondosa all'interno del bacino che verrà creato provvisoriamente per facilitare la posa in opera dei cassoni sommersi hanno riguardato eventi di moto ondoso caratterizzati dal tempo di ritorno di 5 anni, provenienti dal 1° e 2° quadrante. Si è fatto riferimento in particolare alle direzioni d'onda di 70°, 80°, 90 e 105°N.

Le caratteristiche delle condizioni ondose utilizzate come input nel modello sono riassunte nella seguente tabella.

TAB. 4.13 - CARATTERISTICHE DEL MOTO ONDOSO ESTREMO AL LARGO CONSIDERATE PER LE SIMULAZIONI (agitazione ondosa in fase costruttiva)

TR=5 anni		
Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*
70	2,3	7,3
80	2,3	7,3
90	2,3	7,3
105	3,1	8,6

Le simulazioni sono state eseguite in riferimento alla configurazione che avranno le opere durante la fase di messa in opera dei cassoni sommersi e dell'impalcato su pali costituenti l'area a giorno (configurazione 2).

A titolo esemplificativo si riporta in Fig. 4.22 la distribuzione delle altezze d'onda nella zona racchiusa tra la diga foranea e la nuova piattaforma ottenuta per l'evento di moto ondoso proveniente da 70°N, in riferimento al tempo di ritorno di 5 anni.

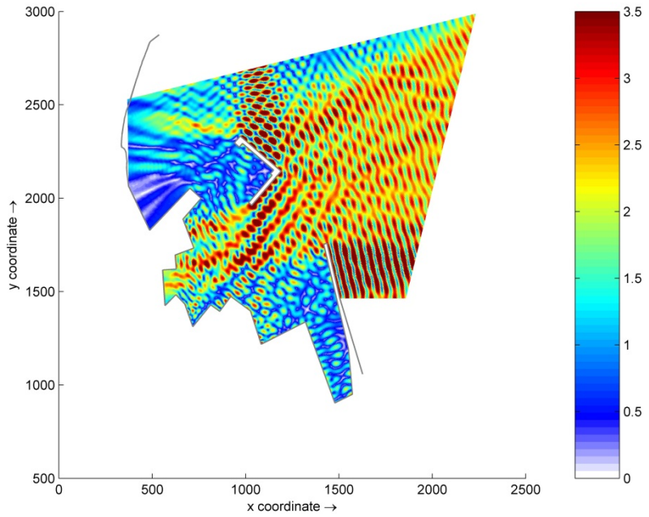


FIG. 4.22 - AGITAZIONE ONDOSA IN CORRISPONDENZA DELLA NUOVA PIATTAFORMA CON LA DIGA FORANEA ESISTENTE - CONFIGURAZIONE 2 - CARATTERISTICHE DELL'ONDA INCIDENTE CON PROVENIENZA 70°N E TR=5 ANNI: HS=2.3 M , TP=7.3 S

4.5.5.5. Onde di progetto per il dimensionamento delle opere

Le caratteristiche delle onde di progetto in corrispondenza delle nuove opere sono state raggruppate per tipologia di struttura:

- Scogliera alla radice della piattaforma
- Cassoni emersi reggispinta
- Cassoni emersi costituenti la banchina rinfuse
- Cassoni sommersi
- Impalcato su pali
- Protezione dei fondali antistanti le banchine
- Protezione dei fondali all'interno della zona a giorno della piattaforma.

I valori delle altezze d'onda significative riportati nelle tabelle seguenti rappresentano, per ogni direzione di propagazione, i valori più alti calcolati per tipologia d'opera. 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.

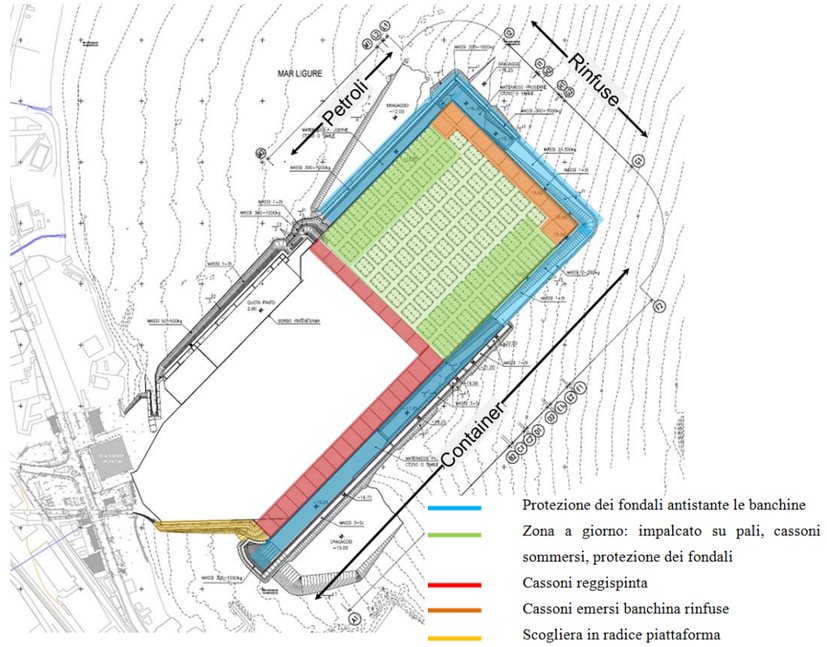


FIG. 4.23 - SCHEMA DELLE STRUTTURE DELLA PIATTAFORMA

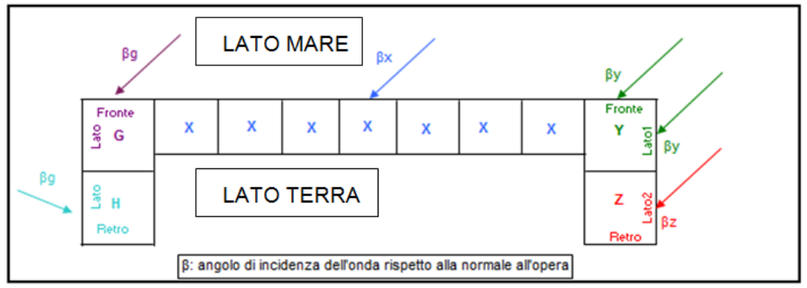
TAB. 4.14 - ONDE IN CORRISPONDENZA DELLA SCOGLIERA ALLA RADICE DELLA PIATTAFORMA - TR 100 ANNI

	Onda incidente				**Onda all'opera**
	Tr	*dir*	*Tp*	*Hs*	*Hs*
	anni	*°N*	*s*	*m*	*m*
Scogliera	100	70	9,2	3,6	0,8
		105	10,9	5,0	0,5

TAB. 4.15 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI REGGISPINTA - TR 250 ANNI

	Onda incidente				Onda all'opera
	Tr *anni*	*dir* *°N*	*Tp* *s*	*Hs* *m*	*Hs* *m*
Cassoni reggispinta	250	70	9,8	4,1	3,8
		105	11,6	5,7	1,5

TAB. 4.16 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI X,Y,Z DELLA BANCHINA RINFUSE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO - TR 250 ANNI



	Onde di progetto							
	Onda al largo		**Onda incidente cassone X**		**Onda incidente cassone Y**		**Onda incidente cassone Z**	
	Dir *(°N)*	*Tp* *(s)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*
Cassoni emersi Banchina rinfuse	70	9,8	36	3,7	36 (54)*	3,1	54	3,7
	80	9,8	44	4,0	**44 (46)***	**5,0**	**46**	**5,0**
	90	9,8	**52**	**4,4**	52 (38)*	3,7	38	3,7
	105	9,8	64	4,4	64 (26)*	3,4	26	3,4

TAB. 4.17 - ONDE IN CORRISPONDENZA DEI CASSONI EMERSI G,H DELLA BANCHINA RINFUSE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO - TR 250 ANNI

	Onde di progetto					
	Onda al largo		**Onda incidente cassone G**		**Onda incidente cassone H**	
	Dir *(°N)*	*Tp* *(s)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*	*β* *(°)*	*Hs* *(m)*
Cassoni emersi Banchina rinfuse	30	3,5	(65)*	1,65	(65)*	1,65
	70	9,8	36	3,7	-	-
	80	9,8	44	4,0	-	-
	90	9,8	**52**	**4,4**	-	-
	105	9,8	64	4,4	-	-

* Il valore riportato tra parentesi fa riferimento al "lato" del cassone

TAB. 4.18 - ONDE RETROSTANTI I CASSONI EMERSI DELLE BANCHINA RINFUSE IN CONDIZIONE DI ESERCIZIO - TR 250 ANNI

	Onda retrostante cassoni X, G	**Onda retrostante cassone Z**	**Onda retrostante cassone H**
	Hs *(m)*	*Hs* *(m)*	*Hs* *(m)*
Cassoni emersi Banchina rinfuse	1,5	0,75	1,65

TAB. 4.19 - ONDE DI PROGETTO PER I CASSONI SOMMERSI IN FASE DI COSTRUZIONE - TR 5 ANNI

	Quota imbasamento	**Onda al largo**	**Onda incidente**					
			Lato // banch. container			*Lato ⊥ banch. container*		
	(m)	*Dir* *(°N)*	*Hs* *(m)*	*Tp* *(s)*	*b* *(°)*	*Hs* *(m)*	*Tp* *(s)*	*b* *(°)*
Cassoni sommersi	-9,50	105	2,0	8,6	45	2,0	8,6	45
	-11,0	105	2,0	8,6	45	2,0	8,6	45
	-13,0	105	1,0	8,6	45	1,0	8,6	45
	-16,5	105	3,1	8,6	55	3,1	8,6	35

TAB. 4.20 - ONDE DI PROGETTO PER I CASSONI SOMMERSI IN CONDIZIONI DI ESERCIZIO - TR 250 ANNI

	Quota imbasamento	**Onda al largo**	**Onda incidente**					
			Lato // banch. container			*Lato ⊥ banch. container*		
	(m)	*Dir (°N)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*b (°)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*b (°)*
Cassoni sommersi	-9,50	70	2,8	9,8	45	2,3	9,8	45
	-11,0 (2°fila)	80	3,5	9,8	45	3,0	9,8	45
	-11,0 (4°fila)	80	2,8	9,8	45	2,5	9,8	45
	-13,0	70	4,3	9,8	45	3,5	9,8	45
	-16,5	70	5,0	9,8	55	4,3	9,8	35

TAB. 4.21 - ONDE DI PROGETTO PER LA PROTEZIONE DEI FONDALI ANTISTANTI LE BANCHINE - TR=250 ANNI

	Onda incidente banchine									
	Onda al largo		**Container A**		**Container B**		**Rinfuse**		**Petroli**	
	Dir (°N)	*Tp (s)*	*β (°)*	*Hs (m)*	*β (°)*	*Hs (m)*	*β (°)*	*Hs (m)*	*β (°)*	*Hs (m)*
Protezione del fondale	30	3,5	-	-	-	-	-	-	**65**	**1,65**
	70	9,8	**50**	**2,5**	**53**	**5,0**	36	4,0	-	-
	80	9,8	46	1,5	**45**	**4,6**	44	4,0	-	-
	90	9,8	45	1,0	36	3,7	**52**	**4,4**	-	-
	105	11,6	40	1,0	35	3,0	64	4,4	-	-

TAB. 4.22 - ONDE DI PROGETTO PER LA PROTEZIONE DEI FONDALI NELLE AREE PERMETRALI SOTTO LA PIATTAFORMA - TR=250 ANNI

						Onde di progetto	
	Banchina	**Imbasamento cassone**	**Fila**	**Onda al largo**		**Imbasamento in 20-100 mm D_{n50}=65mm**	**Imbasamento in 2-300 kg D_{n50}=300 mm**
				Dir	*Tp*	*H_s*	*H_s*
		(m.s.l.m.m)		*(°N)*	*(s)*	*(m)*	*(m)*
Protezione fondali aree perimetrali sotto la piattaforma	Container	-16,5	1°	80	9,8	3,5	5,0
		-13,0	2°	80	9,8	-	4,3
		-11,0	2°	80	9,8	-	3,5
	Petroli	-13,0	1°	80	9,8	1,5	-
		-13,0		30	3,5	1,65	-
		-9,5	2°	80	9,8	1,5	-

TAB. 4.23 - ONDE DI PROGETTO PER LA PROTEZIONE DEI FONDALI NELLE AREE INTERNE SOTTO LA PIATTAFORMA - TR=250 ANNI

			Onde di progetto		
	Imbasamento cassone	**Onda al largo**		**Imbasamento in 20-100 mm D_{n50}=65mm**	**Imbasamento in 2-300 kg D_{n50}=300 mm**
			Tp	*H_s*	*H_s*
	(m.s.l.m.m)	*Dir*	*(s)*	*(m)*	*(m)*
Protezione fondali aree interne sotto la piattaforma	-16,5	80	9,8	1,0	-
	-11,0	80	9,8	2,4	2,5
	-13,0	80	9,8	1,0	1,5
	-9,5	80	9,8	2,0	2,3

TAB. 4.24 - ONDE DI PROGETTO IN CORRISPONDENZA DELL'IMPALCATO SU PALI - TR 250 ANNI

	Onda al largo	**Onda incidente**					
		Impalcato fronte mare		*Impalcato interno 1*		*Impalcato interno 2*	
	Dir (°N)	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*	*Hs (m)*	*Tp (s)*
Impalcato su pali	70	**5,0**	**9,8**	**4,3**	**9,8**	**2,8**	**9,8**
	80	**4,6**	**9,8**	**4,3**	**9,8**	**2,8**	**9,8**
	90	3,7	9,8	3,5	9,8	2,5	9,8
	105	3,0	11,6	2,8	11,6	2,4	11,6

4.6. 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.

4.6.1. 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. 4.24 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. 4.25), 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.

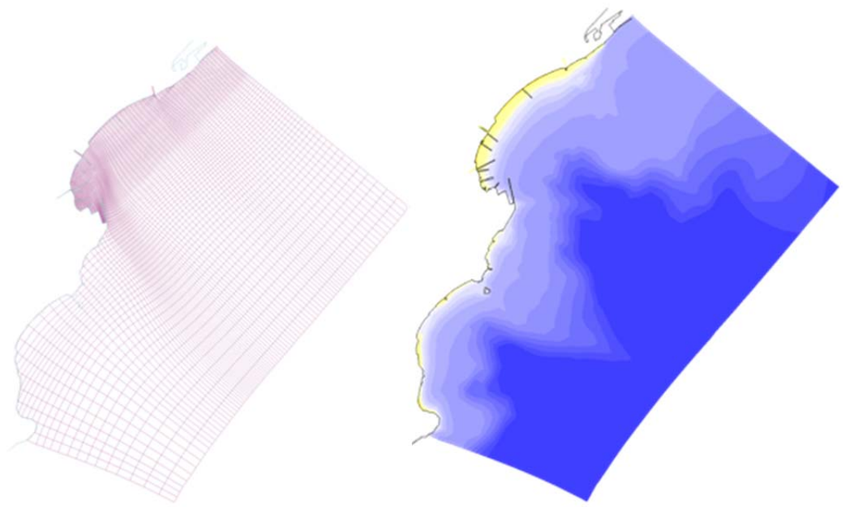


FIG. 4.24 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO CON UNA GRIGLIA A MAGLIA CURVILINEA E BATIMETRIA DEL MODELLO



FIG. 4.25 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DETTAGLIO DELLA MAGLIA DI CALCOLO NELLA ZONA DEL PORTO DI VADO LIGURE.

4.6.2. 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. 4.26 per Imperia e in quelli di Fig. 4.27 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.

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. 4.25.

TAB. 4.25 - 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.

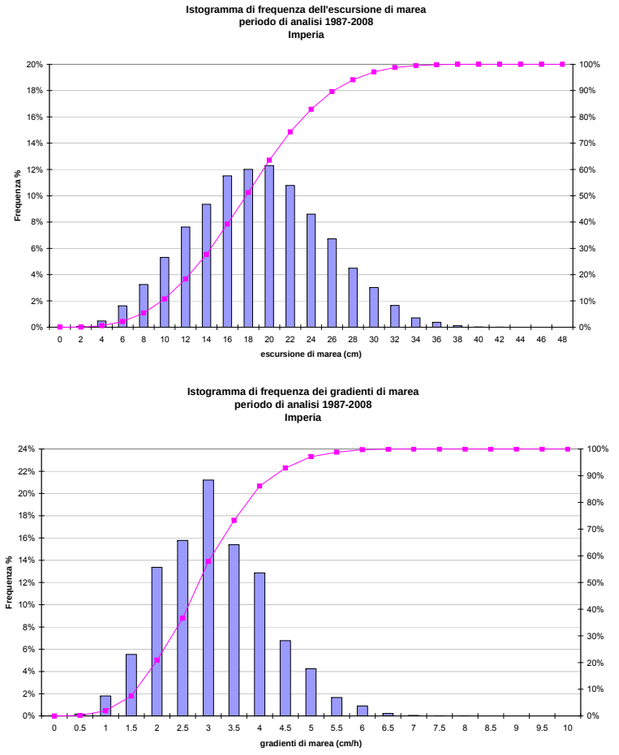
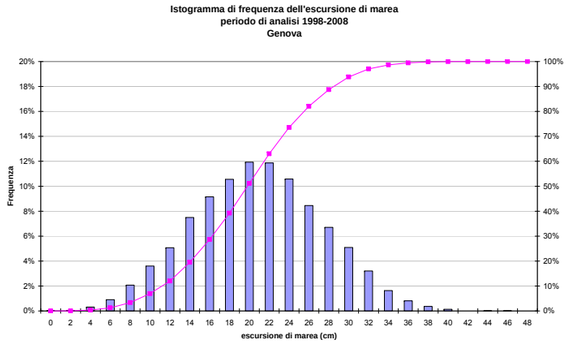


FIG. 4.26 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA NEL PERIODO 1987-2008 A IMPERIA



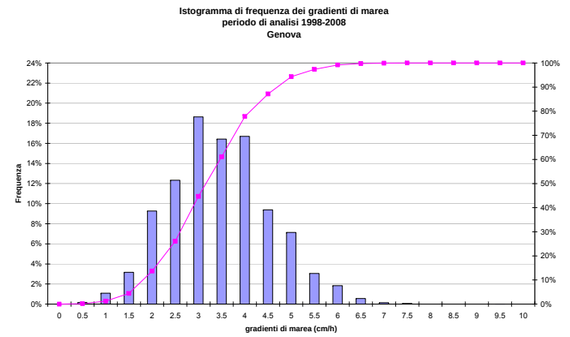


FIG. 4.27 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA NEL PERIODO 1987-2008 A GENOVA

Le analisi relative *al* vento, (FIG. 4.28) 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.

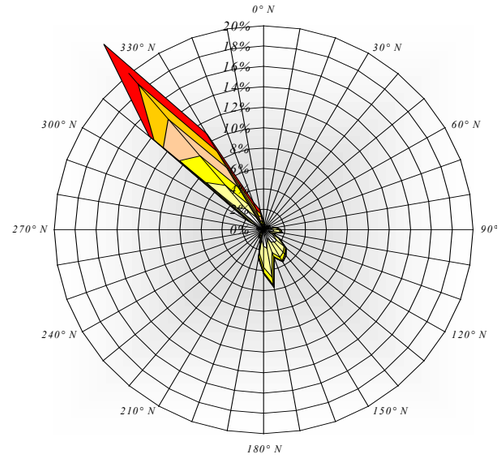


FIG. 4.28 - IL CLIMA DEL VENTO A VADO LIGURE

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. 4.26.

TAB. 4.26 - 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. 4.29)

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.

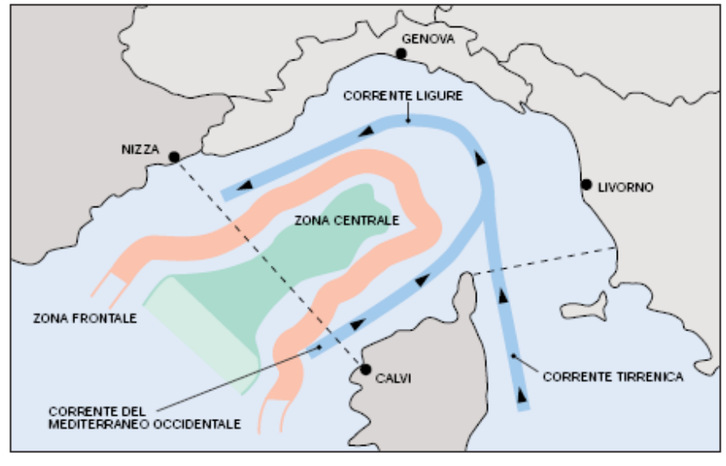


Fig. 4.29 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - MAR LIGURE - LE PRINCIPALI STRUTTURE DINAMICHE E LE CORRENTI

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. 4.30).

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 m^3/s
- per il torrente Quiliano Q = 14 m^3/s
- per il torrente Letimbro Q = 15 m^3/s

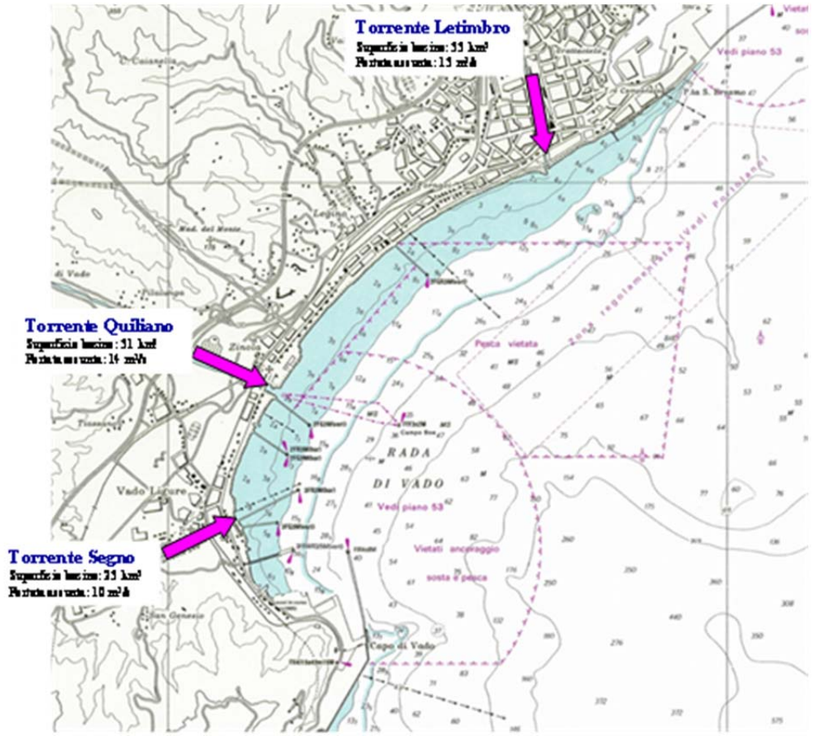


FIG. 4.30 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - FIUMI CONSIDERATI NEL PRESENTE STUDIO.

4.6.3. 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 le varianti di livello Esecutivo con la configurazione di ri-ferimento (ossia quella di Progetto Definitivo).

La configurazione analizzata, comprende i seguenti interventi:

- la piastra multifunzionale così come approvata nel Progetto Definitivo
- 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 più esterno della zona a giorno della piastra;
- l'avanzamento dell'area di rilevato a terra di circa 50 m mediante l'inserimento di due schiere di cassoni chiusi.

Le schematizzazioni batimetriche delle configurazioni analizzate (configura-zione di riferimento da Progetto Definitivo approvato e configurazione con varianti di livello Esecutivo) 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.

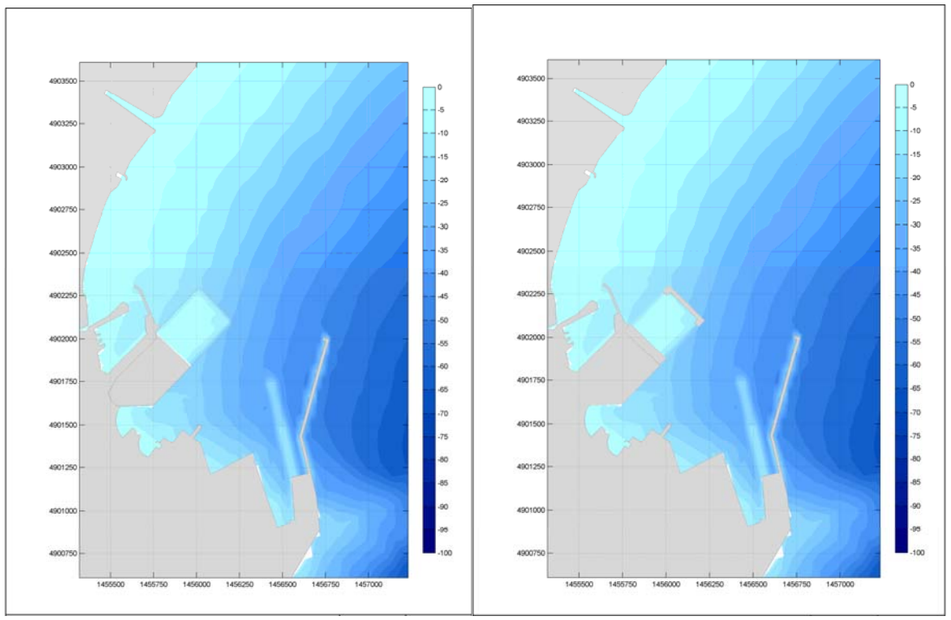


FIG. 4.31- SCHEMATIZZAZIONE BATIMETRICA (M S.M.M.) PER LA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (PROGETTO DEFINITIVO) (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO (DESTRA)

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 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.

4.6.4. Gli effetti indotti dalle opere previste sull'idrodinamica e sulla dispersione della baia di Vado.

Come visualizzato nella Fig. 4.32, 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.

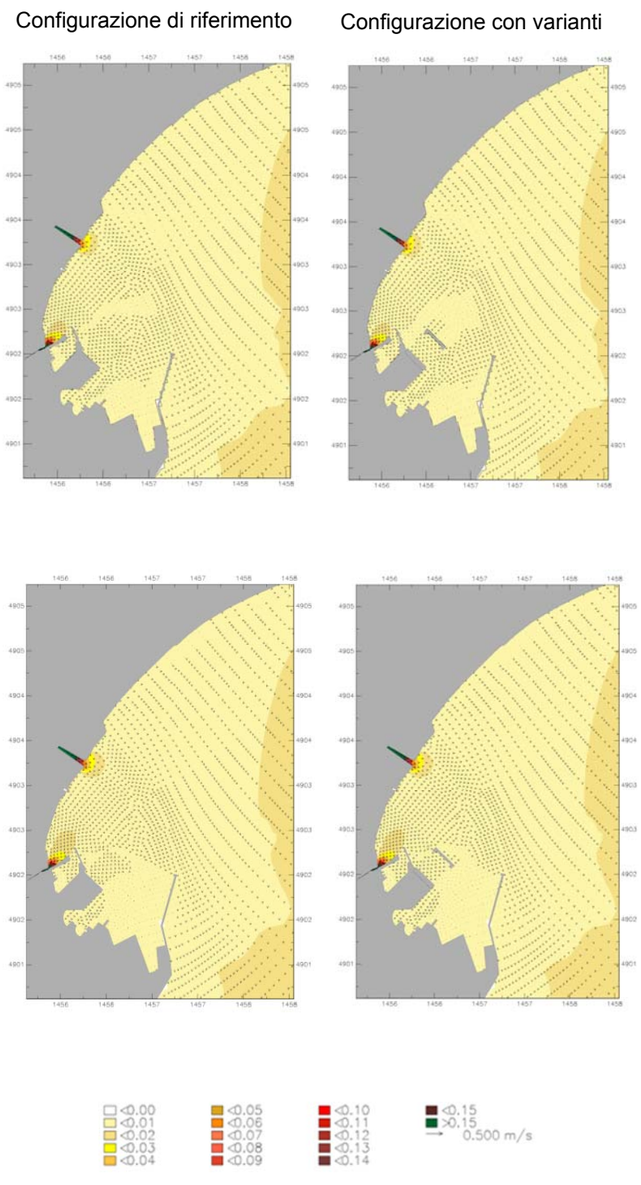


Fig. 4.32 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO E MAX FLUSSO (SOPRA) E RIFLUSSO (SOTTO)

In Fig. 4.33 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 dell'inserimento della schiera di cassoni a mare 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.

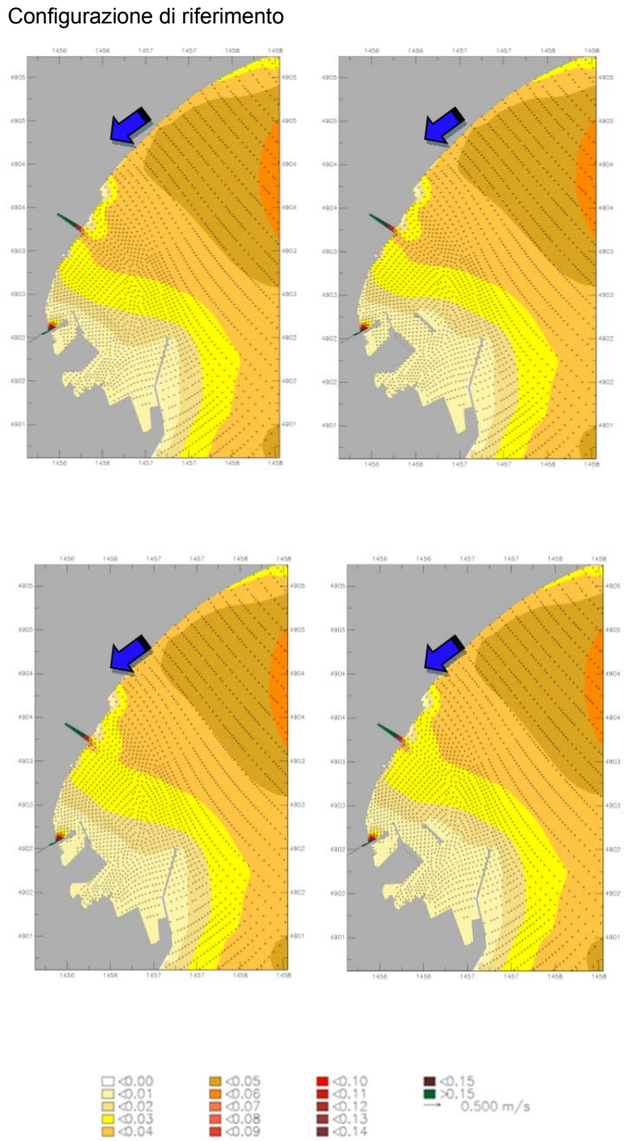


FIG. 4.33 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI IDRODINAMICHE - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN CONDIZIONI DI MASSIMO FLUSSO (SOPRA) E MASSIMO RIFLUSSO (SOTTO) IN PRESENZA DI VENTO DA NORD-EST

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. 4.34, 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.

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. Qui le differenze di concentrazione tra la situazione con le varianti e quella di riferimento indicano un aumento delle concentrazioni minore di 0.01 g/m³ a ridosso dei cassoni. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.

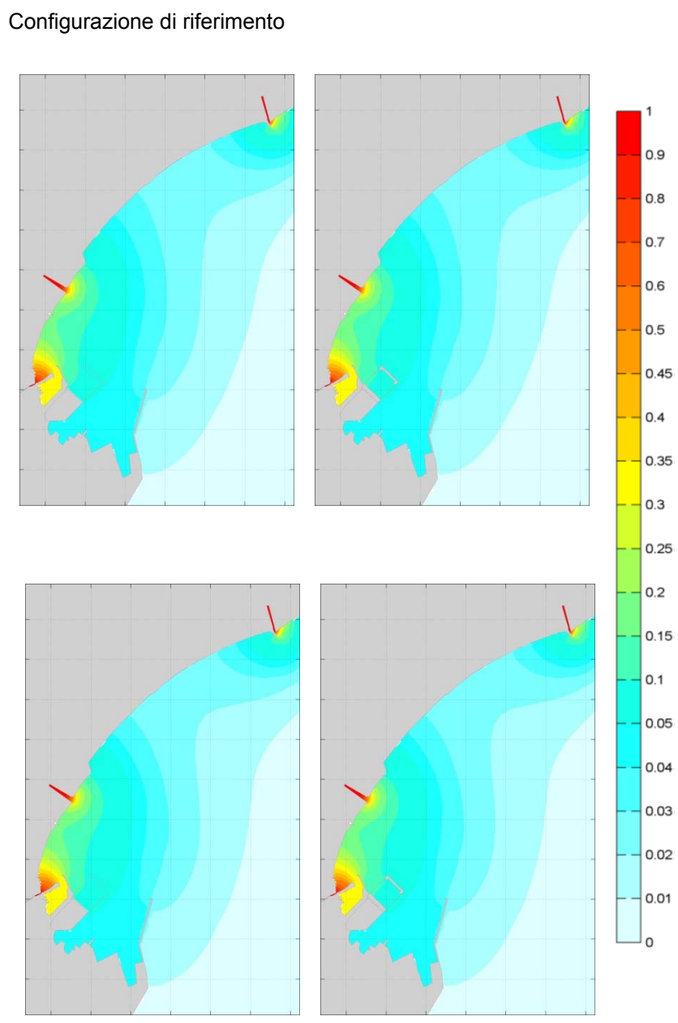


FIG. 4.34 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DISPERSIVE - CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI FIUMI: (SOPRA) SCENARIO CON CALMA DI VENTO E (SOTTO) SCENARIO CON VENTO DA NORD-EST

Per 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.

4.6.5. 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 Definitivo approvato
– configurazione con varianti di livello Esecutivo

4.6.5.1. 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. 4.35 dove sono indicati i punti per cui questa analisi è stata svolta. I risultati della "*Fraction analysis*" sono riportati in Fig. 4.36.

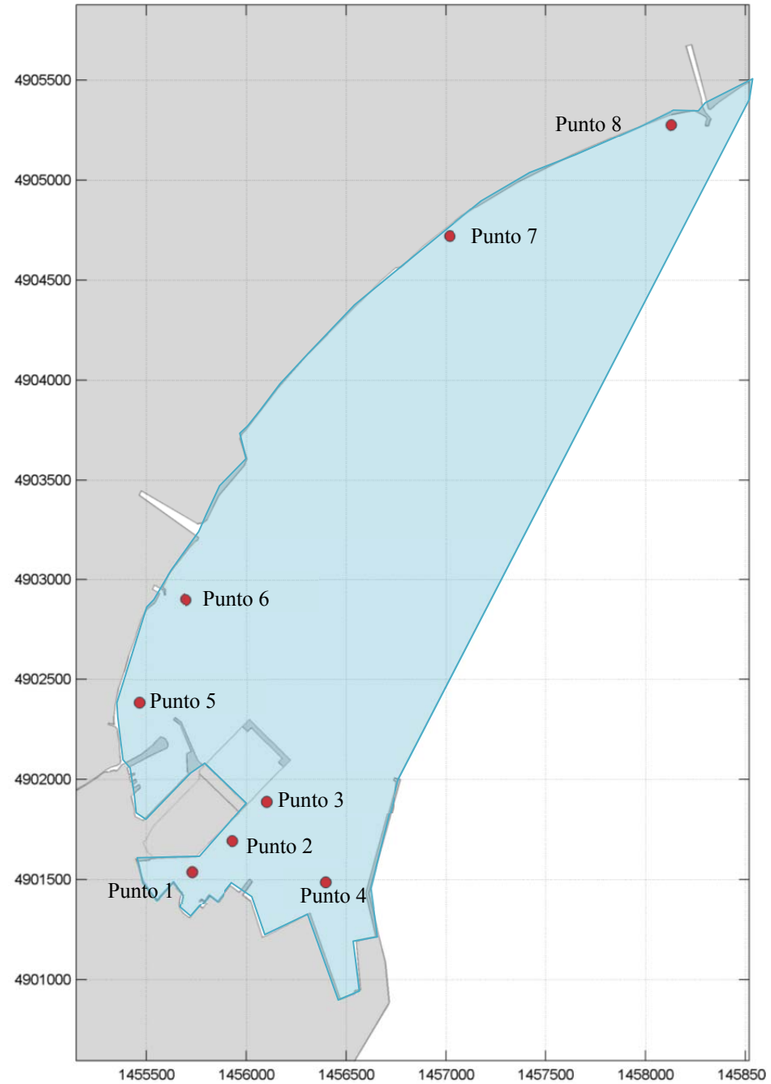


FIG. 4.35 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO -AREA DI INTERESSE E PUNTI DI CONTROLLO PER I QUALI SONO STATI ELABORATI I GRAFICI DELLA "FRACTION ANALYSIS"

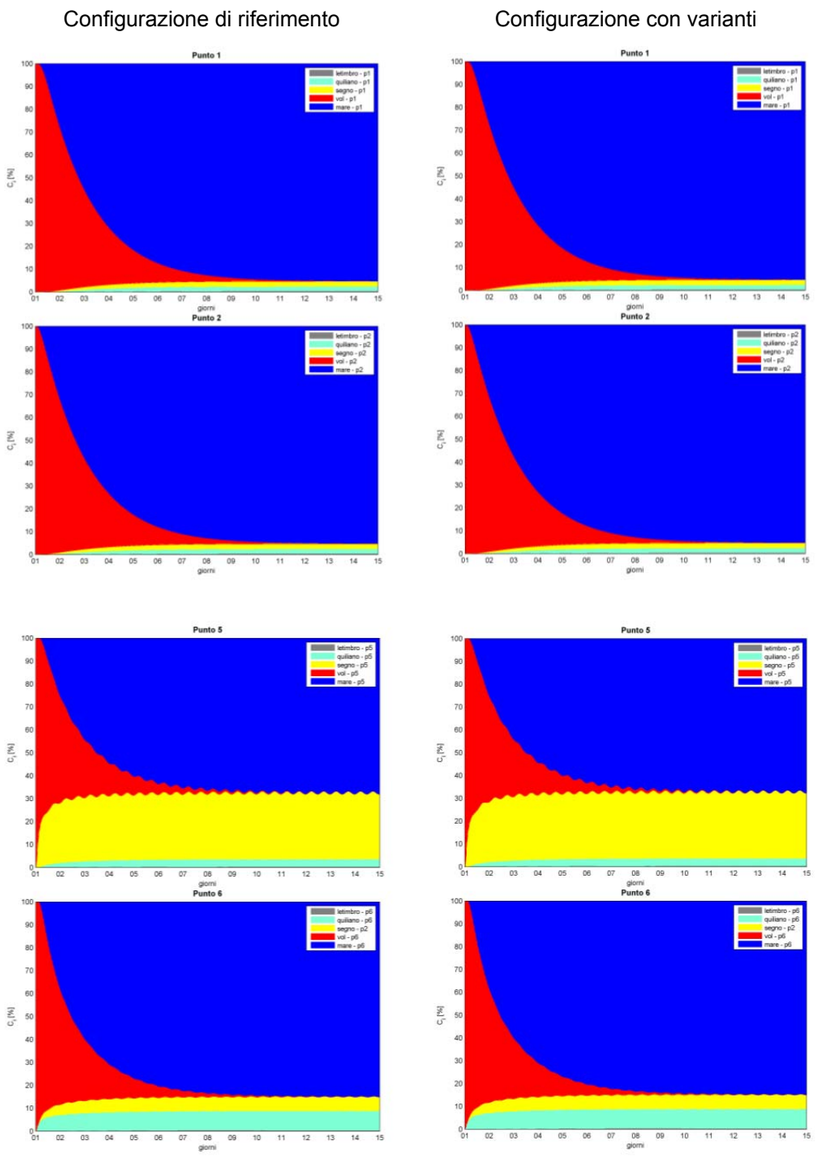


FIG. 4.36 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO - FRACTION ANALYSIS. RISULTATI NEI PUNTI N.1, N.2 E NEI PUNTI N.5 E N.6 - CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE CON LE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO (DESTRA).

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 Variante di Progetto Esecutivo non sono in grado di alterare in modo apprezzabile il comportamento dispersivo dei traccianti conservativi immessi nel sistema.

4.6.5.2. 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. 4.37.

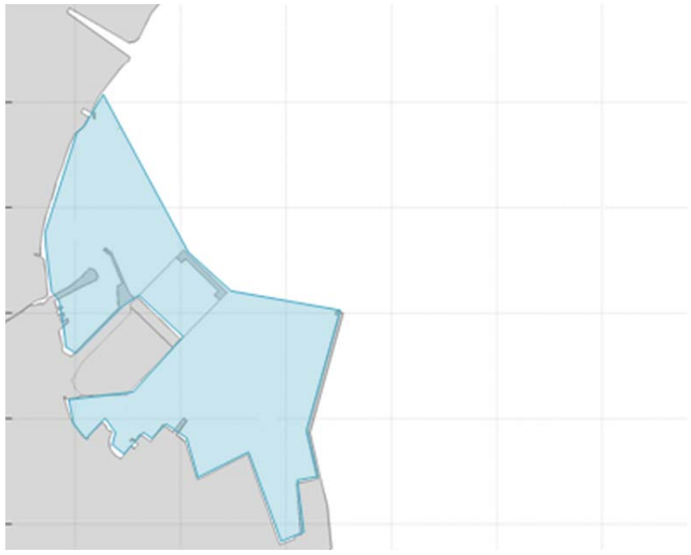


FIG. 4.37 - DISTRIBUZIONE INIZIALE DEL TRACCIANTE UTILIZZATO PER IL TEMPO DI RICAMBIO

In Fig. 4.38 è riportata la mappa con la distribuzione della durata dei tempi di ricambio (espressi in ore) per la configurazione di riferimento, per la configurazione con varianti di livello esecutivo e le differenze tra le due configurazioni.

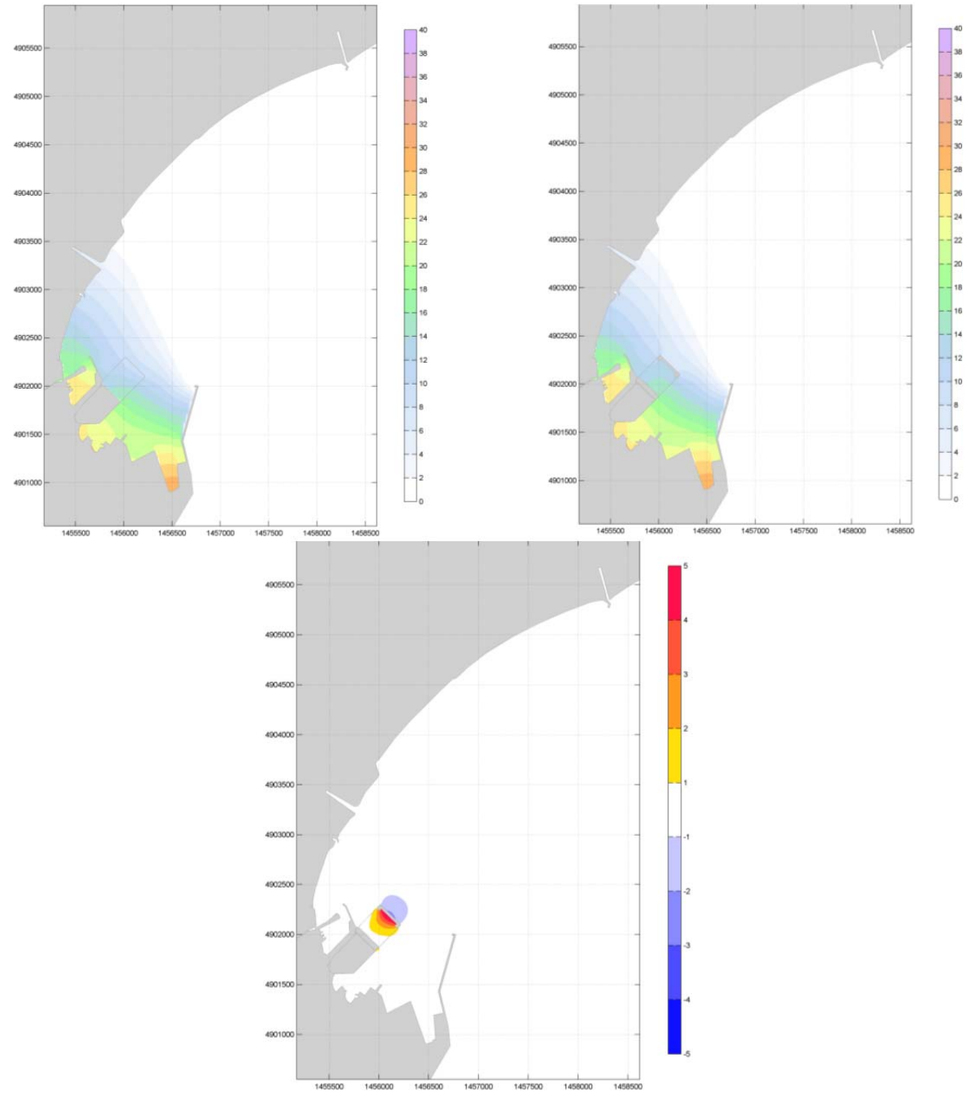


FIG. 4.38 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - ANALISI DELLA CAPACITÀ DI RICAMBIO - DISTRIBUZIONE DEL TEMPO DI RICAMBIO PER LA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E PER LA CONFIGURAZIONE CON LE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO (DESTRA) E LE DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI (SOTTO)

Da questi risultati è possibile rilevare che il tempo di ricambio non varia in modo sensibile nella configurazione con le varianti di livello esecutivo 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.

Le uniche variazioni, di modesto rilievo, sono osservabili a ridosso della nuova schiera di cassoni posti lungo il bordo esterno della piattaforma. Sul lato esterno, quello rivolto a mare si nota una diminuzione del tempo di ricambio di 1-2 ore mentre sul lato interno si nota una aumento del tempo di ricambio nell'ordine di 1-4 ore.

La zona in cui si evidenziano dei cambiamenti apprezzabili corrisponde comunque confinata all'area su pali della piattaforma mentre al di fuori della impronta non si evidenziano significativi cambiamenti del tempo di ricambio.

5. 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. 5.1):

- una piattaforma che comprende aree di deposito dei containers all'aperto oltre alle banchine containers, rinfuse, petroli; essa è in sostanza composta da una struttura a giorno, lato mare, e da un'area a terra, realizzata tramite un riempimento contenuto da cassoni reggispinta e da rilevati protetti con scogliera;
- 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.

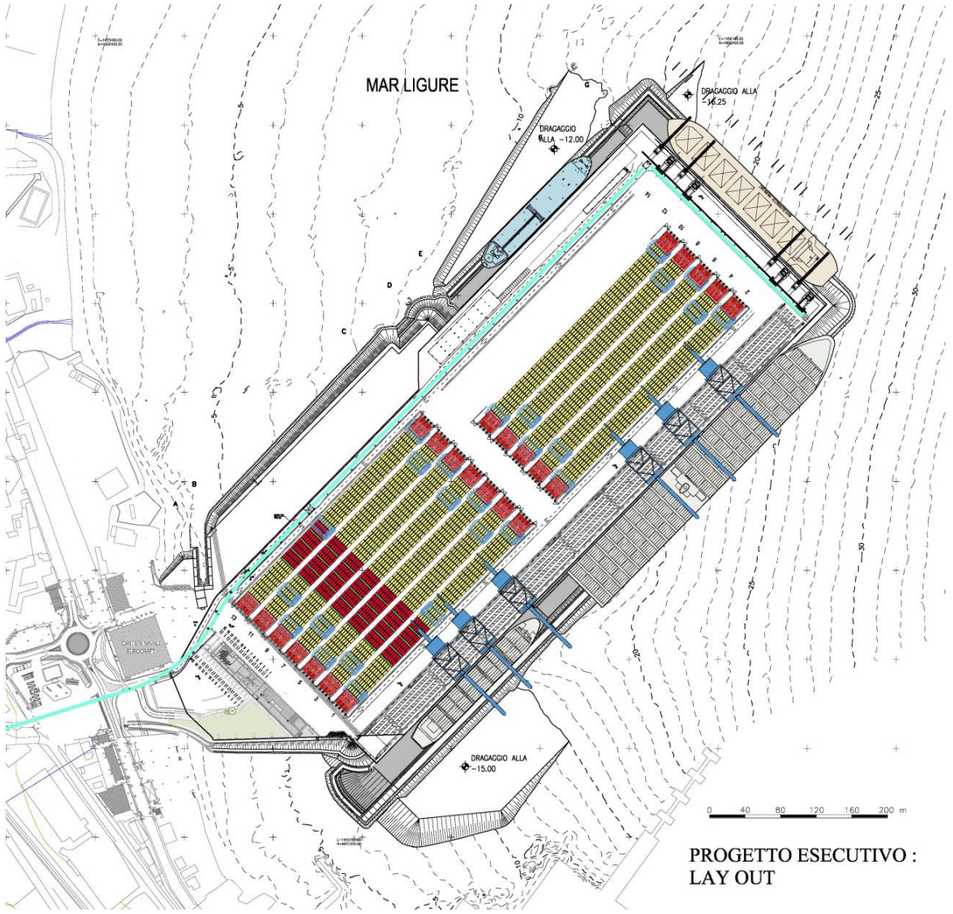


FIG. 5.1 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA GENERALE AD OPERE FINITE

Tra le opere è inserita anche la demolizione dell'attuale pontile delle rinfuse (Terminal Rinfuse Italia), 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.

5.1. 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.

5.2. Quote di dragaggio e navi di progetto

In Fig. 5.2 è presentato lo schema funzionale delle banchine lungo la nuova piastra multifunzionale con riferimento alle diverse tipologie di traffico. Nella Fig. 5.2 sono anche indicate le profondità dei fondali in prossimità delle banchine definiti in modo da consentire le manovre di navigazione delle navi di progetto.

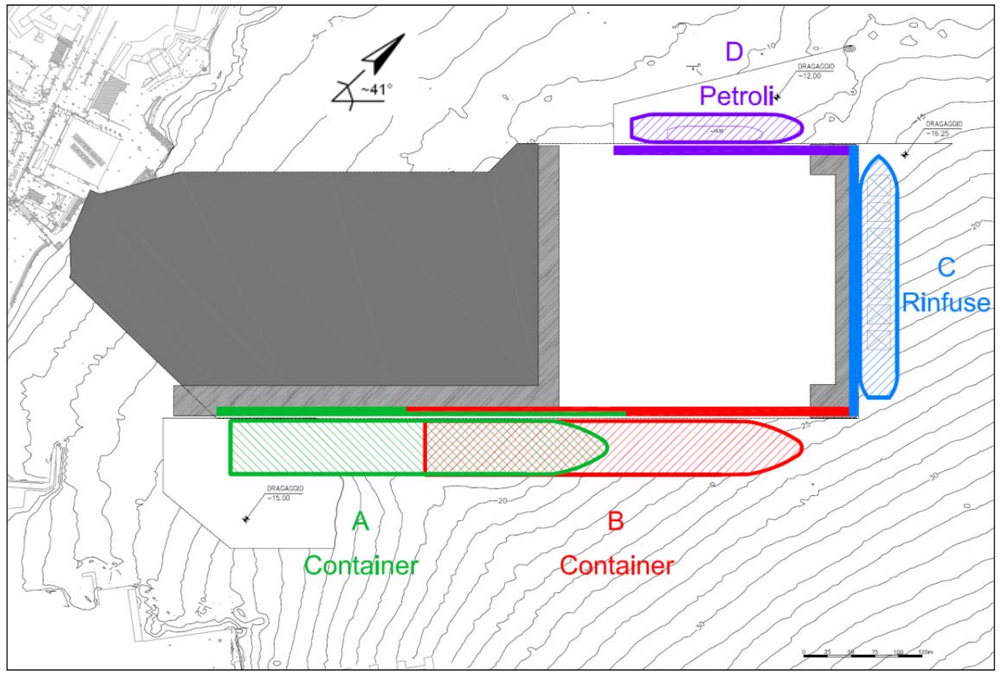


FIG. 5.2 - SCHEMA PLANIMETRICO DEL NUOVO TERMINALE

TAB. 5.1 - 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 porta-contenitori 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. 5.3 e riportata in dettaglio nei disegni di progetto.

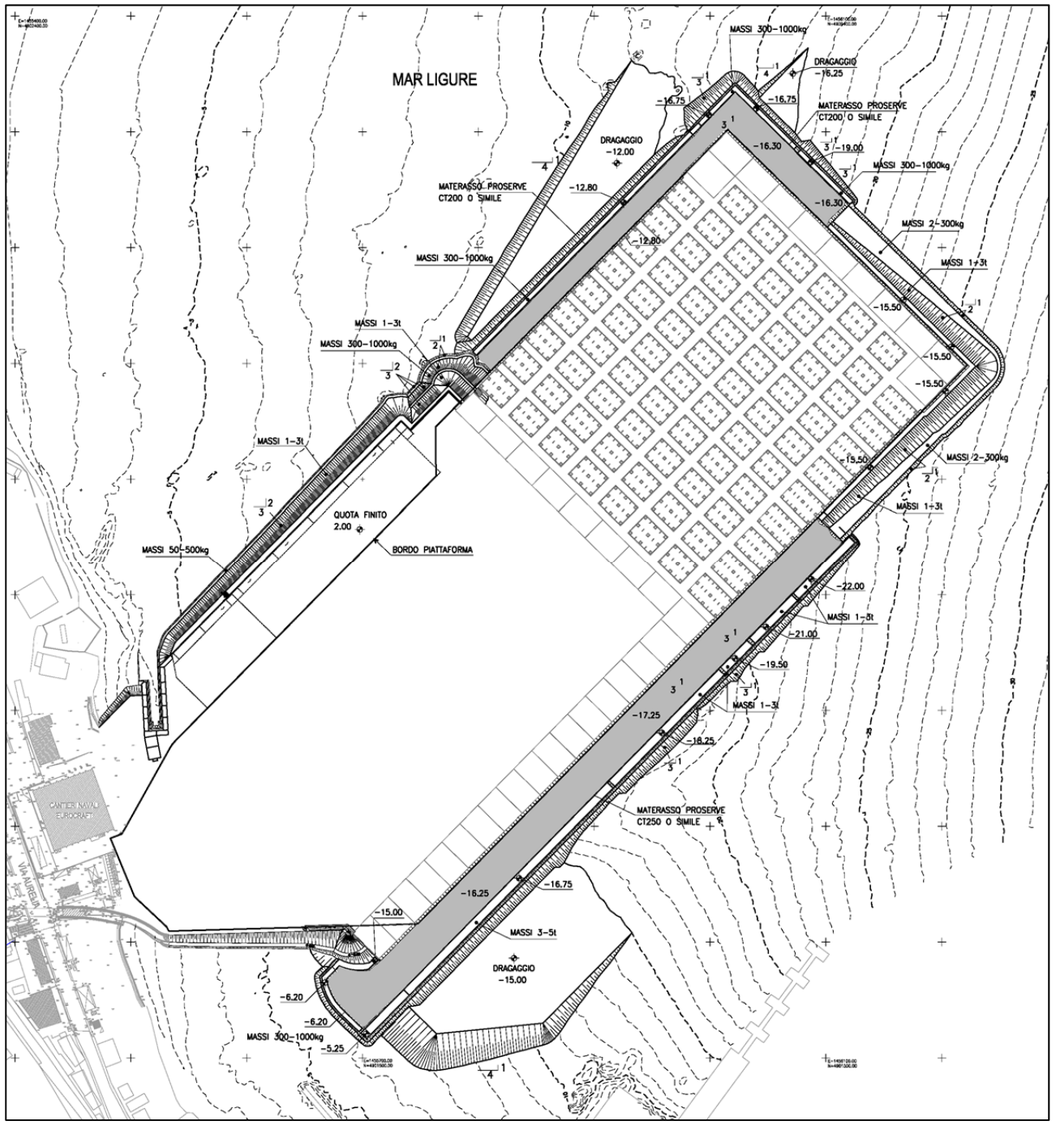


FIG. 5.3 - PLANIMETRIA DEI FONDALI DI PROGETTO NELL'AREA PORTUALE

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. 5.3 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. 5.2 - 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. 5.3 - 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. 5.4 - 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 Lbp = 248 m B = 43,0 m T = 14,5 m Depth = 20,2 m		Δ = 134.904 t DWT = 114.563 t TPC = 103,6 Cb = 0,85 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 Lbp = 236 m B = 38,0 m T = 14,6 m Depth = 20,0 m		Δ = 116.500 t DWT = 98.697 t TPC = 14,4 Cb = 0,87 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. 5.5 - BANCHINA TANKER - BANCHINA D

Tanker n. 1 - Ottomana					
Fondale disponibile	≥ 12 m				
Caratteristiche nave di progetto a pieno carico					
Loa = 169,1 m Lbp = 158,7 m B = 27,4 m T = 9,96 m Depth = 14,6 m		□ = 35.000 t DWT = 27.300 t TPC = 37,5 Cb = 0,79 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 Lbp = 97 m B = 16,8 m T = 6,4 m Depth = 7,9 m		□ = 8.360 t DWT = 5.000 t TPC = 13 Cb = 0,78 Freeb. = 1,5 m			
Caratteristiche nave di progetto allibata					
Percentuale di carico	100%				

TAB. 5.6 - 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	-	-

5.3. 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 20 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 staticità dell’impalcato e la funzionalità delle gru su rotaia.

5.4. 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 caratterizzazione 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.

5.5. 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.

6. 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. 6.1):

– 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. 6.1.

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.

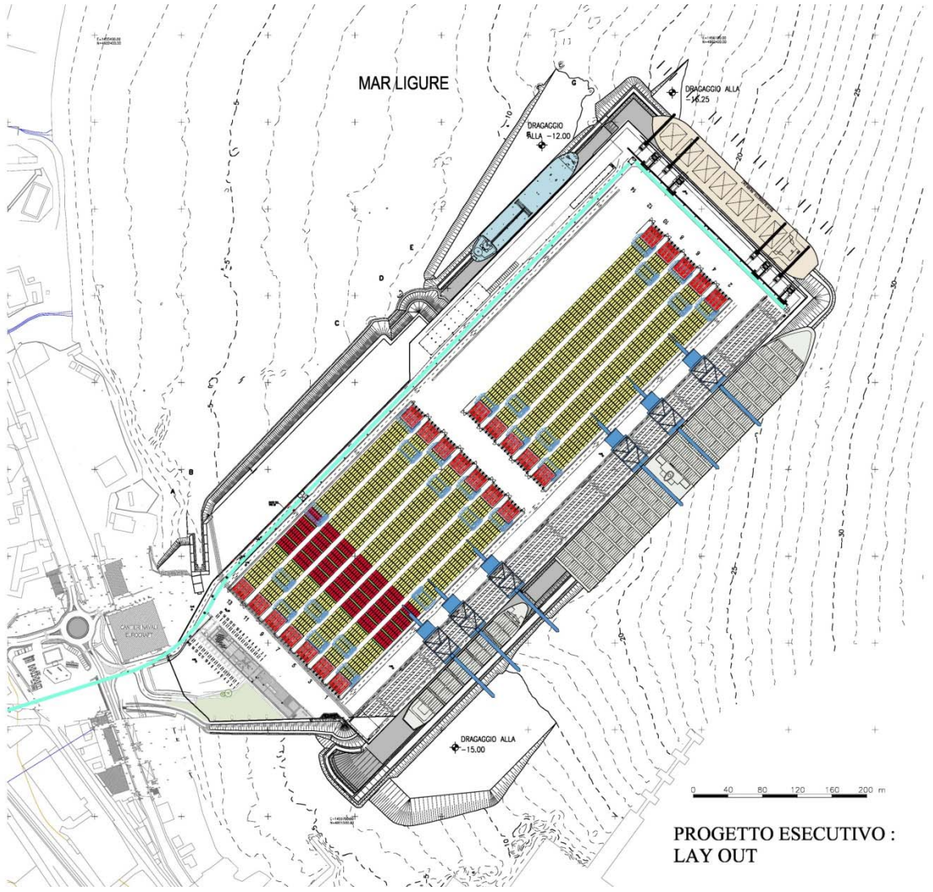


FIG. 6.1 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - LAYOUT DELLA PIATTAFORMA

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.

6.1. Il layout delle aree contenitori, rinfuse, petroli

6.1.1. 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 19,0 m e bitte di portata nominale 1500 kN poste ad interasse pure di 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. 6.2), 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 6 corsie a disposizione degli autotreni e degli altri mezzi di movimentazione dei contenitori dalla banchina all'area di stoccaggio.

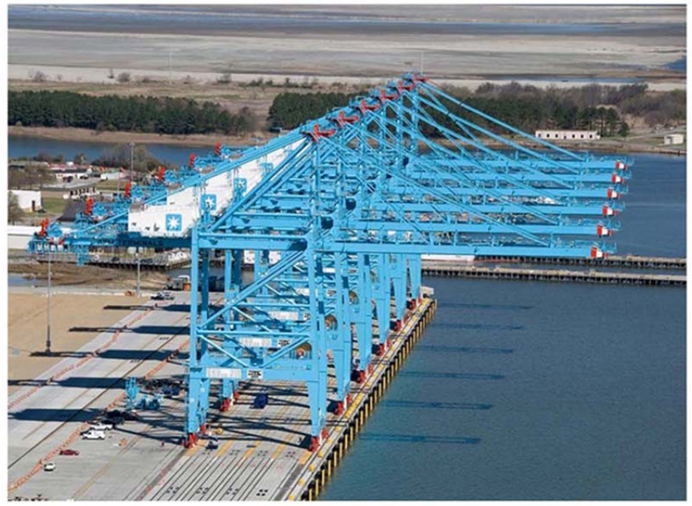




FIG. 6.2 - GRU CON BANCHINA - IMMAGINI DI GRU SIMILARI A QUELLE PREVISTE SULLA PIASTRA DI VADO LIGURE, INSTALLATE RECENTEMENTE DA APM TERMINAL IN UN TERMINAL CONTAINERS MARINO

Le corsie saranno numerate dalla 1 alla 6 partendo dal lato banchina verso l'interno, con numerazione di dimensione circa 2 m posta nei due sensi, al fine di essere leggibile in entrambi i sensi di marcia (Fig. 6.3)

Dietro l'area di sicurezza interna rispetto alla rotaia lato terra delle gru di banchina sarà ubicato uno spazio, opportunamente segnalato tramite una zebratura della pavimentazione, a disposizione degli hatch covers.

La movimentazione dei contenitori dalla banchina all'area di stoccaggio sarà effettuata tramite autotreni APMT, dedicati al solo traffico interno alla piattaforma; l'area di manovra per questa movimentazione è quella comprensiva della banchina e dello spazio di larghezza 33,50 m compreso tra le due zone di stoccaggio dei contenitori (Fig. 6.4).

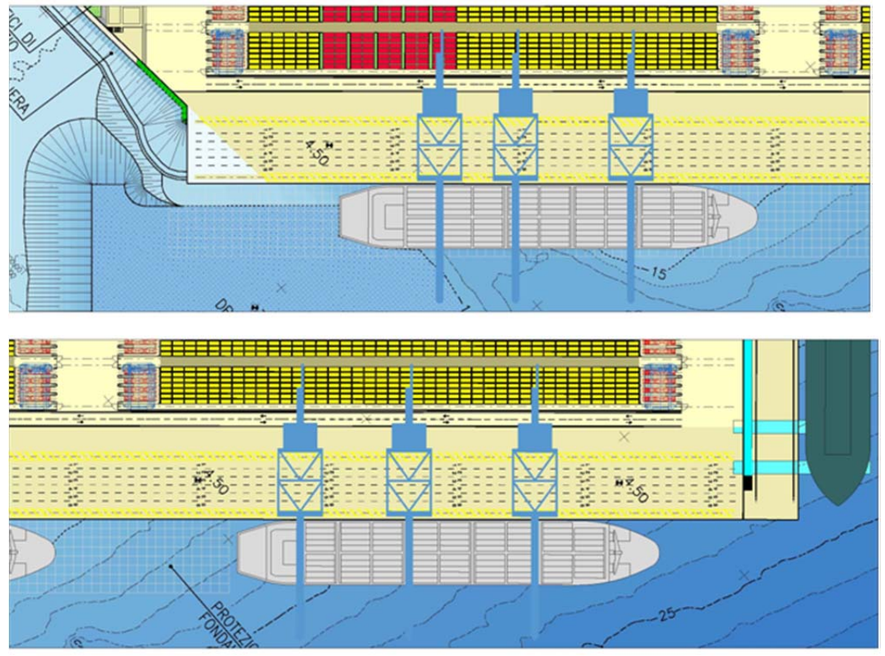


FIG. 6.3 - VADO LIGURE - BANCHINA CONTAINERS LAYOUT DI BANCHINA

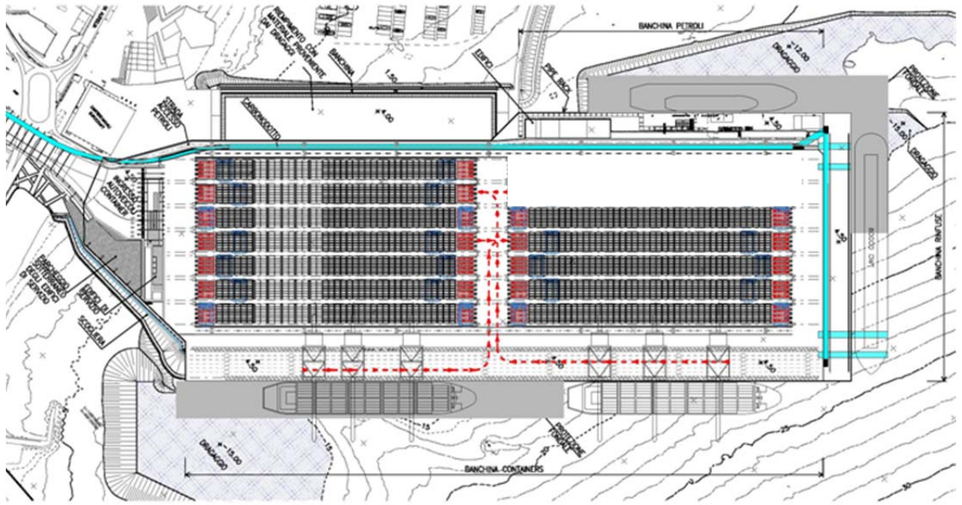


FIG. 6.4 - MOVIMENTAZIONE DEI CONTENITORI TRAMITE MEZZI DEDICATI AL SOLO TRAFFICO INTERNO

Nella stessa area potranno anche operare "reach stackers" (Fig. 6.5) di portata 36 t, corrispondente al peso di un contenitore da 40 ft. La consegna dei contenitori alle gru di piazzale avviene in aree di trasferimento (Fig. 6.6) ubicate sulle testate delle corsie di deposito dei contenitori.

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. 6.1).

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 38 gruppi di deposito per container da 20 piedi (19 per container da 40 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 6 gruppi destinati a container normali ("dry" container), sono ubicati 4 gruppi di container refrigerati ("reefer" container), ciascuno servito da un apposito telaio ("reefer rack") che sostiene gli impianti di alimentazione elettrica dei motori frigoriferi, anziché i 5 gruppi previsti nel progetto definitivo.

Questa scelta è stata effettuata dall'operatore, a seguito di una più dettagliata analisi commerciale, e anche al fine di privilegiare, recuperando lo spazio del telaio metallico, l'area di manovra dei tracks compresa tra l'edificio amministrativo e la baie di recapito/consegna dei contenitori lato terra; detto spazio, dalla larghezza di 33,50 m alla larghezza di 35,50 m.

La posizione dei "reefer rack" è contenuta in quella prevista nel Progetto Definitivo nulla variando riguardo alla posizione rispetto alla schermatura della potenziale rumorosità indotta (comunque destinato a diminuire per la riduzione del numero dei containers refrigerati).

La seconda area di deposito è ubicata lato mare ed è del tutto analoga dal punto di vista organizzativo a quella lato terra. Rispetto al Progetto Definitivo nel quale erano previste 7 corsie lungo le quali erano ospitati 40 gruppi di deposito per container da 20 piedi (20 per container da 40 piedi) nella direzione longitudinale della piastra e 7 nella direzione trasversale, sono previste solamente 5 corsie.

L'operatore, al fine di lasciare spazio disponibile per containers fuori sagoma, in Progetto Esecutivo ha infatti ridotto dette corsie a 5; le due sul lato nord saranno lasciate prive di gru e baie di accesso per il deposito di detti contenitori fuori sagoma, movimentati tramite i reach-stackers.

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. 6.7 e Fig. 6.8); 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 da una cabina elettrica per ciascuna corsia, che alimenta, oltre le due gru che servono l'area verso terra anche le due che servono l'area verso mare.



FIG. 6.5 - IMMAGINE DI OPERAZIONI TRAMITE "REACH STACKER"

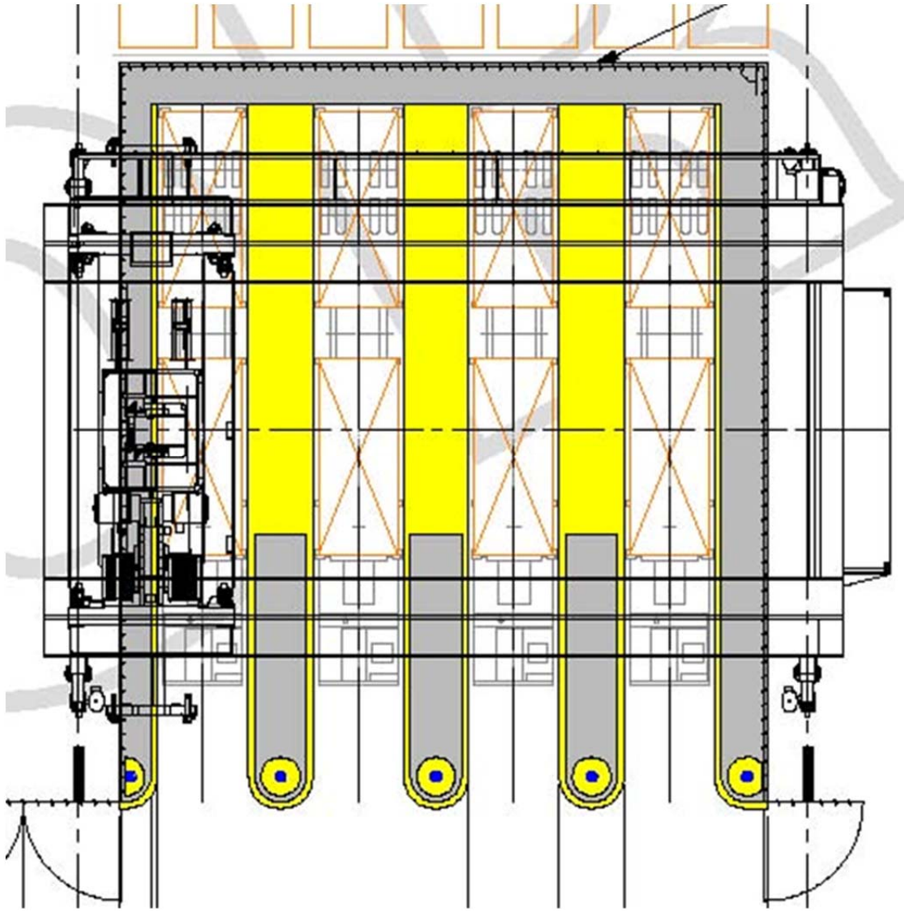


FIG. 6.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - AREE DI TRASFERIMENTO DEI CONTENITORI UBICATE SULLE TESTATE DELLE CORSIE DI DEPOSITO

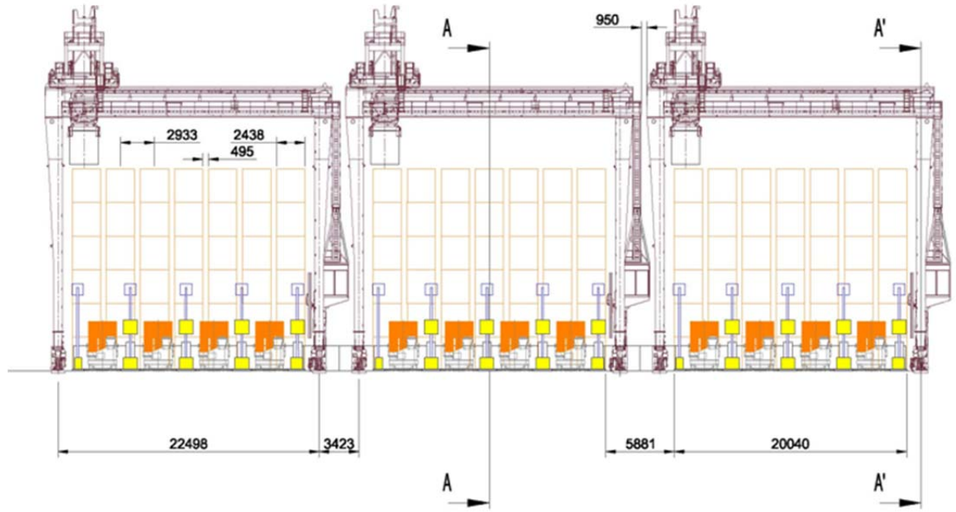


FIG. 6.7 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SEZIONE TRASVERSALE DEL PIAZZALE CON OPERATIVITÀ DELLE GRU RMG



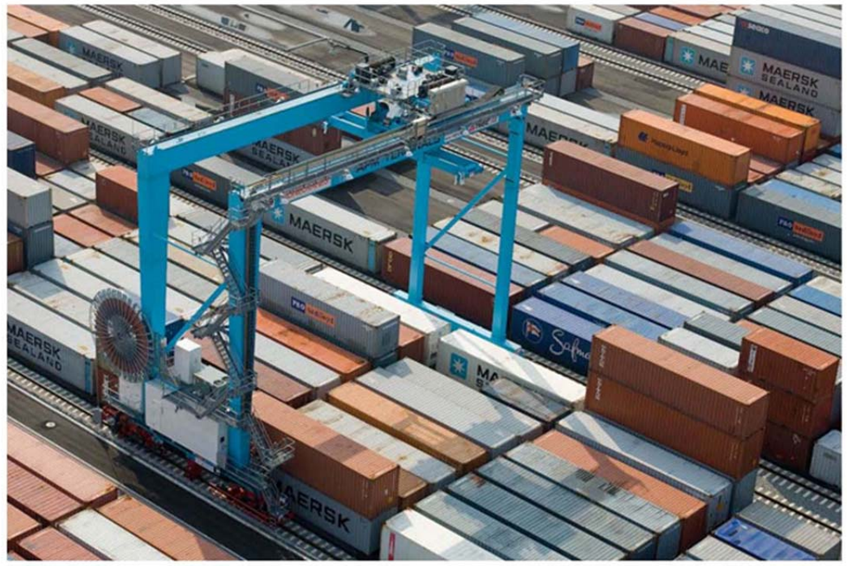


FIG. 6.8 - IMMAGINI DI GRU DI PIAZZALE TIPO RMG RECENTEMENTE INSTALLATE DA APM TERMINALS IN UN TERMINAL CONTAINER

Sulla corsia più esterna lato banchina, è prevista la possibilità di immagazzinare container di tipo IMO, cioè container che contengono sostanze pericolose (liquidi infiammabili, gas, ecc.); essi sono immagazzinati all'esterno, al fine di rendere più agevoli le eventuali operazioni di spegnimento di incendi in caso di eventi incidentali. Rispetto al Progetto Definitivo sono state apportate le modifiche richieste dai Vigili del fuoco, nell'ambito del "Parere di conformità per la realizzazione della Nuova Piattaforma multifunzionale del Porto di Vado Ligure. Attività n. 8, 17, 18, 89, 64, 91, 92 dell'elenco allegato al D.M." 16.02.1982 Pratica n. 17357 del giugno 2011.

In sostanza i contenitori IMO saranno sempre depositati sulla fila lato banchina, lasciando però uno spazio di 3,50 m tra l'ultimo contenitore IMO ed il primo contenitore normale (si veda lo schema in Fig. 6.9)

Ancora, rispetto al Progetto Definitivo, è stata variata, per una migliore resa illuminotecnica e per rendere minima l'interferenza con i mezzi previsti in piattaforma, la posizione delle torri faro. Gli spostamenti sono comunque minimi.

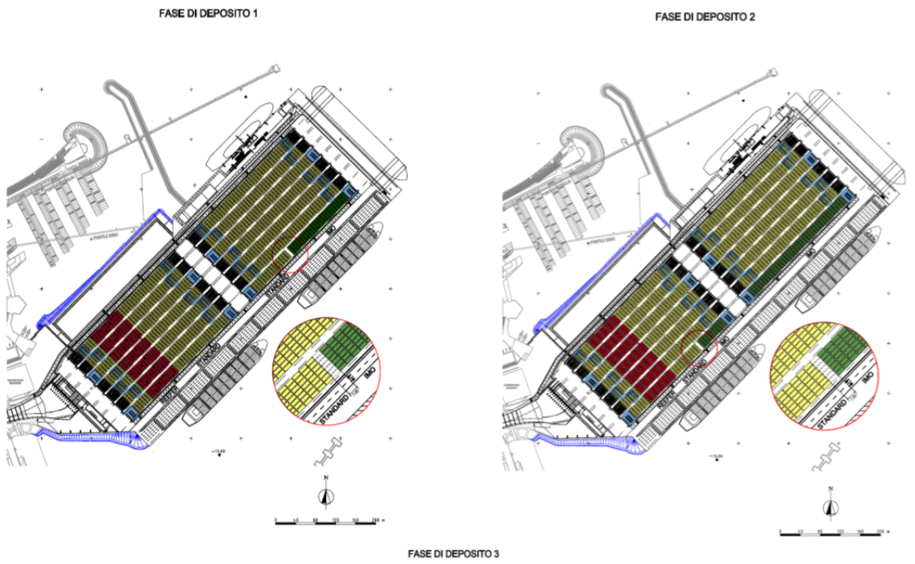
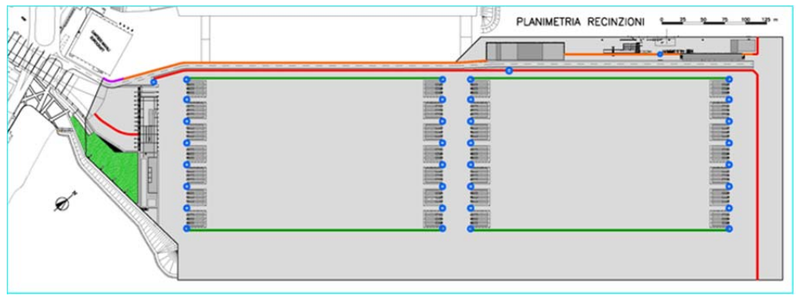


FIG. 6.9 - ZONE DI DEPOSITO DI CONTAINERS IMO E CRITERIO DI STOCCAGGIO IN PIATTAFORMA COME APPROVATO DAI VV.F.

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. 6.10); 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,



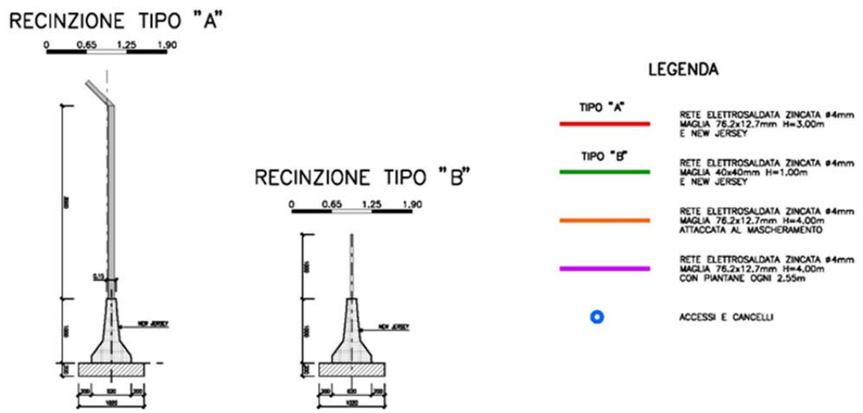


FIG. 6.10 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RECINZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO

Su due lati delle zone di deposito dei contenitori sono presenti due strade, dotate ciascuna di due corsie di 3,50 m di larghezza; la strada lato banchina è previsto sia utilizzata principalmente per la movimentazione dei containers interna al terminal 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. 6.11) 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. 6.12) 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.

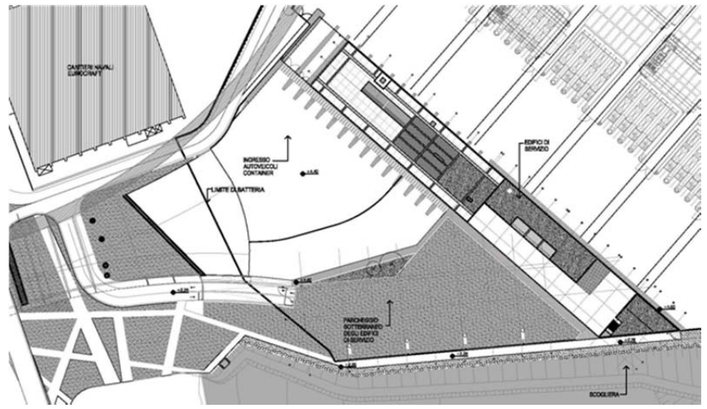
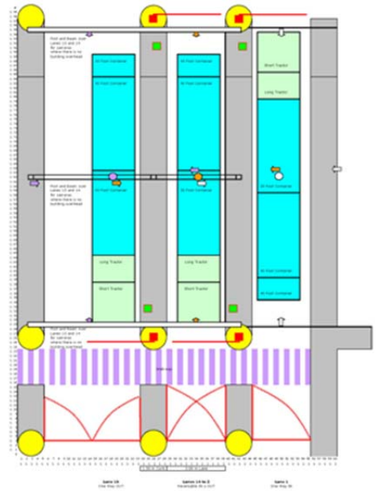


FIG. 6.11 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - AREA DI INGRESSO/USCITA A O DA IL TERMINALE



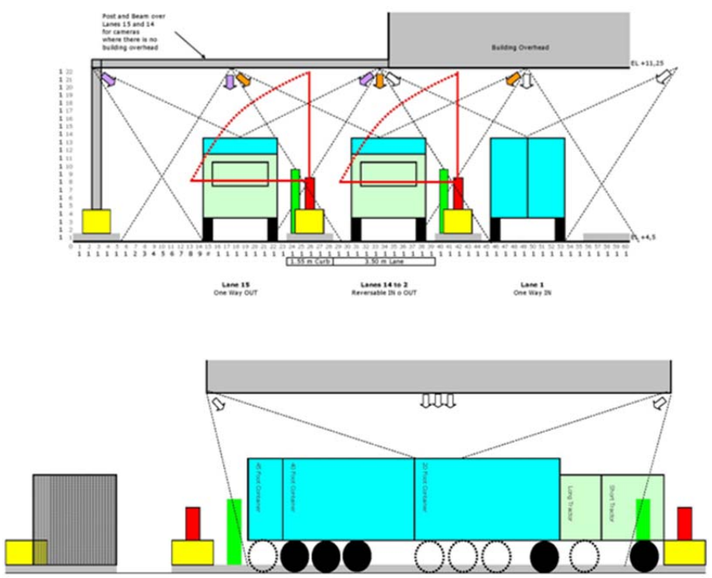


FIG. 6.12 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DI OPERATIVITÀ DELLE CORSIE DI INGRESSO/USCITA

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 svincolo.

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. 6.13), parcheggiando a retromarcia.

I treni portacontainers arriveranno e partiranno dal nuovo parco ferroviario ubicato nell'area portuale, a monte della Via Aurelia.

Gru del tipo Metrocargo o similari 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 quattro posizioni previste in corrispondenza a ciascun blocco di stoccaggio dei

contenitori; in questa posizione entreranno in funzione le gru di piazzale per il trasferimento dei contenitori alla posizione designata.

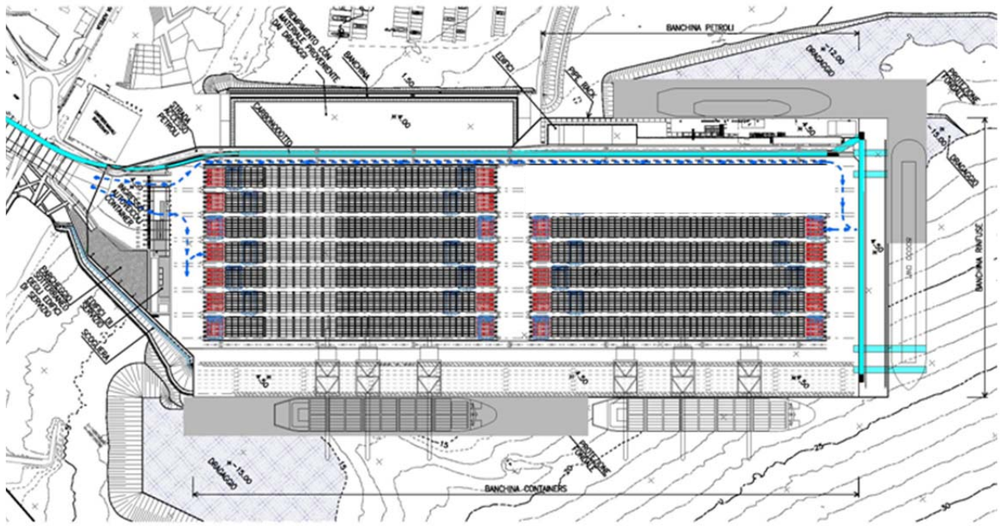


FIG. 6.13 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PERCORSI DEGLI AUTOTRENI DESTINATI AL TRASPORTO ESTERNO

6.1.2. 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. 6.14) 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 (Fig. 6.15) sono ubicati anche gli edifici funzionali all'operatività del terminale rinfuse, che riempiranno quelli demoliti a monte della Via Aurelia per far posto al nuovo sovrappasso. Gli edifici contengono gli uffici amministrativi e tecnici, i servizi (mensa, spogliatoi, etc.) per gli operatori del terminal, le officine, le cabine elettriche.

6.1.3. 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.

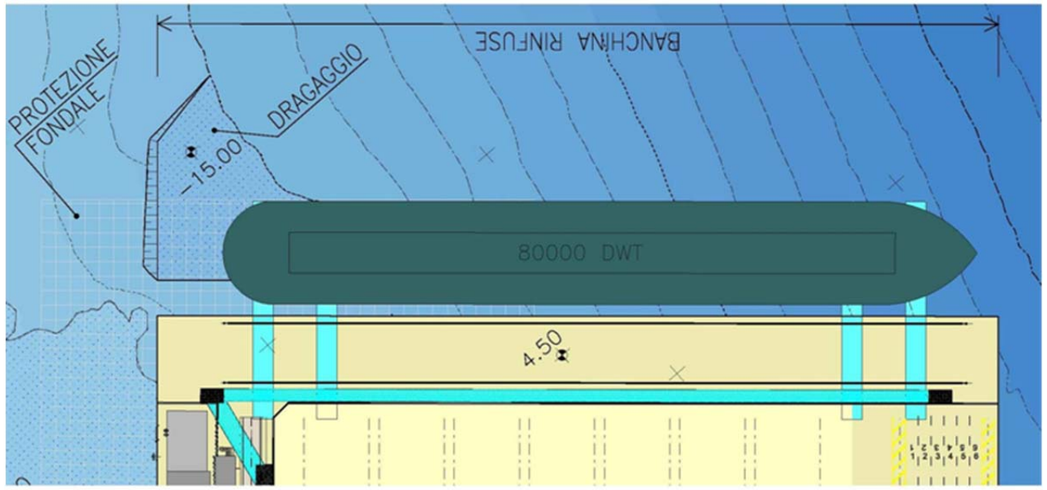


FIG. 6.14 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - BANCHINA RINFUSE - LAYOUT







FIG. 6.15 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - EDIFICI DI TERMINAL RINFUSE ITALIA

6.2. Dragaggi e destinazione dei sedimenti di risulta

6.2.1. Aree di dragaggio

Nel progetto definitivo per la realizzazione della piastra multifunzionale era prevista l'esecuzione di attività di dragaggio per circa 430.000 metri cubi. Dopo la consegna del progetto definitivo sono stati condotti approfondimenti in merito alla definizione delle aree di manovra per una navigazione in sicurezza in fase di accosto alle banchine e in fase di partenza, mediante l'uso di un modello 'real time' di navigazione presso il laboratorio del CETENA. Queste analisi (per i dettagli si rimanda al rapporto del CETENA allegato al progetto) insieme a numerose discussioni ed incontri con i piloti del Porto di Savona, Capitaneria di Porto e terminalisti hanno consentito di definire le aree di dragaggio indicate nella Fig. 6.16.

Le aree e le quote di dragaggio sono state riviste anche a seguito della modifica della protezione dei fondali, con particolare riferimento a quella in corrispondenza dei fondali al piede delle banchine.

Le modifiche apportate ai dragaggi sono stati effettuati anche nell'ottica di ridurre per quanto possibile i volumi complessivi (come implicitamente raccomandato nel parere della Regione Liguria del 27 agosto 2009 nel momento in cui veniva richiesto di ruotare la piattaforma con il fine di ridurre i volumi di dragaggio) ed a tal fine tenendo conto delle modifiche apportate alla soluzione del definitivo si è ottenuto un quantitativo inferiore pari a 400.000 metri cubi.

Come osservabile dalla Fig. 6.16 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 158.627 m^3;
- l'imbasamento dei cassoni della banchina delle compagnie petrolifere. Le quote d'imbasamento sono pari a -15 m s.l.m.m. ed a -16 m s.l.m.m. Il volume è pari a 44.236 m^3;
- l'imbasamento dei cassoni della banchina della Terminal 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 13.490 m^3;
- l'imbasamento dei cassoni reggispinta. La quota d'imbasamento è pari a -12,5 m s.l.m.m. . Il volume è pari a 7.890 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 della Terminal Rinfuse. Il volume è pari a 575 m^3;
- per imbasare la protezione dei fondali per la banchina del terminal container. Il volume è pari a 58.365 m^3;
- per 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 i 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.

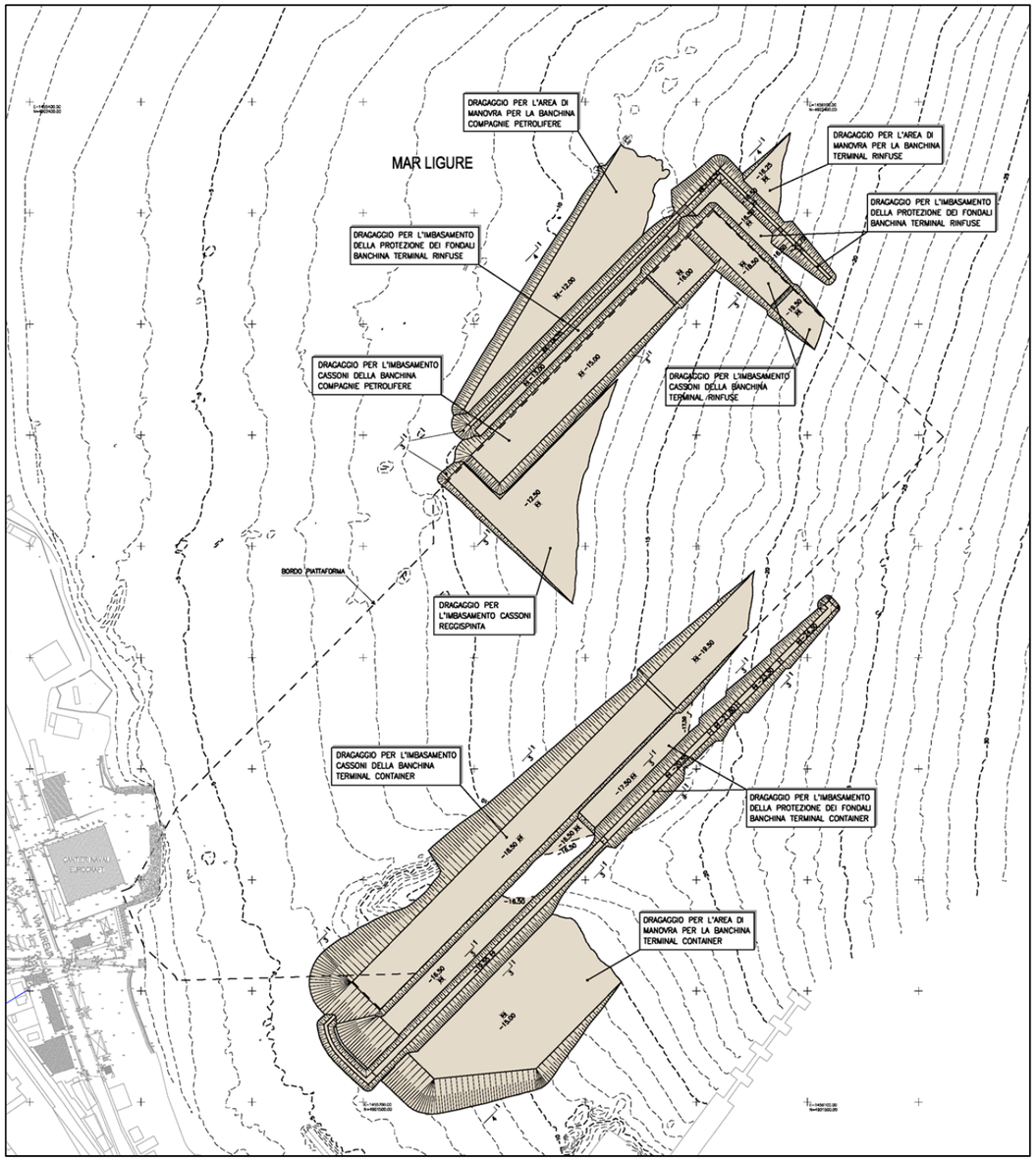


FIG. 6.16 - AREE DI DRAGAGGIO

6.2.2. 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. 6.17).

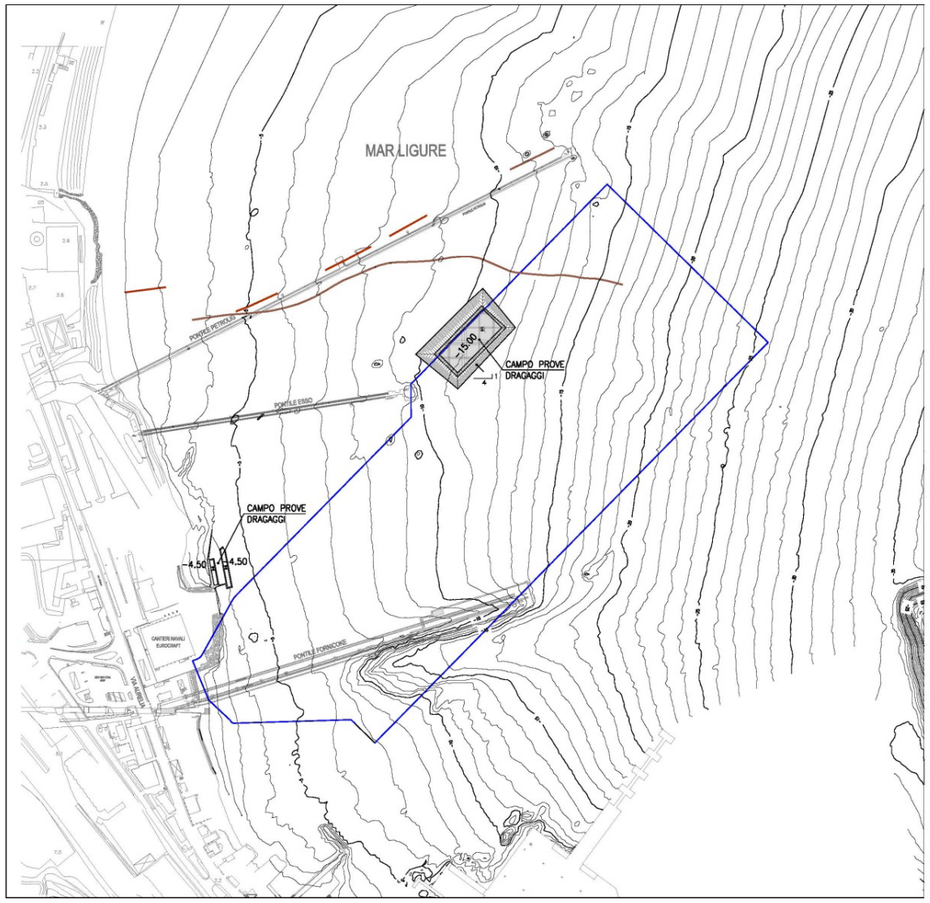


FIG. 6.17 - DRAGAGGI DEL CAMPO PROVA DRAGAGGI - PLANIMETRIA

Le attività in esame sono state realizzato con motonave auto caricante “WISE” (Fig. 6.18), equipaggiata con escavatore idraulico cingolato a fune LIEBHERR HS 833 HD abilitato al sollevamento di 92 tonnellate (Fig. 6.19).

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. 6.20), 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. 6.18 - MOTONAVE AUTO CARICANTE “WISE”

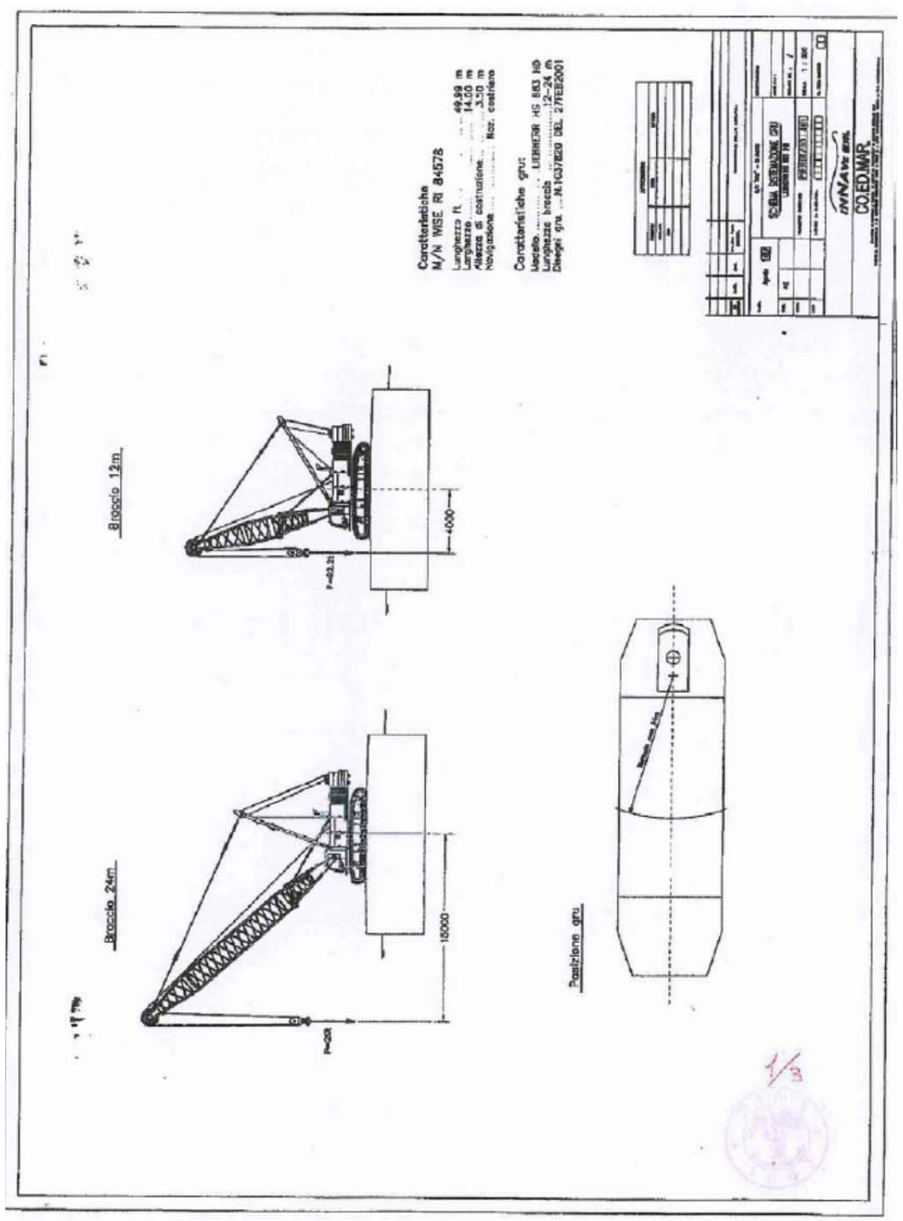


FIG. 6.19 - ESCAVATORE IDRAULICO LIEBHERR HS 833 HD

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	2,66	3200
		1500	2,82	
		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	7600
		2200	7,41	8000
Liebherr 895 o simili	1700	2300	8,74	9000
		2500	9,50	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	

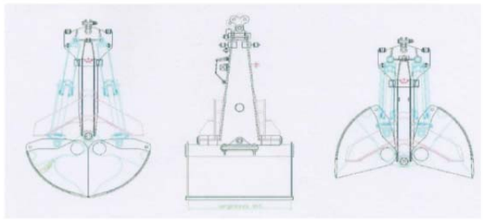


FIG. 6.20 - BENNA

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. 6.21, 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 $\delta c = 60$ mg/l;
– valore per sospensione lavori $\delta s = 70$ 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[3]all'esecuzione delle misure da natante nelle postazioni mobili[4], che avverranno con frequenza oraria[5]. 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 immediata-

[3] 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.
[4] 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.
[5] 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.

mente sospesi. Essi potranno essere ripresi una volta che la differenza di concentrazione, in entrambe le postazioni mobili, sia ridiscesa al di sotto della soglia $\underline{\delta}c$.

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. Le schede di misura sono riportate nell'allegato A, contestuale a questa relazione.

In Fig. 6.22 è tracciato l'andamento del differenziale di torbidità nel periodo indicato sopra ricordato, tracciato sulla base delle schede giornaliere di monitoraggio, mentre in Fig. 6.23 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.

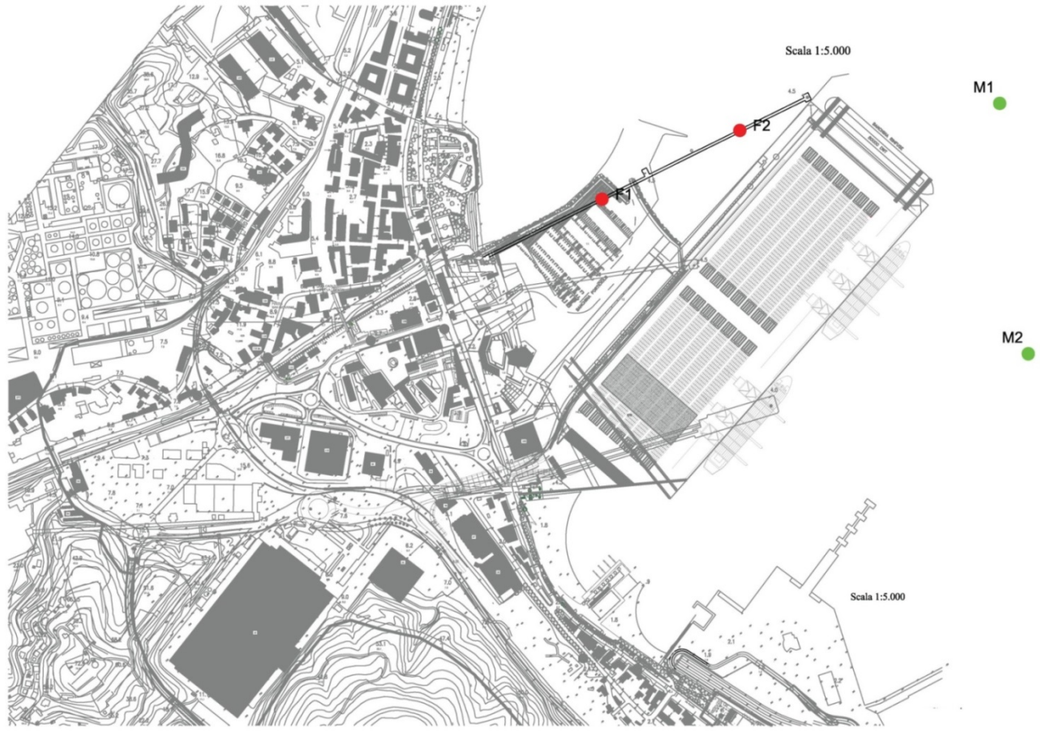


FIG. 6.21 - UBICAZIONE DEI PUNTI FDI MISURA DELLA TORBIDITÀ FISSI (F1 E F2) E MOBILI (M1 E M2)

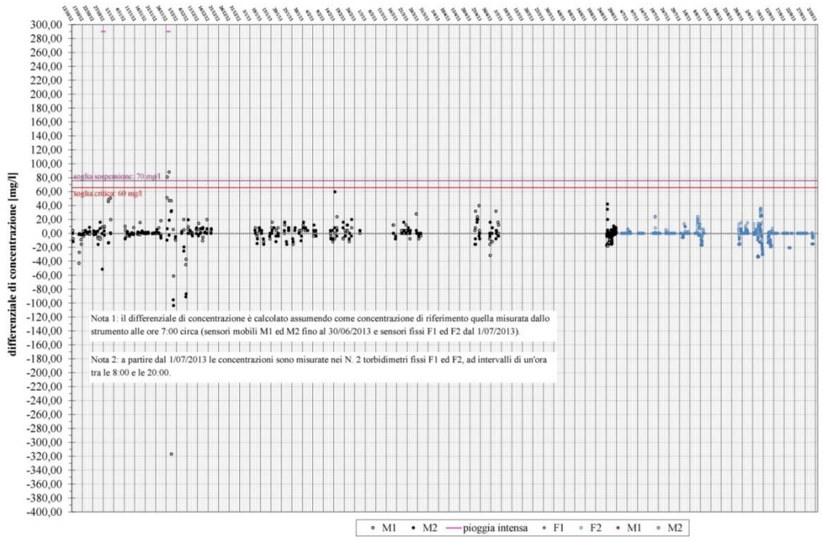


FIG. 6.22 - ANDAMENTO DELLA DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONI (CONCENTRAZIONE MISURATA - CONCENTRAZIONE DI RIFERIMENTO) NEL PERIODO OTTOBRE 2012 - SETTEMBRE 2013

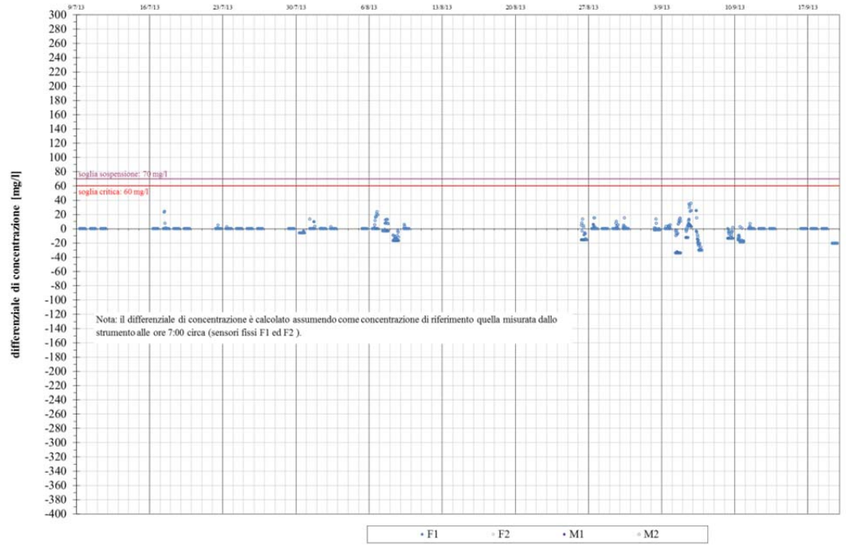


FIG. 6.23 - ANDAMENTO DELLA DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONI (CONCENTRAZIONE MISURATA - CONCENTRAZIONE DI RIFERIMENTO) NEL PERIODO 9 LUGLIO - 17 SETTEMBRE 2013

6.2.3. 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. 6.24) e per la realizzazione della cassa di colmata sui cui sarà ubicata l'area cantieri del comparto D3 (Fig. 6.25).

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.

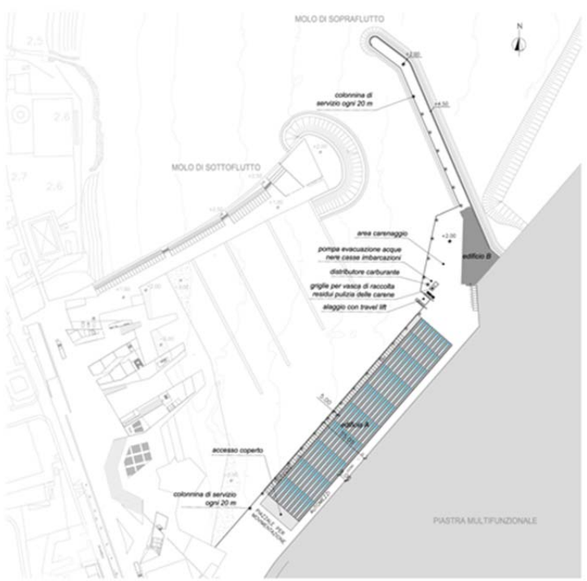


FIG. 6.24 - PLANIMETRIA DELLA BANCHINA DI SERVIZIO DI FRONTE AL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT (ANTICIPAZIONE DI UNA PARTE DEL COMPARTO D2 DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE)

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.

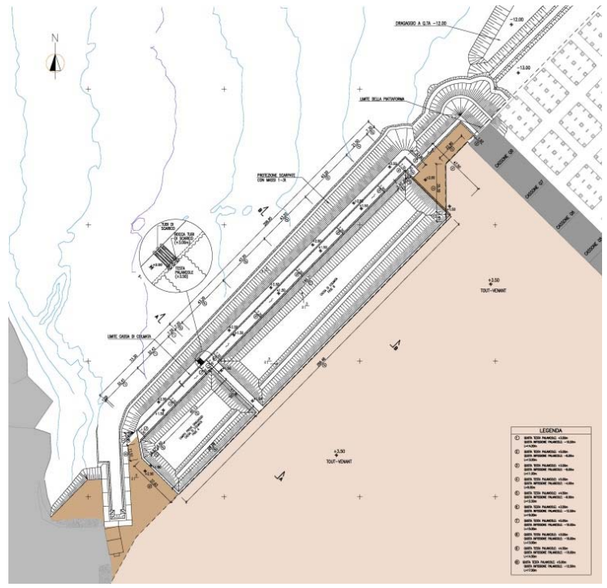


FIG. 6.25 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA SU CUI SARÀ REALIZZATO IL COMPARTO D3 (ANTICIPAZIONE DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE)

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.

6.3. Protezione del fondale

6.3.1. Protezione dei fondali antistanti le banchine

Per la protezione dei fondali antistanti le banchine sono state adottate due tipologie di soluzioni: materassi riempiti di calcestruzzo e massi naturali (vedi planimetria in FIG. 6.26).

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.

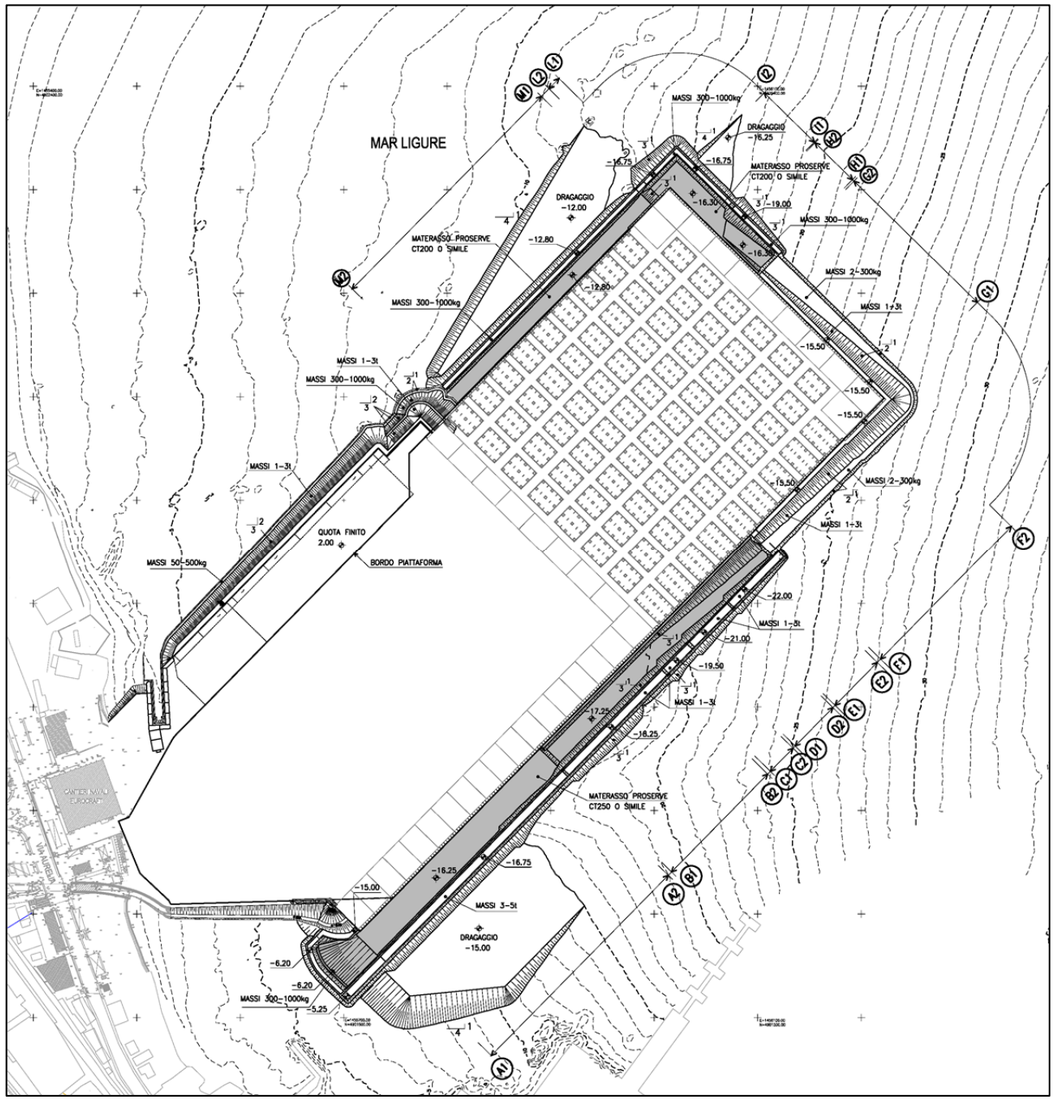


FIG. 6.26 - PLANIMETRIA DELLA PROTEZIONE DEI FONDALI ANTISTANTI LE BANCHINE

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. 6.27 è riportata una delle sezioni trasversali rappresentativa della tipologia costruttiva. Si rimanda per i dettagli agli elaborati grafici di progetto.

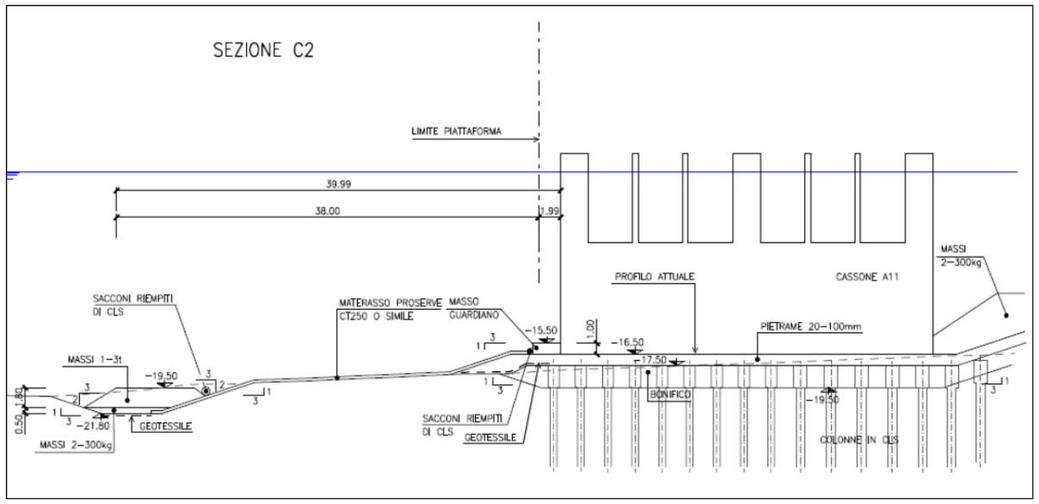


FIG. 6.27 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI DI CLS NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER - SEZIONE TIPO

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 sottospinte nel tratto più vicino ai cassoni, dove il materasso viene posato su materiale granulare ad elevata permeabilità (pietrame 20-100 mm, FIG. 6.28).

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. 6.28) e ancorato lato mare con massi naturali di pezzatura 3000-5000 kg o 1000-3000 kg in funzione del fondale, posati all'interno di una trincea su di uno strato filtro in 2-300 kg di 0.5 m e geotessuto.

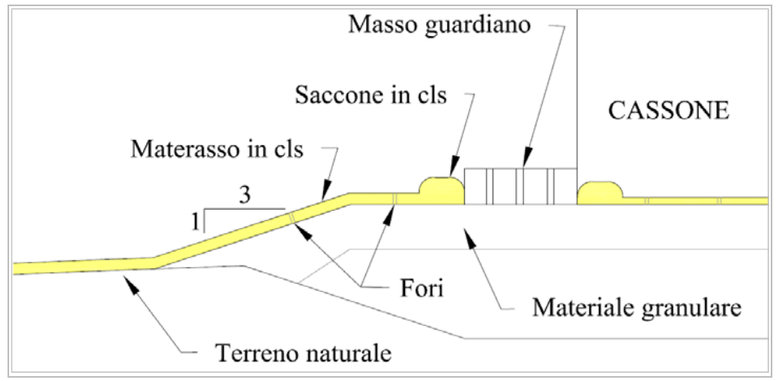


FIG. 6.28 - PARTICOLARE DEL FISSAGGIO DEL MATERASSO CONTRO IL MASSO GUARDIANO PER MEZZO DI SACCONE IN CLS

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. 6.29.

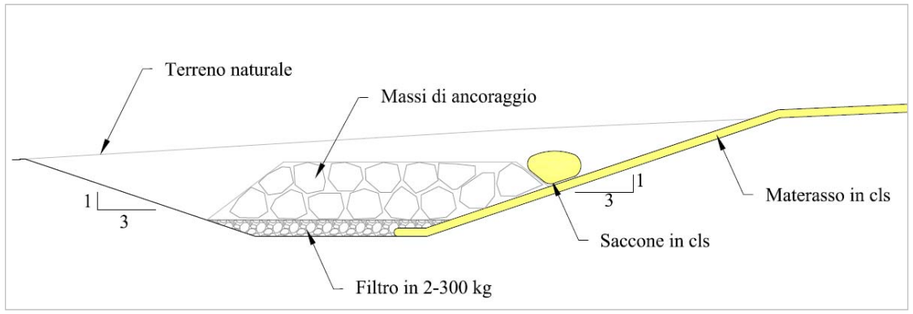


FIG. 6.29 - PARTICOLARE DELL'ANCORAGGIO DEL MATERASSO LATO MARE PER MEZZO DI MASSI NATURALI E SACCONE IN CLS

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. 6.30). 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.

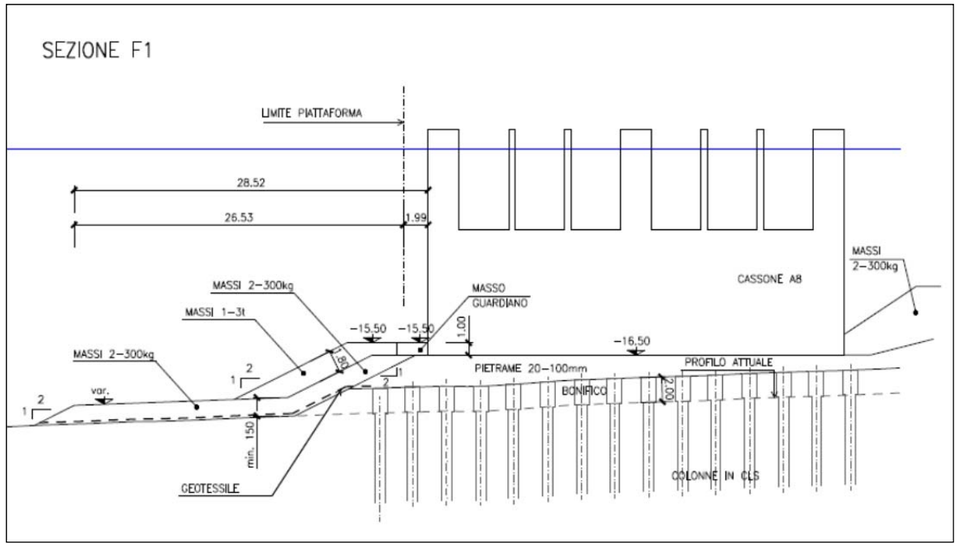


FIG. 6.30 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MASSI NATURALI NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER - SEZIONE TIPO

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. 6.31) . 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.

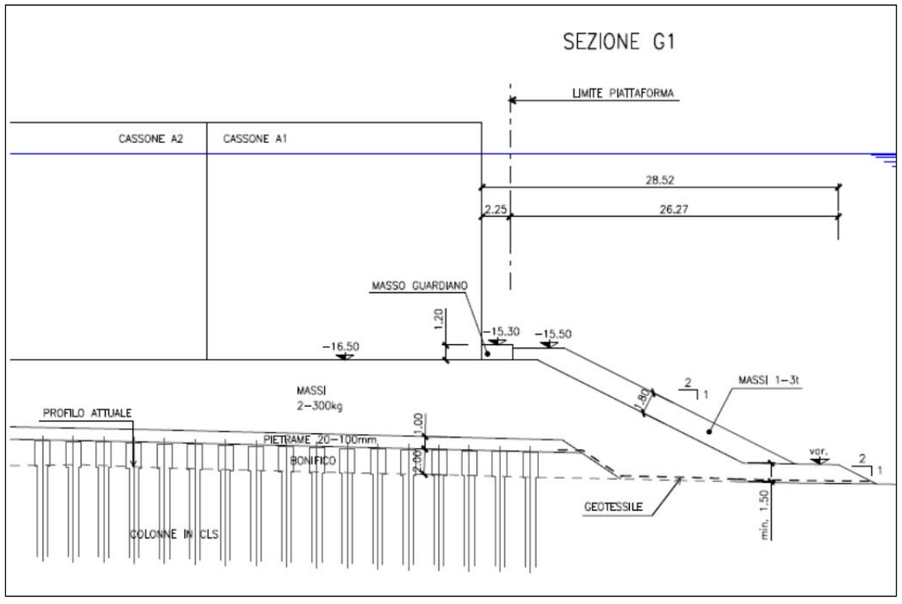


FIG. 6.31 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN SCOGLI NEL TRATTO DI BANCHINA SE - SEZIONE TIPO

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 20-100 mm, vedi FIG. 6.32).

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.

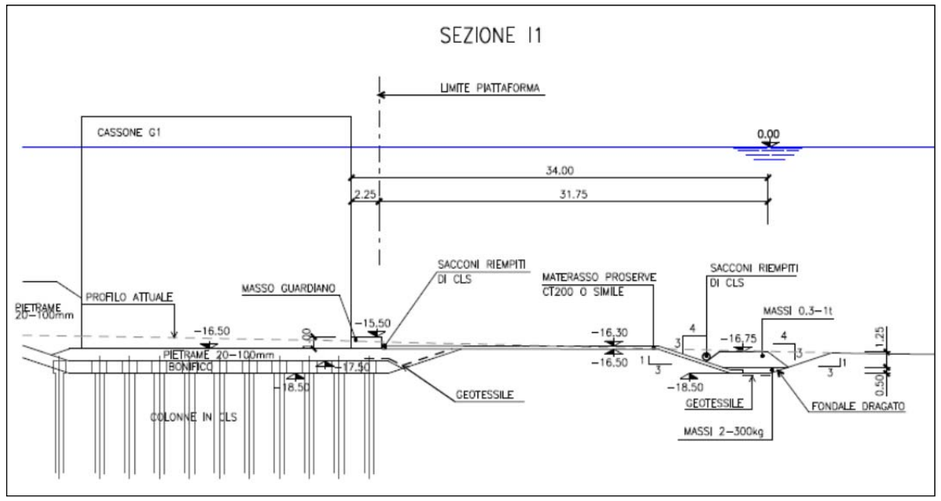


FIG. 6.32 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE - SEZIONE TIPO

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.

Banchina Petroli

La protezione del fondale lungo tutta la banchina petroli prevede un'unica tipologia costruttiva (vedi FIG. 6.33): 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 20-100 mm).
La larghezza totale della protezione è di circa 24 m, superiore a metà della larghezza della nave di progetto, come raccomandato dal PIANC.

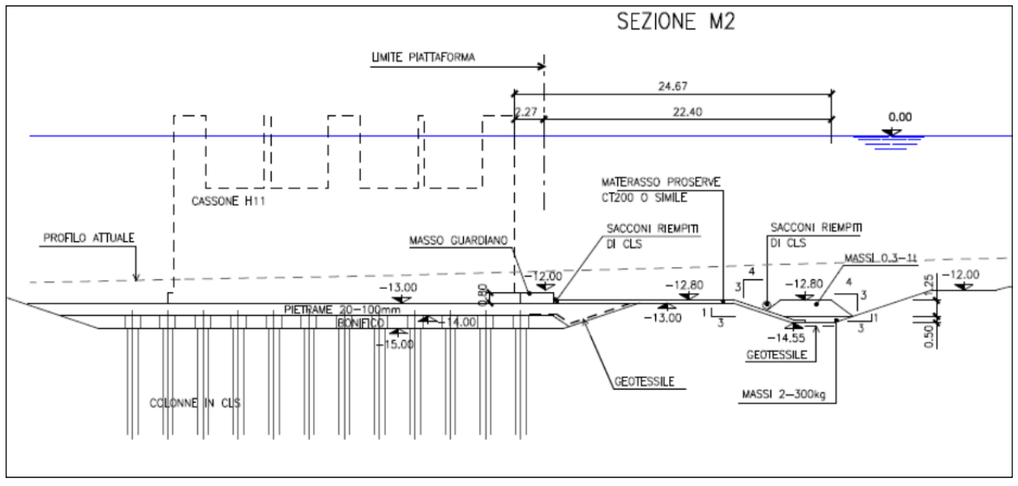


FIG. 6.33 - PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA PETROLI - SEZIONE TIPO

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 corrrispondenza 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.

6.3.2. Protezione dei fondali dei varchi tra i cassoni sotto l'impalcato

Nella zona a giorno della piattaforma sono state previste due tipologie di protezione del fondale:

- una protezione in materassi riempiti di calcestruzzo in corrispondenza dei varchi tra le file più esterne di cassoni, sia lungo il lato della banchina container che lungo il lato della banchina petroli. I varchi più esterni sono infatti maggiormente sollecitati dalle azioni idrodinamiche indotte dalle eliche delle navi e dal moto ondoso.
- una protezione in scogli di pezzatura 2-300 kg (almeno 1 m di spessore) laddove il materiale che costituisce il fondale dei varchi tra i cassoni è costituito da pietrame 20-100 mm. Infatti una parte degli scanni d'imbasamento dei cassoni e dei varchi sono costituiti da scogli 2-300 kg e la restante parte da pietrame 20-100 mm che non è stabile principalmente per effetto dell'azione delle onde che si propagano tra i varchi dei cassoni.

Nella planimetria di FIG. 6.34 è presentata la protezione dei fondali sotto la piattaforma con riferimento alle diverse tipologie adottate.

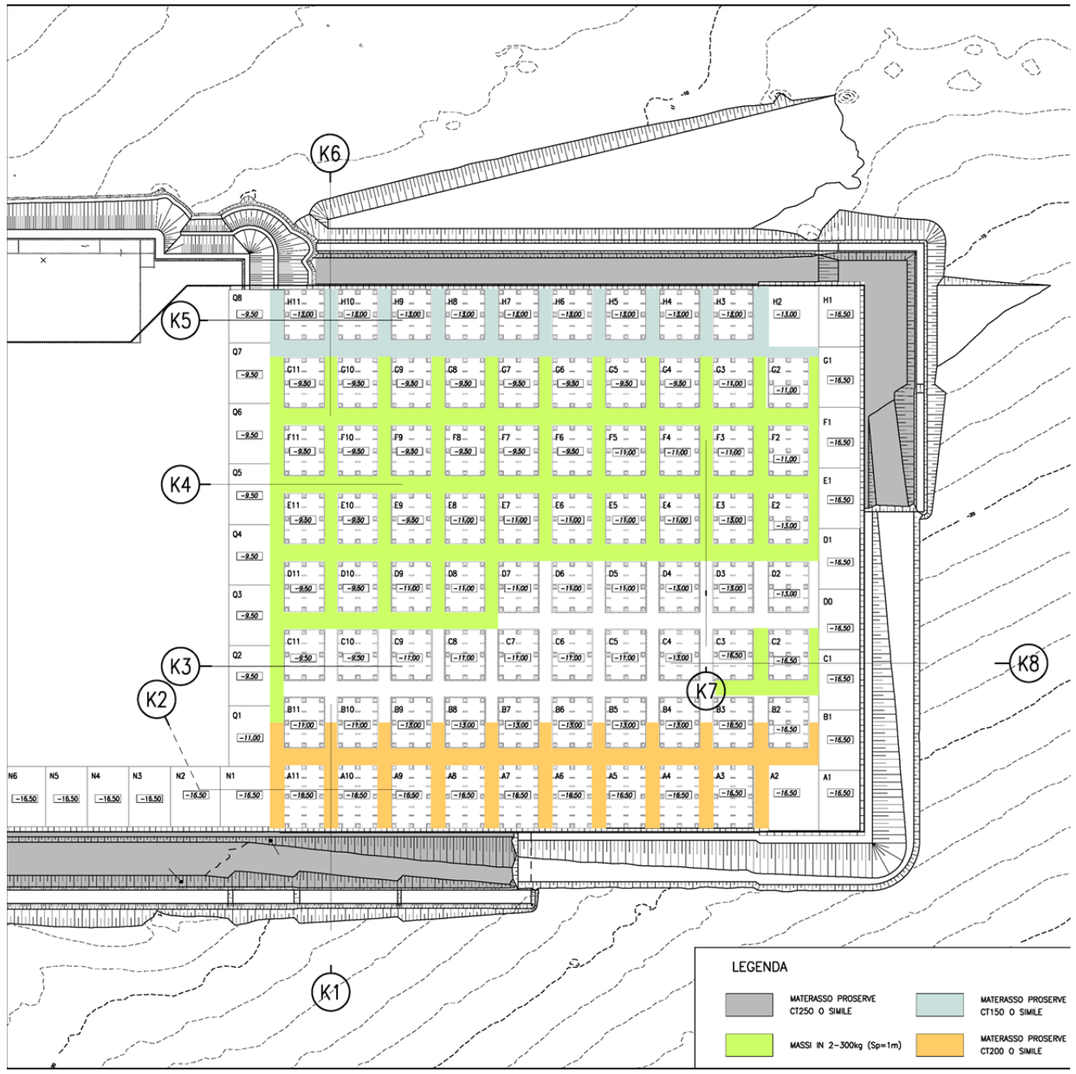


FIG. 6.34 - PLANIMETRIA DELLA PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA

Per la protezione sotto la piattaforma in corrispondenza del lato della banchina container si prevede di adottare un materasso in calcestruzzo di spessore medio 200 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o similare, dotato di fori per lo sfogo delle sottopressioni dovute ad eventuali moti di filtrazione attraverso il materiale granulare su cui sono posati i materassi. I fori, sono disposti su tre file parallele ai lati dei cassoni.

Per la protezione sotto la piattaforma in corrispondenza del lato della banchina petroli si prevede invece di adottare un materasso in calcestruzzo di spessore medio 150 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o similare, anche questo dotato di fori per lo sfogo delle sottopressioni dovute ad eventuali moti di filtrazione attraverso il materiale granulare su cui sono posati i materassi. I fori, sono disposti su tre file parallele ai lati dei cassoni, con interasse longitudinale di 3 m.

Entrambe le tipologie di materassi descritte sono ancorate nella zona più interna alla piattaforma con una berma in doppio strato di massi naturali aventi pezzatura 300-1000 kg.

Lungo il lembo lato banchina, 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 per la banchina petroli e tipo 2: B x H x h = 3.0 x 2.5 x 1.0 m) posto lungo in varchi tra i cassoni, da un saccone in cls (sezione di dimensione 0.75x0.50 m^2 per il materasso lato petroli e sezione di dimensione 1.0x0.60 m^2 per il materasso lato container).

Nelle Fig. 6.35 e Fig. 6.36 e sono riportate due sezioni rappresentative della protezione del fondale al di sotto della piattaforma relativamente alle file più esterne dei varchi tra i cassoni, rispettivamente per il lato della banchina container e per il lato della banchina petroli.

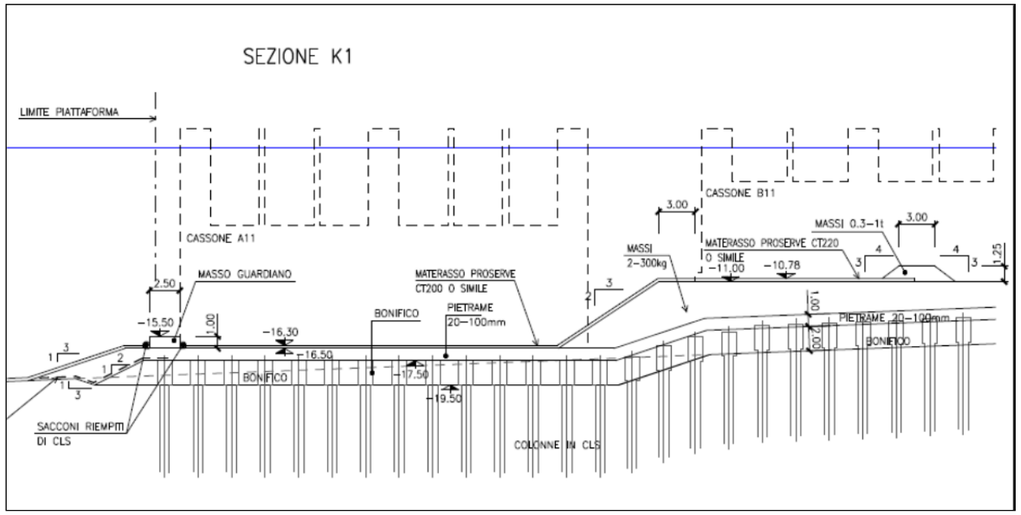


FIG. 6.35 - PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA VICINO ALLA BANCHINA CONTAINER - SEZIONE TIPO

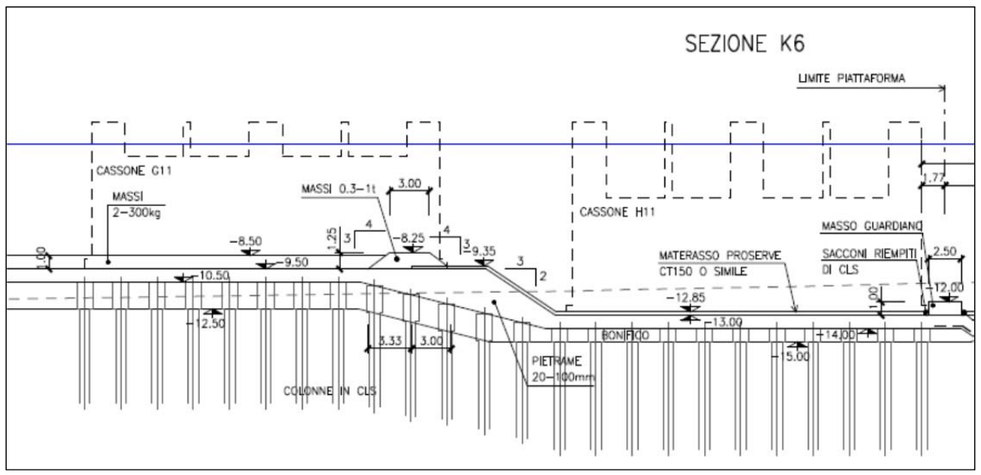


FIG. 6.36 - PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA VICINO ALLA BANCHINA PETROLI - SEZIONE TIPO

Riguardo ai fondali della piattaforma costituiti da pietrame 20-100 mm, che costituisce anche l'imbasamento dei cassoni, è prevista una protezione in scogli 2-300 kg di spessore pari ad almeno 1 m (si veda l'area verde indicata in Fig. 6.34).

In Fig. 6.37 è riportata una sezione rappresentativa di questa situazione in un'area in prossimità dei cassoni reggispinta del terrapieno.

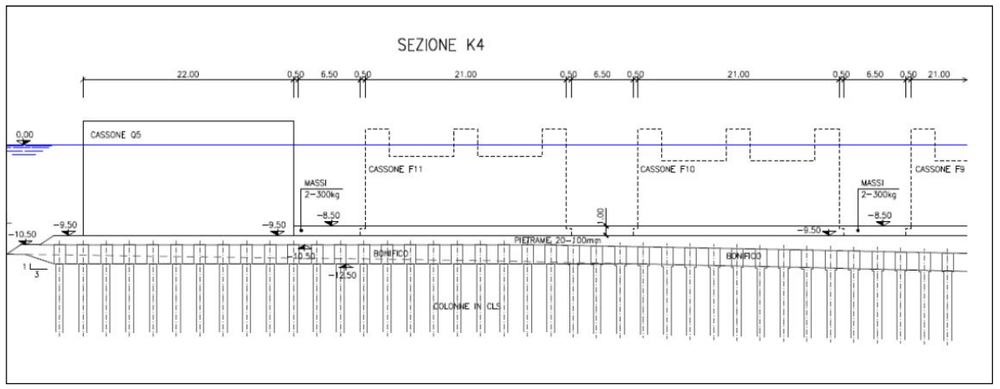


FIG. 6.37 - PROTEZIONE SOTTO LA PIATTAFORMA DOVE I FONDALI SONO COSTITUITI DA PIETRAME 20-100 MM- SEZIONE TIPO

6.4. L'area in rilevato adiacente al radicamento a terra

L'area adiacente alla zona del radicamento a terra, estesa per 12,00 ha, è costituita da un riempimento in terra, conterminato e sostenuto da cassoni cellulari in cemento armato o da rilevati rivestiti in pietra.

Dal punto di vista geometrico, come evidenziato nella Fig. 6.38, 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. 6.37, 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 pari a +2,26 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;
– in corrispondenza al primo tratto della banchina contenitori, lungo la quale è previsto un fondale di 15,0 m, la conterminazione è costituita da una serie di 17ì8 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato; i primo 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 14 (N_{16} ed N_3) hanno dimensioni in pianta di 32,0 m per 22 m ed altezza 19,0 m; gli ultimi 2 (N_1 ed N_2) hanno dimensioni in pianta di 32,0 m per 26,45 m ed altezza 19,0 m (Fig. 6.40); 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 stata scelta in funzione di criteri geometrici e costruttivi, legati alla possibilità di prefabbricazione dei cassoni;

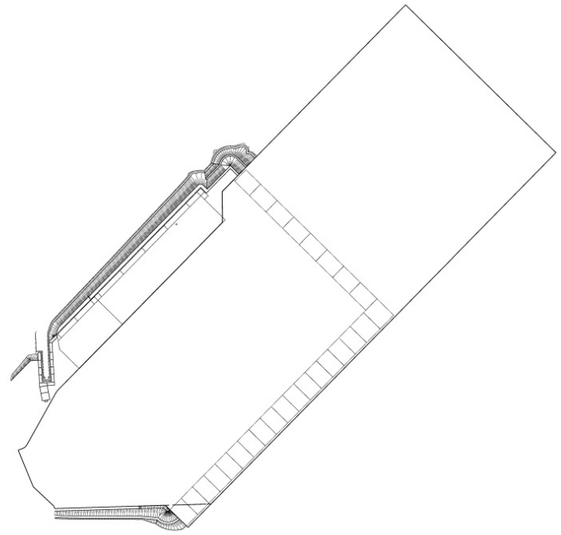


FIG. 6.38 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - STRUTTURE DI CONTERMINAZIONE DELL'AREA A TERRA

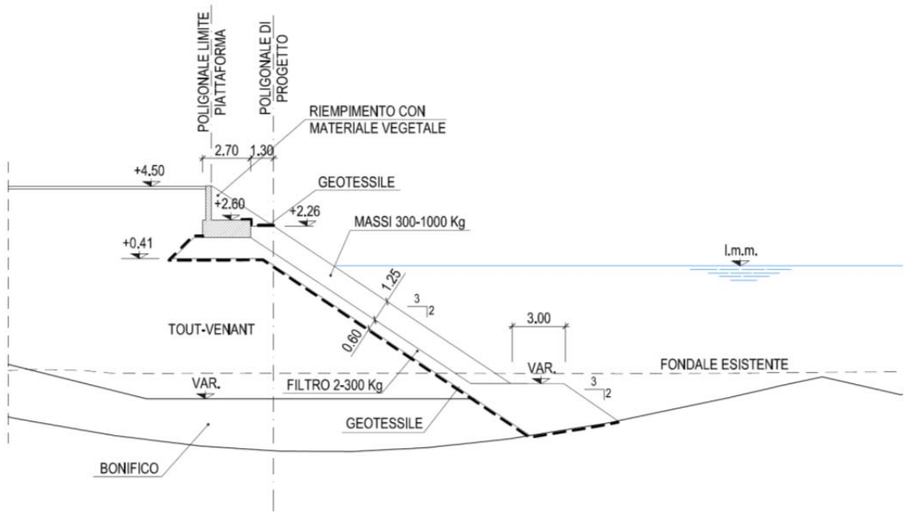


FIG. 6.39 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RILEVATO DI CONTERMINAZIONE DELL'AREA A TERRA SUL LATO DELLA SPIAGGIA DI PORTO VADO

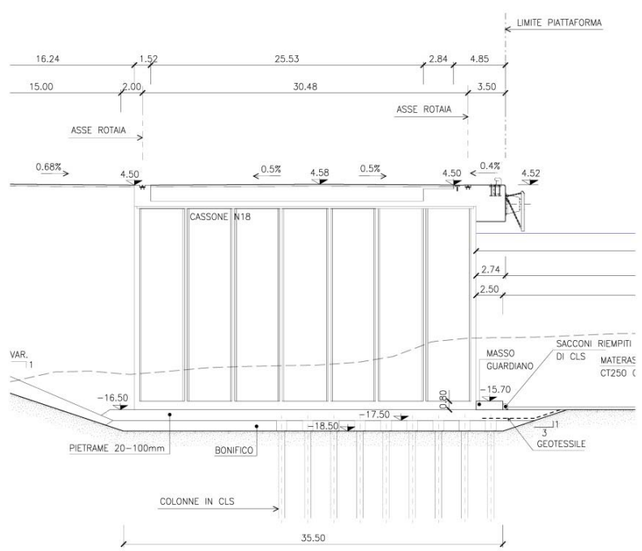


FIG. 6.40 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CASSONI REGGISPINTA IN CORRISPONDENZA ALLA BANCHINA CONTENITORI

- lungo la separazione tra la zona in rilevato e la zona a giorno, la conterminazione è ottenuta tramite una serie di 8 cassoni in conglomerato cementizio armato, di dimensioni in pianta 32,00 m per 22,00 m ed altezza variabile tra 12,00 m e 13,50 (Fig. 6.41); il criterio giudicato preferibile per la posa di questi cassoni è stato quello di evitare per quanto possibile dragaggi, dato che essi non hanno alcuna ragione funzionale e la collocazione del materiale di risulta ha implicazioni negative dal punto di vista economico ed ambientale; pertanto i cassoni sono previsti posati direttamente sul fondale esistente, previa l'interposizione di uno strato filtro di ghiaia e sabbia di spessore minimo 3,0 m e del pietrame di imbasamento 20-300 Kg, con spessore minimo di 1,0 m; le quote di imbasamento dei cassoni sono pertanto variabili in funzione della profondità del fondale esistente; il primo cassone sul lato della banchina contenitori è imbasato alla quota -11,00 m s.m.m.; i successivi alla quota -9,50 m s.m.m.; la sequenza dei cassoni che sorreggono il terrapieno è completata con un cassone, il 98, di dimensioni uguali agli altri, destinato a contenere la vasca antincendio e la relativa centrale di spinta. La dimensione minima in pianta di 22,00 m è derivata da motivazioni statiche, garantendo essa la stabilità del cassone sotto la spinta del rilevato; la dimensione trasversale di 32,00 m è stata scelta in base a considerazioni geometriche e costruttive, dipendenti della possibilità di prefabbricazione del cassone; la sequenza operativa di varo dei cassoni prevede di procedere da quelli di maggiore altezza (lato banchina contenitori) verso quelli più bassi; il primo salto di quota, dalla -16,50 m s.m.m. di posa dei cassoni di banchina alla -11,00 m s.m.m. di posa del primo cassone trasversale sarà superato posando, all'intorno del primo cassone trasversale una serie di blocchi in calcestruzzo; il secondo e terzo salto di quota, rispettivamente tra la -11,00 m s.m.m. e -9,50 m s.m.m. sarà ottenuto semplicemente con il rinfianco con pietrame del cassone più alto;
- lungo il bordo nord-occidentale il terrapieno sarà conterminato tramite un muro in cemento armato, posato su un rilevato in materiale granulare Fig. 6.42; il rilevato di base è a sua volta protetto dal materiale dragato posto nella vasca di deposito adiacente su questo lato alla piastra multifunzionale.

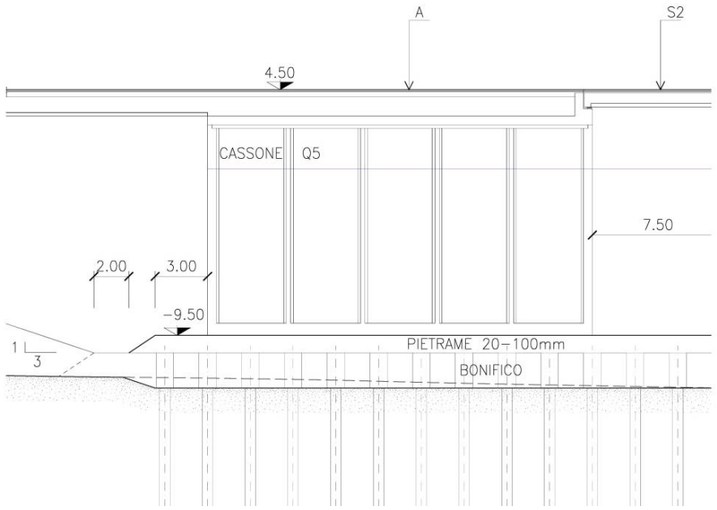


FIG. 6.41 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CASSONI REGGISPINTA LUNGO LA SEPARAZIONE TRA L'AREA IN RILEVATO E L'AREA A GIORNO

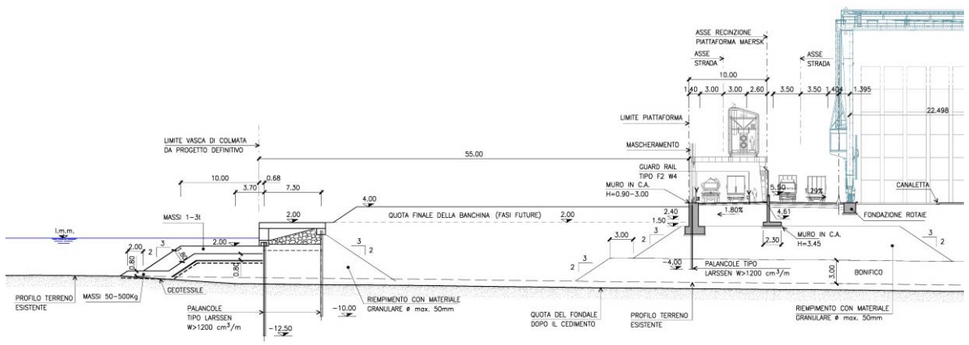


FIG. 6.42 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - RILEVATO DI CONTERMINAZIONE DELL'AREA A TERRA LUNGO IL BORDO NORD-OCCIDENTALE

La problematica connessa alla posa sia dei cassoni reggispinta che 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; sottoi cassoni inoltre è stato previsto il trattamento del terreno con inclusione in calcestruzzo realizzate con la tecnologia a CMC-Manard; in questo modo è stato possibile ricondurre i cedimenti sotto i carichi di esercizio a valori compatibili con la funzionalità dell'opera e la durabilità delle pavimentazioni; la precarica dei cassoni è prevista tramite riempimenti in materiale granulare contenuti da blocchi di calcestruzzo, billette di ferro posate sulla superficie superiore della precarica granulare; 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; lo strato granulare superiore ha una granulometria controllata che consente di realizzare attraverso di esso le colonne in calcestruzzo con tecnologia CMC, nella definizione dello spessore dello scanno si è tenuto conto dei cedimenti di costruzione dei cassoni.

Le analisi di stabilità hanno mostrato la necessità di procedere alla stesa bel bonifico, del materiale granulare funzionale alla realizzazione delle colonne, 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 reggispinta 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, che segue l'esecuzione delle colonne in calcestruzzo:

- Affondamento del cassone;
- Zavorramento del cassone;
- Posa dei cassoni adiacenti;
- Rinfianco dei cassoni;
- Eventuale precarica del rilevato;
- Rimozione precarica rilevato;
- Precarica cassone;
- Rimozione precarica cassone;
- Precarica dei cassoni adiacenti;
- Esercizio.

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.

La precarica del rilevato è prevista prima di precaricare il cassone reggispinta in modo da non penalizzare la superficie di preconsolidazione che si ottiene per il cassone.

Va fatto notare che eventuali cedimenti indotti sui cassoni a giorno già posati a seguito della precarica delle aree adiacenti possono ancora essere tranquillamente azzerati e quindi recuperati in quanto la sovrastruttura dell'impalcato non è ancora realizzata e quindi le quote esatte di progetto possono essere raggiunte agendo sull'altezza delle colonne in cemento armato che si fondano sui cassoni della zona a giorno

Posando i cassoni a giorno dopo aver precaricato i reggispinta si otterrà il risultato che anche il cedimento di posa e zavorramento dei cassoni finirà in ricompressione riducendo di conseguenza i cedimenti anche in fase di costruzione oltre che poi in esercizio.

Il cedimento dei cassoni durante la fase di esercizio, a seguito dell'operazione di precarica, varia in funzione della stratigrafia. In particolare sono state considerate 7 aree omogenee per le quali il cedimento assoluto varia tra 2 e 2.5 cm, mentre quello differenziale 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 a spessore costante 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.

I cedimenti di costruzione previsti sono dell'ordine di circa 50 cm 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.

Per quanto riguarda la precarica si è dimostrato che, procedendo alla sua realizzazione per aree limitate dell'ordine di grandezza di 500-1000 m^2, la sua efficienza è pari al 50% rispetto all'ipotesi di applicare la precarica sull'intera superficie del rilevato; quindi la riduzione dei cedimenti totali e differenziali è parziale. Questo lascerebbe aperta la possibilità di valutare o meno se l'onere della precarica sia dal punto di vista costi/benefici inferiore a quello di manutenzione della pavimentazione. In progetto si è comunque fatta la scelta di effettuare la precarica, lasciandone comunque la conferma ed il dimensionamento finale dell'entità alla luce dei risultati dei campi prova, previsti prima del progetto esecutivo.

6.5. 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. 6.43) 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. 6.44) 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. 6.45 e Fig. 6.46), 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. 6.47) 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.

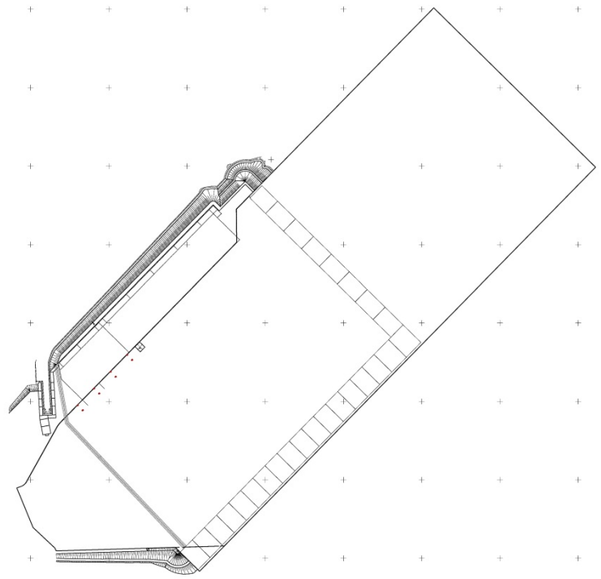


FIG. 6.43 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - VISTA IN PIANTA

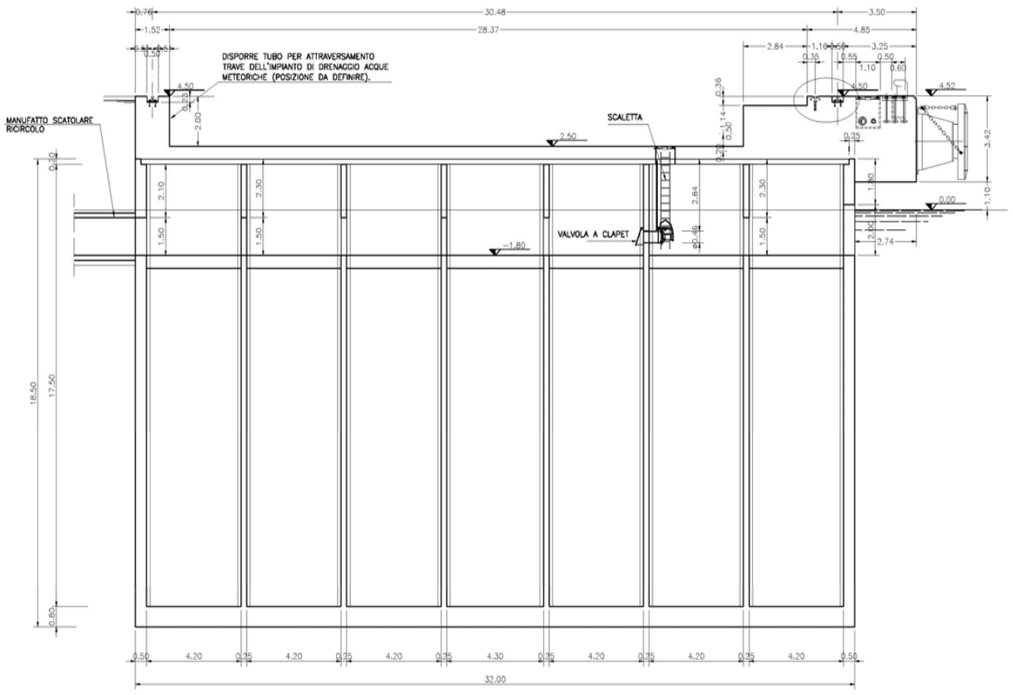


FIG. 6.44 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURE DI IMBOCCO

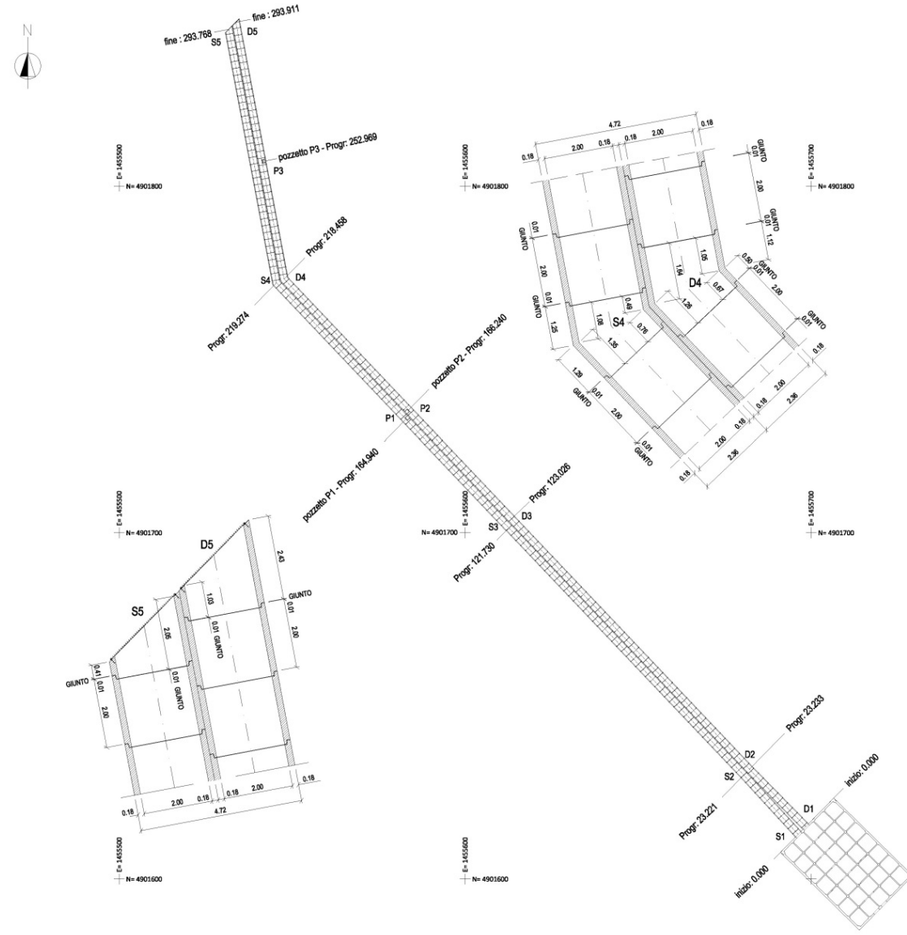


FIG. 6.45 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURA SCATOLARE

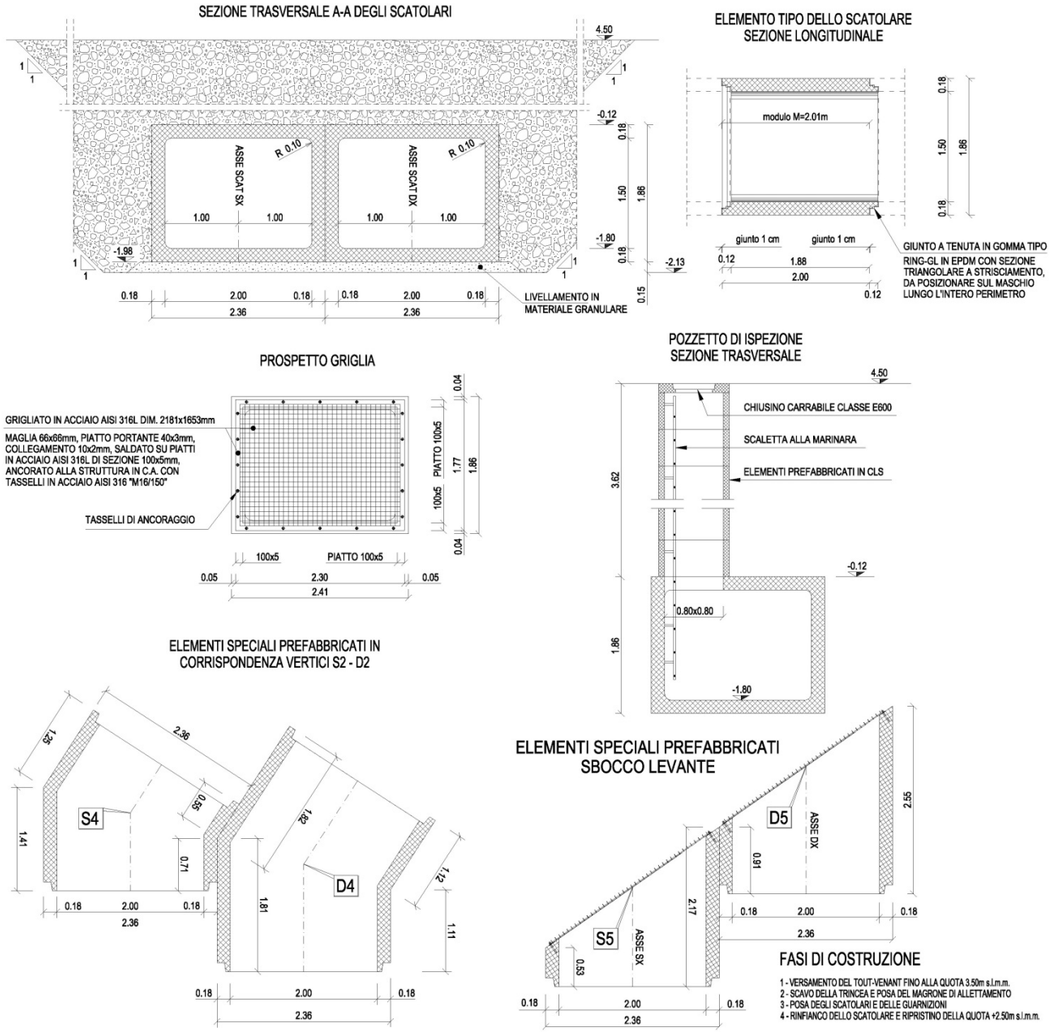


FIG. 6.46 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURA SCATOLARE

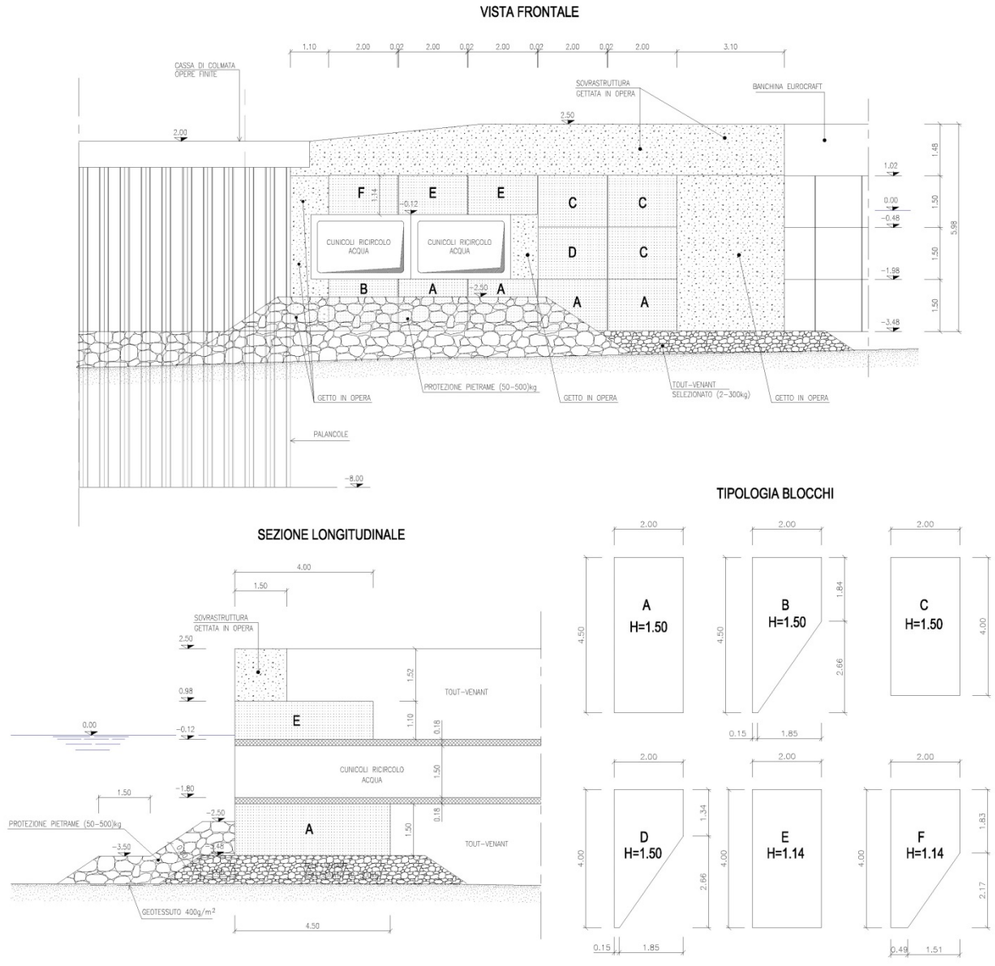


FIG. 6.47 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SISTEMA DI RICIRCOLO DELL'ACQUA TRA IL BACINO ANTISTANTE LA SPIAGGIA DI PORTO VADO ED IL PORTO TURISTICO - STRUTTURE DI SBOCCO

6.6. L'area a giorno sul lato mare

Secondo quanto previsto nel Piano Regolare Portuale la piattaforma sarà composta da una parte a mare di dimensioni circa 316 m x 290 m, e da una radice a terra.
La piattaforma consente di realizzare tre banchine, della seguente estensione:
a) Banchina Containers: 690 m circa
b) Banchina Rinfuse: 290 m circa
c) Banchina Petroli: 360 m circa

L'area "containers" è composta da una zona per lo stoccaggio dei containers di larghezza 180 m e da una fascia operativa lato banchina di 60 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 26,02 m

La banchina rinfuse ha una larghezza di 30,00 m circa.
La banchina petroli ha una larghezza di 21,00 m circa.

L'area con cassoni a giorno interessa principalmente la banchina container e quella petroli, mentre la banchina rinfuse insiste completamente su cassoni cellulari pieni di testata, che hanno sostituito i precedenti per garantire la stabilità a seguito dell'incremento delle azioni del moto ondoso dovuto alle osservazioni mosse dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, il quale ha ha chiesto di considerare un tempo di ritorno di 250 anni per le onde incidenti, anziché di 100 anni come previsto nel progetto definitivo approvato.

Quindi a seguito dello studio idraulico la quota della piattaforma è stata impostata alla +4,50 m s.l.m.; questa quota consente di impostare le travi principali dell'impalcato ad una quota sufficiente +1,67 m s.l.m., ad assicurarne la durabilità, essendo esse interessate solo saltuariamente dal contatto con l'acqua del mare ed essendo completamente solidali con le fondazioni costituite dai cassoni a giorno.
La modularità della struttura ha consentito di studiare solamente alcune parti dell'area giorno che successivamente andranno ripetute durante la fase di realizzazione.

In particolare, nel calcolo strutturale, si è fatto riferimento alle Macro A3+A4, C e D, la cui locazione è riportata nella figura sottostante.

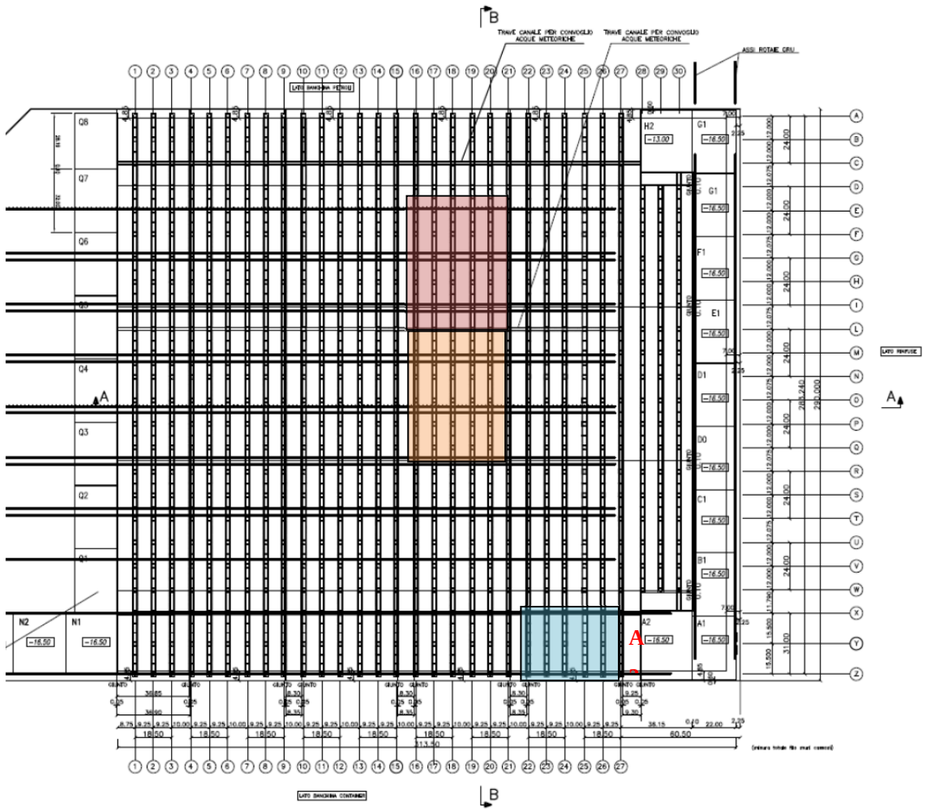


FIG. 6.48 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SUDDIVISIONE IN "MACRO" DELL'IMPALCATO A GIORNO E LORO TIPOLOGIA

Tali "macro" sono state studiate sia a livello cinematico che statico, variando parametricamente in prima battuta la consistenza del terreno e valutando l'influenza delle costanti elastiche del suolo sul comportamento della struttura. L'unico vincolo progettuale è stato dettato dalla posizione delle rotaie delle gru impilatrici (RMG), responsabili del tracciamento dei giunti costruttivi.

A tal proposito si è deciso di posizionare i giunti longitudinali in modo che le due rotaie di una stessa gru a ponte appartenessero sempre al medesimo campo di impalcato; quanto ai giunti trasversali si è deciso di posizionarli con passo dipendente dai moduli delle macro, con l'accorgimento tecnico di utilizzare dei "manicotti" ortogonali al giunto a collegamento di due campi di impalcato adiacenti. Tali manicotti, opportunamente dimensionati per sezione e passo, dovranno garantire la continuità degli spostamenti trasversali tra i due campi di impalcato separati dal giunto, a garanzia della rettilinearità delle rotaie.

La posizione degli stessi giunti, legata alla soluzione costruttiva (cassoni prefabbricati + travi a "U" gettate in opera), ha consentito di definire dei "macromoduli" ottenuti con la solidarizzazione, tramite il getto dell'impalcato, di quattro cassoni a giorno di fondazione.

Tale soluzione permette la realizzazione di giunti con maglia di dimensione massima 49.5 m x 77.51 m.

Nelle direzione longitudinale le "macro" di impalcato sono collegate tra loro mediante impalcati di transizione, compresi all'interno di due giunti trasversali, di luce pari a circa 8.3 m; questi impalcati hanno la funzione di collegare due zone tra loro indipendenti che possono avere pertanto cedimenti differenti e quindi di mediare il cedimento differenziale su una lunghezza senza creare salti netti.
La disposizione dei giunti è rappresentata nella figura di seguito riportata.

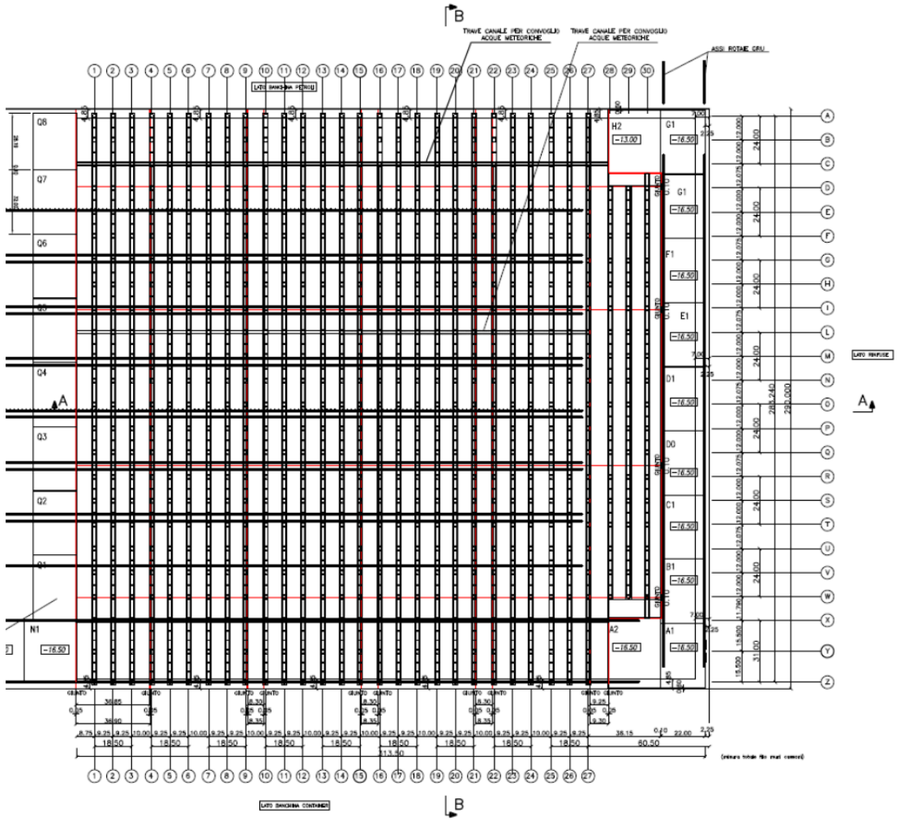


FIG. 6.49 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - DISPOSIZIONE DEI GIUNTI LONGITUDINALI E TRASVERSALI SULL'IMPALCATO STRUTTURALE

Nell'ambito di alcune porzioni di impalcato sono presenti, in prossimità degli avambecchi tra una macro ed un'altra, cerniere Leonhardt destinate a ridurre il numero delle iperstatiche ma contemporaneamente a dare continuità negli spostamenti orizzontali laddove, in presenza di campi di transizione fra due cassoni di cedimenti dei cassoni. Lungo le cerniere Leonhardt si hanno evidentemente anche dei giunti di contrazione.

L'impalcato, in tutta la zona della piattaforma a giorno, è previsto con una soletta, gettata in opera su predalles tralicciate, autoportanti per il peso della soletta, e con-

tenenti l'armatura necessaria a sopportare i carichi d'esercizio. Lo spessore della soletta è di 80 cm (20 cm di predalle + 60 cm di getto in opera), con armatura variabile in funzione delle caratteristiche statiche ad essa richieste nelle varie zone della piattaforma.

Le dalles, e di conseguenza la soletta, sono posate a loro volta su travi a "U" in c.a. disposte parallelamente al lato maggiore dei cassoni di fondazione e vincolate ai pilastri in c.a. spiccati dagli stessi. Le travi a "U", di dimensioni 2.5 x 1.85 x 0.5 m di spessore, verranno gettate in opera sfruttando un cassero in c.a. prefabbricato inglobato nel getto finale. Tali travi, che hanno direzione unica nel senso trasversale della piattaforma, risultano solidarizzate con i pilastri dei cassoni a giorno di fondazione, di dimensione quadrata pari a 2.5 x 2.5 m. Nella seguente figura viene mostrata una sezione tipo della trave ad "U".

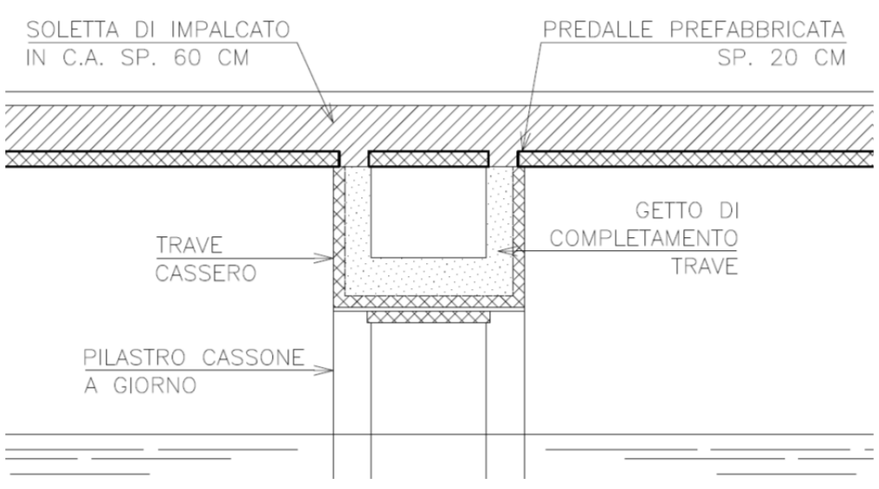


FIG. 6.50 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SEZIONE TIPOLOGICA DELLA TRAVE AD "U" DI IMPALCATO

La dimensione dei giunti di impalcato inseriti nella piattaforma è giunta attraverso l'analisi di sensibilità del terreno sotto le solette di fondazione dei cassoni, sviluppata facendo variare parametricamente le costanti elastiche del terreno.

Da queste analisi si è giunti ad un dimensionamento dei giunti trasversali pari a 5 cm e di quelli longitudinali pari a 10 cm.

L'area dell'impalcato strutturale a giorno è giuntata sia verso radice con l'area in rilevato con terminata dai cassoni reggispinta, sia verso mare con l'opera di testata a cassoni pieni della banchina rinfuse. In queste aree la soletta di impalcato trova alloggio sulla sovrastruttura dei cassoni.

Tutte le strutture in prossimità dei giunti, sia esse travi ad "U" o solette di impalcato, appoggiano su appoggi elastomerici armati.

A valle delle analisi descritte in precedenza sono state dedotte le azioni interne negli elementi strutturali costituenti l'impalcato, sulla base delle quali sono state eseguite tutte le verifiche necessarie sia nei confronti degli stati limite ultimi che di quelli di esercizio di travi e solette di impalcato.

Le verifiche nei confronti degli stati limite d'esercizio sono state eseguite con particolare attenzione nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure e di controllo delle tensioni d'esercizio del calcestruzzo e dell'acciaio.

Queste verifiche risultano fondamentali per salvaguardare la durabilità e la funzionalità della struttura nei confronti dei fenomeni di corrosione possibili in un ambiente aggressivo quale quello marino.

La zona oltre il terrapieno, la cosi detta "zona a giorno", insiste su n° 89 cassoni cellulari in cemento armato di fondazione, di cui n° 78 sono cassoni a giorno con una parte bassa piena e delle torri in elevazione, e n° 11 sono cassoni tradizionali posizionati in testata alla piattaforma formando la banchina rinfuse, come mostrato nella seguente figura.

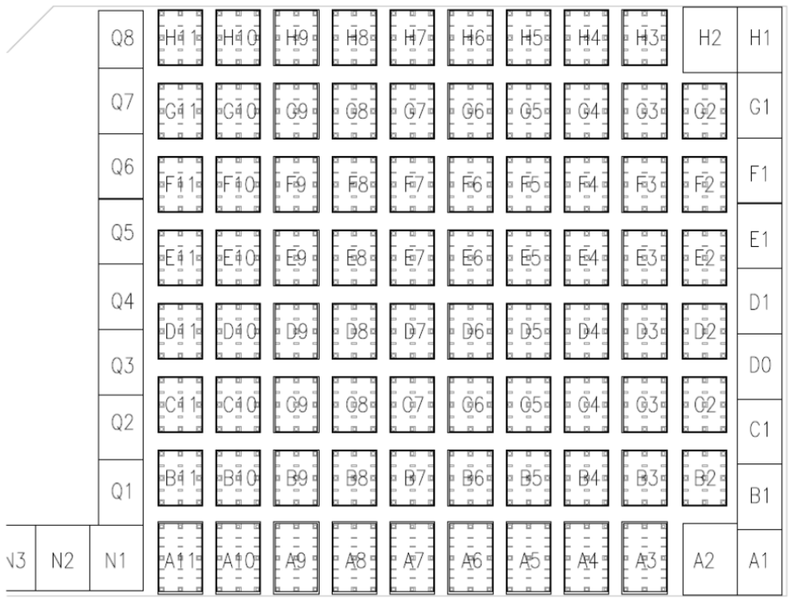


FIG. 6.51 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA CASSONI AREA A GIORNO

Tra i cassoni cosiddetti "a giorno", 69 hanno una dimensione in pianta del solettone pari a 22x27.5 m e del fusto pari a 21x26.5m.
L'altezza complessiva dei cassoni varia da 11.17m a 18.17m con la parte bassa variabile tra 7.85 m ed 10.20 m.
Le quote d'imbasamento sono variabili tra la -16,50 m s.m.m. e la -9.50 m s.m.m., e quindi i cassoni saranno dotati di pilastri di diversa altezza.
Le altezze delle parti basse (cassone pieno) sono state determinate secondo i criteri di stabilità nautica di seguito elencati:

1) Verifica durante il trasporto del cassone parte bassa (solettone di fondo + pareti + soletta di copertura) senza torri:
   - altezza metacentrica: w > 0.5m
   - franco bordo soletta superiore cassone in galleggiamento: fb >1.00 m
2) Verifica con il getto delle torri terminato, senza l'immersione delle torri (sezione di galleggiamento pari all'area del fusto)
   - altezza metacentrica: w> 0.5 m
   - franco bordo cassone basso in fase di getto torri: fb >0.5 m
3) Verifica in fase d'inizio d'affondamento, con l'eventuale ausilio di galleggianti per motivi di stabilità,
   - altezza metacentrica: w> 0.15 m
4) Verifica in fase ultimazione d'affondamento, (con cassone in fase di appoggio sul fondo), allo scopo di determinare la zavorra necessaria per l'affondamento:
   - altezza metacentrica: w> 0.1 5m

I rimanenti 9 cassoni (A3÷A11) di fondazione, nei quali i pilastri verticali sono ubicati al di sotto delle vie di corsa delle gru della banchina contenitori, hanno dimensioni in pianta del solettone paria a 22x33.5 m e del fusto pari a 21x33.5 m. La quota d'imbasamento risulta uguale a -16,50 m s.m.m..
L'altezza della parte bassa, valutata secondo i criteri di stabilità nautica precedentemente esposti, è pari a 10.10 m.

Per quanto enunciato in precedenza, a causa dei criteri meteo marini di progetto, è stato necessario sostituire i cassoni a giorno presenti in testata alla piattaforma in corrispondenza della banchina rinfuse con cassoni pieni.

Questi 11 cassoni, svolgono la funzione di sostenere l'impalcato a giorno e di protezione dal moto ondoso.

I cassoni di testata sono tutti imbasati a q.ta -16.50 m s.m.m . con un'altezza di 19 m. Le dimensioni in pianta sono 22mx32m (n°9 cassoni), 26.45mx32m (cassone H2) e 26.45mx34.59m (cassone A2).

6.7. Pavimentazioni e finiture superficiali

Il progetto esecutivo della pavimentazione ha mantenuto invariate le tipologie di pavimentazione della piattaforma individuate nell'ambito del Progetto Definitivo nella maggior parte delle aree, salvo adeguare gli spessori ove necessario.

Fanno eccezione le seguenti aree:
– area del gate
– banchina rinfuse

Le differenze tra progetto Definitivo ed esecutivo sono illustrate nel seguito, con riferimento alle aree funzionali della piattaforma.

6.8. Pavimentazione

6.8.1. Terminal Container

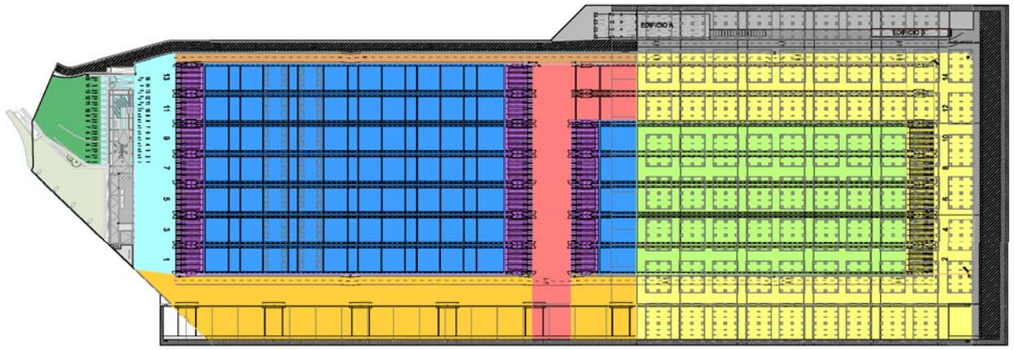
È stato mantenuto il principio di avere una pavimentazione di tipo flessibile, con caratteristiche diverse tra zona di stoccaggio dei containers, nella quale sono presenti solo carichi statici, seppure rilevanti, e quella di transito degli automezzi di trasporto dei contenitori, ove sono presenti sia effetti dinamici che, soprattutto, effetti radenti, dovuti al movimento delle ruote del mezzo in manovra, peggio se da fermo.

Il pacchetto di pavimentazione scelto nel Progetto Definitivo per la zona di transito e per quella di stoccaggio è stato sostanzialmente mantenuto in termini di tipologia di materiali, ma gli spessori degli strati sono stati ottimizzati per tenere conto dei carichi effettivamente agenti nelle varie aree, ed in alcuni casi sono state modificate anche le caratteristiche specifiche di tali materiali.

Infatti, nel Progetto Esecutivo sono state individuate aree funzionali omogenee, in base alla destinazione d'uso dell'area (accesso, stoccaggio, transito, trasferimento container etc.) e, per quelle aree soggette a passaggio e/o manovra di mezzi pesanti, della distribuzione dei flussi di traffico.

Il risultato di questa zonizzazione è mostrato nella seguente figura, nella quale, per completezza, sono state inserite anche le aree della piattaforma al di fuori del terminal container, che verranno descritte nel seguito.

I pacchetti di pavimentazione sono stati quindi differenziati, in funzione dei carichi effettivamente agenti nelle varie zone di manovra del terminal container.



LEGENDA

A	AREA DI INGRESSO	S1	AREA DI STOCCAGGIO SU RILEVATO
B1	CORSIA LATO PETROLI SU RILEVATO	S2	AREA DI STOCCAGGIO SU IMPALCATO
B2+C D+F+I	AREA DI TRANSITO SU IMPALCATO	P1	AREA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI SU RILEVATO
E+G	BANCHINA SU RILEVATO	P2	AREA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI SU IMPALCATO
H	CORRIDOIO CENTRALE	R	AREA BANCHINA PETROLI
T	AREA TRASFERIMENTO CONTAINER	L	AREA DEL GATE

FIG. 6.52 - PLANIMETRIA DELLA PAVIMENTAZIONE IN PIATTAFORMA

Nella seguente FIG. 6.53 si mostra, a titolo di esempio, una sezione della banchina del terminal container, in corrispondenza delle gru STS:

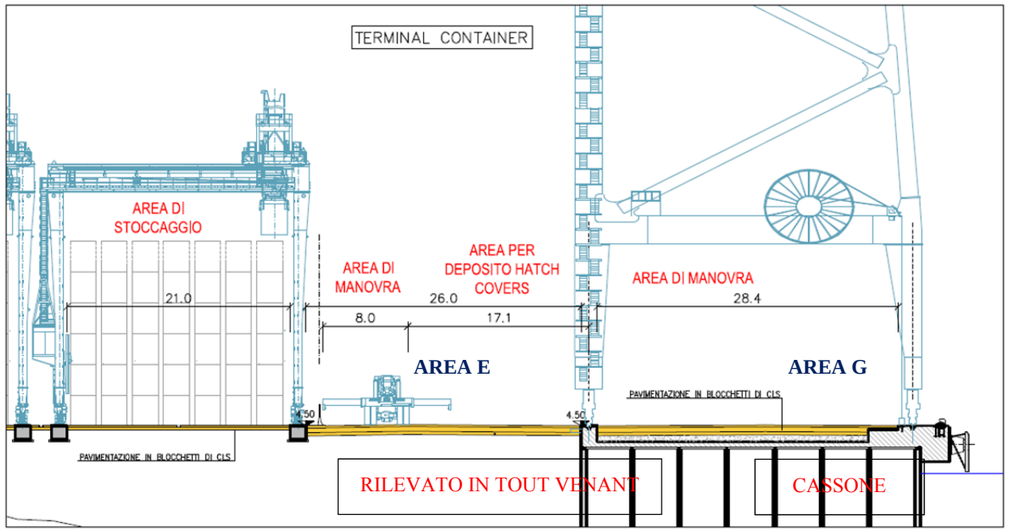


FIG. 6.53 - SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELL'AREA DI MANOVRA SOTTO LE STS

Per la parte destinata alla movimentazione dei containers, quindi al traffico di mezzi pesanti, il Progetto Definitivo prevedeva, per la parte su rilevato, un unico pacchetto costituito da:

- strato di usura in blocchetti di cls, che poggia su uno strato di allettamento in sabbia (15cm + 3cm);
- strato di base costituito da materiale granulare legato a cemento (26 cm);
- strato di fondazione costituito da materiale granulare (35 cm).

La sottofondazione è costituita dallo stesso misto granulare utilizzato per il riempimento, per brevità chiamato "tout venant".

Per la parte su impalcato, invece, era previsto un pacchetto costituito solo dallo strato di usura in blocchetti di cls alti 15 cm, e dall'allettamento in sabbia di spessore 3 cm. Questo pacchetto poggia direttamente sulla soletta strutturale in c.a.

Nel Progetto Esecutivo, nella parte su rilevato il pacchetto di pavimentazione è costituito da:

- strato di usura in blocchetti di cls alti 15 cm, che poggia su uno strato di allettamento di sabbia avente spessore di 3 cm;
- strato di base costituito da misto cementato di ottima qualità (richiesto un modulo elastico minimo di 12000 MPa), di spessore variabile a seconda della zona;
- strato di fondazione costituito da misto granulometrico selezionato, avente spessore pari a 30 cm.

Il pacchetto poggia direttamente sul tout venant che costituisce il rilevato. Questa soluzione ricalca sostanzialmente quella del Progetto Definitivo, ma prevede per lo strato di base (nella parte su rilevato) un materiale legato avente caratteristiche migliori rispetto a quelle previste nel Progetto Definitivo.

Gli spessori dei vari strati che costituiscono questa tipologia di pacchetto sono stati definiti sulla base dei cicli di carico (numero di passaggi dei mezzi previsto durante la vita utile della struttura) attesi nelle varie aree: corsie sotto le STS, corridoio centrale, corsie adiacenti l'area di stoccaggio, e sottoposti a verifiche a fatica, come illustrato nella relazione "MI010P-PE-G-Z-R-4140-C0 - Dimensionamento pavimentazioni – Relazione".

I pacchetti relativi all'area di manovra su rilevato dell'area terminal sono mostrati nelle seguenti figure.

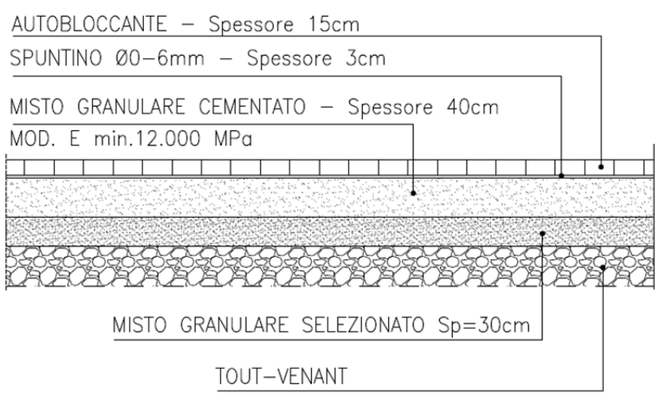


FIG. 6.54 - SEZIONE AREA DI INGRESSO (AREA A)

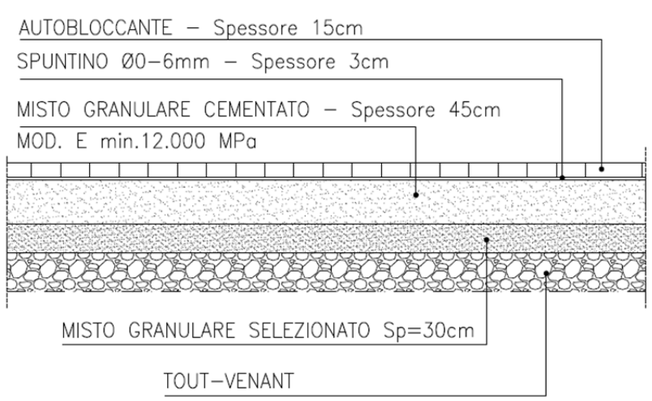


FIG. 6.55 - SEZIONE BANCHINA SU RILEVATO (AREA E+G)

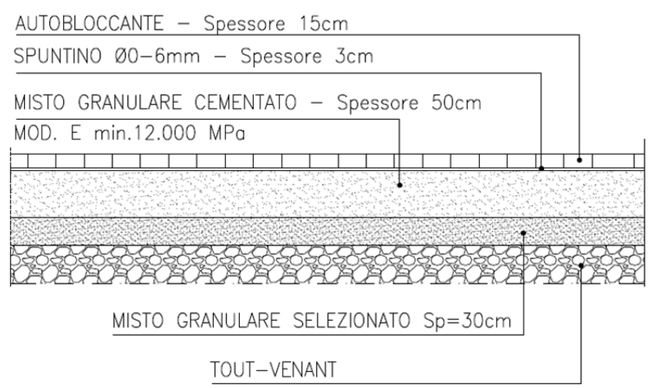


FIG. 6.56 - SEZIONE CORRIDOIO CENTRALE (AREA H)

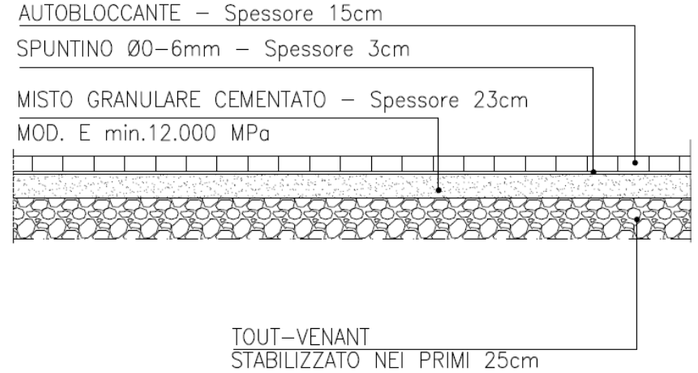


FIG. 6.57 - SEZIONE AREA TRASFERIMENTO CONTAINER (AREA T)

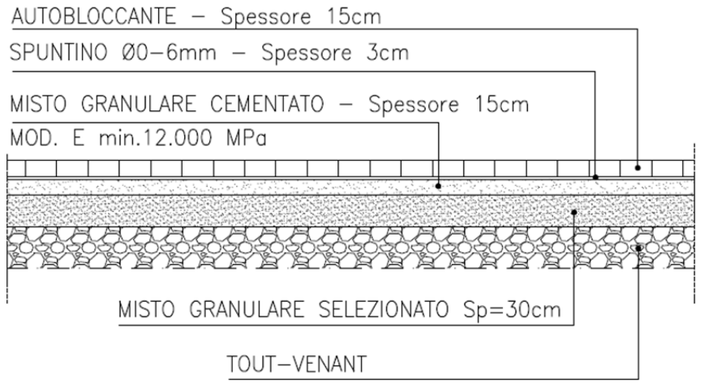


FIG. 6.58 - SEZIONE CORSIA LATO PETROLI SU RILEVATO (AREA B1)

Per ciò che riguarda la parte su impalcato, non sono state introdotte sostanziali modifiche rispetto al Progetto Definitivo; la sezione tipo è mostrata nella seguente figura:

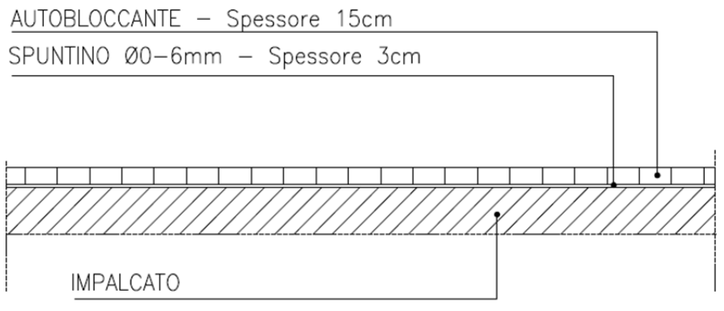


FIG. 6.59 - SEZIONE AREA DI TRANSITO SU IMPALCATO (AREA B2+C+D+F+I)

Per la parte destinata a stoccaggio dei containers, il Progetto Definitivo 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 (33 cm);
- strato di fondazione costituito da materiale granulare (35 cm).

La sottofondazione coincide con il tout venant che costituisce il rilevato.

La successione degli strati prevista nel Progetto Esecutivo è sostanzialmente la stessa del Definitivo; sono stati invece ottimizzati gli spessori degli strati, introducendo caratteristiche più performanti per lo strato resistente costituito dal misto cementato. La fondazione in materiale granulare prevista dal Progetto Definitivo è stata sostituita da uno strato di tout venant selezionato granulometricamente.
La seguente figura mostra la sezione tipo per l'area di stoccaggio, con riferimento alla parte in rilevato:

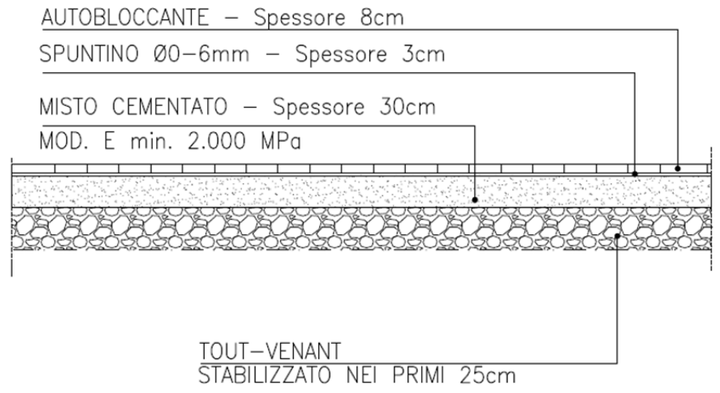


FIG. 6.60 - SEZIONE AREA DI STOCCAGGIO SU RILEVATO (AREA S1)

Per ciò che riguarda la parte su impalcato, in analogia all'area di manovra, è stato previsto un pacchetto costituito dal solo strato di usura, che poggia sulla soletta strutturale. Trai due è stato interposto uno strato di misto cementato da 7 cm di spessore, con funzione di riempimento, per ottenere lo spessore complessivo di 18 cm.

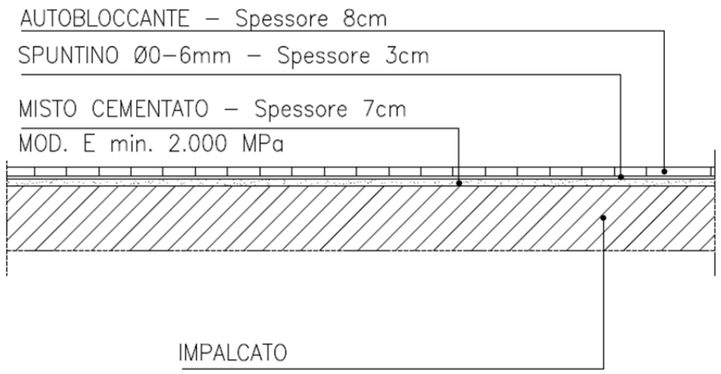


FIG. 6.61 - SEZIONE AREA DI STOCCAGGIO SU IMPALCATO (AREA S2)

6.8.2. Area del gate

Per l'area del gate nel Progetto Definitivo era stato scelto lo stesso pacchetto di pavimentazione (unico) progettato per il Terminal Container, costituito da usura in blocchetti di cls e base in misto cementato.

Nel progetto Esecutivo invece si è preferito utilizzare, per quest'area, una pavimentazione di tipo bituminoso, di caratteristiche analoghe a quella del tratto stradale che ad essa si raccorda (sovrappasso), in considerazione della 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.

Questa scelta è 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 (tipo le reach stacker) operino in quest'area.

La pavimentazione di questa zona è costituita quindi, a differenza di quella prevista nel Definitivo e già descritta in precedenza nel Terminal Container, da un pacchetto 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.

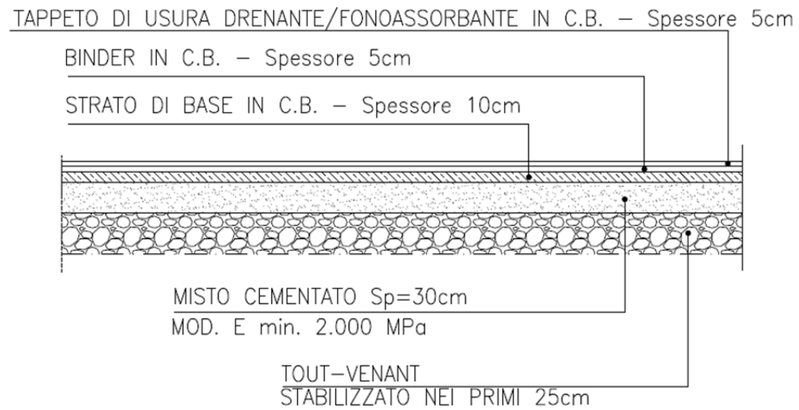


FIG. 6.62 - SEZIONE AREA DEL GATE (AREA L)

6.8.3. 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.

La seguente Fig. 6.63 mostra una sezione della banchina rinfuse.

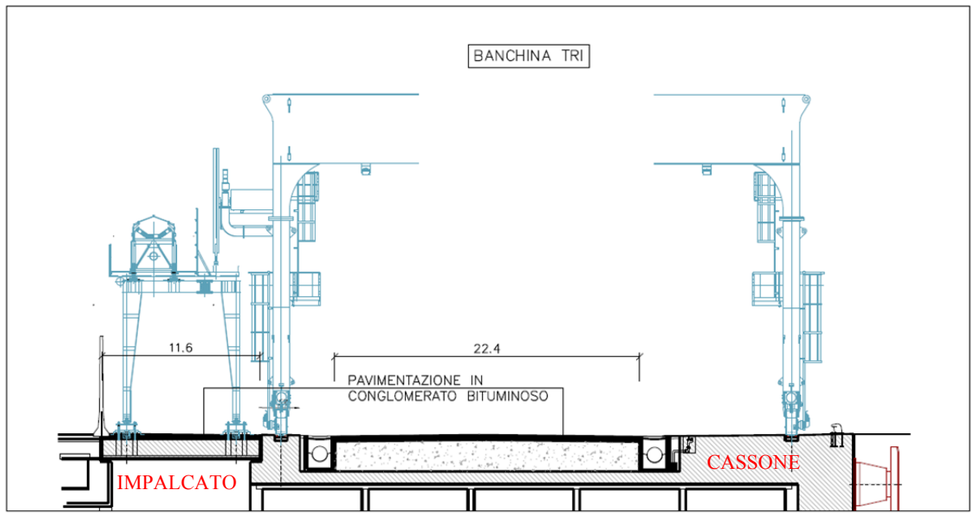


FIG. 6.63 - SEZIONE TIPO BANCHINA TRI

La pavimentazione della banchina rinfuse è stata differenziata nella zona di impalcato rispetto a quella su cassone.

Nella parte su cassone 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.

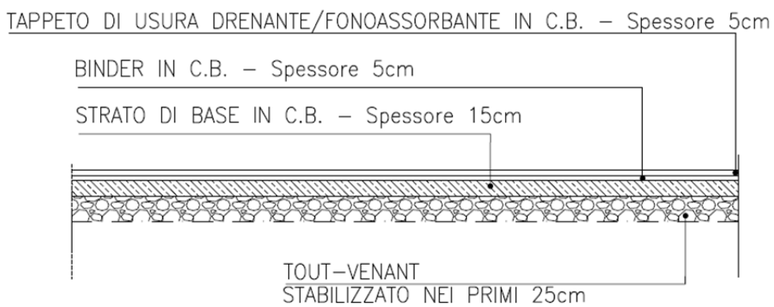


FIG. 6.64 - SEZIONE PISTA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI SU RILEVATO (AREA P1)

Nella zona di impalcato il pacchetto di pavimentazione è analogo, ma varia lo spessore della base legata in conglomerato bituminoso, che da 15 cm si riduce a 8 cm, e poggia direttamente sull'impalcato.

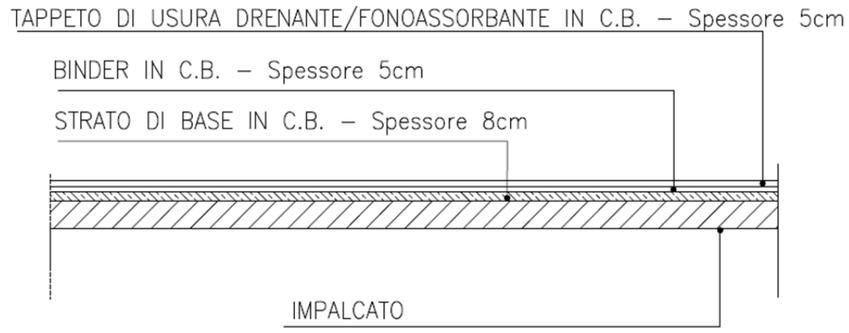


FIG. 6.65 - SEZIONE PISTA DI ACCESSO ALLE BANCHINE TRI E PETROLI E BANCHINA TRI SU IMPALCATO (AREA P2)

6.8.4. Banchina Petroli

La Banchina Petroli poggia per la sua interezza (salvo una piccola area) sull'impalcato. La seguente Fig. 6.66 mostra una sezione della banchina petroli.

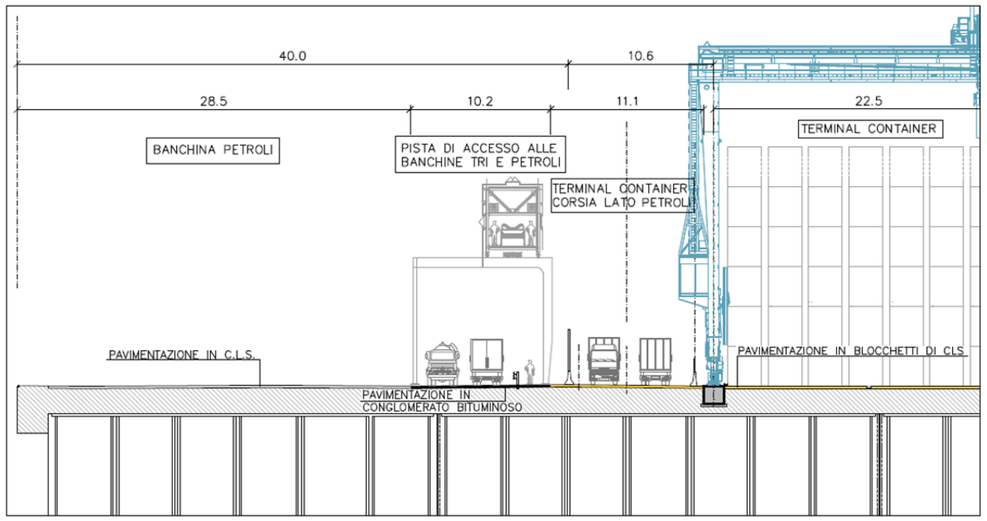


FIG. 6.66 - SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELLA BANCHINA PETROLI

Per questa banchina è stata mantenuta la tipologia prevista nel Progetto Definitivo, che prevedeva lastre in cls armato di spessore pari a 25 cm. Questa tipologia è infatti stata scelta per la sua maggiore resistenza, nell'ipotesi di eventuali sversamenti.

Nel Progetto Esecutivo la pavimentazione in calcestruzzo avrà invece spessore di 18 cm, in analogia con lo spessore dei pacchetti di pavimentazione nella restante parte della piattaforma su impalcato. Essa sarà armata con rete elettrosaldata e prevedrà appositi giunti di contrazione e di deformazione, al fine di contrastare le uniche sollecitazioni significative, che consistono nel ritiro e nelle deformazioni termiche.



FIG. 6.67 - SEZIONE BANCHINA PETROLI (AREA R)

6.9. Captazione delle acque meteoriche

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 prevederebbe 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:

$$h = at^n \text{ (mm)}$$

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. 6.68)

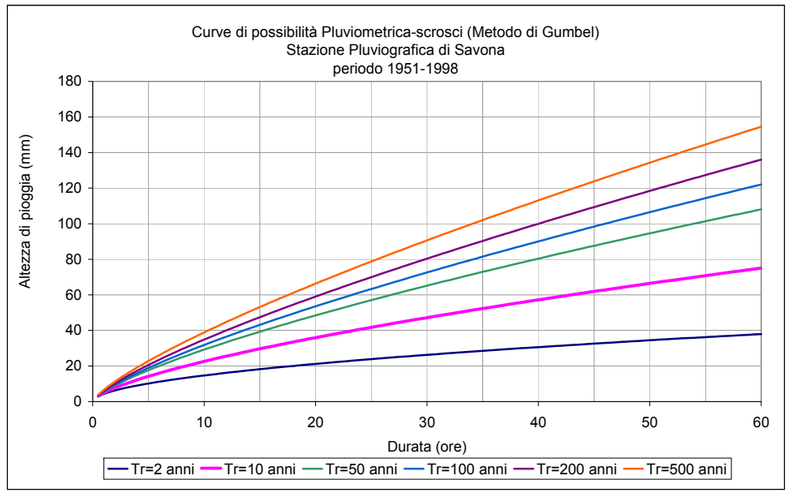


FIG. 6.68 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI- STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA

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:

$$\mathbf{h = 75{,}06\ t^{0{,}67}}$$

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. 6.1: si rileva che l'evento critico per la rete ha una durata di 45 minuti.

TAB. 6.1 - 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 dei cassoni a giorno o a celle e le fondazioni delle torri faro;
- vincoli 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;
- vincoli temporali e di cantiere derivanti dalla successione delle diverse fasi di realizzazione della piastra.

I criteri guida della Progettazione Esecutiva della rete di drenaggio, peraltro già seguiti nella fase precedente di progettazione, si possono riassumere nei punti seguenti:

- utilizzare, se e per quanto possibile, nella parte a mare le travi dell'impalcato quali collettori;
- 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 che 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.

Nel definire la configurazione della rete e le sue caratteristiche per quanto riguarda i materiali e la disposizione dei collettori principali, secondari e delle caditoie, si è fatto quindi riferimento sia alle caratteristiche dell'impalcato (se a terra o a mare) sia alle tempistiche di realizzazione delle diverse zone della piattaforma.

Per il sistema di drenaggio delle acque meteoriche si è adottato un diverso approccio progettuale per la piattaforma a mare rispetto a quella a terra:

- per l'area a mare le caratteristiche della rete di collettamento e adduzione alle vasche di trattamento hanno dovuto considerare i vincoli derivanti dalle strutture e questo ha comportato l'utilizzazione delle travi ad U , opportunamente impermeabilizzate, quali collettori e adduttrici alla vasca di trattamento;
- per l'area a terra, poiché non sussistono particolari vincoli strutturali, si sono adottate tubazioni in PEad liscio per i collettori e per l'adduttrice alle vasche di trattamento

Le caratteristiche planimetriche della rete rispecchiano le fasi costruttive e questo ha condizionato la forma e l'estensione delle aree contribuenti di ciascuna vasca. Per il trattamento ne sono state previste sei del tipo certificato con separatore a coalescenza con bypass; tre dimensionate per una portata di 650 l/s , due (di cui una al servizio dell'area gate) da 200 l/s e una da 75 l/s.

Il sistema di collettamento e scarico delle acque meteoriche è stato suddiviso, per i motivi già precedentemente esposti, in sei reti indipendenti (esclusa la zona rinfuse che non viene considerata nella presente relazione), ciascuna facente capo ad una vasca di trattamento con scarico a mare (Fig. 6.69).

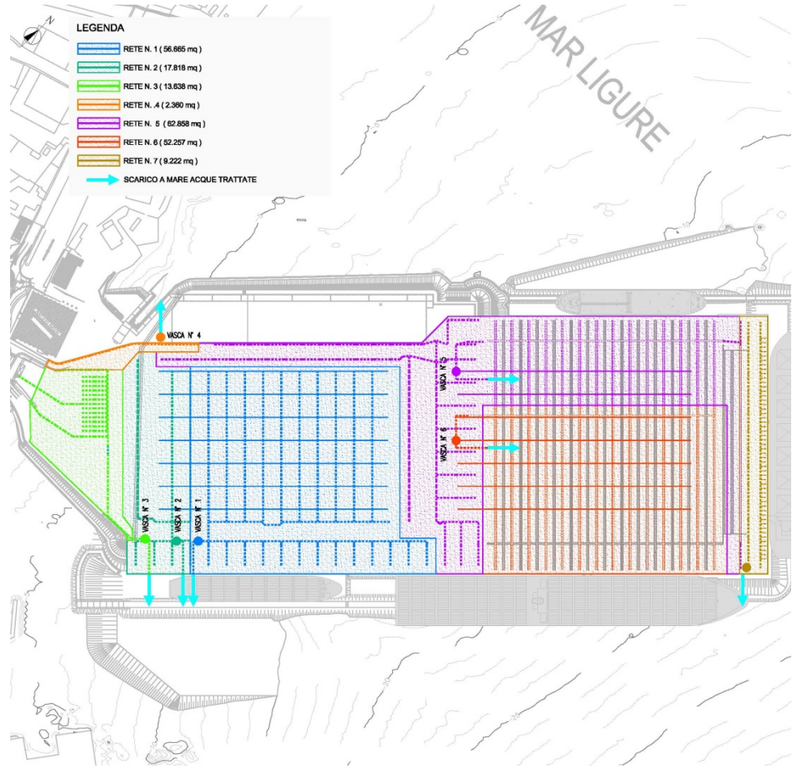


FIG. 6.69 - SCHEMA DEL SISTEMA DI COLLETTA MENTO DELLE ACQUE METEORICHE

La sintesi delle elaborazioni relative alle portate convogliate alle vasche di trattamento, è riportata in Tab. 6.2, dove è indicata anche l'area scolante afferente e la portata scaricata a mare da ciascuna di esse.

Si può osservare come le aree indicate con i numeri 1,5 e 6 presentino superfici dello stesso ordine di grandezza, mentre l'estensione delle altre, molto più ridotta e determinata o dalla funzione (area di collegamento fra viabilità ordinaria e piastra e area con le porte d'entrata) o dalla configurazione altimetrica(la n° 4). Le vasche trattano in continuo tutta la portata meteorica defluente dalla piattaforma.

TAB. 6.2 - PORTATE CONVOGLIATE A MARE DALLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

vasca (n°)	contributo spec. (l/s ha)	area scolante (m^2)	portata a mare (l/s)
1	108,5	56.665	614
2	108,5	17.818	193
3	108,5	13.638	148
4	108,5	2.360	26
5	108,5	62.858	682
6	108,5	52.257	567

In linea generale nell'area destinata allo stoccaggio dei container l'approccio progettuale è stato il medesimo sia per la parte a mare che per quella a terra della piastra: canalette di collettamento di dimensioni 30 cm x 14 cm al centro della via di corsa dei carri ponte con caditoie ogni 20,50 m per la parte a terra e con passo variabile da 18,00 m a 20,00 m per la parte a mare, in dipendenza dall'interasse delle travi.

Con lo stesso passo sono previste caditoie nel corridoio fra le vie di corsa di due carri ponte adiacenti che immettono direttamente le portate nei collettori secondari, senza canaletta data la ridotta larghezza del corridoio.

Come già illustrato, si osserva che l'area destinata allo stoccaggio dei container è suborizzontale e che quindi la portata affluita alle canalette dipende solo dal gradiente del carico idraulico (spessore del velo d'acqua) che si instaura sulla superficie.

Con lo stesso interasse delle caditoie collettori secondari a pettine avviano le portate meteoriche al collettore primario:

- Nella zona a mare sia i collettori secondari, a pettine, che quelli primari sono costituiti dalle travi a U, elementi strutturali della piastra, le cui dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per i primi e 1,30 m x 1,30 m per i secondi. Come la superficie soprastante, anche le travi non presentano alcuna pendenza longitudinale;
- Nella zona a terra i collettori secondari, a pettine, sono costituiti da tubazioni in PEad di diametro crescente in funzione della portata e convogliano le acque meteoriche nel collettore primario, sempre in PEad.

Per le aree pavimentate (strade,vie di corsa,banchine…) è stato mantenuto il criterio delle caditoie che convogliano direttamente le portate nelle travi a U o nei collettori in PEad, rispettivamente per l'area a mare e per quella a terra.

Una particolare attenzione è stata posta, relativamente al collettamento e scarico delle acque meteoriche, ai ristagni all'interno dei pozzetti previsti nell'ambito degli impianti tecnologici quali:

- elettrico e messa a terra
- antincendio
- idropotabili (per i fabbricati)
- alloggiamento del "panzerbelt"
- camere di alloggiamento delle pulegge dei "panzerbelt"
- ed altri recessi quali quelli di rotaie incassate.

Per tutte queste situazioni, ed altre analoghe anche se non menzionate, si è provveduto allo scarico a gravità nei pozzetti della rete di drenaggio delle acque meteoriche, a eccezione dei ristagni all'interno delle camere delle pulegge dei "panzerbelt" in ciascuna delle quali è stata installata una piccola pompa.

Il sistema di collettamento e di trattamento (materiali e modalità) delle acque meteoriche varia, come detto, 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;
- canaletta rettangolare con griglia per un tratto della strada di accesso alla banchina petroli (area a terra);
- caditoie che fanno affluire le portate meteoriche nei collettori nell'area container lungo la canaletta rettangolare, fra i carri ponte e ai bordi delle aree pavimentate;
- scarichi dai pozzetti degli impianti tecnologici;
- utilizzo delle travi strutturali quali vettori delle acque drenate (area a mare)
- adduttrici secondarie e primarie;
- adduttrice alla vasca di trattamento nella quale affluiscono le poetate dei collettori;
- vasche di trattamento.

I diametri utilizzati sono riportati nella Tab. 6.3 dove accanto al diametro nominale è indicato lo spessore e il diametro interno della tubazione considerata

Pozzetti sono previsti 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. 6.3 - 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

Nel Progetto definitivo approvato era già previsto il trattamento in continuo delle portate meteoriche. Si è ritenuto opportuno mantenere tale scelta progettuale per i motivi sinteticamente esposti di seguito:

- opportunità di utilizzare vasche certificate;
- sicurezza di trattare tutte le acque e non solo quelle formalmente definite di prima pioggia;
- sicurezza di garantire lo scarico anche in caso di sversamenti durante eventi piovosi;
- assenza di organi elettromeccanici e quindi maggiore economicità e facilità di gestione.

Le vasche di trattamento sono del tipo con separatore a coalescenza con bypass, prefabbricate e certificate; si è preferito utilizzare quelle in acciaio, di dimensioni, peso e ingombro minori rispetto a quelle in calcestruzzo, prevedendone una per ciascun bacino considerato.

Le vasche, prefabbricate, sono costituite da un sedimentatore e da un sistema di disoleazione con filtri a coalescenza (Fig. 6.70) realizzati in accordo il D.L. 152/06 "recante disposizioni sulla tutela della acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane" , riguardante la quantità massima ammissibile di idrocarburi allo scarico che non devono superare i 5 mg/l. Ciascun impianto è dotato di by-pass di emergenza e sicurezza. Lo scarico è a mare.

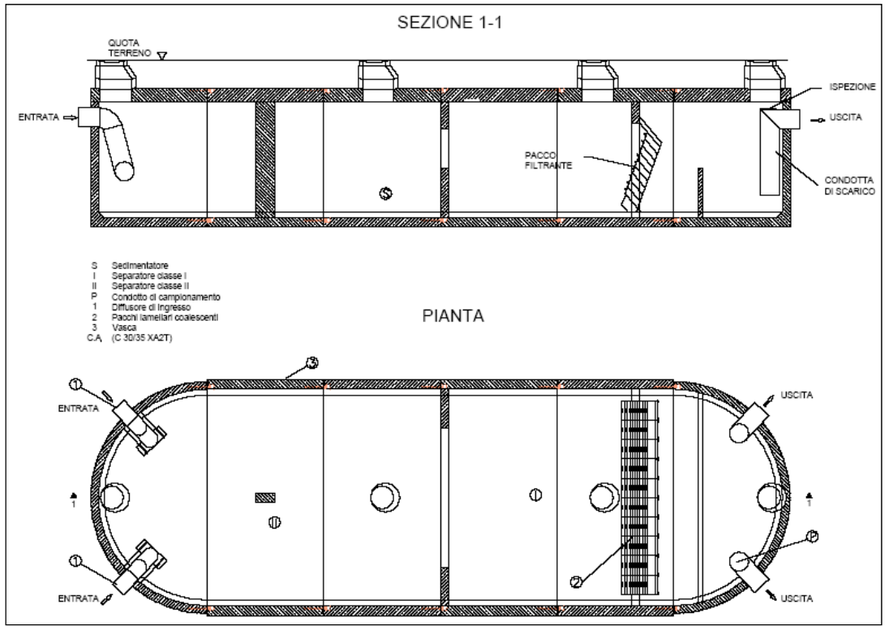


FIG. 6.70 - CAPTAZIONE ACQUE METEORICHE - VASCHE DI TRATTAMENTO

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 $^{0}/_{00}$ o 3,5$^{0}/_{00}$ (Fig. 6.69).

Considerando il contributo specifico

$$C_s = 108{,}5 \text{ l/s ha},$$

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:

$$Q = K\, R^{2/3}\, i^{1/2}\, A$$

Con K coefficiente di scabrezza assunto pari a 80 $m^{1/3}\, s^{-1}$

Nella zona a mare sono state utilizzate quali collettori le travi in c.a.p. trasversali e longitudinali della struttura nelle quali le caditoie scaricano le acque meteoriche. Le dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per le travi trasversali e 1,30 m x 1,30 m per quelle longitudinali

E' da rilevare che mentre i collettori in PEad presentano una pendenza longitudinale, nel caso delle travi, orizzontali, il deflusso è generato dal carico idraulico che si viene a creare all'interno della sezione scatolare della trave.

E' evidente che nel caso di collettori costituiti dalle travi la sufficienza idraulica è più che garantita, e anche la presenza di strettoie o feritoie nelle travi per il passaggio del flusso non hanno alcuna influenza, dato che il carico cinetico è inferiore ai 2 centimetri.

6.10. La rete di fognatura nera

Il sistema di fognatura nera prevede la raccolta delle acque reflue di tre edifici separati (Fig. 6.71), a ciascuno dei quali sono attribuiti gli abitanti equivalenti:

- Edificio A (officina-magazzino): 20
- Edificio B (ENEL-MAERSK): 45
- Edificio C (amministrativo/officina): 420.

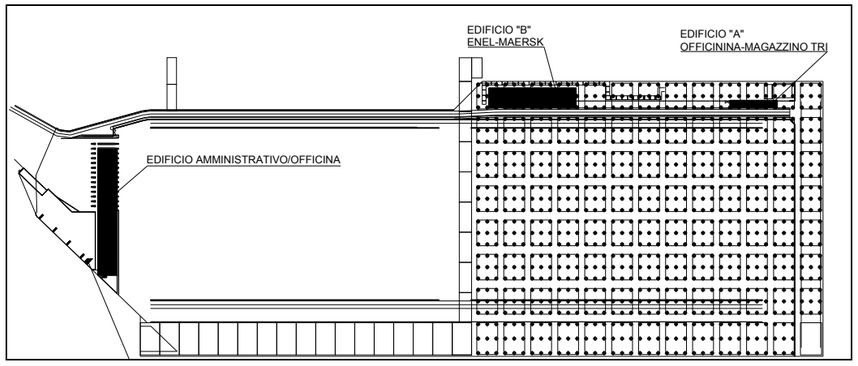


FIG. 6.71 - EDIFICI PRESENTI NELL'AREA

La rete delle acque nere è costituita da una successione di stazioni di pompaggio in serie o in parallelo che fanno confluire le portate ad una stazione di sollevamento dalla quale vengono avviate alla fognatura comunale esistente (Fig. 6.72).

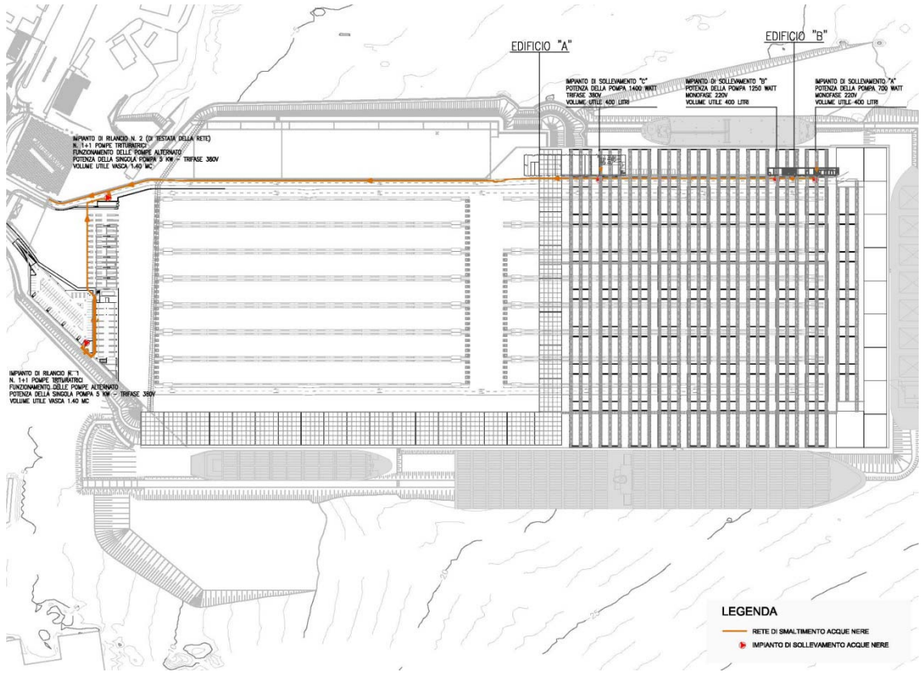


FIG. 6.72 - RETE DI FOGNATURA NERA

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;
- utilizzare stazioni prefabbricate, almeno le più piccole;
- impiegare stazioni di dimensioni ridotte tali da poter trovare sistemazione all'interno delle travi trasversali o longitudinali;
- 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.

L'esistenza di due locali adibiti a servizi nel fabbricato A, posti ad una certa distanza l'uno dall'altro ha reso opportuno prevedere due impianti compatti di sollevamento, in serie l'uno all'altro (SP1A e SP1B).

Gli impianti, prefabbricati e certificati, sono collocati all'interno delle travi trasversali ed hanno un volume utile non inferiore a 100 l.

Le pompe sono in numero di due, con una di riserva all'altra, per ciascun impianto, e la tubazione di mandata dalla SP1A alla SP1B e da questa alla SP2, nel fabbricato B è prevista Ø 50 mm in PEad.

Dal fabbricato B la SP2 rilancia le portate nere dei due fabbricati, alla SP3, posta all'estremità nord della piastra polifunzionale lungo la strada di accesso alla banchina petroli, con un . Ø 90 mm.

Alla SP3 confluiscono, con un Ø110 mm anche le portate provenienti dalla stazione SP4 a servizio della autorimessa.

Dalla SP3 un Ø110 mm recapita le portate nere alla fognatura comunale esistente.
Nella Tab. 6.4 sono riportate le caratteristiche delle diverse stazioni, dove sono indicate:

SP = numero della stazione considerata
V = volume utile della stazione (dm^3)
Q_{in}= portata in ingresso (litri)
Q_p= portata della pompa (litri al secondo)
T_c = durata del ciclo di riempimento-vuotamento (minuti)
Att.= numero di attacchi-stacchi per ora

TAB. 6.4 - CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	V	Q_{in}	Q_p	T_c	Att.
N	(dm^3)	(l/s)	(l/s)	(s)	(n/ora)
1A	100	0,30	0,80	533	6,75
1B	100	0,30	0,80	533	6,75
2	300	1,30	2,00	659	5,46
3	1.400	9,00	11,00	855	4,21
4	1.400	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. 6.5 sono riportate indicativamente le caratteristiche delle singole stazioni di sollevamento in termini di portata e potenza installata.

TAB. 6.5 - CARATTERISTICHE DELLE POMPE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	Q_p	V	P
n	(l/s)	(dm^3)	(kw)
1A	0,80	100	0,70
1B	0,80	100	1,25
2	2,00	300	1,40
3	11,00	1.400	5,00
4	11,00	1.400	5,00

6.11. Dispositivi di accosto ed ormeggio

6.11.1. 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. 6.73.

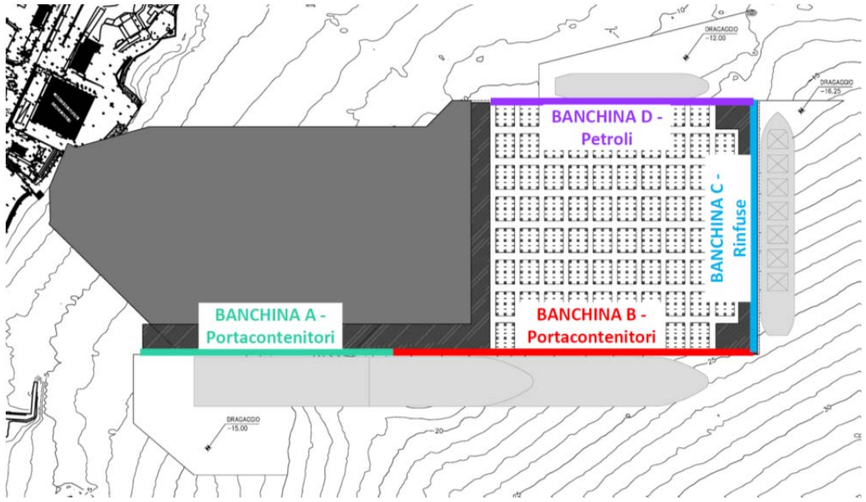


FIG. 6.73 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA PLANIMETRICO DEL NUOVO TERMINAL: ASSEGNAZIONE DELLE BANCHINE ALLE DIVERSE CATEGORIE DI TRASPORTO

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. 6.74).

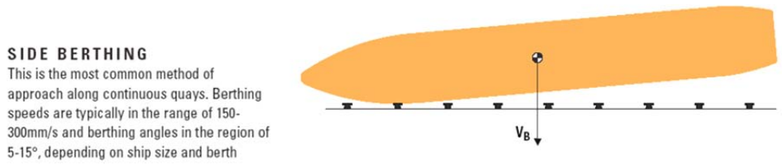


FIG. 6.74 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DI CALCOLO DELL'ENERGIA DI ACCOSTO

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. 6.75, costituito cioè da un solo fender tipo "Super CoNe" o equivalente.

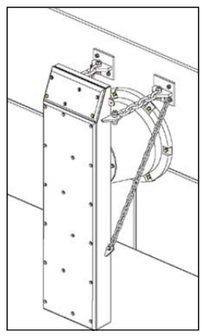




FIG. 6.75 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - SCHEMA DEL TIPO DI FENDER SELEZIONATO (FONTE: CATALOGO TRELLEBORG)

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. 6.76 - 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. 6.6 il riepilogo delle dimensioni adottate per i pannelli.

TAB. 6.6 - 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:

- l'interasse dei fenders deve possibilmente coincidere o risultare essere multiplo degli interassi delle strutture (pali) al fine di ottimizzare la distribuzione dei carichi;
- 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. 6.7 si riportano le distante 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. 6.7 - 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/var**		**23**	**19,25/var**	**9,25/var**

6.11.2. 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 raccoman-

dazioni OCIMF (*Oil Companies International Marine Forum*), presupponendo uno schema di ormeggio del tipo "alongside berth" su tutte le banchine (Fig. 6.77).

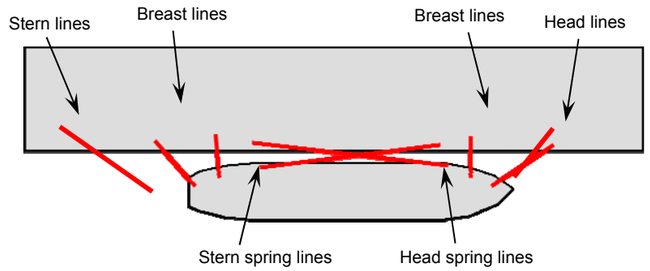


FIG. 6.77 - SCHEMA DI DISPOSIZIONE DEI CAVI IN CONDIZIONI DI ORMEGGIO TIPO "*ALONGSIDE BERTH*"

Oltre che sulla base dei criteri prettamente statici sopra menzionati, la tipologia e il layout delle bitte di progetto (si veda la Tab. 6.8) sono stati selezionati anche in funzione delle seguenti considerazioni:

- l'interasse delle bitte deve possibilmente coincidere o risultare essere multiplo degli interassi delle strutture (pali) al fine di ottimizzare la distribuzione dei carichi;
- 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. 6.8 - 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/var**	**19,25/var**	**23**	**19,25/var**

Gli interassi delle bitte proposti in Tab. 6.8 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.

6.12. Campi prova

A valle del progetto definitivo della Piastra Multifunzionale di Vado Ligure, è stata prevista la realizzazione di due campi prova.

La Piastra Multifunzionale è costituita da due diverse tipologie costruttive, Fig. 6.78. Una prima area, verso la linea di costa e quindi su fondali più bassi, è realizzata tramite un rilevato in terra, conterminato su due lati da cassoni reggispinta, sul quale viene direttamente posta la pavimentazione della piastra. Una seconda area invece, su fondali più profondi, definita "a giorno", prevede la realizzazione di fondazioni dirette, collegando l'impalcato stesso ai cassoni poggiati sul terreno.

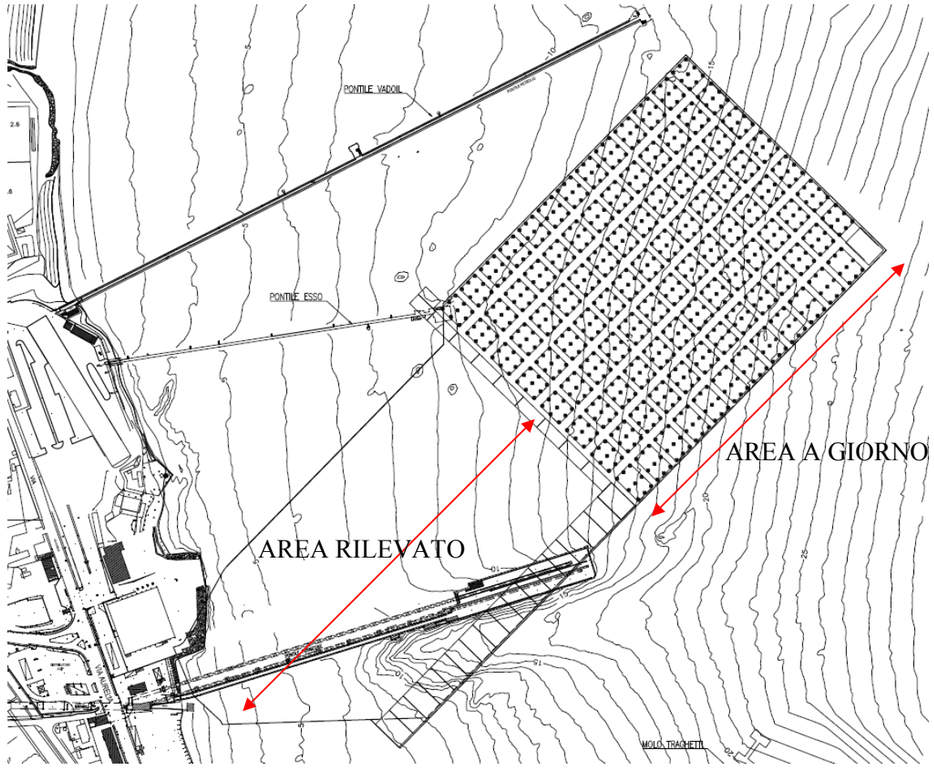


FIG. 6.78 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA GENERALE DELLA PIASTRA

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, è quindi risultata necessaria la realizzazione del consolidamento del terreno di fondazione su tutta l'area a giorno dei cassoni realizzando delle inclusioni rigide in calcestruzzo, per far sì che il carico di esercizio agisca sul terreno consolidato, contenendo così i cedimenti entro i limiti richiesti.

Il primo campo prova, definito "Campo prova area rilevato", permette 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. 6.79. 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. 6.79 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PLANIMETRIA DEI CAMPI PROVA

6.12.1. Campo prova area rilevato

Il campo prova area rilevato, vedi Fig. 6.80, 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.

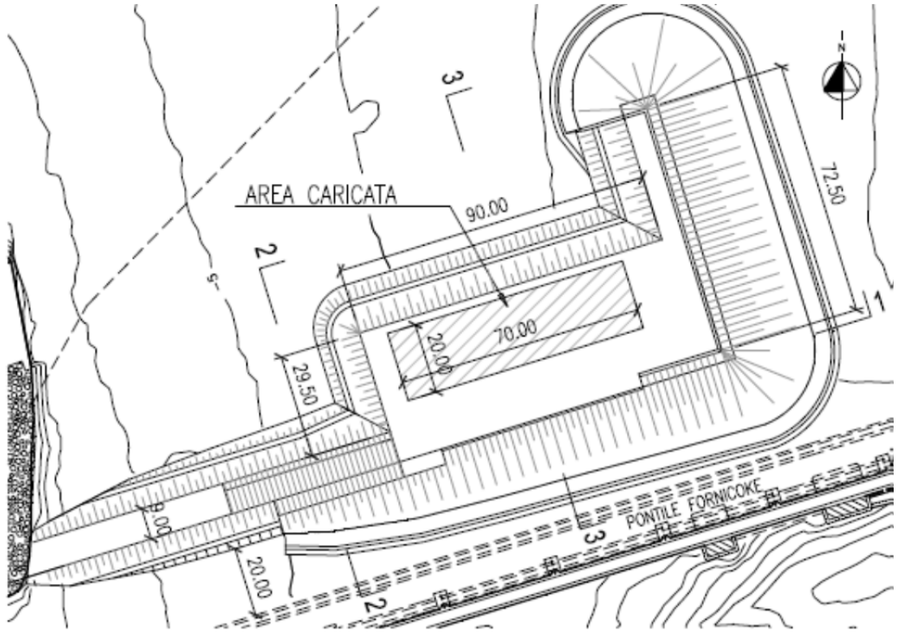


FIG. 6.80 - VADO LIGURE - NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - CAMPO PROVA AREA RILEVATO - GEOMETRIA DEL CAMPO PROVA

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.

6.12.2. 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. 6.79. 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 cam-

pioni 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.

6.13. I servizi ed impianti ubicati sulla piastra

6.13.1. 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 preliminare 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.

6.13.1.1. L'impianto antincendio ad acqua dolce

L'impianto antincendio, previsto a progetto, è costituito essenzialmente da una rete di idranti UNI 70 sottosuolo realizzata secondo quanto previsto dalla norma UNI 10779 (edizione luglio 2007) e secondo quanto discusso e concordato con il locale comando provinciale dei VVF di Savona (Fig. 6.81).

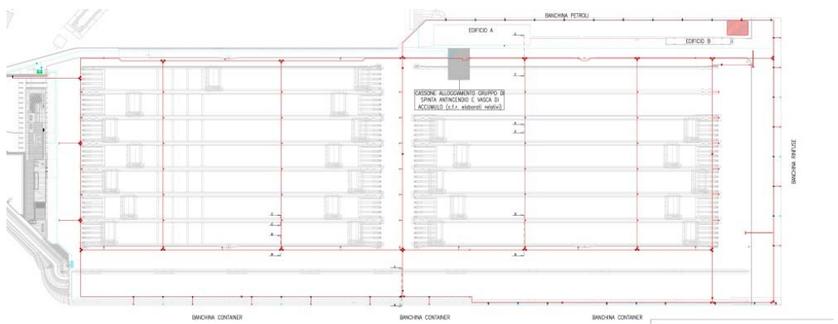


FIG. 6.81 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - IMPIANTO ANTINCENDIO - RETE DI IDRANTI

La rete di cui sopra, di cui di seguito saranno descritte le principali caratteristiche, sarà al servizio delle seguenti macro aree:
- banchina container Maersk;
- banchina petroli;
- banchina rinfuse;
- anello antincendio palazzina uffici-officina ed autorimessa.

L'impianto di pressurizzazione

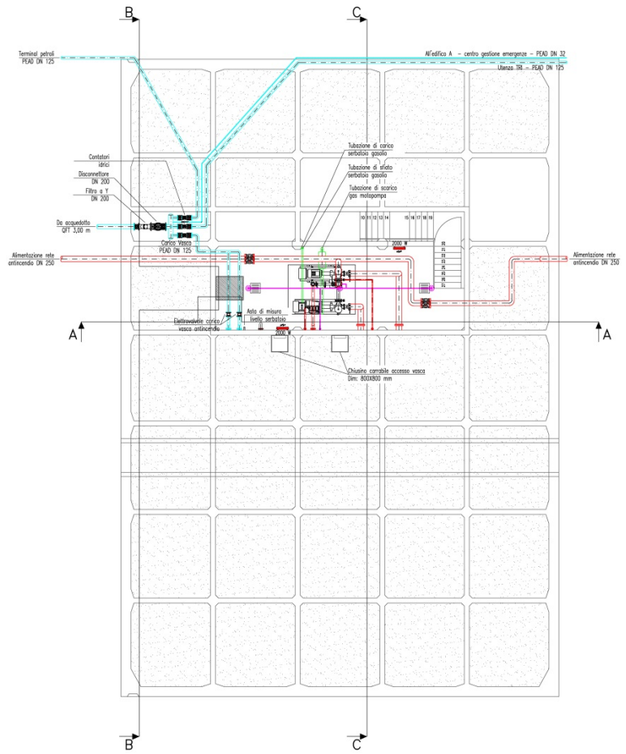
La rete idrica antincendio di tutta la piattaforma sarà mantenuta in pressione ed alimentata, in caso di incendio, da una centrale di pressurizzazione con annessa riserva idrica alloggiata all'interno di un cassone interrato specificamente progettato e concepito allo scopo ed ubicato di fronte all'edificio A.
Il locale che ospiterà la centrale di pressurizzazione antincendio sarà realizzato secondo la norma UNI 11292, e conterrà un gruppo preassemblato, realizzato secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 12845, costituito essenzialmente da n.1 motopompa di servizio (equipaggiata di motore diesel), da n.1 elettropompa di servizio e da una pompa di mantenimento della pressione in rete (pompa pilota).
Per quanto riguarda eventuali misure atte a scongiurare un possibile allagamento del locale dovuto ad infiltrazioni di acque meteoriche o perdite dal sistema (in ottemperanza del p.to 6.3.2 della norma UNI 11292) è previsto un sistema automatico di aggottamento composto da n. 2 pompe sommerse della portata cadauna di 11 mc/h per un totale di 22 mc/h, inserite in apposito pozzetto collegate ad un gruppo di continuità che sarà in grado di assicurare il funzionamento di almeno una pompa per 30 minuti in caso di mancanza di corrente. Vale comunque la pena osservare che l'intera piattaforma è stata progettata avente una quota in elevazione tale (+4.50 m s.m.m.) che una eventuale inondazione sarebbe possibile solo in corrispondenza del verificarsi di un'onda marina avente un tempo di ritorno pari a 100 anni. Si ritiene pertanto accettabile un siffatto rischio se si considera che la vita tecnica stimata dell'intera piattaforma è di circa 50 anni.
Naturalmente le pendenze del manto di copertura in prossimità dell'accesso (in superficie quindi) del locale pompe interrato sono previste in maniera tale da con-

vogliare gli eventuali ruscellamenti che si possono verificare a seguito di eventi meteorici intensi lontano dalla zona in cui è presente l'accesso del locale.

Per maggiori dettagli sulla installazione si rimanda agli elaborati grafici specifici di progetto (serie MI010P-PE-I-M-D-1909_1914 ed MI010P-PE-I-M-K-1024).

La motopompa e l'elettropompa di servizio garantiranno, ciascuna, una portata alla rete di 216 m³/h ed una prevalenza non inferiore a 7,5 bar. Tali caratteristiche superano i requisiti minimi richiesti dalla norma UNI 10779 (che prevedeva il funzionamento contemporaneo solo di n. 6 idranti UNI 70 per una portata totale pari a 108 m³/h), in quanto l'impianto serve zone funzionalmente separate. Per quanto riguarda la prevalenza del gruppo di spinta, essa è stata determinata applicando la formula di Hazen Williams (sempre in ottemperanza a quanto previsto dalla norma UNI 10779).

Il gruppo di spinta di cui sopra capterà acqua da una vasca di riserva idrica (ubicata in adiacenza al locale pompe nello stesso cassone) di capacità pari a 500 m³, alimentata dall'acquedotto pubblico attraverso un sistema di carico munito di n. 2 elettrovalvole e regolato da apposito sistema di rilevamento e segnalamento dei livelli. Lo stoccaggio idrico è previsto in grado di garantire un funzionamento dell'impianto in oggetto per una durata di almeno 2 ore come prescritto dalla norma UNI 10779 per la classe di pericolo prevista.



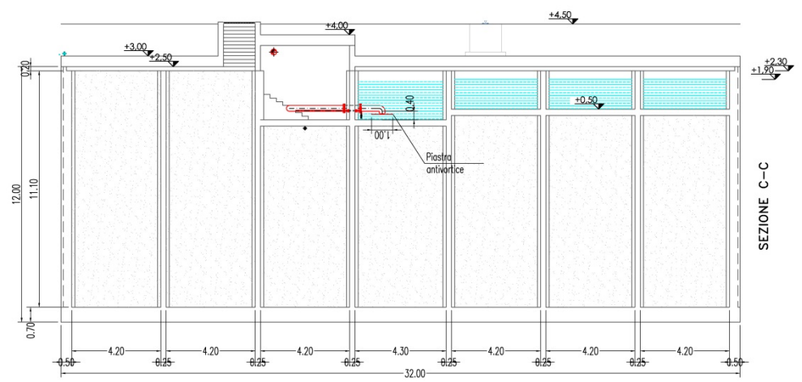


FIG. 6.82 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - IMPIANTO ANTINCENDIO - LAYOUT E SEZIONE DEL LOCALE CHE OSPITA IL GRUPPO DI SPINTA

La rete d'idranti

La rete d'idranti è essenzialmente costituita da tubazioni in polietilene ad alta densità PE100 DN 250 a formare un anello lungo tutto il perimetro della piastra e da una serie di dorsali trasversali PE100 DN 225 che suddividono l'anello principale in n.7 maglie. A servizio della rete è prevista l'installazione di un opportuno numero di valvole di sezionamento che consentono di intercettare, in caso di manutenzione, i singoli rami delle maglie mantenendo comunque l'impianto sempre in efficienza.
Gli idranti UNI70 sottosuolo sono stati collocati con un passo di 60 metri (in senso longitudinale) sull'anello perimetrale (zona banchine) e con un passo di circa 25 metri (in senso trasversale) nei rami trasversali, come si evince dagli elaborati grafici. In particolare gli idranti posizionati nei rami trasversali saranno ubicati al centro dello spazio disponibile tra le rotaie di scorrimento delle gru RMG.
Per ogni idrante sottosuolo destinato al servizio antincendio è prevista l'installazione di una cassetta da esterno completa di manichetta DN 70 di lunghezza pari a 30 mt e del terminale ugello (16 mm) equipaggiato di valvola di frazionamento del getto. Tali cassette dovranno essere ubicate in punti strategici possibilmente nelle vicinanze degli idranti al fine di consentire una rapida ed agevole possibilità di impiego.
Dalla rete principale saranno poi alimentati anche i seguenti anelli secondari:

- Anello antincendio a servizio dell'edificio Amministrativo/Officina interrato in polietilene ad alta densità PN16 PE100 DN 125 (diametro interno 100 mm);
- Anello antincendio a servizio della autorimessa interrato in polietilene ad alta densità PN16 PE100 DN 110 (diametro interno 90 mm).

Le caratteristiche degli impianti antincendio della palazzina, dell'officina e dell'autorimessa saranno descritti dettagliatamente in un altro capitolo.
La banchina rinfuse sarà dotata al pari delle altre banchine di una tubazione perimetrale annegata nella trave di coronamento e di idranti UNI 70 sottosuolo. Tramite la rete idrica antincendio sarà anche possibile alimentare (sempre per quanto riguarda la banchina rinfuse) alcuni impianti secondari di protezione attiva quali impianti di irrorazione idrica ad ugelli aperti (di fornitura e competenza del gestore della banchina rinfuse) a protezione del nastro trasportatore al fine di irrorare di acqua le rinfuse trasportate (principalmente carbone) qualora si verificassero principi di autocombustione.
La banchina petroli sarà dotata, oltre agli idranti UNI 70 sottosuolo, di un impianto antincendio specificamente dedicato, costituito da monitori e versatori di schiuma ed alimentato con acqua di mare attraverso un'opera di presa collocata nel vertice N-E della piattaforma e da un ulteriore gruppo di spinta. Tale impianto sarà comunque oggetto di una relazione e di una progettazione ad esso specificatamente dedicata. E' da sottolineare che tale impianto potrà comunque essere collegato all'anello generale, oggetto della presente trattazione, al fine di mantenere l'impianto stesso, nelle fasi in cui non viene utilizzato, riempito di acqua dolce, al fine di consentire la conservazione dell'impianto nel tempo e per eseguire i necessari flussaggi dopo i test di funzionamento e/o dopo una emergenza che ha richiesto acqua di mare per il funzionamento.
La modalità di posa delle tubazioni che costituiscono l'intera rete idrica sarà differente a seconda della zona di installazione all'interno della piastra multifunzionale:

- 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 (c.f.r. elaborati di progetto serie MI010P-PE-I-M-D-1900_1908) 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 SN 2 SDR 51 DN 355 o DN 315 seconda rispettivamente del diametro (DN 250 o DN 225) delle tubazioni antincendio che in esse dovranno scorrere.

La ragione dell'impiego dei tubi camicia è legata alla volontà di poter eseguire più facilmente sia la fase di prima installazione (consentendo, in un primo momento, alle imprese edili di realizzare pacchetti finiti di struttura, completi ovviamente dei tubi camicia, ed in un secondo momento alle imprese installatrici meccaniche di infilare le tubazioni a tronchi, consentendo quindi maggior flessibilità di avanzamento dei lavori) che eventualmente anche future operazioni di manutenzione straordinaria in caso di rotture o altri guasti sulle dorsali principali mediante tecniche di riparazioni "trench-less".
Ovviamente vi saranno particolari punti localizzati (come i nodi idraulici, variazioni altimetriche o planimetriche etc..) ove non sarà possibile installare preventivamente tubi camicia e laddove, pertanto, si dovrà prevedere la realizzazione della struttura congiuntamente con la parte impiantistica.
Per concludere appare opportuno accennare alla modalità di posa delle dorsali trasversali (n. 3 dorsali) nella zona su impalcato; in particolare come visibile dagli elaborati di progetto dette dorsali scorreranno in corrispondenza di travi rettangolari la cui struttura superiore è specificamente prevista per consentire una quota di scorrimento della tubazione DN 225 entro camicia DN 315 tale da consentire poi di avere spazio sufficiente per effettuare lo stacco per l'alimentazione e per l'alloggiamento degli idranti sottosuolo UNI 70 posizionati tra le rotaie delle gru RMG.

6.13.1.2. 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.

6.13.2. L'impianto di approvvigionamento idrico

Il sistema di approvvigionamento idrico concepito per le navi all'ormeggio prevede essenzialmente la realizzazione di una rete interrata di tubazioni in polietilene ad alta densità PE100 PN 16 DN 125 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) con passi differenti e precisamente:

- banchina container (Maersk): ogni 120 m;
- banchina petroli: ogni 60 m;
- banchina rinfuse: ogni 60 m.

Per ogni punto di rifornimento idrico a servizio delle navi (idranti UNI 70 sottosuolo) si dovranno garantire i seguenti requisiti prestazionali:

- portata: 18 mc/h (300 lt/min)
- prevalenza residua: 2 bar a 4,5 m d'altezza (quota presunta di attacco tra manichetta di rifornimento connessa ad idrante UNI 70 sottosuolo previsto in banchina e manifold nave).

Le tre reti saranno presidiate ciascuna da un sub-contatore dedicato al fine di contabilizzare separatamente i consumi. A monte saranno installati opportuni dispositivi antinquinamento (disconnetteri idraulici) al fine di scongiurare, in caso di cali di pressione dell'acquedotto, il reflusso verso la rete pubblica.

Per quanto riguarda il posizionamento dei vari contatori idrici e dei disconnettori vale quanto di seguito riportato:

- n. 1 disconnettore (protetto a monte da un opportuno filtro ad Y) ed un sub-contatore su linea DN 125 a servizio della utenza Maersk ubicato in prossimità della testa della banchina container. Entrambe i dispositivi sono previsti ubicati entro pozzetti in cls con chiusini classe E 600.
- N. 1 disconnettore generale DN 200 (protetto a monte da un opportuno filtro ad Y) ubicato entro pozzetto all'interno del cassone speciale e situato nei pressi dell'accesso alla stazione di pompaggio antincendio. Tale dispositivo è posto a presidio delle altre utenze idriche sotto riportate.
- n. 1 contatore su linea DN 125 a servizio della utenza banchina Petroli ubicato in apposito pozzetto all'interno del cassone speciale in prossimità dell'accesso del locale gruppo di spinta antincendio;
- n. 1 contatore su linea DN 125 a servizio della utenza banchine Rinfuse ubicato in apposito pozzetto all'interno del cassone speciale in prossimità dell'accesso del locale gruppo di spinta antincendio;
- n. 1 contatore su linea DN 125 a servizio della linea di carico della vasca di accumulo idrico antincendio ubicato in apposito pozzetto all'interno del cassone speciale in prossimità dell'accesso del locale gruppo di spinta antincendio;
- n. 1 contatore su linea DN 32 a servizio della utenza Centro Unico Gestione Emergenze ubicato in apposito pozzetto all'interno del cassone speciale in prossimità dell'accesso del locale gruppo di spinta antincendio.

La dorsale della banchina container alimenterà anche la palazzina uffici e l'officina.

Il dimensionamento delle reti è stato effettuato utilizzando la formula di Hazen Williams.

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.

6.13.3. 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 19;
- n. 24 RMG (estensibili nel futuro a 28), gru su binari per la movimentazione interna ai piazzali dei containers (Vn=20kV) alimentate dalle cabine 1,2,3,4,5,6 e 7;
- 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);

Si veda nella Fig. 6.83 la dislocazione delle principali utenze e delle relative cabine di alimentazione sulla piattaforma.

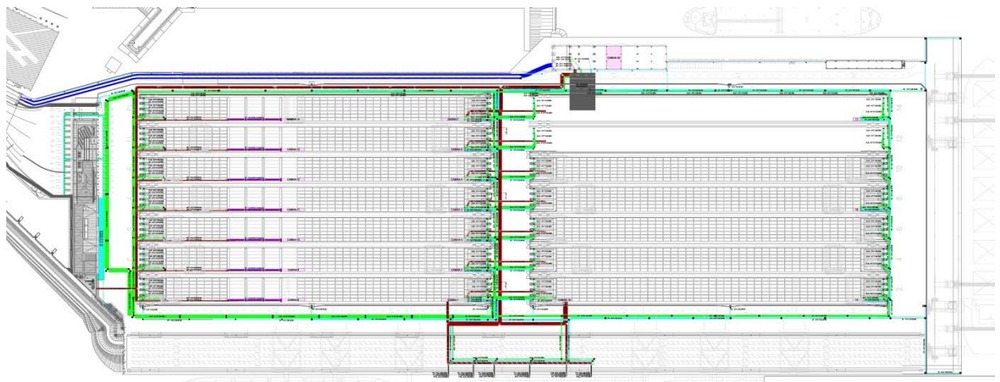


FIG. 6.83 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE UTENZE ELETTRICHE E DELLE CABINE DI ALIMENTAZIONE

Dette utenze elettriche sul terminal, alimentate sia in media che in bassa, hanno le tipologie dei carichi indicati nella Tab. 6.9.

TAB. 6.9 - 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]

Per il dimensionamento dell'impianto elettrico sono stati adottati coefficienti per stimare l'effettivo assorbimento delle apparecchiature, analizzando i dati di targa, nonché coefficienti riduttivi valutati probabilmente in funzione della possibile contemporaneità di utilizzo.

La Tab. 6.10 indica la media dei valori dei picchi di assorbimento, valutati sull'utilizzo continuativo di 1 minuto e 15 minuti, nonché i fattori di contemporaneità. La potenza totale massima sulla quale è stata studiata l'alimentazione del terminal, è stata derivata come somma delle potenze di picco valutate sui 15 min, applicando i fattori di contemporaneità, e considerando le perdite per le cadute di tensione, ed è di 21.500 KVA.

TAB. 6.10 - CARICHI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA DEL TERMINAL

Tabella Carichi Terminal	Fatt. di Contemp	Carico 1 min			Carico 15 min		
Gru di Banchina (STS		**Pot. di Picco Cad. [kW]**	**Fattore di Potenza**	**[kVA]**	**Pot. di Picco Cad. [kW]**	**Fattore di Potenza**	**[kVA]**
n. unità 6	0,62	1.464	0,93	1.574	960	0,93	1.032
Yard Cranes (RMG)							
n. unità 28	0,31	234	0,93	251	121	0,93	131
Reefer Containers							
n. unità 952	0,35	6	0,90	6,6	6	0,90	6,6
		5.712	0,90	6.283	5.712	0,90	6.283
Torri Faro							
n. unità 13	1	70	0,9	78	70	0,9	78
Edificio amministrativo / officina		980	0,9	1.080	850	0,9	950

Distribuzione

Lo schema della distribuzione MT è evidenziato nella Fig. 6.84

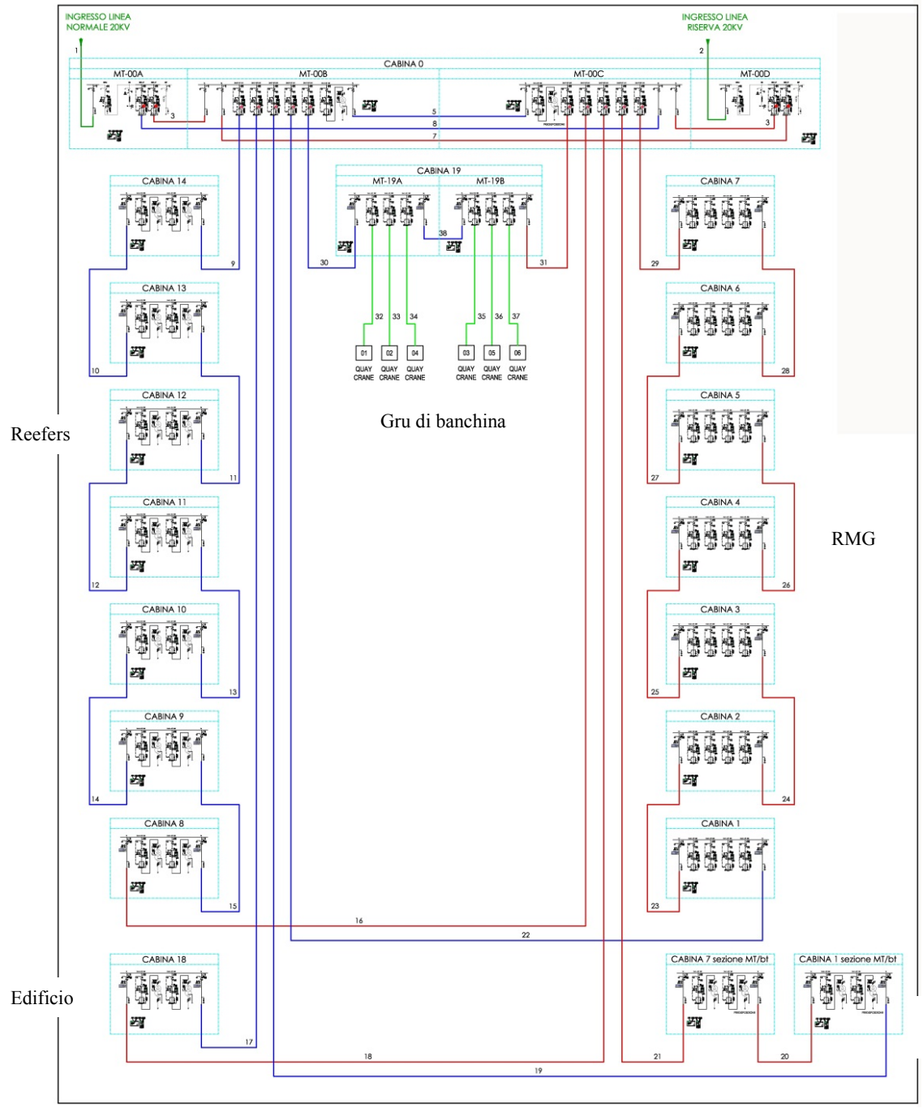


FIG. 6.84 - SCHEMA ALIMENTAZIONE MT

Cabina di consegna - Edificio A

L'impianto elettrico trova la sua origine nel punto di consegna del gestore, costituito da una cabina MT situata a circa metà della piastra multifunzione. L'edificio che contiene sia la cabina di consegna da parte del gestore, con il necessario spazio per le misure, sia la prima cabina, è denominato edificio A.

Cabine per la distribuzione interna

All'interno della piattaforma sono state previste una serie di cabine elettriche (Fig. 6.83) per la distribuzione della media tensione e dove necessario per la trasformazione in bassa.

La loro posizione è stata definita in modo tale da ridurre la lunghezza delle linee elettriche e da assecondare il baricentro elettrico, da ridurre al minimo i disservizi elettrici in caso di malfunzionamenti e fenomeni accidentali.

Distribuzione principale MT

Dal punto di consegna si estende la rete di distribuzione principale, costituita da una serie di tubazioni Ø160 mm posate sotto la pavimentazione della piastra.

Le vie cavo connesse alla distribuzione principale servono tutte le cabine, e tutti i pozzetti delle gru, formando un doppio anello, in grado di far fronte ad un guasto di linea, una che connette le cabine della RMG (cabine 1-7) una che connette le cabine dei containers refrigerati (cabine 8-14); un terzo ramo connette alla cabina principale l'edificio amministrativo (cabina 18).

Distribuzione secondaria bt

A completamento della rete di distribuzione principale, la rete di distribuzione secondaria serve le utenze connesse esclusivamente alla bassa tensione, quali ad esempio:

- Torri faro per illuminazione;
- Container refrigerati;
- Box di collegamento impianti di trasmissione dati ed ausiliari.

L'alimentazione della rete in bt per l'illuminazione dati ed ausiliari, sono dedicate le due semicabine 1 e 7, alimentate direttamente dalla semicabina adiacente in MT, e le cabine 15, 16, 17.

All'alimentazione dei containers refrigerati sono dedicate le cabine 8-14, all'interno di ciascuna delle quali avviene la trasformazione MT/bt.

Le cabine 15, 16 e 17 sono alimentate dalle cabine 1 e 7 con una tensione pari a 660V, che trasformata all'interno delle cabine da 660 a 400V. Ciò allo scopo di ridurre i costi dei cavi elettici in quanto le cabine 15, 16 e 17 distano alcune centinaia di metri dalle cabine di trasformazione 1 e 7.

Alimentazione utenze principali

Alimentazione gru di banchina (STS)

Le gru di banchina denominare STS n° 06 e sono posizionate lungo la banchina su cui attraccano le navi porta container.

Per ogni gru di banchina è previsto un pozzetto servito da una tubazione ad esso esclusivamente dedicate (sono inoltre previste due tubazioni di riserva), al cui interno verrà eseguita la giunzione tra il cavo di alimentazione proveniente dal quadro MT posto in Cabina 19 ed il cavo della gru. Il dimensionamento e la fornitura di quest'ultimo cavo saranno a cura del fornitore della Gru.

Le gru di banchina "STS crane" sono alimentate e protette singolarmente dal quadro QE-MT-19, mediante interruttori MT dedicati.

Le gru saranno dotate di sistema avvolgicavo, sul quale si andranno ad attestare i cavi di alimentazione in media tensione in partenza dalla cabina elettrica MT 19.

Alimentazione gru di piazzale (RMG)

Le Gru di Container denominate "RMG" sono 24 (l'impianto è dimensionato per una futura estensione a 28), distribuite lungo le 7 file di containers. Per ogni fila operano 4 RMG, alimentate da propria cabina MT.

Sono previste 7 cabine di MT , le cabine 1-7, contenenti ciascuna le apparecchiature di protezione delle linee di alimentazione delle RMG.

Le sette cabine traggono singolarmente alimentazione dal quadro di MT posto in cabina MT-00. Le linee di alimentazione MT saranno poste in opera in cavidotti dedicati alla singola cabina, intercettati nel pozzetto "pit", a servizio della gru al cui interno verrà eseguita la giunzione tra il cavo di alimentazione ed i cavi delle gru stesse.

A servizio di ogni fila di conatiners è posta una cabina MT (cabine 1-7). In tali cabine sono ubicati i quadri di media posti a protezione delle RMG e delle loro linee. Le n. 07 cabine da Cabina 01 a Cabina 07 sono alimentate dal quadro di MT posto in cabina MT-00. Le cabine da Cabina 01 a Cabina 07 sono servite vie cavo dedicate e lungo il percorso sono poste delle tubazioni di riserva e percorrenti tragitti alternativi.
Per ogni gru è previsto un pozzetto al cui interno verrà eseguita la giunzione tra il cavo di alimentazione ed i cavi delle gru stesse.

Area containers refrigerati
Le aree reefers containers sono così suddivise:
- sette stacks, ciascuno suddiviso in quattro blocchi;
- ogni blocco è diviso in sette file e su ogni fila sono disposti cinque livelli di containers,
- ogni stack sarà servito da una cabina MT/bt (cabine 8-14).
- Ogni blocco sarà dotato di quadro elettrico di blocco alimentato dal QGBT con linee trifase 400V 3P+N+T. Ad ogni piano sarà posto un quadro elettrico a servizio delle prese reefers (n. 08 prese per piano).

Cabine MT ed MT/bt
Si veda nella seguente Tab. 6.11 la funzione delle varie cabine ubicate sulla piattaforma

Sistema di gestione e comando
L'intero impianto MT sarà supervisionabile trami sistema SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition)*. Tutte le cabine di media tensione sono dotate di interruttori MT motorizzati che possono essere telegestiti e telecomandati tramite le postazioni SCADA.

TAB. 6.11- FUNZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE

Numero cabina	Utenze principali MT	Utenze principali BT
Cabina 00	Altre cabine MT da 1 a 19	
Cabina 01	Rmg Fila 1	Illuminazione piattaforma
Cabina 02	Rmg Fila 2	
Cabina 03	Rmg Fila 3	
Cabina 04	Rmg Fila 4	
Cabina 05	Rmg Fila 5	
Cabina 06	Rmg Fila 6	
Cabina 07	Rmg Fila 7	Illuminazione piattaforma
Cabina 08		Reefer Containers Fila 1
Cabina 09		Reefer Containers Fila 2
Cabina 10		Reefer Containers Fila 3
Cabina 11		Reefer Containers Fila 4
Cabina 12		Reefer Containers Fila 5
Cabina 13		Reefer Containers Fila 6
Cabina 14		Reefer Containers Fila 7
Cabina 15		Apparati trasmissione dati e apparati security
Cabina 16		Apparati trasmissione dati e apparati security
Cabina 17		Apparati trasmissione dati e apparati security
Cabina 18		Edificio amministrativo
Cabina 19	Gru di banchina	

Il Sistema SCADA è compost a livello hardware da:
- Automation Boards
- SCADA servers and clients per la gestione e l'interfaccia utente
- PLC per la gestione delle logiche

Tutta la rete può essere monitorata, sia la parte MT che quella bt.

Le funzionalità del sistema sono le seguenti:

– Monitoraggio dello stato della rete (stato degli interruttori, allarmi, eventi, misure) il sistema mostra colori ed animazioni per aiutare l'operatore nella comprensione dello schema e delle informazioni, istante per istante
– Gestire riconfigurazioni in modalità manale o automatica in caso di guasto:
  - riconfigurazione dell'anello di alimentazione
  - eliminazione di carichi
  - condivisione del carico
  - trasferimento automatic dei carichi
  - cambio della linea di alimentazione e riconfigurazione della rete
  - rotazione dei trasformatori di riserva
  - integrazione con impianto TVCC

Il Sistema SCADA è interfacciabile con sistemi di terze parti e può essere a sua volta integrato.

Selettività logica

Gli interruttori principali, come desumibile dai quadri elettrici, sia in MT che in bt, sono provvisti e configurati in modalità di selettività logica, oltre a quella amperometrica e cronometrica. Questo consente una maggiore selettività in caso guasto.

Illuminazione Esterna Area Containers

L'impianto di illuminazione esterna sarà a servizio delle seguenti aree:

– aree di stoccaggio contenitori reefers;
– percorsi di viabilità interna;
– aree di ingresso;
– area trasferimento container;
– area "Uffici" ed "Officine e deposito".

Il dimensionamento in termini di livello di illuminazione è stato fatto in funzione delle caratteristiche richieste dall'operatore, riassunte nella seguente tabella Tab. 6.12.

TAB. 6.12 - LIVELLI DI ILLUMINAZIONE RICHIESTI DALL'OPERATORE

Location	Avg. horizontal illumination (EAVE)	Uniformity (E_{min}/EAVE)	Min. illumination
Empty container yard: *Reefer areas* *1m above ground between stacks*	 200 lux 20 lux	 0.25 0.25	
Empty quay and apron area	50 lux	0.25	
Empty gate area	50 lux	0.25	
Street areas and fences	10 lux	0.25	
Car/equipment parking	20 lux		
Offices			500 lux
Amenity areas			200 lux
Canteen			500 lux
Gear/locker rooms			250 lux
Toilets			200 lux
Stairs			200 lux
Storerooms: *Reception* *General*			 300 lux 200 lux
Workshops			500 lux
Open parts storage			50 lux

Dove non è stato possibile seguire tali indicazioni sono state prese in considerazione le linee guida della norma UNI EN 12464 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro".

Per soddisfare le esigenze illuminotecniche delle aree di cui sopra, saranno posizionate 13 torri faro, di tipo fisso perimetralmente ai containers, con scala di risalita, di altezza fuori terra pari a 30 m. Tale scelta è scaturita fondamentalmente dai seguenti motivi:

1. nelle aree di stoccaggio i contenitori possono formare pile di 6 unità di altezza complessiva pari a circa 15 m;
2. per garantire il necessario livello di illuminamento nelle aree di viabilità interna, senza creare ostacolo per gli attraversamenti, il posizionamento delle torri faro è stato limitato esclusivamente alle zone "perimetrali" del Terminal;
3. distribuzione elettrica alle Torri Faro, le linee di alimentazione alle torri faro saranno suddivise tra la cabina n. 01 e n. 07 per motivi logistici e tecnici.

Per garantire la massima garanzia di funzionamento ogni gruppo ottico di ogni torre faro verrà alimenta tramite due linee elettriche provenienti dalle cabine relative.
Per le aree reefers sono stati predisposti corpi illuminati fluorescenti sia sulla struttura a piani sia per i corridoi a servizio. L'impianto di illuminazione comprende anche l'impianto di illuminazione di emergenza.

Impianto di Terra ed Equipotenzialità

L'impianto di terra generale sarà unico e realizzato con configurazione ad "anello"; ciò equivale a dire che gli impianti di terra delle cabine elettriche saranno collegati tra loro ed all'anello di terra comune a tutte le masse comprese le estranee.
Sarà realizzato un impianto di terra generale costituito da un dispersore orizzontale chiuso ad anello sia lungo i cunicoli sia lungo il percorso delle tubazioni dedicati all'impianto elettrico del terminal, compreso il perimetro della palazzina uffici. Ad integrazione del dispersore orizzontale saranno infissi nel terreno dispersori verticali posti entro pozzetto di ispezione nella parte lato terra del terminal, mentre lato mare del terminal verranno predisposti dei baffi in ferro derivati dalla struttura portante in cemento armato e successivamente collegati all'anello di dispersione.
L'impianto di terra relativo alle cabine elettriche soddisferà tutte le prescrizioni della CEI 11-1 in modo tale da far risultare al di sotto dei valori massimi ammissibili dalla norma le tensioni di passo e di contatto nel caso di guasto a terra lato MT. In particolare in ogni cabina verrà realizzato un impianto di dispersione costituito da rete magliata, corda di rame e puntazze di terra al fine di creare un elevato grado di equipotenzialità sulla superficie del terreno. Vedere tavola planimetria impianto equipotenziale.

6.14. L'edificio amministrativo/officina

A servizio della gestione del nuovo Terminal Contenitori, il progetto prevede la costruzione di un edificio multipiano per uffici e attività connesse con l'operatività del Terminal (Fig. 6.85).

L'edificio è ubicato all'ingresso della piattaforma e si sviluppa longitudinalmente in direzione NO-SE su un rettangolo di area circa 160 m x 20 m.

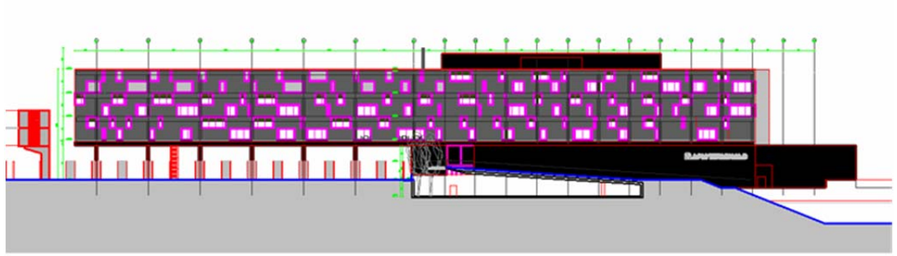


FIG. 6.85 - NUOVO EDIFICIO A SERVIZIO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE - PROSPETTO SUD-OVEST

L'edificio Amministrativo/Officina e gli accessi sono parte integrante della piattaforma e costituiscono, con la loro rigorosa architettura e suddivisione degli spazi interni di lavoro, il punto fermo e il motore della programmata mobilità operativa interna al terminal.
Questo edificio, insieme al parcheggio, sono il punto nevralgico delle attività dello scalo, regolano il passaggio dei container da e verso il mare, delimitando con la loro posizione e le loro caratteristiche architettoniche e strutturali l'area di accesso.
Entrambe le strutture servono, da un lato a strutturare un fronte di arrivo, un punto fisso che costituisca l'area di coordinamento delle attività del terminal, dall'altro a delimitare con il fronte dell'edificio Amministrativo/Officina e con la copertura verde del parcheggio l'area di confluenza di mezzi e container.
L'edificio sopra gli accessi alla piattaforma è stato pensato con 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.
Nel progetto preliminare gli uffici amministrativi e l'officina erano distribuiti in due edifici a se stanti, ora si è deciso di accorpare tutte le funzioni in un unico grande edificio lineare ed essenziale.
Si è pensato di creare una quinta che funga da sfondo allo spazio verde che copre il parcheggio, l'edificio con la sua facciata ritmata da pieni e vuoti o meglio da superfici opache e da superfici vetrate crea verso l'abitato uno spazio urbano che si pone come un filtro rispetto all'area della piattaforma con forte caratterizzazione portuale.

L'edificio così pensato permette quindi la costruzione di un paesaggio urbano che va a completare tutto il progetto previsto per la sistemazione del litorale di Vado Ligure.
Il corpo di fabbrica si articola nei vari piani secondo uno schema dettato dalla funzionalità operativa e dalle esigenze costruttive.

Visivamente l'edificio si presenta con:

- parte inferiore ad est
è caratterizzata verso l'abitato di Vado da un fronte chiuso continuo realizzato con pannelli prefabbricati in cls al di sopra dei quali è posizionata una finestratura continua che crea un taglio netto tra il blocco piano terra/mezzanino e i piani superiori.
L'unica apertura su questo versante è la grande finestratura a doppia altezza che segna e caratterizza la hall d'ingresso.



IMMAGINE DI PROGETTO – PROSPETTO NORD-EST

Verso la piattaforma questo fronte continuo è interrotto da:
- sette grandi aperture con chiusura tramite elementi avvolgibili areati con griglie;
- altre piccole aperture per l'accesso alle vari zone operative e depositi legati all'attività dell'officina;
- un'apertura dedicata alla zona di carico scarico passeggeri del bus che opererà sulla piattaforma per portare a destinazione i vari operatori.

- parte inferiore ad ovest
è caratterizzata da sette grandi elementi strutturali in c.a. con forma a V, dimensionati non solo strutturalmente, ma anche sotto il profilo di una composizione armoniosa con il resto dell' edificio.
Questi elementi permettono di sostenere la struttura a ponte superiore e di lasciare libera la zona di ingresso alla piattaforma, qui infatti sono state posizionate le corsie di accesso.
L'altezza libera dei passaggi è di 6,85 mt permettendo quindi il posizionamento delle telecamere di controllo e della segnaletica che regolerà il passaggio dei mezzi.



IMMAGINE DI PROGETTO - PROSPETTO SUD

- parte superiore
in questa parte di facciate l'edificio assume il suo aspetto urbano, vengono realizzati sei corsi di pannelli prefabbricati alternati a vetrate, creando così un gioco di pieni e vuoti. Si sono realizzati questi doppi corsi ogni piano per frammentare il più possibile la superficie vetrata continua tipica degli edifici direzionali.
Le proporzioni dei pannelli di cls si rifanno a quelle dei container per riprendere quell'aspetto matriciale che caratterizza tutta la piattaforma.

- copertura
in copertura è stata posizionata un'area polifunzionale dedicata agli eventi con un ampia vetrata verso la piattaforma e l'accesso ad una parte di copertura destinata a terrazza panoramica.

- cavedi
disposti al centro dell'edificio rispetto il lato corto ed a sinistra e a destra del corpo scale principale, sono stati realizzati dei pozzi di luce che, oltre ad interrompere la luce di venti metri dei solai e quindi permettere una migliore illuminazione naturale anche nelle zone più centrali dell'edificio, arricchiscono la complessità spaziale dello stesso.



IMMAGINE DI PROGETTO - UFFCI E CAVEDIO

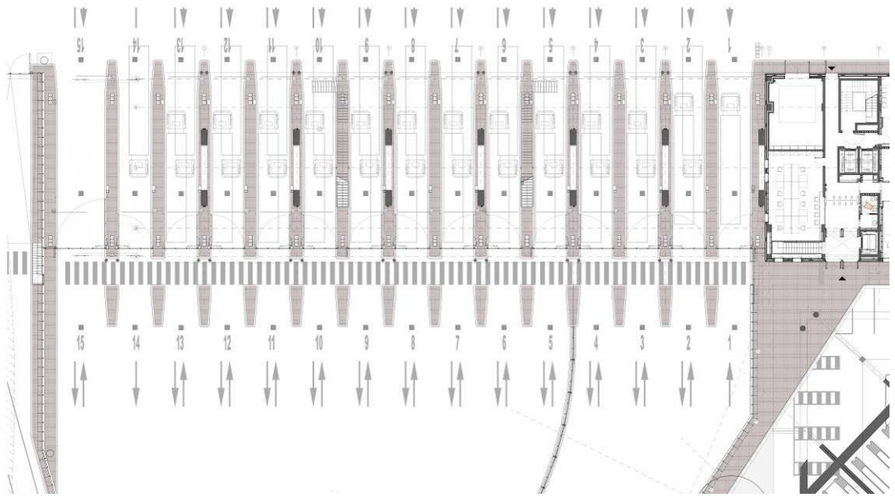
L'edificio e il parcheggio hanno un'operatività di 24 ore su 24, 7 giorni alla settimana per 365 giorni all'anno.
Si è cercato di ottenere, sia per l'autorimessa che per l'edificio amministrativo/officine, il massimo di illuminazione e aerazione naturale, con integrazioni impiantistiche per mantenere il regime di comfort il più costante possibile durante tutto l'arco delle stagioni.

Si è pensato ad un intervento il più possibile compatibile con l'ambiente, tenendo conto di alcuni importanti accorgimenti:

A. inserire l'utilizzo di fonti di energie alternative come i pannelli solari e fotovoltaici
B. recupero dell'acqua piovana tramite sistemi di raccolta
C. controllo delle strutture per ridurre il consumo energetico per il riscaldamento, per il raffrescamento e il trattamento dell'aria almeno del 15%
D. sistemi di controllo degli impianti che consentano un risparmio dell'energia elettrica almeno del 15%
E. controllo passivo dell'energia con adeguati isolamenti delle strutture.

6.14.1. Gli accessi alla piattaforma

Gli accessi alla piattaforma avvengono dal piazzale antistante l'edificio amministrativo/officina attraverso 15 corsie. Queste si trovano a quota + 4,45 mslm al di sotto del lato ovest dal primo piano dell'edificio, da una corsia di emergenza posizionata subito all'esterno del limite ovest con ingresso diretto dalla strada della banchina rinfuse/oli e da passaggi pedonali anch'essi realizzati a quota + 4,45 mslm al di sotto del lato ovest dal primo piano dell'edificio.
Le corsie larghe 3,50 mt e lunghe 29,26 mt sono separate da isole-marciapiede rialzate di 15 cm larghe 1,55 mt con cordoli in cls. prefabbricato e pavimentazione in elementi auto-bloccanti anch'essi in cls. prefabbricato.
La morfologia delle isole è caratterizzata da una forma a svaso su entrambi i lati che varia da una larghezza di 1,55 mt a una larghezza di 1,02 mt, per permettere un miglior passaggio di autotreni e trailers.



PLANIMETRIA DI PROGETTO - ZONA ACCESSI

La pavimentazione delle corsie sarà realizzata in asfalto, con adeguate pendenze per lo scolo delle acque meteoriche di superfice che saranno convogliate nei tre pozzetti di raccolta posti all'inizio, alla fine ed al centro di ogni corsia.
Sui marciapiedi saranno installate per ogni corsia:

- 2 barriere automatiche di accesso (una per ogni senso di marcia ad esclusione della corsia 1 e 14 dove si prevedono accessi solo ad un senso la prima in ingresso la quattordicesima solo in uscita)
- 2 colonnine di controllo accessi (una per ogni senso di marcia ad esclusione della corsia 1 e 14 dove si prevedono accessi solo ad un senso la prima in ingresso la quattordicesima solo in uscita)
- pozzetti per il controllo e la derivazione dei sotto servizi relativi al controllo degli accessi.

Sul marciapiede tra le corsie 14 e 15, all'estremità sud prima del percorso pedonale, è prevista l'installazione di una struttura metallica a T per il sostegno della segnaletica e dell'impianto semaforico che nelle altre corsie saranno direttamente ancorati alle travi di bordo dell'edificio appena sovrastanti le corsie.



IMMAGINE DI PROGETTO – ZONA ACCESSI



IMMAGINE DI PROGETTO – PROSPETTO SUD-OVEST

Ortogonalmente alla direzione delle corsie è previsto un percorso pedonale di emergenza a quota carraia ed una recinzione in metallo alta 3,50 mt, interrotta da cancelli posizionati su ogni corsia che di norma saranno sempre in posizione aperta, ma che permettono in caso di necessità, di chiudere completamente la piattaforma, questi cancelli sono previsti con apertura automatizzata.
La quindicesima corsia collocata ad ovest del complesso, è di larghezza maggiore rispetto alle altre, 5.20 mt, per permettere il passaggio dei carichi eccezionali.
La recinzione ha inoltre altri due cancelli, larghi 1,20 mt che servono rispettivamente le uscite di sicurezza dalle isole dove sbarcano le due scale di evacuazione della porzione di edificio soprastante. Un ulteriore cancello permette l'accesso al marciapiede che costeggia la parte dell'edificio a piano terra.
Il piazzale d'accesso antistante l'edificio amministrativo/officina è chiuso ad ovest da un muro e da una recinzione metallica alti 3,50 mt che lo separano dalla strada che porta alla banchina rinfuse/oli. A est di questo c'è una recinzione metallica

sempre alta 3,50 mt che lo divide dal marciapiede realizzato lungo il lato ovest dell'autorimessa.
La sedicesima corsia collocata all'estremità ovest del piazzale al di la della recinzione viene utilizzata solo dai VVF ed in altri rari casi. E' dotato di un cancello metallico rimane sempre chiuso perché separa una zona doganale da una zona non doganale.
Tutte le corsie saranno anche dotate di segnaletica orizzontale che indicherà i sensi di marcia e il numero della corsia stessa.

6.14.2. L'autorimessa

L'autorimessa sarà realizzata nell'area compresa tra l'edificio amministrativo/officina, la rampa di arrivo sulla piattaforma del viadotto e la riva est verso la spiaggia di porto Vado. L'area destinata alla struttura del parcheggio avrà una superficie di circa 2.500 mq.

Il parcheggio avrà una copertura a falda inclinata che costituisce uno degli elementi di mitigazione paesaggistica dell'intervento per la realizzazione dell'intera piattaforma. Questa falda inclinata sarà ricoperta con un manto erboso che continuerà idealmente la passeggiata la quale verrà realizzata lungo la via Aurelia. Questo percorso permetterà di considerare una ulteriore superficie a verde anche all'interno del compartimento destinato alle attività portuali.

La falda inclinata continuerà visivamente il piano inclinato della riva est all'imbocco della piattaforma e orientato verso quest'ultima, avrà quattro aperture in trincea per le vie d'esodo in caso di incendio.

Ci sarà anche un percorso che collegherà queste vie d'esodo con la zona antistante la piattaforma verso la via Aurelia.



PIANO INTERRATO - ZONA AUTORIMESSA

Verso gli accessi alla piattaforma, sottostanti l'edificio amministrativo/officina con quota carrabile a +4,48 mslm, la falda raggiungerà quota +8,48 mslm. Questo dislivello lascerà spazio ad un superficie aperta sull'autorimessa che fungerà allo stesso tempo da pensilina di accesso all'edificio e da superficie per l'aerazione e l'illuminazione naturale.

Sarà realizzato su un unico piano con quota carrabile pari a +1,40 mslm sul livello medio del mare.

Dato l'andamento a falda unica inclinata della copertura l'altezza interna utile del parcheggio sarà pari a +2,40 mslm nel punto più basso dell'autorimessa per raggiungere poi l'altezza massima di +5,60 mslm.

L'autorimessa avrà:

– un accesso carrabile tramite una rampa a doppio senso di marcia con pendenza del 3%, lunghezza di 29,15 mt e larghezza lorda totale 7,35 mt.

La sezione delle rampa è suddivisa in: due corsie carrabili da 3,00 mt l'una e due camminamenti di servizio laterali.

– quattro uscite d'emergenza verso il lato riva est rivolto verso la spiaggia di Porto Vado costituite da una rampa di scale a sei alzate ciascuna.
– un accesso con zona filtro e rispettivo camino di aerazione che collega, tramite una scala ed un ascensore, l'ingresso interrato all'edificio amministrativo/officina, al piano terra.

Gli stalli sono previsti come da normativa di 2,50 mt di larghezza per 5,00 mt di lunghezza, sono disposti a pettine attorno al corsello a doppio senso di marcia con larghezza minima 5,50 mt.

La superficie complessiva di parcamento è di 2374,50 mq per un totale di 89 posti auto. Di questi, 4 sono dedicati ai disabili in adiacenza l'accesso all'edificio come prescritto dalla normativa di riferimento (Legge n. 13 del 26.01.1989 e successive).

La struttura del parcheggio è pensata composta da pilastri con interassi di 15,50 mt per 10,00 mt che reggeranno un solaio in elementi prefabbricati al di sopra del quale verrà posizionato il manto erboso, i setti/pilastri saranno rivestiti da speciali pellicole riflettenti.

Internamente il parcheggio sarà dotato di impianti di illuminazione e videosorveglianza automatizzata, di impianti di spegnimento antincendio e di tutte le necessarie opere richieste dalla normativa specifica per le autorimesse.
L'autorimessa è servita da un sistema di raccolta dei liquidi attraverso pozzetti di raccolta disposti in maniera omogenea lungo tutta la corsia di manovra collegati tra loro e conseguentemente collegati ad un desoleatore.

L'accesso all'autorimessa è controllato da due sbarre, una in ingresso all'inizio della rampa a quota + 2,26 mslm, l'altra in uscita alla quota dell'autorimessa + 1,40 mslm.

Tutte e due le sbarre sono comandate automaticamente da badge dati in dotazione ai dipendenti o da un operatore che ha la sua postazione alla fine della rampa e che può controllare gli ingressi e le uscite grazie ad un impianto citofonico ed a una vetrata rivolta alla rampa. Inoltre è prevista la possibilità di chiudere del tutto fisicamente l'accesso tramite un cancello automatico che generalmente è in posizione aperta.

La pavimentazione sarà costituita da battuto di cemento rivestito da resina epossidica in modo da evitare l'assorbimento permanente di eventuali macchie di olio, con colori diversificati tra corsie di manovra e stalli e tra comparto e comparto in modo da rendere più immediato il riconoscimento dell'area dove è stata parcheggiata la propria auto.

All'inizio e alla fine della rampa d'accesso sono previste griglie continue per la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di superficie.

A lato dell'autorimessa, più precisamente nella zona ovest tra l'autorimessa stessa e il percorso pedonale di accesso all'edificio, verrà realizzato un'area a verde di circa 113 mq con quota finita +1,60 mslm nella quale troveranno collocazione due piante ad alto fusto di specie da definirsi e l'impianto di irrigazione.

L'accesso in copertura è previsto per la manutenzione, al fine di garantire la sicurezza è prevista la realizzazione di una delimitazione dell'area con pali metallici alti un metro collegati orizzontalmente tre loro da cavi in acciaio posti in tre ordini a 30 , 65 e 100 cm di altezza dalla quota finita del manto erboso.

6.14.3. L'edificio amministrativo/officina

L'edificio denominato "Amministrativo/Officina" è localizzato alla base della nuova piattaforma e assolverà alle importanti funzioni di comando e controllo di

tutte le movimentazioni delle merci Maersk ed alla riparazione/manutenzione di tutti i veicoli adibiti alla movimentazione dei containers.



PIANTA PIANO TERRA – ZONA ACCESSI

I tamponamenti esterni saranno:

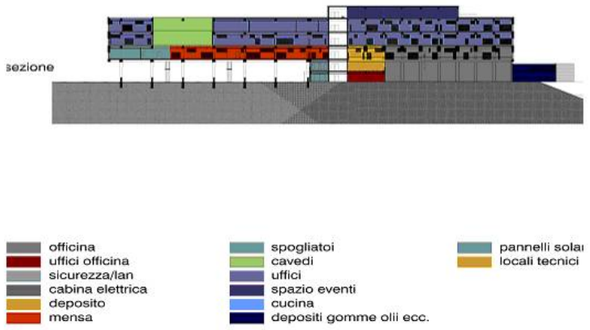
- al piano terra e mezzanino costituiti da pannelli in cls. prefabbricato isolato con finitura rigata ad impasto colorazione nera, seguiti da pannelli di isolamento semirigidi e da pannelli in gesso rivestito stuccati e tinteggiati nei locali adibiti ad uffici.
- dal piano primo al terzo costituiti da una sequenza esterno-interno realizzata con pannelli in cls. prefabbricato isolato con finitura liscia sagoma grecata a colorazione grigia naturale, sostenuti da una struttura interna in metallo, seguiti da pannelli di isolamento semirigidi e da pannelli in gesso rivestito stuccati e tinteggiati.
- al piano quarto costituiti da una sequenza esterno-interno realizzata con pannelli in cls. prefabbricato isolato con finitura liscia ad impasto colorazione nera, sostenuti da una struttura interna in metallo, seguiti da pannelli di isolamento semirigidi e da pannelli in gesso rivestito stuccati e tinteggiati.

Le vetrate si dispongono in facciata per doppio corso ogni piano e si alternano ai pannelli di cls prefabbricato, sono vetrate con vetri oscurati per filtrare la luce e permettere quindi una illuminazione di miglior qualità.

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. 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.
Si è previsto quindi una zona filtro con opportuno camino di aerazione tra l'autorimessa e la zona di ingresso dell'edificio amministrativo/officina. Una zona filtro con rispettive pareti REI e camino tra la zona della cucina e il resto dell'edificio e un ulteriore zona filtro con camino e tamponamenti resistenti al fuoco tra gli spazi destinati a magazzino/officina e uffici.

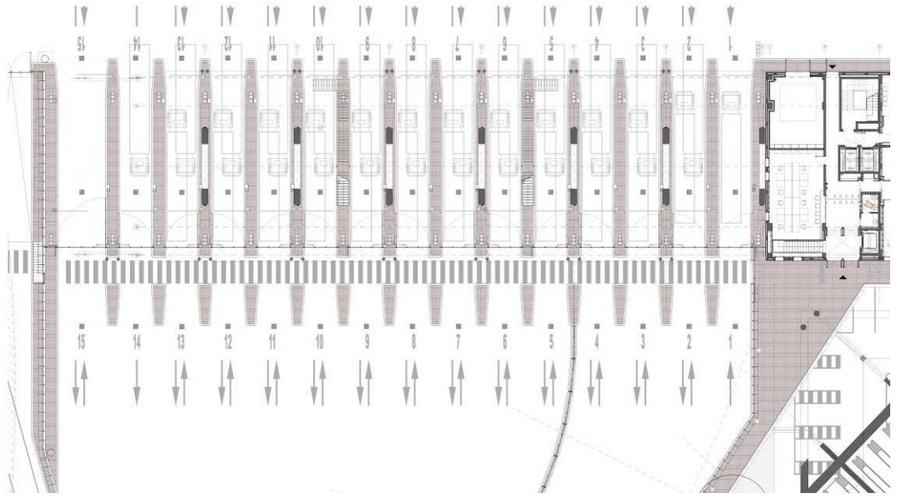
La destinazione d'uso dei vari ambienti ai diversi piani, è schematizzata nella sezione e piante schematiche seguenti.



Piano terra accessi

In questo piano ci sono gli uffici della sicurezza dell'APMT e l'accesso a tutto l'edificio, sia per gli impiegati dei piani superiori che per gli operai che lavorano sulla piattaforma e nelle officine.

Nell'ingresso sarà collocata una barriera di controllo che, tramite tesserini magnetici, consente il controllo degli accessi sia ai blocchi scale/ascensori che servono i piani superiori, sia alle officine e ai depositi. Per raggiungere questi ultimi vi è un ulteriore filtro costituito da porte taglia fuoco.



PIANTA PIANO TERRA – ZONA ACCESSI

Le funzioni di questo piano sono:

a. Ufficio centrale di sicurezza per il controllo degli accessi con 8 postazioni di lavoro e 4 alla vetrata per il riconoscimento visivo delle persone che entrano ed escono. L' ufficio è dotato di un sistema di controllo delle telecamere tramite monitor, superficie 57,63 mq.
b. Vano tecnico quadri elettrici, superficie 45,00 mq.

c. Ufficio di controllo con due postazioni. L'ufficio serve per l'organizzazione delle officine, superficie 31,85 mq.
d. Laboratorio di riparazioni elettroniche dotato di areazione e climatizzazione artificiale controllata, superficie 26,36 mq.
e. Ufficio reparto con una postazione dotato di vetrata per il controllo del personale in movimento con saracinesca di sicurezza, superficie 14,37 mq.
f. Servizi igienici per ospiti posto nell'ingresso prima del controllo degli accessi.
g. Servizi igienici per gli operatori, 5 per gli uomini e 2 per le donne
h. Scale e ascensori di servizio per l' accesso ai piani superiori. Questi si trovano nella metà superiore della pianta. Esattamente in corrispondenza dell' ingresso invece vi è il blocco scale/ascensore che collega esclusivamente il piano interrato con il piano terra; questo per evitare un collegamento diretto tra le autorimesse e i piani superiori, inoltre obbliga tutti i fruitori della struttura a passare attraverso le barriere di controllo citate al punto "a".
i. Spazio sosta coperta del bus navetta, per il carico e lo scarico degli operatori sulla piattaforma con relativo marciapiede di attesa, superficie 38,00 mq.

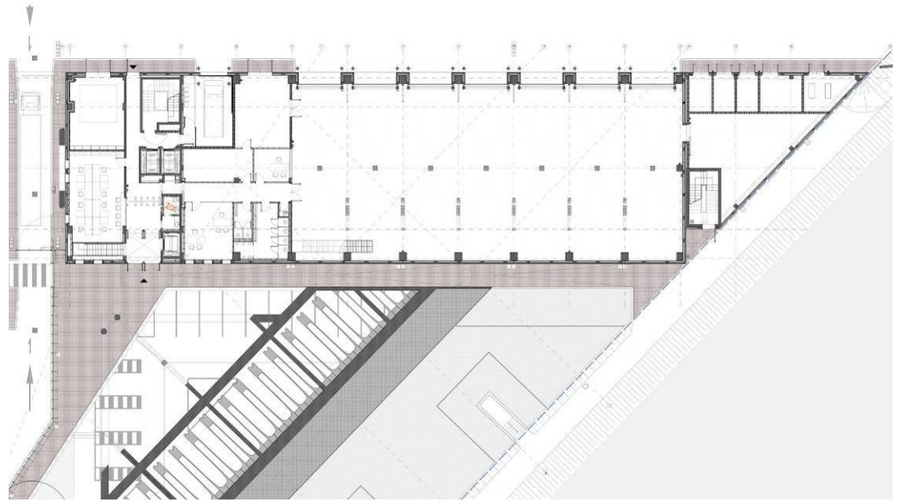
Piano terra officine

Al piano terra sono previste inoltre le officine del APMT posizionate nella parte sud-ovest e che consistono di:

a. 5 baie per manutenzione, ognuna lunga 20,00 mt e larga 6,00 mt con un' altezza di 10,00 mt. Queste verranno usate per la manutenzione delle gru, superficie 228,26 mq
b. 2 baie per manutenzione ognuna lunga 20,00 mt larga 6,00 mt con un' altezza di 10,00 mt. Queste verranno usate per la manutenzione delle motrici, superficie 570,66 mq.

Queste baie sono all'interno di un unico spazio lungo circa 42,00 mt e profondo 19,11 mt senza la presenza di pilastri interni, questo per permettere al carroponte, che corre su tutta la sua lunghezza, di essere libero di spostarsi da una baia all'altra, superficie 798,93 mq.

c. Laboratorio per riparazioni elettroniche
d. Deposito, superficie 75,00 mq
e. Deposito gas, superficie 7,40 mq
f. Deposito colore, superficie 7,40 mq
g. Ricarica batterie, superficie 7,40 mq
h. Deposito grassi, superficie 24.20 mq
i. Locale aria compressa, superficie 19,10 mq
j. Vano tecnico, superficie 98,00 mq



PIANTA PIANO TERRA – ZONA OFFICINA

I portoni delle officine sono avvolgibili isolati e motorizzati, chiuderanno delle aperture larghe 4,50 mt per 6,00 mt di altezza.

In corrispondenza delle apertura dell'officina, sia all'interno che all'esterno, verranno collocati i "pipe bollard", pali in acciaio di diametro 30 cm alti 2,5 m riempiti con getto di cemento a protezione dei pannelli di tamponamento dell'edificio tinteggiati con vernice gialla di sicurezza.

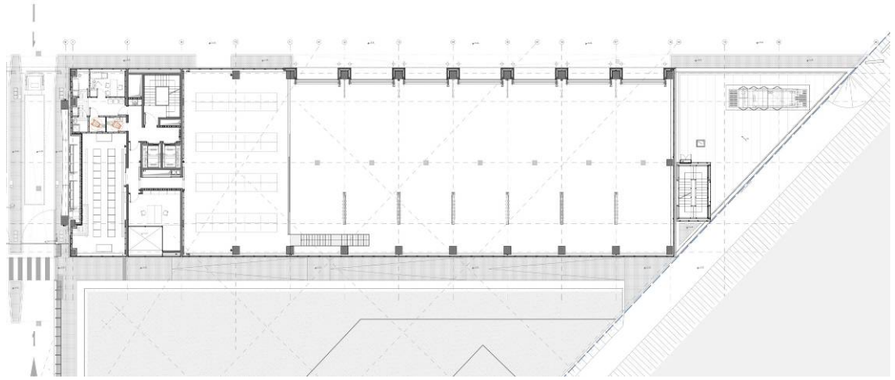
All'interno dell'officina sono previsti una serie di accorgimenti tecnici per il suo miglior utilizzo e consistono in:

- un carroponte con portata di 20 tonnellate a servizio delle 7 baie di manutenzione e del deposito su soppalco;
- aperture sugli avvolgibili in modo da permettere l'accensione dei motori all'interno dell'officina e per permettere la ventilazione naturale mentre si effettuano le saldature;
- la pavimentazione come già descritto di tipo industriale resistente agli agenti chimici e all'usura avrà una pendenza rivolta verso l'esterno in maniera di permettere una sua facile e continuo pulizia/lavaggio;
- elementi di raccolta liquidi a trincea grigliati carrabili in corrispondenza delle aperture con relativi desolatori e degrassatori;
- scaffalature per pallets per il deposito realizzato a piano terra e nel soppalco;
- posizionamento di lavatoi d'emergenza per gli occhi;
- posizionamento di allestimenti per la distribuzione di aria compressa, acqua e liquidi impianti speciali ecc.

Piano mezzanino

Il piano mezzanino, superficie totale 260,00 mq è accessibile dagli ascensori e/o scale interne, contiene:

a. pronto soccorso con 2 ambulatori e un bagno, superficie 35,75 mq;
b. server room dotata di sistema di climatizzazione adeguato all'utilizzo con griglie di areazione a pavimento ed a soffitto compartimentata con pareti e porta tagliafuoco REI 180, superficie 67,50 mq;
c. ufficio di controllo parete vetrata con affaccio sulla doppia altezza della bussola d'ingresso, superficie 26,80 mq.



PIANTA PIANO MEZZANINO

d. deposito di 228,50 mq per lo stoccaggio dei materiali di ricambio accessibile dalle officine tramite scala interna e dal piano mezzanino con pareti e porta tagliafuoco REI 180
e. all'estremo lato nord-est all'esterno oltre l'officina, all'esterno dell'edificio al di sopra della copertura a pianta triangolare è ricavato uno spazio tecnico dove trova collocazione il gruppo elettrogeno di emergenza, questo spazio è a cielo aperto ma protetto mascherato sui lati da pannelli prefabbricati in c.l.s. di colore nero e finitura rigata come è tamponata tutta la parte bassa dell'edificio. Sempre su questo triangolo si trova la scala di sicurezza che dalla copertura scende fino alla fine del camminamento realizzato tra l'autorimessa e la scogliera.

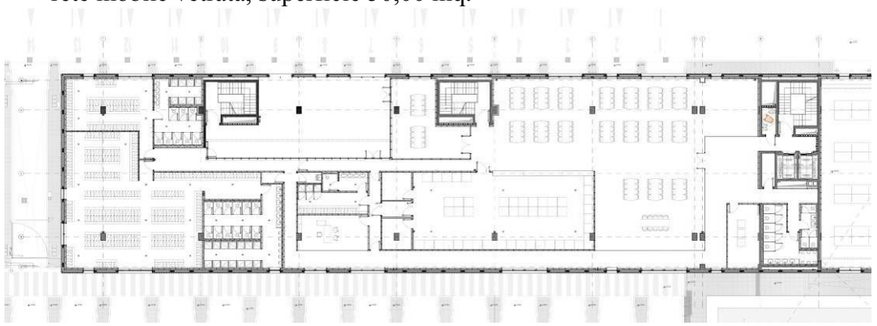
Piano primo



PIANTA PIANO PRIMO

Questo piano ha una superficie di 1,580 mq e vi sono collocati:

a. una zona filtro che interrompe l'area che separa il blocco scale/ascensori dalla mensa. Questo spazio è delimitato da vetrate che permettano una visuale di tutto il locale garantendone una separazione da rumori e odori. Da questo passaggio si accede direttamente ai servizi igienici e al corridoio che conduce agli spogliatoi;
b. mensa per un numero di 146 posti a sedere. La mensa, che ha uno sviluppo longitudinale, riceve luce naturale dalla parete posta a nord-est. Tale parete come tutte quelle sui quattro lati dell'edificio è composta da pannelli posizionati a scacchiera asimmetrica, questo fa si che non vi sia una eccessiva illuminazione, creando un'alternanza nelle aperture che interrompe a intervalli irregolari l'ingresso della luce rendendo lo spazio più rilassante, superfice 346,50 mq.
c. una mensa riservata di 16 posti con un accesso diretto al terrazzo coperto. Questa mensa è riservata al personale dirigente e si trova tra la mensa del personale e la terrazza coperta, è delimitata dagli altri locali tramite una parete mobile vetrata, superficie 50,00 mq.



PIANTA PIANO PRIMO – ZONA MENSA /SPOGLIATOI

d. terrazzo coperto. uno spazio delimitato da vetrate adiacente la mensa, con un cavedio che porta illuminazione ed aerazione naturale dal tetto. Questo luogo, arredato con piante e dotato di sedute, è stato pensato come uno spazio ibrido per delle soste dopo il pranzo o pause durante la giornata, superficie 131,70 mq.
e. cucina con un'apertura sulla parete divisoria con la mensa per il passaggio vivande, superficie 146,30 mq.
f. locale deposito bevande, è un locale annesso alla cucina, superficie 9,90 mq.
g. dry-store, superficie 9,00 mq.
h. spogliatoio con 3 docce un bagno e provvisto di armadietti per il personale cucine, superficie 18,33 mq.
i. ufficio del responsabile mensa, accessibile da un corridoio interno di servizio che collega: cucina, locali annessi, e spogliatoi.
j. Ripostiglio, superficie 2,70 mq.



IMMAGINE DI PROGETTO - ZONA MENSA

A questo piano è presente inoltre l'area di spogliatoio degli operai/e del terminal Questa area è composta da:

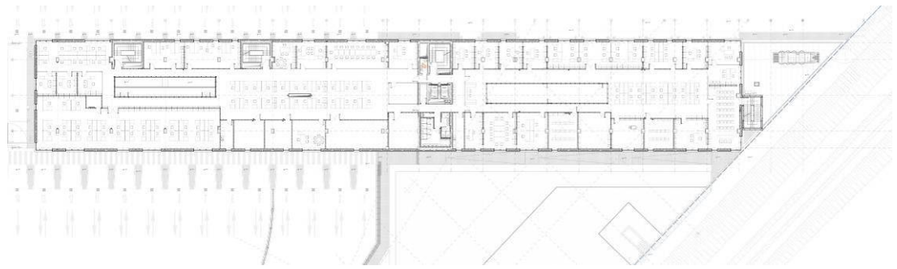
a. spogliatoio maschile per 325 posti per 189,40 mq., con bagni e docce annesse per 56,35 mq.
b. spogliatoio femminile per 76 posti, 52,30 mq con bagni e docce annesse per 33,90 mq. Sia gli spogliatoi maschili che quelli femminili usufruiscono an-

che di luce naturale proveniente dalla metà superiore delle pareti perimetrali, nella porzione di parete tra la fine degli armadietti e il soffitto;

c. in questo piano sono inoltre ubicate le scale di sicurezza posizionate tra gli assi costruttivi 2-3, 4-5;
d. stanza RAC. In aderenza a questa stanza è prevista un' intercapedine per il passaggio delle fibre ottiche che collegano la stanza del server LAN posizionata al piano mezzanino;
e. servizi igienici.

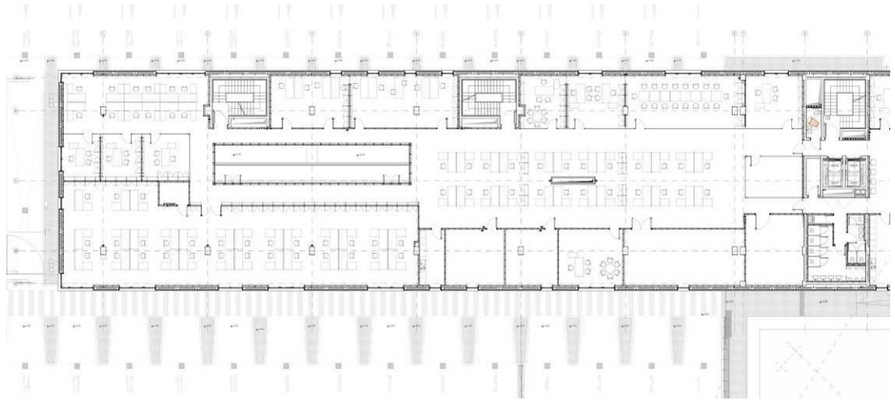
Piano secondo

UFFICI – OPERATORI TERMINAL



PIANTA PIANO SECONDO - GENERALE

Si può dividere virtualmente il piano secondo in due metà, che chiameremo rispettivamente nord-est e nord-ovest, il cui baricentro è costituito dal blocco scale/ascensore e dai servizi. La metà a nord-ovest, composta di soli uffici, è così organizzata con gli uffici posizionati sul perimetro interno dell'edificio. Questo per poter usufruire della luce naturale proveniente dalle finestre e filtrata dal sistema a pannelli delle facciate prima citato. La porzione centrale dello spazio è riservata alla distribuzione interna, alle postazioni che lavorano in open space e ai cavedi. Questi ultimi sono delimitati da vetrate per favorire la diffusione della luce che proviene dalla copertura e rende più vivibile lo spazio nelle zone centrali che sarebbero altrimenti illuminate da sola luce artificiale.



PIANTA PIANO SECONDO ZONA NORD OVEST

Questa metà contiene le seguenti funzioni:

a. una sala riunioni per 18 posti a sedere di 56,66 mq
b. un ufficio dirigente manutenzioni di 21,41 mq
c. un ufficio esterno di 27,16 mq
d. un locale fotocopie per ufficio manutenzioni di 21,22 mq.
e. 4 postazioni lavoro per operatori ai refrigeratori
f. 16 postazioni di lavoro per reparto amministrativo
g. un ufficio per il responsabile IT da 1 postazione di 32,58 mq.
h. una stanza destinata ai rack di 37,25 mq.
i. 4 operatori per impianti IT
j. un cavedio di illuminazione e aerazione. Questo cavedio interno è uno dei due presenti in tutto l' edificio. È composto sui quattro lati da vetrate a tutta altezza e collega direttamente il piano mensa con la copertura. Nel cavedio c'è una piccola terrazza, con uno sviluppo su tutta la lunghezza dello stesso. Questa terrazza ha una profondità di 1.20 ml e una superficie di circa 24 mq, serve per usufruire anche a questo piano di uno spazio esterno rimanendo all' interno della struttura
k. archivio da 29,75 mq relativo agli uffici IT
l. una stanza polifunzionale, 26,62 mq

m. una cucina, 12,65 mq attrezzata di macchina da caffè, frigorifero, forno microonde, posta in posizione centrale in modo da essere facilmente raggiungibile da tutto il personale.
n. un vano tecnico da 60,80 mq.
o. un ufficio da 4 postazioni per impiegati
p. libreria per gli uffici tecnici di manutenzione da 51,10 mq.
q. sala operativa controllo degli accessi, 12 postazioni, posizionata sul lato nord-ovest e relativo affaccio sulla piattaforma in modo da avere un controllo visivo del movimento nel terminal da 75,85 mq.
r. ufficio operativo della piastra con 29 postazioni. Questo open space ha uno sviluppo longitudinale, illuminato da luce naturale su due lati, essendo posizionato sull' angolo sud-ovest. E' delimitato internamente da una parete attrezzata che la divide dal corridoio di servizio. Per la necessità di avere un unico grande spazio di lavoro, i pilastri in questo ambiente sono a vista nella stanza ma le postazioni di lavoro sono state posizionate in modo da sfruttare al massimo la percorribilità interna da 277,07 mq.
s. archivio per files degli uffici di manutenzione da 6,00 mq.
t. servizi igienici posti tra gli assi 8 e 9. Fanno parte di un unico blocco servizi che vede rispettivamente: servizi igienici, ascensori e vani scale con cavedi tecnici annessi. Questi blocchi servizi sono posizionati circa in corrispondenza della mezzeria dell' edificio e fungono da filtro di passaggio tra i due ambienti di lavoro.



PIANTA PIANO SECONDO - ZONA NORD EST

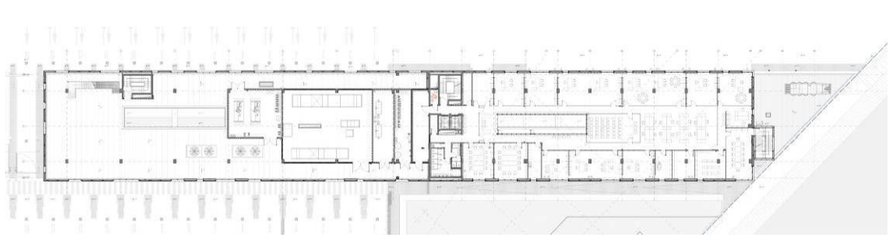
Anche la metà nord-est è costituita per lo più di uffici. In corrispondenza della mezzeria della struttura si trovano rispettivamente partendo dai blocchi scale/ascensori:
una reception, un cavedio, 4 postazioni lavoro in open space per l'assistenza alla clientela più altre 4 per la pianificazione delle navi. Descritti in dettaglio tutti gli ambienti sono i seguenti:

a. una reception, collocata nelle immediate vicinanze della scala con rispettiva zona di attesa con 4 sedute e una delimitazione realizzata con una vetrata avente due accessi ad apertura controllata da lettori di badge.
b. un ufficio esterno con accesso direttamente dalla zona reception prima del controllo degli accessi da 20.33 mq.
c. un ufficio esterno da 21,70 mq.
d. un ufficio per dirigente movimento treni da 21,74 mq.
e. un ufficio per assistenza treni da 22,13 mq.
f. un ufficio di pianificazione del terminal composto da 12 postazioni lavoro da 88,43 mq.
g. un ufficio responsabile degli spostamenti con quattro postazioni da 36,49 mq.
h. un ufficio per assistente operativo comunicante con l'ufficio del dirigente operativo del terminal da 22,64 mq.
i. un ufficio responsabile operativo del terminal che una posizione d'angolo per controllare la piattaforma, è munito di finestre sui prospetti nord e est ed ha una superficie di 24,48 mq.
j. un ufficio segreteria del responsabile operativo del terminal 22,09 mq.
k. una sala conferenze / training-room da 35 posti 68,80 mq.
l. due stanze/archivio per una superficie totale di 66,54 mq.
m. un ufficio visitatori 34,42 mq.
n. un locale fotocopie fruibile da tutti gli impiegati 33,56 mq.
o. una stanza polifunzionale da 40,20 mq.
p. un ufficio con quattro postazioni di lavoro 38,53 mq.
q. una sala riunioni da 12 posti a sedere, riservata alla direzione generale 40,70 mq.

r. una saletta di consultazione per manuali tecnici 22,50 mq.
s. una cucina fruibile da tutti gli impiegati 14,50 mq.
t. il cavedio ha una superficie di circa 90 mq, è delimitato sui 4 lati da pareti vetrate a tutta altezza e porta luce ed aria naturale dall' esterno. Diversamente dal precedente cavedio, non c'è comunicazione con lo spazio del piano sottostante, dove ci sono le officine. Quindi il cavedio, in questo piano, è completamente calpestabile al suo interno. Anche questo verrà allestito con piante e sedute per consentire momenti di pausa e relax in un ambiente il più naturale possibile. Sui due lati più lunghi vi sono i due corridoi di servizio per gli uffici i quali sono distribuiti ad anello sul perimetro interno dell' edificio. In questo modo sia gli uffici che gli spazi di servizio più centrali possono usufruire di illuminazione naturale.

Piano terzo

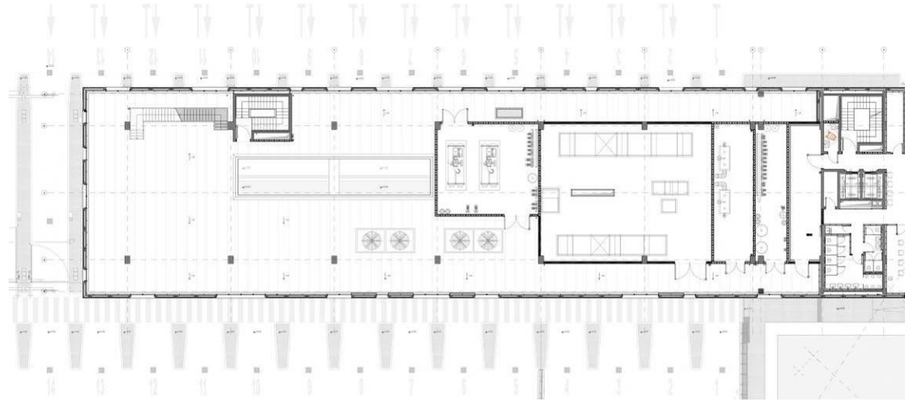
UFFICI – LOCALI TECNICI



PIANTA PIANO TERZO – GENERALE

Questo piano come il precedente si può dividere in una parte nord-ovest dove sono ubicati esclusivamente locali tecnici per gli impianti relativi al funzionamento dell' edificio, e una metà nord-est di soli uffici.

La parte a nord ovest è così distribuita:
a. una zona aperta soppalcata accessibile dalle scale di sicurezza e dal corpo scale principale tramite un corridoio, il soppalco sorregge i pannelli solari termici.
b. un cavedio da circa 90 mq.
c. area esterna dove vengono collocate due unità esterne.
d. una sala per i gruppi frigo di 87,70 mq.
e. una sala per UTA di 225,42 mq.
f. una sala per i gruppi frigo di 87,70 mq.
g. una centrale termica di 51,80 mq.
h. una sala pompe a servizio della centrale termica di 51,80 mq.
i. un corridoio di accesso dalla zone scale/zona uffici.



PIANTA PIANO TERZO – ZONA NORD OVEST

Quest'area tecnica è per una parte coperta e chiusa e per una parte aperta scoperta, i tamponamenti tra le due sono realizzati con muratura in blocchi, per la zona della centrale termica i blocchi sono in cls. finiti con intonaco civile, mentre nella zona UTA e frigo i blocchi sono di laterizio finiti sempre con intonaco civile.

L'asse centrale è sempre costituito dai blocchi scale/ascensori e servizi igienici. Anche questo è organizzato come il precedente, presenta sulla mezzeria la zona accettazione, il cavedio, una sala riunioni e postazioni di lavoro in open space.

La parte relativa agli uffici è così distribuita:
a. una reception, collocata nelle immediate vicinanze della scala con rispettiva zona di attesa con 4 sedute e una delimitazione realizzata con una vetrata avente due accessi ad apertura controllata da lettori di badge.
b. un cavedio con terrazzo da circa 90 mq.

c. una sala riunioni da 36 posti che può usufruire di illuminazione naturale attraverso una parete vetrata che diffonde luce dal cavedio la sala ho tutte le pareti vetrate oscurabili tramite tende alla veneziana, superficie di 52,44 mq.



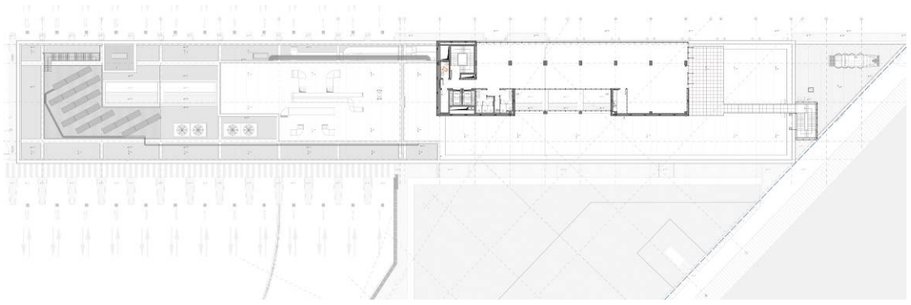
PIANTA PIANO TERZO – ZONA NORD EST

d. 8 postazioni di lavoro per ufficio commerciale e 8 postazioni per ufficio finanziari
e. un ufficio polifunzionale accessibile dall'interno e dalla zona reception da 37,77 mq.
f. una stanza rac da 9,68 mq.
g. un ufficio esterno da 33,70 mq.
h. un ufficio esterno da 23,92 mq.
i. un ufficio per il responsabile del settore sviluppo lavoro da 36,58 mq.
j. un ufficio per il responsabile del settore tecnico e HSSE da 71,37 mq.
k. un ufficio per il responsabile del settore commerciale e del responsabile del settore finanziario da 71,37 mq.
l. una sala riunioni da 12 posti accessibile dall'interno e dalla zona reception da 37,77 mq.
m. una sala riunioni da 16 posti da 41,14 mq.
n. una cucina fruibile da tutti gli impiegati 16,21 mq.
o. ufficio colloqui risorse umane con antistante spazio di attesa con posti a sedere per eventuali visitatori 26,42 mq.
p. un ufficio per il responsabile risorse umane con 2 postazioni di lavoro da 52,00 mq.
q. un ufficio risorse umane 31,84 mq.
r. un ufficio fotocopie usufruibile da tutto il personale 16,00 mq.
s. un archivio relativo agli uffici delle risorse umane 21,71 mq.
t. un archivio relativo agli uffici della direzione generale, si accede da un piccolo corridoio di servizio interno che mette in comunicazione un'area riservata agli uffici direzionali 30,12 mq.
u. una sala riunione da 12 posti 44,11 mq.
v. una zona di attesa
w. 2 postazioni di lavoro per la direzione generale 18,73 mq.
x. un ufficio del direttore generale con tavolo riunioni 37,40 mq.

Piano quarto

COPERTURA

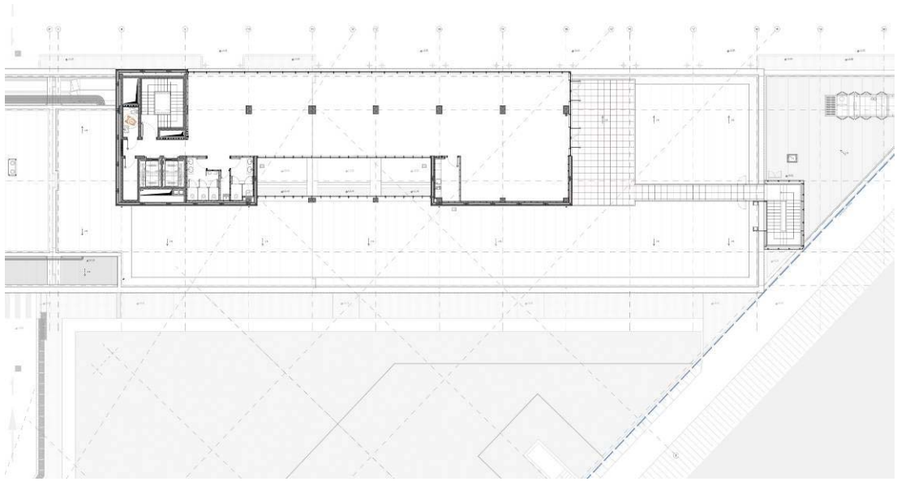
In questo piano copertura, è stato progettato uno spazio polifunzionale per ricevimenti ed eventi. Si accede tramite il blocco ascensori/scale ed è costituito da una grande terrazza coperta di 295 mq, una piccola cucina più servizi igienici.



PIANTA PIANO QUARTO – GENERALE

La terrazza è completamente chiusa da vetrate, e si affaccia sulla piattaforma. Si ha perciò una visuale di 180° sul mare. È inoltre prevista una parte esterna pavimentata.

L'altezza interna del locale è di 3.30 ml e dentro a questo spazio si può vedere il cavedio, descritto al punto "r del piano secondo", che prosegue dai piani inferiori delimitato da vetrate.



PIANTA PIANO QUARTO – ZONA SALA POLIFUNZIONALE/TERRAZZA

Questo ambiente visto dall'esterno, si presenta come un volume vetrato su due lati e con un'ulteriore vetrata interna del cavedio. Questo crea un gioco di trasparenze che tende ad annullare la sagoma di questo volume rendendo più pulito lo skyline complessivo dell'edificio amministrativo/officine.
I pochi tamponamenti di facciata di questa zona sono realizzati con pannelli prefabbricati in cls con finitura striata a tinta nera come il basamento dell'edificio.

Le strutture dell'edificio

Dal punto di vista strutturale e/o funzionale, l'edificio può essere suddiviso in quattro corpi di fabbrica principali planimetricamente allineati, identificati nel modo seguente (Fig. 6.86)

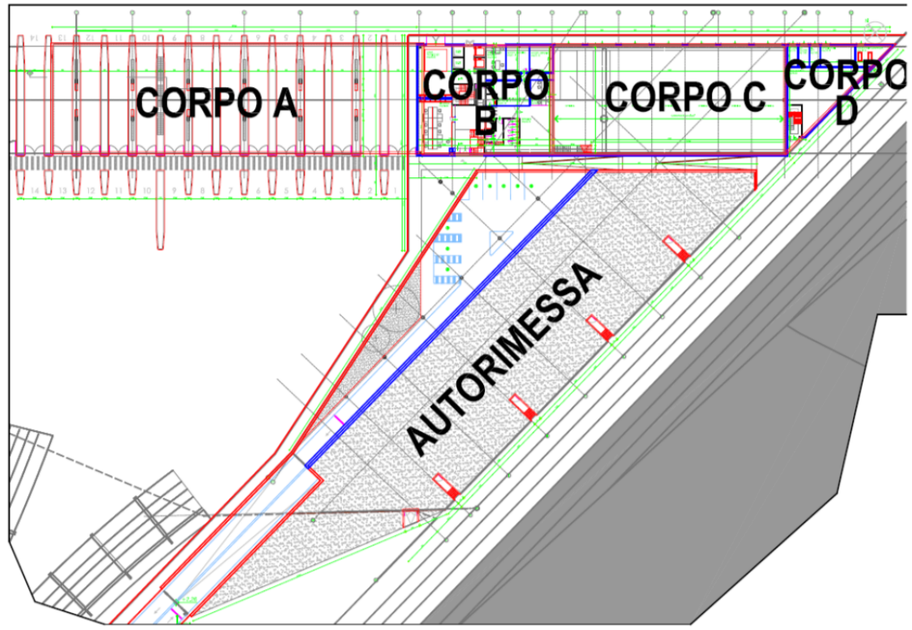


FIG. 6.86 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - EDIFICIO AMMINISTRATIVO/OFFICINE - SUDDIVISIONE STRUTTURALE

– Corpo "A": la struttura del primo corpo, di lunghezza circa 60 m, si estende dal fronte orientale dell'edificio fino al giunto di dilatazione che lo separa dall'adiacente corpo "B". Il piano terra dell'edificio, a doppia altezza, è organizzato in n corsie che costituiscono i "gates" di accesso dei mezzi di trasporto alla piattaforma. I piani superiori contengono gli uffici e spazi per il personale. La struttura portante è costituita da 7 telai piani posti ad interasse di 10.10 m (fa eccezione l'ultimo campo, la cui lunghezza è 11.37 m). Il telaio piano principale è formato da una coppia di sostegni e dalle travi trasversali, che ai vari piani si prolungano oltre i sostegni a formare sbalzi di lunghezza 3.40 m da ambo i lati.
– Corpo "B": la struttura, a n piani, si estende in lunghezza per circa 25 m. In questo corpo, organizzato anch'esso ad uffici, sono alloggiati i vani scale e i vani ascensore.

– Corpo "C": la struttura si estende in lunghezza per altri 42 m circa dal giunto di dilatazione posto a separazione dal corpo "B". Il piano terra è a doppia altezza e alloggia un'officina di 800 m^2, dotata di un carroponte da 20 t. I piani superiori alloggiano uffici. La struttura portante è costituita da 8 telai piani posti ad interasse di 6 m. Il telaio piano principale è formato da una coppia di sostegni verticali e da due tipi di travi trasversali. La prima trave supera una luce di circa 20 m ed ha il compito di sostenere il solaio e i carichi trasmessi dalla coppia di pilastri superiori, che sono arretrati rispetto al perimetro esterno dell'edificio. Le travi ai piani superiori sono caratterizzate da una luce inferiore (13 m) e da due sbalzi di lunghezza 3.40 m da ambo i lati, similmente alle travi principali del blocco A.
– Corpo "D": a pianta triangolare, ha altezza inferiore rispetto agli altri corpi di fabbrica (un solo livello).

Annessa all'edificio è prevista un'autorimessa interrata per circa 90 posti auto, con copertura a verde, a falda inclinata, sostenuta da pilastri e dai muri perimetrali.

Come tipologia strutturale dell'edificio, è stato adottato lo schema di telaio costituito da travi e pilastri in calcestruzzo armato su fondazione diretta.

Gli orizzontamenti ai vari piani dell'edificio sono realizzati con tegoli prefabbricati autoportanti in cemento armato precompresso (Fig. 6.87). I vantaggi di tale soluzione consistono nella rapida posa in opera senza necessità di sostegni provvisori, nella possibilità di superare grandi luci con spessori modesti di solaio e al tempo stesso di garantire l'adeguato comportamento a diaframma richiesto per l'antisismica attraverso il completamento con il getto in opera della cappa collaborante, armata (da 10 cm). La sezione è composta da un corpo a centrale a U e da due ali laterali. La larghezza del tegolo può essere modificata all'occorrenza intervenendo sulla larghezza delle ali laterali.

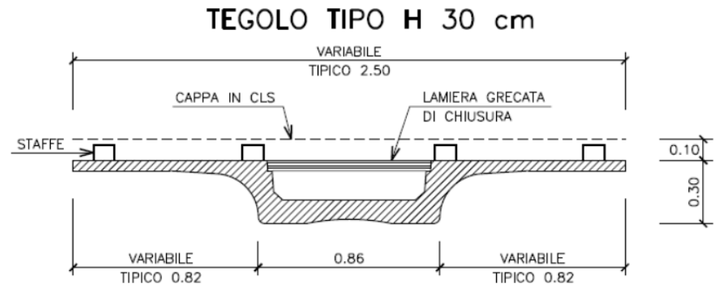


FIG. 6.87 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - EDIFICIO AMMINISTRATIVO/OFFICINE - SEZIONE TRASVERSALE DEL TEGOLO PREFABBRICATO DI ALTEZZA 30 CM PER LA REALIZZAZIONE DEI SOLAI

La tipologia di telaio, realizzabile mediante parziale o quasi totale prefabbricazione, è adatta al carattere "industriale" dell'edificio in oggetto, coordinandosi al tempo stesso con le esigenze di tipo architettonico e funzionale (grazie alla versatilità del piano libero nell'organizzazione degli spazi attraverso divisori non strutturali), e di tipo cantieristico (rapidità d'esecuzione e contenimento dei costi). L'arretramento dei pilastri rispetto al perimetro esterno dell'edificio si accorda con il distributivo degli spazi interni e migliora il comportamento igrometrico dell'edificio prevenendo la creazione di ponti termici.

La chiusura dell'edificio su tutto il perimetro è realizzata con un paramento in pannelli prefabbricati non strutturali. I pannelli sono vincolati alle travi di bordopiano con appositi fissaggi di ancoraggio, mascherandole.

Ai fini della salvaguardia funzionale dell'edificio si valuta l'opportunità di limitare le deformazioni relative di interpiano dovute all'azione sismica per non compromettere l'integrità dei pannelli di tamponamento e degli impianti: si ritiene opportuna la disposizione di due coppie di ritegni sismici in corrispondenza di ogni orizzontamento, in grado di esplicare reazioni in entrambe le direzioni trasversale e longitudinale.

In ottemperanza al D.M. del 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni), i calcoli e le verifiche sono stati condotti con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

L'opera è stata dimensionata con riferimento ad una vita utile di 50 anni.

In termini di durabilità dei materiali, si è fatto riferimento all'Eurocodice 2 e alla norma UNI EN 206-1 per l'attribuzione delle classi di esposizione ambientale, delle proprietà dei calcestruzzi e dei copriferri.
Si rimanda alla relazione di calcolo e agli elaborati grafici per una descrizione dettagliata delle classi di resistenza e dei parametri adottati.

6.14.4. Gli impianti meccanici a servizio dell'edificio

L'impianto di scarico acque nere
La rete di drenaggio delle acque nere sarà essenzialmente costituita da: colonne verticali di diametro ø 125 mm in polipropilene insonorizzato estese sino in copertura dove, aperte in sommità, assolveranno anche la funzione di ventilazione primaria; rete di collettamento interrata esterna al fabbricato realizzata in PVC pesante con collettori di diametro pari a ø 160 mm per il tratto destinato al recapito in fognatura; manufatti speciali quali pozzetti disoleatori e/o dissabbiatori (officina, stazione di rifornimento) o dispositivi condensa grasso (cucina) interrati al di fuori dell'edificio in posizioni tali da rendere agevoli tutte le operazioni di manutenzione/pulizia.

L'impianto di scarico condense
Per quanto concerne lo scarico delle condense prodotte dall'impianto di raffrescamento (ventilconvettori) è prevista a progetto la realizzazione di una rete di drenaggio dedicata costituita da tubazioni in Polipropilene che scorrerà all'interno dei controsoffitti sino a collegarsi a cinque colonne di scarico verticali dedicate aventi ciascuna diametro ø 75 mm. Lo scarico finale dell'acqua di condensa avverrà al piano terra all'esterno in pozzetti a perdere nel terreno realizzati specificamente.

Impianto idrico sanitario
Il cuore dell'impianto idrico sanitario è rappresentato dalla centrale termica situata al terzo piano in un locale ad essa dedicato. Nella centrale termica sono ubicati i dispositivi di filtrazione, addolcimento e sanificazione dell'acqua fredda e di produzione dell'acqua calda sanitaria.
In particolare per quanto concerne la produzione vera e propria di acqua calda per uso sanitario sono stati previsti due serbatoi della capacità cadauno di 2.000 lt dotati al loro interno di due serpentini di scambio termico, dei quali uno alimentato ad acqua calda prodotta dai generatori presenti in centrale e l'altro alimentato dall'acqua calda derivante dall'impianto di captazione di energia solare. A partire dalla centrale termica, le tubazioni di acqua fredda potabile, di acqua calda sanitaria e del ricircolo, raggiungono tutte le zone di interesse (locali w.c., spogliatoi, cucina etc…) situate ai vari piani dell'edificio attraverso dei montanti verticali alloggiati entro un apposito cavedio tecnico.
Tutte le distribuzioni ai piani avvengono entro controsoffitto con le calate di alimentazione dei sanitari da eseguirsi in traccia o entro pareti in cartongesso.
Ogni blocco di servizi igienici sarà intercettabile ed isolabile dalla rete mediante appositi rubinetti di intercettazione installati ad incasso nelle murature.

Impianto di captazione energia solare
Sulla copertura dell'edificio, al terzo piano, è prevista l'installazione di 22 collettori solari di tipo piano con una superficie netta captante totale di 50.6 mq. I collettori saranno installati, su una struttura metallica appositamente realizzata zavorrata o ancorata alla struttura sottostante. L'orientamento e l'inclinazione saranno quelli tipici di una corretta installazione (35° zenitali e orientamento SUD) al fine di massimizzare il rendimento. L'energia solare captata dai pannelli verrà immagazzinata all'interno dei due accumuli posizionati nella centrale termica od in alternativa sarà convogliata, grazie ad un opportuno scambiatore di calore a piastre, nell'impianto di riscaldamento generale.

Impianto distribuzione gas metano
A partire dal contatore gas metano, collocato in prossimità di quello idrico, una idonea tubazione in materiale plastico interrata addurrà il gas metano sino a filo

del fabbricato da dove, attraverso dei montanti verticali correnti a vista in esterno realizzati in acciaio zincato, il gas sarà derivato verso le due uniche utenze presenti nell'edificio: Cucina e Centrale Termica.

L'impianto di climatizzazione

Tutto l'edificio (escludendo l'Officina) sarà dotato di un impianto di climatizzazione degli ambienti in grado di controllare la temperatura interna, l'umidità relativa interna, il grado di purezza dell'aria, le velocità residue dell'aria in ambiente.
Concettualmente la scelta tecnica è ricaduta su una tipologia impiantistica denominata "mista" ovvero composta da due distinti impianti che agiscono sinergicamente al fine di conseguire il completo controllo dei parametri di cui sopra. In sostanza un impianto di riscaldamento/raffrescamento basato su fan coils a soffitto provvederà a compensare le dispersioni termiche e le rientrate di calore nel periodo invernale ed estivo rispettivamente, mentre un impianto di trattamento dell'aria provvederà a rinnovare l'aria all'interno degli ambienti controllandone anche l'umidità relativa. Attraverso un idoneo dimensionamento ed una corretta disposizione degli elementi di diffusione dell'aria e dei terminali di scambio termico in ambiente è possibile ottenere anche un controllo dei flussi d'aria all'interno delle zone occupate garantendo in ogni momento un soddisfacente livello di comfort per gli occupanti. Per le sale server e l'officina, sono stati studiati degli impianti specifici.

Le centrali tecnologiche al terzo piano

Le tre principali centrali tecnologiche a servizio dell'edificio sono concentrate al terzo piano. Si tratta della centrale termica, della centrale frigorifera e della centrale di trattamento aria. Dalle centrali tecnologiche si diramano tutte le reti distributive già descritte.

Gli impianti speciali al servizio dell'Officina

Le operazioni da effettuarsi all'interno dell'Officina localizzata al piano terra dell'edificio necessitano di una impiantistica particolare; sono quindi state previsti un impianto di aria compressa, un impianto di stoccaggio e distribuzione oli speciali, un impianto di distribuzione del grasso, un impianto di drenaggio e stoccaggio oli esausti, un impianto di estrazione fumi saldatrici.

Gli impianti elettrici dell'edificio

Alla base dell'edificio sarà posta la cabina MT/bt che ha lo scopo di servire in bassa tensione tutta la palazzina amministrativa, l'officina e l'area adiacente esterna.
A servizio dei quadri di distribuzione dislocati a i vari piani è posto un quadro generale di bassa tensione alimentato da due trasformatori MT/bt di potenza 800kVA. Un solo trasformatore sarà in grado di garantire l'energia per tutto l'edificio; comunque il quadro sarà dimensionato per garantire il funzionamento dei due trasformatori in parallelo. Il quadro sarà in grado di escludere le utenze meno importanti in caso di mancanza di energia elettrica da rete e quindi garantire l'erogazione di energia elettrica, in questa condizione generata dal sistema gruppi elettrogeni, alle utenze ritenute essenziali come UPS, locale Server Room e Server Main.
A servizio della palazzina sarà presente un UPS in grado di garantire il funzionamento per 60 minuti del sistema telematico in assenza di energia elettrica e un soccorritore dedicato all'illuminazione di emergenza che sarà in grado di garantire il funzionamento dell'impianto di illuminazione di emergenza per 60 minuti. Per garantire la massima garanzia di funzionamento per le sole sale Server Main e Server Room saranno dotate nel loro interno di UPS telematici inseriti nei quadri Rack.
L'illuminazione di emergenza sarà garantita da lampade specifiche con relativi pittogrammi e utilizzando parte delle lampade utilizzate per il normale illuminamento degli ambienti. Il trasporto dell'energia sarà garantita da conduttori resistenti al fuoco.

Impianto di illuminazione

Il numero, la posizione, i tipi e le caratteristiche delle varie utenze (punti luce, ecc.) nonché dei vari organi di comando (interruttori, pulsanti, ecc.) sono tali da assicurare il massimo comfort visivo cercando nel contempo di contenere il più

possibile i consumi. Negli uffici sono previsti corpi illuminanti ad emissione diretta con ottiche antiriflesso in maniera da poter utilizzare i PC senza problemi di luminanza. Tali corpi illuminanti saranno tutti muniti di reattore elettronici. In tutte le sale tecniche sono previste lampade IP65.
L'illuminazione nei corridoi si compone di corpi illuminanti da incasso nel controsoffitti, mentre per quanto riguarda l'officina, depositi e i locali tecnici i corpi illuminanti sono a plafone. I corpi illuminanti in generale prendono alimentazione dalla linea normale. Nei locali tecnici e al piano interrato e nell'officina l'allacciamento alle utenze verrà eseguito con tubazioni a vista in PVC, mentre negli altri locali, dove possibile con tubazioni a controsoffitti o sotto pavimento galleggiante e dove non possibile con tubazioni sottotraccia.
Per illuminazione di sicurezza è prevista una serie di lampade da 24W e lampade fluorescenti che normalmente sono parte dell'impianto di illuminazione ordinaria, ma in emergenza trarranno alimentazione dal soccorritore centralizzato.

Impianto di forza motrice
Nei vari locali sono state previste delle prese universali e bipasso a parete, mentre negli uffici sono state previste delle torrette a pavimento. L'alimentazione prevista è normale e da gruppo elettrogeno per le prese comuni, UPS per le prese PC negli uffici ed all'interno dei locali C.E.D..

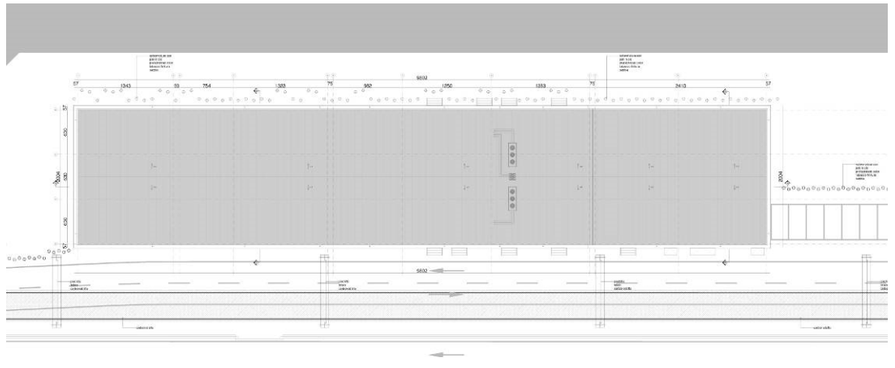
Allacciamenti meccanici
Faranno parte degli impianti elettrici, l'allacciamento ad alcune macchine meccaniche tra cui i gruppi frigo, generatore di calore, le uta, le torri evaporative, elettropompe, unità di condizionamento interne e esterne, cassette, aereotermi ecc.

Impianto di terra
L'impianto di messa a terra sarà costituito dal dispersore e dalla rete di conduttori di terra, compresi quelli di collegamento fra la sbarra di terra ed il dispersore. L'impianto è conforme a quanto previsto dalle disposizioni di Legge, dalle norme CEI 64/8, e dalle successive varianti. Il dispersore sarà costituito da picchetti in acciaio zincato infissi nel terreno e collegati tra di loro mediante una bandella in rame 20x2,5 mm posata all'interno degli scavi realizzati appositamente, attorno all'edificio, e di quelli realizzati per altri servizi, in modo da costruire un anello lungo tutto il perimetro dell'edificio al quale andranno collegate le armature dei cementi armati dell'edificio.

Impianto di chiamata bagni portatori di handicap
È prevista l'installazione, all'interno del bagno per portatori di handicap, di impianto di chiamata con pulsante a tirante e pulsante di tacitazione all'interno del bagno stesso; all'esterno, sarà installata una segnalazione ottico acustica sopra la porta e un pannello alfanumerico per piano.

6.14.5. L'edificio A

L'edificio denominato "A" è localizzato all'estremo nord-ovest subito dietro ai pali della schermatura 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 e gli uffici di TRI

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 contengono le predisposizioni per alloggiarvi i gruppi elettrogeni che tra questi e i vani destinati ad uffici.

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)
- nella stanze della cabina 00 sarà realizzato un pavimento di tipo flottante realizzato con pannelli di tipo grigliato con altezza di 30 cm per permettere il passaggio dei cablaggi

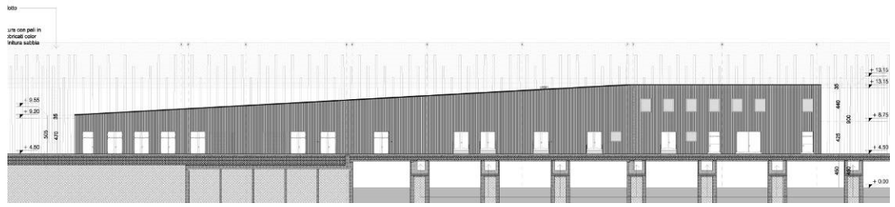
Tutte le pareti divisorie interne ad eccezione di quelle dei locali cucina, cucinini, spogliatoi e sale server che sono realizzate in pannelli di gesso rivestito, sono partizioni in vetro pensate per avere una disposizione chiara ed efficiente nell'utilizzo degli spazi.

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.

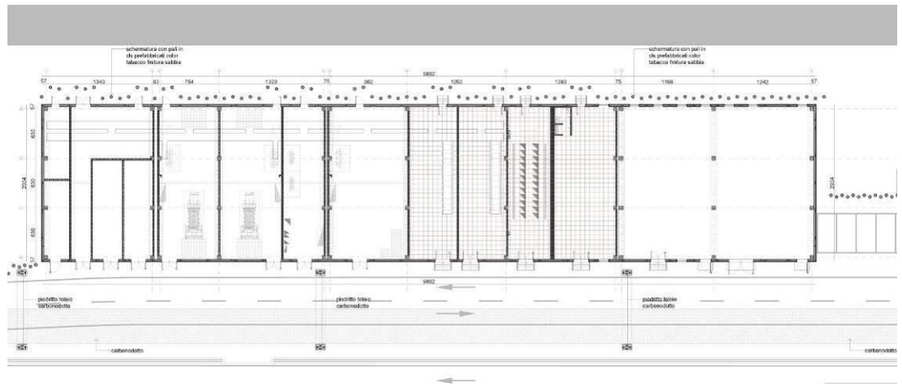
I lavabi saranno di due tipologie differenti, quelli a vasca unica con miscelatori dell'acqua incassati a muro nella zona dell'officina e quelli con singoli lavabi ad incasso in piano unico sempre con miscelatori ad incasso nel muro.

La zona dedicata agli uffici TRI sarà oggetto di una progettazione separata ed al momento è prevista la realizzazione al grezzo con solo fondazioni, pilastri, solai, copertura e tamponamenti esterni con relative chiusure vetrate e portoni.



PROSPETTO/SEZIONE

La copertura è realizzata con elementi prefabbricati con profilo a doppio T, cappa collaborante, isolamenti e guaina ed ha un andamento inclinato a partire dai 5,05 mt della zona delle cabine fino a raggiungere i 13,50 mt del doppio livello dello spazio dedicato a TRI.

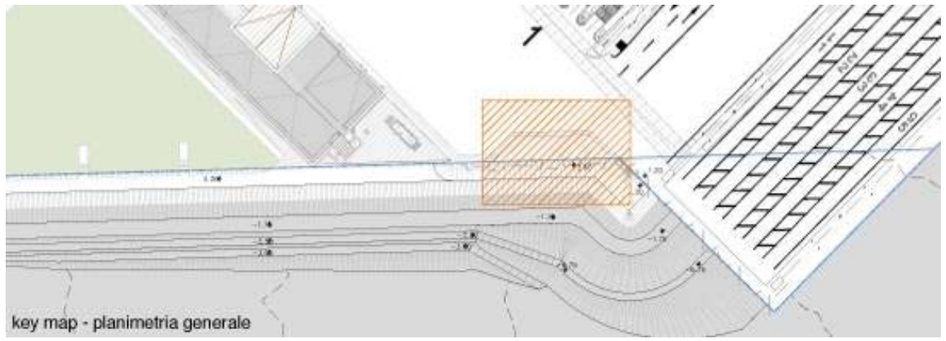


PIANTA PIANO TERRA

All'interno di questo edificio saranno collocati:

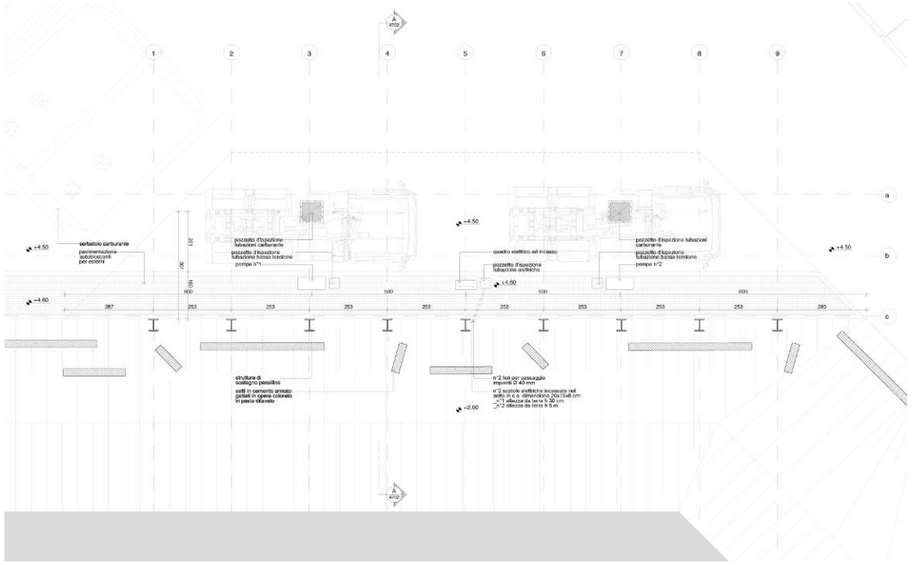
- cabina misure da 29,12 mq
- cabina ENEL da 31,70 mq
- cabina MT/BT PETROLI da 99,67 mq
- cabina MT/BT PARTI COMUNI da 47,88 mq
- cabina MT/BT TRI da 45,31 mq
- vano tecnico per predisposizione gruppo elettrogeno da 144,46 mq
- vano tecnico per predisposizione gruppo elettrogeno da 150,77 mq
- vano tecnico cabina 00 da 100,18 mq
- vano tecnico per predisposizione gruppo elettrogeno locale CED da 191,33 mq
- vano tecnico cabina 00 da 117,33 mq
- vano tecnico cabina 00 da 116,72 mq
- APMT backup server room da 104,37 mq
- centro unico delle emergenze con relativo servizio igienico da 142,52 mq.
- uffici di TRI su due livelli

6.14.6. Area carburanti



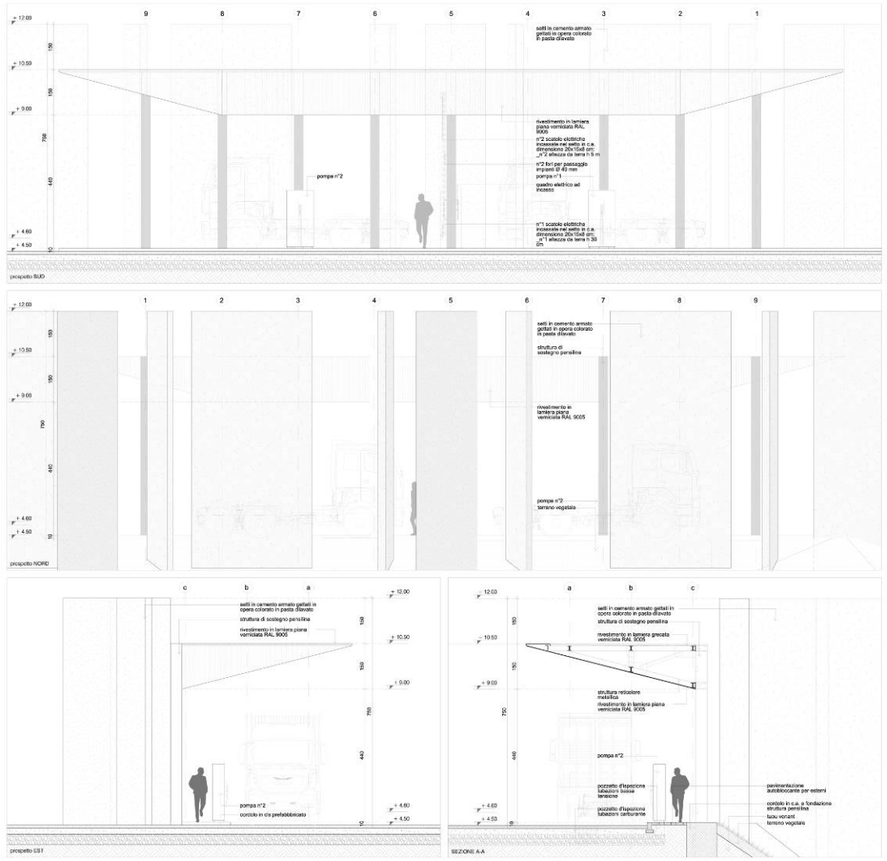
AREA CARBURANTI

Nel lato sud della piattaforma proprio a ridosso della schermatura a setti verso la spiaggia di ponente verrà realizzata la stazione di rifornimento dei carburanti per i camion e i veicoli che movimenteranno le merci.



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.
Al di sopra delle pompe dell'area verrà realizzata una pensilina metallica con struttura portante reticolare per la quale si rimanda ai disegni esecutivi delle strutture.
La struttura sarà rivestita nel suo intradosso con pannelli di lamiera piana verniciata RAL 9005 e al suo estradosso sempre in lamiera verniciata RAL 9005 ma a profilo grecato.
Il profilo della pensilina arriva fino ad un altezza di 5,90 mt dalla quota +4,50 mslm con un'altezza minima netta di 4,40 mt, lo sporto nel lato corto della pensilina sarà di 5,62 mt.



AREA CARBURANTI - PROSPETTI E SEZIONI

6.15. Opere di mitigazione ambientale

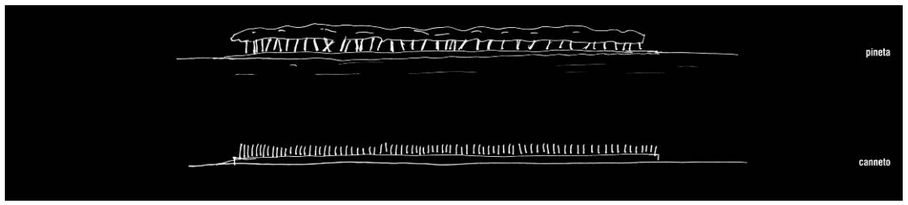
L'intervento prevede un sistema di elementi di mitigazione ambientale per meglio inserire e schermare le viste della piattaforma, gli elementi che caratterizzano il progetto si riferiscono ad immagini, che fanno parte dell'immaginario collettivo, del paesaggio marino e portuale.



IMMAGINI DI RIFERIMENTO

Sono previsti quattro elementi:

– l'edificio che fungerà da quinta verso il paese
– la falda inclinata verde sopra l'autorimessa, che prolunga visivamente la passeggiata del lungo mare verso la piattaforma
– la schermatura a pali verso la spiaggia di levante
– la schermatura di setti verso la spiaggia di ponente

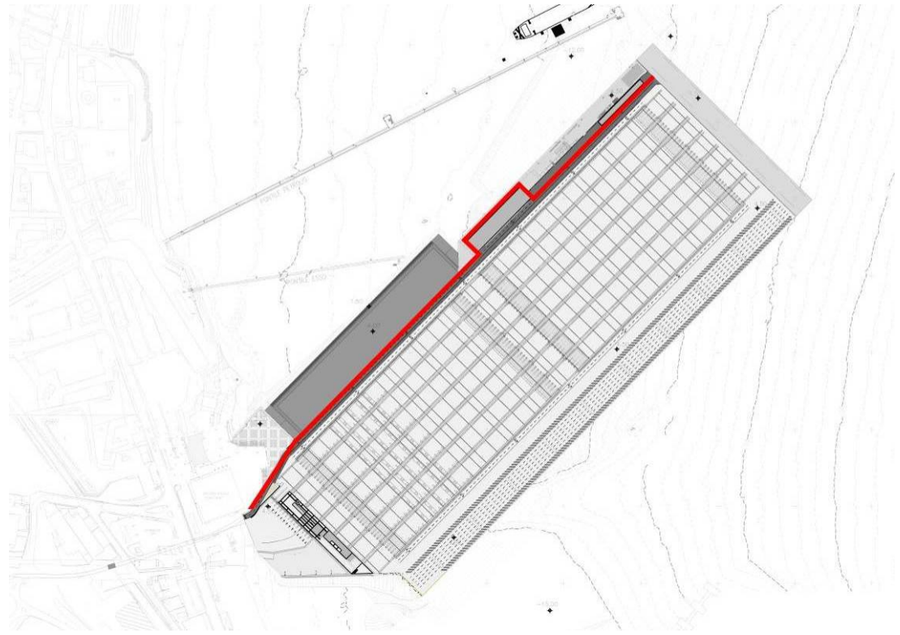


IMMAGINI DI RIFERIMENTO

Lungo la strada che scorre nel alto nord della piattaforma verrà realizzata una schermatura a pali, serve a mascherare per quanto possibile o meglio filtrare la vista dalla spiaggia a nord della piattaforma multifunzione.



PROSPETTI GENERALI DELLA PIATTAFORMA

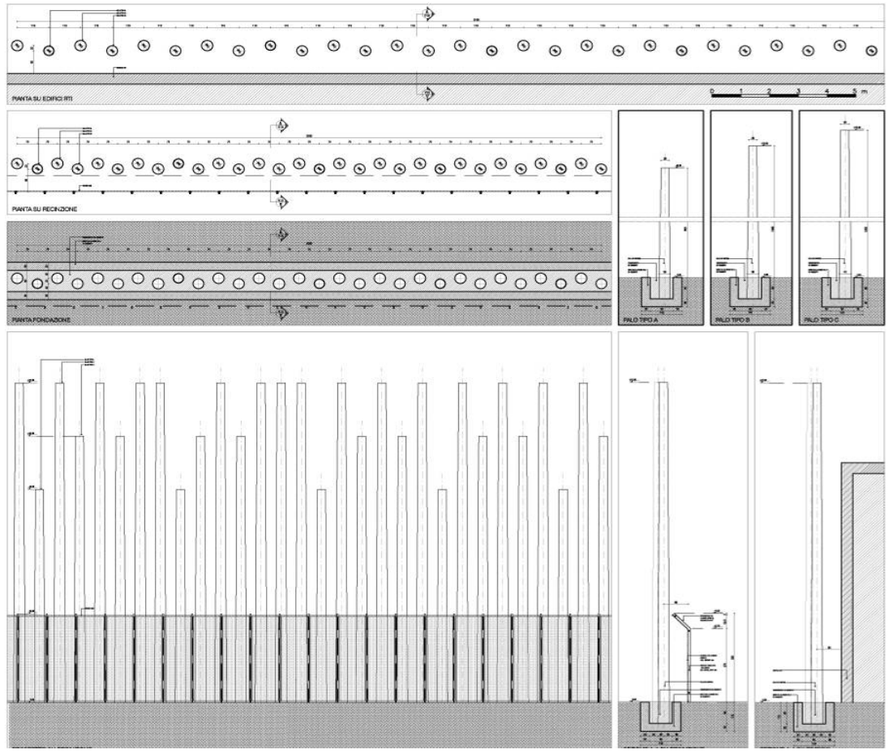


PLANIMETRIA GENERALE – SCHERMATURA PALI

La schermatura sarà costituita da un'infilata di pali di cls di 3 altezze e 3 diametri diversi 3 rispettivamente:

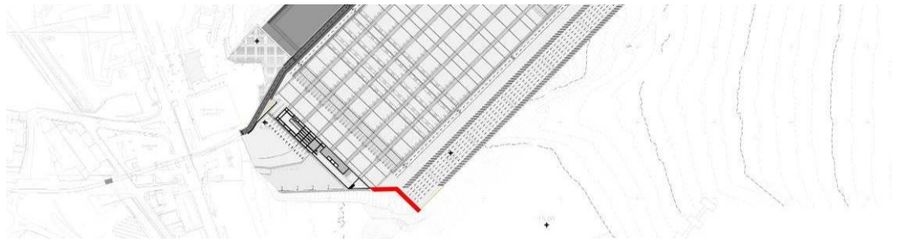
– diametro Ø 36 cm con altezza 8,00 mt
– diametro Ø 38 cm con altezza 10,00 mt
– diametro Ø 40 cm con altezza 12,00 mt

Le varie dimensioni e altezze e la disposizione alternata dei pali hanno come unico scopo la creazione di una vibrazione dello skyline della piattaforma, nascondendo in maniera differente dalle varie angolazioni gli elementi caratteristici della piattaforma (container, gru, carbonodotto e camion), permettendo comunque il passaggio delle correnti d'aria e del vento.



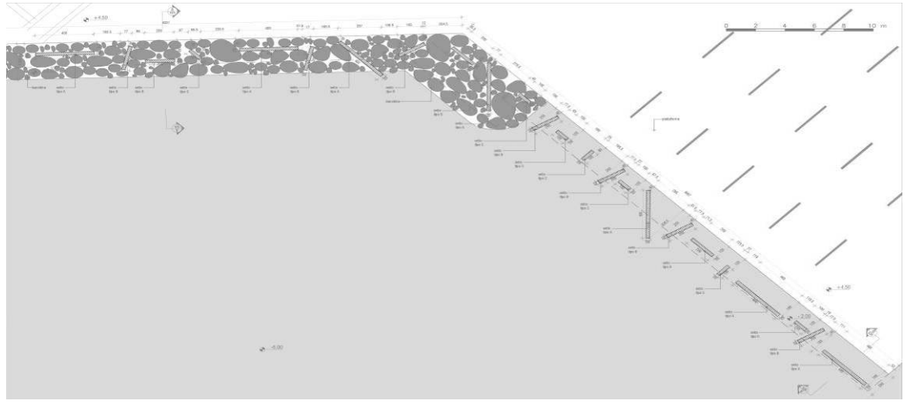
DETTAGLI – SCHERMATURA AMBIENTALE

I pali saranno realizzati con una miscela che comprende cemento grigio, pigmento rosso di ossido di ferro e granulati lucenti e di porfido, recuperati come ultimo sfrido di cava.



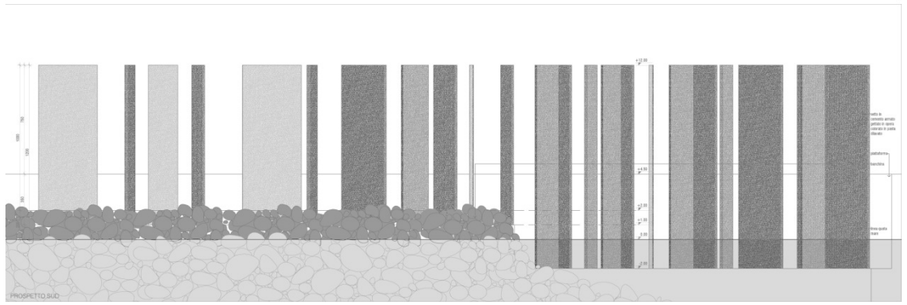
PLANIMETRIA GENERALE – SCHERMATURA SETTI

A sud dell'edificio verrà realizzata un'altra schermatura a setti, questi saranno realizzano dello stesso impasto, finitura e colorazione dei pali.



SCHERMATURA SETTI –PIANTA

I setti saranno avranno altezza variabile tale da permettere un allineamento superiore a quota +12.00 mslm, alcuni saranno appoggiati sulla scarpata altri molto più alti saranno fissati anteriormente al primo dei cassoni in c.a. che costituiscono la piattaforma.



SCHERMATURA SETTI - PROSPETTO

6.16. 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.

6.16.1. 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. 6.88 e Fig. 6.89.

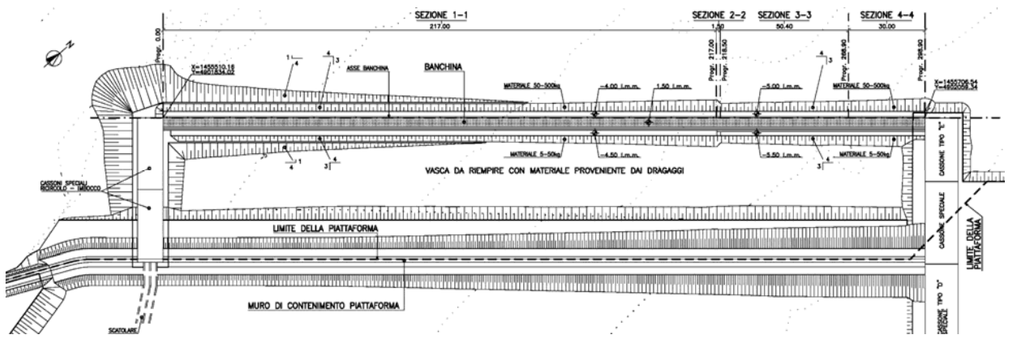


FIG. 6.88 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO . IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATA DA UN CASSONE REGGISPINTA IN CUI SARÀ POSTA LA CONDOTTA PER IL RICAMBIO IDRICO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA RISPETTIVAMENTE DA UN CASSONE REGGISPINTA E DA BLOCCHI IN CALCESTRUZZO

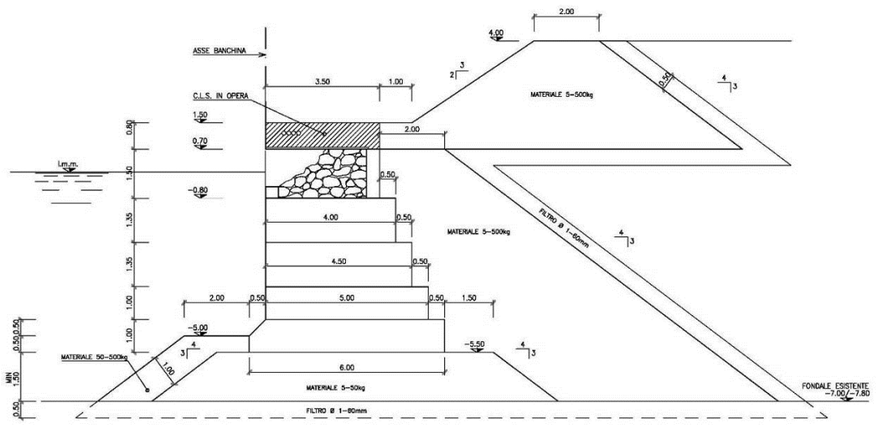


FIG. 6.89 - SEZIONE DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO IN CORRISPONDENZA DEL LATO MARE

6.16.2. 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.

6.16.3. 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 stes-

sa 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 ≥ 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. 6.90 e Fig. 6.91 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. 6.92 e Fig. 6.93.

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 soletone 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. 6.95 e Fig. 6.96. 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. 6.94, Fig. 6.95 e Fig. 6.96 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.

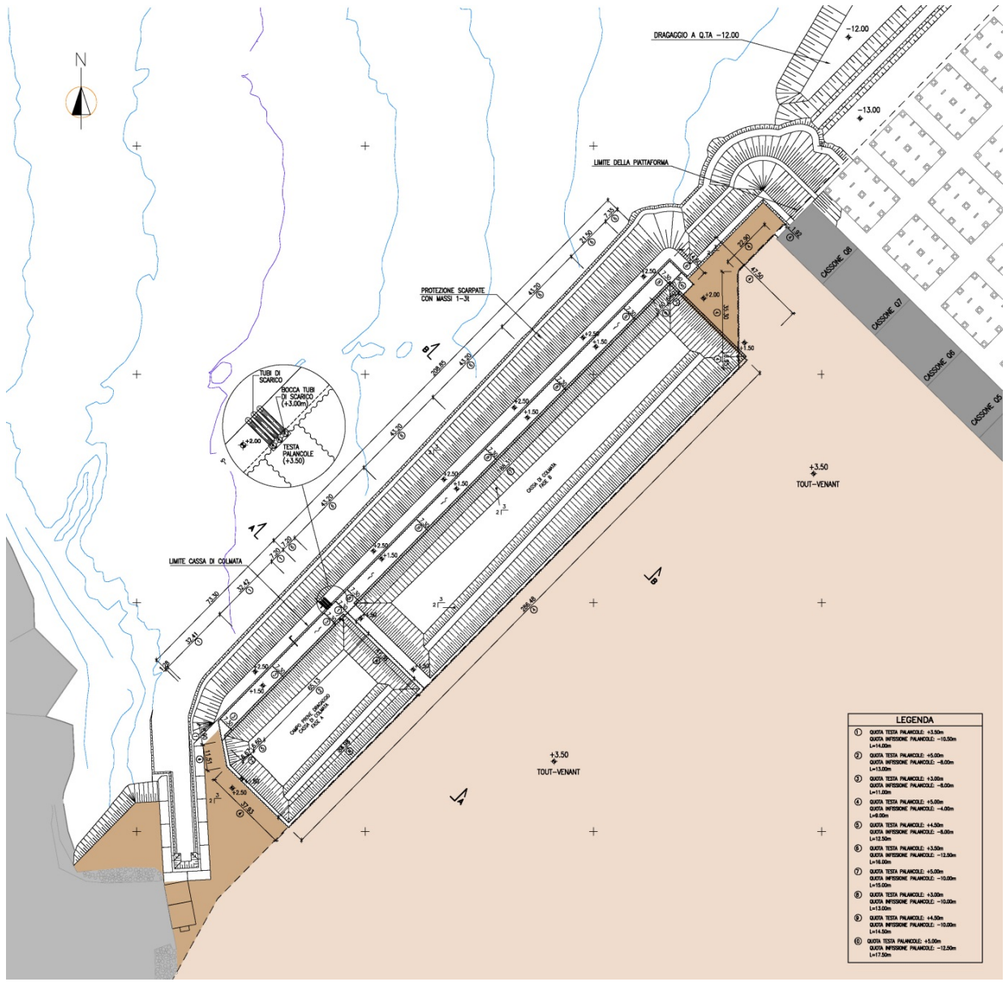
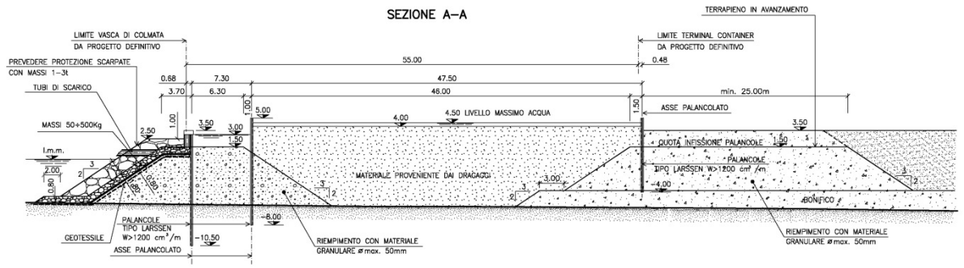


FIG. 6.90 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO PROVVISIONALE - IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATO DA UN PALANCOLATO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA DA UN DOPPIO PALANCOLATO



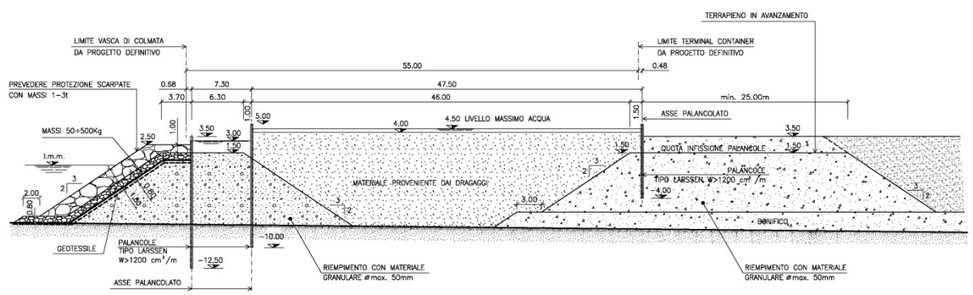


FIG. 6.91 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO PROVVISIONALE

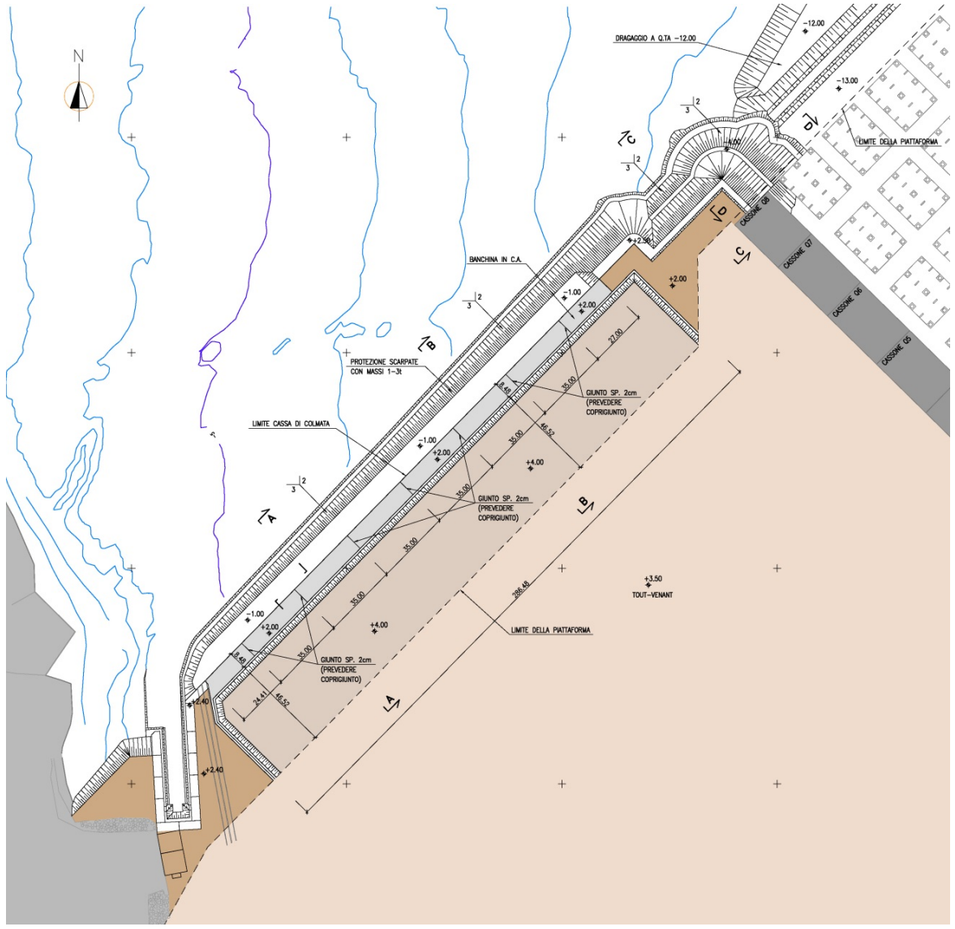
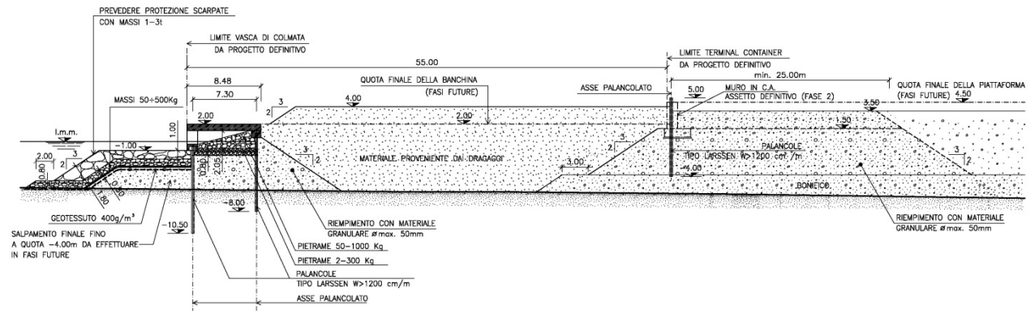


FIG. 6.92 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

SEZIONE A–A



SEZIONE B–B

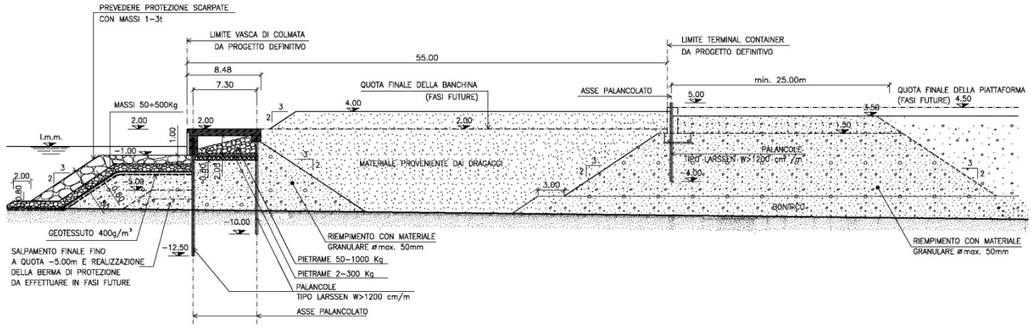


FIG. 6.93 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

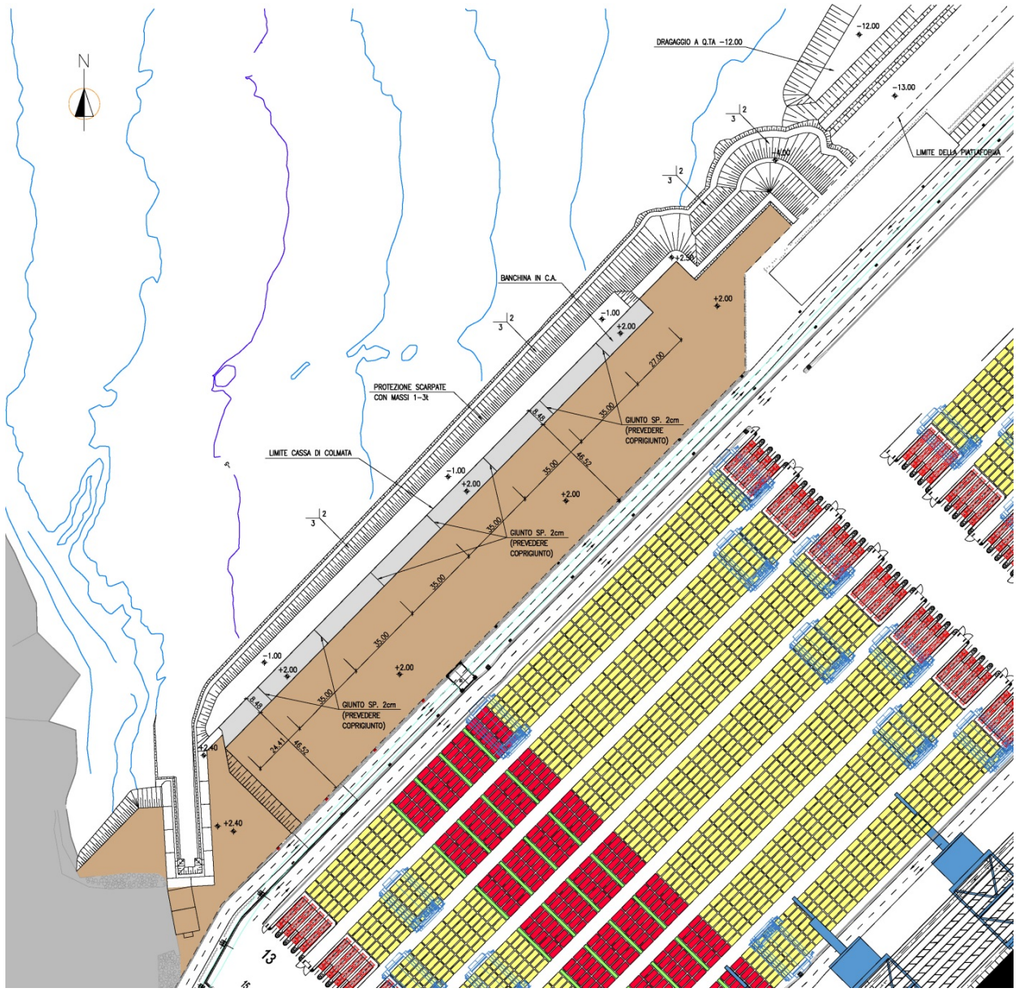


FIG. 6.94 - PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE

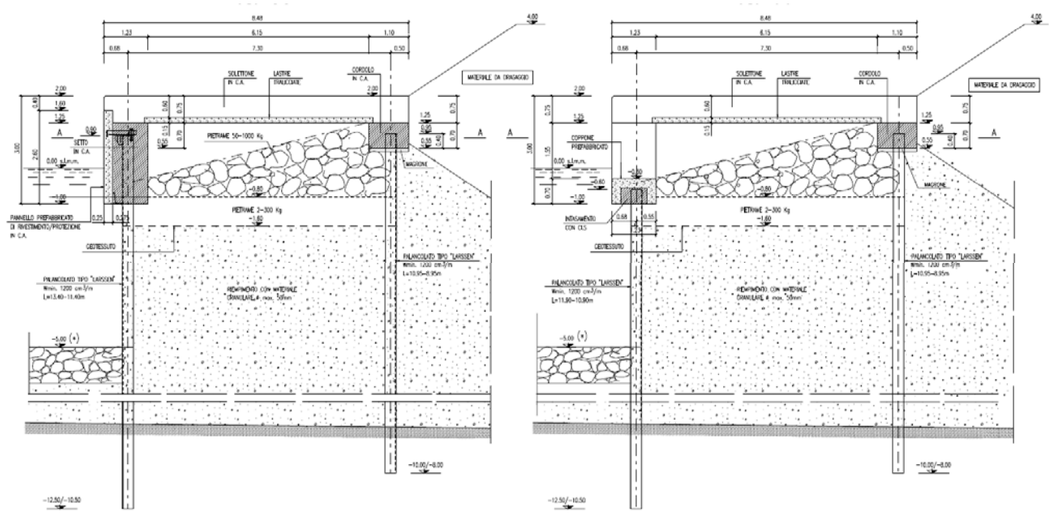


FIG. 6.95 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - SEZIONI TIPO - LA QUOTA -5.00 METRI È DA INTENDERSI LUNGO LA BANCHINA SUL LATO MARE

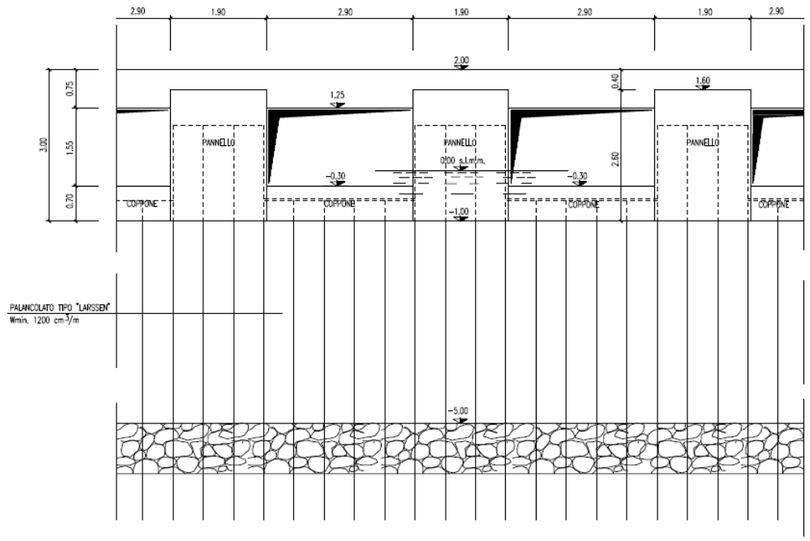


FIG. 6.96 - SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - PROSPETTO MODULARE

6.17. 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.

6.17.1. 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

6.17.2. 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.

6.17.3. 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.

6.17.4. 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.

6.17.5. 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.

6.17.6. 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.

$$I_r = S_C \cdot i_C + S_A \cdot i_A + S_T \cdot i_T + S_F \cdot i_F + S_B \cdot i_B \qquad \text{[Eq.1]}$$

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:

$$L_d = \{(N \cdot L_a) + [(N-1) \cdot L_s] + k\} \qquad \text{[Eq.3]}$$

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.:

$$R_{max} = \frac{V_{out} - V_d}{I_{out}} \qquad \text{[Eq.6]}$$

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 $R_{tot} \leq 0{,}192$ Ω.

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:

$$L_d = \{(N \cdot L_a) + [(N - L_s) \cdot 1] + k\} = \{(16 \cdot 1) + [(16 - 1) \cdot 1{,}5] + 1{,}5\} = 40 \text{ m}$$

$$R_d = \frac{\rho}{2 \cdot L_d \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot L_d}{d_d} - 1 \right) + R_C = \frac{22}{2 \cdot 40 \cdot \pi} \cdot \left(\ln \frac{8 \cdot 40}{0{,}2} - 1 \right) + 0.077 = 0{,}635\ \Omega$$

$$R_{tot} = \frac{R_d}{0{,}85} = \frac{0{,}635}{0{,}85} = 0{,}747\ \Omega.$$

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.

6.18. 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

6.18.1. 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.

6.18.1.1. 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.

6.18.1.2. 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.

6.18.1.3. 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.

6.18.1.4. 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.

7. FASI LAVORATIVE

Si riporta in questo capitolo la sequenza delle fasi più significative, intervallate di 6 mesi, previste per la realizzazione dell'opera; le fasi coprono l'intero periodo della costruzione dell'opera, a partire da quanto già realizzato delle opere già approvate nell'ambito del Progetto Esecutivo - Fase 1 e Fase 2A fino al termine dei lavori, dal mese 1° al mese 46°.

Fase 2: dal mese 1° al mese 6° (Fig. 7.1)

Prende l'avvio da quanto già realizzato, ovvero parte dal terrapieno, la cassa di colmata, i dragaggi del campo prove dragaggi, la banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft, i campi prova a terra e a mare.
Durante questa fase (Fig. 7.1) è prevista la costruzione e posa di 9 cassoni lato mare, ed il getto di parte della sovrastruttura dei cassoni nonché la posa del bonifico nella zona dei rimanenti cassoni di testata; è inoltre prevista la demolizione del tratto del pontile di Esso Italiana compresa in questo progetto, ed il dragaggio di circa 43.000 m^3 di sedimenti, ubicati nelle zone A, B, C1 evidenziate, sulla planimetria generale dei dragaggi, Fig. 7.2.

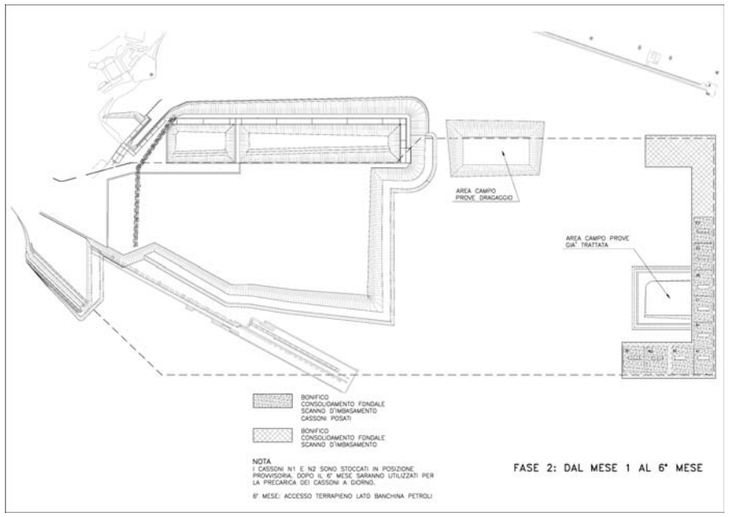


FIG. 7.1 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DA 1° A 6°

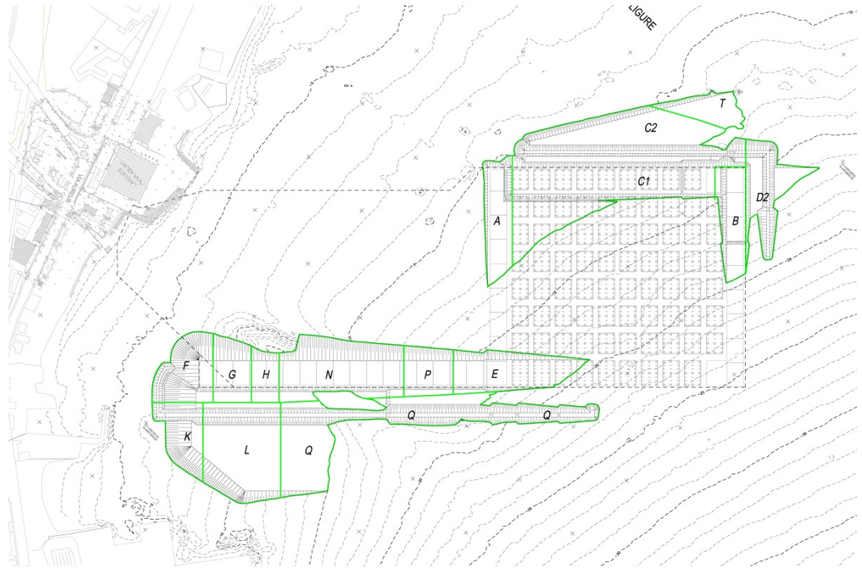


FIG. 7.2 - PIANTA DEI DRAGAGGI CON UBICAZIONE DELLE ZONE RELATIVE ALLE VARIE FASI DI LAVORAZIONE

Fase 3: dal mese 7° al mese 12° (Fig. 7.3)

Si prosegue con la costruzione e posa dei rimanenti 4 cassoni di testata e di 12 cassoni nella zona della banchina petroli nonché con il completamento della sovrastruttura sopra i cassoni della banchina TRI e nella zona della banchina petroli. Sono inoltre posati i primi 3 cassoni denominati Q6, Q7, Q8 che reggono il terrapieno e lo conterminano rispetto alla zona lato mare.
Si posa inoltre parte del bonifico e dello scanno di imbasamento dei cassoni nella zona più orientale della banchina containers, dopo aver realizzato le colonne di consolidamento del terreno. Il dragaggio previsto in questa fase, nelle zone denominate A, C2, D2, E evidenziate in Fig. 7.2, ammonta a circa 41.000 m^3

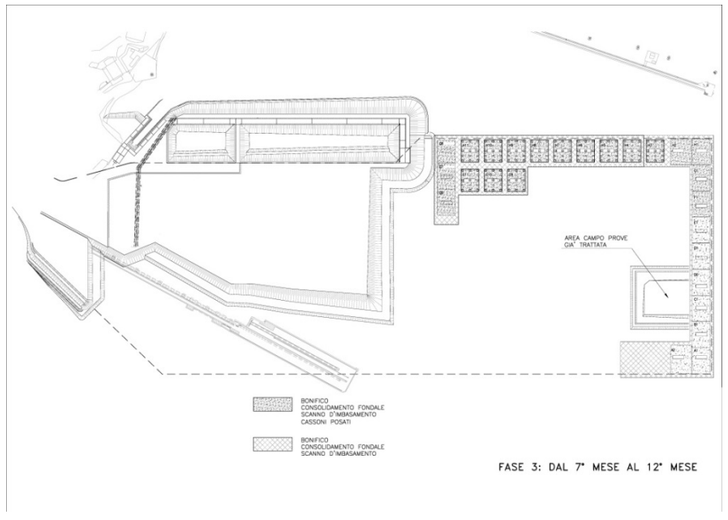


FIG. 7.3 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DA 7° AL 12°

Fase 4: dal mese 13° al mese 18° (Fig. 7.4)

Si completa la posa dei 7 cassoni con colonne delle prime due file sul lato nord-est, nella zona della banchina petroli dopo aver effettuato la posa del bonifico, realizzato le colonne di consolidamento del terreno, posato il materiale granulare di transizione, posato lo scanno di imbasamento, eseguita la precarica; sugli stessi cassoni si completa la sovrastruttura. Con la stessa sequenza si posano i 7 cassoni evidenziati in Fig. 7.4, delle prime tre file lato mare ed il quarto cassone, denominato Q5, che delimita l'area a terra dell'area a giorno; si completa quindi il terrapieno retrostante i primi quattro cassoni già posati.
Il dragaggio realizzato in questa fase è quello della zona F della Fig. 7.2 ed ammonta a circa 44.000 m^3.

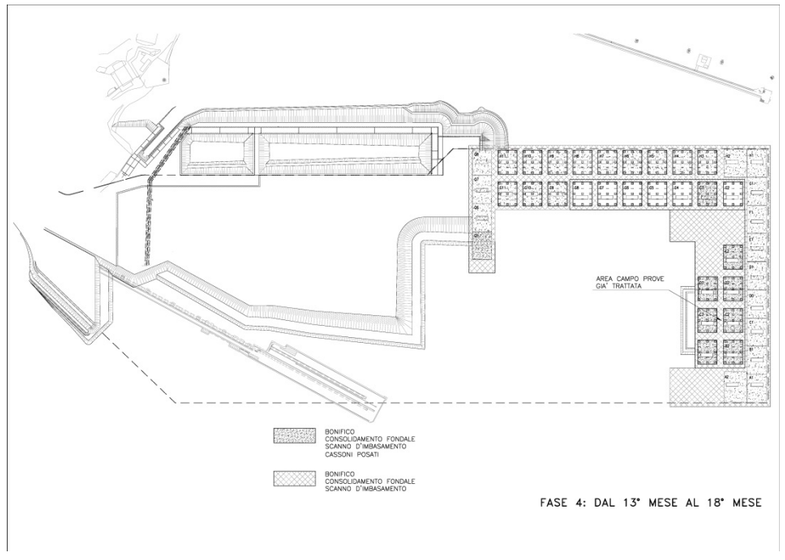


FIG. 7.4 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DAL 13° AL 18°

Fase 5: dal mese 19° al mese 24° (Fig. 7.5)

Si prosegue con la posa di 4 cassoni dell'area a giorno e di 6 cassoni della banchina contenitori, come evidenziato in Fig. 7.5, secondo la abituale sequenza: posa del bonifico , realizzazione delle colonne di consolidamento del terreno, posa dello strato granulare superiore, posa dello scanno, precarica, posa del cassone e suo appesantimento, realizzazione della sovrastruttura. In questa fase, con riferimento alla pianta dei dragaggi, riportata in Fig. 7.2, sono previsti circa 37.000 m^3 di dragaggio, ubicati nella zona G.

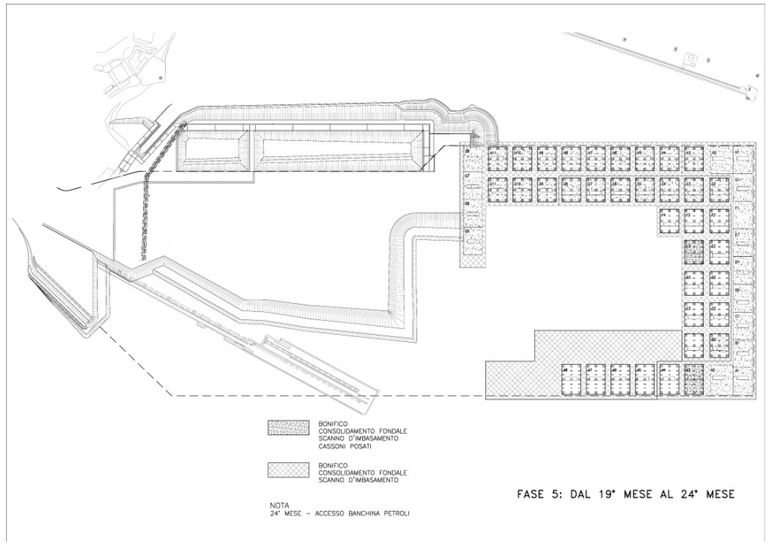


FIG. 7.5 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DAL 19° AL 24°

Fase 6: dal mese 25° al mese 30° (Fig. 7.6)

In questa fase è prevista, secondo la solita sequenza, l'estensione dell'area di posa dei cassoni, fino allo scanno compreso nell'area indicata in Fig. 7.6; la posa di ulteriori 8 cassoni colonnari interni all'area a giorno e tre ulteriori cassoni colonnari della banchina contenitori, come evidenziato in Fig. 7.6; è inoltre prevista la posa di un ulteriore cassone reggispinta di delimitazione del terrapieno dell'area a giorno, il Q4.
Con riferimento alla Fig. 7.2, in questa fase sono realizzati i dragaggi delle zone H-K per un volume di circa 38.000 m^3.

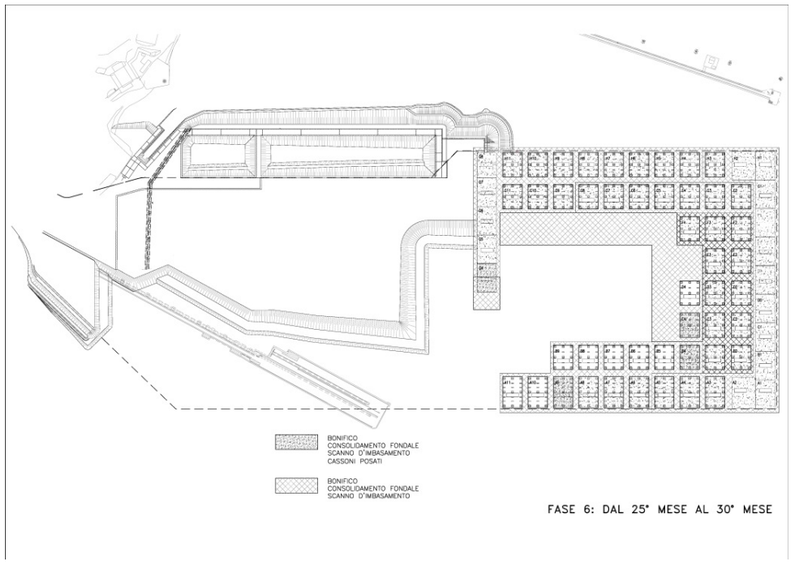


FIG. 7.6 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DAL 25° AL 30°

Fase 7: dal mese 31° al mese 36° (Fig. 7.7)

Si procede con la posa del bonifico e dello scanno nell'area a giorno, e con la posa di 14 cassoni dell'area a giorno e di 6 cassoni pieni della banchina contenitori, due lato mare e quattro lato terra, nelle zona non interferenti con il pontile San Raffaele in uso a TRI per lo scarico del carbone. Nelle zone non interferenti con detto pontile si inizia la costruzione dell'edificio amministrativo.
I dragaggi realizzati in questa fase ammontano a circa 60.000 m^3, nell'area L della Fig. 7.2.

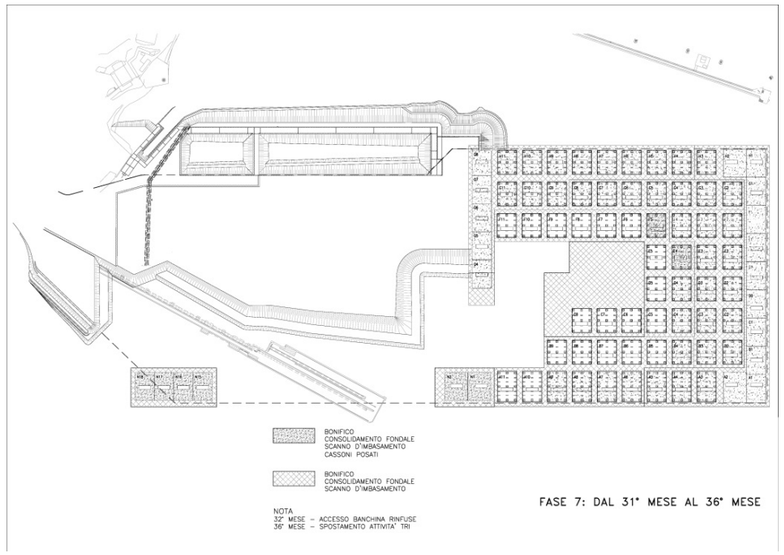


FIG. 7.7 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DAL 31° AL 36°

Fase 8: dal mese 37° al mese 42° (Fig. 7.8)

Avendo reso funzionale lo sbarco del carbone sulla nuova banchina delle rinfuse lato mare, si può procedere alla demolizione del pontile San Raffaele.
Si procede quindi con la posa del bonifico e dello scanno nell'area a giorno, con la posa di 14 cassoni dell'area a giorno e di 8 cassoni reggispinta della banchina contenitori. Si prosegue con la costruzione dell'edificio amministrativo.
I dragaggi realizzati in questa fase ammontano a circa 60.000 m^3, nell'area N della Fig. 7.2.

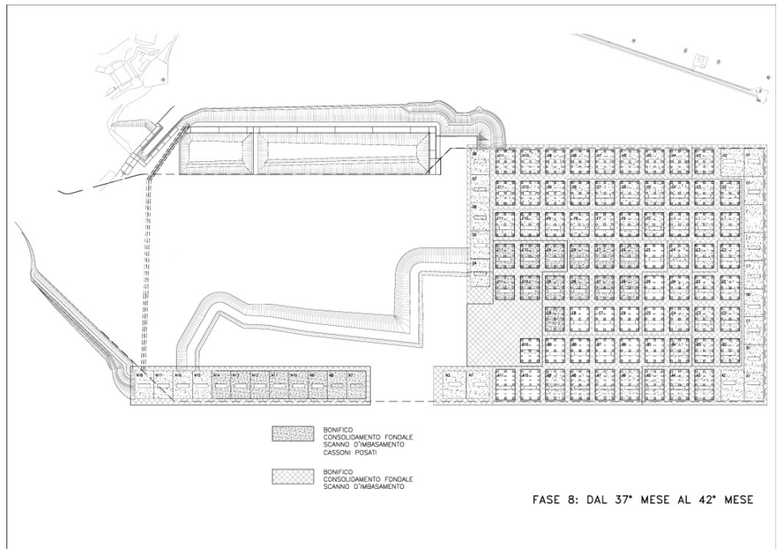


FIG. 7.8 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DAL 37° AL 42°

Fase 9: dal mese 43° al mese 46° (Fig. 7.9)

Negli ultimi quattro mesi si realizza il completamento dell'opera, con la posa degli ultimi 3 cassoni della banchina contenitori, 3 cassoni reggispinta che delimitano l'area a terra dall'area a giorno, 3 cassoni colonnari dell'area a giorno; si completa l'edificio amministrativo, la pavimentazione e le finiture/arredi sulla piattaforma. Si completano di dragaggi, che ammontano in questa fase a circa 50.000 m^3 provenienti dalle aree P, Q della Fig. 7.2.

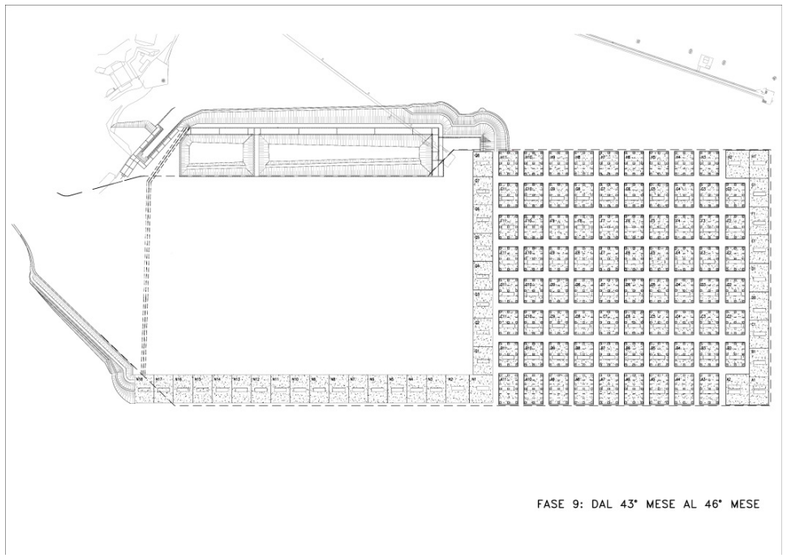


FIG. 7.9 - VADO LIGURE - PIASTRA MULTIFUNZIONALE - FASI LAVORATIVE - MESI DA DAL 43° AL 46°

8. CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma dei lavori è riportato nella seguente Fig. 8.1

ID	Attività	Durata
1	Consegna dei lavori	ms
2	Versamento bonifico	43
3	Accesso terrapieno lato banchina petroli	ms
4	Realizzazione terrapieno	32
5	Accesso banchina petroli	ms
6	Consolidamento dei fondali	41
7	Realizzazione scanni imbasamento cassoni	41
8	Precarica fondale	40
9	Prefabbricazione e posa cassoni	44
10	Dragaggio	40
11	Protezione fondali	40
12	Opere in c.a. sovrastruttura	46
13	Costruzione edifici	26
14	Allacciamento sottoservizi edificio A e banchina rinfuse	ms
15	Accesso banchina rinfuse	ms
16	Completamento impianti banchina rinfuse	ms
17	Inizio attività Terminal Rinfuse	ms
18	Demolizione pontile TRI	4
19	Completamento sistema di ricircolo	6
20	Completamento lavori sovrappasso	ms
21	Impianti meccanici ed elettrici	20
22	Pavimentazioni e opere di finitura	15
23	Collaudo finale dell'opera	ms

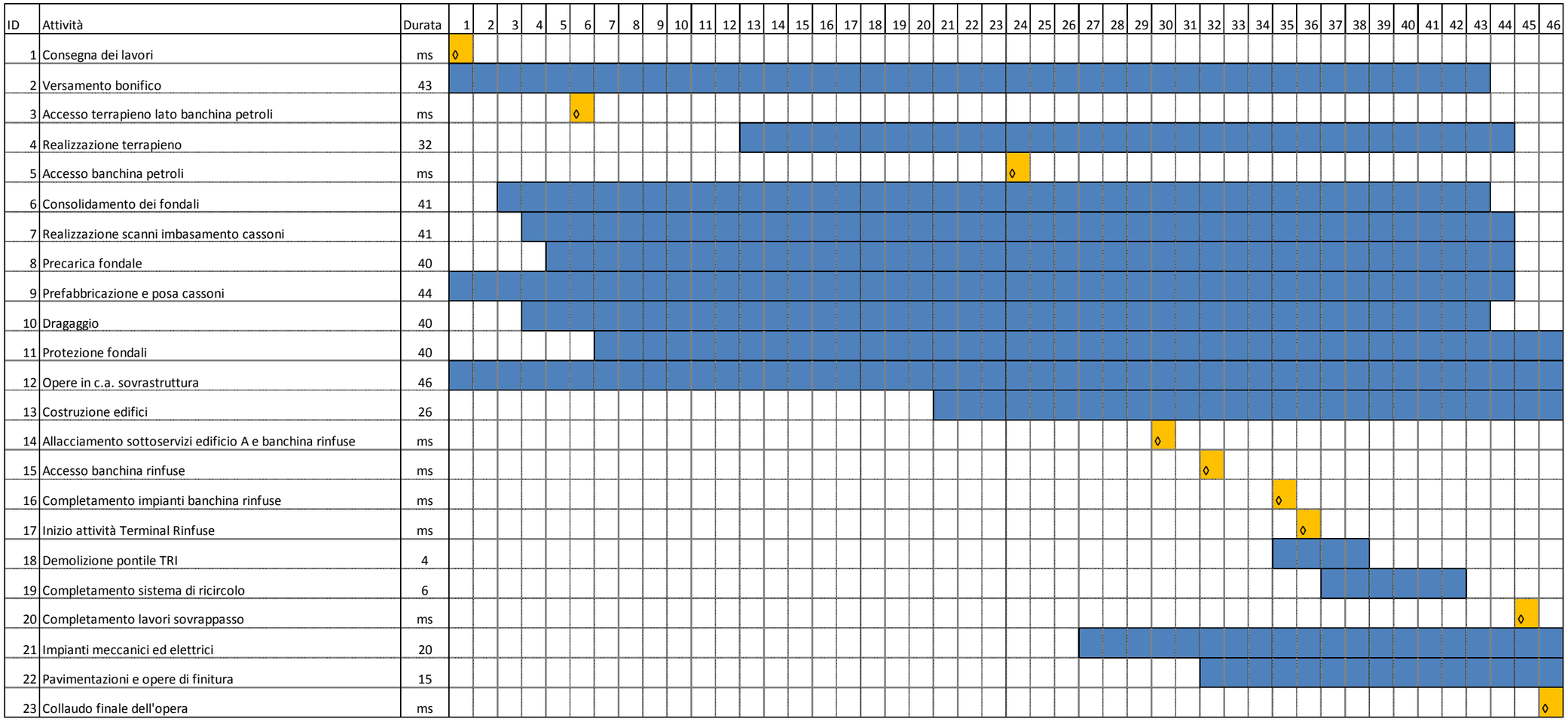


FIG. 8.1 - CRONOPROGRAMMA LAVORI