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

GLF 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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE DELLE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

- RELAZIONE GENERALE -

MI010P-PE-G-B-R-4001-C0

DATA			
Ottobre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	A. POMES	F. ANGELOTTI	G. FIORINI
REVISIONE 1			
REVISIONE 2			
REVISIONE 3			

NOME FILE

MI010P-PE-G-B-R-4001-C0
SIA Rel. 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

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE DELLE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

- RELAZIONE GENERALE -

INDICE

INDICE 3
1. INTRODUZIONE 6
2. INQUADRAMENTO 9
2.1. Inquadramento territoriale 9
2.2. Inquadramento amministrativo 14
QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO 18
3. PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DI RIFERIMENTO 19
3.1. Piano Territoriale Regionale (PTR) 19
3.2. Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP) 19
3.3. Piano Territoriale di Coordinamento della Costa (PTC della Costa) 22
3.4. Piano Territoriale di Coordinamento degli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure (PTC-IP ACL) 25
3.5. Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) del Savonese-Bormide 27
3.6. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Savona 28
3.7. Piano Regolatore Portuale (PRP) della Autorità Portuale di Savona 29
3.8. Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Vado Ligure 34
3.9. Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC) 35
3.10. Schemi di Assetto Urbanistico (SAU) del Comune di Vado Ligure 37
3.10.1. SAU relativo alle aree del fronte urbano portuale 37
3.10.2. SAU relativo alla foce del Torrente Segno 42
4. ATTI PROGRAMMATICI 44
4.1. Accordo di Programma tra Regione Liguria, Autorità Portuale di Savona, Provincia di Savona, Comune di Vado Ligure 44
4.1.1. Stato di attuazione e previsioni di realizzazione 47
4.2. Master Plan per la riqualificazione della fascia costiera di Vado Ligure 48
5. REGIME VINCOLISTICO 50
6. PRESCRIZIONI 51
7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 55
7.1. Normativa nazionale 55
7.2. Normativa regionale 56
QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE 59
8. PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE 60
8.1. Iter di approvazione del Progetto Definitivo 60
8.1.1. Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale regionale 60
8.1.2. Conferenza dei Servizi 60
8.1.3. Validazione dell'Ente Certificatore 61
8.1.4. Parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici 61
8.1.5. Approvazione finale del Progetto Definitivo da parte dell'Autorità Portuale di Savona 61
8.2. Layout della piastra multifunzionale 61
8.2.1. Terminal container 64
8.2.2. Terminal rinfuse 67
8.2.3. Terminal delle compagnie petrolifere 67
8.3. Principali caratteristiche 69
8.3.1. Area in rilevato adiacente al radicamento a terra 69
8.3.1.1 Bonifica geotecnica, precarica e imbasamento 77
8.3.1.2 Edificio amministrativo, officina e parcheggio sotterraneo 81
8.3.1.3 Sistema di ricambio idrico tra i due bacini delimitati dalla piastra 83
8.3.2. Area a giorno 86
8.3.2.1 Bonifica geotecnica, precarica e imbasamento 90
8.3.3. Dispositivi di accosto ed ormeggio 90
8.3.4. Dragaggio e riutilizzo dei materiali dragati 91
8.3.5. Protezione dei fondali 99
8.3.6. Rete di captazione delle acque meteoriche 99
8.3.7. Pavimentazioni e finiture superficiali 102
8.3.8. Servizi ed impianti 102
8.4. Fase di realizzazione 103
8.4.1. Programma dei lavori 103
8.4.2. Aree di cantiere 117
8.4.3. Movimenti terra e materiali impiegati 119
8.4.4. Accosto provvisorio delle compagnie petrolifere 120
9. OPERE ED INTERVENTI COMPLEMENTARI 123
9.1. Sovrappasso della Via Aurelia 123
9.2. Darsena turistica e riqualificazione costiera (comparto D) 136
9.3. Casello autostradale e svincolo (località "Bossarino") 144
9.4. Parco ferroviario 147
9.5. Nuova diga foranea 149
9.5.1. Stato della progettazione 149
9.5.2. Descrizione delle opere in progetto 149
10. VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO 152
10.1. Cantiere di prefabbricazione dei cassoni 152
10.1.1. Lavori per la protezione del cantiere 155
10.1.2. Intervento strutturale 156
10.2. Aree provvisionali di cantiere 160

10.3. Banchina di servizio a disposizione del cantiere in radice - Piattaforma - Lato Nord 166
10.4. Conterminazione della cassa di colmata (anticipazione del comparto D3) 170
10.4.1. Soluzione progettuale prevista nel progetto definitivo 170
10.4.2. Motivazione della modifica progettuale 172
10.4.3. Soluzione proposta nell'ambito del progetto esecutivo 173
10.5. Aree di dragaggio 182
10.6. Protezione dei fondali 185
10.6.1. Protezione dei fondali al piede delle banchine 185
10.6.2. Protezione dei fondali dei varchi tra i cassoni sotto l'impalcato 190
10.7. Consolidamento dei fondali 193
10.8. Programma dei lavori 197
10.8.1. Aree di cantiere 210
10.8.2. Movimenti terra e materiali impiegati 210
10.8.3. Accosto provvisorio delle compagnie petrolifere 211
10.9. Estensione verso mare dell'area in rilevato 214
10.10. Struttura di sostegno lungo il lato di Nord Est (Terminal Rinfuse) 216
10.11. Nastro trasportatore ed edifici del Terminal Rinfuse 218
10.12. Strutture di mascheramento della visuale 230
10.13. Edificio amministrativo, officina e parcheggio sotterraneo 230
10.14. Sistema di captazione delle acque meteoriche 233
10.15. Pavimentazione e finiture superficiali 236
10.16. Ottimizzazione generale del layout della piastra multifunzionale 239
10.16.1. Terminal container 239
10.16.2. Terminal rinfuse 242
10.16.3. Terminal delle compagnie petrolifere 242
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE 243
11. STATO DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI REALIZZAZIONE 244
11.1. Atmosfera 244
11.1.1. Condizioni anemometriche 244
11.1.2. Qualità dell'aria 247
11.2. Ambiente idrico (acque marino costiere) 248
11.2.1. Moto ondoso 248
11.2.1.1 Propagazione sottocosta di mareggiate caratteristiche 248
11.2.2. Marea 252
11.2.3. Correnti litoranee 255
11.2.4. Deflussi dei corsi d'acqua superficiali 256
11.2.5. Concentrazione dei sedimenti in sospensione 257
11.2.6. Aspetti idrodinamici e dispersivi 262
11.2.6.1 Caratteristiche idrodinamiche 265
11.2.6.2 Caratteristiche dispersive 275
11.2.6.3 Capacità di ricambio 282
11.2.6.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso 282
11.2.7. Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale 286
11.3. Suolo e sottosuolo 292
11.3.1. Ambiente terrestre 292
11.3.2. Ambiente marino costiero 292
11.3.2.1 Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche 292
11.3.2.2 Tendenze evolutive del litorale 303
11.3.2.3 Qualità dei sedimenti 307
11.4. Flora e fauna 340
11.4.1. Ambiente terrestre 340
11.4.2. Ambiente marino costiero 340
11.5. Paesaggio 351
11.6. Archeologia 354
11.7. Rumore 360
11.8. Economia e sociale 361
11.8.1. Occupazione 362
12. STATO DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI ESERCIZIO 364
12.1. Atmosfera 364
12.1.1. Condizioni anemometriche 364
12.1.2. Qualità dell'aria 364
12.2. Ambiente idrico (acque marino costiere) 376
12.2.1. Moto ondoso 376
12.2.1.1 Propagazione sottocosta di mareggiate caratteristiche 376
12.2.2. Aspetti idrodinamici e dispersivi 380
12.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche 381
12.2.2.2 Caratteristiche dispersive 390
12.2.2.3 Capacità di ricambio 396
12.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso 403
12.2.3. Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale 406
12.2.4. Qualità delle acque marino costiere 412
12.3. Suolo e sottosuolo 426
12.3.1. Ambiente terrestre 426
12.3.2. Ambiente marino costiero 426
12.3.2.1 Tendenze evolutive del litorale 426
12.3.2.2 Qualità dei sedimenti 430
12.4. Flora e Fauna 430
12.4.1. Ambiente terrestre 430
12.4.2. Ambiente marino costiero 430
12.5. Archeologia 430
12.6. Paesaggio 430
12.7. Rumore 436
12.8. Economia e sociale 463

12.8.1. Traffico 463
12.8.2. Sicurezza 465
12.8.3. Occupazione 465
13. STIMA DEGLI IMPATTI 466
13.1. Metodo di valutazione degli impatti 466
13.2. Scenari di valutazione 467
13.2.1. Fase di realizzazione 467
13.2.2. Fase di esercizio 468
13.3. Fase di realizzazione - Individuazione e valutazione degli impatti 468
13.3.1. Atmosfera 468
13.3.2. Ambiente idrico (acque marino costiere) 473
13.3.2.1 Moto ondoso 473
13.3.2.2 Aspetti idrodinamici e dispersivi 477
13.3.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche 478
13.3.2.2.2 Caratteristiche dispersive 492
13.3.2.2.3 Capacità di ricambio 500
13.3.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso 500
13.3.2.3 Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale 505
13.3.3. Suolo e sottosuolo 514
13.3.3.1 Ambiente terrestre 514
13.3.3.2 Ambiente marino costiero 515
13.3.4. Flora e fauna 523
13.3.4.1 Ambiente terrestre 523
13.3.4.2 Ambiente marino costiero 523
13.3.5. Paesaggio 523
13.3.6. Archeologia 523
13.3.7. Rumore 524
13.3.8. Economia e sociale 525
13.4. Fase di esercizio - Individuazione e valutazione degli impatti 525
13.4.1. Atmosfera 525
13.4.2. Ambiente idrico (acque marino costiere) 526
13.4.2.1 Moto ondoso 526
13.4.2.2 Aspetti idrodinamici e dispersivi 530
13.4.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche 530
13.4.2.2.2 Caratteristiche dispersive 546
13.4.2.2.3 Capacità di ricambio 554
13.4.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso 558
13.4.2.3 Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale 562
13.4.2.4 Qualità delle acque marino costiere 571
13.4.3. Suolo e sottosuolo 580
13.4.3.1 Ambiente terrestre 581
13.4.3.2 Ambiente marino costiero 581
13.4.4. Flora e fauna 584
13.4.4.1 Ambiente terrestre 584
13.4.4.2 Ambiente marino costiero 584
13.4.5. Archeologia 584
13.4.6. Paesaggio 584
13.4.7. Rumore 588
13.4.8. Economia e sociale 589
14. MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE 590
14.1. Fase di realizzazione 590
14.2. Fase di esercizio 590
15. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO 591
15.1. Fase di realizzazione 591
15.1.1. Monitoraggio della torbidità 591
15.1.2. Monitoraggio del rumore 591
15.2. Fase di esercizio 592
15.2.1. Monitoraggio della qualità dell'aria 592
15.2.2. Monitoraggio dell'evoluzione del litorale 592
15.2.3. Monitoraggio del rumore 595
16. CONCLUSIONI 596

APPENDICE: DATI DI RIFERIMENTO PER L'ANALISI DELLA DINAMICA LITORANEA

1. INTRODUZIONE

La piastra multifunzionale è una delle opere più significative del Piano Regolatore Portuale dell'Autorità Portuale di Savona.

Essa è ubicata nella rada di Vado Ligure, tra il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries) e la foce del Torrente Segno; oltre a prevedere la ricollocazione di due attività, che si svolgono nella rada dagli anni '50 (terminal Rinfuse e sbarco di prodotti petroliferi ed olii combustibili), in essa sarà realizzato un terminal container con capacità annuale di movimentazione a regime pari a 720.000 TEUs.

Il Progetto Definitivo è stato sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) regionale, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente nel Decreto Ministeriale n° 371 del 18 Aprile 2005, recante la positiva pronuncia di compatibilità ambientale del Piano Regolatore Portuale, e dalla stessa Regione Liguria nel Parere di Prefattibilità Ambientale n° 136/216 del 5 Giugno 2007, espresso sulla base del Progetto Preliminare.

Anche l'Accordo di Programma, sottoscritto ed approvato nella sua forma finale in data 15 Settembre 2008 dall'Autorità Portuale di Savona, dalla Regione Liguria, dalla Provincia di Savona e dal Comune di Vado Ligure, ma attivato già dal mese di Giugno 2007, riprendendo il Decreto 371/05 ed il Parere 136/216 prevede che il Progetto Definitivo della piastra sia sottoposto a procedura di VIA regionale.

L'Accordo di Programma, si precisa, rende concreta l'esecuzione di una serie di interventi, alcuni già previsti nel Piano Regolatore Portuale, volti a definire l'assetto definitivo della piastra multifunzionale e delle aree limitrofe e consente di individuare le soluzioni necessarie a minimizzare l'impatto ambientale della piastra stessa ed a riqualificare la fascia costiera di Vado Ligure e le aree retro portuali. L'Accordo, dunque, costituisce un fondamentale elemento di riferimento nell'ambito delle attività di progettazione della piastra e delle relative analisi e valutazioni ambientali.

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 Apirle 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.

Nell'ambito della Conferenza dei Servizi, la Regione Liguria ha provveduto ad effettuare la verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui alla DGR 1118 del 6 Agosto 2009; si precisa, a tal riguardo che per effetto del rispetto di tali prescrizioni, il Progetto Definitivo approvato dalla Conferenza dei Servizi e successivamente dall'Autorità Portuale di Savona differisce da quello posto a base della procedura di VIA prevalentemente per la rotazione verso ponente, cioè per il ripristino della posizione definita nel Piano Regolatore Portuale, con conseguente riduzione dei volumi di dragaggio.

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 avviate le attività di monitoraggio "ante operam" previste nello SIA, ovvero il controllo della torbidità, il rilievo naturalistico ed il rilievo della linea di costa. Tutte le relative specifiche tecniche 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, inoltre, 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 positivamente con Decreto n° 3162 del 14 Novembre 2011 ed ha risposto positivamente, con nota del 4 Giugno 2013, anche ad una successiva richiesta, datata 7 Maggio 2013, sempre relativa al campo prove.

In data 12 Ottobre 2012, il soggetto promotore ha comunicato alla Regione Liguria 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 1118/09.

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..

L'ultima, in ordine temporale, riguarda la variazione nella struttura di sostegno lungo il lato Nord Est (terminal rinfuse) e l'estensione verso mare dell'area in rilevato.

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.

Il presente documento costituisce la Relazione Generale dello Studio di Impatto Ambientale delle varianti di livello esecutivo; è stata predisposta in ottemperanza a quanto richiesto del Decreto 4604/2013, ed è stata redatta sulla base delle indicazioni contenute nella LR 38/98 e s.m.i., nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i., e nella letteratura nazionale ed internazionale di riferimento (APAT, World Bank, EBRD, ecc.).

La struttura della presente Relazione 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 dunque 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.

La Relazione è articolata nei tre distinti Quadri che compongono uno Studio di Impatto Ambientale: il Quadro di Riferimento Programmatico (dal Capitolo 3 al Capitolo 5), il Quadro di Riferimento Progettuale (dal Capitolo 8 al Capitolo 9) ed il Quadro di Riferimento Ambientale (dal Capitolo 11 al Capitolo 15); infine, nel Capitolo 16 si riassumono le conclusioni dello Studio.

Considerando che lo Studio si riferisce alle sole varianti di livello esecutivo, ovvero non all'intera piastra multifunzionale, alcune delle tematiche proprie dei tre Quadri, ed in particolare quelle che non sono affette dalle varianti progettuali in esame, sono state tratte dal precedente SIA approvato, già agli atti della Regione. Nel testo della Relazione è stata data di volta in volta evidenza di tale impostazione; è stato anche preferito riportate una sintesi piuttosto che l'intero Capitolo o Paragrafo del SIA approvato, al fine di non appesantire la struttura della Relazione.

La peculiarità di analizzare i soli impatti indotti dalle varianti, inoltre, ha determinato che le caratteristiche ambientali di riferimento non siano più quelle relative allo stato attuale della rada portuale ("opzione zero"), ma quelle relative alla configurazione di Progetto Definitivo approvato.

Nel quadro di riferimento ambientale sono stati dunque impostati due scenari di riferimento per la valutazione degli impatti: uno per la fase di costruzione ed uno per la fase di esercizio.

Essi si riferiscono, rispettivamente, allo stato ed alla qualità dell'ambiente stimato nello SIA approvato per la fase di realizzazione e di esercizio della piastra multifunzionale nella configurazione di Progetto Definitivo.

Negli scenari di riferimento, così come nella fase di stima degli impatti vera e propria, sono inoltre stati introdotti degli elementi di novità rispetto allo SIA approvato per poter rispondere in modo compiuto alle richieste del Decreto 4604/2013 ed a quanto emerso nei recenti incontri con i funzionari del Settore VIA e del Settore Ecosistema Marino Costiero della Regione (27 Gennaio 2014 e del 17 Aprile 2014).

Relativamente alla fase di realizzazione, sono state introdotte le analisi relative agli aspetti idrodinamici, ed al moto ondoso per l'istantanea finale di costruzione della piastra multifunzionale, ovvero a lavori ultimati e certificati ma non ancora in esercizio. È stato dunque cautelativamente ipotizzato che per tali componenti si possa verificare la condizione più gravosa in termini di impatto, ovvero l'assenza, a piastra ultimata, di quelle opere previste dall'Accordo di Programma che ne costituiscono elemento di mitigazione ambientale e ne garantiscono l'operatività.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, sono state introdotte le valutazioni relative al moto ondoso (propagazione sottocosta del moto ondoso, circolazione costiera indotta dal moto ondoso, trasporto solido litoraneo, tendenza evolutiva del litorale), alla qualità delle acque marino costiere ed agli aspetti idrodinamici (caratteristiche idrodinamiche, fenomeni dispersi e tempo di ricambio idrico).

Le valutazioni relative alla moto ondoso sono state aggiornate rispetto allo SIA approvato, al fine di affrontare in modo maggiormente quantitativo una tematica cui la Regione e gli Enti e Amministrazioni coinvolti nella procedura di VIA hanno sempre posto particolare attenzione.

Per la qualità delle acque marino costiere, invece, sono state introdotte, per la sola fase di esercizio, delle valutazioni di correlazione tra il tempo di ricambio, parametro di tipo idrodinamico già utilizzato nello SIA approvato, ed i parametri descrittori della qualità per la balneazione, considerando che in prossimità del radicamento a terra della piastra sono, e saranno presenti, aree turistico ricettive con finalità balneari.

Oltre alla presente Relazione Generale, lo SIA è composto anche da una Relazione di Sintesi Non Tecnica, come previsto dalla già citata normativa (LR 38/98 e s.m.i. e D.Lgs. 152/06 e s.m.i.). Tale Relazione è riportata in un elaborato distinto (cod. elaborato: MI010P-PE-G-B-R-4002).

È altresì presentata, come sussidio allo SIA e dunque non facente parte dello stesso, una Relazione Sussidiaria (cod. elaborato: MI010P-PE-G-B-R-4003) nella quale si risponde ad una delle attenzioni poste dalla Regione Liguria nel Decreto 4604/2013, ovvero di analizzare gli impatti potenziali delle varianti di livello esecutivo proposte sulla circolazione delle acque marino costiere e sulla dinamica del litorale tenendo conto dello stato di attuazione delle opere dell'Accordo di Programma.

In particolare, come emerso nell'incontro avuto con i funzionari del Settore VIA e del Settore Ecosistema Marino Costiero della Regione Liguria in data 27 Gennaio 2014, le opere cui ci si riferisce sono la nuova diga foranea ed il Comparto D dello Schema di Assetto urbanistico (SAU) del Comune di Vado Ligure, cioè la darsena turistica e gli interventi di riqualificazione costiera.

Tale processo di analisi è stato effettuato esternamente allo SIA in quanto le variazioni nella tempistica di realizzazione delle opere non costituiscono una variante del Progetto Definitivo approvato della piastra ed in quanto, ad oggi, il Collegio di Vigilanza dell'Accordo di Programma non ha emanato alcun documento ufficiale relativo a possibili variazioni di tempistica.

Si precisa, a tal riguardo, che in data 31 Marzo 2014 l'Autorità Portuale ha comunicato formalmente al soggetto promotore la propria intenzione di mantenere e garantire il rispetto dei tempi di realizzazione della nuova diga foranea, ed ha indicato come plausibile l'ipotesi di sfasamento delle opere del Comparto D, pur ribadendo che ad oggi il Collegio di Vigilanza non ha cambiato le previsioni di cui al testo originale dell'Accordo.

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 Figura 2-1 si riporta la corografia generale dell'area di intervento, su ortofoto del 2008, mentre in Figura 2-2 si riportano due fotografie della rada di Vado Ligure nelle quali sono visibili le infrastrutture portuali descritte.

In Figura 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).

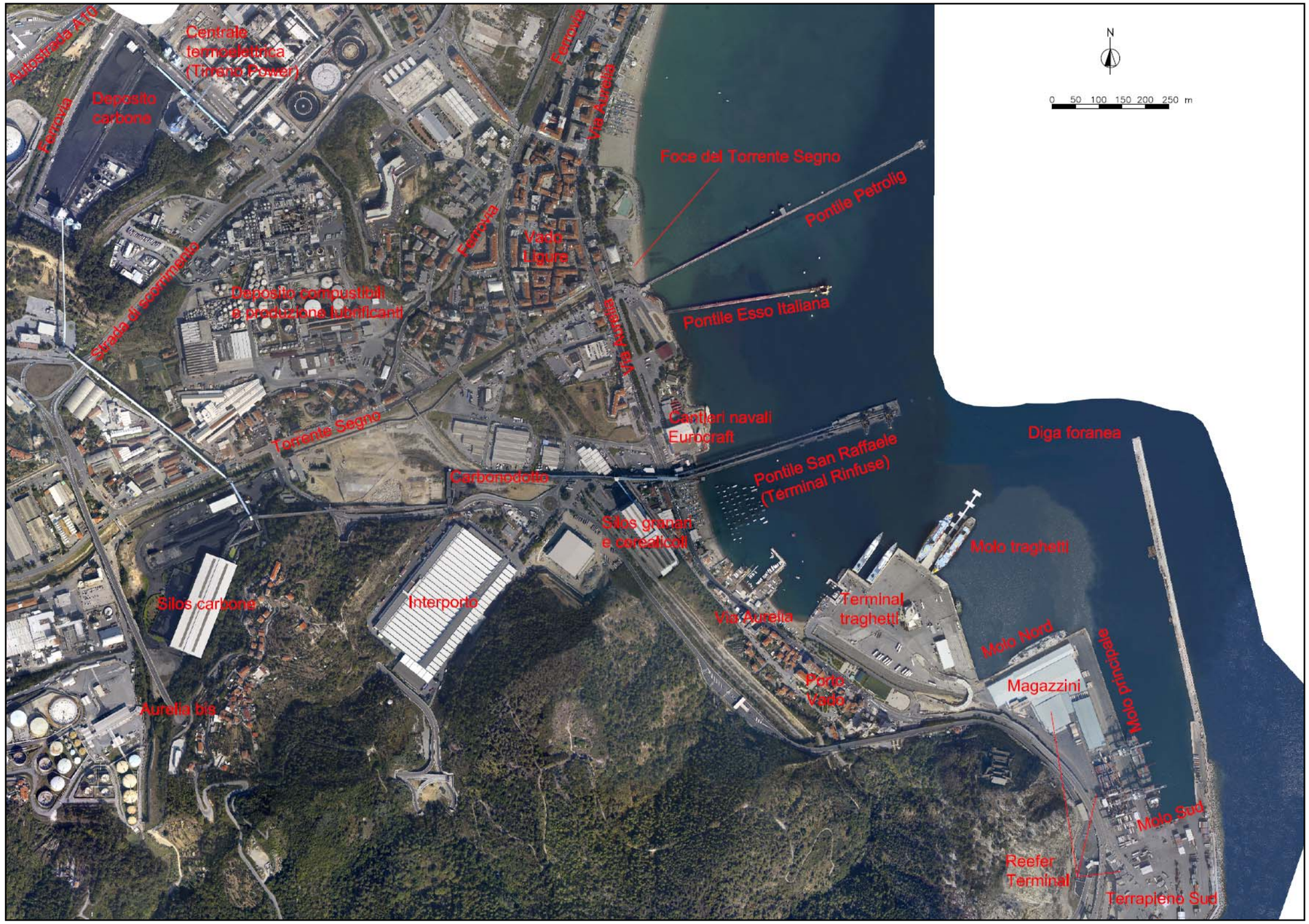


FIGURA 2-1 – COROGRAFIA GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO.





FIGURA 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.



FIGURA 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.

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.

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

3. PROGRAMMAZIONE E PIANIFICAZIONE TERRITORIALE DI RIFERIMENTO

Nei paragrafi seguenti è presentata una panoramica degli strumenti urbanistici rilevanti per il territorio in cui si inserisce il progetto oggetto del presente SIA. Tutti i piani e gli schemi di assetto elencati sono stati aggiornati rispetto a quanto riportato nello SIA del progetto definitivo, ma gli aggiornamenti intercorsi, in relazione tanto al progetto definitivo approvato quanto alle varianti di livello esecutivo proposte, non comportano modifiche allo sviluppo progettuale.

3.1. Piano Territoriale Regionale (PTR)

Il Piano Territoriale Regionale (PTR), previsto dalla LR 36/97, è lo strumento della Regione Liguria per la pianificazione del territorio.

Esso costituisce il riferimento per la elaborazione dei piani a carattere provinciale e comunale e contiene gli obiettivi, i temi ed i progetti che la Regione intende promuovere in Liguria.

Il documento preliminare del PTR è stato approvato con DGR n° 963/02 ed è stato presentato in data 6 Agosto 2003 al Consiglio Regionale per la sua adozione, come previsto dall'Art. 14 della LR 36/97. Tale documento è composto da:

- quadro descrittivo;
- quadro strutturale (progetto);
- aggiornamento del PTCP.

Il quarto descrittivo contiene una lettura critica del territorio, volta a coglierne l'identità ed il ruolo, mentre il progetto di piano contiene il documento degli obiettivi, il quadro strutturale, e il quadro sinottico dei rapporti tra il PTR con i vari PTCP e con i piani di settore aventi implicazioni territoriali. Al progetto di piano è allegato uno studio ambientale volto a verificare il contributo del Piano al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità enunciati dai principali documenti di riferimento.

Il PTR non si sostituisce agli strumenti di pianificazione territoriale, che mantengono pertanto la loro validità, ma si integra con essi. Il PTR porta a compimento l'azione di pianificazione sviluppata negli anni dalla Regione e introduce, nello stesso tempo, sotto il profilo degli strumenti operativi, un cambiamento nell'impostazione di fondo dell'azione regionale, mettendo l'accento sulla dimensione del "progetto" in termini di progetti integrati, progetti di diretta iniziativa regionale, aree progetto nelle quali la Regione promuove specifiche azioni con gli enti interessati.

Nell'ambito della formazione del PTR la Regione ha provveduto ad aggiornare i PTCP in termini di integrazione delle indicazioni di livello territoriale; il PTCP concorre dunque all'attuazione del PTR con particolare riferimento alla finalità di favorire, attraverso la valorizzazione e la tutela del paesaggio, il miglioramento della qualità della vita ed il rafforzamento del ruolo della Regione nel contesto europeo e mediterraneo.

Le nuove indicazioni territoriali individuano nuovi ambiti, selezionano i temi peculiari per ciascun ambito espressi in termini di valori e problemi, anche in relazione a specificità e condizioni di pressione e abbandono, e forniscono indirizzi normativi per ciascun tema.

Il PTR inserisce la zona di Vado Ligure nell'ambito delle zone in cui attuare un rilancio dei capoluoghi attraverso la promozione di progetti integrati.

In particolare l'area di intervento rientra in una zona in cui l'obiettivo generale consiste nell'attuare, promuovere e sviluppare il PTC del Savonese Bormide; è prevista un'attuazione delle indicazioni del PTC della Costa con ristrutturazione della portualità turistica, una riqualificazione della fascia costiera e riqualificazione dell'affaccio costiero, ed è previsto un potenziamento del porto e delle infrastrutture, inclusa la viabilità, in modo compatibile con il contesto urbano e le prospettive turistiche.

E' in corso di formulazione il nuovo PTR, per il quale si attende l'esame da parte del Comitato tecnico regionale per il Territorio, l'audizione delle Associazioni ambientaliste e la deliberazione della Giunta che proporrà al Consiglio regionale l'adozione del Piano.

3.2. Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP) è stato redatto secondo quanto previsto dalla LR 39/84 ("Disciplina dei piani territoriali di coordinamento") ed è stato approvato con DCR 6/90.

È uno strumento preposto a governare sotto il profilo paesistico le trasformazioni del territorio ligure, definendo una disciplina estesa all'intero territorio regionale e applicabile in ogni parte di questo, anche dove non sussistano specifici vincoli di tipo paesistico e/o ambientale ai sensi del D. Lgs. 490/99.

Costituiscono oggetto della disciplina del PTCP tre parti tra loro coordinate: la normativa urbanistico-edilizia, la normativa relativa alla vegetazione e la normativa che tratta gli aspetti idrografici e geomorfologici, alle quali corrispondono tre discipline distinte e concorrenti indicate come assetto insediativo (Art. 9), assetto vegetazionale (Art. 20), assetto geomorfologico (Art. 14) .

Il Consiglio regionale, con la delibera n.18 del 2 agosto 2011, ha approvato la variante di salvaguardia della fascia costiera che riguarda il territorio di 82 comuni liguri e contiene proposte di modifica riferite a livello locale. Anche il comune di Vado Ligure è interessato da una piccola area introdotta dalla variante al PCTP in prossimità degli esistenti svincoli di ingresso ed uscita dall'autostrada A10, e quindi esula dal progetto in oggetto; inoltre, l'art.79bis inoltre introduce un nuovo quadro di conservazione paesistica della via Aurelia. Ai sensi della normativa regionale in materia urbanistica, ogni singolo Comune deve adeguare i proprio atti di pianificazione alla disciplina paesaggistica, con la definizione del livello puntuale del PTCP.

La zona di intervento ricade all'interno dell'Ambito Territoriale 44 ("Savonese"), che si estende da Capo Vado sino ad Albissola Marina, poco a Sud del Torrente Sansobbia; in particolare essa è ricompressa nella Tavola n° 32 (una per ognuno dei tre assetti) del PTCP.

Per quanto riguarda l'assetto insediativo, nella zona di intervento o meglio nella fascia a mare della stessa, è previsto, a livello locale, il regime "AI-CO" (Attrezzature Impianti-Consolidamento, come da Art. 56 delle Norme di Attuazione).

Tale regime si applica nei casi in cui gli impianti esistenti non presentino una configurazione sufficientemente definita né un corretto inserimento ambientale, oppure presentino carenze funzionali superabili mediante interventi che, pur incidenti sotto il profilo paesistico, siano a tale riguardo compatibili. L'obiettivo della disciplina è dunque quello di consentire l'adeguamento dell'impianto sia sotto il profilo funzionale sia sotto il profilo paesistico-ambientale, mediante la messa in opera di interventi di modificazione delle strutture esistenti o di eventuale ampliamento, che consolidino la presenza e ne migliorino l'inserimento nel contesto ambientale.

Per il tratto di costa interessato dall'intervento a ridosso della linea di riva, invece, è previsto il regime TU (Tessuto Urbano, come da Art. 38 delle Norme di Attuazione).

Trattandosi di parti di territorio nelle quali prevalgono, rispetto agli obiettivi propri di Piano, le più generali problematiche di ordine urbanistico, le stesse non sono assoggettate a specifica ed autonoma disciplina paesistica.

Per quanto riguarda l'assetto vegetazionale, nella fascia costiera, e nel suo retro, a confine con l'area di intervento è previsto, a livello locale, il regime "COL-ISS" (Insediamenti sparsi-Serre, come da Art. 60 delle Norme di Attuazione).

Tale regime, peraltro di scarsa rilevanze per le opere previste in progetto, prevede una condizione di mantenimento, ovvero la possibilità di realizzare strutture tipo "serre" ubicate e dimensionate in funzione delle caratteristiche morfologiche e vegetazionali, ferma restando l'esigenza di non dare luogo a rilevanti concentrazioni.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico, infine, il tratto di costa interessato dall'intervento ricade parzialmente nel regime "CO" (Consolidamento, come da Art. 64 delle Norme di Attuazione) e nel regime "MO-B" (Modificabilità di Tipo B, come da Art. 67 delle Norme di Attuazione).

Il primo prevede la realizzazione di interventi che rispettino l'integrità degli elementi geomorfologici e/o idrogeologici aventi specifico valore ambientale e non compromettano la complessiva configurazione paesistico ambientale del contesto in quanto determinata da componenti idro-geo-morfologiche. Il secondo prevede che gli interventi da realizzarsi si conformi a criteri generali di corretto inserimento ambientale delle opere.

Nelle tre Figure seguenti si riportano le previsioni del Piano per l'area di intervento relativamente all'assetto insediativo, vegetazionale e geomorfologico.

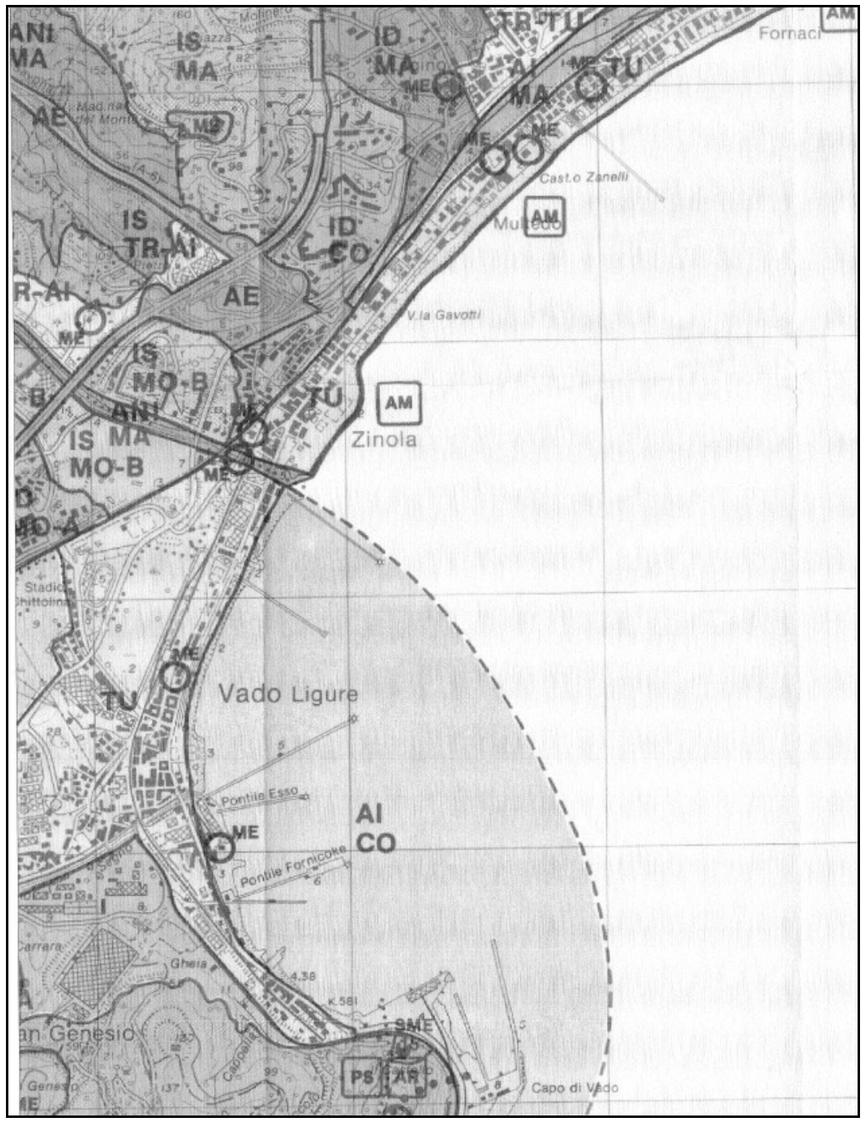


FIGURA 3-1 – PREVISIONI DEL PTCP PER L'AREA DI INTERVENTO NELL'AMBITO DELL'ASSETTO INSEDIATIVO.

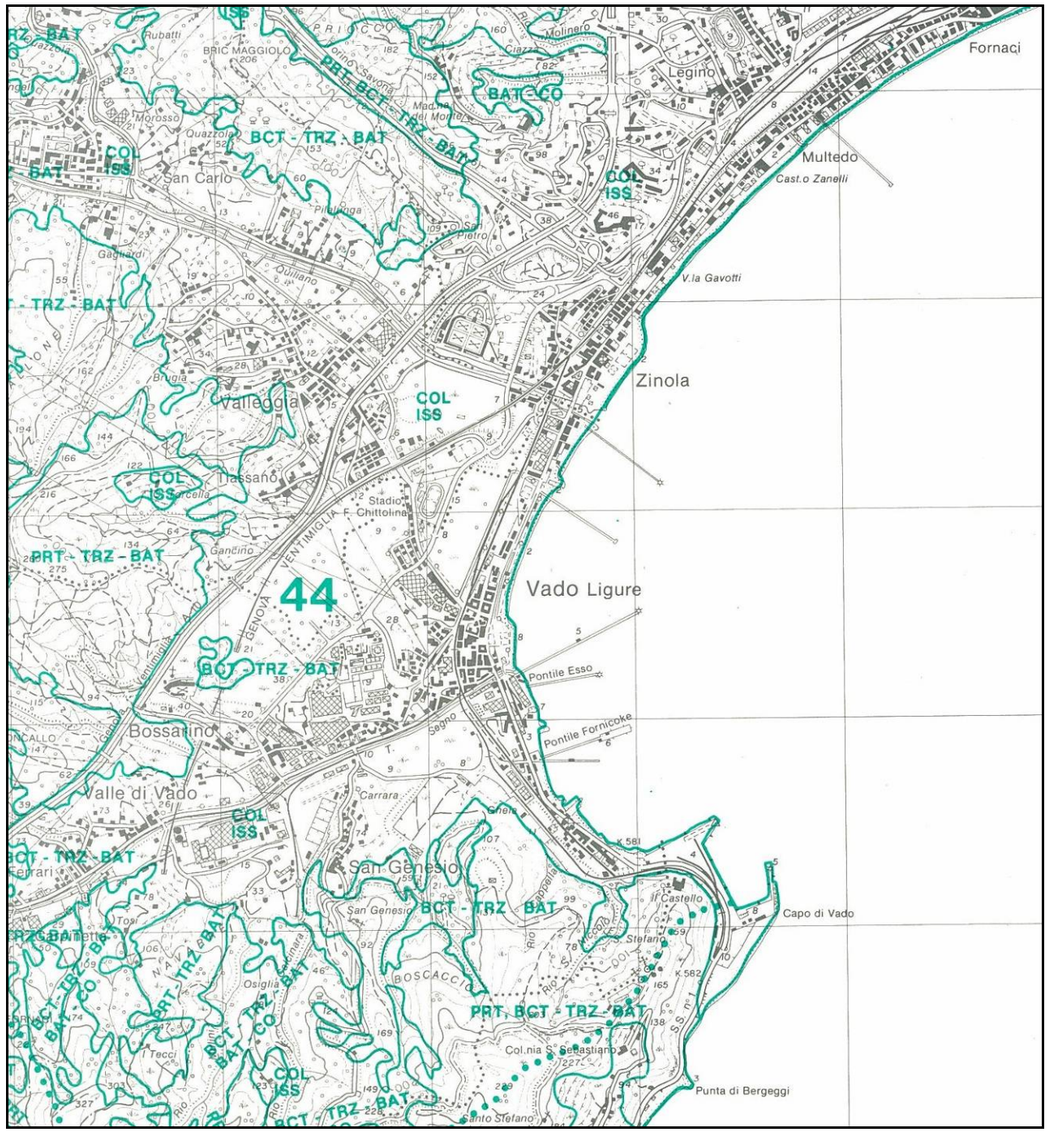


FIGURA 3-2 – PREVISIONI DEL PTCP PER L'AREA DI INTERVENTO NELL'AMBITO DELL'ASSETTO VEGETAZIONALE.

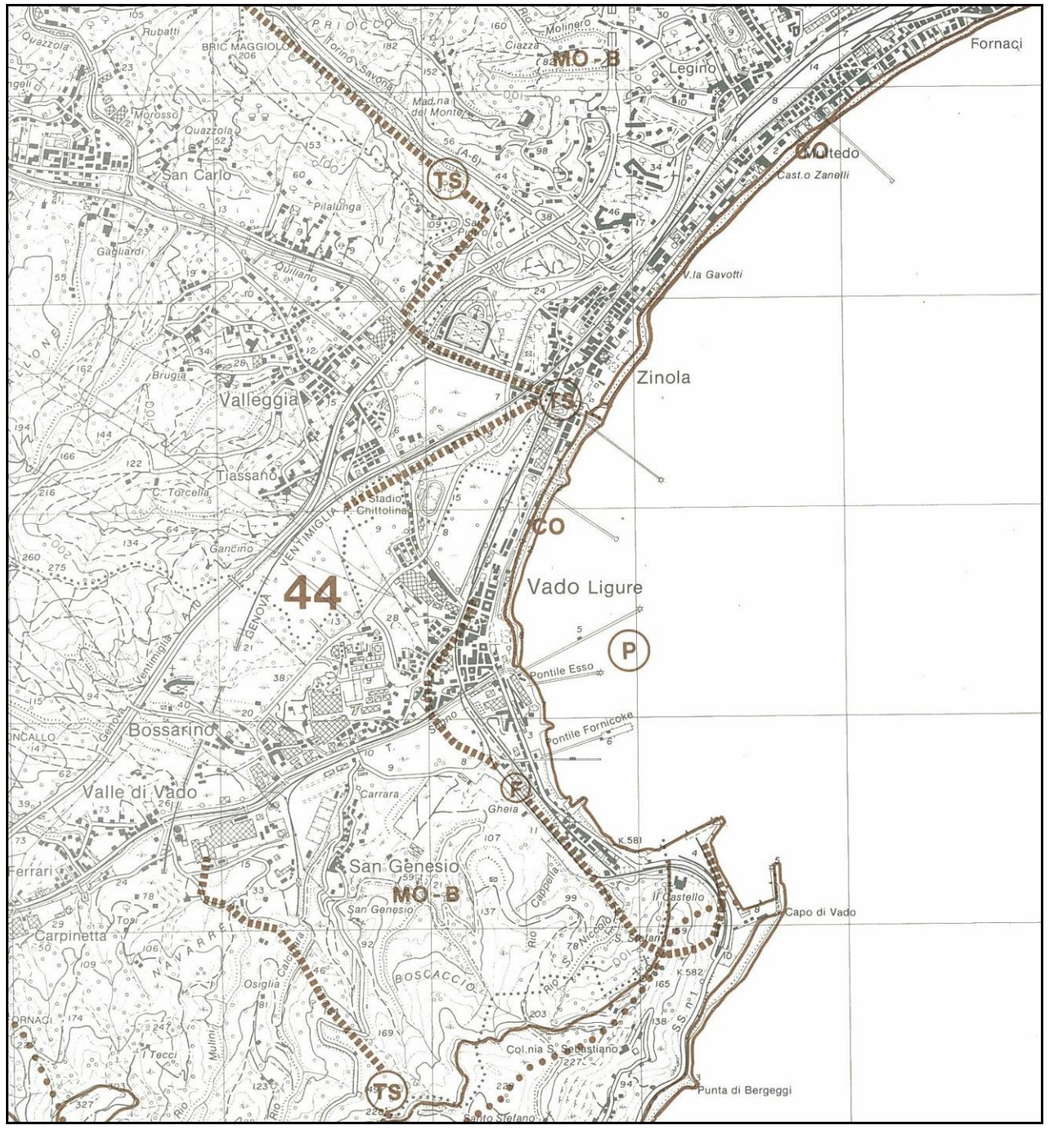


FIGURA 3-3 – PREVISIONI DEL PTCP PER L'AREA DI INTERVENTO NELL'AMBITO DELL'ASSETTO GEOMORFOLOGICO.

3.3. Piano Territoriale di Coordinamento della Costa (PTC della Costa)

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Costa (PTC della Costa) è stato approvato con DGR 219/99, ai sensi dell'Art. 4 della LR 39/84; una variante di aggiornamento è stata adottata con DGR 936 del 29 luglio 2011, ai sensi del combinato disposto degli articoli 76 comma 1, lettera c bis) della L. R. n. 36/1997 e s.m., dell'art. 3 della L.R. n. 6/1991 e s.m. e dell'art. 4 della L.R. n. 39/1984 e s.m.

Il Piano prende le mosse dall'esame delle condizioni attuali della costa ligure, alla fine di un ciclo espansivo fondato su un accrescimento solo quantitativo dell'edificazione e contraddistinto da profonde trasformazioni dell'ambiente costiero. Nel contempo la dotazione di servizi e infrastrutture mostra evidenti carenze che incidono sull'efficienza del sistema economico, sull'attrattività turistica e sulla qualità complessiva della vita dei residenti.

Il PTC della Costa fornisce indicazioni per tratti costieri continui, per aree che si riferiscono a porzioni definite di territorio in termini di consolidamento e valorizzazione delle attuali caratteristiche, indicazioni per interventi puntuali ed indicazioni per porti ed approdi.

In questo contesto il Piano punta a perseguire i seguenti obiettivi:

- tutela e valorizzazione dei tratti di costa emersa e sommersa che rivestono valore paesaggistico, naturalistico ed ambientale;
- riorganizzazione e riqualificazione dei tratti costieri urbanizzati;
- difesa del litorale dall'erosione marina ed ripascimento degli arenili;
- sviluppo della fruizione pubblica e dell'uso turistico e ricreativo della zona costiera (anche in vista della formazione del Piano di utilizzazione delle aree del demanio marittimo previsto dalla Legge 494/93);
- adeguamento e sviluppo del sistema della portualità turistica;
- riutilizzo, in forma integrata e coordinata, dei tratti di ferrovia dismessi o da dismettere lungo la costa;
- miglioramento delle condizioni della viabilità costiera.

La zona costiera definita dal Piano contempla un ambito di studio (a terra: ambiti di bacino e fascia costiera compresa al di sotto della curva di livello dei 200 metri; a mare: fascia compresa nella batimetrica -100 m s.l.m.m.) ed un ambito di applicazione (i 63 comuni costieri). Questo perché la definizione di "zona costiera" varia estremamente in funzione delle caratteristiche morfologiche del territorio interessato e delle ricadute che si vogliono ottenere.

Il Piano è articolato in quattro sezioni:

- materiali ritenuti necessari per l'approfondimento delle conoscenze;
- indicazioni relative a quattro settori tematici di interesse regionale: difesa della costa e spiagge, porti turistici, riuso della ferrovia, viabilità costiera;
- indicazioni di sintesi di livello territoriale, rivolte ad indirizzare ciascuna Provincia e ciascun Comune nella formazione dei rispettivi strumenti di Piano e di livello locale, riferite all'assetto di singoli tratti di costa (54) per cui vengono formulate specifiche indicazioni di progetto. In questa sezione confluiscono le indicazioni relative a particolari temi progettuali ricorrenti o problematici per l'assetto della zona costiera (ad esempio le attività produttive, i porti commerciali, gli impianti di depurazione, ecc.)
- norme di attuazione.

I cinquantaquattro tratti di costa selezionati e di cui al terzo punto sono stati suddivisi in Ambiti di Progetto (quarantuno) ed Ambiti per la Tutela Attiva (tredici).

I primi sono riferiti a tratti di costa urbanizzati, caratterizzati dall'esigenza di interventi di trasformazione di particolare complessità o che richiedono una particolare azione di coordinamento; i secondi sono invece riferiti a tratti di costa di particolare valore paesaggistico, naturalistico ed ambientale, che non ricadono di norma già in aree parco, suscettibili di costituire una risorsa turistica ed ambientale alternativa ai modelli tradizionali.

La zona di intervento ricade in un Ambito di Progetto (AP16 – Vado) ed il Piano, in accordo con il PTC degli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure, Ambito Savonese Bormide, prevede di restringere l'area definita AI-CO dal PTCP al tratto di costa compreso tra il molo sottoflutto di Capo Vado e la foce del Torrente Segno.

Inoltre il Piano inserisce tra le proprie previsioni per la zona di Vado anche la realizzazione di un "bacino protetto per pescherecci (che può anche assumere funzione di porto turistico)".

La variante al Piano Territoriale di Coordinamento della Costa adottata nel mese di luglio 2011 non varia le previsioni normative e le indicazioni espresse per il territorio di Vado Ligure.

Nella Figura seguente si riporta un estratto del PTC della Costa recante le previsioni per l'area di intervento.

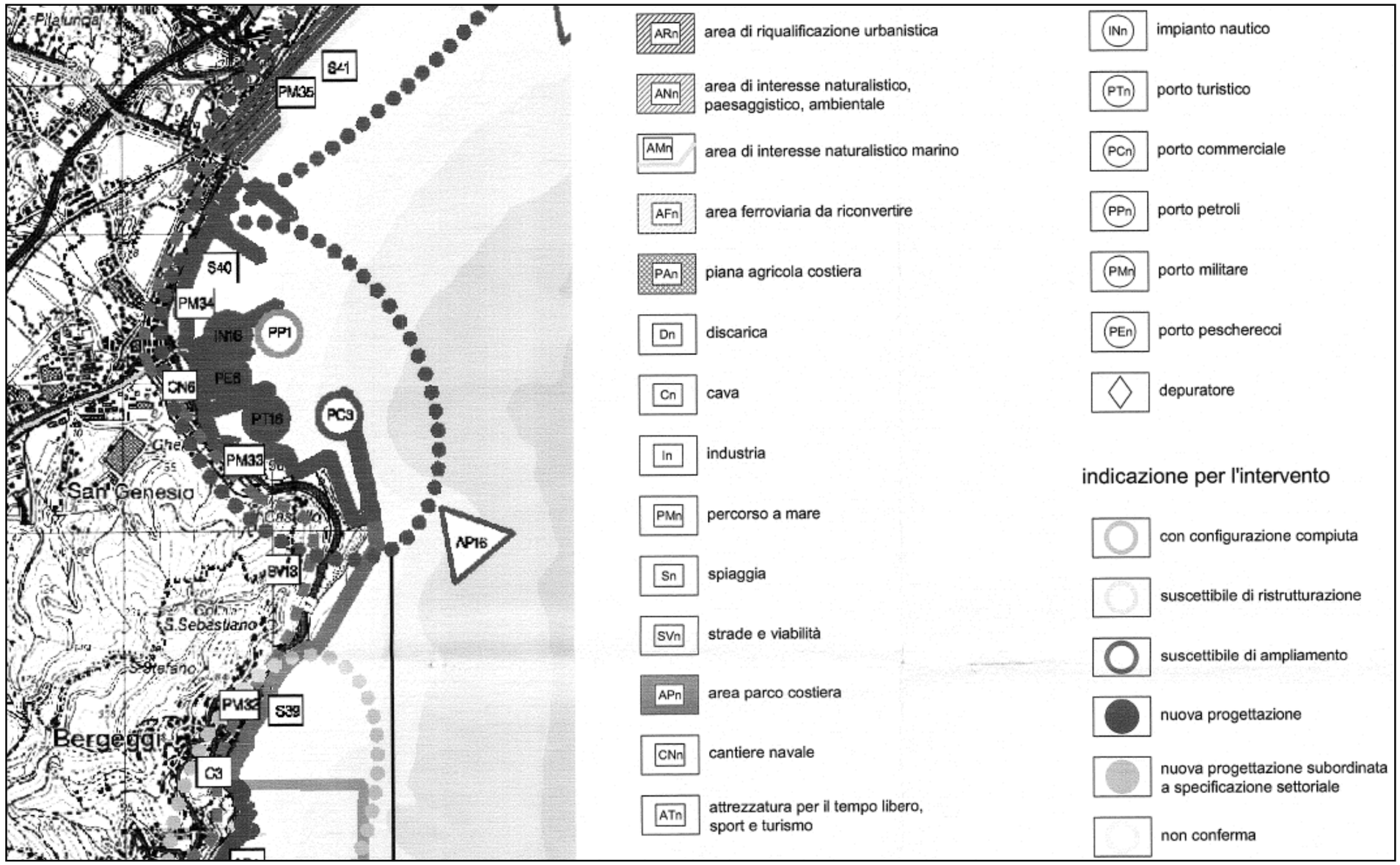


FIGURA 3-4 – ESTRATTO DEL PTC DELLA COSTA RELATIVO ALL'AREA DI INTERVENTO.

3.4. Piano Territoriale di Coordinamento degli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure (PTC-IP ACL)

Il Piano Territoriale di Coordinamento degli Insediamenti Produttivi dell'Area Centrale Ligure (PTCP-IP ACL) è stato approvato con DCR 95/92 e modificato, con riferimento alle indicazioni a livello del distretto n° 4 Ponente, in sede di approvazione del PRG/PUC di Genova, con DPGR 44/00.

L'area centrale ligure è la parte di Liguria direttamente inserita nel triangolo industriale Genova, Milano, Torino e comprende la provincia di Genova e la parte orientale della provincia di Savona.

Il modello produttivo dell'area, storicamente sviluppato attorno a pochi settori prevalenti (portualità, siderurgia, industria chimica e del carbone, industria del petrolio) è entrato, a partire dalla seconda metà degli Anni Settanta, in crisi.

Il PTC-IP per l'Area Centrale Ligure (PTC-IP ACL) si propone, dunque, i seguenti obiettivi:

- creare le condizioni per la competitività del sistema produttivo, agevolandone la riconversione e l'innovazione;
- migliorare la qualità urbana e ambientale;
- potenziare le reti dei trasporti e delle comunicazioni.

Il Piano è organizzato secondo una struttura ad albero che consente di passare progressivamente dalle strategie generali alla progettualità relativa alle singole aree di intervento.

Il primo livello è quello di Area Geografica (AG), che riguarda l'ACL e parte della provincia di Alessandria, appartenente al Piemonte. A livello di AG l'obiettivo principale del piano è la riorganizzazione delle grandi reti infrastrutturali, al fine di inserire l'ACL al centro di un nuovo itinerario ferroviario ad alte prestazioni: l'Arco mediterraneo/Genova/Nord, con proiezioni sui mercati dell'Europa orientale e di un nuovo itinerario autostradale: Tirreno/Genova/Nord con proiezioni verso la Francia e la valle del Reno.

Il secondo livello, invece, prevede tre ambiti territoriali (AT):

- Savonese-Bormide
- Area metropolitana genovese
- Tigullio-Valle Fontanabuona

Il Piano distingue così tre parti dell'Area Geografica fortemente differenziate sotto il profilo della struttura socioeconomica e dotate di una riconoscibile identità storico culturale e fornisce il quadro di riferimento, in termini di scenari, ruoli e potenzialità insediative, rispetto al quale verificare le ipotesi progettuali in rapporto alle dinamiche reali.

I contenuti del Piano a livello di AT sono:

- la definizione della rete infrastrutturale; in particolare viene sviluppato il tema della mobilità nelle aree urbane di Genova e Savona e vengono forniti indirizzi per gli interventi sulle strade statali esistenti;
- la ricognizione delle "risorse ambientali" da reinterpretare in funzione degli obiettivi di Piano;
- l'individuazione dei Distretti d'intervento.

Il Distretto costituisce di fatto il terzo livello del Piano.

Fra i distretti, quello giudicato strategico per l'efficacia del Piano è il distretto del ponente genovese: in esso, infatti, è concentrata la maggior parte dei grandi impianti produttivi in fase di trasformazione. L'assetto insediativo attuale del Distretto è il risultato delle trasformazioni connesse con la fase dello sviluppo dell'industria manifatturiera che dalla metà dell'800 si è protratta fino agli anni '60 di questo secolo.

La contiguità tra i tessuti urbani e le aree produttive, la progressiva saturazione di tutti gli spazi interposti hanno determinato l'elevata rigidità del sistema insediativo, con effetti negativi sullo sviluppo dell'apparato produttivo e sull'adeguamento delle strutture urbane, in termini di dotazione di servizi e di qualità residenziale, sia infine sull'efficienza delle reti infrastrutturali.

Tale condizione, non consentendo la graduale evoluzione dell'assetto insediativo, implica un'azione pianificatoria sviluppata non tanto sul versante della regolamentazione degli interventi quanto su quello della loro promozione, attraverso la definizione di un disegno

complessivo nel quale possano riconoscersi ed essere quindi coinvolti, i molteplici interessi presenti nel distretto.

A questo livello, il Piano prospetta lo schema di riassetto del territorio ed individua le aree di intervento e la loro caratterizzazione funzionale.

Proprio le Aree di Intervento costituiscono il quarto livello del Piano.

In ciascuna di esse il Piano attribuisce le funzioni caratterizzanti e quelle vietate e può stabilire per il peso insediativo un valore base ed un valore massimo. In relazione alle diverse funzioni previste vengono fissate le quote di prestazioni obbligatorie in termini di parcheggi di servizio e spazi urbani pedonali e/o verdi.

La realizzazione di quote aggiuntive di edificazione rispetto al valore base e fino al limite del valore massimo è commisurata all'entità e all'onerosità delle prestazioni opzionali, relative alla qualità urbanistico-edilizia dell'intervento, da valutare nell'ambito degli accordi tra Amministrazione Comunale ed operatori interessati.

Il Distretto in cui è localizzato il porto di Vado è il Distretto n° 1 "Vado-Quiliano" e, mentre la zona di intervento rientra nell'Area di Intervento n° 2 della Foce del Segno; le norme di dettaglio sono riportate nella scheda specifica per tale AI del PTCP. La AI n° 2 è poi suddivisa in due settori:

- l'area più interna (Settore 1) interessata in passato da attività industriali oggi dismesse, svolge funzione di area di confine tra il settore industriale e quello residenziale della valle;
- l'area a mare (Settore 2) tra la viabilità della Via Aurelia e la costa, delimitata dall'alveo del Segno e a ponente dal radicamento del pontile della Terminal Rinfuse, in cui sono previste funzioni di rafforzamento della struttura urbana di Vado.

Nel porto di Vado, che è destinato a diventare il polo principale del sistema portuale savonese, le opere e le attività previste dovranno essere compatibili con gli obiettivi di tutela e valorizzazione delle altre risorse (ambientali, paesaggistiche) e con la necessità di riqualificazione dell'assetto insediativo dell'area.

Inoltre il Piano prevede che il potenziamento delle strutture portuali dovrà avvenire senza modificare il limite attuale del radicamento a terra delle opere al fine di salvaguardare l'affaccio a mare del nucleo di Vado.

Gli sviluppi del porto sono previsti, in un arco temporale di medio termine, nell'area a ponente fino al limite rappresentato dalla foce del Torrente Segno, escludendo quindi opere portuali tra la foce del Torrente Segno e quella del Torrente Quiliano, estendendosi tale limite a mare parallelamente al pontile petrolifero esistente nelle immediate adiacenze della foce.

Il Piano prevede inoltre, a ponente dell'attuale foce del Torrente Segno, una possibile localizzazione di una struttura per la pesca ("indicazione di massima da approfondire in sede progettuale").

Nella Figura seguente si riportano le previsioni del Piano per l'area di intervento.

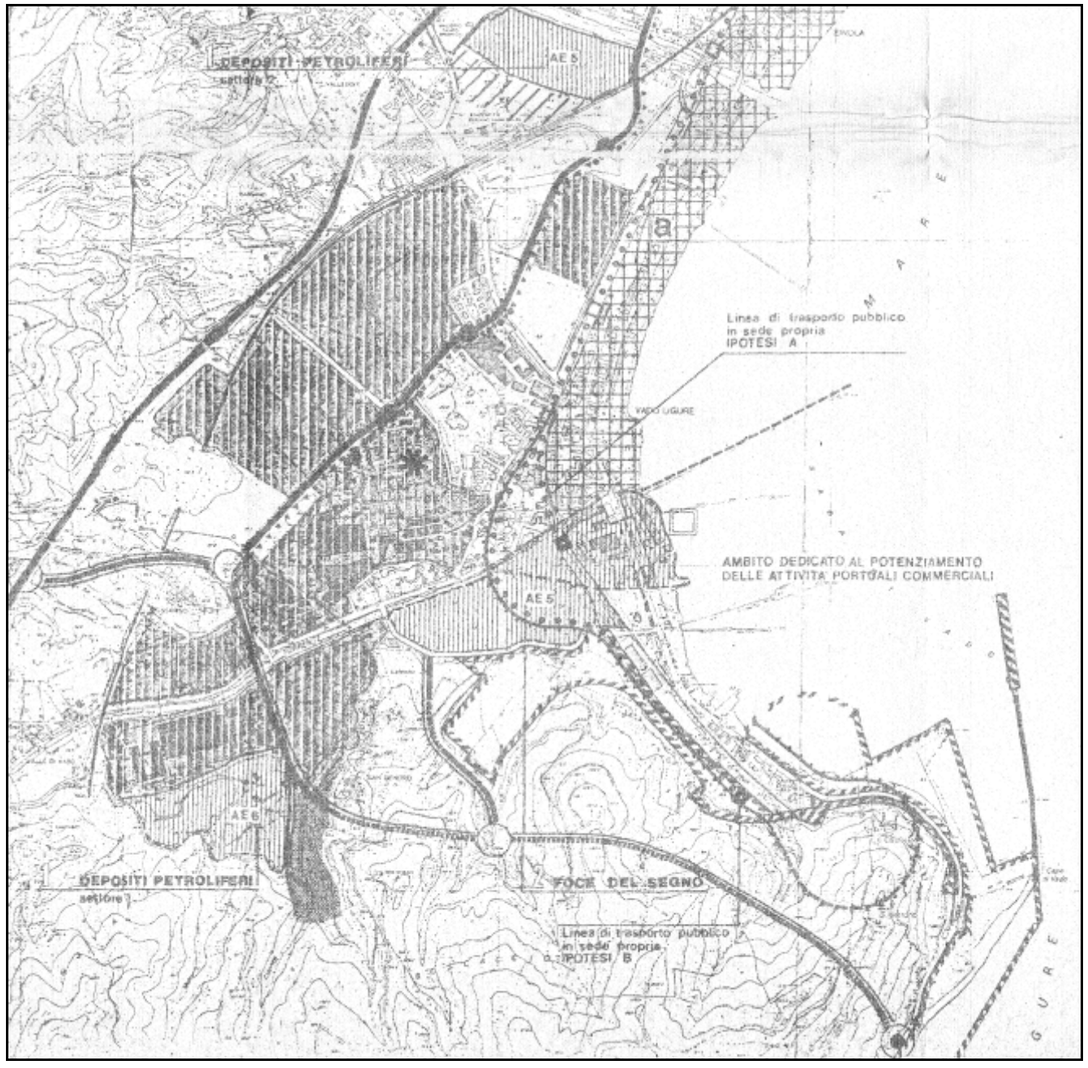


FIGURA 3-5 – PREVISIONI DEL PTC-IP ACL PER L'AREA DI INTERVENTO.

3.5. Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) del Savonese-Bormide

Il Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) del Savonese-Bormide è stato approvato con DCR 14/97.

Pur costituendo, sotto il profilo formale, uno sviluppo del PTCP-IP ACL (si tratta, infatti, delle indicazioni dei 5 Distretti dell'ambito territoriale omonimo) il PTC del Savonese-Bormide ha finito per assumere una propria individualità.

Il Piano, redatto sulla base della proposta elaborata dalla Provincia di Savona, interessa 17 Comuni e circa 150 mila abitanti; l'area considerata costituisce la seconda realtà industriale della Regione.

Il Piano si propone alcuni obiettivi specifici, tra cui rilanciare il ruolo di Savona come capoluogo del sub-ambito:

- favorendo interventi di rinnovo urbano e di diversificazione della base economica;
- definendo le relazioni tra le prospettive di sviluppo del porto e le esigenze urbane (tema sul quale è stata raggiunta una specifica intesa con l'Autorità Portuale di Savona);
- definendo un complessivo progetto per la riorganizzazione della mobilità in ambito urbano.

A parziale differenza delle indicazioni del PTC ACL, il Piano utilizza lo strumento delle Aree di Intervento prevalentemente in senso integrativo delle corrispondenti indicazioni degli Schemi Urbanistici Generali (SUG), agendo in particolare sulle prescrizioni di tipo qualitativo e prestazionale, semplificando, ove possibile, le procedure di attuazione.

Per quanto riguarda la prescrizione del PTC di non modificare il limite attuale del radicamento a terra delle opere di nuova previsione, al fine di salvaguardare l'affaccio a mare del nucleo di Vado Ligure, si ritiene opportuno precisare che il Piano Regolatore Portuale (PRP), di cui nel seguito, pur prevedendo al posto di un molo la realizzazione della nuova piastra multifunzionale, con un maggiore radicamento rispetto alla struttura esistente, di fatto segue la prescrizione di migliorare il rapporto con il fronte urbano, in quanto:

– per la fascia tra il Torrente Quiliano ed il Torrente Segno, il PRP afferma i valori urbani della costa, migliorando le condizioni ambientali, la fruibilità dell'affaccio a mare e favorendo lo sviluppo delle attività costiere al servizio del turismo e della balneazione;
– per l'area coincidente con l'attuale foce del Torrente Segno, il PRP prevede la realizzazione di un nuovo polo della pesca e della nautica, con valorizzazione della fascia urbana retrostante ed effetto di mitigazione visiva della nuova piastra multifunzionale nelle viste dal fronte abitato di Vado;
– inoltre, con la realizzazione del polo per la pesca ed il diporto, posto parzialmente a ponente della delimitazione degli sviluppi del porto commerciale, si trasferisce irreversibilmente alla funzione urbana una parte di specchio acqueo assegnato dal PTC alle attività commerciali;
– per tutta l'estensione del radicamento è prevista una fascia di fruizione urbana, che migliora largamente la situazione attuale;
– viene riconsegnata alla funzione urbana l'intero tratto a ponente del radicamento della piastra multifunzionale, oggi parzialmente utilizzato per servizi portuali.

3.6. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Savona

La Provincia di Savona ha adottato in data 10 Giugno 2003 il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) per il proprio territorio. Acquisito il parere regionale e i pareri dei Comuni nonché le osservazioni di associazioni e cittadini, il Consiglio provinciale di Savona ha approvato definitivamente il piano con delibera n°42 del 28 luglio 2005.

Il PTCP nasce all'interno di un quadro normativo più ampio che ne determina la natura, i contenuti, i rapporti con gli altri strumenti di pianificazione comunale e regionale, la procedura di approvazione.

Il quadro di riferimento regionale e nazionale fissa i presupposti giuridici ed istituzionali per una pianificazione provinciale in grado di proporsi quale strumento concettualmente e metodologicamente nuovo nell'ottica della scala vasta di governo del territorio.

Sotto il profilo che più strettamente concerne i contenuti che devono caratterizzare il PTCP, è soprattutto la Legge Regionale n° 36 del 1997 la fonte normativa che più specificamente provvede ad individuarli.

In particolare ai sensi dell'Articolo 18 della Legge Regionale n° 36 del 4 Settembre 1997, e s.m.i. (Legge Regionale Urbanistica), la Descrizione Fondativa del PTCP deve contenere gli indirizzi, le politiche, gli obiettivi che derivano dal Piano Territoriale Regionale in un'ottica di sviluppo ed integrazione del quadro descrittivo del Piano Territoriale Regionale.

Secondo quanto previsto dall'Articolo 19, invece, il Documento degli Obiettivi esplicita i fini che il PTCP intende perseguire e, così come l'intero piano dovrà essere proposto ai Comuni, discusso e condiviso attraverso le Conferenze di Pianificazione e il coinvolgimento e la sensibilizzazione dell'opinione pubblica.

Il documento degli obiettivi, provvede a:

– individuare e definire gli ambiti, gli elementi e i processi di organizzazione del territorio;
– definire gli indirizzi per un razionale sviluppo delle politiche di settore;
– codificare gli obiettivi da perseguire.

L'Articolo 20, infine, impone di ripensare il ruolo della Struttura del Piano che dovrà essere costruita come un vero e proprio strumento capace di promuovere, condizionare, controllare le trasformazione sia fisiche che funzionali che riguardano il territorio della Provincia di Savona e dovrà fornire:

– norme di indirizzo e coordinamento per i Comuni, ai fini della redazione dei Progetti Urbanistici Comunali (PUC);
– prescrizioni immediatamente operative, che impongono ai Comuni l'adeguamento dei rispettivi piani.

Nell'ambito della Descrizione Fondativa il PTCP individua tra gli elementi di rilievo il "Programma di sviluppo economico della Provincia di Savona" al cui interno vi è una sezione dedicata al Porto di Savona - Vado, che è considerato una componente fondamentale del "primo motore dell'economia".

Lo stesso Programma formula indirizzi per lo sviluppo della portualità commerciale, con i seguenti obiettivi:

- mantenere e rafforzare le specializzazione esistenti;
- sviluppare un porto regionale competitivo;
- implementare l'offerta di aree e infrastrutture di servizio alle merci;
- cogliere l'opportunità di estendere le relazioni con l'area geografica più interna;
- integrare la propria funzione con quella del porto di Genova, per la creazione di un sistema portuale e della logistica in grado di competere con i porti del Nord Europa e di collaborare per lo sviluppo dei traffici con i porti di Barcellona e Marsiglia nel Mediterraneo occidentale.

Sempre nell'ambito della Descrizione Fondativa, il PTCP affronta anche il tema del nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP): "Per quanto riguarda il sistema portuale e della logistica le ipotesi di potenziamento, previste dal nuovo Piano Regolatore del Porto di Savona - Vado, sembrano confermate dal trend positivo dei traffici marittimi e dalla recente realizzazione di nuove opere portuali alcune delle quali in corso o in fase di avvio. (...) Il porto di Savona - Vado è oggi dotato di aree di retroterra portuale per lo stoccaggio delle merci e tuttavia necessita di nuove aree logistiche che possono essere reperite nell'immediato retroterra portuale e nella vicina Valbormida."

Negli Obiettivi di Piano il PTCP inserisce il tema "Organizzazione del sistema logistico: portualità e infrastrutturazione dello scambio con l'entroterra e potenziamento delle relazioni extraprovinciali", che contiene, in sintesi le indicazioni che seguono:

- migliorare l'accessibilità ai porti di Savona e Vado mediante nuovi raccordi alla rete ferroviaria e autostradale ormai quasi completati per il porto di Vado, mentre le ipotesi di potenziamento del porto di Savona dovranno essere verificate con le esigenze di riqualificazione dell'area urbana del Comune capoluogo;
- implementare per il Porto di Savona-Vado l'offerta di aree e infrastrutture logistiche che possono essere localizzate nell'immediato retroterra portuale e nella vicina Valbormida;
- confermare le aree di retroterra portuale e di servizio alle merci previste dal PTC del Savonese-Bormide ed adeguare i Piani Urbanistici Comunali a tali previsioni;
- attuare gli interventi previsti dal Piano Regolatore Portuale secondo le intese tra gli Enti Locali e l'Autorità Portuale di Savona;
- estendere le relazioni con l'area geografica più interna e integrare la propria funzione con quella del porto di Genova per la creazione di un sistema portuale e della logistica in grado di competere con i porti del Nord Europa e di collaborare per lo sviluppo dei traffici con i porti di Barcellona e Marsiglia nel Mediterraneo occidentale.
- rafforzare i collegamenti interni e in particolare la direttrice Savona - Valbormida - Alessandria (intesa anche come alternativa di gronda alla direttrice costiera per il tratto Savona - Genova) e la direttrice Cuneo - Torino.

Un altro tema di interesse del PTCP riguarda il Polo di Savona, per cui vengono fissati obiettivi tra cui, quelli che interessano la fascia costiera, sono:

- coordinare l'azione dei Comuni costieri per la riorganizzazione e la riqualificazione del fronte mare;
- definire l'assetto della fascia di transizione tra città e porto;
- realizzare gli interventi di riordino del tessuto urbano dell'abitato di Vado e di recupero dell'intera fascia litoranea anche ricostituendo un corretto rapporto tra le strutture produttive e il centro abitato;
- completare gli interventi per la riorganizzazione e la rilocalizzazione dei depositi petroliferi.

3.7. Piano Regolatore Portuale (PRP) della Autorità Portuale di Savona

Nel corso degli ultimi anni il porto di Savona-Vado ha vissuto una fase di forte cambiamento, nella quale sono stati attuati i programmi impostati dall'Autorità Portuale di Savona sin dal momento della sua istituzione, nel 1995, e sono stati definiti i percorsi per lo sviluppo futuro sia del porto che del territorio savonese.

Il fondamentale passo è stato compiuto con l'elaborazione del nuovo Piano Regolatore Portuale. Il Piano 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.

Il nuovo Piano si pone diversi obiettivi:

– la crescita della funzione commerciale, migliorando l'operatività delle attività logistico e portuali già presenti, e individuando spazi per nuovi settori;
– lo sviluppo del turismo (crociere e diporto);
– la ricerca di sinergie tra il porto e la città, per migliorare la compatibilità tra attività portuali e urbane e per valorizzare gli spazi di pregio;
– il miglioramento dell'accessibilità del porto attraverso il riassetto del sistema di trasporto.

Il porto di Vado Ligure è collocato in posizione decentrata rispetto alla città di Savona ed è dotato di un'efficiente sistema di connessione alla rete di trasporto: ciò ha consentito di delineare una soluzione di forte espansione delle opere portuali.

L'intervento principale riguarda proprio la nuova piastra multifunzionale, e cioè un'espansione a mare da destinare al riassetto dell'attuale Terminal Rinfuse e dei due pontili per lo sbarco di prodotti petroliferi (attualmente in concessione alla Esso Italiana ed alla Petrolig), e, soprattutto, alla realizzazione di un nuovo terminal container.

È poi prevista un'azione di riordino delle rinfuse nere, che prevede la concentrazione delle stesse sull'impianto portuale di Savona, salvo quelle destinate alla centrale termoelettrica, con correlativa dismissione del parco di stoccaggio carbone di Vado Ligure.

Il nuovo terminal container avrà una superficie di circa 200.000 m² ed una banchina di circa 700 m di lunghezza, con profondità di accosto da 15 a oltre 20 m. Due accosti saranno dedicati ai terminal per le rinfuse solide e per i prodotti petroliferi, collegati a terra rispettivamente via nastro e condotta.

Per proteggere i nuovi accosti ed assicurare l'agibilità nautica del porto sarà costruita una nuova diga foranea, alla cui radice si realizzerà un accosto Ro-Ro.

L'intero sistema viario portuale sarà riconfigurato, con la realizzazione di un unico varco doganale da cui si accederà alle aree portuali secondo due direttrici indipendenti: una verso i terminal oggi esistenti, l'altra verso la nuova piastra multifunzionale, attraverso un collegamento dedicato (Figura 3-6).

Inoltre, sarà completato lo svincolo sulla Via Aurelia per l'accesso al terminal traghetti, mentre è in corso la realizzazione della seconda fase dell'Aurelia-bis, che garantirà un accesso diretto alle nuove aree a funzione turistico-ricettive previste dal Piano tra le aree portuali e le spiagge di Bergeggi.

Infine, sarà creata una fascia di rispetto, in accordo con il Comune di Vado Ligure, con l'obiettivo di rendere sostenibile il nuovo assetto operativo del porto salvaguardando la qualità della vita nel retro porto.

In Figura 3-7 si riportano le previsioni di piano per la zona di intervento (piastra multifunzionale) e per le zona interessata dalle altre opere previste nell'Accordo di Programma con il Comune e gli altri Enti interessati e di cui nel seguito.

La zona di intervento ricade nell'ambito "Porto di Vado" (PV) e confina con l'ambito "Porto Urbano di Vado" (PUV).

L'ambito PV, oltre alla nuova piastra multifunzionale, contiene previsioni di compatibilità dell'espansione portuale con il fronte urbano, definendo condizioni mirate di assetto territoriale. I sottoambiti individuati sono:

– PV1; nuova piastra multifunzionale;
– PV2: fascia retrostante alla nuova piastra multifunzionale, con funzioni di filtro ambientale e protezione acustica e visiva dell'abitato;
– PV3: area tra il terminal traghetti ed il nuovo sporgente con previsione di mantenimento delle funzioni balneari e loro potenziamento verso mare;
– PV4: fascia retrostante il terminal traghetti, dove sono previsti obiettivi di separazione e filtro rispetto all'abitato di Porto Vado, in parte già realizzate e/o progettate.

L'ambito PUV è collocato tra l'estremo lato a ponente della fascia di fruibilità balneare e la sponda sinistra del Torrente Segno, e comprende anche il nuovo polo nautico a mare e le aree a terra dello stesso; in esso sono stati individuati tre sottoambiti:

– PUV1: porzione di ponente delle strutture a mare, dove si prevedono nuovi spazi per la ricollocazione di attività produttive legate alla nautica e per nuove iniziative;
– PUV2: sub ambito della pesca e del diporto, in cui sono previste attività commerciali, di servizio e di pubblico esercizio;
– PUV3: aree del retro porto della nautica, destinate ad ospitare funzioni di servizio pubblico e strutture per lo sport, la cultura ed il tempo libero.

La destinazione d'uso, gli obiettivi specifici, e le funzioni ammesse per ciascuno dei due ambiti sopra elencati sono contenuti nelle Norme Tecniche di Attuazione, rispettivamente all'Articolo 17 ed all'Articolo 18.

Le stesse Norme Tecniche contengono anche le Schede di Intervento per zone omogenee, ovvero delle schede relative agli ambiti con attività portuali connesse con la movimentazione delle merci, in cui sono meglio esplicitati i contenuti dei suddetti Articoli.



FIGURA 3-6 – PRP: ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL BACINO PORTUALE DI VADO/BERGEGGI

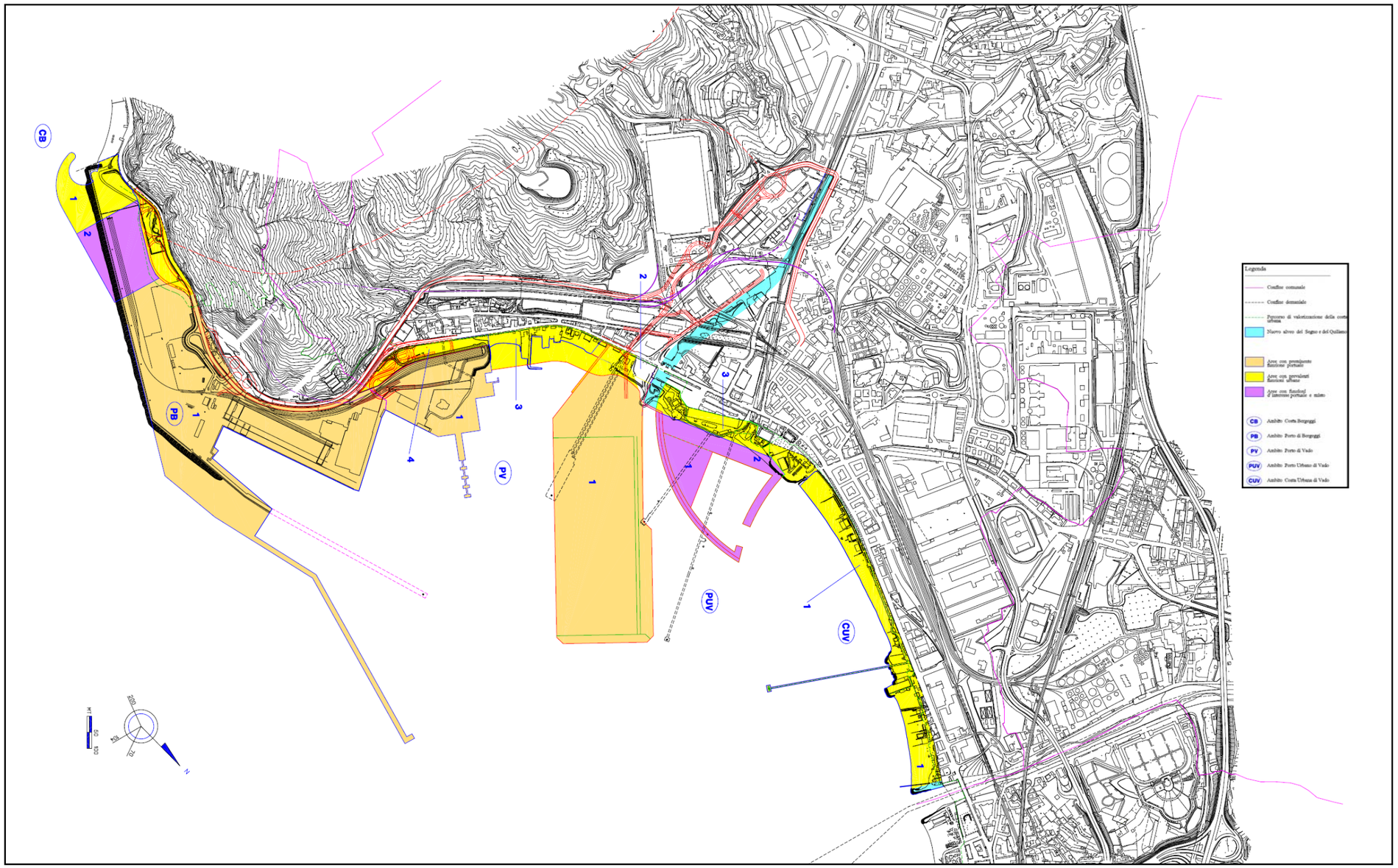


FIGURA 3-7 – PRP: DESTINAZIONE D'USO PREVISTA PER I COMUNI DI VADO LIGURE E BERGEGGI

3.8. Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Vado Ligure

Con Delibera del Consiglio Comunale n° 27 del 17 Maggio 2007 sono state apportate modifiche al testo vigente del Piano Regolatore Generale del Comune o meglio del Piano Regolatore Generale Intercomunale Savonese (PRIS) che si estende ai territori del Comune di Albisola Superiore, Albisola Marina, Berteggi, Quiliano, Savona, Vado Ligure.

Tali modifiche sono state approvate, con modifiche d'ufficio, dalla Regione Liguria in data 29 Agosto 2008 con Deliberazione della Giunta n°1067 ed hanno più che altro interessato l'introduzione della disciplina paesistica e la revisione delle zone agricole

Il PRG disciplina l'assetto urbanistico ed edilizio suddividendo il territorio in zone (e sottozone) omogenee classificate a secondo dello stato di fatto e della sistemazione prevista.

Per ogni zona è prevista la redazione di Strumenti Urbanistici Attuativi (SUA), con i relativi Schemi di Assetto Urbanistico (SAU), atti alla realizzazione degli interventi previsti in PRG, con criteri e modalità differenti per ogni zona (Art. 11-bis delle Norme Tecniche di Attuazione).

Il PRG contiene anche disciplina puntuale inerente l'assetto idrogeomorfologico e vegetazionale agronomico, nonché l'assetto paesistico. Individua inoltre i progetti prioritari, intesi come gli obiettivi di rilevanza nodale per la fase di attuazione dello stesso PRG, definisce i parametri urbanistico-edilizi e gli allineamenti edilizi, ovvero gli arretramenti minimi da osservarsi nell'edificazione lungo le vie di comunicazione stradale e ferroviaria.

Relativamente alle vie di comunicazione, inoltre, il PRG ricorda come i tracciati definitivi debbano essere individuati in accordo con gli Enti competenti in sede di progettazione esecutiva entro una fascia di fluttuazione di 30 metri dall'asse del tracciato indicato nel PRG stesso.

La zona di intervento vera e propria ricade nelle "aree demaniali marittime ad uso portuale (PRP)" mentre tutto il fronte urbano portuale in cui intesta il radicamento della piastra multifunzionale ricade nelle "aree demaniali marittime con prevalenti funzioni urbane (PRP)" e confina con la zona F3-150 "Zona ad attrezzatura ed impianti per servizi pubblici o d'uso pubblico di interesse territoriale ex Art. 4 DM 1444/1968". Nello stesso fronte ricade anche un "manufatto emergente", siglato come ME-1.

All'Articolo 15 delle Norme Tecniche di Attuazione, relativo alle zone portuali, viene fatto esplicito riferimento al PRP, in quanto tali zone sono ricomprese nella circoscrizione territoriale dell'Autorità Portuale di Savona.

All'Articolo 23 delle Norme, invece, si legge che la zona F3 è, nello specifico, destinata ad ospitare "parchi di interesse territoriale e sub regionale", con "con compresenza di suoli di proprietà comunale di altri Enti Pubblici e di privati, ove i suoli non di proprietà comunale non sono preordinati all'esproprio purché la loro manutenzione e il relativo uso pubblico siano regolati da apposita convenzione ove si disciplini l'uso pubblico e gli oneri di manutenzione del patrimonio vegetale da parte di privati ed Enti".

Al Comma 4 dell'Articolo 23 si legge inoltre che "in merito alle zone F3, esse dovranno essere poste in attuazione sulla base di Strumenti Urbanistici Attuativi di PRG, ovvero di progetti da approvare mediante procedimenti concertativi d'intesa con gli altri Enti ed Amministrazioni" e che "nelle more dell'approvazione degli Schemi di cui sopra, la disciplina urbanistica da applicarsi nelle zone F3 è quella delle zone APN", ovvero delle zone Agricole di Protezione Naturale (Articolo 18, comma 5), "fatte salve diverse disposizioni del PRP".

All'Articolo 29, la formazione dei SUA nelle zone F3 è riportata nell'elenco dei progetti prioritari che il PRG deve intraprendere.

All'Articolo 31, infine, viene inserito il manufatto ME-1, cioè il Forte di San Lorenzo, all'interno degli "ambiti peculiari" soggetto a disciplina paesistica di livello puntuale. Riguardo a tali ambiti sono ammessi unicamente "interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria ed interventi di restauro e risanamento conservativo".

In Figura 3-8 si riporta un estratto della zonizzazione del PRG comprensivo dell'area del fronte urbano portuale.

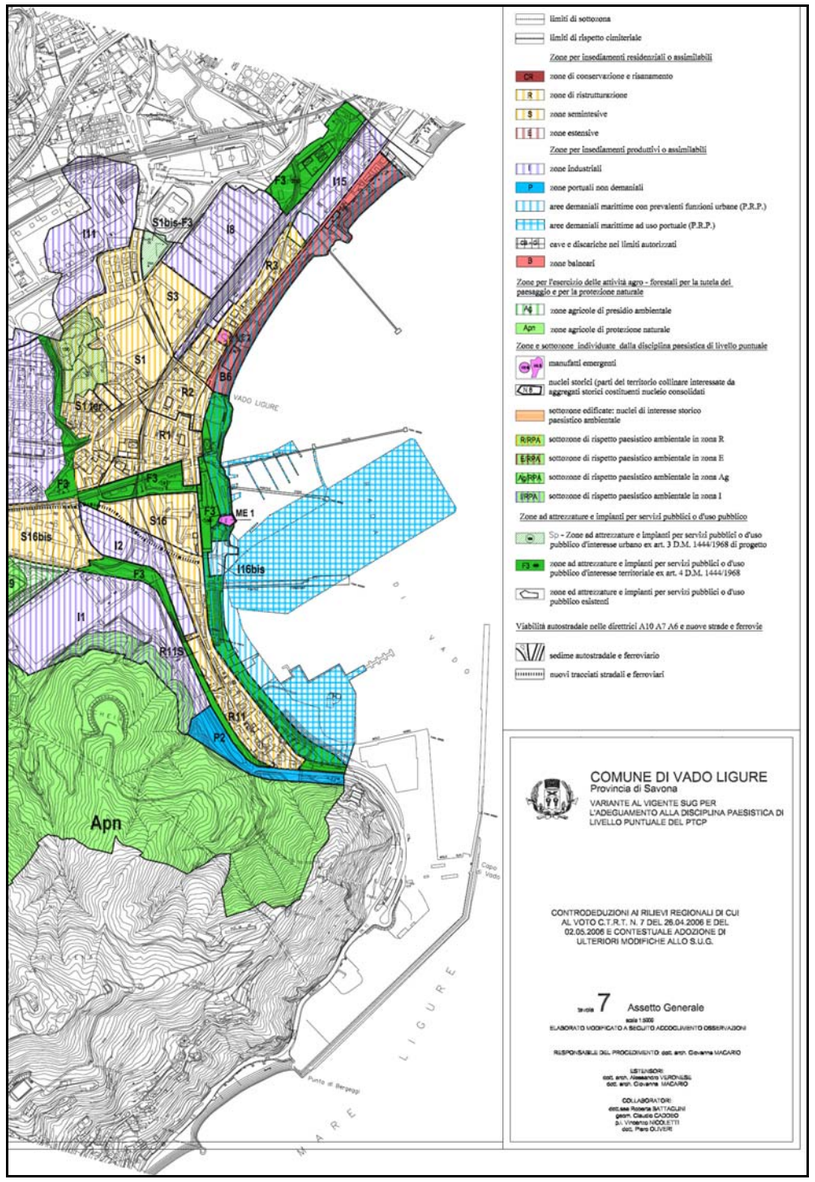


FIGURA 3-8 – PRG: ESTRATTO DELLA ZONIZZAZIONE.

3.9. Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC)

Con Deliberazione del Consiglio Comunale n° 79 del 30 Settembre 2008, il Comune di Vado Ligure ha reso esecutiva la documentazione relativa al Progetto Preliminare del Piano Urbanistico Comunale (PUC), adottato ai sensi dell'Articolo 38 della Legge Regionale n° 36 del 4 Settembre 1997, e s.m.i. (Legge Regionale Urbanistica).

Il progetto di PUC prevede una riorganizzazione del territorio in Ambiti e Distretti che consente di fare fronte al riassetto economico ed urbano del territorio dovuta, essenzialmente, alla attiva produzione di pianificazione esecutiva portata avanti dalla Amministrazione in attuazione della strumentazione urbanistica vigente, al risveglio di attività produttive e mercatali, al riutilizzo delle aree dismesse, al nuovo Piano Regolatore Portuale (PRP), alla quasi completa attuazione del sistema viario primario ecc.

Pur fondandosi sugli elementi di innovazione introdotti dalla LR 36/97, il PUC deve fare i conti con il Piano che va a sostituire e cioè con il Piano Regolatore Intercomunale Savonese (PRIS), uno strumento che ha guidato e condizionato l'interpretazione territoriale e le trasformazioni urbane.

In quanto nuovo Piano, il progetto di PUC deve definire, insieme, gli elementi strutturali del territorio, gli obiettivi e le "modalità tecniche" per perseguirli, deve porre in relazione le analisi conoscitive fondative, il sistema degli obiettivi verso cui orientare le scelte, il progetto quale insieme di coerenze qualitative e quantitative.

Inoltre il progetto di Piano deve essere orientato con una particolare attenzione alla gestione, quale garanzia operativa, e non, come spesso è avvenuto, lasciare che la gestione sia considerata un tema da affrontare e da risolvere dopo l'approvazione del Piano.

Gli obiettivi del progetto di Piano, e dunque del Piano, sono così riassumibili e prendono piede della problematiche del territorio che nella Relazione della Struttura del PUC sono sintetizzate nella formula "città sostenibile":

- organizzazione del sistema logistico;
- riorganizzazione del comparto energetico;
- costruzione del sistema delle aree protette e della rete ecologica;
- conservazione dell'ambiente marino e costiero;
- prevenzione e riduzione dei carichi ambientali;

- gestione della qualità della'ria;
- uso sostenibile della risorsa idrica;
- gestione sostenibile dei rifiuti;
- promozione delle condizioni di sicurezza territoriale;
- rigenerazione urbana;
- presidio dell'area collinare.

Come già accennato il progetto di Piano individua Ambiti di conservazione e riqualificazione ed individua i Distretti di trasformazione, che rappresentano quelle parti di territorio per le quali sono previsti interventi complessi tali da trasformare in modo sostanziale l'assetto fisico e funzionale dell'area al suo interno ed il suo rapporto con il resto del territorio comunale.

Come osservabile in Figura 3-9, l'area di intervento ricade nel Distretto 1 "Waterfront", ovvero nella fascia costiera urbana portuale ubicata tra l'abitato del centro di Vado e il nucleo urbano di Porto Vado, lungo la costa, con una profondità che va dalla Via Aurelia al mare.

Il ruolo primario del distretto consiste nel fornire nuove aree aperte e strutture a servizio degli abitanti, pubbliche e ad uso pubblico

Il "Waterfront" si trova in posizione strategica rispetto alle trasformazioni portuali previste con la realizzazione della nuova piastra multifunzionale. Il ruolo del distretto è quello di creare una fascia urbana riqualificata in grado di mitigare la presenza delle future strutture portuali.

Per l'attuazione del Distretto è prevista l'elaborazione di uno Schema di Assetto Urbanistico. Data la rilevanza dell'area, nel 2006 il Comune di Vado Ligure ha bandito un concorso di idee per il "Masterplan del fronte urbano portuale di Vado Ligure".

Il progetto vincitore del concorso, di cui si forniscono dettagli nel Paragrafo successivo, costituisce, di fatto, l'assetto progettuale del PUC, che dovrà poi essere approfondire in sede di progettazione esecutiva.

Restano fermi, comunque, alcuni criteri progettuali: la concezione dello spazio aperto come luogo pubblico, pedonale e verde, che ospita funzioni ed edifici di volumetria contenute, la salvaguardia del Forte di San Lorenzo e delle visuali libere verso il mare, l'attenta progettazione del verde come elemento di riqualificazione urbana e di disegno di un nuovo paesaggio.

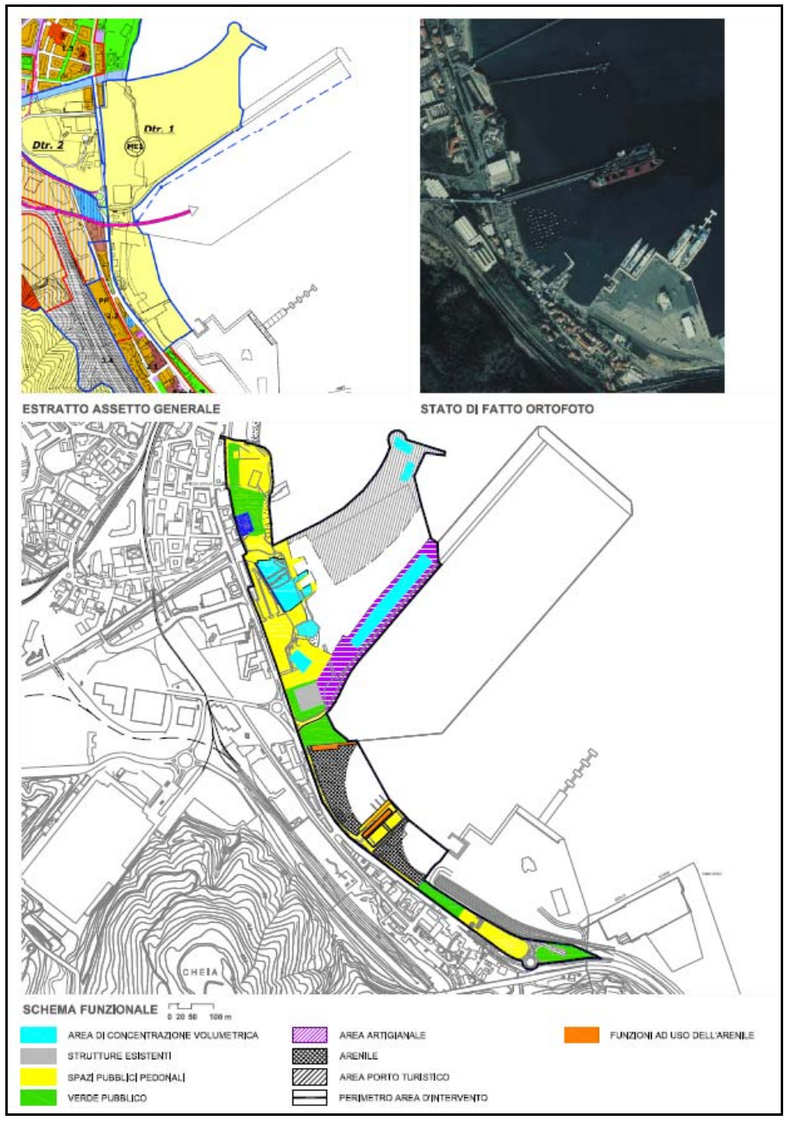


FIGURA 3-9 – PCU: DISTRETTO DI TRASFORMAZIONE N° 1 (DTR1).

3.10. Schemi di Assetto Urbanistico (SAU) del Comune di Vado Ligure

Il SAU costituisce uno strumento di lavoro a disposizione delle pubbliche amministrazioni o di altri soggetti pubblici o privati.

Esso è stato introdotto dall'Art. 11 del Piano Territoriale di Coordinamento degli Insediamenti Produttivi (PTC-IP) ed è inteso come approfondimento conoscitivo e come strumento preordinato a definire la struttura insediativa di un'area soggetta ad un intervento di trasformazione, in particolare di riconversione industriale.

Attraverso la costruzione di un appropriato bagaglio conoscitivo, il SAU delinea le connessioni con il contesto, con particolare riferimento all'organizzazione delle principali reti infrastrutturali e degli spazi pubblici, all'individuazione dei settori e dei comparti attraverso cui attraverso cui attuare l'intervento, nonché delle relative densità edificatorie e delle destinazioni d'uso specifiche.

A partire da un'attenta lettura del contesto specifico emergono le relazioni con le preesistenze e gli aspetti meritevoli di particolare tutela, che contribuiscono alla definizione dei criteri per l'elaborazione progettuale e per la definizione dei caratteri dimensionali degli edifici, ove questo sia predeterminabile in relazione agli aspetti tecnologici e funzionali.

Il Comune di Vado Ligure ha previsto l'elaborazione di due SAU che interessano aree attigue alla zona di intervento; il più rilevante in termini di interfaccia con la piastra multifunzionale in progetto è sicuramente il primo riportato, che è anche quello per cui è già stato sviluppato un approfondimento progettuale, recepito dal PUC:

- SAU relativo alle aree del fronte urbano portuale;
- SAU relativo alla area della foce del Torrente Segno.

3.10.1. SAU relativo alle aree del fronte urbano portuale

Il SAU in esame, approvato dal Comitato Tecnico della Regione Liguria (CTR) con voto n° 37 del 22 Aprile 2008, costituisce un caso particolare in quanto l'approfondimento progettuale cui si faceva riferimento è stato compiuto in modo dettagliato e attento attraverso una procedura concorsuale ("Master Plan del fronte

urbano portuale di Vado Ligure") svoltasi in due fasi e conclusasi nel mese di Dicembre 2006.
A fronte del voto espresso dal CTR, alle valutazioni della Regione Liguria e di cui alla DGR 997/07, ed alla presentazione in Conferenza di Servizi, sono stati elaborati diversi approfondimenti urbanistici e progettuali, che hanno consentito di correggere, chiarire o dettagliare le questioni messe in evidenza e di tenere conto anche di alcune osservazioni apportate dalla cittadinanza.
L'inquadramento generale del presente SAU è riportato in Figura 3-10, mentre in Figura 3-12 si riportano alcune immagini tratte dal progetto vincitore della suddetta procedura.
Il SAU assume come fondativi alcuni criteri.
In primo luogo la concezione delle spazio come luogo pubblico, aperto, pedonale e verde, che ospita funzioni ed edifici di volumetria contenute. Per fare questo il SAU ritiene fondamentale consentire ed incentivare la realizzazione di strutture interrate (parcheggio) ed altre funzioni quali auditorium, strutture commerciali e spazi polivalenti.
Il secondo criterio riguarda la salvaguardia delle visuali verso mare. Al fine di assicurare la vista del mare, il SAU, attraverso la definizione di giaciture e coni visuali, assume che la disposizione degli edifici sia perpendicolare alla linea di costa, creando un'alternanza tra spazi liberi ed edifici che caratterizza fortemente l'intervento e la nuova relazione mare-città.
Il terzo criterio riguarda la progettazione di un paesaggio urbano che recuperi i legami morfologici ed ambientali con il versante orografico attraverso riferimenti visivi e connessioni funzionali con i percorsi di maggiore frequentazione e che rafforzi i legami con le permanenze storiche (Forte San Giacomo) attraverso un'attenta progettazione del verde.
Il SAU individua sette comparti di azione (A, B, C, D1, D2, D3, E) e per ognuno di essi, nelle Norme Tecniche di Attuazione, definisce gli obiettivi, le indicazioni e le prescrizioni da adottare. È inoltre dedicata una sezione specifica al sistema viabilistico.
È opportuno precisare che il comparto A ed il comparto E sono, di fatto, già stati realizzati. La scelta di inserire anche questi due estremi nel confine del SAU deriva dalla volontà di evidenziare il sistema di continuità che tutto l'intervento deve assumere, sia nelle interazioni dei nuovi interventi per i comparti intermedi, sia in eventuali completamenti o riqualificazione degli assetti attuali dei due comparti.
Per questi due comparti, dunque, il SAU non individua prescrizioni e cioè, non apporta alcuna variazione in termini quantitativi rispetto agli strumenti urbanistici attuativi vigenti ed approvati.

<u>Comparto A – Area sportivo ricreativa di Porto Vado</u>
Descrizione: conferma del rafforzamento di una barriera verde tra la zona portuale (del terminal traghetti) e l'abitato, esistente e di recente trasformazione ricettivo-residenziale. L'area ospita attività ricreative e sportive. La progettazione dell'area ha particolare valore nella conclusione geografica e funzionale dell'intero spazio pubblico longitudinale alla linea di costa. La collocazione degli spazi di verde attrezzato e di strutture sportive costituiscono elementi strutturanti del sistema fruitivo proposto nel SAU.

<u>Comparto B – Spiaggia di Porto Vado</u>
Descrizione: creazione di un'area di innesto/separazione, con funzioni di conservazione e potenziamento del canale ecologico ambientale di fruizione balneare della rada e di servizio al piccolo diporto.

Obiettivi ed indicazioni: spiaggia di uso pubblico dove si concentrano attività di utilizzo dell'arenile e del mare, che conservano una forte vitalità, nonostante i condizionamenti degli assetti di contorno. Elementi di spontaneità e di auto organizzazione degli spazi producono un ambiente di considerevole vivacità e valore fruitivo. L'intervento deve sottolineare l'identità della spiaggia di Vado, intesa come luogo sociale e di relazione, oltre che di svago e per il tempo libero; il sistema dell'arenile dovrà quindi essere interpretato come parte del nuovo sistema di spazi pubblici, eliminando qualsiasi barriera tra esso e la passeggiata. Il raccordo tra le due parti dovrà essere attentamente progettato per quanto riguarda il sistema del verde e dell'arredo. Particolare attenzione dovrà essere posta alla connessione con la Chiesa della Visitazione al fine di definire un ambito protetto, in grado di ricreare una sorta di sagrato

alla Chiesa. L'arenile dovrà essere ampliato e organizzato in due parti: la prima idonea ad ospitare attività per il tempo libero e la fruizione balneare estiva, verso l'abitato di Porto Vado, con una piscina sportiva, con possibile copertura invernale e una piscina ludica per il periodo estivo. La spiaggia verso la piattaforma dovrà mantenere la funzione di rimessaggio barche: in struttura, in adiacenza alla piattaforma, a terra sull'arenile e in acqua. Tra le due parti potranno essere realizzate dei volumi di servizio per la fruizione della spiaggia e della piscina e piccoli magazzini per il materiale tecnico di supporto al rimessaggio delle piccole imbarcazioni.

Prescrizioni: la realizzazione di modeste strutture di servizio alle attività di fruizione dell'arenile ed all'attività di rimessaggio di piccole imbarcazioni dovrà porre particolare attenzione alla integrazione con il sistema pedonale e ciclabile. I nuovi volumi dovranno essere progettanti in modo da non determinare barriere visive verso il mare o sottrazioni di spazio pubblico dal litorale. Viceversa tali volumi dovranno adeguatamente ridurre la vista della piattaforma.

Comparto C – Fascia di radicamento della nuova piattaforma portuale

Descrizione: creazione di una barriera ecologica e funzionale. Tratto di separazione che dovrà ospitare soluzioni filtranti degli effetti paesistici ed ambientali degli usi portuali, evitando soluzioni che riducano l'efficienza operativa e la logistica del sistema del nuovo terminal.

Obiettivi ed indicazioni: l'intervento dovrà prevedere soluzioni che garantiscano la protezione acustica, la separazione visiva e la sicurezza tra il radicamento della nuova piattaforma ed il retroporto. Dovranno essere previste sistemazioni a verde, eventuali modellazioni planoaltimetriche del terreno, l'inserimento di strutture e impianti di sostegno e strutturazione delle funzioni di attraversamento fruitivo, sportivo e ricreativo. Le soluzioni di mitigazione adottate dovranno offrire soluzioni di elevata qualità urbana, riconoscendo la continuità di questa area con i due comparti limitrofi a ponente e levante, nel disegno degli spazi aperti e dei percorsi pedonali. La viabilità di raccordo portuale dovrà garantire una alta qualità architettonica e mantenere la continuità pedonale e ciclabile dello passeggiata con una elevata qualità ambientale e urbana delle aree pubbliche.

Prescrizioni: Il progetto dovrà offrire particolari elementi progettuali per la riduzione dell'impatto acustico delle attività che si svolgeranno sulla piattaforma e della viabilità di raccordo. A tal fine potrà essere prevista una movimentazione del terreno, con diverse inclinazioni e coperta di vegetazione. Un adeguato progetto di dettaglio di mitigazione ambientale dovrà essere coordinato con la progettazione delle opere a terra e in struttura di collegamento alla piattaforma. L'innesto viario di accesso al Comparto D, dovrà garantire anche il raccordo degli spazi portuali con la Via Aurelia.

Comparto D1 – Porto turistico

Descrizione: creazione di una nuova darsena turistica da diporto con circa 250 posti barca di diverse dimensioni, di una nuova passeggiata urbana di alta qualità, con funzione di servizio alle attività diportistiche.

Obiettivi ed indicazioni: guardando il mare dalla spiaggia o dalla passeggiata di Vado Ligure, il nuovo molo costituirà parte dell'orizzonte. Per queste ragioni esso dovrà essere adeguatamente piantumato, al fine di segnare un prolungamento verde della foce del torrente Segno. L'obiettivo principale che ha portato al dimensionamento delle opere a mare e delle volumetrie previste in testata è quello di creare un filtro visivo e un nuovo polo di attrazione finalizzato ai diportisti e ai cittadini di Vado. La nuova passeggiata a mare lungo il molo, privilegiando le vedute verso il litorale urbano di Vado, condurrà al nuovo polo di attrazione caratterizzato dalla presenza di pubblici esercizi quali, ad esempio, bar ristorante e discoteca. Il progetto della nuova darsena turistica consentirà l'attracco di circa 250 barche alle banchine galleggianti che si diramano dal molo. In testa al molo sarà possibile l'attracco di barche di grande dimensione, che potranno utilizzare i cantieri della nuova banchina per le manutenzioni. In fase di progettazione del molo, a seguito degli studi idraulici e delle verifiche di movimentazioni delle imbarcazioni in attracco alla banchina portuale, potranno essere apportate modifiche al profilo del molo, giustificate dal punto

di vista tecnico, in grado di garantire gli stessi obiettivi posti dal presente SAU. In sede di progettazione e realizzazione dell'intervento dovrà essere valutata la quota di approdi da dedicare al Porto Pescherecci, nella dimensione più idonea a garantire il mantenimento dell'attività della pesca oggi esistente nel Comune di Vado Ligure.

Prescrizioni: il nuovo molo deve essere considerato come un elemento di filtro tra la piattaforma e la città, adeguatamente piantumato. Il progetto della sezione del molo dovrà prevedere: una banchina per le manovre di carico e scarico delle imbarcazioni, un percorso pedonale, una carreggiata a due corsie, una striscia di verde e di alberature.

Comparto D2 – Fronte mare di Vado

Descrizione: creazione di una nuova area urbana di alta qualità, con funzione di servizi urbani e comprensoriali.

Obiettivi ed indicazioni: la porzione centrale dell'area dovrà essere sistemata a verde pubblico con alti valori fruitivi e, in parte, a parcheggio. La dimensione urbana e l'integrazione con la città sarà garantita dal progetto degli spazi pubblici e dalla presenza di funzioni miste per servizi pubblici, per la destinazione commerciale (fino alla media struttura di vendita), per pubblici esercizi. Nell'area all'aperto dovrà essere previsto uno spazio per gli spettacoli capace di ospitare circa 1.500 persone. L'innesto viario all'area dovrà avvenire agli estremi.

Prescrizioni: lo spazio pubblico dovrà essere articolato su due livelli al fine di rendere più piacevole la vista dell'orizzonte e creare percorsi di avvicinamento all'acqua che digradano verso il bordo delle banchine. Analogamente, la giacitura principale degli edifici accompagna tale organizzazione dello spazio pubblico. Lo spazio aperto dovrà mantenere una superficie continua di 4.500 m^2, al fine di accogliere manifestazioni, spettacoli, concerti e dovrà essere organizzato con spazi gradinati, pavimentati e verdi. Il progetto dovrà mantenere e valorizzare il Forte San Lorenzo, per il quale è prevista la demolizione delle superfetazioni, il restauro filologico e la salvaguardia del suo radicamento a mare. Dovrà essere prevista una struttura per i servizi culturali (biblioteca, museo) di alto valore architettonico e simbolico, in connessione funzionale con il Forte. Una particola attenzione dovrà essere posta per garantire la continuità del sistema del verde in adiacenza agli attuali giardini pubblici. Per il commercio al dettaglio dovranno essere previste strutture di vicinato e medie strutture di vendita non alimentari. Il progetto dovrà prevedere un parcheggio in struttura atto ad accogliere 600 posti auto circa, al fine di liberare gli spazi esterni dal traffico e dalle vetture in sosta.

Comparto D3 – Area cantieri

Descrizione: creazione di una nuova area cantieristica, a confine con la nuova piattaforma del porto commerciale.

Obiettivi ed indicazioni: il progetto dovrà essere finalizzato anche alla creazione di uno schermo tra il tessuto urbano e la nuova struttura logistico/portuale.

Prescrizioni: particolare attenzione dovrà essere posta alla progettazione delle facciate, assolvendo esse il compito di ridurre l'impatto visivo della piattaforma dalla nuova area pubblica (comparto D2) e dalla nuova darsena (comparto D1). Una particolare attenzione dovrà essere posta al disegno del progetto del verde anche in adiacenza agli edifici artigianali. Il sedime degli edifici per le attività cantieristiche non dovrà interessare la porzione prossima al radicamento della piattaforma per una profondità massima di 120 metri dal prospetto del cantiere navale esistente (Eurocraft). In tale area occorrerà privilegiare una sistemazione a verde che assolva alla finalità di costituire una effettiva mitigazione ambientale della piattaforma. La progettazione dei volumi, in altezza, dovrà consentire di definire soluzioni tipologiche ottimali per la funzione di schermatura della piattaforma.

Comparto E – Parco urbano di Vado centro

Descrizione: il comparto E è di fatto già interamente realizzato, con spazi e strutture pubbliche per il gioco e lo sport. È stato inserito all'interno del perimetro del SAU con la volontà di garantire anche a questo comparto un assetto unitario ed integrato con il disegno complessivo del "waterfront". Il ridisegno delle aree esistenti dovrà

mantenere l'attuale Parco Robinson, arricchire le dotazioni di strutture per il divertimento, con il fine di far assumere all'area il profilo di Città del Gioco per i bambini. Un attento progetto del verde dovrà tenere conto del mantenimento degli elementi arborei esistenti, con l'eventuale inserimento di nuovi elementi.

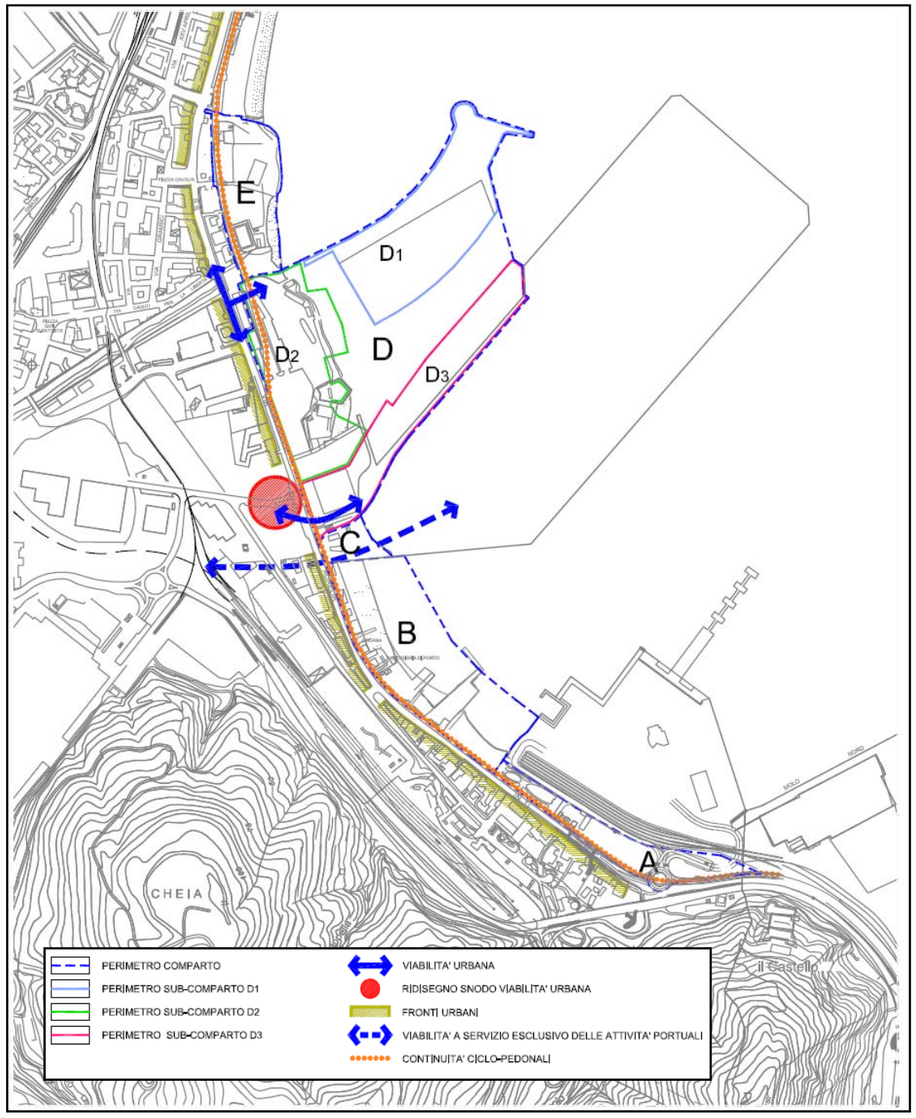


FIGURA 3-10 – INQUADRAMENTO GENERALE DEL SAU RELATIVO ALLE AREE DEL FRONTE URBANO PORTUALE.

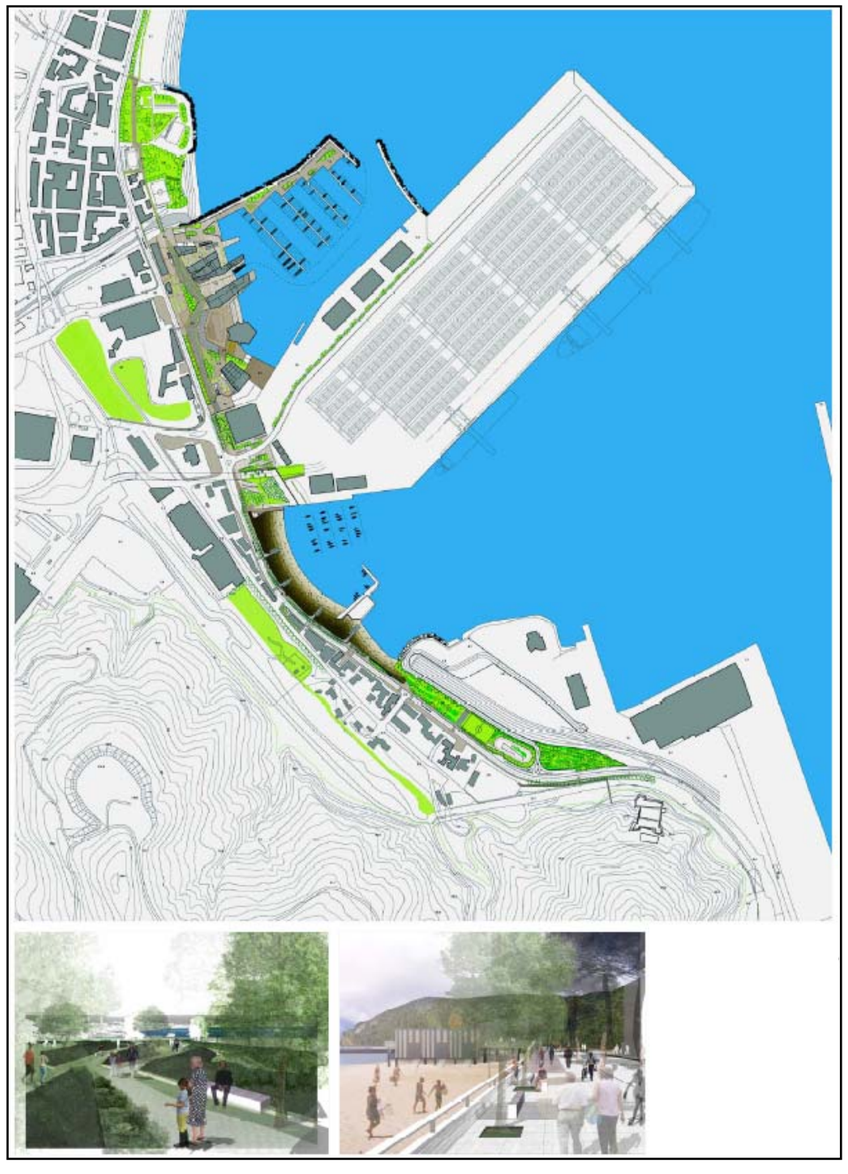


FIGURA 3-11 – SAU RELATIVO ALLE AREE DEL FRONTE URBANO PORTUALE: VALUTAZIONE DI INSERIMENTO PAESISTICO DEL PROGETTO VINCITORE.

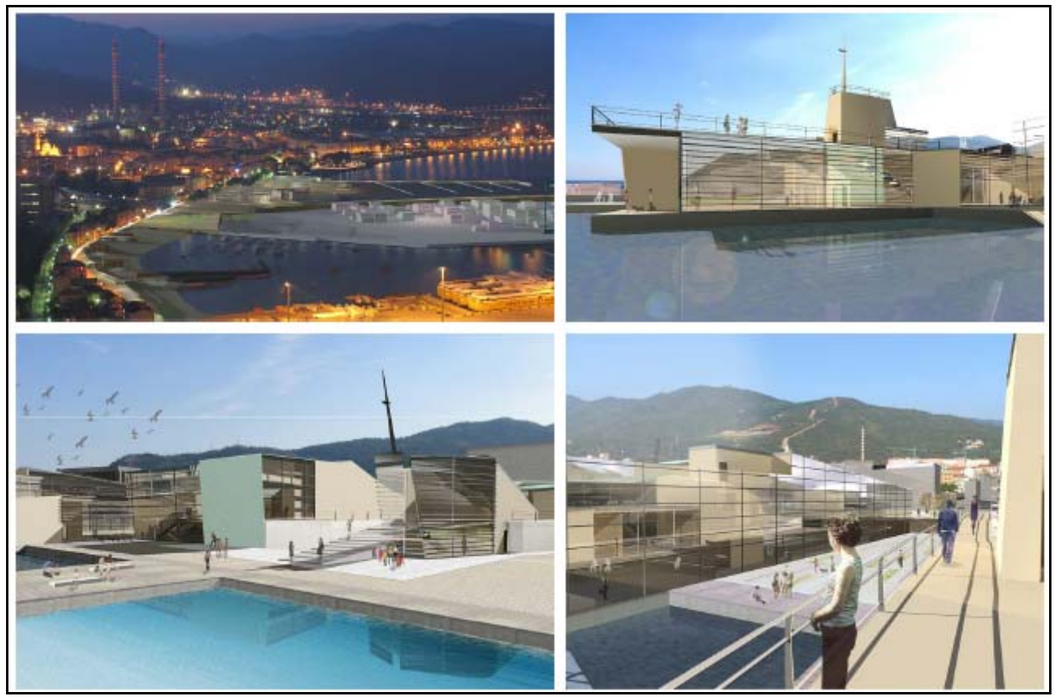


FIGURA 3-12 – SAU RELATIVO ALLE AREE DEL FRONTE URBANO PORTUALE: IMMAGINI DEL PROGETTO VINCITORE.

3.10.2. SAU relativo alla foce del Torrente Segno

Il SAU in esame ha come oggetto 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 prima destinate alla nuova alveazione, nonché l'attuazione del contratto di quartiere relativo al trasferimento delle abitazione della zona Gheia.
Il SAU, recependo quanto previsto nell'Accordo di Programma, supera dunque la previsione del PRP e del PRG vigente di spostare verso Ovest l'alveo del Torrente Segno, azione, peraltro, sulla quale sia il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sia la Regione Liguria, nella DCR 22/05, avevano mostrato perplessità e dubbi legate al-

la potenziale contaminazione dei suoli interessati, per effetto di passato attività industriali, ed a questioni legate al trasporto solido.

La Regione Liguria si è impegnata in sede di Accordo di Programma ad attribuire agli interventi di riqualificazione e messa in sicurezza del Torrente Segno un carattere di priorità in ordine al recepimento di risorse finanziarie, anche in relazione ai programmi di intervento che saranno inseriti negli atti di programmazione e pianificazione a partire dal 2009.

L'Autorità Portuale di Savona, invece, si è impegnata alla ricollocazione delle condotte di 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 ove era precedentemente prevista la reinalveazione del Torrente.

L'intervento sarà completato prima dell'entrata in funzione della piastra multifunzionale e porterà le nuove condotte sino all'altezza del nuovo ponte ferroviario, rendo possibile la messa fuori esercizio e lo smantellamento di quelle site in alveo.

L'Autorità Portuale, inoltre, si è impegnata al trasferimento concertato dei residenti negli edifici delle aree Gheia mediante la realizzazione dei nuovi fabbricati sull'area dell'S16 ed al riutilizzo ai fini portuali dei volumi esistenti, adeguatamente ristrutturati o se necessario demoliti e ricostruiti in sito. Saranno cioè garantite ai residenti strutture abitative di nuova costruzione in sostituzione di quelle esistenti.

In relazione al comparto D1 del precedente SAU, occorre sottolineare che nel progetto di sistemazione dell'area fronte urbana portuale è stato considerato che il risanamento ambientale del Torrente Segno e delle sue sponde con alberature e percorsi pedonali troverà una sua continuità intersecando la fascia naturalistica parallela alla costa con un nuovo asse perpendicolare che parte dal Torrente stesso e si conclude con la testata del molo della nuova darsena turistica.

4. ATTI PROGRAMMATICI

4.1. 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, alla procedura di individuazione del soggetto interessato alla costruzione della piastra e dalla gestione del terminal container, 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 alla Via 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 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).

Come osservabile in Figura 4-1, l'Accordo di Programma ha come oggetto la concreta e coordinata realizzazione dei seguenti interventi (Articolo 3):

- nuova piastra multifunzionale, che in sede di progetto definitivo dovrà essere ridimensionata, prevedendo una riduzione del radicamento, una rotazione verso levante ed una riduzione dell'area destinata alle rinfuse, per una superficie complessiva di 210.700 m^2;
- 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;
- 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;
- 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;
- 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 Me-

trocargo®, di cui, sarà realizzato entro il 2008 un prototipo per verificarne la fattibilità e l'efficacia;

- 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);
- 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 (Corsica Ferries-Sardinia Ferries) a funzioni pubbliche;
- 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;
- 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;
- 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;
- nuovo svincolo di accesso all'Autostrada dei Fiori (A10) in località Rio Cosciari;
- 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.

In questo quadro di interventi, 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;
- valutare nell'ambito del progetto definitivo della piastra, d'intesa con Maersk A/S, la possibilità di utilizzare mezzi elettrici su rotaia, in sostituzione dei mezzi su gomma, per la movimentazione dei contenitori nel terminal;

- 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;
- recepire nel progetto definitivo della piastra multifunzionale, da sottoporre a procedura di VIA regionale, gli obiettivi di qualità ambientale garantendo in particolare i seguenti elementi:
- per quanto riguarda l'impatto acustico, in pendenza del Decreto di cui all'Art. 5 del DPCM 14/11/1997 per le attività portuali e per tale finalità, il rispetto, con riferimento al solo contributo delle nuove attività della piastra, dei limiti di immissione in conformità al Piano di Zonizzazione Acustica oggi vigente nel Comune di Vado Ligure;
- per quanto riguarda le emissioni atmosferiche delle navi deve essere esplicito l'impegno ad adottare tutte le misure, in termini di regime dei propulsori e di combustibili usati, necessarie per ridurre le emissioni delle navi in sosta. Deve essere altresì considerato il principio dell'applicazione progressiva dei nuovi standard consentiti dall'innovazione tecnologica per la tutela dell'ambiente e della sicurezza del lavoro;
- 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 nel progetto definitivo la nuova distribuzione degli accosti specializzati per prodotti petroliferi e per le rinfuse secche, con la collocazione di queste ultime in testata alla piastra. La previsione dovrà costituire una specifica prestazione in sede di progetto definitivo;
- prevedere che nell'ambito della realizzazione del parco ferroviario i sistemi di carico e scarico dei treni siano azionati elettricamente e che il Progetto Definitivo contenga una soluzione di copertura del parco medesimo nei tratti prossimi alle abitazioni;
- confermare l'assegnazione delle aree al Comune di Vado Ligure, mediante una concessione cinquantennale soggetta ai canoni minimi previsti dalla vigente normativa.

Relativamente al secondo punto (sovrappasso), nell'Accordo è stato precisato che l'Autorità Portuale ha già concluso un concorso di idee tra progettisti per la scelta della soluzione che coniughi 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, al quale è già stato affidato lo sviluppo del Progetto Preliminare.

Relativamente al quinto punto (opere del comparto D), invece, nell'Accordo è stato precisato che sono state attivate le procedure per un bando di "Project Financing" volto alla realizzazione del complesso di interventi previsti dal relativo SAU; il termine utile per la presentazione di proposte è stato fissato al 29 Dicembre 2008.

È opportuno notare come molti degli impegni assunti dall'Autorità Portuale, inoltre, hanno una diretta ricaduta sul progetto definitivo della piastra multifunzionale cui questo Studio di Impatto Ambientale 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 Figura 4-1 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;
- 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.

Al Punto 9 dell'Articolo 9 si legge, inoltre, che la VIA della piastra dovrà includere i progetti preliminari del comparto D e della viabilità di accesso in sovrappasso all'Aurelia, oltre che un inquadramento generale del progetto di prolungamento del molo della attuale diga foranea (così come previsto nel Piano Regolatore Portuale).

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.

Il solo progetto relativo al prolungamento della diga foranea sarà anche sottoposto successivamente a procedura di screening con particolare riferimento agli effetti sul litorale da Vado a Zinola che, per quanto già testati a livello di Piano Regolatore Portuale, devono essere approfonditi tenendo conto degli apporti solidi del Torrente Segno e del Torrente Quiliano.

È opportuno precisare che, come emerso anche durante i tavoli di discussione e confronto intrapresi con la Regione Liguria nell'ambito della procedura di "scoping", il giudizio di compatibilità ambientale che sarà formulato dalla Regione a valle della procedura di VIA interesserà solamente la piastra multifunzionale e non le opere ad essa associate e previste in Accordo.

4.1.1. Stato di attuazione e previsioni di realizzazione

Alla data di stesura del presente Studio, il Collegio di Vigilanza dell'Accordo di Programma non ha emanato alcun documento ufficiale relativo a possibili variazioni nelle previsioni dell'Accordo, ovvero a possibili sfasamenti temporali nella progettazione e nella realizzazione delle opere previste.
Lo stato di attuazione delle opere previste, con il relativo aggiornamento amministrativo, è descritto nei paragrafi relativi alle singole opere.

Come già riportato nel Capitolo 1, la Regione Liguria, con il Decreto Dirigenziale n° 4604 del 20 Novembre 2013, ha voluto porre particolare attenzione agli impatti delle varianti progettuali proposte sulla circolazione delle acque marino costiere e sulla dinamica del litorale, tenendo conto dello stato di attuazione delle opere dell'Accordo di Programma.
In particolare, come emerso nell'incontro informale svolto con i funzionari del Settore VIA e del Settore Ecosistema Marino Costiero della Regione Liguria in data 27 Gennaio 2014, le opere dell'Accordo di Programma cui ci si riferisce sono la nuova diga foranea ed il comparto D dello Schema di Assetto Urbanistico (SAU) del Comune di Vado Ligure, cioè la darsena turistica e gli interventi di riqualificazione costiera.
Si precisa, a tal riguardo, che in data 31 Marzo 2014 l'Autorità Portuale ha comunicato formalmente al soggetto promotore la propria intenzione di mantenere e garanti-

re il rispetto dei tempi di realizzazione della nuova diga foranea, ed ha indicato come plausibile l'ipotesi di sfasamento delle opere del Comparto D, pur ribadendo che ad oggi il Collegio di Vigilanza non ha cambiato le previsioni di cui al testo originale dell'Accordo.

4.2. Master Plan per la riqualificazione della fascia costiera di Vado Ligure

Il Master Plan per la riqualificazione della fascia costiera di Vado Ligure costituisce, di fatto, il tema del concorso di idee con il quale l'Autorità Portuale ed il Comune di Vado Ligure hanno assegnato la progettazione degli interventi da inserire nel relativo SAU, così come richiamati ed esplicitati nell'Accordo di Programma.

Si rimanda dunque al capitolo precedente (Paragrafo 3.10.1) per dettagli in merito.

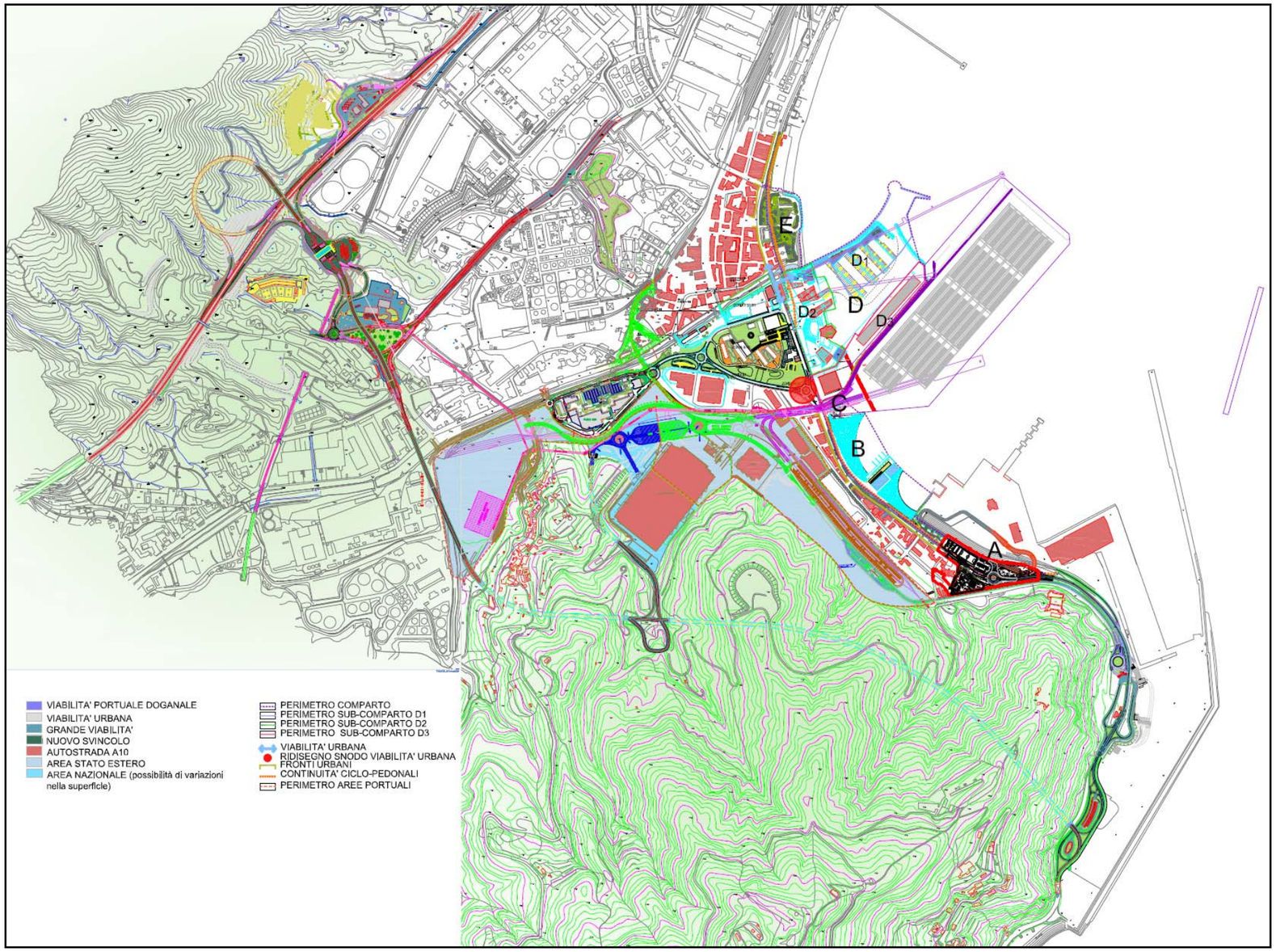


FIGURA 4-1 – COMPLESSO DEGLI INTERVENTI PREVISTI NELL'ACCORDO DI PROGRAMMA.

5. REGIME VINCOLISTICO

Consultando il Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Savona, è possibile valutare se la zona di Vado Ligure, ed in particolare l'area intervento, sia sottoposta a vincoli paesistici e/o territoriali od a vincoli legati a misure di prevenzione da dissesti, ecc.

Dalla consultazione emerge che la piastra multifunzionale:

- non interessa corsi d acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche soggetti al vincolo paesistico di cui al Decreto Legislativo n° 490 del 29 Ottobre 1999;
- non interessa aree protette naturali istituite dalla Legge n° 1497 del 29 Giugno 1939 ed oggi comprese nel D.Lgs. 490/99. Si segnala però che il tratto di litorale immediatamente a levante del futuro comparto D (Paragrafo 3.10.1) rientra nella tutela paesistica ai sensi del D.Lgs. 490/99;
- non interessa aree protette, così come definite nel Piano Provinciale delle Aree Protette e dei Sistemi Ambientali, approvato con Deliberazione del Consiglio provinciale n° 5 del 23 Febbraio 2003;
- non interessa aree sottoposte a vincolo idrogeologico ex RD n° 3267 del 30 Dicembre 1923. Si segnala però che il tratto di costa immediatamente a ponente della futura piastra risulta soggetta a tale vincolo;
- non interessa il vicino Forte di San Lorenzo, che è un bene vincolato ai sensi dell'Articolo 5 della Legge n° 364 del 26 Giugno 1909 (si tratta di un immobile di proprietà demaniale risalente alla seconda metà del XVII secolo, modificato ed ampliato nel corso del XVIII secolo).

La Soprintendenza per i Beni Architettonici e per il Paesaggio della Liguria, esprimendo il parere allo Studio di Impatto Ambientale del Piano Regolatore Portuale, ha però rimarcato la tutela paesistica ai sensi del D.Lgs. 490/99, precisando però che in realtà tutto l'ambito rientrante nella delimitazione del Piano Regolatore Portuale, e dunque anche l'area di intervento, è sottoposto a tutela paesistica, ai sensi dell'Art. 146, Comma 1, lettera a, dello stesso Decreto.

Ha inoltre precisato che il tratto costiero compreso tra la foce del Torrente Quiliano e quella del Torrente Segno (cioè il tratto dove sarà realizzato il futuro comparto D), limitrofo ma non direttamente interessato dalla piastra multifunzionale, è sottoposto a vincolo ai sensi del Decreto Ministeriale del 08 Aprile 1957; all'Art. 139, lettera d), si legge che "l'insieme per cui è richiesto il vincolo costituisce una bellezza panoramica che vista dalla Via Aurelia costituisce un quadro naturale accessibile al pubblico".

6. PRESCRIZIONI

Nel presente Capitolo si riportano, in ordine cronologico, le prescrizioni formulate dagli Enti e dalle Amministrazioni competenti nell'ambito dell'iter di approvazione del Progetto Definitivo della piastra multifunzionale.

Considerando, inoltre, che dalla data di conclusione dell'iter autorizzativo del Progetto Definitivo (Capitoli 1 e 8), ovvero dall'avvio della redazione del Progetto Esecutivo, la Regione Liguria è stata interpellata per derimere alcune questioni, in parte previste dal precedente SIA ed in parte emerse in sede di sviluppo della cantierizzazione, sono riportate anche le prescrizioni/osservazioni contenute nelle risposte fornite dalla Regione.

Il *Decreto della Giunta della Regione Liguria, n°1118/09* contiene le prescrizioni formulate nell'ambito dell'espressione del parere favorevole di compatibilità ambientale del Progetto Definitivo, a conclusione della relativa procedura di VIA. La Regione ha condotto la verifica di ottemperanza a tali prescrizioni durante la Conferenza dei Servizi (Capitoli 1 e 8).

Si tratta di otto prescrizioni le quali richiedono:

a) che il Progetto Definitivo venga modificato, anche includendo un ampliamento del radicamento a terra della Piattaforma se necessario, prevedendo: (i) in ottemperanza a quanto contenuto nel Decreto Ministeriale DSA/2005/10230 di VIA Nazionale del Piano Regolatore Portuale di Savona, una viabilità in sottopasso, (ii) una rotazione della piastra compatibile con una significativa riduzione del materiale dragato (non inferiore al 50% d quanto prodotto dalla rotazione imposta nel progetto definitivo) e (iii) il mantenimento degli attuali scali petroliferi nella fase di cantierizzazione, senza ricorrere ad accosti temporanei, conformemente al Progetto Preliminare. In caso non fosse possibile attuare, anche in parte, quanto sopra esposto, dovrà essere richiesto il parere al Ministero dell'Ambiente in ordine alla non sostanzialità delle modifiche progettuali legate alla rotazione della piattaforma ed al collegamento in sottopasso rispetto ai contenuti del decreto ministeriale sul P.R.P.;

b) la zona di radicamento dovrà essere riprogettata prevedendo interventi di mitigazione e compensazione finalizzata alla riqualificazione de Il' area e al mascheramento della piattaforma, da concordare con i competenti Uffici regionali e la Sovrintendenza per i beni archeologici e paesaggistici della Liguria;

c) il Proponente si dovrà fare carico di integrare il sistema di monitoraggio dell'aria installando e mantenendo operativa un'ulteriore centralina di rilevazione della qualità dell'aria da posizionare in accordo con il Dipartimento ARPAL di Savona e il Comune di Vado Ligure in area urbana influenzata dal traffico indotto dall'attività portuale (a ponente dell'attuale centralina della Provincia), utilizzando i risultati del monitoraggio per la progressiva riduzione delle emissioni, in particolare delle navi in stazionamento, secondo le indicazioni dell'Accordo di Programma;

d) i trattori operanti il collegamento tra Piattaforma e scalo ferroviario dovranno essere ad alimentazione elettrica. In alternativa, il carico inquinante prodotto dai nuovi trattori potrà essere compensato riconvertendo ad elettrico un equivalente quantitativo di mezzi diesel operanti già oggi nell'area portuale di Vado ligure (ad esempio elettrificando la linea ferroviaria o agendo con sistemi di abbattimento delle emissioni delle navi in sosta). In ogni caso, il Proponente dovrà garantire a regime contributi di emissioni totali annue in ossidi di azoto, biossido d zolfo e polveri sottili di incidenza non superiore rispettivamente al 50 %, 40% e 20% di quanto indicato per il 2005 dall'inventario regionale;

e) dovrà essere associato al monitoraggio diretto dei solidi sospesi anche un modello idrodinamico e dispersivo dell'area compresa tra il Porto di Savona e l'Area marina protetta di Bergeggi in grado di fornire scenari predittivi correlati con le previsioni meteo su breve scala temporale; tale strumento dovrà essere utilizzato, in maniera integrata con le misure dirette, al fine di escludere dal periodo di attività di dragaggio le finestre temporali maggiormente problematiche;

f) dovrà essere realizzata un' attività di monitoraggio naturalistico finalizzato alla caratterizzazione dei popolamenti coralligeni compresi tra l'Isola di Bergeggi e la diga foranea di Vado, comprensiva di rilievo morfologico dei fondali e caratterizzazione bionomica; i rilievi dovranno riguardare una campagna di bianco, una campagna durante i lavori ed una campagna a fine lavori di dragaggio e

dovranno essere continuati per almeno ulteriori anni 5 (dalla data di operatività della piattaforma);

g) il piano di monitoraggio ai sensi della D.G.R 1793/2005 dovrà essere prodotto e concordato con gli Uffici Regionali competenti, in sede di progetto esecutivo. Questo dovrà partire all'inizio dei lavori di costruzione della piattaforma e protrarsi per almeno 5 anni dopo la fine dei lavori. In relazione ai risultati delle campagne del monitoraggio dovranno essere poste in atto azioni di mitigazione nei tratti in cui dovessero essere documentate erosioni anche localizzate della spiaggia emersa e sommersa e, alla fine del periodo di monitoraggio, dovrà essere redatto un programma di manutenzione a regime delle spiagge;

h) i dragaggi necessari per la realizzazione e l'operatività della Piattaforma, qualora non potessero essere accolti da riempimenti nel comparto D secondo le previsioni del Progetto Definitivo, dovranno trovare collocazione all'interno del radicamento della Piattaforma, conformemente a quanto previsto dal Progetto Preliminare. Collocazioni alternative costituiranno variante sostanziale al presente parere di VIA.

Nell'iter di approvazione del cantiere di prefabbricazione dei cassoni, la Regione Liguria – settore Valutazione Impatto Ambientale del Dipartimento Ambiente della Regione, con *Decreto del Dirigente n°3927 del 9/10/2013* ha dichiarato il non assoggettamento a VIA dell'opera proposta. Il decreto di approvazione include diverse prescrizioni al progetto:

1. lo scanno dovrà essere realizzato mediante i pantani utilizzati nel riempimento dell'area a terra della piattaforma senza incremento delle quantità giornaliere complessive sversate a mare rispetto al progetto della Piattaforma sottoposto a VIA;
2. l'approvvigionamento del materiale dovrà essere esclusivamente da cave o interventi di scavo in Provincia di Savona, Genova e Imperia;
3. il materiale di cava utilizzato nello scanno non dovrà superare il 25% dell'intero quantitativo necessario per la costruzione dello stesso;
4. il progetto dovrà contenere un disciplinare tecnico dei materiali che, sulla base della relazione geotecnica, definisca le classi granulometriche idonee per lo scanno secondo CNR UNI 10006, tenuto presente che la frazione fine non potrà eccedere in alcun caso l'8%;
5. il Proponente dovrà presentare un piano di campionamento dei materiali conforme alla normativa vigente in materia di ripascimenti e il materiale dovrà rispettare le CSC di colonna A della parte quarta del D.Lgs. 152/06, essere privo di amianto, calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scava meccanizzato. Potranno essere accettati materiali contenenti naturalmente As, Cr, Ni, Pb, Cu e Zn in concentrazioni eccedenti le CSC di colonna A della parte quarta del D.lgs. 152/06 purché inferiori a quanto stabilito dalla Regione Liguria per l'Unità Fisiografica di riferimento. L'eventuale utilizzo di "pietre verdi" potrà essere ammesso solo a valle dell'approvazione da parte della Regione Liguria, previo il parere di ASL ed ARPAL, di un protocollo di gestione che (a) definisca le modalità di caratterizzazione, trasporto, immersione, confinamento dei materiali contenenti amianto (b) garantisca che il materiale utilizzato rispetti le CSC di colonna A della parte quarta del D.Lgs. 152/06, tenute conto dell'incertezza legata alla metodica utilizzata in laboratorio, (c) garantisca l'assenza di dispersione nell'ambiente di fibra di amianto nelle fasi di trasporto ed immersione (d) preveda il completo confinamento del materiale contenente amianto, (e) definisca il Piano di monitoraggio per il controllo della presenza di amianto nelle acque marine e in aria. Analogamente dovrà prodursi per l'approvazione della Regione Liguria un protocollo di gestione dei materiali nel caso in cui lo scanno dovesse essere realizzato, anche in parte, con smarino di galleria contenente modeste percentuali di calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato. In quest'ultimo caso, il protocollo dovrà essere mirato in particolare ad una attenta verifica dell'assenza di rilascio di contaminati dell'ambiente marino attraverso campionamenti e monitoraggi, da concordare preventivamente con ARPAL;
6. di prescrivere l'approvazione di detti protocolli anche nel caso in cui si volessero utilizzare Pietre Verdi o smarino di galleria in presenza di consolidamenti ed additivi in altre opere e riempimenti collegati alla realizzazione della Piattaforma multifunzione.

Con *Decreto dirigenziale n°3162 del 14/11/2011*, La Regione Liguria ha autorizzato la Proponente all'immersione di 22.750 m^3 di materiale derivante dall'escavo del campo prove nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- sia data preventiva comunicazione dell'inizio dell'attività alla Regione Liguria – Settore Ecosistema Costiero, alla Capitaneria di Porto di Savona, al Comune di Vado Ligure ed all'Arpal;
- per tutta la durata dei dragaggi siano realizzate le attività di monitoraggio dei solidi sospesi nell'intorno dell'area di intervento, secondo le specifiche tecniche descritte nella relazione tecnica;
- sia garantito il funzionamento ed il corretto posizionamento dei sistemi di monitoraggio in continuo, correlati con il controllo dei "solidi sospesi" nella colonna d'acqua;
- in merito ai risultati del monitoraggio sia predisposto un sistema di reportistica periodica (a cadenza minimo settimanale) da mettere a disposizione di Regione Liguria, Arpal, Comune di Vado Ligure, Capitaneria di Porto di Savona, Autorità Portuale di Savona;
- durante le attività di dragaggio e riempimento siano rispettate le soglie di accettabilità relative al parametro "solidi sospesi" determinate nello studio di settore citato in premessa";
- laddove il monitoraggio in continuo del parametro "solidi sospesi" evidenzi valori eccedenti le soglie di accettabilità stabilite secondo quanto disposto alla lettera E., le attività di dragaggio siano tempestivamente sospese o ricalibrate fino al ripristino delle condizioni pregresse; ogni interruzione dei lavori, la ripresa degli stessi e le relative motivazioni siano tempestivamente comunicate, tramite fax, alla Regione Liguria - Settore Ecosistema Costiero, alla Capitaneria di Porto di Savona ed all'Arpal;
- le operazioni di trasporto del materiale siano effettuate in condizioni meteomarine tali da escludere possibili dispersioni del materiale in mare;
- sia data comunicazione della avvenuta ultimazione delle attività di dragaggio e di riutilizzo dei materiali dragati alla Regione Liguria - Settore Ecosistema Costiero, alla Capitaneria di Porto di Savona, all'Arpal ed al Comune di Vado Ligure;
- sia redatta una relazione sul monitoraggio dei "solidi sospesi" realizzato, sui risultati e sulle eventuali modifiche ritenute migliorative in termini di efficienza e tutela ambientale da adottare per il proseguimento dei lavori, da consegnare alla Regione Liguria - Settore Ecosistema Costiero;

La pista provvisionale di cantiere, richiesta dall'Autorità Portuale di Savona tramite procedura di conferenza dei servizi, è stata approvata dalla Regione con *Decreto dirigenziale n°2150 del 15/5/2013*, con l'unica prescrizione di dare preventiva comunicazione dell'inizio dell'attività alla Capitaneria di Porto di Savona, al Comune di Vado Ligure ed al Dipartimento Provinciale dell'A.R.P.A.L.

Con *Decreto del Dirigente n° 4604 del 20 Novembre 2013*, Il Settore Valutazione di Impatto Ambientale, Dipartimento Ambiente della Regione Liguria ha determinato che le modifiche da apportare al Progetto Definitivo proposte dal Proponente e di cui alla verifica di assoggettabilità avviata in data 7 agosto 2013, esecutivo debbano essere assoggettate a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.10 della l.r. della Regione Liguria n°38 del 1998.

Le modifiche di cui alla richieste riguardano l'estensione verso mare dell''area in rilevato adiacente al radicamento a terra e l'utilizzo di cassoni chiusi per la struttura di sostegno lungo il lato di Nord Est (Terminal Rinfuse) della piastra.

In particolare, il Decreto richiede che nel progetto di variante al PE il Proponente debba tener conto di alcune indicazioni e prescrizioni, tra le quali

i) lo Studio d'Impatto Ambientale dovrà stimare gli impatti generati dalle opere cosi come modificate dalle varianti in oggetto, tenendo conto dello stato di attuazione delle opere previste dall'Accordo di Programma. In alternativa, lo SIA potrà stimare gli impatti collegati agli scenari prefigurabili sulla base delle modalità di attuazione delle opere previsti dall'Accordo di Programma, secondo un

cronoprogramma definito in sede di Collegio di Vigilanza dalle istituzioni firmatarie dell'accordo stesso.

j) il progetto dovrà quantificare i volumi aggiuntivi di materiale conferito per il riempimento dell'ampliamento dell'area a terra e per i nuovi cassoni e lo SIA dovrà stimare gli eventuali effetti prodotti sulla qualità dell'aria e sul rumore per effetto dei transiti di mezzi, indicando le necessarie mitigazioni e le eventuali compensazioni, tenuto conto anche delle altre varianti apportate nel passaggio dal progetto definitivo all'esecutivo.

k) dovrà essere quantificato il consumo di risorse naturali, in particolare le materie prime per calcestruzzo e riempimenti

l) il progetto esecutivo, infine, dovrà contenere fotoinserimenti atti a poter apprezzare le eventuali differenze tra il progetto definitivo e la proposta variante di livello esecutivo.

Inoltre, nello SIA si dovrà tenere conto delle indicazioni e prescrizioni allo studio dei seguenti comparti ambientali:

- ARIA: il progetto dovrà quantificare i volumi aggiuntivi di materiale conferito per il riempimento dell'ampliamento dell'area a terra e per i nuovi cassoni e si dovrà stimare gli eventuali effetti prodotti sulla qualità dell'aria, indicando le necessarie mitigazioni e le eventuali compensazioni, tenendo conto degli effetti cumulativi derivanti dalle altre varianti al progetto esecutivo.
- SUOLO: il progetto dovrà quantificare l'incremento di materie prime da cava, ricercando comunque soluzioni tese al riutilizzo di sottoprodotti e materie recuperate.
- ECOSISTEMA MARINO COSTIERO: approfondire le valutazioni inerenti la capacità di ricambio del sistema di acque interne alla rada portuale.
- PAESAGGIO: si suggerisce lo SIA includa fotoinserimenti atti a poter apprezzare le eventuali differenze tra il progetto definitivo e la proposta variante di livello esecutivo.
- RUMORE: si prescrive, in analogia con quanto riportato per il comparto ARIA, di stimare gli eventuali effetti prodotti sull'ambiente dalle varianti al PE.

Da tale Decreto, dunque, ha preso avvio la redazione del presente Studio.

7. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La redazione di uno Studio di Impatto Ambientale comporta la analisi di un complesso ed articolato quadro normativo, che comprende sia la legislazione nazionale che quella regionale (Regionale Liguria) inerente le tematiche ambientali (ambiente idrico, suolo e sottosuolo, ecc.) e, ovviamente, la procedura di valutazione di impatto ambientale.

L'elenco che si è voluto fornire nel seguito, non necessariamente esaustivo, si riferisce sia alla normativa nazionale che regionale ed è di tipo qualitativo; esso è stato redatto considerando solamente gli atti normativi ritenuti più significativi e per ognuno di essi è stata riportata una breve descrizione. Si rimanda dunque al contenuto delle norme stesse per ulteriori dettagli in merito.

In data 3 Aprile 2006 è stato emanato il Decreto Legislativo n°152, recante il riordino della normativa in materia ambientale, che mirava alla riorganizzazione del corpo di leggi in materia ambientale, oltre a coordinare le trasposizioni legislative delle varie direttive europee, eliminando le diverse discrepanze esistenti. In particolare, la Parte II del Testo Unico Ambientale disciplina in modo organico la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Con il Decreto Legislativo n° 4, entrato in vigore il 16 gennaio 2008, il Consiglio dei ministri ha integrato la prima formulazione del testo recependo alcune modifiche alle Parti I, II, III e IV del Dlgs n°152/2006, in particolare per dare completa attuazione ad alcune direttive europee. Sono stati così introdotti i principi di sostenibilità ambientale, di prevenzione e precauzione, la responsabilità personale nel risanamento di un inquinamento ambientale.

Le norme contenute nel D.Lgs. 152/06 relative alla Valutazione di Impatto Ambientale (Parte Seconda) sono entrate in vigore a partire dal 31 Luglio 2007.

Con il D.Lgs 29 giugno 2010, n. 128, in vigore dal 26 agosto 2010, si modificano nuovamente le parti I e, in particolare, II con il recepimento della Direttiva 2008/1/CE, aggiornamenti sulla verifica di assoggettabilità, del monitoraggio ambientale, della procedura di Autorizzazione Integrata Ambientale in rapporto ai procedimenti di VIA.

7.1. Normativa nazionale

La normativa nazionale di riferimento, incluso il succitato Decreto n° 152 con le sue modifiche ed integrazioni, suddivisa per le varie tematiche ambientali, è elencata nel seguito.

<u>Suolo, sottosuolo, ambiente idrico sotterraneo</u>

– Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 (Parte Quarta) e s.m.i

<u>Ambiente idrico superficiale</u>

– Decreto 31 marzo 2010 di attuazione della Direttiva 2006/7
– Decreto Legislativo n°116 del 2008
– Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 (Parte Terza) e s.m.i
– Legge n° 121 del 30 Maggio 2003 recante modifiche alla normativa in materia di qualità delle acque di balneazione
– Direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE
– Decreto del Presidente della Repubblica n° 470 del 8 Giugno 1986 e s.m.i.

<u>Atmosfera</u>

– - Decreto Legislativo n° 155 del 13 Agosto 2010 (Testo Unico) recante l'attuazione del-la direttiva 2008/50/CE. Istituisce un quadro normativo unitario in materia di valuta-zione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.
– Decreto Legislativo n° 205 del 9 Novembre 2007, recante il recepimento della Direttiva 2005/33/CE in materia di limitazioni del tenore di Zolfo nei combustibili per uso marino ed in altri combustibili liquidi

- Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 (Parte Quinta) e s.m.i
- Decreto Ministeriale n° 261 del 1 Ottobre 2002 recante le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente ed i criteri per l'elaborazione di piani e programmi

Rumore

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 142 del 30 Marzo 2004, recante disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'Articolo 11 della Legge 447/95.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 18 Novembre 1998, recante norme in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- Decreto Ministeriale del 16 Marzo 1998, recante le tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- Decreto del Presidente del Consiglio di Ministri del 14 Novembre 1997, recante la determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore e la definizione delle classi di destinazione d'uso del territorio, con i relativi limiti
- Decreto Ministeriale dell'11 Dicembre 1996, recante indicazioni dell'applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo
- Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995 (Legge Quadro sull'Inquinamento Acustico) che prevede, tra l'altro, la redazione e l'attuazione di pini di risanamento acustico e la classificazione acustica del territorio (zonizzazione acustica)
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 1 Marzo 1991, recante i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno

Aspetti paesaggistici ed architettonici

- Legislativo n° 157 del 24 Marzo 2006, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio
- Decreto del Presidente del Consiglio di Ministri del 12 Dicembre 2005 recante la individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi
- Decreto Legislativo n° 42 del 22 Gennaio 2004, modificato ed integrato del Decreto
- Legge n° 431 del 8 Agosto 1985 recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale

Vegetazione, flora e fauna

- Decreto del Presidente della Repubblica n° 357 del 8 Settembre 1997, modificato ed integrato dal Decreto del Presidente della Repubblica n° 120 del 12 Marzo 2003, recante la attuazione della Direttiva 92/43/CEE (Direttiva "Habitat") sulla conservazione degli habitat naturali, seminaturali, della flora e della fauna
- Legge n° 157 del 11 Febbraio 1992, modificata ed integrata dalla Legge n° 221 del 3 Ottobre 2002 recante norme per la protezione della fauna ai sensi della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva "Uccelli") relativa alla conservazione degli uccelli selvatici

Valutazione di Impatto Ambientale

- Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 (Parte Seconda) e s.m.i

7.2. Normativa regionale

La normativa regionale di riferimento, suddivisa per le varie tematiche ambientali, è elencata nel seguito.

Suolo, sottosuolo, ambiente idrico sotterraneo

- Legge Regionale n° 30 del 21 Ottobre 2006 recante disposizioni urgenti in materia ambientale
- Legge Regionale n° 18 del 21 Giugno 1999 recante l'adeguamento delle discipline e del conferimento delle funzioni agli Enti locali in materia di ambiente, difesa del suolo ed energia

Ambiente idrico superficiale

- Delibera della Giunta Regionale n°1602 del 13/12/2013, Criteri tecnici ai fini del rilascio dell'autorizzazione, di cui all'art. 109 del D.lgs. n. 152/2006, per la movimentazione di fondali marini in ambito costiero.
  Regolamento Regionale n° 3 del 18 Giugno 2007, in attuazione dell'Articolo 5, Comma 2 della LR 30/06, recante norme per il rilascio dell'autorizzazione all'immersione in mare di materiali ed attività di posa in mare di cavi e condotte ai sensi dell'Articolo 109 del D.Lgs. 152/06
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006 recante i criteri per il riutilizzo di materiale dragato da fondali portuali ai fini di riempimento in ambito costiero, così come modificata dalla DGR 863 del 13 luglio 2012
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 1793 del 30 Dicembre 2005 recante i criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili, di cui alla DGR 222/03
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 1533 del 2 Dicembre 2005 recante i criteri diretti a salvaguardare l'habitat naturale prioritario prateria di *Posidonia Oceanica*
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 456 del 5 Maggio 2004 recante l'approvazione delle linee guida relative ai controlli tecnici sulla realizzazione delle attività di immersione in mare di materiali di cui all'Art. 35 del D.Lgs. 152/99 (ora superato dal D.Lgs. 152/06)
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 222 del 28 Febbraio 2003 recante l'approvazione dei criteri generali per la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili
- Legge Regionale n° 13 del 28 Aprile 1999 recante la disciplina delle funzioni in materia di difesa della costa, ripascimento degli arenili, protezione e osservazione dell'ambiente marino e costiero, demanio marittimo e porti
- Legge Regionale n° 43 del 16 Agosto 1995 recante le norme in materia di valorizzazione delle risorse idriche e di tutela delle acque dall'inquinamento

Atmosfera

- Deliberazione della Giunta regionale n.44 del 24 gennaio 2014, concernente l'adozione della zonizzazione ex art.3 dl.Lgs 155/10 di attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 946 del 3 Agosto 2007, recante la revisione della zonizzazione e l'adeguamento delle disposizioni del piano di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra di cui alla DCR 4/06
- Deliberazione del Consiglio Regionale n° 4 del 21 Febbraio 2006, contenente il piano regionale di risanamento e tutela della qualità dell'aria e per la riduzione dei gas serra

Rumore

- Legge Regionale n° 12 del 20 Marzo 1998, recante le disposizioni in materia di inquinamento acustico
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 1754 del 19 Giugno 1998, recante le modalità di presentazione delle domande per svolgere l'attività di tecnico competente in acustica ambientale

Vegetazione, flora e fauna

- L.R. n. 28/2009, Disposizioni in materia di tutela e valorizzazione della biodiversità
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 1488 del 7 Dicembre 2007 recante i criteri per la gestione delle "banquettes" di *Posidonia oceanica*

- Deliberazione della Giunta Regionale n° 1533 del 2 Dicembre 2005, recante i criteri diretti a salvaguardare l'habitat naturale prioritario della prateria di *Posidonia oceanica*
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 773 del 16 Luglio 2003 recante i criteri per la valutazione degli impatti diretti ed indiretti sugli habitat naturali marini
- Deliberazione della Giunta Regionale n° 8 del 10 Gennaio 2003, recante la proposta di riperimetrazione in scala cartografica 1:10.000 dei siti di importanza comunitaria (pSIC) terrestri liguri
- Deliberazione della Giunta regionale n° 270 del 25 Febbraio 2000 recante la individuazione delle zone di protezione speciale (ZPS) in Liguria

<u>Valutazione di Impatto Ambientale</u>

- Legge Regionale n° 38 del 30 Dicembre 1998, e s.m.i., recante la disciplina della valutazione di impatto ambientale. Ad essa devono esser aggiunte le norme tecniche correlate e cioè le Norme Tecniche per la Procedura di Verifica/Screening e le Norme Tecniche per la Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

8. PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE

I paragrafi seguenti descrivono l'iter di approvazione del Progetto Definitivo, sulla base del quale è stato redatto lo Studio di Impatto Ambientale approvato dalla Regione, il layout e le principali opere ed attività di progetto.

Si sottolinea come il presente SIA abbia ad oggetto le varianti di livello esecutivo descritte nel Capitolo 10. La seguente descrizione del Progetto Definitivo, ripresa dallo SIA approvato, viene quindi riportata per completezza e chiarezza, essendo già agli atti della Regione, e rappresenta lo stato di riferimento del presente studio, sulla base del quale sono state svolte le analisi degli impatti ambientali delle varianti di livello esecutivo. Le prescrizioni contenute nel decreto sono state recepite dal Progetto Definitivo consegnato in data 14/11/2011 (cfr. Capitolo 1 e paragrafo seguente) e sono tenute in considerazione nello sviluppo dell'analisi degli impatti nel Capitolo 13.

8.1. Iter di approvazione del Progetto Definitivo

8.1.1. Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale regionale

In data 29 Aprile 2008 la Regione Liguria ha avviato la procedura di definizione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ("scoping"), richiesta dal soggetto promotore in data 11 Aprile 2008 (ai sensi dell'Articolo 21 del Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i.).
La procedura si è conclusa in data 17 Luglio 2008 con la formulazione del Parere 136/216b recante le osservazioni espresse dal Comitato Tecnico VIA nella seduta del 8 Luglio 2008.
Il soggetto promotore ha richiesto alla Regione l'avvio della procedura di valutazione di impatto ambientale in data 31 Marzo 2009, con riferimento al Progetto Definitivo ed allo Studio di Impatto Ambientale, redatto sulla base delle indicazioni contenute nella Legge Regionale n° 38 del 30 Dicembre 1998 e s.m.i., con le sue norme tecniche, nella letteratura nazionale ed internazionale di riferimento (APAT, World Bank, EBRD, ecc.) e, ovviamente, sulla base delle indicazioni emerse nell'ambito della procedura di "scoping".
La procedura è stata avviata in data 3 Aprile 2009 ed interrotta in data 12 Maggio 2009 (Parere 136/216c) a valle di richieste di chiarimento ed integrazioni espresse dal Comitato Tecnico di VIA nella seduta del 5 Maggio 2009.
La risposta è stata trasmessa dal soggetto promotore in data 10 Giugno 2009 e la procedura si è poi 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, dalla Commissione VIA.
In data 10 Settembre 2009 l'Autorità Portuale ed il soggetto promotore hanno trasmesso alla Regione una comunicazione di opposizione parziale e di precisazione alle prescrizioni contenute nella sopracitata DGR, con particolare riferimento alla previsione di un ritorno alla viabilità di accesso in sottopasso, prevista nel Piano Regolatore Portuale ma non nel successivo Accordo di Programma, ed alla previsione di mantenimento degli attuali scali petroliferi.
La Regione ha risposto a tale comunicazione in data 9 Ottobre 2009, richiamando la necessità di un incontro con il Ministero dell'Ambiente, peraltro preventivata anche nella DGR 1118/09 nel caso di impossibilità ad attuare parte di quanto richiesto.
A valle dell'incontro con il Ministero dell'Ambiente, e della ricezione del parere della Soprintendenza per i Beni Architettonici del 16 Dicembre 2009, nel quale si esprime un parere di massima favorevole alla viabilità in sovrappasso, la Regione ha comunicato all'Autorità Portuale di non ritenere sostanziale la modifica apportata al Piano Regolatore Portuale, ovvero di accettare l'opposizione presentata, e che la verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui alla DGR 1118/09, incluse quelle non oggetto dell'opposizione, sarà condotta in sede di Conferenza dei Servizi, nell'ambito delle attività previste a carico della Regione.

8.1.2. Conferenza dei Servizi

La Conferenza dei Servizi ha esaminato il Progetto Definitivo, nella seduta referente del 29 Gennaio 2010 e deliberante del 9 Aprile 2010; il Progetto Definitivo è stato approvato e la Regione ha provveduto alla verifica di ottemperanza delle prescrizioni di cui alla DGR 1118/09.

8.1.3. Validazione dell'Ente Certificatore

Gli elaborati del Progetto Definitivo sono stati sottoposti a verifica da parte di RINA Industry S.p.A., affidataria del servizio finalizzato alla validazione del progetto. In data 6 Aprile 2010 è stato trasmesso il Rapporto Finale di Controllo, nel quale è stato espresso parere di sostanziale conformità alla normativa, salvo l'indicazione di alcune modifiche od integrazioni da attuare in occasione della progettazione esecutiva e fatti salvi gli esiti dell'esame del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

8.1.4. Parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Il Progetto Definitivo è stato sottoposto al parere tecnico del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che, con il voto n° 169 del 23 Marzo 2011 ha espresso parere favorevole perché il progetto sia sviluppato nelle successive fasi di definizione progettuale, con prescrizioni, osservazioni e raccomandazioni.

8.1.5. Approvazione finale del Progetto Definitivo da parte dell'Autorità Portuale di Savona

L'Autorità Portuale di Savona:

1. ricordato che nelle previsioni del Piano Regolatore Portuale era inserita la realizzazione di una piattaforma multipurpose;
2. ricordato che conseguentemente era stata affidata con bando europeo una procedura di Project Financing per la costruzione della piattaforma e la gestione del terminal contenitori;
3. vista la Deliberazione n° 12 assunta dal Comitato Portuale in data 16 Febbraio 2007 con la quale veniva dichiarato soggetto promotore l'ATI costituita fra Maersk A/S, Grandi Lavori Fincosit S.p.A. e Technital S.p.A;
4. richiamata la convenzione sottoscritta con detta ATI in data 21 Febbraio 2008;
5. richiamato l'Accordo di Programma, che conferma tra gli interventi da realizzare il nuovo terminal multipurpose;
6. atteso che il Progetto Definitivo è stata consegnato il 30 Marzo 2010, con le modifiche richieste a seguito ella conclusione con approvazione della procedura di valutazione di Impatto Ambientale regionale e dell'approvazione della Conferenza dei Servizi;
7. preso atto del Rapporto Finale di Controllo emesso dall'Ente Certificatore RINA Industry S.p.A. in data 6 Aprile 2010;
8. preso atto del parere favorevole del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici rilasciato con il voto n° 169 del 23 Marzo 2011;

ha approvato il Progetto Definitivo, con Decreto del Presidente dell'Autorità Portuale n° 65/2011 del 14 Novembre 2011.

Si precisa che nell'atto approvativo, l'Autorità Portuale ha prescritto che le modifiche richieste e le prescrizioni rilasciate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici fossero recepite nel Progetto Esecutivo.

8.2. Layout della piastra multifunzionale

La planimetria generale della soluzione progettuale proposta è riportata in Figura 8-1.

La piastra multifunzionale presenta una superficie complessiva di 211.000 m^2 circa, ed è composta di una zona rettangolare lato mare con dimensioni di 290 m per 700 m, e di un zona di radicamento a terra di forma approssimativamente trapezia, con dimensione minima lato terra di circa 95 m.

La piastra è ordita lungo l'asse Sud Ovest-Nord Est, nelle forme e nelle dimensioni previste dal Piano Regolatore Portuale e con le precisazioni dell'Accordo di Programma

Essa è destinata ad assolvere le seguenti funzioni:

- ospitare un terminal container con capacità di movimentazione annua a regime di 720.000 TEUs, che comprende le banchine, le aree di deposito, le strutture di controllo dell'accesso, gli edifici di servizio e gli impianti;
- costituire l'infrastruttura di base per ospitare la ricollocazione di due attività esistenti nella rada e cioè le attività di movimentazione di prodotti petroliferi ed oli combustibili (Petrolig ed Esso Italiana) e le attività della Terminal Rinfuse.

La banchina del terminal container è ubicata lungo il lato Sud Est della piastra ed ha una lunghezza di 700 m ed una larghezza di 60 m circa, comprensiva dell'area di movimentazione delle gru e del deposito degli "hatch covers" (si tratta di coperture che

vengono disposte sulle navi, sopra i container, per favorirne il fissaggio durante la navigazione).

Il fondale, al piede della banchina, è di almeno -15 m s.l.m.m.; sul retro della banchina si trova un'area di 120.000 m^2 circa (190 m x 650 m circa) destinata al deposito ed alla movimentazione dei container.

L'accesso al terminal container avviene attraverso le apposite corsie (varchi di accesso) ubicate al di sotto dell'edificio della Maersk A/S, dopo aver oltrepassato la Via Aurelia tramite il dedicato sovrappasso (descritto nel Paragrafo 9.1). Il varco doganale è invece situato a monte della Via Aurelia, come previsto dall'Accordo di Programma.

L'accesso al terminal è inoltre possibile, per le sole emergenze, tramite un varco ricavato lungo la strada, connessa alla Via Aurelia, che percorre l'intera piastra lungo il lato di Nord Ovest, e che ha anche la funzione di garantire l'accesso alla banchina della Terminal Rinfuse e delle compagnie petrolifere.

La banchina della Terminal Rinfuse è ubicata, come richiesto dall'Accordo di Programma, in testata alla piastra (lato Nord Est). Essa ha uno sviluppo di 290 m ed una larghezza di 30 m; il fondale ai piedi della banchina è sempre maggiore di -15 m s.l.m.m.. Come già anticipato, l'accesso è garantito dalla strada di servizio, dotata di due corsie di marcia di larghezza 9,6 m, connessa alla Via Aurelia in corrispondenza della rotonda ovoidale prevista a lato del sovrappasso; ai bordi della medesima strada sono ubicati anche gli edifici funzionali alle attività di scarico (cabina elettrica, uffici, officina).

La banchina delle compagnie petrolifere, infine, è ubicata lungo il lato Nord Ovest della piastra; ha una lunghezza utile di 330 m ed una larghezza di 20 m. Il fondale minimo previsto al piede della banchina è di -12 m s.l.m.m. e l'accesso via terra è garantito dalla strada di servizio proveniente dalla Via Aurelia, in comune con la Terminal Rinfuse.

Dal punto di vista strutturale, come illustrato nei Paragrafi seguenti, la piastra è composta da una area in rilevato, adiacente alla zona di radicamento a terra, di 10,5 ha, conterminata e sostenuta da cassoni cellulari in cemento armato o da rilevati rivestiti in pietra, e da un'area a giorno, ovvero una zona permeabile alle correnti ed al moto ondoso, di 10,6 ha, costituita da un impalcato realizzato con travi prefabbricate e soletta superiore in calcestruzzo, che poggia su pilastri in cemento armato, fondati su cassoni cellulari.

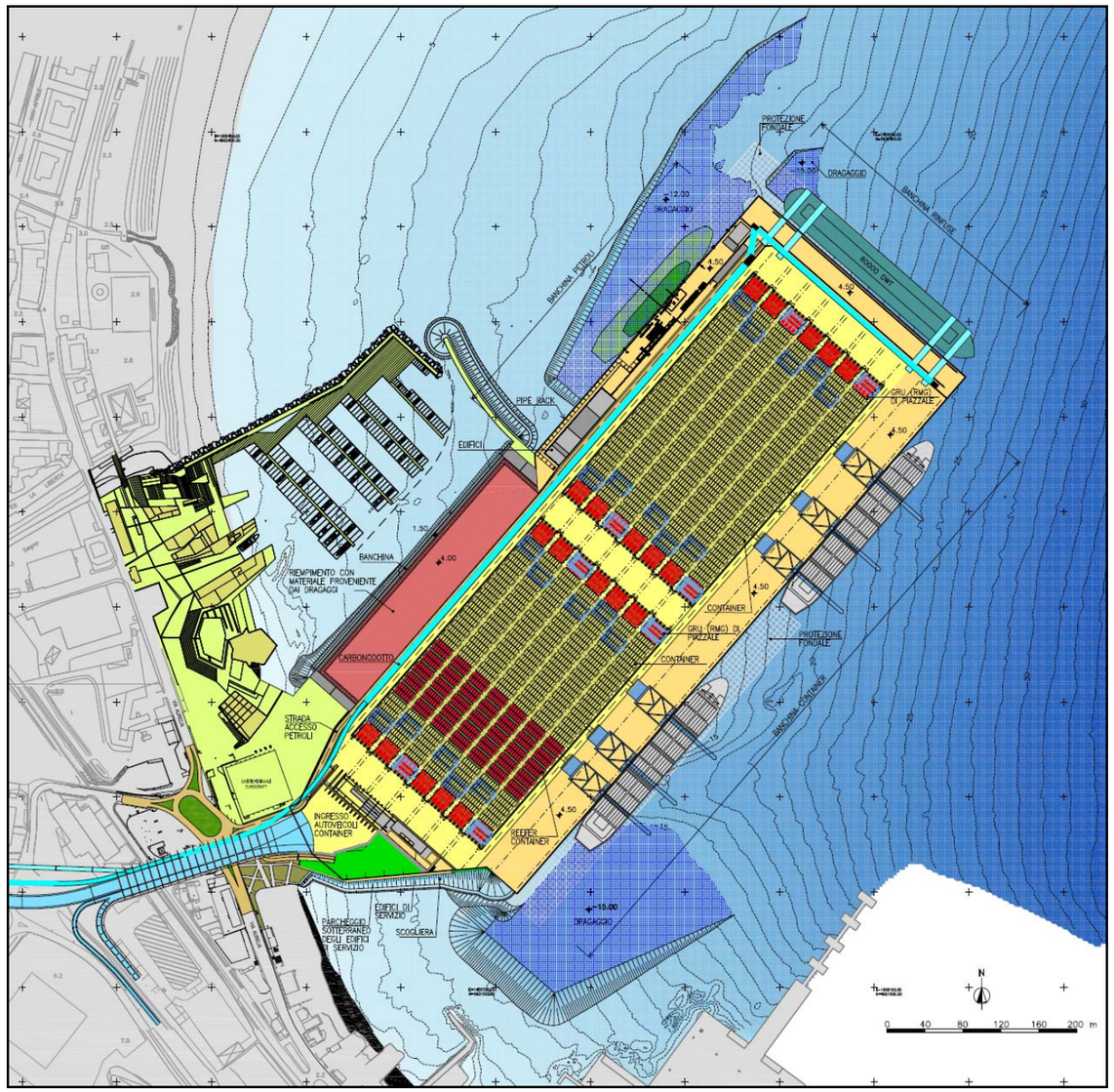


FIGURA 8-1 - PLANIMETRIA GENERALE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE.

8.2.1. Terminal container

L'operatività del terminal container si può sostanzialmente suddividere nelle seguenti attività:

- attività di carico e scarico dei container in banchina;
- movimentazione dei container della banchina all'area di deposito;
- deposito dei container nelle aree dedicate;
- movimentazione dei container dall'area di deposito verso l'esterno e viceversa.

La banchina container ha una lunghezza complessiva di 700 m ed una quota di +4,5 m s.l.m.m..

La banchina sarà servita da sei gru elettriche del tipo "ship to shore" (Figura 8-3), ognuna con potenza di di 3.130 KW, in grado di movimentare contemporaneamente due container da 40 piedi in direzione trasversale, longitudinale e verticale.

Attorno alle rotaie delle gru sono ubicate delle aree di sicurezza, mentre nello spazio rimanente sotto le gru saranno ricavate 6 corsie a disposizione dei mezzi di movimentazione dei container dalla banchina alle aree di deposito, effettuata tramite camion dedicati al solo traffico interno o tramite "reach stackers" (Figura 8-4).

Uno spazio dietro l'area di sicurezza interna sarà a dispozione per la posa degli "hatch covers".

La consegna dei container alle gru di piazzale avverrà in apposite aree di trasferimento che possono ricevere fino a quattro automezzi in attesa del carico/scarico da parte delle gru di piazzale, di cui nel seguito, ed è dotata di illuminazione, punti di sosta per l'autista, 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.

La prima è ubicata sul lato del radicamento a terra della piastra, immediatamente alle spalle dell'edificio e può ospitare fino a 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; a regime potranno essere impilati quattro livelli di container sulla stessa verticale.

Partendo dal radicamento a terra e procedendo verso mare (direzione longitudinale), dopo i primi 6 gruppi destinati a container normali ("dry" container), sono ubicati 5 gruppi di container refrigerati ("reefer" container), ciascuno servito da un apposito telaio ("reefer rack") che sostiene gli impianti di alimentazione elettrica dei motori frigoriferi. La posizione di questi ultimi permette una schermatura della potenziale rumorosità indotta con i container normali ("dry" container) e riduce l'impatto sull'edificio della Maersk A/S.

Sulla corsia più esterna lato banchina, nei gruppi tra il 19° ed il 34° (in direzione longitudinale), 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.

Ciascuna delle 7 corsie di tali aree è servita da due gru elettriche di piazzale di tipo RMG ("Rail Mounted Gantry") (Figura 8-3) con potenza di 914 KW, che corrono su rotaie.

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 gru allineate che servono la seconda area di deposito.

La seconda area di deposito è ubicata lato mare ed è del tutto analoga dal punto di vista organizzativo a quella lato terra. Essa consiste di 7 corsie lungo le quali sono 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 traversale. Non sono previsti container refrigerati ed i container di tipo IMO sono ubicati sempre nella corsia esterna lato banchina, nei gruppi tra il 5° ed il 36°.

Sui due lati delle aree di deposito dei container sono presenti due strade, dotate ciascuna di due corsie di 3,5 m di larghezza.

La strada lato banchina (lato Sud Est della piastra) sarà utilizzata principalmente per la movimentazione dei container interna al terminal o per il passaggio dei "tractors trailer", cioè dei mezzi di collegamento tra il terminal ed il retrostante parco ferroviario, costituiti da piccoli trattori in grado di trainare 7 carrelli, con un container per ciascun carrello (Figura 8-4).

L'altra strada (lato Nord Ovest della piastra) sarà utilizzata dai camion provenienti dal sovrappasso della Strada Statale n° 1 Aurelia o diretti verso esso.

Sotto l'edificio, verso levante, saranno invece disposti i 15 varchi ("gate") per l'ingresso e l'uscita dal terminal

Esternamente al terminal, i camion viaggeranno da e per l'area portuale attraverso l'Autostrada A10 cui accederanno mediante il nuovo svincolo autostradale.

L'ingresso vero e proprio all'area portuale avverrà mediante il nuovo varco doganale, situato a monte della Via Aurelia, come previsto dall'Accordo di Programma, che sarà a servizio sia del terminal container che di Reefer Terminal.

Dopo l'attraversamento del varco, i camion arriveranno alla piastra attraverso il nuovo sovrappasso della Via Aurelia senza quindi interferire minimamente con la viabilità ordinaria della stessa Via Aurelia.

Una volta nel terminal, tramite la strada che corre lungo il lato di Nord Ovest dello stesso, i camion raggiungeranno le aree di trasferimento, che come detto, sono ubicate all'inizio della prima area di deposito ed alla fine della seconda, ove posteggeranno in retromarcia per le operazioni di carico/scarico tramite le gru di piazzale.

I treni porta container, invece, arriveranno e partiranno dal nuovo parco ferroviario ubicato sempre nell'area portuale, a monte della Via Aurelia ed in posizione un po' più decentrata verso il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries).

Un sistema di carico e scarico con gru elettriche (sistema Metrocargo®) consentirà il trasferimento dei container dai treni ai "tractors trailers" (o viceversa) ubicati a fianco dei binari ferroviari.

I "tractors trailers" viaggeranno solamente all'interno dell'area portuale (cioè non usciranno mai dal varco doganale) ed arriveranno alla piastra multifunzionale attraverso le dedicate corsie sul sovrappasso della Via Aurelia.

Una volta passati i "gate" di ingresso/uscita al terminal e ricevuta l'assegnazione designata per i container trasportati, essi seguiranno le medesime strade previste per i camion.

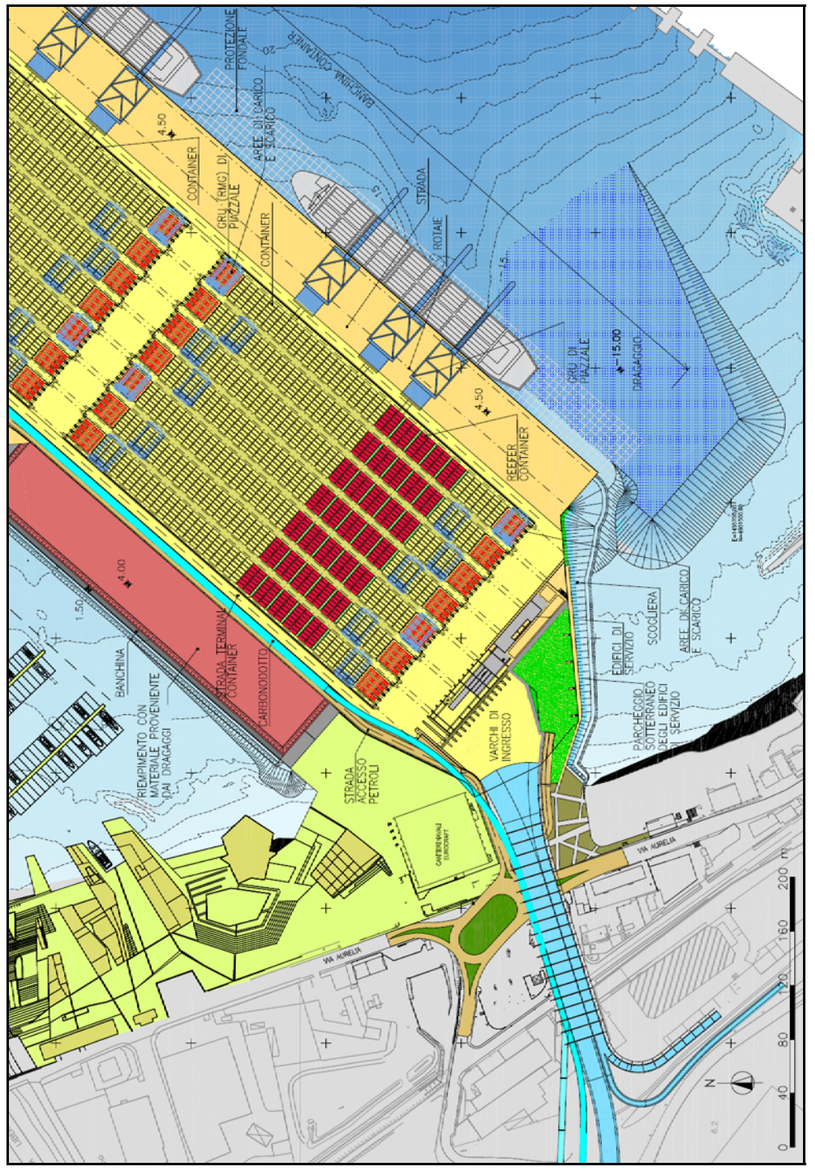


FIGURA 8-2 - DETTAGLIO PLANIMETRICO DELLA PRIMA PARTE DEL TERMINAL CONTAINER.





FIGURA 8-3 - IMMAGINI DI GRU DI BANCHINA ("SHIP TO SHORE") E DI PIAZZALE ELETTRICHE ("RMG") SIMILI A QUELLE PREVISTE PER IL TERMINAL CONTAINER.





FIGURA 8-4 - IMMAGINI DI "REACH STACKER" E DI "TRACTOR" SIMILI A QUELLI PREVISTI PER IL TERMINAL CONTAINER.

8.2.2. Terminal rinfuse

La banchina della Terminal Rinfuse è ubicata in testata alla piastra (lato Nord Est). Essa ha uno sviluppo di 290 m ed una larghezza di 30 m (Figura 8-5).
Nel Progetto Definitivo sono state incluse 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 e l'ormeggio (bitte e fender), nonché la demolizione del pontile esistente.
La Terminal Rinfuse provvederà alla installazione delle nuove attrezzature, con particolare riguardo al nastro trasportatore.
La banchina ospiterà due gru, dotate di respingenti e funi di tempesta. Le gru sono fornite di una tramoggia mobile utilizzata per convogliare i prodotti alla rinfusa (cioè carbone e cereali) dalla nave verso il nastro trasportatore che, nel suo primo tratto, corre lungo il bordo interno della banchina.
All'intersezione con la banchina delle compagnie petrolifere il cambiamento di quota e direzione del nastro viene assolto tramite un torrino verticale.
Da qui il nastro parte con una quota tale (18 m s.l.m.m.) da non impedire il traffico veicolare sottostante (in pratica il nastro si sviluppa sopra la strada di accesso alle banchina delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse proveniente dalla Via Aurelia) e percorre l'intera piastra lungo la direzione Nord Est-Sud Ovest fino ad imboccare il sovrappasso della Via Aurelia, dove gli sono stati dedicati appositi spazi.
In uscita dal sovrappasso il nastro prosegue ancora per un centinaio di metri, per acquisire la quota che permette poi il collegamento, tramite due torrini e due cambi di direzione, ai silos cerealicoli ed alla centrale termoelettrica di Tirreno Power.
Il nastro trasportatore sarà doppio e chiuso. Una parte del nastro sarà a disposizione del carbone, l'altra parte dei cereali, mentre la chiusura consentirà di evitare pressoché totalmente le emissioni di polvere e di ridurre al minimo le emissioni di rumore.
Lungo la strada sopra la quale scorre il nastro trasportatore sono ubicati anche gli edifici funzionali all'operatività del nuovo terminal, che rimpiazzeranno quelli demoliti a monte della Via Aurelia per la realizzazione del sovrappasso.
Gli edifici, di cui uno (quello più verso terra) è in comune con Maersk A/S, contengono gli uffici amministrativi e tecnici, i servizi per gli addetti al terminal (mensa, spogliatoi, ecc.), le officine e le cabine elettriche.

8.2.3. Terminal delle compagnie petrolifere

La banchina delle compagnie petrolifere è ubicata lungo il lato Nord Ovest della piastra; ha una lunghezza utile di 330 m ed una larghezza di 20 m (Figura 8-5).
La banchina servirà le esigenze di due utenti che operano oggi separatamente su due pontili presenti nella rada: Petrolig ed Esso Italiana. Petrolig movimenta gasoli e benzine mentre Esso Italiana movimenta (solo scarico) oli di diverso tipo.
La nuova banchina prevede un unico attracco con impianti di movimentazione separati per i due operatori, in quanto adottano diverse procedure operative e apparecchiature e movimentano prodotti differenti.
Il Progetto Preliminare è stato sviluppato separatamente dal Progetto Definitivo della piastra in esame, su commissione dell'Autorità Portuale. Nel Progetto Definitivo della piastra, però, come per la Terminal Rinfuse, sono state inserite tutte le opere civili necessarie ad effettuare il trasferimento dei prodotti da e per il punto di sbarco e la demolizione, ove necessaria, dei relativi pontili.
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.
Per Esso Italiana sono previsti tre bracci di scarico oli ed una manichetta di scarico oli bianchi, collegati rispettivamente a tre linee ed una linea per il trasferimento dei prodotti scaricati dalla nave.
Per Petrolig sono invece previsti due bracci di carico collegati a quattro linee per il trasferimento dei prodotti da/allo stabilimento. Un terzo braccio opera per gasoli o per il recupero vapore durante il caricamento 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, inoltre, 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.), cabina di controllo, dotazioni di sicurezza, ecc. In particolare sulla banchina sarà installato un sistema di rilevazione fuoco, mediante termocamere che forniranno segnali di allarme in garitta operatori. I criteri di progettazione dell'impianto antincendio sono stati indicati dai Vigili del Fuoco del Comando di Savona.

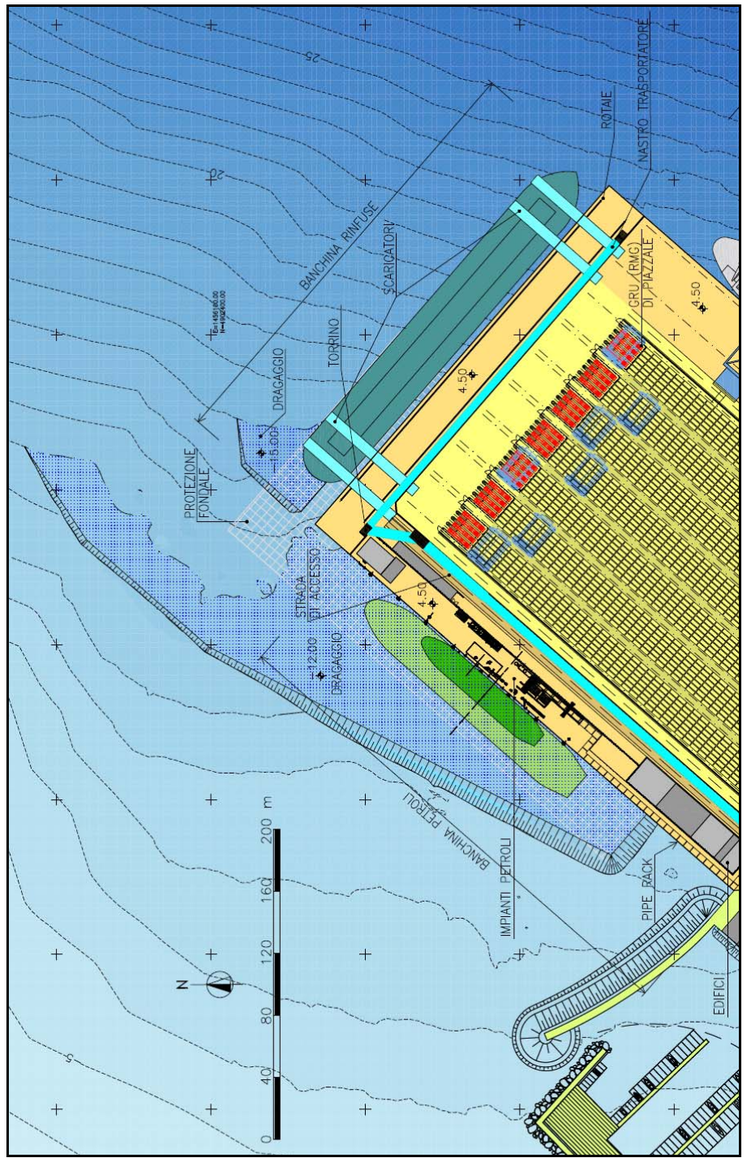


FIGURA 8-5 – DETTAGLIO PLANIMETRICO DELLA BANCHINA DELLA TERMINAL RINFUSE E DELLE COMPAGNIE PETROLIFERE.

8.3. Principali caratteristiche

8.3.1. Area in rilevato adiacente al radicamento a terra

L'area adiacente alla zona del radicamento a terra, estesa per 10,5 ha, è costituita da un riempimento in terra (terrapieno), conterminato e sostenuto da cassoni cellulari in cemento armato o da rilevati rivestiti in pietra.
Dal punto di vista geometrico, come evidenziato in Figura 8-6, procedendo in senso antiorario dal radicamento a terra in corrispondenza alla spiaggia di Porto Vado (a Sud Est) fino al radicamento a terra nella zona del cantiere navale dell'Eurocraft (a Nord Ovest), sono osservabili le seguenti opere di conterminazione del terrapieno.

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 250 m.

Il rilevato è composto da un nucleo interno, realizzato con sabbia e ghiaia (diametro Ø variabile tra 1 e 60 mm) e massi da 50-500 Kg, con pendenze 2/3 della scarpata interna e 3/2 della scarpata esterna. La scarpata esterna è rivestita in pietrame, di pezzatura 1000-3000 Kg, per uno spessore di 1,8 m, corrispondente a due strati del materiale lapideo necessario alla protezione della stessa scarpata dal moto ondoso.

In corrispondenza del primo tratto della banchina del terminal container, lungo la quale è previsto un fondale di -15 m s.l.m.m., la conterminazione è costituita da una serie di 17 cassoni cellulari in conglomerato cementizio armato (cassoni di soglia), di dimensioni in pianta 34 m x 20,5 m ed altezza 15,5 m (Figura 9-6 e Figura 8-10).

I cassoni sono imbasati alla quota di -16,5 m s.l.m.m., con un franco quindi di 1,5 m rispetto alla quota prevista per il fondale. Per realizzare questa quota di imbasamento, è previsto uno scavo del fondale alla quota -18 m s.l.m.m., e di cui nel seguito (Paragrafo 8.3.4), che consente la posa dei cassone alla profondità prevista previa l'interposizione di uno strato filtro di ghiaia e sabbia (necessario per la cosiddetta "bonifica" geotecnica, Paragrafo 8.3.1.1) di spessore 0,5 m e del pietrame di imbasamento (Paragrafo 8.3.1.1), di pezzatura 20-300 Kg, per uno spessore di 1 m.

Lungo la separazione tra l'area in rilevato e l'area a giorno, la conterminazione è ottenuta tramite una serie di 8 cassoni in conglomerato cementizio armato (cassoni reggispinta), di dimensioni in pianta 13 m x 21,7 m ed altezza variabile tra 10,09 m e 14,59 m (Figura 8-9 e Figura 8-11).

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. Pertanto essi saranno posati sul fondale esistente, previa l'interposizione di uno strato filtro di ghiaia e sabbia di spessore minimo 3,0 m (bonifica geotecnica) e del pietrame di imbasamento da 20-300 Kg, con spessore minimo di 1 m, come riportato al successivo Paragrafo 8.3.1.1.

Le quote di imbasamento dei cassoni sono pertanto variabili in funzione della profondità del fondale esistente. Il primo cassone sul lato della banchina del terminal container è imbasato alla quota -11 m s.l.m.m., i tre successivi alla quota -8,5 m s.l.m.m. e gli ultimi quattro alla quota -6,5 m s.l.m.m..

La sequenza dei cassoni che sorreggono il terrapieno è completata con un cassone di dimensioni in pianta di 13 m x 24,9 m, altezza 7,35 m, destinato a contenere la vasca antincendio e la relativa centrale di spinta (Paragrafo 8.3.8), ed a sostenere lateralmente la cassa di colmata (anticipazione del comparto D3 di cui al relativo SAU del Comune di Vado Ligure) per il recapito dei sedimenti provenienti dai dragaggi.

Lungo il lato Nord Ovest il terrapieno sarà conterminato tramite un muro in cemento armato, posato su un rilevato in materiale granulare; il rilevato di base sarà a sua volta protetto dal materiale dragato posto nella cassa di colmata (anticipazione del comparto D3).

Il rilevato sarà realizzato sino alla quota 3,7 m s.l.m.m., avendo cura di rullare adeguatamente il materiale depositato ogni 50 cm sopra il livello medio del mare, per poi completare l'area con la pavimentazione finale, che raggiunge la quota finale di 4,5 m s.l.m.m..

Il materiale da disporre sopra quello di bonifica geotecnica sino alla quota finale di 3,7 m s.l.m.m., sarà costituito da "tout-venant", cioè materiale misto naturale di cava costituito generalmente da ghiaia grosse ed ideale per realizzare rilevati, o da materiale similare proveniente da attività di scavo in fase di avvio o di prevista realizzazione nel territorio ligure.

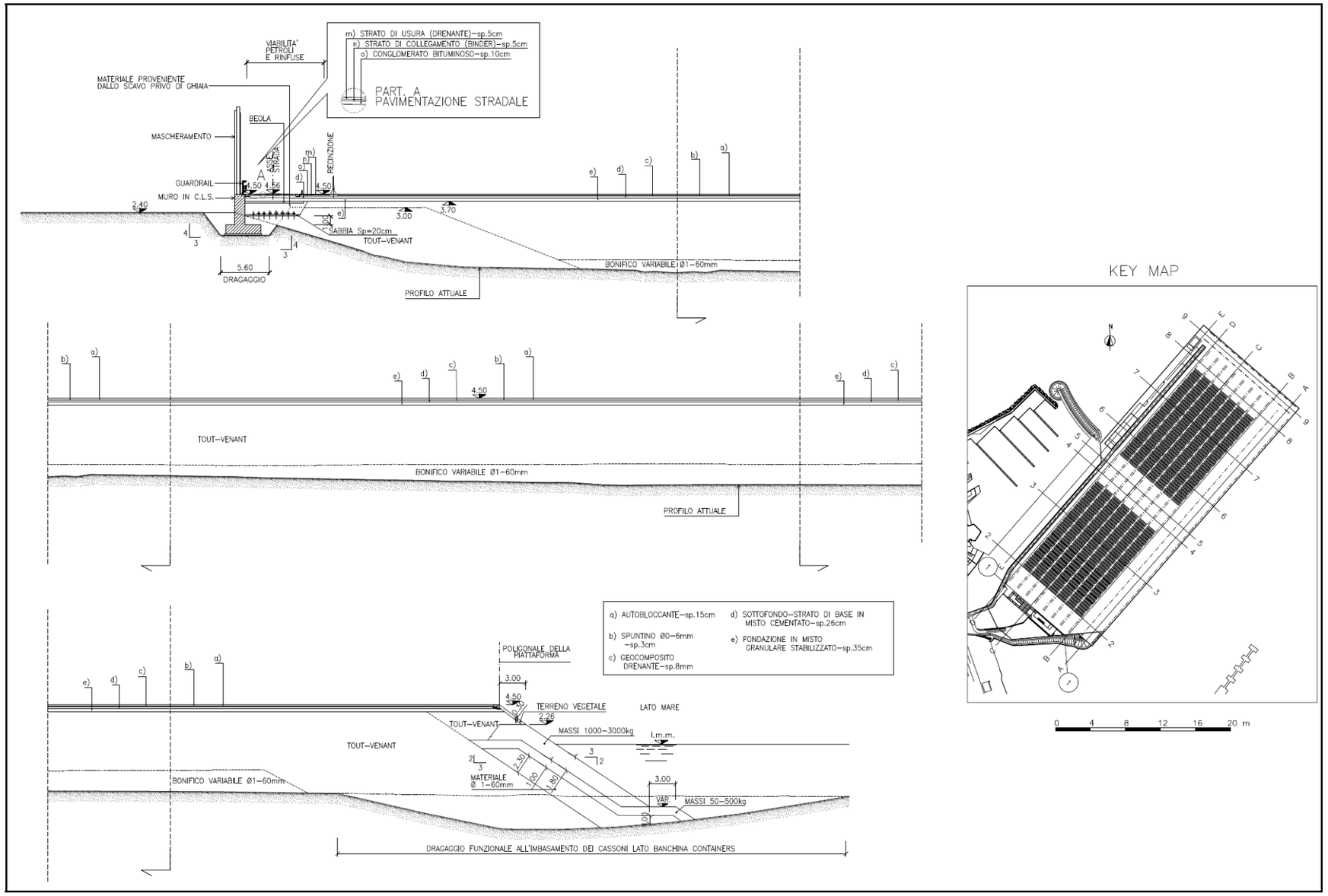


FIGURA 8-6 – AREA IN RILEVATO ADIACENTE AL RADICAMENTO A TERRA: SEZIONE TRASVERSALE IN PROSSIMITÀ DELL'EDIFICIO.

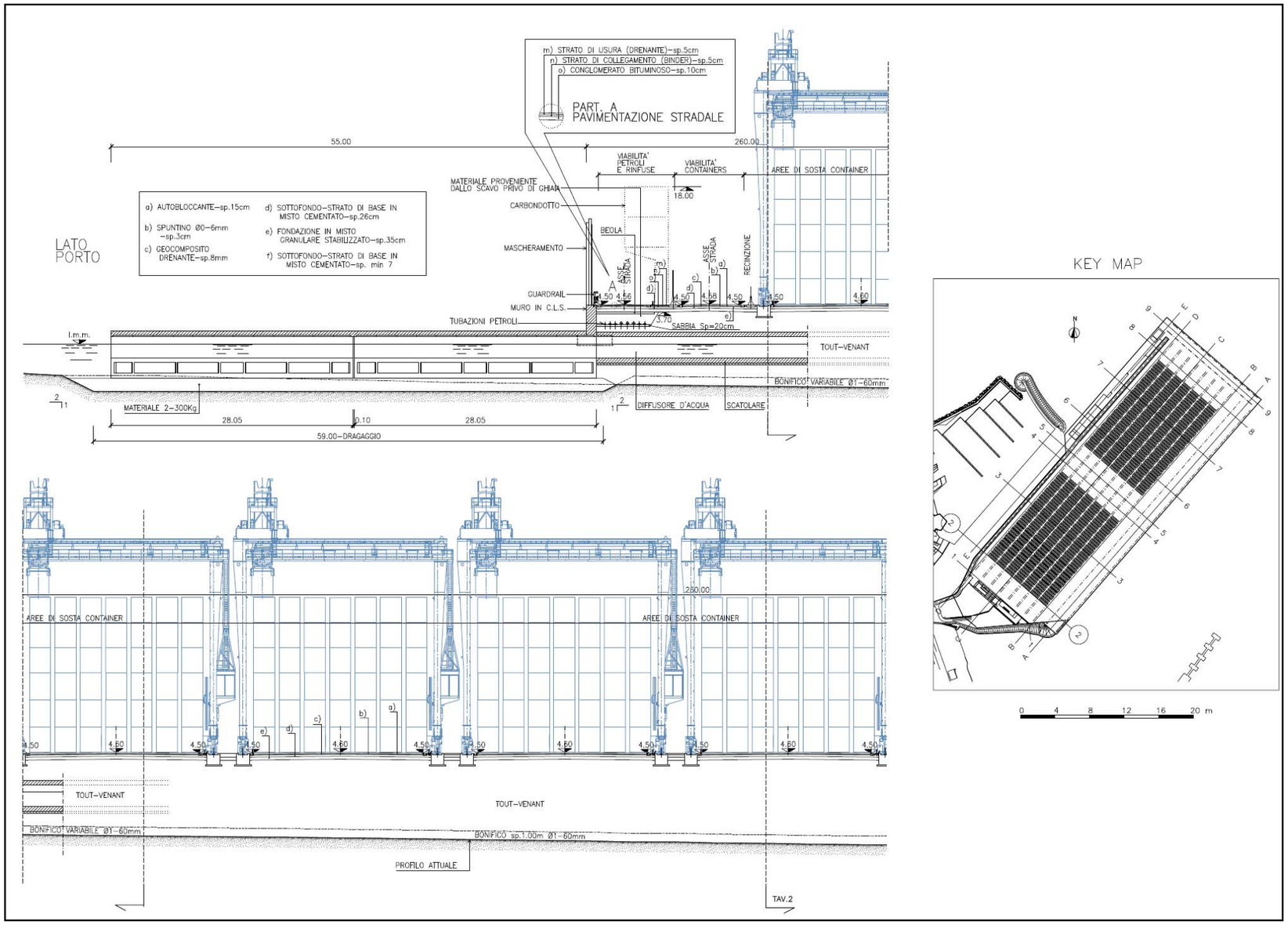


FIGURA 8-7 – AREA IN RILEVATO ADIACENTE AL RADICAMENTO A TERRA: SEZIONE TRASVERSALE IN PROSSIMITÀ DELLA PRIMA AREA DI DEPOSITO – PARTE PRIMA.

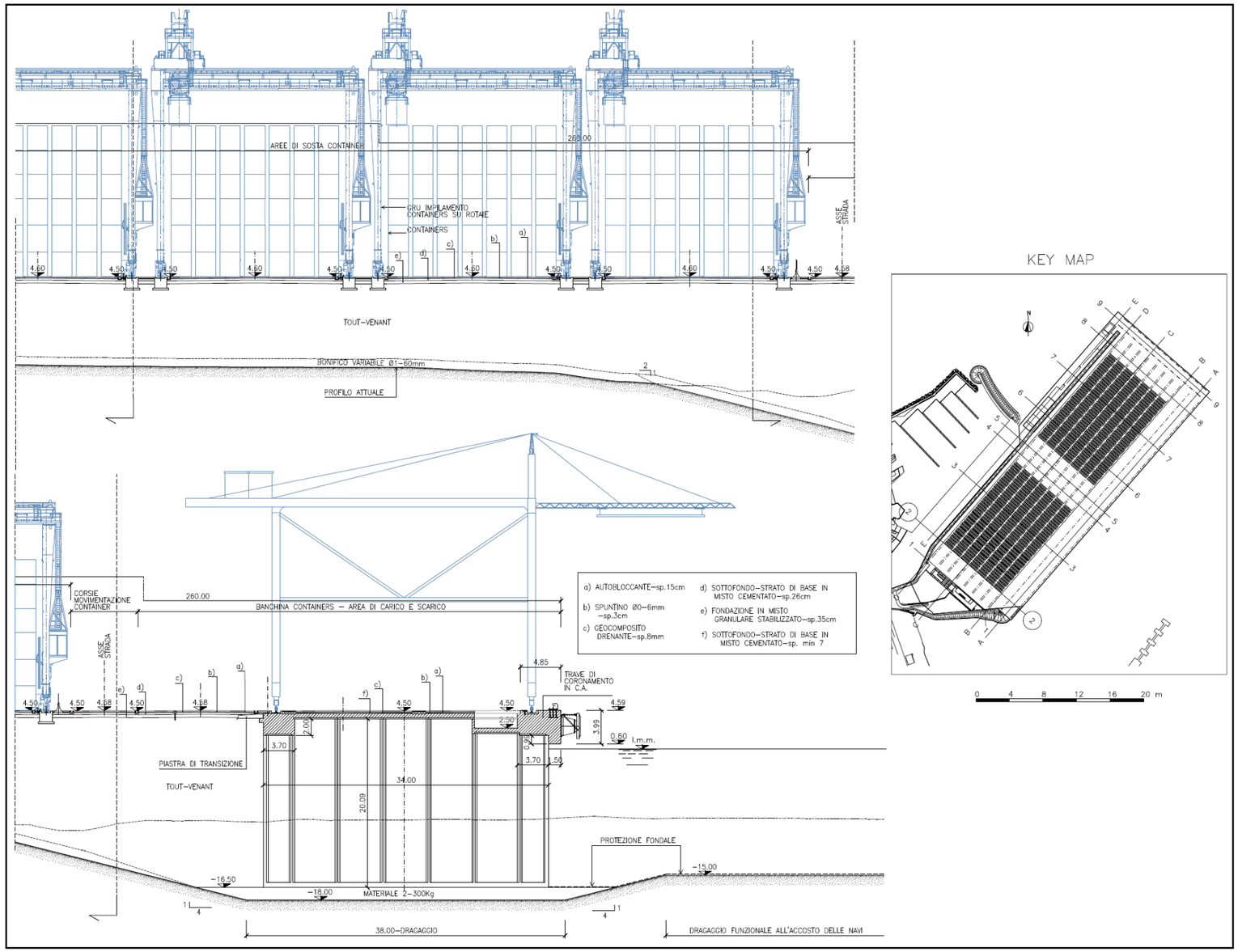


FIGURA 8-8 – AREA IN RILEVATO ADIACENTE AL RADICAMENTO A TERRA: SEZIONE TRASVERSALE IN PROSSIMITÀ DELLA PRIMA AREA DI DEPOSITO – PARTE SECONDA.

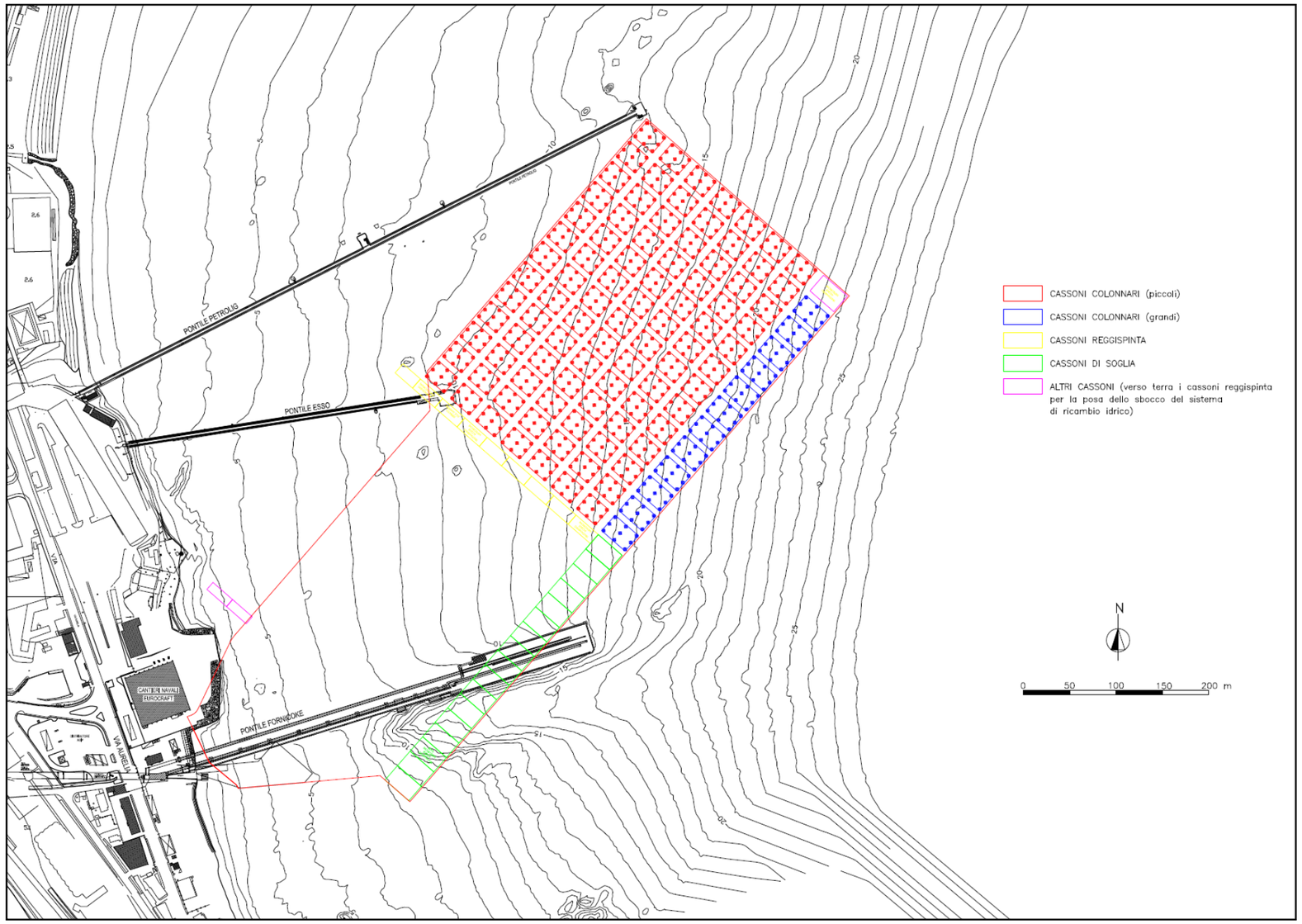


FIGURA 8-9 – PLANIMETRIA GENERALE DEI CASSONI.

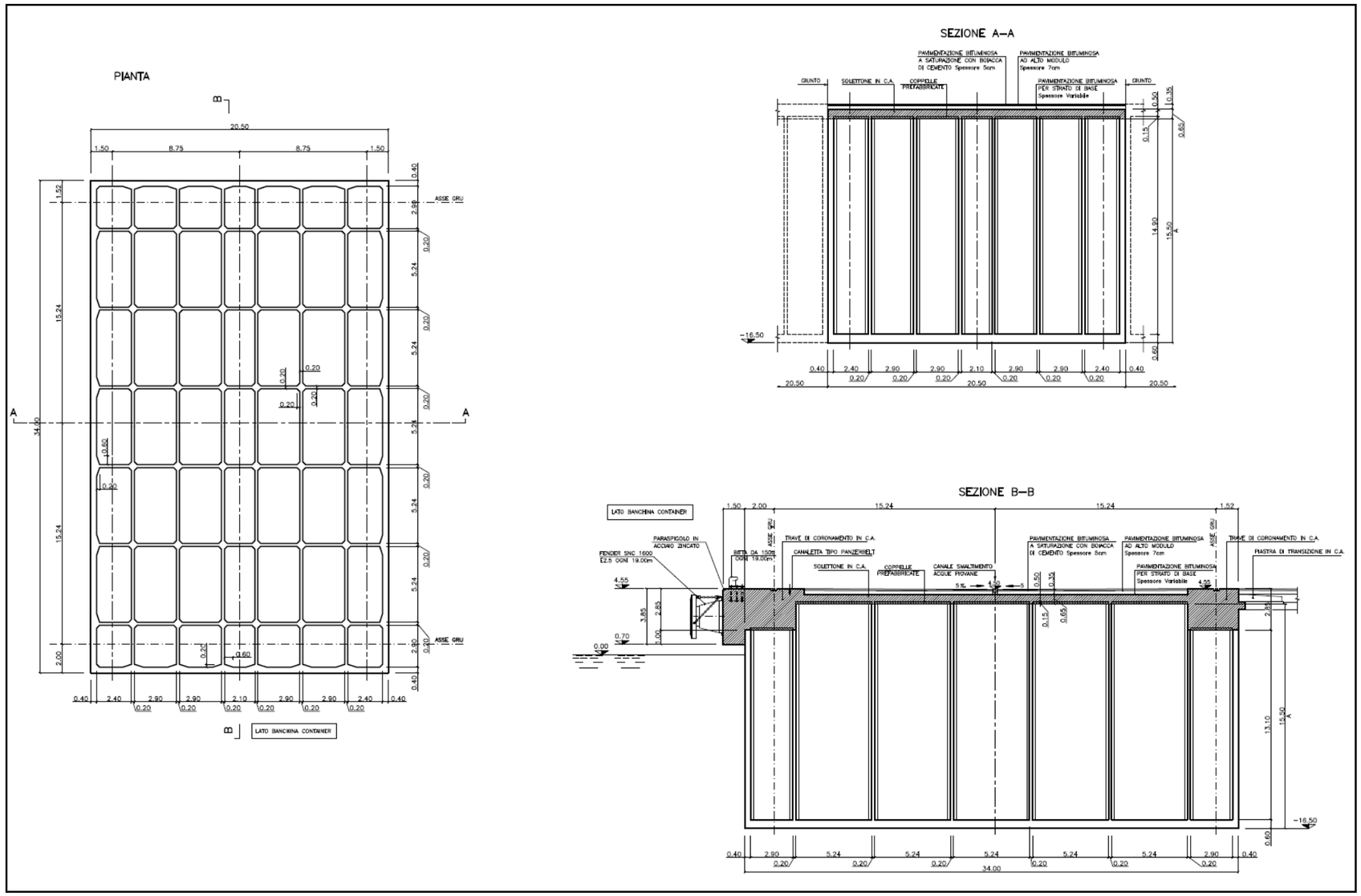


FIGURA 8-10 – PIANTA E SEZIONE TIPO DEI CASSONI DI SOGLIA.

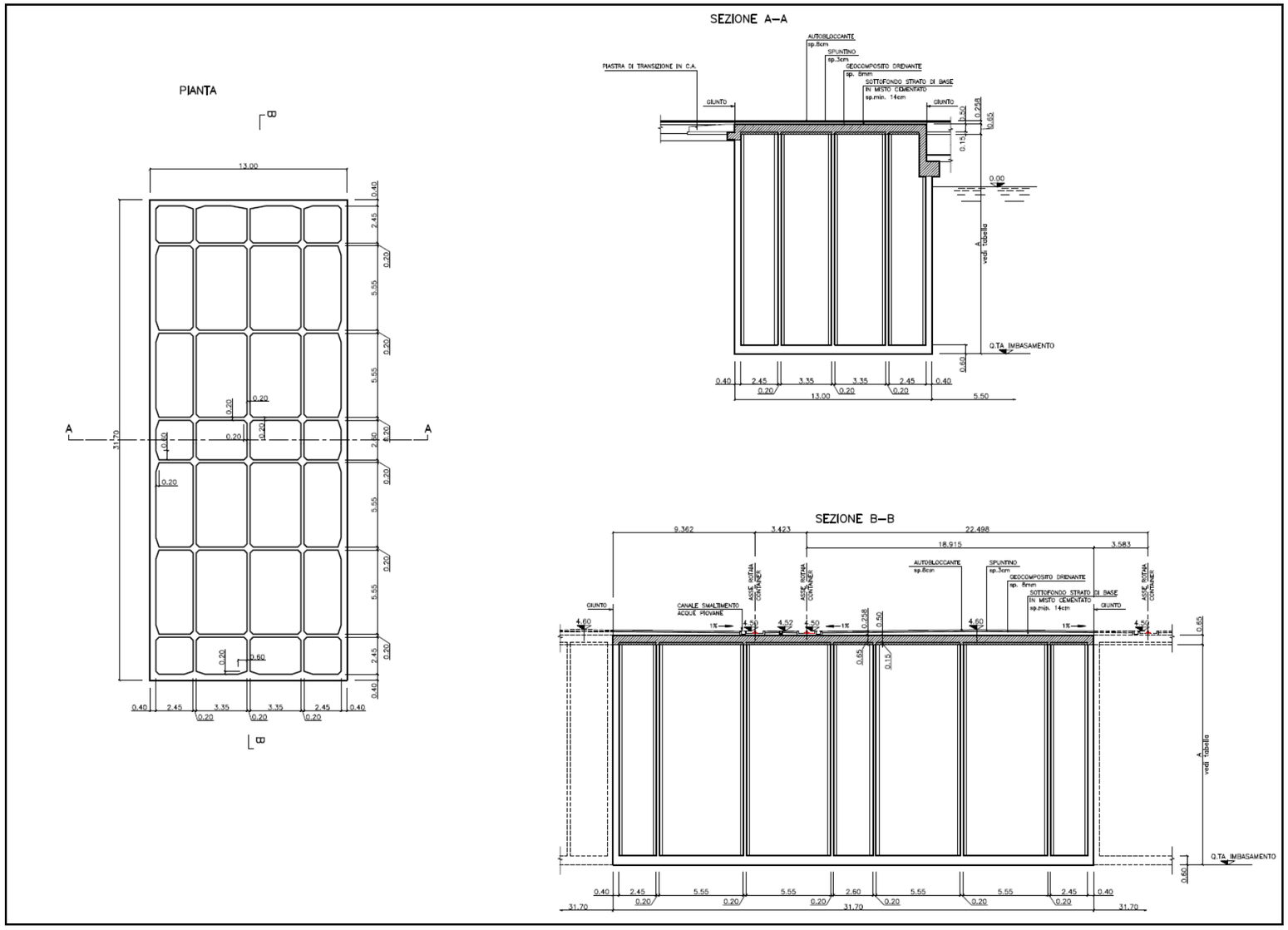


FIGURA 8-11 – PIANTA E SEZIONE TIPO DEI CASSONI REGGISPINTA.

8.3.1.1 Bonifica geotecnica, precarica e imbasamento

La problematica connessa alla posa sia dei cassoni reggispinta che del materiale costituente il terrapieno dell'area a terra deriva, in sostanza, dalla natura del terreno di fondazione; subito sotto il fondale naturale, infatti, tale terreno è costituito da limo sciolto che:

– rende impossibile l'appoggio diretto delle opere sul fondale;
– se non opportunamente trattato è in grado di indurre, in fase di esercizio, cedimenti non compatibili con la funzionalità del terminal e con la durabilità delle pavimentazioni.

Il primo problema è stato risolto mediante la preventiva messa in opera di uno stato di materiale granulare generalmente di spessore attorno ai 3 m, ma adeguato, zona per zona, alle caratteristiche locali del terreno, all'eventuale avvenuto dragaggio, ai carichi di esercizio previsti ed ai cedimenti considerati ammissibili per la funzionalità dell'opera (Figura 8-12).

La bonifica, infatti, interesserà in generale solamente le aree di fondale in cui non è stata eseguita attività di dragaggio e dunque in cui la posa delle strutture o dei materiali previsti avverrà direttamente sul fondale naturale.

Nelle altre aree, invece, in cui è prevista l'esecuzione di dragaggi, la bonifica geotecnica non si rende necessaria in cui lo strato limoso sciolto è stato sostanzialmente asportato ed il sottostante strato, a più elevato contenuto in sabbia, consente maggiore stabilità.

Il materiale individuato è costituito da materiale di cava o similare avente le seguenti caratteristiche: sabbia e ghiaia con diametro Ø variabile tra 1 e 60 mm.

Le analisi di stabilità svolte hanno mostrato come la presenza di questo strato, posato secondo prestabilite sequenze, rende il terreno naturale capace di sopportare i carichi previsti durante la fase di realizzazione e durante l'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 perché tiene conto della storia statica del terreno, ovvero dei carichi ad esso già applicati con la precarica.

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.

Nel caso dei cassoni il materiale per la bonifica geotecnica ha anche lo scopo di fungere da strato di transizione granulometrica tra il fondale naturale e lo scanno in pietrame su cui saranno appoggiati, cioè imbasati, gli stessi cassoni (Figura 8-13).

Per l'imbasamento sarà adottato 1 m di materiale da cava o similare avente le seguenti caratteristiche: pietrame da 20-300 Kg.

Le analisi di stabilità svolte hanno mostrato la necessità di procedere alla stesa del materiale per la bonifica geotecnica e l'imbasamento con la seguente sequenza:

– bonifica: avanzamento da terra verso mare in tratti da 25 m, posando il materiale per strati aventi altezza non superiore a 1,5 m;
– imbasamento: stesa del materiale solo dopo aver ultimato la stesa del materiale di bonifica su tutta l'area, anche in questo caso procedendo per tratti da 25 m.

I cassoni reggispinta andranno posati sullo scanno alle diverse quote di imbasamento previste, andranno zavorrati e successivamente verrà eseguito il rinfianco col rileva-

to. Solo dopo aver terminato il rinfianco dei cassoni sarà possibile eseguire la precarica sui singoli cassoni.

Nel caso dell'area a terra, che sarà realizzata tramite un rilevato di altezza via via crescente procedendo da terra verso mare fino a raggiungere le strutture di conterminazione, il materiale per la bonifica geotecnica sarà steso solo sui fondali a quota inferire e a -3,5 m s.l.m.m (Figura 8-13). Sino alla profondità di -6 m s.l.m.m. è previsto con spessore variabile tra 1 m e 3 m mentre oltre tale profondità lo si manterrà a spessore costante uguale a 3 m.

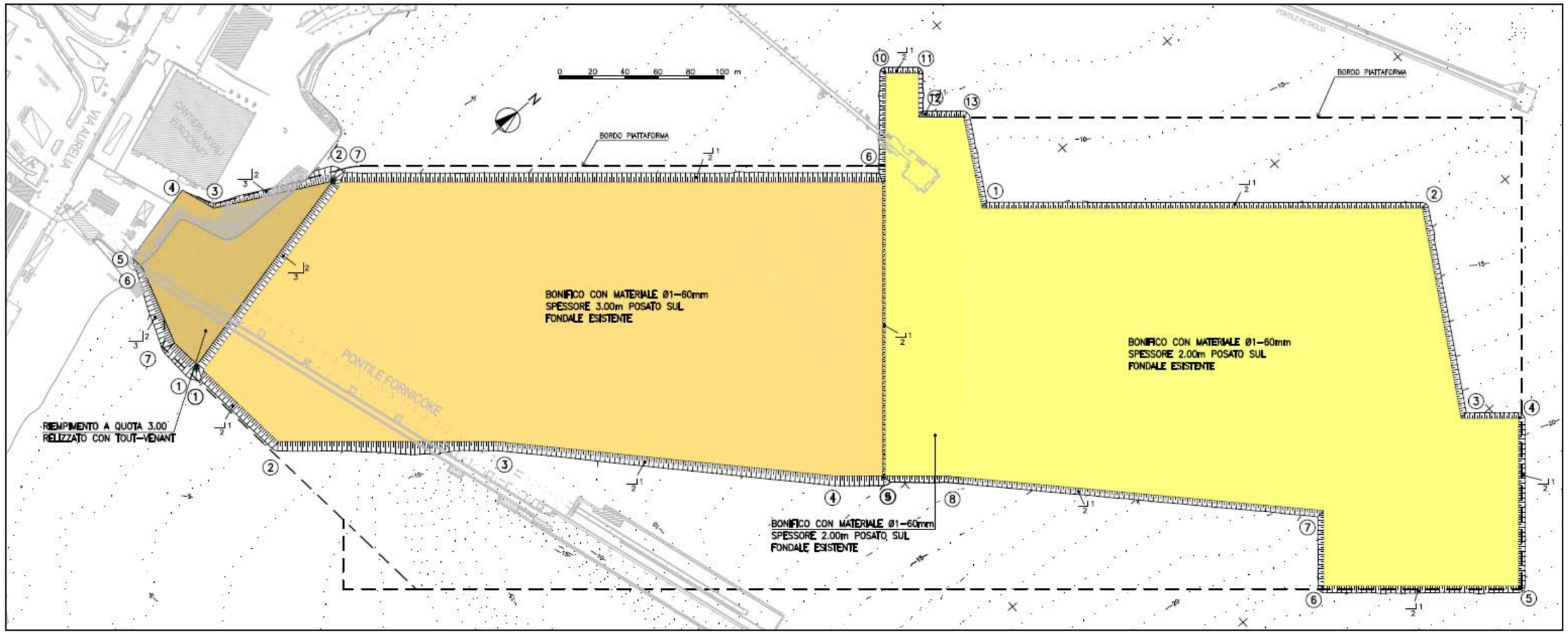


FIGURA 8-12 – AREE DI VERSAMENTO DEL MATERIALE PER LA BONIFICA GEOTECNICA.

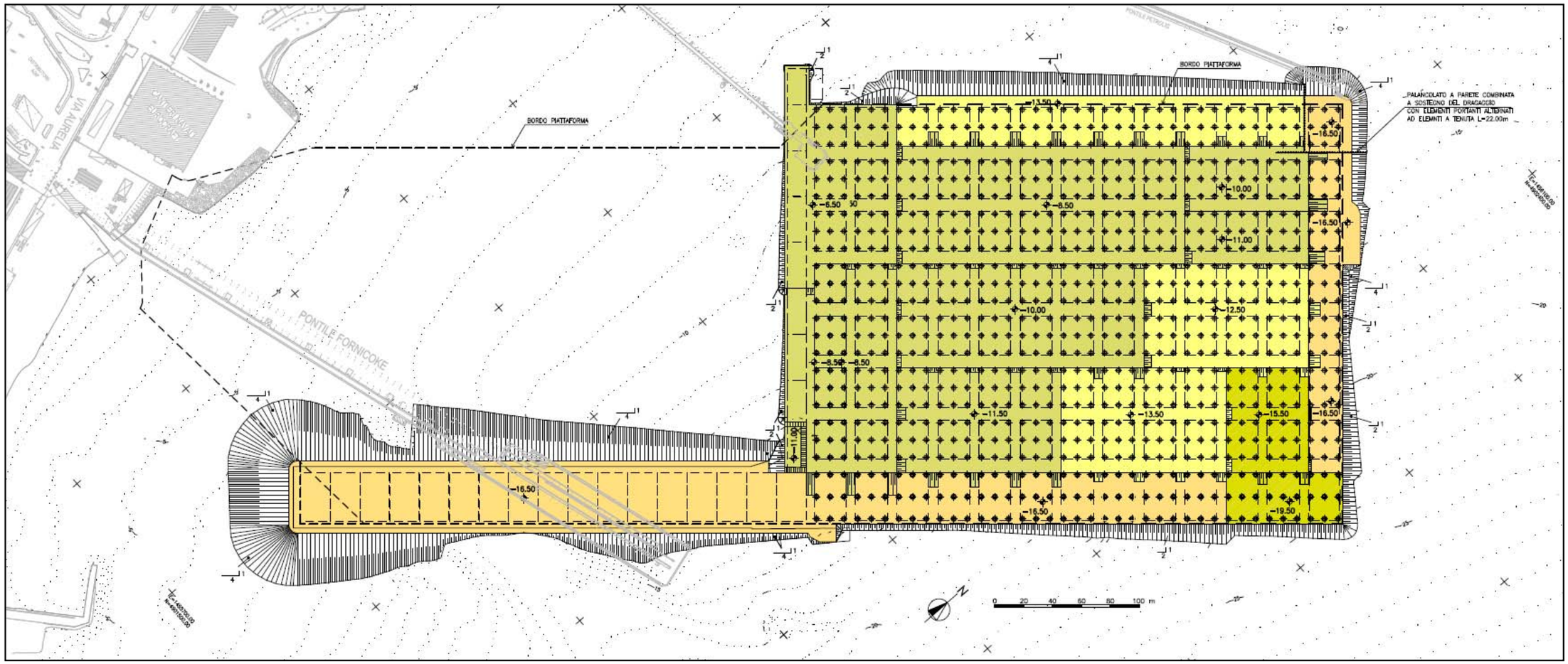


FIGURA 8-13 – AREE DI VERSAMENTO DEL MATERIALE PER L'IMBASAMENTO DEI CASSONI.

8.3.1.2 Edificio amministrativo, officina e parcheggio sotterraneo

A servizio della gestione del nuovo terminal container è prevista la costruzione di un edificio multipiano per uffici e attività connesse con l'operatività del terminal, come illustrato nelle Figure seguenti.

L'edificio è ubicato all'ingresso della piastra multifunzionale, in prossimità del radicamento a terra, e si sviluppa longitudinalmente in direzione Nord Ovest-Sud Est su una pianta rettangolare di 160 m x 20 m.

Questo edificio, insieme al parcheggio sotterraneo, costituisce un punto nevralgico delle attività, regolando il passaggio dei container, e delimitando dal punto di vista strutturale ed architettonico, l'intera area di accesso al terminal.

Gli aspetti architettonici e di inserimento paesistico dell'edificio e del parcheggio sotterraneo, o meglio della sua copertura, si rimanda al Paragrafo 11.5.

L'edificio è stato pensato con una struttura a ponte, funzionale alle specifiche esigenze delle attività di coordinamento gestionale dell'area e di regolamentazione del passaggio delle merci in entrata in uscita dal terminal.

Gli accessi al terminal avvengono dal piazzale antistante l'edificio, dove confluisce la rampa del sovrappasso della Via Aurelia (Paragrafo 9.1) e da dove si accede al parcheggio sotterraneo, attraverso 15 corsie, ubicate sul lato Ovest sotto il primo piano dell'edificio.

Il piazzale d'accesso è delimitato ad Ovest da un muro e da una recinzione metallica, entrambi alti 3,5 m, che lo separano dalla strada che porta alla banchina delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse, e ad Est da una recinzione metallica sempre alta 3,5 m che lo divide dal marciapiede realizzato lungo il lato Ovest dell'autorimessa.

All'estremità Ovest del piazzale, inoltre, al di là della recinzione, esiste una sedicesima corsia che viene utilizzata solamente dai Vigili del Fuoco e che è dotata di un cancello metallico che rimane sempre chiuso in quanto separa una zona doganale da una zona non doganale.

Il parcheggio sotterraneo sarà realizzato nell'area compresa tra l'intestazione della rampa del sovrappasso e la riva Est verso la spiaggia di Porto Vado. L'area destinata alla struttura del parcheggio avrà una superficie di circa 2.500 m^2. La superficie complessiva di parcamento è di 2.374,5 m^2, per un totale di 89 posti auto.

All'interno dell'edificio si svolgeranno attività differenti tra loro, come schematicamente illustrato nelle Figure seguenti.

Come tipologia strutturale dell'edificio, è stato adottato lo schema di telaio costituito da travi e pilastri in calcestruzzo armato su fondazione diretta, mentre gli orizzontamenti ai vari piani dell'edificio sono realizzati con tegoli prefabbricati autoportanti in cemento armato precompresso.

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.

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.

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 bordo-piano con appositi fissaggi di ancoraggio, mascherandole.

Nel suo complesso l'edificio sarà dotato di: impianto elettrico, impianto di scarico delle acque nere, impianto di scarico delle condense, impianto idrico sanitario, impianto di captazione dell'energia solare, impianto di distribuzione del gas metano, impianto di climatizzazione, centrali tecnologiche (al terzo piano: centrale termica, centrale frigorifera e centrale di trattamento dell'aria), impianti speciali al servizio dell'officina (aria compressa, estrazione fumi, ecc.).

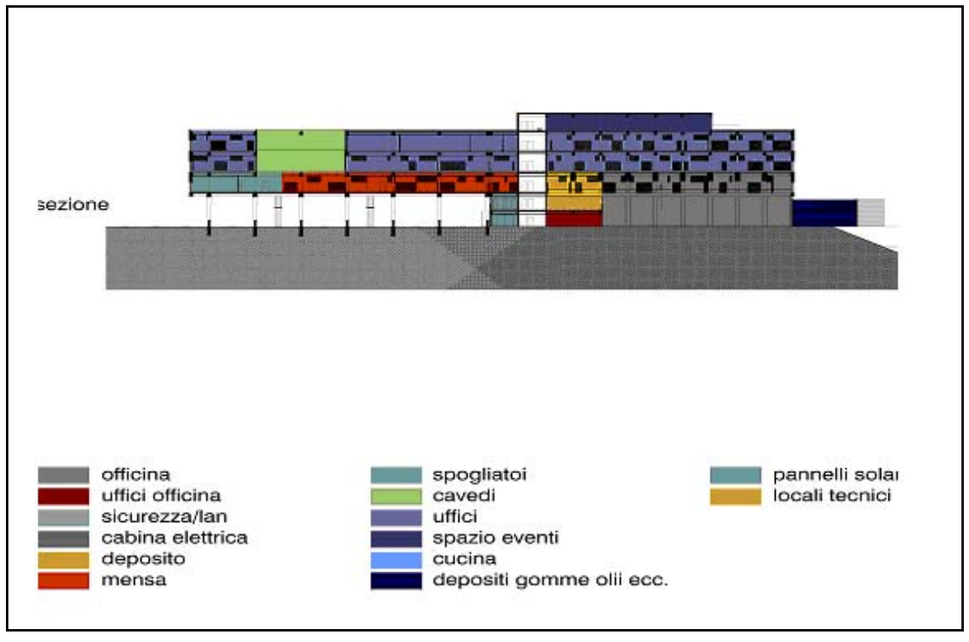


FIGURA 8-14 – VISTA SCHEMATICA FRONTALE DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

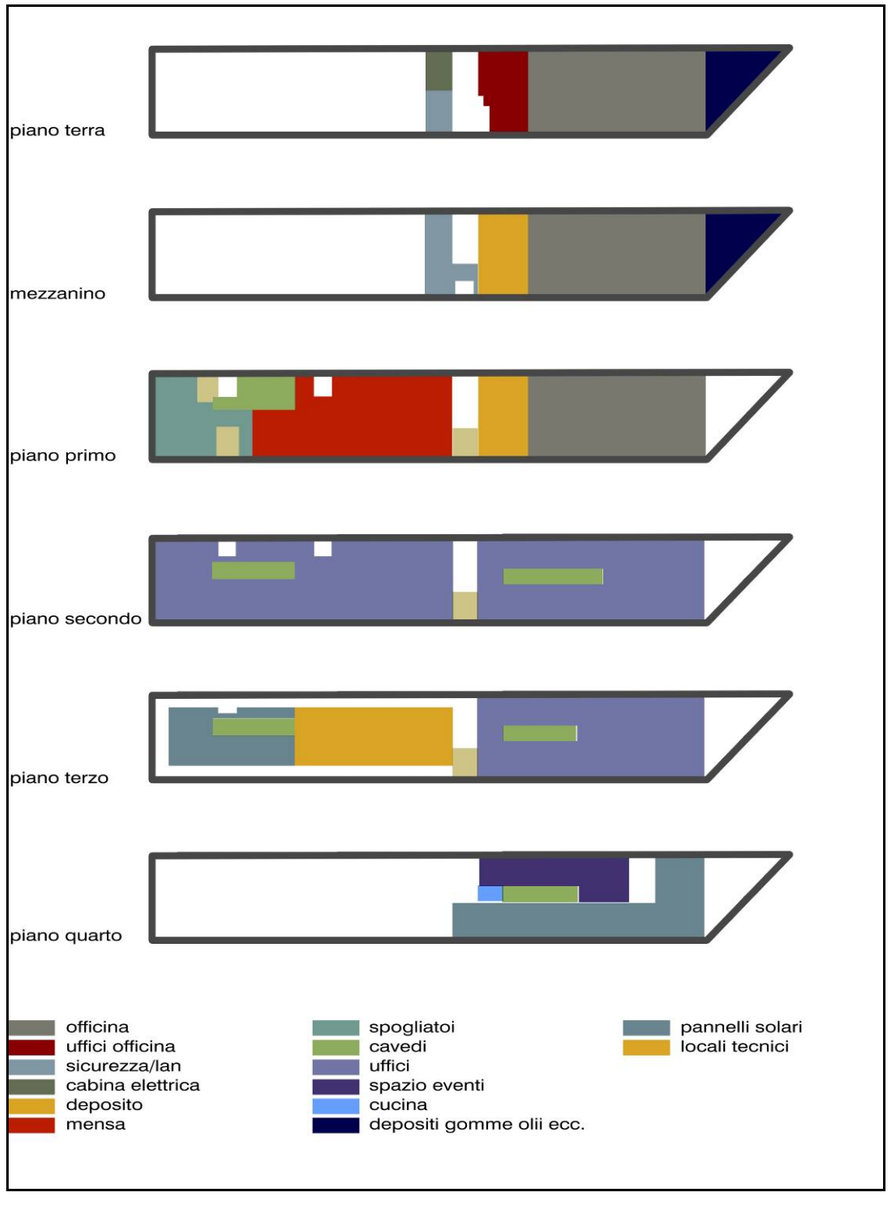


FIGURA 8-15 – SEZIONE SCHEMATICA DEI PIANI DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

8.3.1.3 Sistema di ricambio idrico tra i due bacini delimitati dalla piastra

Il sistema di ricambio delle acque, richiesto dall'Accordo di Programma, è stato previsto tra i due bacini delimitati dall'area a terra della piastra multifunzionale, ovvero tra lo specchio acqueo antistante al spiaggia di Porto Vado ed il futuro bacino della darsena turistica (comparto D1 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure).

Poiché certamente la qualità delle acque antistanti Porto Vado sarà migliore rispetto a quello del bacino della darsena turistica, chiuso dal molo di sottoflutto e sopraflutto, il sistema di ricambio è stato previsto in un solo senso e cioè verso la darsena turistica.

Tuttavia il sistema di ricambio consentirà anche di migliorare la qualità delle acque a Porto Vado in quanto l'acqua di ricircolo sarà rimpiazzata da acqua proveniente dal mare aperto.

Le analisi idrodinamiche condotte hanno mostrato l'efficacia di questo intervento pur considerando che il "motore" sia costituito unicamente dal dislivello idraulico che viene a crearsi periodicamente tra i due bacini, per effetto delle condizioni di vento, moto ondoso, ecc..

La realizzazione del sistema di ricambio ha obbligato la posa di strutture di imbocco e di sbocco, dotate degli opportuni sistemi di intercettazione e di valvole di non ritorno in grado di consentire il flusso nella sola direzione desiderata.

All'interno delle strutture di imbocco è previsto anche lo spazio per l'eventuale installazione di pompe sommerse con elevata portata e bassa prevalenza, che potranno forzare il flusso qualora eventuali analisi di qualità all'interno del bacino della darsena turistica dovessero mostrare risultati negativi.

La struttura di imbocco è costituita da un cassone cellulare in cemento armato di dimensioni in pianta di 34 m per 20,5 m ed altezza 19 m.

Esso contiene la prima parte del canale assieme agli organi di intercettazione ovvero panconi in acciaio zincato che compartimentano la camera in cui è prevista l'eventuale collocazione delle pompe e griglie in acciaio in grado di intercettare eventuali elementi galleggianti che potrebbero intasare il canale.

La struttura è impostata alla quota di 2,5 m s.l.m.m. con il duplice scopo di evitare che il canale funzioni in pressione anziché a pelo libero e sotto forzanti di particolare altezza e di poter eseguire all'asciutto le operazioni di pulizia della griglia di intercettazione.

Il canale vero e proprio è costituito da uno scatolare a doppia canna in conglomerato cementizio armato di spessore 50 cm che attraversa l'area a terra della piastra in direzione Sud Est-Nord Ovest. Le canne hanno una dimensione interna di 2,5 m in altezza e 2 m in larghezza, con luce libera sino alla quota inferiore della soletta (ubicata a 1 m s.l.m.m.) al fine di evitare quanto già detto e cioè che la luce sia chiusa da una forzante elevata che potrebbe trasformare il flusso da pelo libero a pressione.

Ogni 50 cm tale struttura è resa ispezionabile tramite pozzetti i cui chiusini sono ubicati all'interno del terminal container, lungo la striscia di transito dei camion adiacente all'edificio.

La struttura di sbocco è costituita da un cassone cellulare in conglomerato cementizio armato di dimensioni in pianta di 28,05 m x 10 m ed altezza 5,5 m, che contiene le valvole di non ritorno, in neoprene tipo Tideflex, ed i panconi in acciaio zincato che consentono di sezionare l'intero canale per eventuali operazioni di ispezione e/o manutenzione.

Il cassone che ospita la struttura di sbocco è anche utilizzato come elemento che delimita la cassa di colmata (anticipazione del comparto D3 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure), come osservabile dalla successiva Figura 8-23; la sommità del cassone è posta alla quota di 1,5 m s.l.m.m, che è compatibile sia con i criteri di

dimensionamento idraulico del canale sia con la quota di sistemazione finale dell'area della cassa di colmata.

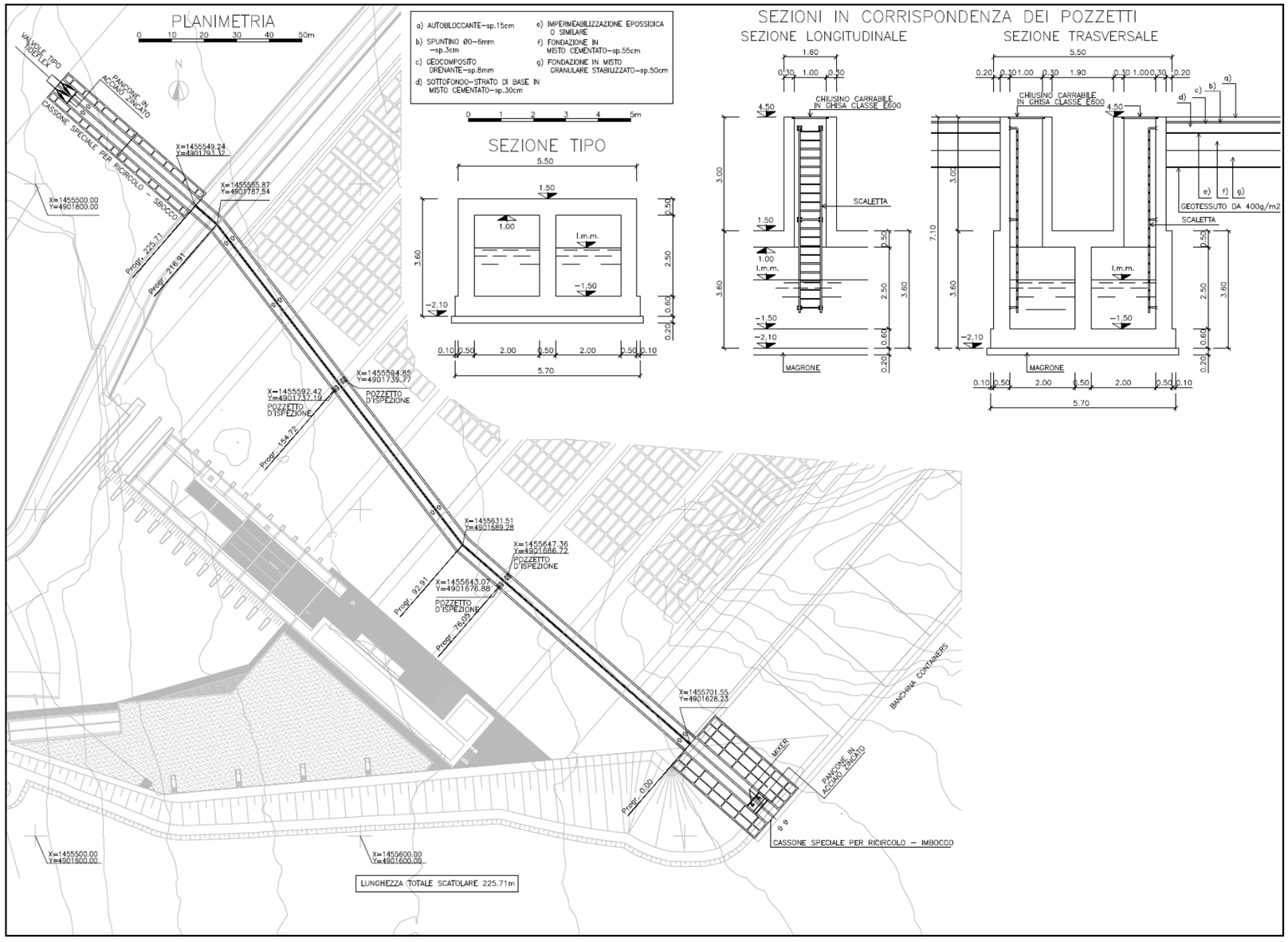


FIGURA 8-16 – PLANIMETRIA E SEZIONE TIPO DEL SISTEMA PER IL RICAMBIO IDRICO.

8.3.2. Area a giorno

L'area a giorno sarà costituita da un impalcato realizzato con travi prefabbricate in cemento armato precompresso e soletta superiore in calcestruzzo, che poggia su pilastri in cemento armato, a loro volta fondati su cassoni cellulari (Figura 8-17).

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali della soletta e delle travi l'area a giorno è sostanzialmente suddivisa in tre parti.

La prima parte è relativa alla zona container dove sono previsti i carichi maggiori. In questa zona la soletta ha uno spessore di 65 cm (15 cm di predalle, cioè casseri in cemento armato, e 50 cm di getto in opera); le campiture della soletta sono di 9,5 m x 12,02 m (misurati in asse alle travi), salvo i primi due campi, lato banchina, dove le campiture sono di 9,5 m x 15,24 m.

Le travi, previste a trefoli aderenti, hanno un'altezza di 1,89 m e sono posate alla quota 1,7 m s.l.m.m.. Infatti è previsto che i pilastri in cemento armato fondati sui cassoni affiorino 0,6 m dal livello medio del mare e sopra di questi vengano realizzati pulvini in cemento armato di altezza 1 m, su cui sono poi posizionati gli apparecchi di appoggio, in gomma armata, di spessore 0,1 m.

Le lunghezze delle travi sono tali da coprire le maglie tra i pilastri (9,5 m x 12,02 m nella grande generalità; 9,5 m x 15,24 m nei primi due campi lato banchina); i pulvini hanno dimensioni in pianta 4,2 m x 4,2 m.

La seconda parte è relativa alla zona della Terminal Rinfuse in questa zona la soletta ha uno spessore di 65 cm (15 cm di predalle e 50 cm di getto in opera); le travi hanno un'altezza di 1,89 m, con posa sempre prevista alla quota di 1,7 m s.l.m.m..

Anche in questo caso le lunghezze delle travi sono tali da coprire le maglie tra i pilastri (9,5 m x 12,02 m generalmente; 9,5 m x 15,24 m nei primi due campi lato banchina del terminal container); i pulvini hanno dimensioni in pianta 4,2 m x 4,2 m.

La terza parte è relativa alla zona della banchina delle compagnie petrolifere; in questa zona la soletta ha uno spessore di 65 cm (15 cm di predalle e 50 cm di getto in opera).

Le travi hanno un'altezza di 1,89 m, con posa sempre prevista alla quota di 1,7 m s.l.m.m.. Nuovamente le lunghezze delle travi sono tali da coprire le maglie tra i pilastri (9,5 m x 12,02 m generalmente; 9,5 m x 15,24 m nei primi due campi lato banchina del terminal container) ed i pulvini hanno dimensioni in pianta 4,2 m x 4,2 m.

I pilastri in cemento armato posti a sostegno dell'impalcato ed affioranti 0,6 m dal livello medio del mare, hanno sezione quadrata cava, con lato esterno di 30 m ed interno di 20 m. Essi, in gruppi di 9, sono fondati su un cassone cellulare in conglomerato cementizio armato (Figura 8-9 e Figura 8-18).

Ciascun elemento di fondazione è destinato a sorreggere non solamente la porzione di impalcato che si trova sulla sua verticale, ma anche una porzione dell'impalcato che collega tra loro i pilastri appartenenti a due cassoni di fondazione adiacenti.

Con questo criterio, l'impalcato risulta posato su 103 cassoni cellulari in cemento armato.

Di essi, 91 hanno una dimensione in pianta di 22 m x 27 m ed hanno un'altezza variabile tra 6 m ed 8,3 m; l'altezza dei cassoni, imbasati a quote variabili tra la -16,5 m s.l.m.m. e la -6,5 m s.l. m.m., e quindi dotati di pilastri di diversa altezza, è stata dimensionata secondo i comuni criteri di stabilità nautica.

I rimanenti 12 cassoni di fondazione, nei quali i pilastri verticali sono ubicati al di sotto delle vie di corsa delle gru di banchina ("ship to shore") del terminal container, hanno dimensioni in pianta di 22 m x 33,5 m.

Sono imbasati a quote comprese tra la -19,5 m s.l.m.m. e la -16,5 m s.l.m.m. e le altezze, valutate sempre secondo i criteri di stabilità nautica, sono variabili tra 8,3 m e 9,8 m.

Il cassone di fondazione ubicato allo spigolo Nord Est della piastra (Figura 8-9) costituisce un'eccezione rispetto a quanto sino ad ora riportato.

Esso infatti, oltre a sostenere l'impalcato, è destinato a contenere l'impianto di recupero delle particelle di carbone dilavate dalla banchina della Terminal Rinfuse a mezzo delle acque meteoriche; esso pertanto è un cassone cellulare a tutta altezza, (e non colonnare), con dimensioni in pianta di 22,25 m x 34 m, altezza 23,09 m, imbasato alla quota di -19,5 m s.l.m.m..

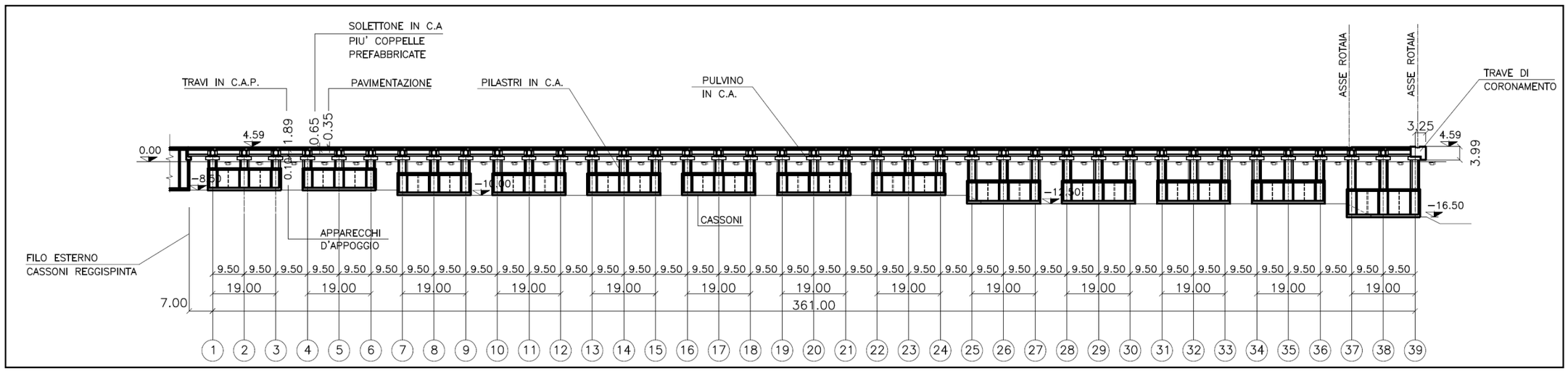


FIGURA 8-17 – SEZIONE LONGITUDINALE E TRASVERSALE DELLA STRUTTURA DELL'AREA A GIORNO.

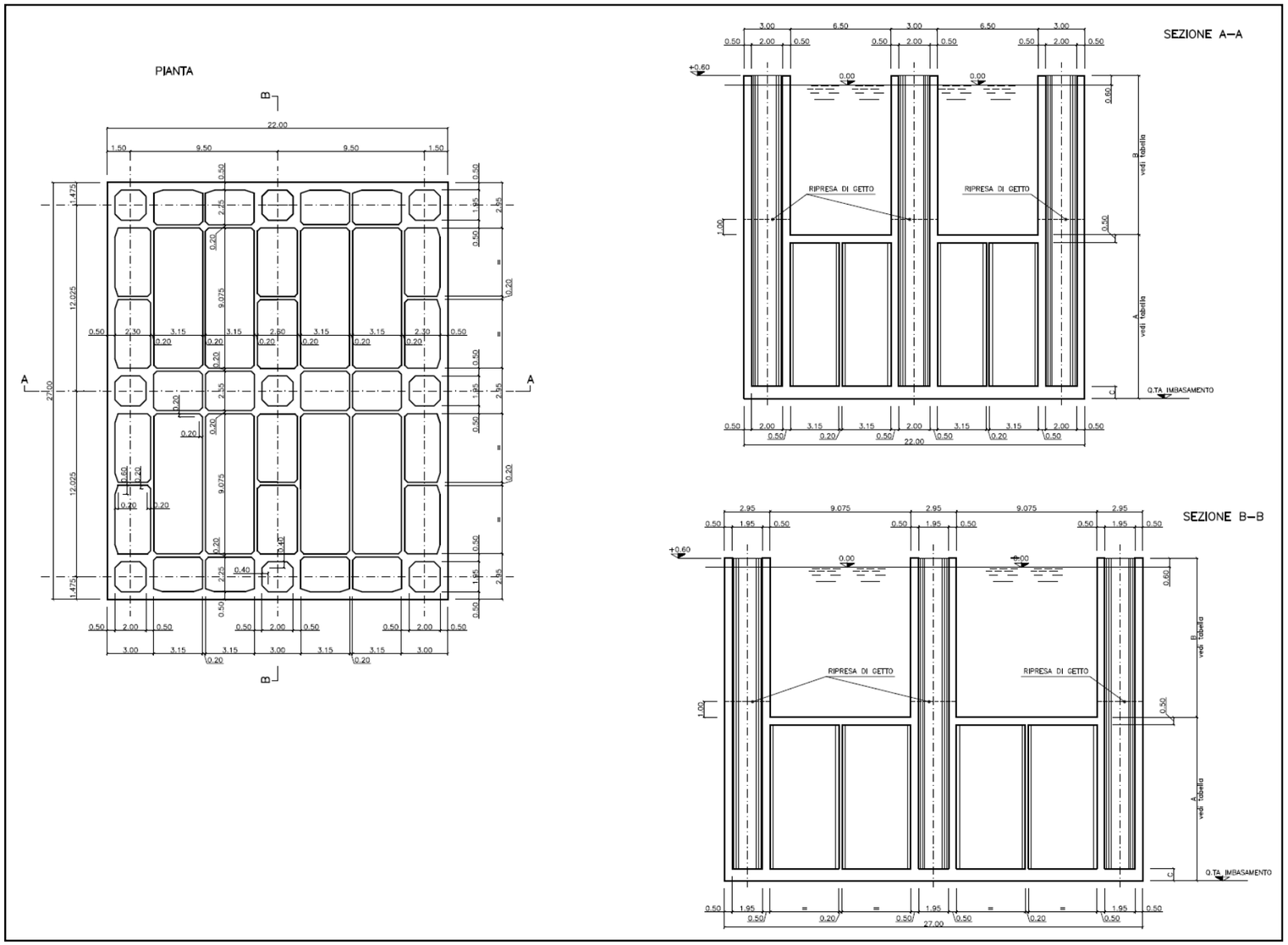


FIGURA 8-18 – PIANTA E SEZIONE TIPO DEI CASSONI COLONNARI PIÙ PICCOLI.

8.3.2.1 Bonifica geotecnica, precarica e imbasamento

La notevole sensibilità dell'impalcato ai cedimenti delle fondazioni ha richiesto un intervento sui terreni di fondazione, del tutto simile a quello già descritto per l'area in rilevato.

Si tratta in sostanza della:

– bonifica geotecnica (Figura 8-12), ovvero posa di uno strato di materiale di cava o similare, aventi caratteristiche definite (sabbia e ghiaia con diametro Ø variabile tra 1 e 60 mm), con spessore pari a 3 m, in grado di rendere possibile l'appoggio delle strutture sul fondale;

– realizzazione di una precarica, che, anticipando rispetto al momento dell'esercizio la consolidazione dei primi strati del terreno di fondazione, riduca i cedimenti sotto i carichi di esercizio a valori compatibili con la funzionalità dell'opera e la resistenza statica degli elementi dell'impalcato.

Il materiale per la bonifica geotecnica 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 minimo di 3 m.

La posa dei cassoni sul fondale "bonificato" avverrà previa l'interposizione di uno strato di materiale granulare (pietrame) di pezzatura 20-300 Kg, per uno spessore variabile tra 1 e 3 m (Figura 8-13).

8.3.3. Dispositivi di accosto ed ormeggio

I dispositivi di accosto e di ormeggio, che costituiscono, insieme alle scalette, i tipici arredi di banchina, sono stati individuati e dimensionati sulla base delle caratteristiche delle navi che possono approcciare la piastra multifunzionale, fornite dai terminalisti (Maersk A/S, compagnie petrolifere e Terminal Rinfuse), e sulla base delle quote del fondale utili per l'accosto.

In estrema sintesi si tratta di:

– navi porta container: da 20.000 t di dislocamento (nave più piccola; in realtà le probabilità di accosto di tale nave sono estremamnnete basse in quanto Maersk A/S ha previsto una dimensione minima di 84.100 t di dislocamento) sino a 218.000 t di dislocamento (nave tipo Emma Maersk), con una capacità di carico variabile da 600 TEUs a 12.500 TEUs;

– navi "bulk carrier": da 118.000 t di dislocamento;

– navi "tanker": da 7.360 t di dislocamento a 40.800 t di dislocamento.

Per le tipologie di parabordi sulle tre banchine (terminal container, compagnie petrolifere e Terminal Rinfuse) e del loro interasse è stata effettuata l'ipotesi fondamentale che il dispositivo di accosto prescelto rispondesse contemporaneamente ai criteri di dimensionamento statico e di massima utilizzabilità delle banchine, per l'intera estensione delle stesse, includendo anche le condizioni più gravose per l'accosto.

Allo scopo di distribuire in maniera adeguata le reazioni dei fender sullo scafo della nave, senza comprometterne l'integrità, è stata anche prevista l'installazione di pannelli frontali sui fender. 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.

Le bitte di ormeggio, invece, sono state dimensionate in modo da poter assicurare la nave alle strutture di banchina con adeguato margine di sicurezza.

Sono pertanto state dimensionate in base alle forze che vengono loro trasmesse attraverso i cavi di ormeggio dall'azione di onde, della corrente e del vento che agiscono sulla nave. Anche l'azione delle sesse, delle maree e la "ship suction" (forze che nascono dalle depressioni che si generano tra una nave all'ormeggio ed un'altra

che naviga nelle immediate vicinanze) non è stata trascurata, assumendo nel dimensionamento un coefficiente moltiplicativo cautelativo.

Un esempio di tali dispositivi è osservabile in Figura 8-10.

8.3.4. Dragaggio e riutilizzo dei materiali dragati

Per la realizzazione della piastra multifunzionale è prevista l'esecuzione di attività di dragaggio per poco più di 500.000 m^3 e attività di versamento/riempimento per circa poco più di 1.800.000 m^3 di materiale.

Come osservabile dalla Figura 8-19 alla Figura 8-21, che sono state estratte dalle corrispondenti tavole di progetto, cui si rimanda per maggiori dettagli, le attività di dragaggio sono necessarie per:

- imbasamento dei cassoni di soglia e di parte dei cassoni colonnari della banchina del terminal container (lato di levante della piastra). La quota è pari, rispettivamente a -18 m s.l.m.m. (banchina più interna) ed a -19,5 m s.l.m.m.. Il volume è complessivamente pari a 191.583 m^3;
- imbasamento dei cassoni colonnari della banchina delle compagnie petrolifere (lato di ponente della piastra). La quota è pari a -15 m s.l.m.m. e il volume è pari a 60.243 m^3;
- imbasamento dei cassoni colonnari all'angolo tra la banchina delle compagnie petrolifere e la banchina della Terminal Rinfuse (banchina in testata alla piastra). La quota è pari a -18 m s.l.m.m. e il volume è pari a 11.448 m^3;
- imbasamento dei cassoni colonnari della banchina della Terminal Rinfuse (banchina in testata alla piastra). La quota è pari a -19,5 m s.l.m.m. e il volume è pari a 18.948 m^3;
- imbasamento dei cassoni ed area di manovra per l'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere. La quota per i cassoni è variabile tra -10,5 m s.l.m.m. e -15,5 m s.l.m.m, mentre la quota per l'rea di manovra è pari a -12 m s.l.m.m. il volume è complessivamente pari a 33.930 m^3;
- accosto alla banchina più interna del terminal container. La quota è pari a -15 m s.l.m.m. ed il volume è pari a 147.737 m^3;
- accosto alla banchina delle compagnie petrolifere. La quota è pari a -12 m s.l.m.m. e il volume è pari a 32.600 m^3;
- accosto alla banchina della Terminal Rinfuse. La quota è pari a -15 m s.l.m.m. ed il volume è pari a 1.666 m^3;
- posa della struttura di sbocco del sistema di ricambio idrico tra il bacino di ponente ed il bacino di levante delimitati dall'area a terra della piastra. La quota è pari a - 6 m s.l.m.m. ed il volume è pari a 5.176 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.

La disposizione del materiale dragato nelle strutture previste e di cui nel seguito, invece, avverrà con la stessa tecnologia impiegata per il dragaggio e cioè l'"Ecograb" che consentirà di ridurre la perdita di materie fino durante le operazioni di versamento.

Prima dell'avvio della fase di realizzazione sarà comunque realizzata una prova di dragaggio che consentirà di ottimizzare l'esecuzione della lavorazione. La prova potrebbe essere costituita dalle stesse attività di dragaggio per l'imbasamento dei cas-

soni dell'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere, viste le esigue quantità in gioco.

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) (Figura 8-22) e per la realizzazione della cassa di colmata sui cui sarà ubicata l'area cantieri del comparto D3 (Figura 8-23).

Per i cassoni che saranno utilizzati si tratta sostanzialmente dei cassoni di soglia (banchina più interna del terminal container), dei cassoni reggispinta di delimitazione dell'area a terra dall'area a giorno e, infine, dei cassoni necessari per l'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere.

In virtù delle succitate caratteristiche geotecniche, e di cui al Paragrafo 11.3.2.1, 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 del processi di consolidamento, favoriti anche dalla diluzione 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 500.000 m^3 a 350.000-400.000 m^3.

Il volume geometricamente disponibile per ospitare il materiale dragato nei cassoni di cui in precedenza è pari a circa 220.000 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.

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%.

Occorre precisare che tale stima è affetta da incertezza, in quanto dipende da molto parametri, tra cui, in primis, la velocità di riempimento. Il fatto che le attività di dragaggio avverranno in modo diluito nel tempo, consente comunque di ritenerla una stima cautelativa.

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.

Quanto sopra sarà comunque verificato nell'ambito delle prime fasi di riempimento (e parzialmente, durante l'esecuzione del campo prove per la bonifica geotecnica e della prova di dragaggio) e durante lo svolgimento delle attività.

Qualora invece ciò non si verificasse, la quantità residua, stimabile in alcune decine di migliaia di metri cubi, sarà utilizzata come riempimento per i cassoni colonnari di fondazione della parte a giorno, che hanno un volume complessivo di riempimento dell'ordine dei 200.000m^3.

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, sarà comunque necessario tarare sui nuovi pesi il sistema di precarica degli stessi cassoni. Inoltre 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 (Paragrafo 11.3.2.3) 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.

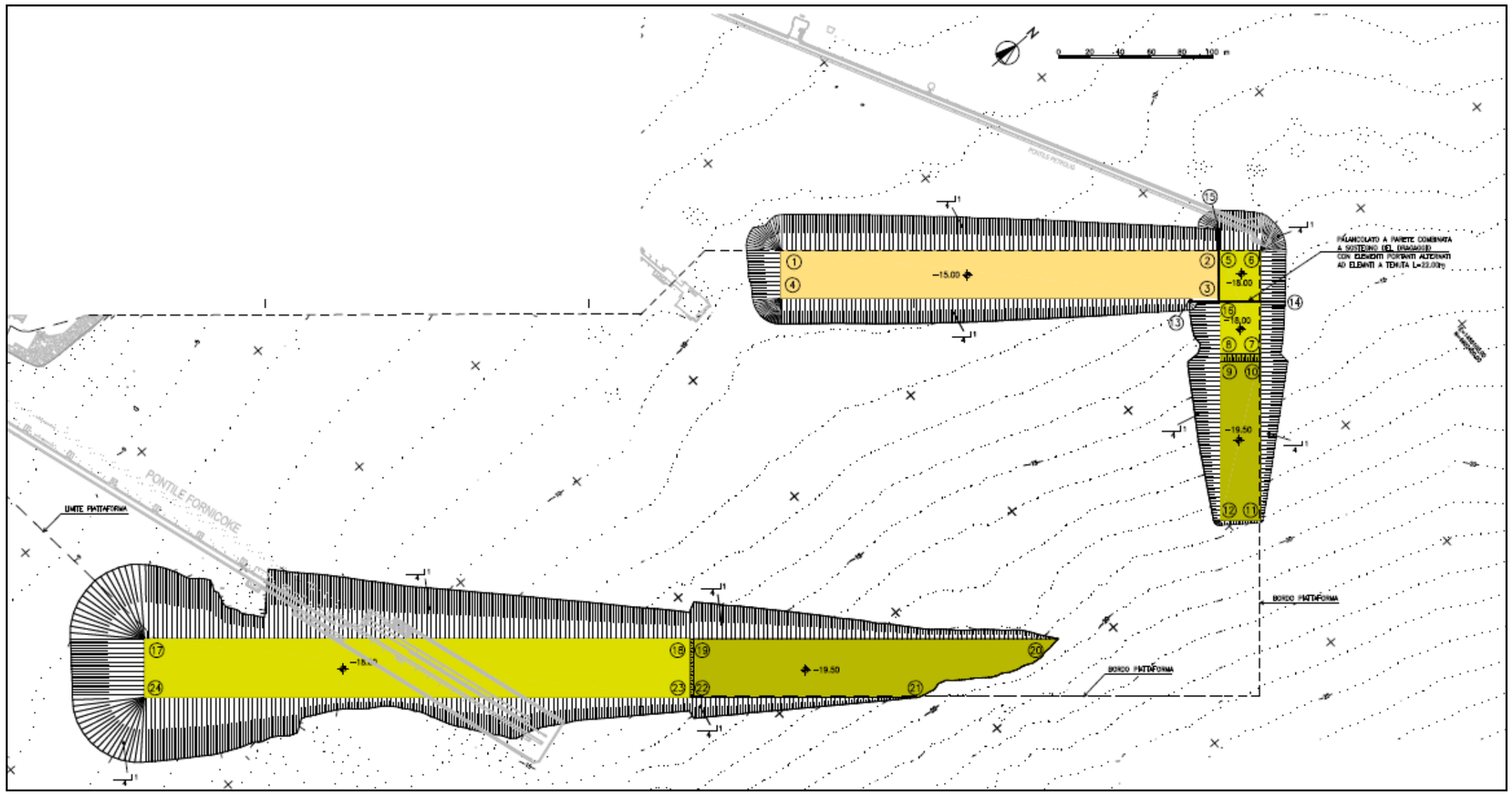


FIGURA 8-19 – AREE DI DRAGAGGIO PER L'IMBASAMENTO DEI CASSONI (BANCHINE DEL TERMINAL CONTAINER, IN BASSO, PER LA POSA DEI CASSONI DI SOGLIA E DEI CASSONI COLONNARI, BANCHINA PER LE COMPAGNIE PETROLIFERE, IN ALTO A DESTRA, E BANCHINA DELLA TERMINAL RINFUSE, A DESTRA, ENTRAMBE PER LA POSA DEI CASSONI COLONNARI).

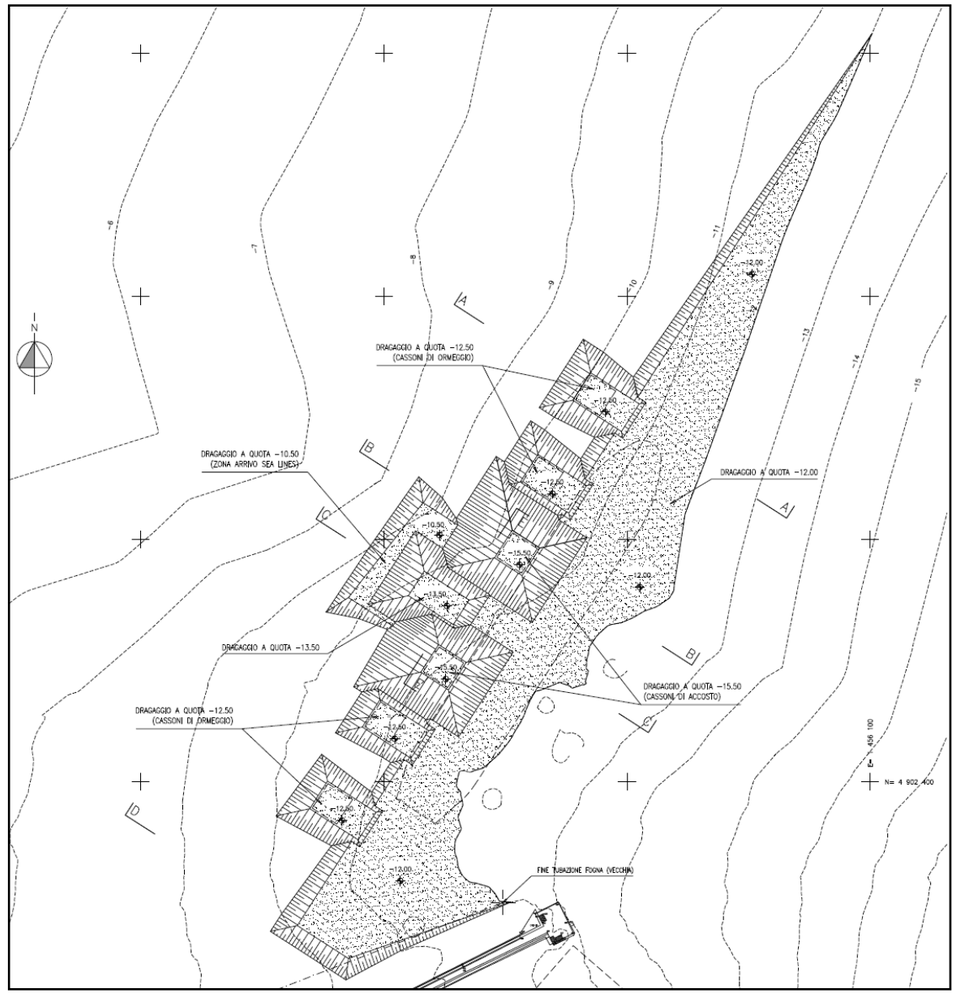


FIGURA 8-20 – AREE DI DRAGAGGIO PER L'IMBASAMENTO DEI CASSONI E L'AREA DI MANOVRA PER L'ACCOSTO PROVVISORIO DELLE COMPAGNIE PETROLIFERE.

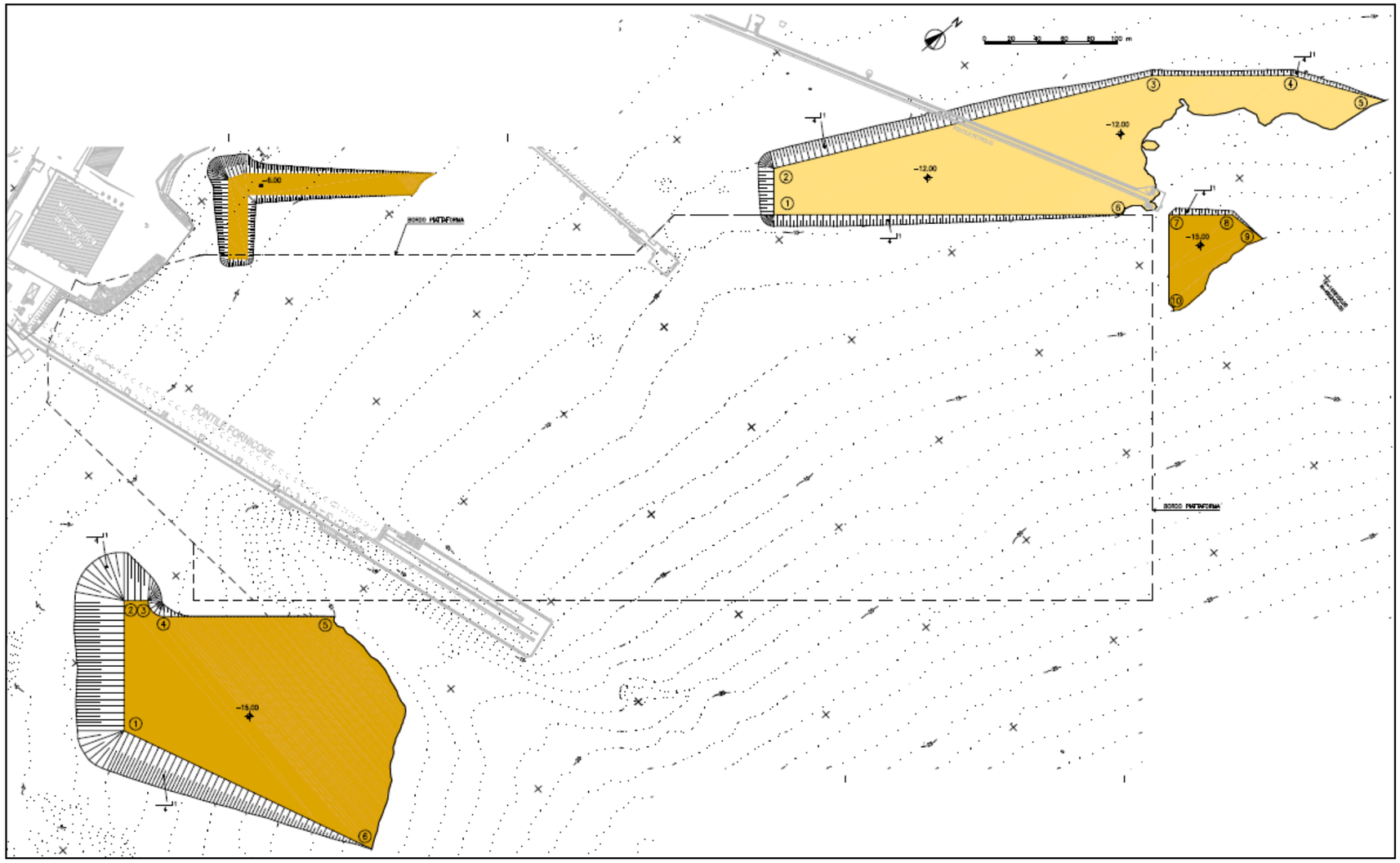
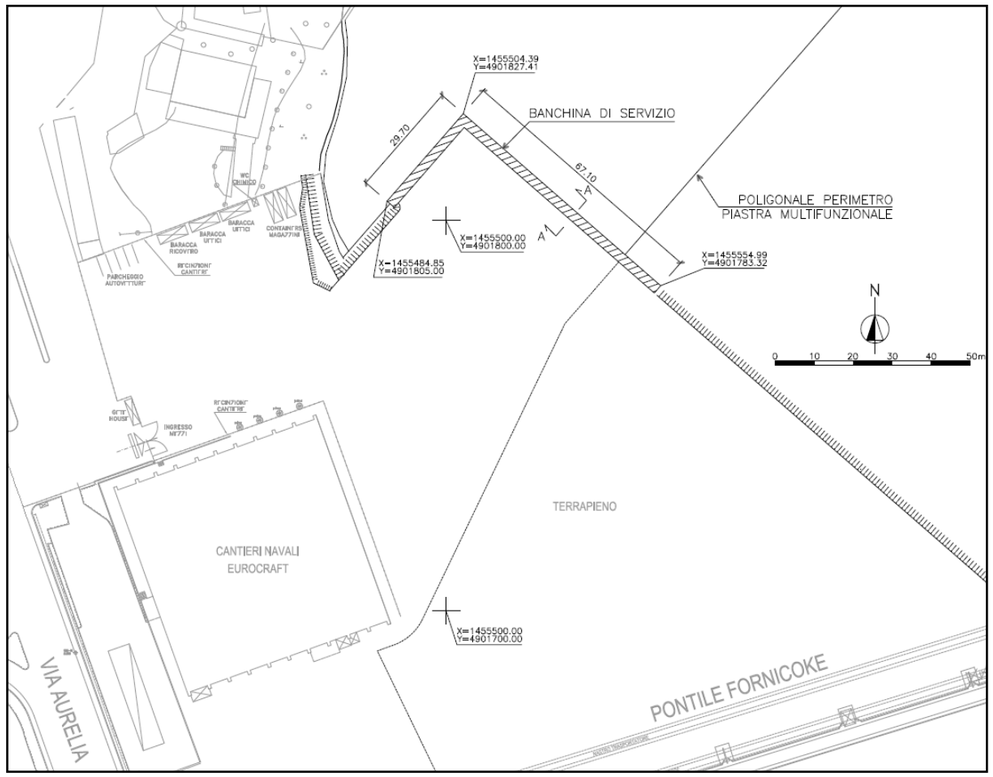


FIGURA 8-21 – AREE DI DRAGAGGIO PER L'ACCOSTO ALLA BANCHINA PIÙ INTERNA DEL TERMINAL CONTAINER (IN BASSO), PER LA POSA DELLA STRUTTURA DI SBOCCO DEL SISTEMA DI RICAMBIO IDRICO (IN ALTO A SINISTRA), PER L'ACCOSTO DELLE COMPAGNIE PETROLIFERE (IN ALTO A DESTRA) E PER L'ACCOSTO DELLA TERMINAL RINFUSE (A DESTRA).



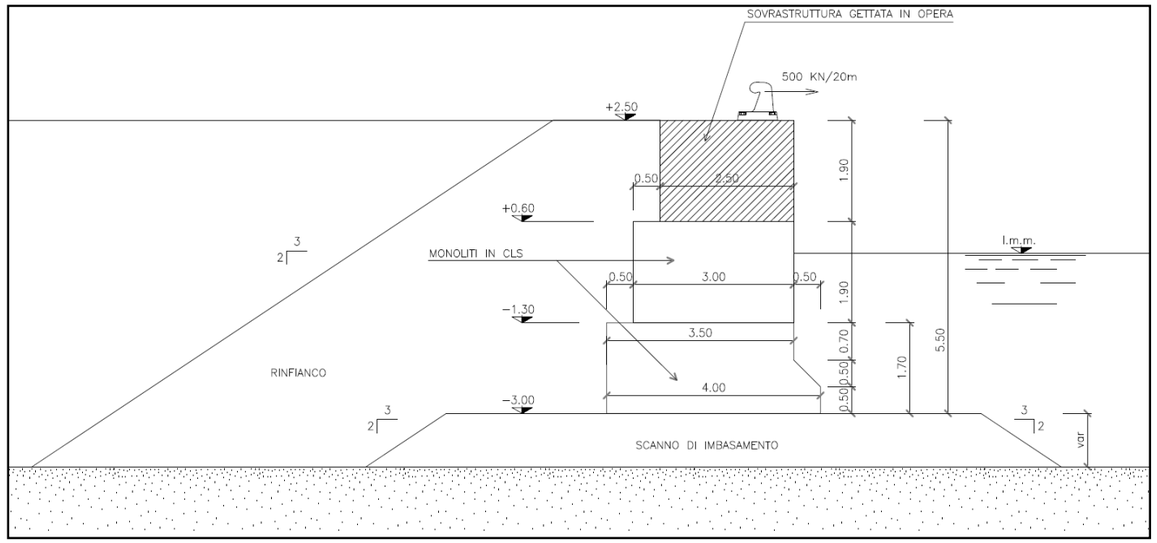


FIGURA 8-22 – PLANIMETRIA E SEZIONE DELLA BANCHINA DI SERVIZIO DI FRONTE AL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT (ANTICIPAZIONE DI UN PARTE DEL COMPARTO D2 DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE).

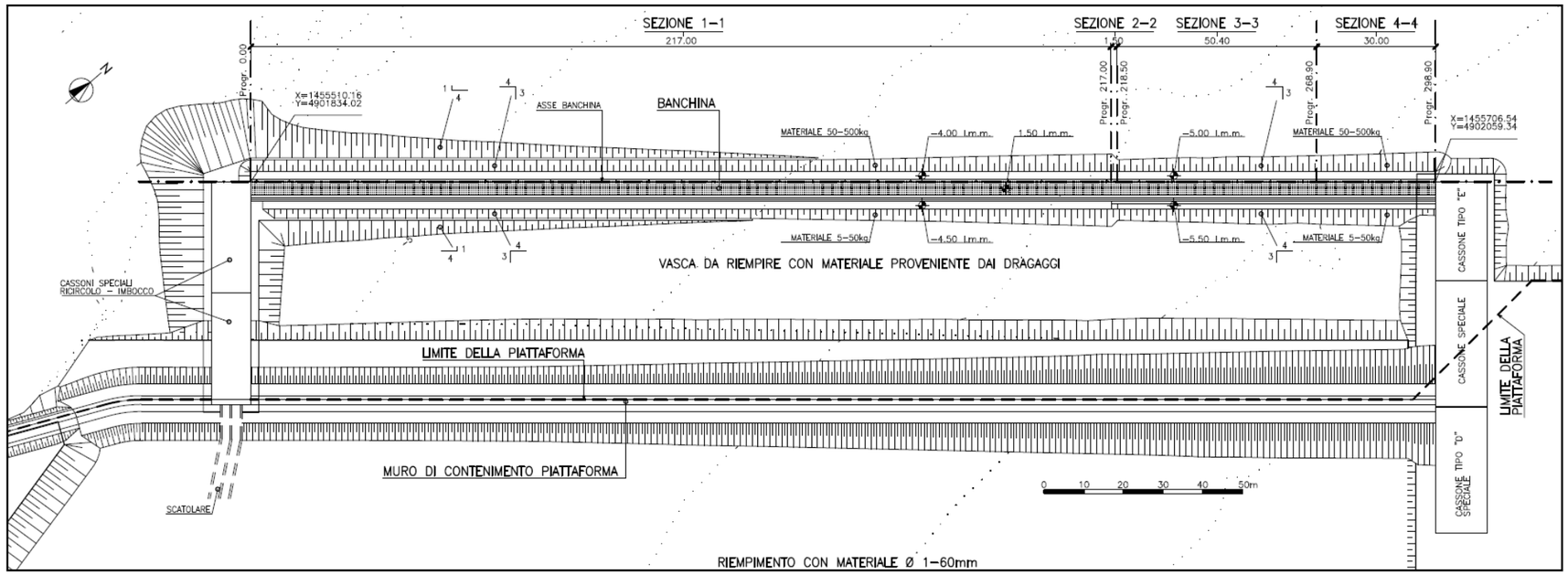
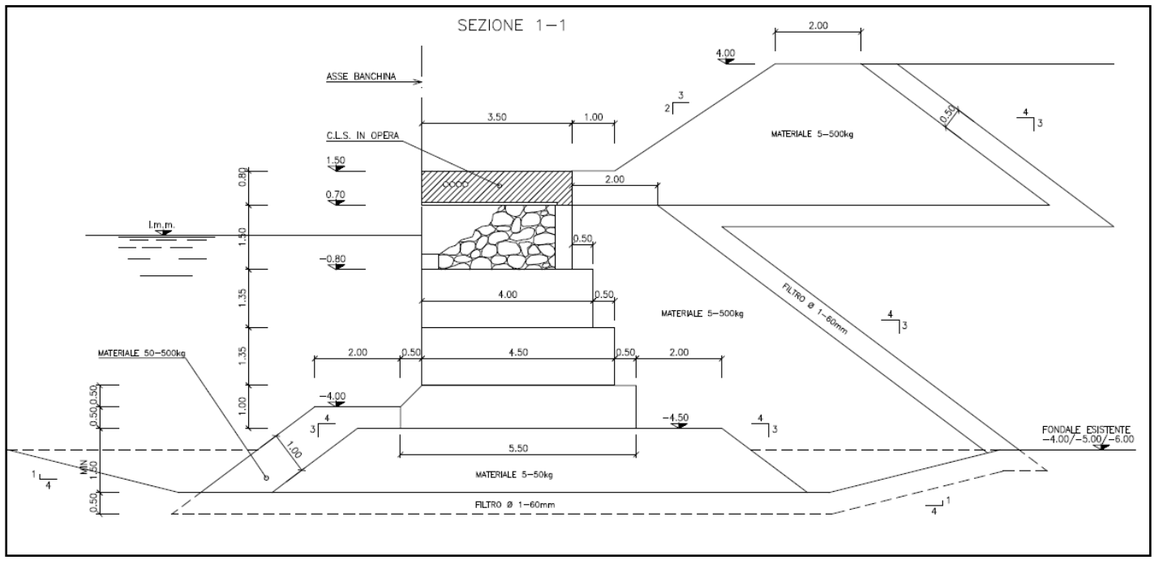


FIGURA 8-23 – PLANIMETRIA E SEZIONE DELLA CASSA DI COLMATA SU CUI SARÀ REALIZZATO IL COMPARTO D3 (ANITICIPAZIONE DEL RELATIVO SAU DEL COMUNE DI VADO LIGURE). LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATA DA UN CASSONE REGGSIPINTA IN CUI SARÀ POSTA LA STRUTTURA DI SBOCCO DEL SISTEMA DI RICAMBIO IDRICO, LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA RISPETTIVAMENTE DA UN CASSONE REGGISPINTA E DA BLOCCHI IN CALCESTRUZZO.



8.3.5. Protezione dei fondali

La protezione del fondale nasce dalla necessità di evitare l'erosione del fondale per effetto delle sollecitazioni provocate dalle eliche delle navi e dal moto ondoso nella fascia di fondale dragato antistante le banchine.

La protezione del fondale al piede delle tre banchine è stata posizionata nelle zone dragate, estendendola fino ad una batimetrica di due metri inferiore rispetto alle quote del dragaggio, ovvero fino alla -17 m s.l.m.m. al piede della banchina del terminal container e della Terminal Rinfuse e fino alla -14 m s.l.m.m. al piede della banchina delle compagnie petrolifere.

Per proteggere il fondale è necessario avere uno strato filtro in grado di trattenere il materiale naturale e la protezione deve essere essa stessa resistente alle correnti indotte sul fondale dalle eliche e dal moto ondoso. Tale strato, in altre parole, deve essere in grado di impedire l'asportazione dei materiali naturali sottostanti alla profondità dei dragaggi la cui persistente perdita in quantità eccessive provocherebbe lo scavo al piede della banchina.

Il criterio informatore utilizzato nella progettazione della protezione del fondale è stato quello di ricercare un elemento di ridotto spessore rispetto a quella che sarebbe necessaria con la consueta protezione in pietrame; infatti questa soluzione avrebbe portato ad un incremento dei volumi di sedimento da dragare, con effetti negativi sia dal punto di vista ambientale, sia dal punto di vista dell'economicità e celerità del lavoro.

La ricerca ha portato ad individuare un materasso filtrante zavorrato in grado di proteggere il materiale naturale e al contempo resistere alle sollecitazioni.

Questa soluzione fornisce adeguate garanzie di durabilità alle sollecitazioni cicliche indotte dalle azioni pulsanti provocate dalle turbolenze derivanti dalla propulsione delle navi e dal moto ondoso. Inoltre, il geotessuto utilizzabile con tale tipologia di materasso, poiché non ha funzioni strutturali, appartiene ad una tipologia di geotessuti in grado di trattenere materiale più fine e svolgere pertanto con maggior sicurezza la funzione di filtro.

Il sistema si compone di: geosintetico inferiore (di filtrazione), rete tridimensionale di contenimento, rete metallica di rinforzo, materiale di zavorramento, geosintetico superiore di completamento.

8.3.6. Rete di captazione delle acque meteoriche

La rete fognaria della piastra multifunzionale è stata verificata sulla base di eventi con tempi di ritorno di 10 anni, applicando dunque una scelta cautelativa rispetto a quanto previsto dalla normativa di riferimento (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 Marzo 1996).

L'allontanamento delle acque meteoriche sarà realizzato mediante un sistema di canalette grigliate, che intercettano linearmente gli afflussi meteorici e scaricano il deflusso nei collettori inferiori, paralleli al tracciato delle stesse, ubicati all'interno della struttura della piastra sotto il piano carrabile (Figura 8-24).

Lo scarico delle canalette ai collettori inferiori, invece, è realizzato mediante pluviali verticali, che impongono alla canaletta un funzionamento idraulico a grondaia

Un sistema di condotte corrugate in polietilene ad alta densità (PEAD) è utilizzato per il convogliamento dell'acqua agli impianti di trattamento che prevedono una fase di sedimentazione e di disoleazione degli inquinanti imputabili all'usura dei mezzi pesanti e del manto stradale, alla combustione dei carburanti ed alle perdite di olio.

Le canalette grigliate intercettano l'acqua meteorica prima delle rotaie delle gru del terminal container. Quest'ultime sono incassate in travi ad U a sezione larga, che poggiano direttamente sulla soletta di calcestruzzo; per assicurare il loro svuotamen-

to dal deflusso meteorico sono realizzati dei pluviali di scarico al collettore inferiore (Figura 8-25).

L'acqua di collettamento viene diretta alle vasche di trattamento, inserite in speciali cassoni (Figura 8-26), opportunamente dimensionati per ospitare la depurazione, senza interrompere il traffico veicolare soprastante. La struttura è dunque in grado di resistere ai carichi di progetto della piastra.

In particolare l'acqua proveniente dal terminal container e dall'area delle compagnie petrolifere confluisce in due vasche centrali (cassoni reggispinta); le acque dall'area di accesso al terminal sono invece convogliate in una vasca ubicata alla radice della piastra (cassone di soglia), mentre il trattamento dell'area della Terminal Rinfuse è collocato nella relativa banchina (cassone sullo spigolo Nord Est della piastra).

Quest'ultimo collettamento deve considerare l'utilizzo dell'area funzionale legato al trasporto di carbone; pertanto si deve consentire una facile manutenzione e accessibilità dei canali collettori, per evitare intasamenti e malfunzionamenti del sistema di drenaggio.

I canali grigliati, pertanto, non scaricano le portate raccolte in collettori sottostanti, ma sversano direttamente nella vasca di trattamento, per evitare intasamenti degli scarichi pluviali e per consentire un controllo visivo del drenaggio.

Lo scarico a mare dell'acqua meteorica nella banchina della Terminal Rinfuse è anticipato da un trattamento di prima sedimentazione meccanica e successivamente da un processo di chiaro flocculazione.

Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche anticipano lo scarico a mare che dovrà avvenire nel rispetto dei valori limite imposti dalla normativa vigente di riferimento (Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i.).

Il sistema di raccolta, infine, prevede la raccolta anche delle acque reflue dei tre edifici che saranno presenti sulla piastra: l'edifico della Maersk A/S (420 abitanti equivalenti), l'edificio della Terminal Rinfuse (29 abitanti equivalenti) e l'edificio ad uso misto per Terminal Rinfuse e Maersk A/S (20 abitanti equivalenti).

Il sistema di allontanamento delle acque reflue consiste in una serie di allacciamenti con il collettore principale, prima dello sversamento nella stazione di sollevamento relativa a ciascuno dei tre edifici. Dopo il sollevamento finale il refluo viene inviato alla rete di fognatura pubblica

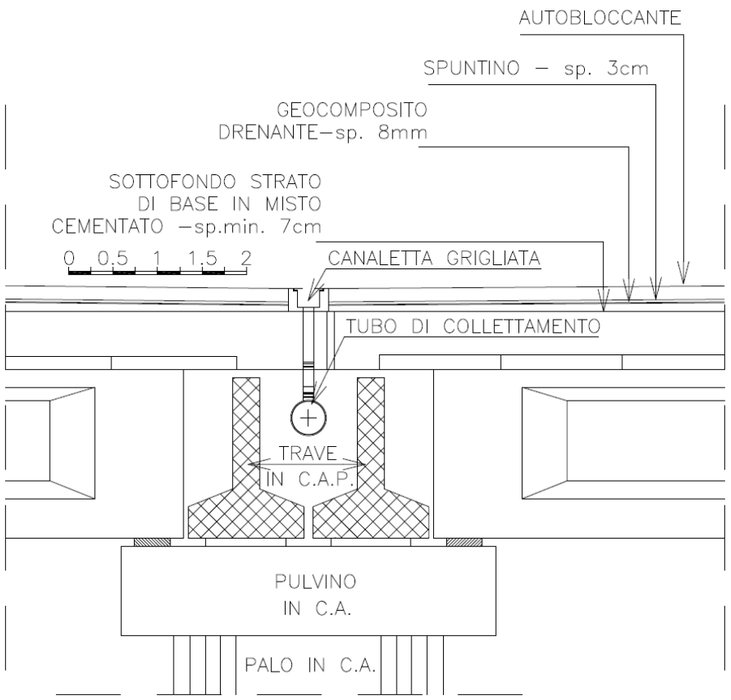


FIGURA 8-24 – SISTEMA DI ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE. ESEMPIO PER L'AREA A GIORNO.

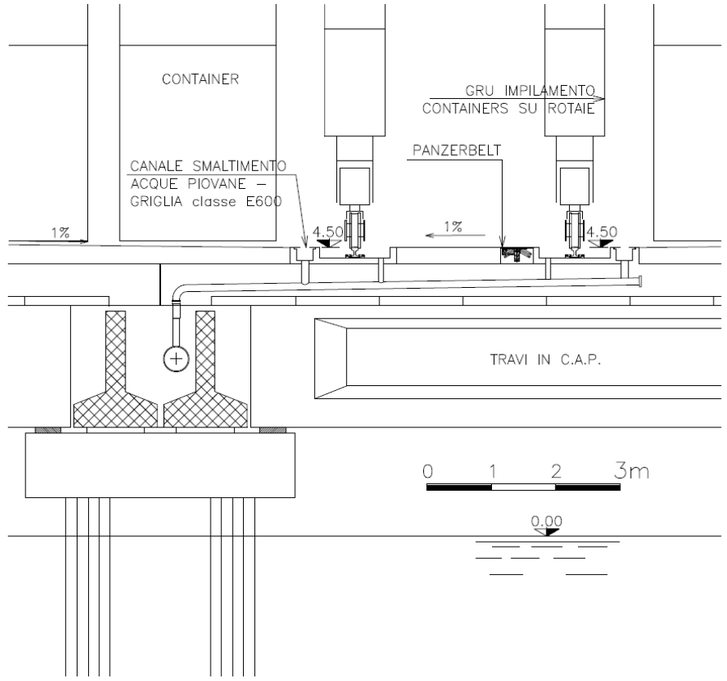


FIGURA 8-25 – SISTEMA DI ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE. ESEMPIO DI SPAZIO INTERMEDIO TRA LE FILE DI CONTAINER

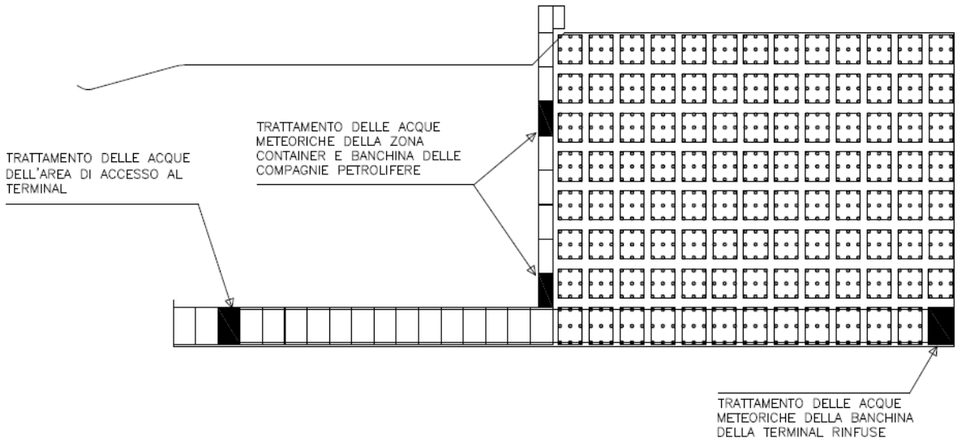


FIGURA 8-26 – UBICAZIONE DELLE VASCHE DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.

8.3.7. Pavimentazioni e finiture superficiali

La scelta delle pavimentazioni nelle varie zone della piastra è dipesa di requisiti funzionali propri delle differenti aree in cui è suddivisibile.

Nella zona delle banchine delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse è stata adottata una pavimentazione in calcestruzzo, al fine di ottenere una maggiore impermeabilità nel caso di eventuale spandimento di oli e per poter operare con una pala nel caso di spandimento delle particelle di carbone.

Si tratta in sostanza di una pavimentazione usuale in calcestruzzo di spessore 25 cm, armato con rete elettrosaldata e con giunti tagliati lungo una maglia di 6 m x 6m. Dal punto di vista statico tale pavimentazione non riveste alcuna valenza particolare dato che è appoggiata su una struttura rigida e resistente quale l'impalcato.

Lungo la strada di accesso alla suddette banchine è stata prevista, ai fine di ridurre al minimo le attività manutentive, una pavimentazione flessibile di tipo bituminoso. Anche in questo caso nella zona dell'impalcato la pavimentazione non ha necessitato di alcun dimensionamento.

Nella zona a terra il pacchetto previsto è costituito da 35 cm di misto stabilizzato, 26 cm di misto cementato, 10 cm di conglomerato bituminoso, 5 cm di binder e 5 cm di tappeto di usura, mentre al confine con i cassoni reggispinta, di differente rigidezza rispetto al rilevato, è stata prevista l'installazione di piastre di accesso in conglomerato cementizio armato (6 m x 6 m, spessore 25 cm).

Nella zona del terminal container la pavimentazione prescelta è stata in blocchetti autobloccanti in calcestruzzo, al fine di minimizzare i costi di manutenzione ed ottenere elevata versatilità e resistenza alle azioni radenti trasmesse dagli automezzi in manovra.

I blocchetti avranno spessore di 8 cm nelle aree di deposito e 15 cm nelle aree di transito, in quanto in quest'ultime oltre ai carichi statici agiscono anche forze dinamiche. Essi saranno posati su uno strato di d 3 cm di ghiaietto di piccole dimensioni (il cosiddetto "spuntino") che a sua volta, nelle sole aree di transito, poserà su uno strato di geotessile drenante.

Nell'area a giorno sotto il ghiaietto e/o il ghiaetto abbinato al geotessile è prevista la posa di un misto cementato, mentre nell'area giorno la posa di un misto cementato e di un misto stabilizzato di spessore rispettivamente 32 cm e 35 cm nelle aree di deposito e 25 cm e 35 cm nelle aree di transito.

8.3.8. Servizi ed impianti

I servizi e gli impianti ubicati sulla piastra multifunzionale, al di là del sistema di captazione delle acque meteoriche descritto in precedenza, sono essenzialmente l'impianto antincendio e l'impianto di approvvigionamento idrico.

L'impianto antincendio è suddiviso in due; un primo, ad acqua dolce, a servizio dell'intera piastra ed un secondo, funzionante con acqua di mare, a servizio della banchina delle compagnie petrolifere.

Per entrambi è stata affrontata la prevenzione incendi e formulata la relativa analisi di rischio.

L'impianto ad acqua dolce è costituito da una rete di idranti sottosuolo (tubazione in PEAD) che corre lungo tutto il perimetro della piastra. Poiché dalla rete dell'acquedotto non è possibile derivare le portate richieste al funzionamento dell'impianto, è stato inserito un gruppo a spinta in grado di soddisfare i necessari requisiti di pressione.

L'impianto ad acqua di mare, che deve fornire circa 25.000 l/minuto e consente di poter prevedere anche interventi di lunga durata., sarà abbinato ad un impianto schiumogeno, in grado di soffocare eventuali incendi che dovessero generarsi su prodotti accidentalmente sversati a mare.

L'impianto di approvvigionamento idrico delle navi, infine, sarà costituito da una rete interrata do tubazioni in polietilene ad alta densità e da una serie di idranti sottosuolo. Questi ultimi saranno collocati sul perimetro delle 3 banchine; la rete della banchina del terminal container alimenterà anche la palazzina uffici e l'officina.

8.4. Fase di realizzazione

La realizzazione della piastra multifunzionale comporta 53 mesi di lavorazioni; 6 mesi, invece sono necessari prima dell'effettivo avvio delle lavorazioni.

Questo 6 mesi costituiscono il periodo necessario per l'avvio della cantierizzazione e per la predisposizione iniziale dell'accosto provvisorio per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) che per esigenza espressa dalle stesse, in appositi incontri, dovranno subire la minima inoperatività durante l'esecuzione dei lavori della piastra multifunzionale. Differente invece la questione per la Terminal Rinfuse che nei medesimi incontri ha ammesso la possibilità di una certa inoperatività, in virtù della disponibilità di aree di deposito a terra.

8.4.1. Programma dei lavori

E' stato ritenuto utile raggruppare le fasi costruttive in macro gruppi aventi durata temporale di 6 mesi (illustrati da Figura 8-27 a Figura 8-37). Tale azione di raggruppamento non è stato fatta con l'intenzione di ridurre il livello di dettaglio, quanto con l'intenzione di semplificare la lettura della complessità e della tempistica delle attività previste. Ed anche la descrizione riportata per ciascun gruppo di fasi si muove in questa direzione, senza tralasciare comunque elementi necessari per la successiva valutazione delle singoli attività.

Come osservabile Figure seguenti, e nella descrizione sintetica fornita, sono stati individuati 10 gruppi di fasi (la prima Figura si riferisce allo stato attuale), che coprono un periodo compreso dal cosiddetto mese -6 al mese 53.

Le attività di costruzione della piastra multifunzionale dureranno complessivamente 53 mesi, a partire dal mese 0, cioè il mese di effettivo avvio delle lavorazioni connesse.

I mesi indicati come da -6 a 0, invece, costituiscono il periodo necessario per l'avvio della cantierizzazione e per la predisposizione iniziale dell'accosto provvisorio per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) che per esigenza espressa dalle stesse, in appositi incontri, dovranno subire la minima inoperatività durante l'esecuzione dei lavori della piastra multifunzionale.

Differente invece, come appare dallo sviluppo delle fasi costruttive, la questione per la Terminal Rinfuse che nei medesimi incontri ha ammesso la possibilità di una certà inoperatività, in virtù della disponibilità di aree di deposito a terra.

Fase 1: dal mese -6 al mese 0

Questa fase comprende l'intero periodo di cantierizzazione, nonché l'avvio della realizzazione della banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft (terrapieno e posa delle strutture di delimitazione). È altresì compresa l'attività di dragaggio per l'imbasamento dei cassoni dell'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere e l'avvio della posa, lungo l'attuale pontile della Petrolig, della nuova tubazione (con relativa piattaforma) che sarà adottata durante l'accosto provvisorio.

Fase 2: dal mese 0 al mese 6

Si completa la posa della tubazione lungo il pontile della Petrolig, sono posati i cassoni per l'accosto provvisorio e le relative sovrastrutture, si raccorda il terrapieno alle strutture di delimitazione della banchina di servizio, si esegue il dragaggio dell'area di manovra dell'accosto provvisorio e, con il materiale scavato si procede con il riempimento della banchina di servizio. Si posa la "sealine" di collegamento tra le sovrastrutture posate e la nuova tubazione dell'accosto provvisorio, e si avvia la realizzazione delle piste per il riempimento dell'area a terra, includendo anche il riempimento della parte prossima alla linea di riva, e della cassa di colmata del comparto D3. Relativamente alla cassa vengono posati i cassoni di delimitazione della prima parte (quella più verso riva) e viene avviata la posa dei relativi blocchi di calcestruzzo di chiusura verso mare.

Fase 3: dal mese 6 al mese 12

Si completa la posa dei blocchi di chiusura della prima parte della cassa di colmata verso mare, compresa la scogliera provvisoria di protezione sul fronte esposto al moto ondoso, e si procede con la realizzazione delle piste per l'area a terra andando a chiudere il fronte esposto (anche con scogliere provvisorie di protezione). Nell'area a terra, un volta protetta, proseguono le attività di riempimento mentre nell'area a giorno inizia la bonifica geotecnica del fondale e la posa del materiale per l'imbasamento dei cassoni. Contestualmente si avviano le attività di dragaggio per la posa dei cassoni della banchina dell'accosto definitivo delle compagnie petrolifere ed il materiale scavato viene disposto all'interno della prima parte della cassa di colmata precedentemente realizzata Si procede anche con la posa del cassone reggispinta di delimitazione della seconda parte della cassa ed con la posa del nuovo fronte di blocchi di calcestruzzo di delimitazione verso mare.
Uno "step" importante di questo gruppo di fasi è il mese 7, che segna la piena operatività dell'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere e l'avvio dei lavori di realizzazione del sovrappasso della Via Aurelia. La testata del pontile della Esso Italiana viene così completamente rimossa.

Fase 4: dal mese 12 al mese 18

Viene rimossa circa una metà del pontile della Esso Italiana, e una volta completa la chiusura con blocchi di calcestruzzo della seconda parte della cassa di colmata, si esegue il dragaggio per la posa dei cassoni della banchina della Terminal Rinfuse. Si procede con le attività di bonifica geotecnica e di posa del materiale di imbasamento e si procede con il riempimento dell'area a terra (passando in alcune parti dalla quota di 2,5 m s.l.m.m. alla quota finale di 4,5 m s.l.m.m.) e con la realizzazione di nuove piste (e relative scogliere di protezione) per avanzare con il fronte di lavorazione. Contestualmente vengono posati i primi cassoni reggispinta di delimitazione tra l'area a terra e l'area a giorno della piastra. Vengono anche posati i primi cassoni colonnari, ed il relativo impalcato, lungo la futura banchina delle compagnie petrolifere. Al mese 15, l'accosto verso levante sul pontile della Terminal Rinfuse, viene dismesso; possono dunque iniziare le attività per realizzare la banchina più interna del terminal container.

Fase 5: dal mese 18 al mese 24

Si procede con le attività di bonifica geotecnica e di posa del materiale di imbasamento e, contestualmente con la realizzazione di una pista di lavoro (con relativa scogliera provvisoria di protezione) lungo il pontile della Terminal Rinfuse, lato verso levante, si procede con le attività di riempimento dell'area a terra (includendo gli

incrementi di quota necessari raggiungere la quota finale di progetto). Prosegue a anche la posa dei cassoni colonnari, e del relativo impalcato, andando a completare la futura banchina delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse. Viene smontato l'impianto ed il pontile verso levante della Terminal Rinfuse e viene avviato il dragaggio per la posa dei cassoni lungo la banchina più esterna del terminal container.

Fase 6: dal mese 24 al mese 30

Si completa il dragaggio per la posa dei cassoni lungo la banchina più esterna del terminal container, e il relativo versamento di materiale per l'imbasamento, si procede con la posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato nell'area a giorno e si procede con la realizzazione del riempimento dell'area a terra, previa posa dei necessari cassoni reggispinta. Al mese 29 inizia la realizzazione del primo blocco dell'edifico della Maersk A/S, cioè della parte più verso ponente dello stesso.

Fase 7: dal mese 30 al mese 36

Continuano le attività di riempimento dell'area a terra, con posa dei necessari cassoni reggispinta, e, nell'area a giorno, continuano le attività di posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato. Al mese 33 cessano le attività di accosto sul pontile, lato ponente, della Terminal Rinfuse e, successivamente, iniziano le attività di demolizione del pontile e di realizzazione del muro di delimitazione dello spigolo più meridionale della piastra. Si completa ala costruzione del primo blocco dell'edificio della Maersk A/S.

Fase 8: dal mese 36 al mese 42

Viene completata la demolizione del pontile della Terminal Rinfuse, viene continuata la realizzazione dell'area a terra, con la relativa posa dei cassoni reggispinta, e, nell'area a giorno viene ultimata la posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato. Viene effettuato il dragaggio per la posa dei cassoni di soglia (banchina più interna del terminal container), il versamento del relativo materiale di imbasamento e viene iniziata la posa dei cassoni.

Fase 9: dal mese 42 al mese 48

Si completa la posa dei cassoni di soglia e reggispinta, si esegue il dragaggio per l'accosto alla banchina più interna del terminal container, per l'accosto alla banchina in testata (Terminal Rinfuse) e per l'accosto definitivo delle compagnie petrolifere. Contestualmente all'avvio delle attività di dragaggio viene realizzata la terza ed ultima parte della cassa di colmata andando a chiuderla sulla banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft con un cassone che ospiterà la struttura di sbocco del sistema di ricambio idrico tra i due bacini delimitati dall'area a terra della piastra. Viene avviata la costruzione del secondo blocco dell'edificio della Maersk A/S e del parcheggio interrato e si completano le attività di riempimento dell'area a terra portandola tutta alla quota di +4,50 (tranne il raccordo con l'esistente che rimane alla + 2,50).

Fase 10: dal mese 48 al mese 53

Viene posata il sistema per il ricambio idrico, si completa la costruzione del parcheggio interrato e del secondo blocco dell'edificio della Maersk A/S. Si esegue la posa dell'impiantistica meccanica ed elettrica, delle tubazioni, delle rotaie, degli arredi di banchina, della pavimentazione e di quanto necessario per il completamento dell'edificio.

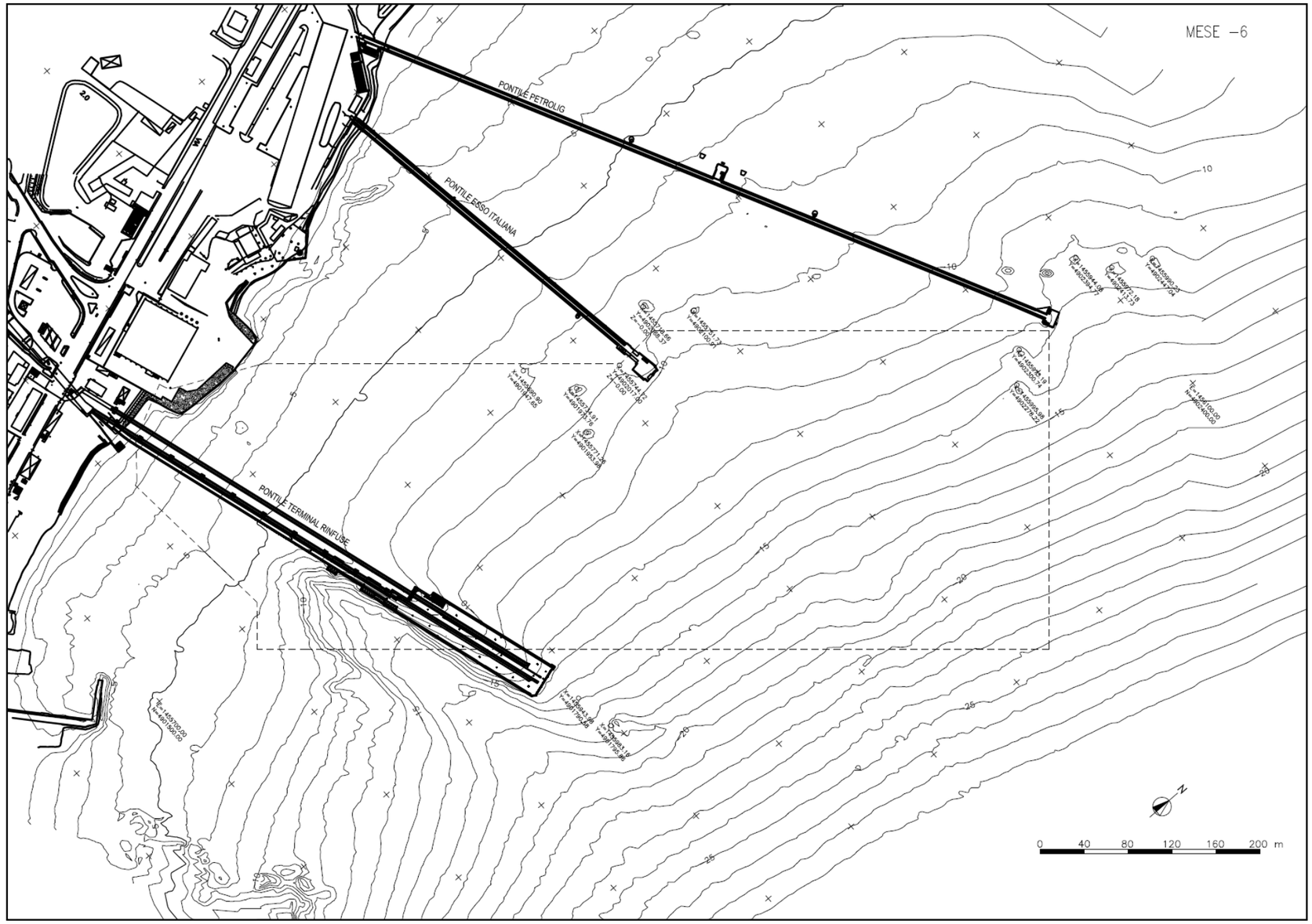


FIGURA 8-27 – FASI DI REALIZZAZIONE: STATO ATTUALE (MESE -6)

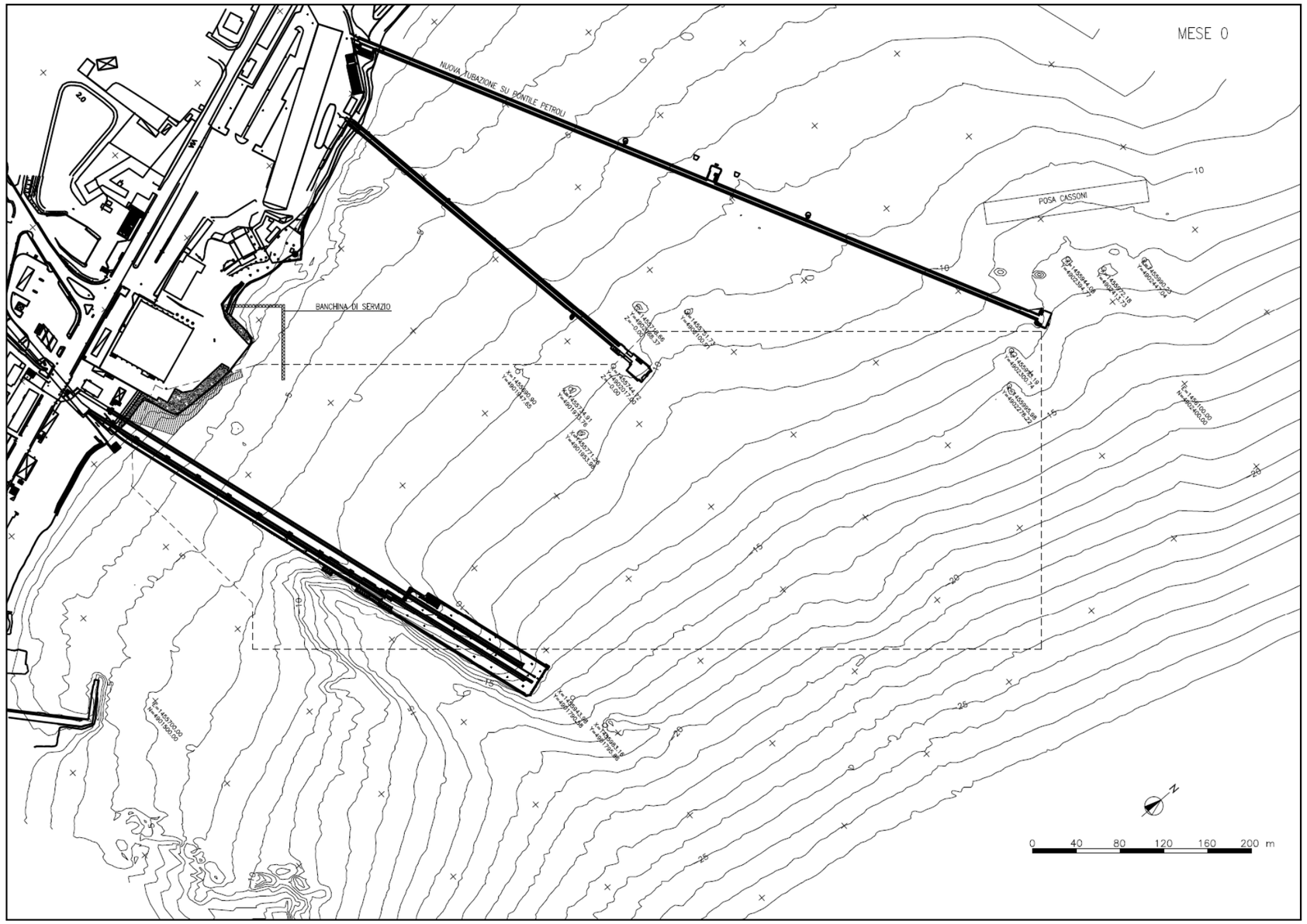


FIGURA 8-28 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 1 (DAL MESE -6 AL MESE 0).

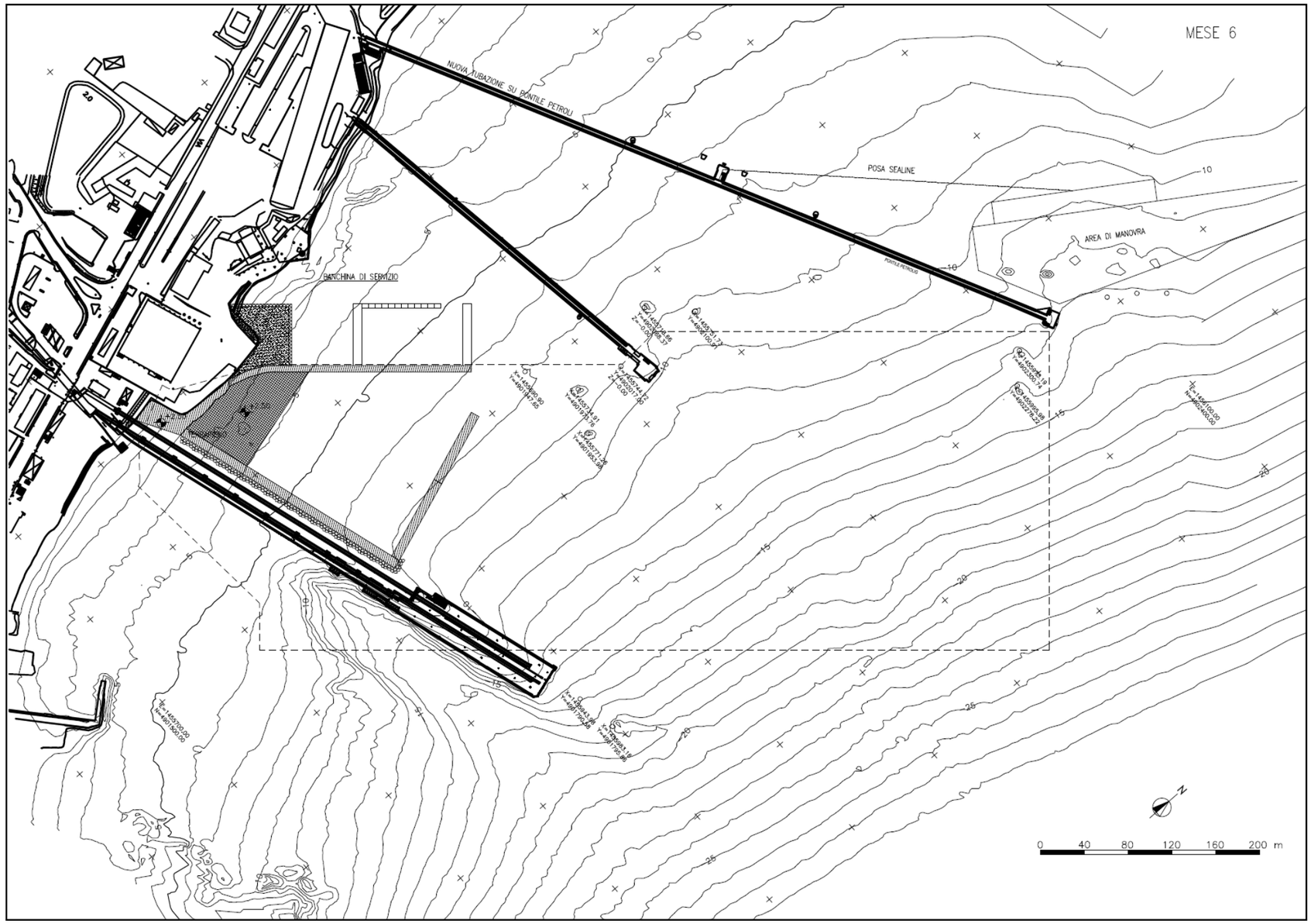


FIGURA 8-29 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 2 (DAL MESE 0 AL MESE 6).

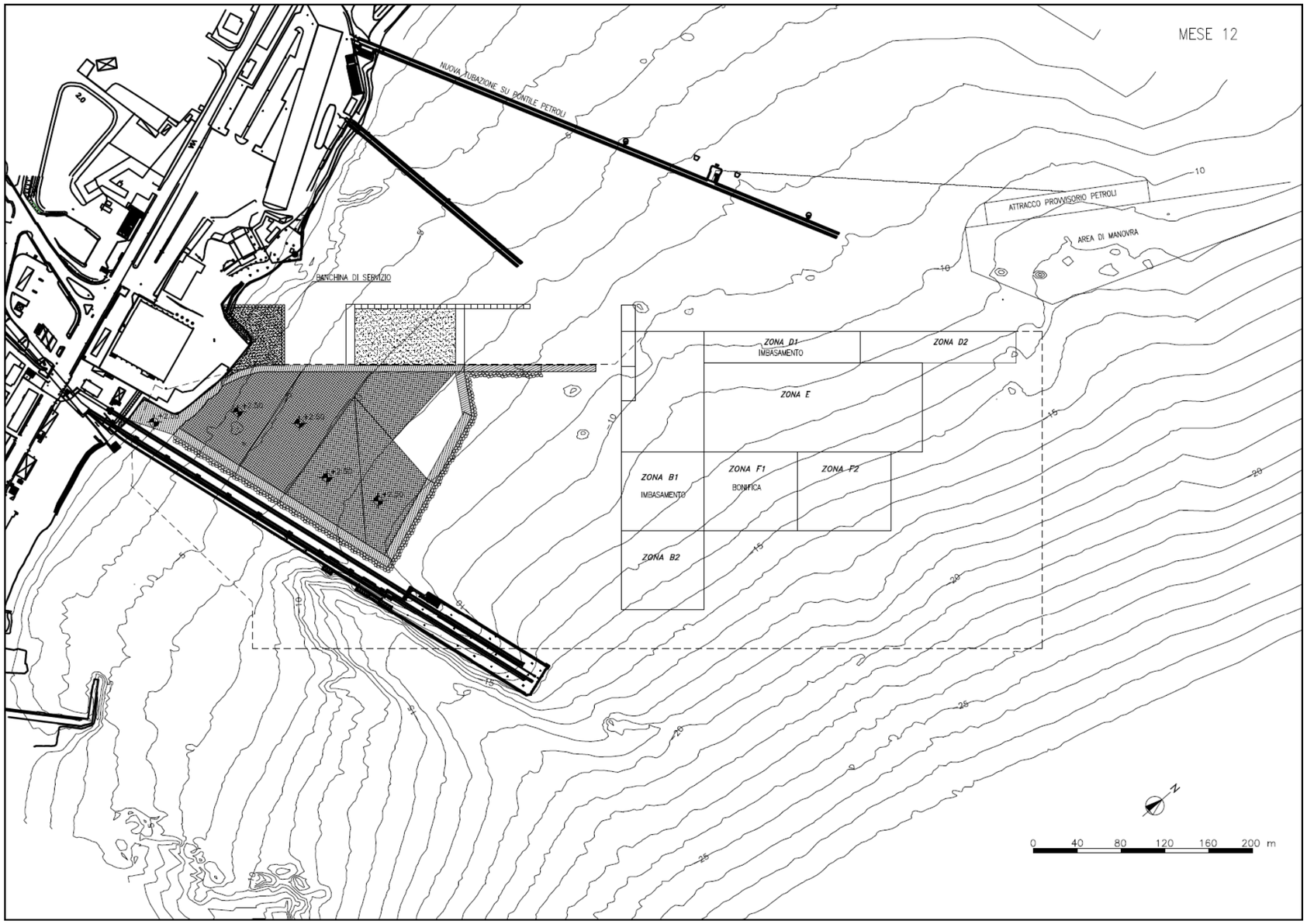


FIGURA 8-30 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 3 (DAL MESE 6 AL MESE 12).

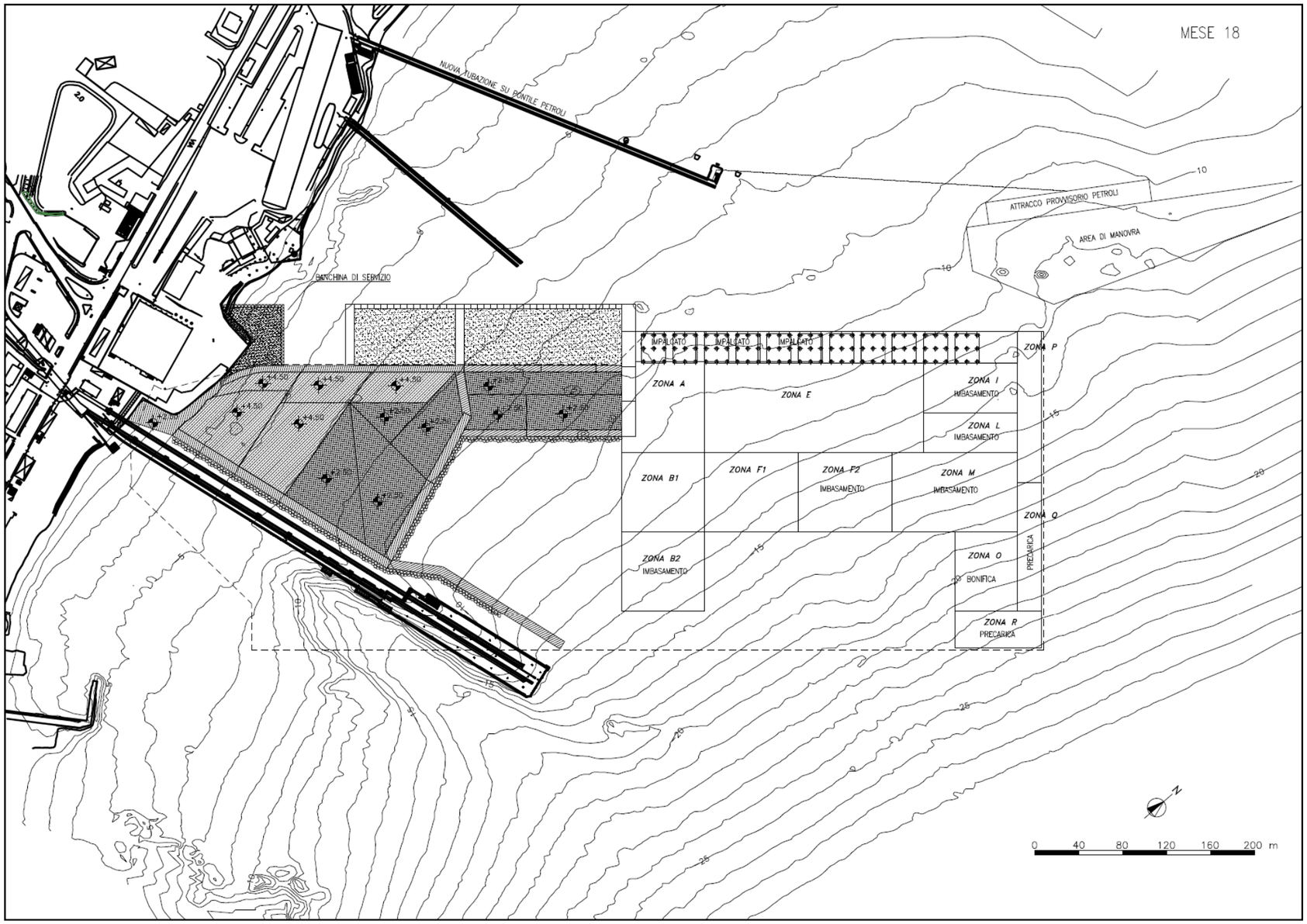


FIGURA 8-31 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 4 (DAL MESE 12 AL MESE 18).

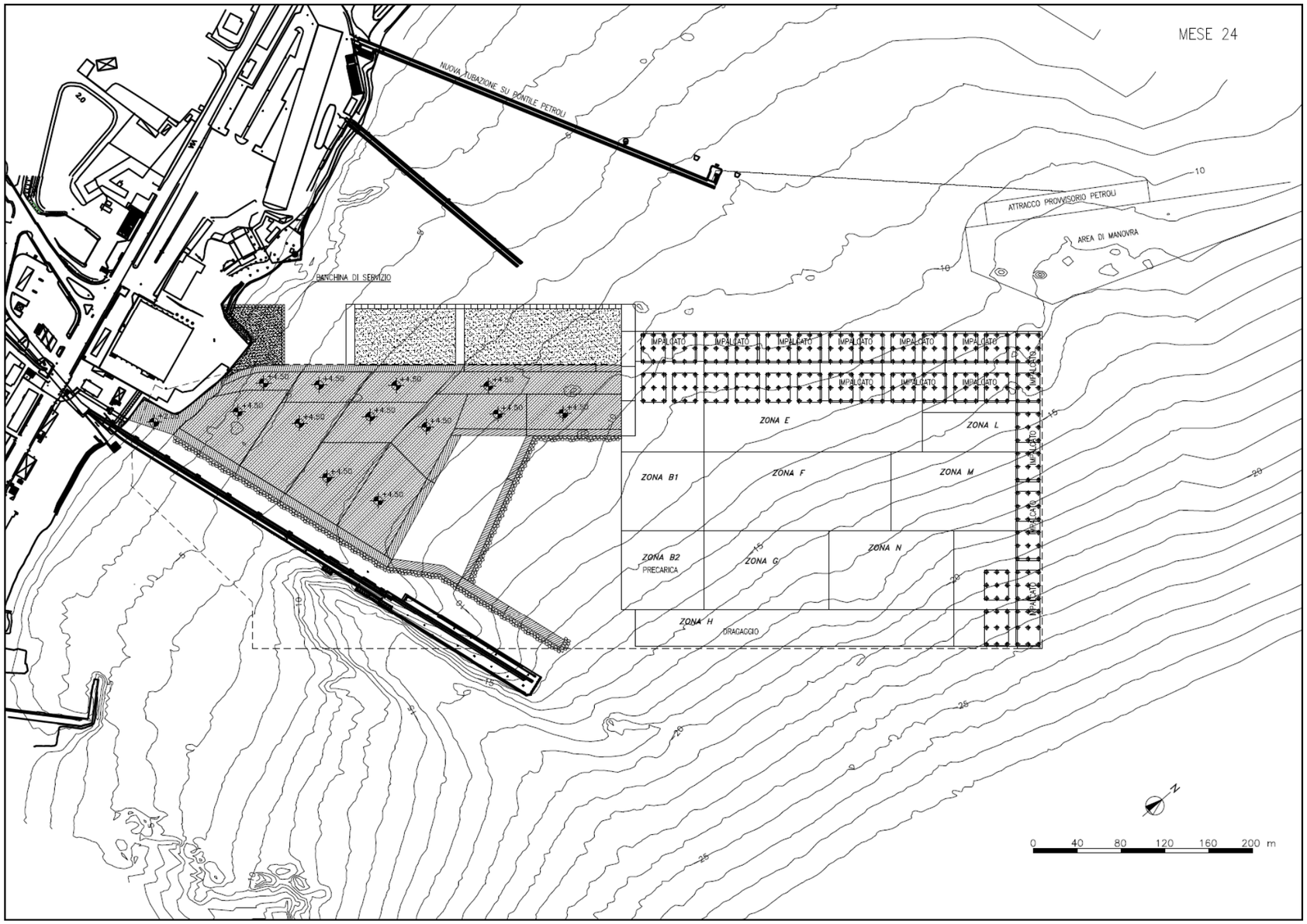


FIGURA 8-32 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 5 (DAL MESE 18 AL MESE 24).

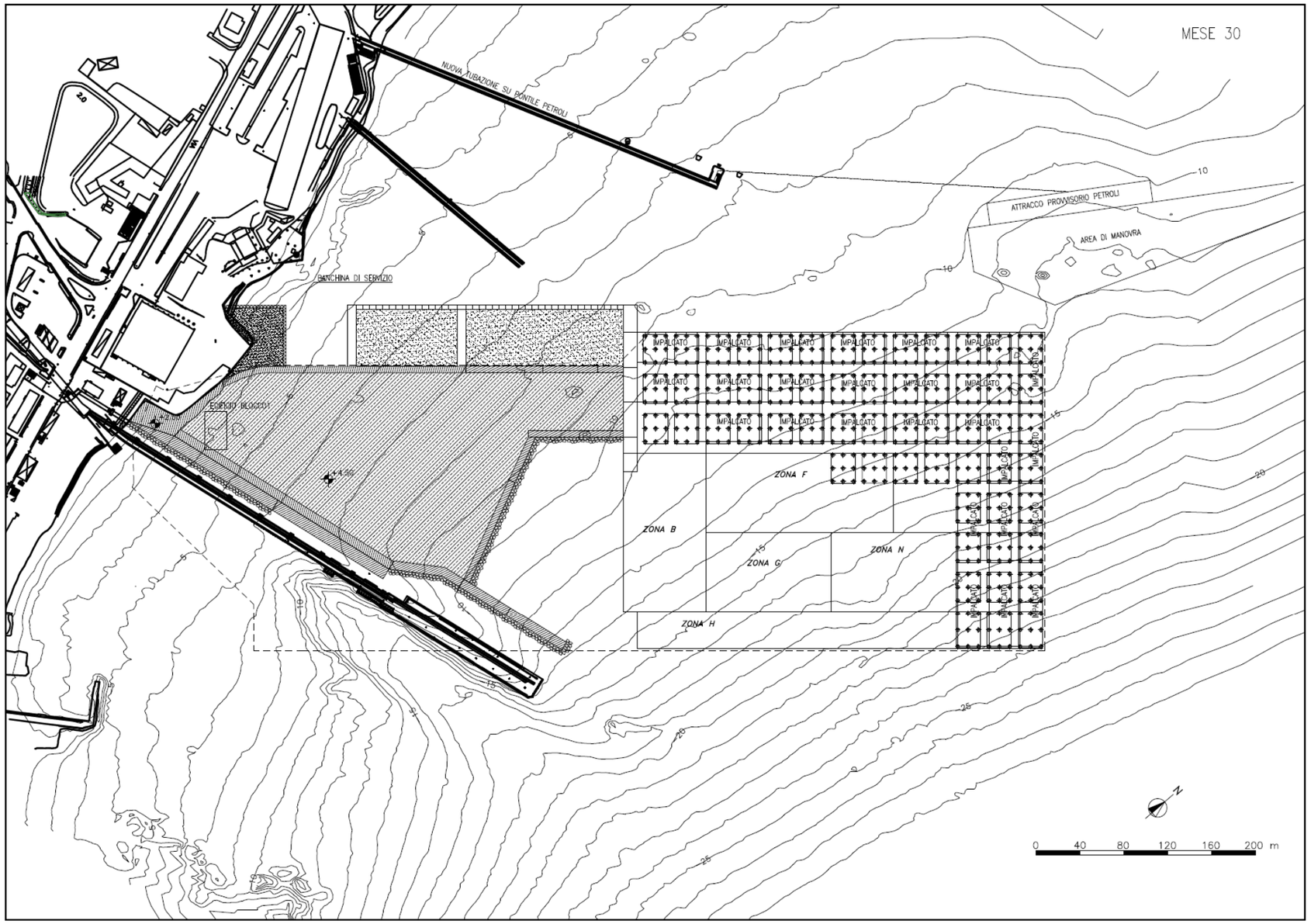


FIGURA 8-33 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 6 (DAL MESE 24 AL MESE 30).

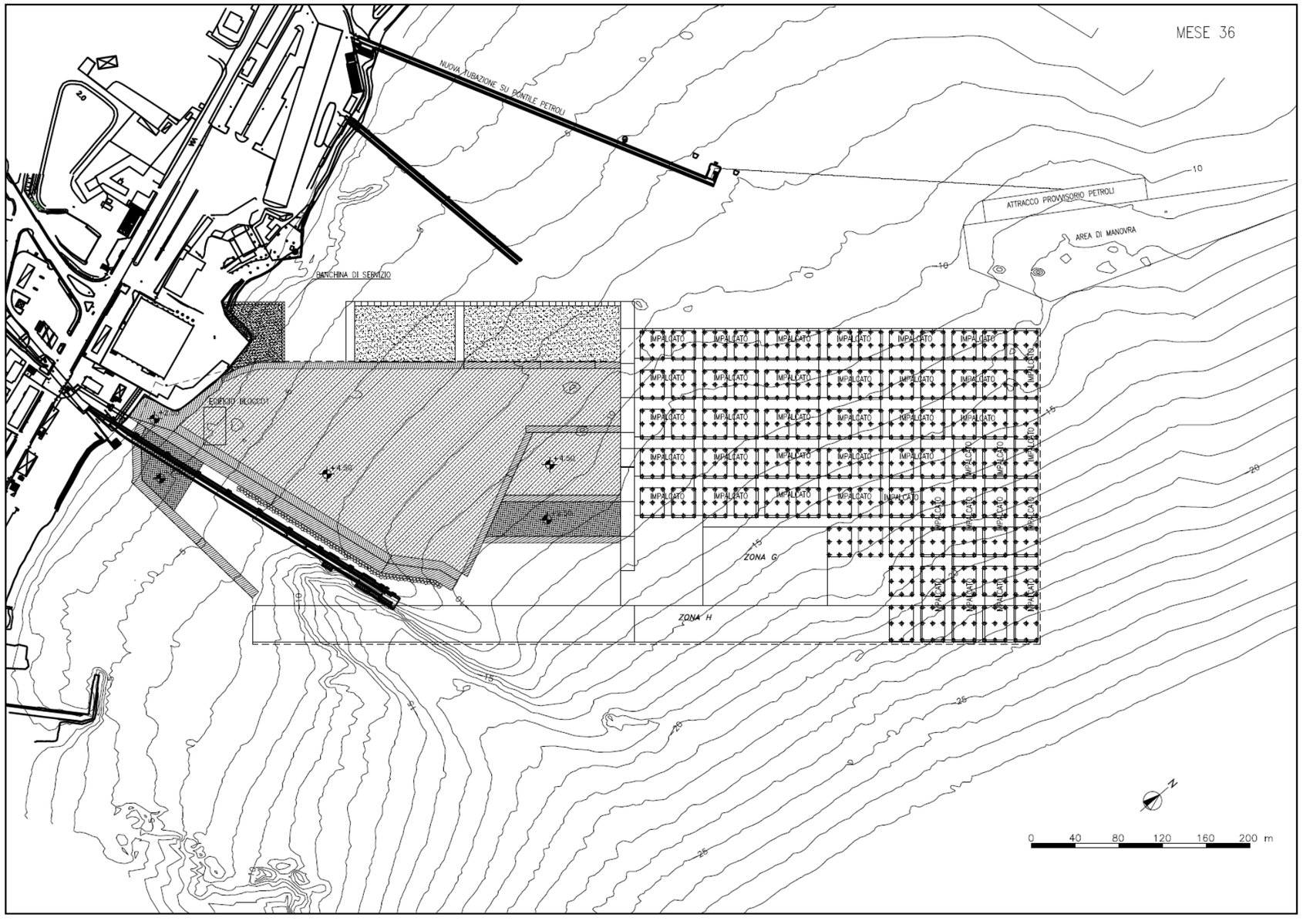


FIGURA 8-34 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 7 (DAL MESE 30 AL MESE 36).

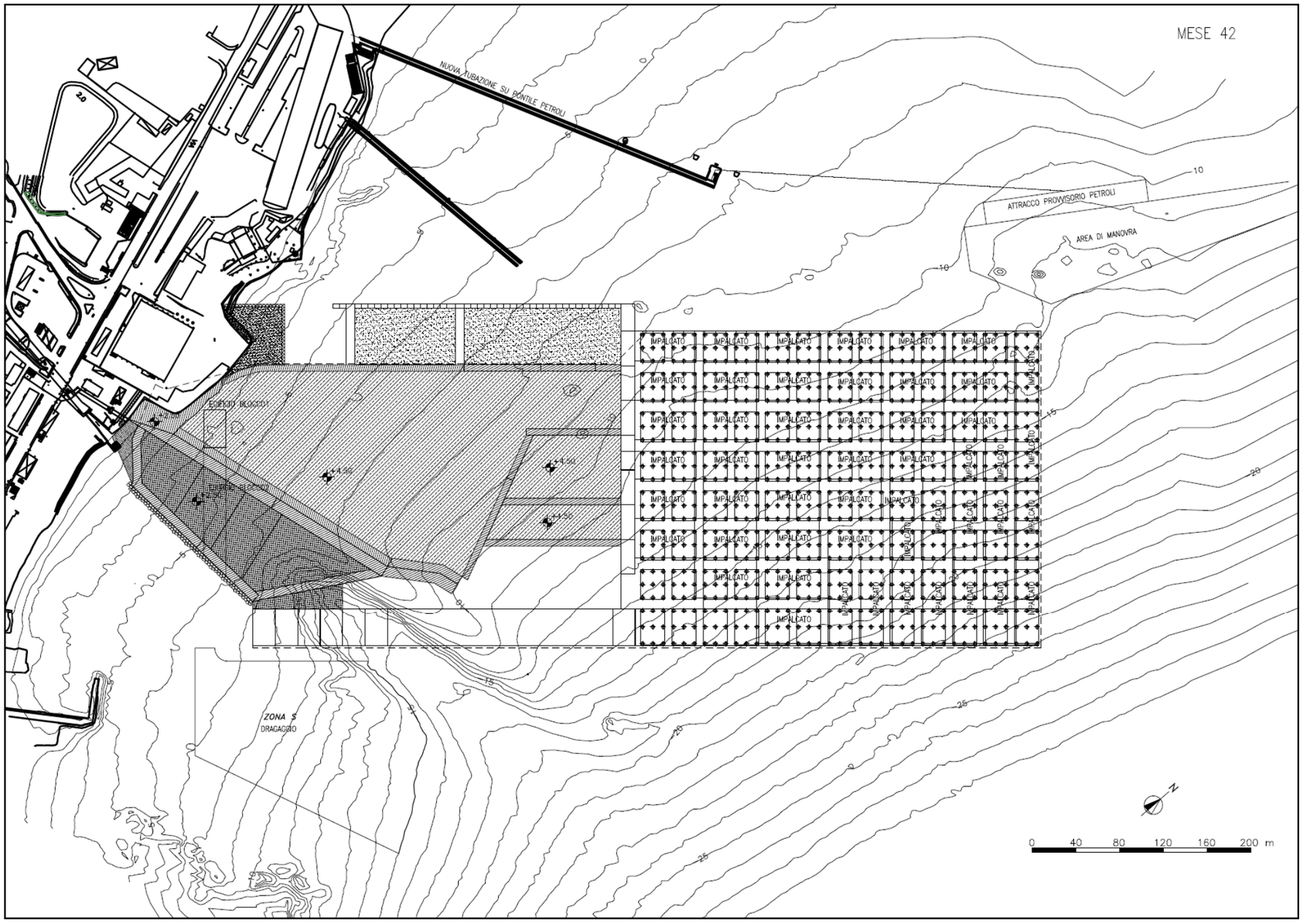


FIGURA 8-35 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 8 (DAL MESE 36 AL MESE 42).

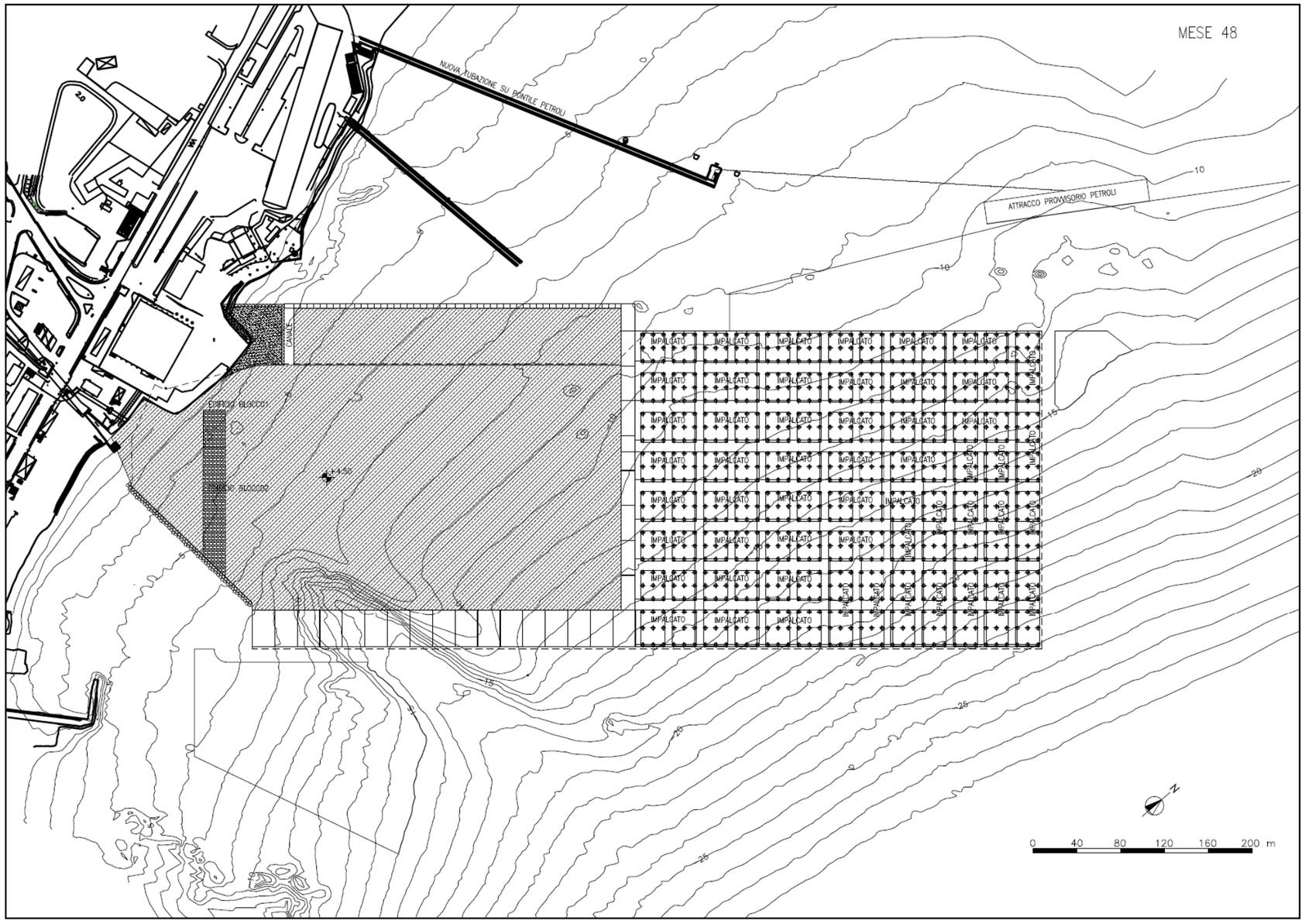


FIGURA 8-36 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 9 (DAL MESE 42 AL MESE 48).

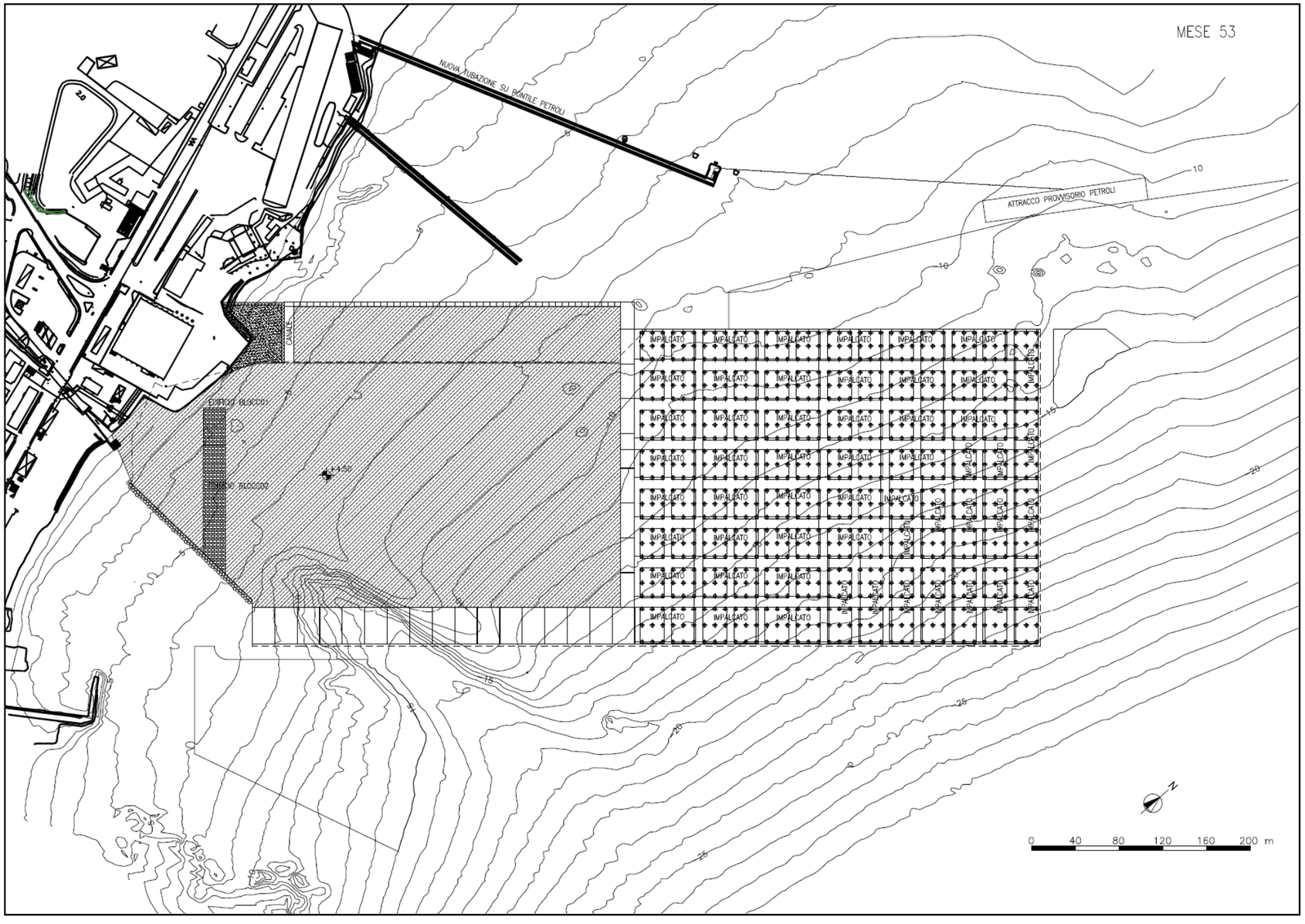


FIGURA 8-37 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 10 (DAL MESE 48 AL MESE 53).

8.4.2. Aree di cantiere

Le aree di cantiere individuate sono sostanzialmente quattro, di cui tre a terra ed una in galleggiamento.

La prima (Figura 8-38) è ubicata poco a levante del Forte San Lorenzo e sarà utilizzata nei primi due anni dalla data di partenza dei lavori (praticamente del mese -6 alla fine del mese 18).

In essa è previsto il deposito delle tubazioni, e le relative lavorazioni, per l'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere nonché la prefabbricazione dei blocchi di calcestruzzo per la delimitazione della banchina di servizio del cantiere navale dell'Eurocraft e della cassa di colmata.

La seconda e la terza (Figura 8-39 e Figura 8-40) sono ubicate in prossimità del cantiere navale dell'Eurocraft, rispettivamente a ponente ed a levante dello stesso.

Si tratta più che altro di aree operative e logistiche (magazzini, uffici, ecc.) che hanno il vantaggio di consentire un accesso diretto all'area a terra della piastra multifunzionale ed alla nuova banchina di servizio.

La prima area servirà per un tempo limitato, e cioè dalla partenza dei lavori sino all'inizio della costruzione del sovrappasso della Via Aurelia (dal mese -6 al mese 7). La seconda, invece, serve sostanzialmente dal mese 5 sino alla conclusione della fase di realizzazione.

L'ubicazione di tali aree è strategicamente importante soprattutto in relazione al numero di mezzi pesanti che le dovranno raggiungere, e cioè dei mezzi che trasportano sia il materiale di cava o similare per la realizzazione dell'area a terra sia altro materiale (travi, ecc.) che dalla banchina di servizio sarà portato via mare all'area di intervento.

Ad esse, infatti, si accede tramite la Via Triste che è direttamente collegata alla viabilità di scorrimento, a sua volta connessa alla Autostrada A10. L'unica interferenza con la viabilità ordinaria, dunque, è costituita da un attraversamento della Via Aurelia, che sarà opportunamente regolato con un semaforo provvisorio.

La quarta area, infine, è ubicata in prossimità della testata della attuale diga foranea.

In essa saranno allestite due tipologie di lavorazioni, entrambe in galleggiamento, con una sporgenza dal filo banchina di circa 60-70 m. La prima riguarda il completamento dei cassoni dell'area a giorno mediante la realizzazione delle strutture colonnari; la seconda, invece, riguarda la prefabbricazione vera e propria di alcuni cassoni (in linea di massima i più piccoli), che si va dunque ad aggiungere a quella che sarà eseguita nel sito di Genova.

Al fine di ridurre al minimo l'interferenza con le attività di Reefer Terminal, l'approvvigionamento di calcestruzzo sarà condotto per la maggior parte via mare, limitando dunque il transito nel terminal per quanto possibile ai soli mezzi di servizio.

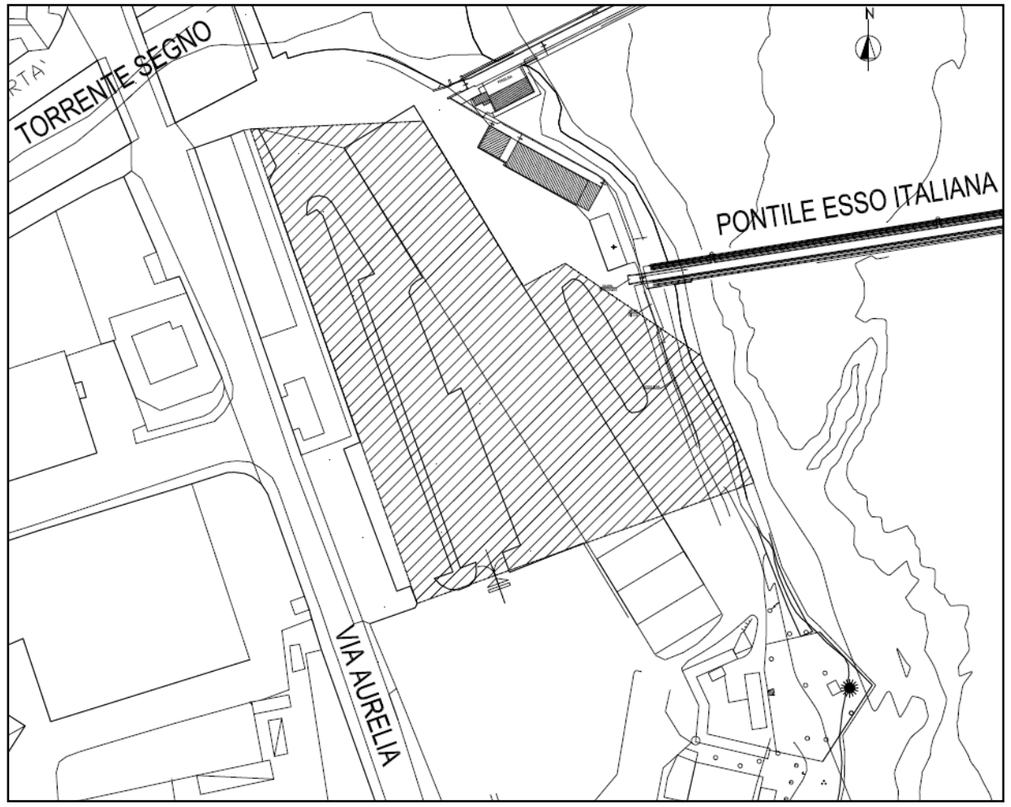


FIGURA 8-38 – AREA DI CANTIERE A LEVANTE DEL FORTE DI SAN LORENZO.

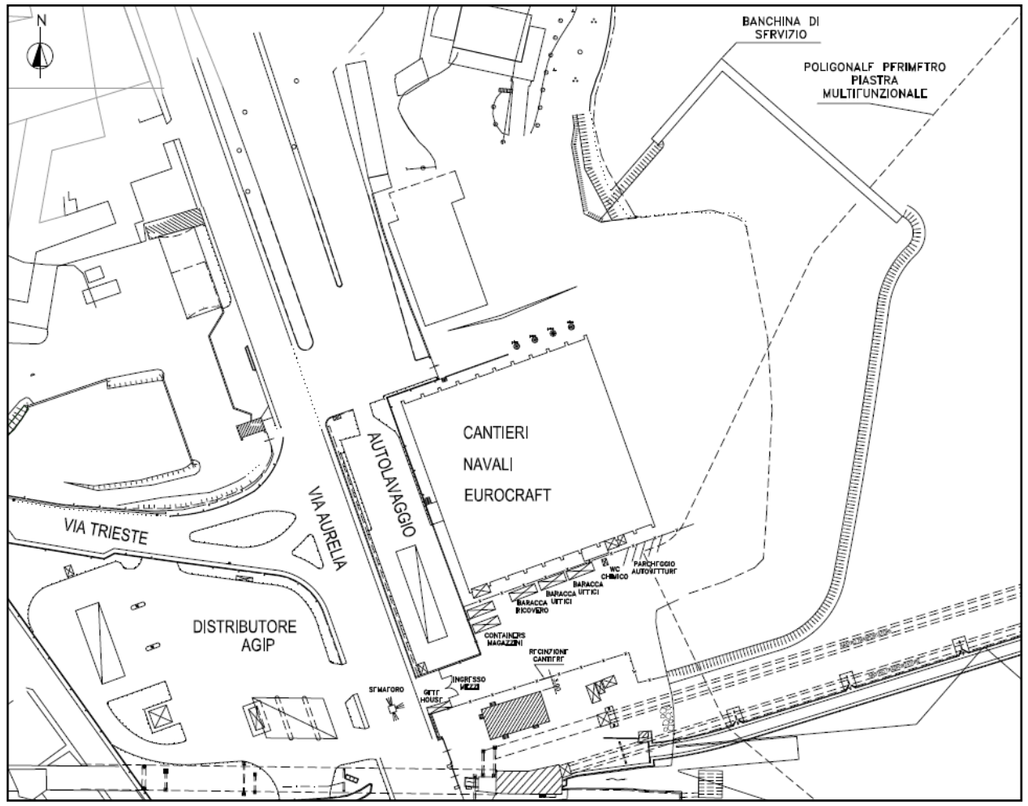


FIGURA 8-39 – AREA DI CANTIERE A PONENTE DEL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT.

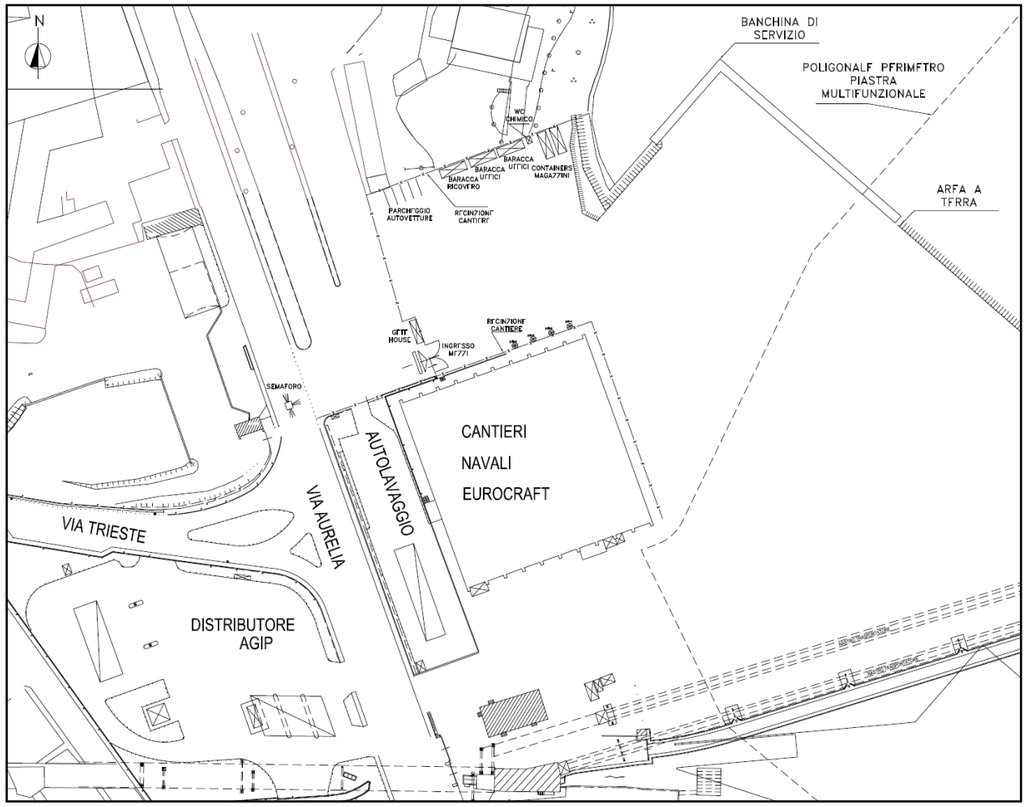


FIGURA 8-40 – AREA DI CANTIERE A LEVANTE DEL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT.

8.4.3. Movimenti terra e materiali impiegati

Nella Tabella seguente si riporta per ciascun gruppo di fasi di realizzazione individuato, il quantitativo di materiale che dovrà essere movimentato.

TABELLA 8-1 – QUANTITATIVO DI MATERIALE DA MOVIMENTARE.

Fasi di realizzazione	**Materiale da dragaggio**	**Materiale da cava o similare**	**Calcestruzzo**
	(m^3)	(m^3)	(m^3)
1	5.000	13.400	5.000
2	28.930	110.000	3.250
3	60.243	357.725	1.900
4	30.396	401.490	11.360
5	95.792	172.640	37.270
6	0	155.720	44.820
7	95.791	209.505	50.490
8	147.737	138.365	33.835
9	39.442	243.000	14.420
10	-	-	-
Totale	503.331	1.801.845	202.345
Nota. I numeri riportati potranno subire variazioni, seppur modeste, nell'ambito della successiva fase di progettazione.			

Saranno complessivamente dragati e movimentati poco più di 500.000 m^3 di sedimenti, saranno movimentati poco più di 1.800.000 m^3 di materiale da cava o similare, e circa 205.000 m^3 di calcestruzzo, intendendo con questo ultimo volume solo i quantitativi movimentati in sito e necessari per il completamento dei cassoni (strutture colonnari), per la realizzazione di alcuni cassoni e per l'impalcato (getto della soletta).

In aggiunta occorre considerare il calcestruzzo complessivo utilizzato, comprendo dunque anche quello necessario per la fabbricazione dei cassoni a Genova, e per la prefabbricazione delle travi (3.000 travi in totale) e delle predalle e per l'edificio. Tale quantitativo è pari a circa 220.000 m^3.

Non sono stati considerati, infine, i massi per la realizzazione delle scogliere di protezione da moto ondoso, in quanto, come emerge dalle fasi costruttive, sono provvisionali e saranno di volta in volta riutilizzati.

Nel materiale indicato come materiale da cava o similare è incluso anche il materiale che sarà adottato per la bonifica geotecnica (sotto i cassoni e nell'area a terra) e l'imbasamento dei cassoni, ovvero, rispettivamente, sabbia e ghiaia (Ø da 1 a 60 mm,) e pietrame (20-300 Kg).

Il materiale per la realizzazione dell'area a terra sarà invece costituito da "tout-venant", cioè materiale misto naturale di cava costituito generalmente da ghiaia grosse ed ideale per realizzare rilevati, o materiale similare proveniente da attività di scavo in fase di avvio o di prevista realizzazione nel territorio ligure.

8.4.4. Accosto provvisorio delle compagnie petrolifere

Come già anticipato la predisposizione di un accosto provvisorio per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) durante le fasi di costruzione della piastra multifunzionale si è reso necessario per esigenza espressa dalle stesse, in appositi incontri, di subire la minima inoperatività.

Una volta allestita la nuova banchina petroli sulla piastra multifunzionale, la movimentazione dei prodotti potrà essere trasferita su di essa e l'accosto provvisorio potrà essere smantellato.

In Figura 8-41 è riportato un inquadramento planimetrico dell'accosto provvisorio, mentre in Figura 8-42 è riportata la planimetria di dettaglio.

In relazione alle funzioni dell'opera e alle tecnologie adottate, le infrastrutture e gli impianti previsti per il terminale di accosto provvisorio sono sintetizzabili come segue (per maggiori dettagli si rimanda alla relativa Relazione Descrittiva Generale, cod. elaborato MI010P-PD-T-Z-R-2001, ed alle relative tavole di progetto):

- area dragata alla profondità di -12 m s.l.m.m. nella zona di manovra delle navi;
- 4 cassoni cellulari in cemento armato per l'ormeggio delle navi e 2 cassoni cellulari in cemento armato per l'accosto delle navi (con relativi arredi marini quali ganci a scocco, parabordi ed ausili alla navigazione). In pianta i cassoni presentano una dimensione di 13,5 m x 13,5 m mentre in altezza i cassoni di ormeggio sono pari a 11,5 m ed i cassoni di accosto a 14,5 m. I cassoni di ormeggio saranno imbasati alla -9.5 m s.l.m.m., mentre quelli di accosto alla -12.5 m s.l.m.m.
- 7 tubazioni subacquee ("sealine"), di diametro variabile da 6" a 12", per il trasferimento dei prodotti alla piattaforma intermedia realizzata sull'attuale pontile della Petrolig;
- 4 PLEM ("Pipe Line End Manifold") sottomarini per lo scarico dalle navi. Ogni PLEM consiste in una struttura in carpenteria metallica (da appoggiarsi al fondale marino) sul quale sono installate le valvole di intercetto delle linee e, quando previsti (solo nel PLEM della Petrolig), i segnalatori di passaggio dei "pig" (strumenti per la pulizia delle condotte). Ai PLEM sono poi collegate le stringhe manichette flessibili per la movimentazione dei prodotti. Nella parte centrale di ogni stringa sarà installato un meccanismo di sgancio rapido per situazioni di emergenza tipo "Hose Break Away"; tale meccanismo è costituito da due valvole contrapposte che vengono mantenute in posizione da tiranti a rottura calibrata. Quando viene oltrepassato il limite ammissibile fissato per le condizioni operative di discarica a causa di un tiro anomalo esercitato dalla nave o di una sovrappressione interna alle manichette, avviene la rottura dei tiranti calibrati con immediata chiusura delle due valvole contrapposte e successivo rilascio delle manichette. Queste ultime si separano e rimangono una sul fondo e l'altra a bordo nave;
- sistema di tubazioni sull'attuale pontile della Petrolig per il trasferimento dei prodotti alla radice dello stesso radice pontile ed interconnessione con le

tubazioni a terra esistenti completo di trappole di lancio e ricevimento dei "pig";

- cavi coassiali armati sottomarini per il trasferimento della potenza e la trasmissione dei comandi alle valvole dei PLEM;
- cabina di comando e controllo del sistema installata sulla piattaforma intermedia.

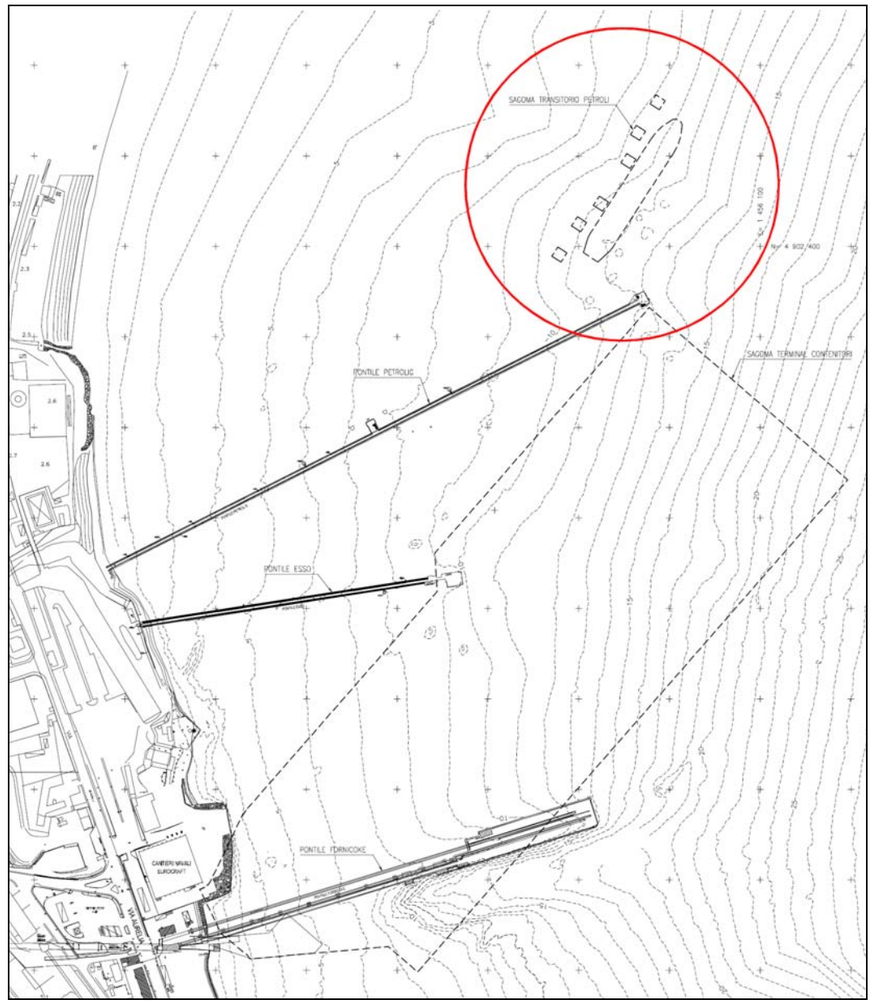


FIGURA 8-41 – INQUADRAMENTO PLANIMETRICO DELL'ACCOSTO PROVVISORIO DELLE COMPAGNIE PETROLIFERE

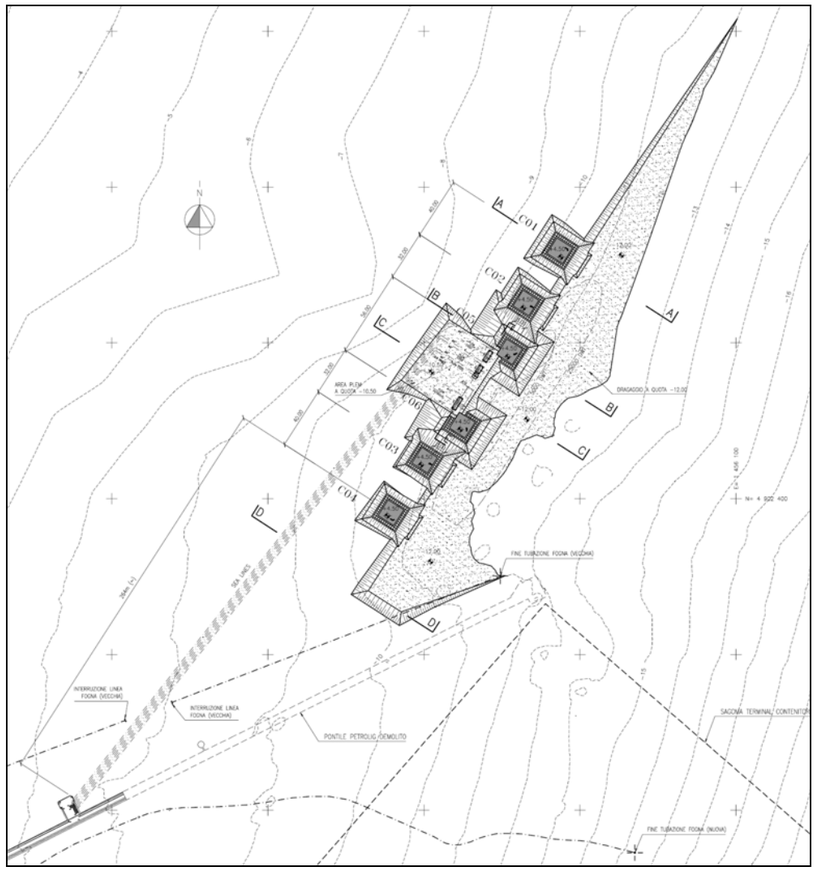


FIGURA 8-42 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELL'ACCOSTO PROVVISORIO DELLE COMPAGNIE PETROLIFERE.

9. OPERE ED INTERVENTI COMPLEMENTARI

Nel presente Capitolo 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.

9.1. 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 (Capitolo 4.1) 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 (Paragrafo 3.7) 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 (Figura 9-1) 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 Figura 9-2, 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 (Figura 9-2, Figura 9-3 e Figura 9-4). Quest'ultima avrà una lunghezza di circa 235m 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 7.5m di altezza poste ad interasse variabile per ospitare, da levante verso ponente, il nuovo nastro trasportatore TRI con interasse pari a 5.89m, la carreggiata stradale a servizio dei mezzi diretti/provenienti alla nuova piastra multifunzione (interasse = 14.40m), e le rampe R1 ed R2 rispettivamente dirette e provenienti dal parco ferroviario (interasse = 11.50m). Lo schema statico è a trave continua su più appoggi su 3 campate di luce pari a 40m per una lunghezza complessiva di 120m, sviluppati pressoché in orizzontale. La struttura portante secondaria sarà costituita all'intradosso da profilati tipo IPE 600 anch'essi in acciaio COR-TEN posti ad interasse di 7.92m ed all'estradosso da profilati tipo IPE 600. L'impalcato sarà completato:

- con getto di soletta collaborante di spessore 25cm comprensivo della casseratura a perdere realizzata mediante predalles;
- con una opportuna controventatura verticale ed orizzontale da realizzare con profilati tipo L accostati secondo lo schema riportato nella figura Figura 9-2.

L'accesso da via Trieste al nuovo sovrappasso descritto sarà realizzato tramite la rampa R3 con apposita sezione pari di 13.90m 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 25.50m 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 (Figura 9-3). 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.

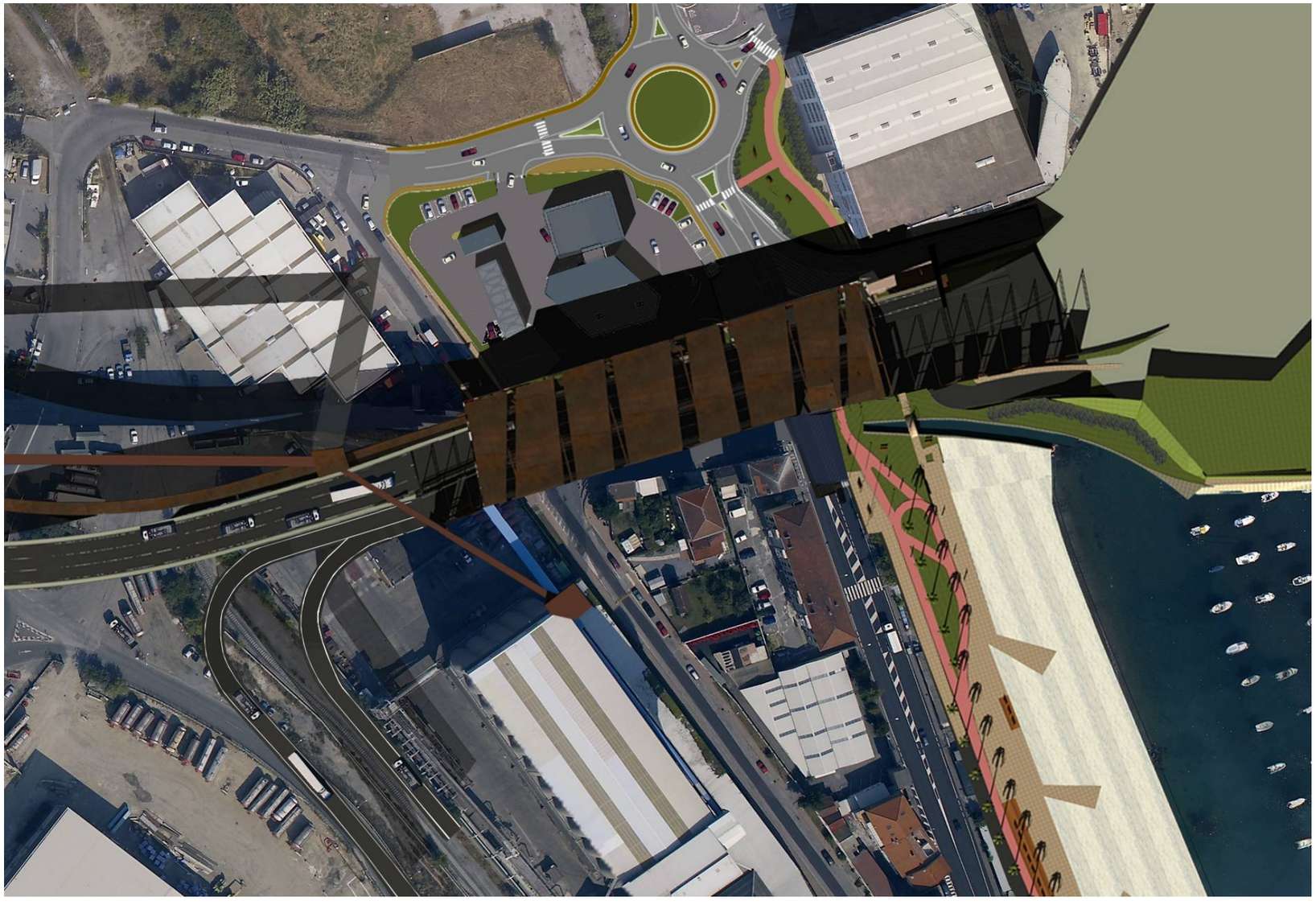


FIGURA 9-1 – ORTOFOTO DEL PROGETTO DI SOVRAPPASSO DELLA VIA AURELIA.

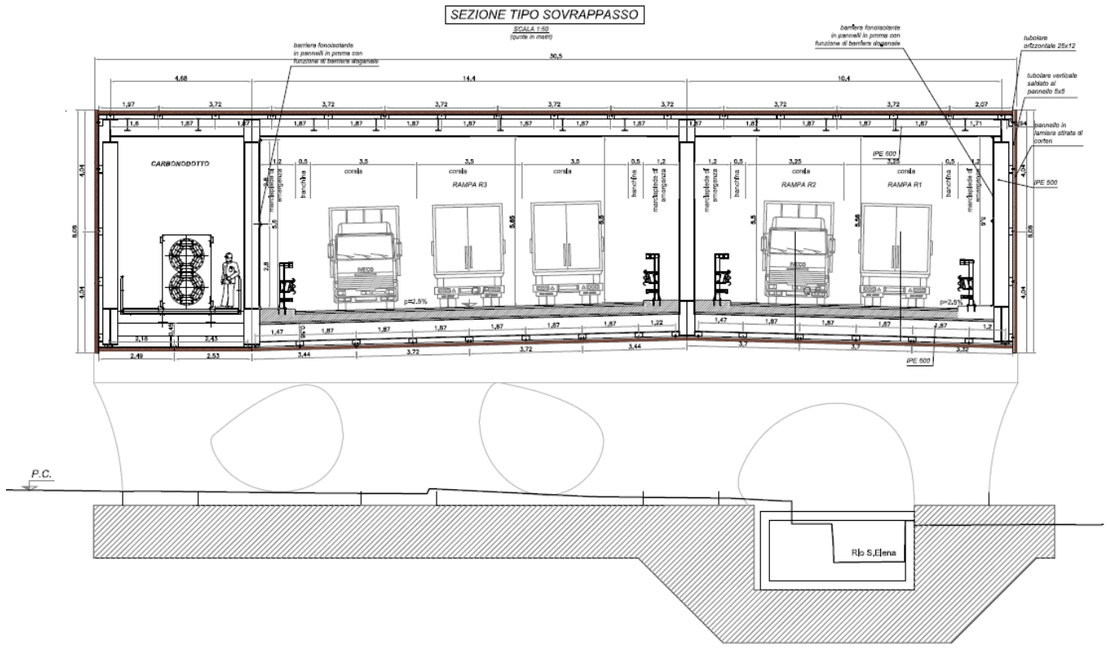


FIGURA 9-2 – SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO STRUTTURA RETICOLARE.

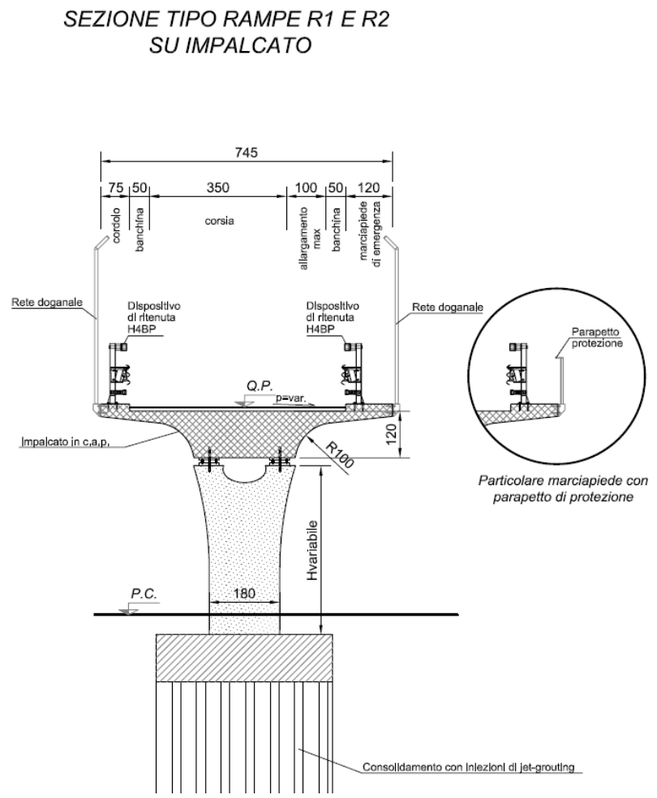


FIGURA 9-3 – SEZIONE TIPO DEL SOVRAPPASSO RAMPE R1 E R2

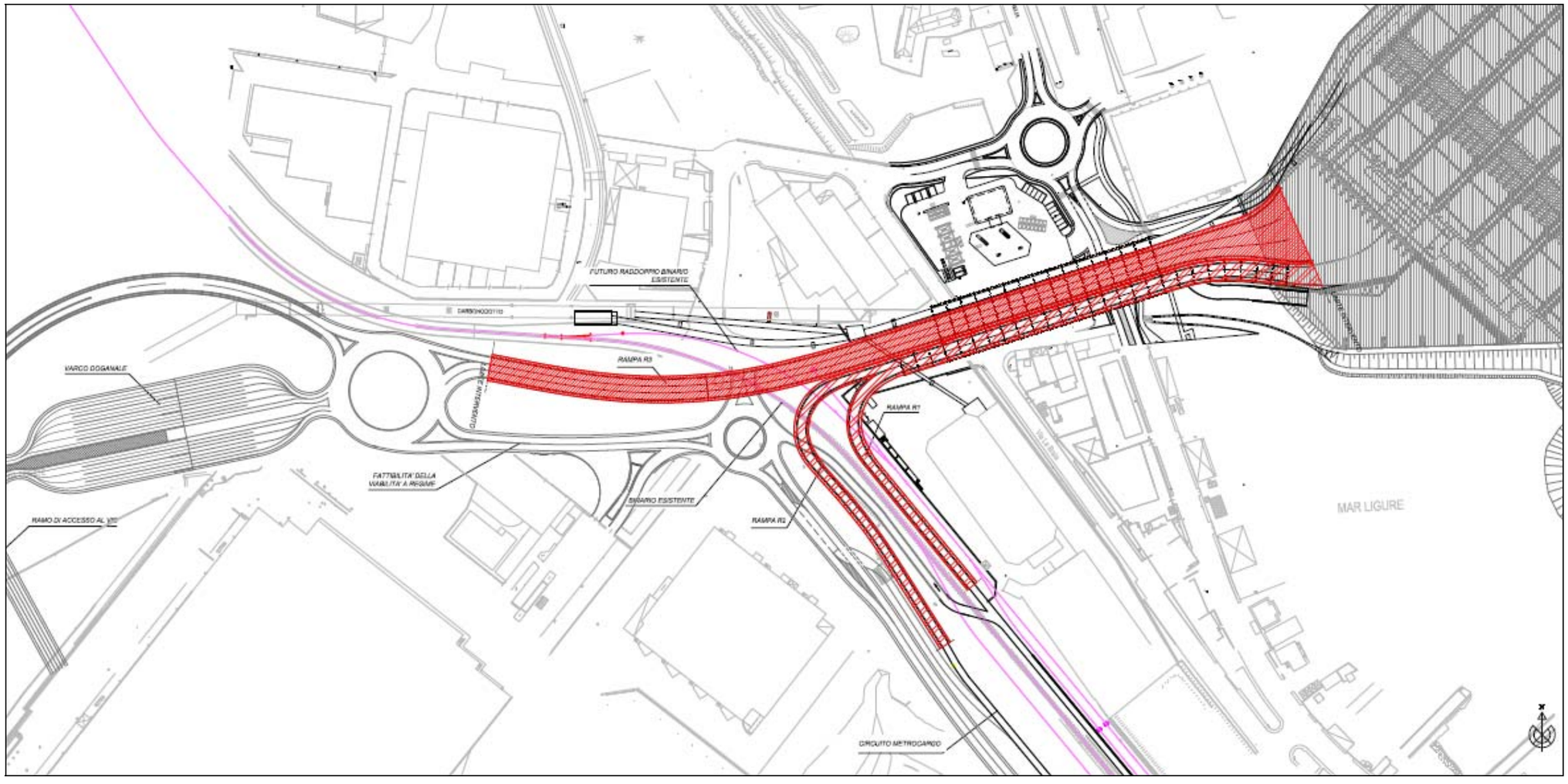


FIGURA 9-4 – DETTAGLI PLANIMETRICI (IN ROSSO RETINATO LE SEZIONI DEDICATE AI MEZZI PESANTI, IN ROSSO LE SEZIONI DEDICATE AI "TRACTORS TRAILERS").

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 (Paragrafo 3.10.1), senza creare interferenze e rallentamenti alla viabilità ordinaria, è stata posta particolare attenzione al ridisegno della viabilità stradale a livello della Via Aurelia (Figura 9-6).

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 (Figura 9-5), a differenza del progetto Preliminare in cui la rotatoria aveva una forma ovoidale. Essendo il diametro esterno inferiore a 40m si è adottata una corona circolare ad unica corsia di larghezza pari a 7.00m (coerentemente con le indicazioni del D.M. 19/04/2006). Le corsie in ingresso avranno larghezza pari a 3.5m ed in uscita a 4.5m. 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 1.50m 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 32m. Coerentemente con i disposti della normativa vigente si adotterà pertanto una carreggiata costituita da una unica corsia di 7m di larghezza alla quale sarà affiancata una banchina esterna di larghezza pari a 1,00m. Contestualmente alla realizzazione della nuova rotatoria si procederà:

- Alla modifica della configurazione del ramo diretto al varco doganale per consentire la realizzazione della spalla della rampa R2;
- Alla razionalizzazione dell'ingresso dell'area VIO;
- Alla realizzazione di un ramo di raccordo con la viabilità comunale esistente dal quale sarà ricavato un nuovo accesso all'area SILOS di TRI alternativo rispetto a quello esistente ostacolato dalle future pile P1R3, P2R3 e P3R3.

La viabilità così delineata sarà realizzata direttamente sull'attuale sedime dell'area retro portuale, senza adeguamenti plano-altimetrici, mediante segnaletica di colore giallo di viabilità modificata e posizionamento di new-jersey in corrispondenza dell'anello centrale.

Viabilità a regime:

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

La nuova rotonda di smaltimento darà accesso alla nuova area doganale, alla piastra multifunzione, per mezzo del nuovo sovrappasso sulla S.S. n. 1, e all'area retro portuale per mezzo di una apposita bretella sulla quale andrà anche ad inserirsi l'ingresso dell'area

VIO qualora l'operatore intendesse mantenere in tutto in parte l'ingresso all'interno del circuito doganale.

Nella nuova rotatoria posizionata in fregio all'area VIO convergeranno i seguenti rami:

- Ramo diretto e proveniente dal varco portuale per mezzo di un apposito braccetto dal quale sarà possibile accedere, con svolta in sinistra su corsia di accumulo centrale, all'area metro cargo;
- Ramo proveniente dal metro cargo;
- Ramo di accesso all'area SILOS di TRI.



FIGURA 9-5 –VIABILITÀ – PLANIMETRIA DELLA ROTATORIA DI SVINCOLO S.S.1

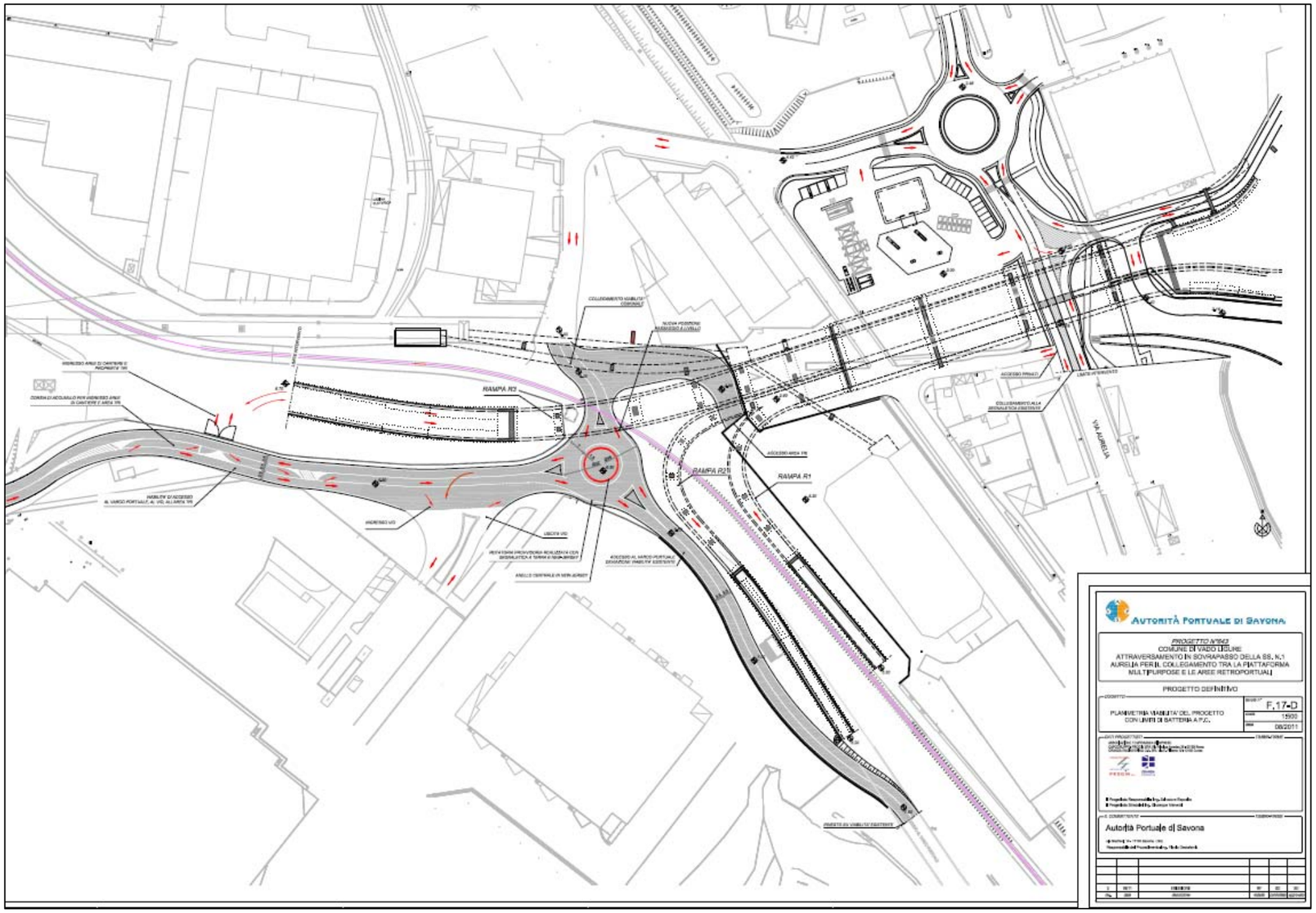


FIGURA 9-6 –VIABILITÀ (IN ROSSO LA VIABILITA' A LIVELLO DELLA VIA AURELIA, IN MAGENTA LA FERROVIA)

Aree verdi e Comparto C

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

Le aree verdi sono essenzialmente tre: una zona davanti al cantiere Eurocraft, una seconda area che si estende sotto il sovrappasso e una terza che si protende verso la piattaforma multipurpose (denominata comparto C) (Figura 9-7).

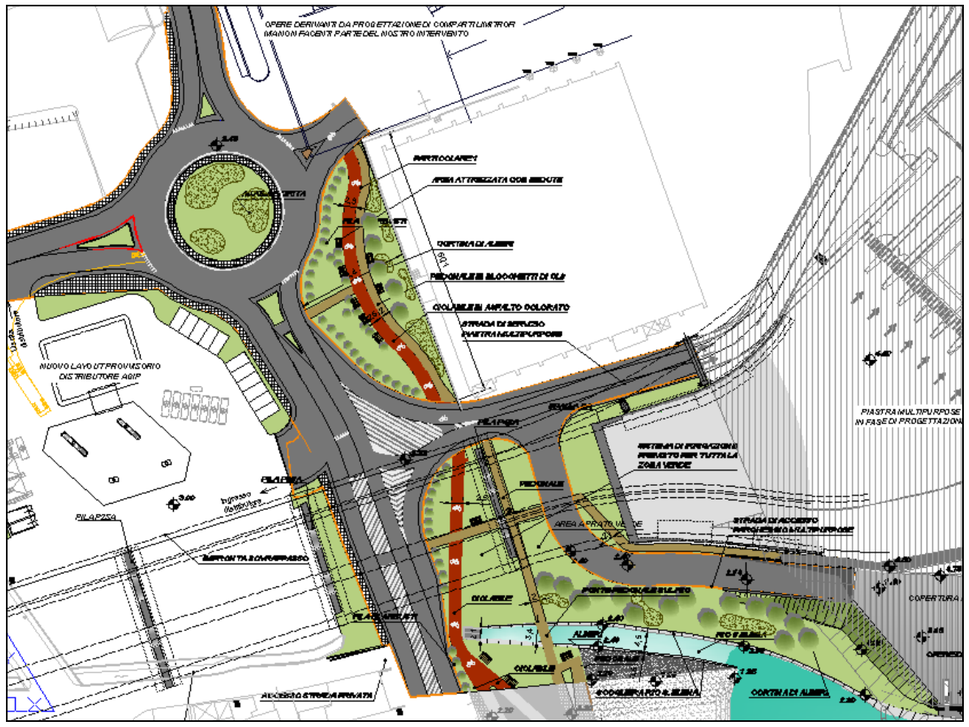


FIGURA 9-7 – PLANIMETRIA AREE VERDI E COMPARTO "C"

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

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

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

Comparto C

Il Comparto C è di particolare importanza dal punto di vista paesistico, è costituito dall'area verde che dall'Aurelia si prolunga verso il mare e verso il radicamento della piattaforma e ha il compito di mitigare e mascherare la visuale di quest'ultima.
Questo triangolo verde è 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 (Figura 9-8).



FIGURA 9-8 – VISTA PROSPETTICA DEL COMPARTO "C" DALLA SPIAGGIA

La Delibera della Giunta Regionale numero1118 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 svliluppa 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 (Figura 9-9).



FIGURA 9-9 – 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 (Figura 9-1).

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 (Figura 9-10).

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 (Figura 9-10).

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.







FIGURA 9-10 – IMMAGINI DIURNE E NOTTURNE DEL SOVRAPPASSO.

9.2. 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 di insieme delle opere è riportata nella Figura seguente.

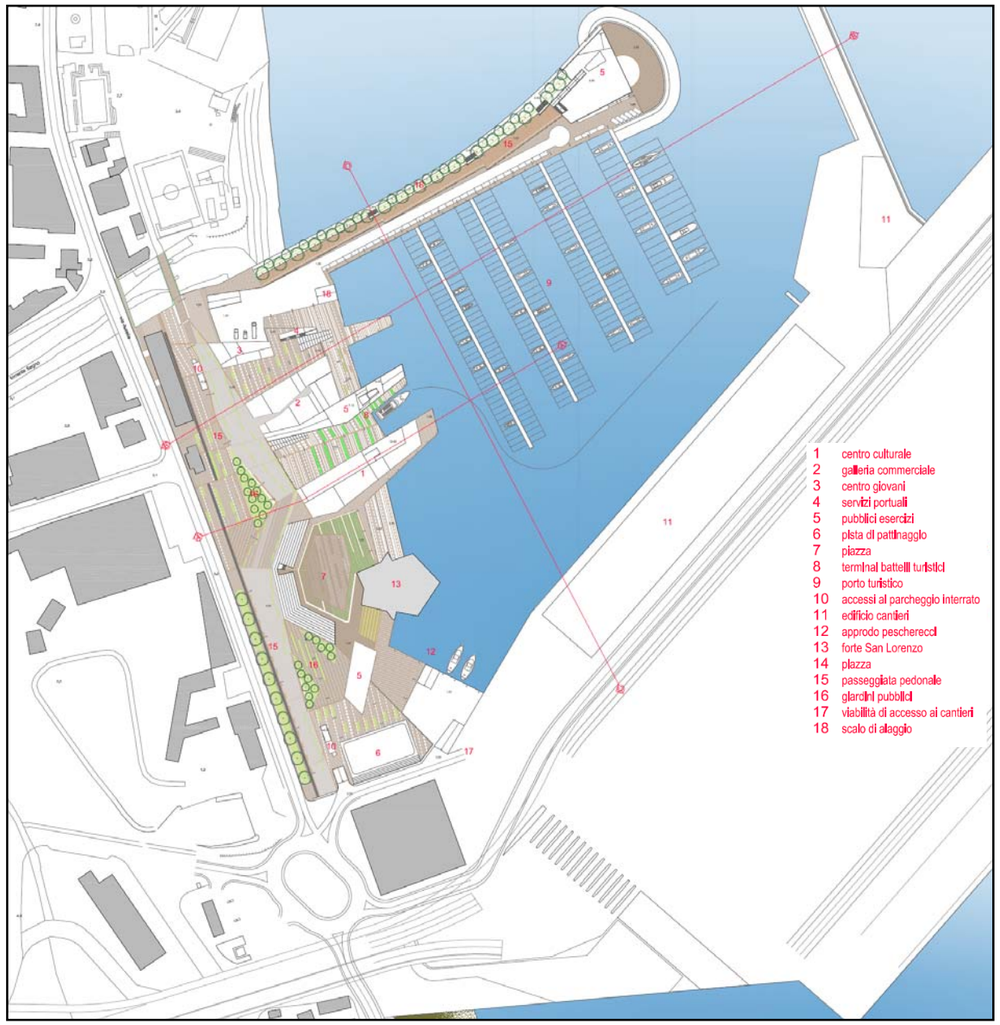


FIGURA 9-11 – PLANIMETRIA DI INSIEME DELLE OPERE DI RIQUALIFICAZIONE DEL FRONTE URBANO PORTUALE DI VADO LIGURE.

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 20m, 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.

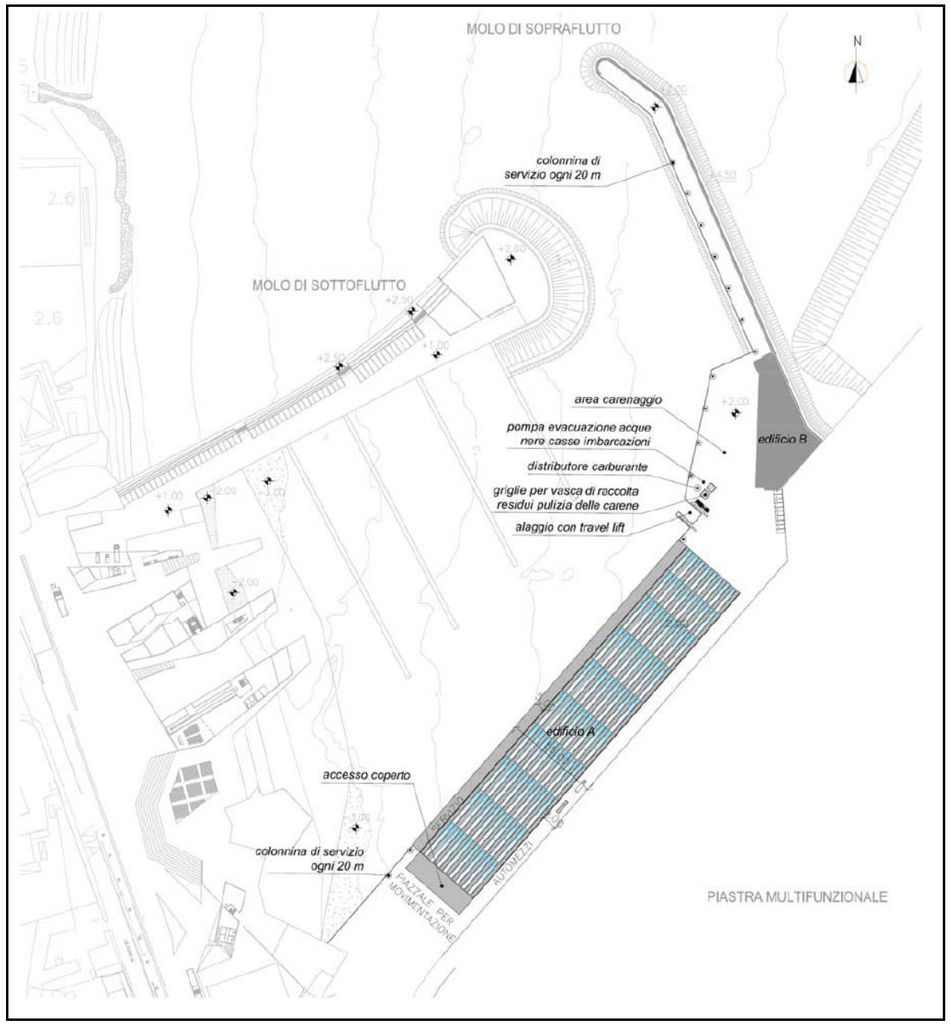


FIGURA 9-12 – PLANIMETRIA DELLE OPERE DELL'AREA CANTIERI (COMPARTO D3).

Opere marittime

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

Il molo di sopraflutto (Figura 9-13) 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 (Figura 9-13) 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.

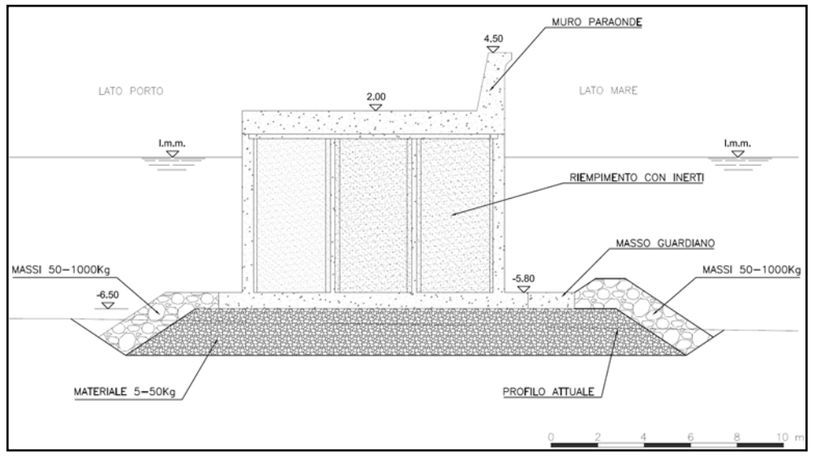
Per limitare al minimo la riflessione all'interno del bacino portuale si è previsto che la banchina interna, anch'essa della tipologia a massi, sia dotata in sommità di una camera assorbente all'interno della quale viene collocato del pietrame con la funzione di assorbire l'energia del moto ondoso.

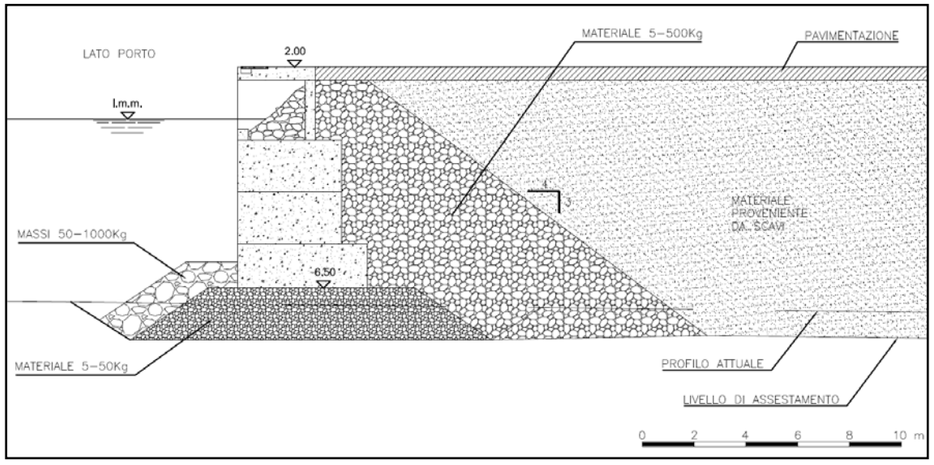
L'opera è completata su entrambi i lati da un coronamento superiore in calcestruzzo.

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 (Figura 9-14).

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 (Figura 9-14).





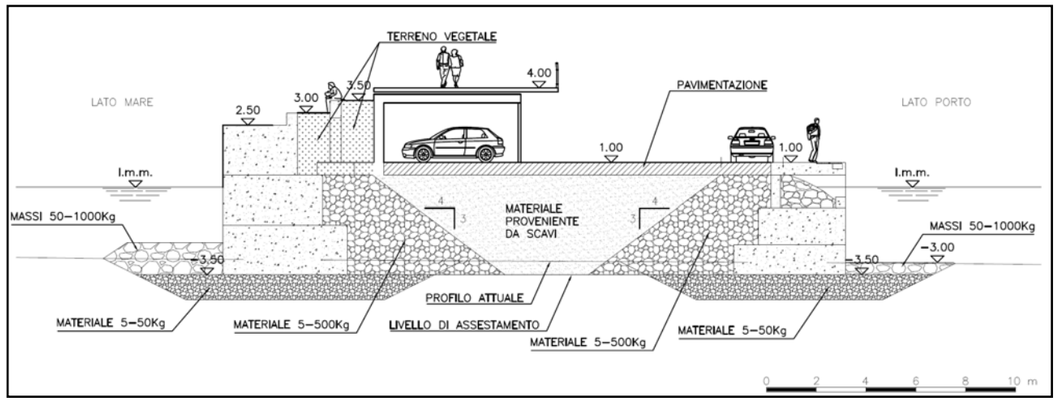


FIGURA 9-13 – SEZIONE DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO.

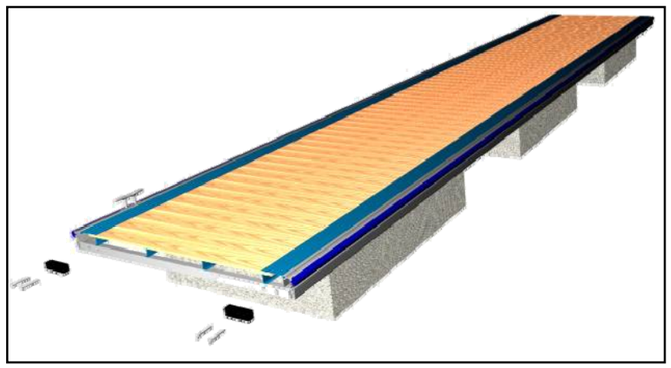


FIGURA 9-14 – SEZIONE DELLA BANCHINA DI CANTIERE E PROSPETTO DEL PONTILE GALLEGGIANTE.

Inserimento architettonico e paesaggistico

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

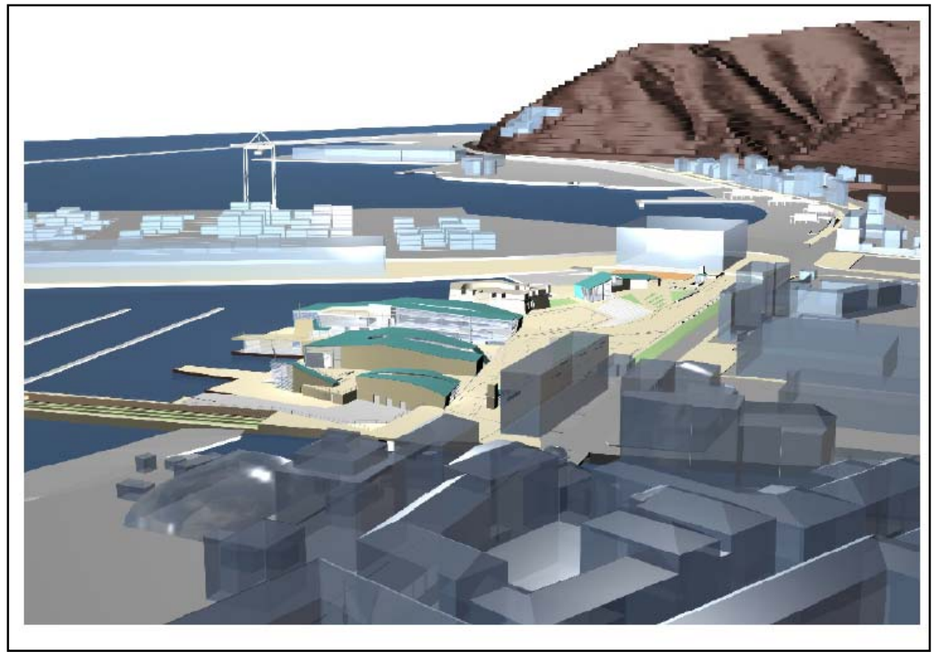


FIGURA 9-15 – VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D.

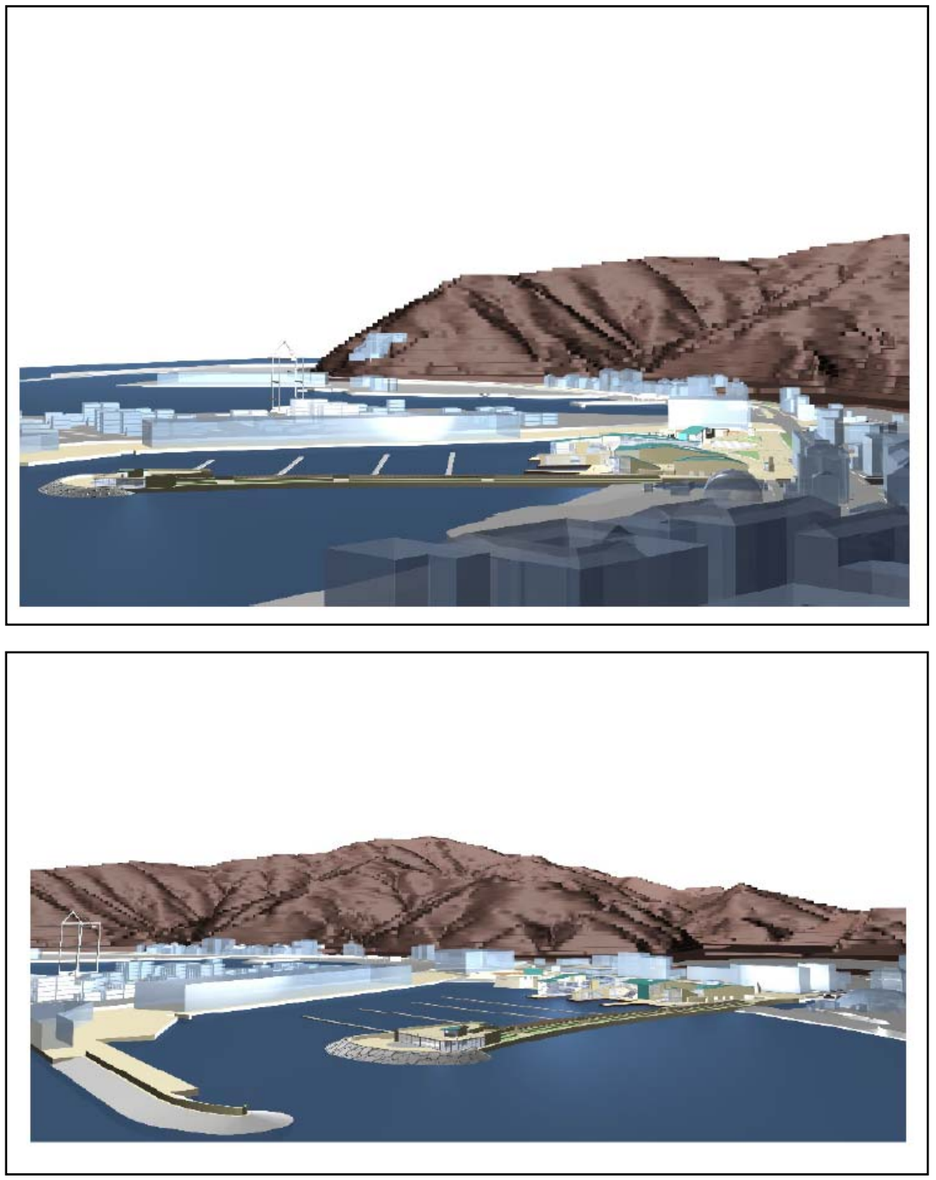


FIGURA 9-16 – VALUTAZIONE DI INSERIMENTO ARCHITETTONICO E PAESAGGISTICO DELLE OPERE DEL COMPARTO D.

9.3. 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 (Figura 9-17), in un'area compresa tra la zona industriale e la strada di scorrimento Savona-Vado, ottimale per la connessione dell'Autostrada A10 con la stessa strada per Savona, con la viabilità urbana e con l'Aurelia-bis, che costituisce una diretta connessione con la Via Aurelia nella zona prossima all'area portuale.

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

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

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

Il progetto prevede, in sintesi, i seguenti interventi:

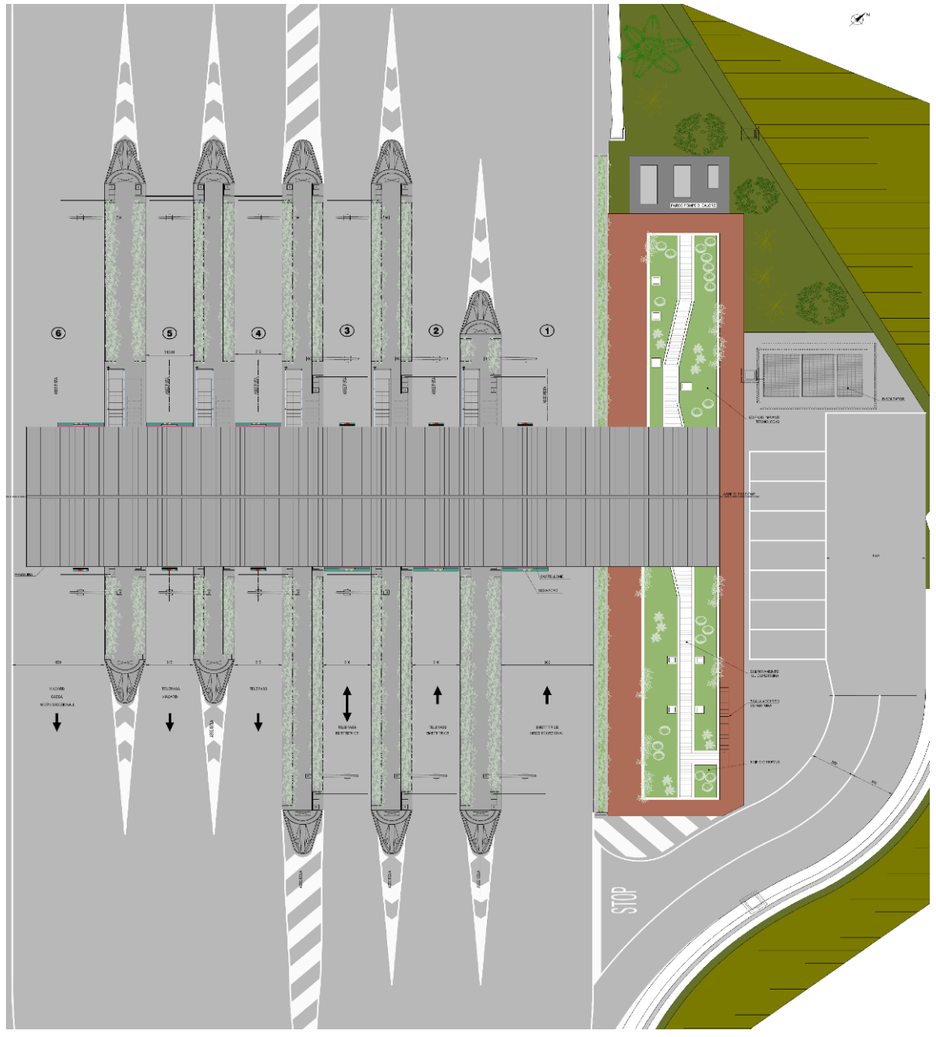
- realizzazione di rampe di accesso ed uscita, con soluzioni parzialmente in viadotto per superare alcune locali incisioni vallive;
- realizzazione di 3 piste di entrata/uscita dei veicoli;
- realizzazione di una pensilina in corrispondenza delle isole di esazione pedaggi;
- realizzazione di un edificio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

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

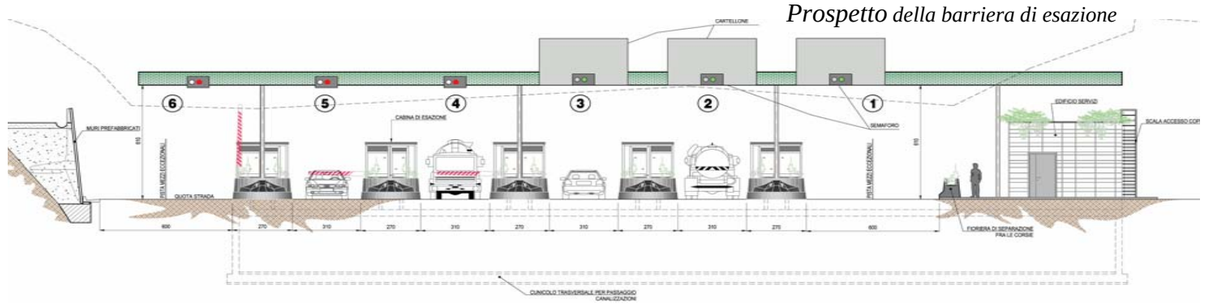


FIGURA 9-17 – PLANIMETRIA GENERALE DEL CASELLO E DELLO SVINCOLO.

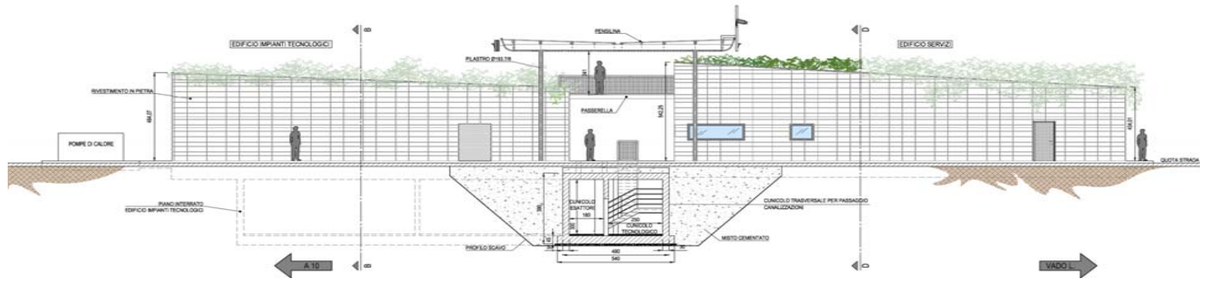
Planimetria delle isole di esazione



Prospetto della barriera di esazione



Prospetto del fabbricato del casello



Sezione longitudinale in asse alle isole di esazione

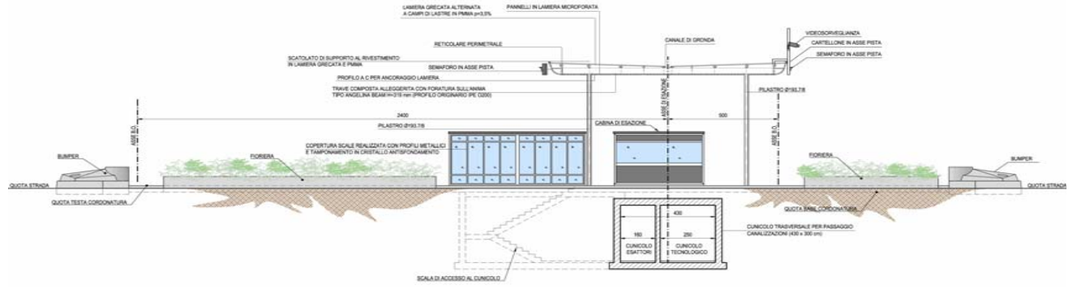


FIGURA 9-18 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DEL CASELLO E PARTICOLARI DEI FABBRICATI.

9.4. Parco ferroviario

Nell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1) 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 (Figura 4-1).

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'inquiamento 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.

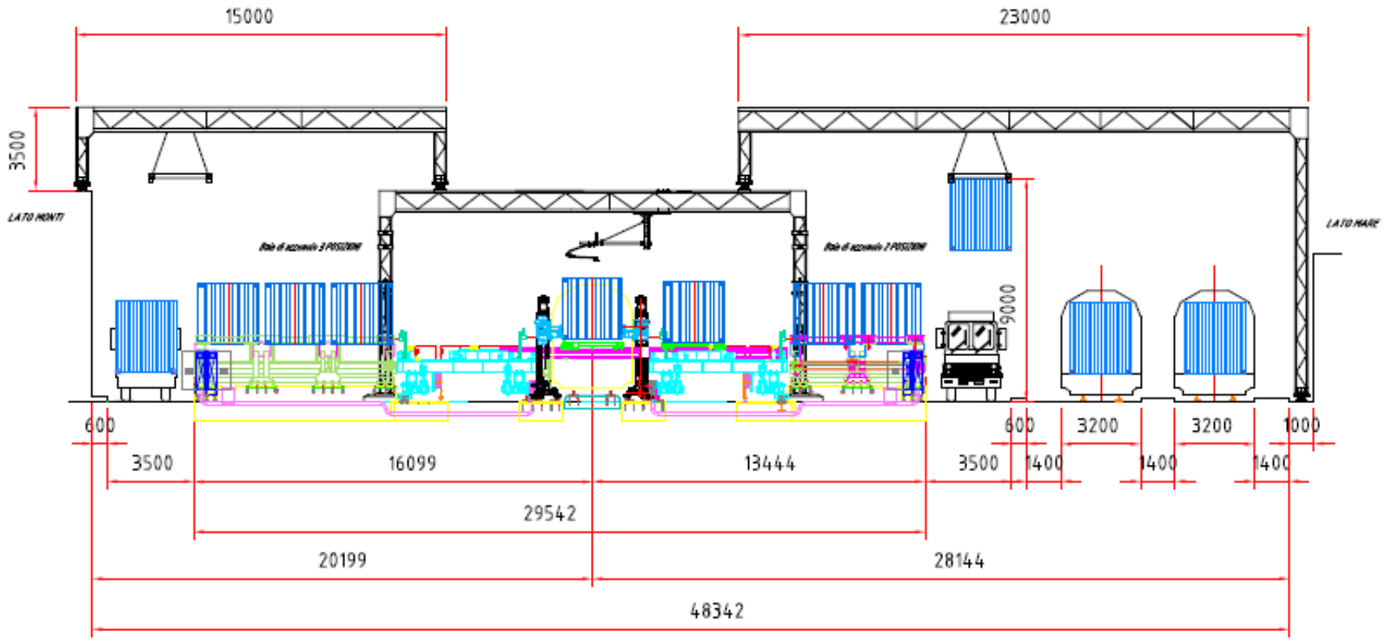


FIGURA 9-19 – SEZIONE SCHEMATICA DELL'IMPIANTO METROCARGO® PREVISTO A VADO LIGURE.

9.5. 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 (Paragrafo 4.1) 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

9.5.1. 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).

9.5.2. 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 batimetria – 15 m per raggiungere, dopo uno sviluppo di ca. 100 m, la batimetrica -41 m. Successivamente, con un angolo di 150°, la diga prosegue con un tratto rettilineo della lunghezza di ca. 600 m insistente su fondali naturali compresi tra -41 m slm e -48 m slm, per terminare con il cassone di testata orientato a martello per limitare la diffrazione all'interno del bacino portuale.
La diga attuale sarà smantellata per un tratto di circa 390 m. Tutti i cassoni esistenti, di diverse dimensioni, sono destinati alla ricollocazione. Saranno sottoposti ad un accurato controllo atto a verificare la loro idoneità tecnica, saranno salpati e riposizionati nel tratto iniziale del nuovo molo sopraflutti.
La parte terminale ed il martello di chiusura, di lunghezza pari a circa 270 m, saranno invece realizzati con cassoni di nuova costruzione, di lunghezza 30 m, larghezza 24 m ed imbasati a quota -25,5 m slm. Nei tratti di raccordo sono previsti cassoni speciali.
Tutti i cassoni saranno appoggiati su uno scanno di imbasamento con pendenza 2/3 realizzato con tout venant proveniente da cave e da apporti spontanei. La costruzione dello scanno sarà preceduta da una bonifica geotecnica del fondale realizzata attraverso la compenetrazione tra materiale arido di cava e fondale esistente, realizzata attraverso il controllo sia della granulometria dell'inerte sia delle condizioni di posa.
Successivamente alla posa i cassoni saranno riempiti con sabbia, in parte proveniente dallo svuotamento dei cassoni esistenti, o da materiale arido equivalente.
Ai piedi dei cassoni è prevista una fila di massi guardiani, in parte salpati dalla vecchia struttura ed in parte di nuova costruzione.
Nella parte di scanno posta a quota superiore alla batimetrica -25 m slm sarà realizzata una mantellata di protezione realizzata con scogliera di terza categoria.
Nella figura che seguono sono riportate la configurazione del progetto e le sezioni tipo dell'opera:

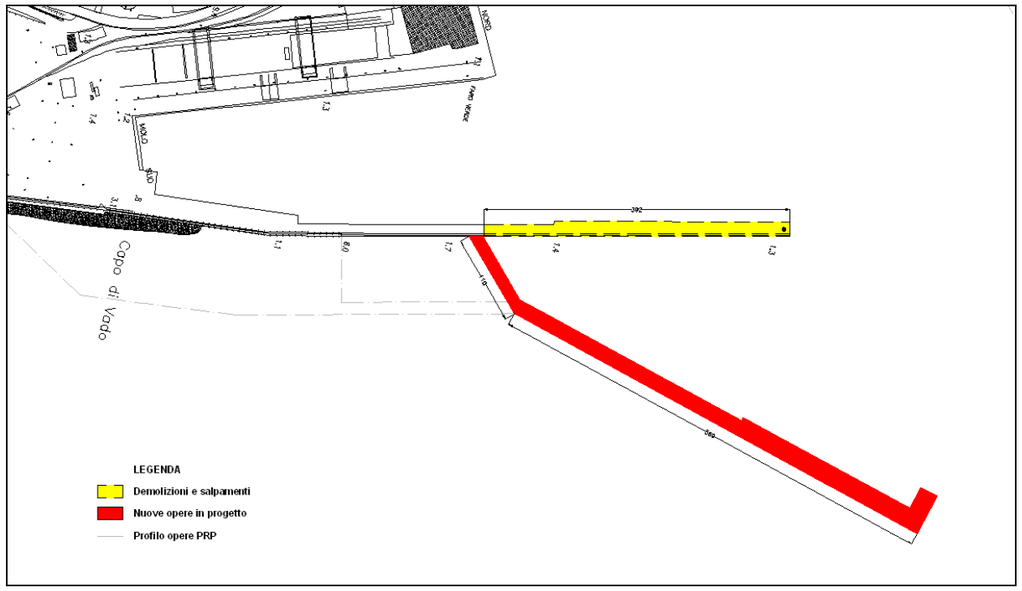


FIGURA 9-20 – PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO DELLE OPERE

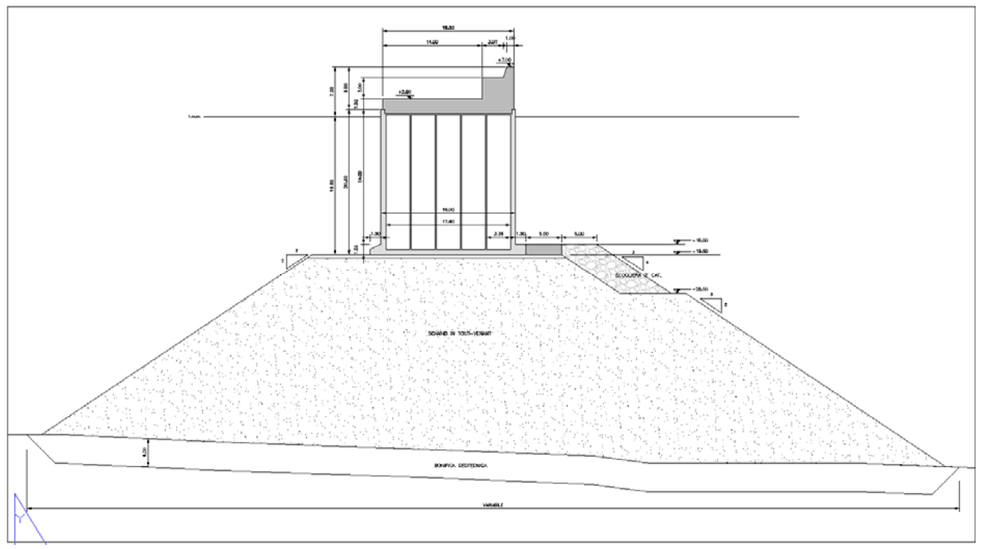


FIGURA 9-21 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI SALPATI E RIPOSIZIONATI

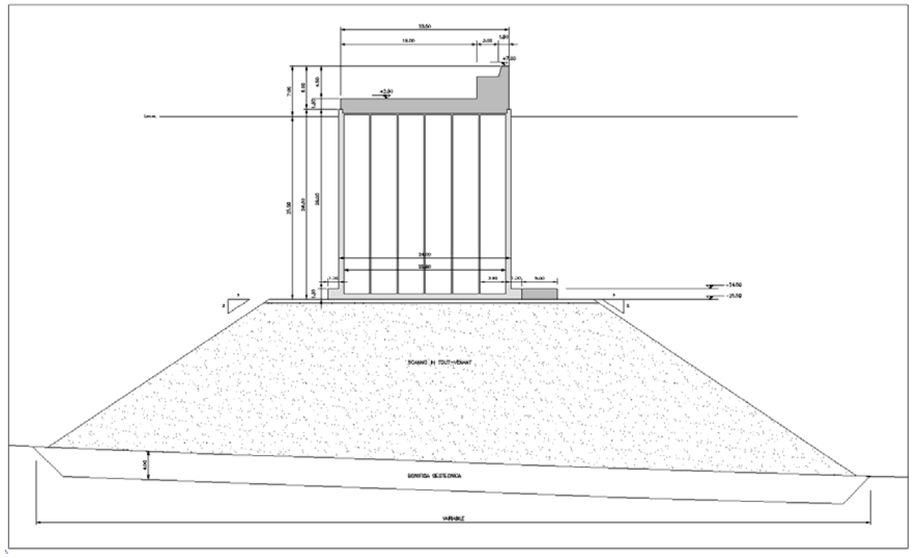


FIGURA 9-22 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI DI NUOVA COSTRUZIONE

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.

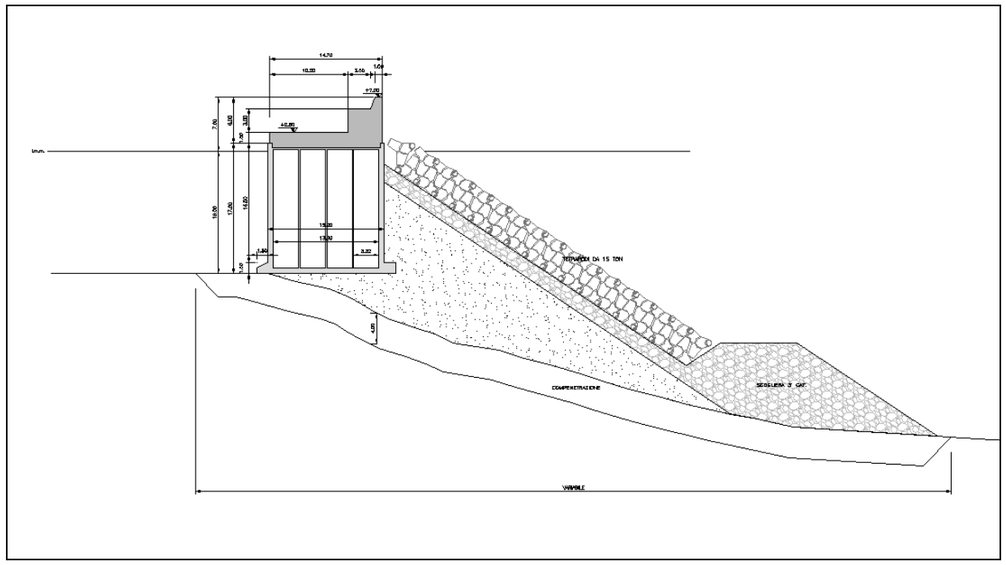


FIGURA 9-23 - SEZIONE TIPO DELLA DIGA – CASSONI H=15 M CON PROTEZIONE A GETTATA

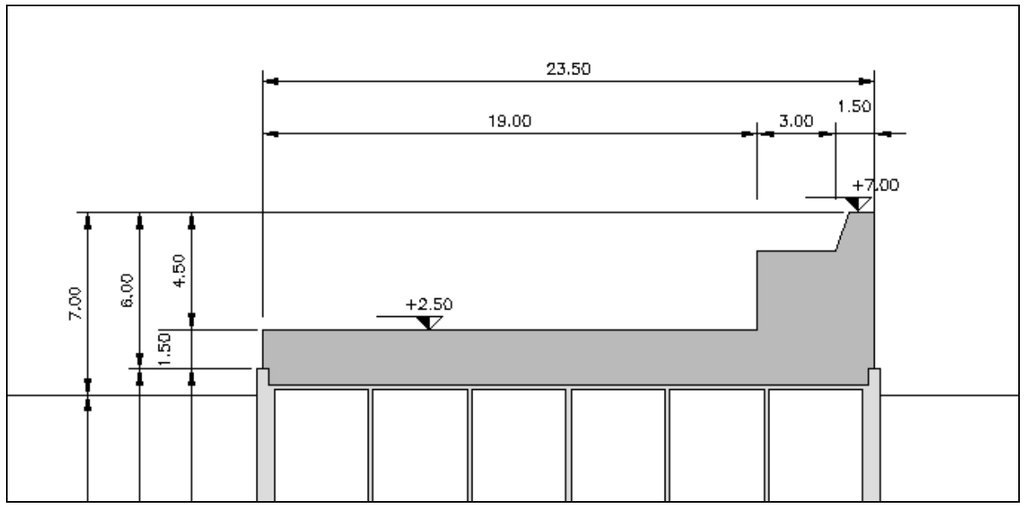


FIGURA 9-24 - SEZIONE TIPO SOVRASTRUTTURA E MURO PARAONDE

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.

10. VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

Nel presente capitolo sono descritte le variazioni apportate in sede di progettazione esecutiva al progetto definitivo approvato.

Come descritto nel Capitolo 1, sono state presentate alcune varianti al progetto definitivo: per alcune di queste è stata ricevuta una pronuncia di non significatività della variante, tale da procedere con la progettazione. Per l'avanzamento del terrapieno (Paragrafo 10.9) e per le strutture di sostegno in testa alla piastra (Paragrafo 10.10) la Regione ha chiesto di attivare la procedura di 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 SIA da predisporre si tenga conto delle altre varianti apportate nel passaggio da Progetto Definitivo a Progetto Esecutivo.

Nel presente capitolo sono quindi elencate tutte le principali varianti, non solo quelle oggetto del DD 4604/13 ma anche quelle per le quali era stato ricevuto il pronunciamento di variante non significativa e le modifiche progettuali, logistiche e programmatiche connesse alle varianti presentate. Oltre che per ottemperare a quanto espressamente disposto dalla Regione Liguria, la presentazione delle varianti e delle modifiche progettuali connesse è riportata anche per coerenza di contenuti con quanto descritto nel Progetto Esecutivo allegato.

10.1. Cantiere di prefabbricazione dei cassoni

Nel progetto definitivo approvato, le aree di cantiere necessarie nel sito di Vado Ligure sono state sommariamente individuate con lo scopo di definire una previsione di spazi da richiedere in assentimento demaniale temporaneo all'Autorità Portuale, in aggiunta a quelli da richiedere in via definitiva per la costruzione dell'opera, affrontando la problematica in termini di fattibilità generale.

Gli approfondimenti condotti relativamente al sito sulla diga foranea di Vado hanno ora evidenziato che si rende necessario un adeguamento della parte terminale della diga stessa per dare una adeguata protezione al cantiere.

L'incantieramento sulla diga foranea è già stato in qualche modo testato per la realizzazione del campo prove geotecnico, il cui rilevato è stato formato muovendo da qui il materiale con l'impiego di pontoni galleggianti.

Il punto di imbarco del materiale per il campo prove era posizionato a circa 100 metri dalla testata, ma già in alcune condizioni meteomarine avverse si è reso necessario posizionare il pontone più in radice con ormeggi rinforzati.

Le dimensioni dell'impianto per la costruzione dei cassoni impongono di posizionarlo in testata alla diga, come verificato con i Piloti e la Capitaneria di Porto; diversamente l'ingombro ridurrebbe la larghezza del bacino ed il canale di accesso a valori non accettabili. Risulta evidente come le condizioni di esposizione già descritte risultino ancora più rilevanti, in quanto tale posizione è fortemente esposta, direttamente o per diffrazione, a tutti i mari e che motivazioni di sicurezza, sia per i mezzi che per le persone che vi opereranno, impongono di realizzare delle idonee opere di protezione, oggetto della presente proposta di adeguamento.

L'adeguamento consiste sostanzialmente nella posa di quattro cassoni cellulari in testata ed ha carattere provvisorio, essendo funzionale solo a questa attività di fabbricazione: a fine cantiere verrà infatti ripristinata la configurazione iniziale della diga.

L'organizzazione del cantiere per la costruzione delle colonne dei cassoni a giorno richiede inoltre un'area dedicata, da ricavarsi con un ulteriore cassone provvisorio disposto perpendicolarmente alla diga, anch'esso da rimuoversi a fine lavorazioni.

L'Autorità Portuale non ha valutato la proposta come variante né adeguamento tecnico/funzionale su cui acquisire parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici o nuova valutazione in sede di Intesa Stato-Regione, ma l'ha considerata come un apprestamento temporaneo di cantiere e come tale da sottoporre ad esclusiva valutazione

degli aspetti ambientali eventualmente coinvolti, oltre che degli aspetti tecnici concernenti la sicurezza della Navigazione e ad una presa d'atto da parte del Comune competente.

In merito agli aspetti ambientali, il soggetto promotore ha richiesto (cfr. Capitolo 1) 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.

La prefabbricazione dei cassoni non viene affrontata a terra in bacini a secco, ma viene realizzata in mare su piattaforme galleggianti di dimensioni in pianta maggiore a quella del cassone da costruire, che vengono affondate mano a mano che vi viene eretto sopra il manufatto utilizzando casseri rampanti, fino a realizzarne il volume totale come è previsto dal progetto.

Al completamento del processo di prefabbricazione, i cassoni tradizionali verranno posati in opera, invece la base cellulare del cassone "a giorno" verrà sfruttata come base galleggiante per la costruzione delle colonne/pilastri.

Si prevede il trasferimento a Vado di un nuovo impianto galleggiante di ultima generazione, attualmente a Taranto, capace di consentire la costruzione contemporanea di due cassoni "a giorno" e di supportare, quindi, una produzione a ritmo industriale di questi manufatti a partire dagli ultimi mesi del corrente anno.

Il traffico del calcestruzzo potrà essere indirizzato direttamente sulla diga attraverso una viabilità extraurbana ed una viabilità interna portuale concordata con la Reefer Terminal, scaricando da quest'ultimo le aree a terra in radice a tutto vantaggio degli impatti sulla viabilità ordinaria. Entrata ed uscita avverranno sempre in mano destra senza intersezioni di flusso.

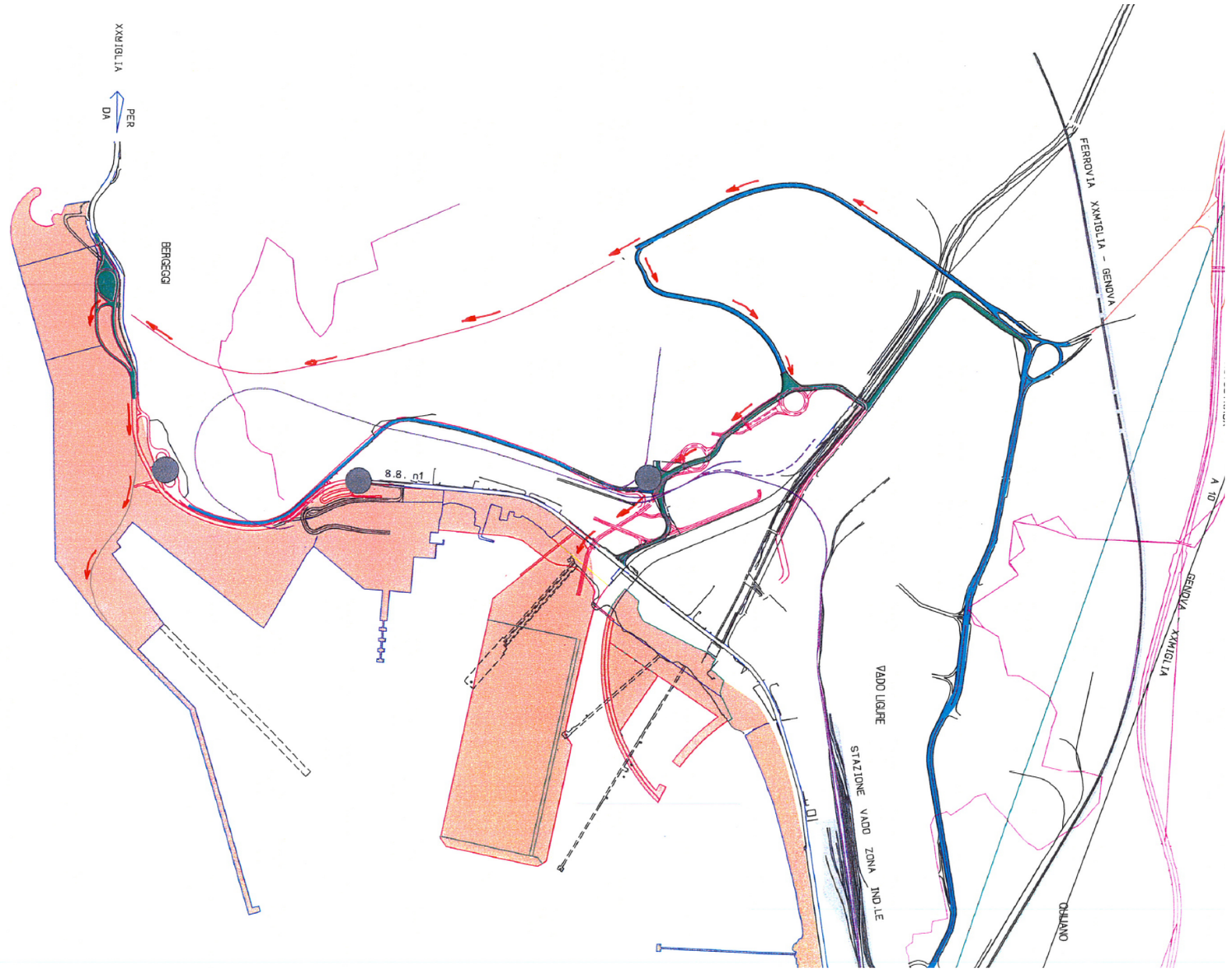


FIGURA 10-1 – FLUSSI DI TRAFFICO PER L'APPROVIGIONAMENTO DEL MATERIALE DEL CANTIERE DI PREFABBRICAZIONE DEI CASSONI IN TESTA ALLA DIGA FORANEA

Il cantiere è suddiviso in due aree:

- Un'area di prefabbricazione dei cassoni di 66,60mx86,10m in testata della diga esistente conterminata di quattro cassoni di 22mx32m alti 18,5m, imbasati su uno scanno in tout venant protetto con una scogliera di 1-3t e uno masso guardiano in calcestruzzo, a quota -18m del livello medio mare
- Un'area di costruzione della torre costituita da un cassone di 22mx32m alto 18,5, imbasato su uno scanno in tout venant

La soprastruttura avrà una quota finita a +2 e sarà in calcestruzzo armato di spessore 1,5m; invece la quota del muro sarà di +7, analogamente a quello esistente (vedi Figura 10-3), per garantire una migliore protezione all'impianto. Le relazione di calcolo e i disegni relativi all'intervento verranno depositati presso l'Autorità Portuale di Savona conformemente agli adempimenti della legge 1086 (deposito calcoli e collaudo statico).

Il principale criterio che ha guidato la redazione del progetto di adeguamento delle aree di cantiere è che i cassoni saranno progettati per sostenere i carichi sia in fase iniziale (area di cantiere), sia alla fine della fabbricazione dei cassoni una volta che i cassoni sono incorporati nell'opera della Nuova Piastra Multifunzionale.

Le soprastrutture saranno dimensionate per assicurare una operatività garantita, tuttavia dovranno essere facilmente smontabili per permettere il riuso dei cassoni nell'opera.

Nel seguito si riassumono i principali componenti dell'adeguamento in oggetto.

10.1.1. Lavori per la protezione del cantiere

Per realizzare il necessario bacino protetto in testata alla diga, ove collocare l'impianto, si utilizzeranno quattro cassoni di banchina 22m x 32m x 19m costruiti nel sito di Genova, posizionandone due a martello e gli altri due perpendicolari a questi verso l'interno.
I fondali in corrispondenza dei cassoni hanno una batimetria di circa –30/35 metri e per il loro posizionamento deve essere preventivamente formato uno scanno in tout-venant fino alla quota – 18.

Per realizzare l'area dedicata alla costruzione delle colonne si utilizzerà un quinto cassone disposto perpendicolarmente alla diga su un imbasamento in tout-venant.
I cassoni verranno messi in sicurezza zavorrandoli con parziale riempimento di materiale inerte e d'acqua, facilmente rimovibile, pompando l'acqua in eccesso per riportarli successivamente in galleggiamento e rimuoverli a fine cantiere.
I cassoni saranno infatti risalpati ed utilizzati definitivamente per la costruzione della piattaforma, potendo essere posti in opera nel loro sito proprio per ultimi, in quanto costituenti la porzione di banchina che interferisce con il pontile San Raffaele.
Nella Planimetria Generale riportata in Figura 10-2 sono rappresentati il posizionamento dei cassoni per la protezione dell'impianto di prefabbricazione dei cassoni della piattaforma e del quinto cassone nella zone della costruzione delle colonne, le dimensioni dello specchio acqueo da dedicare al cantiere, la larghezza del bacino portuale e del suo canale di accesso. Queste ultime rispettano i parametri delle norme PIANC-AIPCN e sono state verificate con la locale Capitaneria di Porto. Maggiori dettagli dell'area di cantiere sono rappresentati nella successiva Figura 10-3.
Per formare gli scanni verranno complessivamente versati circa 150.000 mc di tout venant di qualità analoga a quella approvata per la costruzione della piattaforma. La rimozione di questo materiale risulta essere particolarmente onerosa, di conseguenza, in fase di richiesta di approvazione di modifica non sostanziale della variante inerente il cantiere di prefabbricazione, è stato proposto che la valutazione sulla necessità della rimozione di tale materiale avvenga nel quadro del progetto di spostamento della diga foranea. Tale analisi sarà pertanto fatta dall'Autorità Portuale nel S.I.A. del suddetto progetto che l'Autorità sottoporrà a valutazione della Regione prima del termine del cantiere.
Qualora l'analisi o la valutazione dessero esiti negativi il costruttore resta impegnato a rimuovere il materiale di scanno e a riutilizzarlo. Questo potrà essere fatto o nell'ambito dei residui versamenti per la costruzione della piattaforma o, previo accordi con l'Autorità Portuale, nell'ambito della formazione dello scanno per la nuova diga.

10.1.2. Intervento strutturale

Nella planimetria in Figura 10-3 e nelle sezioni riportate in Figura 10-4 sono rappresentate in dettaglio:

- la configurazione dello scanno d'imbasamento dei cassoni in tout venant sia in testata sia sotto il quinto cassone; e la protezione in scogli 1-3 tonnellate in testata della diga
- i cassoni di 22mx32mx19m in c.a posati a quota -18m dal livello medio mare
- una soletta di circa 1m di spessore in c.a da demolire a fine cantiere
- uno muro para onde alto 5m (quota di sommità +7) per assicurare una protezione paraspruzzi analoga a quello del muro paraonde lunga la diga esistente
- 16 bitte per ormeggiare l'impianto di prefabbricazione
- 8 parabordi cilindrici di banchina (per la protezione dei cassoni in galleggiamento)
- 4 parabordi cilindrici di 2m installati sull'impianto di prefabbricazione

E' presente inoltre un'area di lavorazione e stoccaggio del ferro per il c.a e due magazzini per attrezzature minori del tipo container che possono essere facilmente smontate e spostate a fine cantiere.
Non sono previsti uffici, spogliatoio e altro localizzati alle radice del molo sopraflutti esistente.

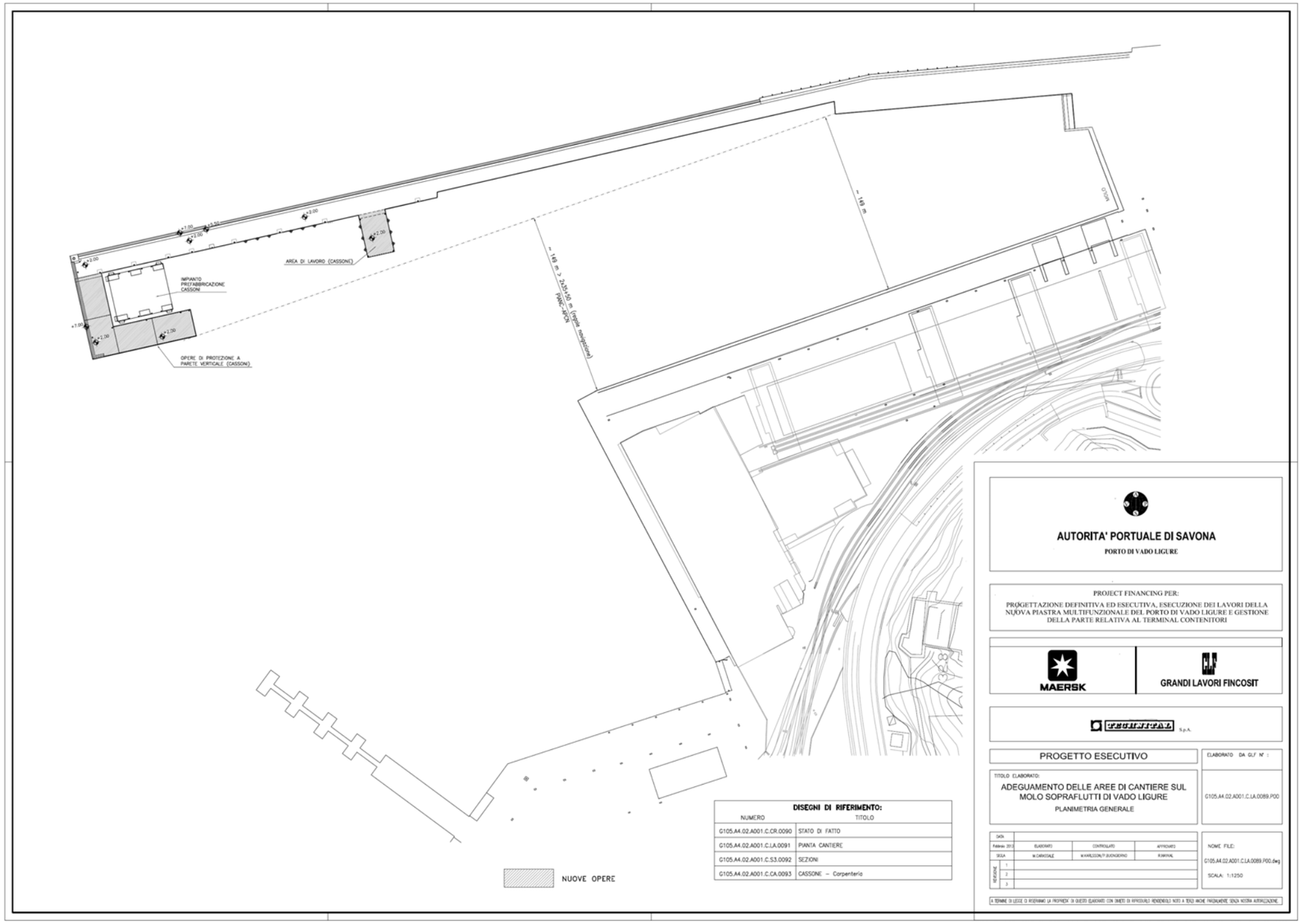


FIGURA 10-2 – PLANIMETRIA GENERALE – ADEGUAMENTO DELLE AREE DI CANTIERE SUL MOLO SOPRAFLUTTI DI VADO LIGURE

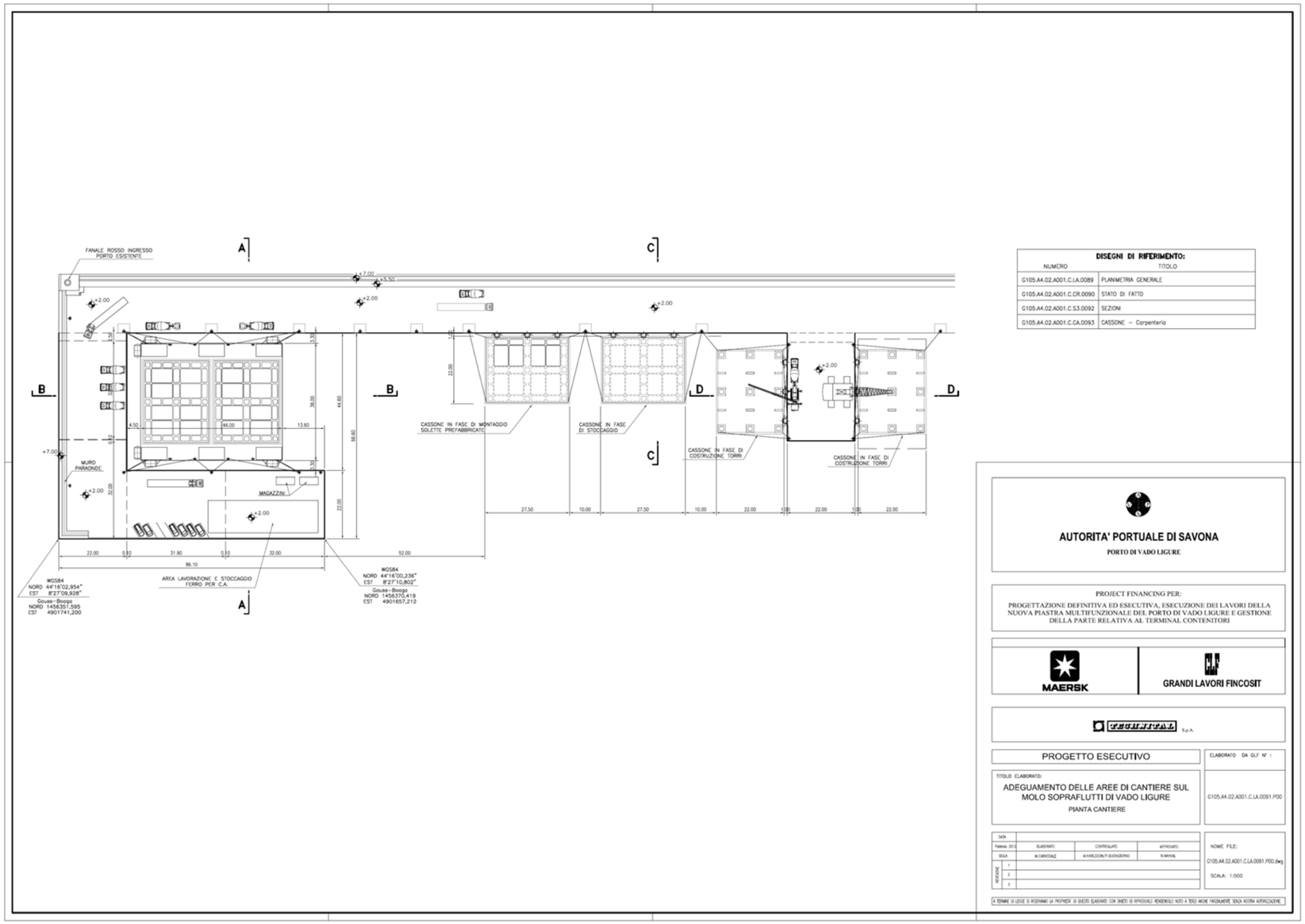


FIGURA 10-3 – PIANTA CANTIERE – ADEGUAMENTO DELLE AREE DI CANTIERE SUL MOLO SOPRAFLUTTI DI VADO LIGURE

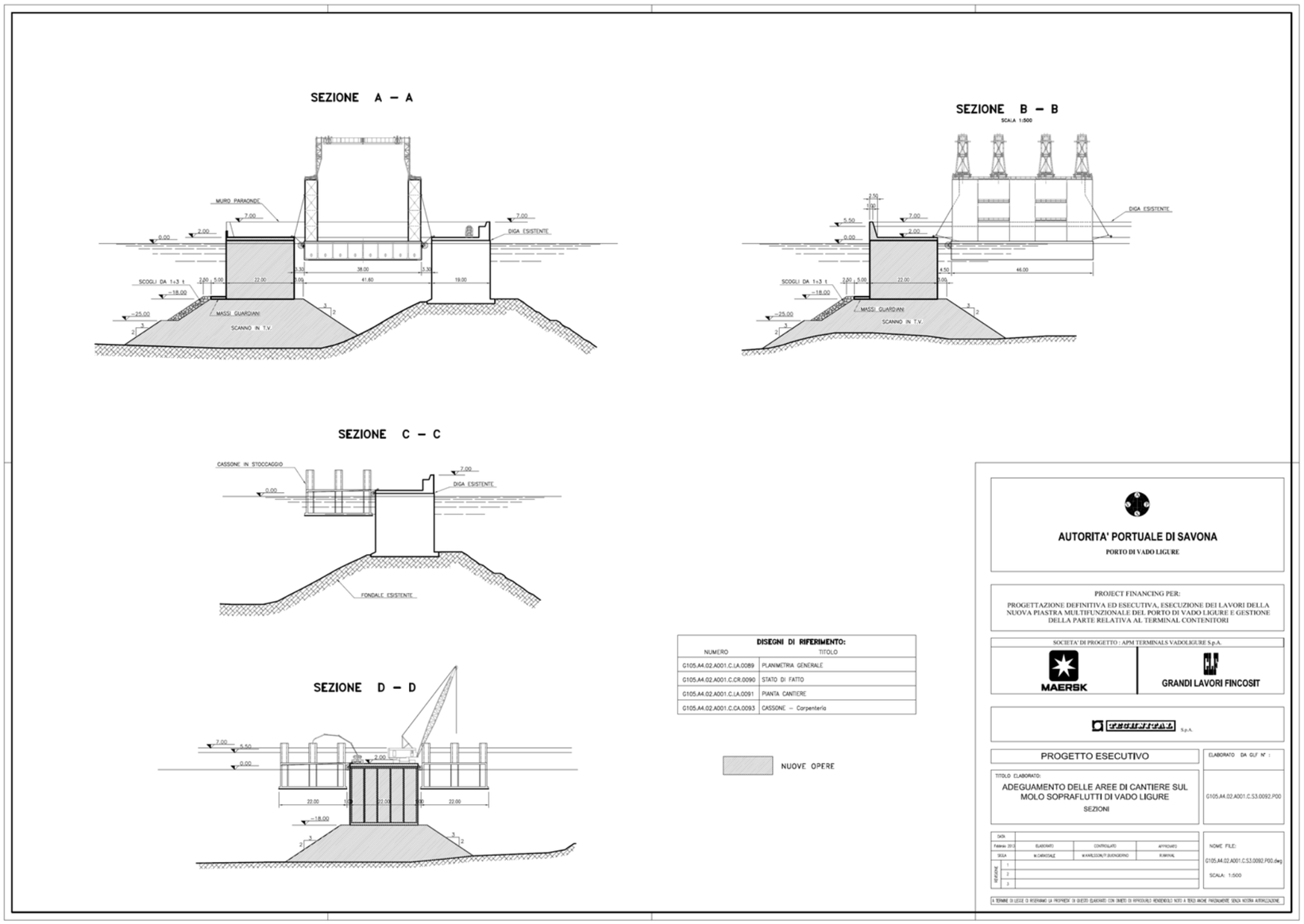


FIGURA 10-4 – SEZIONI – ADEGUAMENTO DELLE AREE DI CANTIERE SUL MOLO SOPRAFLUTTI DI VADO LIGURE

10.2. Aree provvisionali di cantiere

Le aree di cantiere sono state definite dall'Autorità Portuale di Savona nel corso dell'anno 2013, alla luce di accordi intercorsi con i concessionari presenti in zona e della approvazione da parte della Regione Liguria del cantiere sulla Diga Foranea, Terminal Rinfuse Italia ed Eurocraft nella fattispecie, ed ufficializzate ed approvate nell'ambito del progetto Esecutivo - Fase 1 - Stralcio 1 - Perizia di Variante.

Le aree di cantiere individuate sono sostanzialmente tre. Due aree (Figura 10-5) sono ubicate in prossimità del cantiere navale dell'Eurocraft, rispettivamente a ponente ed a levante dello stesso. Si tratta più che altro di aree operative e logistiche (magazzini, uffici, ecc.).

Tali aree serviranno per un tempo limitato, rispettivamente, dalla partenza dei lavori sino alla costruzione del sovrappasso della Via Aurelia (non compreso nel presente progetto esecutivo) per l'area a ponente dell'Eurocraft, e invece, sostanzialmente da circa due mesi prima della costruzione del sovrappasso della Via Aurelia sino alla conclusione.

Un'altra area, infine, è ubicata in prossimità della testata della attuale diga foranea (Figura 10-6, Figura 10-7 e Figura 10-8).

L'ubicazione di tali aree è strategicamente importante soprattutto in relazione al numero di mezzi pesanti che le dovranno raggiungere, che dalla banchina di servizio sarà portato via mare all'area di intervento.

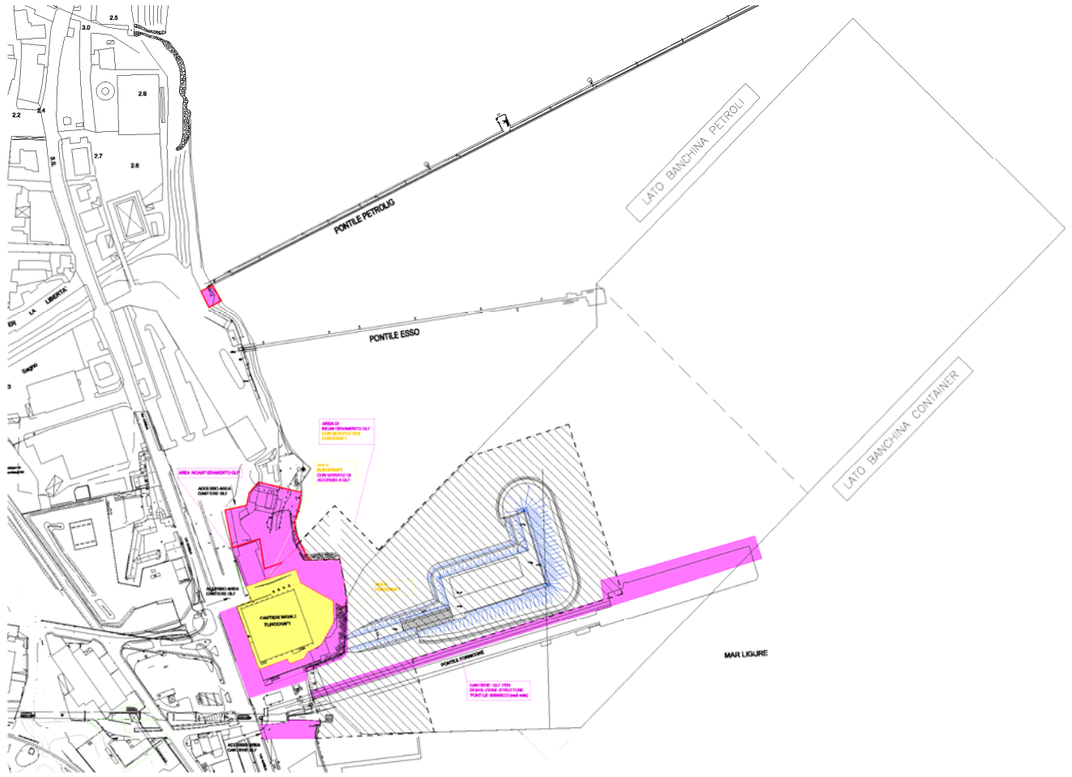


FIGURA 10-5 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE AREE DI CANTIERE MESSE A DISPOSIZIONE DELL'IMPRESA ESECUTRICE DA PARTE DELL'AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA (PRESENTATE ED APPROVATE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO)

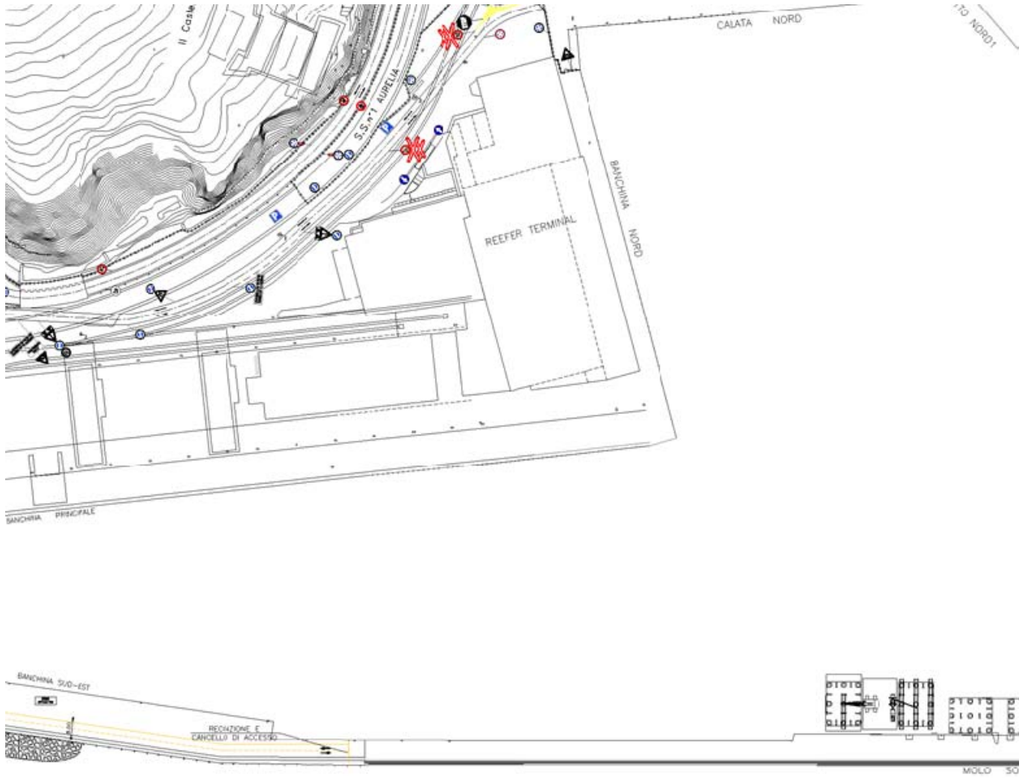


FIGURA 10-6 – AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - PLANIMETRIA GENERALE

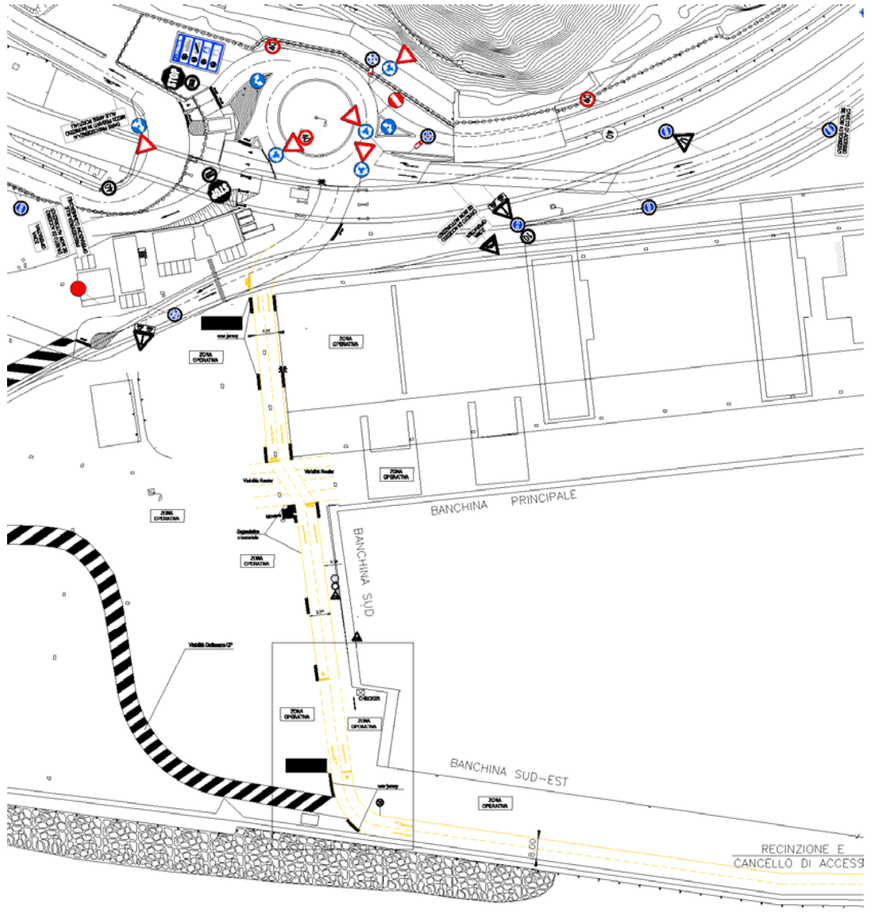


FIGURA 10-7 – AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - IMBOCCO DALLA VIABILITÀ SULLA VIA AURELIA

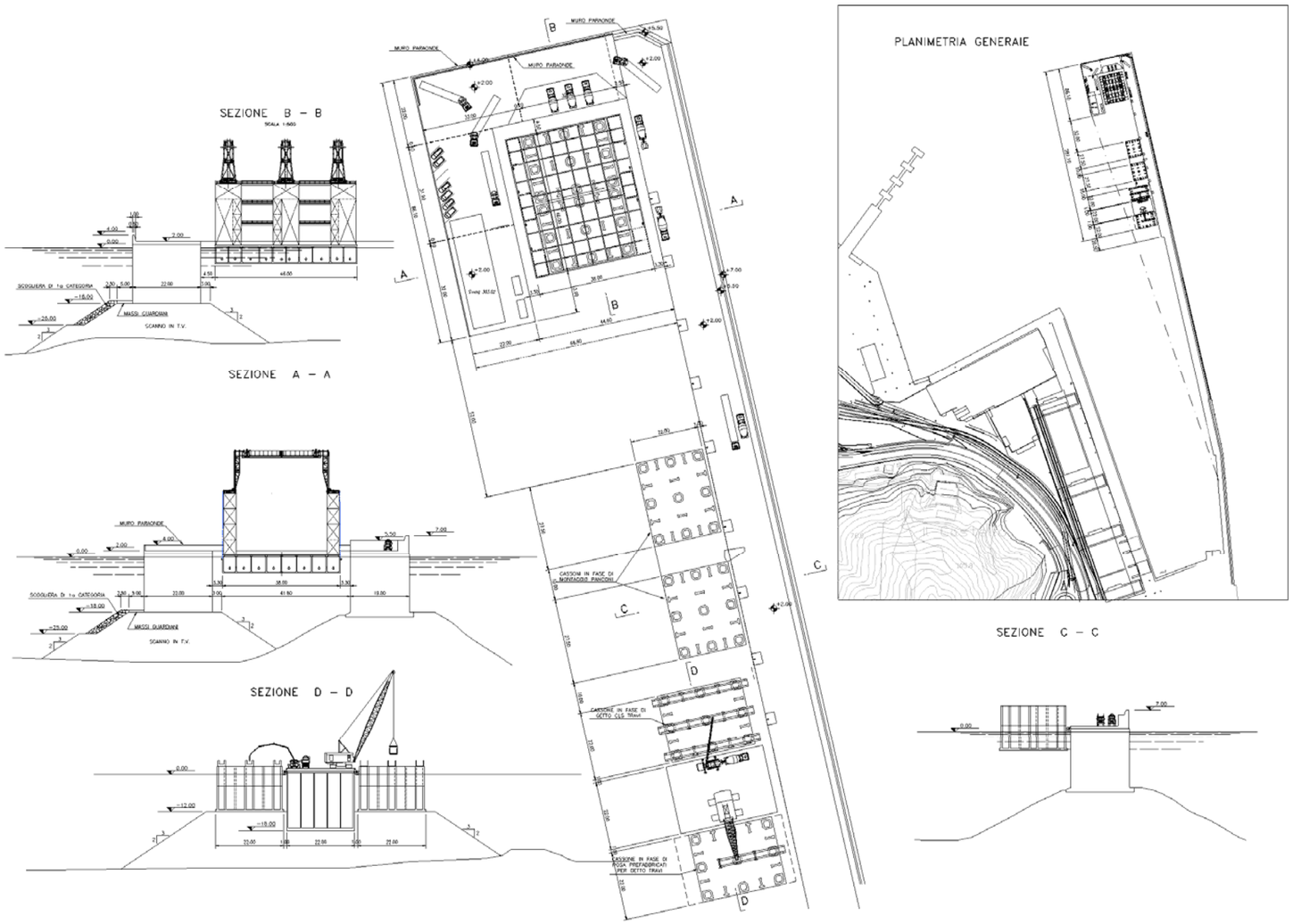


FIGURA 10-8 – AREA DI CANTIERE SULLA DIGA - PLANIMETRIA DETTAGLIO DELLA ZONA DI PREFABBRICAZIONE DEI CASSONI

In aggiunta alle aree descritte e dedicate al cantiere della piattaforma, seppure con le precisazioni fatte contestualmente alla approvazione della Fase 1 del Progetto Esecutivo appena presentate, l'operatore ha chiesto all'Autorità Portuale di rendere disponibile anche un'area a ponente del pontile di TRI.

A tal fine l'operatore ha presentato alla Conferenza dei Servizi, con prot. N. 756 del 25 gennaio 2013, istanza per l'immissione in mare dei materiali necessari a rendere operativa l'area.

A valle della nota dell'Agenzia delle Dogane prot. 3072/RU del 4 marzo 2013, della nota ANAS prot. CGE-3780-P del 12 marzo 2013, dell'Atto Dirigenziale della Provincia di Savona n. 2013/1384 del 1 marzo 2013, la Conferenza dei Servizi nella seduta referente del 12 marzo 2013 ha autorizzato l'operatore all'esecuzione dell'attraversamento del Rio S. Elena.

La Regione Liguria, con Decreto del Dirigente n. 2150 del 15.5.2013 ha autorizzato, alla luce del verbale della Conferenza dei Servizi, l'operatore, ai sensi dell'art. 109 del D.Lgs 152 del 3.4.2006, all'immissione in mare dei materiali necessari a rendere operativa l'area.

La richiesta è nata dall'osservazione che il progetto di realizzazione del nuovo sovrappasso per il collegamento della piattaforma multifunzionale con il retro porto, approvato successivamente a quello della piattaforma, ha portato all'evidenza che le tempistiche dei due cantieri interferiscono relativamente alle rispettive opere da realizzarsi nell'area a mare dell'Aurelia a ponente del pontile TRI.

E' quindi indispensabile che le corrispondenti attività vengano temporalmente disgiunte.

In particolare devono essere anticipate le lavorazioni ivi previste dal progetto della piattaforma, riguardanti la formazione del terrapieno di radicamento e gli elementi fondazionali della rimessa sotterranea.

Il pontile TRI deve però restare attivo fino a che non sarà disponibile la nuova banchina sulla testata della piattaforma.

Questa condizione interclude il passaggio tra le aree di cantiere previste sul Progetto Definitivo, situate subito a nord del fabbricato del Cantiere Navale Eurocraft e le parti di opera a ponente del pontile San Raffaele che invece, come detto, devono essere anticipate.
Non è del resto ipotizzabile un passaggio via mare dalla banchina di servizio, estremamente oneroso e soggetto ai vincoli dell'operatività TRI.

La sola disponibilità quindi dell'area di cantiere a terra prevista nel progetto definitivo a levante del pontile TRI non è idonea a supportare questa sopravvenuta esigenza.

E' stata quindi chiesta ed ottenuta dall'Autorità Portuale la concessione di una ulteriore area di cantiere a ponente del pontile TRI, come evidenziato nella Figura 10-5 in colore rosa.

L'area in questione è già dotata di un accesso dall'Aurelia (Figura 10-9 e Figura 10-10), ma deve essere adeguata per risolvere la viabilità di cantiere fino ai limiti del profilo di riempimento, realizzazione di una adeguata cross-way e un'opera di scavalcamento del tratto focivo del rio S.Elena (Figura 10-11).

Va rilevato che l'opera provvisionale di scavalcamento è tutta in area demaniale marittima.
E' quindi di stretta competenza dell'Autorità Portuale di Savona ed ha valenza limitata al solo periodo di lavori della piattaforma, con finalità di non alterare le condizioni di deflusso in atto del rio per questa durata temporale.

Le opere provvisionali saranno poi integralmente rimosse e sostituite da una sistemazione definitiva dell'area a carico del progetto del sovrappasso, approvata nello stesso contesto di approvazione di detto progetto (vedi Figura 10-12) che affronterà e risolverà anche i problemi idraulici di lungo periodo.

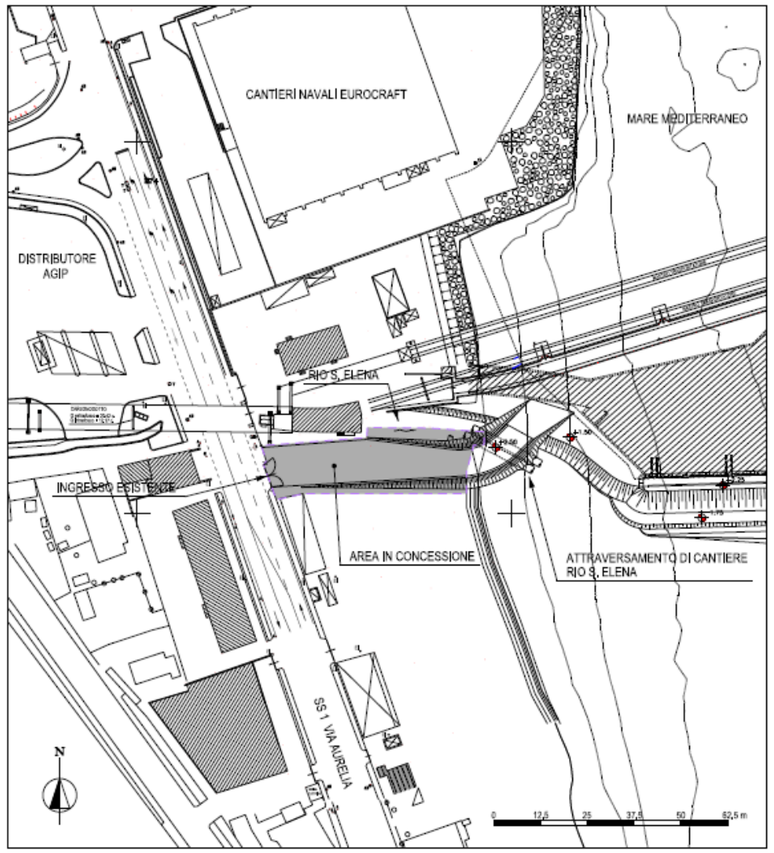
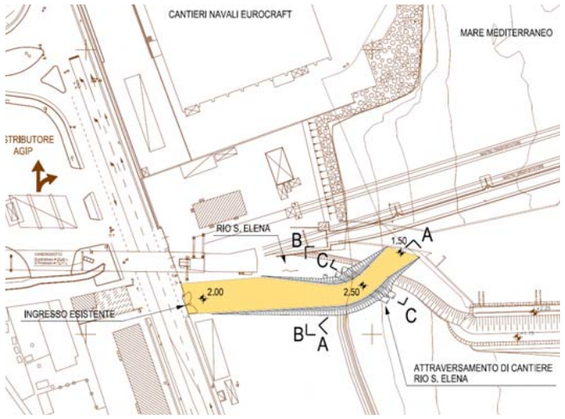


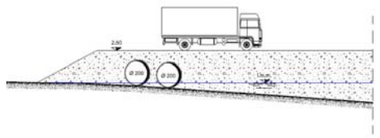
FIGURA 10-9 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - INGRESSO ESISTENTE NECESSARIO PER L'APPROVVIGIONAMENTO DEL MATERIALE NELL'AREA A SUD DEL PONTILE SAN RAFFAELE PLANIMETRIA



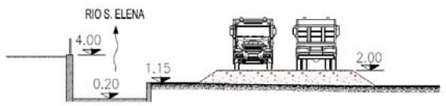
FIGURA 10-10 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - INGRESSO ESISTENTE NECESSARIO PER L'APPROVVIGIONAMENTO DEL MATERIALE NELL'AREA A SUD DEL PONTILE SAN RAFFAELE - IMMAGINE DELLO STATO DI FATTO



SEZIONE A-A



SEZIONE B-B



SEZIONE C-C

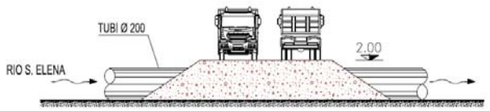


FIGURA 10-11 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - AREA DI CANTIERE AGGIUNTIVA A PONENTE DEL PONTILE TRI - OPERA DI SCAVALCAMENTO DEL TRATTO FOCIVO DEL RIO S. ELENA.

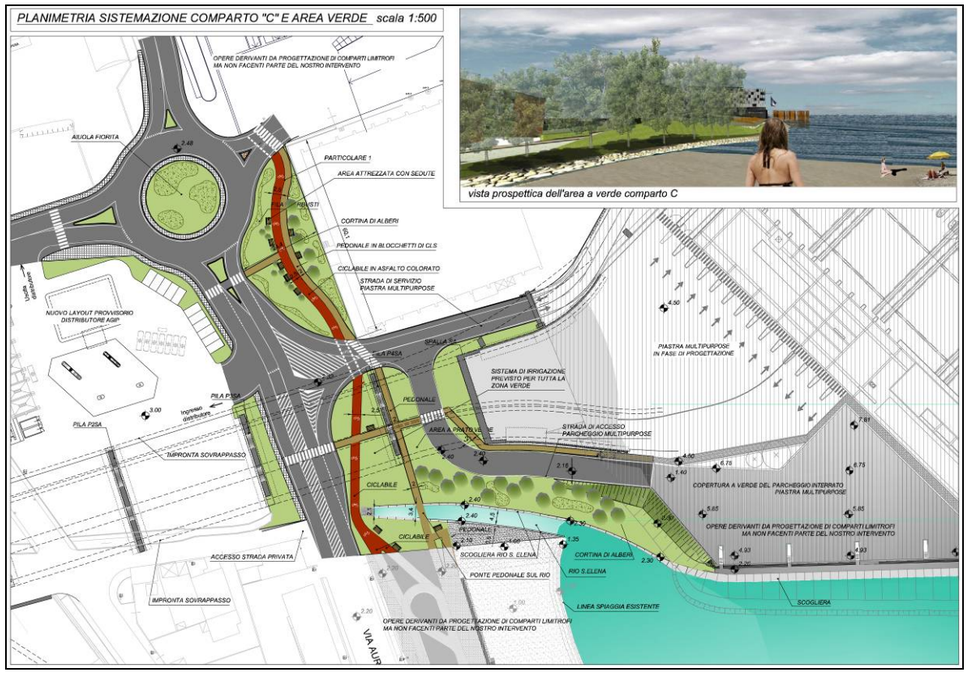


FIGURA 10-12 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - SISTEMAZIONE DEFINITIVA DELL' AREA ESTERNA ALLA PIATTAFORMA - PROGETTO DEFINITIVO DEL SOVRAPPASSO SULLA S.S.1 AURELIA

10.3. Banchina di servizio a disposizione del cantiere in radice - Piattaforma - Lato Nord

La necessità di movimentare via mare materiale da e per le aree di cantiere a terra messe a disposizione dall'Autorità Portuale di Savona, per l'esecuzione delle opere funzionali alla realizzazione della nuova piastra multifunzionale del Porto di Vado Ligure, è sempre stata ritenuta fondamentale nello svolgersi del cantiere.

L'area di cantiere a terra di maggiore rilevanza è quella situata subito a nord del fabbricato del Cantiere Navale Eurocraft (vedi Figura 10-13) 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; detta banchina di servizio, dal punto di vista strutturale era costituita da blocchi di calcestruzzo posati su uno scanno di imbasamento in pietrame. La banchina era fondata alla quota -3.00 m.s.m.m. su uno scanno di imbasamento in pietrame di almeno 50 cm.

La Figura 10-14 mostra l'inquadramento della banchina di servizio nell'ambito della planimetria generale della piattaforma. La sezione della banchina stessa del progetto definitivo approvato è riportata in Figura 10-15.

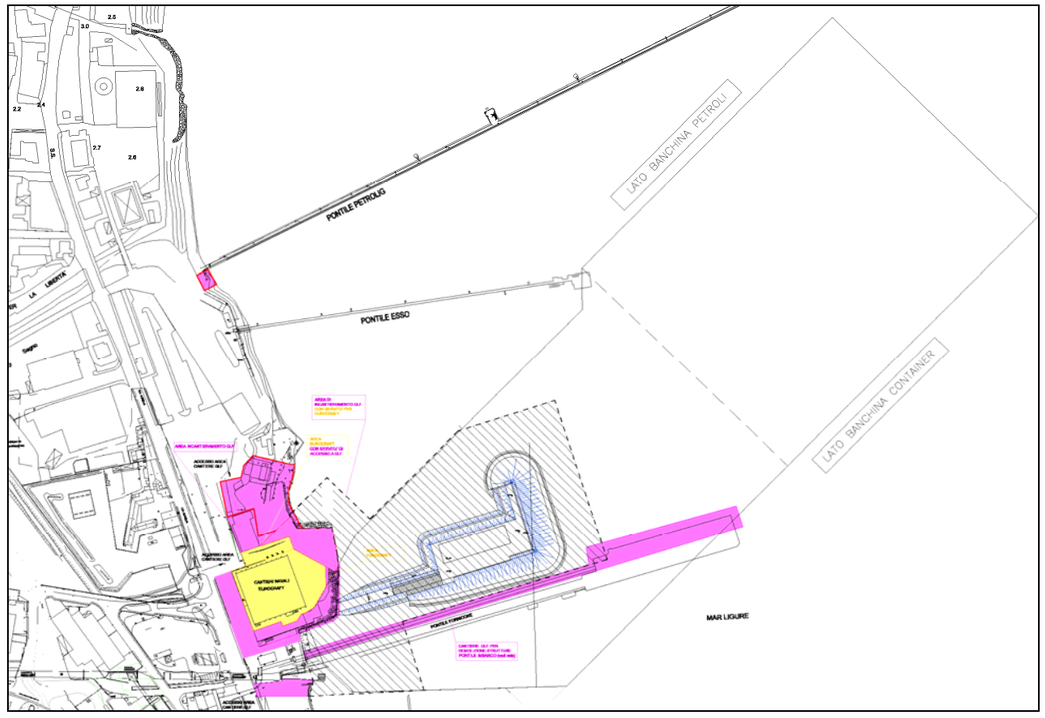


FIGURA 10-13 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE AREE DI CANTIERE MESSE A DISPOSIZIONE DELL'IMPRESA ESECUTRICE DA PARTE DELL'AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

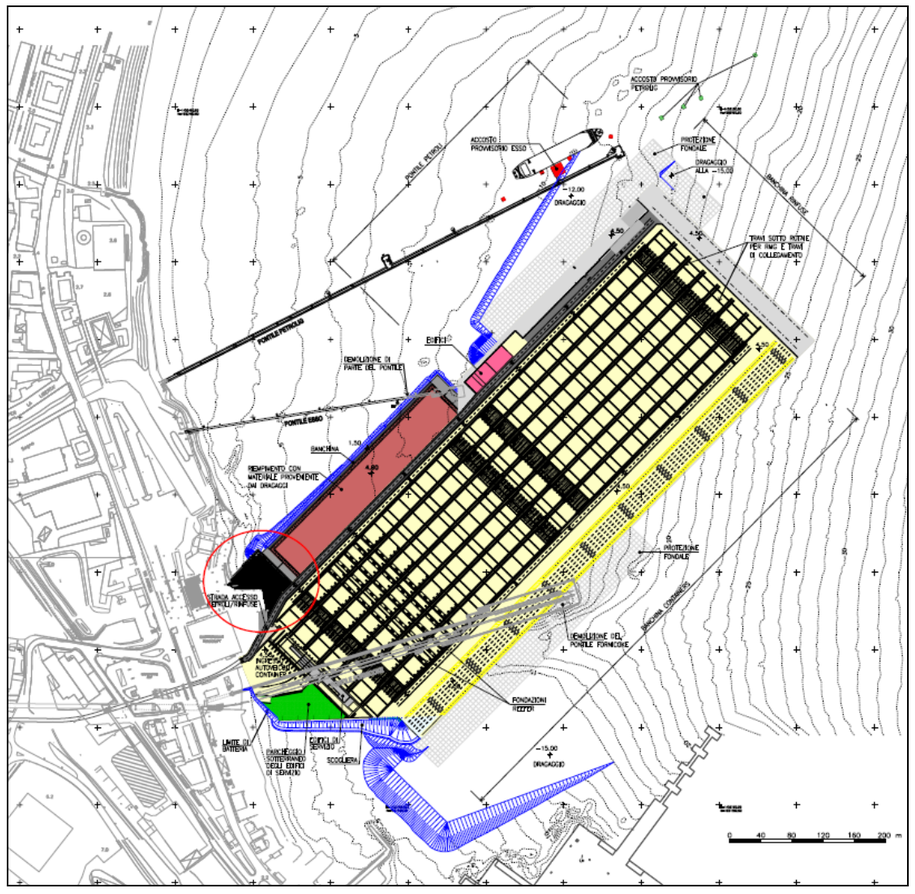


FIGURA 10-14 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - BANCHINA DI SERVIZIO - UBICAZIONE NELLA PLANIMETRIA DEL PROGETTO DEFINITIVO

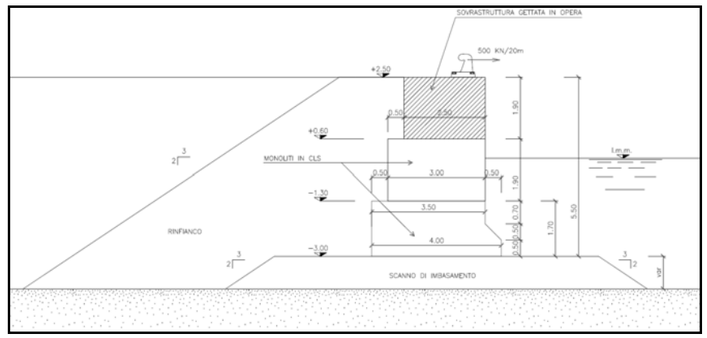


FIGURA 10-15 – NUOVA PIATTAFORMA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - BANCHINA DI SERVIZIO INSERITA NEL PROGETTO DEFINITIVO - SEZIONE TIPO -

Come evidenziato nella Figura 10-16 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.
L'analisi di dettaglio dei materiali da movimentare, alla luce della progettazione esecutiva, tra cui i pali per l'accosto temporaneo petroli, i pali e le strutture provenienti dalla demolizione di pontili esistenti, ha confermato che l'accosto necessita di fondali almeno intorno ai – 4.00 m s.m.m., quindi maggiori di quello disponibile sull'accosto Nord dopo l'interdizione dell'accosto di levante.

Inoltre l'accosto lato Nord è ulteriormente penalizzato dal suo orientamento, in quanto non essendo parallelo alle batimetrie, le manovre di ingresso-uscita dei mezzi marittimi vanno ad interessare batimetrie ancor meno profonde; senza eseguire dragaggi si può vedere che nelle manovre sarebbero state interessate zone con fondali - 1.50 + - 3.00, certamente non sufficienti per l'accesso dei mezzi.

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.

Si veda, a visualizzare quanto sopra espresso, la planimetria della nuova banchina di servizio proposta nella Figura 10-17.

La proposta della nuova versione della banchina di servizio è stata presentata dal Concessionario all'Autorità Portuale di Savona in data 24 gennaio 2013 con lettera prot. 008/13; l'Autorità Portuale ha inviato al Provveditorato alle OO.PP. detta proposta di variante, con la richiesta di prendere atto che la modifica progettuale non fosse sostanziale; il Provveditorato Interregionale alle OO.PP., con nota 1237/2013, ha preso atto della proposta di modifica alla configurazione della banchina di servizio, condividendo la valutazione dell'Autorità Portuale che detta modifica è di piccola entità e non sostanziale, ritenendo pertanto non necessaria l'attivazione di una nuova procedura di intesa Stato-Regione.

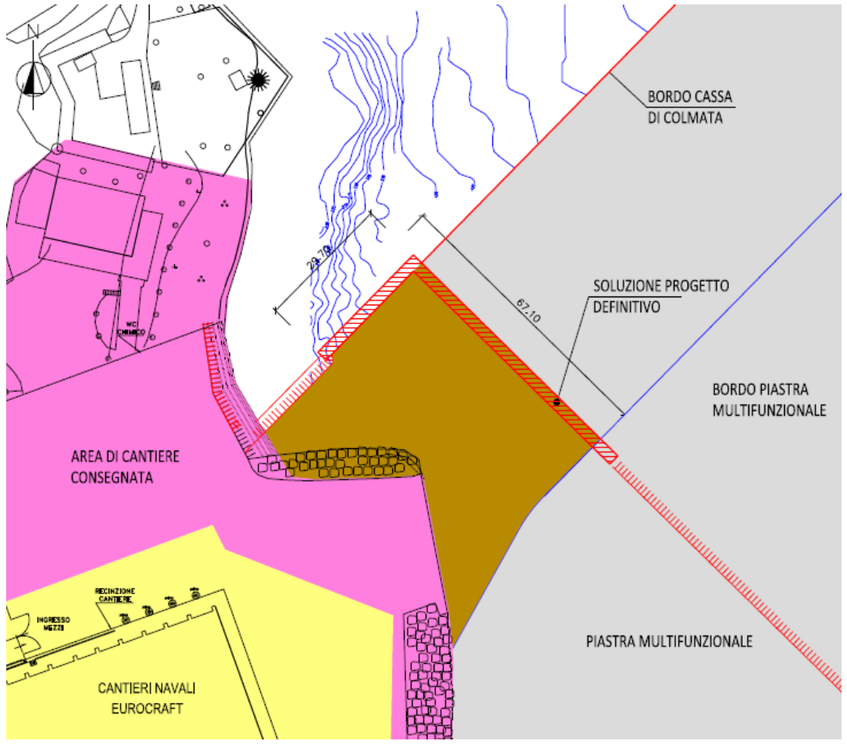


FIGURA 10-16 – NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - BANCHINA DI SERVIZIO - SOLUZIONE PROPOSTA IN PROGETTO DEFINITIVO - PLANIMETRIA

La banchina di servizio proposta a seguito degli approfondimenti emersi in sede di progetto esecutivo e del progetto di cantierizzazione, consiste in una banchina anch'essa a massi, con una conformazione "a darsena" costituita da due bracci che si propagano verso il mare distanti tra loro 12.50, di dimensioni totali in pianta pari a 74.70 m x 20.50 m, m a formare la zona di attracco per le imbarcazioni, e da una rimanente parte a sud collegata alla banchina esistente (Figura 10-17)
A destra e a sinistra dei due bracci viene realizzato un rinfianco con conseguente riempimento in tout-venant per realizzare l'area di cantiere fino alla quota +2.40 m s.l.m.m.

La banchina, come mostrato in sezione B - B (Figura 10-18) ha la stessa tipologia di quella prevista dal progetto definitivo ed è composta da massi prefabbricati in calcestruzzo sovrapposti l'uno all'altro, sormontati da una sovrastruttura in c.a. gettata in opera fino alla quota +2.40 m s.l.m.m di spessore pari a circa 1.40 m, avente lo scopo di solidarizzare i blocchi sottostanti e di regolarizzare la superficie in sommità. La banchina a contatto con la costa è composta da due blocchi, mentre quella verso mare, in presenza dei bracci, è costituita da tre blocchi sovrapposti.

L'area tra i bracci, di larghezza 12.50 m, ha una profondità di -4.00 m s.l.m.m. per consentire l'ingresso e l'attracco alle imbarcazioni di cantiere. In questa zona è prevista una protezione al piede dell'ultimo masso costituita da pietrame 50÷150 kg per evitare lo scalzamento dello scanno di imbasamento dovuto principalmente al moto delle eliche.

La banchina a blocchi è dimensionata per un sovraccarico accidentale agente a tergo minore o uguale a 20 kPa.

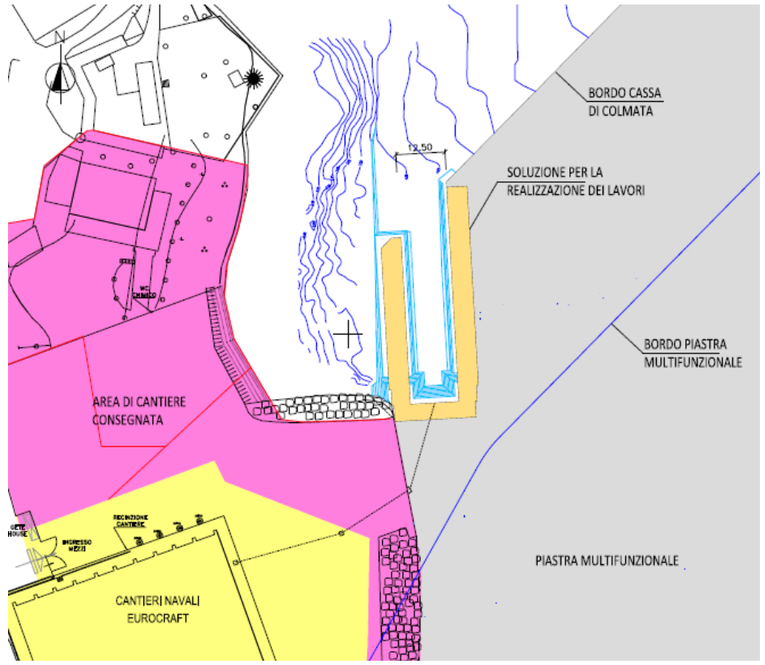


FIGURA 10-17 – NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - BANCHINA DI SERVIZIO - SOLUZIONE PROPOSTA PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI – PLANIMETRIA

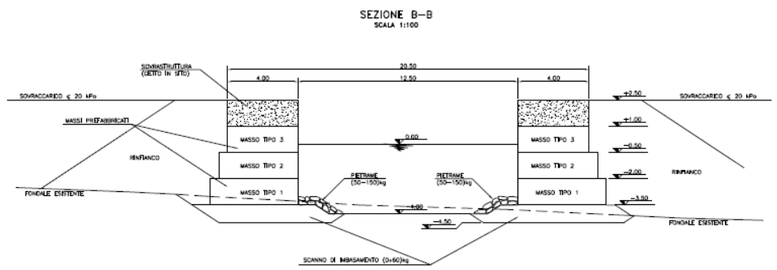


FIGURA 10-18 – NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DI VADO LIGURE - BANCHINA DI SERVIZIO - SOLUZIONE PROPOSTA PER LA REALIZZAZIONE DEI LAVORI - SEZIONE B - B

10.4. Conterminazione della cassa di colmata (anticipazione del comparto D3)

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 affinché riconoscesse detta variazione come modifica non sostanziale.

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 soluzione, 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.

10.4.1. 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 Figura 10-19 e Figura 10-20.

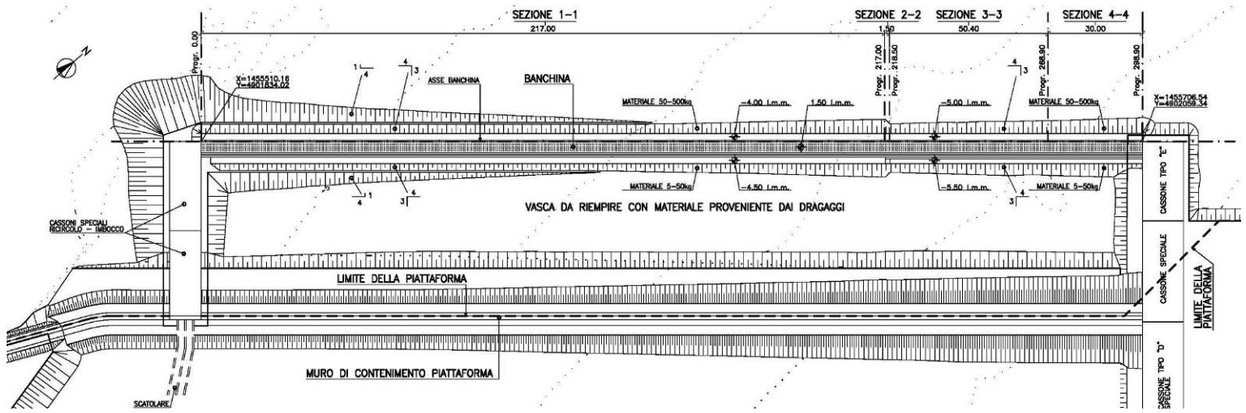


FIGURA 10-19 – PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO . IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATA DA UN CASSONE REGGISPINTA IN CUI SARÀ POSTA LA CONDOTTA PER IL RICAMBIO IDRICO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA RISPETTIVAMENTE DA UN CASSONE REGGISPINTA E DA BLOCCHI IN CALCESTRUZZO.

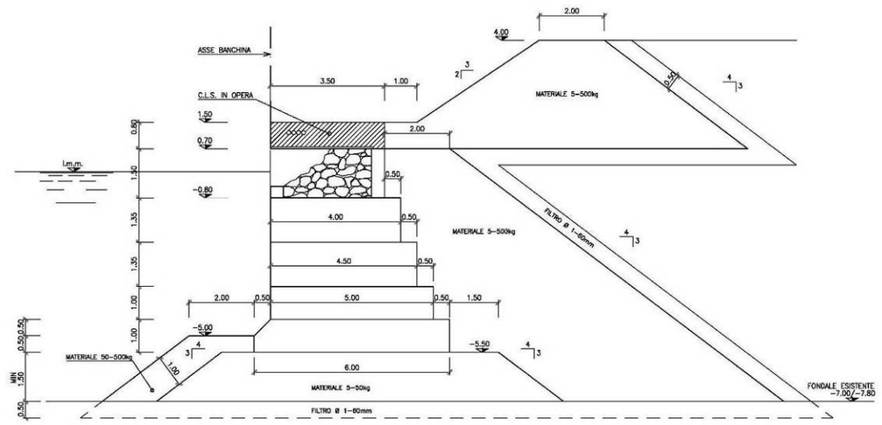


FIGURA 10-20 – SEZIONE DELLA CASSA DI COLMATA APPROVATA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DEFINITIVO IN CORRISPONDENZA DEL LATO MARE.

10.4.2. 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, etc.). 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, laepalancole 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 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.

10.4.3. Soluzione proposta nell'ambito del progetto esecutivo

In fase di Progetto Esecutivo si è ritenuto opportuno realizzare la vasca di raccolta dei sedimenti dragati in due fasi, con una capacità complessiva, fino a +4.00 m s.l.m.m., di 110.000 m^3 (prima fase 28.500 m^3 e seconda fase 81.500 m^3). Rispetto alla soluzione inviata alla Regione Liguria nel settembre 2012 sono variate unicamente le posizioni del palancolato sul lato nord orientale, adeguandole alla nuova posizione del terrapieno spostato in avanti di circa 50 m in occasione della variante oggetto di questo SIA.

Nell'ambito del campo prove dragaggio si è proposta la costruzione della fase A della cassa di colmata di capienza pari a 28.500 m^3, come documentato nella stessa istanza di dragaggio presentata nel luglio 2011ed approvata dalla Regione Liguria in data 14/11/2011 con Decreto della Regione Liguria n. 3162.

La struttura di contenimento che si propone per l'accumulo del materiale proveniente dal dragaggio per il campo prove, consiste in una struttura a pianta quadrangolare di larghezza pari a 46 m e di lunghezza pari a 82 m per la fase A e di larghezza pari a 46 m e di lunghezza di 202 m per la fase B.

La cassa di colmata che si propone è formata da una struttura di perimetrazione e contenimento in palancole metalliche infisse entro il corpo di rilevati formati in acqua, costituiti da materiale da cava di tipo granulare di diametro massimo 50 mm, avente le seguenti caratteristiche geotecniche:

	γ [kN/m^3]	Φ[°]	C'[kPa]	E[Mpa]	D_{max}[mm]
Materiale rilevato	18	38	0	54	50

Il diametro di 50 mm è stato prescelto per la formazione dei rilevati al fine di consentire l'infissione della palancola ma non è vincolante per la realizzazione dell'argine una volta che si fosse verificata in cantiere la possibilità di infissione, anche in presenza di materiale granulare di maggiore D_{max}.

Tali rilevati si sviluppano lungo tutto il perimetro rettangolare della cassa di colmata con una pendenza delle scarpate 3/2.

Il rilevato lato nord raggiunge una quota in sommità pari a +1.50 m s.l.m.m. ed ha una base di larghezza pari a 10.00 m; su di esso vengono infisse due file anteriori di palancole metalliche, distanti 7.30 m a formare un doppio palancolato, avente lo scopo di creare delle vasche di sedimentazione ed una posteriore lato piattaforma, per il contenimento del materiale dragato.

Si fa notare che tale modifica non implica variazioni alla fasisitica di costruzione della piattaforma.

In particolare per la fase A le palancole anteriori lato mare sono previste fino alla quota di -10.50 m s.l.m.m. e raggiungeranno fuori terra la quota di +3.50 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 14.00 m; le palancole posteriori lato cassa di colmata sono invece previste infisse fino alla quota di -8.00 m s.l.m.m., raggiungendo fuori terra la quota di +5.00 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 13.00 m.

Nelle sezioni corrispondenti ai fondali maggiori, sul lato ovest, che saranno realizzate nella fase B, si prevede un'infissione dei palancolati anteriori fino alla quota -12.50 m s.l.m.m. e di quello posteriore alla quota -10.00 m s.l.m.m. per garantire la maggiore stabilità della struttura in corrispondenza ai maggiori fondali. Le quote fuori terra invece rimarranno invariate.

Il rilevato lato sud raggiunge una quota in sommità pari a +1.50 m s.l.m.m. ed ha una base di larghezza pari a 6.50 m; su di essa vengono infisse le palancole metalliche a formare un palancolato per il contenimento, lato piattaforma, del materiale dragato. Le

palancole sono infisse fino alla quota di -4.00 m s.l.m.m. e raggiungono fuori terra la quota di +5.00 m s.l.m.m. per una lunghezza totale di 9.00 m.

Tutte le scarpate lato mare dei rilevati prevedono in corso d'opera una protezione di spessore pari a circa 1.80 m realizzata con massi di 2° categoria (1÷3 t) in doppio strato.

I palancolati previsti sono di tipo Larssen con un modulo di resistenza W ≥ 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 Figura 10-21 e Figura 10-22 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 Figura 10-23 e Figura 10-24.
Mentre sul lato interno i palancolati rimarranno in opera e funzioneranno, previa la realizzazione di un cordolo in conglomerato cementizio armato, da fondazione dello schermo di mitigazione ambientale previsto nel Progetto Definitivo, sul lato mare esse saranno tagliate, per poter realizzare la struttura di banchina prevista nel Progetto Definitivo.

In esso si ricorda che era presenta una banchina in massi di calcestruzzo dotata in sommità di una struttura antiriflettente, con camere riempite in massi calcarei a superficie inclinata per lo smorzamento del moto ondoso all'interno del futuro bacino del porticciolo.

Un'analoga struttura è prevista nel Progetto Esecutivo, tagliando le palancole per realizzare le camere antiriflessione; in questo caso l'aspetto esterno in calcestruzzo sarà ricreato coprendo la testa delle palancole con un elemento prefabbricato in calcestruzzo, a forma di C rovescia; nei tratti non forati intermedi, necessari dal punto di vista strutturale a sorreggere la struttura alla banchina, sono stati previsti pannelli prefabbricati in calcestruzzo, ancorati alle palancole all'interno del solettone superiore che svolge, oltre alla funzione di sorreggere la banchina della cantieristica, anche quella di cordolo di collegamento della testa delle palancole nella situazione finale.

Si vedano in proposito le sezioni tipo ed un prospetto modulare nelle Figura 10-11 e Figura 10-12 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 Figura 10-25, Figura 10-26, Figura 10-27 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.

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 calce-struzzo 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 co-munque sono dotate di una protezione passiva tramite il rivestimento in calcestruzzo.
Pertanto, la soluzione modificativa elaborata in sede di progetto esecutivo è sostan-zialmente invariante in relazione alla durabilità della struttura.

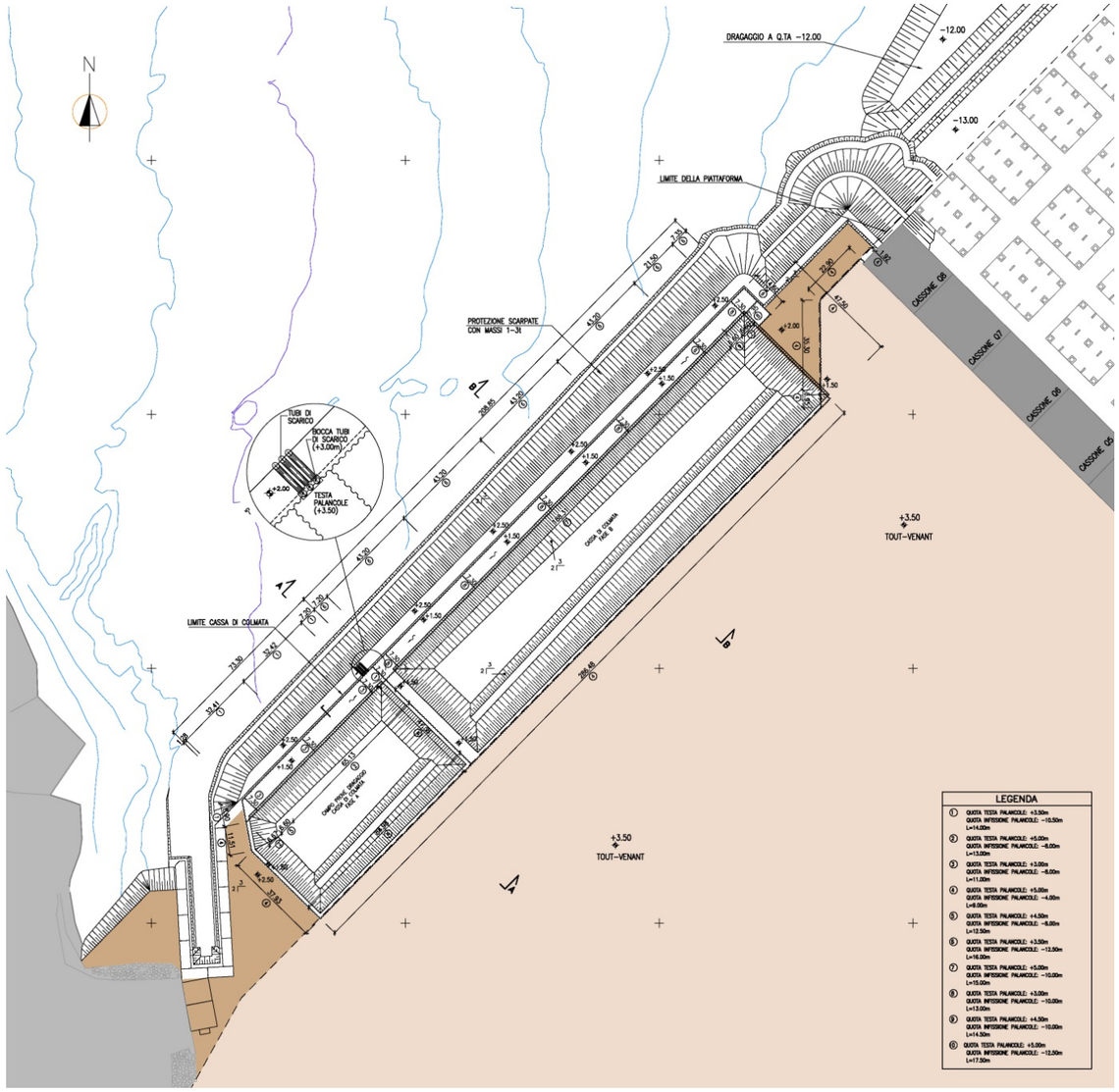


FIGURA 10-21 – PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO . ASSETTO PROVVISIONALE - IL LATO TERRA (A SINISTRA NELLA FIGURA) SARÀ DELIMITATO DA UN PALANCOLATO MENTRE IL LATO MARE (A DESTRA ED IN ALTO) SARÀ DELIMITATA DA UN DOPPIO PALANCOLATO.

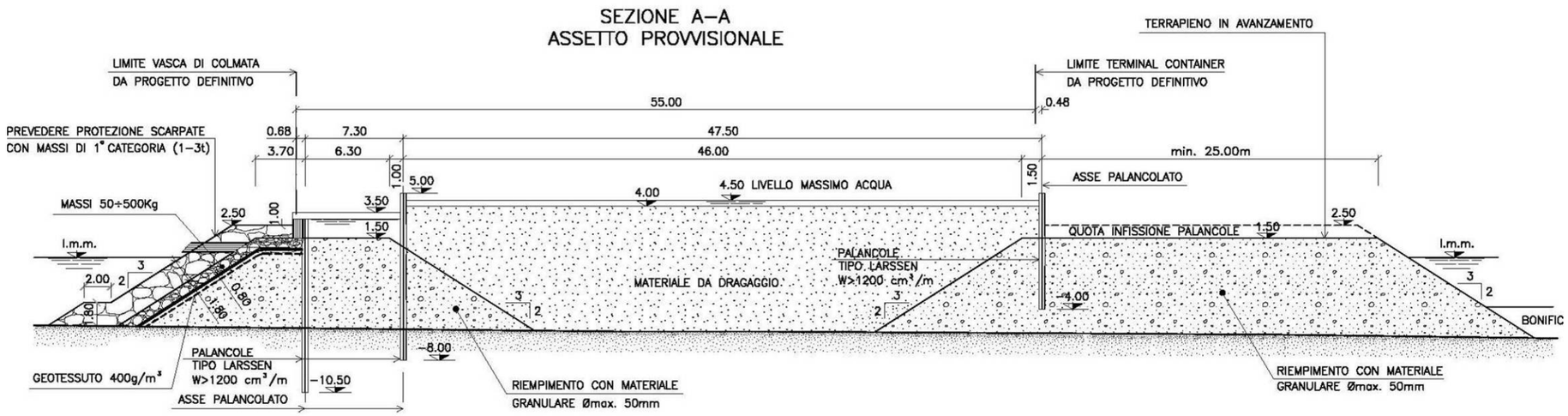


FIGURA 10-22 – SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO – ASSETTO PROVVISIONALE

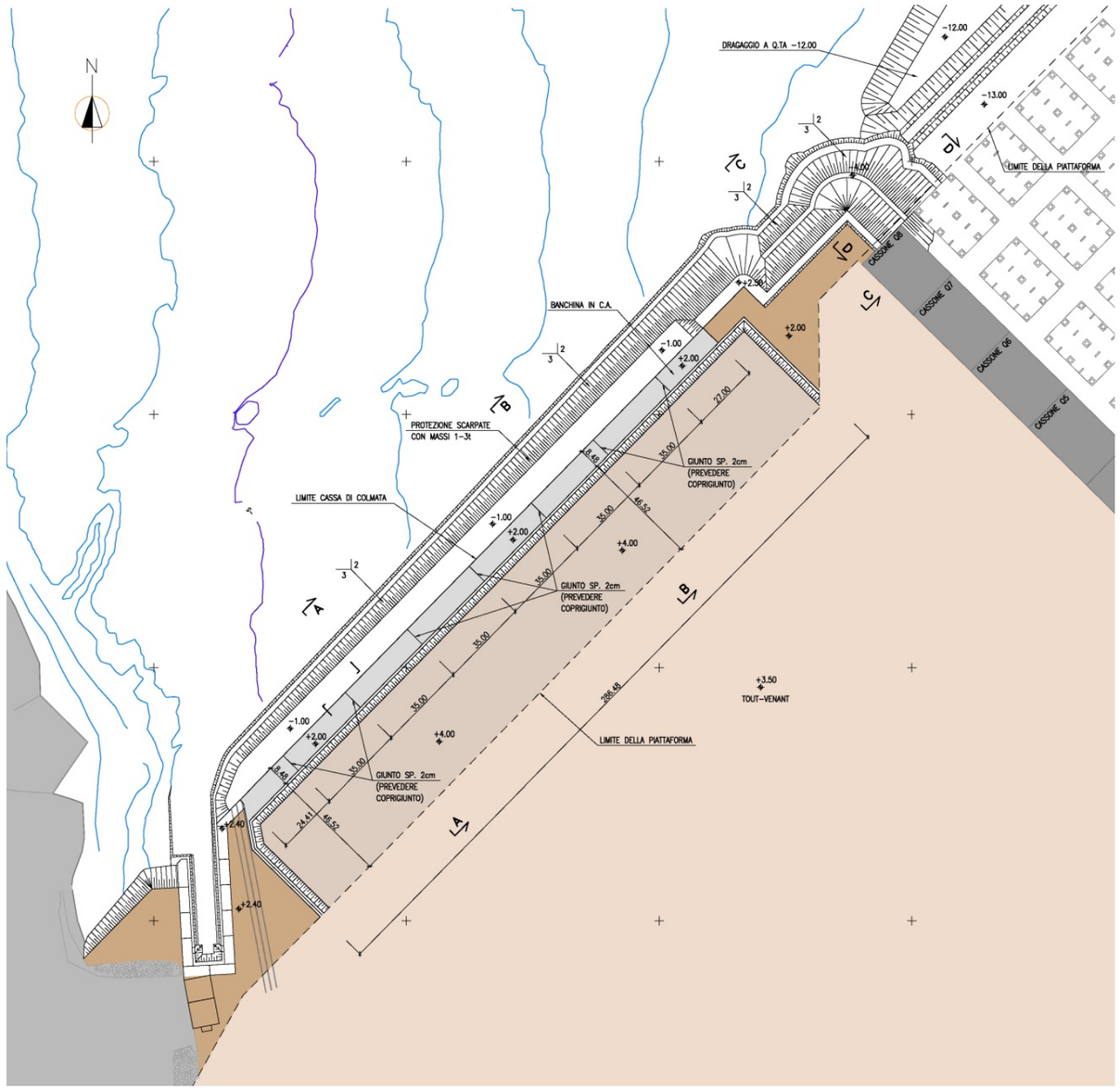


FIGURA 10-23 – PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTA NELL'AMBITO DEL PROGETTO ESECUTIVO - ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

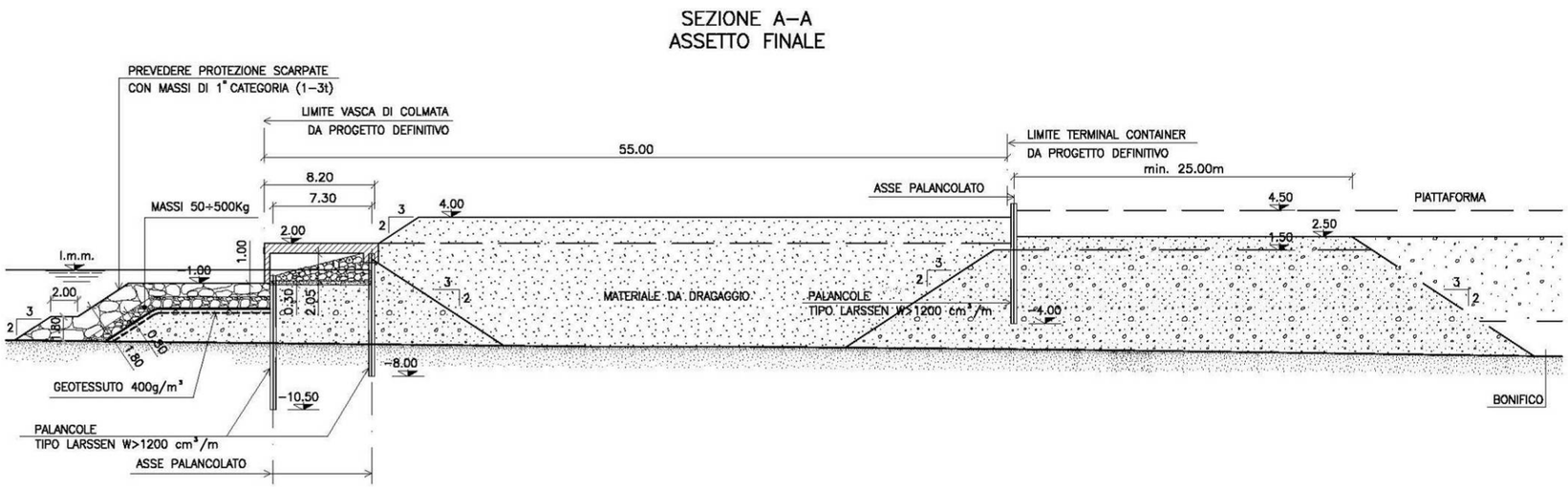


FIGURA 10-24 – SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA PROPOSTE IN AMBITO DI PROGETTO ESECUTIVO – ASSETTO IN CORSO D'OPERA PRIMA DELLA REALIZZAZIONE DELLA BANCHINA

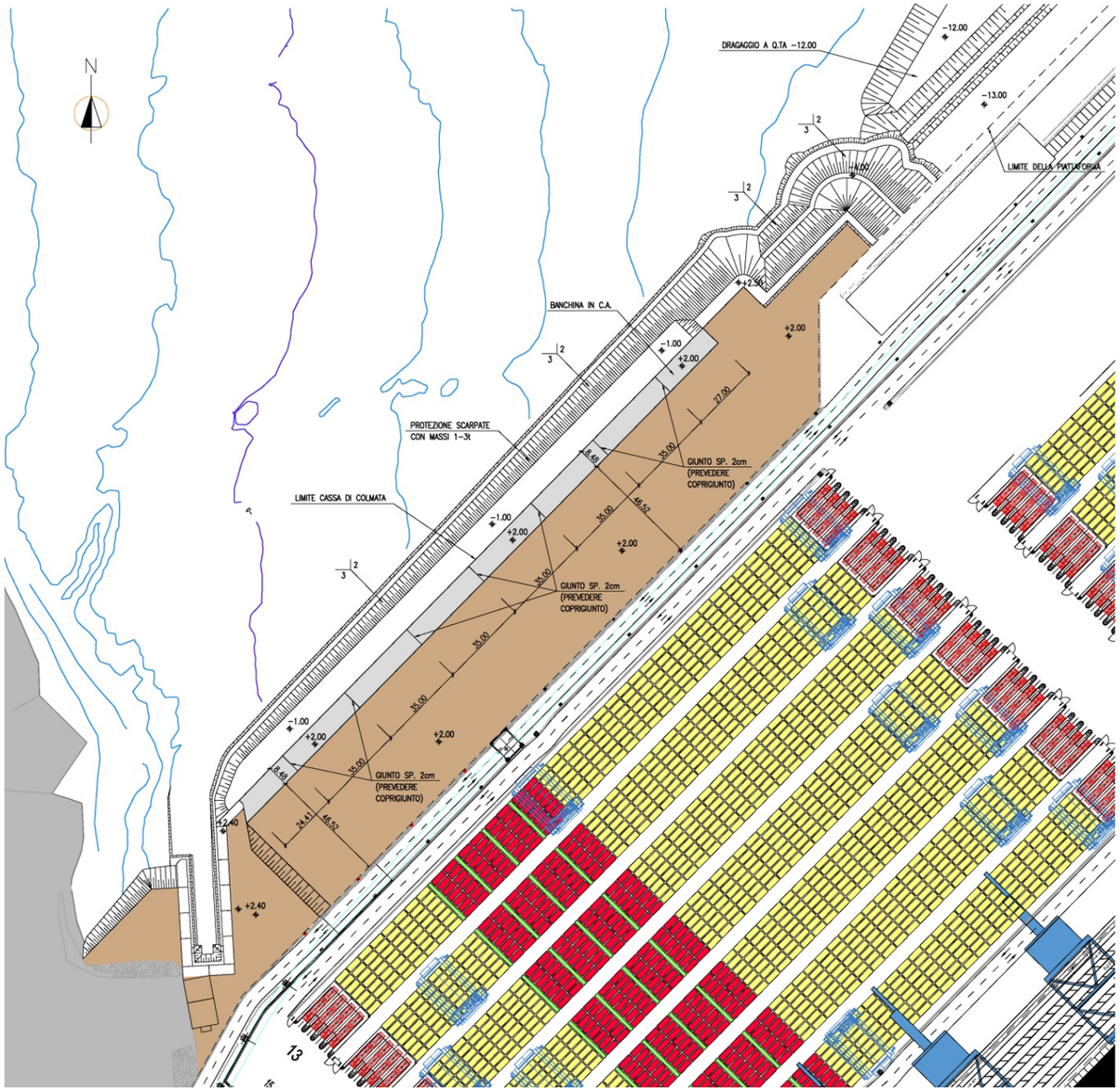


FIGURA 10-25 – PLANIMETRIA DELLA CASSA DI COLMATA – ASSETTO FINALE

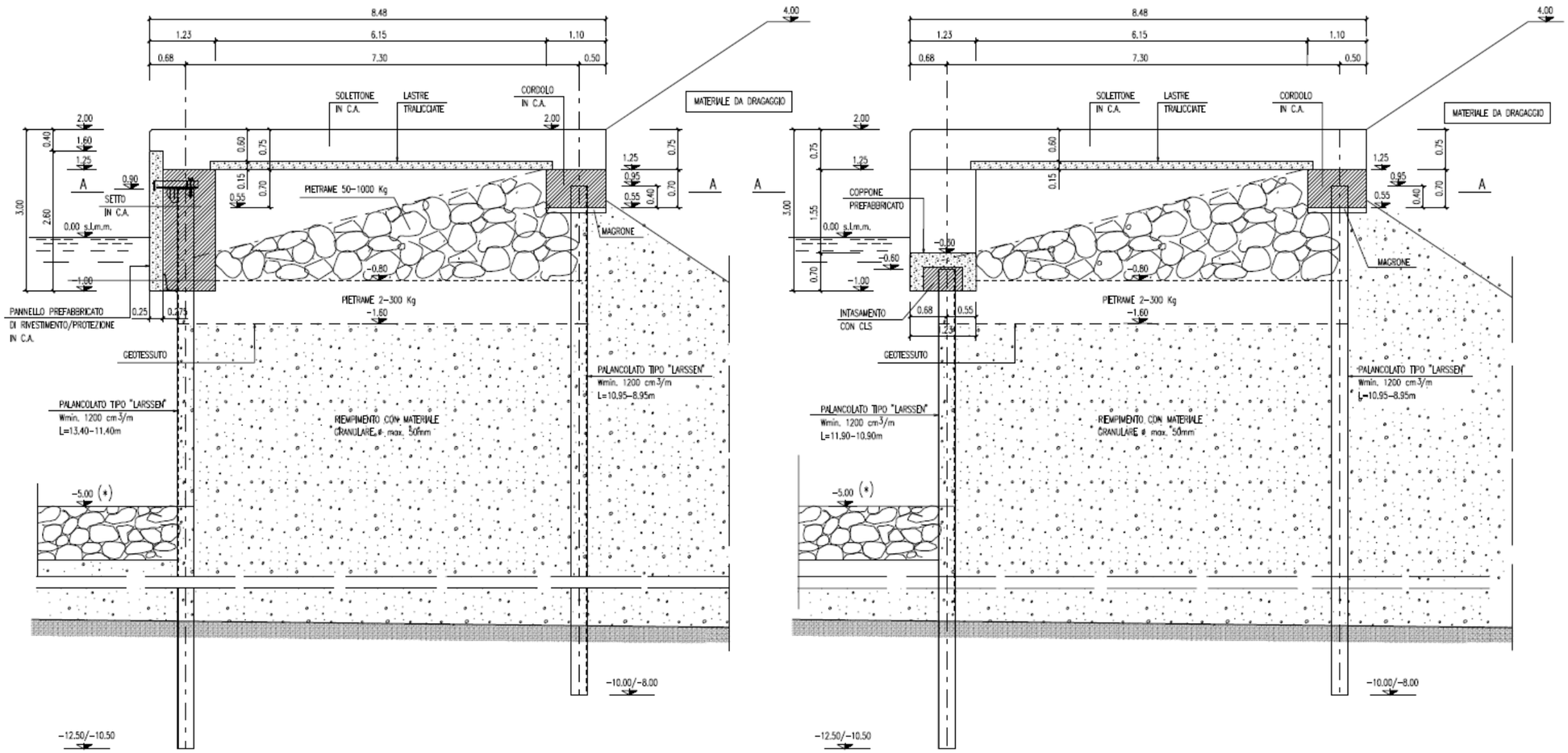


FIGURA 10-26 – SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - SEZIONI TIPO - LA QUOTA -5.00 METRI È DA INTENDERSI LUNGO LA BANCHINA SUL LATO MARE

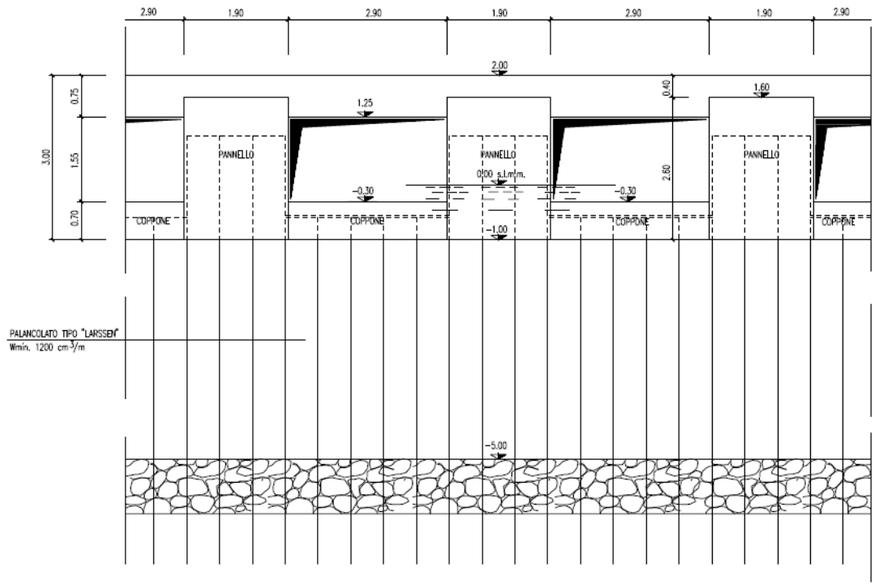


FIGURA 10-27 – SEZIONI DELLA CASSA DI COLMATA - ASSETTO FINALE - PROSPETTO MODULARE

10.5. Aree di dragaggio

Nel Progetto Definitivo approvato dall'Autorità Portuale a valle dell'iter complessivo di approvazione (Capitolo 8) era prevista l'esecuzione di attività di dragaggio per circa 430.000 m^3. Si ricorda che il quantitativo previsto nel SIA approvato era di circa 500.000 m^3 (Paragrafo 8.3.4), poi ridimensionato a 430.000 m^3 per effetto del recepimento delle prescrizioni (rotazione verso ponente della piastra, in primis) di cui alla DGR 1118/09 (Capitolo 6) e la cui ottemperanza è stata verificata dalla Regione nell'ambito della Conferenza dei Servizi (Capitolo 8).

Nell'ambito della progettazione esecutiva, sono stati tenuti una serie di incontri tecnici con i piloti del Porto di Savona, la capitaneria di Porto ed i terminalisti (tra cui Esso, Petrolig, Terminal Rinfuse, Maersk), finalizzati ad ottenere un miglioramento della sicurezza nelle manovre di accosto alle banchine ed in fase di partenza.

A valle di tali incontri, e sempre nell'ottica di garantire le migliori condizioni di sicurezza, sono stati condotti importanti approfondimenti mediante l'uso di un modello "real time" di navigazione presso il laboratorio del CETENA.

Quanto sopra, unitamente agli approfondimenti tipici della fase di progettazione esecutiva per le modalità di protezione dei fondali, soprattutto in corrispondenza del piede delle banchine, e di cui nel seguito, ha determinato una ridefinizione delle aree di dragaggio e delle quote di dragaggio, rispetto a quanto previsto in Progetto Definitivo. Le nuove aree con le relative quote sono riportate in Figura 10-28.

Gli approfondimenti e gli affinamenti apportati hanno anche consentito di ridurre ulteriormente il quantitativo di materiale dragato, ora pari a circa 395.000 m^3.

Come osservabile dalla Figura 10-28 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.

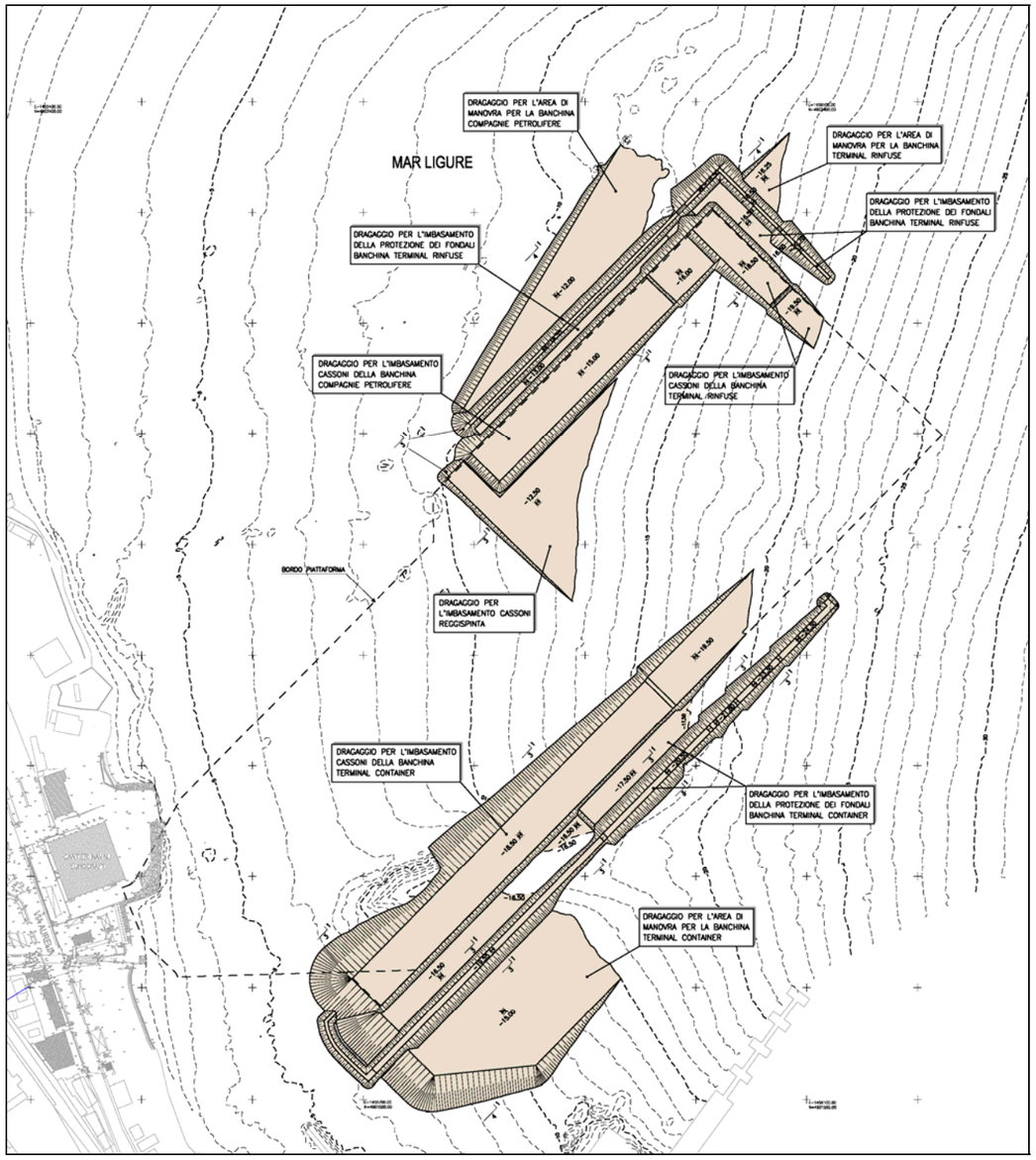


FIGURA 10-28 – AREE DI DRAGAGGIO

10.6. Protezione dei fondali

La protezione dei fondali in prossimità delle strutture di banchina deve essere prevista per contrastare l'azione erosiva indotta dalle correnti create dalle eliche delle navi e dal moto ondoso.

Come già riportato al Paragrafo precedente, in sede di progettazione esecutiva sono stati effettuati approfondimenti in merito alle modalità di manovra delle navi di progetto durante le operazioni di accosto e partenza della banchina.

Lo studio è stato condotto presso il laboratorio del CETENA, che dispone di un simulatore in "real time" in grado di simulare le modalità di manovra delle navi con particolare riferimento a quelle in prossimità delle banchine e in occasione di condizioni meteomarine non favorevoli. Alle simulazioni delle manovre hanno partecipato anche i terminalisti e i piloti del Porto di Savona, quest'ultimi hanno effettuato in prima persona le manovre con le navi di progetto container e rinfuse.

Le analisi hanno evidenziato che le manovre di accosto e di partenza dalle banchine vengono condotte preferibilmente con l'ausilio dei rimorchiatori per garantire condizioni di sicurezza in occasione soprattutto di condizioni meteomarine avverse. Sono state inoltre condotte manovre di navigazione in particolare con la Emma Maersk, ovvero la nave di dimensioni maggiore che approccerà la piastra multifunzionale, per verificare modalità più spinte di utilizzo del 'propeller' e dei 'thrusters' in prossimità delle strutture di banchina, che prevedono il non utilizzo dei rimorchiatori.

Le conclusioni dello studio hanno indicato la necessità di prevedere una protezione dei fondali nelle aree di manovra delle navi e quindi in prossimità delle strutture di banchina, più estesa e consistente rispetto a quella prevista nel Progetto Definitivo (materasso filtrante zavorrato).

Analogamente nelle zone in adiacenza alle strutture di banchina interessate dall'azione erosiva delle onde si è preferito prevedere una maggiore protezione alla luce del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (nota n 169/2011 reso nell'adunanza del 23 marzo 2011 che riporta il parere in merito al progetto definitivo) che raccomandava di prevedere come onda di progetto per il dimensionamento delle strutture di banchina a parete verticale un tempo di ritorno di 250 anni invece di 100 anni.

Riguardo invece ai fondali sotto la piattaforma ed in particolare in corrispondenza dei varchi tra i cassoni, si è visto da prove condotte su modello fisico presso il laboratorio idraulico di HR Wallingford che le onde di progetto sulla banchina container si propagano con una certa intensità nei varchi relativi alla prima fila dei cassoni e poi tendono a diminuire man mano durante la propagazione verso le file più interne. Pertanto si è ritenuto opportuno prevedere un rinforzo della protezione dei fondali anche in corrispondenza dei varchi interni compresi tra i cassoni posizionati in prima fila.

Pertanto alla luce di quanto sopra, è stata rivista la protezione dei fondali come di seguito descritto.

10.6.1. Protezione dei fondali al piede delle 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 Figura 10-29). 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.

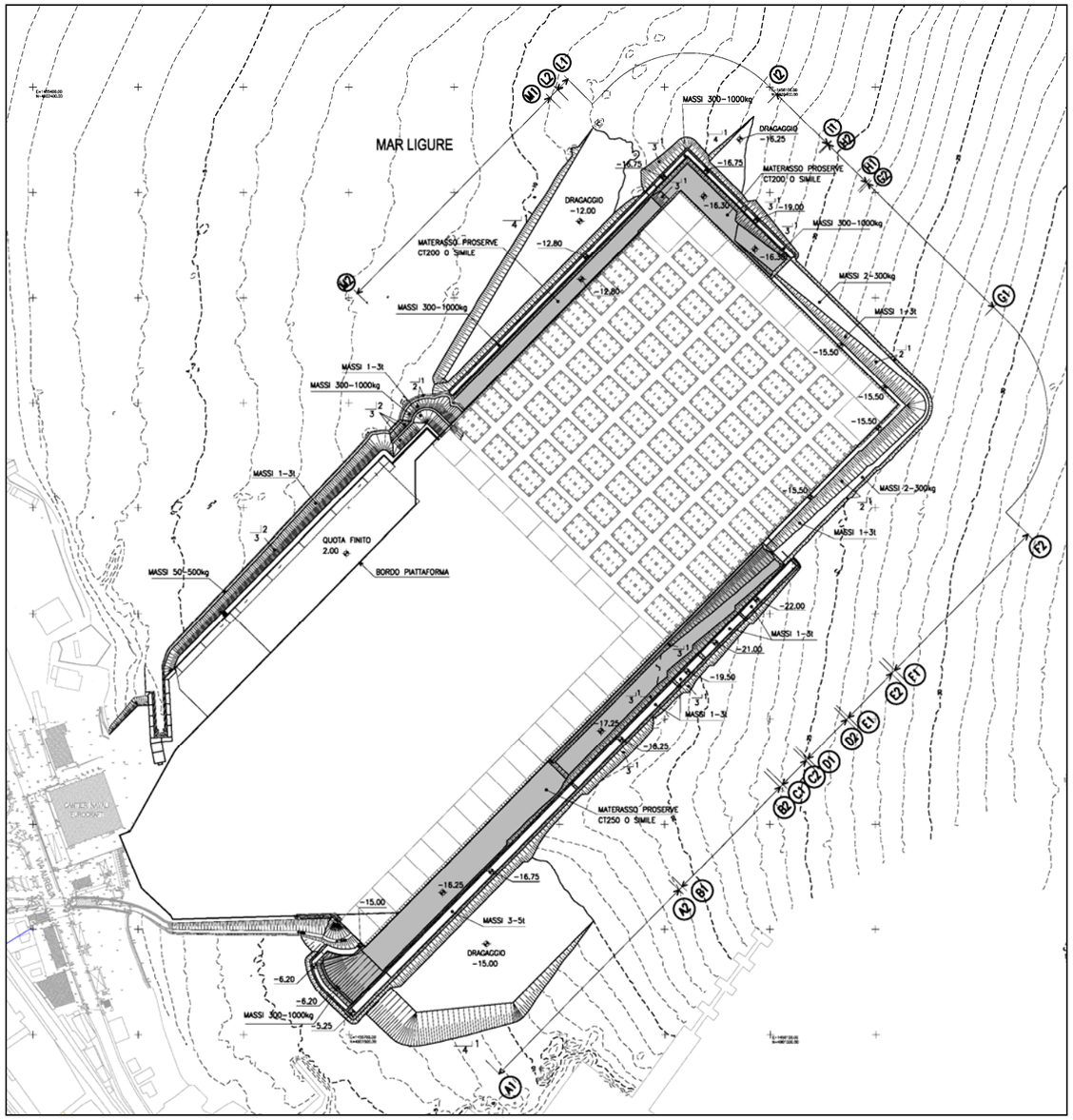


FIGURA 10-29 – PLANIMETRIA DELLA PROTEZIONE DEI FONDALI ANTISTANTI LE BANCHINE

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 Figura 10-30 è riportata una delle sezioni trasversali rappresentativa della tipologia costruttiva. Si rimanda per i dettagli agli elaborati grafici di progetto.

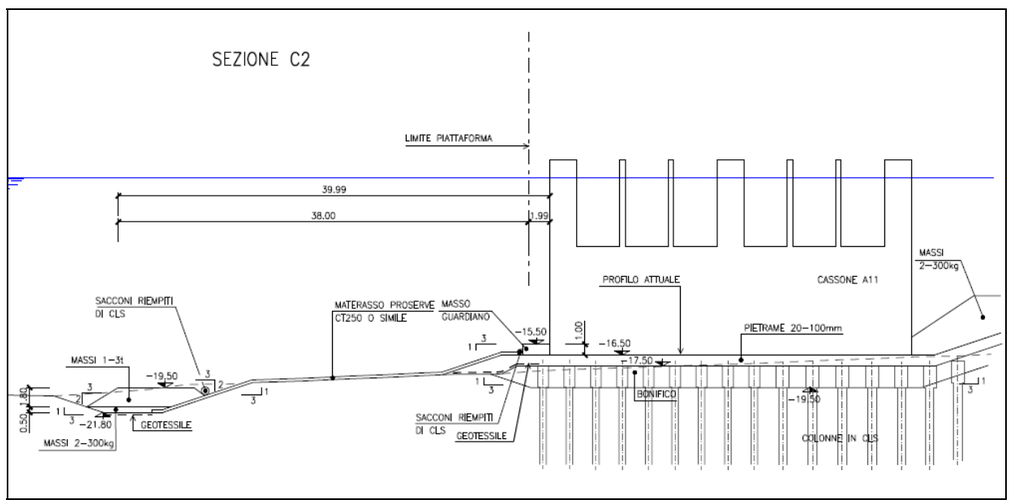


FIGURA 10-30 – PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI DI CLS NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER – SEZIONE TIPO

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, Figura 10-31).

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; Figura 10-31) 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.

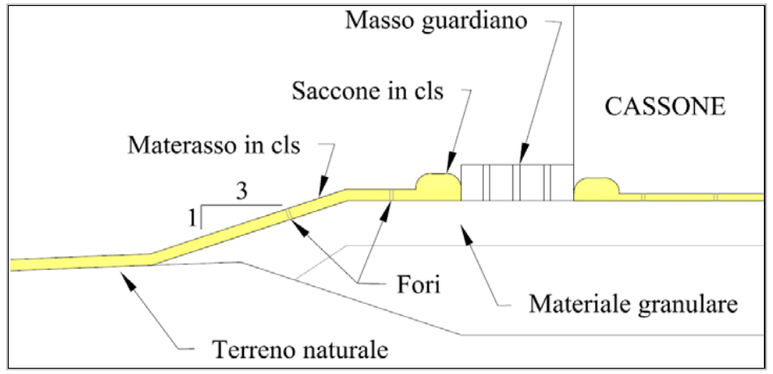


FIGURA 10-31 – PARTICOLARE DEL FISSAGGIO DEL MATERASSO CONTRO IL MASSO GUARDIANO PER MEZZO DI SACCONE IN CLS

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 Figura 10-32.

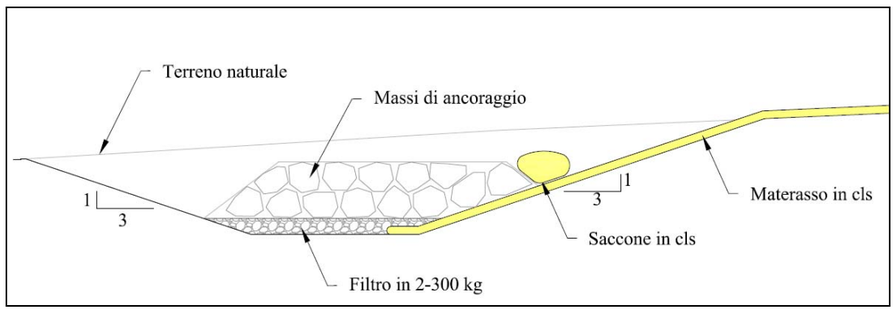


FIGURA 10-32 – PARTICOLARE DELL'ANCORAGGIO DEL MATERASSO LATO MARE PER MEZZO DI MASSI NATURALI E SACCONE IN CLS

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 Figura 10-33). 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.

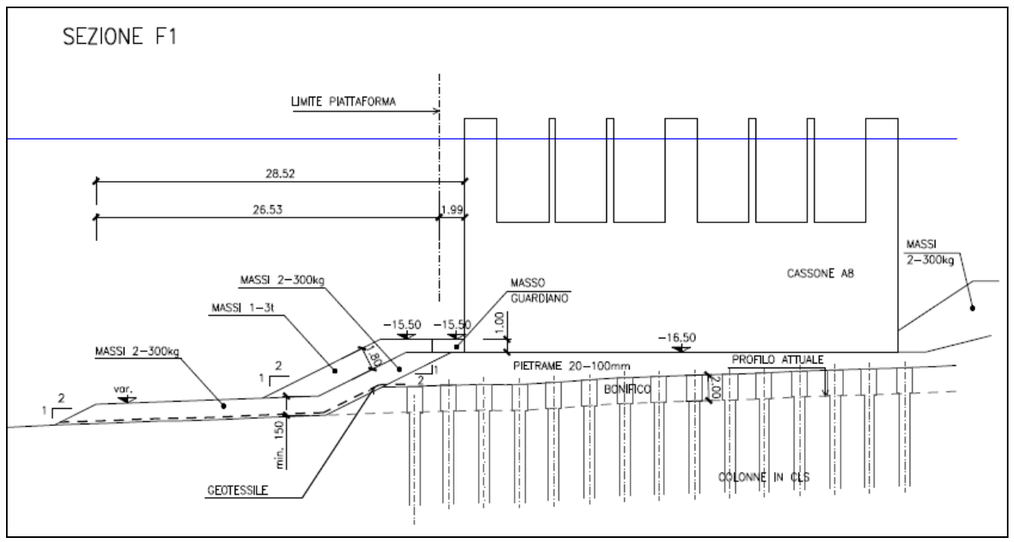


FIGURA 10-33 – PROTEZIONE DEI FONDALI IN MASSI NATURALI NEL TRATTO DI BANCHINA CONTAINER – SEZIONE TIPO

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 FIGURA 10-34) . 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.

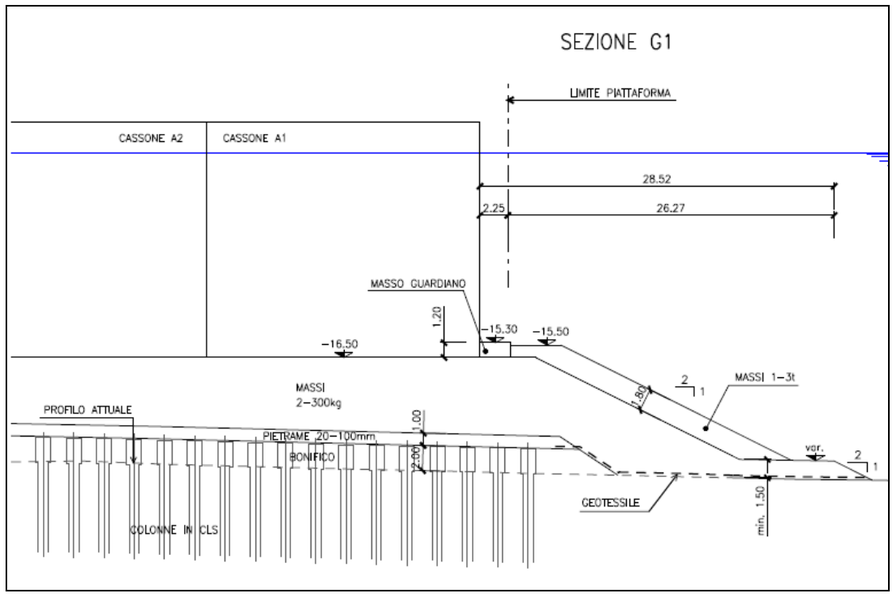


FIGURA 10-34 – PROTEZIONE DEI FONDALI IN SCOGLI NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE – SEZIONE TIPO

Il secondo tratto (dalla sezione tipo G1 alla G2) prevede come protezione un materasso in cls di spessore medio 200 mm, tipo Proserve "constant thickness" (CT) o similare, dotato di fori (Ø 90 mm, ogni 1.5 m nel primo metro di larghezza della protezione e ogni 2.3 m dopo il primo metro) per lo sfogo delle sottopressioni nella fascia più vicina ai cassoni, dove il materasso viene posato su materiale granulare ad elevata permeabilità (pietrame 20-100 mm, vedi Figura 10-35).

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.

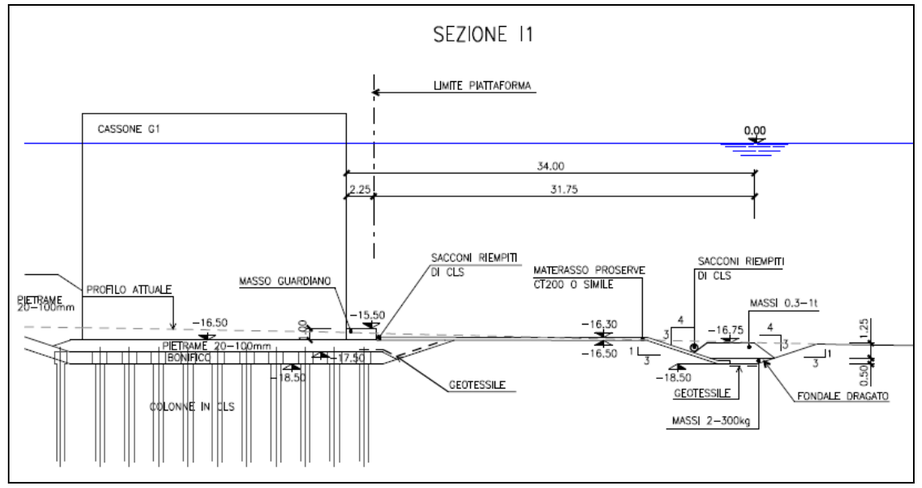


FIGURA 10-35 – PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA RINFUSE – SEZIONE TIPO

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 prote-

zione 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 Figura 10-36): 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.

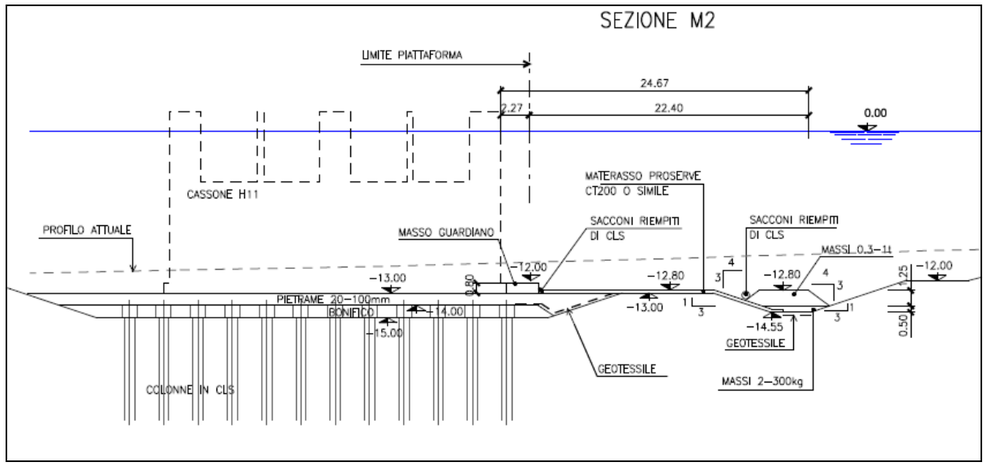


FIGURA 10-36– PROTEZIONE DEI FONDALI IN MATERASSI IN CLS NEL TRATTO DI BANCHINA PETROLI – SEZIONE TIPO

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.

10.6.2. 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 Figura 10-37 è presentata la protezione dei fondali sotto la piattaforma con riferimento alle diverse tipologie adottate.

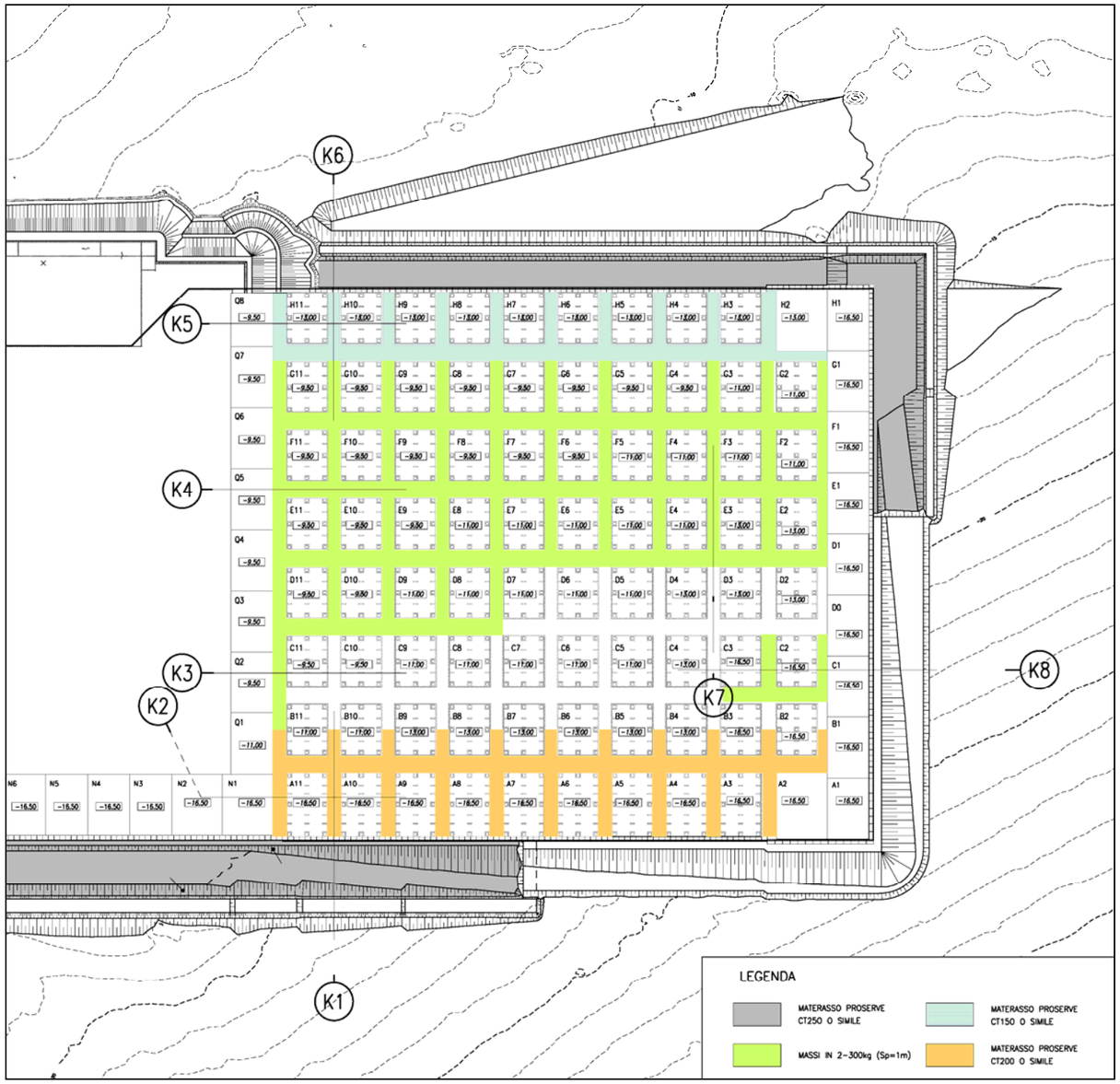


FIGURA 10-37 – PLANIMETRIA DELLA PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA

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 Figura 10-38 e Figura 10-39 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.

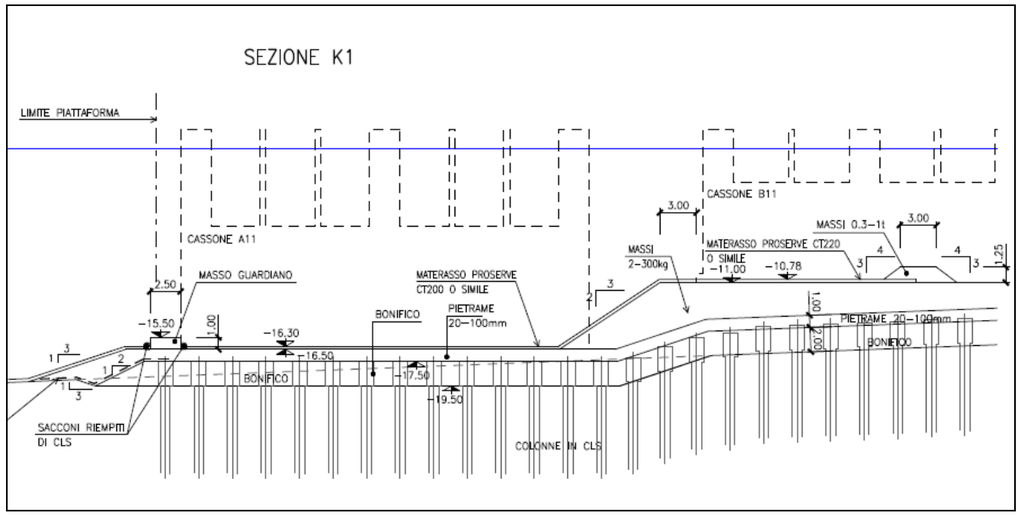


FIGURA 10-38 – PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA VICINO ALLA BANCHINA CONTAINER – SEZIONE TIPO

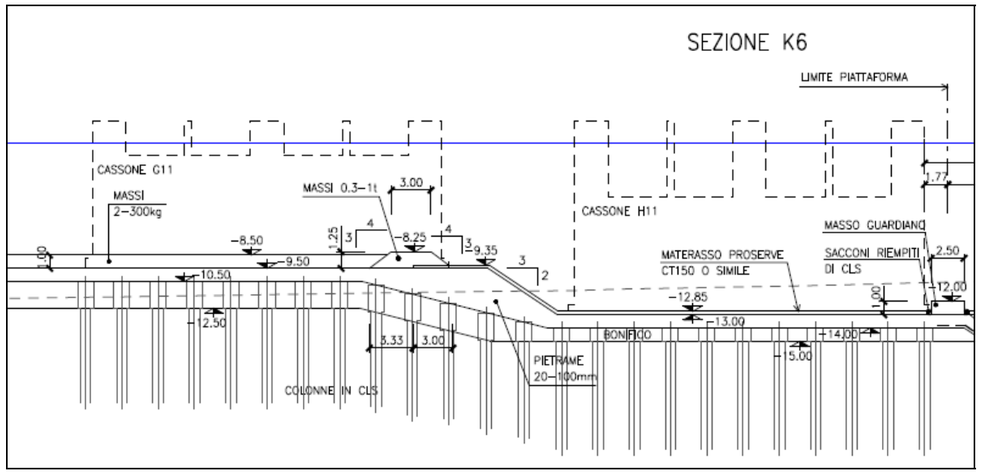


FIGURA 10-39 – PROTEZIONE DEI FONDALI SOTTO LA PIATTAFORMA VICINO ALLA BANCHINA PETROLI – SEZIONE TIPO

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 Figura 10-37).

In Figura 10-40 è riportata una sezione rappresentativa di questa situazione in un'area in prossimità dei cassoni reggispinta del terrapieno.

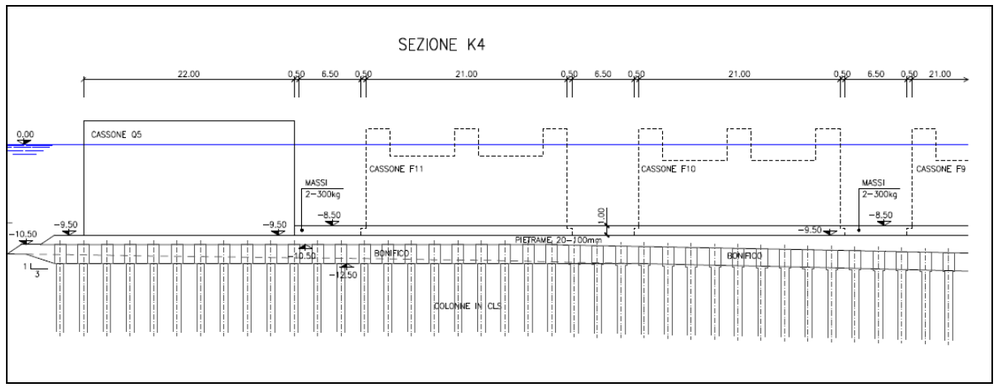


FIGURA 10-40 – PROTEZIONE SOTTO LA PIATTAFORMA DOVE I FONDALI SONO COSTITUITI DA PIETRAME 20-100 MM- SEZIONE TIPO

10.7. Consolidamento dei fondali

Al fine di ridurre i cedimenti in esercizio dei cassoni dell'area a giorno, in sede di Progetto Definitivo, era stato previsto un consolidamento dei terreni di fondazione tramite una precarica avente lo scopo di diminuire la compressibilità degli stessi portandoli a lavorare con i moduli elastici di ricarico anziché di primo carico.

In questa sede l'intervento di consolidamento è cambiato, mantenendo però lo stesso obiettivo, ovvero ridurre la compressibilità dei terreni di fondazione: si realizzano, infatti, al di sotto dei cassoni degli elementi riduttori di cedimento chiamati nel seguito inclusioni rigide.

Le inclusioni rigide sono costituite da colonne in calcestruzzo non armato che hanno rigidezza decisamente superiore a quella del terreno naturale consentendone di aumentare il modulo elastico medio. In tal senso l'interasse delle inclusioni è stato fissato in modo da ottenere il modulo elastico equivalente necessario a garantire i cedimenti di esercizio necessari per avere la funzionalità delle opere.

Le inclusioni rigide vengono realizzate al di sotto delle impronte dei cassoni e anche tra cassoni e hanno una lunghezza tale da andare ad interessare i livelli di limo e di sabbia limosa, intestandosi così nel livello delle ghiaie.

Vengono realizzate solo dopo aver messo in opera lo strato di bonifico al fine di garantire un sufficiente confinamento laterale anche nella parte sommitale dell'inclusione e sono realizzate da pontone utilizzando un vibratore appeso tramite una batteria di aste ad una gru accoppiato ad un tubo getto (si veda a tal proposito la Figura 10-41).

Il vibratore raggiunge la profondità di punta colonna nel terreno sfruttando il proprio peso e la vibrazione, dopo di che una pompa posta sul pontone comincia a iniettare, attraverso il tubo getto, calcestruzzo a bassa pressione per formare l'inclusione. Il tubo getto ed il vibratore vengono fatti risalire e nel contempo continua l'iniezione di calcestruzzo. L'operazione si interrompe alla quota corrispondente alla testa colonna, ovvero all'interno dello strato di bonifico.

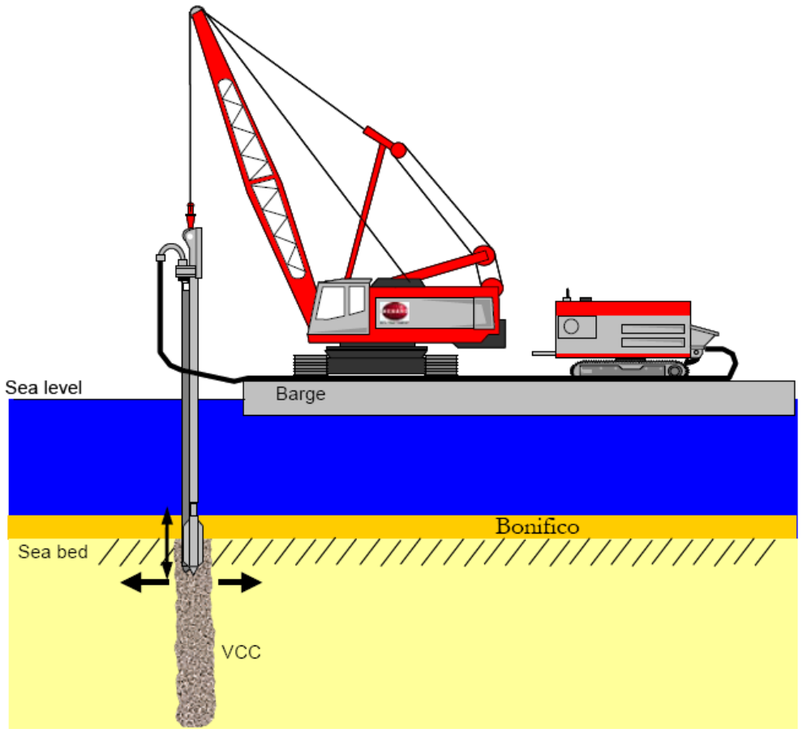


FIGURA 10-41 – SCHEMA DI ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE UTILIZZATE COME RIDUTTORI DEI CEDIMENTI

Nelle successive figure si riportano le fotografie scattate durante l'esecuzione del campo prova a mare che danno evidenza delle lavorazioni che verranno eseguite e che sono state in precedenza sommariamente descritte.

In particolare:

– La Figura 10-42 mostra il pontone principale con la gru utilizzato per l'esecuzione delle inclusioni. Durante le fasi di getto del calcestruzzo il pontone principale è affiancato da una chiatta sulla quale si trovano le betoniere che forniscono il calcestruzzo necessario per il getto. Il pontone principale resta sempre in posizione, mentre la chiatta, una volta scaricato il calcestruzzo dalle betoniere, torna a terra per caricare altre betoniere e fare in modo che l'approvvigionamento sia continuo e senza interruzioni.
– La Figura 10-43 mostra la disposizione delle betoniere sia sul pontone che sulla chiatta per l'approvvigionamento del calcestruzzo.
– La Figura 10-44 mostra la pompa presente sul pontone che porta il calcestruzzo dalle betoniere al tubo getto utilizzato per la realizzazione delle inclusioni.
– La Figura 10-45 mostra il sistema di aste-vibratore-tubo getto appena prima di essere calato in acqua per la formazione delle inclusioni.
– La Figura 10-46 mostra il sistema GPS utilizzato per definire il posizionamento di ogni singola inclusione da realizzare.
– La Figura 10-47, infine, mostra la registrazione di tutti i parametri di iniezione (pressione, volumi iniettati, velocità di risalita) inerenti una generica inclusione.

FIGURA 10-42 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE – MEZZI OPERATIVI



FIGURA 10-43 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE – DISPOSIZIONE DELLE BETONIERE PER APPROVVIGIONARE IL CALCESTRUZZO



FIGURA 10-44 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE - POMPA UTILIZZATA PER IL GETTO DEL CALCESTRUZZO



FIGURA 10-45 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE – VIBRATORE E TUBO GETTO MOVIMENTATI DALLA GRU SUL PONTONE



FIGURA 10-46 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE – SISTEMA GPS PER IL POSIZIONAMENTO DELLE INCLUSIONI

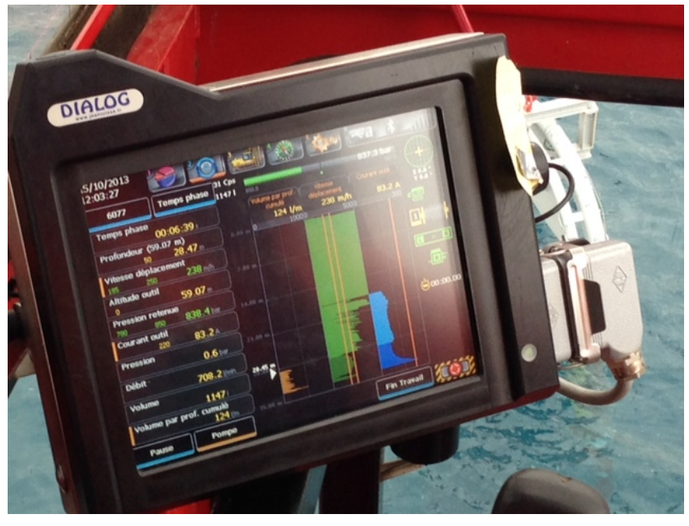


FIGURA 10-47 – ESECUZIONE DELLE INCLUSIONI RIGIDE DA PONTONE – MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI INIEZIONE

Da un punto di vista tecnico la soluzione risulta equivalente a quella di Progetto Definitivo, tuttavia da un punto di vista pratico costituisce una miglioria non indifferente. Il motivo per cui si è passato dalle precariche alle inclusioni è infatti di tipo pratico-logistico e quindi anche esecutivo per il cantiere.

Al fine di garantire la realizzazione della Piattaforma nei tempi prefissati sarebbero stati necessari più fronti di precarica in contemporanea i quali avrebbero costituito un grosso rischio di interferenza tra lavorazioni rendendo poco gestibile l'area di cantiere. Questo a maggior ragione per il fatto che la precarica andava eseguita dai cassoni e quindi il cantiere di posa dei cassoni era vincolato al cantiere di esecuzione delle precariche che costituivano quindi un elemento critico nel percorso costruttivo.

Il vantaggio di avere le inclusioni rigide è che i cantieri di esecuzione delle inclusioni e di posa dei cassoni sono tra loro separati e possono procedere in contemporanea riducendo al minimo le interferenze nelle aree di cantiere. La riduzione delle interferenze porta ad una migliore gestione del cantiere e porta a garantire ulteriormente il rispetto del cronogramma lavori.

10.8. Programma dei lavori

Una parte dei lavori di costruzione della piattaforma multipurpose è già stata eseguita alla data di redazione del presente documento in esito ad una consegna parziale dei lavori di realizzazione della piattaforma, disposta dall'Autorità portuale e conseguente l'approvazione di un primo stralcio del progetto esecutivo.

In questa sede si è ritenuto utile descrivere il programma lavori distinguendo le attività costruttive che saranno presumibilmente completate a monte dell'approvazione del presente SIA, da quelle successive che saranno eseguite a valle.

In sede di progettazione esecutiva è stato possibile affinare ulteriormente la tempistica delle lavorazioni, riuscendo a contenere in 46 mesi il cronoprogramma di realizzazione dell'opera.

Le attività a monte sono tutte raggruppate in una unica Fase costruttiva della durata temporale di mesi 48.

Le attività successive a valle sono invece raggruppate in 8 Fasi, di cui 7 della durata di 6 mesi e l'ultima di 4 mesi. Tale azione di raggruppamento, rispetto ai più dettagliati elaborati di progetto da MI010P-PE-G-Z-D-4262-C0 a MI010P-PE-G-Z-D-4263-C0, è stato fatta con l'intenzione di semplificare la lettura della complessità e della tempistica delle attività previste.

Anche la descrizione riportata per ciascun gruppo di Fasi si muove nella direzione di semplificare la lettura dell'evolversi della costruzione, senza tralasciare comunque elementi necessari per la successiva valutazione delle singole attività.

Il tempo di separazione tra le attività a monte e quelle a valle è il cosiddetto mese "0", corrispondente al momento della consegna definitiva dei lavori di realizzazione della piattaforma a seguito dell'approvazione del progetto esecutivo nella sua completezza da parte dell'Autorità Portuale e che potrà avvenire, appunto, a valle dell'approvazione della variante oggetto del presente SIA.

La Fase 1, che va dunque dal mese – 48 al mese "0", raggruppa tutte le attività preparatorie e di cantiere, nonché le attività di costruzione relative al primo stralcio approvato del progetto esecutivo.

Dette attività sono rappresentate nella Figura 10-48.

La altre Fasi, che vanno dal mese "0" fino al mese 46, raggruppano le attività di completamento della piastra multifunzionale, che saranno disposte dall'Autorità Portuale con consegna definitiva a valle dell'approvazione della variante oggetto del presente SIA.

Dette attività sono rappresentate dalla Figura 10-49 alla Figura 10-56.

Nella Fase 1 è compresa la predisposizione dell'accosto provvisorio per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) e la demolizione dell'attuale pontile Esso, attività che si è rivelata oltremodo complessa e lunga per dover rispettare l'esigenza espressa dalle stesse compagnie di non subire inoperatività.

Differente invece, come appare dallo sviluppo delle successive Fasi costruttive, la questione per la Terminal Rinfuse che nei medesimi incontri ha ammesso la possibilità di una certa inoperatività, in virtù della disponibilità di aree di deposito a terra.

Fase 1: dal mese -48 al mese 0

Questa fase comprende l'intero periodo di cantierizzazione, nonché la realizzazione della banchina di servizio di fronte al cantiere navale Eurocraft (terrapieno e posa delle strutture di delimitazione),il sistema di ricambio idrico lato Savona, l'attività di realizzazione del cantiere lato TRI e l'attività di realizzazione del cantiere sul molo di sopraflutti per la costruzione dei cassoni cellulari.

Sono altresì comprese le attività del campo prove a terra per meglio definire le caratteristiche geomeccaniche dei terreni su cui insisterà la porzione a terrapieno della piattaforma, l'attività del campo prove dragaggio, le attività del campo prove a mare con impiego dei trattamenti colonnari in cls. per definire le modalità di consolidamento dei terreni su cui insisterà la porzione a giorno della piattaforma, le attività di realizzazione della cassa di colmata, le attività di completamento dell'accosto provvisorio petroli e demolizione dell'attuale pontile petrolifero Esso.

Sono infine comprese le attività di realizzazione di una prima porzione di terrapieno in esito al primo stralcio di progetto esecutivo approvato dall'Autorità Portuale.

Fase 2: dal mese 1 al mese 6

Vengono avviate le attività di consolidamento dei fondali e di posa del materiale lapideo per l'imbasamento dei cassoni in corrispondenza della testata della piattaforma.

Contestualmente viene avviata l'attività di dragaggio dei fondali in corrispondenza della banchina del Terminal Rinfuse e dei cassoni reggispinta di delimitazione del terrapieno. Si procede anche con la posa dei primi cassoni di testata e con il loro riempimento con materiale proveniente dal dragaggio.

Uno "step" importante di questo gruppo di fasi è il mese 1, che segna l'avvio dei lavori di realizzazione del sovrappasso della Via Aurelia.

Fase 3: dal mese 7 al mese 12

Proseguono le attività di dragaggio in corrispondenza della banchina petroli, il consolidamento dei fondali e la posa del materiale per l'imbasamento dei cassoni. In contemporanea si avvia l'attività di protezione dei fondali. Si procede con la posa dei cassoni di banchina del Terminal Rinfuse e dei cassoni colonnari, e del relativo impalcato, della futura banchina delle compagnie petrolifere. Contestualmente vengono posati i primi cassoni reggispinta di delimitazione tra l'area a terra e l'area a giorno della piastra.

Il materiale dragato viene disposto all'interno dei cassoni di testata e dei cassoni reggispinta.

Fase 4: dal mese 13 al mese 18

Si completa il dragaggio dei fondali antistanti la banchina del Terminal Rinfuse. Si procede con le attività di consolidamento dei fondali, di posa del materiale di imbasamento e con il riempimento dell'area a terra per avanzare con il fronte di lavorazione. Si procede anche con la posa dei cassoni colonnari dell'area a giorno della piattaforma e del relativo impalcato, lungo la futura banchina delle compagnie petrolifere e a ridosso della testata. Viene avviato il dragaggio per la posa dei cassoni lungo la banchina di radice del terminal container con conferimento del materiale dragato all'interno dei cassoni di testata.

Fase 5: dal mese 19 al mese 24

Si procede con le attività di consolidamento e di posa del materiale di imbasamento e, contestualmente, viene completato l'accesso alla banchina petroli necessario alla realizzazione delle fondazioni del nastro trasportatore del carbone. Si procede con le attività di riempimento dell'area a terra, includendo gli incrementi di quota necessari a raggiungere la quota finale di progetto. Prosegue anche la posa dei cassoni colonnari, e del relativo impalcato, all'interno dell'area a giorno e lungo la banchina del Terminal Container.

Fase 6: dal mese 25 al mese 30

Si procede con il dragaggio per la posa dei cassoni in radice del terminal container e con il versamento di materiale per l'imbasamento, si procede con la posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato nell'area a giorno e si procede con la realizzazione del riempimento dell'area a terra, previa posa dei necessari cassoni reggispinta. Al mese 29 inizia la realizzazione del primo blocco dell'edifico della Maersk A/S, cioè della parte più verso ponente dello stesso.

Fase 7: dal mese 31 al mese 36

Continuano le attività di riempimento dell'area a terra, con posa dei necessari cassoni reggispinta, e, nell'area a giorno, continuano le attività di posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato. Proseguono le attività di dragaggio in radice piattaforma con conferimento del materiale dragato all'interno dei cassoni colonnari a ridosso della banchina Terminal Container. Al mese 32 vengono consegnate la aree di banchina del Terminal Rinfuse per le attività di allestimento propedeutiche al futuro esercizio. Si completa la costruzione del primo blocco dell'edificio della Maersk A/S. Al mese 36 è prevista l'inizio delle attività di accosto nella nuova banchina del Terminal Rinfuse.

Viene completato il dragaggio per la posa dei cassoni di soglia (banchina più interna del terminal container), il versamento del relativo materiale di imbasamento e viene iniziata la posa dei cassoni ed il loro riempimento con il medesimo materiale dragato.

Fase 8: dal mese 37 al mese 42

Viene effettuata la demolizione del pontile del Terminal Rinfuse, viene continuata la realizzazione dell'area a terra, con la relativa posa dei cassoni reggispinta. Viene avviata la costruzione del secondo blocco dell'edificio della Maersk A/S e del parcheggio interrato. Viene completato il sistema per il ricambio idrico.

Fase 9: dal mese 43 al mese 46

Nell'area a giorno viene ultimata la posa dei cassoni colonnari e dell'impalcato. Si completano il dragaggio e la posa dei cassoni di soglia e reggispinta ed il loro riempimento con il materiale proveniente dal dragaggio.

Terminano le attività di protezione dei fondali, si completano le attività di riempimento dell'area a terra portandola tutta alla quota di +4,50 (tranne il raccordo con l'esistente che

rimane alla + 2,50). Si completa la costruzione del parcheggio interrato e del secondo blocco dell'edificio della Maersk A/S. Si completano la posa dell'impiantistica meccanica ed elettrica, delle tubazioni, delle rotaie, degli arredi di banchina, della pavimentazione e di quanto necessario per il completamento dell'edificio.

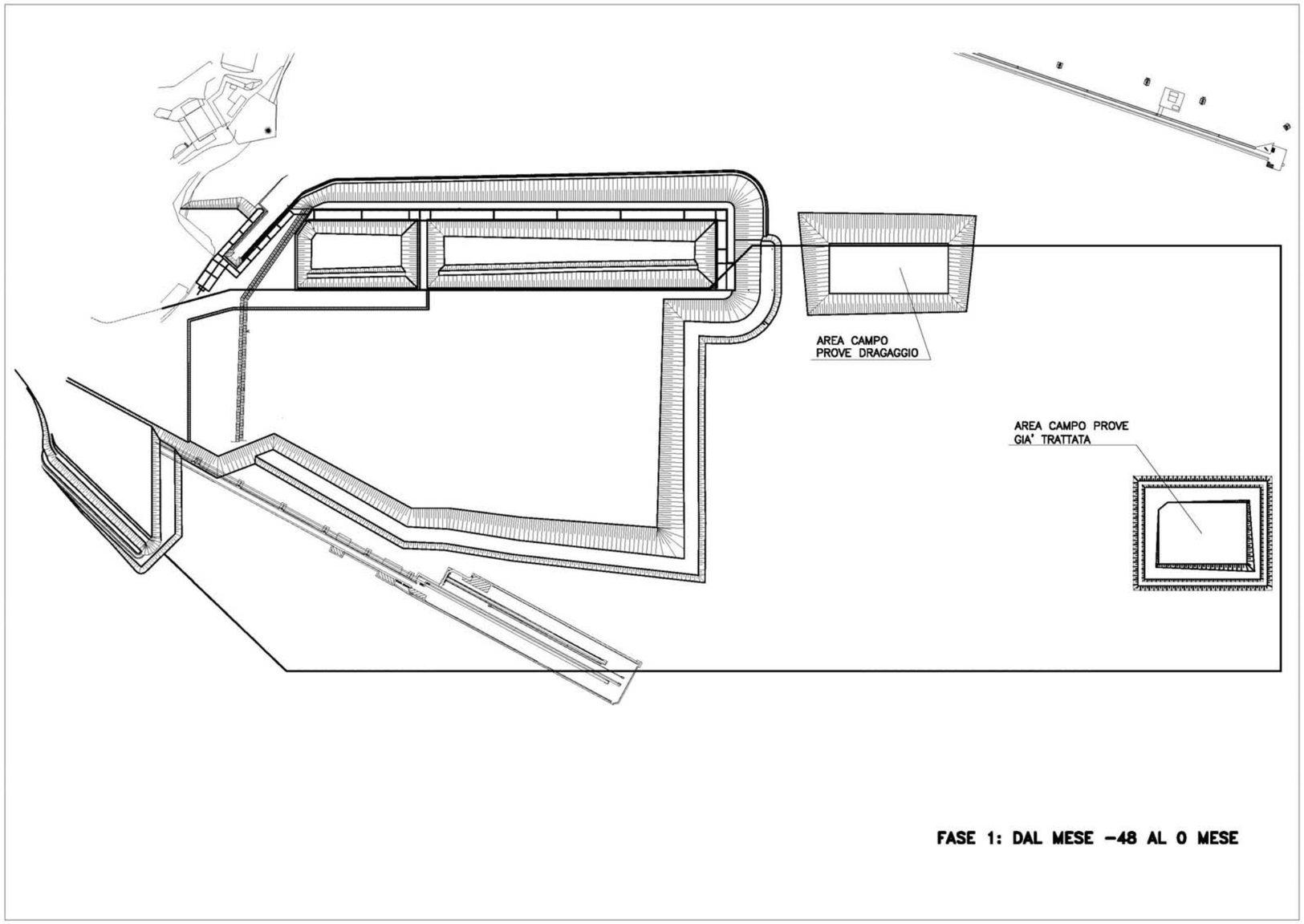


FIGURA 10-48 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 1 (DAL MESE -48 AL MESE "0").

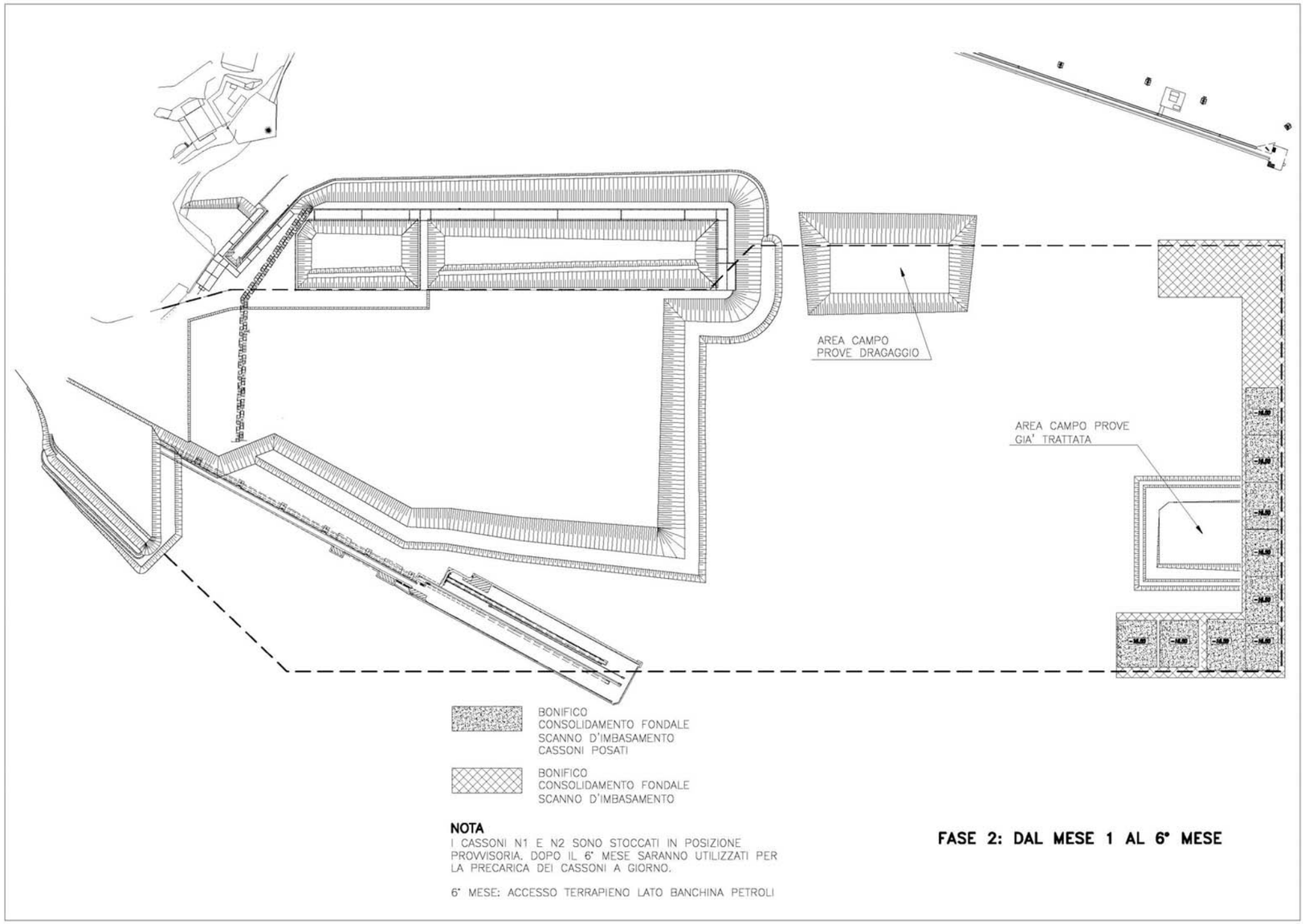


FIGURA 10-49 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 2 (DAL MESE 1 AL MESE 6).

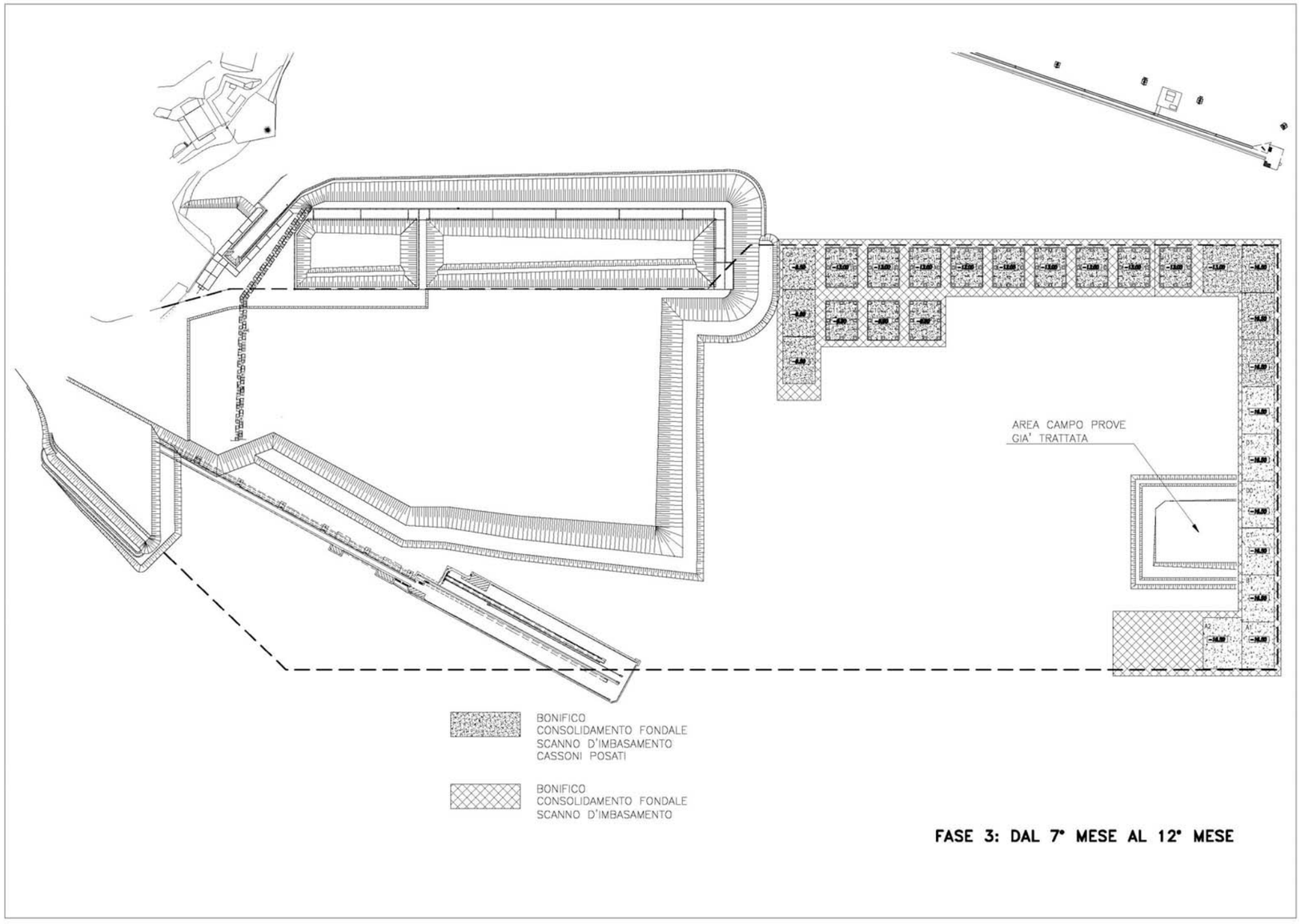


FIGURA 10-50 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 3 (DAL MESE 7 AL MESE 12).

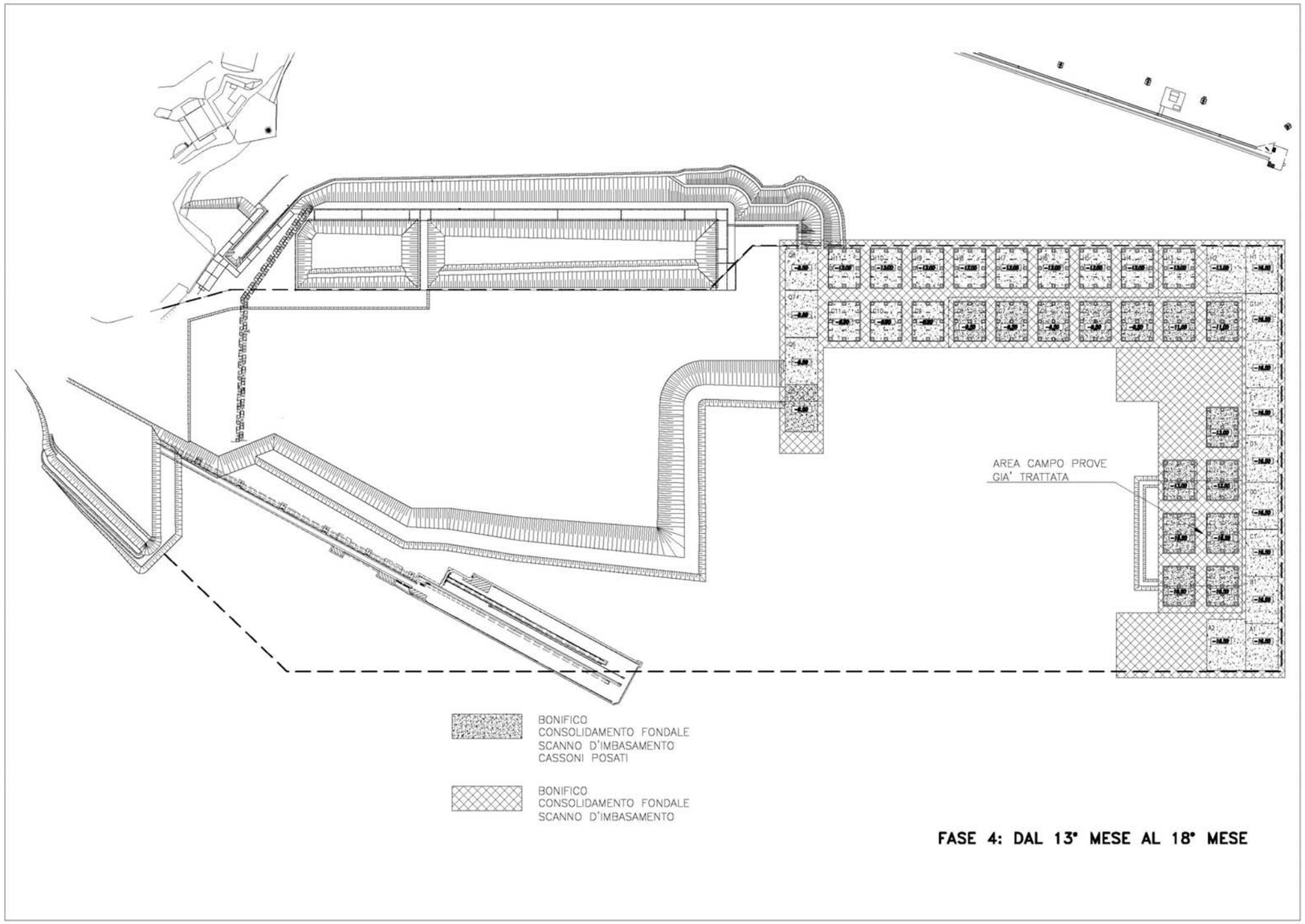


FIGURA 10-51 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 4 (DAL MESE 13 AL MESE 18).

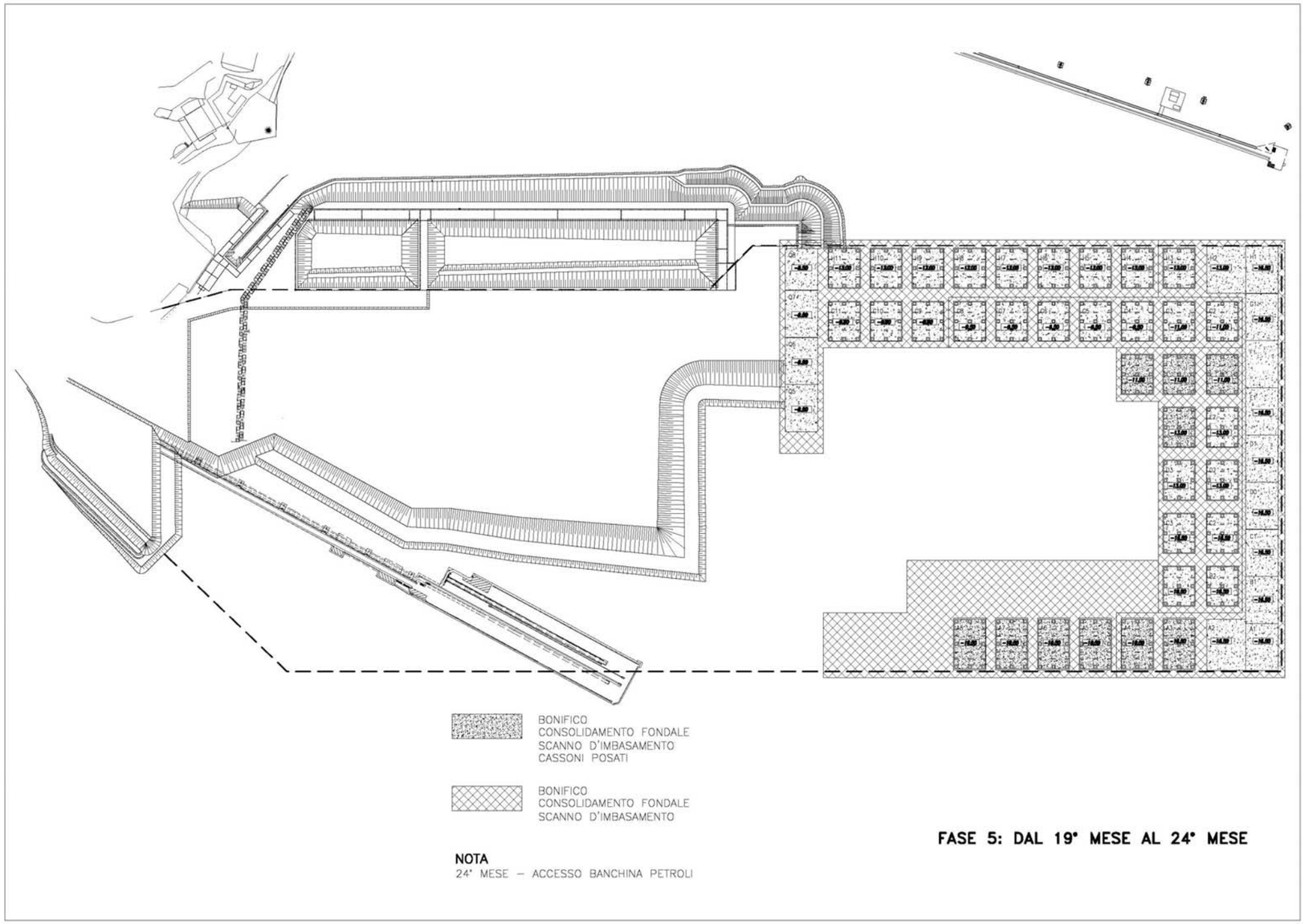


FIGURA 10-52 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 5 (DAL MESE 19 AL MESE 24).

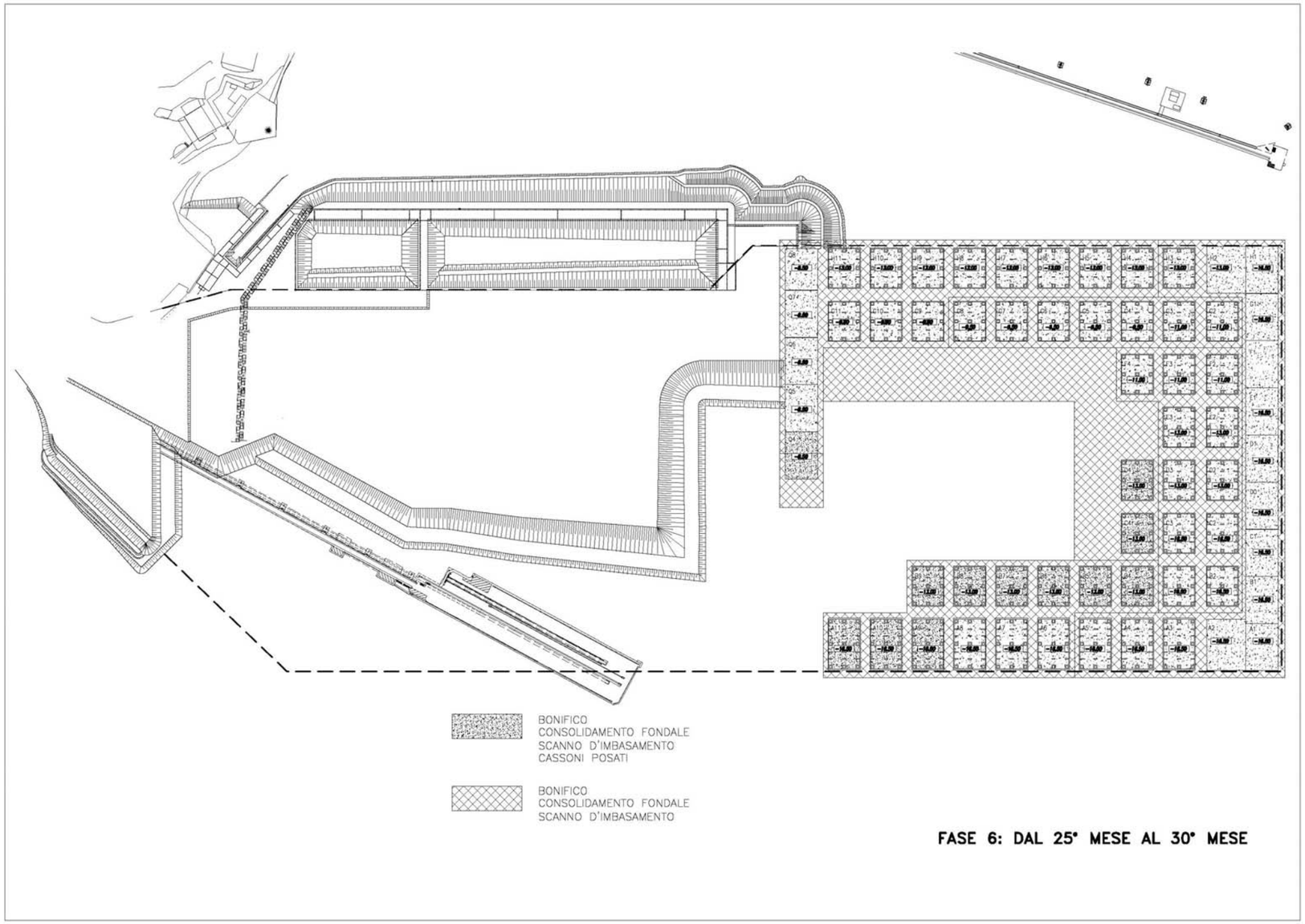


FIGURA 10-53 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 6 (DAL MESE 25 AL MESE 30).

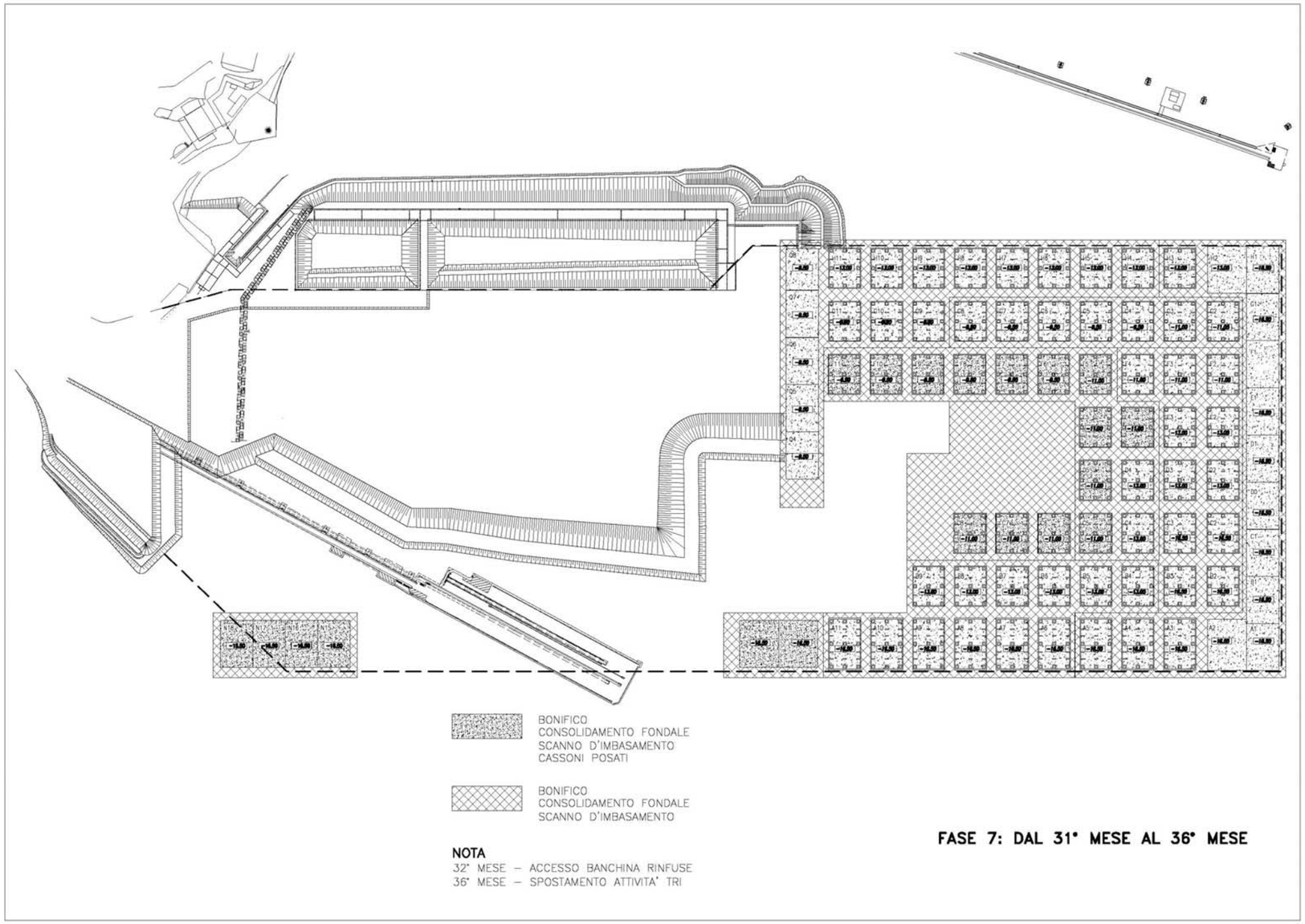


FIGURA 10-54 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 7 (DAL MESE 31 AL MESE 36).

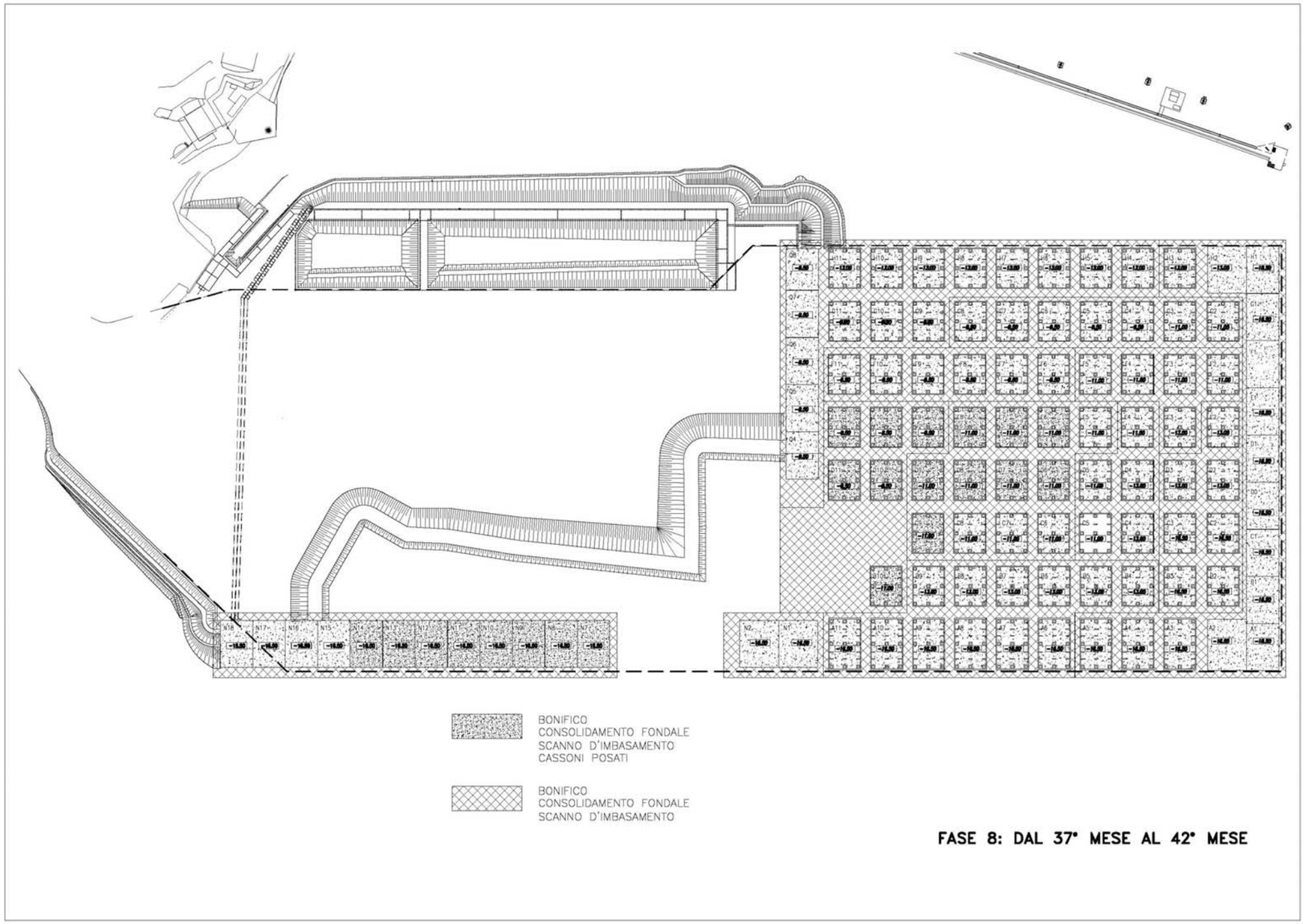


FIGURA 10-55 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 8 (DAL MESE 37 AL MESE 42).

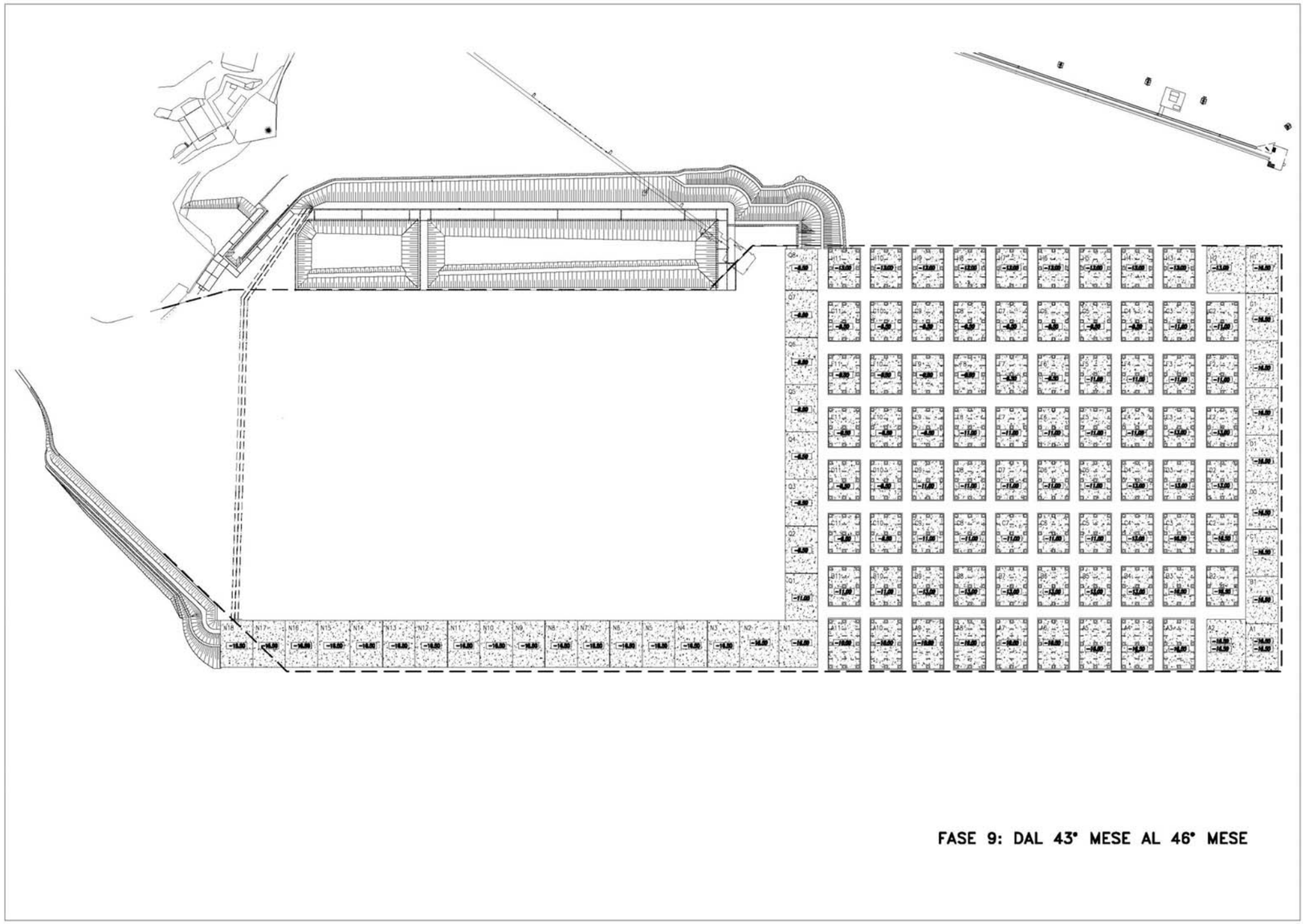


FIGURA 10-56 – FASI DI REALIZZAZIONE: FASE 9 (DAL MESE 43 AL MESE 46).

10.8.1. Aree di cantiere

In fase di progettazione definitiva, erano state individuate quattro aree di cantiere utilizzabili per le attività di costruzione della piattaforma. In sede di progettazione esecutiva si è ulteriormente affinata la previsione di occupazione delle aree, individuandone sostanzialmente due, descritte nel Paragrafo 10.2.

Queste aree includono anche la piccola area a ponente del pontile TRI, introdotta in sede di progettazione esecutiva (cfr. Paragrafo 10.2) e la l'area ubicata in prossimità della testata della attuale diga foranea ove si allestisce la prefabbricazione dei cassoni, oggetto della variante di cui al Paragrafo 10.1.

10.8.2. Movimenti terra e materiali impiegati

Nella Tabella seguente si riporta, per ciascun gruppo di fasi di realizzazione individuato, il quantitativo di materiale che dovrà essere movimentato, aggiornato secondo le previsioni della Progettazione Esecutiva.

TABELLA 10-1 – QUANTITATIVO DI MATERIALE DA MOVIMENTARE.

	Mesi	Calcestruzzo[1] (mc)	Materiale di cava[2] (mc)	Materiale da dragaggio (mc)
Fase 1	-48 - 0		786.000	21.885
Fase 2	0-6	29.919	110.500	43.100
Fase 3	7-12	38.238	47.170	40.800
Fase 4	13-18	43.773	158.891	44.000
Fase 5	19-24	41.271	107.243	36.800
Fase 6	25-30	35.012	79.171	38.350
Fase 7	31-36	44.486	184.180	60.000
Fase 8	37-42	48.783	363.938	60.000
Fase 9	43-48	24.861	228.661	50.155
Totali		***306.343***	***2.065.754***	***395.090***

[1] *Fornitura di calcestruzzo movimentato a Vado Ligure*

[2] *Valori con compenetrazione del 15%*

Saranno complessivamente dragati e movimentati circa 395.000 m^3 di sedimenti, saranno movimentati poco più di 2.000.000 m^3 di materiale da cava o similare, e circa 306.000 m^3 di calcestruzzo, intendendo con questo ultimo volume solo i quantitativi movimentati presso il cantiere di prefabbricazione (Paragrafo 10.1) e per il consolidamento dei fondali (Paragrafo 10.7), mentre sono esclusi i quantitativi utilizzati per la fabbricazione dei cassoni a Genova e per la prefabbricazione delle travi (travi in totale) e delle predalle e per l'edificio.

Non sono stati considerati, infine, i massi per la realizzazione delle scogliere di protezione da moto ondoso, in quanto, come emerge dalle fasi costruttive, sono provvisionali e saranno di volta in volta riutilizzati.

Nel materiale indicato come materiale da cava o similare è incluso anche il materiale adottato per la bonifica geotecnica (sotto i cassoni e nell'area a terra) e l'imbasamento dei cassoni, ovvero, rispettivamente, sabbia e ghiaia (Ø da 1 a 60 mm,) e pietrame (20-300 Kg).

Il materiale per la realizzazione dell'area a terra è invece costituito da "tout-venant", cioè materiale misto naturale di cava costituito generalmente da ghiaia grosse ed ideale per realizzare rilevati, o materiale similare proveniente da attività di scavo in fase di avvio o di prevista realizzazione nel territorio ligure.

Nella prima fase dei lavori, il ricorso alle cave per l'approvvigionamento dei materiali lapidei è stato oggettivamente obbligato a causa dell'impossibilità di disporre di materiale proveniente da altre attività di scavo nel territorio ligure.
Le previsioni iniziali contavano di poter disporre di circa 1.500.000 m^3 di materiale di apporto spontaneo, di cui:

– circa 900.000 m^3 provenienti dagli sbancamenti necessari alla sistemazione dell'area retro portuale (nuovo varco doganale) in adiacenza al parco ferroviario a servizio della piastra
– circa 600.000 m^3 provenienti dai lavori per l'Aurelia bis tra Albisola e Savona

Allo stato attuale risultano attuabili solamente i conferimenti dei materiali di smarino provenienti dal citato cantiere Anas, per una quantità indicativa pari a 560.000 m^3, e dal cantiere CO.C.I.V. del "Terzo valico dei Giovi", quest'ultimo per un quantitativo massimo pari a circa 150.000 m^3.

Si rileva che il riutilizzo dei materiali provenienti da scavo risulta comunque possibile solo per il tout venant, poiché le caratteristiche granulometriche e geomeccaniche previste dalle specifiche di progetto lo rendono difficilmente attuabile per il bonifico geotecnico e per gli scanni di imbasamento.

La terza prescrizione del già citato DD 392713 del non superamento del 25% per l'approvvigionamento del materiale di cava è da intendersi quindi riferita al solo tout venant, come confermato dalla nota della Regione Liguria – Settore VIA Prot. n. PG/2014/0156305 del 05/08/2014. Tuttavia occorre rilevare che non risulta possibile prevedere un bilancio analitico degli approvvigionamenti da apporto spontaneo, per le intrinseche variabili legate alla effettiva idoneità dei materiali, in termini sia geomeccanici e granulometrici che ambientali, per i quantitativi globali previsti, e alla impossibilità di realizzare sempre una sinergia tra le effettive capacità di produzione dei siti di provenienza e le necessità di approvvigionamento del cantiere della piattaforma multifunzionale, connesse alle fasi di avanzamento progettuali oltre che alle condizioni meteomarine.

In base a quanto stabilito dalla D.D. 3927/13, è stato inoltre predisposto uno specifico Protocollo di conferimento che definisce i criteri di reimpiego dei materiali provenienti da terre e rocce da scavo che contengono materiali di origine antropica, o che provengano da scavi in pietre verdi, da applicarsi sia per i riempimenti della piattaforma multifunzionale, sia per il cantiere per la costruzione dei cassoni ubicato in testa alla diga foranea del porto di Vado Ligure. Il suddetto Protocollo è stato approvato dalla Regione Liguria in data 20/06/2014 con D.G.R. 779/2014.

10.8.3. Accosto provvisorio delle compagnie petrolifere

Come già anticipato la predisposizione di accosti provvisori per le compagnie petrolifere (PetroLig ed Esso Italiana) durante le fasi di costruzione della piastra multifunzionale si è resa necessaria per esigenza espressa dalle stesse, in appositi incontri, di subire la minima inoperatività.

Una volta allestita la nuova banchina petroli sulla piastra multifunzionale, la movimentazione dei prodotti potrà essere trasferita su di essa e gli accosti provvisori potranno essere smantellati.

<u>Variante rispetto a quanto previsto in Progetto Definitivo</u>

Il Progetto Definitivo di cui al SIA approvato considerava la realizzazione di un unico accosto per PetroLig ed Esso Italiana da realizzarsi per mezzo di cassoni cellulari e condotte sottomarine subito a Nord della testata dell'esistente pontile PetroLig, come illustrato nella figura seguente:

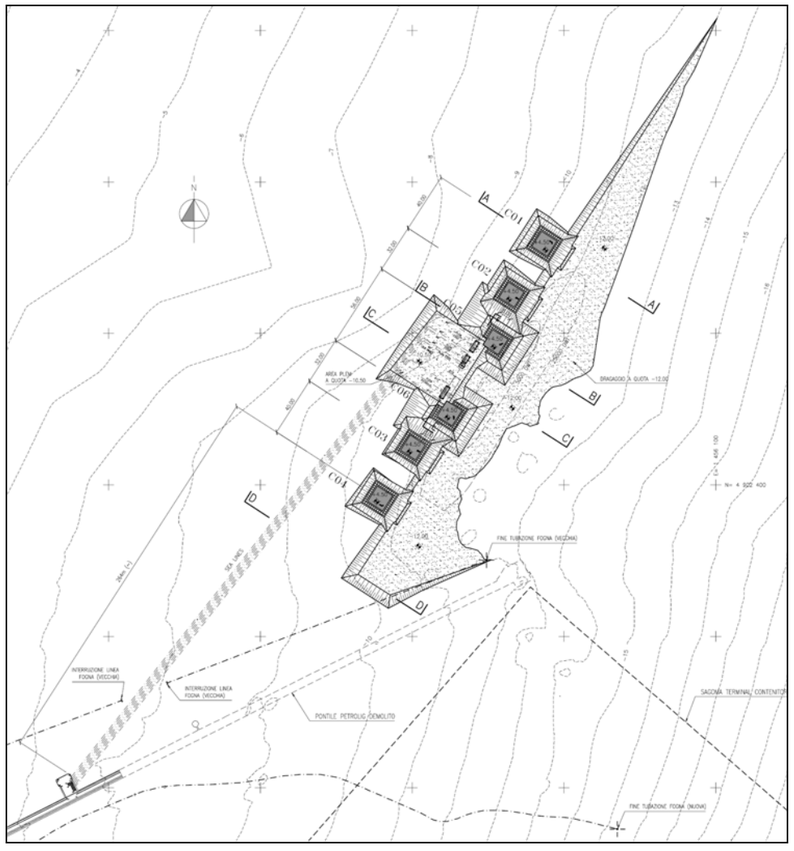


FIGURA 10-57 – TRANSITORIO PETROLI - PROGETTO DEFINITIVO - PLANIMETRIA

Il Progetto Esecutivo ha previsto invece i seguenti interventi:

– realizzazione, lungo il lato Nord del pontile PetroLig, di un nuovo accosto per la movimentazione dei prodotti Esso;

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

così come da inquadramento planimetrico riportato nella figura seguente.

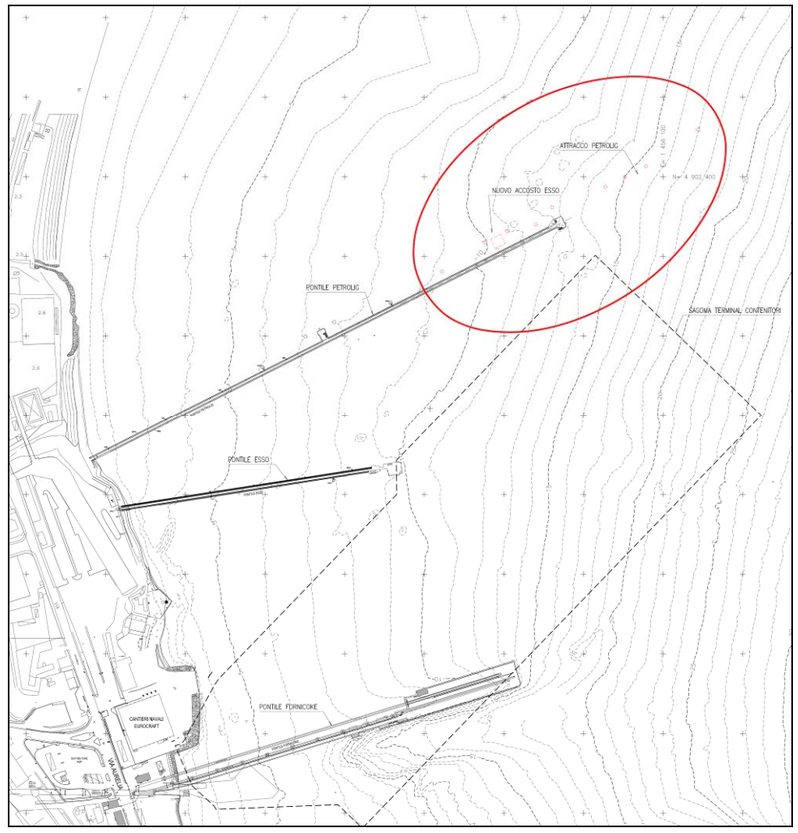


FIGURA 10-58 – TRANSITORIO PETROLI - PROGETTO ESECUTIVO - COROGRAFIA DELL'AREA DI INTERVENTO

Le motivazioni di una tale modifica sono da ricercare nelle richieste di cui alla DGR 1118/09 di approvazione dello SIA relativamente alla riduzione dei volumi di dragaggio previsti in progetto. Questo ha portato a privilegiare in Progetto Esecutivo una soluzione che non richiedesse i dragaggi previsti in Progetto Definitivo (circa 37.000 mc).

In relazione alle funzioni dell'opera e alle tecnologie adottate, le infrastrutture e gli impianti previsti per gli accosti provvisori sono sintetizzabili come segue (per

maggiori dettagli si rimanda alla relativa Relazione Descrittiva Generale, cod. elaborato MI010P-PE-G-Z-R-4001, ed alle relative tavole di progetto):

Nuovo accosto Esso

Le nuove infrastrutture previste sono le seguenti:

- nuova piattaforma adibita alle movimentazioni Esso in struttura in acciaio e poggiante su pali in acciaio completa di tutta l'impiantistica necessaria alla movimentazione dei prodotti (tubazioni, manichette, di trappole di lancio e ricevimento pig, impianto antincendio ecc.);
- 3 briccole in acciaio per l'ormeggio delle navi (con relativi arredi marini) delle quali 1 in comune con l'attracco Petrolig poste come di seguito
- MD1 ed MD3 ai due lati dell'asse del terminale ad una distanza da esso di 80 metri;
- MD4 a 52 metri dall'asse del terminale lato prua nave;
- 2 briccole in acciaio per l'accosto delle navi (con relativi arredi marini) poste ciascuna ad una distanza di 16 metri dall'asse del terminale;
- linea di accosto posta ad una distanza di 23.5 metri dall'asse del pontile Petrolig;
- sistema di tubazioni sul pontile Petrolig per il trasferimento dei prodotti dalla nuova piattaforma a radice pontile ed interconnessione con le tubazioni Esso presenti a terra;
- cabina operatori.

La planimetria finale dell'opera completa è riportata nella figura seguente.

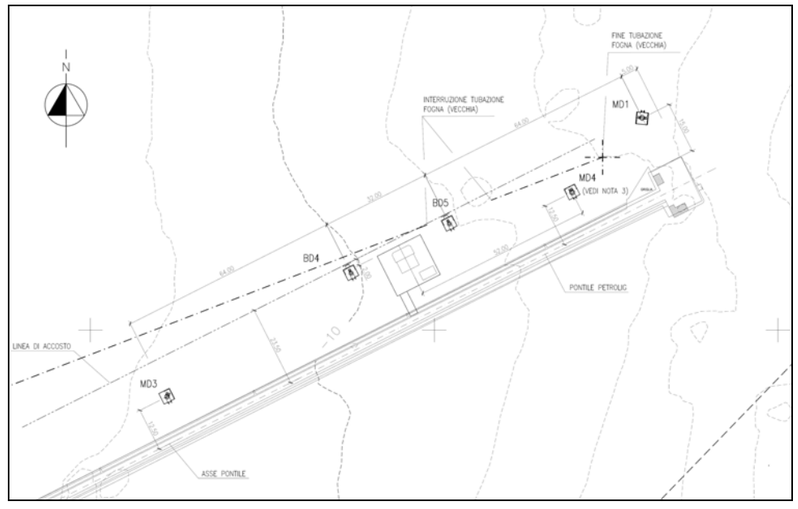


FIGURA 10-59 – TRANSITORIO PETROLI - PROGETTO ESECUTIVO - NUOVO ACCOSTO ESSO - PLANIMETRIA

Modifica attracco Petrolig

Le nuove infrastrutture previste sono le seguenti:

- 2 briccole in acciaio per l'ormeggio delle navi (con relativi arredi marini) poste ad una distanza di 208.0 metri tra di loro;
- 3 briccole in acciaio per l'accosto delle navi (con relativi arredi marini) poste a distanza di 64.0, 96.0 e 121.0 metri dalla piattaforma Petrolig;
- linea di accosto posta ad una distanza di 12.5 metri dall'asse del pontile Petrolig e del bigo di movimentazione manichette.

La planimetria finale dell'opera completa è riportata nella figura seguente.

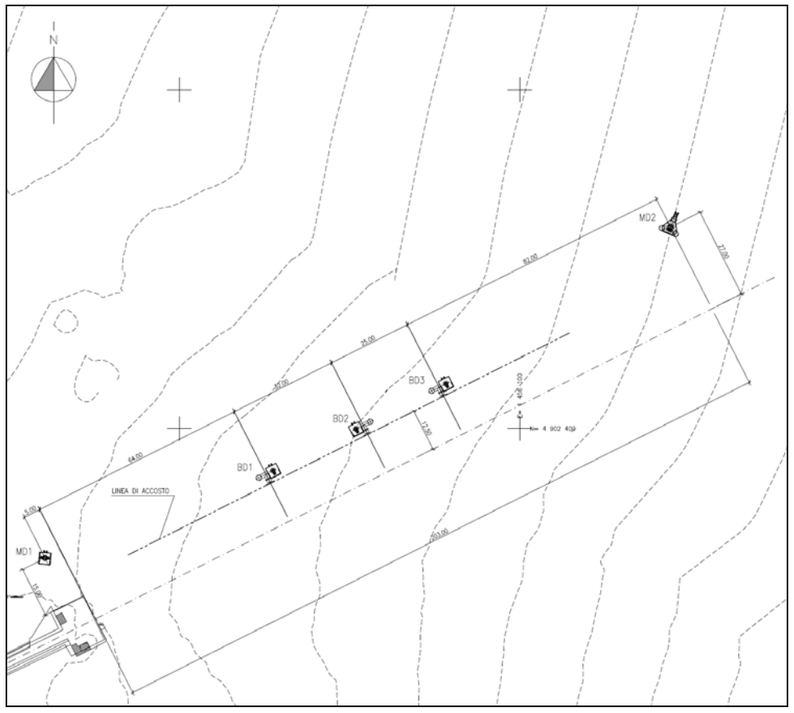


FIGURA 10-60 – TRANSITORIO PETROLI - PROGETTO ESECUTIVO - MODIFICA ATTRACCO PETROLIG - PLANIMETRIA

10.9. Estensione verso mare dell'area in rilevato

L'estensione dell'area in rilevato verso mare ha portato ad un conseguente avanzamento dei cassoni reggispinta di circa 50 m rispetto alla posizione presente in Progetto Definitivo (Figura 10-64, Figura 10-61 e Figura 10-62).

Tale modifica si è resa necessaria a seguito della maggiore entità dei cavidotti, soprattutto per la distribuzione dell'energia elettrica.

Il numero di cavidotti è stato infatti aumentato nella zona dell'impalcato sia a seguito della scelta dell'Autorità Portuale di Savona di erogare l'energia elettrica a tutti i concessionari che operano sulla piastra multifunzionale, a partire dalla cabina di consegna ubicata sulla zona a giorno, sia a seguito delle richieste del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, espresse nel voto citato al Paragrafo precedente.

Tali scelte e richieste da un lato diminuiscono, tramite una riduzione delle ridondanze, il numero di cavi nella piastra multifunzionale, ma contemporaneamente ne crescono la densità nella zona dell'impalcato della zona a giorno, per la formazione dell'anello di distribuzione.

Nelle successive figure (Figura 10-63) è riportato uno schema che evidenzia la sezione in corrispondenza alla dorsale principale dei cavi, nelle due situazioni, ovvero nella soletta dell'impalcato e interrati nel rilevato.

Appare evidente quanto la soletta sarebbe indebolita dalla presenza dei cavidotti; inoltre la presenza dei pozzetti di ispezione/infilaggio dei cavi, da prevedere di dimensioni 40 cm x 40 cm ogni 50 m, non riportati nello schema, riduce ulteriormente l'efficienza statica della soletta.

È opportuno anche precisare che la presenza del molo di sopraflutto del porto turistico (comparto D3 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) impedisce la libera circolazione dell'acqua nell'area corrispondente all'avanzamento dell'area a terra; già questa osservazione di tipo geometrico fa quindi pensare ad una scarsa rilevanza dal punto di vista idrodinamico dell'avanzamento dei cassoni reggispinta dell'area a terra.

Gli effetti di tale modifica proposta sull'ambiente marino costiero sono comunque affrontati in modo dettagliato nei successivi Capitoli.



FIGURA 10-61 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELL'ESTENSIONE VERSO MARE DELL'AREA IN RILEVATO (CASSONI DI REGGISPINTA)

SEZIONE TIPOLOGICA AVANZAMENTO CASSONI TERRAPIENO

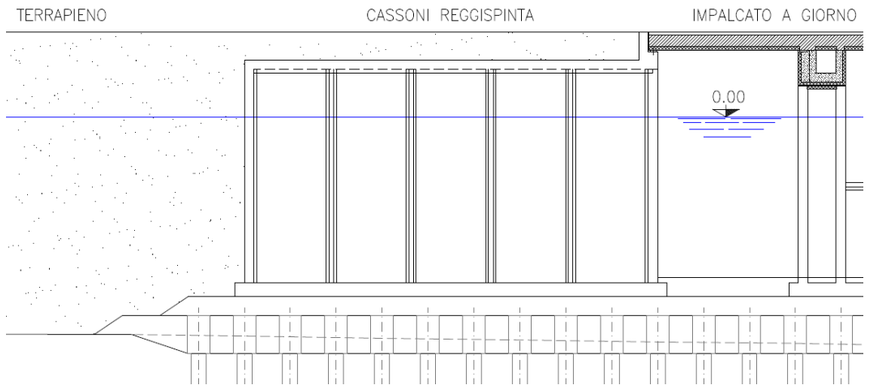


FIGURA 10-62 – SEZIONE TIPOLOGICA DI DETTAGLIO DELLA STRUTTURA DI CONTERMINAZIONE DEL TERRAPIENO (CASSONI REGGISPINTA)

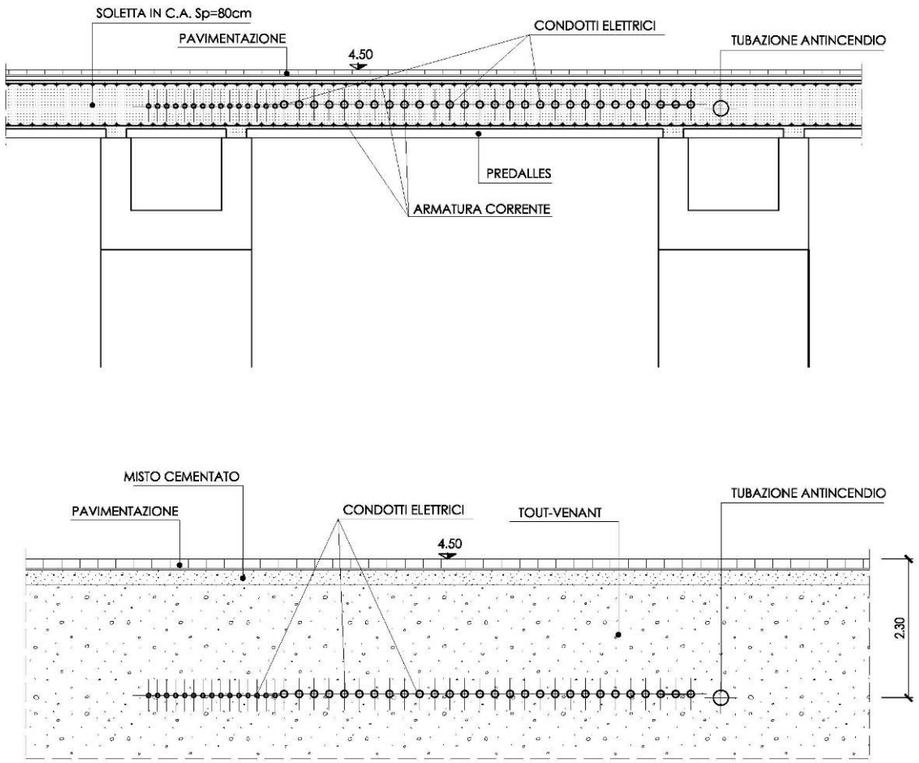


FIGURA 10-63 – SCHEMA DI FLUSSO DI CAVIDOTTI ELETTRICI NELL'IMPALCATO NELLA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO E NELLA CONFIGURAZIONE CON LA MODIFICA PREVISTA

10.10. Struttura di sostegno lungo il lato di Nord Est (Terminal Rinfuse)

Tale modifica si è resa necessaria a seguito delle richieste del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che ha licenziato con voto favorevole n° 169, espresso con considerazioni, nell'adunanza del 19/01/2011 e 23/03/2011, la richiesta di esame e parere sul Progetto Definitivo.

In particolare il CSLLPP ha chiesto di considerare, per il dimensionamento dei cassoni dell'area a giorno, un tempo di ritorno di 250 anni per le onde incidenti, anziché di 100 anni come previsto nel progetto definitivo approvato.

La stabilità dei cassoni a giorno, presenti anche lungo il bordo Nord Est della piastra multifunzionale nella soluzione di Progetto Definitivo, non risultava più verificata con le azioni provenienti dal moto ondoso così calcolate; i cassoni pieni, dotati di maggior volume interno, possono essere stabilizzati con l'apporto, all'interno delle celle, di un maggior volume di materiale e raggiungere quindi la stabilità richiesta nei confronti delle azioni orizzontali grazie al maggior peso totale che essi possono raggiungere grazie al maggior peso ottenuto con il riempimento del maggior volume e con una sovrastruttura in cls che sormonta il cassone maggiormente massiccia.

La sistemazione dei cassoni pieni a celle in testata prevede inoltre due risvolti ai lati ottenuti con l'impiego di due cassoni di formato maggiore per proteggere con più efficacia la zona a giorno dal moto ondoso.

I cassoni previsti per la realizzazione della struttura di sostegno sul lato Nord-Est della piattaforma sono in totale 11 e di tre tipologie che differiscono tra loro per le dimensioni in pianta.

La loro quota di imbasamento è costante per tutti e pari a -16.50 m s.l.m.m., ad eccezione del cassone H2 lato Levante la cui quota di fondazione è prevista alla -13.00 m s.l.m.m..

Nelle figure seguenti si mostrano uno stralcio planimetrico della variante ed una sezione esemplificativa della variante di livello esecutivo (Figura 10-64, Figura 10-65 e Figura 10-66)



FIGURA 10-64 – PLANIMETRIA CON EVIDENZIATE LE MODIFICHE PROPOSTE AL PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO (STRUTTURA DI SOSTEGNO LUNGO IL LATO NORD EST ED ESTENSIONE VERSO MARE DELL'AREA IN RILEVATO)

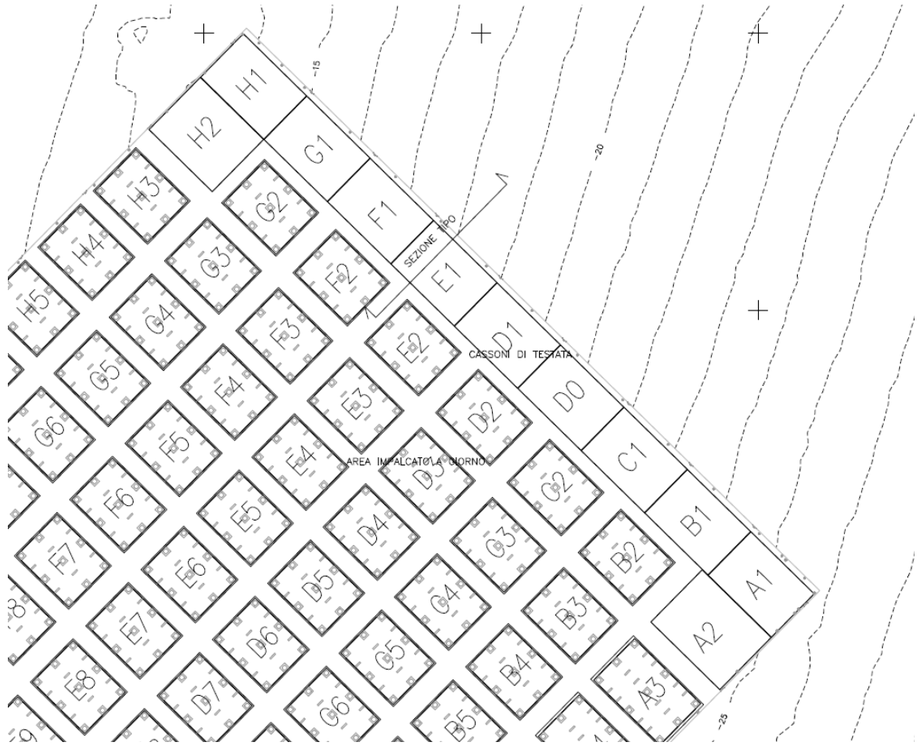


FIGURA 10-65 – PLANIMETRIA DI DETTAGLIO DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO LUNGO IL LATO NORD EST (CASSONI DI TESTATA)

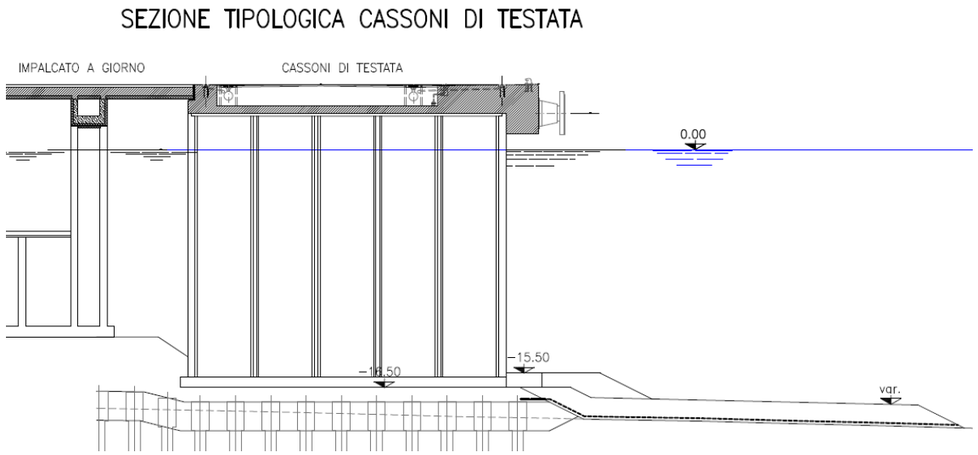


FIGURA 10-66 – SEZIONE TIPOLOGICA DI DETTAGLIO DELLA STRUTTURA DI SOSTEGNO LUNGO IL LATO NORD EST (CASSONI DI TESTATA)

10.11. Nastro trasportatore ed edifici del Terminal Rinfuse

Nastro trasportatore

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.

Si veda la nuova ubicazione dei torrini nella planimetria di Figura 10-67; la vista frontale del nastro è evidenziata nella Figura 10-68.

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; si veda nella

Figura 10-69 la planimetria nella quale sono evidenziate le posizioni dei nuovi cavalletti ed una sezione tipo.

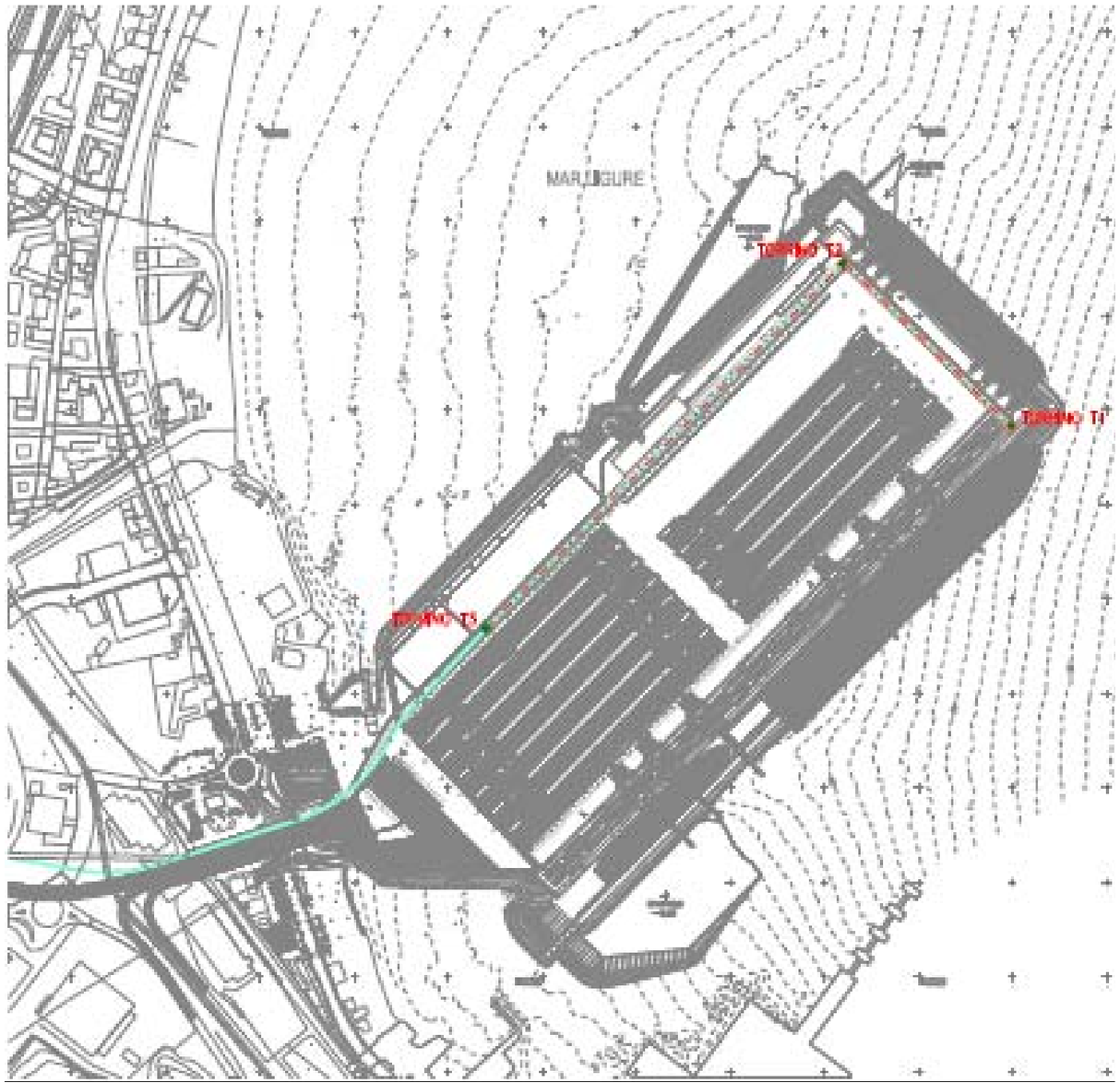


FIGURA 10-67 – NASTRO TRASPORTATORE DEL CARBONE – PLANIMETRIA CON L'UBICAZIONE DEI TORRINI

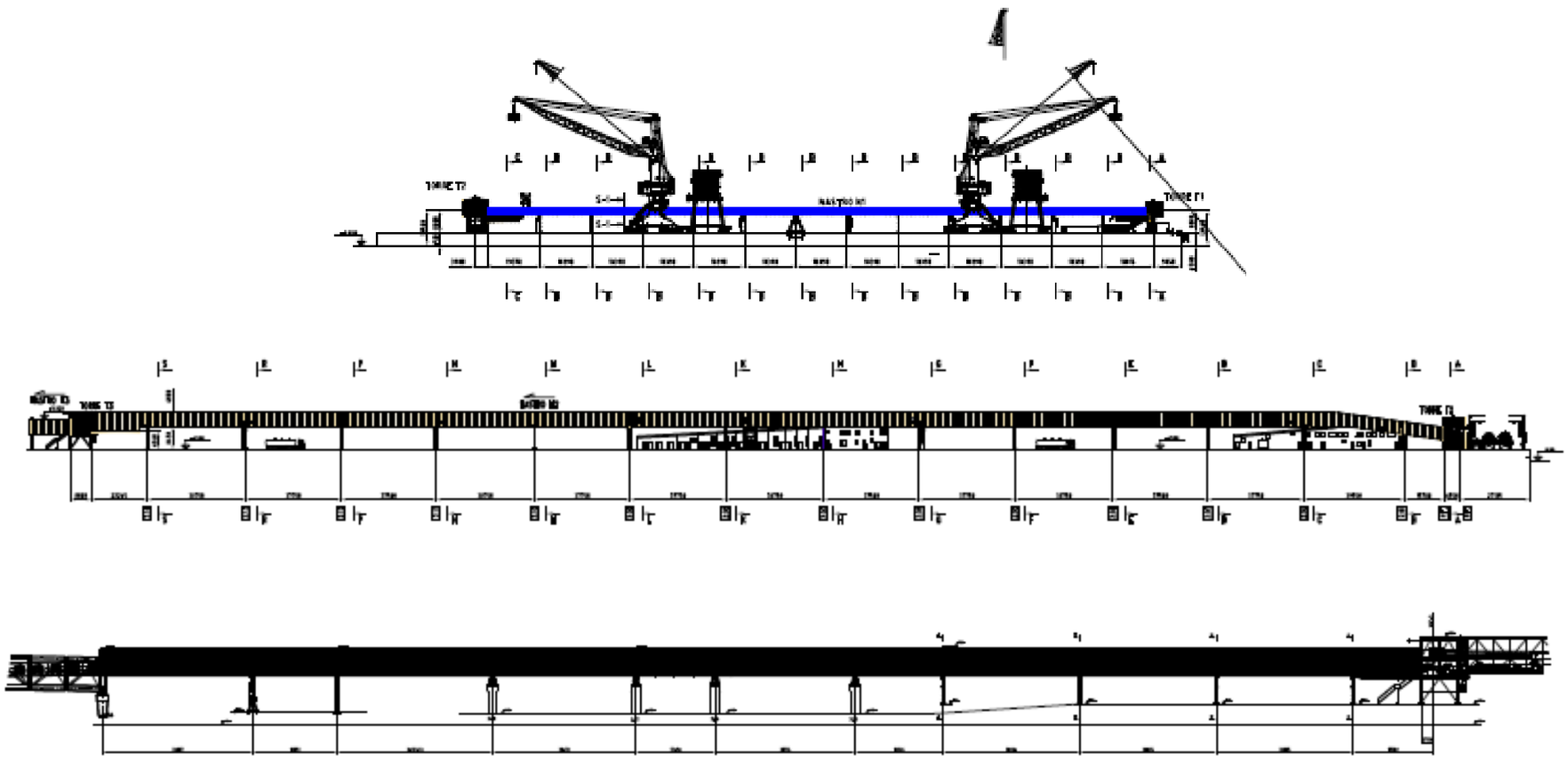


FIGURA 10-68 – NASTRO TRASPORTATORE DEL CARBONE – VISTA FRONTALE

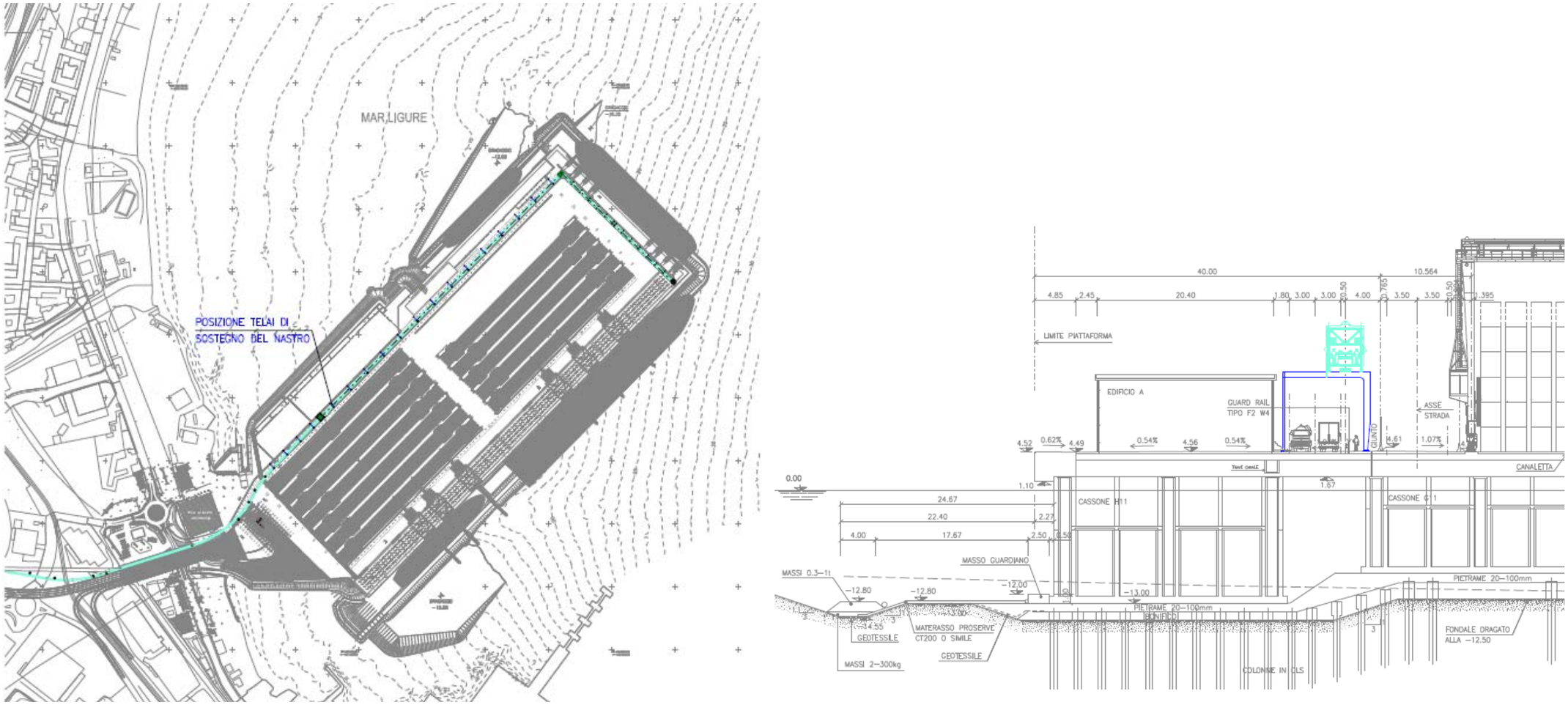


FIGURA 10-69 – NASTRO TRASPORTATORE – PLANIMETRIA E SEZIONE DELLE STRUTTURE DI SUPPORTO A CAVALLETTO

Edifici

Gli edifici di banchina sono edifici adibiti a contenere locali tecnici ed uffici.

Gli edifici sono due:

- edificio A ubicato a circa metà piattaforma e contenente la cabina elettrica e altri locali ad usufrutto dei gestori della piastra multifunzionale (APM Terminals e TRI);
- edificio B localizzato in prossimità della testata della piattaforma di gestione esclusiva TRI.

Tali edifici hanno subito rispetto al progetto Definitivo alcune modifiche non sostanziali in quanto si tratta principalmente di modifiche alle ripartizioni interne.

Per quanto concerne l'edificio A tali modifiche si sono rese necessarie a seguito delle richieste da parte del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Savona, che ha espresso tramite nota di prot. COM-SV-PREV-0006871 del 19/04/2010, la richiesta di documentazione integrativa ai fini del rilascio del parere di conformità per la realizzazione della Nuova Piattaforma multifunzionale del Porto di Vado Ligure.

In particolare i Vigili del Fuoco, all'interno della nota, hanno richiesto, ai fini della pianificazione dell'emergenza, di individuare un centro di gestione delle emergenze sulla piattaforma multifunzionale.

Tale centro di gestione è stato collocato all'interno dell'edificio A come mostrato in Figura 10-70 all'interno del riquadro rosso.

In adiacenza alla stanza di gestione delle emergenze è stata inserita, su richiesta dell'operatore del terminal, una back up server room ovvero una stanza per apparecchiature di salvataggio e archiviazione dati, la quale, nel Progetto Definititvo, era ubicata all'interno dell'edificio amministrativo.

Tale modifica è nata per avere una maggior sicurezza nel salvataggio e nella gestione dei dati in caso di emergenza o di avaria dei server presenti nell'edificio principale, nonché per avere un locale di utilizzo durante le fasi di commissioning delle gru.

Inoltre, sempre su richiesta dell'operatore, i vani tecnici adibiti alle future predisposizioni per l'inserimento dei generatori elettrici sono passati da n°4 del Progetto Definitivo a n°2 della Variante di livello Esecutivo.

A queste modifiche, che hanno comportato una ridistribuzione interna dei locali, si aggiunge anche lo spostamento globale dell'edificio di 50 cm verso la banchina Petroli ed una riduzione della lunghezza complessiva nella direzione longitudinale dell'edificio di 1 m, portando così la dimensione originaria da 99 m a 98 m.

Nelle figure che seguono (Figura 10-70 e Figura 10-71) si mostra il raffronto tra i vari livelli di progettazione.

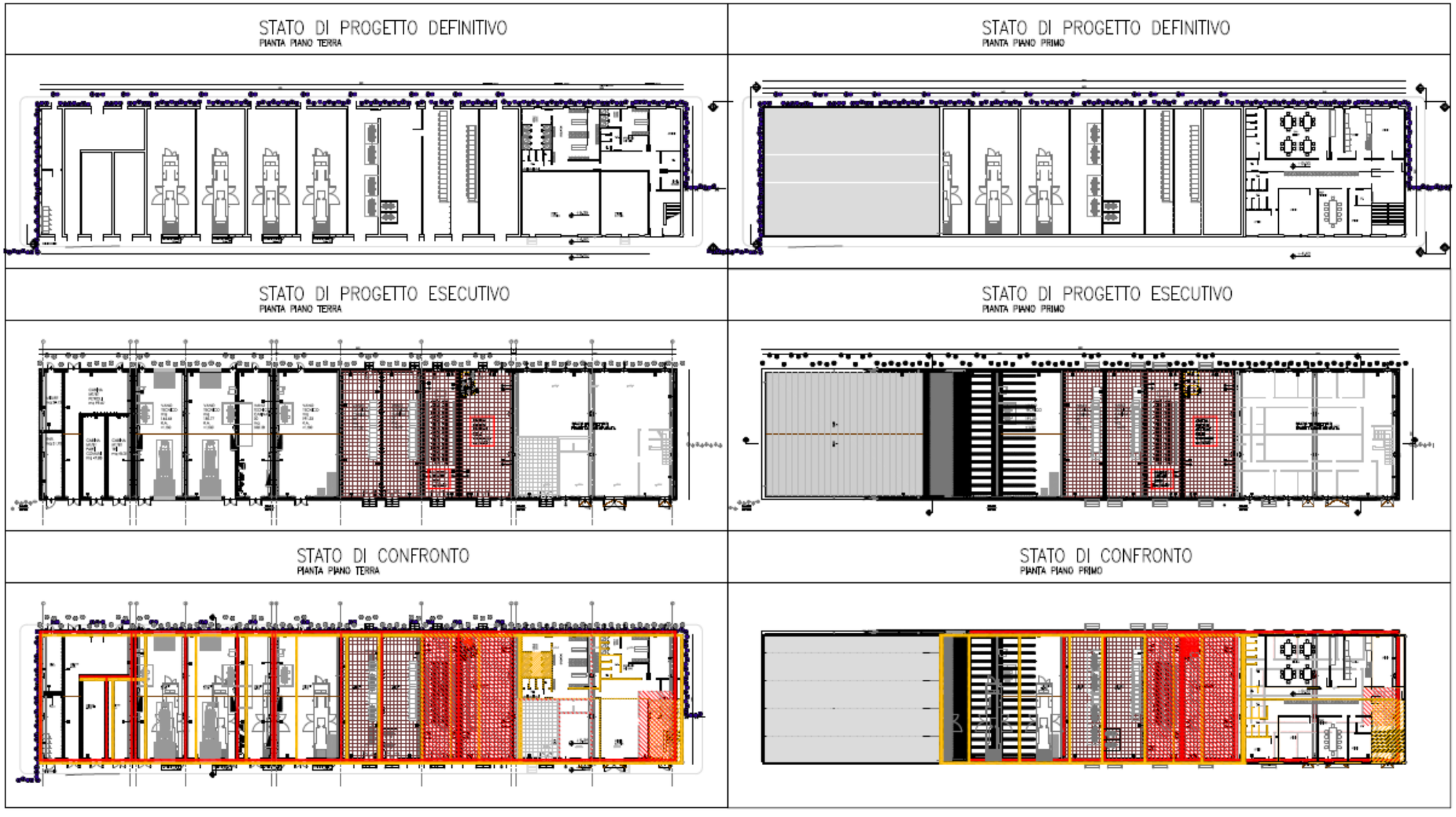


FIGURA 10-70 – EDIFICIO A – CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO – PLANIMETRIE

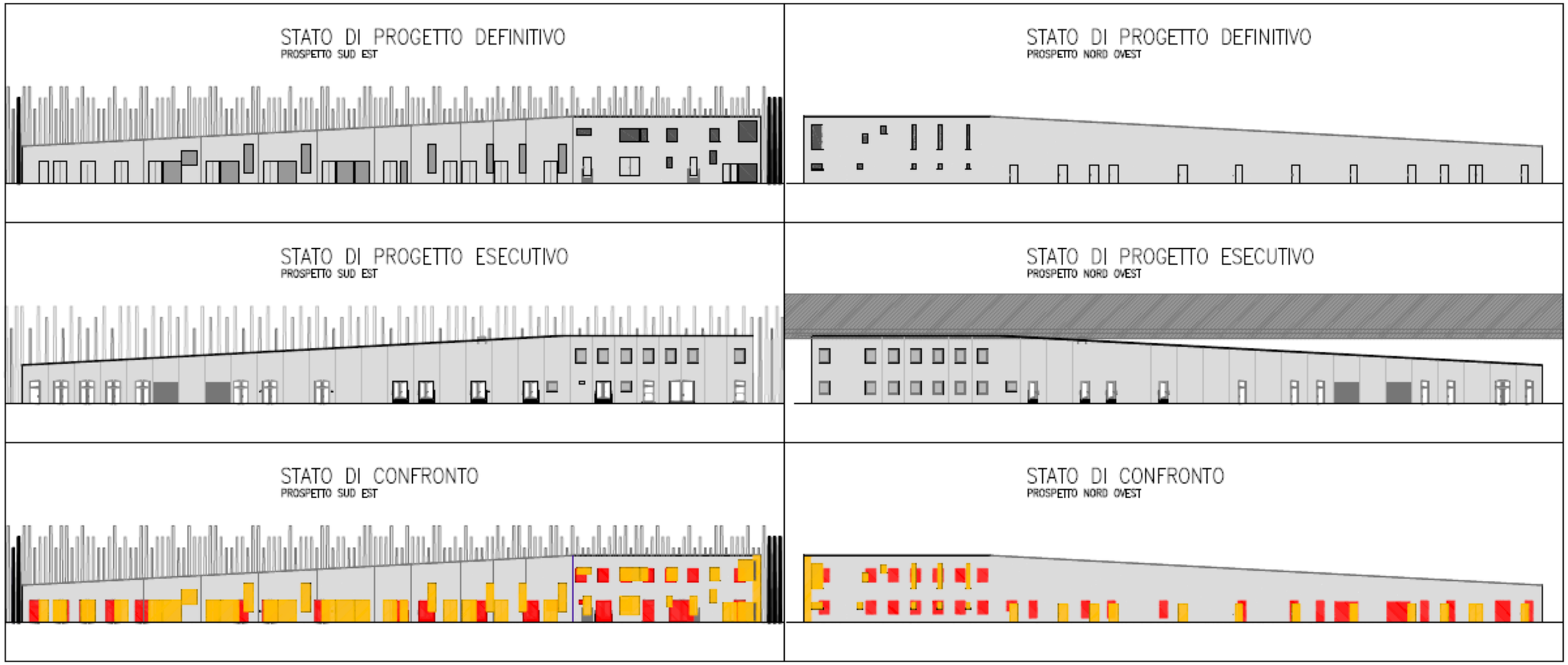


FIGURA 10-71 – EDIFICIO A – CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO - PROSPETTI

Per quanto riguarda l'edificio B, grazie ad un ottimizzazione degli spazi interni e dei locali effettuata dalla società , la struttura ha subito una riduzione nel senso longitudinale di 8.75 m passando quindi da 77.35 m a 68.60 m. Inoltre per consentire una maggiore distanza dal nastro trasportatore, l'edificio è stato traslato verso la banchina Petroli di circa 70 cm.

Nelle figure che seguono (Figura 10-72, Figura 10-73 e Figura 10-74) si mostra il raffronto tra lo stato progettuale presentato in Conferenza dei Servizi e lo stato di progetto attuale.



FIGURA 10-72 – EDIFICIO B – CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO - PLANIMETRIE

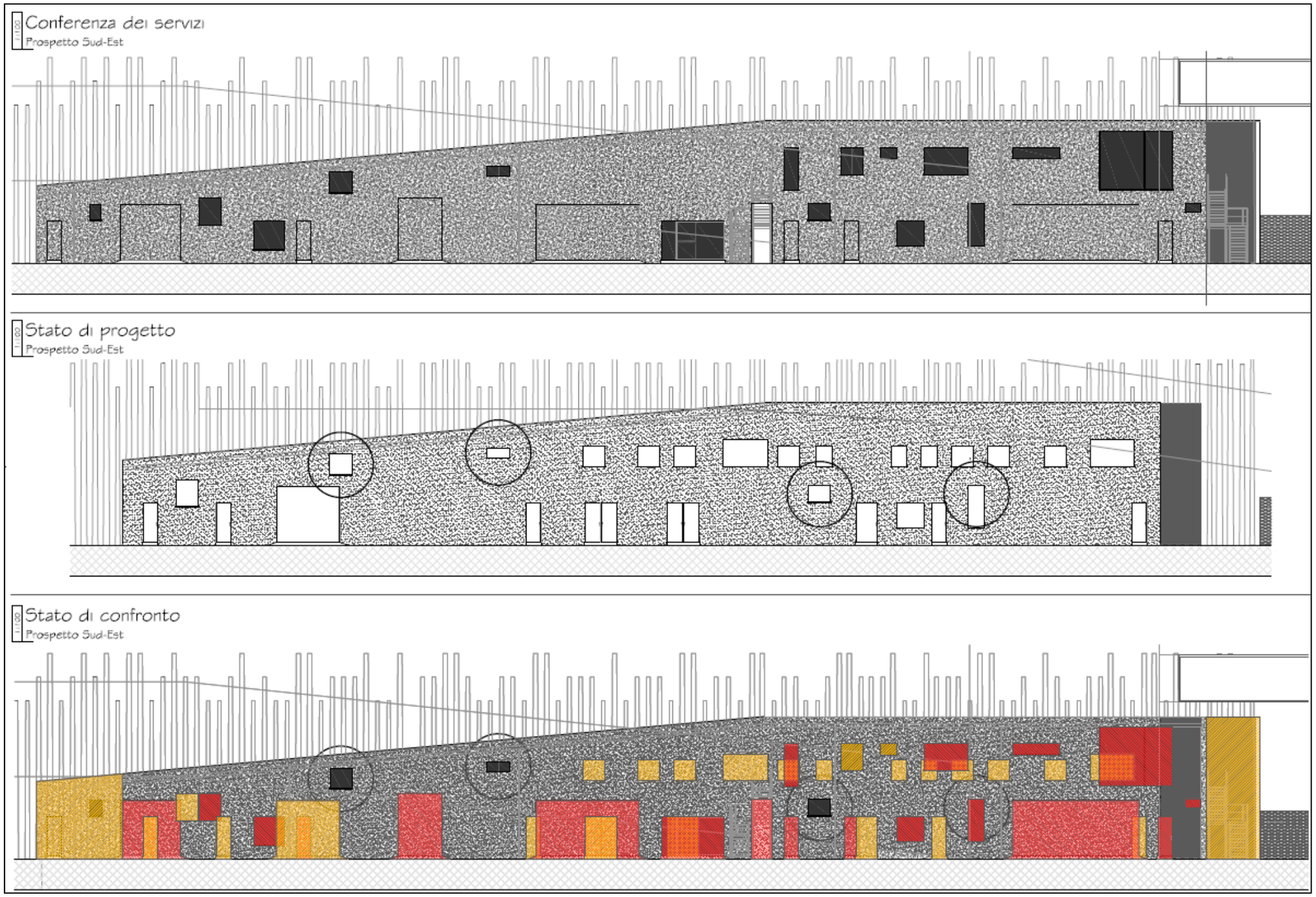


FIGURA 10-73 – EDIFICIO B – CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO – PROSPETTI SE

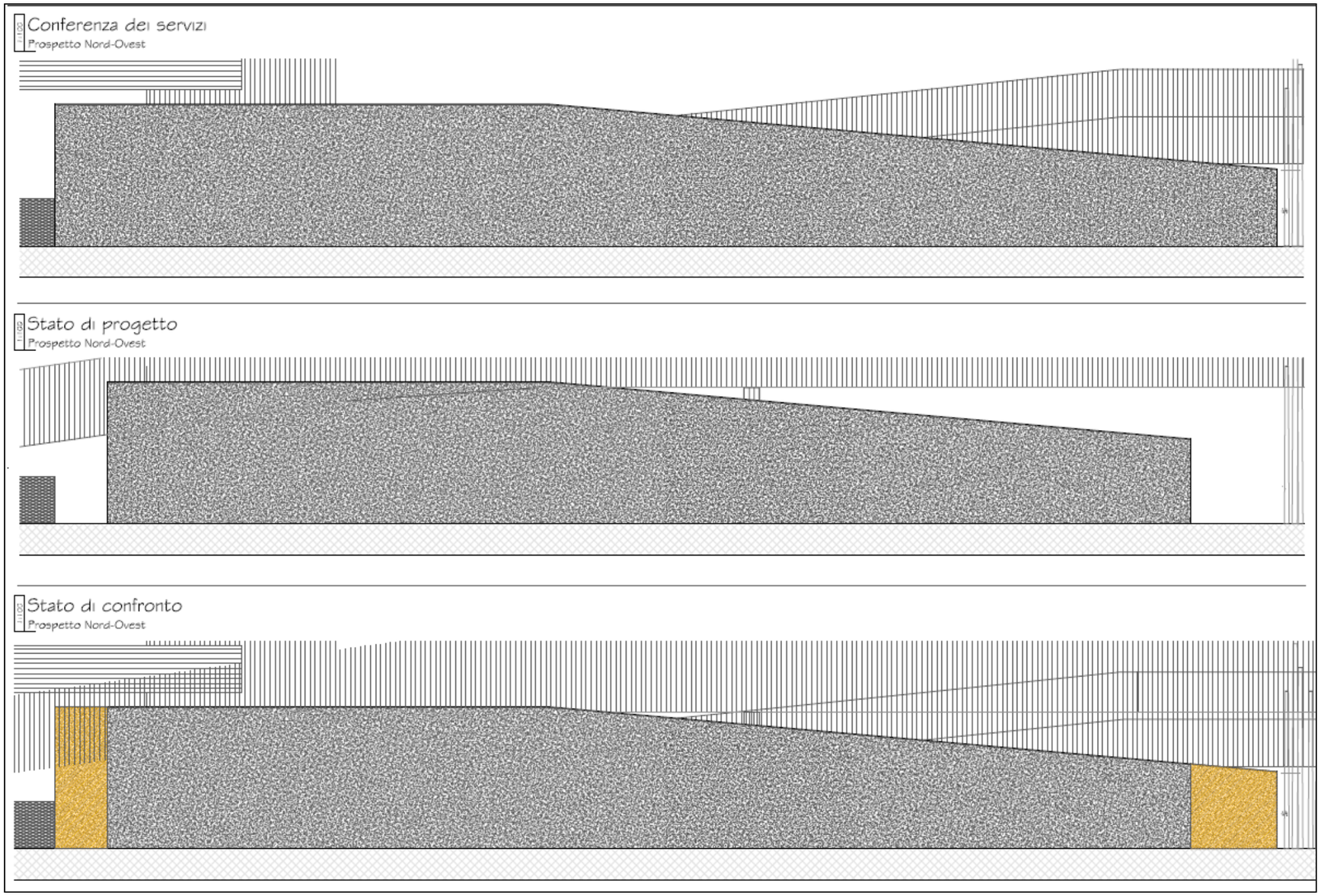


FIGURA 10-74 – EDIFICIO B – CONFRONTO TRA PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO – PROSPETTI NO

Su richiesta di TRI nasce inoltre l'esigenza di avere sulla banchina rinfuse una struttura amovibile per la manutenzione delle benne dei rimorchiatori. Tale struttura, rappresentata in maniera schematica in Figura 10-75 ed in Figura 10-76, trova collocazione sul lato di Levante della banchina ed ha dimensioni in pianta pari a circa 10 m x 10 m.

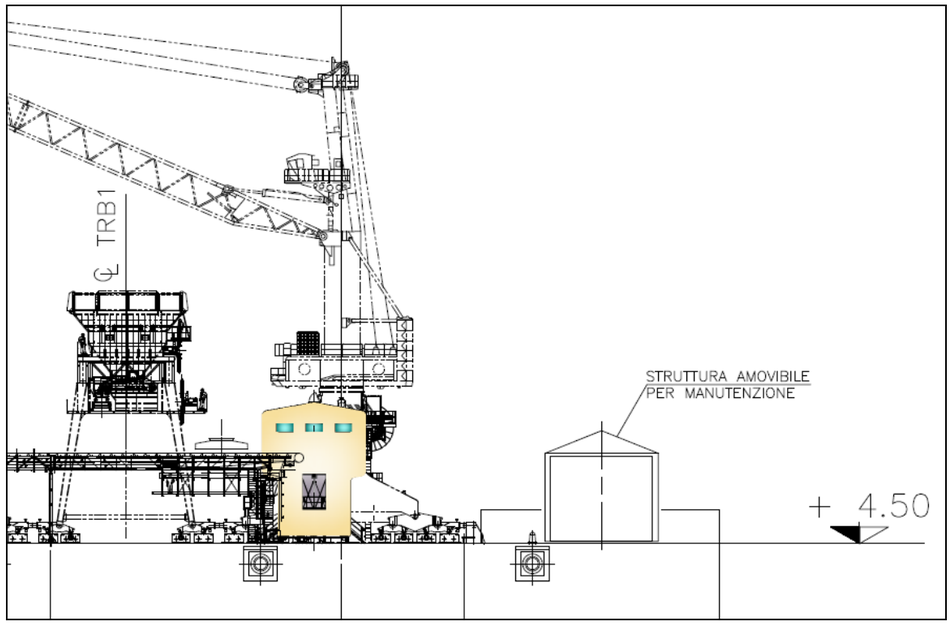


FIGURA 10-75 – PROSPETTO BANCHINA RINFUSE CON POSIZIOEN STRUTTURA AMOVIBILE PER LA MANUTENZIONE

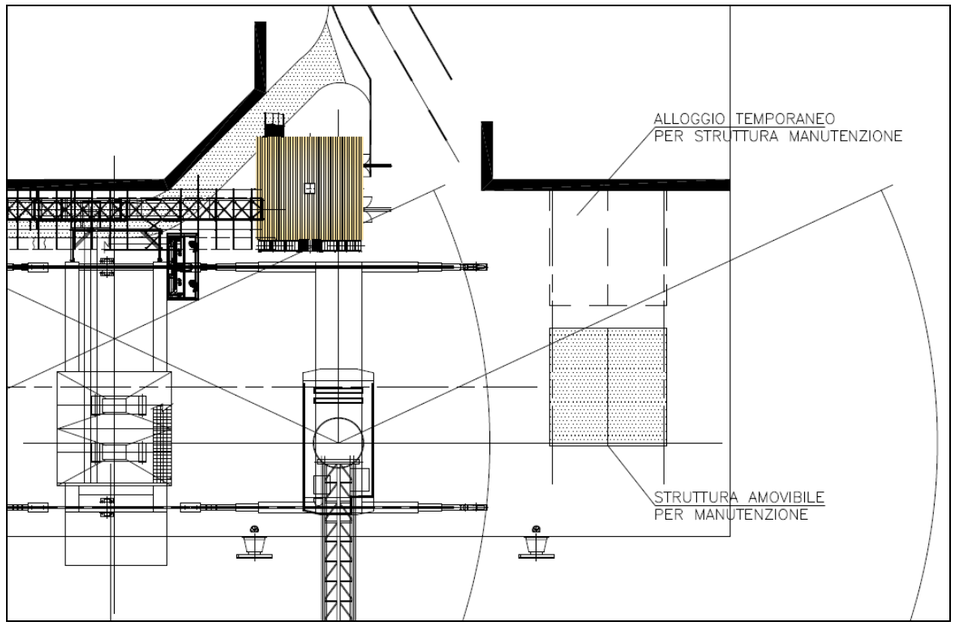


FIGURA 10-76 – PIANTA BANCHINA RINFUSE CON POSIZIOEN STRUTTURA AMOVIBILE PER LA MANUTENZIONE

10.12. Strutture di mascheramento della visuale

Gli elementi di mitigazione ambientale previsti per la piattaforma multifunzione e per gli edifici annessi sono rimasti sostanzialmente quelli descritti nel progetto definitivo.

In fase di stesura del progetto esecutivo sono state tuttavia apportate delle variazioni non sostanziali che riguardano:

a) l'estensione e lo sviluppo planimetrico della palificata
b) il materiale delle schermature a setti nel lato Sud/Ovest in adiacenza al corpo D dell'edificio amministrativo.

La prima variazione nasce dall'esigenza da parte di Eurocraft di avere una superficie perimetrata da una recinzione su elementi new jersey amovibili, in modo da permettere all'occorrenza di aprire sulla strada lo spazio di competenza agevolando quindi le manovre legate alle proprie attività, soprattutto per il varo d'imbarcazioni di elevate dimensioni.

La seconda variazione è invece frutto dell'affinamento della progettazione in fase esecutiva.

Per quanto riguarda il punto A, la variazione consiste nel terminare la palificata in prossimità della colonna nord dell'arcata di sostegno del nastro traportatore numero 3.04 per poi riprenderla nel lato sud della strada dall'arcata 3.05 fino oltre all'arcata 3.07. In prossimità dell'arcata 3.06 è prevista un'ulteriore breve interruzione della palificata di circa 3 metri, che riprenderà fino ad oltre l'arcata 3.07 per circa trentadue metri.

In prossimità dell'arcata 3.07 la palificata procede lineare mentre in prossimità dell'arcata 3.06 viene interrotta per permettere lo sviluppo del passaggio pedonale di servizio, in considerazione della modesta distanza tra il limite della carreggiata e la colonna.

Riguardo le variazioni al punto B, si è scelto di omologare la finitura della palificata con quella dei setti, i setti non saranno in corten ma, in c.a. armato realizzati con una miscela che comprende cemento grigio, pigmento rosso di ossido di ferro e granulati lucenti e di porfido e/o simili, recuperati come ultimo sfrido di cava.

I singoli setti nel segmento nord saranno installati su una fondazione in c.a., mentre nel segmento a sud verso l'acqua saranno fissati al perimetro del cassone numero 18 della piattaforma.

10.13. Edificio amministrativo, officina e parcheggio sotterraneo

La costruzione di un edificio multipiano per uffici e attività connesse con l'operatività del terminal è prevista a servizio della gestione del nuovo terminal container.

Rispetto al progetto definitivo, riportato in Paragrafo 8.3.1.2, 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 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 seguenti, risulta evidente che l'impianto dell'edifico e delle piante sostanzialmente non cambi, eccezion fatta per l'introduzione della zona bus.

Per quanto concerne l'edificio, esso è ubicato all'ingresso della piastra multifunzionale, in prossimità del radicamento a terra, e si sviluppa longitudinalmente in direzione Nord Ovest-Sud Est su una pianta rettangolare di 160 m x 20 m.

Questo edificio, insieme al parcheggio sotterraneo,costituisce un punto nevralgico delle attività, regolando il passaggio dei container,e delimitando dal punto di vista strutturale ed architettonico, l'intera area di accesso al terminal. Rispetto al progetto definitivo, non variano gli elementi architettonici e l'inserimento paesistico

L'edificio è stato pensato con una struttura a ponte, funzionale alle specifiche esigenze delle attività di coordinamento gestionale dell'area e di regolamentazione del passaggio delle merci in entrata in uscita dal terminal.

Gli accessi al terminal avvengono dal piazzale antistante l'edificio, dove confluisce la rampa del sovrappasso della Via Aurelia (Paragrafo 9.1) e da dove si accede al parcheggio sotterraneo, attraverso 15 corsie, ubicate sul lato Ovest sotto il primo piano dell'edificio.

Il piazzale d'accesso è delimitato ad Ovest da un muro e da una recinzione metallica, entrambi alti 3,5 m, che lo separano dalla strada che porta alla banchina delle compagnie petrolifere e della Terminal Rinfuse, e ad Est da una recinzione metallica sempre alta 3,5 m che lo divide dal marciapiede realizzato lungo il lato Ovest dell'autorimessa.

All'estremità Ovest del piazzale, inoltre, al di là della recinzione, esiste una sedicesima corsia che viene utilizzata solamente dai Vigili del Fuoco e che è dotata di un cancello metallico che rimane sempre chiuso in quanto separa una zona doganale da una zona non doganale.

Il parcheggio sotterraneo sarà realizzato nell'area compresa tra l'intestazione della rampa del sovrappasso e la riva Est verso la spiaggia di Porto Vado.L'area destinata alla struttura del parcheggio avrà una superficie di circa 2.500 m^2.

Sarà costituito da un unico piano con quota carrabile pari a 1,4 ms.l.m.m..Dato l'andamento a falda unica inclinata della copertura l'altezza interna utile del parcheggio sarà pari a 2,2 m nel punto più basso per raggiungere poi l'altezza massima di 5,6 m.

Esso sarà dotata di un accesso carrabile tramite una rampa a doppio senso di marcia con pendenza di circa il 3%, lunghezza di 29,15 m e larghezza lorda totale 7,35 m.

La superficie complessiva di parcamento è di 2.374,5 m^2, per un totale di 89 posti auto.

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, stalli e tra comparto e comparto, in modo da rendere più immediato il riconoscimento dell'area dove è stata parcheggiata la propria auto.

All'interno dell'edificio si svolgeranno attività differenti tra loro, come schematicamente illustrato nelle Figure seguenti.

Come tipologia strutturale dell'edificio, è stato adottato lo schema di telaio costituito da travi e pilastri in calcestruzzo armato su fondazione diretta, mentre gli orizzontamenti ai vari piani dell'edificio sono realizzati con tegoli prefabbricati autoportanti in cemento armato precompresso.

I vantaggi di tale soluzione consistononella 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.

La tipologia di telaio, realizzabile mediante parziale o quasi totale prefabbricazione, è adatta al carattere "industriale" dell'edificio in oggetto, coordinandosi al tempostesso 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.

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 bordo-piano con appositi fissaggi di ancoraggio, mascherandole.

Mel suo complesso l'edificio sarà dotato di: impianto elettrico, impianto di scarico delle acque nere, impianto di scarico delle condense, impianto idrico sanitario, impianto di captazione dell'energia solare, impianto di distribuzione del gas metano, impianto di climatizzazione, centrali tecnologiche (al terzo piano:centrale termica, centrale frigorifera e centrale di trattamento dell'aria), impianti speciali al servizio dell'officina (aria compressa, estrazione fumi, ecc.).

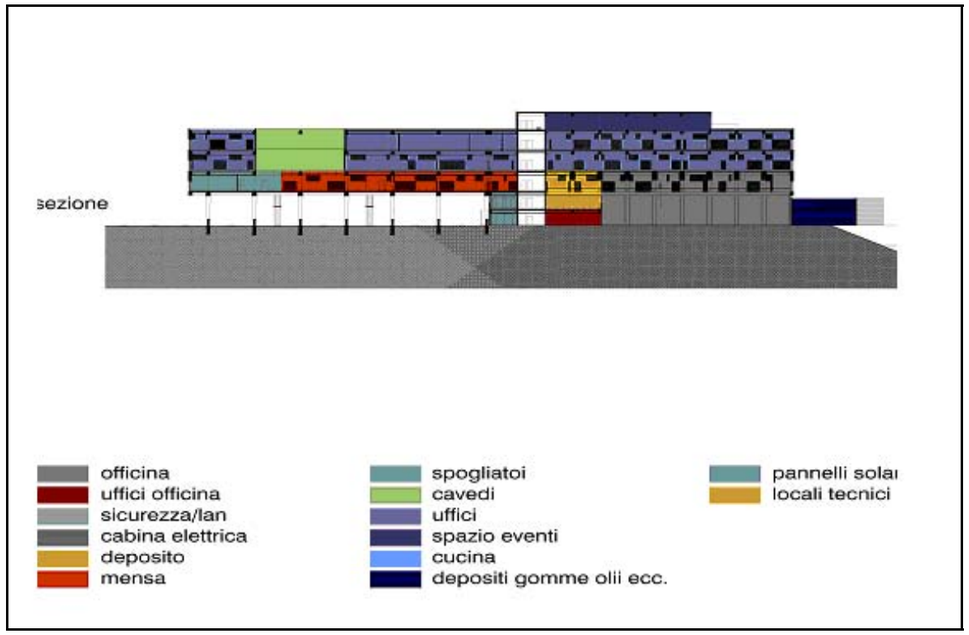


FIGURA 10-77 – VISTA SCHEMATICA FRONTALE DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

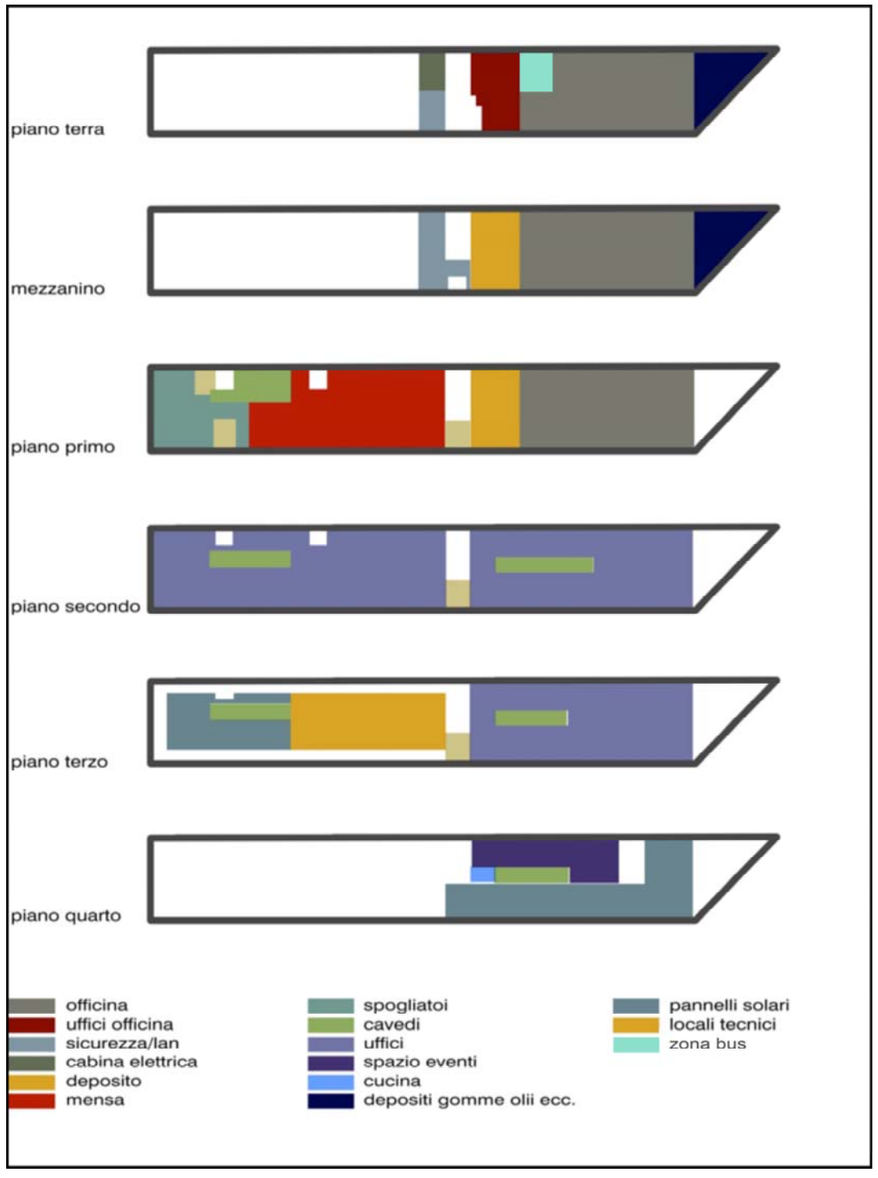


FIGURA 10-78 – SEZIONE SCHEMATICA DEI PIANI DEL PROGETTO ESECUTIVO DELL'EDIFICIO DELLA MAERSK A/S.

10.14. Sistema di captazione delle acque meteoriche

E' opportuno ricordare che a seguito delle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici miranti ad ottenere una maggiore durabilità della struttura è stata parzialmente modificata la soluzione strutturale della piastra, soluzione che ha portato a prevedere una tessitura di travi in un'unica direzione per la parte a mare dell'opera ed un avanzamento della parte a terra. Per questo motivo anche la rete di raccolta e convogliamento delle acque di pioggia è stata adeguata alla nuova configurazione strutturale.

La rete è stata dimensionata e verificata sulla base dell'evento con tempo di ritorno di 10 anni, cautelativo rispetto ai 5 anni previsti dalla normativa di riferimento (Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 Marzo 1996).

I vincoli principali considerati nella definizione del sistema si possono indicare in:

- strutturali per la presenza dei cassoni a giorno o a celle e le fondazioni delle torri faro
- altimetrici derivanti dalla necessità di scaricare a gravità le acque meteoriche non solo quelle di superficie, ma anche le infiltrazioni nei pozzetti delle diverse infrastrutture
- temporali e di cantiere derivanti dalla successione delle diverse fasi di realizzazione della piastra

I criteri guida della Progettazione Esecutiva della rete di drenaggio, peraltro già seguiti nella fase precedente della 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, poichè non sussistono particolari vincoli strutturali, si sono adottate tubazioni in PEad per i collettori e per l'adduttrice alle vasche di trattamento

Nella Figura 10-79 è riportato lo schema della rete principale, con l'indicazione dei diversi bacini contribuenti degli impianti di trattamento e degli scarichi a mare. Le caratteristiche planimetriche della rete rispecchiano le fasi costruttive e questo ha condizionato la forma e l'estensione delle aree contribuenti di ciascuna vasca.

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

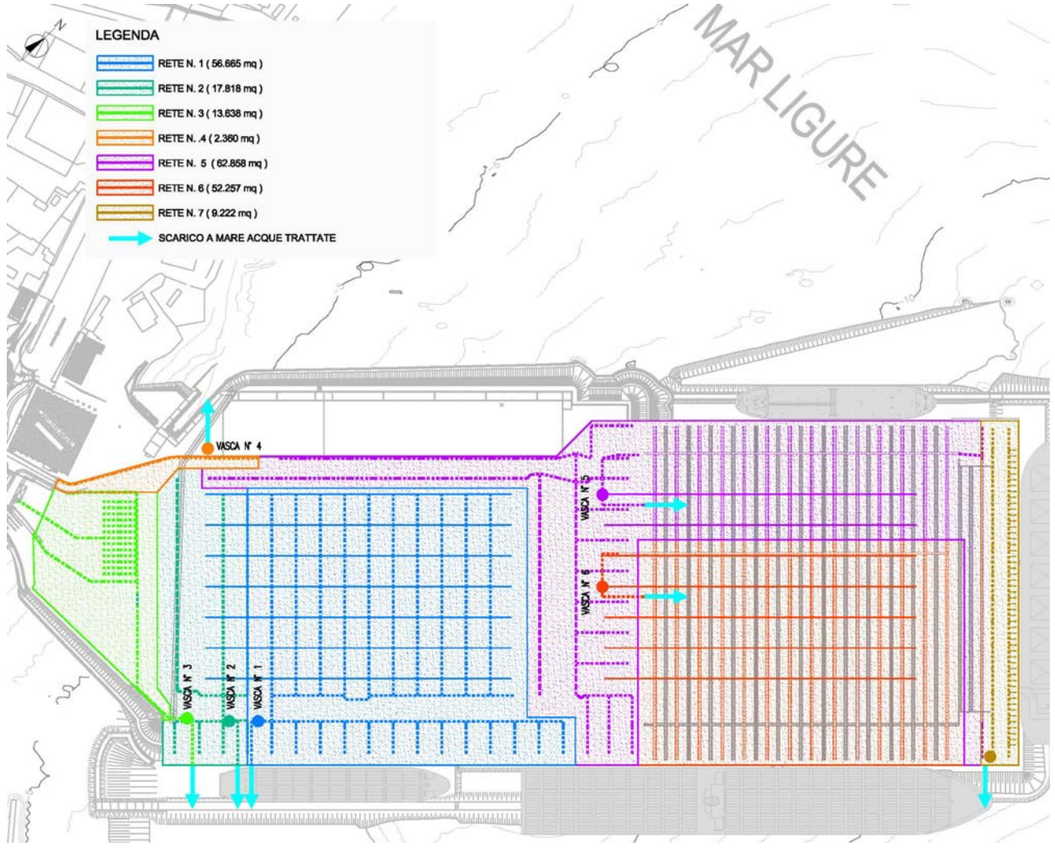


FIGURA 10-79 – SCHEMA GENERALE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

La sintesi delle elaborazioni relative alle portate convogliate alle vasche di trattamento, è riportata in Tabella 10-2, dove è indicata anche l'area scolante afferente e la portata scaricata a mare da ciascuna di esse.

Per il trattamento sono state previste sei vasche 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.

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).

TABELLA 10-2 – PORTATE CONVOGLIATE A MARE DALLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE.

vasca		**contributo spec.**	**area scolante**	**portata a mare**
(n°)	**(l/s)**	**(l/s ha)**	**(m^2)**	**(l/s)**
1	650	108,5	56.665	614
2	200	108,5	17.818	193
3	200	108,5	13.638	148
4	75	108,5	2.360	26
5	650	108,5	62.858	682
6	650	108,5	52.257	567

Il trattamento dell'area della Terminal Rinfuse è collocato nella relativa banchina (cassone sullo spigolo Nord Est della piastra) e lo scarico a mare dell'acqua meteorica è preceduto da un trattamento di prima sedimentazione meccanica e successivamente da un processo di chiaro flocculazione.

Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche precedono lo scarico a mare che dovrà avvenire nel rispetto dei valori limite imposti dalla normativa vigente di riferimento (Decreto Legislativo n° 152 del 3 Aprile 2006 e s.m.i.). E' opportuno notare che le vasche trattano in continuo tutta la portata meteorica defluente dalla piattaforma

Il sistema di collettamento 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 sia lungo la canaletta rettangolare che fra i carri ponte
- caditoie 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 i deflussi dei collettori
- vasche di trattamento

E' prevista anche una rete di fognatura nera (Figura 10-80) a servizio dei tre edifici che saranno presenti sulla piastra: l'edifico della Maersk A/S (420 abitanti equivalenti), l'edificio della Terminal Rinfuse (29 abitanti equivalenti) e l'edificio ad uso misto per Terminal Rinfuse e Maersk A/S (20 abitanti equivalenti).

Il sistema di raccolta e recapito delle acque reflue prevede piccole stazioni di sollevamento, compatte e prefabbricate, in serie che inviano i reflui alla rete di fognatura pubblica.

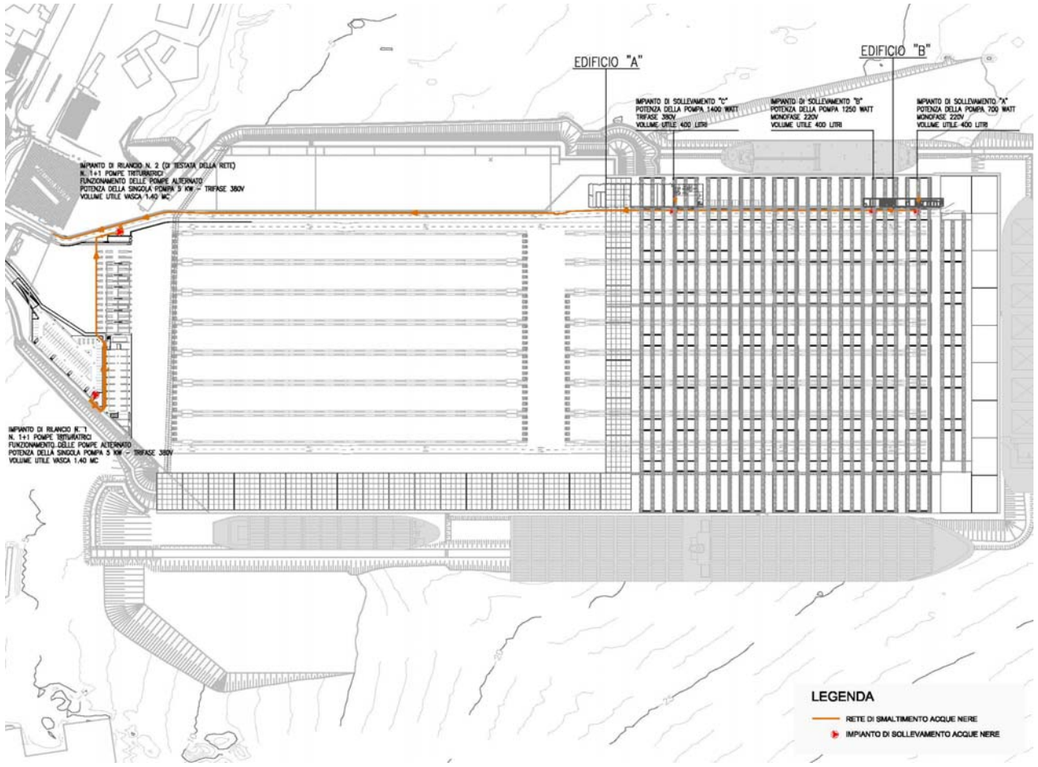


FIGURA 10-80 – RETE DI FOGNATURA NERA A SERVIZIO DEI FABBRICATI

10.15. Pavimentazione 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.

Terminal container

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

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.

Per la parte destinata alla movimentazione dei containers, quindi al traffico di mezzi pesanti, il pacchetto di pavimentazione scelto nel Progetto Definitivo è stato mantenuto in termini di tipologia di materiali, ma sono stati modificati gli spessori degli strati (ad eccezione dello strato di usura in blocchetti di cls), e le caratteristiche specifiche dei materiali che li costituiscono.

Più in dettaglio, il Progetto Definitivo prevedeva, per l'area di transito, 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".

Nel Progetto Esecutivo sono state innanzitutto individuate delle aree omogenee in funzione della distribuzione dei flussi di traffico sulla piattaforma, e gli spessori degli strati sono stati calibrati in funzione dei carichi indotti da questi flussi, differenziando quindi i pacchetti nelle varie zone di manovra del terminal container.

Di conseguenza sono state anche assegnate, ove necessario, caratteristiche dei materiali più stringenti rispetto al Definitivo, pur mantenendone la tipologia.

Per ulteriori dettagli sui pacchetti specifici adottati nelle diverse aree si rimanda agli elaborati grafici: "MI010P-PE-G-Z-D-4255"; "MI010P-PE-G-Z-D-4256" e "MI010P-PE-G-Z-D-4257".

Nella seguente Figura 10-81 si mostra, a titolo di esempio, una sezione della banchina del terminal container, in corrispondenza delle gru STS:

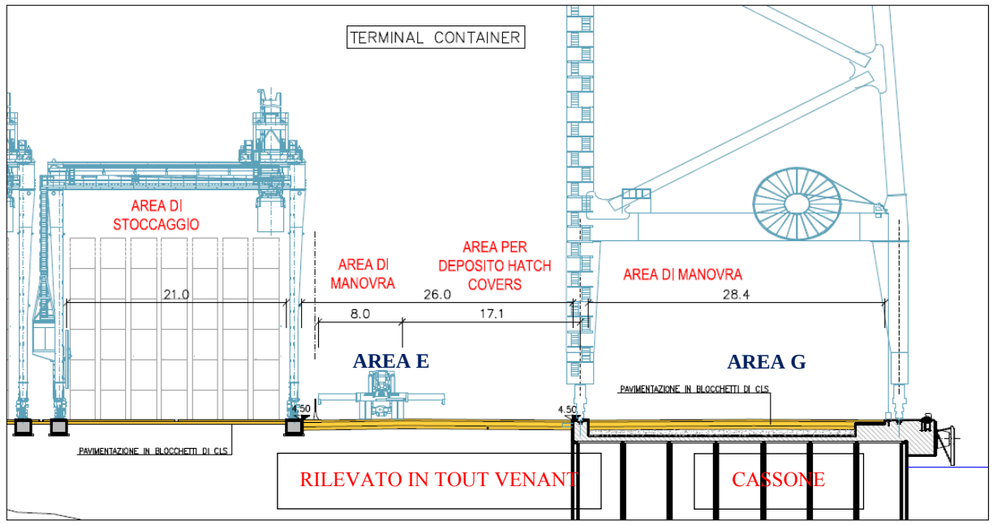


FIGURA 10-81 – SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELL'AREA DI MANOVRA SOTTO LE STS

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.

Nella parte su impalcato i pacchetti sono rimasti immutati rispetto al progetto Definitivo (le caratteristiche dei materiali che costituiscono i pacchetti su impalcato sono state scelte in analogia con quelle dei materiali che costituiscono i pacchetti analoghi su rilevato).

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 reachstacker) 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.

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 Figura 10-82 mostra una sezione della banchina rinfuse.

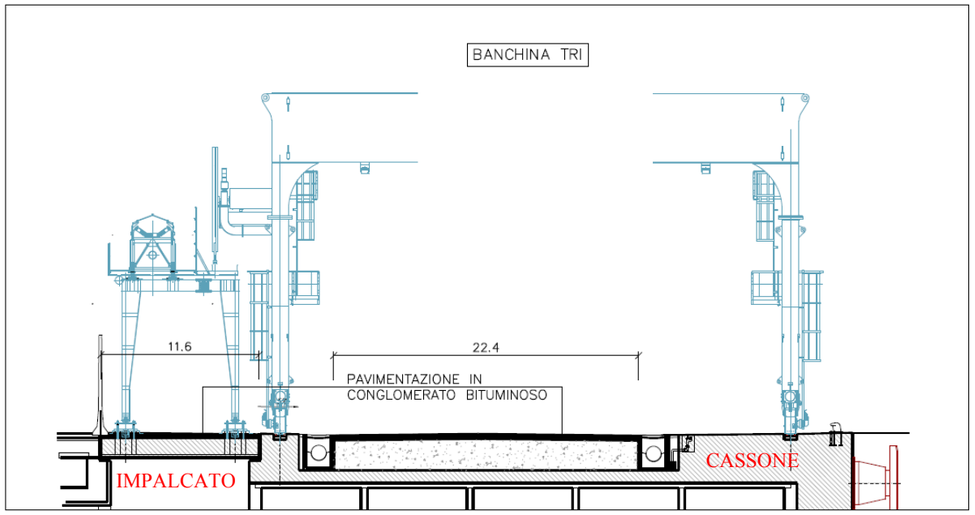


FIGURA 10-82 – SEZIONE TIPO BANCHINA TRI

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.

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.

Banchina Petroli

La Banchina Petroli poggia per la sua interezza (salvo una piccola area) sull'impalcato. La seguente Figura 10-83 mostra una sezione della banchina petroli.

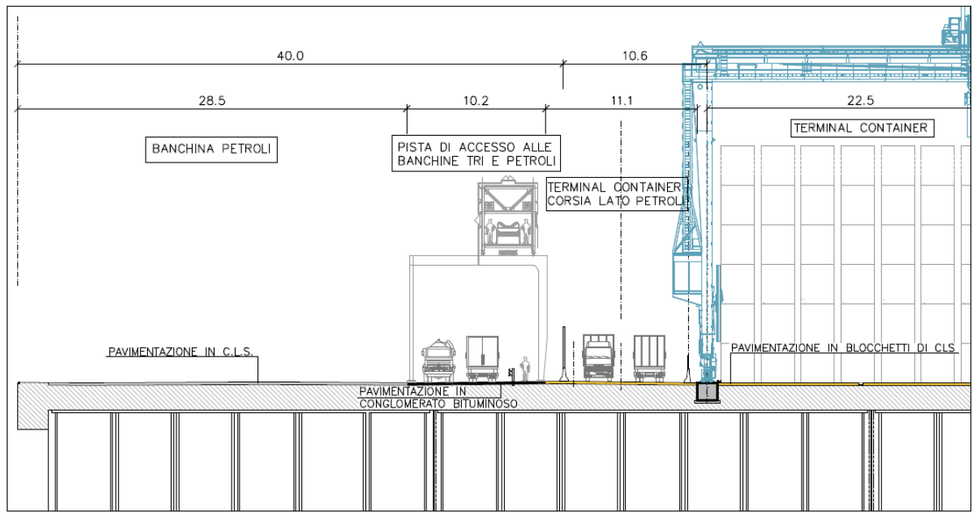


FIGURA 10-83 – SEZIONE TIPO DELLA PIATTAFORMA IN CORRISPONDENZA DELLA BANCHINA PETROLI

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.

10.16. Ottimizzazione generale del layout della piastra multifunzionale

Il layout della piastra multifunzionale resta il medesimo del Progetto Definitivo; presenta una superficie complessiva di 211.000 m^2 circa, ed è composta di una zona rettangolare lato mare con dimensioni di 290 m per 700 m, e di un zona di radicamento a terra di forma approssimativamente trapezia, con dimensione minima lato terra di circa 95 m; anche la suddivisione tra le tre attività previste in piattaforma (contenitori rinfuse, petroli) non ha subito alcuna variazione.

10.16.1. Terminal container

L'operatività del terminal container è in sostanza la medesima già descritta nel progetto Definitivo, e prevede:

- attività di carico e scarico dei container in banchina;
- movimentazione dei container della banchina all'area di deposito;
- deposito dei container nelle aree dedicate;
- movimentazione dei container dall'area di deposito verso l'esterno e viceversa.

La banchina container ha una lunghezza complessiva di 700 m ed una quota di +4,5 m s.l.m.m.; nulla varia rispetto al progetto definitivo per quanto riguarda le attività di carico e scarico dei containers in banchina, e della loro consegna alle gru di piazzale nelle aree di trasferimento.
L'area di deposito dei container è complessivamente suddivisa in due zone.
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. Si veda il confronto tra le due planimetrie in Figura 10-84

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. Nel Progetto Definitivo 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.

L'operatore al fine di lasciare spazio disponibile per containers fuori sagoma, in Progetto Esecutivo ha 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-stachers.

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 Figura 10-85)

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.

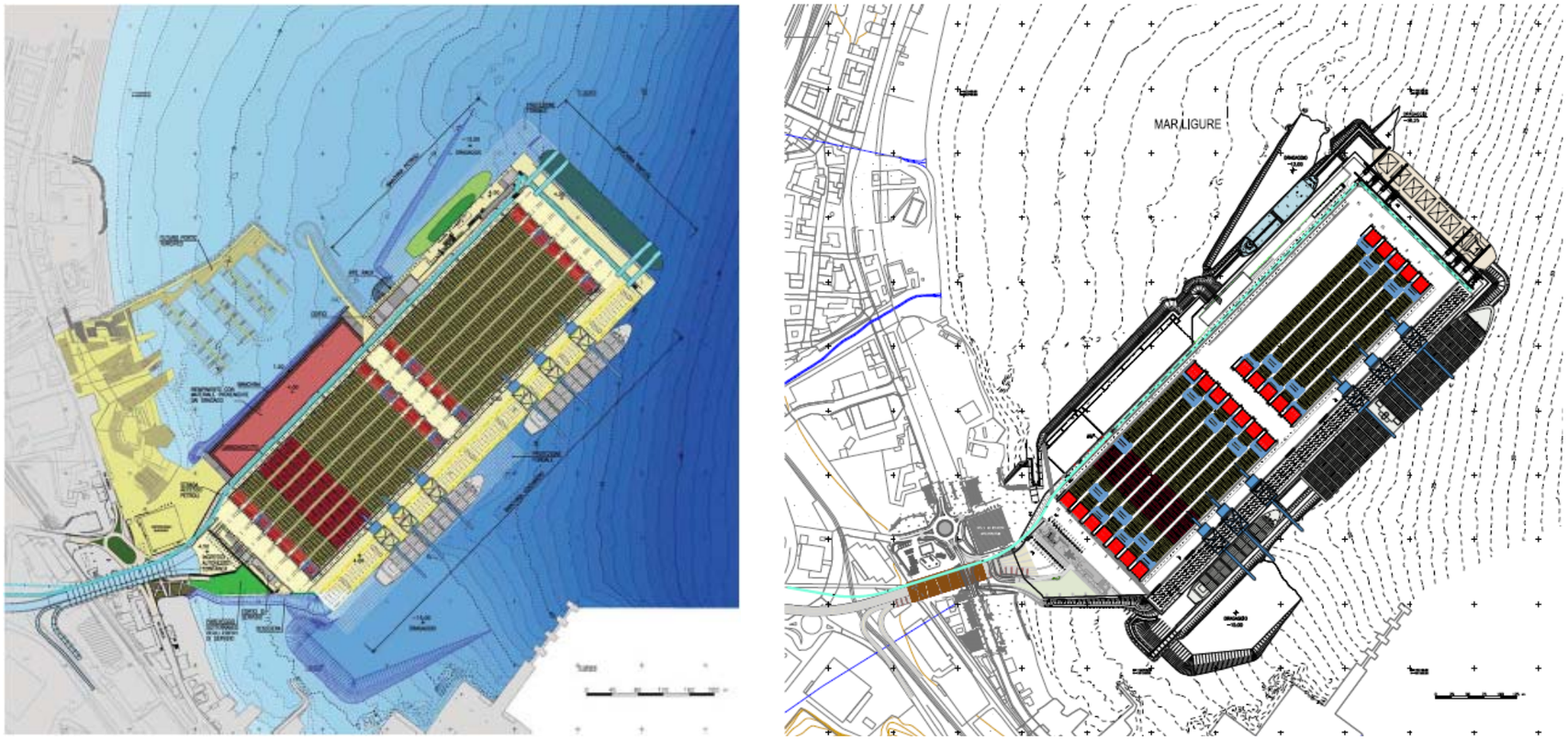


FIGURA 10-84 – CONFRONTO TRA IL LAYOUT DI PROGETTO DEFINITIVO E QUELLO PRESENTATO NEL PROGETTO ESECUTIVO

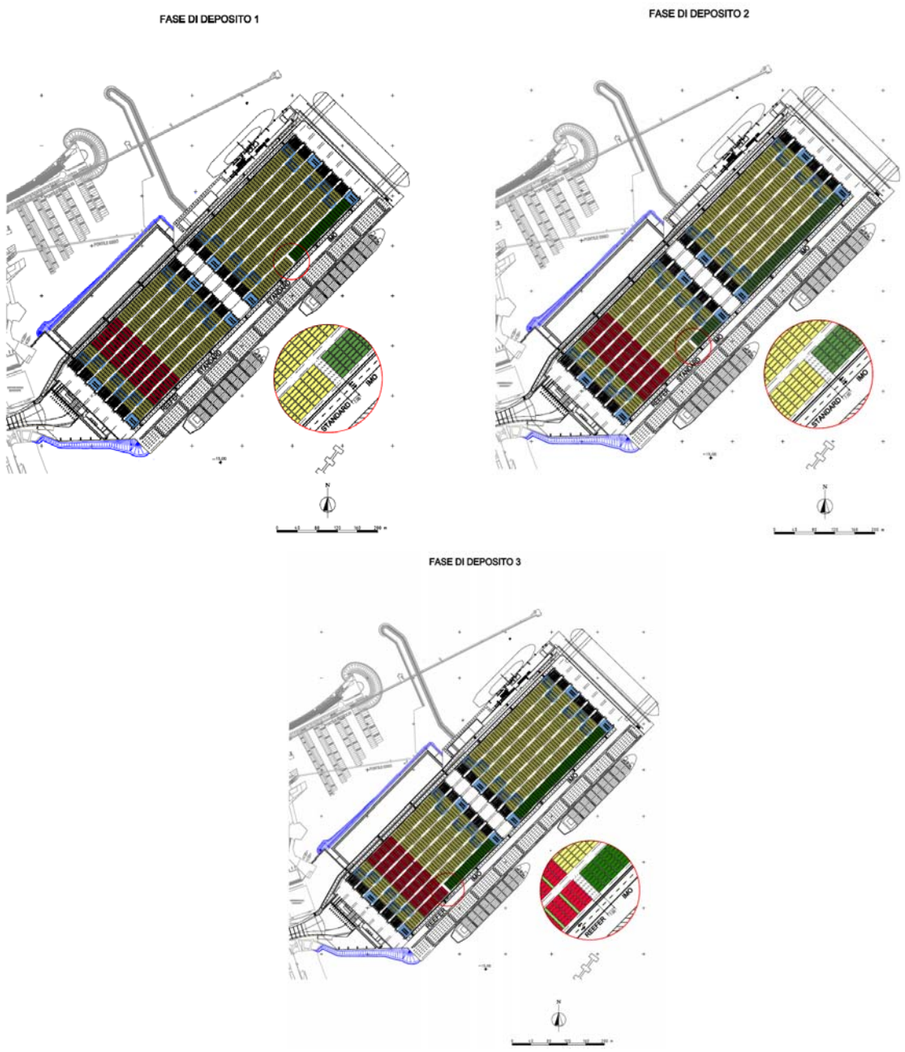


FIGURA 10-85 – ZONE DI DEPOSITO DI CONTAINERS IMO E CRITERIO DI STOCCAGGIO IN PIATTAFORMA COME APPROVATO DAI VV.F.

10.16.2. Terminal rinfuse

Come presentato in Progetto Definitivo, la banchina della Terminal Rinfuse è ubicata in testata alla piastra (lato Nord Est); restano immutati suo sviluppo di 290 m e la larghezza di 30 m.

Unica variazione rispetto al Progetto Definitivo risiede nel nastro, non più doppio, ma semplice, in quanto l'operatore Terminal Rinfuse Italia ha abbandonato l'attività di imbarco/sbarco dei cereali, proseguendo solo l'attività relativa al carbone.

10.16.3. Terminal delle compagnie petrolifere

La banchina delle compagnie petrolifere, come in Progetto Definitivo, è ubicata lungo il lato Nord Ovest della piastra; ha una lunghezza utile di 330 m ed una larghezza di 20 m.

Nulla è variato relativamente ad essa in questo Progetto Esecutivo, rispetto a quanto previsto nel Definitivo.

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

11. STATO DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI REALIZZAZIONE

Come più volte sottolineato, il presente Studio ha come oggetto le varianti di livello esecutivo del Progetto Definitivo approvato, in ottemperanza a quanto stabilito dal Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 4604 del 20 Novembre 2013 (cfr. Capitoli 1 e 6).

Per l'analisi degli impatti relativi alla fase di realizzazione, dunque, è stato considerato come riferimento lo stato e la qualità dell'ambiente stimato nello SIA approvato per la fase di realizzazione della piastra multifunzionale nella configurazione di Progetto Definitivo.

Tale scelta, oltre ad essere congruente con quanto stabilito negli incontri avuti con i funzionari della Settore VIA ed Ecosistema Marino Costiero della Regione (27 Gennaio 2014 e 17 Aprile 2014) è strettamente necessaria per la valutazione corretta degli effetti indotti dalle sole opere di variante.

Tuttavia, come già anticipato in Introduzione (Capitolo 1), per poter rispondere alle richieste di cui al succitato Decreto 4604/2013, è stato necessario introdurre anche per lo scenario di riferimento un aggiornamento dello studio sul moto ondoso, sul trasporto solido litoraneo e sulla tendenza evolutiva del litorale ed un nuovo studio sugli aspetti idrodinamici.

In entrambi i casi, inoltre, è stata adottata come configurazione l'istantanea finale di costruzione della piastra multifunzionale, ovvero a lavori ultimati e certificati ma non ancora in esercizio.

È stato dunque cautelativamente ipotizzato che per tali componenti si possa verificare la condizione più gravosa in termini di impatto, ovvero l'assenza, a piastra ultimata, di quelle opere previste dall'Accordo di Programma (Capitoli 4 e 9) che ne costituiscono elemento di mitigazione ambientale e ne garantiscono l'operatività.

Sono stati inoltre inclusi i risultati delle attività di indagine propedeutiche previste nel SIA del Progetto Definitivo e condotte entro la data di redazione del presente Studio.

I dati di base utilizzati nell'ambito del precedente SIA non sono stati modificati e/o aggiornati in quanto costituiscono un riferimento progettuale ed in quanto eventuali aggiornamenti (5 anni) non modificherebbero in modo significativo le serie statistiche già adoperate.

11.1. Atmosfera

11.1.1. Condizioni anemometriche

<u>Condizioni frequenti di vento</u>

Le condizioni anemometriche sono molto importanti nell'ambito di uno studio ambientale, in quanto sono in grado di determinare la propagazione di eventuali inquinanti immessi nell'aria e la propagazione del rumore, oltre ad essere dirette responsabili nella generazione del moto ondoso e delle correnti.

I dati relativi al vento sono risultati complessi da raccogliere ed interpretare, considerando che è stato necessario definire un clima del vento rappresentativo delle condizioni locali che sono molto influenzate dalle particolari caratteristiche orografiche del sito.

Sono state raccolte le statistiche dei venti in differenti punti di misura, utilizzando sia stazioni di misura ufficiali dell'Ufficio Meteorologico, sia dati raccolti ed elaborati nel corso di precedenti analisi sviluppate sul territorio ligure in zone prossime a quella di interesse.

La disponibilità di serie storiche di dati di vento riguarda le seguenti stazioni:

- Genova Sestri (dati triorari, 1964-1983, Figura 11-1);
- Capo Mele (dati triorari, 1963-1998, Figura 11-2);
- Vado Ligure (dati triorari, 1986-1993).

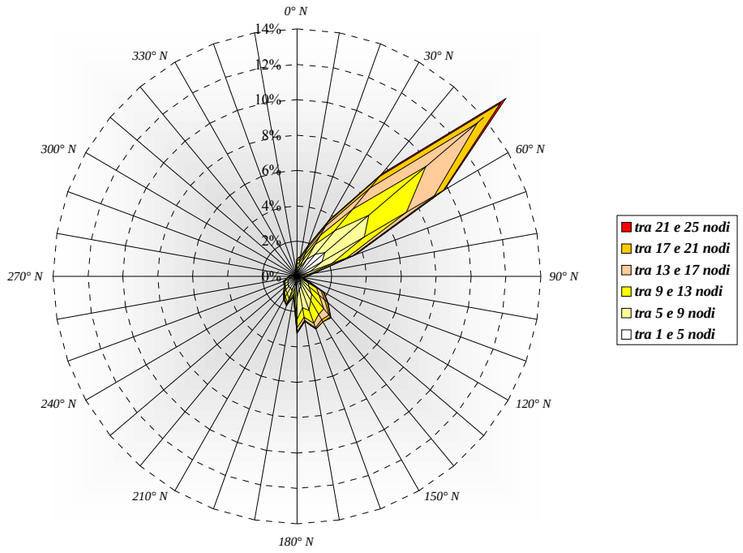


FIGURA 11-1 – IL CLIMA DEL VENTO A GENOVA SESTRI.

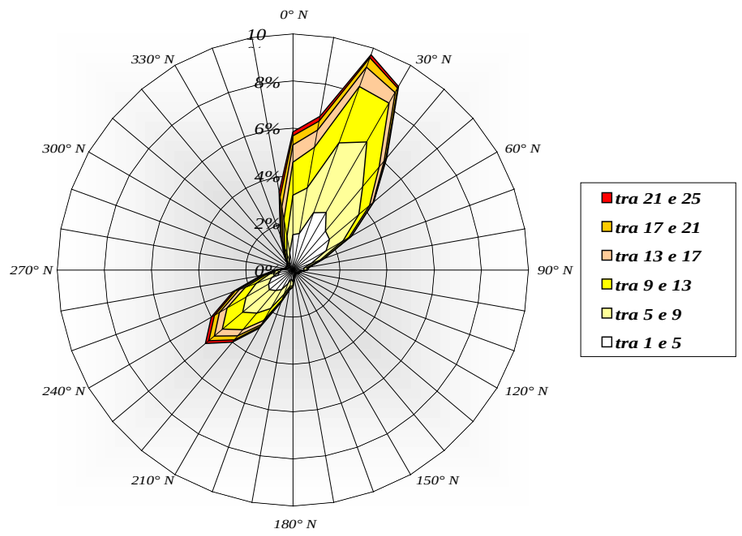


FIGURA 11-2 – IL CLIMA DEL VENTO A CAPO MELE.

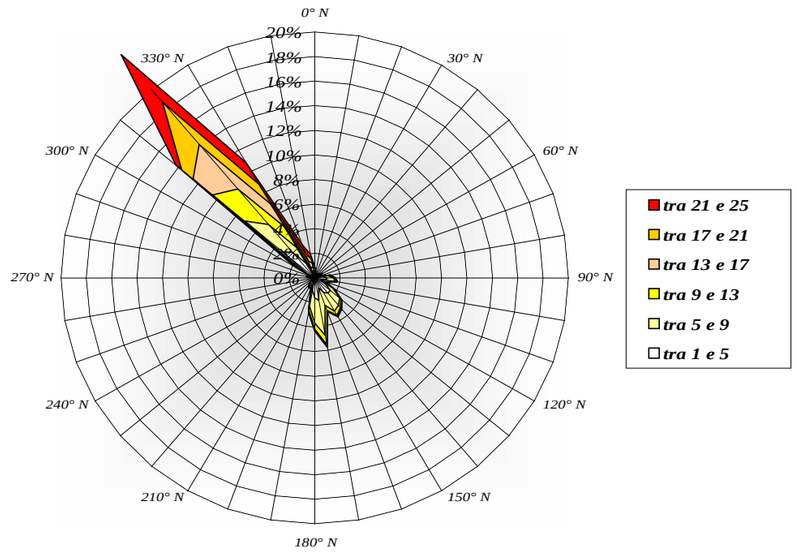


FIGURA 11-3 – IL CLIMA DEL VENTO A VADO LIGURE.

Si precisa che i dati di Vado Ligure, 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 Bergeggi, località Scoglio Bianco (44°15'30" N, 8°26'58" E), che si trova proprio vicino al porto di Vado.

L'anemometro è ubicato ad una quota piuttosto alta (220 m s.l.m.m.), e si ritiene in grado di fornire dati rappresentativi delle condizioni locali.

Le rose dei venti riportate mostrano notevoli differenze sia relativamente ai valori estremi di intensità del vento sia relativamente ai settori di provenienza degli eventi stessi.

Per tutti i siti si osserva una netta prevalenza di venti da Nord, anche se a Capo Mele tali venti sono confinati tra Nord e Nord Est, a Genova Sestri si assiste ad una rota-

zione verso Est che porta la provenienza centrata sul Nord Est ed, infine, a Vado Ligure provengono da Nord-Nord Ovest con una rotazione di circa 90° rispetto a Genova Sestri.

Per quanto riguarda i settori meridionali, si ha una predominanza dei venti da Libeccio (200-240°N), una scarsa presenza di Scirocco a Capo Mele, ed una situazione a Genova Sestri e Vado caratterizzata da venti da Scirocco e da rari fenomeni di Libeccio.

Le ragioni delle differenze tra le registrazioni dei tre siti appare dovuta alla particolare configurazione orografica e all'azione schermante, offerta dalla Corsica, nei confronti dei venti provenienti dal secondo quadrante (90-180°N)

Tale "schermatura", particolarmente evidente nel sito di Capo Mele, fa sì che i venti di Scirocco risultino assai meno frequenti di quanto non accada a Vado e, soprattutto, a Sestri.

Sulla base delle suddette considerazioni e tenendo conto della ubicazione degli anemometri, si ritiene opportuno fare riferimento ai dati di Vado Ligure (1986-1993) per la descrizione delle condizioni locali (sottocosta).

L'anemometro di Vado mostra di risentire fortemente dei fenomeni locali legati all'orografia del posto e queste condizioni non sono rappresentative della situazione al largo per la componente aria.

D'altra parte si fa notare che le condizioni di vento al largo sono utili per la ricostruzione del moto ondoso; per la definizione del moto ondoso al largo, come illustrato nel seguito, si è fatto riferimento sostanzialmente ai dati dell'United Kingdom Meteorological Office, già utilizzati anche nell'ambito della redazione de Piano Regolatore Portuale.

Condizioni estreme di vento

Per la definizione dei valori estremi della velocità del vento sono stati elaborati i tre set di dati presentati nel paragrafo precedente mediante la distribuzione di probabilità di Weibull e di Gumbel.

Nella Figura 11-4 e Figura 11-5 sono riportati i risultati delle elaborazioni condotte sulla base dei dati di Vado Ligure, Capo Mele e Genova Sestri. Da notare che poiché i dati di Vado Ligure riguardano un periodo piuttosto limitato (4 anni), è stato possibile per questi dati utilizzare solo la distribuzione di probabilità di Weibull, che fa riferimento a tutti i dati registrati, a differenza di quella di Gumbel che considera solo i massimi annuali.

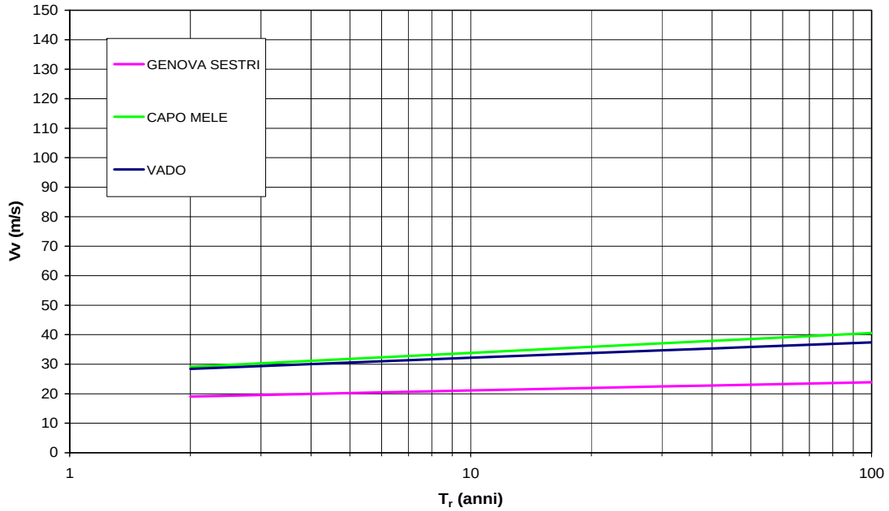


FIGURA 11-4 – STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI VENTO: DISTRIBUZIONE DI WEIBULL.

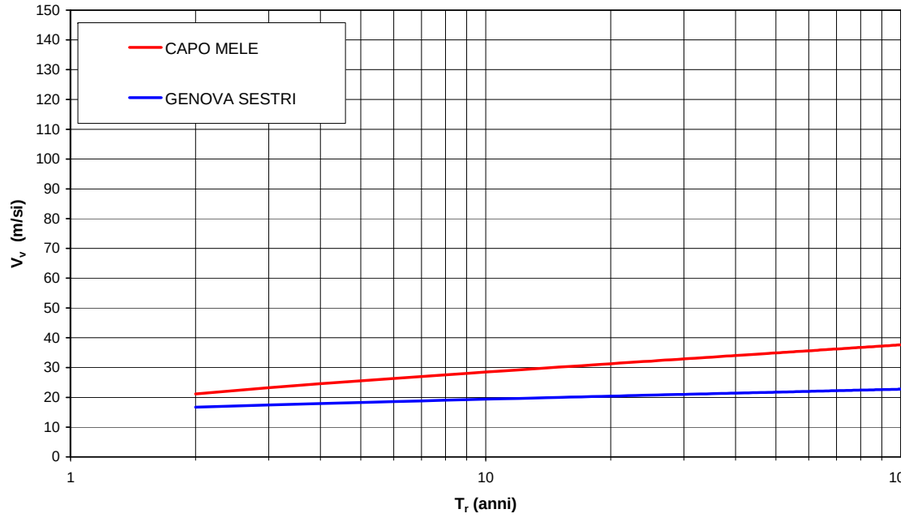


FIGURA 11-5 – STATISTICA DEGLI EVENTI ESTREMI DI VENTO: DISTRIBUZIONE DI GUMBEL.

Si può constatare dai diagrammi presentati che i valori di velocità del vento estremi ottenuti dalle elaborazioni statistiche per Vado Ligure e Capo Mele sono simili e più alti di quelli ottenuti per Genova Sestri.

Per la particolare orografia della costa, si ritiene opportuno per il prosieguo delle attività di progetto relativamente alle condizioni sottocosta, di fare riferimento, anche in via cautelativa, ai valori estremi di velocità del vento relativi ai dati di Vado Ligure (Tabella 11-1).

TABELLA 11-1 – VALORI DELLA VELOCITÀ DEL VENTO (M/S) IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO. DATI RELATIVI ALL'ANEMOMETRO DI VADO LIGURE.

Tempo di ritorno	**(anni)**	2	10	50	100
Velocità del vento	**(m/s)**	28	32	36	38

11.1.2. Qualità dell'aria

Le analisi svolte nel presente SIA sono state effettuate considerando come scenario di riferimento per la qualità dell'aria nella fase di realizzazione quello già analizzato nel SIA del Progetto Definitivo approvato dalla Regione Liguria.

Per la valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria nella fase di realizzazione è stata applicata la stessa metodologia già utilizzata per il SIA del Progetto Definitivo, che era stata concordata con la Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Tutela dall'Inquinamento) in un incontro avuto in data 18 Marzo 2008.

Per facilitare la comprensione, di seguito si riportano le analisi condotte nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo per definire l'impatto sulla qualità della aria delle attività collegate alla realizzazione della piastra multifunzionale.

La valutazione della fase di cantiere era stata eseguita seguendo un metodo comparativo tra gli impatti previsti per la fase di cantierizzazione e quelli previsti per la fase di esercizio, alla luce delle valutazioni effettuate per la fase di esercizio stessa, che si riportano nel paragrafo 12.1

Dopo aver accertato che le attività a regime della piastra multifunzionale non determinassero problemi di compatibilità ambientale per la qualità dell'aria, è stato verificato, con considerazioni di carattere qualitativo, che le sorgenti in fase di cantiere non fossero significativamente più impattanti di quelle a regime.

In termini di impatti diretti, i macchinari impiegati nelle lavorazioni erano essenzialmente di due tipologie:

- macchinari di impiego nelle lavorazioni denominabili come "lavorazioni ordinarie", quali autogrù, autocarri, pale, escavatori, ecc. In tali lavorazioni possono essere fatti rientrare anche gli impianti di prefabbricazione dei

cassoni, che consistono in un assemblaggio di attrezzature per il cemento armato;

- macchinari di impiego nelle lavorazioni denominabili come "lavorazioni marittime", che sono un po' più peculiari di quelle ordinarie. Tali macchinari sono costituiti essenzialmente da pontoni, motopontoni, rimorchiatori e bette.

Occorre precisare che nelle lavorazioni era previsto quasi esclusivamente l'impiego di materiali a granulometria grossolana (es.: materiali per la bonifica geotecnica, materiali per l'imbasamento dei cassoni, "tout-venant") o di strutture vere e proprie (cassoni in calcestruzzo, travi prefabbricate, ecc.) che non determinano la dispersione di polveri in atmosfera.

Nel caso di movimentazione di materiali fini, invece, e cioè i sedimenti dragati, essi devono essere sempre in condizioni di elevata umidità e dunque con capacità praticamente nulla di generare polverosità.

L'impatto sulla qualità dell'aria nella fase di realizzazione veniva, quindi, esclusivamente ricondotto alle emissioni generate dai macchinari impiegati e cioè al traffico indotto dalle attività previste (traffico di cantiere).

Le "lavorazioni ordinarie" non differivano sostanzialmente da quelle di un usuale cantiere; la particolare entità quantitativa, pur diluita nella durata quinquennale dei lavori, si rifletteva essenzialmente solo nelle quantità trasportate e dunque nel relativo numero di mezzi necessari.

Si ricorda che dalle analisi condotte per il SIA del Progetto Definitivo per la fase di esercizio è stato verificato che la piastra multifunzionale avrà un impatto trascurabile sulla qualità dell'aria pur comportando la movimentazione di circa sette milioni di tonnellate per anno (582 camion per giorno e per direzione, 44 "tractors trailers", ecc.).

La somma di tutte le quantità di materiale movimentate nell'ambito della fase di realizzazione, comprendendo dragaggi, materiali di cava, calcestruzzi, ecc., non prevedeva il raggiungimento di tale quantità in cinque anni, confermando la trascurabilità del relativo impatto rispetto alla fase di esercizio.
Era infatti stato stimato che il numero di mezzi circolanti durante la fase di costruzione fosse compreso tra i 70 ed i 130 mezzi al giorno per direzione. E le modeste differenze di percorso dei mezzi tra le due fasi non modificavano tale conclusione, tenendo anche conto della natura transitoria della fase di realizzazione.

Per le "lavorazioni marittime" le emissioni atmosferiche erano sempre approssimativamente proporzionali alla potenza impiegata e certamente, la potenza complessiva dei mezzi di cantiere, anche ipotizzando impieghi a tempo quasi pieno, non è lontanamente comparabile con quella delle navi porta container, le cui emissioni, pur sommate ad altre fonti, erano risultate conformi ai valori limite di legge.

Si rimanda Paragrafo 12.1 sullo stato di riferimento per la fase di esercizio per la descrizione delle condizioni meteo-climatiche e l'analisi dei dati di qualità dell'aria che costituiscono i valore di fondo anche per la fase di realizzazione.

11.2. Ambiente idrico (acque marino costiere)

11.2.1. Moto ondoso

11.2.1.1 Propagazione sottocosta di mareggiate caratteristiche

Il campo di moto ondoso sottocosta per alcune mareggiate caratteristiche (in termini di direzione di provenienza e frequenza media annua, n.d.r.), per la configurazione di riferimento in fase di esercizio, è stato ricavato propagando le mareggiate dal largo verso riva per mezzo del codice di calcolo CMS-Wave. Una descrizione dettagliata del codice di calcolo è riportata in Appendice nel paragrafo 1.4.1.
Tali mareggiate, che rappresentano eventi significativi per la dinamica litoranea locale, sono state ricavate a partire dalle condizioni meteomarine nel punto di output "P" e corrispondono a condizioni di moto ondoso relativamente severe (ma non

estreme), caratterizzate da durata media pari a 1g/anno e 5 gg/anno (cfr paragrafo 1.2.5 dell'Appendice).
Per una dettagliata descrizione delle modalità di definizione del dominio di calcolo utilizzato per le propagazioni sottocosta e delle condizioni di input assegnate al modello, si rimanda al paragrafo 1.4.4 dell'Appendice. Di seguito, nella Tabella 11-2, si riportano sinteticamente le caratteristiche dei 6 test eseguiti.
Il dominio di calcolo così come definito in appendice è stato modificato inserendo la configurazione e le opere relative alla configurazione di riferimento in fase di esercizio.

TABELLA 11-2 – CONDIZIONI DI INPUT IMPOSTE NEI MODELLI

				CARATTERISTICHE NEL PUNTO P			VENTO	
TEST	**Mareggiate**	**Freq. (gg/anno)**	**T.Segno**	**H_S (m)**	**T_P (s)**	**Dir (°N)**	**Velocità (m/s)**	**Dir (°N)**
1	Levante	1	-	1.64	6.5	75	8.7	75
2	Scirocco	1	-	1.93	6.8	145	9.4	145
3	Mezzogiorno	1	-	2.22	7.8	185	11.8	195
4	Levante	5	piena	0.93	5.2	75	6.0	75
5	Scirocco	5	piena	1.17	5.6	145	6.8	145
6	Mezzogiorno	5	piena	1.61	6.8	185	9.5	195

I risultati ottenuti dalla propagazione delle mareggiate caratteristiche nella configurazione di riferimento per la fase di realizzazione, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 11-6 a Figura 11-11).
Le figure rappresentano le altezze d'onda significativa, in termini di gradazione cromatica, mentre le direzioni locali dell'onda sono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

I risultati delle propagazioni sottocosta mostrano che l'elemento di maggior rilievo risulta essere il molo del porto di Vado. Il molo esistente determina un abbattimento delle altezze d'onda in un tratto piuttosto esteso del litorale, in particolare per le mareggiate di Scirocco e Mezzogiorno.

In termini generali, si osserva nella zona di interesse un campo d'onda sottocosta caratterizzato da altezze significative e, conseguentemente, un'apprezzabile energia del moto ondoso, in particolare nel tratto centrale del litorale.

Le mareggiate di Levante (TEST 1 e TEST 4), in questa configurazione, giungono sottocosta con altezze d'onda rilevanti fino alla foce del T. Segno. Si può inoltre osservare un sensibile aumento dell'altezza d'onda in prossimità della zona di fronte al nuovo terrapieno della piastra, sul cui fondale sono posti i cassoni di fondazione. L'effetto di protezione del nuovo terrapieno è sostanzialmente limitato al tratto di costa a Sud del Segno.

Le mareggiate di Scirocco (TEST2 e TEST5) risentono della presenza del molo. Le differenze sono chiaramente visibili dalla foce del Quiliano fino a quella del Segno, dove ancora è presente un moto ondoso residuo di una certa entità (poco meno di un metro di altezza significativa per la mareggiata con frequenza di 1 g/anno). In questo caso la presenza della piastra porta solamente ad una parziale protezione della zona di Foce del T. Segno.

Le mareggiate di Mezzogiorno (TEST3 e TEST6) caratterizzate da direzione di provenienza piuttosto inclinata rispetto la normale al litorale, mostrano valori sostanzialmente nulli in un tratto di litorale che si estende dalla piastra verso Nord, ben oltre la foce del Segno. In questo caso la presenza della piastra è sostanzialmente ininfluente.

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

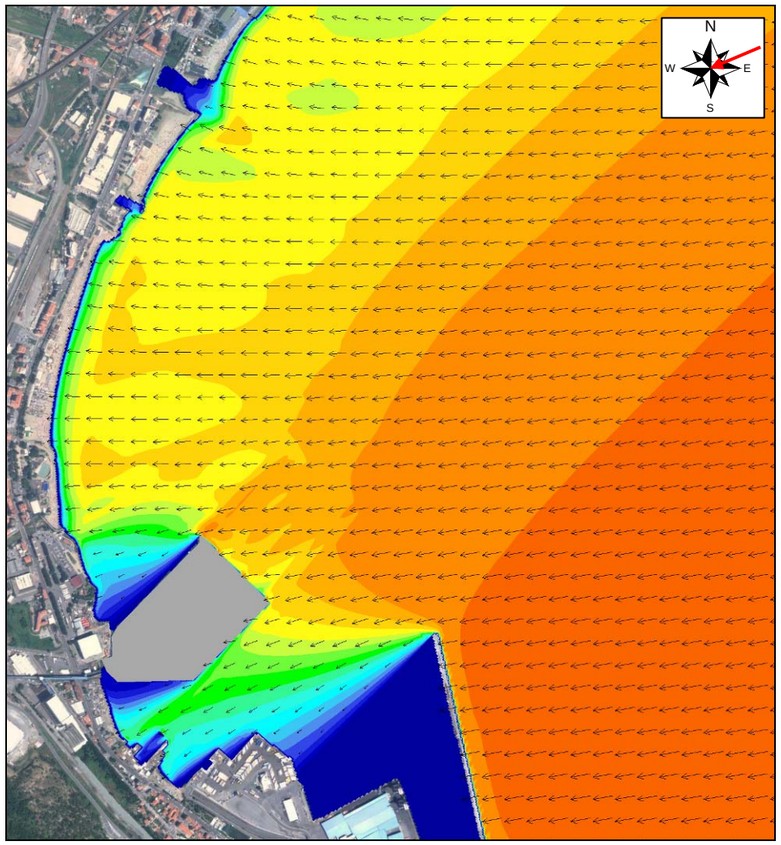


FIGURA 11-6 – TEST1 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

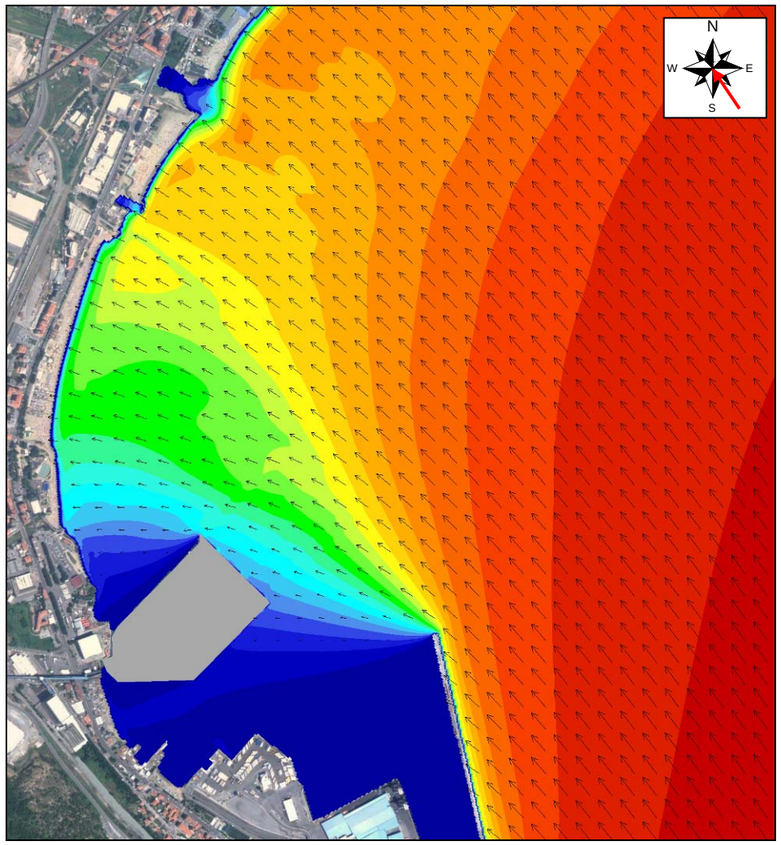


FIGURA 11-7 – TEST2- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

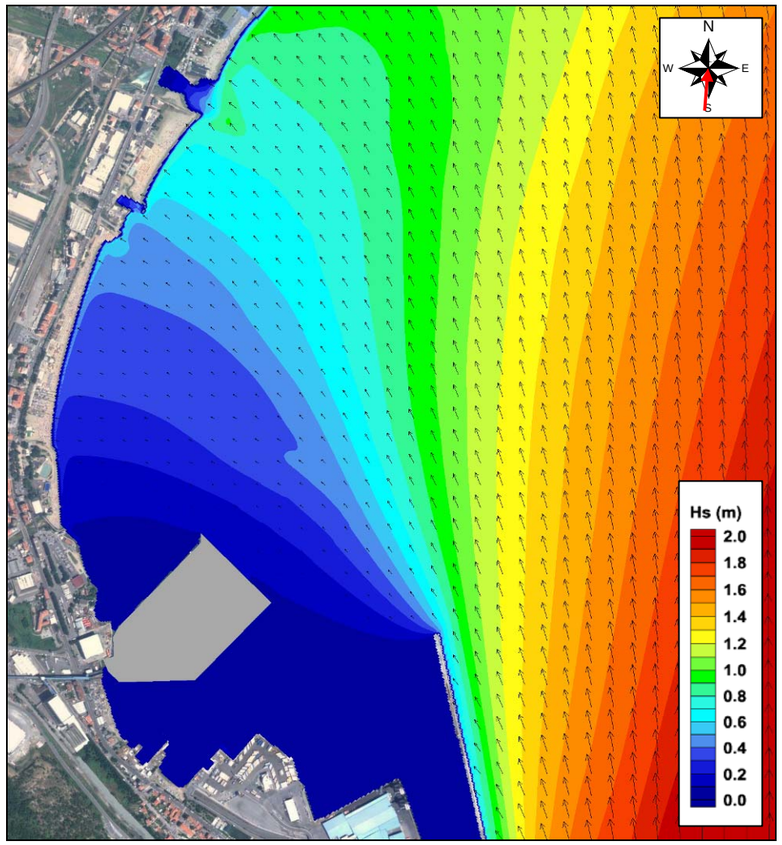


FIGURA 11-8 – TEST3- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni

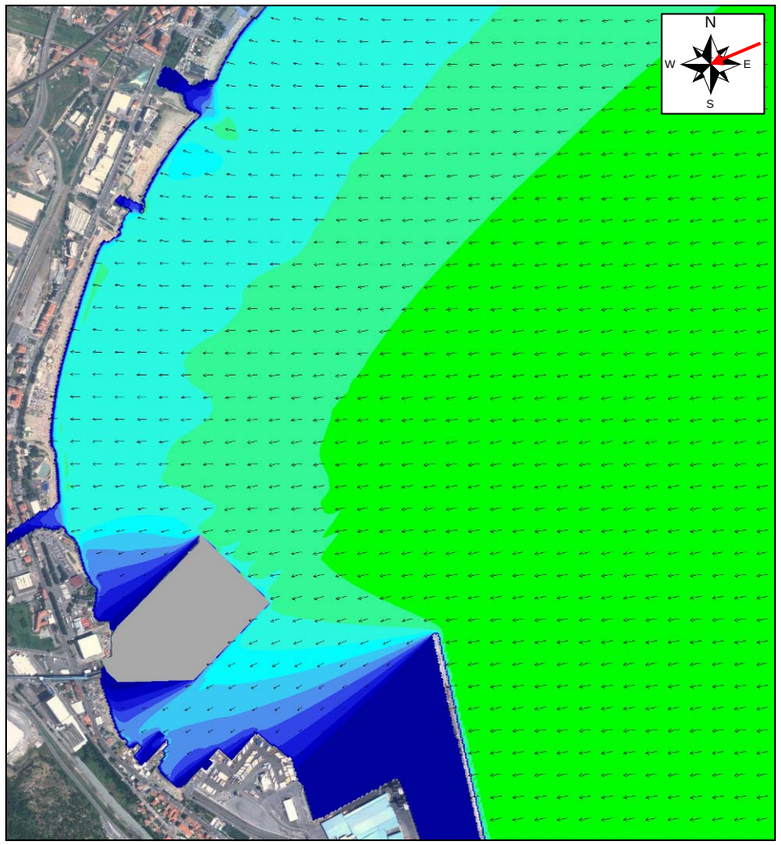


FIGURA 11-9 – TEST4- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

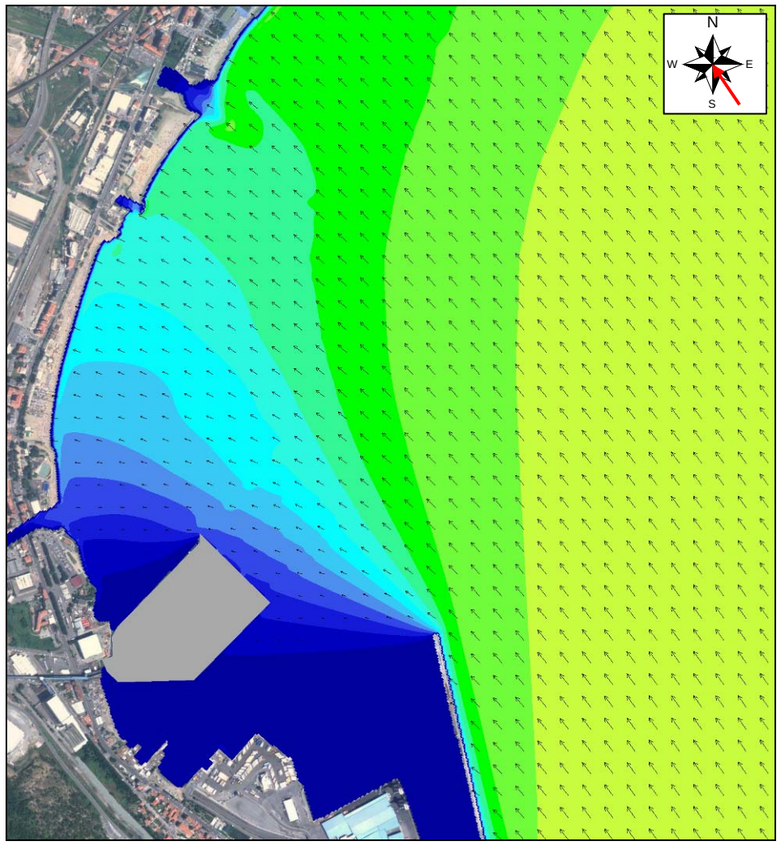


FIGURA 11-10 – TEST5 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

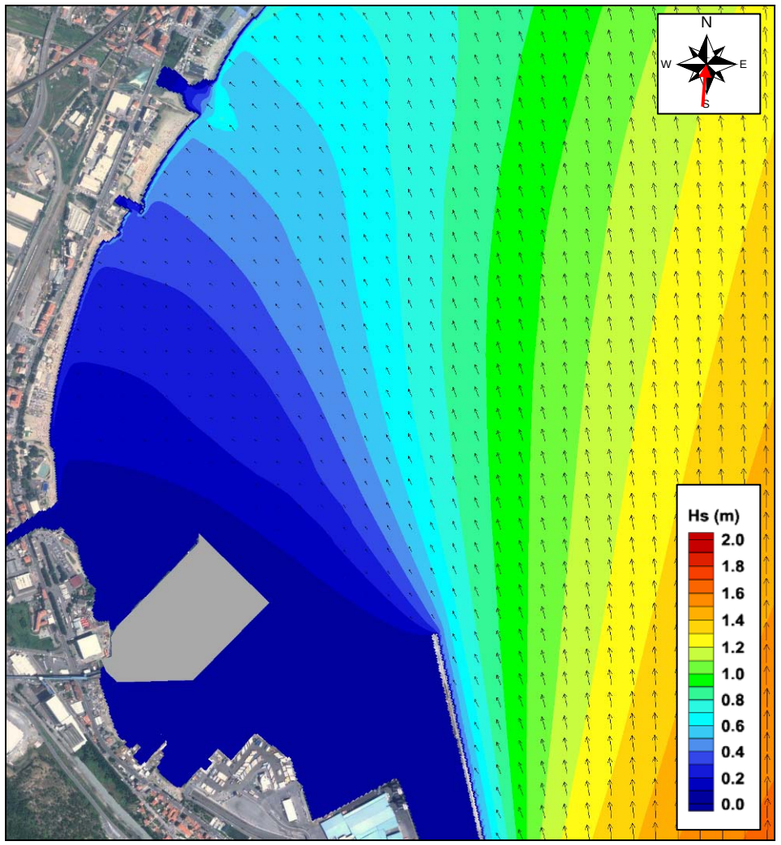


FIGURA 11-11 – TEST6 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

11.2.2. Marea

Condizioni frequenti di marea

L'analisi della marea, ovvero l'identificazione di una marea sintetica sinusoidale che risulti rappresentativa della marea media (condizioni frequenti), è stata condotta considerando i dati registrati dai mareografi di Imperia e di Genova.

Per Imperia sono disponibili le registrazioni dal 1987 al 2008, mentre per Genova il periodo di osservazione considerato è stato dal 1998 al 2008.

L'identificazione è consistita nella valutazione del periodo e dell'ampiezza.

Per quanto riguarda il periodo è stato verificato che a Vado Ligure la marea è di tipo semidiurno, e cioè con un periodo caratteristico di 12 ore.

Per quanto riguarda l'ampiezza, invece, sono state svolte, per entrambe le stazioni di misura, due differenti 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 in Figura 11-12 (Imperia) e in Figura 11-13 (Genova). Nei grafici sono riportati gli istogrammi di frequenza (scala di lettura a sinistra) e le curve di durata (scala di lettura a destra) delle ampiezze di marea.

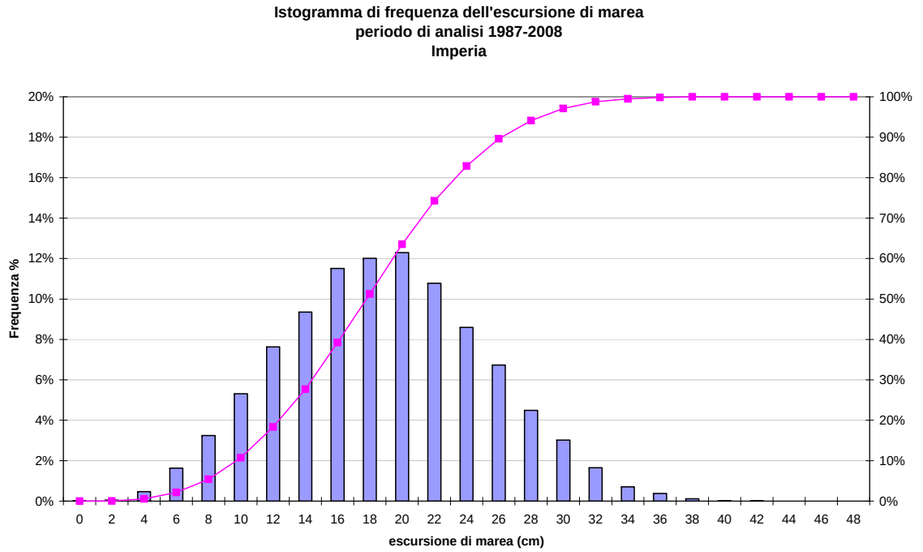
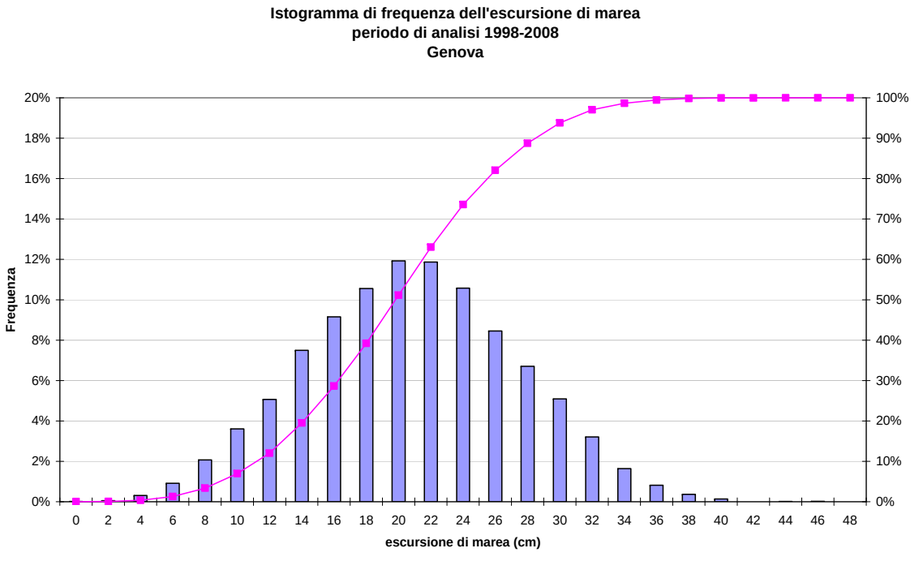


FIGURA 11-12 – STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA AD IMPERIA (1997-2008).



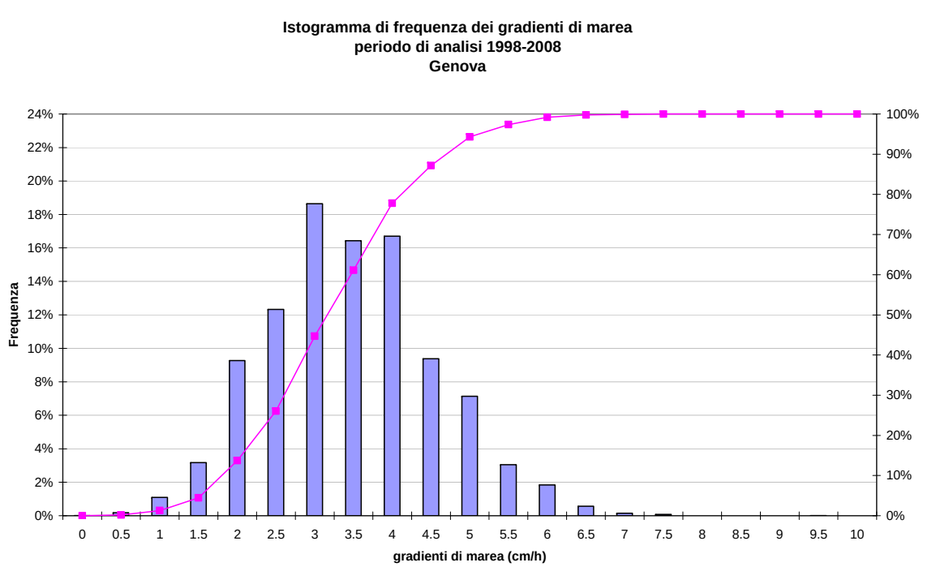


FIGURA 11-13 – STATISTICA DELL'AMPIEZZA DI MAREA A GENOVA (1998-2008).

Si può osservare che le ampiezze di marea più frequenti sono comprese tra 18 e 22 cm, sia per Genova che per Imperia, e che circa il 50% delle onde di marea ha un'ampiezza inferiore a 20 cm.

Per ottenere una maggiore informazione si è proceduto anche, per ogni onda di marea in fase crescente, all'analisi del gradiente medio, che è un indice della ripidità dell'onda di marea:

$$i = \frac{H_{max} - H_{min}}{T}$$

dove:
i = gradiente medio di marea (cm/h)
H_{max} = livello massimo della marea in quel ciclo (cm)
H_{min} = livello minimo di mare precedente al colmo (cm)
T = periodo di tempo intercorso tra H_{min} e H_{max} (h)

L'analisi statistica del gradiente medio è riportata nelle precedenti Figure (secondo diagramma, con analogo metodo di lettura dell'istogramma).

Si può osservare che il gradiente medio di marea più frequente è quello di 3 cm/h circa (18% circa a Imperia, 22% circa a Genova), ma con valori significativi anche più elevati (3,5 cm/h con una frequenza di circa il 16% sia a Imperia che Genova).

La marea media rappresentativa nella rada di Vado Ligure può essere dunque considerata come un marea sintetica sinusoidale con ampiezza 20 cm (+/- 10 cm rispetto al livello medio del mare), corrispondente ad un gradiente medio di 3,33 cm/h e con un periodo di 12 ore.

Condizioni estreme di marea

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 componente meteorologica, aleatoria e dovuta agli effetti indotti sulla superficie marina dalle variazioni delle condizioni atmosferiche.

Con riferimento ai porti marittimi, i fenomeni meteorologici in grado di influenzare il livello del mare sono essenzialmente 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 sono state elaborate al fine di separare le due componenti astronomica e meteorologica.

L'elaborazione è stata effettuata sulla serie storica delle registrazioni disponibili per il mareografo di Genova, relative al periodo 1998-2008 (dati in formato orario e riferiti allo 0 IGM).

La marea meteorologica, ηm(t), può essere determinata eliminando dal segnale registrato, η(t), le oscillazioni dovute alle componenti di frequenza tipiche della banda diurna della marea astronomica, ηa(t).

Gli effetti meteorologici, infatti, influenzano largamente le componenti armoniche sub-mareali dello spettro di frequenza del livello marino comprese nella banda limitata dalle componenti mareali diurna e mensile.

Pertanto la componente meteorologica ηm(t) è stata determinata applicando al mareogramma rilevato η(t) un opportuno filtro orario passa-basso, in grado di trattenere le componenti semi-diurna e diurna della marea lasciando passare i contributi associabili a frequenze più basse.

La marea astronomica è costituita dalla differenza tra il mareogramma registrato e quello residuo ottenuto applicando il filtro passa-basso, ovvero il mareogramma meteorologico.

Nella Tabella seguente sono riportati, per i diversi anni di registrazione considerati, i valori massimi della componente meteorologica della marea.

TABELLA 11-3 - VALORI MASSIMI ANNUALI DELLA MAREA METEOROLOGICA

Anno	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
$\eta_{m,max}$ **(m)**	0,27	0,33	0,4	0,3	0,46	0,44	0,37	0,29	0,33	0,32	0,28

L'analisi statistica di tali valori estremi è stata effettuata adattando la distribuzione di probabilità di Gumbel e la distribuzione Tipo III di Pearson.

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 nella Tabella seguente.

TABELLA 11-4 - RISULTATI DELL'ANALISI STATISTICA DEI LIVELLI ESTREMI.

T_r (anni)	Marea meteorologica (m)		Mare 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

11.2.3. 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.

Il bacino ligure è allungato nella direzione Nord Est-Sud Ovest, e si apre, nella sua parte occidentale, verso il Golfo del Leone ed il bacino Algerino-Provenzale.

Nella sua parte orientale, il Mar Ligure è collegato al Mar Tirreno attraverso il Canale di Corsica, un passaggio ampio in superficie circa 90 Km, e circa 30 Km sul fondo, posto a 450 m di profondità tra la Corsica e l'Isola di Capraia.

Lo sviluppo della piattaforma continentale è molto ridotto (con la sola eccezione della costa Toscana) e ciò pone la fascia costiera sotto l'effetto diretto del mare profondo. La batimetria della scarpata continentale segue l'andamento della costa, degradando rapidamente fino ai 1.000 m.

Tra le particolarità più evidenti sono da citare due canyon presenti rispettivamente al largo di Genova e di Punta Mesco ed un promontorio sottomarino che si estende al largo di Nizza.
Il centro del bacino è uniformemente profondo degradando progressivamente fino ad una profondità massima di 2.700 m.

Il Mar Ligure, per la sua collocazione geografica, risente principalmente dei venti legati alle perturbazioni provenienti dall'Atlantico. Spostandosi da Ovest verso Est, queste richiamano dapprima venti da Sud mentre, quando si allontanano dall'area, lasciano il posto a venti da Nord Ovest.

Il vento dominante è il Libeccio, che proviene da Sud-Ovest e dà luogo a forti mareggiate che interessano soprattutto la riviera di levante e le coste toscane, mentre lo Scirocco, che proviene dal Golfo della Sirte (Sud Est), interessa maggiormente la riviera di ponente, con aria caldo/umida portatrice di pioggia e temporali.

Senza entrare nel dettaglio delle complesse dinamiche che si sviluppano nel bacino ligure, è da sottolineare come esista, sotto costa, una corrente litoranea con circolazione antioraria, variabile come intensità a livello stagionale ed interannuale, ma comunque persistente in quanto alimentata sia dalla corrente del Mediterraneo Occidentale che dalla corrente tirrenica (Figura 11-14).

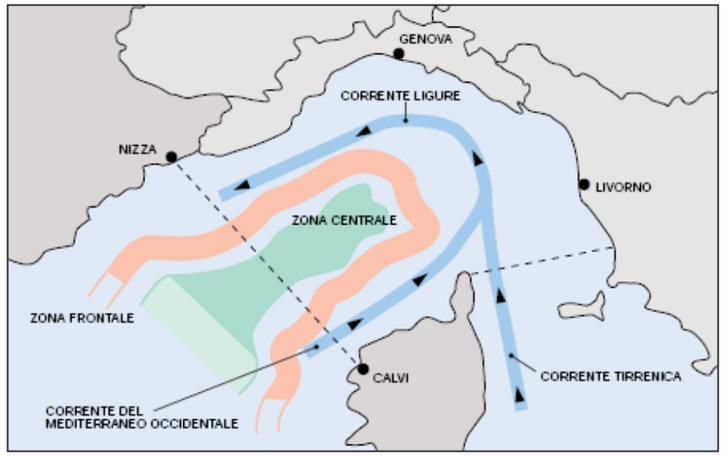


FIGURA 11-14 - MARE LIGURE: LE PRINCIPALI STRUTTURE DINAMICHE E LE CORRENTI

Sulla base dei dati disponibili in letteratura[1], l'intensità della corrente che lambisce le coste liguri può essere stimata, al largo, in alcune decine di cm/s (mediamente circa 20 cm/s).

1 Astraldi, M., G. Gasparini, "La circolazione costiera nel Mar Ligure orientale". Ist. Biol. Univ. Genova, 1986.
Cerrano C., Ponti M., Silvestri S. "Guida alla biologia marina del Mediterraneo". Ananke Edizioni, ISBN 88-7325-050-5, 2004.
Relini G., "Dominio pelagico; il Santuario dei cetacei Pelagos". Museo Friulano di Storia Naturale, Udine, ISBN 88 88192 30 1, 2007.
Laghi, M., "Analisi della variabilità della circolazione del Mar Mediterraneo". Tesi di laurea in Oceanografia e Meteorologia, Università di Bologna, 2003.

Nella baia di Vado Ligure tale corrente può essere considerata proveniente da Nord Est, parallela alla costa, con intensità variabile sino a 10 cm/s

11.2.4. Deflussi dei corsi d'acqua superficiali

La baia di Vado Ligure è caratterizzata dalla presenza di tre corsi d'acqua che in essa sfociano. Da Sud a Nord essi sono: il Torrente Segno, la cui foce è ubicata immediatamente a ponente della piastra multifunzionale, il Torrente Quiliano, che delimita verso ponente l'abitato di Zinola e segna l'inizio del Comune di Savona, e, infine, il Torrente Letimbro.

Nella Figura 11-15si riporta la posizione della foce e la superficie del bacino di ciascuno dei tre corsi d'acqua.

Essi presentano un regime di tipo torrentizio, caratterizzato da intensi e poco frequenti picchi di portata e da lunghi periodi di siccità.

In assenza di misure dirette di portata, e volendo comunque fornire dei valori di portata che siano rappresentativi di una situazione media e ricorrente, potenzialmente in grado di influenzare in modo apprezzabile lo stato di qualità delle acque litoranee, sono ipotizzabile le seguenti entità:

- Torrente Segno = 10 m^3/s
- Torrente Quiliano = 14 m^3/s
- Torrente Letimbro = 15 m^3/s

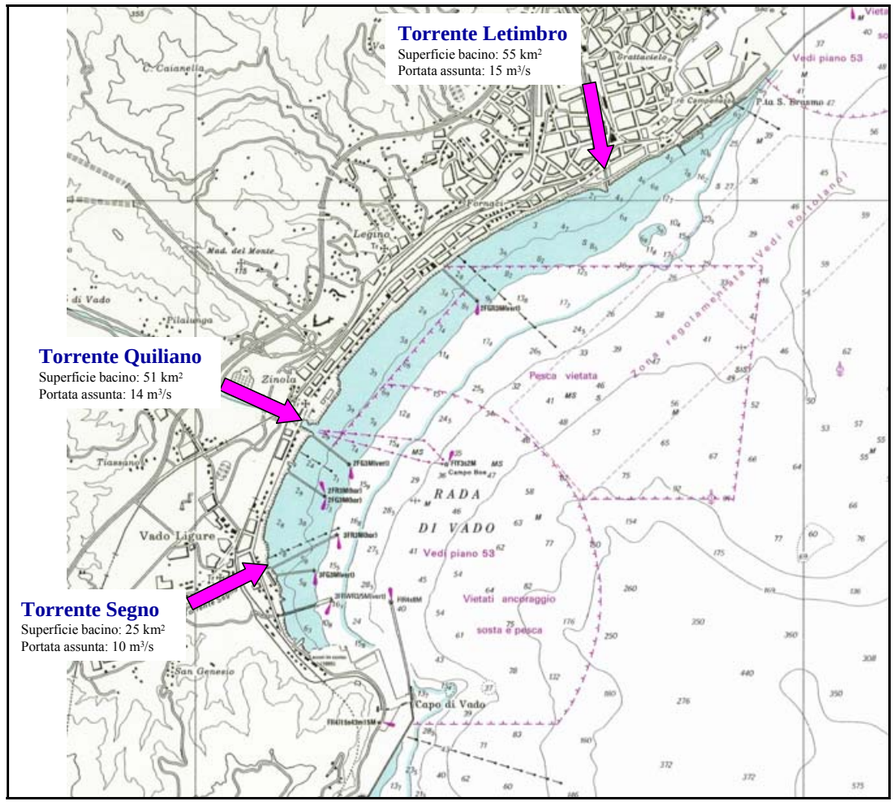


FIGURA 11-15 - CORSI D'ACQUA CHE SFOCIANO NELLA BAIA DI VADO LIGURE

11.2.5. Concentrazione dei sedimenti in sospensione

Al fine di rispondere alle richieste fatte dalla Regione, a valle dello Studio di Impatto Ambientale facente parte del Progetto Definitivo della Piastra Multifunzionale del Porto di Vado, sono state predisposte delle specifiche attività di monitoraggio della torbidità, volte a valutare la possibile propagazione del "plume" in prossimità delle aree sensibili identificate (la prateria di fanerogame antistante le spiagge di Zinola e Fornace e il popolamento coralligeno a est della diga foranea) ed a valutare l'eventuale necessità di mettere in opera opportuni presidi ambientali.

In conformità a queste prescrizioni è stato, quindi, eseguito preventivamente alle attività di dragaggio ed al relativo contemporaneo monitoraggio, uno studio specifico (MI010P-PE-G-B-R-1004-C0 Monitoraggio della torbidità durante il campo prove geotecnico e la relativa Specifica tecnica per il Monitoraggio della torbidità MI010P-PE-G-B-S-1005-C0) che ha consentito di valutare, anche per mezzo di un modello matematico idoneo a simulare i processi della dispersione del plume di sedimenti in sospensione:

- la variabilità dei solidi in sospensione nella situazione "ante-operam", quindi prima dell'inizio dei lavori
- la quantificazione dei valori di soglia che per valutare gli effetti prodotti durante le attività di cantiere.
- la definizione di una pianificazione operativa che consentirà, in fase di costruzione, alla Direzione Lavori di gestire gli eventuali fenomeni di criticità.

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.

Inoltre, nell'ambito dello studio in questione è stata anche definita una procedura operativa per la valutazione dell'incremento tollerabile della torbidità dovuta alle lavorazioni durante il campo prove geotecnico.

Il metodo di controllo prevede il monitoraggio in alcuni punti, per un totale di 4, di cui 2 da monitorare con strumenti fissi e 2 con strumenti mobili su natante, che consentiranno, data la loro stretta relazione con i siti sensibili, di evidenziare l'eventuale insorgere di uno stato critico e, quindi, alla Direzione Lavori di intervenire al fine di minimizzare i potenziali impatti. Gli strumenti fissi (F1 e F2) sono stati ancorati lungo la struttura del pontile Vadoil mentre i punti mobili (M1 e M2) sono stati posizionati in mare aperto in posizione idonea ad intercettare un eventuale migrazione del plume di torbidità (vedi Figura 11-16).

Poiché l'obiettivo del monitoraggio riguarda la misura dell'incremento della concentrazione dei solidi sospesi dovuta ai lavori rispetto al situazione "naturale" o di "background", la procedura operativa prevede.

- L'esecuzione in ogni giornata lavorativa di una misura di torbidità da effettuare prima dell'inizio della lavorazioni e volta a definire il livello giornaliero di background come il massimo tra quelli misurati, da usare come valore di riferimento

- durante i lavori, oltre alle misure con gli strumenti fissi che dovranno registrare un valore ogni quarto d'ora come media degli ultimi 2 minuti, l'esecuzione di 2 misure da natante nei punti M1 ed M2 di cui la prima a metà giornata lavorativa e la seconda circa mezz'ora prima della chiusura delle attività giornaliere.
- Il calcolo del differenziale ΔC tra il valore misurato e il valore di riferimento giornaliero
- il confronto del valore ottenuto ΔC con i livelli di soglia di critica e di soglia sospensione (identificati sulla base delle analisi modellistiche nei rispettivi valori di δc = 60 mg/l e δs = 70 mg/l) al fine di stabilire, sulla base dei criteri esposti nella Specifica Tecnica, eventuali interventi sulle attività lavorative (tra cui anche la sospensione temporanea dei lavori) per ridurre la generazione di torbida.



FIGURA 11-16 - I PUNTI DI MONITORAGGIO CON STRUMENTI FISSI (F1 E F2) E CON STRUMENTO DA NATANTE (M1 E M2)

Oltre alle misure di torbidità, nella Specifica tecnica è stato previsto anche il contemporaneo monitoraggio della trasparenza dell'acqua mediante il disco di Secchi e sono state previste delle ispezioni visive subacquee al fine di monitorare lo stato di ricoprimento di sedimenti delle biocenosi di interesse, si prevedono due ispezioni visuali subacquee soprattutto della prateria di Cymodocea nodosa di fronte alle spiagge di Zinola e Fornace.

I risultati dei monitoraggi ambientali sono riportati in modo schematico nel seguito; la descrizione dettagliata degli esiti dei monitoraggi della torbidità con le relative schede di campionamento, della trasparenza e delle ispezioni subacquee sono riportate nelle relazioni semestrali e nei rapporti finali dei monitoraggi ambientali relativi ai campi prove per i dragaggi e alle fase di costruzione della piattaforma.

Monitoraggi torbidità

Le misure di torbidità sono state effettuate in tutte le giornate lavorative nel corso della fase del campo prove dragaggi conclusosi nel Settembre 2012 e durante le fasi di costruzione della piattaforma a partire dall'Ottobre 2013 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.

Gli esiti dei monitoraggi sono riepilogati in Figura 11-18 in cui è tracciato l'andamento del differenziale di torbidità per il periodo da ma indicato sopra ricordato, tracciato sulla base delle schede giornaliere di monitoraggio.

Come risulta da questo grafico, si può notare che in questo periodo, il differenziale di concentrazione di solidi sospesi nelle acque della rada rispetto alle condizioni mattutine di riferimento è risultato sempre entro le soglie di controllo 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.

Gli unici superamenti della soglia critica sono stati registrati in concomitanza dell'evento piovoso avvenuto tra il 26 ed il 27 Novembre 2012. Nella postazione M1 si è verificato il supero della soglia δs alle ore 13 del 26 Novembre ed alle ore 10 del 27 Novembre, senza che, in nessun caso, si sia dato luogo alla sospensione dei lavori.

In effetti, l'analisi accurata effettuata in campo dal Direttore lavori ha portato a considerare i differenziali non conformi alla soglia δs rilevati nella postazione M1, in tali date, come largamente imputabili all'apporto di sedimenti scaricati da parte del Torrente Segno, la cui foce è molto prossima alla postazione M1; pertanto, tali differenziali non erano da attribuire all'attività del cantiere.

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.

Monitoraggio della trasparenza dell'acqua

Le misure di trasparenza delle acque marine sono state eseguite con il metodo del disco di Secchi in numerose occasioni a partire dal Luglio 2011 fino ad Agosto 2013. Dall'esame dei dati si nota che l'indice di trasparenza è risultato, in quasi tutte le misure effettuate, molto prossimo ai 15 metri, evidenziato una situazione di elevata trasparenza delle acque marine, a conferma del fatto che i versamenti di materiali nell'ambito del campo prove non hanno avuto un impatto significativo sulla torbidità.

Valori minori, nell'ordine di 5-9 m, sono stati osservati nel Luglio 2011 e Agosto 2012 nel punto M1 temporaneo, pari a circa la metà di quello della posizione M2 in due occasioni. Tale fatto non è tuttavia necessariamente correlato ad una diversa situazione di torbidità effettiva delle acque , ma, molto più verosimilmente è ascrivibile alla maggiore vicinanza dei tale punto alla linea di battigia , nonché agli effetti, anche combinati , di intensità del moto ondoso, variazioni delle correnti, condizioni di copertura nuvolosa e diversa incidenza dei raggi solari.

Ispezioni subacquee

Le ispezioni subacquee delle praterie marine sono state effettuate nei mesi di Luglio 2011, Ottobre 2011 e Agosto. Le fotografie raccolte hanno documentato come non siano visibili evidenti effetti di copertura imputabili alle attività del campo prove. Le foto mostrano, inoltre, come in entrambe le zone ispezionate la prateria di *Cymodocea Nodosa* sia difficilmente rinvenibile nei mesi autunnali mentre risulta in buone condizioni nei mesi successivi (in particolare Agosto 2012).

L'ubicazione delle aree di ispezione subacquea è riportata in Figura 11-17.

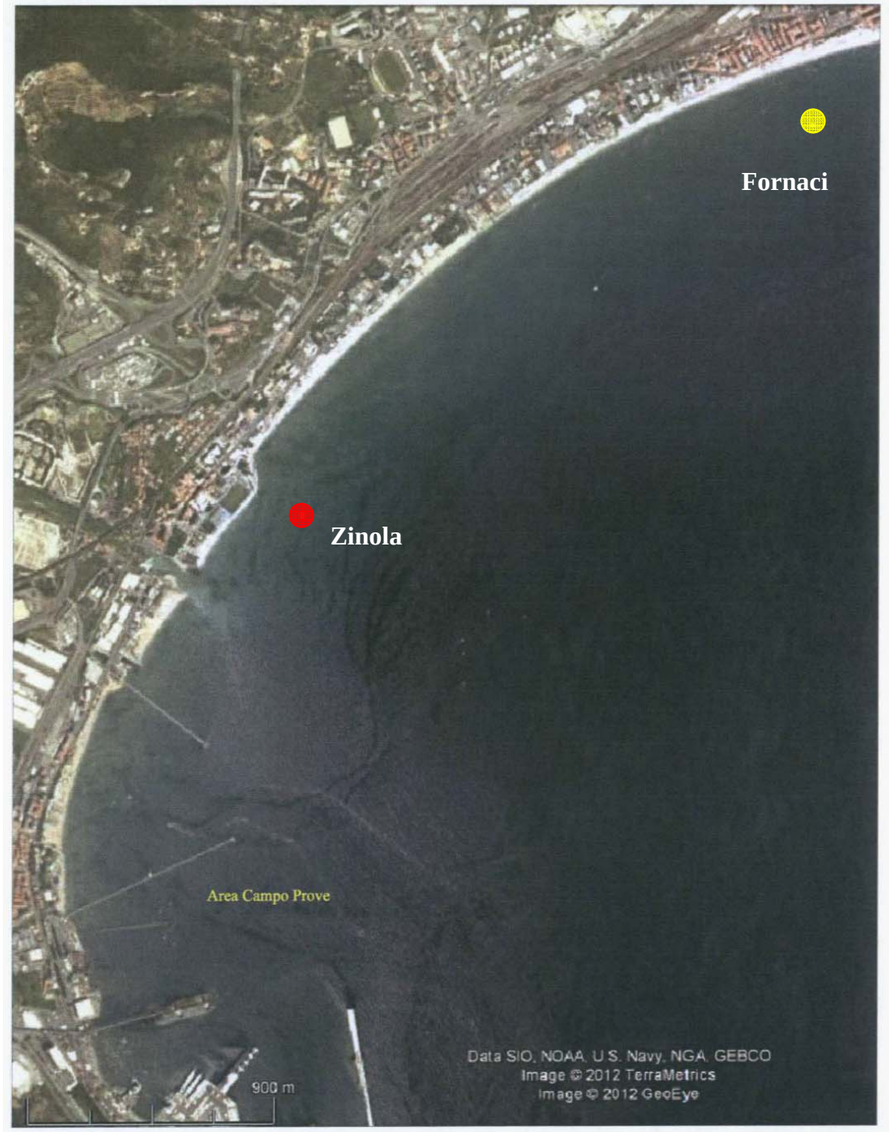


FIGURA 11-17 . UBICAZIONE DELLE AREE DI ISPEZIONE SUBACQUEA

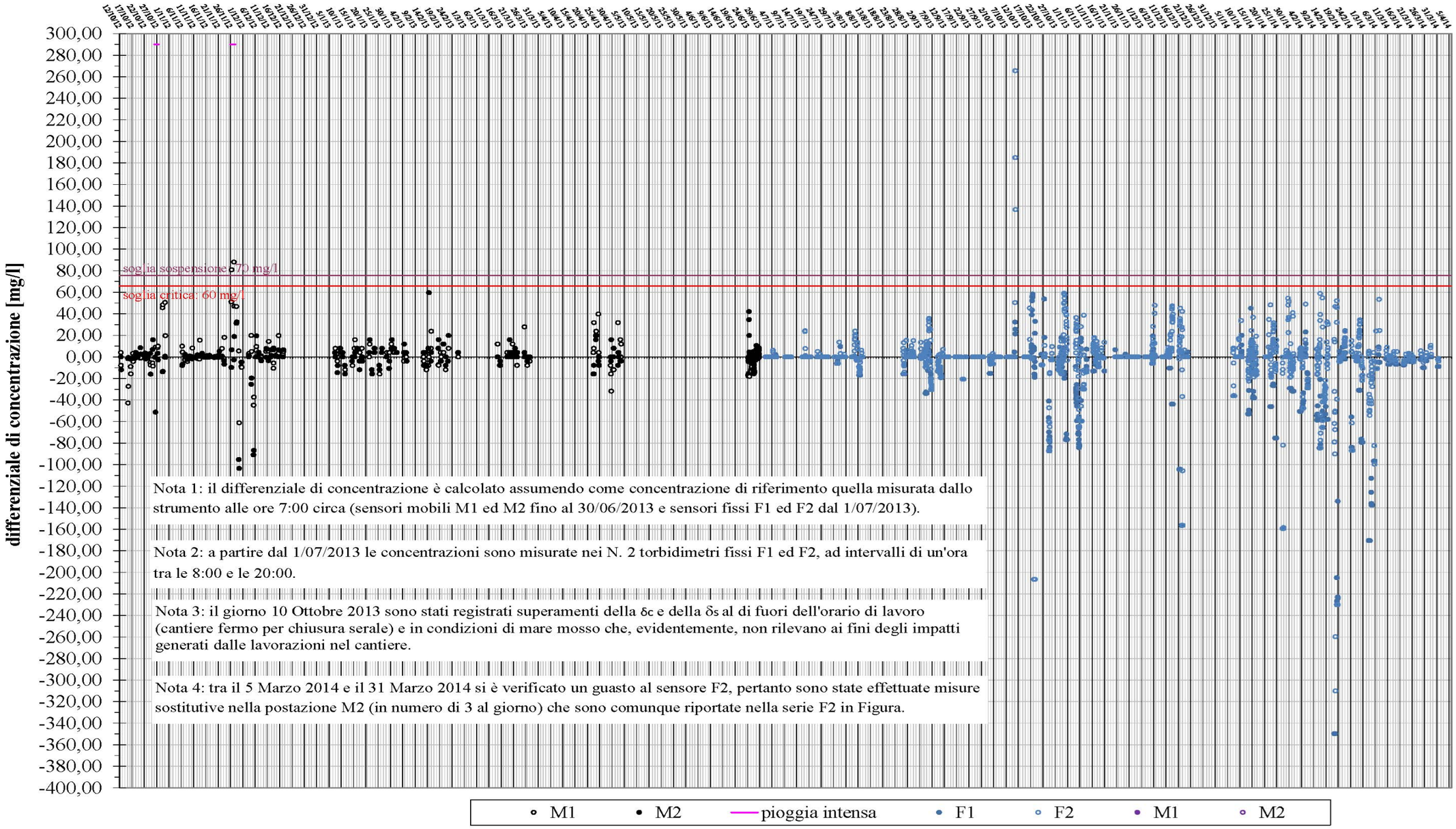


FIGURA 11-18 – ANDAMENTO DELLA DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONI (CONCENTRAZIONE MISURATA - CONCENTRAZIONE DI RIFERIMENTO) NEL PERIODO OTTOBRE 2012 – APRILE 2014

11.2.6. Aspetti idrodinamici e dispersivi

Analogamente al moto ondoso, la definizione delle caratteristiche idrodinamiche è stata condotta considerando l'intera baia di Vado Ligure (da Capo Vado sino al promontorio di Savona).

Il dominio di calcolo è stato inoltre ampliato fino ad includere il tratto di costa che da Capo Vado si estende sino all'isola di Bergeggi, e, a mare, è stata considerata come limite la batimetrica -700 m s.l.m.m. al fine di non risentire delle condizioni al contorno nell'area di interesse.

Le analisi sono consistite nella determinazione delle caratteristiche di circolazione idrica nella baia, nella determinazione dei fenomeni dispersivi che vi hanno luogo e nella determinazione della capacità di ricambio idrico, che costituisce un importante parametro nella valutazione degli effetti di opere marittime lungo il litorale.

Con la seconda tipologia di analisi (fenomeni dispersivi) si è voluto verificare se la dispersione nella baia delle acque di origine torrentizia che in essa recapitano sia in grado di immettere nel sistema sostanze potenzialmente inquinanti e quindi potenzialmente nocive per le aree litoranee di maggiore pregio ed interesse turistico.

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) già utilizzato nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale in riferimento al Progetto Definitivo della Piastra multifunzionale .

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.

Per dettagli circa il modello si rimanda alla Relazione "Analisi degli effetti sull'idrodinamica e il ricambio" di Progetto Esecutivo (cod. elaborato: MI010P-PE-G-L-R-4130-C0).

Le equazioni del moto, risolte con uno schema numerico incondizionatamente implicito alle differenze finite, vengono applicate lungo una griglia curvilinea che permette, per questa sua caratteristica, di seguire bene le variazioni batimetriche del fondale adottando elementi di dimensioni ridotte nelle zone di maggiore interesse, ed elementi di maggiori dimensioni nelle aree in cui non esistano apprezzabili variazioni geometriche.

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.

In Figura 11-19 si 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, dove le informazioni devono essere maggiormente dettagliate, e si vanno via via diradando verso il mare aperto dove la morfologia della zona è meno variabile e, quindi, viene richiesta una minore precisione locale nella sua descrizione.

La batimetria associata a tale maglia è invece riportata in Figura 11-20.

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 fatti condurre dall'Autorità Portuale di Savona nel Febbraio 2006.

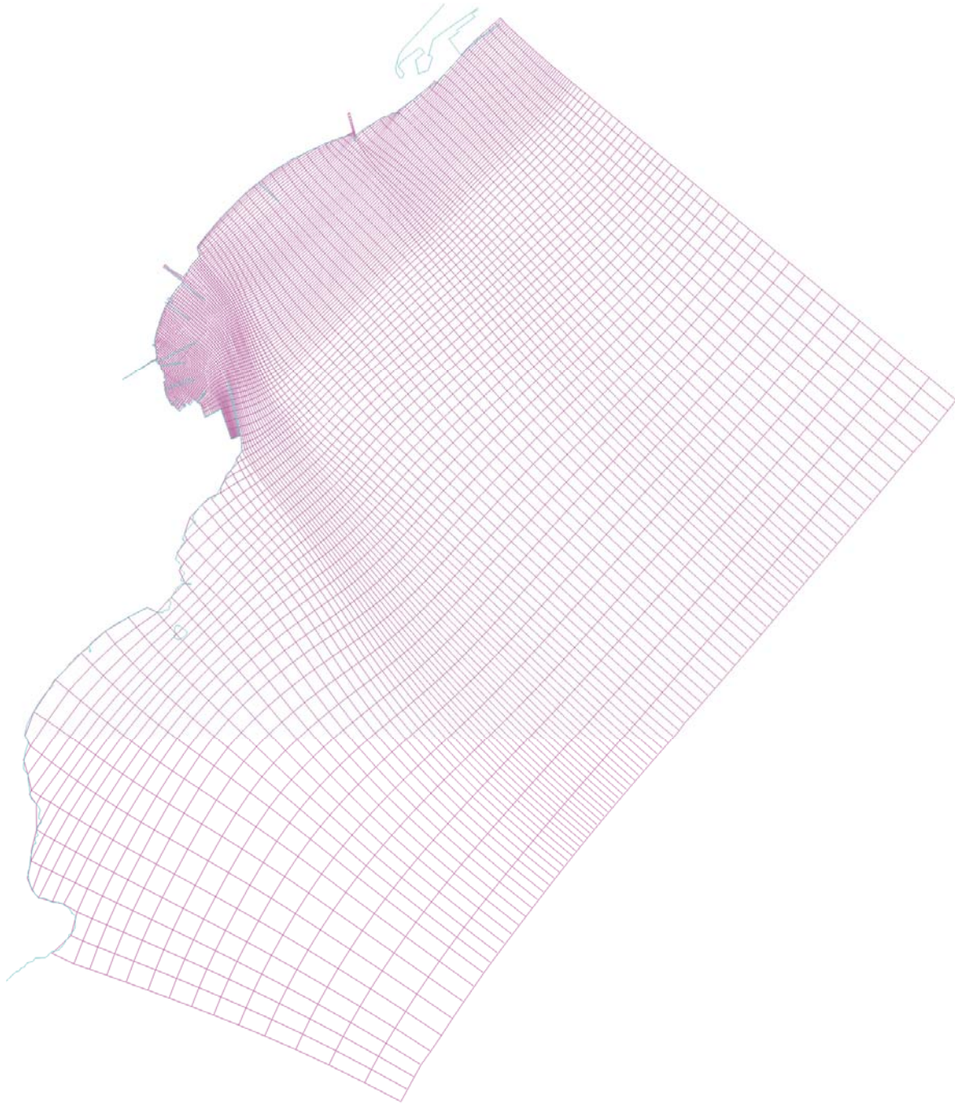


FIGURA 11-19 – SCHEMATIZZAZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO DEL MODELLO IDRODINAMICO CON UNA GRIZLIA A MAGLIA CURVILINEA

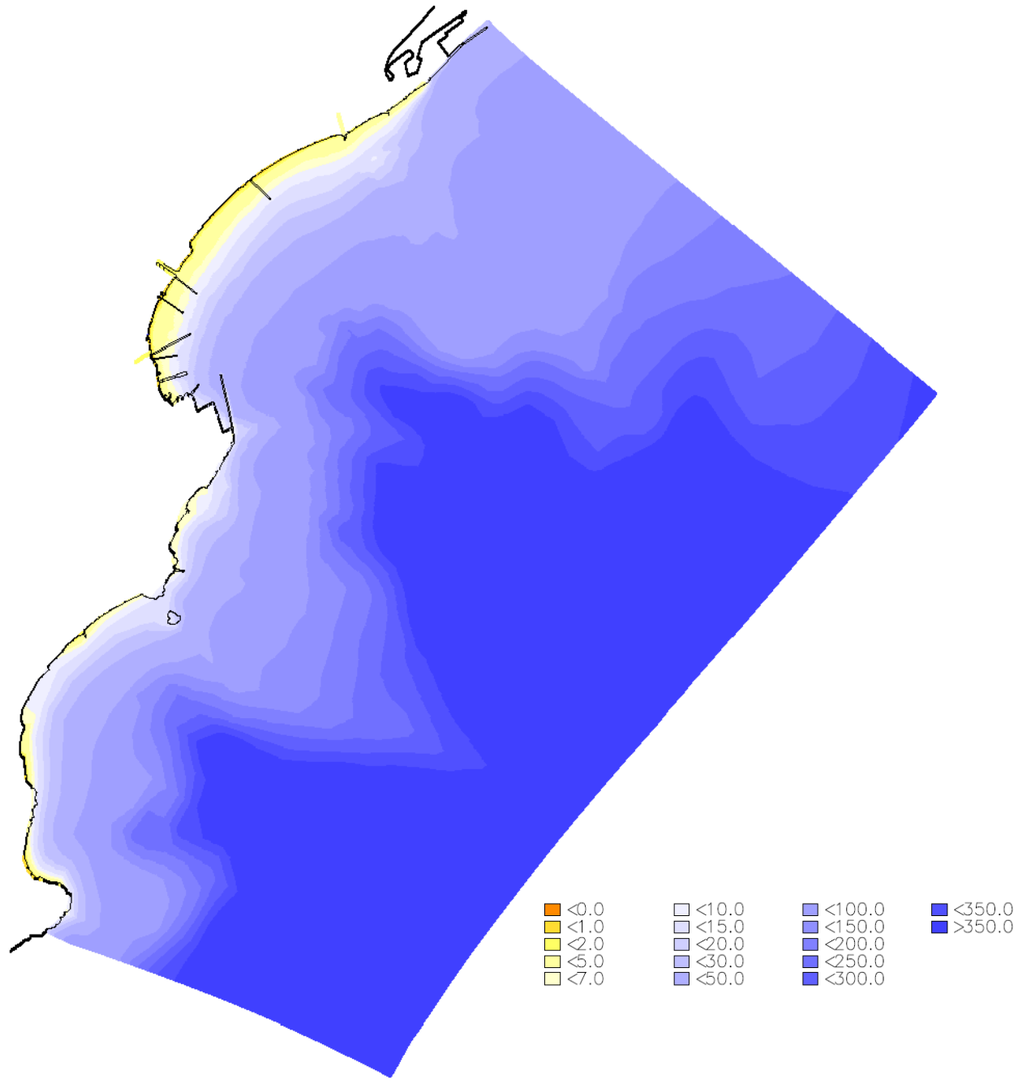


FIGURA 11-20 – BATIMETRIA APPLICATA ALLA MAGLIA DI CALCOLO DELLA FIGURA 11-19.

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

Adottando una schematizzazione 3D, è stato possibile analizzare l'effetto del vento sugli strati superficiali e, di conseguenza, la distribuzione delle velocità in profondità. In particolare è stata utilizzata una discretizzazione a strati continui (i cosiddetti "σ-layers") con gli spessori suddivisi come nel seguito (dal meno profondo al più profondo):

- primo strato: 5% della profondità (strato superiore)
- secondo strato: 10% della profondità
- terzo strato: 20% della profondità
- quarto strato: 30% della profondità
- quinto strato: 35% della profondità (strato più profondo)

Un esempio di schematizzazione tridimensionale è riportata nella Figura seguente.

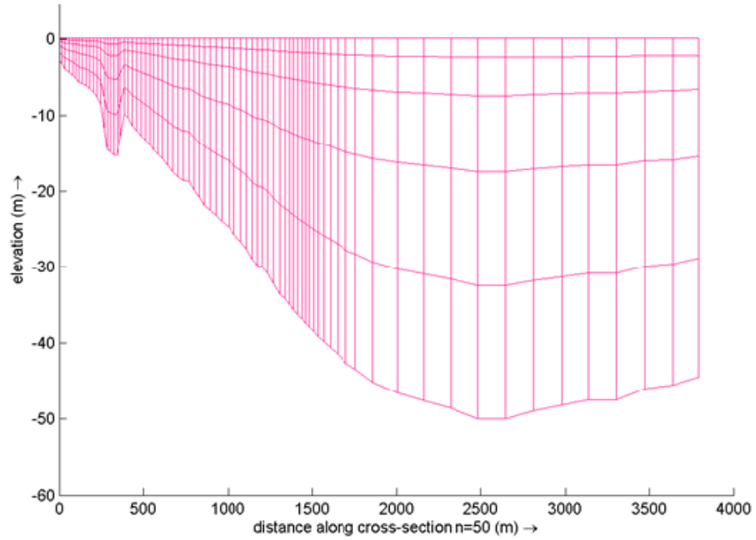


FIGURA 11-21 –ESEMPIO DI SCHEMATIZZAZIONE TRIDIMENSIONALE A "σ-LAYERS"

Le forzanti, descritte nei paragrafi precedenti, in grado di condizionare la circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure, ed in particolare nella zona del porto, sono le seguenti; :

- vento;
- marea;
- correnti litoranee;
- deflussi dei corsi d'acqua superficiali.

Con riferimento alle condizioni anemometriche, considerando che le correnti da vento diventano significative solo se le velocità del vento sono superiori a 5 m/s, si è ritenuto che gli scenari predisposti nell'ambito dell'analisi dovessero considerare:

- vento da Sud-Est (Scirocco) con intensità di 7 m/s;
- vento da Nord-Est (Grecale) con intensità di 7 m/s;
- vento da Nord-Ovest (Maestrale) con intensità di 10 m/s.

Per le altre forzanti, invece, sono stati considerati i seguenti valori:

- marea sinusoidale con periodo di 12 ore ed escursione di 20 cm (± 10 cm s.l.m.m.), applicata al limite esterno del dominio di calcolo;
- corrente litoranea parallela alla linea di costa e rivolta in direzione Sud-Ovest, con intensità variabile fino a 10 cm/s nella zona più esterna del dominio di calcolo;
- deflussi da Torrente Segno, dal Torrente Quiliano e dal Torrente Letimbro pari, rispettivamente, a 10 m^3/s, 14 m^3/s e 15 m^3/s.

11.2.6.1 Caratteristiche idrodinamiche

Per la valutazione della circolazione idrodinamica nella situazione di riferimento per la fase di realizzazione, la schematizzazione del modello idrodinamico è stata modificata in modo da rappresentare la geometria dell'area portuale con l'inserimento della Piattaforma multifunzionale come da Progetto Definitivo approvato e la ridefinizione della batimetrie nell'area a giorno della piattaforma dovute all'imbasamento dei cassoni. In questa fase non sono presenti il nuovo porto turistico che si sviluppa tra la foce del Segno e la piattaforma.

La configurazione di riferimento per la fase di realizzazione prevede infatti la presenza della sola piattaforma, mentre tutti gli altri elementi rimangono inalterati rispetto alla configurazione senza alcun intervento.

La batimetria della schematizzazione della configurazione di riferimento per fase di realizzazione è presentata nella Figura 11-22.

Note le forzanti di cui sopra, sono stati adottati i seguenti scenari per la definizione delle caratteristiche di circolazione idrica:

- marea + correnti litoranee;
- marea + correnti litoranee + vento da Nord Est;
- marea + correnti litoranee + vento da Sud Est;
- marea + correnti litoranee + vento da Nord Ovest.

Nelle pagine seguenti vengono presentati i campi di moto risultati delle simulazioni. Per maggiore chiarezza i vettori velocità sono rappresentati con una distanza minima di 50 m e con la testa delle frecce a dimensione costante anziché proporzionale all'intensità della corrente in modo da evidenziare la direzione della corrente anche in presenza di valori molto bassi.

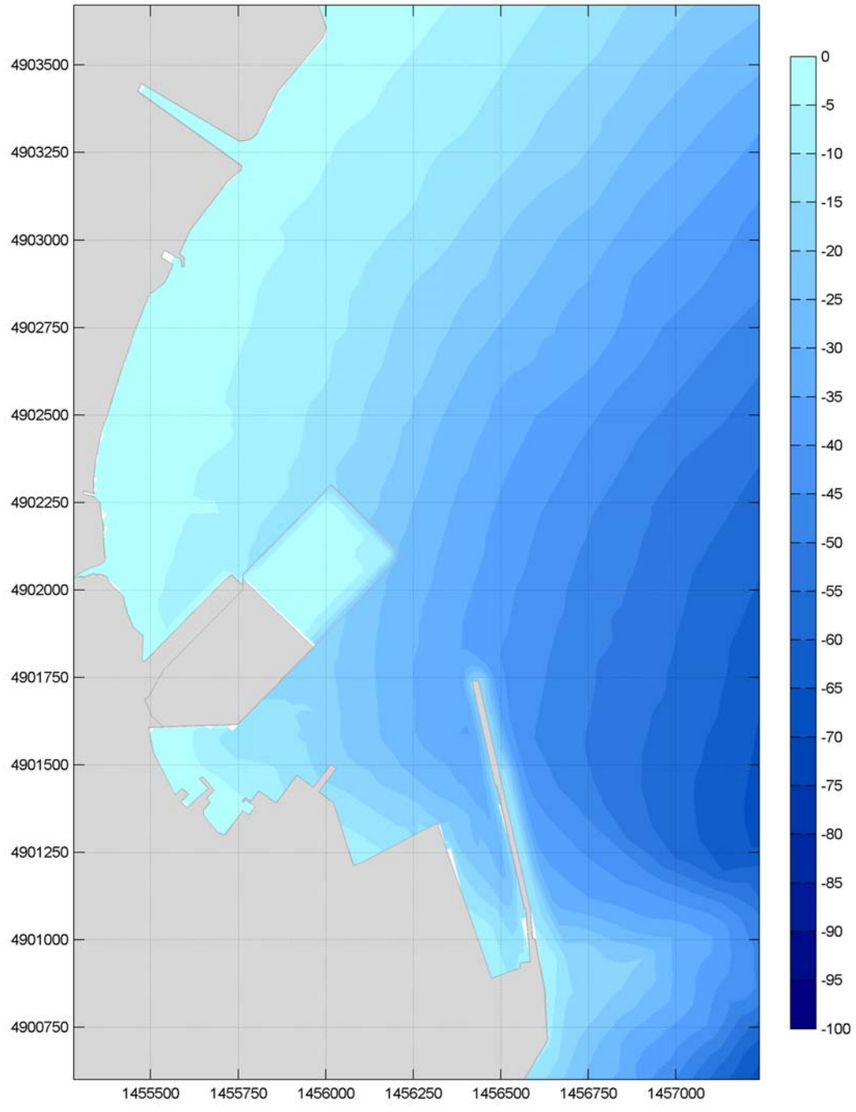


FIGURA 11-22 - BATIMETRIA (M S.M.M.) DELLA SCHEMATIZZAZIONE CON LE OPERE A MARE PREVISTE NELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI REALIZZAZIONE.

Caratteristiche idrodinamiche in condizione di calma di vento

Il primo scenario considerato come riferimento per la fase di realizzazione è lo scenario con calma di vento.

La marea considerata (± 10 cm s.l.m.m.), data la notevole profondità dei fondali e l'assenza della forzanti del vento, determina dei campi di velocità estremamente contenuti. In Figura 11-23 si riporta il campo di moto in condizione di massimo flusso mentre in Figura 11-24 si riporta il campo di moto in condizioni di massimo riflusso.

Come si può notare, escludendo le foci dei torrenti dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico, le velocità medie lungo tutto il tratto costiero si mantengono su valori molto bassi, al di sotto dei 2 cm/s.

A largo è possibile notare lo sviluppo di una corrente litoranea che lambisce il litorale ed è e diretta verso sud. Anche in questo caso le velocità medie sono modeste e nell'ordine di 2 cm/s.

Da notare che i bassi valori di velocità di corrente fanno si che la componente avvettiva della dispersione sia sostanzialmente non influente e che, dunque, la dispersione avvenga principalmente in funzione dei gradienti di concentrazione.

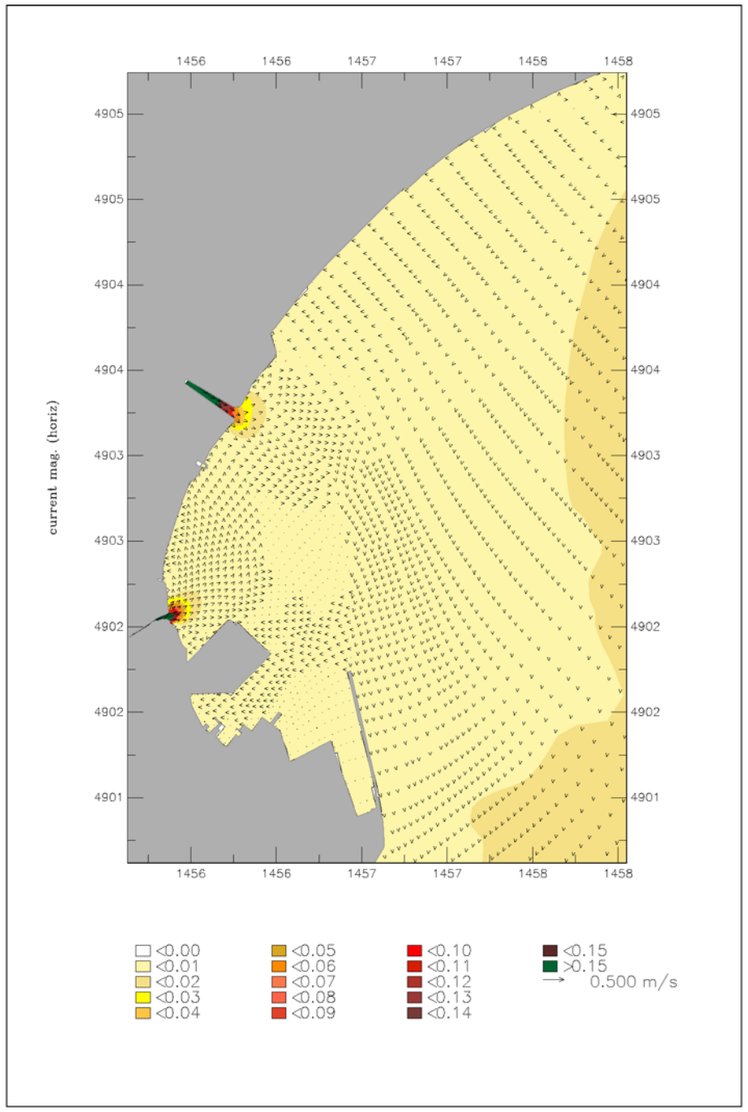


FIGURA 11-23 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

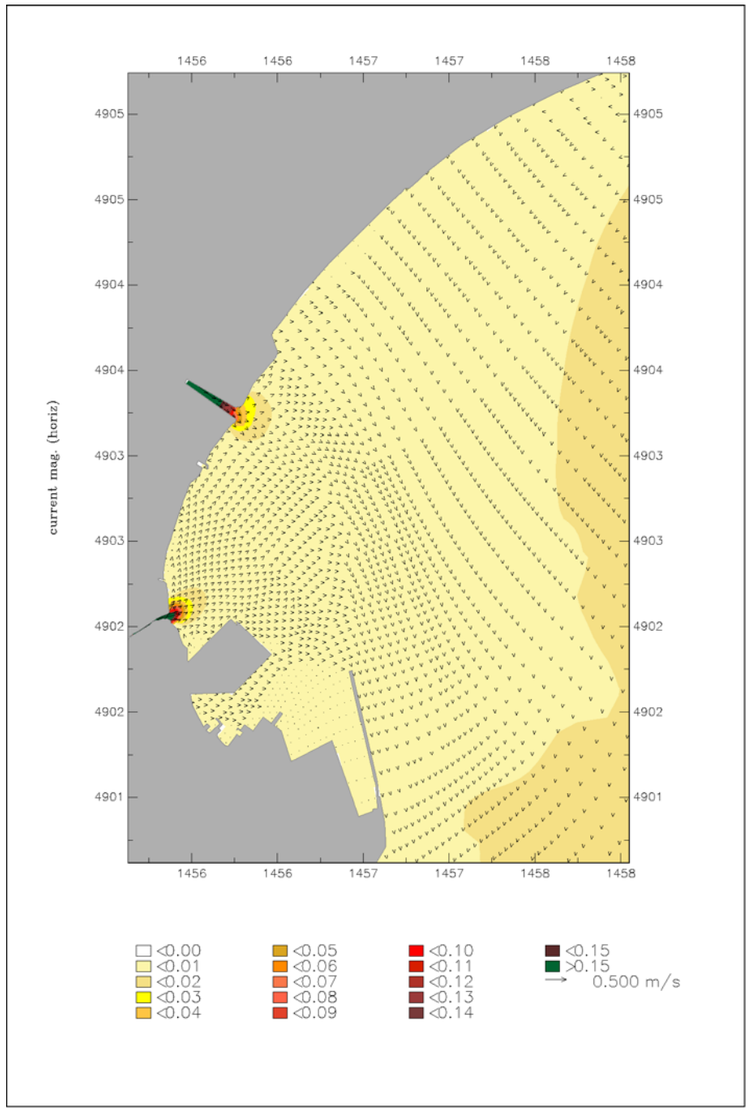


FIGURA 11-24 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Est

Rispetto allo scenario precedente, in questo scenario di riferimento per la fase di realizzazione è stata considerata come forzante aggiuntiva un vento da Nord Est con intensità costante di 7 m/s, uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

La presenza del campo di vento da Nord Est non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale; le velocità medie ed il sistema circolatorio costiero, infatti, mantengono lo stesso andamento caratteristico dello scenario senza vento.

La circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure, 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.

Dall'analisi dei campi di moto in superficie riportati in Figura 11-25 e Figura 11-26, è possibile osservare, ad eccezione della zona di foce del torrente Segno dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico, la formazione di una corrente di superficie che si sviluppa lungo la linea di costa in direzione Sud Ovest e che raggiunge una velocità massima di circa 5 cm/s. Questa corrente, tuttavia, non interessa l'area portuale, che risulta ben protetta ed è caratterizzata, all'interno del bacino, da velocità di entità del tutto trascurabile.

Questo effetto tende ad annullarsi negli strati immediatamente più profondi dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità .Il vento, infatti, ha un effetto molto modesto se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità (Figura 11-27 e Figura 11-28) e nell'area di interesse queste hanno un andamento molto simile a quello già riportato in Figura 11-23 e Figura 11-24 relative alla fase di massimo flusso e massimo riflusso per lo scenario senza vento.

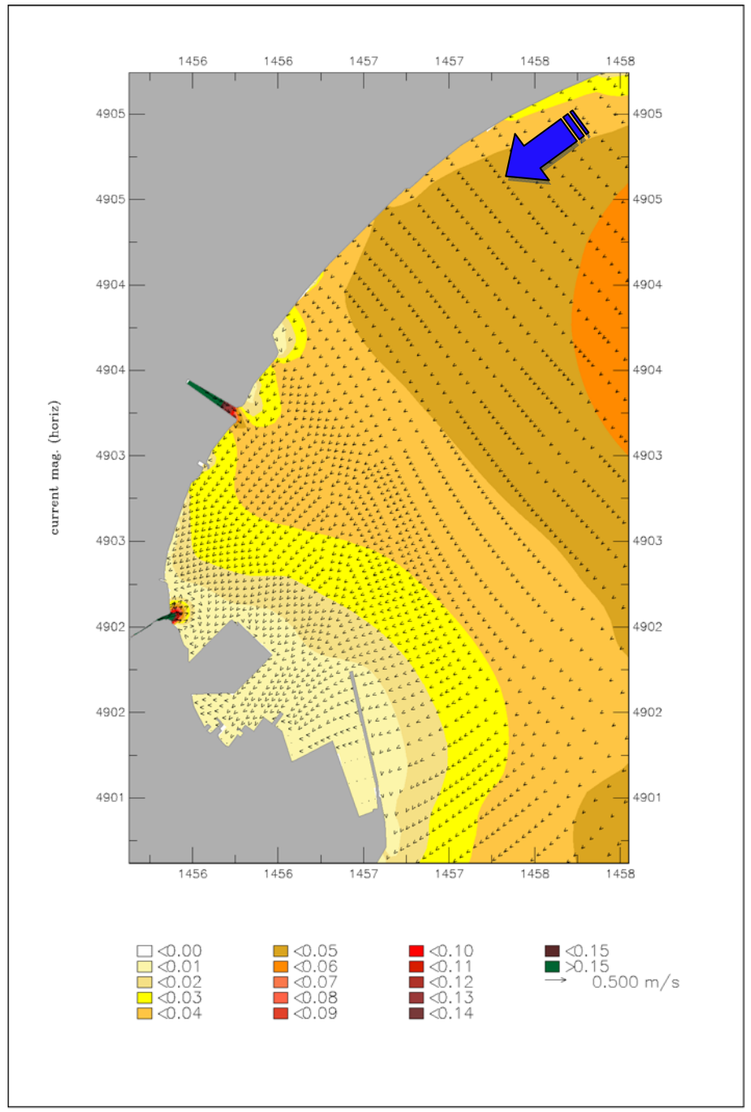


FIGURA 11-25 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

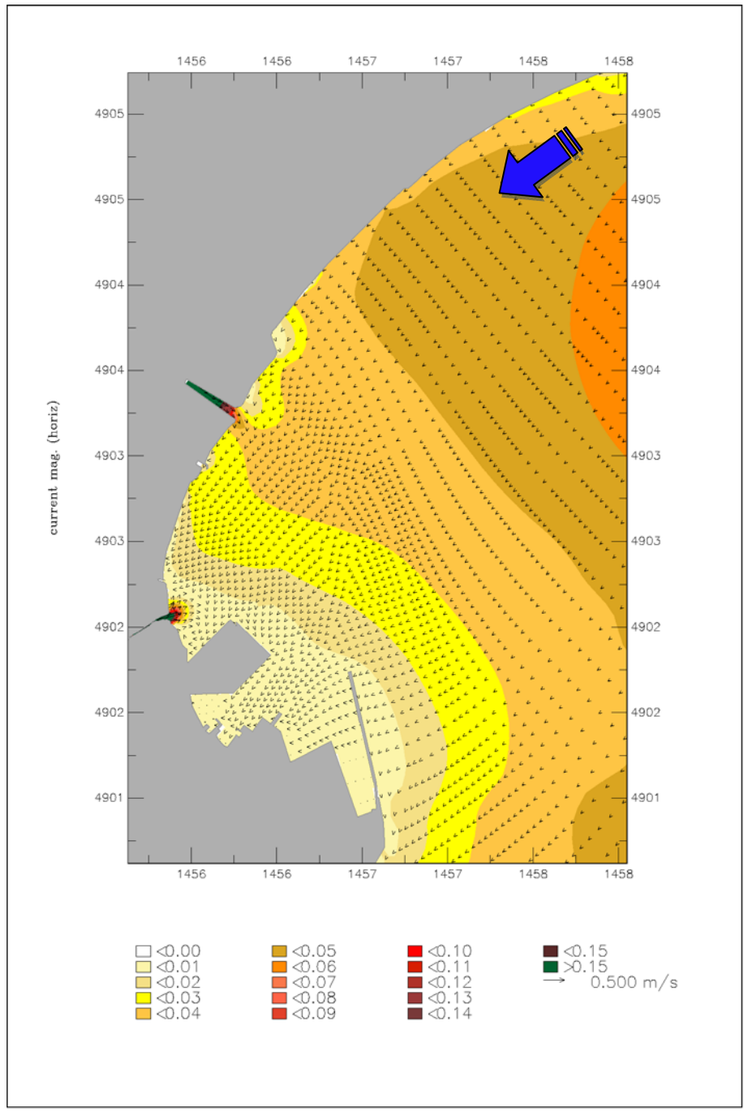


FIGURA 11-26 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

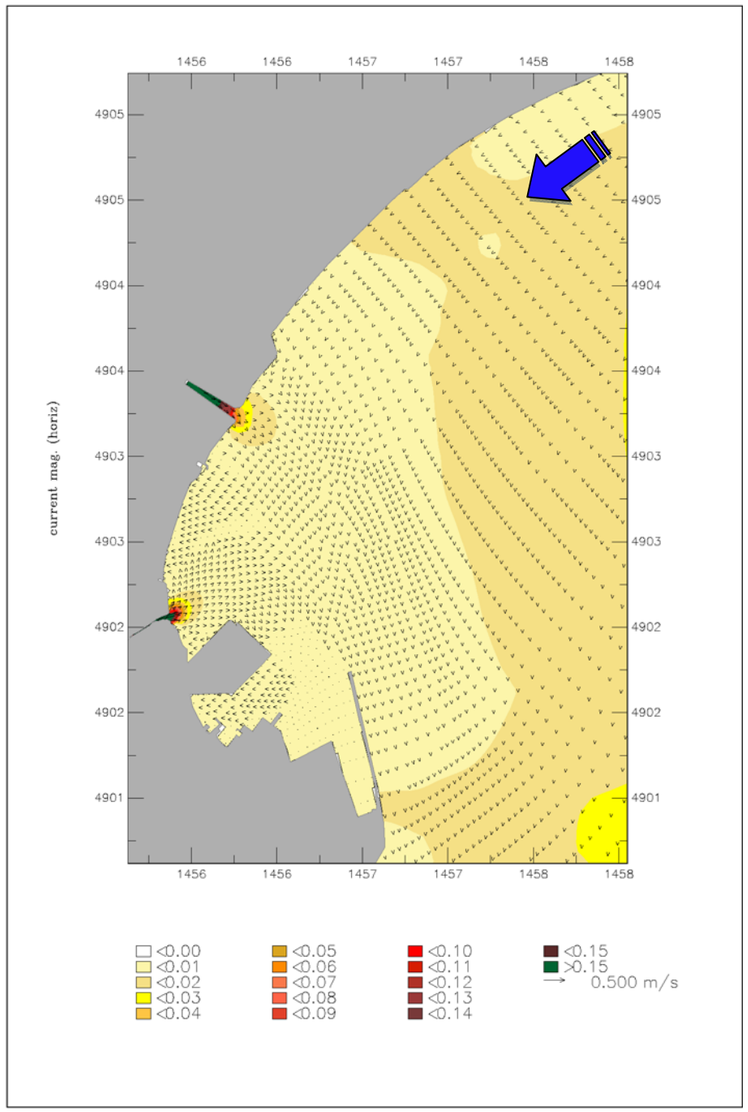


FIGURA 11-27 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

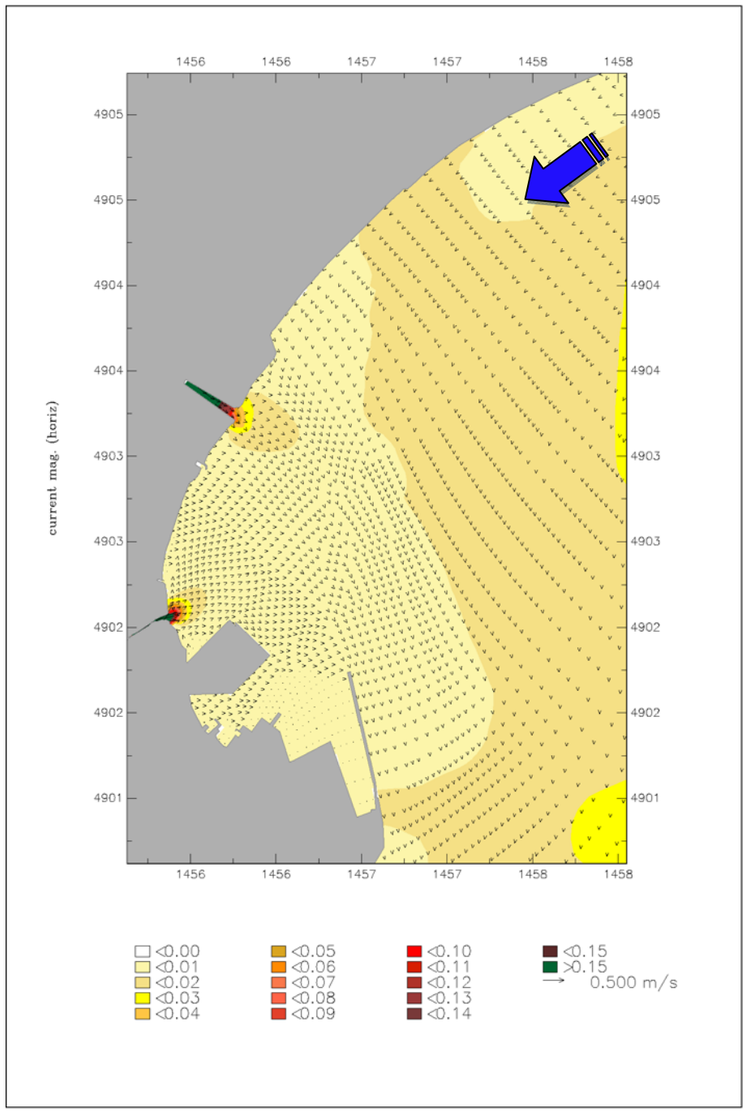


FIGURA 11-28 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Sud Est

In questo scenario di riferimento per lo stato di realizzazione è stato considerato, oltre alla marea ed alle correnti litoranee, an-che un vento da Sud Est con intensità di 7 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

Anche la presenza di questo campo di vento non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale e la circolazione idrodinamica osservata è abbastanza simile a quella illustrata per il precedente scenario.

Dall'esame di Figura 11-29 e Figura 11-30 è possibile osservare la presenza di correnti più intense nello strato superficiale, con velocità massime di qualche cm/s e concordi alla direzione del vento, che tendono ad diminuire negli strati più profondi e, addirittura, a quasi annullarsi , come si apprezza considerando la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità sia nella condizione di massimo flusso che nella condizione di massimo riflusso (vedi Figura 11-31 e Figura 11-32 rispettivamente).

La rada portuale risulta in ogni caso protetta e soggetta solo a velocità di modesta entità, mentre le velocità presenti nella zona il prossimità della foce del Torrente Segno rimangono, anche in questo caso, determinate dallo scarico di acqua dolce.

Anche in questo caso la distribuzione delle velocità mediata sulla profondità ha un andamento molto simile a quello dello scenario senza vento (vedi Figura 11-23 e Figura 11-24).

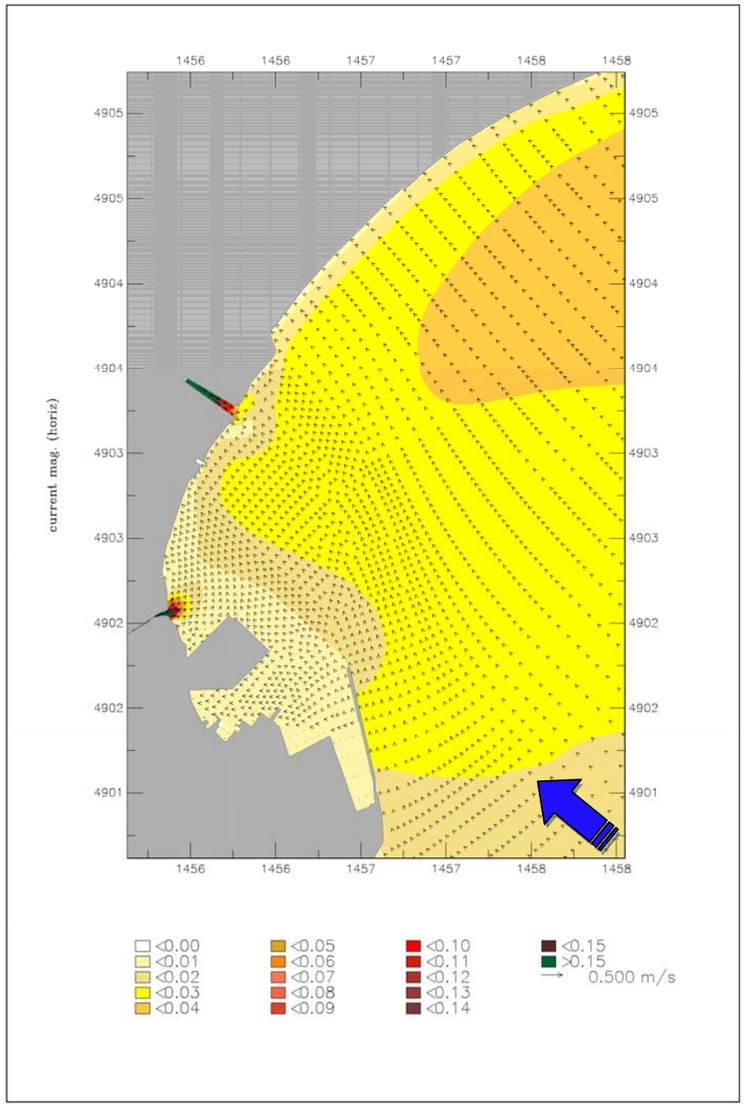


FIGURA 11-29 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

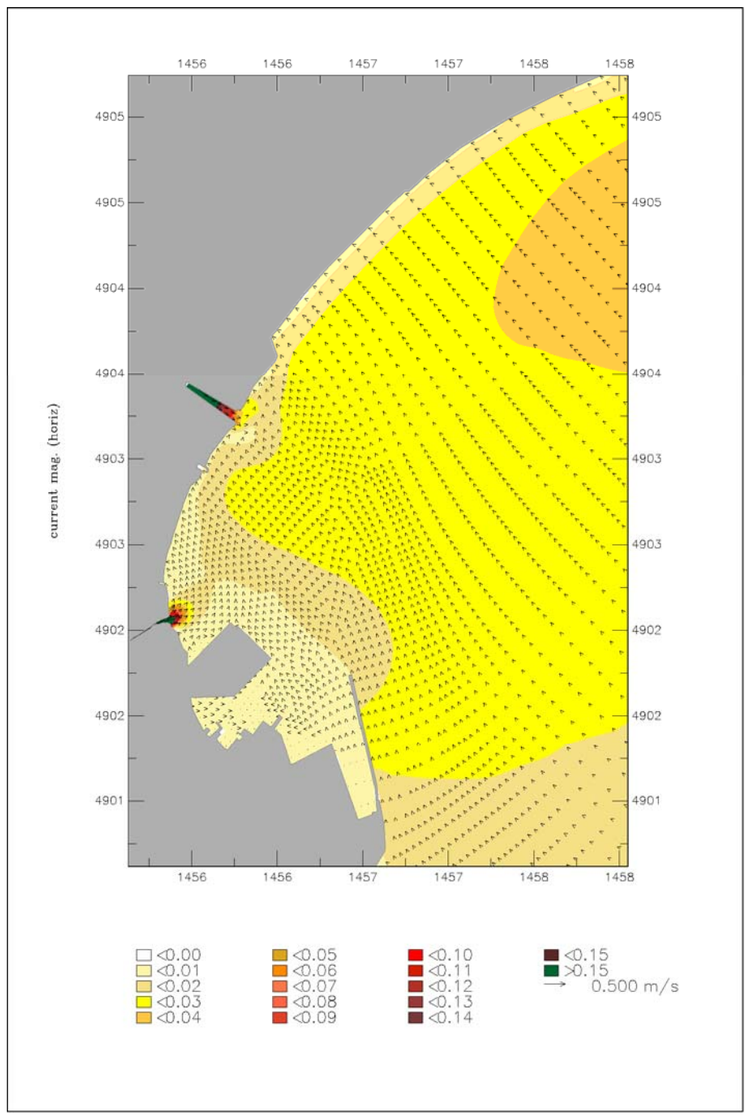


FIGURA 11-30 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

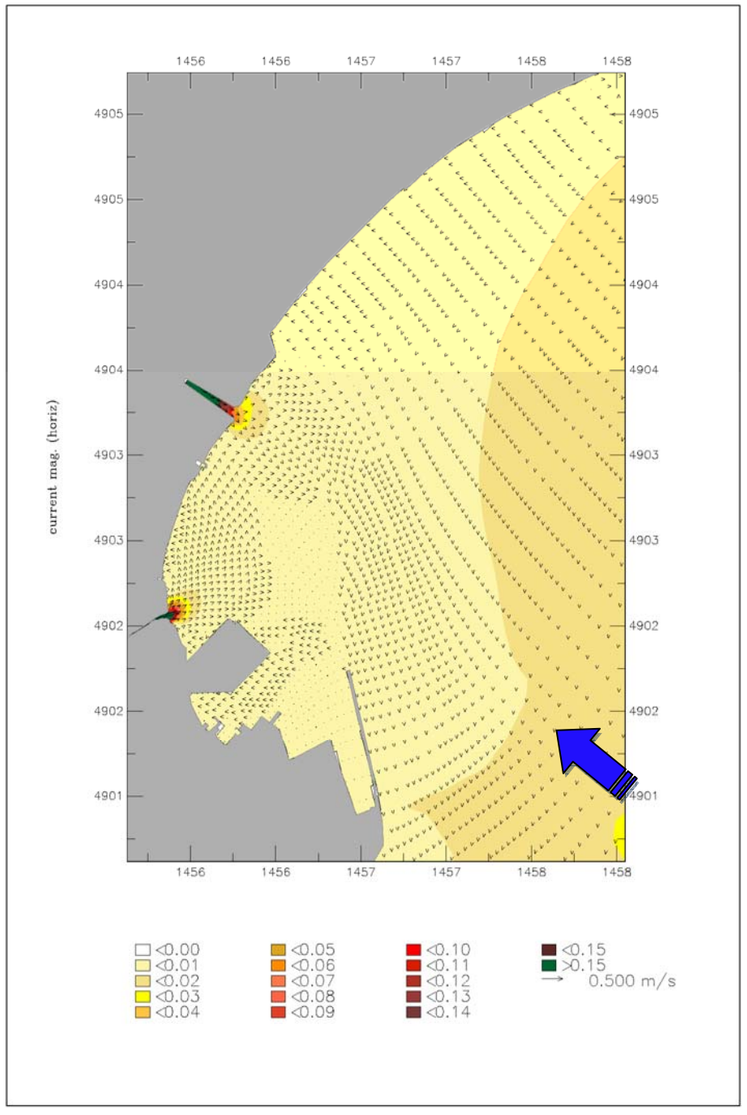


FIGURA 11-31 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

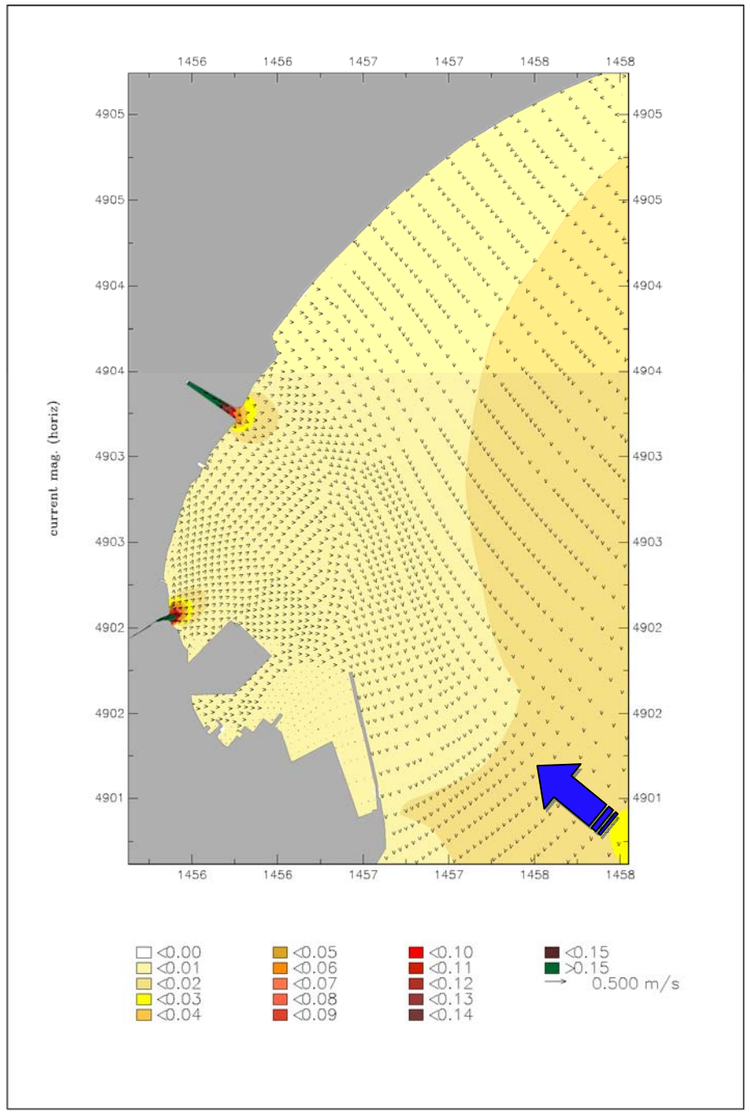


FIGURA 11-32 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Ovest

In questo scenario di riferimento per lo stato di realizzazione è stato considerato, oltre alla marea e alle correnti litoranee, anche un vento da Nord-Ovest con intensità di 10 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

In Figura 11-33 e Figura 11-34, è possibile osservare come la presenza di questo campo di vento più intenso generi una corrente superficiale diretta secondo la direzione del vento con delle intensità variabili da 0 sotto costa fino a 5-6 cm/s verso il mare aperto o nella fascia adiacente la diga foranea sia in fase di flusso che in fase di riflusso.

Nella rada portuale di Vado, le velocità si mantengono basse nell'ordine di qualche cm/s in ragione dell'effetto schermante della radice della piattaforma stessa.

Le velocità tendono rapidamente a diminuire negli strati immediatamente più profondi, dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità (vedi Figura 11-35 e Figura 11-36).

Complessivamente, anche in questo caso, le velocità medie sulla verticale si mantengono su valori molto bassi su tutto lo specchio acqueo e del tutto simili a quelle osservate nello scenario senza vento (Figura 11-23 e Figura 11-24).

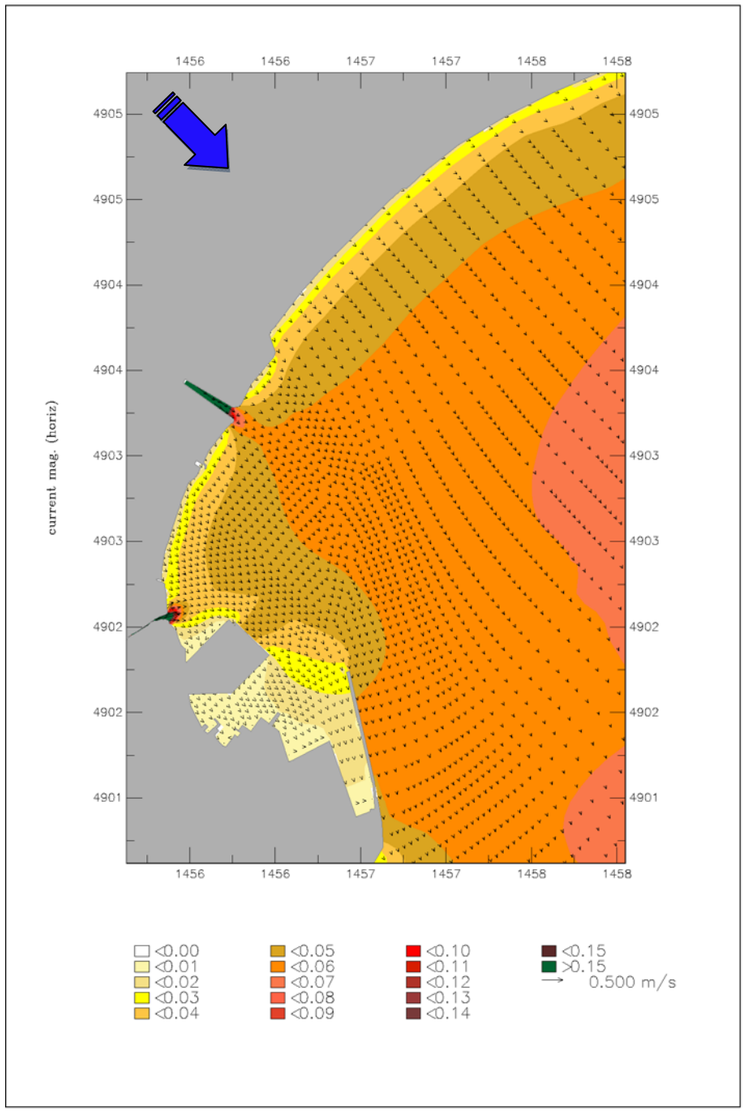


FIGURA 11-33 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

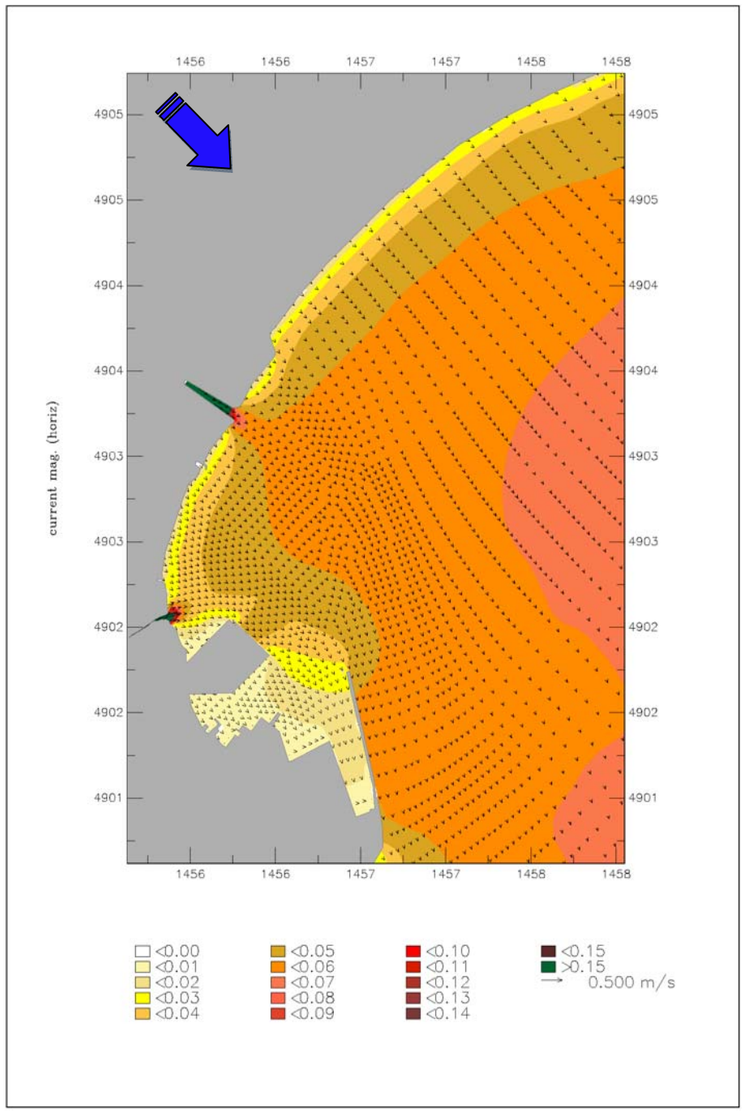


FIGURA 11-34 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

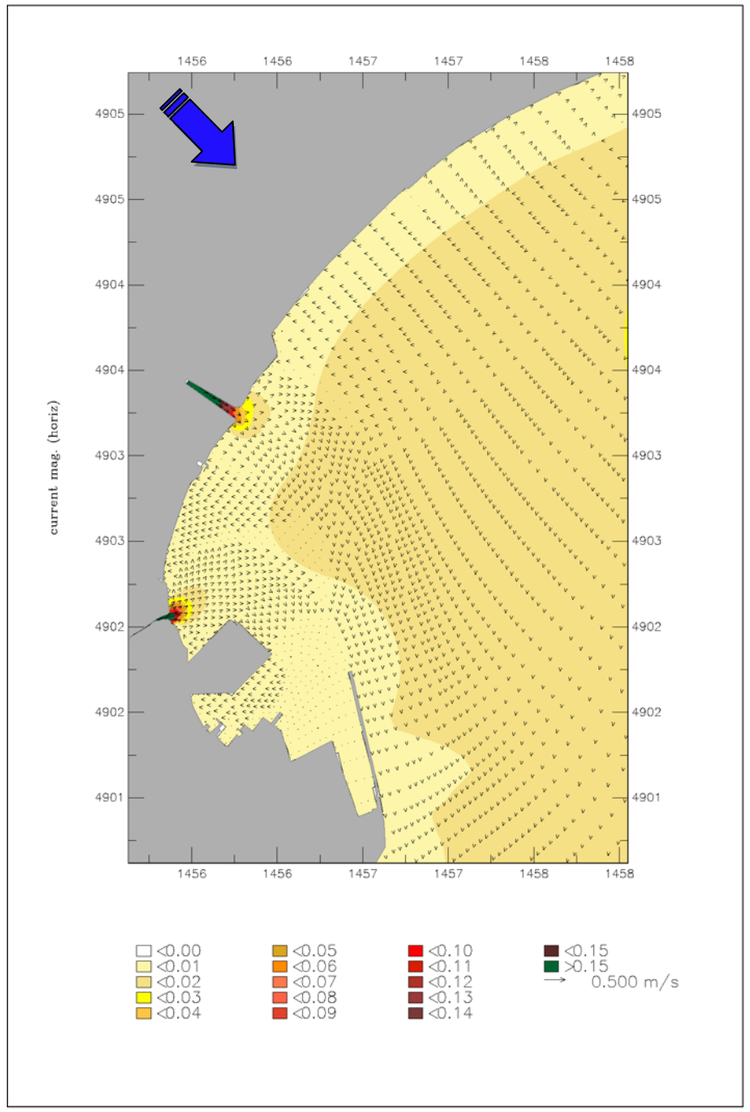


FIGURA 11-35 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

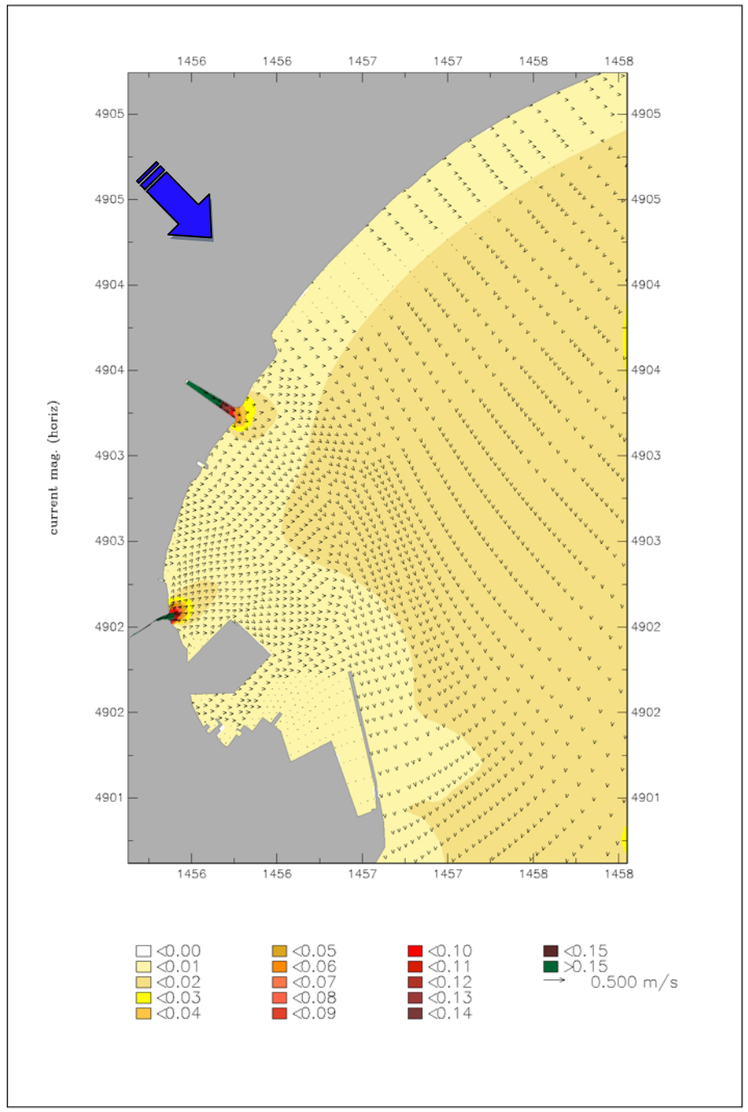


FIGURA 11-36 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST – RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

11.2.6.2 Caratteristiche dispersive

Gli indicatori utilizzati per analizzare le caratteristiche dispersive nel tratto litoraneo compreso tra la rada di Vado e la foce del torrente Letimbro sono basati sulle analisi della dispersione di un tracciante di origine torrentizia in grado di immettere nel sistema sostanze potenzialmente inquinanti e quindi nocive per le aree litoranee di maggiore pregio e ed interesse turistico.

Al fine di ottenere una valutazione di tipo parametrico sulla dispersione delle acque dei torrenti che sfociano nella baia di Vado Ligure, è stato assunto che ogni torrente recapitasse in mare acqua caratterizzata dalla medesima concentrazione di un tracciante passivo, ovvero di una sostanza perfettamente solubile in acqua che non subisce trasformazioni né chimiche né fisiche mentre si disperde nella zona.

Nelle simulazioni sono stati considerati tre traccianti diversi, per ciascuno dei tre torrenti con le medesime caratteristiche e con una concentrazione allo scarico pari a 1 g/m³. In questo modo, avendo assunto uno scarico unitario alla sorgente, la concentrazione risultante C(x,t) in un determinato punto dello spazio all'istante temporale t rappresenta anche il rapporto di diluizione tra la concentrazione C(x,t) la concentrazione C_0 al rilascio ed indica quindi l'abbattimento rispetto al carico iniziale immesso nel sistema.

Gli scenari idrodinamici e di deflusso adottati nelle simulazioni, sono quelli già considerati per la definizione delle caratteristiche idrodinamiche

Nelle pagine seguenti vengono presentati le mappe della distribuzione della concentrazione dei traccianti, considerati nell'analisi del contributo dei tre corsi d'acqua, risultati delle simulazioni.

Dispersione in condizione di calma di vento

Per questo scenario l'idrodinamica dell'area di studio è determinata esclusivamente dall'oscillazione periodica della marea e dalla presenza della corrente litoranea.

In Figura 11-37 si riporta, per ogni singolo corso d'acqua, la distribuzione della concentrazione del tracciante considerato.

Lo scarico del Torrente Letimbro interessa un'area di litorale attorno alla sua foce. Si può osservare come la presenza di una corrente litoranea, seppure molto debole, tenda a deformare il "plume" nella direzione Sud-Ovest e, pertanto, la dispersione avviene in modo non omogeneo rispetto alla foce stessa. E' inoltre da rilevare come il tracciante rilasciato dal Torrente Letimbro non vada ad interessare in modo significativo la zona portuale.

Il Torrente Quiliano, ha un comportamento sostanzialmente analogo a quello del Torrente Letimbro: il "plume" di dispersione si manifesta in modo abbastanza simmetrico nell'intorno del punto di immissione. Le concentrazioni del tracciante tendono rapidamente a decrescere sotto la soglia di 0.05 g/m³ rispetto alla concentrazione iniziale nel raggio di alcune centinaia di metri dal punto di rilascio. In prossimità della foce del Segno, nell'area dove è prevista la realizzazione del nuovo porto turistico, le concentrazioni del tracciante sono nell'ordine di qualche percentuale mentre all'interno della rada assumono valori inferiori, nell'ordine di 0.01 g/m³.

Il Torrente Segno, data la morfologia della zona in cui sfocia e la vicinanza alla zona portuale è quello che manifesta maggiori livelli di concentrazione nella area portuale e, in particolare, nell'area litoranea a nord della foce. Dai risultati delle analisi è possibile osservare che il pennacchio del tracciante rimane tendenzialmente confinato in prossimità della foce e tende a diffondersi maggiormente verso nord mentre verso sud il trasporto è ostacolato dalla presenza della radice della piattaforma. In questa zona le concentrazioni variano nell'intervallo 0.2 – 0.3 g/m³. Il tracciante tende comunque a disperdersi rapidamente e a scendere nel raggio di qualche centinaio di metri sotto il livello del 0.05 g/m³. Nella rada di vado, infine, le concentrazioni osservate sono nell'ordine di 0.01 - 0.02 g/m³.

In Figura 11-38 si riporta la distribuzione della concentrazione del tracciante conservativo considerato analizzando il contributo di tutti tre i corsi d'acqua contemporaneamente.

Si può notare come l'area di influenza di ogni singolo torrente si sovrapponga con quella degli altri, determinando sotto costa un'area con valori di concentrazione variabili; le massime concentrazioni rimangono comunque in corrispondenza delle tre foci e nelle aree limitrofi.

Mentre il Torrente Letimbro si conferma il corso d'acqua con minore influenza, il Torrente Quiliano e il Torrente Segno tendono a sovrapporsi in termini di effetto e quindi ad incrementare le concentrazioni nell'area litoranea che assumono valori compresi nell'intervallo 0.2 – 0.4 g/m³ in funzione della vicinanza alle foci dei torrenti. Il tracciante tende rapidamente a diminuire spostandosi verso marea aperto ; nella rada di Vado la concentrazione totale è nell'ordine di 0.04 g/m³.

In termini generali è possibile osservare che la componente avvettiva del trasporto (cioè quella legata alle correnti) è molto bassa dati i bassi valori di velocità, mentre è preponderante la componente dispersiva.

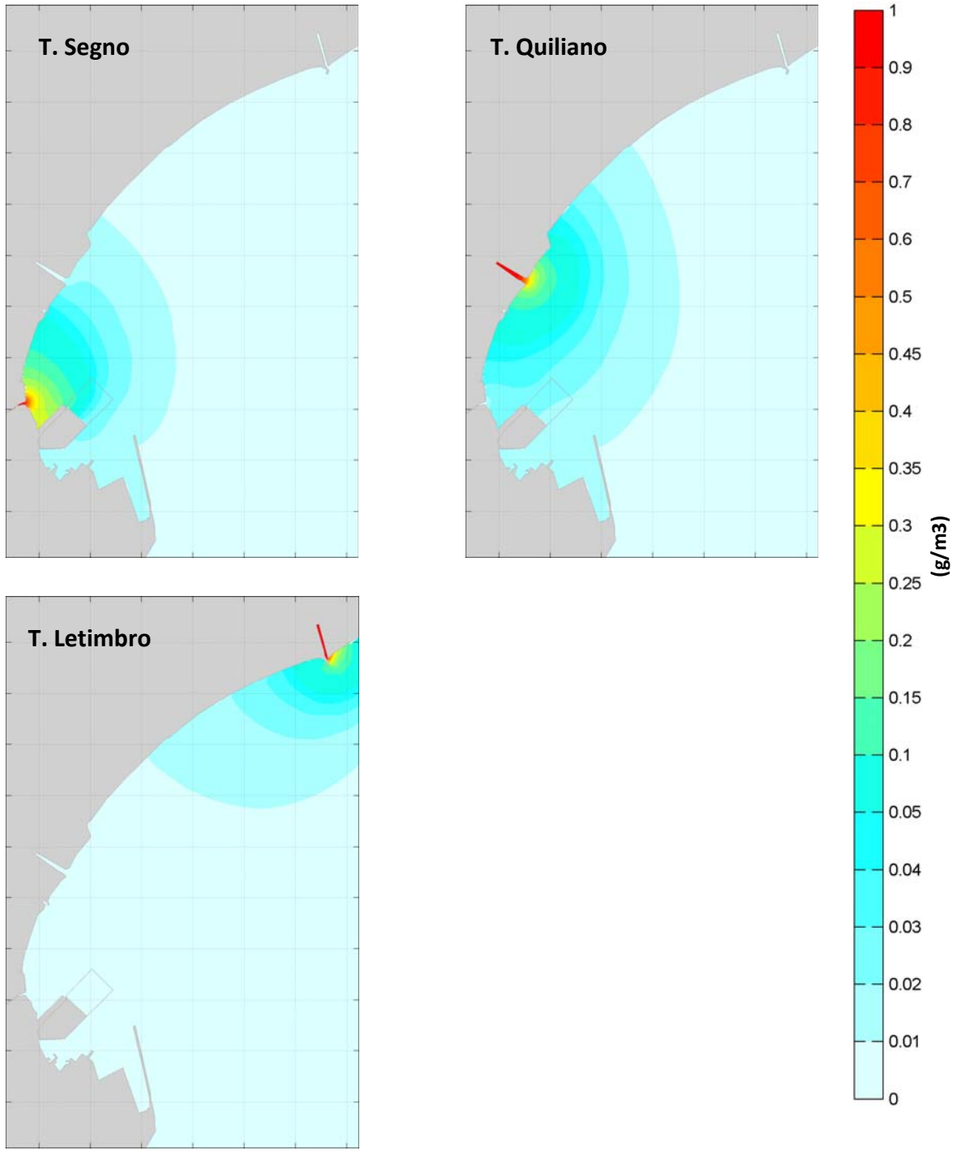


FIGURA 11-37 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO- RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE

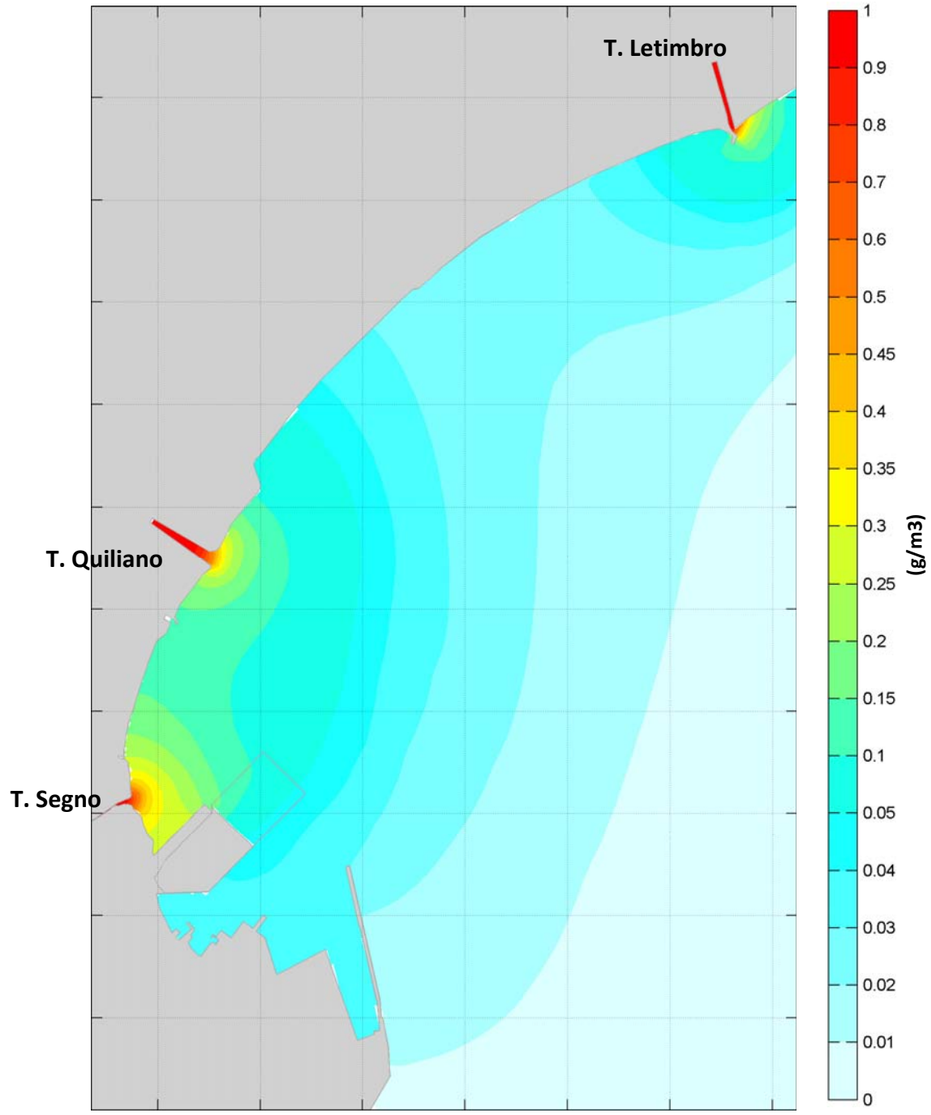


FIGURA 11-38 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO- RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

Dispersione in condizione di vento da Nord-Est

In questo scenario idrodinamico è stato considerato che un vento da Nord-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 11-39 sono riportate le mappe della concentrazione del tracciante per i tre fiumi considerati singolarmente, e in Figura 11-40 la mappa di concentrazione considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi.

Come già osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono, quindi, generalmente molto basse.

Anche la dispersione dei traccianti conservativi, di conseguenza, presenta un pattern di diffusione molto simile a quello osservato per il caso senza vento, dal momento che la componente avvettiva del trasporto continua ad avere un peso di secondo ordine rispetto alla componente dispersiva.

Per quanto riguarda il tracciante T. Letimbro, rispetto al caso senza vento, si può notare un ulteriore allungamento del "plume" nella direzione Sud-Ovest mentre per quel che riguarda il tracciante T. Quiliano e per il T. Segno, la corrente indotta dal vento (concorde con la direzione della corrente litoranea) contrasta la dispersione del "plume" verso Nord e, quindi, l'area litoranea interessata dalla dispersione risulta leggermente minore.

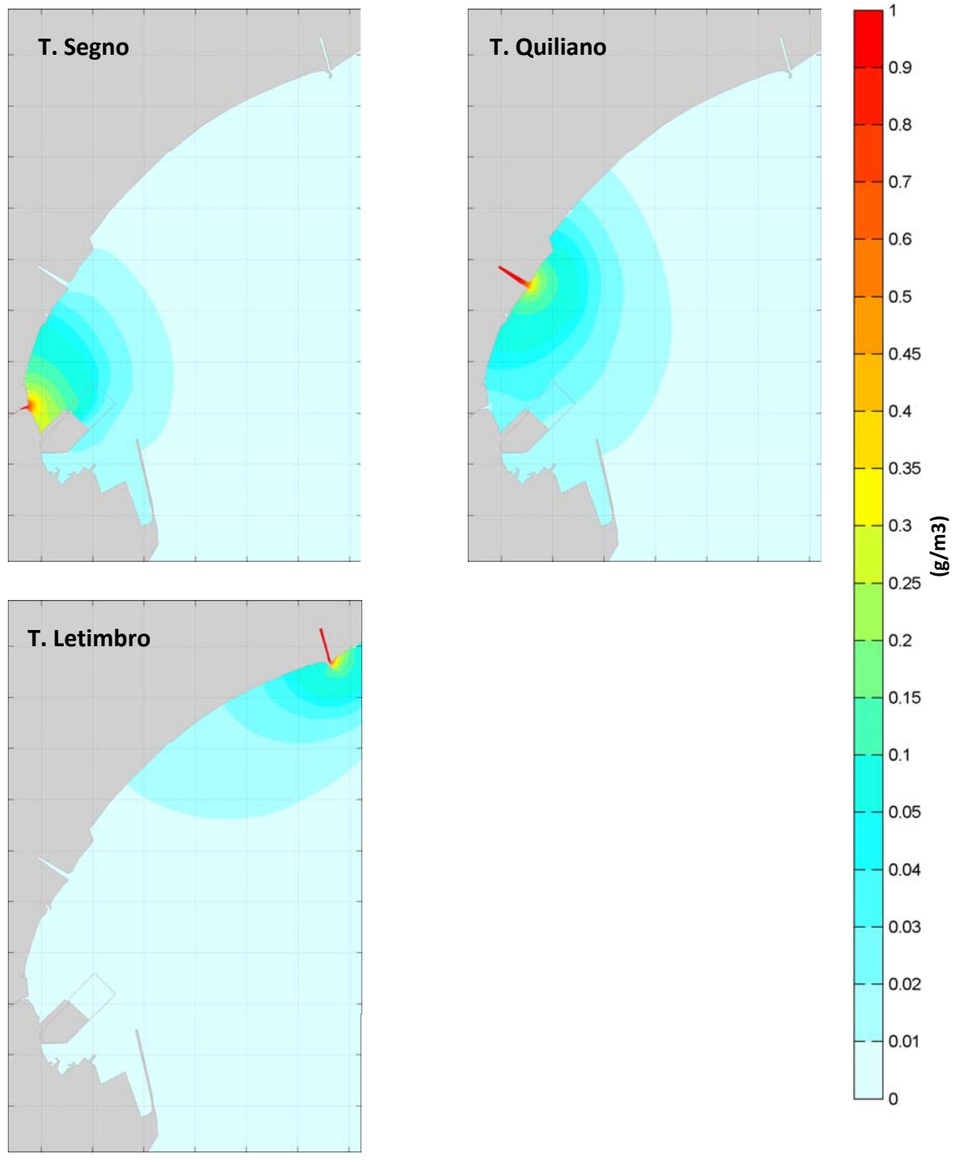


FIGURA 11-39 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD- EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

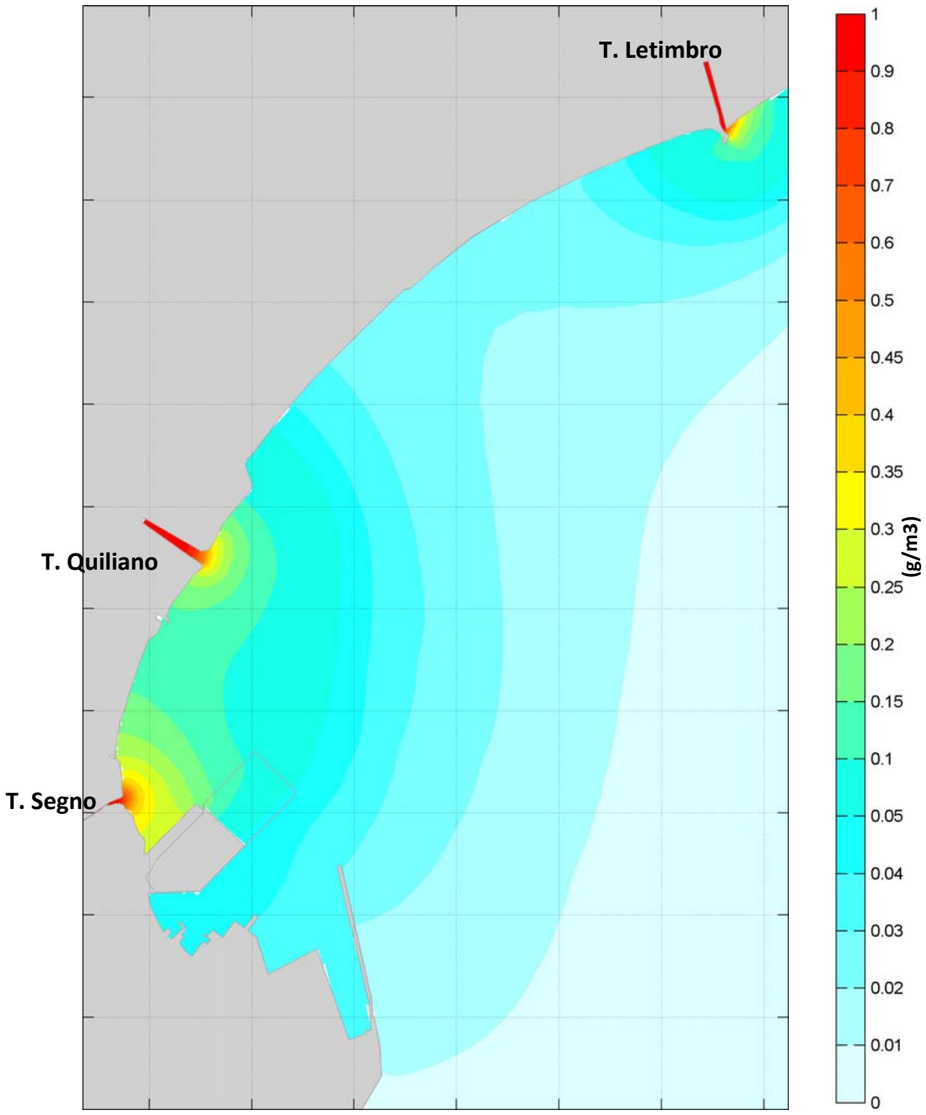


FIGURA 11-40 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD EST -RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

<u>Dispersione in condizione di vento da Sud-Est</u>

In questo scenario è stato considerato che un vento da Sud-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte per il caso precedente. L'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo sensibile la circolazione idrodinamica e , di conseguenza nemmeno i processi di trasporto del tracciante.

Il pattern di diffusione dei traccianti rimane pertanto molto simile a quello dei casi precedenti e gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono, quindi, generalmente molto basse.

Per quanto riguarda il tracciante T. Letimbro, rispetto al caso senza vento, si può notare un leggero schiacciamento del "plume" dovuto alla corrente indotta dal vento che contrasta la dispersione verso Sud-Est mentre per quel che riguarda il tracciante T. Quiliano e per il T. Segno questo effetto è meno evidente.

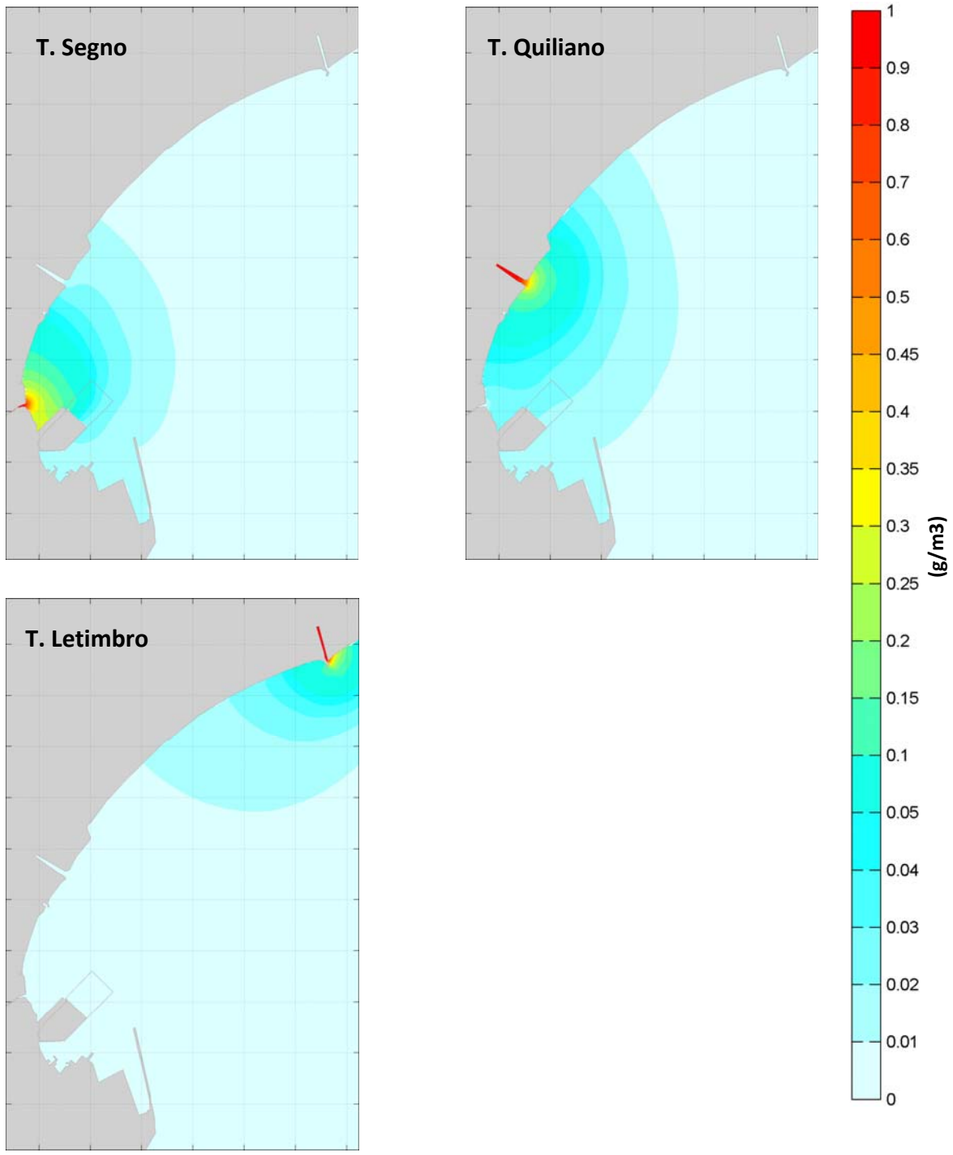


FIGURA 11-41 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD –EST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

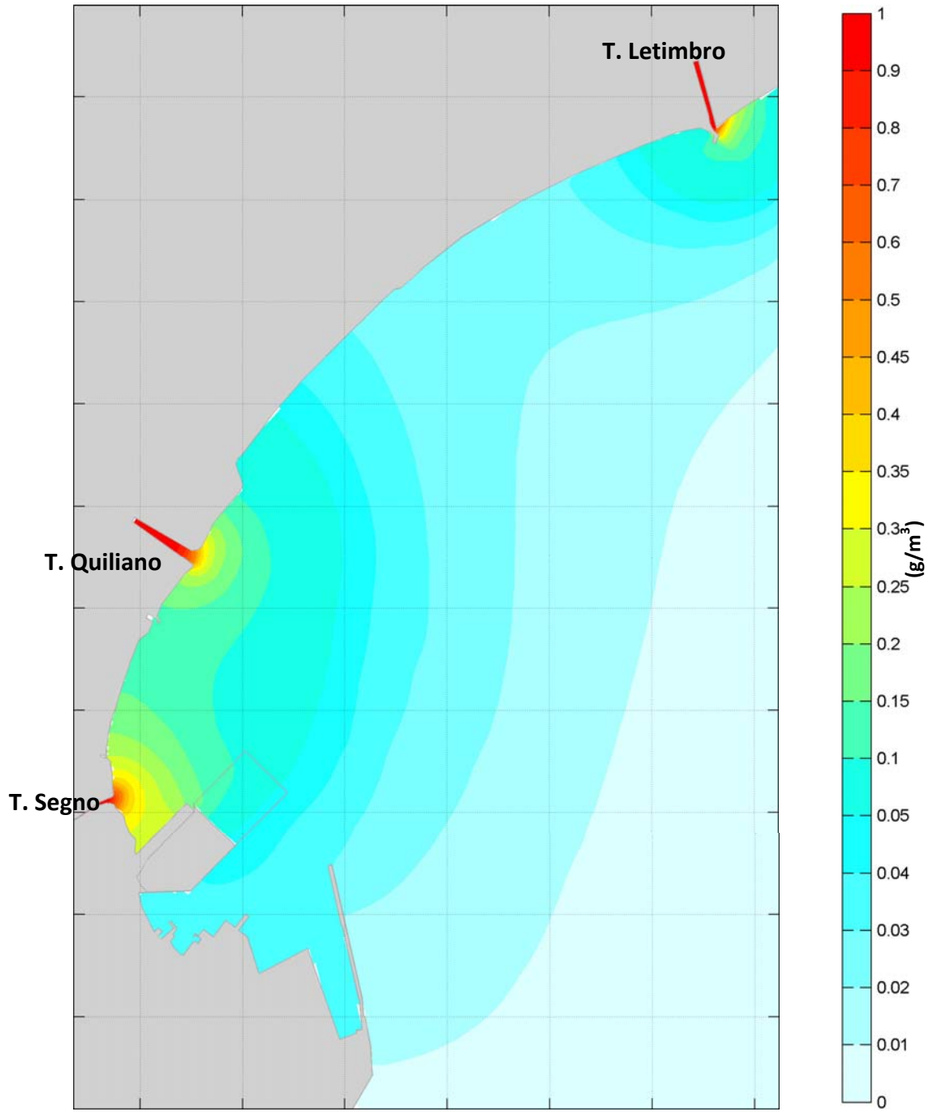


FIGURA 11-42 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD EST -RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

Dispersione in condizione di vento da Nord-Ovest

In questo scenario è stato considerato che un vento da Nord-Ovest con intensità costante di 10 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte per il caso precedente. L'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo sensibile la circolazione idrodinamica e, di conseguenza nemmeno i processi di trasporto del tracciante.

Il pattern di diffusione dei traccianti rimane pertanto molto simile a quello dei casi precedenti con una leggero incremento della dispersione verso largo per lo sviluppo di una corrente superficiale concorde al vento.

Il pattern di diffusione dei traccianti rimane pertanto molto simile a quello dei casi precedenti e gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono, quindi, generalmente molto basse.

Per quanto riguarda il tracciante T. Quiliano e T. Segno, rispetto al caso senza vento, si può notare un leggero incremento della dispersione nella direzione Sud-Est dovuto alla corrente indotta dal vento mentre per quel che riguarda il tracciante T. Letimbro questo effetto è meno evidente.

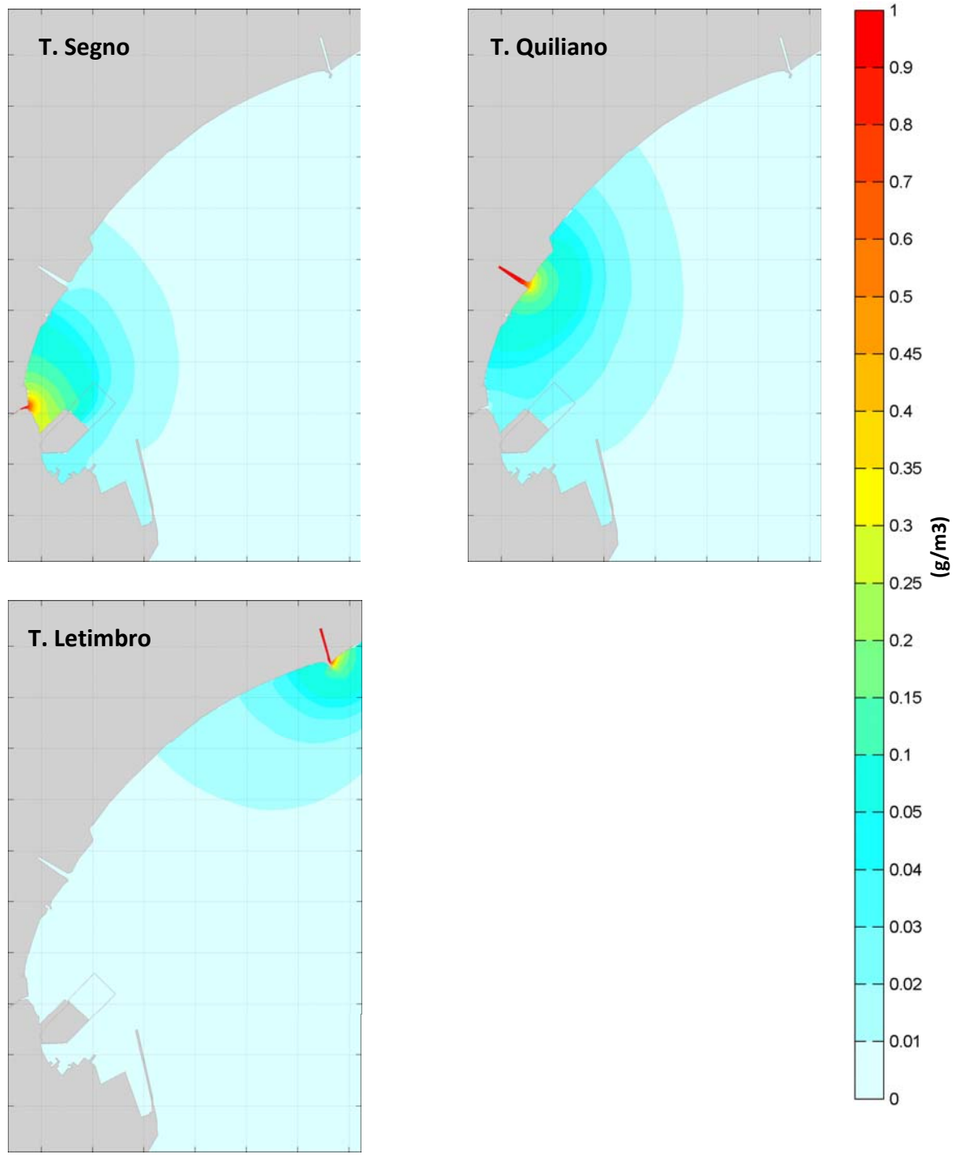


FIGURA 11-43 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD - OVEST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

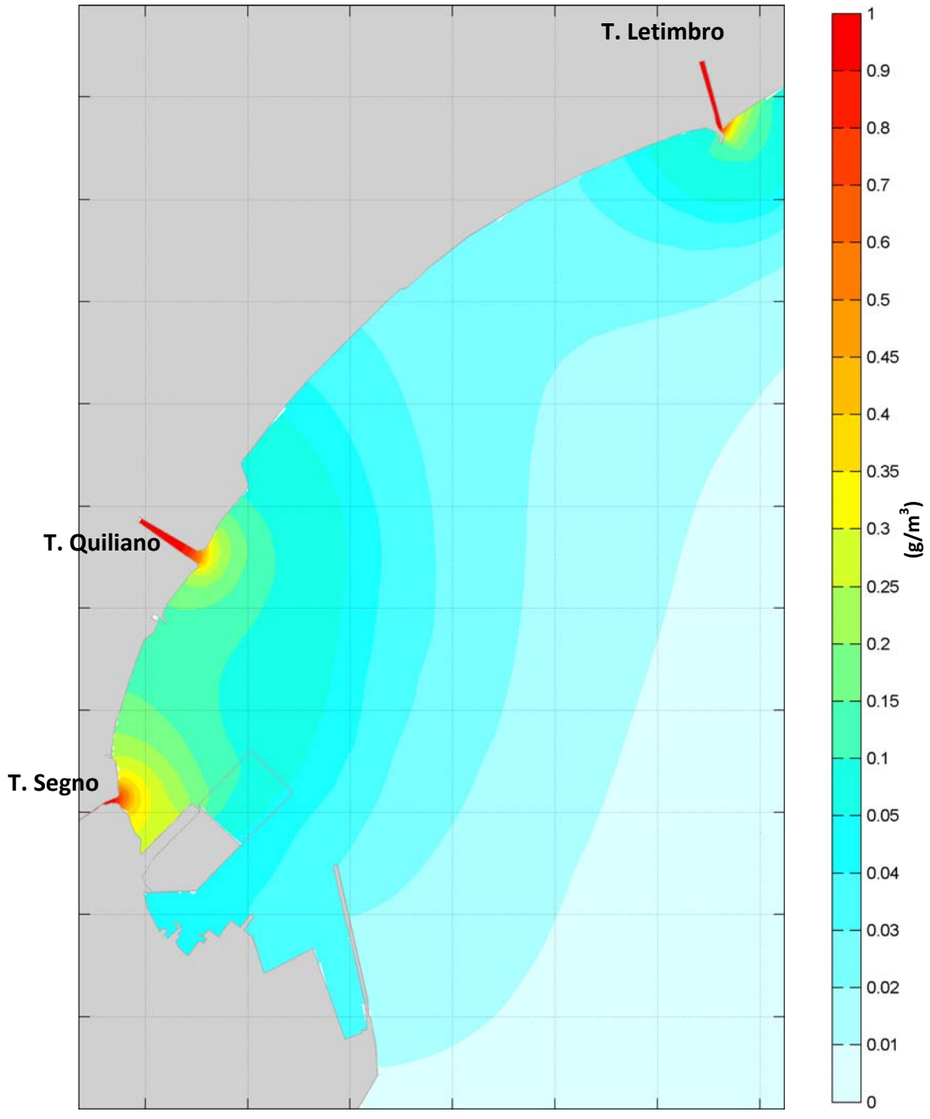


FIGURA 11-44 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD OVEST - RIFERIMENTO FASE REALIZZAZIONE.

11.2.6.3 Capacità di ricambio

La valutazione della capacità di ricambio nella situazione di riferimento per la fase di realizzazione della piattaforma multifunzionale di Vado Ligure non è stata effettuata perché data la natura transitoria del cantiere gli effetti sul ricambio sono da ritenersi non significativi rispetto a quelli previsti per la fase di esercizio, riportati nel Paragrafo 13.5.2.3.

11.2.6.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso

Lo studio della dinamica litoranea che si instaura nei fondali antistanti il litorale di Vado in seguito alla persistenza (cioè a regime, in condizioni stazionarie) di determinate forzanti, è stato condotto mediante l'utilizzo del codice di calcolo CMS-Flow, accoppiato al codice di calcolo CMS-Wave. Una descrizione dettagliata dei codici di calcolo viene riportata in Appendice nei paragrafi 1.4.1 e 1.4.2.

Per lo studio delle correnti costiere sono state considerate come forzanti principali il moto ondoso, il vento e la portata di piena del T. Segno. Il campo di moto ondoso sottocosta (forzante del modello idrodinamico) è stato ricavato, per mezzo del codice di calcolo CMS-Wave. Quest'ultimo si interfaccia con il codice di calcolo CMS-Flow, fornendogli i valori dei radiation stress che generano le correnti litoranee.

I risultati dello studio della circolazione costiera per la configurazione di riferimento in fase di realizzazione, condotto per mezzo del codice di calcolo CMS-Flow interfacciato con il codice di calcolo CMS-Wave, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 11-45 a Figura 11-50).

I risultati riportano in forma grafica le velocità medie della corrente generata dalle mareggiate (mediate sul profilo verticale): le velocità sono rappresentate in termini

di gradazioni cromatiche, mentre la direzione locale della corrente viene indicata mediante vettori il cui modulo è proporzionale alla velocità stessa.

I risultati mostrano campi di corrente abbastanza articolati, con locali inversioni della corrente. L'energia del moto ondoso forza dinamiche evidenti, anche se le differenze e le articolazioni maggiori non si verificano a ridosso della linea di riva.
Per quanto riguarda le simulazioni effettuate in presenza di piena del T. Segno, con le mareggiate più contenute da 5 gg/anno, si può osservare che l'elemento dominante nel campo delle correnti risulta essere il flusso in uscita dalla foce del Torrente; risulta però anche evidente che il flusso in uscita, pur rimanendo relativamente compatto, risente in maggiore misura delle forzanti associate alle mareggiate.

La circolazione che si sviluppa a seguito della mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1), è caratterizzata da correnti relativamente intense dirette verso Sud-Ovest, che si sviluppano da Nord fino al terrapieno del campo da basket, a Nord del Segno. A Sud del "parcheggio dei camper" (di seguito denominato area camper), lungo la spiaggia, l'intensità della corrente subisce comunque una sensibile riduzione per poi distaccarsi dalla riva e formare un esteso vortice anticiclonico che arriva a lambire il nuovo terrapieno della piastra.

Anche con la mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2) si osserva che si ha la formazione del vortice anticiclonico, che si estende maggiormente verso Nord, interessando quasi tutta la spiaggia a Nord del Segno, fin quasi all'area camper al suo estremo settentrionale. La corrente meridionale, che si sviluppa a partire dal punto di divergenza in corrispondenza della cuspide fociva del Quiliano, non riesce a svilupparsi parallelamente alla costa, distaccandosene prima a Nord del cantiere nautico e, successivamente, nella zona dell'area camper.

Per la mareggiata di Mezzogiorno con frequenza di 1g/anno (TEST 3), si osserva come la circolazione sia caratterizzata da intensità assai debole e sia diretta pressoché ovunque verso Nord-Est.

Per quanto riguarda il flusso di piena in uscita dal torrente, si osserva che il flusso è poco confinato e viene maggiormente condizionato dalle mareggiate; si osserva quindi che, per la mareggiata di Levante (TEST 4), il flusso tende a ruotare verso Sud-Ovest oltrepassando la piastra, mentre ruota verso Nord, Nord-Ovest per le mareggiate di Scirocco-Mezzogiorno (TEST 5 e TEST 6), con tendenza alla formazione di un vortice ciclonico, più evidente per la mareggiata di Mezzogiorno (TEST 6). Come si vedrà nel seguito, tuttavia, la capacità di trasporto di sedimenti potenzialmente di interesse per la dinamica della spiaggia attiva si esaurisce a brevissima distanza dalla sezione di foce e il potenziale interesse relativamente alla dinamica delle portate fluviali assume scarsa rilevanza per lo studio del litorale.

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

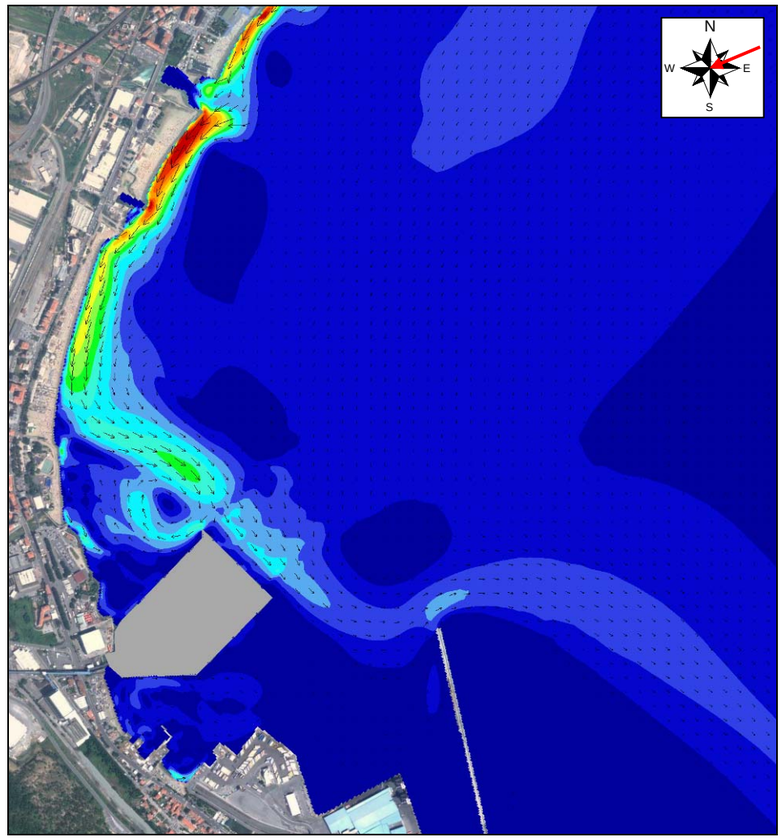


FIGURA 11-45 – TEST1 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

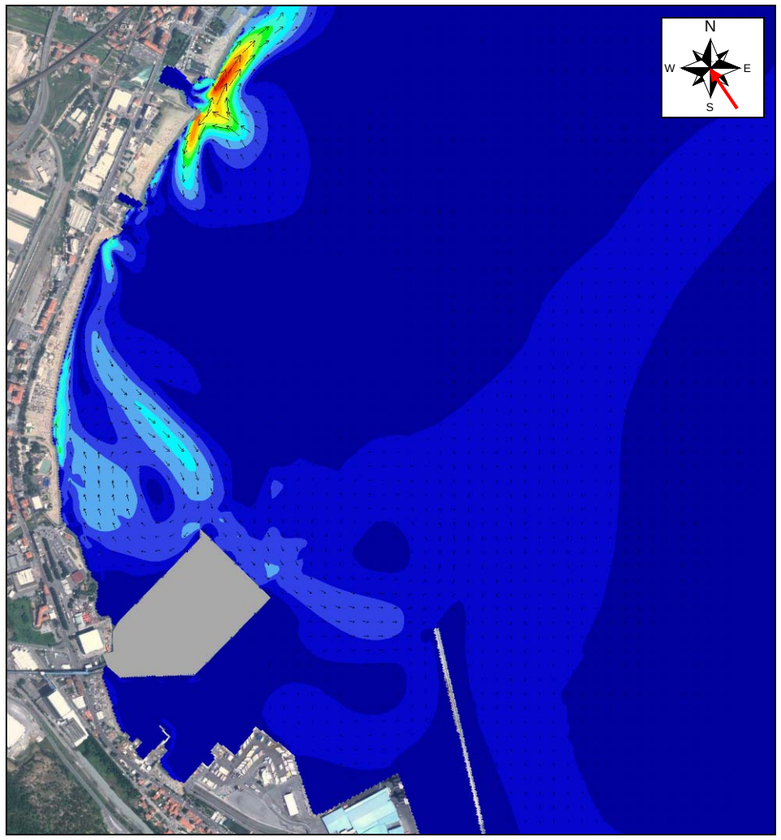


FIGURA 11-46 – TEST2 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

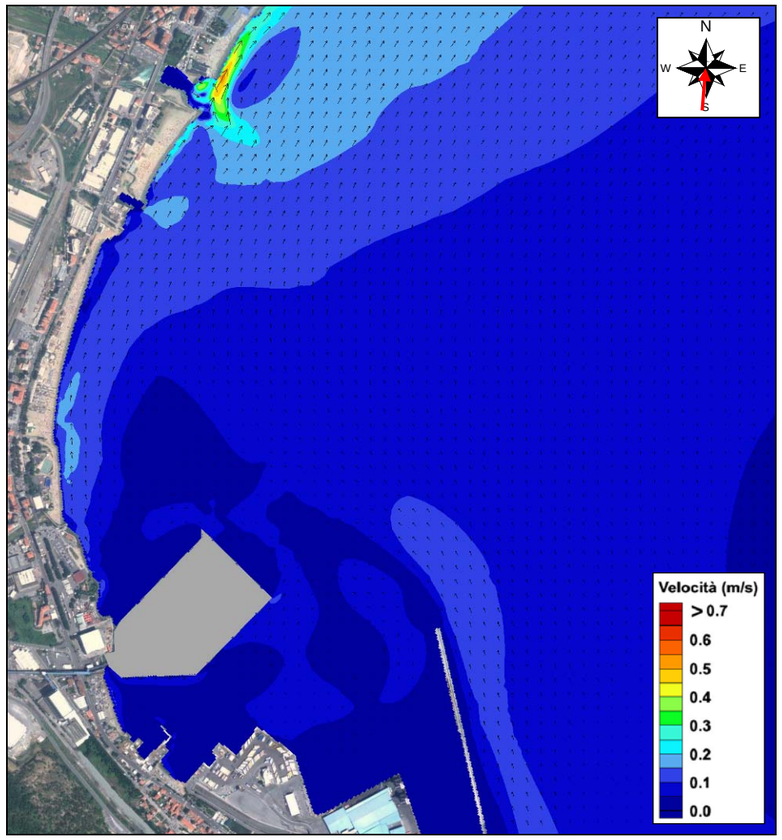


FIGURA 11-47 – TEST3 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

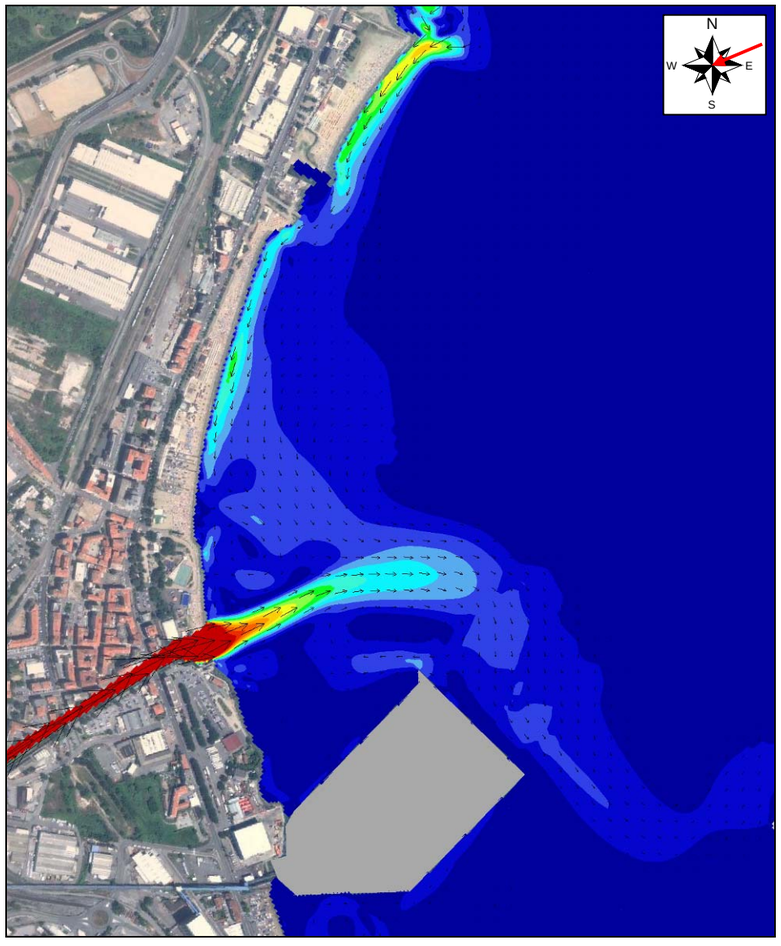


FIGURA 11-48 – TEST4 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

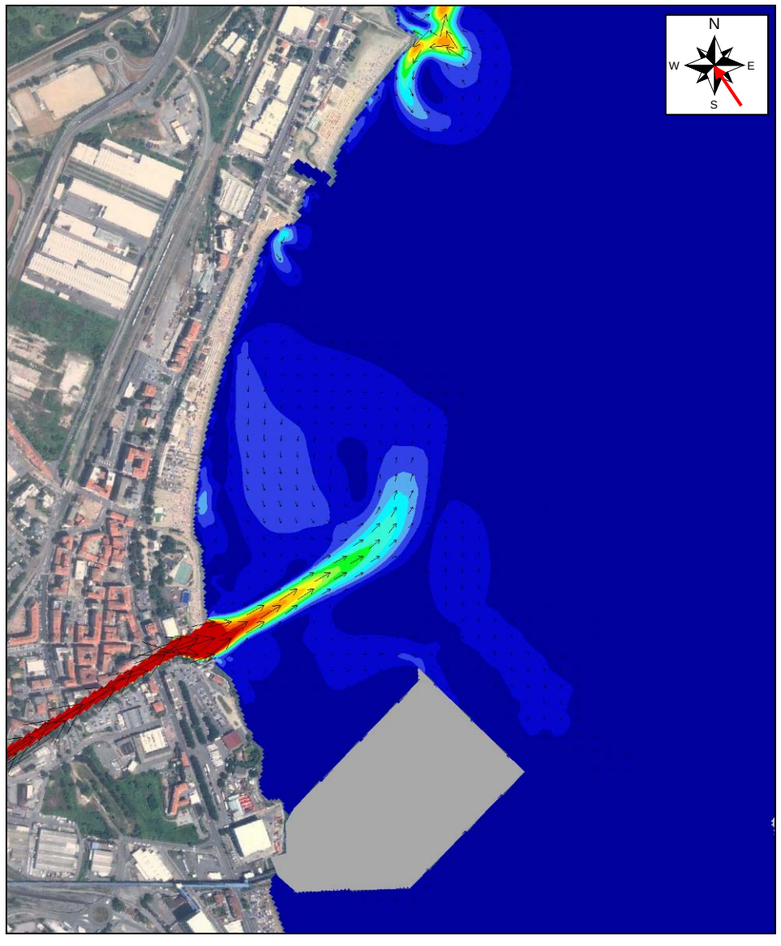


FIGURA 11-49 – TEST5 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

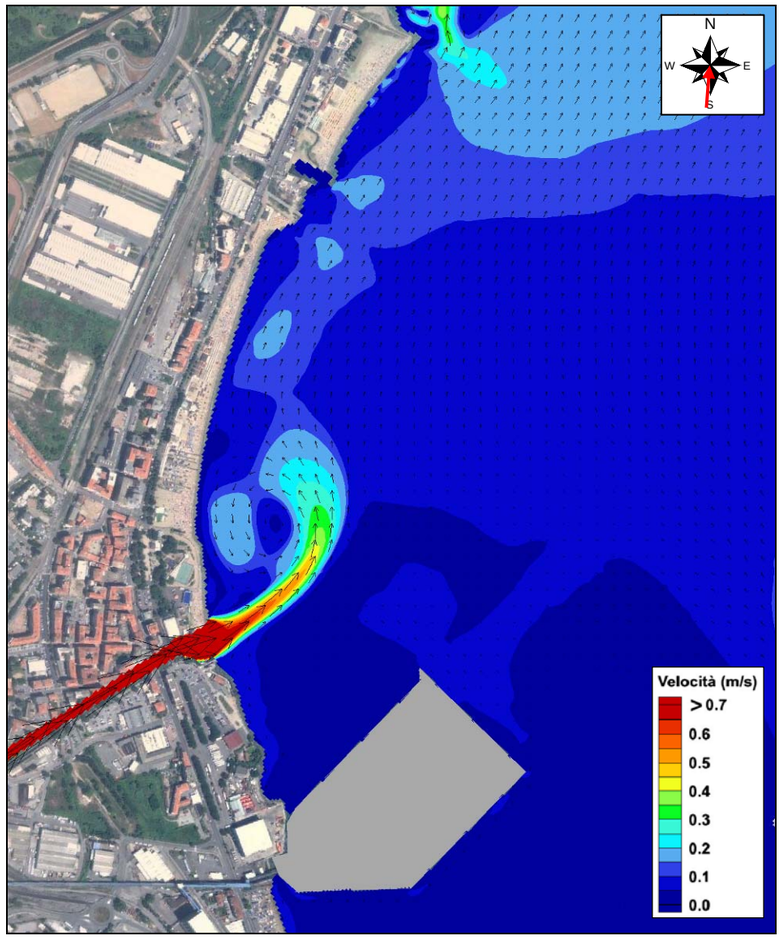


FIGURA 11-50 – TEST6 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

11.2.7. Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale

Trasporto solido litoraneo

Utilizzando l'accoppiamento del codice di calcolo CMS-Flow con il codice di calcolo CMS-Wave, è stato inoltre condotto lo studio del trasporto solido litoraneo. Il codice di calcolo CMS-Flow consente di interpretare correttamente i fenomeni responsabili del trasporto dei sedimenti; le simulazioni condotte consentono di evidenziare, seppur qualitativamente, le aree potenzialmente attive dal punto di vista del trasporto solido generato dall'azione combinata di onde e correnti. Per lo studio del trasporto solido sono state considerate come forzanti principali il campo di moto ondoso (CMS-Wave) e il campo di velocità e di livelli generato dal moto ondoso e dall'evento di piena (risultati del modello CMS-Flow, cfr Paragrafo 0).

Il modello è in grado di simulare i fenomeni di trasporto che interessano la fascia di spiaggia attiva sommersa, conseguentemente per lo studio sono state fornite in input al modello le caratteristiche granulometriche del materiale che compone la spiaggia sommersa. Dai dati granulometrici disponibili si è ricavato un D_{50} (diametro mediano dei grani) pari a 0.20 mm. Si rimanda al paragrafo 1.3.2 dell'Appendice per una più dettagliata descrizione delle modalità con cui è stato ricavato tale valore.

I risultati in termini di trasporto solido, per la configurazione di riferimento in fase di realizzazione, ottenuti per mezzo del codice di calcolo CMS-Flow interfacciato con il codice di calcolo CMS-Wave, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 11-51 a Figura 11-56). Per ciascuna delle mareggiate analizzate sono stati riportati i risultati che rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

In linea generale, i risultati mostrano tendenze simili a quelle evidenziate dalla circolazione idrodinamica sottocosta; la concentrazione dei sedimenti in sospensione, determinata principalmente dalle velocità orbitali al fondo, risulta infatti pressoché nulla a profondità superiori ai 2÷3 m. Le tendenze sono quindi molto più semplici e sostanzialmente riconducibili all'identificazione del verso di trasporto lungo la riva.

Nel dettaglio, per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1), si osserva un trasporto solido significativo diretto verso Sud-Ovest, valori più elevati nell'intorno della foce del Quiliano, fino al cantiere nautico, e progressivamente minori lungo la spiaggia Sud, per poi annullarsi in corrispondenza del terrapieno del campo da basket. Procedendo verso Sud, si osserva che la mobilitazione risulta caratterizzata da direzioni variabili, e si annulla poco a Sud del T. Segno, mantenendo sempre e comunque valori del tutto trascurabili.

Per la mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2) , si osserva che dalla foce del T. Segno verso Nord si genera un trasporto solido diretto verso Nord che si attenua lungo la spiaggia a Nord. In corrispondenza della foce del Quiliano si evidenzia nuovamente il punto di divergenza del trasporto solido, anche se la componente meridionale appare (come del resto la circolazione idrodinamica) piuttosto irregolare e non si sviluppa parallela alla riva.

Per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3), si osserva che non si generano mobilitazioni di sedimenti di qualche interesse, se non a Nord del Quiliano.

L'evento di piena è associato ad una notevole movimentazione dei sedimenti lungo l'asta fluviale, ma a una ridottissima mobilitazione oltre l'uscita della foce.
Conseguentemente, il trasporto solido in uscita non risulta sostanzialmente influenzato dalle variazioni di direzioni subite dalle corrente in uscita dalla foce per effetto delle concomitanti mareggiate.

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

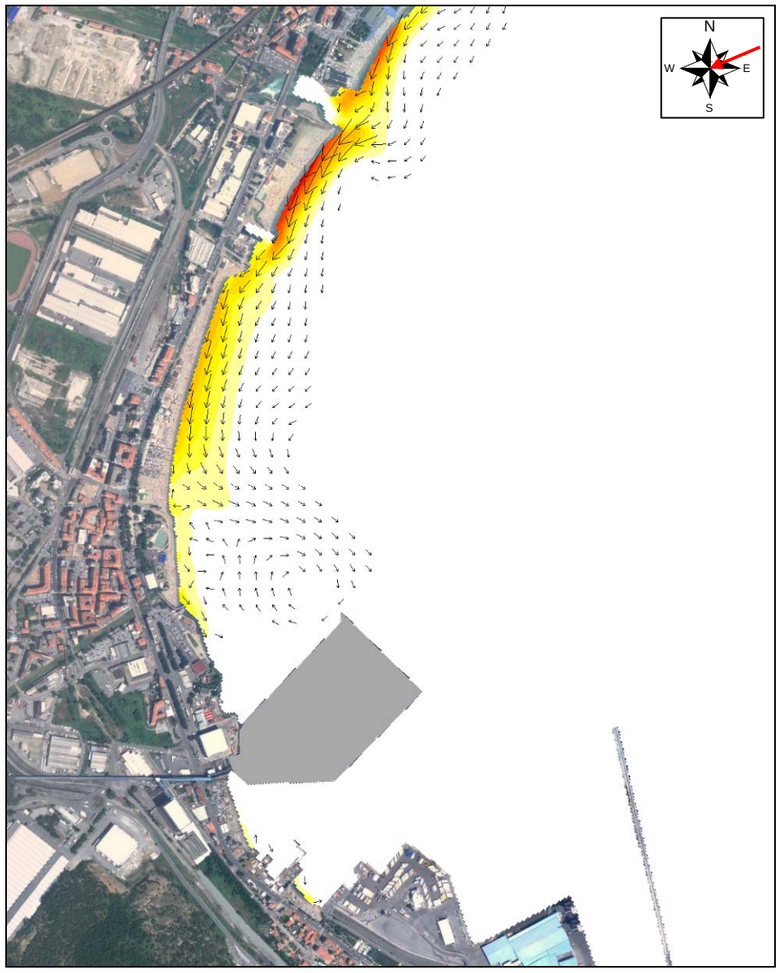


FIGURA 11-51 – TEST1 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

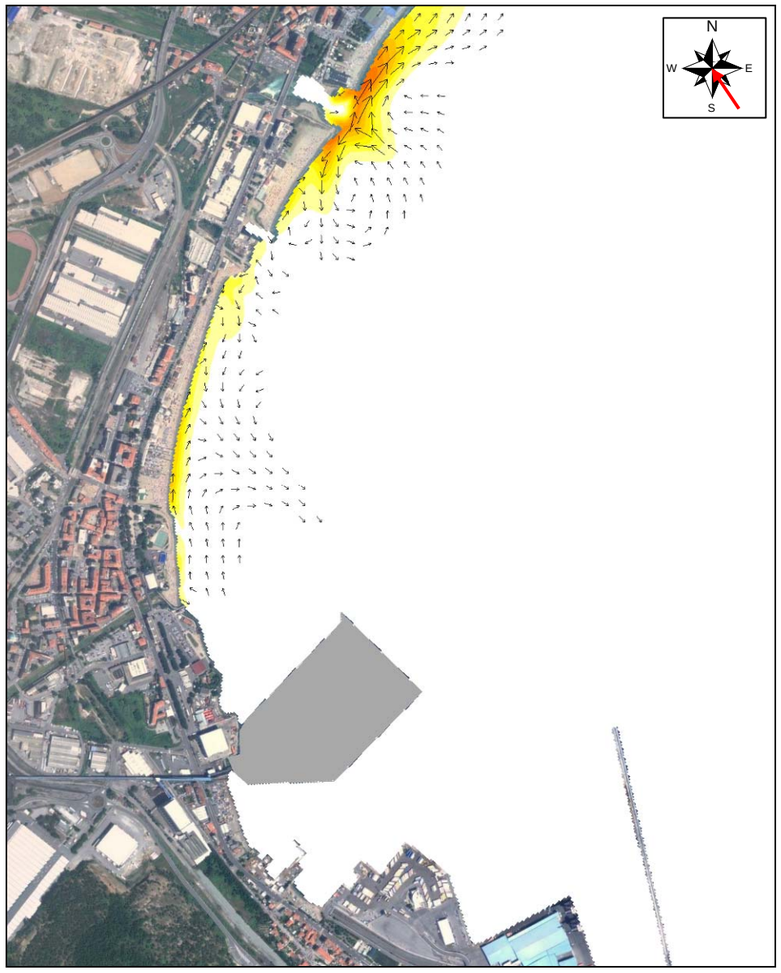


FIGURA 11-52 – TEST2 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
HS = 1.93 M - TP = 6.80 S – DIR = 145°N

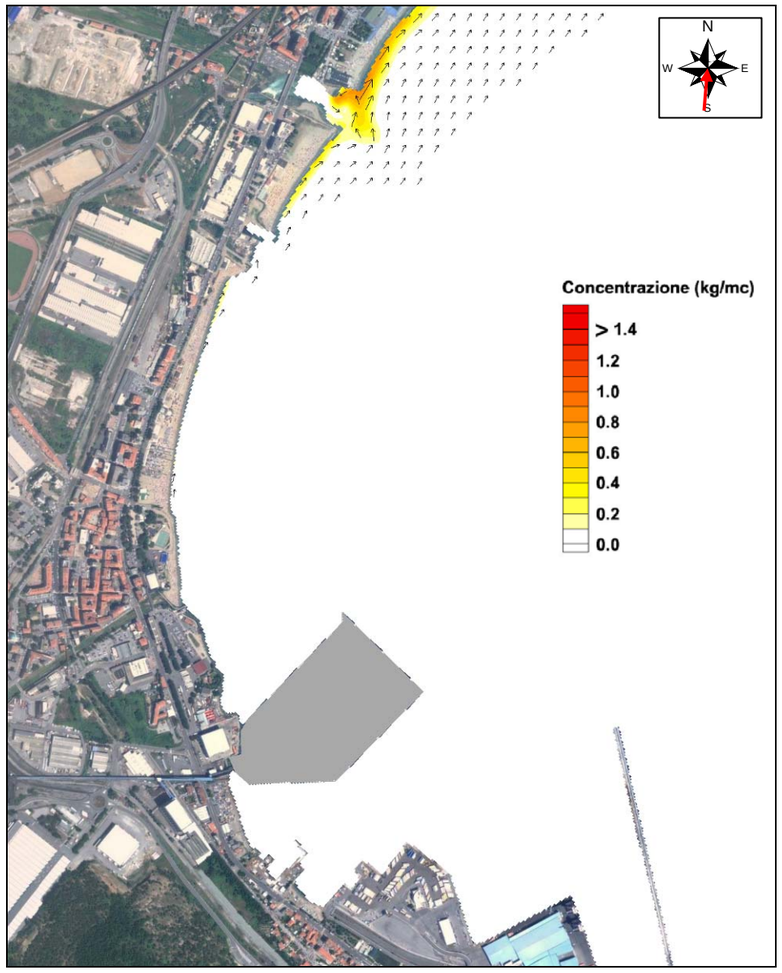


FIGURA 11-53 – TEST3 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

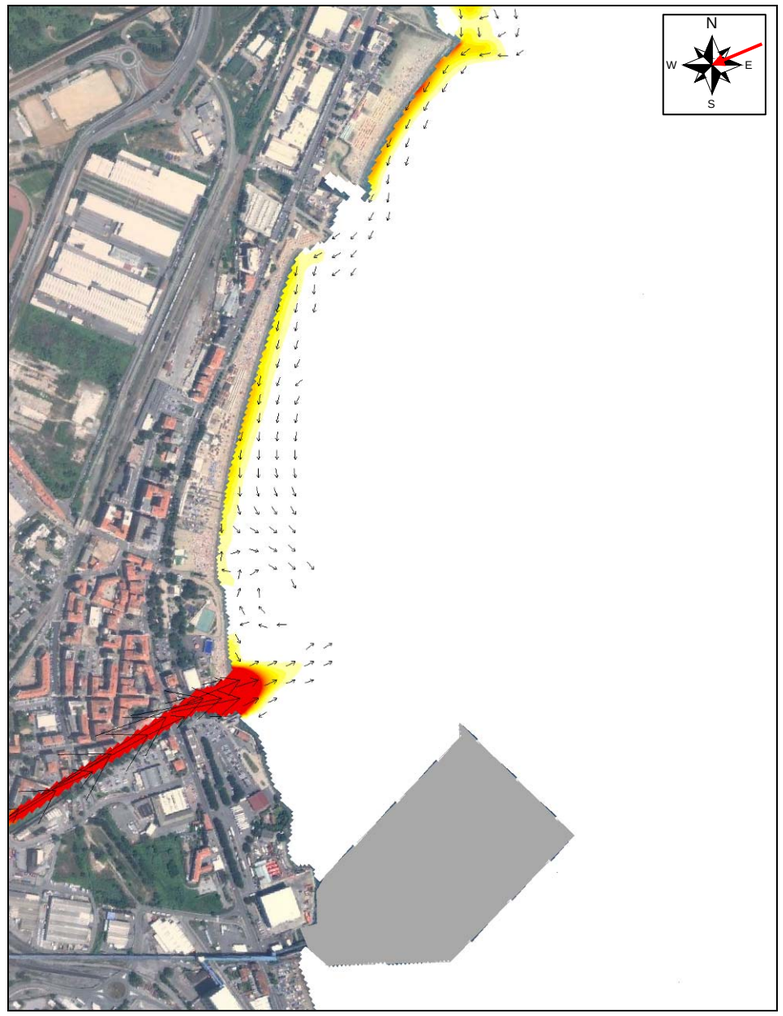


FIGURA 11-54 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

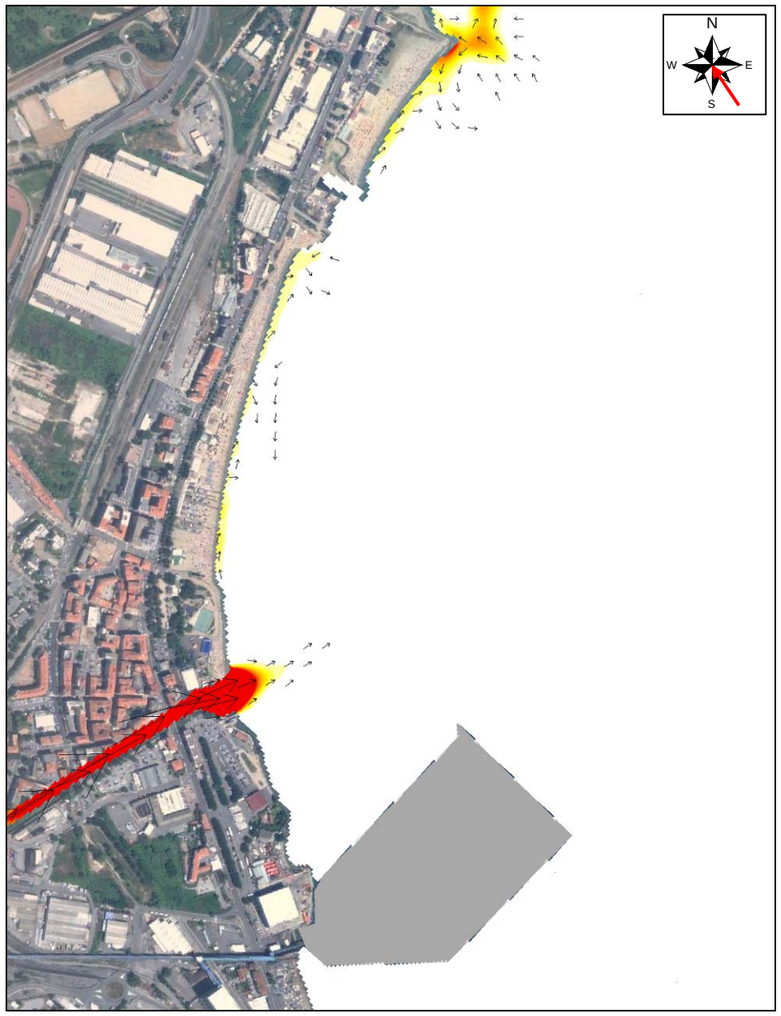


FIGURA 11-55 – TEST5 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

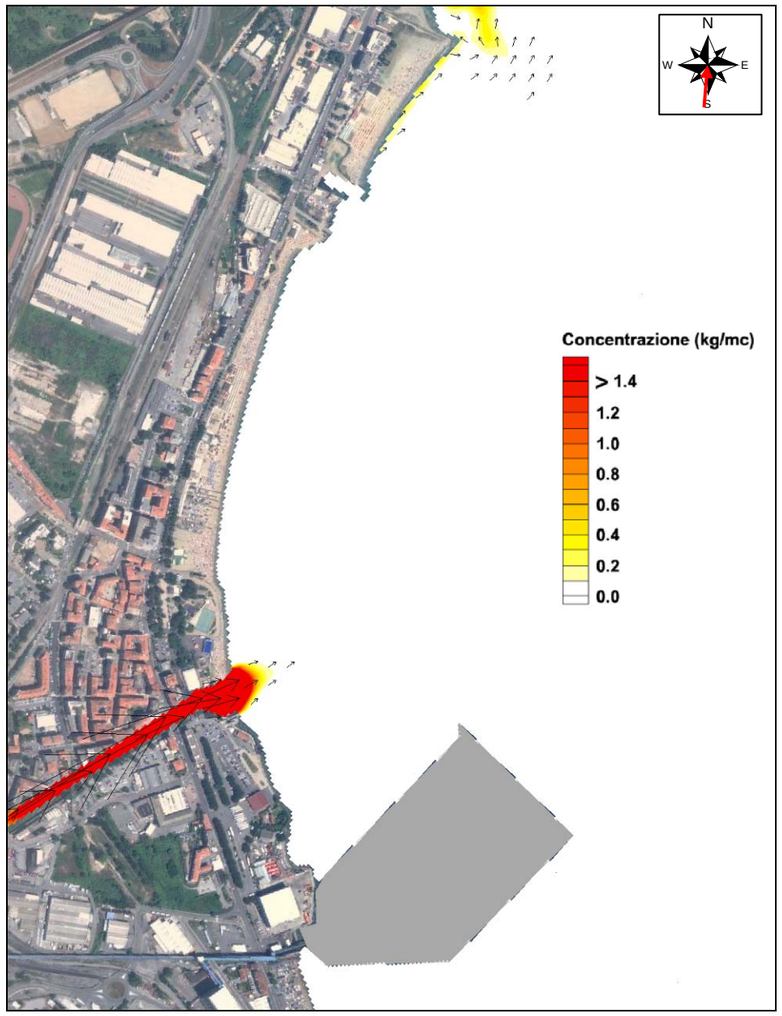


FIGURA 11-56 – TEST6 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

Tendenze evolutive del fondale

Per ciascuna delle mareggiate precedentemente analizzate sono stati ricavati i risultati, attraverso il codice di calcolo CMS-Flow, in termini di evoluzione del fondale. I risultati delle simulazioni forniscono una indicazione sulla tendenza alla sedimentazione e all'erosione e rappresentano sostanzialmente la tendenza evolutiva della fascia di spiaggia attiva sommersa. I risultati si riferiscono alle tendenze sviluppate dalla persistenza delle mareggiate per una durata pari a 12 ore, in condizioni stazionarie, per i TEST 1, 2, e 3, mentre si riferiscono alla durata complessiva dell'evento di piena per i TEST 4, 5 e 6.

I risultati delle simulazioni per la configurazione di riferimento in fase di realizzazione, in termini di evoluzione del fondale, sono riportati nelle figure nelle successive pagine (da Figura 11-57 a Figura 11-62) e rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, le aree tendenzialmente soggette a erosione (valori negativi, blu) e quelle tendenzialmente soggette a deposizione (valori positivi, rossi).

Per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) risulta evidente la tendenza alla rotazione del litorale nel tratto di spiaggia tra l'area camper e il terrapieno del campo da basket (a Nord del Segno), con erosione a Nord, in prossimità dell'area camper, e accrescimento a Sud, con trend deposizionali contenuti e diffusi.

Per la mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2), nella fase di realizzazione si osserva invece una locale inversione di tendenza, di entità molto più modesta, che porta a una debole erosione del tratto di litorale a Nord del T. Segno e una conseguente debole deposizione verso Nord.

Per la Mareggiata di Libeccio caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3) non si rilevano invece variazioni del fondale se non in prossimità del Quiliano.

Le simulazioni condotte con la piena del T. Segno hanno evidenziato una rapida diminuzione della concentrazione di sedimenti in sospensione in uscita dal torrente, con conseguente rapida deposizione dei sedimenti. Questa dinamica favorisce un accumulo locale dei sedimenti in prossimità della foce e non risulta significativamente influenzata dalla variazione di direzione della corrente in uscita dalla foce per effetto delle concomitanti mareggiate.

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

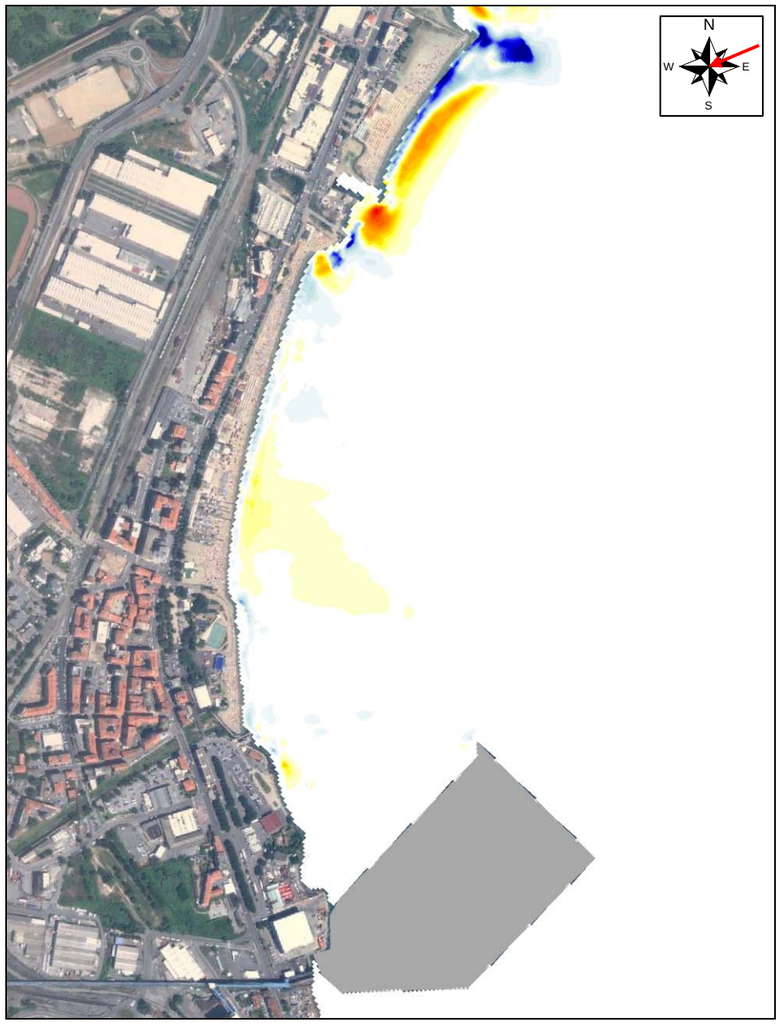


FIGURA 11-57 – TEST1 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

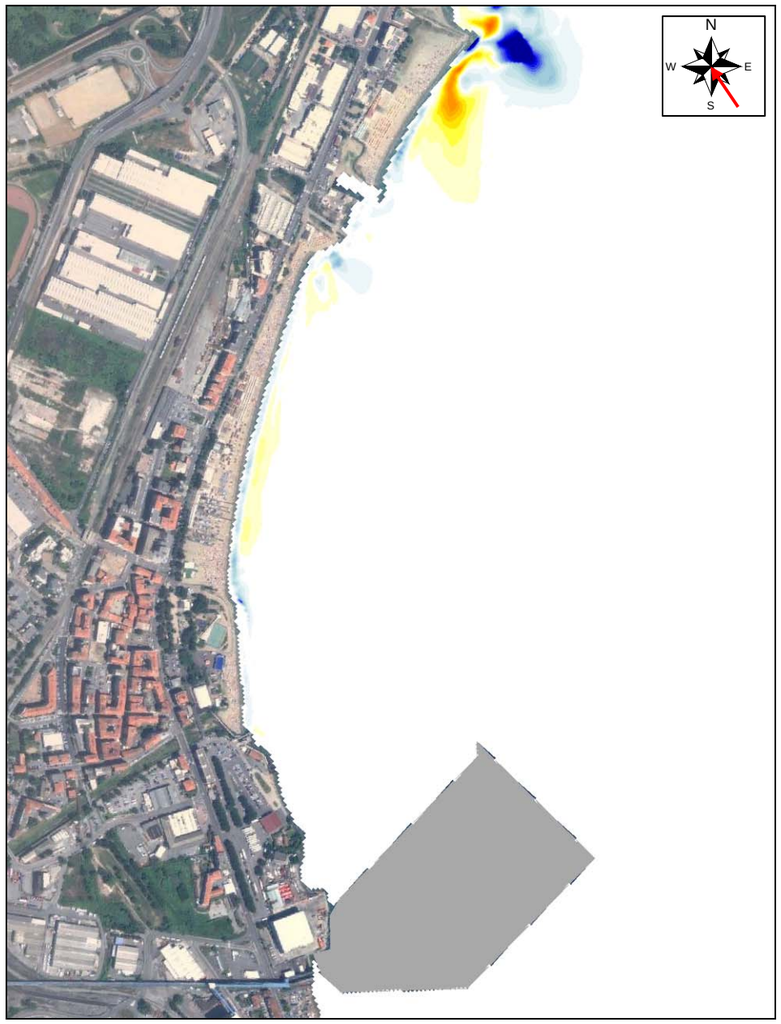


FIGURA 11-58 – TEST2 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

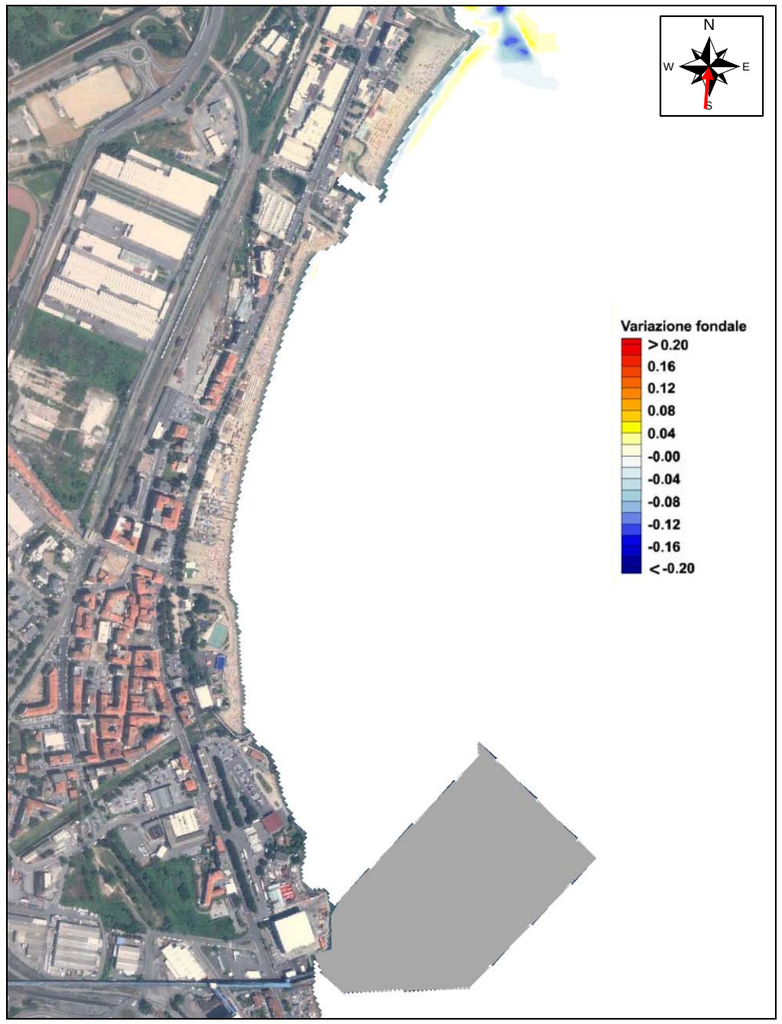


FIGURA 11-59 – TEST3 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

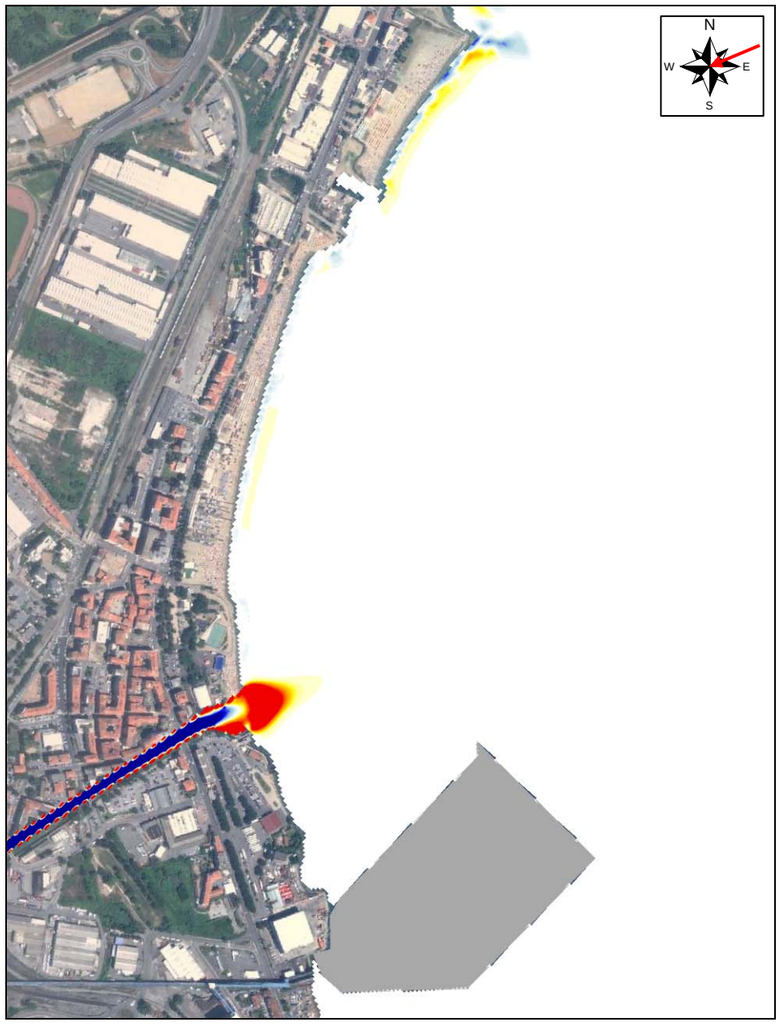


FIGURA 11-60 – TEST4 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

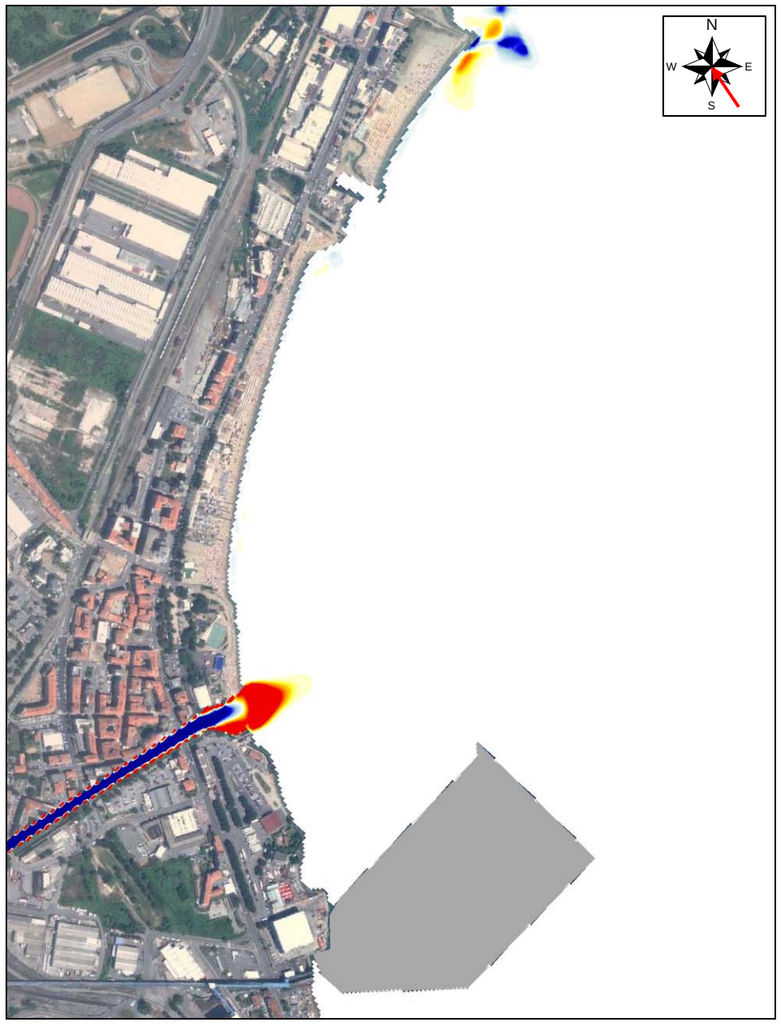


FIGURA 11-61 – TEST5 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

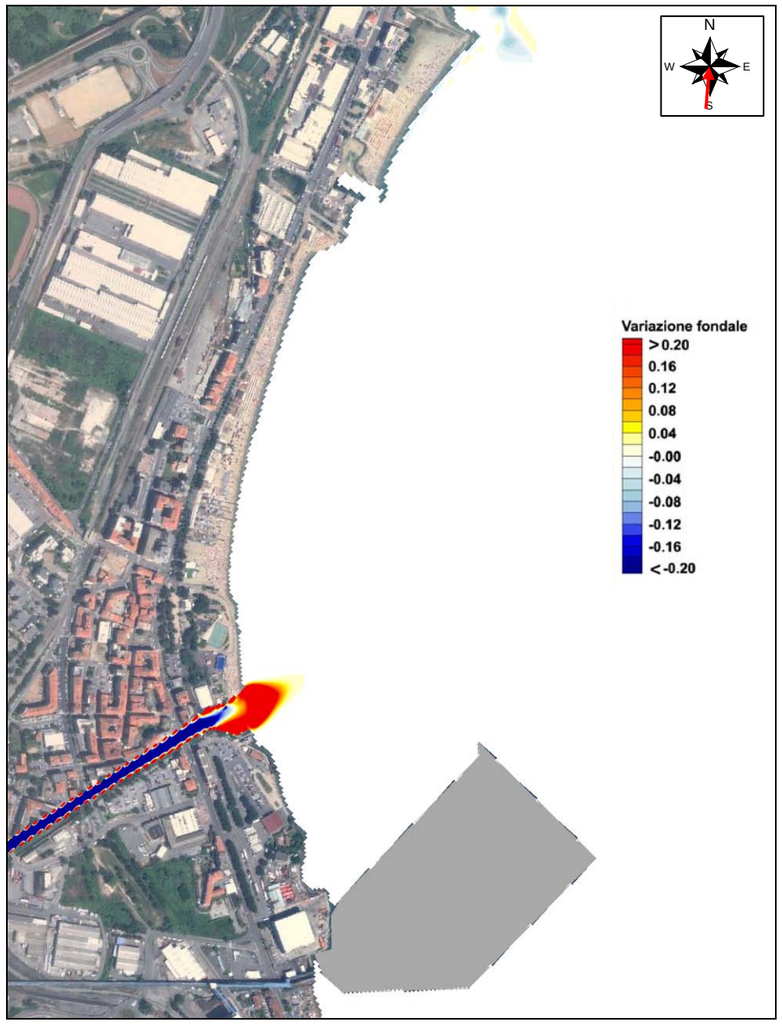


FIGURA 11-62 – TEST6 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO
IN FASE DI REALIZZAZIONE
HS = 1.61 M - TP = 6.80 S – DIR = 185°N

11.3. Suolo e sottosuolo

11.3.1. Ambiente terrestre

La realizzazione della piastra multifunzionale comporterà la movimentazione di poco più di 1.800.000 m^3 di materiale da cava o similare.

Nel materiale indicato come materiale da cava o similare è incluso anche il materiale che sarà adottato per la bonifica geotecnica (sotto i cassoni e nell'area a terra) e l'imbasamento dei cassoni, ovvero, rispettivamente, sabbia e ghiaia (Ø da 1 a 60 mm,) e pietrame (20-300 Kg).

Il materiale per la realizzazione dell'area a terra sarà invece costituito da "tout-venant", cioè materiale misto naturale di cava costituito generalmente da ghiaia grosse ed ideale per realizzare rilevati, o materiale similare proveniente da attività di scavo in fase di avvio o di prevista realizzazione nel territorio ligure.

In particolare sarà privilegiata la possibilità di utilizzare il materiale derivante dalle attività di sbancamento previste nel Piano Regolatore Portuale in prossimità dell'area individuata in adiacenza al parco ferroviario a servizio della piastra multifunzionale, e che la Autorità Portuale si è resa informalmente disponibile a concedere.

Prima dell'avvio della fase di realizzazione, saranno eseguiti i necessari approfondimenti analitici, tanto geognostici quanto di qualità ambientale e, nel caso di positivi responso, si procederà con l'elaborazione del relativo progetto e con l'iter amministrativo per il rilascio dell'autorizzazione allo scavo..

Per il "tout-venant" è stata per il momento individuata una cava ubicata a Finale Ligure mentre come possibili altre fonti di provenienza del materiale di scavo sono stati individuati i lavori sulla linea ferroviaria Genova-Voltri ed i lavori di realizzazione dell'Aurelia-bis ad Albisola.

E' stata condotta un'analisi di rischio per la compatibilità ambientale ed il rischio sanitario dei sedimenti riutilizzati nel riempimento dei cassoni cellulari in calcestruzzo, riportata nel paragrafo 11.3.2.2, evidenziando che non sussistono pericoli per l'ambiente e la salute degli operatori, né durante la fase di realizzazione né durante la fase di esercizio.

11.3.2. Ambiente marino costiero

11.3.2.1 Caratteristiche geologiche, idrogeologiche e geotecniche

Quanto nel seguito riportato costituisce una sintesi della Relazione Geotecnica facente parte del Progetto Definitivo (cod. elaborato: MI010P-PD-G-G-R-1101),.

Nelle attività svolte sono stati adottati i seguenti documenti di riferimento:

- indagini geognostiche pregresse (1969-1980) realizzate in prossimità dell'area della piastra e concernenti interventi di prolungamento/ampliamento dei pontili della Esso Italiana e della Terminal Rinfuse, interventi per il prolungamento del molo sopraflutti a Capo Vado e per la realizzazione della banchina del terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries);
- indagini geognostiche per il Progetto Preliminare, effettuata dallo Studio Garassino nel 2006, che ha compreso l'esecuzione di sondaggi, prove SPT, prove CPTU, prove dilatometriche, prove pressiometriche e prove di laboratorio;
- documentazione di carattere geologico/idrogeologico acquisita presso il Comune di Vado Ligure, e contenuta nella variante generale intermedia al PRIS del 1990, mirata ad arricchire le informazioni relative alla natura dei terreni presenti nell'entroterra: carta geologica con indirizzo litologico strutturale, carta idrogeologica delle permeabilità, carta di zonizzazione geologica e di suscettività d'uso del territorio, sezioni geologiche;
- monitoraggi di opere realizzate nello specchio di mare di Vado Ligure ed in particolare monitoraggio dei cedimenti misurati sui cassoni e sulle sovrastrutture del molo sopraflutti (1982) e della banchina del terminal traghetti (1998).

Sono state inoltre condotte, nei mesi di Maggio-Giugno 2008, delle indagini geognostiche integrative, mirate allo studio di dettaglio dello strato di limo tenero superficiale, avente spessore tra 8 e 10 m, che ricopre l'intero fondale su cui sarà realizzata la piastra multifunzionale.

Tali indagini sono consistite nell'esecuzione di sondaggi con prelievo di campioni rappresentativi, sui quali sono state fatte prove di laboratorio finalizzate alla definizione del comportamento geotecnico di tale strato durante la costruzione e la vita utile delle opere da realizzare.

Le attività di campo sono state condotte dalla Fugro Oceansismica S.p.A. , mentre le attività analitiche sono state condotte dalla I.S.M.Geo srl.

Le indagini integrative svolte nel 2008 hanno consentito di rispondere alla prescrizione n° 6 formulata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nell'ambito della procedura di VIA del Piano Regolatore Portuale (Decreto n° 371 del 18 Aprile 2005).

In Figura 11-63 si riporta l'ubicazione delle indagini adottate e sopra menzionate.

Lineamenti stratigrafici generali dell'area di progetto

La paleomorfologia dell'area di intervento rivela una complessa evoluzione che ha modellato particolarmente l'argilla compatta pliocenica, sulla quale si sono depositati i sedimenti granulari recenti, costituiti prevalentemente di ghiaia, sabbia e limo.

Il basamento roccioso di Capo Vado (costituito da gneiss), si approfondisce sotto il livello del mare in direzione Nord-Sud, raggiungendo notevoli profondità nell'area della piastra multifunzionale, compresa l'area di radicamento a terra. Su questa superficie si è depositata l'argilla compatta, in epoca pliocenica, che a seguito del sollevamento tettonico della linea di costa ha subito un processo di indurimento con conseguente elevato grado di preconsolidazione, il cui tetto è leggermente inclinato in direzione Nord Ovest-Sud Est.

Questa primitiva conformazione geologica è stata notevolmente erosa lungo l'attuale linea di costa, evidenziando fosse in prossimità della piattaforma che risalgono successivamente in direzione Nord Est riacquistando l'originale pendenza.

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, ricoperto l'argilla pliocenica in corrispondenza della piastra, dove descrivono il fondale che si approfondisce in direzione Nord Est. Seguendo l'immersione verso Nord Est 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.
Sono state ricostruite 5 sezioni stratigrafiche longitudinali (da L1 ad L5), dalla linea di costa fino al termine della piastra, in direzione Nord Est-Sud Ovest, e 10 sezioni stratigrafiche trasversali (da T1 a T10), dalla linea di costa sino all'estremità della piastra, con direzione Nord Ovest-Sud Est.

In generale è stato possibile individuare la seguente alternanza di livelli stratigrafici:

- Strato L1: limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso. Lo spessore medio è pari a 4,1 m, con una variabilità da 2,2 m a 5,5 m.
- Strato L2: limo debolmente sabbioso con un contenuto di argilla inferiore rispetto ad L1. lo spessore medio è pari a 5 m, e si mantiene pressoché costante su tutta l'area.
- Strato SL: strato alternato di spessore variabile di sabbie più o meno limose. A luoghi lo strato può contenere sottolivelli di limo sabbioso. Lo spessore medio è apri a 4,3 m, anche se localmente può avere spessori compresi tra 8 m e 15 m e verso la costa cresce sino a 30 m.

- Strato G: ghiaia con sabbia e poco limo. Lo spessore è variabile (da 2 m a 20 m) con notevoli incremento verso mare.
- Strato A: argilla compatta pliocenica. Lo spessore non è definibile è non è stata riscontrata a ridosso della costa.

In Figura 11-63 si riporta l'ubicazione delle sezioni nel seguito descritte, mentre, a titolo di esempio, una delle sezioni longitudinali e trasversali ricostruite sono riportate in Figura 11-64.

Sezioni stratigrafiche longitudinali

La Sezione L1-L1 è ubicata all'estremo occidentale della piastra multifunzionale. Il profilo dell'argilla compatta mostra l'erosione verso la linea di costa e quindi la sua immersione verso il largo. Verso la costa la depressione è stata riempita con terreni prevalentemente sabbio-limosi, verso mare invece compare la ghiaia che in questa sezione si protende con un lembo all'interno dei depositi verso la costa. Al di sopra della ghiaia si ritrova lo strato di sabbia limosa SL che viene chiuso verso l'alto dagli strati di limo L1 ed L2, che tendono a scomparire verso la linea di costa, d'accordo con le condizioni deposizionali, mentre sono più presenti verso il largo.

La sezione L2-L2, come la precedente, mostra la forma di erosione dell'argilla pliocenica ed i riempimenti di materiale granulare verso costa e verso il largo. Si nota verso costa come gli strati limosi L1 ed L2 tendano a mescolarsi con quelli depositati in vicinanza della linea di costa. Compare in basso la roccia di base.

La Sezione L3-L3 si presenta come le precedenti sezioni., anche in questo caso, dunque, gli strati L1 ed L2 tendono a confondersi o mescolarsi con quelli della zona attualmente occupata dalla costa.

La Sezione L4-L4, analogamente alle precedenti, presenta la morfologia dell'argilla pliocenica ricoperta dai sedimenti granulari. Si nota il progressivo sollevamento dell'argilla pliocenica, in conformità alla descrizione data della sua morfologia, che tende ad innalzarsi verso Sud.

La Sezione L5-L5, infine, presenta il profilo dell'argilla ancora più alto. Gli strati L1 ed L2, inoltre, tendono ad essere presenti anche sotto la linea di costa.

In generale si può osservare che la deposizione di L1 ed L2 può essere avvenuta anche nella zona attualmente interessata dalla linea di costa, sempre in acque poco profonde e che attualmente siano stati ricoperti da sabbia, sabbia con ciottoli, provenienti dall'entroterra.

Per spiegare la differente consistenza che L1 ed L2 manifestano a mare e nella zona della linea di costa. È necessario riferirsi all'effetto artesiano presente nel fondale e causato dalla falda continentale, come illustrato nel seguito.

Sezioni stratigrafiche trasversali

La Sezione T1-T1 è ubicata vicino alla linea di costa e mostra il profilo dell'argilla pliocenica che si abbassa verso Nord Ovest nella paleo valle, che è stata riempita di materiali granulari di origine marina e continentale, ovvero lo strato di sabbia S profondo può essere continentale, mentre SL e poi L1 ed L2 di origine marina in acque poco profonde. Questi terreni sono poi stati ricoperti dalla sabbia con ciottoli di probabile origine continentale.

La Sezione T2-T2 evidenzia bene la paleomorfologia dell'argilla pliocenica ricoperta dai depositi granulari quaternari.

La Sezione T3-T3, come la precedente, descrive il profilo dell'argilla compatta, dei terreni granulari soprastanti e la roccia di base. La ghiaia tende a chiudersi e scomparire in direzione Nord Ovest, così come accade per la Sezione T4-T4 (presenza trascurabile dello strato di ghiaia verso Nord Ovest).

Nella Sezione da T5-T5 a T8-T8, lo strato di ghiaia è presente da ambo i lati della piastra multifunzionale; esse, inoltre, sono ubicate nella zona di alto della morfologia dell'argilla compatta.

La Sezione T9-T9 e T10-T10, invece, sono lontane dall'alto morfologico dell'argilla compatta, che mostra un letto ribassato ma regolare. Lo spessore della ghiaia è notevole ed interessa tutto il profilo. Si mantiene costante lo spessore di SL, L1 ed L2.

In generale si può osservare come la presenza dello strato di ghiaia tende a scomparire nella zona occidentale tra la piastra e la linea di costa, vicino alla radice del pontile Petrolig (ex Vadoil), dove il tetto dell'argilla pliocenica compatta ne può aver impedito la deposizione. In tutta la zona della piastra dalla linea di costa verso il largo lo spessore comples-sivo del limo tenero L1 ed L2 si mantiene abbastanza costante, intorno ai 10 m complessivi.

Caratteristiche geotecniche

La caratterizzazione geotecnica risultante dalla analisi e dalla interpretazione delle indagini eseguite e delle informazioni pregresse acquisite è riportata nella Tabella seguente.

TABELLA 11-5 – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.

VADO LIGURE – PROGETTO DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE		
STRATIGRAFIA MEDIA DI PROGETTO		
Spessore medio (m)	Strato	Note
4.1	L1	Limo debolmente sabbioso e debolmente argilloso. Lo spessore è variabile tra 2.2 e 5.5 m.
5.0	L2	Limo debolmente sabbioso con meno argilla di L1. Lo spessore medio è abbastanza costante su tutta l'area.
4.3	SL	Strati alternati di spessore variabile di sabbie più o meno limose. A luoghi lo strato può contenere sottolivelli di limo sabbioso. Lo spessore localmente ha valori più alti, compresi tra 8 e 15 m. Verso la costa lo spessore di SL cresce a valori anche maggiori di 30 m.
2÷20	G	Ghiaia con sabbia e poco limo. Spessore variabile che incrementa notevolmente verso mare.
Indefinito	A	Argilla compatta pliocenica. E' assente a ridosso della costa.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Livello	γ	IP	G_s	OCR	DR (%)		K	C_v	C_u	C'	ϕ' (°)		E_{01} (*) (MPa)		$\alpha_{(Gmax)}$	CR	RR	C_α	ν	k_0
	(kN/m^3)	(-)	(-)	(-)	■	□	(m/s)	(m^2/s)	(kPa)	(kPa)	■	□	m	n	(**)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
L1	16	15	2.72	1	0÷10	30	5E-7	1E-6	-	0	30	32	3	0.75	5	0.2	0.02	1E-3	0.40	0.45
L2	17	15	2.72	1	5÷10	30	1E-6	3E-6	-	0	30	34	3	0.75	4.5	0.2	0.02	1E-3	0.35	0.50
SL	18	-	2.72	1	30÷50		5E-6	-	-	0	38		15	0.6	4	-	-	-	0.30	0.50
G	19	-	2.72	-	50		1E-5	-	-	0	40		30		3.5	-	-	-	0.30	0.50
A	18.5	20	2.75	≥3	-		1E-9	1E-6	200	200	27		20÷50		3	0.25	0.025	1E-3	0.25	0.80

(*) Per G ed A viene fornito il modulo E_{01} (MPa)

Il modulo E_{01} è pari a 20 MPa al tetto della formazione, 50 MPa a 30 m dal tetto, poi si mantiene costante con la profondità.

Per L1, L2 e SL il modulo E_{01} varia con lo stato tensionale nel seguente modo:

- $E = m(\sigma'_v/p_a)^n$, dove p_a = pressione atmosferica, σ'_v = sforzo verticale agente = σ'_{v0} allo stato naturale o = a $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma'_v$ in presenza delle opere. Quindi il valore di E_{01} va calcolato con le precedenti formule alle profondità fissate per il corrispondente livello di sforzo verticale agente

(**) G_{max} si ottiene da E_{01}, attraverso il fattore α, quindi: $G_{max} = \alpha E_{01}$

■ Valori di DR e ϕ' allo stato attuale

□ Valori di DR e ϕ' dopo l'incremento degli sforzi efficaci verticali a seguito della realizzazione delle opere

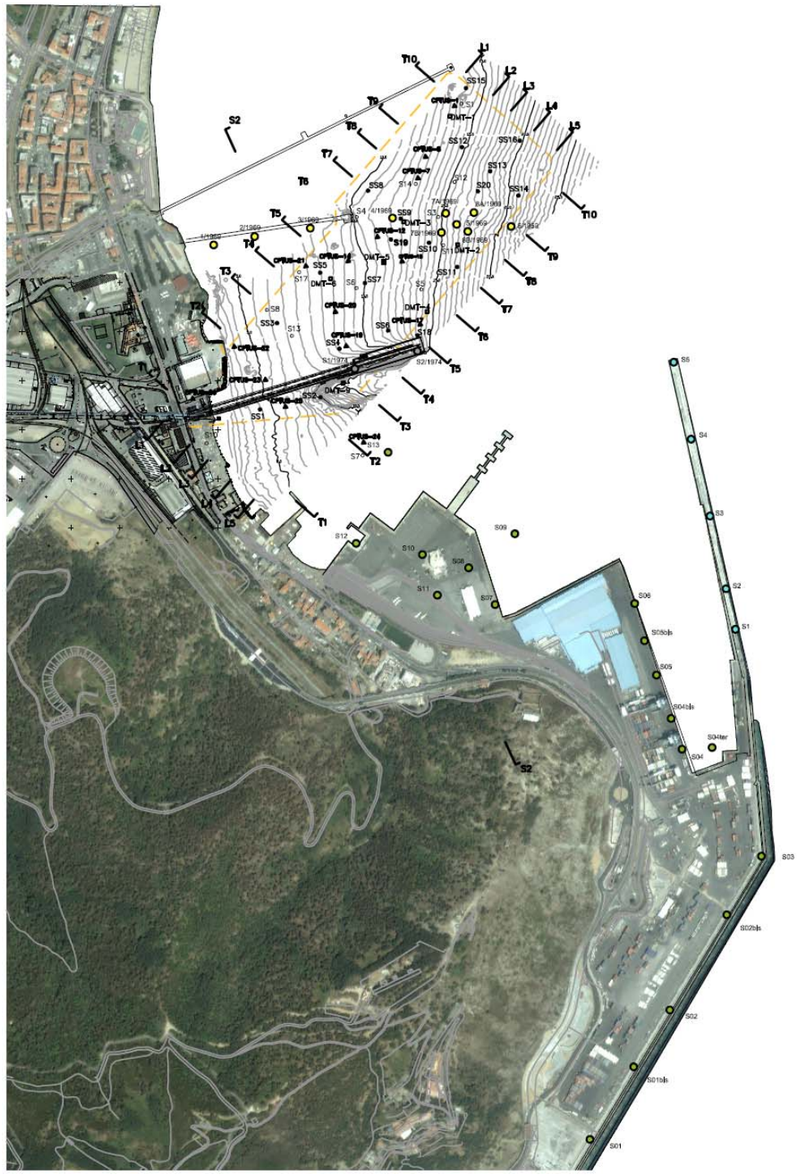


FIGURA 11-63 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI ADOTTATE PER LA CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE E SEZIONI STRATIGRAFICHE RICOSTRUITE.

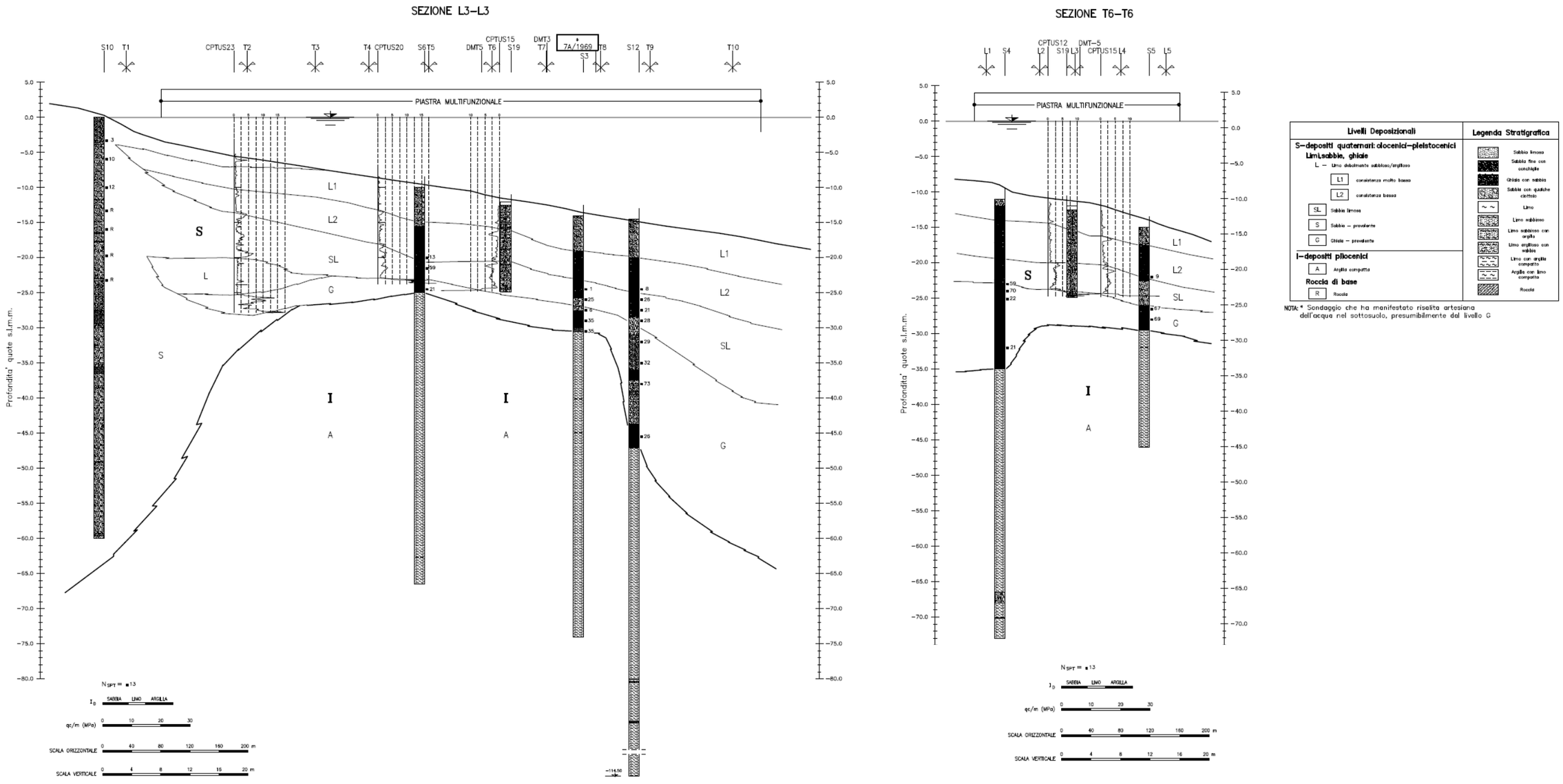


FIGURA 11-64 – SEZIONE STRATIGRAFICA L3-L3 E T6-T6.

Idrogeologia

Durante un'indagine eseguita nel 1969 per il pontile della Esso Italiana fu riscontrata acqua in pressione che si originava principalmente dallo strato di ghiaia G di cui in precedenza. Testimonianze di acqua in pressione nei terreni di fondazione sono state raccolte anche durante l'esecuzione di alcuni lavori eseguiti nell'area portuale. In tutti i casi è sembrato trattarsi di acqua dolce, proveniente, quindi, dall'entroterra.

Nella Figura seguente è stato tracciato il profilo stratigrafico-idrogeologico lungo il pontile della Esso Italiana; tutti i sondaggi all'epoca eseguiti furono spinti ben oltre il limite del pontile stesso, andando anche a interessare i fondali che saranno occupati dalla piastra multifunzionale e dalla darsena turistica (comparto D1).

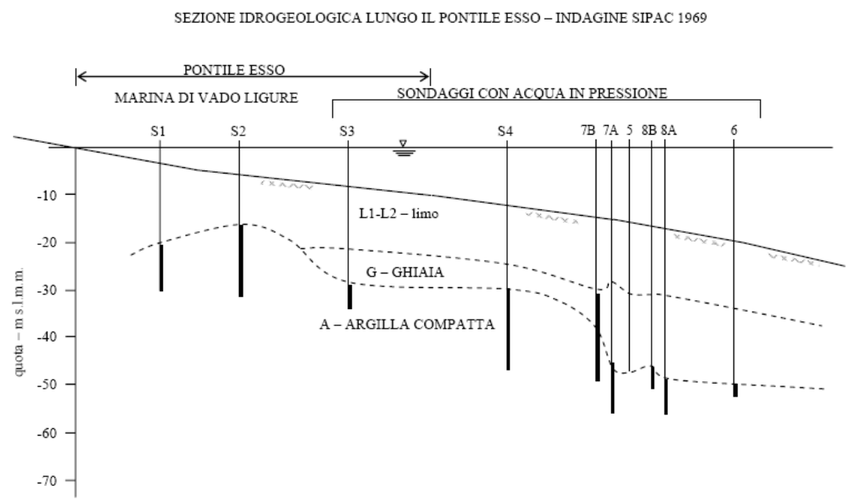


FIGURA 11-65 – PROFILO IDROGEOLOGICO LUNGO IL PONTILE DELLA ESSO ITALIANA ED I FONDALI ADIACENTI.

Da questo profilo si può constatare come la risalita artesiana si sia 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 (vd. quanto scritto in precedenza);
- 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.

Durante l'indagine del 1969 fu osservato come la risalita d'acqua fosse di almeno 1 m s.l.m.m. nel sondaggio S4. Negli altri sondaggi, invece, è stata evidenziata una forte venuta di acqua in pressione, presumibilmente di 2 e 3 m s.l.m.m.

Considerando che lo spessore di L1, L2 e 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; poiché 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÷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' evidente che verso costa l'effetto del gradiente sulla consistenza dei terreni è minore di quanto avvenga nella zona a mare per due motivi:

- la pressione è mediamente diffusa in tutto lo strato granulare sotto costa, non essendoci lo strato di ghiaia, elemento stratigrafico di maggiore permeabilità, che possa concentrarla al suo interno e distribuirla nei terreni circostanti;
- lo sforzo efficace medio in sito σ'v0 è più alto verso terra in quanto è più alto il profilo naturale del terreno e del fondale vicino alla costa. Quindi il terreno è in

grado di bilanciare in modo più efficace la sottopressione artesiana, senza perdere eccessivamente di consistenza.

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 una pressione artesiana nei terreni sotto il livello del mare.

E' evidente comunque che lo stato di bassa consistenza di L1 ed L2 è dovuto a questa pressione che diminuisce in modo critico la pressione verticale efficace nelle zone a mare, dove appunto lo spessore complessivo di L1 ed L2 non è tale da opporre un consistente contrasto a questo alleggerimento, come invece accade nelle zone a terra e vicino alla costa.

E' evidente inoltre che questo fenomeno è anche influenzato in modo deciso dalla decrescente permeabilità dei terreni che concentra la pressione negli strati più superficiali e dall'essere questi ultimi composti essenzialmente da limo, ovvero un materiale non dotato di coesione ma molto fine e quindi critico verso gli effetti delle forze di filtrazione.

Indagini preliminari e in corso d'opera relative ai dragaggi

In ottemperanza alle indicazioni dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto Definitivo e alle prescrizioni della Giunta Regionale della Regione Liguria, l'Autorità portuale di Savona ha dato mandato alla Fondazione CIMA di eseguire uno studio naturalistico nei fondali interessati dalla piattaforma multifunzionale e nelle vicinanze del porto di Vado Ligure (maggiori dettagli sono riportati nel Paragrafo 11.4.2). Parte delle indagini erano volte a rispondere adeguatamente alla prescrizione f) contenuta nella della D.G.R. 1118/2009, che richiede "il rilievo morfologico dei fondali e la caratterizzazione bionomica" dei popolamenti coralligeni.

Le campagne finora eseguite sono due: la prima, cosiddetta di "bianco", svolta nel 2010 prima dell'inizio di qualsiasi lavorazione, e la seconda in occasione dei dragaggi eseguiti nel 2013. Ulteriori campagne si susseguiranno a conclusione delle opere di dragaggio e durante la funzionalità della piattaforma multifunzionale.
Le indagini svolte consistono di:

- caratterizzazione delle frazioni granulometriche dei sedimenti
- caratterizzazione dei popolamenti coralligeni compresi tra l'Isola di Bergeggi e la diga foranea di Vado (di cui al Paragrafo 12.4.2).

Nel seguito si riassumono i principali risultati utili alla definizione delle caratteristiche dei sedimenti.

Per quanto concerne la caratterizzazione granulometrica, nel 2010 sono state campionate 48 stazioni, rappresentate nella seguente immagine. L'area analizzata durante la campagna di bianco è molto più estesa di quella di studio finalizzata alla valutazione dei sedimenti su cui insiste la piastra, in quanto la Convenzione sottoscritta tra APS e CIMA è finalizzata ad uno studio di più larga scala sulle componenti dei fondali prospicienti il porto di Vado Ligure.

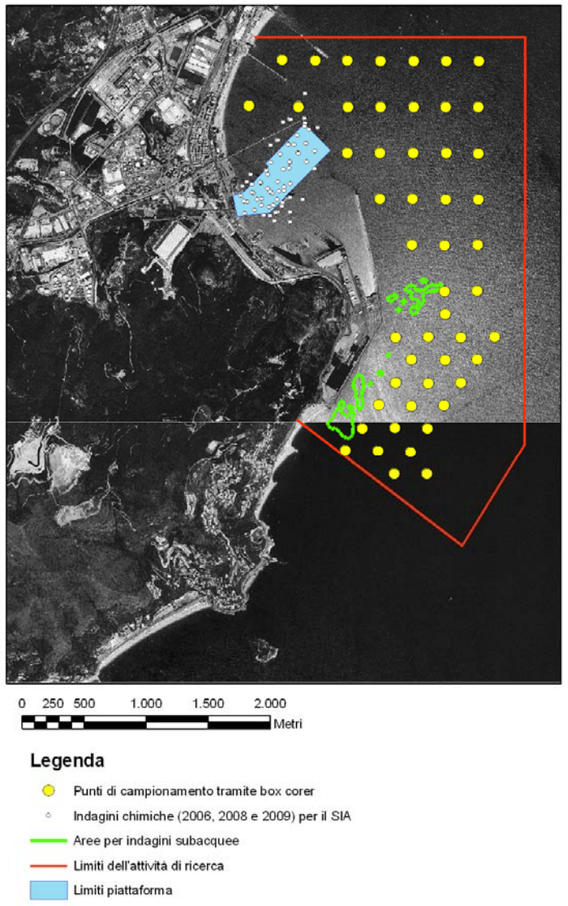


FIGURA 11-66 – COROGRAFIA DEI PUNTI DI INDAGINE DELLA CAMPAGNA DI BIANCO, 2010.

I sedimenti sono stati campionati mediante box-corer (15x15x27cm) in tutte le aree in cui non è presente interferenza con le praterie di Posidonia e di popolamenti coralligeni, mentre nelle aree con interferenze si è proceduto tramite campionamento con carotiere subacqueo manuale.
I risultati di questa campagna evidenziano che il contenuto di ghiaie in alcuni campioni è risultato essere sino al 50% circa: la classificazione delle frazioni più fini è rappresentata tramite il diagramma di Shepard in Figura 11-67, mentre le mappe successive rappresentano la distribuzione percentuale dei sedimenti nell'area di studio:

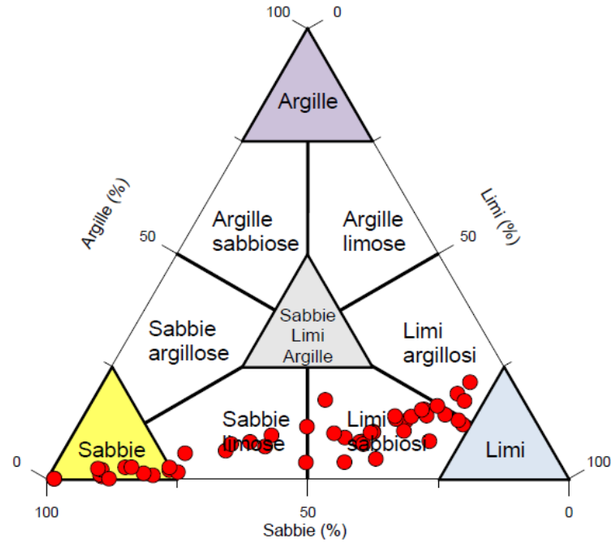


FIGURA 11-67 – CLASSIFICAZIONE DEI CAMPIONI DI SEDIMENTI ANALIZZATI PER LA CAMPAGNA DI BIANCO (2010), TRAMITE DIAGRAMMA DI SHEPARD.

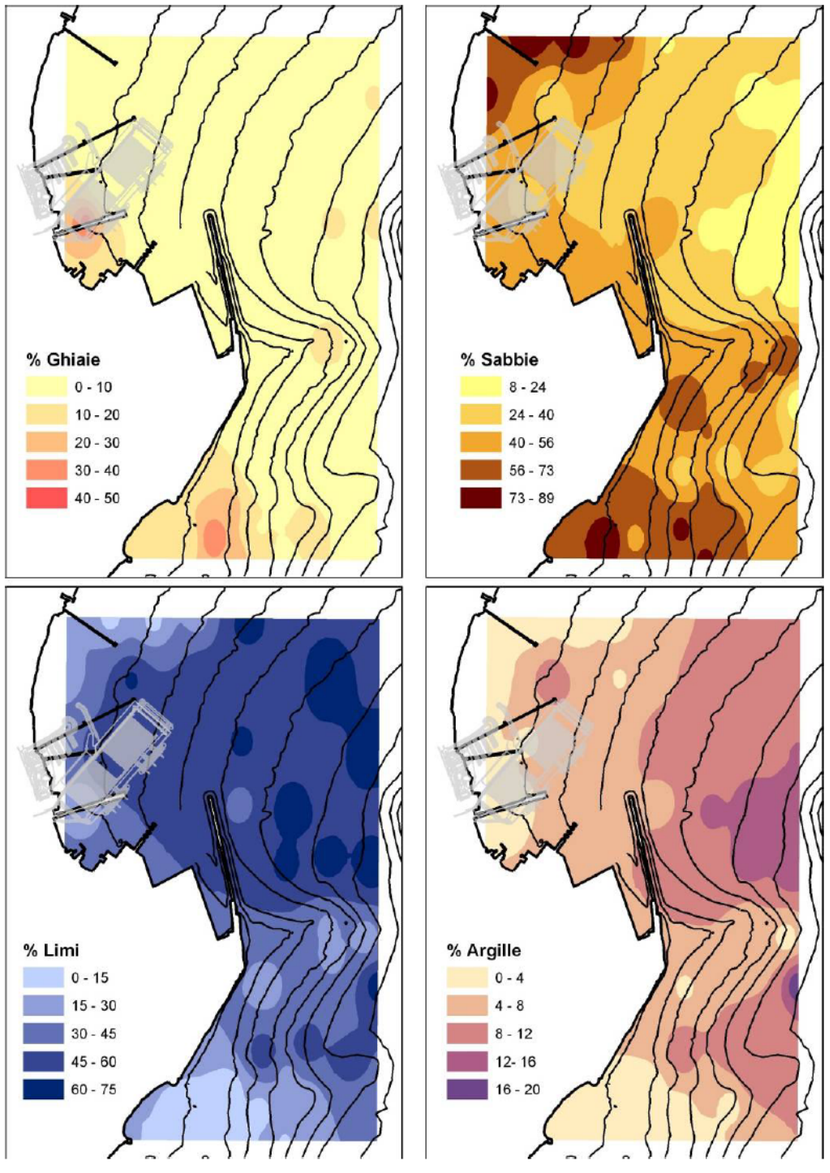


FIGURA 11-68 – MAPPE DELLA DISTRIBUZIONE PERCENTUALE DI GHIAIE, SABBIE, LIMI E ARGILLE, OTTENUTE DALLA CAMPAGNA DI BIANCO (2010).

Delle 48 stazioni della prima campagna, il 26 e 27 novembre 2013 ne sono state campionate 6 nel quadro della seconda campagna svolta in occasione dei dragaggi effettuati nell'ambito delle attività relative alla piattaforma multifunzionale (Figura 11-69). Le stazioni sono state scelte in prossimità della zona dei lavori della costruzione della piattaforma in modo che fossero compatibili con l'andamento dei lavori e con la presenza di imbarcazioni nell'area.



FIGURA 11-69 – UBICAZIONE DELLE SEI STAZIONI CAMPIONATE PER LA PRIMA FASE DELLA CAMPAGNA DURANTE I LAVORI DI DRAGAGGIO".

Il campione prelevato nel sito D1 è risultato contenere un'elevata quantità di materiale estraneo ed è quindi stato escluso dalle successive valutazioni granulometriche.
La presenza di ghiaie, al contrario di quanto rilevato nel 2010, si è attestata intorno all'1%, con eccezione della stazione C4 dove cresce fino a circa il 15%.
Per quanto concerne le frazioni più fini, i campioni B1 e B2 sono classificati come sabbie limose, mentre gli altri tre come limi sabbiosi (cfr. Figura 11-70).

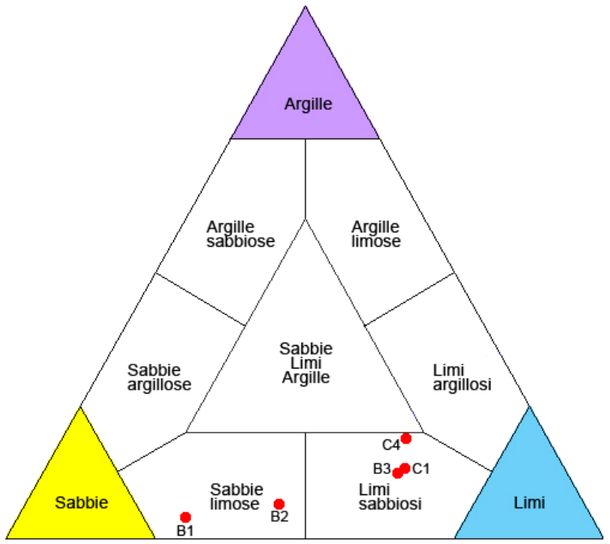


FIGURA 11-70 – DIAGRAMMA DI SHEPARD CHE RAPPRESENTA LA CLASSIFICAZIONE DELLE 5 STAZIONI CAMPIONATE NEL 2013 (PRIMA FASE DELLA CAMPAGNA DURANTE I LAVORI DI DRAGAGGIO) PER QUANTO RIGUARDA LA FRAZIONE PIÙ FINE DEL SEDIMENTO.

Per tre stazioni si nota un cambio di classe di sedimento dal 2010 al 2013. Due stazioni hanno modificato la propria classificazione per un aumento delle quantità di limi nel campione: la stazione B1 è passato da sabbie a sabbie limose, mentre C1 è passata da sabbie limose a limi sabbiosi. Per la stazione B2, il cambio di classe è dovuto a un aumento di sabbie nel campione tale da modificare la classificazione da limi sabbiosi a sabbie limose. Per le altre stazioni non si registrano variazioni di classificazione.

Non è possibile collegare le variazioni osservate alle attività di cantiere: d'altra parte, la presenza di materiale estraneo in C4 e D1 potrebbe essere attribuito alle lavorazioni, anche se per C4 non si registrano differenze rilevanti rispetto alla campagna di bianco.
I risultati della campagna durante i lavori di dragaggio sono sostanzialmente coerenti con la distribuzione percentuale di ghiaie, sabbie, limi e argille ottenuta per la campagna di bianco.

11.3.2.2 Tendenze evolutive del litorale

Il presente paragrafo riporta i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 10 anni relativi alla configurazione di riferimento in fase di realizzazione. La simulazione è stata condotta rappresentando nel modello solamente le opere previste in fase di realizzazione, ovvero la piastra multifunzionale (sia la parte in terrapieno che quella a giorno su pali). Si è quindi reso necessario modificare il dominio di calcolo STWAVE (inserendo la sola piastra multifunzionale) e ripetere quindi la fase di propagazione del moto ondoso sottocosta.

Propagazione del moto ondoso sottocosta

La fase iniziale del modello di evoluzione morfologica consiste appunto nel trasferimento sottocosta, al limite esterno della fascia attiva, delle caratteristiche del clima ondoso precedentemente determinate nel punto P, posto su un fondale di -100 m s.m.m. (acque profonde).
Nel caso specifico, il dominio di calcolo STWAVE è stato opportunamente modificato introducendo la sola piastra multifunzionale (Figura 11-71).
La parte della piastra su pali (parte a giorno) è stata schematizzata nel modello STWAVE modificando la batimetria dell'area, ovvero considerando la quota dell'estradosso dei cassoni di fondazione secondo quanto riportato nelle tavole progettuali.
Il trasferimento del clima ondoso, dal punto P al limite della fascia attiva, è stato condotto mediante il codice di calcolo STWAVE. Sono state scelte una serie di stazioni (in pratica una serie di boe virtuali), poste lungo la costa in corrispondenza della batimetrica –10 m s.m.m. e posizionate ad una distanza di 40 m tra loro; tali sta-

zioni sono state ritenute significative per rappresentare le differenti condizioni di moto ondoso lungo il litorale (Figura 11-71). L'inserimento della piastra, unitamente alla particolare conformazione batimetrica dei fondali nella zona meridionale, ha reso necessario introdurre alcune modifiche alla posizione di alcune "stazioni".

Le dimensioni della griglia di calcolo STWAVE e il file di input che descrive le caratteristiche del moto ondoso sono stati mantenuti invariati rispetto alla simulazione di taratura (cfr. Figura 1-50 dell'Appendice, Paragrafo 1.5.9).

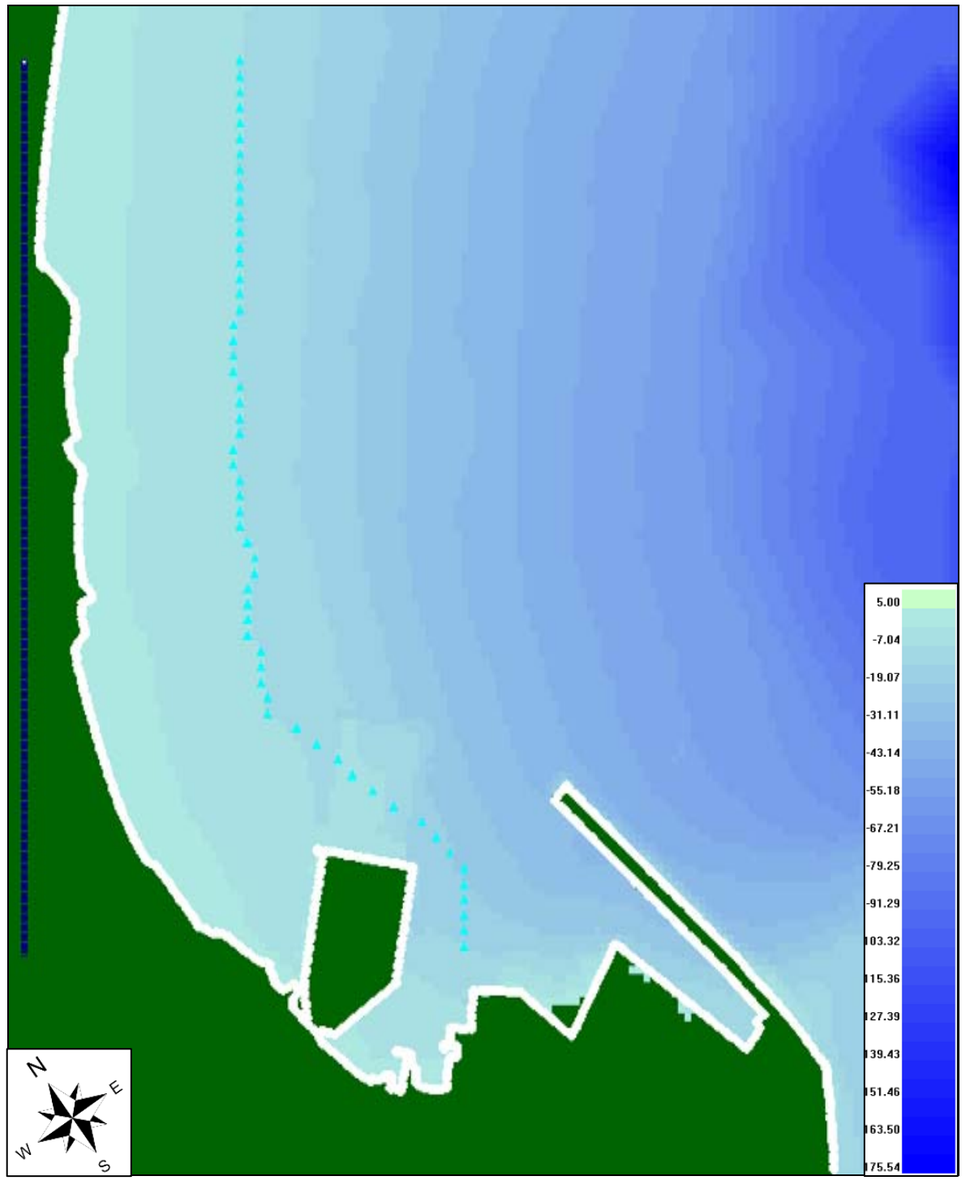


FIGURA 11-71 - GRIGLIA DI CALCOLO STWAVE – CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI REALIZZAZIONE UBICAZIONE DELLE BOE VIRTUALI (STAZIONI) POSTE ALLA PROFONDITÀ DI –10 M S.M.M.

Parametri utilizzati nel modello

Il dominio di calcolo, le condizioni al contorno del modello e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti che costituiscono la spiaggia attiva sono state mantenute invariate rispetto a quelle della simulazione di taratura (cfr. Appendice par. 1.5.9). La simulazione è stata condotta considerando l'apporto solido del torrente Quiliano, mentre quello del Torrente Segno è stato considerato trascurabile ai fini dello studio in oggetto.

Anche nel modello GENESIS, come nella griglia STWAVE, è stata opportunamente schematizzata la parte in terrapieno della piastra multifunzionale, attraverso l'accoppiamento di una barriera impermeabile collegata a terra con una struttura di tipo "non diffracting".

La linea di riva iniziale inserita nel modello è quella del rilievo di marzo 2010. Di seguito, in Figura 11-72, si riporta la griglia di calcolo GENESIS con le opere previste nella configurazione di riferimento in fase di realizzazione.

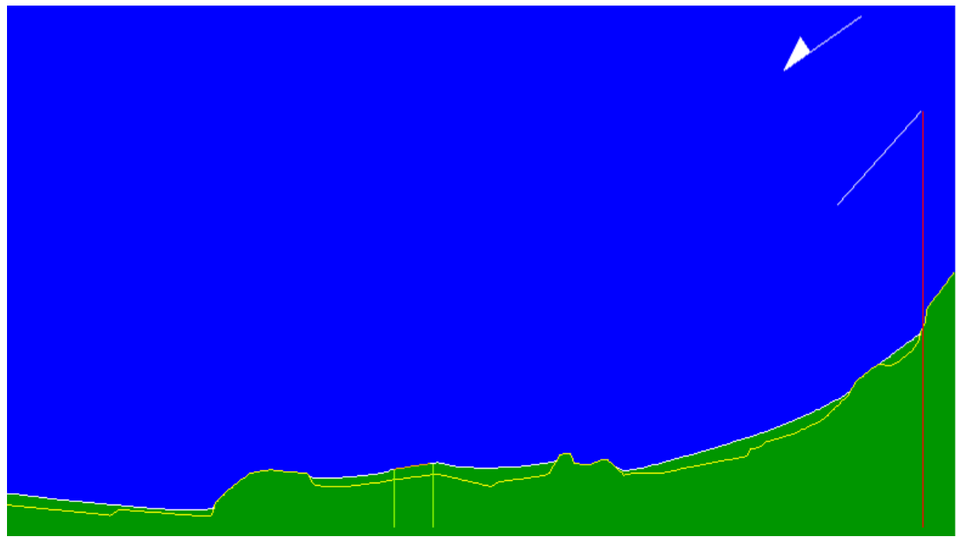


FIGURA 11-72 - GRIGLIA GENESIS - CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI REALIZZAZIONE

Risultati dell'evoluzione morfologica

Nel presente paragrafo si riportano i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 10 anni nella configurazione di riferimento in fase di realizzazione.
I risultati sono rappresentati nella successiva Figura 11-73, sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva, con riferimento all'intera griglia di calcolo.

La configurazione di riferimento in fase di realizzazione determina una limitata "zona di cattura" dei sedimenti, confinata al tratto più meridionale del litorale (dal cantiere nautico verso Sud).

Il trasporto solido longitudinale a Nord del terrapieno del campo da calcio (spiaggia di Zinola), risulta diretto verso Nord-Est, quindi verso Savona. Procedendo verso la foce del Torrente Quiliano, il trasporto si riduce di entità, fino ad annullarsi nel tratto di litorale compreso tra la foce e il cantiere nautico. Nel tratto di litorale a Sud del cantiere nautico si osserva un'inversione nel verso del trasporto che risulta quindi diretto verso Sud (verso il Porto di Vado), per annullarsi infine oltre la foce del Segno.

Analogamente a quanto osservato nella situazione attuale (Paragrafo 1.6.2 dell'Appendice), in termini di evoluzione della linea di costa si riscontra una tendenza all'arretramento della linea di riva nella spiaggia di Zinola, a ridosso del terrapieno del campo da calcio, per un tratto di circa 200 m. Per quanto riguarda invece il tratto di litorale compreso tra il terrapieno e la foce del Quiliano, si osserva una tendenza all'avanzamento della linea di riva, con una zona di accumulo alla radice della difesa radente del terrapieno. Il trasporto, in accordo con l'andamento della linea di riva, risulta infatti ancora diretto verso Nord-Est (verso il terrapieno), per poi annullarsi a Sud del Quiliano.
Dalla foce del Quiliano, procedendo verso Sud, fino al cantiere nautico alla radice del pontile Tirreno Power, la linea di riva risulta sostanzialmente stabile.

A Sud del terrapieno del pontile Tirreno Power si osserva un riorientamento della linea di riva, con una tendenza all'avanzamento in corrispondenza della difesa radente che si trova a Nord della foce del Torrente Segno.

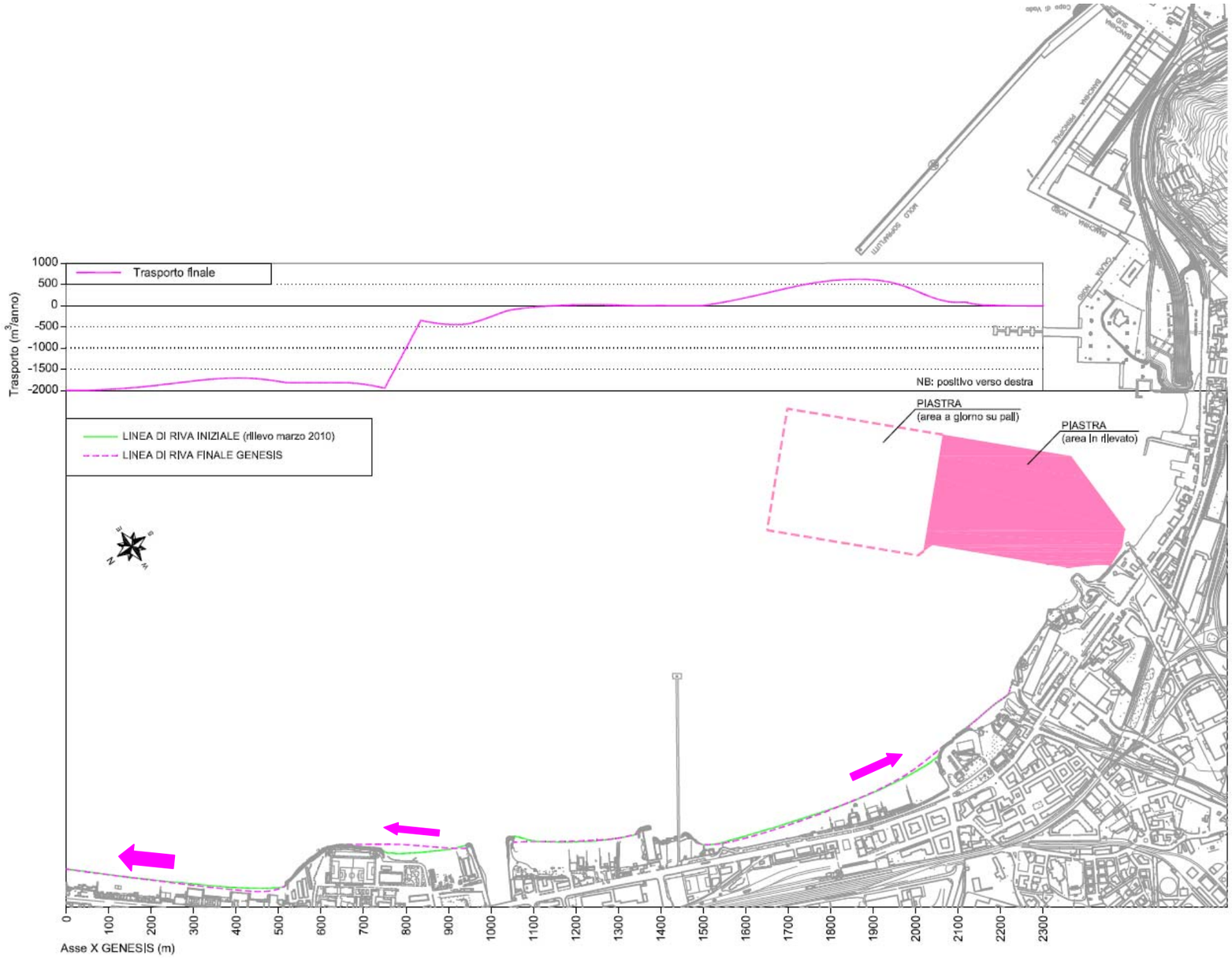


FIGURA 11-73 - CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI REALIZZAZIONE - ANDAMENTO TRASPORTO SOLIDO LONGITUDINALE ED EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA

11.3.2.3 Qualità dei sedimenti

La realizzazione della piastra multifunzionale comporterà attività di scavo dei fondali marini per poco più di 500.000 m^3

Per tali materiali è stato previsto l'impiego (Figura 11-74) all'interno di una parte dei cassoni (cassoni di soglia della banchina più interna del terminal container, cassoni reggispinta e dell'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere), per il riempimento 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, necessaria per consentire all'Eurocraft di continuare a scavare durante le fasi costruttive) e per la realizzazione della cassa di colmata sui cui sarà realizzato il comparto D3.

In ultima analisi è stato anche previsto l'utilizzo nei cassoni colonnari di fondazione dell'area a giorno.

Ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006, le caratteristiche chimiche dei materiali dragati, illustrate in dettaglio nel seguito, rendono necessaria l'esecuzione di un'analisi di rischio sanitaria ed ambientale, volta a ad individuare potenziali situazioni di pericolo per la salute umana e l'ambiente marino costiero legate alla movimentazione dei sedimenti e volta, dunque, ad individuare la effettiva possibilità o meno di adottare il materiale dragato nell'ambito delle attività di riempimento previste in progetto.

È stato pertanto necessario verificare la compatibilità ambientale delle attività di movimentazione dei sedimenti dragati sia nei cassoni che nella banchina di servizio e nella cassa di colmata.

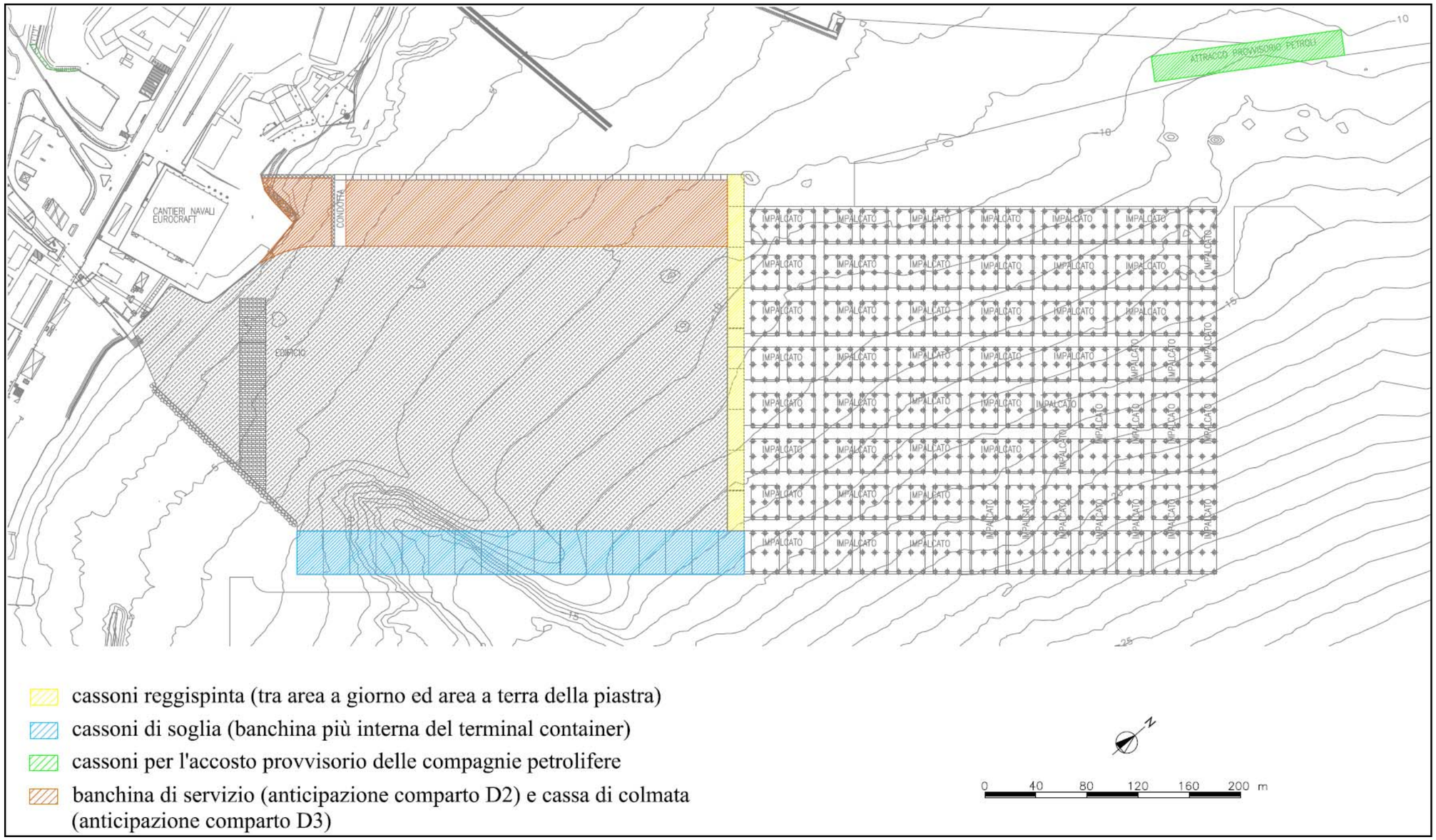


FIGURA 11-74 – ZONE DI PREVISTO RIUTILIZZO DEI MATERIALI DRAGATI.

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

La prima campagna è stata condotta nell'Aprile del 2006[2], nell'ambito delle attività propedeutiche al bando di gara di "Project Financing" in quanto l'Autorità Portuale di Savona ha ritenuto opportuno affiancare agli accertamenti di carattere geotecnico (citati al Paragrafo 11.3.2.1) anche verifiche preliminari di qualità ambientale, in relazione alle previste attività di dragaggio e riempimento e per eventuali confronti con la normativa vigente, nazionale e regionale.

La seconda campagna, è stata condotta tra Maggio e Luglio del 2008 nell'ambito del Progetto Definitivo in esame, a valle dell'emanazione della Deliberazione della 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 (Paragrafo 2.2).

Si è trattato dunque di un vero e proprio Piano di Caratterizzazione, tarato sul layout della piastra multifunzionale definitivo, cioè quello dell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1) e che ha visto, per quanto attiene la definizione del contenuto della Specifica Tecnica delle indagini, il coinvolgimento della Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Ecosistema Costiero) e dell'ARPAL (incontro del 18 Marzo 2008, di poco antecedente all'avvio della procedura di "scoping").

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

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

- estendere l'area di indagine in prossimità della banchina di levante della piastra multifunzionale, a seguito di quanto previsto nella versione finale dell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1) che ha mutato la destinazione d'uso della banchina in testata e, appunto, di levante;
- estendere, a seguito sempre di quanto previsto dall'Accordo di Programma, l'area di indagine ai fondali che saranno interessati dall'accosto provvisorio delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) durante le fasi di realizzazione della piastra multifunzionale;
- estendere l'area di indagini ai fondali antistanti il cantiere navale dell'Eurocraft che dovranno essere interessati dalla realizzazione di una banchina di servizio (anticipazione di parte del comparto D2 del relativo SAU del Comune di Vado Ligure) al fine di non interferire con le attività della stessa Eurocraft durante la costruzione della piastra.

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

Il Dipartimento Provinciale di Savona dell'ARPAL, invece, ha svolto le attività di intercalibrazione e controllo così come previsto dalla DGR 955/06 [3].

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

3 Si precisa che i verbali di campionamento redatti da ARPAL ai sensi della DGR 955/06 sono allegati al Progetto Definitivo (cod. elaborato: MI010P-PD-G-B-R-2006), mentre le procedura di intercalibrazione tra il laboratorio CPG ed ARPAL è attualmente in corso di esecuzione. I risultati descritti non tengono dunque conto della suddetta procedura, che sarà ovviamente considerata in sede di Progetto Esecutivo, all'atto di richiesta dell'istanza di autorizzazione al dragaggio ai sensi della DGR 955/06. Si sottolinea comunque che i fattori moltiplicativi applicati nell'analisi di rischio condotta ai sensi della DGR 955/06, e di cui nei seguito (Paragrafo 11.3.2.2), sono stati volutamente cautelativi e contemplano dunque abbondantemente differenze sino ad ora emerse, o che potranno emergere, dalla procedura di intercalibrazione.

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

Descrizione delle indagini eseguite

Indagini preliminari del 2006

Sono state individuate tre aree di indagine (Figura 11-75): una, denominata Zona A, pari a 100.000 m^2 circa, destinata, secondo le ipotesi del progetto posto a base di gara dall'Autorità Portuale di Savona, a riempimento (la cosiddetta area a terra della piastra), una, denominata Zona B, in corrispondenza allo spigolo Sud Est della piastra, destinata a dragaggio (accosto banchina container) ed una, denominata Zona C, in corrispondenza dei fondali dove la piastra sarà a "a giorno".

L'ubicazione delle indagini in ciascuna zona è riportata in Figura 11-75 con riferimento al layout della piastra posto a base del bando di gara di "Project Financing", ovvero il layout previsto in Piano Regolatore Portuale (Paragrafo 3.7).

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

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

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

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

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

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

Indagini di caratterizzazione del 2008

L'ubicazione delle indagini è stata condotta nel rispetto dei criteri definiti nella DGR 955/06 e tenendo conto delle aree di dragaggio e riempimento che erano state individuate nell'ambito del Progetto Preliminare (Figura 11-76).
Tali aree si sono dimostrate successivamente solo di poco differenti rispetto a quanto previsto in progetto (Capitolo 8). In Figura 11-78 , si riporta una sovrapposizione tra aree di dragaggio e riempimento previste ed i punti di indagine.

Relativamente alla Figura, onde non indurre confusione, si ritiene opportuno precisare che l'area a giorno sarà interessata solamente dal versamento di materiale per la bonifica geotecnica e, sopra questo, dal versamento di materiale per l'imbasamento dei cassoni colonnari, mentre l'area a terra sarà interessata dal versamento di mate-

riale per la bonifica geotecnica e, successivamente, da un riempimento sino alla quota di progetto con materiale da cava o similare.

Il riutilizzo del materiale dragato, invece, avverrà nella cassa di colmata (anticipazione del comparto D3), per il riempimento della banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft (anticipazione di parte del comparto D2), all'interno dei cassoni cellulari di soglia (banchina più interna del terminal container), reggispinta (tra area e terra ed area a giorno) e dell'accosto provvisorio.

Le principali differenze, come già riportato, sono legate a quanto previsto nella versione finale dell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1), ovvero all'inversione delle banchine destinate all'accosto dei prodotti petroliferi ed alla Terminal Rinfuse, ed allo sviluppo di dettaglio delle fasi costruttive.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Su questi campioni sono state eseguite le seguenti determinazioni analitiche, secondo le metodiche del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., costituite da parametri generali, dai parametri indicati nella DGR 955/06 (che fa riferimento al D.Lgs. 152/06) e dai parametri suggeriti nelle note conclusive delle indagini fatte condurre dall'Autorità Portuale di Savona nel 2006, di cui in precedenza, e nel 2007[4]:

- 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 (Figura 11-77) 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 (Figura 11-78) considerando che tali indagini sono state condotte proprio per rispondere a esigenze sorte in fase di progettazione.

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

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

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

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

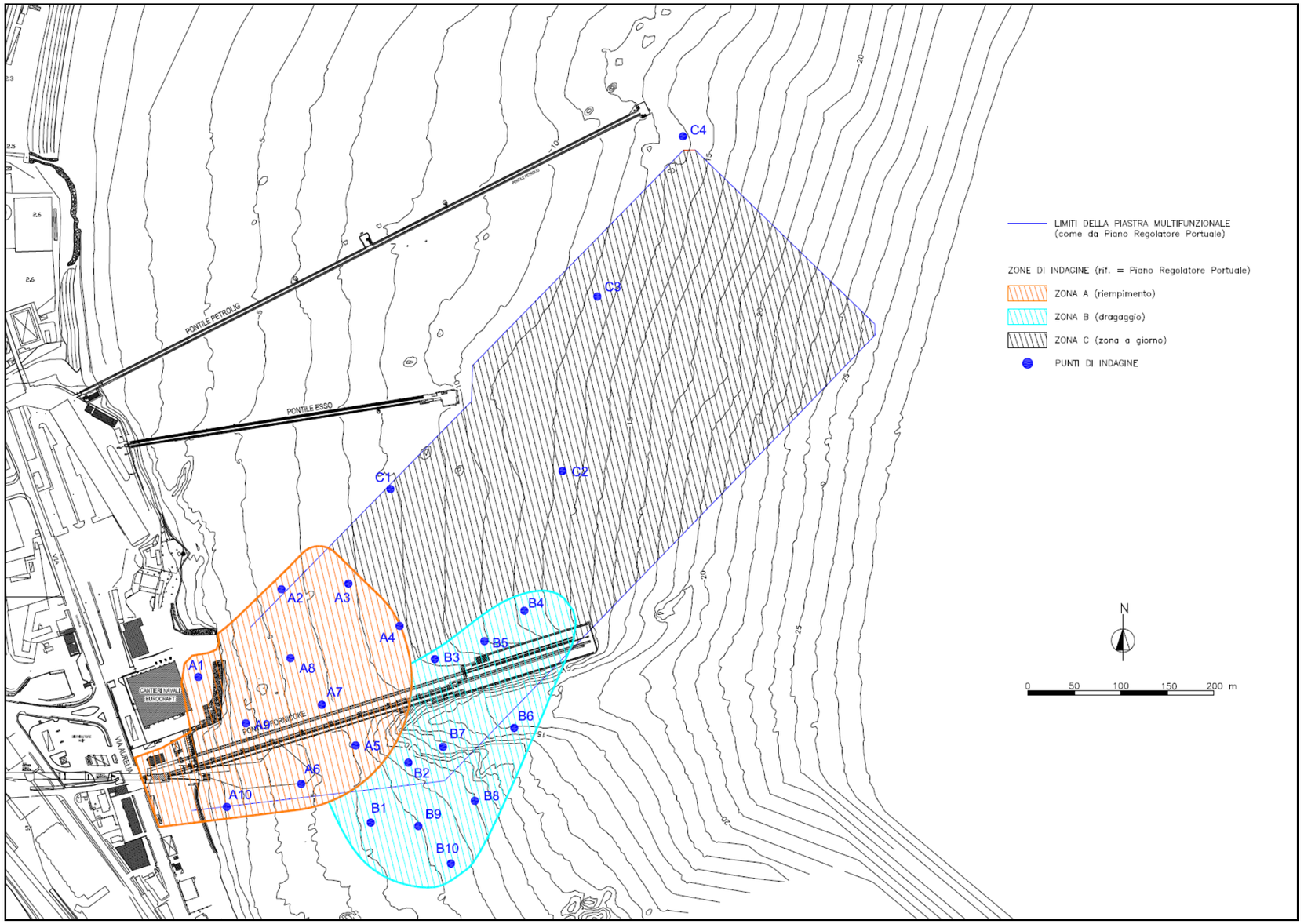


FIGURA 11-75 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI PRELIMINARI CONDOTTE NEL 2006.

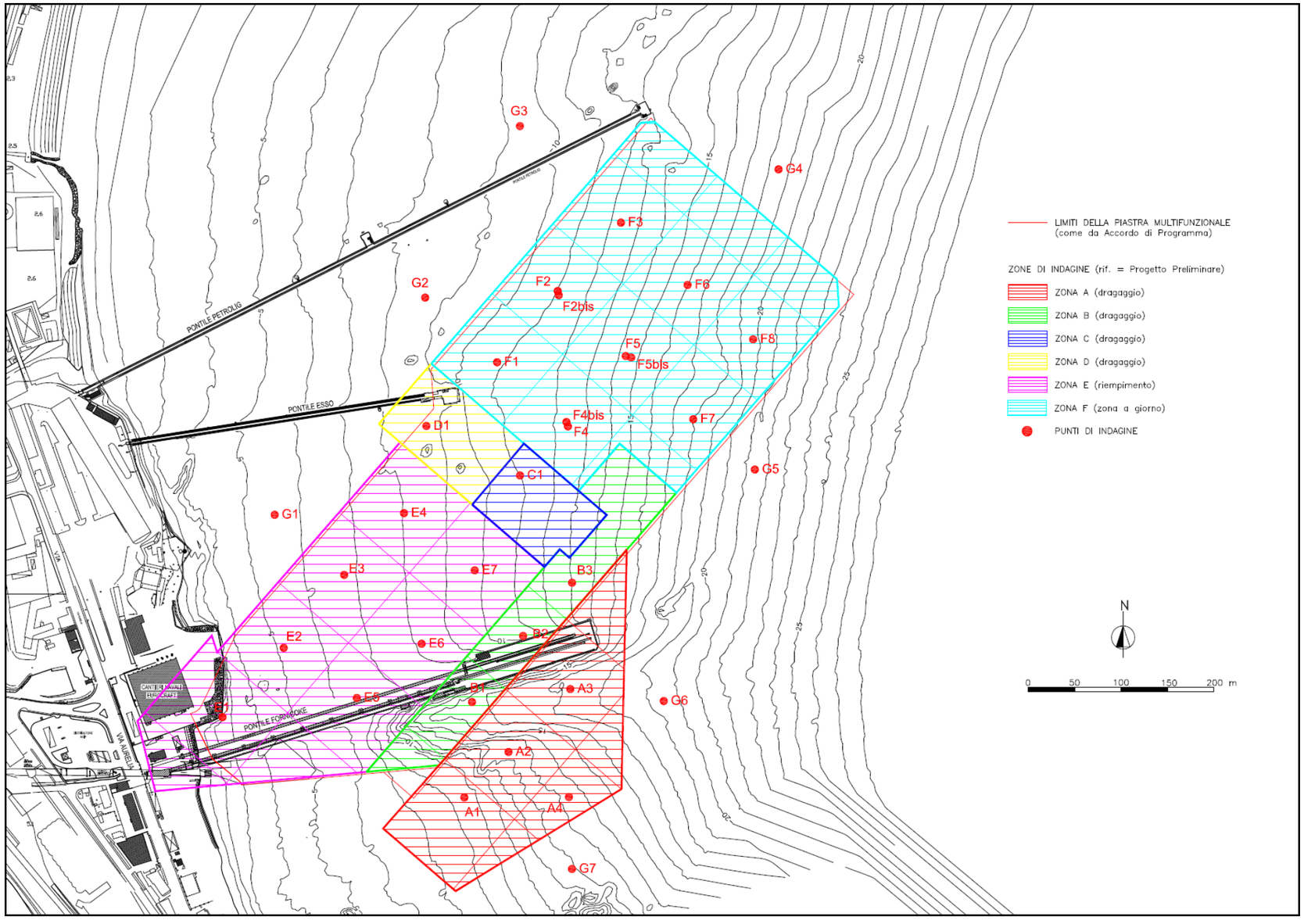


FIGURA 11-76 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2008.



FIGURA 11-77 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE CONDOTTE NEL 2009.

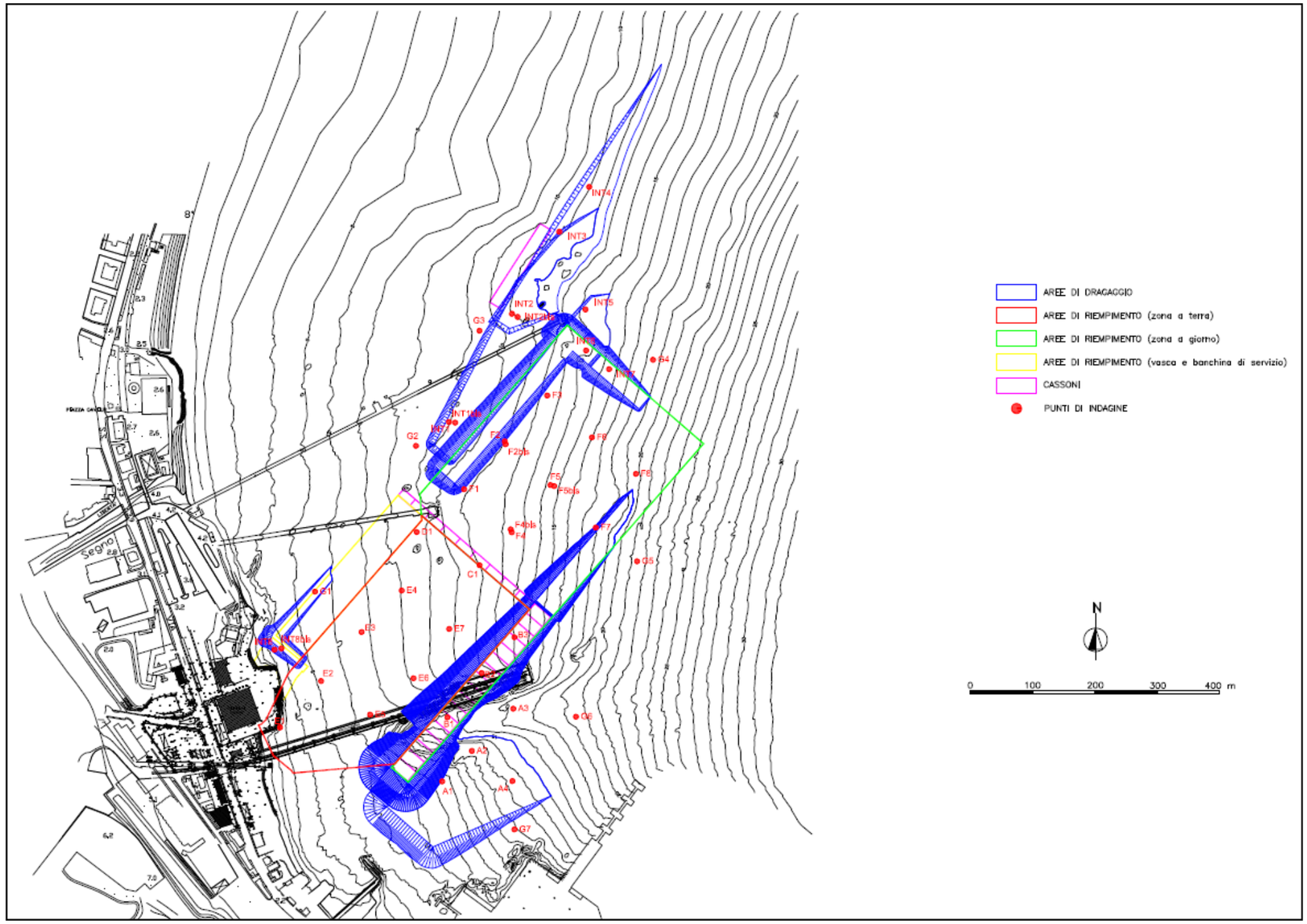


FIGURA 11-78 – UBICAZIONE DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2008-2009 ED AREE DI DRAGAGGIO E RIEMPIMENTO.

Risultati e valutazioni

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

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

Si precisa che per le indagini preliminari, ai fini di confronto, sono stati riportati solamente i risultati analitici ottenuti con le metodiche previste dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Per completezza ed a titolo informativo, inoltre, nelle tre Tabelle e nella seguente trattazione sono stati riportati (senza confronto cromatico) e considerati anche i valori limite indicati dall'APAT e dall'ICRAM[5] (LCB, livello chimico base, e LCL, livello chimiche limite).

Dall'analisi complessiva delle Tabelle emerge che:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Analisi di rischio

L'analisi di rischio condotta in sede di SIA del Progetto Definitivo ha consentito di rispondere alle prescrizioni n° 4 e n° 8 della Regione Liguria formulate in sede di Prefattibilità Ambientale (Parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007).

La metodologia adottata è analoga a quella della analisi condotta nell'Aprile 2007[6]. In questa sede si è proceduto ad integrare quanto già sviluppato nel 2007 con i valori di concentrazione ottenuti per le aree di dragaggio nelle indagini del 2008 e del 2009

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

che hanno presentato eccedenze rispetto alle concentrazioni soglia, CSC, di riferimento (Tabella 1, Colonna B, dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

TABELLA 11-6 – INDAGINI PRELIMINARI DEL 2006: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCB						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
2601157-001	A1	0.00-0.50	<0,1	99,10	<1	55,60	8,00	12,00	45,00	<0,1	20,70	34,00	570,00	103,00	4039,00	<0,5	5,56	4,30	3,98	3,24	1,11	6,54	1,21	0,37	0,38	8,88	35,57	<1	202,00
2601157-002	A1	1,00	<0,1	99,10	<1	58,30	10,00	12,00	44,00	<0,1	33,30	43,00	836,00	110,00	5083,00	<0,5	8,28	8,52	8,19	5,24	1,82	13,96	1,89	0,66	0,71	14,55	63,82	<1	702,00
2601157-003	A1	1,50-2,00	<0,1	99,20	<1	61,70	8,00	11,00	41,00	<0,1	18,90	33,00	634,00	102,00	4037,00	<0,5	2,87	1,98	1,31	1,12	0,59	3,01	0,50	0,15	0,19	3,54	15,26	<1	713,00
2601157-004	A2	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	22,00	2,00	7,00	35,00	<0,1	7,90	19,00	147,00	32,00	669,00	<0,5	1,26	0,91	1,04	0,66	0,20	1,56	0,24	0,07	0,07	1,94	7,95	<1	188,00
2601157-005	A2	1,00	<0,1	99,50	<1	24,60	2,00	7,00	32,00	<0,1	4,50	19,00	123,00	28,00	609,00	<0,5	1,74	1,15	0,89	0,71	0,18	2,06	0,25	0,07	0,09	2,39	9,53	<1	197,00
2601157-006	A2	1,50-2,00	<0,1	99,30	<1	20,00	2,00	8,00	38,00	<0,1	4,90	21,00	121,00	30,00	618,00	<0,5	2,23	1,41	1,27	0,89	0,31	2,66	0,31	0,09	0,10	2,78	12,05	<1	182,00
2601142-004	A3	0.00-0.50	<0,1	98,30	<1	43,90	35,00	13,00	73,00	<0,1	46,80	45,00	1023,00	146,00	4400,00	<0,5	4,88	5,84	4,74	2,77	2,18	5,81	0,80	0,74	0,76	5,72	34,24	<1	817,00
2601142-005	A3	1,00	<0,1	99,30	<1	26,90	2,00	10,00	38,00	<0,1	2,10	25,00	141,00	26,00	396,00	<0,5	4,96	3,60	3,36	2,71	1,35	6,31	1,19	0,45	0,45	5,39	29,77	<1	488,00
2601142-006	A3	1,50-2,00	<0,1	99,30	<1	31,50	<0,2	10,00	46,00	<0,1	0,20	28,00	88,00	17,00	111,00	<0,5	0,32	0,30	0,36	0,24	<0,01	0,35	<0,01	<0,01	<0,01	0,51	2,08	<1	<5
2601142-001	A4	0.00-0.50	<0,1	98,90	<1	34,60	7,00	12,00	70,00	<0,1	8,40	38,00	589,00	78,00	1578,00	<0,5	2,96	3,22	3,55	1,79	1,58	3,14	1,17	0,43	0,43	3,07	21,34	<1	<5
2601142-002	A4	1,00	<0,1	98,70	<1	44,60	12,00	13,00	86,00	<0,1	26,30	31,00	787,00	94,00	2659,00	<0,5	2,68	3,38	2,72	1,84	1,33	3,39	1,14	0,45	0,44	2,72	20,09	<1	<5
2601142-003	A4	1,50-2,00	<0,1	99,10	<1	34,00	1,00	11,00	39,00	<0,1	0,30	24,00	71,00	17,00	125,00	<0,5	0,02	0,02	0,03	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,15	<1	<5
2601114-001	A5	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	17,50	<0,2	9,80	32,00	<0,1	1,40	21,00	182,00	20,00	156,00	<0,5	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	<0,01	0,01	0,04	0,11	0,48	<1	11,00
2601114-002	A5	1,00	361,20	98,90	<1	9,30	0,60	4,50	18,50	<0,1	3,60	19,00	365,40	57,00	1424,00	<0,5	3,87	3,77	4,15	2,86	2,61	3,81	0,19	0,89	2,50	5,00	29,66	<1	273,00
2601114-003	A5	1,50-2,00	<0,1	93,50	2,00	19,70	1,00	7,70	41,00	<0,1	3,20	23,00	157,00	40,00	843,00	<0,5	0,93	1,16	1,61	0,66	0,84	0,93	0,06	0,29	0,76	1,32	8,56	<1	50,00
2601114-004	A6	0.00-0.50	32,00	99,20	<1	19,70	1,00	7,70	36,80	<0,1	2,20	22,30	130,70	34,80	607,00	<0,5	0,46	0,48	0,48	0,33	0,38	0,48	0,03	0,13	0,34	0,67	3,78	<1	30,00
2601114-005	A6	1,00	81,00	99,10	1,00	23,70	0,90	7,60	46,00	<0,1	3,10	27,60	199,40	40,40	715,00	<0,5	0,28	0,33	0,56	0,16	0,28	0,31	0,02	0,10	0,23	0,44	2,72	<1	43,00
2601114-006	A6	1,50-2,00	25,80	99,20	<1	17,60	1,00	7,50	36,00	<0,1	2,70	23,40	118,90	33,10	622,50	<0,5	0,81	0,79	1,20	0,29	0,56	0,80	0,04	0,20	0,55	1,08	6,31	<1	51,00
2601133-001	A7	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	25,30	9,00	8,00	37,00	<0,1	16,50	23,00	388,00	69,00	2031,00	<0,5	1,07	1,12	1,51	0,67	0,90	1,00	0,07	0,13	0,86	1,46	8,79	<1	63,00
2601133-002	A7	1,00	25,80	99,40	<1	29,10	2,90	8,80	30,20	<0,1	5,50	23,40	221,10	30,20	804,70	<0,5	2,77	3,04	4,68	1,52	2,19	2,54	0,19	0,57	2,06	4,14	23,68	<1	208,00
2601133-003	A7	1,50-2,00	25,30	99,50	<1	25,00	<0,2	7,80	32,20	<0,1	0,20	24,40	357,70	10,70	75,10	<0,5	0,10	0,09	0,11	0,07	0,07	0,10	0,01	0,01	0,06	0,15	0,77	<1	<5
2601157-007	A8	0.00-0.50	<0,1	99,40	<1	27,10	4,00	8,00	38,00	<0,1	7,90	22,00	237,00	51,00	1680,00	<0,5	6,68	3,78	4,22	3,16	0,96	4,99	1,07	0,37	0,36	6,37	31,96	<1	529,00
2601157-008	A8	1,00	<0,1	99,40	<1	30,00	6,00	8,00	37,00	<0,1	13,50	22,00	286,00	55,00	1958,00	<0,5	3,12	1,98	1,54	1,23	0,37	3,40	0,38	0,12	0,14	3,59	15,87	<1	352,00
2601157-009	A8	1,50-2,00	<0,1	99,40	<1	25,40	5,00	8,00	35,00	<0,1	9,30	22,00	239,00	46,00	1434,00	<0,5	8,66	6,07	3,88	3,33	2,10	5,35	1,96	0,68	0,70	8,04	40,74	<1	586,00
2601130-001	A9	0.00-0.50	83,40	99,40	<1	26,00	11,90	8,20	35,70	<0,1	9,50	25,70	631,50	84,30	4312,60	<0,5	1,15	0,84	0,62	0,56	0,27	1,20	0,21	0,09	0,11	1,99	7,04	<1	184,00
2601130-002	A9	1,00	52,60	99,70	<1	25,00	<0,2	8,50	26,50	<0,1	<0,1	18,00	48,30	12,30	125,10	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,06	<1	<5
2601130-003	A9	1,50-2,00	<0,1	99,70	<1	21,40	<0,2	7,00	31,00	<0,1	0,10	24,00	20,00	10,00	66,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,03	<1	<5
2601114-007	A10	0.00-0.50	132,60	99,00	1,70	20,90	4,30	6,50	41,60	<0,1	10,80	23,40	318,30	61,60	2077,00	<0,5	0,96	1,23	1,70	0,82	0,95	0,98	0,07	0,32	0,86	1,26	9,15	<1	159,00
2601114-008	A10	1,00	<0,1	99,40	4,00	30,00	4,00	8,10	36,00	<0,1	7,60	23,00	245,00	67,00	1924,00	<0,5	0,82	0,79	1,06	0,46	0,64	0,77	0,05	0,21	0,60	1,20	6,60	<1	64,00
2601114-009	A10	1,50-2,00	<0,1	99,20	4,00	27,90	6,00	8,30	48,00	<0,1	14,80	27,00	417,00	91,00	2473,00	<0,5	0,85	0,85	1,22	0,41	0,64	0,79	0,05	0,22	0,61	1,21	6,85	<1	44,00
2601115-001	B1	0.00-0.20	303,10	99,20	<1	15,50	4,20	5,40	20,00	<0,1	2,40	13,90	489,00	41,10	2107,00	<0,5	0,63	0,65	0,89	0,38	0,52	0,59	0,03	0,15	0,49	1,01	5,35	<1	73,00
2601115-003	B1	0.90-1,10	<0,1	98,60	<1	41,00	11,00	7,70	34,00	<0,1	3,20	25,00	1892,00	108,00	7584,00	<0,5	3,04	3,00	3,70	1,76	2,35	2,63	0,18	0,59	2,22	4,36	23,83	<1	278,00
2601115-005	B1	1,80-2,00	<0,1	99,70	<1	14,00	<0,2	6,70	15,00	<0,1	0,30	13,00	39,00	10,00	79,00	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,04	<1	<5

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCB						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
2601115-009	B1	2.00-10,00	32,20	99,50	<1	15,20	<0,2	5,70	26,00	<0,1	<0,1	19,40	17,00	9,70	49,30	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601115-007	B2	0.00-0.20	45,40	99,00	<1	43,70	<0,2	8,60	45,80	<0,1	39,50	31,50	1057,00	184,00	8286,00	<0,5	15,37	12,74	13,68	8,92	11,40	15,24	0,85	3,56	10,35	27,09	119,20	<1	907,00
2601134-001	B2	0.90-1,10	<0,1	99,60	<1	19,80	<0,2	7,00	38,00	<0,1	0,50	21,00	32,00	10,00	91,00	<0,5	0,22	0,21	0,26	0,14	0,17	0,23	0,02	0,04	0,17	0,43	1,89	<1	37,00
2601134-003	B2	1,80-2,00	22,80	99,60	<1	12,70	<0,2	6,80	42,00	<0,1	0,19	25,40	19,50	9,80	49,80	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,08	<1	<5
2601115-011	B2	2.00-7,00	<0,1	99,60	<1	18,20	<0,2	7,00	31,00	<0,1	0,20	20,00	22,00	9,00	46,00	<0,5	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,05	<1	<5
2601134-005	B3	0.00-0.20	305,70	99,20	<1	9,00	1,40	4,90	27,00	<0,1	3,10	16,00	117,00	25,70	623,00	<0,5	2,33	1,87	2,21	1,19	1,59	2,21	0,11	0,50	1,36	4,01	17,40	<1	95,00
2601134-007	B3	0.90-1,10	<0,1	98,90	<1	31,90	14,00	9,00	50,00	<0,1	33,30	29,00	524,00	80,00	2728,00	<0,5	6,07	7,69	11,58	5,08	5,94	6,33	0,43	1,64	5,84	7,96	58,56	<1	402,00
2601136-001	B3	1,80-2,00	<0,1	99,30	<1	8,40	<0,2	10,00	31,00	<0,1	0,10	21,00	55,00	17,00	80,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,05	<1	<5
2601115-013	B3	2.00-7,00	43,10	99,10	<1	9,00	<0,2	7,60	25,80	<0,1	0,15	19,10	49,80	35,40	85,10	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601136-003	B4	0.00-0.20	17,20	99,30	<1	24,40	3,90	7,90	33,40	<0,1	8,50	24,60	366,00	38,30	913,00	172,00	0,28	0,16	0,17	0,15	0,06	0,34	0,07	0,03	0,03	0,41	1,70	<1	57,00
2601136-005	B4	0.90-1,10	102,80	99,30	<1	25,70	4,50	7,20	31,40	<0,1	8,70	20,60	587,00	49,30	1052,00	584,00	2,22	1,73	1,40	0,96	0,40	2,24	0,40	0,13	0,15	2,49	12,15	<1	200,00
2601136-007	B4	1,80-2,00	<0,1	99,20	<1	42,60	21,00	9,00	45,00	<0,1	36,40	28,00	855,00	108,00	2832,00	<0,5	6,61	7,60	6,21	5,02	1,78	10,04	1,21	0,61	0,77	10,08	49,93	<1	381,00
2601115-015	B4	2.00-5,00	<0,1	99,00	<1	0,25	<0,2	9,00	33,00	<0,1	0,60	22,00	127,00	15,00	93,00	<0,5	0,07	0,06	0,04	0,05	0,03	0,09	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	0,47	<1	24,00
2601143-009	B5	0.00-0.20	<0,1	99,00	<1	28,80	10,00	8,00	41,00	<0,1	17,90	28,00	344,00	52,00	969,00	<0,5	0,36	0,32	0,31	0,28	0,10	0,48	0,09	0,04	0,05	0,58	2,61	<1	90,00
2601143-011	B5	0.90-1,10	<0,1	99,10	<1	29,80	3,00	8,00	35,00	<0,1	5,30	22,00	187,00	28,00	415,00	<0,5	4,98	3,22	4,79	2,50	1,32	4,28	1,04	0,41	0,37	4,27	27,18	<1	459,00
2601143-013	B5	1,80-2,00	<0,1	98,80	<1	31,00	2,00	8,00	33,00	<0,1	4,90	22,00	378,00	57,00	513,00	<0,5	2,70	1,89	1,66	1,09	0,46	2,78	0,46	0,16	0,16	3,24	14,60	<1	343,00
2601131-001	B5	2.00-6,00	<0,1	99,20	<1	0,23	<0,2	10,00	26,00	<0,1	0,20	21,00	55,00	14,00	74,00	<0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,09	<1	<5
2601143-015	B6	0.00-0.20	<0,1	99,20	<1	17,60	<0,2	8,00	36,00	<0,1	<0,1	22,00	27,00	13,00	68,00	<0,5	0,03	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,21	<1	<5
2601143-001	B6	0.80-1,00	<0,1	99,20	<1	17,50	<0,2	9,00	37,00	<0,1	<0,1	29,00	28,00	14,00	63,00	<0,5	0,10	0,04	0,04	0,04	<0,01	0,11	<0,01	<0,01	<0,01	0,18	0,51	<1	<5
2601143-003	B7	0.00-0.20	<0,1	99,00	<1	17,80	<0,2	12,00	34,00	<0,1	0,10	20,00	64,00	18,00	97,00	<0,5	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	<1	<5
2601143-005	B7	0.90-1,10	43,00	99,50	<1	14,60	<0,2	8,60	31,60	<0,1	0,10	17,20	59,30	13,40	100,00	<0,5	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,20	<1	<5
2601143-007	B7	1,80-2,00	29,30	99,50	<1	12,70	<0,2	7,80	19,40	<0,1	0,48	12,60	60,20	13,60	100,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<1	<5
2601158-001	B8	0.00-0.20	56,70	98,90	<1	37,90	6,60	8,50	39,60	<0,1	10,20	29,20	784,00	109,00	2098,00	<0,5	5,89	7,19	9,80	4,46	6,92	5,24	0,52	1,51	5,57	9,82	56,92	<1	813,00
2601158-003	B8	0.90-1,10	73,50	99,30	<1	24,20	2,80	6,50	25,90	<0,1	6,10	18,50	208,00	43,50	1213,00	<0,5	0,69	0,69	0,86	0,47	0,58	0,67	0,05	0,22	0,56	1,24	6,03	<1	87,00
2601135-001	B8	1,80-2,00	26,60	99,50	<1	18,90	<0,2	8,80	30,20	<0,1	0,19	22,30	27,20	10,70	61,30	<0,5	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,08	<1	<5
2601131-003	B8	2.00-7,00	30,30	99,50	<1	19,30	<0,2	6,80	34,90	<0,1	0,10	25,20	21,30	9,70	51,40	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601135-003	B9	0.00-0.20	<0,1	98,80	<1	42,80	63,00	8,60	38,00	<0,1	75,10	31,00	2110,00	270,00	9429,00	<0,5	2,32	2,57	4,08	1,90	2,07	2,40	0,16	0,58	1,97	3,10	21,15	<1	249,00
2601135-005	B9	0.90-1,10	33,70	99,40	<1	28,80	3,90	6,40	24,20	<0,1	1,20	18,40	450,00	47,30	1167,00	<0,5	0,65	0,78	1,35	0,33	0,71	0,63	0,05	0,18	0,62	1,03	6,33	<1	48,00
2601132-001	B9	1,80-2,00	<0,1	97,90	<1	23,50	3,00	6,90	24,00	<0,1	0,90	18,00	415,00	36,00	1139,00	<0,5	0,50	0,69	0,85	0,45	0,55	0,54	0,04	0,18	0,55	0,78	5,13	<1	37,00
2601131-005	B9	2.00-9,00	<0,1	99,60	<1	17,30	<0,2	5,90	28,00	<0,1	<0,1	21,00	19,00	8,00	48,00	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	<1	<5
2601132-003	B10	0.00-0.20	25,90	99,30	<1	24,90	12,70	8,80	18,50	<0,1	16,00	29,20	713,00	140,00	4751,00	<0,5	0,90	0,98	1,15	0,64	0,85	0,93	0,07	0,21	0,74	1,30	7,76	<1	122,00
2601132-005	B10	0.90-1,20	<0,1	99,30	<1	31,00	11,00	8,00	41,00	<0,1	7,50	26,00	918,00	107,00	5195,00	<0,5	1,34	1,46	1,88	1,04	1,24	1,33	0,05	0,16	1,08	1,88	11,46	<1	116,00
2601132-007	B10	1,80-2,00	48,50	99,50	<1	21,30	2,80	7,60	36,20	<0,1	4,20	21,90	202,00	36,20	1005,00	<0,5	0,77	0,88	1,06	0,56	0,70	0,72	<0,01	0,23	0,69	1,15	6,76	<1	88,00
2601131-007	B10	2.00-8,00	<0,1	99,60	<1	0,22	<0,2	8,00	31,00	<0,1	0,20	21,00	30,00	11,00	69,00	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5
2601159-001	C1	0.00-2,00	<0,1	99,00	<1	25,00	4,00	7,00	29,00	<0,1	14,80	23,00	250,00	43,00	1158,00	<0,5	3,63	2,29	2,13	1,55	0,43	3,61	0,50	0,19	0,18	3,83	18,34	<1	631,00
2601159-003	C1	2,00-5,00	<0,1	99,40	<1	21,90	<0,2	6,00	18,00	<0,1	2,30	15,00	19,00	7,00	57,00	<0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,16	<1	<5

Codice certificato	Sigla	Quota	Scheletro	Residuo 105° C	Antimonio (Sb)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr Tot)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Zinco (Zn)	Stagno (Sn)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo(k) fluorantene	Benzo (g,h,i)perilene	Crisene	Dibenzo(a)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Indenopirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12
		(m p.f.)	(g/kg)	(%)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Col. A D.Lgs.152/06					10	20	2	20	150	2	1	120	100	120	150	1	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	5	0,1	0,1	0,1	5	10	10	50
Col. B D.Lgs.152/06					30	50	15	250	800	15	5	500	1000	600	1500	350	10	10	10	10	10	50	10	10	5	50	100	250	750
ICRAM (2006)-LCB						25	0,35		100		0,4	70	40		100		0,075	0,08				0,108		0,006	0,153	0,153	0,9		
ICRAM (2006)-LCL						32	0,8		360		0,8	75	70		170		0,693	0,763				0,846		0,135	0,0013	1,398	4		
2601159-005	C1	5,00-10,00	99,20	99,00	<1	13,20	<0,2	6,30	22,50	<0,1	<0,1	16,20	18,90	5,40	44,10	<0,5	0,02	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	0,16	<1	<5
2601159-007	C1	10.00-20,00	<0,1	99,20	<1	11,20	<0,2	10,00	11,00	<0,1	<0,1	12,00	20,00	13,00	40,00	<0,5	0,02	0,01	0,02	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,11	<1	<5
2601159-009	C2	0.00-2,00	<0,1	98,90	<1	31,80	6,00	9,00	44,00	<0,1	18,60	26,00	269,00	207,00	997,00	<0,5	6,10	3,62	4,04	2,92	0,93	5,00	1,11	0,32	0,37	5,41	29,82	<1	579,00
2601159-011	C2	2,00-5,00	<0,1	99,50	<1	20,00	1,00	7,00	33,00	<0,1	2,50	23,00	50,00	13,00	119,00	<0,5	2,93	1,76	1,60	1,16	0,33	2,93	0,39	0,12	0,14	3,22	14,58	<1	468,00
2601159-0013	C2	5,00-10,00	<0,1	99,80	<1	8,40	<0,2	9,00	12,00	<0,1	<0,1	18,00	16,00	11,00	58,00	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,07	<1	<5
2601159-015	C2	10.00-20,00	<0,1	99,00	<1	6,10	<0,2	10,00	13,00	<0,1	<0,1	10,00	16,00	10,00	56,00	<0,5	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,05	<1	<5
2601159-017	C3	0.00-2,00	<0,1	99,00	<1	18,60	0,00	8,00	41,00	<0,1	3,60	21,00	127,00	28,00	601,00	<0,5	1,79	0,67	0,83	0,69	0,22	2,28	0,25	0,07	0,07	2,49	9,36	<1	221,00
2601159-019	C3	2,00-5,00	<0,1	99,30	<1	17,00	<0,2	8,00	36,00	<0,1	<0,1	23,00	20,00	9,00	59,00	<0,5	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,09	<1	<5
2601159-021	C3	5,00-10,00	20,50	99,80	<1	19,10	<0,2	7,80	32,30	<0,1	<0,1	20,60	19,60	6,90	57,80	<0,5	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,06	<1	<5
2601159-023	C3	10.00-20,00	<0,1	99,10	<1	9,00	<0,2	10,00	19,00	<0,1	<0,1	21,00	18,00	7,00	57,00	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<1	<5
2601159-025	C4	0.00-2,00	<0,1	98,80	<1	17,90	<0,2	9,00	43,00	<0,1	1,60	23,00	65,00	20,00	207,00	<0,5	1,03	0,49	0,44	0,34	0,13	1,32	0,16	0,04	0,05	1,88	5,88	<1	94,00
2601159-027	C4	2,00-5,00	<0,1	99,40	<1	16,60	<0,2	8,00	42,00	<0,1	<0,1	26,00	20,00	9,00	57,00	<0,5	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,06	<1	<5
2601159-029	C4	5,00-10,00	<0,1	99,10	<1	14,70	<0,2	8,00	39,00	<0,1	<0,1	23,00	19,00	8,00	60,00	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<1	<5
2601159-031	C4	10.00-20,00	158,30	99,10	<1	9,80	<0,2	6,70	24,40	<0,1	<0,1	20,20	18,50	6,70	49,70	<0,5	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<1	<5

TABELLA 11-7 – INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2008: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9																0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4																0,189
3459	A101	0,00-2,00	8,10	92,14	84,74	2,80	296,00	519,00	43654,54	38,54	10,81	11,11	52,16	32,22	809,24	108,88	17,36	58,18	4591,17	<0,2	12,50	0,71	1,05	1,62	0,66	0,71	1,04	0,26	0,72	2,11	8,89	<1	80,58	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3471	A102	2,00-4,00	7,80	95,70	91,68	1,10	364,00	463,00	46403,03	33,07	0,74	13,13	45,14	29,58	59,95	22,16	0,42	59,76	253,08	<0,2	0,10	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03	0,04	0,00	0,03	0,09	0,36	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3472	A103	4,00-6,00	7,90	98,00	93,51	2,60	504,00	459,00	33350,69	28,41	0,50	11,22	54,18	36,76	36,70	18,08	0,17	57,71	111,57	<0,2	<0,1	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3456	A201	0,00-2,00	7,60	97,73	93,40	0,80	51,00	499,00	34099,15	29,16	0,51	11,33	38,12	27,33	38,48	18,06	0,43	46,03	104,97	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,13	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3457	A202	2,00-4,00	8,10	93,36	90,81	0,90	376,00	494,00	32749,28	26,79	0,57	12,94	36,78	27,68	48,82	20,41	<0,02	47,33	114,49	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3458	A203	4,00-6,00	7,70	98,22	93,78	1,60	564,00	466,00	65186,69	25,85	0,61	13,51	53,34	34,96	67,75	23,22	0,31	64,23	121,18	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3378	A301	0,00-2,00	8,10	85,21	82,28	0,80	467,00	508,00	45373,90	32,52	0,59	13,09	48,85	32,26	45,23	22,11	0,10	58,89	114,78	<0,2	<0,1	0,63	<0,01	0,52	<0,01	0,51	0,51	<0,01	<0,01	0,67	2,85	3,50	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3379	A302	2,00-4,00	8,10	84,64	82,17	0,80	645,00	510,00	72296,63	24,66	0,55	13,20	47,83	32,42	44,32	20,93	0,25	58,28	115,60	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,10	3,52	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3380	A303	4,00-6,00	8,20	87,25	84,75	1,00	570,00	456,00	48088,25	20,51	0,59	13,71	44,76	31,06	53,15	22,54	0,16	58,46	123,24	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,08	3,42	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3525	A401	0,00-2,15	8,00	92,75	87,35	1,80	255,77	301,81	45231,72	40,13	17,35	12,02	63,36	36,67	629,00	97,00	8,47	44,36	3529,24	<0,2	31,07	3,07	4,58	7,44	3,03	2,30	3,60	1,07	3,64	6,26	34,99	<1	164,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3526	A402	2,15-3,50	8,00	93,05	85,18	1,80	400,46	570,66	40313,22	32,71	12,72	11,41	59,75	15,44	479,14	82,99	7,03	33,76	2629,91	<0,2	24,67	3,03	3,58	5,53	2,20	1,77	3,35	0,72	2,50	6,90	29,57	<1	100,71	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3527	A403	4,30-5,30	7,80	96,45	93,52	0,80	103,22	479,96	42761,59	23,75	0,55	12,01	45,99	29,06	43,18	19,91	0,28	52,16	111,46	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,04	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,12	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3528	A404	5,30-6,00	7,80	94,19	91,14	1,20	851,41	452,31	31448,81	17,48	0,65	14,13	47,42	30,99	77,49	24,89	0,22	58,16	130,34	<0,2	0,20	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,05	0,25	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3450	B101	0,00-2,00	7,90	97,70	85,14	0,70	560,00	484,00	46899,81	30,37	0,55	12,39	48,14	31,55	42,16	19,92	0,19	55,33	123,73	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,08	3,05	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3451	B102	2,00-4,00	7,90	99,02	95,85	1,60	550,00	435,00	33416,71	23,02	0,46	10,70	41,44	27,21	29,52	16,12	0,24	50,13	95,38	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,07	3,01	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3452	B103	4,00-6,00	8,20	93,57	90,84	1,50	427,00	432,00	45641,09	26,58	0,51	11,53	37,51	25,30	33,27	16,65	0,05	48,35	108,13	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,22	<0,01	<0,01	0,01	0,29	5,34	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3453	B201	0,00-2,00	8,30	97,70	85,60	5,60	624,00	552,00	35418,93	21,51	0,96	9,54	47,13	25,32	102,45	24,69	1,45	47,19	240,41	<0,2	0,80	0,41	0,41	0,57	0,29	0,29	0,48	0,16	0,30	0,92	3,82	1,11	34,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3454	B202	2,00-4,00	7,70	98,51	94,47	2,00	150,00	400,00	33130,92	26,78	0,45	11,28	55,23	37,57	28,94	17,49	0,23	54,63	94,64	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,07	1,29	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3455	B203	4,00-6,00	8,30	97,12	94,18	1,20	455,00	475,00	41501,65	22,56	0,58	13,69	54,95	35,98	50,28	22,76	<0,02	57,28	123,12	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,08	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3681	B301	0,00-2,00	7,20	97,62	91,22	2,10	153,95	615,79	30127,72	39,69	2,41	11,40	56,38	33,14	204,89	45,84	3,42	48,67	742,35	<0,2	3,00	1,16	1,59	2,23	1,08	0,82	1,23	0,36	1,14	2,43	12,06	<1	53,99	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,03	0,08
3682	B302	2,00-4,00	7,30	91,70	89,07	0,60	54,46	441,09	37820,35	36,74	0,54	12,54	52,19	35,00	37,87	19,92	0,18	48,91	102,68	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,07	0,02	0,03	0,04	0,01	0,04	0,06	0,36	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3683	B303	4,00-6,00	7,10	98,71	95,57	0,90	151,32	554,84	36029,72	20,28	0,62	13,41	47,77	33,58	47,03	22,27	0,06	48,64	121,48	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,14	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3479	C101	0,00-2,00	8,20	96,05	89,58	2,20	413,47	677,05	29182,54	23,85	1,86	10,01	49,76	28,22	98,73	32,22	3,77	42,43	578,99	<0,2	4,62	0,82	0,86	1,31	0,63	0,54	1,01	0,23	0,62	1,85	7,87	<1	32,11	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,02	0,05
3480	C102	2,00-4,00	8,20	97,74	94,47	1,00	404,91	703,53	37013,89	28,22	1,19	10,55	42,43	25,71	65,32	24,38	1,34	48,67	312,15	<0,2	0,24	0,60	0,59	0,88	0,40	0,41	0,76	0,21	0,46	1,57	5,87	<1	8,85	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02
3481	C103	4,00-6,00	8,10	98,73	95,60	1,20	552,57	487,27	7108,85	21,39	0,49	12,30	46,71	31,39	40,99	19,55	0,11	53,83	107,72	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,11	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3808	D101	0,00-2,25	8,00	96,54	92,66	0,80	<50	500,23	45321,25	24,92	4,49	9,41	35,64	19,35	133,07	28,71	1,51	44,17	876,91	<0,2	8,30	0,41	0,48	0,87	0,31	0,32	0,39	0,13	0,42	1,41	4,75	<1	8,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01
3809	D102	2,25-4,50	7,70	97,07	94,45	0,90	51,82	564,85	55280,21	18,72	0,53	10,89	29,00	19,51	45,22	16,31	0,18	40,93	106,64	<0,2	0,10	0,05	0,05	0,07	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,15	0,47	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3810	D103	4,50-6,00	7,70	95,82	92,70	1,80	200,14	460,32	34570,12	15,54	0,38	8,79	43,31	29,94	18,46	12,48	0,25	39,66	74,48	<0,2	0,10	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2934	E101	0,00-2,00	7,90	87,60	82,30	3,10	438,00	1193,00	29184,10	54,60	9,50	12,40	47,60	34,70	515,60	95,20	13,40	54,10	4216,50	<0,2	12,40	0,69	1,15	1,89	0,80	0,04	1,43	0,27	0,84	3,00	10,11	<1	45,00	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,08	0,02	<0,006	0,01	0,16	0,16	<0,006	<0,006	0,13	0,58

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9																0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4																0,189
2935	E102	2,00-4,00	7,70	90,30	83,70	3,90	371,00	912,00	18947,10	47,10	11,50	11,70	34,20	30,10	2142,70	138,00	15,00	47,60	4226,80	<0,2	15,00	0,89	1,32	1,25	2,06	0,29	2,50	0,34	1,84	7,34	17,82	<1	104,00	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,09	0,03	<0,006	<0,006	0,20	0,20	<0,006	<0,006	0,17	0,69
2936	E103	4,00-6,00	8,10	85,50	82,40	1,40	540,00	414,00	25265,20	20,80	0,50	7,90	34,30	24,30	21,20	12,30	0,30	36,30	82,70	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,26	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2937	E201	0,00-2,00	7,80	84,80	78,30	3,00	733,00	633,00	22144,00	28,90	3,20	10,00	49,00	27,90	126,80	42,80	4,20	53,30	865,00	0,20	<0,1	0,97	2,15	3,34	1,56	0,38	1,72	0,26	1,54	4,49	16,39	<1	18,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,03	<0,006	<0,006	0,03	0,10
2938	E202	2,00-4,00	7,90	88,50	83,50	2,90	552,00	564,00	52071,40	29,70	2,90	10,00	38,70	24,80	104,80	36,70	2,80	47,80	739,00	<0,2	1,10	0,35	0,55	0,83	0,40	0,17	0,50	0,08	0,35	1,03	4,23	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,04
2939	E203	4,00-6,00	7,70	81,80	73,80	6,40	808,00	1043,00	46155,90	77,70	25,20	14,30	51,30	37,90	1731,20	225,00	23,70	64,30	5952,80	0,50	19,60	2,55	5,86	5,11	8,88	1,01	3,38	2,22	4,61	14,63	48,25	<1	455,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,07	<0,006	<0,006	<0,006	0,17	0,18	<0,006	<0,006	0,19	0,62
3811	E301	0,00-2,20	8,00	93,90	86,23	2,70	158,53	697,55	49946,79	46,16	19,30	11,44	40,35	27,53	1025,32	131,34	10,77	53,90	3291,26	<0,2	23,70	8,85	8,31	11,48	5,08	4,72	8,60	1,92	4,74	25,76	79,46	<1	136,48	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,11	<0,006	<0,006	<0,006	0,23	0,26	<0,006	<0,006	0,17	0,77
3812	E302	2,20-4,40	8,40	92,79	89,42	0,80	107,58	532,52	66856,80	14,15	0,71	12,84	36,52	21,98	54,47	21,63	0,42	53,64	148,67	<0,2	0,10	0,13	0,12	0,20	0,08	0,09	0,15	0,04	0,10	0,36	1,26	<1	6,94	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3813	E303	4,40-6,00	7,90	90,49	87,44	1,10	137,97	413,91	42089,14	19,77	0,39	9,36	34,56	24,04	34,50	14,58	0,34	41,01	87,22	<0,2	0,20	0,03	0,02	0,06	0,02	0,04	0,03	0,01	0,04	0,05	0,30	<1	7,67	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3671	E401	0,00-2,00	8,30	98,38	92,87	1,90	255,27	587,12	25388,67	21,50	1,69	9,08	43,18	24,81	91,12	32,60	3,49	41,02	623,25	0,41	3,30	0,60	0,63	0,96	0,42	0,44	0,74	0,22	0,48	1,44	5,93	<1	32,73	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,02	0,03	<0,006	<0,006	0,03	0,10
3672	E402	2,00-4,00	8,30	95,61	92,03	1,00	<50	651,07	22355,20	30,57	6,63	8,59	28,21	18,62	312,15	40,86	3,21	33,32	1273,11	0,42	10,80	1,59	1,84	2,87	1,10	1,08	1,84	0,39	1,18	5,18	17,08	<1	42,88	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,04	<0,006	<0,006	<0,006	0,04	0,05	<0,006	<0,006	0,03	0,17
3673	E403	4,00-6,00	8,00	98,86	96,38	0,90	254,45	412,21	29137,86	21,68	0,47	9,71	32,49	22,28	32,21	14,10	0,11	36,55	89,32	0,30	0,30	0,03	0,04	0,08	0,04	0,03	0,04	0,02	0,04	0,07	0,39	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3617	E501	0,00-2,50	8,00	93,85	84,09	4,30	304,21	785,89	25664,93	57,19	61,63	12,51	65,70	41,39	1414,52	232,38	23,84	75,90	8344,50	0,20	80,40	5,22	6,84	10,31	4,39	4,92	6,77	2,42	5,15	12,77	58,80	<1	294,02	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,26	<0,006	<0,006	<0,006	0,59	0,56	<0,006	<0,006	0,48	1,88
3618	E502	2,50-5,00	7,90	94,45	88,54	3,00	<50	594,53	27111,67	35,48	2,50	10,64	39,04	26,66	690,31	85,92	5,83	45,69	826,43	<0,2	5,40	1,47	1,51	2,07	0,97	0,89	1,60	0,35	1,07	4,72	14,67	<1	53,24	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3619	E503	5,00-6,00	8,10	95,39	91,50	2,00	197,59	390,25	29391,04	20,56	0,47	9,21	48,92	32,69	24,25	13,42	0,41	45,21	89,83	<0,2	0,30	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,19	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3614	E601	0,00-2,00	8,10	95,56	81,94	5,20	627,39	538,51	27393,50	25,08	2,56	10,90	52,96	32,66	136,05	45,05	4,34	50,13	676,49	<0,2	4,60	0,75	0,69	1,07	0,51	0,49	0,92	0,24	0,52	1,69	6,86	<1	52,12	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,04	<0,006	<0,006	0,03	0,12
3615	E602	2,00-4,00	8,00	96,25	90,29	2,70	156,83	674,38	32695,18	46,67	45,79	12,42	60,79	41,53	994,66	143,83	11,52	66,15	4220,56	<0,2	51,20	2,57	3,99	6,17	2,65	2,86	3,80	1,25	2,83	5,30	31,43	<1	119,19	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,14	<0,006	<0,006	<0,006	0,24	0,26	<0,006	<0,006	0,21	0,85
3616	E603	4,00-6,00	7,80	95,55	93,34	1,10	365,29	558,38	29110,10	19,06	0,51	10,65	38,50	26,54	36,92	15,66	0,21	43,13	101,37	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,11	<1	5,72	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3722	E701	0,00-1,85	7,50	96,91	78,40	2,10	257,55	597,50	21011,65	25,40	4,55	10,02	42,39	26,62	213,42	46,07	4,04	38,25	970,68	<0,2	9,73	0,68	0,82	1,16	0,54	0,56	0,89	0,25	0,57	1,57	7,04	<1	31,05	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	<0,006	<0,006	<0,006	0,05	0,06	<0,006	<0,006	0,04	0,18
3723	E702	1,85-3,70	7,50	98,72	94,90	0,90	101,14	627,04	25240,96	30,17	2,80	9,77	35,53	29,38	151,95	29,37	1,67	43,56	453,09	<0,2	4,40	0,47	0,64	0,90	0,44	0,45	0,64	0,20	0,47	1,22	5,44	<1	23,10	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	0,04	<0,006	<0,006	0,02	0,11
3724	E703	3,70-5,40	7,40	99,01	96,34	1,00	251,08	527,27	36763,14	18,49	0,54	11,55	34,82	23,68	54,46	18,62	0,14	44,08	111,08	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,03	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,11	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3725	E704	5,40-6,00	8,20	99,65	98,08	0,50	100,89	595,25	16320,53	9,37	0,29	6,54	23,21	16,50	13,63	7,10	<0,02	25,82	58,99	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2836	F101	0,00-2,00	7,50	89,60	85,40	1,10	308,00	455,00	32452,80	25,80	1,50	12,40	56,30	37,10	67,50	29,00	1,50	52,80	271,70	<0,2	<0,1	0,22	0,26	0,42	0,22	0,15	0,36	0,07	0,26	0,63	2,58	1,00	8,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2837	F102	2,00-4,00	7,70	91,20	88,10	0,90	188,00	569,00	47925,20	30,30	1,40	9,30	31,50	20,10	67,90	19,50	1,30	37,00	288,50	<0,2	0,20	0,74	0,74	1,16	0,64	0,44	1,04	0,25	0,63	2,00	7,64	2,00	12,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2838	F103	4,00-6,00	8,50	97,80	95,90	0,40	50,00	463,00	30717,40	21,50	0,70	10,20	28,20	19,90	34,50	15,10	0,20	36,20	90,00	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,10	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2839	F201	0,00-2,00	8,20	96,70	94,40	0,60	203,00	451,00	30085,70	17,40	1,10	7,50	23,90	16,60	52,80	15,20	1,80	26,20	255,00	<0,2	<0,1	0,30	0,34	0,56	0,25	0,13	0,43	0,07	0,27	0,81	3,17	<1	9,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3473	F201bis	0,00-2,00	8,40	96,41	93,57	0,80	208,21	624,64	36263,85	35,49	0,92	10,61	41,52	23,97	56,20	20,69	1,29	48,82	260,16	<0,2	0,77	0,10	0,12	0,24	0,09	0,10	0,17	0,03	0,10	0,44	1,40	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3474	F202bis	2,00-4,00	8,30	98,07	95,50	0,60	307,55	533,09	34167,74	30,63	0,48	11,10	40,11	24,50	37,83	16,87	0,13	46,81	99,86	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3475	F203bis	4,00-6,00	8,20	96,50	94,23	0,90	623,10	503,67	35839,81	17,66	0,48	11,06	32,86	21,11	49,37	17,08	0,12	42,81	101,88	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3447	F301	0,00-2,00	8,20	95,90	92,31	1,00	365,50	590,03	21809,73	22,88	1,55	9,44	36,55	21,31	93,32	26,37	3,69	39,20	247,93	<0,2	2,11	0,71	0,81	1,18	0,58	0,52	0,86	0,21	0,61	1,59	7,07	3,13	19,81	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,03
3448	F302	2,00-4,00	8,10	97,33	94,15	0,60	257,94	515,88	36474,21	37,66	0,52	11,95	46,52	30,25	40,05	18,58	0,21	50,91	112,22	<0,2	<0,1	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,04	0,31	6,16	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3449	F303	4,00-6,00	8,00	98,85	96,50	0,80	252,00	524,16	40595,35	28,00	0,51	11,96	45,60	29,67	38,16	18,27	0,45	54,16	107,23	<0,2	<0,1	0,02	<0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,13	5,06	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2896	F401	0,00-2,00	7,90	90,10	83,90	2,80	767,00	573,00	42589,30	29,60	3,90	9,60	43,50	26,70	144,50	42,50	4,70	39,50	732,40	<0,2	6,50	2,61	2,15	4,79	1,54	1,32	3,06	0,62	2,05	5,54	23,68	1,00	45,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	<0,006	0,04	0,04	<0,006	<0,006	0,03	0,13

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50															0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750															5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9															0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4															0,189
2897	F402	2,00-4,00	7,80	88,20	81,40	2,60	912,00	560,00	21464,40	26,60	2,40	10,00	50,20	29,10	103,30	41,90	4,40	43,20	594,70	<0,2	3,50	2,66	2,21	3,34	1,49	0,83	2,31	0,49	1,52	4,57	19,43	<1	38,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,01	<0,006	<0,006	0,03	0,03	<0,006	<0,006	0,02	0,10
3476	F401bis	0,00-2,00	8,40	96,85	91,11	1,80	411,75	813,20	27252,60	27,51	2,81	21,74	62,41	27,69	131,13	40,46	4,05	65,89	682,36	<0,2	5,37	2,43	2,43	3,56	1,70	1,24	2,53	0,49	1,74	8,14	24,25	<1	40,98	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
3477	F402bis	2,00-4,00	8,30	96,77	93,69	0,80	51,45	601,91	44446,83	36,79	1,51	11,28	48,04	27,32	69,68	24,63	1,15	51,90	335,81	<0,2	1,28	0,40	0,45	0,78	0,31	0,27	0,47	0,10	0,37	1,39	4,54	<1	6,90	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3478	F403bis	4,00-6,00	8,30	97,44	94,65	0,80	359,26	492,69	42648,61	33,89	0,67	12,11	50,24	31,53	44,90	20,06	0,21	50,81	125,70	<0,2	0,10	0,08	0,06	0,15	0,05	0,05	0,10	0,02	0,07	0,18	0,75	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
2898	F501	0,00-2,00	7,90	89,10	84,30	1,30	678,00	611,00	31454,20	36,10	2,40	12,10	50,40	29,40	93,20	33,90	2,50	52,00	393,60	<0,2	1,40	1,08	1,32	2,13	0,97	0,52	1,38	0,33	0,98	2,19	10,88	<1	12,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,03
2899	F502	2,00-4,00	8,10	93,50	89,80	0,70	969,00	420,00	34159,70	33,60	1,00	12,40	43,40	32,40	41,90	22,90	0,30	43,70	112,60	<0,2	<0,1	0,04	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,25	1,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3536	F501bis	0,00-2,00	7,60	88,00	82,59	1,90	506,73	636,23	28402,54	25,85	1,73	9,47	46,38	26,28	101,36	33,02	3,53	38,48	489,19	<0,2	5,00	0,94	1,02	1,50	0,65	0,62	1,14	0,29	0,74	2,20	9,10	<1	28,49	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,04
3537	F502bis	2,00-4,00	7,80	95,26	92,34	1,00	787,61	619,59	36234,09	28,72	1,30	11,91	49,94	31,43	67,99	23,94	0,58	48,45	290,87	<0,2	0,39	0,42	0,47	0,69	0,31	0,36	0,52	0,18	0,36	0,94	4,26	<1	8,08	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,05
3538	F503bis	4,00-6,00	7,80	96,12	93,26	0,80	51,72	470,69	36786,42	16,75	0,69	13,25	46,79	31,48	46,85	21,56	0,30	49,99	125,37	<0,2	<0,1	0,04	0,03	0,06	0,02	0,03	0,06	0,01	0,03	0,05	0,33	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3611	F601	0,00-2,00	8,10	95,23	91,21	1,00	368,93	574,48	31209,78	23,79	0,82	11,49	48,02	28,10	58,05	24,49	1,65	45,65	224,27	<0,2	0,30	0,37	0,37	0,52	0,26	0,31	0,45	0,17	0,29	0,71	3,45	<1	8,40	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3612	F602	2,00-4,00	8,00	98,10	94,54	0,90	153,82	507,61	38182,50	40,97	0,57	13,99	60,70	40,07	41,80	22,91	0,24	53,64	113,00	<0,2	<0.1	0,02	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3613	F603	4,00-6,00	7,80	96,07	92,90	1,00	366,04	486,32	42154,96	31,52	0,64	13,51	59,46	38,14	41,82	22,38	0,21	55,62	115,53	<0,2	<0,1	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,07	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3677	F701	0,00-1,80	8,30	93,57	86,69	2,40	376,63	651,04	45776,22	25,21	2,44	11,67	67,39	35,18	119,89	45,11	3,48	51,00	571,50	<0,2	6,70	1,39	1,54	2,34	1,04	0,86	1,70	0,39	1,17	3,52	13,93	<1	45,31	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,06
3678	F702	1,80-3,60	8,20	94,95	89,28	1,90	312,98	605,09	47250,89	31,01	3,13	12,18	70,39	39,56	200,78	38,70	2,28	54,00	790,76	<0,2	5,20	2,86	3,86	5,16	3,24	1,84	2,95	0,81	3,15	7,14	31,02	<1	102,93	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,01	0,06
3679	F703	3,60-5,40	8,00	97,28	93,62	0,90	205,67	503,88	74015,50	36,88	0,56	13,79	62,63	41,13	44,70	22,89	0,19	55,98	116,15	<0,2	0,10	0,04	0,04	0,06	0,04	0,02	0,05	0,03	0,03	0,07	0,39	<1	6,58	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3680	F704	5,40-6,00	8,00	98,89	97,08	0,40	152,80	499,14	44270,11	15,91	0,41	9,34	29,45	19,77	29,27	12,94	0,03	35,28	82,84	<0,2	<0.1	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2840	F801	0,00-2,00	8,90	87,60	82,50	1,50	545,00	594,00	17194,90	29,60	2,20	12,40	75,80	44,70	111,80	41,20	3,50	53,90	407,10	<0,2	<0,1	0,89	1,27	1,97	1,31	0,39	1,08	0,44	1,10	1,99	10,46	<1	26,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2841	F802	2,00-4,00	8,00	90,20	86,00	1,10	446,00	516,00	48694,10	47,70	1,10	14,80	67,40	45,80	62,40	31,30	0,90	57,20	148,50	<0,2	<0,1	0,18	0,21	0,34	0,21	0,10	0,22	0,04	0,22	0,48	1,99	<1	6,00	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
2842	F803	4,00-6,00	8,00	91,70	88,50	0,60	1913,00	481,00	36693,00	45,10	1,00	14,00	65,30	46,20	42,90	23,80	0,20	54,30	110,50	<0,2	<0,1	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,19	2,00	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3799	G101	0,00-2,25	8,00	92,70	86,40	2,00	53,55	937,14	38802,36	45,63	15,50	11,07	42,95	28,45	895,95	111,09	15,72	49,72	5690,49	<0,2	18,90	2,30	2,98	3,96	1,88	2,14	2,30	1,09	1,94	5,20	23,79	<1	63,53	<0,006	0,02	<0,006	<0,006	0,18	<0,006	<0,006	<0,006	0,41	0,37	<0,006	<0,006	0,27	1,25
3800	G102	2,25-4,50	8,10	97,21	84,82	5,30	350,33	1195,50	23029,94	61,14	27,79	11,49	35,56	30,74	1864,51	191,90	13,13	41,75	2424,29	<0,2	18,50	9,75	10,82	15,10	6,80	6,54	10,16	2,65	7,37	30,11	99,29	<1	263,07	<0,006	0,06	<0,006	<0,006	0,25	<0,006	<0,006	<0,006	0,46	0,53	<0,006	<0,006	0,44	1,75
3801	G103	4,50-4,90	8,20	96,07	93,34	1,40	<50	470,02	46302,77	20,82	0,50	9,14	26,63	17,85	48,77	13,65	0,24	37,22	113,25	0,30	<0,1	0,05	0,05	0,10	0,06	0,05	0,05	0,03	0,08	0,12	0,59	<1	7,19	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3802	G104	4,90-6,00	7,80	94,38	91,13	1,90	136,78	364,73	45470,07	16,79	0,48	7,56	34,18	22,17	28,25	11,17	0,31	36,83	115,58	0,60	0,20	0,06	0,06	0,12	0,05	0,07	0,05	0,03	0,07	0,15	0,66	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01
3836	G201	0,00-2,15	8,00	94,64	90,48	0,70	421,51	595,39	42263,95	20,14	1,13	8,69	34,86	19,31	61,15	21,27	2,83	40,02	384,37	<0,2	2,20	0,55	0,52	0,81	0,35	0,42	0,76	0,20	0,40	1,48	5,49	<1	7,71	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,02	<0,006	<0,006	0,02	0,05
3837	G202	2,15-4,30	7,90	97,29	94,89	0,50	153,56	527,23	42559,63	14,02	0,38	8,58	25,22	15,11	28,71	11,01	0,65	35,60	82,95	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,24	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3838	G203	4,30-5,10	7,60	98,22	95,44	1,60	403,68	474,32	44026,78	19,38	0,39	10,13	53,93	36,80	19,89	14,56	0,44	46,74	77,38	<0,2	0,10	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,04	0,22	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3839	G204	5,10-6,00	7,60	99,13	97,14	1,00	50,17	426,45	36244,36	13,18	0,42	9,07	36,69	25,70	17,49	11,33	0,18	36,50	76,12	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3726	G301	0,00-2,50	8,20	98,28	95,29	0,60	<50	592,20	23665,91	18,89	0,57	8,65	29,02	17,32	37,07	14,44	0,99	33,72	176,85	<0,2	0,10	0,16	0,18	0,32	0,14	0,12	0,15	0,06	0,17	0,37	1,66	<1	5,76	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3727	G302	2,50-5,00	8,10	99,34	97,59	0,30	151,47	545,31	21312,57	16,24	0,35	7,88	22,68	15,29	21,72	8,86	0,24	29,38	72,09	<0,2	<0,1	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	0,17	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3728	G303	5,00-6,00	7,90	94,37	92,37	1,10	<50	765,93	20241,86	11,51	0,31	7,66	30,01	21,41	14,80	9,20	0,11	29,63	66,28	0,40	<0,1	0,02	0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,01	0,10	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3833	G401	0,00-2,00	7,80	89,67	85,80	1,10	224,44	622,83	52096,33	28,28	0,76	13,24	64,94	38,83	60,58	28,18	1,56	55,35	207,99	<0,2	0,40	0,42	0,47	0,68	0,35	0,39	0,57	0,20	0,39	1,00	4,47	<1	7,03	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	0,02
3834	G402	2,00-4,00	7,80	90,76	87,13	0,80	276,49	503,22	59736,42	28,11	0,53	12,78	54,28	34,30	35,62	19,60	0,45	52,49	100,82	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,02	0,16	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50															0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750															5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9															0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4															0,189
3835	G403	4,00-6,00	7,80	93,59	90,81	0,80	586,94	565,60	62905,32	26,89	0,54	13,03	58,82	38,53	38,36	20,77	0,18	52,86	105,90	<0,2	<0,1	0,06	0,05	0,13	0,05	0,04	0,10	0,03	0,06	0,17	0,69	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3674	G501	0,00-2,00	8,10	97,77	89,48	2,50	772,29	689,92	51484,24	27,75	4,37	12,29	80,90	43,07	202,51	54,21	5,62	55,10	756,66	0,20	14,20	1,21	1,52	2,39	1,11	0,89	1,39	0,43	1,19	2,47	12,60	<1	47,36	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,03	<0,006	<0,006	<0,006	0,05	0,05	<0,006	<0,006	0,04	0,17
3675	G502	2,00-4,00	8,00	97,74	91,61	2,10	767,10	685,27	52086,73	31,20	6,26	13,72	74,31	46,62	263,99	57,57	3,09	57,86	912,94	0,41	15,20	1,50	2,26	3,44	1,62	1,19	1,89	0,54	1,79	3,08	17,31	<1	40,91	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3676	G503	4,00-6,00	7,80	98,72	94,88	1,00	301,62	532,86	60342,87	12,89	0,61	13,55	56,50	37,86	42,39	22,29	0,29	53,70	116,30	<0,2	0,30	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,22	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3529	G601	0,00-2,00	8,00	93,45	88,80	1,50	300,60	611,21	36948,91	30,54	1,70	11,91	60,41	36,85	164,28	37,18	2,31	51,83	452,28	<0,2	2,44	0,36	0,44	0,61	0,30	0,32	0,43	0,16	0,32	0,78	3,73	<1	18,75	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3530	G602	2,00-4,00	8,50	96,91	93,63	1,00	255,94	506,76	51826,23	20,08	0,58	13,88	59,84	38,02	44,13	23,31	0,09	58,97	122,33	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,02	0,03	0,18	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3531	G603	4,00-6,00	8,40	95,33	92,93	1,10	210,86	495,53	44478,29	16,78	0,55	13,10	49,97	33,00	44,37	20,61	0,12	52,27	114,64	<0,2	<0,1	0,02	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,03	0,03	0,20	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3482	G701	0,00-2,00	8,20	96,99	91,40	2,20	462,80	958,00	28775,55	30,76	1,99	10,90	52,11	31,81	221,21	42,40	3,32	49,06	626,77	<0,2	3,74	0,42	0,55	0,85	0,48	0,35	0,50	0,18	0,45	0,90	4,67	<1	35,76	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	0,01	0,03
3483	G702	2,00-4,00	8,10	93,35	89,39	2,10	802,60	444,11	38074,51	30,58	0,50	12,75	71,52	49,09	34,63	21,33	0,12	64,32	104,48	<0,2	<0,1	0,03	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	<0,01	<0,01	0,05	0,20	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006
3484	G703	4,00-6,00	8,20	98,51	94,69	2,10	807,73	434,16	45952,81	27,34	0,45	11,61	73,56	48,59	24,21	17,85	0,13	60,07	90,26	<0,2	<0,1	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,08	<1	<5	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006	<0,006

TABELLA 11-8 – INDAGINI INTEGRATIVE DI CARATTERIZZAZIONE DEL 2009: RISULTATI E CONFRONTO CON LE CSC DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I..

Codice certificato	Sigla	Quota	pH	Residuo 105°	Residuo 600°	TOC	N Totale	P Totale	Alluminio (Al)	Arsenico (As)	Cadmio (Cd)	Cobalto (Co)	Cromo (Cr)	Nichel (Ni)	Piombo (Pb)	Rame (Cu)	Stagno (Sn)	Vanadio (V)	Zinco (Zn)	Cromo VI (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Benzo(a) antracene	Benzo(a) pirene	Benzo(b) fluorantene	Benzo (g,h,i) perilene	Benzo(k) fluorantene	Crisene	Dibenzo (a,h) antracene	Indeno (1,2,3-cd) pirene	Pirene	Sommatoria IPA	Idrocarburi C<12	Idrocarburi C>12	PCB 028	PCB 052	PCB 077	PCB 081	PCB 101	PCB 118	PCB 126	PCB 128	PCB 138	PCB 153	PCB 156	PCB 169	PCB 180	Sommatoria PCB
		(m p.f.)		(%)	(%)	(%)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)	(mg/kg ss)
Col. A D.Lgs.152/06										20	2	20	150	120	100	120	1	90	150	2	1	0,5	0,1	0,5	0,1	0,5	5,0	0,1	0,1	5,0	10,0	10	50																0,06
Col. B D.Lgs.152/06										50	10	250	800	500	1000	600	350	250	1500	15	5	10	10	10	10	10	50	10	5	50	100	250	750																5
ICRAM (2006)–LCB										25	0,35		100	70	40				100		0,4	0,075	0,08				0,108	0,006		0,153	0,9																0,005
ICRAM (2006)–LCL										32	0,8		360	75	70				170		0,8	0,693	0,763				0,846	0,135		1,398	4																0,189
09LA01461	INT101	0,00-2,00	8,29	99,60	94,20	4,98	959,00	616,00	9866,00	24,00	<0,1	8,75	21,00	18,00	35,00	13,00	0,80	30,00	82,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01462	INT102	2,00-4,00	8,40	98,90	95,10	3,54	1003,00	511,00	9441,00	17,00	<0,1	8,74	21,00	17,00	29,00	11,00	0,60	28,00	72,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01479	INT101bis	0,00-2,00	8,30	99,70	94,30	4,87	1489,00	691,00	12840,00	34,00	0,40	9,42	32,00	22,00	58,00	24,00	2,40	33,00	164,00	<0,1	0,50	0,06	0,09	0,04	0,06	0,05	0,07	<0,01	0,05	0,07	0,47	<1	20,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,02
09LA01480	INT102bis	2,00-4,00	8,35	99,10	94,40	4,12	821,00	616,00	10638,00	28,00	<0,1	9,68	31,00	24,00	37,00	18,00	1,60	31,00	74,00	<0,1	0,90	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	5,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01481	INT103bis	4,00-6,00	8,59	99,40	94,10	4,75	960,00	798,00	8446,00	14,00	0,30	8,34	23,00	20,00	26,00	12,00	0,80	27,00	78,00	<0,1	0,20	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,04	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01463	INT201	0,00-2,00	8,44	99,60	95,60	3,64	1259,00	710,00	12336,00	28,00	<0,1	9,40	31,00	23,00	35,00	14,00	0,80	38,00	87,00	<0,1	<0,1	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,03	0,07	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01464	INT202	2,00-4,00	8,46	99,80	96,80	2,80	1081,00	775,00	7266,00	22,00	<0,1	7,83	19,00	17,00	26,00	10,00	0,30	26,00	68,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01476	INT201bis	0,00-2,00	8,36	99,80	97,00	2,70	1136,00	738,00	11765,00	35,00	<0,1	10,54	31,00	24,00	44,00	23,00	1,00	30,00	74,00	<0,1	0,10	0,01	0,02	<0,01	0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,01	0,02	0,18	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01477	INT202bis	2,00-4,00	8,52	99,80	95,80	3,66	948,00	717,00	14686,00	30,00	<0,1	9,70	31,00	25,00	33,00	25,00	1,00	34,00	65,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01478	INT203bis	4,00-6,00	8,40	99,60	95,20	4,14	1146,00	680,00	12375,00	19,00	<0,1	10,03	32,00	24,00	25,00	24,00	0,70	36,00	50,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01482	INT310	0,00-2,00	8,27	99,80	93,70	5,80	1431,00	812,00	13067,00	34,00	0,10	10,62	33,00	25,00	42,00	15,00	1,70	35,00	104,00	<0,1	0,30	0,04	0,05	0,03	0,03	0,02	0,04	<0,01	0,03	0,06	0,22	<1	12,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01483	INT302	2,00-4,00	8,46	99,40	95,10	3,82	1148,00	630,00	12197,00	42,00	<0,1	9,94	32,00	23,00	34,00	13,00	0,70	31,00	60,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01484	INT303	4,00-6,00	8,57	99,40	95,30	3,74	967,00	722,00	16642,00	33,00	0,10	9,52	35,00	22,00	27,00	16,00	1,20	42,00	66,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	5,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01485	INT401	0,00-2,00	8,51	99,00	94,10	4,48	1036,00	751,00	7444,00	23,00	0,40	8,20	26,00	19,00	72,00	33,00	5,20	25,00	302,00	<0,1	3,60	0,11	0,20	0,11	0,12	0,10	0,19	0,01	0,13	0,20	0,95	<1	27,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01486	INT402	2,00-4,00	8,34	98,90	95,80	2,86	1116,00	935,00	7334,00	27,00	0,70	9,19	27,00	19,00	72,00	18,00	4,40	25,00	283,00	<0,1	3,10	0,35	0,41	0,22	0,26	0,17	0,34	0,02	0,25	0,39	2,06	<1	31,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,01	0,02
09LA01487	INT403	4,00-6,00	8,47	99,10	96,30	2,45	1000,00	786,00	8390,00	29,00	<0,1	9,24	26,00	21,00	26,00	9,00	1,60	26,00	60,00	<0,1	0,30	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	6,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01465	INT501	0,00-2,00	8,19	99,10	92,00	6,30	927,00	548,00	19916,00	32,00	<0,1	9,41	38,00	25,00	35,00	13,00	0,90	44,00	66,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01466	INT502	2,00-4,00	8,46	99,30	96,80	2,10	1078,00	629,00	8875,00	35,00	<0,1	10,90	34,00	27,00	39,00	15,00	0,50	34,00	75,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01467	INT503	4,00-6,00	8,13	99,70	93,50	5,80	1151,00	697,00	10141,00	18,00	<0,1	11,63	32,00	27,00	32,00	16,00	0,60	34,00	84,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01468	INT601	0,00-2,00	8,41	98,90	94,70	4,02	972,00	731,00	6554,00	25,00	0,80	8,87	31,00	27,00	129,00	29,00	5,90	29,00	710,00	<0,1	<0,1	0,81	1,20	0,60	0,68	0,63	1,09	0,06	0,70	1,65	5,79	<1	15,00	<0,005	0,01	0,01	<0,005	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,03	0,03	<0,005	<0,005	0,03	0,12
09LA01469	INT602	2,00-4,00	8,35	99,90	93,50	4,25	589,00	721,00	11892,00	31,00	<0,1	11,18	69,00	33,00	48,00	20,00	0,90	39,00	92,00	<0,1	<0,1	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,01	0,04	0,18	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01470	INT603	4,00-6,00	8,14	99,60	94,30	3,06	1479,00	522,00	12487,00	32,00	<0,1	10,81	39,00	32,00	42,00	25,00	5,90	38,00	83,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01471	INT701	0,00-2,00	8,34	99,50	96,50	2,70	1248,00	727,00	11864,00	33,00	0,30	11,62	45,00	34,00	120,00	32,00	4,60	41,00	318,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	10,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01472	INT702	2,00-4,00	8,25	99,40	95,50	3,40	1282,00	661,00	12055,00	46,00	<0,1	13,04	44,00	39,00	51,00	66,00	0,70	43,00	91,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01473	INT703	4,00-6,00	8,07	99,10	94,90	3,32	1031,00	663,00	12044,00	38,00	<0,1	12,33	44,00	35,00	46,00	18,00	0,60	40,00	81,00	<0,1	<0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<5	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
09LA01474	INT801	0,00-2,00	8,45	99,40	93,90	3,15	1266,00	1732,00	6133,00	110,00	41,80	20,45	68,00	83,00	1464,00	396,00	75,00	63,00	6274,00	<0,1	29,60	77,50	39,20	26,59	23,14	39,18	73,95	2,03	22,73	164,87	323,02	<1	496,00	<0,005	0,04	0,09	0,01	0,05	0,05	0,01	<0,005	0,22	0,23	<0,005	<0,005	0,25	0,93
09LA01475	INT802	2,00-4,00	8,61	99,60	94,00	5,49	959,00	900,00	9334,00	24,00	0,60	7,68	18,00	21,00	210,00	48,00	3,80	18,00	331,00	<0,1	2,30	0,30	0,31	0,09	0,19	0,11	0,25	0,02	0,19	0,45	1,73	<1	41,00	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

In via cautelativa, l'analisi è stata condotta utilizzando concentrazioni di riferimento un po' maggiori di quelle effettivamente rinvenute, come riportato nella Tabella seguente.

Si precisa che per tutti i parametri eccedenti le succitate CSC che erano già stati considerati nel 2007 sono state adottate le medesime concentrazioni allora utilizzate, mentre per gli altri parametri sono state individuate nuove concentrazioni di riferimento.

Si precisa, inoltre, che relativamente a due parametri riportati in Tabella, e cioè il Dibenzo(a,i)pirene ed il Dibenzo(a,h)pirene, sono stati inseriti in quanto determinati nell'ambito delle indagini integrative del 2009, benché non presenti nella Specifica Tecnica delle indagini concordata con la Regione Liguria e con l'ARPAL, ed in quanto risultati, per un solo campione (il numero 801), eccedenti alle CSC di riferimento (Tabella 1, Colonna B, dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.).

TABELLA 11-9 – CONCENTRAZIONI DI RIFERIMENTO ADOTTATE NELL'ANALISI DI RISCHIO.

Parametri	**Concentrazioni di riferimento**
	(mg/kg)
Metalli pesanti	
Arsenico	2,50E+02
Cadmio	2,50E+02
Mercurio	1,50E+02
Stagno	2,35E+03
Piombo	3,20E+03
Zinco	1,45E+04
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	
Benzo(a)antracene	1,00E+02
Benzo(a)pirene	6,50E+01
Benzo(b)fluorantene	5,50E+01
Benzo(g,h,i)perilene	5,00E+01
Benzo(k)fluorantene	6,00E+01
Crisene	1,00E+02
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,50E+01
Dibenzo(a,i)pirene	3,00E+01
Dibenzo(a,h)pirene	2,00E+01
Pirene	2,47E+02
Idrocarburi	
Idrocarburi pesanti (C>12)	3,65E+03

Con riferimento a quanto contenuto nel Parere di Prefattibilità Ambientale della Regione Liguria, ed in particolare nelle prescrizioni sopra richiamate (la n° 4 e la n° 8), si precisa che poiché non è prevista la realizzazione di edifici nelle zone di previsto riutilizzo del materiale dragato, nell'ambito dell'analisi condotta non sono state effettuate verifiche relative ai volumi confinati, cioè ad edifici (verifiche "indoor").

Sono state però effettuate delle verifiche per la salute del personale addetto alle lavorazioni previste, con il solo riferimento all'esposizione ai vapori (verifiche "outdoor").

Ciò è stato fatto sia relativamente alla presenza dei materiali nei cassoni, sia relativamente alle attività di movimentazione dei sedimenti in tutte le strutture previste (evidentemente relative alla sola fase di realizzazione). Per quest'ultima il contatto dermico e la possibilità di inalazione di polveri sono state inoltre escluse a priori in quanto i lavoratori opereranno su pontoni ed escavatori e con materiali (sedimenti) molto umidi.

Nel caso delle presenza dei sedimenti nell'area della banchina di servizio e nella cassa di colmata, infine, è stata esclusa l'analisi di esposizione ai vapori in virtù di quanto emerso dall'analisi di rischio preliminare condotta nel 2007 e di quanto dalla

Regione Liguria nel Parere di Prefattibilità Ambientale, come nel seguito specificato.

Compatibilità ambientale del riutilizzo dei sedimenti dragati per il riempimento della banchina di servizio di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft (anticipazione del comparto D2) e nella cassa di colmata (anticipazione del comparto D3)

Come indicato nella DGR 955/06, l'analisi di rischio deve essere, in principio, finalizzata a valutare i rischi di contaminazione delle acque costiere, per effetto della possibile lisciviazione di contaminanti dai sedimenti; tuttavia, nel caso specifico, la presenza di contaminanti semi-volatili pone, anche, un potenziale rischio per i lavoratori che opereranno in futuro nelle aree in esame, che deve essere tenuto in considerazione.

Alla luce di tale fatto, come discusso in sede di analisi di rischio preliminare (2007) e come recepito dalla Regione Liguria nel Parere di Prefattibilità Ambientale, nella sistemazione finale delle aree in esame, non di competenza del progetto in esame, dovrà essere prevista la finitura delle pavimentazioni mediante l'impiego di apposite resine, idonee ad assicurarne la tenuta ai vapori; conseguentemente, il percorso di esposizione dei lavoratori ai vapori non risulta più attivo e l'analisi di rischio può essere limitata al solo percorso di eluizione verso il mare.

Inoltre, con riferimento alla pavimentazione a tenuta di vapori, in conformità alla prescrizione n° 8 del Parere di Prefattibilità Ambientale, in sede di progettazione esecutiva della stessa sistemazione finale, dovrà essere predisposta una Specifica Tecnica di dettaglio ed un protocollo per la manutenzione delle opere di isolamento dai vapori (resine), nonché la disamina delle interferenze con eventuali opere in sotterraneo che possano interferire con i sedimenti contaminati.

L'analisi di rischio, che resta dunque unicamente finalizzata all'analisi della possibile lisciviazione dei contaminanti dai sedimenti depositati ed all'analisi del loro trasporto verso il mare, è stata condotta adottando l'ipotesi cautelativa di non considerare l'effetto della diffusione, come già fatto nel modello utilizzato nelle valutazioni preliminari del 2007.

Si ritiene che tale ipotesi possa essere considerata cautelativa, in quanto sarebbe legittimo presupporre l'assenza del fenomeno di diffusione nel solo caso in cui la portata in falda approssimi il valore zero, situazione che, di converso, implica necessariamente ed in ogni caso (indipendentemente dal livello di contaminazione nel riempimento) un contributo tendente a zero di contaminazione addizionale nelle acque marine.

Le concentrazioni calcolate assumendo il solo modello di eluizione prescindono, conseguentemente, dall'estensione di terreno contaminato (che viene a tendere a infinito) e dalla posizione del cosiddetto "punto di conformità", definito, come si evince nel prosieguo, mediante la sua distanza dal baricentro del suolo contaminato (per ragioni operative, è stato necessario definire una distanza non nulla del punto di conformità, che è stato assunta pari a 0,1 cm).

Aspetti metodologici

Nel seguito si illustrano gli aspetti di dettaglio della metodologia seguita per l'analisi di rischio relativa alle acque sotterranee e marine.

In particolare sono esaminati distintamente gli aspetti generali di modellistica, le problematiche di eluizione, diffusione e miscelazione in mare, nonché gli aspetti applicativi di adattamento al caso in esame del software RBCA Tool Kit, sviluppato dalla GSI Environmental Inc. (Stati Uniti), utilizzato per l'analisi.

Con riferimento alla sezione longitudinale schematica delle opere finite[7], riportata in Figura 11-79, il modello di riferimento per l'analisi di rischio, cioè il modello di dif-

7 Si precisa che come osservabile dalla planimetria di progetto (Figura 9 1) e dalla precedente e, ad opere finite sia la banchina di servizio che la cassa di colmata, diventeranno, un unico elemento continuo, delimitato dalla terraferma verso ponente e da un cassone reggispinta verso levante.

fusione longitudinale, è quello riportato in Figura 11-80, basato sui seguenti elementi:

- la falda freatica esistente nel sottosuolo costiero (con flusso in direzione del mare), una volta realizzati i riempimenti previsti, prosegue il suo flusso con moti di filtrazione all'interno dei riempienti, con tetto approssimativamente pari al livello del mare (il gradiente permane eguale a quello oggi rilevato nella zona costiera);
- in tale flusso i filetti fluidi eluiscono la contaminazione presente nel sedimento, portandola localmente in soluzione con livelli di concentrazione derivabili dal modello nel seguito esplicitato (rif. equazione sotto riportata);
- la contaminazione in soluzione si diffonde nel flusso idrico sotterraneo, a partire da ciascun punto, secondo gli ordinari modelli di diffusione dei contaminanti nei flussi sotterranei;
- giunta al limite del riempimento la falda fluisce, senza alcuna ritenzione, in mare, miscelandosi con le acque costiere, secondo il modello nel seguito descritto.

Per la valutazione delle concentrazioni locali in falda in conseguenza dell'eluizione dei contaminanti dal terreno si è utilizzato il modello di partizione all'equilibrio in suolo saturo, che permette di determinare il rapporto tra le concentrazioni nella fase solida e nella fase liquida mediante l'equazione:

$$CW / CS = \rho / (\rho \times K_P + \theta)$$

dove ρ è la densità secca del suolo, θ è il contenuto d'acqua nel suolo e K_P è il coefficiente di partizione, relativo alla specifica sostanza.

Applicato allo specifico caso di un flusso continuo attraverso un terreno contaminato finito, tale modello implica tre assunzioni cautelative:

- l'acqua di falda è tutta interamente in contatto con il terreno contaminato;
- il flusso è così lento da poter applicare la formula statica (quindi l'acqua rimane in contatto con il terreno contaminato fino a raggiungere i livelli di contaminazione che corrispondono alla condizione di equilibrio);
- il terreno è una fonte infinita di contaminazione, quindi mano a mano che l'acqua non contaminata fluisce attraverso il terreno, nello stesso è ancora presente tutta la contaminazione iniziale (cioè il terreno non perde contaminazione mano a mano che la falda si contamina).

Occorre precisare che nel modello così impostato risulta irrilevante l'estensione del terreno contaminato (in qualunque direzione), in quanto le concentrazioni calcolate in falda sono pari a quelle massime raggiungibili sulla base delle concentrazioni esistenti nel terreno.

Il fenomeno di eluizione avviene localmente in ciascuno dei punti del dominio del terreno contaminato e, a partire da tale punto, la contaminazione eluita in falda si diffonde a valle, formando il "plume" di contaminazione; la concentrazione dei contaminanti in un generico punto di valle è l'integrale della diffusione da tutti i punti di monte.

Nell'analisi di rischio tale fenomeno è generalmente modellato concentrando l'origine della diffusione nel baricentro del terreno contaminato ed utilizzando l'equazione di Domenico per determinare la concentrazione in un generico "punto di conformità", di cui è definita la distanza dal baricentro del suolo contaminato.

Tale approccio è seguito nel caso in esame per un'estensione minima di terreno, al solo fine di consentire il calcolo della concentrazione per un ricettore "off site" di acque superficiali.

Pertanto, non potendo porre una distanza nulla tra il baricentro dell'area contaminata e lo scarico (per una motivazione meramente tecnica), è stato introdotto un valore artificioso, adeguatamente basso (0,1 cm), del "punto di conformità".

In tale modo il modello dinamico di diffusione viene applicato per una porzione infinitesima di terreno, per cui è lecito considerare trascurabile l'effetto della diffusione sulle concentrazioni delle acque superficiali.

All'estremità dei riempimenti, trascurando l'effetto barriera indotto dal cassone reggispinta verso levante (assumendo, cioè che esso sia permeabile), l'acqua fluente nel riempimento, ove ha eluito la contaminazione, fuoriesce in mare e si miscela con l'acqua marina ivi presente. L'acqua marina si muove in modo approssimativamente ortogonale al flusso uscente, come emerge negli esiti delle analisi idrodinamiche condotte (Paragrafo 11.1).

Le concentrazioni incrementali, da confrontare con i limiti fissati dalla DGR 955/06, si ottengono, in tale situazione, analizzando la diluizione della falda nella portata del mare ed applicando una semplice equazione di bilancio di massa.

A tal fine, è stato necessario individuare la larghezza della fascia di mare interessata dalla miscelazione (Figura 11-80); in assenza di verifiche tale fascia è stata cautelativamente limitata ad una larghezza di 4 m.

Il software RBCA Toolkit fa riferimento ad uno schema modellistico lievemente diverso da quello sopra illustrato, cosicché il suo utilizzo richiede qualche specifico accorgimento, che viene, per completezza, riportato nel seguito, con riferimento alle formule principali utilizzate e riportate nel manuale (cod. elaborato: MI010P-PD-G-B-R-2007), finalizzate a calcolare:

- l'eluizione in zona insatura, applicando la formula CM-7;
- l'attenuazione (opzionale) nel flusso verticale in zona insatura non contaminata (formula CM-8);
- la diluizione nella miscelazione dell'acqua di infiltrazione contaminata con l'acqua di falda non contaminata (formula CM-9);
- la diluizione in acque superficiali, sulla base della portata del corpo idrico superficiale.

L'adattamento del software RBCA Toolkit comporta le seguenti implicazioni:

- nel modello di eluizione il contenuto volumetrico di aria (quindi il contenuto volumetrico di acqua va posto eguale alla porosità) deve essere posto eguale a zero, per tenere conto che essa avviene in zona satura ;
- deve essere esclusa l'applicazione dell'attenuazione per il flusso verticale in zona satura;
- deve essere escluso il fenomeno di diluizione di cui sopra. A tal fine occorre forzare ad 1 il valore di LDF (fattore di diluizione in falda) nella formula CM-9. Ciò può essere ottenuto introducendo un valore artificioso, adeguatamente elevato, dell'infiltrazione (che, in effetti, nel problema specifico, non esiste e che non interviene in altre formule);
- nel modello di diffusione, per le motivazioni sopra discusse, il "punto di conformità" viene posto pari a 0,1 cm dal baricentro dell'area contaminata (idealmente, è come se la sezione di uscita fosse posta a 0,1 cm dal baricentro)
- la portata del corpo idrico superficiale è ottenuta moltiplicando le velocità di riferimento in mare, tratte dalle analisi idrodinamiche, per l'altezza del riempimento e per la larghezza nominale cautelativa di miscelazione di cui a quanto sopra riportato in merito alla miscelazione in mare.

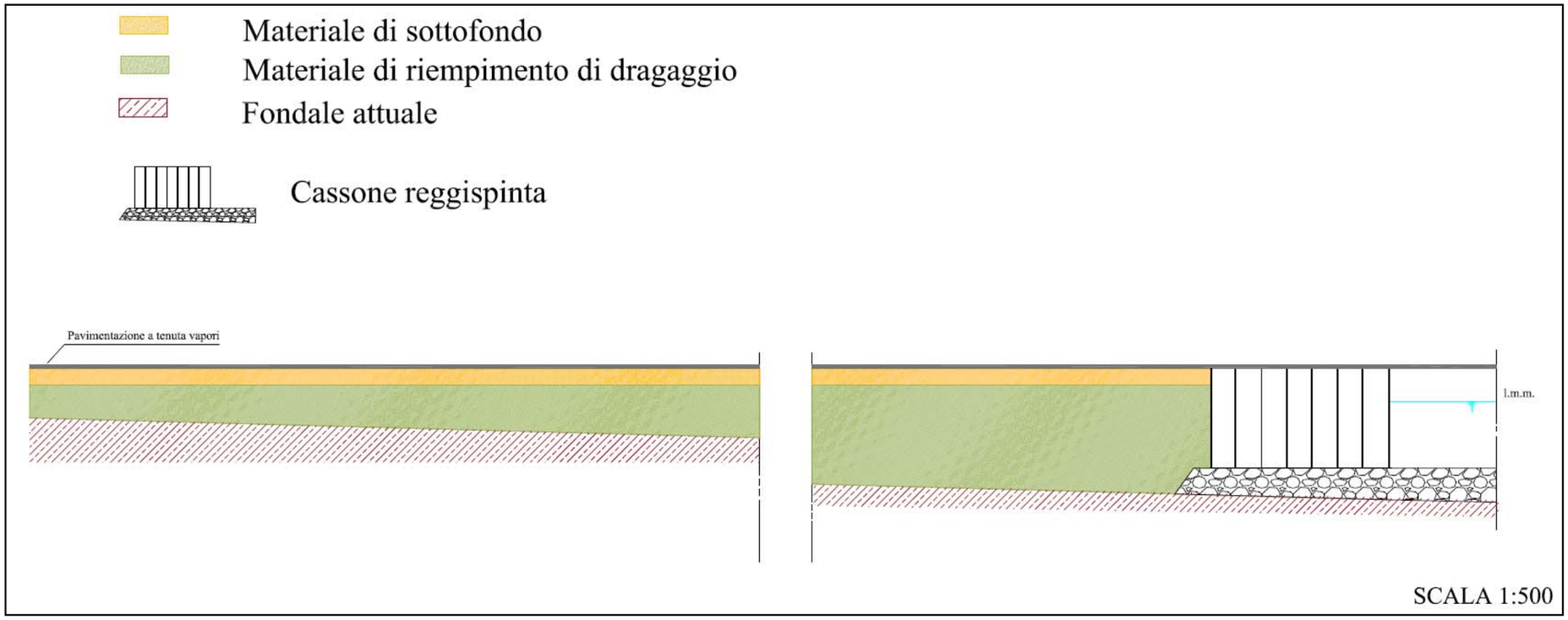


FIGURA 11-79 – SEZIONE LONGITUDINALE SCHEMATICA FINALE DELLE AREE DI RIEMPIMENTO (BANCHINA DI SERVIZIO DI FRONTE AL CANTIERE NAVALE DELL'EUROCRAFT, PARTE DEL COMPARTO D2, ED AREA CANTIERI, COMPARTO D3)

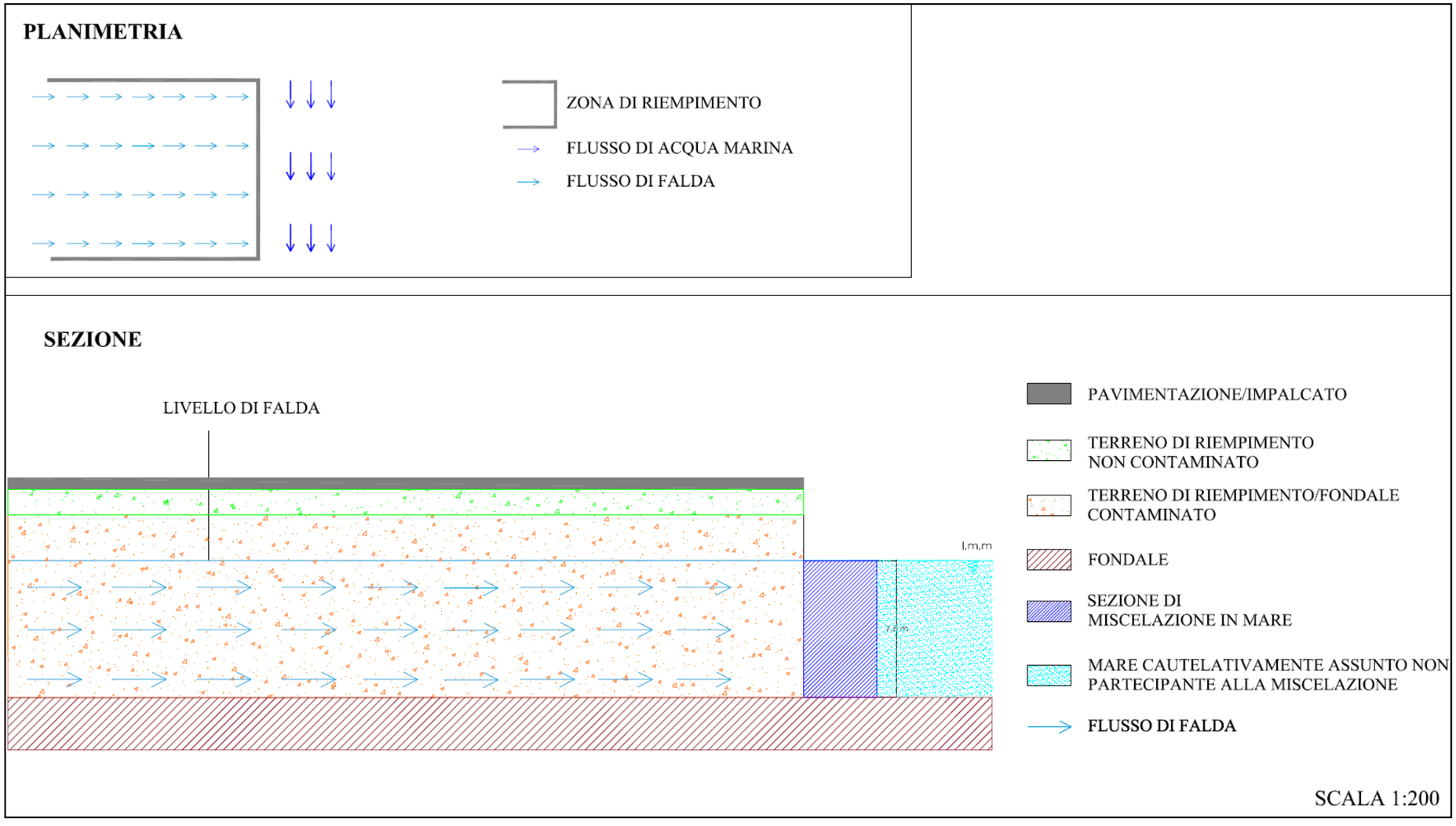


FIGURA 11-80 – SCHEMA DEL MODELLO DI DIFFUSIONE LONGITUDINALE ADOTTATO NELL'ANALISI DI RISCHIO RELATIVA AL RIUTILIZZO DEI MATERIALI DRAGATI NELLA BANCHINA DI SERVIZIO (PARTE DEL COMPARTO D2) E NELLA CASSA DI COLMATA (COMPARTO D3).

Parametri di input

Come già anticipato, i parametri di input dell'analisi di rischio sono stati aggiornati rispetto all'analisi di rischio preliminare (2007), sulla base degli esiti delle indagini condotte nelle aree di dragaggio nel 2008 e nel 2009 e sulla base dello sviluppo della soluzione progettuale.

In particolare, ai fini del modello, sono rilevanti le caratteristiche del cassone reggi-spinta di levante, che chiude il riempimento in direzione longitudinale. Esse sono così riassumibili (approssimativamente):

- quota di imbasamento, che viene assunta pari alla quota di fondo del riempimento, e cioè pari a -6,50 m s.l.m.m.;
- altezza del cassone, al netto della soletta di copertura e della pavimentazione, che viene assunta pari all'altezza del riempimento e cioè pari a 10 m.

Occorre rilevare, con riferimento alla sezioni longitudinale delle aree di riempimento che il modello adottato (Figura 11-80), nell'assumere cautelativamente una altezza di riempimento con sedimenti di uniforme spessore pari a quella nel punto massimo, tiene anche debitamente in conto, seppur in eccesso di cautela rispetto al disposto della DGR 955/06, dell'eventuale presenza di concentrazioni in eccesso ai limiti della Tabella 1, Colonna B, del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta) nel fondale naturale su cui poggeranno i sedimenti (in particolare alla più basse profondità, come in effetti riscontrato nelle indagini di caratterizzazione eseguite).

Si precisa, inoltre, che il piano di campagna è assunto 50 cm al di sopra della sommità del riempimento dei sedimenti dragati (tale quota coincide con l'estradosso del cassone reggispinta, ad esclusione della soletta di copertura e della pavimentazione) e che tale spessore di 50 cm si assume costituito da sottofondo, conforme ai limiti della citata Colonna B, e da pavimentazione.

I parametri di input specifici per la analisi condotta sono i seguenti:

- parametri di esposizione del recettore: si è fatto cautelativamente riferimento ai parametri "Reasonable Maximum Exposure"[8];
- quota del top di contaminazione nel suolo: -0,5 m dal p.c.;
- quota della base della contaminazione nel suolo: -10,5 m dal p.c.;
- porosità totale : 0,44[9].
- densità della sostanza secca: 1,7 kg/l (valore medio ricavato dalla prove geotecniche e di cui al Paragrafo 11.3.2.1);
- pH all'interfaccia suolo/acqua: 7,93 (valore medio ricavato dai dati disponibili);
- frazione di carbonio organico: 0,014 (valore medio ricavato dai dati disponibili);
- soggiacenza della falda: -4 m dal p.c.;
- lunghezza del suolo contaminato nella direzione del flusso di falda (ortogonale alla linea di costa): 378 m;
- infiltrazione netta: 1.000 mm/anno (valore adeguatamente elevato in modo tale che il fattore LDF risulti pari ad un valore unitario);
- conduttività idraulica: circa 86 cm/giorno;
- gradiente idraulico: 0,007 (valore medio ricavato dalle carte piezometriche della zona);

8 Individuate dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente americana (US EPA).
9 È stato assunto, in via conservativa, un terreno con caratteristiche granulometriche affini ad una sabbia limosa, tipologia di terreno predominante fino alle profondità oggetto del dragaggio e fino alla quota base della contaminazione. I valori ricavati dalle prove edometriche di laboratorio (Paragrafo 11.3.2.1), infatti, risultano troppo eterogenei per essere assunti nel modello. Pertanto, anche per la conducibilità idraulica verticale, per la permeabilità di vapore e per lo spessore della zona capillare sono stati utilizzati valori tipici di una sabbia limosa

- porosità effettiva: 0,44 (conservativamente è stata assunta uguale alla porosità totale);
- pH delle acque di falda: 8 (supponendo che la falda risenta di infiltrazioni dell'acqua marina);
- larghezza del "plume" di contaminazione alla sorgente ed allo scarico in mare: 51 m (cautelativamente è stata considerata la massima larghezza in direzione ortogonale alla falda) ;
- spessore della zona di miscelazione della falda alla sorgente ed allo scarico in mare: 6,5 m10;
- portata volumetrica delle acque superficiali alla sezione di scarico della falda: 780.000 cm^3/s (valore ottenuto moltiplicando la velocità della corrente, assunta pari a 3 cm/s sulla base degli esisti delle analisi idrodinamiche, e di cui al Paragrafo 11.1, per l'altezza della zona di miscelazione, pari a 6,5 m, e per la larghezza nominale della zona di miscelazione pari a 4 m).

Il database del software, inoltre, è stato aggiornato con la banca dati ISS-ISPESL (sia per le proprietà chimico fisiche che per quelle tossicologiche) aggiornata al Maggio 2008.

Risultati e valutazioni

Nella Tabella seguente si riportano i dati riepilogativi dell'esito dell'analisi di rischio condotta, con particolare riferimento a:

- concentrazioni nel suolo di ciascun contaminante;
- concentrazioni statiche di equilibrio di eluizione nelle acque sotterranee;
- concentrazioni nelle acque sotterranee al "punto di conformità" (estremità del riempimento) prima della miscelazione in mare;
- concentrazioni incrementali in mare al "punto di conformità";
- valori limite di cui alla DGR 955/06, con i quali devono essere confrontati i valori di cui al precedente punto.

I tabulati completi dei risultati dell'analisi sono invece riportati nel relativo elaborato di Progetto.

10 Tale valore, nella valutazione della concentrazione, è rappresentativo sia della colonna di terreno contaminato saturo sia dell'altezza della sezione di controllo allo scarico entro cui avviene la miscelazione; poiché tale termine interviene linearmente in entrambi i termini del bilancio di massa il dato è in effetti ininfluente, se non per l'analisi del percorso di diffusione.

TABELLA 11-10 – RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO CONDOTTA PER IL RIUTILIZZO DEI SEDIMENTI DRAGATI NELLA BANCHINA DI SERVIZIO E NELLA CASSA DI COLMATA.

Parametri	**Conc. nel suolo**	**Conc. statica di eluizione in falda (*)**	**Conc. in falda al punto di conformità (*)**	**Conc. incrementali in mare al punto di conformità (*)**	**Valore limite di riferimento (DGR 955/06 (**))**
	(mg/kg)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Arsenico	2,50E+02	7,9E+00	7,9E+0	2,36E-04	5,00E-03
Cadmio	2,50E+02	1,8E-01	2,2E-1	6,40E-06	2,50E-03
Mercurio	1,50E+02	3,4E-01	3,9E-1	1,15E-05	1,00E-03
Stagno	2,35E+03	4,7E+01	4,7E+1	1,38E-03	-
Piombo	3,20E+03	5,8E+01	5,8E+1	1,72E-03	5,00E-03
Zinco	1,45E+04	1,2E+02	1,3E+2	3,73E-03	1,50E+00
Benzo(a)antracene	1,00E+02	2,0E-02	2,0E-2	5,97E-07	5,00E-05
Benzo(a)pirene	6,50E+01	4,8E-03	4,8E-3	1,42E-07	5,00E-06
Benzo(b)fluorantene	5,50E+01	3,2E-03	3,2E-3	9,47E-08	5,00E-05
Benzo(g,h,i)perilene	5,00E+01	2,3E-03	2,2E-3	6,68E-08	5,00E-06
Benzo(k)fluorantene	6,00E+01	3,5E-03	3,5E-3	1,03E-07	2,50E-05
Crisene	1,00E+02	1,8E-02	1,8E-2	5,32E-07	2,50E-03
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,50E+01	9,3E-04	9,2E-4	2,75E-08	5,00E-05
Dibenzo(a,i)pirene	3,00E+01	1,3E-03	1,3E-3	3,83E-08	-
Dibenzo(a,h)pirene	2,00E+01	8,6E-04	8,6E-4	2,55E-08	-
Pirene	2,47E+02	2,6E-01	2,6E-1	7,69E-06	2,50E-02
Idrocarburi pesanti C>12	3,65E+03	3,9E-01	3,8E-1	1,14E-05	1,75E-01

(*) Estremità del riempimento

(**) Valore pari al 50% dei valori limite di cui alla Tabella 1/A dell'Allegato 1 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. . Per i parametri non presenti nella Tabella 1/A il valore è pari al 50% dei valori limite di cui alla Tabella 2 dell'Allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (da confrontare con le concentrazioni nelle acque marine al punto di scarico).

Si può osservare che le concentrazioni individuate in mare al "punto di conformità" sono sempre largamente inferiori al limite fissato dalla DGR 955/06.

Dunque, ricordando che la necessaria presenza di una pavimentazione a tenuta vapori escluderà l'insorgere di ogni condizione di rischio per i lavoratori in superficie, l'esito dell'analisi di rischio condotta relativamente alla possibilità di lisciviazione dei contaminanti presenti nel materiale dragato, ha dimostrato che il riutilizzo dello stesso per il riempimento della banchina di servizio e per la cassa di colmata, pur tenendo conto in modo largamente cautelativo della potenziale contaminazione dei sedimenti nell'area, non costituisce una condizione di rischio per le acque marine costiere.

<u>Compatibilità ambientale del riutilizzo dei sedimenti dragati nei cassoni cellulari in calcestruzzo</u>

Occorre in via preliminare precisare che essendo i cassoni i calcestruzzo e sigillati su tutti i lati, i sedimenti in essi depositati risultano completamente isolati dall'ambiente esterno (acque marine), lasciando presupporre l'assenza di problemi di compatibilità ambientale.

Tuttavia, dal momento che alcuni contaminanti presentati nei sedimenti da dragare sono parzialmente volatili e possono dare origine a vapori, è necessario verificare che la soletta superiore di 50 cm a copertura del cassone sia idonea a prevenire la diffusione degli stessi vapori in atmosfera.

Aspetti metodologici

L'obiettivo dell'analisi condotta è di dimostrare che gli eventuali vapori che provengono dai sedimenti e possono attraversare la soletta di copertura dei cassoni non costituiscono rischio per i lavoratori che opereranno sulla piastra multifunzionale, sia ad opere finite che durante la fase di realizzazione.

I modelli ordinari di analisi dell'esposizione ai vapori all'aperto ("outdoor") non permettono di tenere conto della presenza di pavimentazioni e solette sopra i terreni (sedimenti) potenzialmente contaminati; pertanto, è stata condotta una verifica molto cautelativa, ipotizzando che sopra il cassone sia presenta una struttura chiusa ("indoor"), molto bassa (di altezza comparabile all'altezza di miscelazione in atmosfera) e che i lavoratori, cioè i recettori di riferimento (trattati come fattori di esposizione di tipo "commerciale", non essendo previsti ambiti residenziali) operino all'interno di tale struttura.

L'analisi è stata limitata ai cassoni di soglia della banchina più interna del terminal container (Figura 11-74), ritenuti più rappresentativi in quanto, essendo di dimensione maggiore rispetto ai cassoni reggispinta, conterranno una quantità più elevata di sedimenti.

Il software impiegato è sempre RBCA Tool Kit, con riferimento, questa volta, al percorso di esposizione per vapori "indoor". Il software è stato impiegato in modalità "forward", cioè attribuendo alle concentrazioni delle sostanze considerate per rappresentare la sorgente di contaminazione dei valori pari ai valori di riferimento (Tabella 11-9) e calcolando i valori di rischio associati (rischio cancerogeno e rischio tossico).

Per i cassoni ai fini del modello, sono rilevanti le caratteristiche seguenti:

- quota di imbasamento, che è stata assunta 50 cm (spessore della soletta di base) più alta della quota di fondo del riempimento e cioè pari a -16,50 m s.l.m.m.;
- altezza del cassone, al netto della soletta di copertura e della pavimentazione, che è stata assunta pari all'altezza del riempimento (ad esclusione della soletta di base) e cioè pari a 20 m;
- dimensioni in pianta del cassone: 20 m x 34 m.

I valori di rischio accettabile, invece, sono stati fissati, in conformità alla normativa di riferimento (Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.), pari a:

- 10^{-6} per il rischio cancerogeno singolo (associato alla singola sostanza);
- 10^{-5} per il rischio cancerogeno cumulato su tutte sostanze;
- 1 per il rischio tossico (singolo e cumulato).

Per la modellazione del trasporto verticale di vapori da suolo in locali confinati, è stata considerata l'equazione di Johnsson-Ettinger.

Parametri di input

I parametri di input specifici per la analisi condotta sono i seguenti (per i parametri generici e per le considerazioni relative ad alcuni dei parametri elencati si rimanda alla descrizione degli input della precedente fase di analisi):

- quota del top di contaminazione nel suolo: -0,5 m dal p.c.;
- quota della base della contaminazione nel suolo: -20 m dal p.c.;
- contenuto volumetrico d'acqua: 0,44;
- contenuto volumetrico d'aria: 0;
- porosità effettiva: 0,44;
- densità della sostanza secca: 1,5 kg/l;
- conduttività idraulica: circa 86 cm/giorno;
- permeabilità di vapore: 10-13 m^2;
- spessore zona di capillarità: 0,09 m;
- frazione di carbonio organico: 0,014 %
- pH all'interfaccia suolo/acqua: 7,93;
- rapporto tra il volume dello spazio confinato e la superficie dell'area di infiltrazione: 2,5 m;

- superficie di soletta: 697 m2;
- perimetro delle solette di base: 109 m;
- tasso di ricambio d'aria: 2,3 x 10^{-4} 1/s;
- profondità del piano di imposta delle solette di base: 0,5 m dal p.c.;
- spessore delle solette di base: 0,5 m;
- frazione di fenditure nelle fondazioni: 1‰;
- contenuto volumetrico d'aria nelle frazioni delle fenditure: 0,26;
- contenuto volumetrico d'acqua nelle frazioni delle fenditure: 0,12.

Risultati e valutazioni

Nella Tabella seguente si riportano i dati riepilogativi dell'esito dell'analisi di rischio condotta, con particolare riferimento a:

- concentrazioni nel suolo di ciascun contaminante;
- valori di rischio (cancerogeno e tossico) di ciascun contaminante;
- valore di rischio (cancerogeno e tossico) cumulato.

I tabulati completi dei risultati dell'analisi sono invece riportati nel relativo elaborato di Progetto.

TABELLA 11-11 – RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO CONDOTTA PER IL RIUTILIZZO DEI SEDIMENTI DRAGATI NEI CASSONI.

Parametri	**Concentrazioni nel suolo**	**Rischio cancerogeno**	**Rischio tossico**
	(mg/kg)		
Arsenico	2,5E+2	-	0,0E+0
Cadmio	2,5E+2	-	0,0E+0
Mercurio	1,5E+2	-	2,6E-1
Stagno	2,4E+3	-	-
Piombo	3,2E+3	-	-
Zinco	1,5E+4	-	-
Benzo(a)antracene	1,0E+2	1,7E-10	2,9E-9
Benzo(a)pirene	6,5E+1	1,8E-10	2,2E-11
Benzo(b)fluorantene	5,5E+1	3,8E-10	6,2E-9
Benzo(g,h,i)perilene	5,0E+1	-	2,3E-9
Benzo(k)fluorantene	6,0E+1	2,4E-13	7,8E-10
Crisene	1,0E+2	2,0E-11	3,1E-7
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,5E+1	9,1E-13	2,6E-12
Dibenzo(a,i)pirene	3,0E+1	-	-
Dibenzo(a,h)pirene	2,0E+1	-	-
Pirene	2,5E+2	-	5,9E-7
Idrocarburi pesanti C>12	3,7E+3	-	1,3E-3
Totale cumulativo		7,5E-10	2,6E-1

Si può osservare che il rischio, singolo e cumulato, per inalazione di vapori associato alle concentrazioni di contaminanti nei sedimenti risulta inferiore ai valori limite di riferimento.

Dunque l'impiego dei materiali di dragaggio nei riempimenti dei cassoni non costituisce rischio per la salute umana né durante la fase di realizzazione né durante la fase di esercizio.

Compatibilità ambientale della movimentazione dei sedimenti dragati per i lavoratori durante la fase di realizzazione

In accordo con quanto riportato dalla Regione Liguria nel Prefattibilità Ambientale (prescrizione n° 4), e ricordando che i lavoratori durante la fase di realizzazione non saranno esposti a contatto diretto con i sedimenti (i lavoratori opereranno su pontoni ed escavatori) e con polveri da essi derivanti (in quanto molto umidi), le verifiche di compatibilità ambientale per la salute dei lavoratori sono state effettuate con il solo riferimento all'esposizione ai vapori. Sono stati dunque esclusi sia il contatto dermico che l'inalazione di polveri.

Aspetti metodologici

È stato utilizzato nuovamente il codice di calcolo RCBA Tool Kit, con riferimento, però, al percorso di esposizione per vapori "outdoor". Come per la precedente analisi, il software è stato impiegato in modalità "forward", cioè attribuendo alle concentrazioni delle sostanze considerate per rappresentare la sorgente di contaminazione dei valori pari ai valori di riferimento (Tabella 11-9) e calcolando i valori di rischio associati (rischio cancerogeno e rischio tossico).

Per la modellazione del trasporto verticale nel suolo dei vapori "outdoor", è stata considerata l'equazione che utilizza per tutti i terreni, siano essi superficiali che profondi, solo il modello di vaporizzazione per suolo superficiale.

Parametri di input

I parametri di input specifici per la analisi condotta sono i seguenti (per i parametri generici si rimanda alla prima fase di analisi condotta):

- superficie di suolo contaminata: 20.000 m^2 (corrisponde alla superficie complessiva della banchina di servizio e della cassa di colmata);
- lunghezza in direzione parallela a quella del vento: 378 m;
- quota del top di contaminazione nel suolo: 0 m dal p.c.;
- quota della base della contaminazione nel suolo: - 10 m dal p.c.;
- velocità del vento: 7 m/s (valore minimo utilizzato nelle analisi idrodinamiche condotte).

Risultati e valutazioni

Nella Tabella seguente si riportano i dati riepilogativi dell'esito dell'analisi di rischio condotta, con particolare riferimento a:

- concentrazioni nel suolo di ciascun contaminante;
- valori di rischio (cancerogeno e tossico) di ciascun contaminante;
- valori di rischio (cancerogeno e tossico) cumulato.

I tabulati completi dei risultati dell'analisi sono invece riportati nel relativo elaborato di Progetto.

TABELLA 11-12 – RISULTATI DELL'ANALISI DI RISCHIO CONDOTTA PER I LAVORATORI DURANTE LA FASE DI REALIZZAZIONE.

Parametri	**Concentrazioni nel suolo**	**Rischio cancerogeno**	**Rischio tossico**
	(mg/kg)	(mg/l)	(mg/l)
Arsenico	2,5E+2	1,4E-10	2,2E-6
Cadmio	2,5E+2	5,9E-11	1,1E-5
Mercurio	1,5E+2	-	2,2E-1
Stagno	2,4E+3	-	1,0E-8
Piombo	3,2E+3	-	2,4E-7
Zinco	1,5E+4	-	1,3E-7
Benzo(a)antracene	1,0E+2	3,6E-8	1,5E-5
Benzo(a)pirene	6,5E+1	1,7E-7	5,3E-7
Benzo(b)fluorantene	5,5E+1	8,4E-9	3,4E-6
Benzo(g,h,i)perilene	5,0E+1	-	8,3E-5
Benzo(k)fluorantene	6,0E+1	4,7E-10	3,7E-5
Crisene	1,0E+2	2,9E-10	1,1E-4
Indeno(1,2,3-cd)pirene	4,5E+1	2,1E-9	1,5E-7
Dibenzo(a,i)pirene	3,0E+1	-	-
Dibenzo(a,h)pirene	2,0E+1	-	-
Pirene	2,5E+2	-	7,1E-4
Idrocarburi pesanti C>12	3,7E+3	-	1,5E-3
Totale cumulativo		2,2E-7	2,2E-1

Si può osservare che il rischio, singolo e cumulato, per inalazione di vapori associato alle concentrazioni di contaminanti nei sedimenti risulta inferiore ai valori limite di riferimento (Allegato 1 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/06 e s.m.i).

Dunque la movimentazione dei materiali di dragaggio non costituisce rischio per la salute dei lavoratori durante la fase di realizzazione.

11.4. Flora e fauna

11.4.1. Ambiente terrestre

L'area di intervento a terra è inserita in un contesto a prevalente carattere industriale con la presenza di elementi urbani lungo il fronte portuale nelle aree immediatamente retrostanti.

La presenza di vegetazione e flora è dunque riconducibile ad elementi puntuali facenti parte dell'arredo urbano, mentre la presenza di fauna è evidentemente da escludere. La non vocazione naturale dell'area è confermata anche dal fatto che essa non rientra in ambiti territoriali oggetto di tutela e conservazione ai sensi della normativa europea e nazionale (siti SIC e zone ZPS).

11.4.2. Ambiente marino costiero

Come si evince dalla "Carta Bionomica dell'Ambiente Marino Costiero della Liguria", redatta dall'ICRAM come Progetto Pilota nell'Aprile 2002[11], e dettagliata localmente nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale del Piano Regolatore Portuale sulla base dei risultati delle indagini fatte eseguire dall'Autorità Portuale di Savona nel 2000[12], i fondali che ospiteranno la piastra multifunzionale non sono interessati dalla presenza di vegetazione sommersa e non rientrano in ambiti territoriali oggetti di tutela e conservazione (siti SIC e zone ZPS).

In particolare non sono state riscontrate le due principali specie di fanerogame marine rilevante lungo la costa: *Cymodocea nodosa* e *Posidonia oceanica*.

In Figura 11-81 si riporta un estratto della suddetta carta relativa alla zona di Vado Ligure, ricavata dallo Studio di Impatto Ambientale del Piano Regolatore Portuale.

11 ICRAM, "Progetto pilota di cartografia bionomica dell'ambiente marino costiero della Liguria", 2002
12 Autorità Portuale di Savona, AMGA S.p.A "Indagini ambientali nell'area portuale di Savona-Vado", 2000

Come osservabile dalla Figura, un areale di *Cymodocea* nodosa è osservabile tra la batimetrica -15 m s.l.m.m. e -5 m s.l.m.m, immediatamente a Nord Est del pontile I.P. e della foce del Torrente Quiliano, e dunque a Nord Est dei fondali che ospiteranno la darsena turistica (comparto D1). Tale areale si estende poi verso levante, lungo tutta la costa balenabile di Vado (litorale di Zinola), non riportata in Figura.

Un piccolo areale di *Posidonia oceanica*, anche esso non riportato in Figura, è stato invece riscontrato a cavallo della isobata -20 m s.l.m.m., oltre il promontorio di Vado, verso ponente, e dunque ad un considerevole distanza dall'area di intervento.

Per quanto riguarda le altre biocenosi, le attività svolte dall'ICRAM e le indagini del 2000 mostrano la presenza di due biocenosi di pregio per stabilità e ricchezza biologica: le "sabbie fini ben calibrate" (SFBC) ed il "detritico costiero" (DC).

Esso sono presenti, rispettivamente a Nord Est del pontile della Petrolig, dalla linea di costa sino alla batimetrica -20 m s.l.m.m., ed al confine del molo foraneo di Capo Vado verso il mare aperto.

Queste biocenosi sono spesso alterate da apporti fangosi ed organici, anche detti apporti detritici, che determinano un interramento, creando delle zone di transizione da una biocenosi all'altra (zone di "ecotono" tra SFBC e DC) che sono caratterizzate dalla presenza di specie più resistenti alle alterazioni ambientali.

Ciò si verifica prevalentemente in corrispondenza delle aree portuali ed è evidenziabile anche nei fondali antistanti il porto di Vado Ligure.

Occorre precisare che a queste progressive fasi di infangamento fa riscontro una degradazione delle zone con praterie di fanerogame marine. Ad esempio, l'areale di *Cymodocea nodosa*, era probabilmente presente in passato anche tra i moli di Vado Ligure. Ora, invece, è quasi totalmente scomparso proprio in corrispondenza della suddetta area di "ecotono".

Tra l'altro l'area di fondale antistante Vado Ligure presenta una elevata variabilità, anche in virtù delle caratteristiche batimetriche, degli apporti da terra dovuti al Torrente Quiliano ed al Torrente Segno e degli apporti dovuti alle attività portuali (moli, banchine, materiale provenenti dalle attività di carico/scarico, ecc.).

In virtù della variabilità delle condizioni ambientali, il valore di tali biocenosi è da attribuirsi più ad individui occasionali che a popolazioni effettivamente in equilibrio con le caratteristiche abiotiche dell'area.

A conferma di tale variabilità si possono citare le osservazioni condotte dai geologici durante il taglio delle carote estratte dai fondali per la caratterizzazione delle aree di dragaggio e accumulo dei materiali dragati13.

Solamente in pochissimi casi è stata infatti riscontrata la presenza di resti bentonici in superficie e di resti vegetali sul fondo (probabile testimonianza di popolamenti presenti in passato), mentre spesso lo stato superficiale del materiale osservato e poi campionato presentava clasti di carbone e/o residui di rinfuse bianche (es.: mais).

Spostandosi all'esterno della rada portuale di Vado (Figura 11-82), è cioè nell'area segnalata dalla Regione nell'ambito dell'iter di predisposizione del Progetto Definitivo come di interesse per la presenza di popolamenti coralligeni, si può osservare come sui fondali al largo dello spigolo più meridionale della nuova diga foranea prevista nel Piano Regolatore Portuale, a cavallo tra la batimetrica -30 m s.l.m.m. e -40 m s.l.m.m. circa, siano riscontrabili delle emergenze riconducibili a popolamenti coralligeni.
Le emergenze osservabili alla radice della diga, verso Bergeggi, invece, potrebbero essere riconducibili ai popolamenti di *Posidonia oceanica* già evidenziati da ICRAM e di cui si è fatto cenno in precedenza.
Relativamente all'areale di *Cymodocea nodosa*, anche'esso segnalato da ICRAM, invece, la Regione non aveva a suo tempo mostrato particolare preoccupazione, in

13 ARPAL, Dipartimento Provinciale di Savona, "Indagini addizionali per il Progetto Definitivo. Piano di caratterizzazione dei fondali. Rapporto Finale", Settembre 2008.

virtù della mobilità di questa specie, probabilmente non più presente lungo il litorale di Zinola, e della capacità mostrata dalla stessa nel ricolonizzare i fondali a seguito di un disturbo temporaneo.

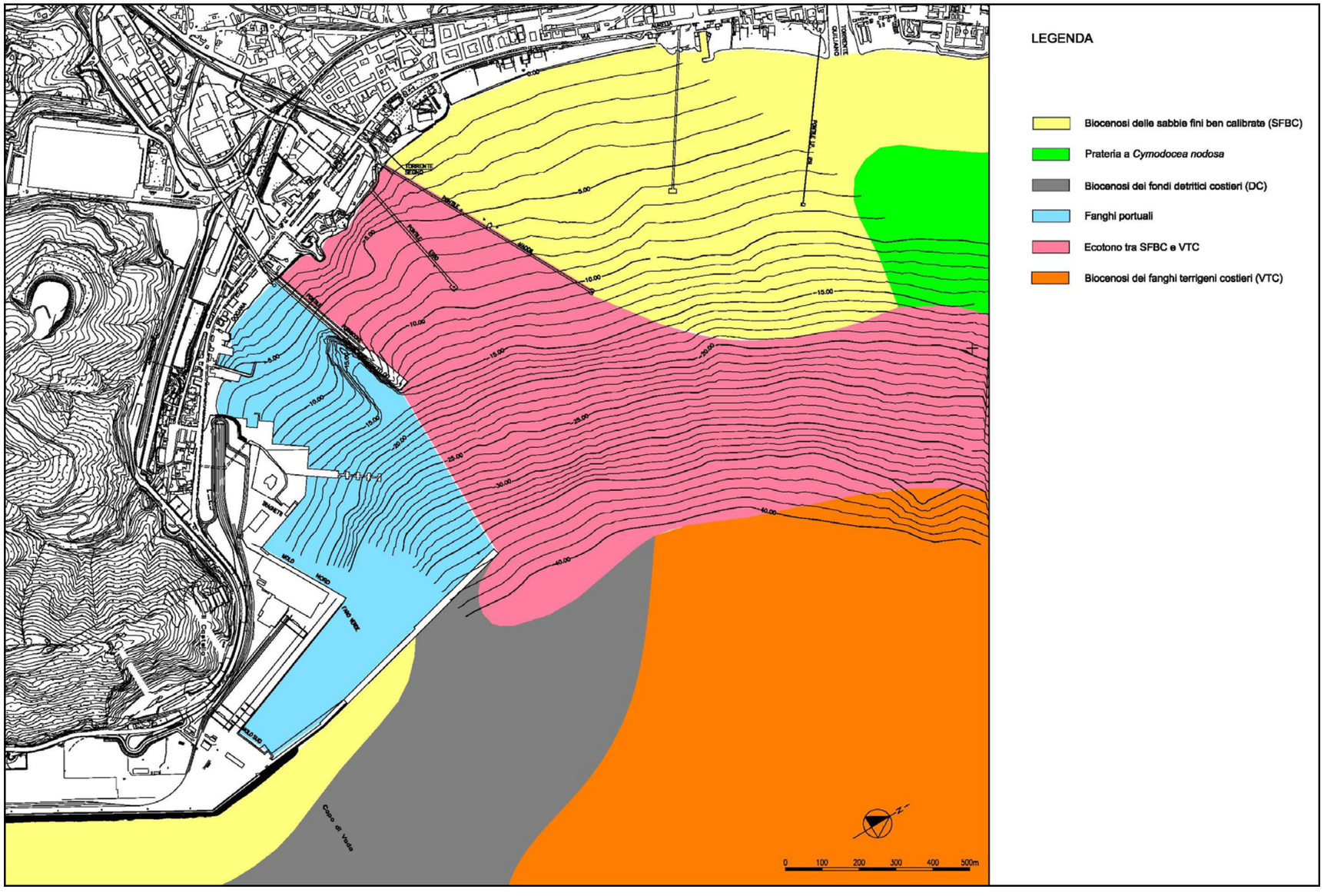


FIGURA 11-81 – DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE BIOCENOSI DI FONDALE (ICRAM, 2002 E AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA, 2000).

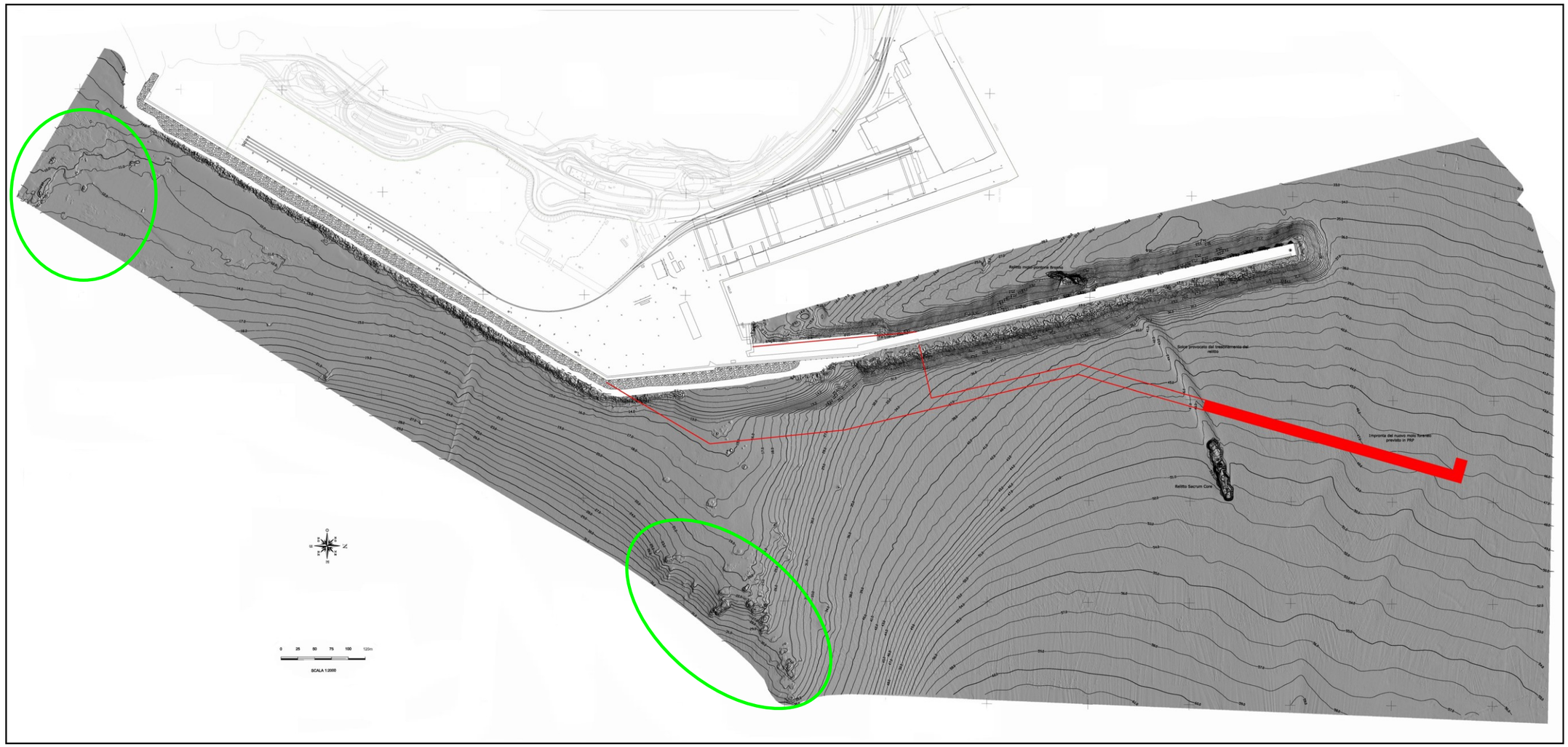


FIGURA 11-82 – CARATTERISTICHE BATIMORFOLOGICHE DEI FONDALI UBICATI AL LARGO DELLA DIGA DI PORTO VADO (AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA, 2006). IN ROSSO È RIPORTATA LA POSIZIONE PLANIMETRICA DELLA NUOVA DIGA FORANEA PREVISTA DAL PIANO REGOLATORE PORTUALE, MENTRE IN VERDE È' RIPORTATA LA POTENZIALE POSIZIONE DEI POPOLAMENTI CORALLIGENI.

I popolamenti coralligeni e di *Posidonia* sopra descritti sono di fatto compresi nella porzione più settentrionale del recentemente istituito sito SIC Fondali Noli-Bergeggi (Figura 11-83). Il sito è identificato con il codice IT1323271 all'interno della Rete Natura2000 ed è caratterizzato proprio da praterie di *Posidonia oceanica* e da tratti rocciosi con formazioni a coralligeno.
Il sito è diviso in 3 subsiti, tutti caratterizzati da estese praterie di *P. oceanica*: circa 40 ha di fronte alla costa di Noli, altri 80 ha che si estendono da Spotorno fino a Bergeggi.

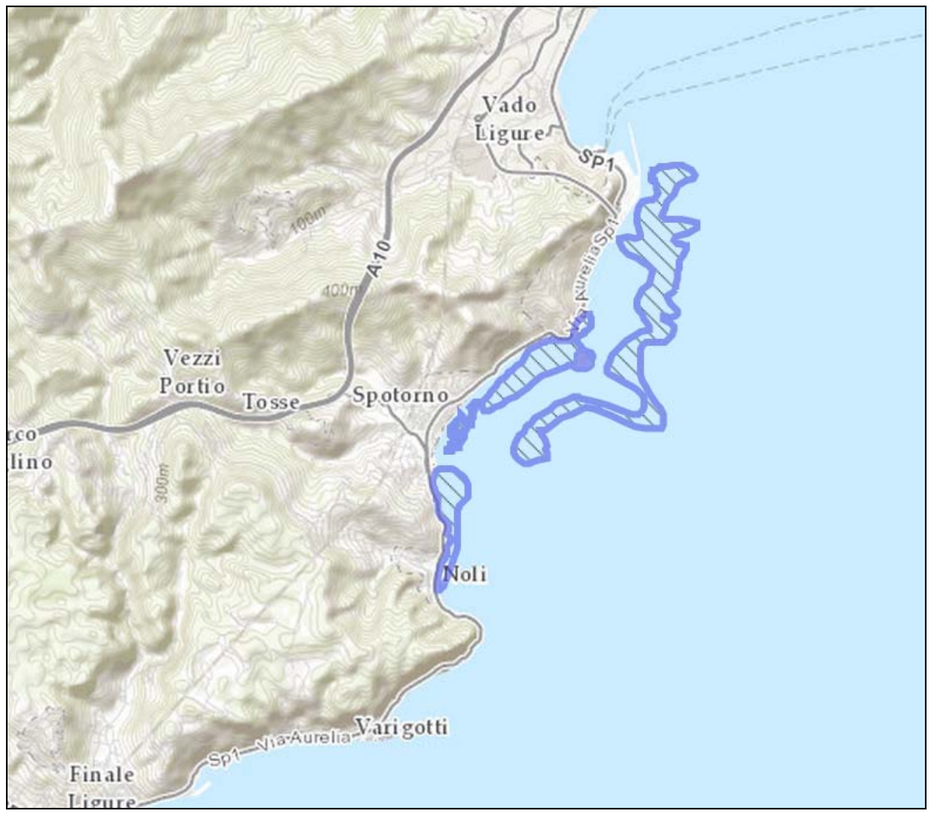


FIGURA 11-83 – ESTENSIONE DEL SITO SIC IT1323271 "FONDALI NOLI-BERGEGGI".

La prateria è frammentata, sono evidenti alcuni segni di regressione e zone caratterizzate da matte morta. Tra gli habitat rilevanti, oltre alla vasta presenza di fanerogame marine, si registra la presenza di coralligeno e i popolamenti delle grotte oscure e semi-oscure.
Le specie caratterizzanti il sito SIC sono il madreporario *Oculina patagonica*, di origine tropicale, i bivalvi *Pinna nobilis* e il dattero di mare (*Lithophaga lithophaga*), il crostaceo *Herbstia condyliata*. Si registrano inoltre numerose specie di pesci, quali *Callionymus fasciatus*, *Sciaena umbra*, *Thorogobius ephippiatus*, *Labrus viridis*, *Symphodus mediterraneus*, *S. melanocercus*, *S. rostratus*.

In ottemperanza anche alle indicazioni dello Studio di Impatto Ambientale del Progetto Definitivo e alle prescrizioni della Giunta Regionale della Regione Liguria, l'Autorità portuale di Savona ha dato mandato alla Fondazione CIMA, tramite apposita convenzione firmata in data 8 ottobre 2010, di eseguire uno studio naturalistico nei fondali del porto di Vado Ligure e nell'area marina prospiciente.
La convenzione ha come finalità quella di approfondire lo studio e la conoscenza delle modificazioni naturali ed antropiche dell'ambiente marino per effetto della costruzione di opere marittime e portuali ed il trasporto di fanghi. In questo modo, il protocollo stilato ottempera alla duplice finalità di fornire conoscenze sistemiche dei fondali marini di Vado Ligure agli stakeholders ed, al contempo, di definire lo stato di "bianco", ovvero le condizioni locali ante operam nelle aree interessate dalla piattaforma multifunzionale per quanto riguarda le componenti individuate dalla Regione nella DGR 1118/2009

Le attività di monitoraggio naturalistico in esito alla prescrizione f) della D.G.R. 1118/2009 includono "il rilievo morfologico dei fondali e la caratterizzazione bionomica" che consistono nelle seguenti indagini:

- la caratterizzazione dei sedimenti di fondo nell'area di Vado Ligure,
- il monitoraggio delle secche cora lligene nell'a rea di Vado Ligure.

Infine, per quanto concerne la programmazione dei rilievi, la Regione, nella medesima prescrizione, individua "una campagna di bianco, una campagna durante i lavori ed una campagna a fine lavori di dragaggio e dovranno essere continuati per almeno ulteriori anni 5 (dalla data di operatività della piattaforma)".

Le campagne finora eseguite sono due: la prima, "di bianco", svolta nel 2010 prima dell'inizio di qualsiasi lavorazione, e la seconda in occasione dei dragaggi eseguiti nel 2013. Ulteriori campagne si susseguiranno a conclusione delle opere di dragaggio e durante l'esercizio della piattaforma multifunzionale.
Le indagini svolte in corrispondenza alle richieste della Regione consistono di:

- caratterizzazione delle frazioni granulometriche dei sedimenti (di cui al Paragrafo 12.3.2.1)
- caratterizzazione dei popolamenti coralligeni compresi tra l'Isola di Bergeggi e la diga foranea di Vado (che ha visto l'assistenza del DISTAV dell'Università degli Studi di Genova.)

Nel seguito sono presentati i risultati principali delle due campagne.

Nella campagna di bianco, svoltasi dal 24 marzo al 5 aprile 2010, sono stati rilevati cinque siti per la caratterizzazione delle secche coralligene prospicienti la radice della diga foranea di Vado Ligure. La localizzazione e la de di tali siti è riportata nella seguente figura:



FIGURA 11-84 – POSIZIONAMENTO DEI 5 SITI DI IMMERSIONE PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE SECCHE CORALLIGENE.

Il protocollo di monitoraggio ha previsto il rilievo visivo in immersione subacquea sulle principali secche coralligene nell'area di studio da operatori scientifici subaquei qualificati. Sono stati inoltre effettuati riprese video e fotografiche a corredo della documentazione prodotta.
In ogni sito di indagine sono stati identificati diversi tipi di paesaggio sulla base della topografia degli affioramenti, e per ogni paesaggio misurati i principali parametri fisici e morfologici degli affioramenti (profondità, inclinazione, esposizione, altezza). Il rilevamento visivo dei popolamenti coralligeni è stato effettuato tenendo in considerazione le specie bentoniche cospicue e quelle facilmente riconoscibili dalle fotografie e dal materiale video raccolto in ciascuna secca, con particolare attenzione alle specie protette. Durante i rilevamenti è stato inoltre stimato visivamente il ricoprimento delle specie di gorgonie presenti in un determinato paesaggio ed il ricopri-

mento di tutte le specie bentoniche cospicue. Infine, sono stati annotati gli eventuali segni origine antropica.

Le coordinate dei siti di indagine ed i dati rilevati sono stati integrati in un sistema GIS con la carta dei rilievi multibeam, producendo una cartografia delle secche coralligene (Figura 11-85).

I risultati mostrano come siano individuabili tre tipologie di coralligeno, delle quali l'ultima legata ad un regime di perturbazione:
1) coralligeno tipico a gorgonie, nel quale si rinvengono le specie tipiche del coralligeno come le gorgonie, tra le quali quelle ad elevato valore estetico come *Paramuricea clavata*, e le grosse spugne massive;
2) precoralligeno a *Cystoseira zosteroides*, nel quale le gorgonie presenti sono isolati esemplari di *Eunicella singularis* ed *E. verrucosa*;
3) coralligeno caratterizzato da una facies di impoverimento nello strato basale, dove lo strato di sedimento depositato permette lo sviluppo di pochissime specie principalmente animali.

Per quanto ben strutturato e maturo, l'abbondante presenza di alcune specie indicatrici e la scarsa biocostruzione sono segnali di un coralligeno relitto, sottoposto a stress. La principale forzante sembrerebbe essere l'elevata sedimentazione, che colpisce principalmente lo strato basale. La qualità del coralligeno aumenta allontanandosi dalla costa, fino ad assumere la caratteristica di coralligeno tipico a gorgonie nel sito più distante (C3). Anche la resilienza del coralligeno, soprattutto a stress di tipo puntuale non costante nel tempo, risulta essere bassa in particolare per il tipo 1, mentre il tipo 2 è quello più resiliente.

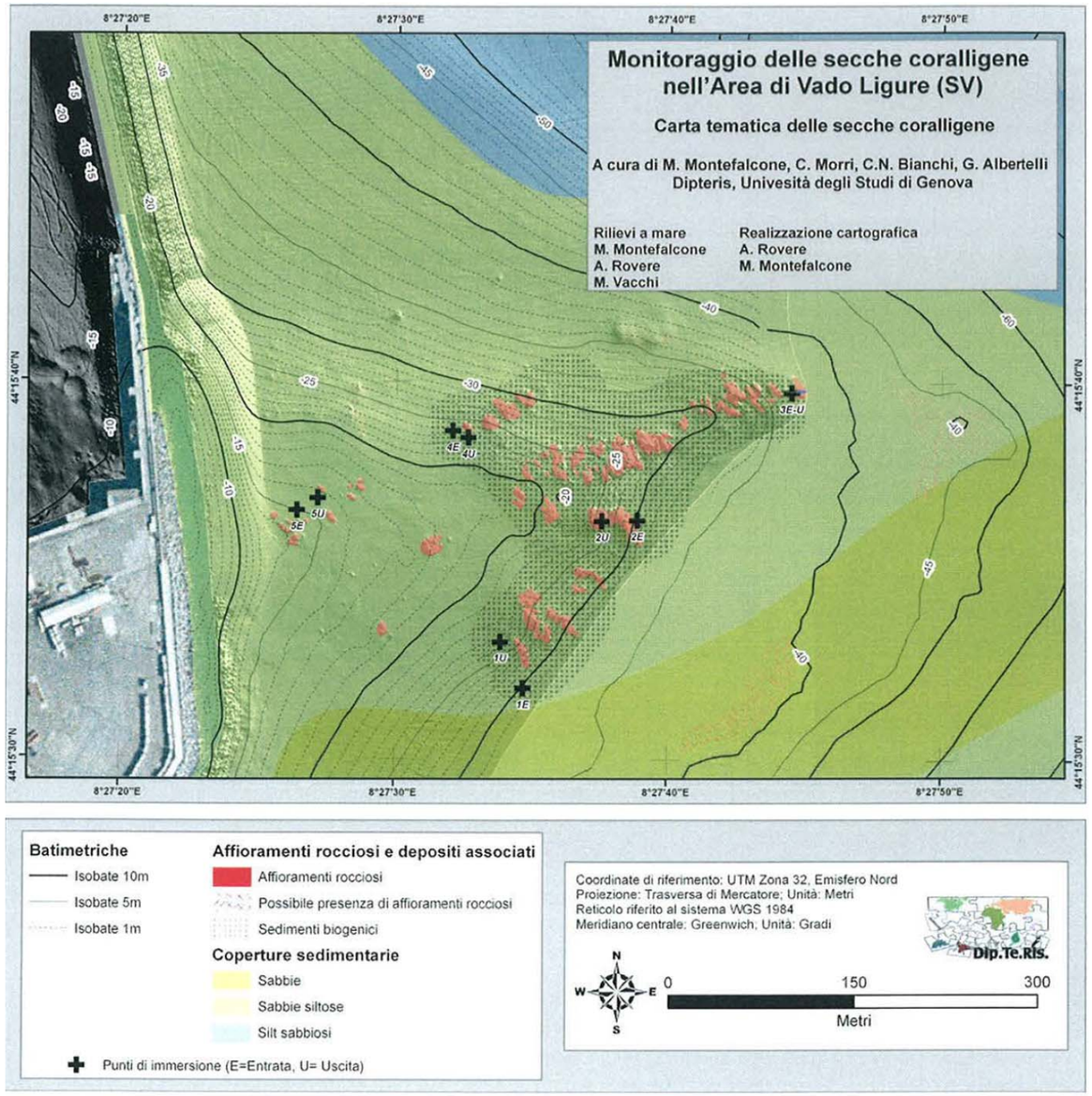


FIGURA 11-85 – CARTOGRAFIA DEGLI AFFIORAMENTI CORALLIGENI A VADO LIGURE

Nella campagna del 2013 le immersioni sono avvenute il 4 settembre, il 2 novembre ed il 28 e 29 novembre. Le prime due sono state immersioni ricognitive tese ad individuare siti idonei per il monitoraggio di coralligeni rispettivamente nella fascia più superficiale (23-27m) e più profonda (27-32m).
Nel primo livello è stata individuata la secca denominata comunemente "il Magazzino", corrispondente al sito C2 della campagna di bianco. Nel secondo livello, più profondo e più lontano dall'area portuale, si è scelto un sito corrispondente all'incirca con il sito C3 della campagna di bianco.

Il sito C2 è caratterizzato da una discreta copertura di Corallinales e *Peyssonellia* lungo il terrazzamento intermedio della parte terminale, denominata "prua"; il terrazzamento alto è invece ricoperto da un'estesa e densa coltre di mucillagini, non segnalate nei precedenti studi. Sul fondo del sito sono state registrate elevate densità di crinoidi (*Antedon mediterranea*), con gli individui disposti nei punti soggetti a maggiore corrente. Sono inoltre presenti, sui massi del fondo, diverse concrezioni coralligene a briozoi, con la presenza più rilevante a carico di *Pentapora fascialis*: la maggior parte di queste colonie, per quanto lo scheletro fosse integro, risultavano colonizzate da alghe verdi.

Le pareti laterali della "prua" risultano coperte da *Parazoanthus axinellae* (polipi gialli), spugne incrostanti (arancioni), alcune Corallinales e ampio feltro vegetale, feltro animale e sporadiche mucillagini. Le mucillagini ricoprono tutta la parte sommitale degli affioramenti, a volte frammista a *Caluerpa racemosa*.
Sono stati osservati individui dello zoantario *Parazoanthus axinellae* soggetti al fenomeno di "colatura", possibile grazie alla struttura plastica del collagene di *Parazoanthus*, dovuto ad uno stress termico o alla presenza di un cianobatterio e noto come "summer desease" (Figura 11-86).
Le aree tra gli affioramenti rocciosi sono caratterizzate da ampie distese di detriti, di varia granulometria, sulle quali si osservano gorgonie tipiche di ambienti ad elevata sedimentazione.

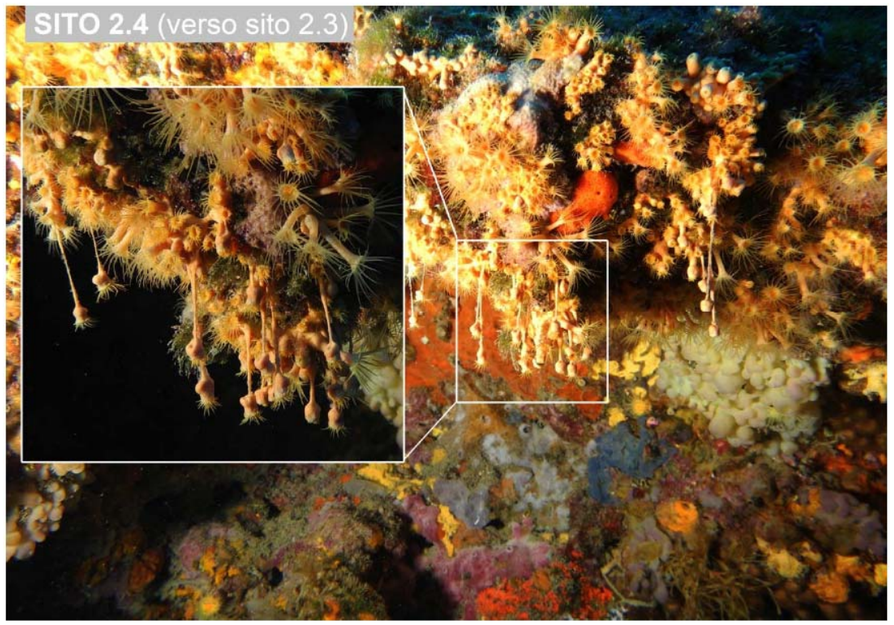


FIGURA 11-86 – FENOMENO DI STRESS TERMICO SU *PARAZOANTHUS AXINELLAE*.

Per quanto concerne il sito profondo C3, esso è caratterizzato da un'ampia e rigogliosa distesa di *Paramuricea clavata*. Le gorgonie appaiono godere di migliore salute rispetto a quanto riportato nel 2010.
Sono state invece osservati diversi individui epibionti, briozoi ramificati e *Salmacina* morti e ricoperti da alghe verdi, colpiti da un qualche stress che ha invece lasciato inalterata la *Paramuricea*, soprattutto nei livelli più elevati rispetto al substrato.



FIGURA 11-87 – ASPETTO TIPICO DELLE PARAMURICEA NEL SITO C3.

Gli individui di briozoi registrati appartengono principalmente a *P. fascialis* e *Smittina cervicornis*. In diverse depressioni nel sito si sono osservati cumuli di detrito chiaramente dominato da frammenti di colonie di briozoi carbonatici; altre aree sono invece dominate da "turf" animale frammisto a sedimenti.

Rispetto alla campagna di bianco, sono stati rinvenuti diversi esemplari di *Sarcotragus foetidus*, un porifero inserito nell'annesso II, aggiornato a dicembre 2013, del "Protocol concerning specially protected areas and biological diversity in the mediterranean" del Mediterranean Action Plan" (UNEPRACSPA).
Lo spessore della formazione coralligena è esiguo e la comunità appare nettamente dominata da organismi animali, con poche Corallinales.
Anche nel sito profondo è stata registrata la presenza di *C. racemosa* e di feltro algale/animale, che coprono ampie aree del sito. Nelle aree di transizione tra queste zone e aree con specie tipiche del coralligeno si osservano colonie di briozoi, tra i quali *Pentapora fascialis*, in buone condizioni di salute.

Si è deciso di studiare gli affioramenti coralligeni delle secche di Vado Ligure tramite la realizzazione quadrati permanenti nei siti di studio, di dimensioni 30x30cm nel sito "magazzino" e 75x75cm nel sito C3, nonché la marcatura permanente di 5 colonie di *Paramuricea clavata* per lo studio delle dinamiche di crescita ed epibiosi. In questo modo i successivi monitoraggi potranno godere di riferimenti fissi per una precisa valutazione dell'evoluzione delle comunità di coralligeno.
I quadrati e le marcature permanenti sono state installate nelle immersioni del 28 e 29 novembre 2013, durante le quali sono state acquisite fotografie dei quadrati permanenti, sottoposte poi ad analisi d'immagine tramite i programmi Photoshop e SeaScape. Associando ad ogni specie o categoria funzionale un colore puro, si è proceduto ad assegnare ciascuna una percentuale di ricoprimento.
Le gorgonie sono state marcate con tag permanenti e fotografate con un pannello dotato di scala sullo sfondo.

Sono state scelte specie adatte al monitoraggio tra quelle individuate nelle due immersioni esplorative, escludendo quelle suscettibili di ampie variazioni di densità per migrazione a profondità maggiori o specie ormai ritenute localmente estinte per fenomeni indipendenti dalla maggiore sedimentazione o specie ampiamente adattate ad alti livelli di torbidità, concentrandosi quindi su individui Corallinares. Nelle

campagne svolte sono stati registrati tre importanti fenomeni non imputabili ad attività antropiche:

- presenza di cospicui ammassi mucillaginosi;
- segnali di stress termico in *Parazoanthus axinellae*;
- presenza di *Caulerpa racemosa* in avanzato stato di colonizzazione del substrato.

Di conseguenza sono state escluse quelle specie soggette a effetti negativi dovuti ai te fenomeni citati.
Gli aggregati mucillaginosi non erano mai stati registrati prima nell'area costiera di Vado Ligure, benché presente in altri siti liguri, ed hanno determinato sofferenza e disturbo in diverse specie di organismi bentonici. Inoltre sembrano aver determinato la scomparsa dell'alga *Cystoseira zosteroides*, specie documentata nell'arco della prima campagna di bianco nel sito C2 ed appartenente alle Fucales, la maggior parte delle quali soggette ad una forte regressione in tutto il bacino mediterraneo per varie cause che spesso operano in sinergia. Nel caso specifico, se dovesse essere confermata in indagini successive la situazione descritta nella campagna del 2013, la scomparsa dell'alga risulterebbe da ascrivere proprio alla presenza di mucillagine.
La colonizzazione da parte di *C. racemosa* interessa tanto i siti superficiali quanto quelli profondi, influenzando negativamente gran parte delle specie tipiche del coralligeno e quasi tutte le specie di poriferi.

I fenomeni di sedimentazione possono essere quindi studiati eliminando gli altri potenziali fattori di stress. I processi di sedimentazione cronici nell'area di Vado Ligure sono evidenziati dalla presenza di specie tipiche di ambienti a forte sedimentazione, quali gorgonie come *Eunicella verrucosa* e *Leptogorgia sarmentosa*, che sono state perciò escluse dallo studio. Risultano invece particolarmente indicatori i briozoi, molto sensibili alla quantità di sedimento, crescendo meno ed avendo una diversità minore in zone dove la granulometria è più piccola. Di conseguenza, l'osservazione di questi organismi e degli esemplari di *P. clavata* marcati costituiranno i principali riferimenti nelle future campagne di monitoraggio.

Le comunità coralligene più profonde appaiono essere, nonostante i numerosi segni di stress, in buona salute, per quanto impoverite nello strato basale più soggetto a sedimentazione (come già osservato nell'ambito della campagna di bianco). Inoltre, risultano minacciate dallo sviluppo di *C. racemosa*, la cui distribuzione ha ormai toccato anche gli affioramenti più profondi.

La Regione Liguria, nell'incontro dell'8 Maggio 2008, ha richiesto di prevedere, durante le attività di dragaggio e di bonifica geotecnica, una specifica attività di monitoraggio della torbidità, volta a valutare la possibile propagazione del "plume" in prossimità delle emergenze vegetazionali riscontrate ed a valutare l'eventuale necessità di mettere in opera opportuni presidi ambientali. I risultati del monitoraggio sono descritti nel Paragrafo 11.2.5.

11.5. Paesaggio

L'area d'intervento è attualmente caratterizzata da una forte connotazione industriale e portuale, che domina, di fatto, il contesto percettivo.

La città di Vado Ligure si presenta con le caratteristiche comuni a quasi tutti gli insediamenti urbani presenti nella Regione Liguria, e cioè con uno sviluppo lungo la costa prevalentemente longitudinale a causa della conformazione morfologica del terreno.

La presenza dell'Autostrada A6 Savona-Torino e A10 Genova-Ventimiglia, che delimita il nucleo urbanizzato dal versante montano, e la presenza dello scalo merci ferroviario, disegnano, viste dall'alto (Figura 2.1) linee molto forti sul territorio caratterizzando in maniera prepotente l'intero impianto urbano

Lo sviluppo longitudinale può essere tradotto con una sequenza di elementi naturali e artificiali tra loro paralleli:

– il mare, che rappresenta il confine meridionale più estremo;

- la costa, che si alterna tra tratti di litorale a spiagge o rocce e attività produttive o elementi artificiali (banchine e pontili che spesso si protendono sul mare anche per centinaia di metri);
- la strada, ed in particolare la Via Aurelia, che rappresenta l'unica arteria ad alta viabilità parallela alla costa e dalla quale si sviluppano i sistemi viabilistici secondari. La Via Aurelia taglia longitudinalmente tutto il tessuto urbano e con la sua direzione parallela alla costa disegna una vera e propria linea retta tra il mare e le montagne.
- il centro abitato (Vado Ligure e anche Porto Vado);
- l'area industriale, che dall'area portuale si sviluppa verso l'entroterra, ed in particolare modo lungo la vallata incisa dal Torrente Segno;
- l'Autostrada A10 Genova-Ventimiglia e, quasi parallela a questa, la linea ferroviaria Genova-Ventimiglia;
- le montagne, che in moltissimi punti scendono a picco verso la costa.

Il tratto di costa limitrofo all'area ove sarà realizzata la piastra multifunzionale, ed in particolare dove sarà realizzato il radicamento a terra, è contraddistinto dalla presenza del cantiere navale dell'Eurocraft, un edificio di pianta quadrata di 50 m x 50 m ed alto circa 20 m, con un'area introno adibita a rimessaggio.

A levante e ponente di tale edificio sono invece presenti due piccole spiagge, comunemente frequentate dalla popolazione locale.

In particolare quella sul lato di ponente (cioè a Sud Est del previsto radicamento), inserita nel progetto generale di riqualificazione di tutto il litorale (Paragrafo 3.10.1) è attualmente in stato di semi utilizzo ed adibita prevalentemente a rimessaggio di piccole imbarcazioni da diporto. Come osservabile dalla Figura seguente, verso Nord è "costretta" dal pontile della Terminal Rinfuse (pontile San Raffaele) ed a Sud è delimitata da una piccola darsena confinante con il terminal traghetti; la porzione di mare antistante a tale spiaggia è adibita a marina con circa una cinquantina di barche in rada.

Nell'ambito delle attività di realizzazione, l'aspetto scenico dell'area di intervento sarà dominato dalla presenza del cantiere, soprattutto quando l'avanzamento porterà al completamento del radicamento a terra. Le attività consistono essenzialmente di lavorazioni con movimentazione di mezzi già osservabili nella quotidianità della rada portuale.

La presenza del cantiere è "bilanciata" dallo spostamento più lontano dalla linea di costa rispetto alla situazione attuale delle attività delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana), prima, grazie alla realizzazione dell'accosto provvisorio, e successivamente della banchina dedicata alle attività della Terminal Rinfuse.





FIGURA 11-88 – VISTE DELL'AREA DI INTERVENTO DALLA SPIAGGIA A SUD EST DEL PREVISTO RADICAMENTO.

11.6. Archeologia

Il tratto di mare antistante alla rada di Vado Ligure è riconosciuto ad alto rischio archeologico, tanto che l'Autorità Portuale di Savona ha ritenuto importante stipulare una convenzione con la Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria e l'Università degli Studi di Genova, finalizzata all'esecuzione di studi ed indagini geologiche ed archeologiche volte a stabilire le aree più sensibili ed a stabilire le attività da svolgere nella fase di progettazione e realizzazione delle opere previste nel Piano Regolatore Portuale.

Dalla Carta del Rischio Archeologico (Figura 11-89), elaborata nel 2005 dall'Università degli Studio di Genova (Prof. Firpo) e trasmessa all'Autorità Portuale ed alla stessa Soprintendenza, infatti, emerge che la zona a mare di Vado Ligure tra i cantieri Riccardi e Forte San Lorenzo per un fondale compreso tra la batimetrica -5 m e la batimetrica -10 m è da ritenersi ad alto rischio archeologico.

Inoltre nella Carta del Patrimonio Archeologico, Architettonico e Storico-Ambientale Ligure (PAASAL), recante il rilievo e l'individuazione degli elementi del patrimonio archeologico, architettonico e storico-ambientale effettuati dall'Istituto di Costruzioni della Facoltà di Architettura dell'Università di Genova nel 2001, emerge che in prossimità della parte terminale del pontile della Terminal Rinfuse (codice punto GD 67) sono stati rinvenuti frammenti ceramici romanici e medioevali.

Le indagini condotte a valle dell'approvazione del Piano Regolatore Portuale, e delle quali nel seguito si riporta una sintesi, unitamente agli approfondimenti richiesti dall'Autorità Portuale al soggetto promotore nell'ambito della convenzione stipulata (inerenti escusivamente la zona del pontile della Terminal Rinfuse), che saranno condotti in sede di realizzazione, consentono di rispondere alla prescrizione n° 6 formulata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio nell'ambito della procedura di VIA del PRP (Decreto n° 371 del 18 Aprile 2005).

In data 24 Agosto 2005 l'Autorità Portuale di Savona ha avviato una serie di indagini geognostiche, richieste dalla Soprintendenza sulla base della suddetta Carta del Rischio, secondo le modalità tecniche concordate con la stessa Soprintendenza (comunicazione del 24 Agosto 2005), e finalizzate alla valutazione, sotto il profilo geoarcheologico, della natura del fondale interessato.

Tra Settembre ed Ottobre 2005 è stata condotto un rilievo georadar esteso a tutta l'area interessata dalla piastra multifunzionale, spinto dalla batimetrica 0 m s.l.m.m. alla batimetrica – 5 m s.l.m.m., al fine di ricercare target di interesse archeologico. A tale rilievo ha fatto immediatamente seguito (Marzo 2006) una prospezione strumentale del fondale, estesa a batimetriche più elevate, attraverso rilievi geomorfologici realizzati tramite Multibeam e rilievi sismici con Sub Bottom Profiler, nelle quali sono state identificate numerose anomalie, individuate sotto forma di punti e raggruppate in sei "aree target" (Figura 11-90).

In corrispondenza di una delle "aree target", ed in particolare nella "area target" n° 5, a circa 50-100 m dalla linea di riva, è stata condotto, come richiesto dalla Soprintendenza (nota 938 del 7 Febbraio 2006), un approfondimento di indagine, mediante indagine subacquea ed ispezione diretta del fondale[14]. Tale area è precisamente ubicata a levante rispetto al pontile della Terminal Rinfuse (Figura 11-90), circa di fronte al cantiere navale dell'Eurocraft e ad una profondità variabile tra -5 e -10 m s.l.m.m.

Tutte le attività su descritte sono state condotte con la presenza continua di uno staff di archeologici della Soprintendenza per il monitoraggio del prelievo di materiale.

Lo scavo meccanico, realizzato con l'impiego di una benna, è stato svolto nella parte di fondale soprastante l'anomalia segnalata dalle prospezione strumentali. In questa fase è

14 Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria, Autorità Portuale di Savona, "Operazioni relative allo scavo archeologico di verifica e controllo dell'anomalia R6 nell'area target 5", Settembre-Ottobre 2006.

sempre stato presente un archeologo, che ha provveduto al vaglio del sedimento asportato ed al campionamento del materiale, onde verificare l'eventuale presenza di manufatti antropici di interesse archeologico nello strato superficiale.

Raggiunto un livello prossimo alla quota dell'anomalia, lo scavo è stato proseguito tramite l'utilizzo della sorbona e di un accurato vaglio del materiale aspirato. È stato così possibile documentare ed individuare i rapporti stratigrafici e ricavare dati precisi sulla distribuzione spaziale e sulla collocazione stratigrafica dell'anomalia e dei materiali.

Durante l'esecuzione dello scavo è stata anche realizzata un'accurata documentazione, consistente in un rilievo cartografico di dettaglio, nella redazioni di sezioni che hanno consentito una lettura macro e micro stratigrafica, e nella presa di materiale fotografico digitale a colori.

Lo scavo ha consentito di leggere le caratteristiche della superfiche del fondale nonché il sottostante deposito stratigrafico sino a circa 4,3 m dal piano fondale.

L'anomalia rilevata dalle prospezioni strumentali fanno riferimento ad uno strato di circa 30 cm di materiale lapideo non lavorato individuato dalla profondità di -4 m dal piano fondale e sicuramente esteso oltre il limite dell'area indagata (10 m x 4 m).

Gli elementi lapidei sono risultati di natura eterogenea e disposti in modo casuale e, limitatamente alla parte visibile, non mescolati a materiale ceramico. Sono ubicati al di sotto del fondale individuato come attuale e quindi sono del tutto compatibili con il fondale di età romana.

Potrebbe trattarsi di materiale relativo alla zavorra di bordo delle imbarcazioni, ovvero di materiale lapideo grezzo avente funzione di stabilizzare l'imbarcazione quando scarica e che veniva scaricato una volta giunti nella località ove effettuare il carico.

Nel mese di Settembre 2006, a seguito del completamento delle indagini descritte, l'Autorità Portuale di Savona ha richiesto alla Soprintendenza l'indicazione delle procedure necessarie per procede con la conclusione dell'iter autorizzativo.

In data 29 Novembre 2006, inoltre, ha inviato alla Soprintendenza la mappa riassuntiva delle indagini effettuate ed ha proposto il rinvio dell'effettuazione delle prospezioni archeologiche al pontile della Terminal rinfuse ad un successivo momento, valutando come non compatibile le attività di indagine con la movimentazione delle navi e lo sviluppo delle fasi costruttive della piastra multifunzionale.

Tali approfondimenti, come già riportato, sono stati inseriti nelle attività a carico del soggetto promotore in sede di redazione del Progetto Esecutivo.

La Soprintendenza ha risposto positivamente con nota 8978 del 6 Dicembre 2006. Occorre precisare che con riferimento a quanto contenuto nella nota circa gli interventi a terra la scelta di realizzare la viabilità di collegamento con l'area retro portuale in sovrappasso invece che in sottopasso (scelta successiva alla nota 8978) ha superato la necessità di eseguire verifiche preventive di interesse archeologico.

Tuttavia l'Autorità Portuale ha fatto inserire nel Progetto Preliminare del sovrappasso l'idonea documentazione relativa alla zona a terra interessata dalle opere di fondazione e in data 9 Febbraio 2009 ha dato comunicazione degli esiti delle verifiche condotte (nota 1089).

Ulteriori approfondimenti di indagine sono stati effettuati tra Maggio e Giugno 2007[15], in posizione un po' più decentrata verso la linea di riva rispetto a quelle precedentemente

15 Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria, Autorità Portuale di Savona, "Completamento dei sondaggi archeologici", Maggio-Giugno 2007.

descritte, secondo le indicazioni ricevute dalla Soprintendenza con la stessa nota 8978 del 29 Novembre 2006 e con nota 1056 del 15 Febbraio 2007 (Figura 11-90).

I risultati sono stati trasmessi dall'Autorità Portuale alla Soprintendenza con nota 7977 del 20 Settembre 2007.

Come per la precedente fase di indagine, sempre in presenza di un archeologo, è stato dapprima condotto uno scavo meccanico per una profondità massima di 2 m dal piano fondale (che si trova a circa -4,5 m s.l.m.m.), con vagliatura del materiale asportato, e successivamente, mediante sorbona.

Raggiunto il livello prossimo alla quota presunta dell'affioramento dei livelli di interesse archeologico (5 m dal piano fondale), il proseguimento dello scavo è avvenuto a mano, mediante l'impiego di un picozzino o di una cazzuola e aspirazione del sedimento così rimosso tramite la sorbona.

Il materiale aspirato è stato poi sottoposto ad accurato vaglio, in modo da individuare anche i reperti di minute dimensioni, quali la ceramica a pareti sottili.

Nel punto denominato M2, problemi di esecuzione legati all'intercettamento di un'area già indagata hanno suggerito si sospendere le attività.

Nel punto denominato M1, invece, lo scavo subacqueo ha seguito la metodologia stratigrafica normalmente impiegata per gli scavi tradizionali di terra: è stato così possibile documentare ed individuare i rapporti stratigrafici e ricavare dati precisi sulla distribuzione spaziale e sulla collocazione stratigrafica dell'anomalia, pur nelle difficoltà di letture puntuali in ambiente subacqueo.

A circa -3,5 m dal piano fondale è stato individuato uno strato molto sottile (5 cm circa) costituito da ghiaia millimetrica, sabbia e conchiglie di minute dimensioni. In tale straterello sono stati individuati resti di ceramica di età romana, che coprono un arco cronologico compreso fra l'età augustea e il VII secolo d. C.

Immediatamente sotto tale straterello è stato individuato un livello di 30 cm circa, costituito da limo grigiastro ed abbondanti rizomi di *Posidonia oceanica*. Al suo interno sono stati rinvenuti resti di materiale ceramico di età romana ed altomedioevale piuttosto dispersi, cioè collocati in modo casuale. Si tratta essenzialmente di contenitori (anfore) di età posteriore a quanto ritrovato in precedenza.

Seguono poi altri strati dalla -4 m alla 4,5 m dal piano fondale, dalla -4,5 m alla -5 m ed alla -5 m alla -5,5 m. Nel primo sono stati rinvenuti contenitori da trasporto romani, iberici e orientali, terra sigillata italica e Nord italica, legno non lavorato ed un frammento di ceramica a vernice nera (I e II secolo d.C.). Nel secondo sono stati rinvenuti materiali analoghi, che coprono un periodo sino la VI secolo d.C., con l'aggiunta di un frammento di una patera databile fra il 175 ed il 120 a.C. Nell'ultimo, infine, non è stato rinvenuto alcun materiale di interesse archeologico (mescolanza di materiale con datazione diversificata).

Le ridotte dimensioni del sondaggio non hanno consentito la lettura in estensione dell'andamento del fondale antico; tuttavia la concentrazione di materiale riscontrato potrebbe essere messo in relazione alla presenza di un grosso avvallamento, all'interno del quale si sono accumulati la ceramica e glia altri reperti gettati in antico dalle navi ancorate nella rada.

Altra ipotesi più plausibile è che lo strato contente materiale archeologico si sia formato non in seguito ad apporti successivi di materiale gettato dalle navi, bensì in seguito ad un apporto fluviale, che ha trasportato in mare materiale eroso dalla costa o dall'immediato entroterra.

A favore di tale ipotesi depone il fatto che sia stato rinvenuto negli strati più bassi il materiale più tardo, risalente ad età medioevale, ed il fatto che sia presente legno non lavorato, ovvero materiale compatibile con l'idea di trasporto di rami o altre porzioni di alberi da parte di fiumi o torrenti.

A conclusione d quanto riportato e da quanto si legge nella numerosa corrispondenza intercorsa tra l'Autorità Portuale di Savona e la Soprintendenza, emerge che la stessa Soprintendenza non ha ritenuto di richiedere ulteriori approfondimenti.

Come evidenziato nella già citata nota 1089 del 9 Febbraio 2009, dunque, al fine della tutela archeologica nell'area della piastra multifunzionale, restano da effettuare solamente gli scavi in prossimità del pontile della Terminal Rinfuse. Tali scavi, inseriti nelle attività del soggetto promotore, saranno rinviati alla fase costruttiva della piastra multifunzionale, nella quale lo stesso pontile sarà definitivamente posto fuori esercizio.

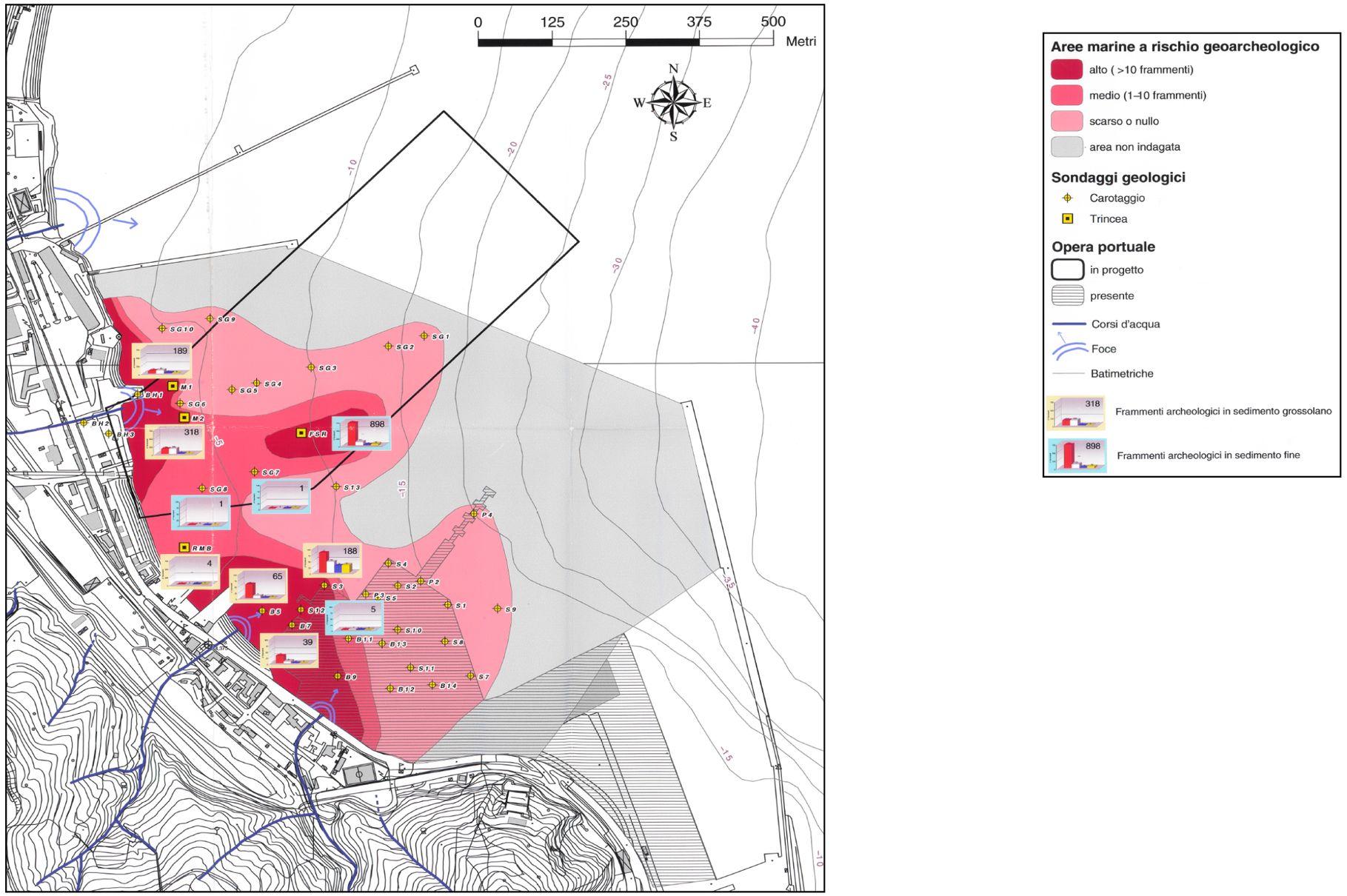
Su prescrizione della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria, nel mese di settembre 2013 è stata effettuata un'indagine archeologica durante le operazioni di dragaggio realizzate nell'area del campo prove.

L'indagine è stata affidata dall'Autorità Portuale alla Società Regio IX Liguria Archeologia di Rapallo (Ge), sotto la direzione scientifica della Dott.ssa F. Bulgarelli della Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria.

Preliminarmente all'indagine era stata esaminata dagli archeologi incaricati la documentazione relativa alle indagini già effettuate nell'ultimo decennio, disponibile presso l'Autorità Portuale di Savona.

La relazione redatta a seguito dell'attività di assistenza archeologica riporta che "a seguito dell'esame del materiale dragato non sono stati rilevati elementi antropizzanti tanto in giacitura primaria quanto in giacitura secondaria e, ad una analisi macroscopica, non sono risultati evidenti particolari elementi vegetali e/o malacofauna: erano altresì assenti lapidei e ciottoli."

Il parere archeologico redatto ha confermato le analisi di rischio presenti nelle indagini effettuate negli anni precedenti



Aree marine a rischio geoarcheologico
- alto (>10 frammenti)
- medio (1–10 frammenti)
- scarso o nullo
- area non indagata

Sondaggi geologici
- Carotaggio
- Trincea

Opera portuale
- in progetto
- presente

- Corsi d'acqua
- Foce
- Batimetriche
- Frammenti archeologici in sedimento grossolano
- Frammenti archeologici in sedimento fine

FIGURA 11-89 – CARTA DEL RISCHIO ARCHEOLOGICO (IL LIMITE DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE È QUELLO DEL PIANO REGOLATORE PORTUALE).

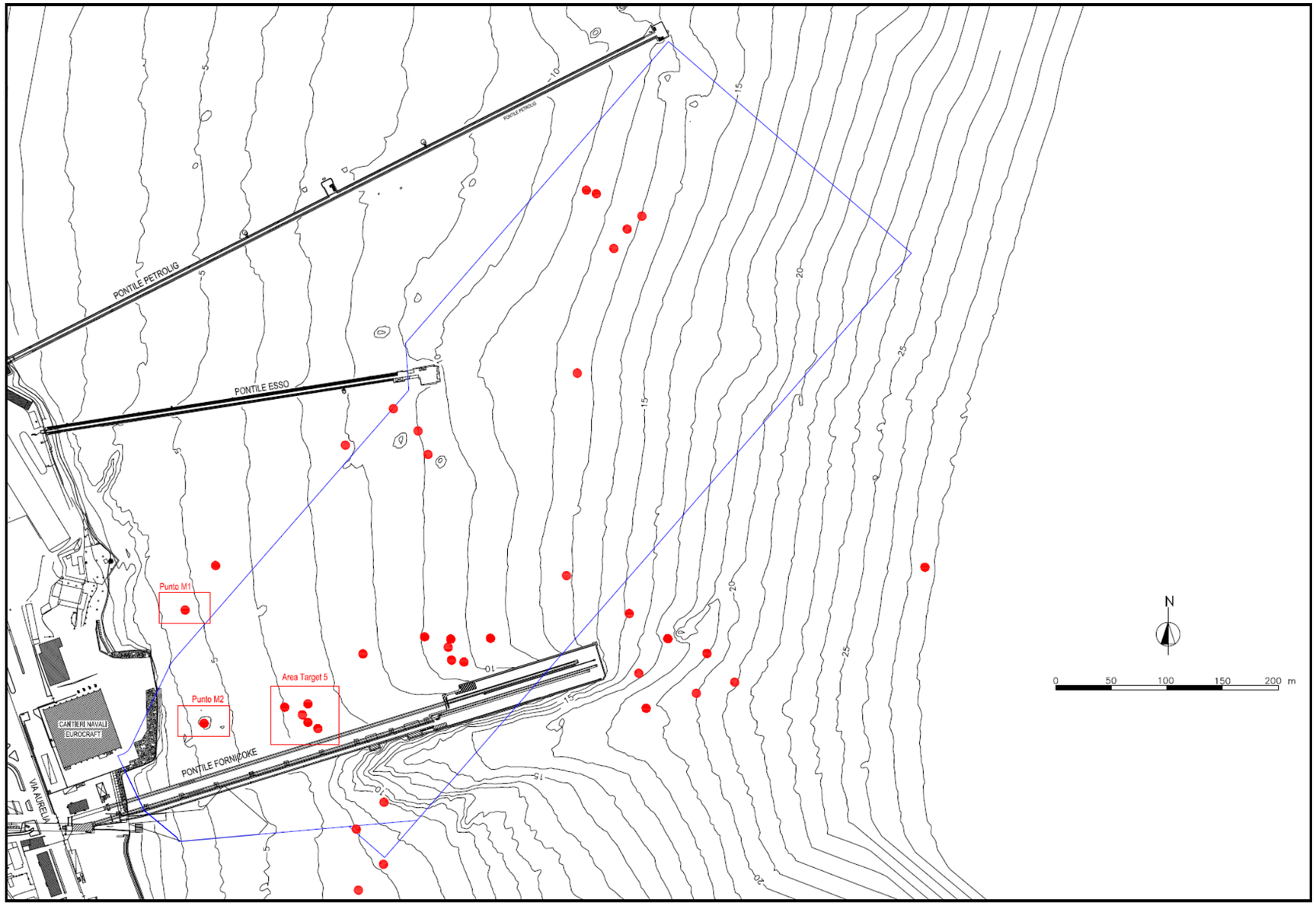


FIGURA 11-90 – UBICAZIONE DELLE AREE IN CUI SONO STATE SVOLTE LE INDAGINI ARCHEOLOGICHE.

11.7. Rumore

Lo scenario assunto come riferimento è quello considerato per la fase di realizzazione nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo, consegnato nel 2009 ed approvato dalla Regione Liguria.

La valutazione della fase di cantiere era stata eseguita seguendo un metodo comparativo tra gli impatti previsti per la fase di cantierizzazione e quelli previsti per la fase di esercizio, alla luce di dettagliate valutazioni effettuate per la fase di esercizio stessa, che si riportano nel Paragrafo 12.7.

La piastra multifunzionale in fase di esercizio e le attività che su di essa si svolgeranno, con particolare riferimento al terminal container, a seguito delle analisi condotte in sede di SIA del Progetto Definitivo, è risultata compatibile dal punto di vista del clima acustico con il contesto in cui sarà inserita anche senza l'adozione di particolari misure di mitigazione.

Per facilitare la comprensione, di seguito si riportano le analisi condotte nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo per definire l'impatto sul clima acustico delle attività collegate alla realizzazione della piastra multifunzionale.

Nella fase di realizzazione, non erano previste lavorazioni particolarmente rumorose o fastidiose, come ad esempio l'infissione, mediante battitura, di pali di grande diametro. Erano invece previste lavorazioni usuali per interventi di ingegneria marittima, seppur con una ripetizione su grande scala. (es.: vengono impiegati gli stessi cassoni utilizzati per la realizzazione della diga foranea).

Le lavorazioni erano previste prevalentemente in posizioni lontane dalle aree abitate, dove si trovano i ricettori residenziali ed i ricettori sensibili.

Si ricorda che, in fase di Progetto Definitivo approvato dalla Regione Liguria, si prevedeva che i cassoni fossero costruiti in gran parte a Genova e, per la restante parte (incluso l'adattamento finale di quelli già costruiti, cioè dei cassoni colonnari), in una zona operativa in galleggiamento appositamente allestita sulla diga foranea di Vado Ligure.

I dragaggi e la messa in opera dei cassoni erano previsti, per lo più, ad oltre 300 m dalla linea costa, dal momento che avrebbero interessato principalmente l'area a giorno della piastra multifunzionale.

Le uniche aree di cantiere prossime alle aree abitate erano ubicate in adiacenza al cantiere navale dell'Eurocraft e poco a levante del Forte di San Lorenzo, con lo scopo di svolgere più che altro funzioni di base operativa e di accesso all'area a terra della piastra.

In assenza di lavorazioni particolarmente rumorose ed in ragione della distanza dai ricettori, residenziali e sensibili, anche nel caso della componente rumore era la quantità di materiale movimentato, e cioè il numero di mezzi necessari per il trasporto, a costituire un utile parametro di confronto in termini di traffico indotto e di rumorosità da esso generata.

È stato calcolato che il numero di viaggi di mezzi d'opera fosse variabile nelle diverse fasi di lavorazione, ma comunque compreso tra i 70 e i 130 viaggi al giorno. Questo valore è molto inferiore il 582 viaggi considerati per le valutazioni in fase di esercizio, che avevano dato esito di conformità ai valori limite di riferimento per la componente rumore.

Tale considerazione aveva portato ad affermare la trascurabilità dell'impatto della fase di cantiere rispetto a quello previsto nella fase di esercizio. E le modeste differenze di percorso tra le due fasi non possono modificare tale conclusione, tenendo anche conto della natura transitoria del cantiere.

Si rimanda alla successiva descrizione dello stato di riferimento per la fase di esercizio per la caratterizzazione del clima acustico esistente, che costituisce la base di riferimento anche per questa fase.

11.8. Economia e sociale

In fase di realizzazione, il traffico stradale è fortemente influenzato dal trasporto del materiale di cava o similare e dal trasporto del calcestruzzo per lavorazioni afferenti ai cassoni e all'impalcato (getto della soletta). Complessivamente è stimabile un traffico medio giornaliero di circa 70 veicoli e di 130 veicoli nei periodi di lavorazione più intensa.

Il traffico medio sulle 24 ore di veicoli pesanti sulla Via Aurelia, misurato dalla stazione di rilevamento, prima dell'entrata in funzione delle nuove sistemazioni viarie collegate al Piano Regolatore Portuale, era di 720 veicoli per giorno, complessivamente nelle due direzioni.

Rammentato come, anche all'epoca, la Via Aurelia non fosse, in giornate feriali, in condizioni di saturazione, la diversione di almeno un terzo di tale traffico, assicurata, a partire dall'inizio della fase di realizzazione, dalle nuove viabilità collegate al Piano Regolatore Portuale, consente di concludere che il sistema viabilistico risulta idoneo a sopportare i transitori incrementi di traffico indotti dalla fase di realizzazione.

Per il traffico marittimo e la sicurezza, invece, dal momento che le lavorazioni previste saranno quasi esclusivamente realizzate da mare potrebbero presentarsi problematiche con:

- navi in ormeggio e scarico al campo boe della SARPOM;
- navi in ormeggio e scarico al pontile della Terminal Rinfuse, prima che venga demolito;
- navi in ormeggio e scarico all'accosto provvisorio realizzato per le compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso italiana);
- navi in ormeggio in carico e scarico al terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries);
- navi di cui in precedenza in fase di manovra (entrata ed uscita dalla rada portuale).

Inoltre, nel caso dell'area di cantiere in galleggiamento localizzata lungo l'attuale diga foranea di Vado Ligure, si potrebbero verificare interferenze con le navi in entrata ed in uscita dal Reefer Terminal, ed in particolare con le navi che ormeggeranno al Molo Principale ed al Molo Sud. Tali interferenze sono di fatto superate considerando che prima dell'avvio delle fasi costruttive saranno richiesti, come previsto a livello normativo, tutti i permessi e le autorizzazioni necessarie alla Capitaneria di Porto ed alla Coorporazione dei Piloti.

Saranno altresì rispettate tutte le prescrizioni normative circa le distanze di sicurezza da mantenere durante l'esecuzione dei lavori dalle imbarcazioni in manovra nella rada e dalla imbarcazioni ormeggiate nella stessa.

La stessa Capitaneria e la Coorporazione dei Piloti forniranno inoltre periodicamente il piano di traffico delle navi in entrata ed in uscita dalla rada portuale.

Sia il piano di traffico che il rispetto delle indicazioni di sicurezza potranno avere delle ripercussioni di tipo operativo; in fase di cantierizzazione e comunque durante lo

svolgimento delle attività sarà possibile calibrare al meglio le lavorazioni possibili in modo da rendere sostanzialmente nulla la possibilità di inoperatività.

11.8.1. Occupazione

Nel bacino di Vado Ligure sono presenti attualmente tre operatori terminalistici autorizzati e titolari di concessione: Reefer Terminal S.p.A, Terminal Rinfuse S.p.A. e Forship S.p.A.

Reefer Terminal gestisce il terminal per prodotti ortofrutticoli sul Molo Nord (560.000 t, primo terminal frutta nel Mediterraneo) ed il terminal container sul Molo Principale (251.000 TEU), oltre all'accosto multifunzionale del molo Sud. Dispone inoltre delle aree del Terrapieno Sud per lo stoccaggio dei container.

Per lo svolgimento delle attività connesse al terminal, Reefer Terminal ha alle proprie dipendenze 180 addetti, cui si aggiungono oltre 18.000 giornate/anno di lavoro acquistato presso fornitori di manodopera per la movimentazione delle merci o di servizi di autotrasporto per le spole dei container, corrispondenti ad un occupazione equivalente pari a circa 83 addetti.

Presso il terminal opera poi stabilmente personale amministrativo della società Fresco (servizi di agenzia marittima) e della società Siter (servizi di autotrasporto), per complessivi 43 addetti.

Terminal Rinfuse gestisce i due accosti del pontile San Raffaele (ex Fornicoke), per l'imbarco e lo sbarco di cereali, carbone e derivati (2.450.000 t). Il pontile è collegato tramite un nastro trasportatore alle aree di stoccaggio a terra, che comprendono un silos per cereali, un magazzino per farine e oltre ai parchi di deposito per le rinfuse nere.

Il personale addetto alle operazioni del terminal ed alla gestione dei parchi di stoccaggio ammonta complessivamente a 58 unità.

Forship gestisce il terminal Ro-Ro per passeggeri e merci delle Calate Nord. Il terminal è la base della Corsica Ferries-Sardinia Ferries, che assicura collegamenti di traghetto passeggeri verso la Corsica (342.000 passeggeri), e da fine 2008, ospita anche servizi Ro-Ro merci per la Sicilia operati dalla società Strade Blu.

Gli addetti dedicati ai due filoni di attività, dipendenti delle società Forship e Strade Blu, sono complessivamente 18.

Inoltre, proprio alle spalle del porto di Vado Ligure, cui è collegato mediante una viabilità dedicata, si trova un centro logistico intermodale le cui attività sono strettamente connesse a quelle portuali: si tratta dell'interporto della struttura della Interporto di Vado I.O. S.c.p.a (VIO), che, come Reefer Terminal, appartenente a GF Group S.p.A..

Tale centro si estende su un'area di 145.000 m^2, che comprende magazzini doganali, climatizzati e refrigerati. Si caratterizza come la più importante piattaforma logistica per lo stoccaggio e la distribuzione di caffè dell'Italia settentrionale (22% delle importazioni italiane) ed offre servizi specializzati per altri prodotti alimentari e deperibili.

Complessivamente, gli addetti impiegati dalle Società che operano all'interno dell'interporto sono circa 30, mentre i vari servizi acquistati presso fornitori terzi generano un'occupazione stimabile in 100 unità.

All'occupazione correlata alle attività direttamente connesse alla merce, e sino a qui illustrata, occorre aggiungere la componente relativa alle attività complementari, quali sicurezza e controllo (Capitaneria di Porto, Guardia di Finanza, Polizia, Vigili del Fuoco ecc.), servizi portuali (rimorchio, pilotaggio, ormeggio), agenzie maritti-

me e case di spedizione, servizi amministrativi (Agenzia delle Dogane, Autorità Portuale), security, manovra ferroviaria.

Si può stimare che il porto di Vado generi, relativamente a questo complesso di attività, un'occupazione pari a circa 400 unità.

Infine, occorre considerare le attività indotte dirette e indirette, relative alla fornitura di altri beni e servizi, quali trasporto, manutenzione di mezzi, impianti e opere, lavori di costruzione, ecc.. Si tratta dunque di imprese che non svolgono esclusivamente attività in ambito portuale. Si può ipotizzare che l'occupazione indotta relativa al bacino di Vado Ligure sia pari a circa 3.000 addetti (impiegati in maniera non esclusiva in attività indotte dal porto).

12. STATO DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI ESERCIZIO

Come più volte sottolineato, il presente Studio ha come oggetto le varianti di livello esecutivo del Progetto Definitivo approvato, in ottemperanza a quanto stabilito dal Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 4604 del 20 Novembre 2013 (cfr. Capitoli 1 e 6).

Per l'analisi degli impatti relativi alla fase di esercizio, dunque, è stato considerato come riferimento lo stato e la qualità dell'ambiente stimato nello SIA approvato per la fase di esercizio della piastra multifunzionale nella configurazione di Progetto Definitivo.

Tale scelta, oltre ad essere congruente con quanto stabilito negli incontri avuti con i funzionari della Settore VIA ed Ecosistema Marino Costiero della Regione (27 Gennaio 2014 e 17 Aprile 2014) è strettamente necessaria per la valutazione corretta degli effetti indotti dalle sole opere di variante.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le analisi delle componenti ambientali riferite allo stato di esercizio così come descritte nello stato di esercizio dello SIA del Progetto Definitivo, il quale, si ricorda, includeva oltre alla piastra multifunzionale anche la diga foranea come da Piano Regolatore Portuale, il sovrappasso della Via Aurelia, le opere di riqualificazione del fronte mare di Vado Ligure (comparto D), il parco ferroviario a servizio della piastra e la nuova viabilità di accesso all'area portuale.

Come anticipato in Introduzione (Capitolo 1), per poter rispondere alle richieste di cui al succitato Decreto 4604/13, è stato necessario introdurre anche per lo scenario di riferimento un aggiornamento dello studio sul moto ondoso, sul trasporto solido litoraneo e sulla tendenza evolutiva del litorale ed un nuovo studio sulla qualità delle acque marine costiere, limitatamente agli aspetti relativi alla balneazione.

Nella redazione si sono anche tenuti in considerazione i risultati delle attività di indagine propedeutiche previste nel SIA del Progetto Definitivo e condotte entro la data di redazione del presente Studio.

I dati di base utilizzati nell'ambito del precedente SIA, invece, non sono stati modificati e/o aggiornati in quanto costituiscono un riferimento progettuale ed in quanto eventuali aggiornamenti (5 anni) non modificherebbero in modo significativo le serie statistiche già adoperate.

12.1. Atmosfera

12.1.1. Condizioni anemometriche

Le condizioni anemometriche assunte come riferimento per le analisi nella fase di esercizio sono identiche a quelle considerate per la fase di realizzazione e già riportate nel Paragrafo 11.1.1.

12.1.2. Qualità dell'aria

Lo scenario assunto come riferimento per la fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo è quello considerato come scenario per la fase di esercizio della piastra multifunzionale in sede di SIA del Progetto Definitivo, consegnato nel 2009 ed approvato dalla Regione Liguria.

Per la valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria nel SIA del Progetto Definitivo approvato, era stata applicata una metodologia concordata con la Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Tutela dall'Inquinamento) in un incontro avuto in data 18 Marzo 2008.

La metodologia adottata era articolata in quattro fasi fondamentali:

- definizione dello stato di qualità dell'aria;
- definizione del quadro meteo climatico;
- caratterizzazione delle fonti emissive;
- previsione degli effetti indotti sulla qualità dell'aria e valutazione complessiva di conformità ai limiti definiti dalla normativa vigente (D.Lgs 155/2010).

Per facilitare la comprensione, di seguito si riportano le analisi condotte nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo per definire l'impatto sulla qualità dell'aria delle attività collegate all'esercizio a pieno regime della piastra multifunzionale.

In quella sede erano stati esclusi effetti sul regime anemometrico, in quanto la presenza della piastra multifunzionale non determina alcuna alterazione nel campo di vento.

L'analisi della qualità dell'aria era stata effettuata distinguendo tra le attività in senso stretto (impatti diretti) ed il traffico da esse generato (impatto del traffico di cantiere).

Nella valutazione erano state considerate anche le opere complementari funzionalmente associate alla piastra multifunzionale, costituite da:

- sovrappasso della Via Aurelia e collegamento con il retrostante parco ferroviario;
- viabilità di uscita dal perimetro portuale;
- raccordo ferroviario di uscita dall'area portuale.

Il limite dell'analisi adottato era il perimetro portuale , tenendo conto che i raccordi di uscita (viabilità e ferrovia) si riconnettono ad opere già esistenti e, in particolare per la viabilità, entrano in una viabilità quasi interamente in galleria (galleria San Nicolò) che si collega direttamente alla rete autostradale.

Anche se per quel che riguarda le sorgenti associate alla piastra multifunzionale l'analisi era stata limitata entro il perimetro portuale, gli effetti erano stati verificati in tutta l'area circostante che ne poteva essere influenzata.

Le analisi modellistiche erano state condotte mediante modello matematico gaussiano in grado di calcolare l'impatto di emissioni inquinanti e di produrre mappe di concentrazione al suolo.

Il dominio di indagine, un quadrato di 10 km per lato, su cui erano stati analizzati gli effetti delle emissioni era adeguato in termini di dimensioni, tenendo conto della bassa quota delle sorgenti emissive e dell'orografia della zona. Il dominio considerato, che includeva anche un'ampia porzione di mare, è osservabile nelle varie figure relative ai risultati delle analisi condotte presentati di seguito.

Definizione dello stato di qualità dell'aria

Nel SIA del Progetto Definitivo approvato, per la caratterizzazione dello stato di riferimento per la qualità dell'aria si era fatto riferimento principalmente ai dati misurati nel periodo 2007.

Per la definizione dello stato della qualità dell'aria, in base a quanto definito con la Regione Liguria (Settore Valutazione di Impatto Ambientale e Settore Tutela dall'Inquinamento) in un incontro avuto in data 18 Marzo 2008, erano stati utilizzati i dati rilevati nella centralina della ARPAL-S640009 presente a Vado Ligure, lungo la Via Aurelia in corrispondenza dell'incrocio con Via Galileo Ferraris.

Si tratta di una postazione ubicata lievemente a levante della foce del Torrente Segno, e dunque in prossimità dell'area di radicamento a terra della piastra multifunzionale.

La centralina di misura dei parametri di qualità dell'aria a Vado Ligure è classificata come "urbana" di tipo "traffico" e gli inquinanti rilevati sono: Biossido di Zolfo (SO_2), Biossido di Azoto (NO_2), Benzene (C_6H_6) e le polveri sottili (PM10 e PM2.5).

Questo insieme di parametri copre tutti gli inquinanti tipici per l'area, la cui qualità dell'aria è influenzata principalmente dal traffico veicolare (flusso giornaliero sulla Via Aurelia superiore a 20.000 veicoli) e dalle emissioni industriali.

In Tabella 12-1 si riporta la statistica dei valori dei suddetti inquinanti rilevati nel 2007 ed un confronto con i valori limite (per la protezione della salute umana e degli ecosistemi) riportati nella normativa vigente, cioè nel Decreto Legislativo n° 155 del 13 Agosto 2010.

TABELLA 12-1 –STATISTICA DEI VALORI RILEVATI A VADO LIGURE NEL 2007 E CONFRONTO CON I VALORI LIMITE RIPORTATI NELLA NORMATIVA (D.LGS 155/2010).

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione	Numero di superamenti	Valore della media	Valore max anno 2007
Monossido di Carbonio (CO)	Valore limite protezione salute umana, **10** mg/m^3	Max media giornaliera calcolata su 8 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	1	0,93 mg/m^3	18,22 mg/m^3
Biossido di Azoto (NO_2)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, **200** µg/m^3	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	156,38 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	32,11 µg /m^3	-
	Soglia di allarme, **400** µg/m^3	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII	-	-	130,30 µg/m^3
Biossido di Zolfo (SO_2)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, **350** µg/m^3	1 ora	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	117,87 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, **125** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	24,95 µg/m^3
	Soglia di allarme, **500** µg/m^3	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)	D.L. 155/2010 Allegato XII	-	6,21 µg/m^3	63,28 µg/m^3
	Valore limite protezione ecosistemi, **20** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	6,21 µg/m^3	-
	Valore limite protezione ecosistemi, **20** µg/m^3	invernale (gennaio-marzo)	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	5,63 µg/m^3	-
Particolato Fine (PM_{10})	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, **50** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	11	-	113,89 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	24,43 µg/m^3	-
Benzene (C_6H_6)	Valore limite protezione salute umana, 5 µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	3,24 µg/m^3	-

Definizione del quadro meteo climatico di riferimento

Il quadro meteoclimatico alla base delle analisi condotte nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo per definire l'impatto sulla qualità dell'aria delle attività collegate all'esercizio a pieno regime della piastra multifunzionale viene riportato in seguito.

Per il regime anemometrico si è fatto riferimento a quanto riportato al Paragrafo 11.1.1; per la temperatura e la radiazione, ricavata dai dati di nuvolosità, si è fatto invece riferimento ai dati SYNOP ("surface synoptic observations") misurati nelle stazioni ubicate presso l'aeroporto di Genova (Sestri Ponente) e l'aeroporto di Albenga (Villanova).

I dati SYNOP adottati per elaborare l'anno teorico di riferimento per i parametri meteo climatici di interesse si riferiscono al 2006 ed al 2007.

L'andamento mensile delle temperature media, massima e minima è riportato in Figura 12-1.

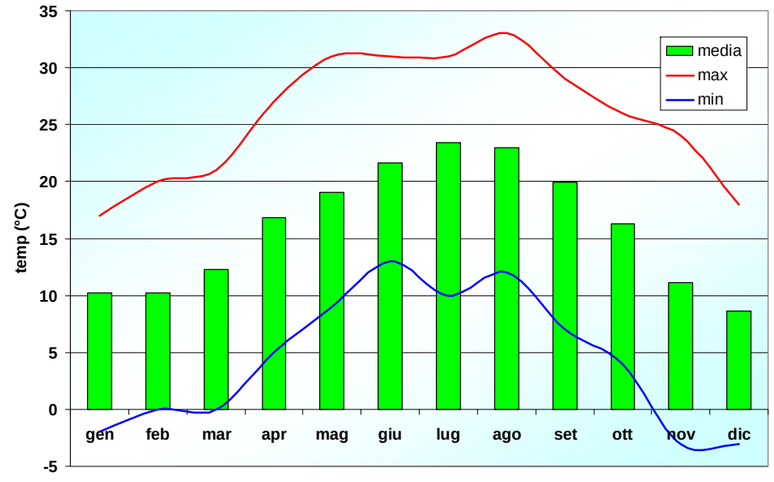


FIGURA 12-1 – ANDAMENTO MENSILE DELLA TEMPERATURA MEDIA, MASSIMA E MINIMA.

Si può osservare come la temperatura media calcolata su tutto l'anno presenti una escursione abbastanza contenuta, passando da circa 9°C nel mese di Dicembre a 23°C nel mese di Luglio.

L'escursione termica assoluta è stimabile in circa 35°C (dal valore minimo di -3°C, misurato negli ultimi mesi dell'anno, al valore massimo di 33°C misurato a Luglio), valore non elevato per aree con clima di carattere continentale.

Per la nuvolosità, i dati sono espressi in ottavi:

- 8 ottavi: cielo totalmente coperto senza alcuna zona di sereno (coperto);
- 5, 6 o 7 ottavi: cielo quasi totalmente coperto da nubi, con limitati spazi di sereno (molto nuvoloso);
- 3 o 4 ottavi: cielo coperto da nuvolosità per circa metà superficie (nuvoloso);
- 1 o 2 ottavi: cielo quasi interamente sgombro di nubi (poco nuvoloso);
- 0 ottavi: cielo totalmente o quasi sgombro da nubi (sereno).

In base al grado di nuvolosità è possibile stimare la radiazione solare al suolo (radiazione teorica), necessaria per determinare la stabilità atmosferica.

In Figura 12-2 si riporta l'andamento giornaliero della radiazione totale. Il massimo raggiunge mediamente nel mese di Giugno un livello pari a 891 W/m^2 (alle ore 12), mentre il minimo, alla stessa ora nel mese di Dicembre, è pari a 85 W/m^2.

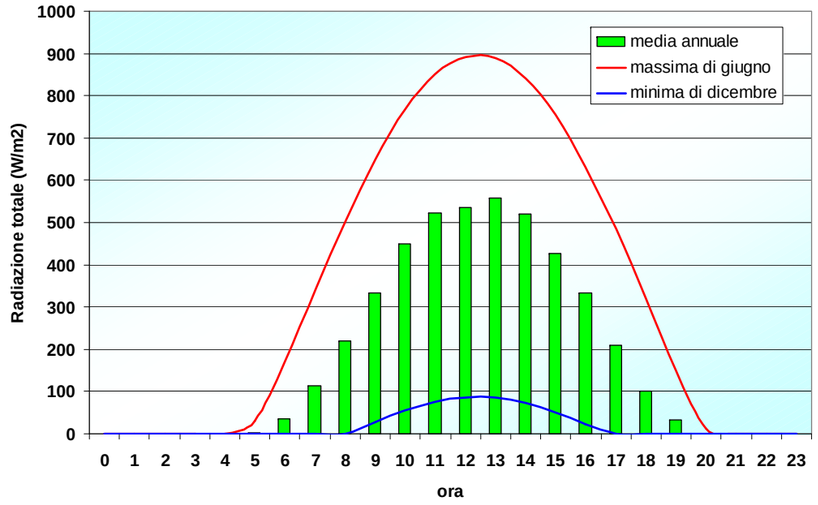


FIGURA 12-2 – ANDAMENTO GIORNALIERO DELLA RADIAZIONE TOTALE: MEDIA ANNUALE, MASSIMA (MESE DI GIUGNO) E MINIMA (MESE DI DICEMBRE)

In base alla velocità del vento ed alla radiazione totale incidente, nel corso delle ore diurne, o alla copertura nuvolosa, nel corso della ore notturne, è stata calcolata la stabilità atmosferica, parametro necessario per il calcolo della turbolenza e, dunque, per la valutazione dei processi di dispersione degli inquinanti.

La stabilità è stata parametrizzata mediante le classi di Pasquill. Un'atmosfera con caratteristiche prevalentemente convettive è detta instabile, e viene rappresentata con le classi di stabilità A e B.

Al diminuire della turbolenza si passa alle classi C e D ed E, che, nell'ordine, esprimono, un'atmosfera debolmente instabile (classe C), neutra (classe D) e moderatamente stabile (classe E).

Nei casi in cui ci si trovi in presenza di un'atmosfera particolarmente stabile, si utilizza la classe F, che può essere caratterizzata addirittura da forti gradienti verticali

di inversione termica, con turbolenza praticamente assente e forte attitudine al ristagno dell'aria.

Nel caso di condizioni instabili, gli inquinanti sono facilmente dispersi in atmosfera, per effetto della turbolenza convettiva e/o meccanica. In condizioni stabili, invece, gli inquinanti tendono a rimanere confinati in uno stretto strato, all'altezza della sorgente che li emette, a causa della scarsa capacità di diluizione.

La distribuzione delle classi di stabilità nei differenti periodi dell'anno, riportata in Tabella 12-2, mostra un valore massimo per la classe D (45%) ed un valore minimo per la classe E (5%).

L'andamento giornaliero medio della stabilità atmosferica è riportato in Figura 12-3.

TABELLA 12-2 – DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI STABILITÀ NEI DIFFERENTI PERIODI DELL'ANNO.

Stagione	Classi di stabilita'					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
Autunno	3%	5%	7%	66%	2%	16%
Estate	12%	14%	17%	35%	5%	18%
Inverno	7%	9%	5%	43%	9%	26%
Primavera	16%	13%	14%	37%	5%	15%
Anno	9%	10%	11%	45%	5%	19%

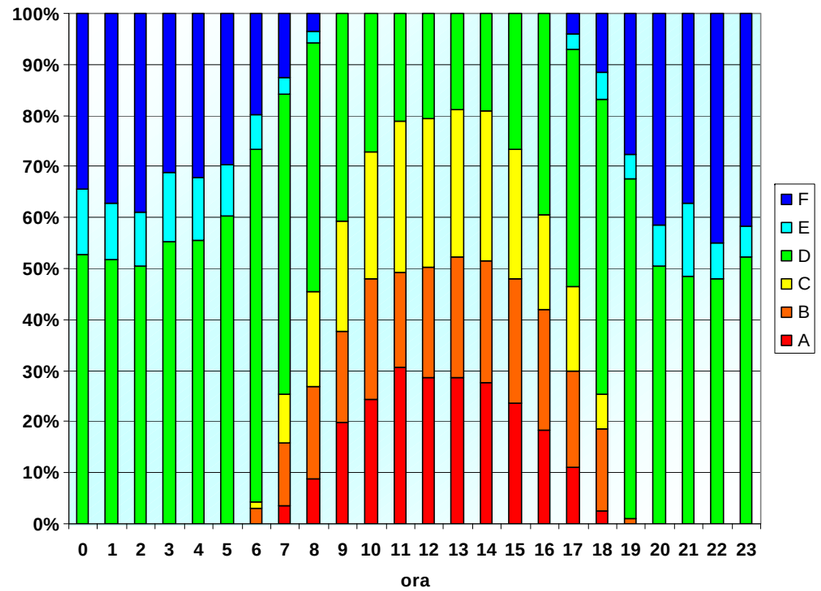


FIGURA 12-3 – ANDAMENTO GIORNALIERO DELLA STABILITÀ ATMOSFERICA.

Caratterizzazione delle fonti emissive

I dati emissivi utilizzati per le sorgenti specifiche dell'attività terminalistica (navi e "tractors") erano stati forniti direttamente da Maersk A/S nell'ambito delle attività di progettazione, mentre per le sorgenti ordinarie (camion e locomotori alimentati a gasolio) erano stati tratti da valori tipici di letteratura.

I dati emissivi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente.

TABELLA 12-3 –EMISSIONI ORARIE DELLE SORGENTI CONSIDERATE.

Sorgente	**Alimentazione**	**Inquinante**		
		NO_X	**SO_2**	**PM_{10}**
		(t/h)	(t/h)	(t/h)
Navi porta container	Gasolio	0,039513	0,023615	0,001713
"Tractors"	Gasolio	0,000361	0,00003	0,000014
Locomotori	Gasolio	0,00567	0,00024	0,000189
Camion	Gasolio	0,000361	0,00003	0,000014

Rispetto a quanto già riportato in precedenza, i seguenti ulteriori elementi erano stati adottati per la modellazione delle sorgenti:

- Le navi porta container, ormeggiate in numero massimo di due contemporaneamente, sono state considerate come due sorgenti puntuali distinte poiché la distanza ipotetica dei rispettivi camini è significativa e tale da poter dar luogo a pennacchi indipendenti. La durata di ciascuno stazionamento è stata derivata dalle indicazioni di Maersk A/S circa l'operatività del terminal: si è fatto riferimento ad un tempo medio di accosto pari a otto ore corrispondente a 5.824 ore di emissioni per anno. In via ulteriormente cautelativa si è assunto che, stabilmente, due navi siano presenti contemporaneamente per la metà del tempo di stazionamento di ciascuna nave;
- i "tractors" per il trasporto dei container, operanti sul terminal container ed in connessione con il retrostante parco ferroviario mediante il sovrappasso della Via Aurelia, sono stati assunti operare per 149.500 ore annue di funzionamento. Sono stati trattati come fonte emissiva lineare (percorso lungo il quale si muovono);
- i locomotori per le manovre di entrata ed uscita dei convogli ferroviari, operanti in modo continuo nel corso della settimana sono stati considerati come sorgente lineare. Le emissioni sono state calcolate tenendo conto della potenza media dei locomotori di manovra ed i fattori di emissione proposti dall'European Environment Agency ("Emission Inventory Guidebook", 2007). Per ogni convoglio è stata assunta un'ora di funzionamento del locomotore sia in arrivo che in partenza, pervenendo ad un totale di 15.200 ore annue;
- i camion in entrata ed uscita dal terminal container, attraverso il sovrappasso della Via Aurelia, sono stati assunti operare esclusivamente nel periodo diurno (dalle ore 6:00 alle ore 24:00). È stata ipotizzata una sorgente lineare lungo la quale transitino 582 camion/giorno in entrata e 582 camion/giorno in uscita; complessivamente le ore annue di funzionamento considerate sono pari a 91.000, in conformità a quanto indicato da Maersk A/S.

A partire dalle ore complessive di funzionamento delle varie sorgenti considerate erano state ricostruite delle modulazioni temporali. Per quanto riguarda i veicoli di terra ("tractors", locomotori, camion), si è assunto che essi fossero in attività in modo costante durante tutti i mesi dell'anno e per tutti i giorni della settimana.

Nel terminal container gli altri mezzi in esercizio (gru di banchina, gru di piazzale, container refrigerati e gru del parco ferroviario), non comportano emissioni in atmosfera in quanto alimentati elettricamente.

Le emissioni totali annue risultanti dalle sorgenti considerate sono riportate nella Tabella seguente.

TABELLA 12-4 – EMISSIONI TOTALI ANNUE DELLE SORGENTI CONSIDERATE.

Sorgente	**Inquinante**		
	NO_X	**SO_2**	**PM10**
	(t/anno)	(t/anno)	(t/anno)
Navi Portacontainer	230,12	137,53	9,98
Trattori	53,97	4,48	2,09
Camion	32,85	2,73	1,27
Treni	86,18	3,65	2,87
Totale	403,12	148,39	16,21

Modello di calcolo e scelte modellistiche

Per realizzare il modello matematico era stato utilizzato il pacchetto software ARIA Impact™. Tale software, sviluppato da Aria Technologies, è composto da un modello gaussiano coerente con le raccomandazioni della "Environmental Protection Agency" americana (US EPA).

Le equazioni di base del modello gaussiano, che consente di calcolare agevolmente l'impatto di emissioni inquinanti e di produrre mappe di concentrazione al suolo per gli inquinanti considerati, sono quelle classiche che descrivono la dispersione rettilinea di un pennacchio in condizioni stazionarie.

Tali equazioni, con alcune modifiche, vengono usate per trattare diverse tipologie di sorgenti, classificabili in tre categorie principali: sorgenti di tipo puntiforme, sorgenti di tipo areale e sorgenti di tipo lineare. Sono stati applicati anche i coefficienti di dispersione di Briggs, adatti a rappresentare la turbolenza in aree edificate industriali, cioè in aree analoghe all'area di Vado Ligure, e tenendo conto della presenza di venti di debole intensità, come quelli che si possono registrare in sito.

All'interno del dominio di indagine individuato (quadrato di 10 Km^2, come precedentemente riportato), era stata adottata una risoluzione di calcolo molto spinta, corrispondente ad un passo di 100 m sia in direzione longitudinale che latitudinale, in grado di rappresentare le concentrazioni in corrispondenza delle sorgenti o nelle loro immediate vicinanze.

Tale scelta era giustificata dal proposito di indagare approfonditamente l'impatto delle sorgenti puntuali, ovvero le navi porta container, in fase di stazionamento presso la piastra multifunzionale.

Ottenuto un quadro generale dall'elaborazione delle mappe di isoconcentrazione con griglia di calcolo di 100 m, era stato possibile valutare il contributo delle diverse sorgenti e raffrontare i risultati con i dati di qualità dell'aria disponibili presso la stazione di rilevamento della Provincia di Savona ubicata a Vado Ligure (Via Aurelia, all'incrocio con Via Galileo Ferraris), situata all'interno del dominio di calcolo.

Infine, dal momento che il modello adottato considera gli ossidi di Azoto (NO_x) e che i valori limite di legge (D.Lgs 155/2010) riguardano principalmente il Biossido di Azoto (NO_2), era stata adottata una relazione semi-empirica per ricavare l'andamento della frazione di Biossidi di Azoto in funzione dei livelli di ossidi di Azoto[16] e poter dunque verificare il rispetto dei limiti di legge.

Risultati e valutazioni

I risultati delle analisi effettuate per la situazione di riferimento, cioè, fase di esercizio del Progetto Definitivo approvato, sono sintetizzati da Figura 12-4 a Figura 12-10 in termini di:

- media annuale di Biossido di Zolfo (SO_2);
- 99,2° percentile giornaliero di Biossido di Zolfo (SO_2);
- 99,7° percentile orario di Biossido di Zolfo (SO_2);
- media annuale di Biossido di Azoto (NO_2);
- 99,8° percentile orario di Biossido di Azoto (NO_2);
- media annuale di poveri sottili (PM10);
- 98° percentile orario di poveri sottili (PM10).

I percentili riportati sono rappresentativi per la verifica del rispetto dei limiti normativi, in quanto corrispondono alla percentuale di valori annui che deve rispettare il limite quantitativo indicato nella norma.

16 Derwent R.G. , Middleton D.R. , "An empirical function for the ratio NO_2:NO_x". Clean Air, vol. 26, No. 3/4, p 57 (1996).
Dixon J, Middleton D R and Derwent R G., "Using measurements of nitrogen oxides to estimate the emission controls required to meet the UK nitrogen dioxide standard". Presented at Second International Conference on Urban Air Quality, Madrid Spain, March 1999. Published in Environmental Monitoring and Assessment Vol. 65, pp. 3-11.

Inoltre, in Tabella 12-5 sono riportati i valori massimi di concentrazione al suolo calcolati sulla griglia del modello (massimi di griglia) e, per confronto, i valori limite della normativa di riferimento ed i valori calcolati in corrispondenza della stazione di rilevamento della Provincia di Savona ubicata a Vado Ligure.

Dai risultati della simulazione emerge che, nella situazione di esercizio del Progetto Definitivo, l'inquinante con criticità maggiore era il Biossido di Azoto (NO_2). Il limite previsto dalla normativa per la protezione degli ecosistemi (media annua pari a 30 $\mu g/m^3$) risultava superato solamente in una zona estremamente circoscritta immediatamente alle spalle dell'area portuale, posta a significativa distanza dalle zone potenzialmente caratterizzare dalla presenza di habitat di pregio naturalistico (in tali aree, esterne alle zone urbanizzare e produttive, le ricadute medie annue risultano comunque trascurabili).

Tuttavia le massime ricadute al suolo (massimo di griglia) risultavano inferiori ai limiti normativi sia per la media annua che per il percentile 99.8°, e le concentrazioni calcolate nella stazione di rilevamento di Vado Ligure erano inferiori al massimo di griglia di circa il 50%.

Le massime ricadute al suolo di Biossido di Zolfo (SO_2) erano di un ordine di grandezza inferiori al limite di legge, ed i valori di ricaduta calcolati in corrispondenza della stazione di rilevamento erano estremamente contenuti.

Le ricadute al suolo di PM10, infine, erano largamente al di sotto dei limiti normativi, in termini sia di valori medi che di percentili.

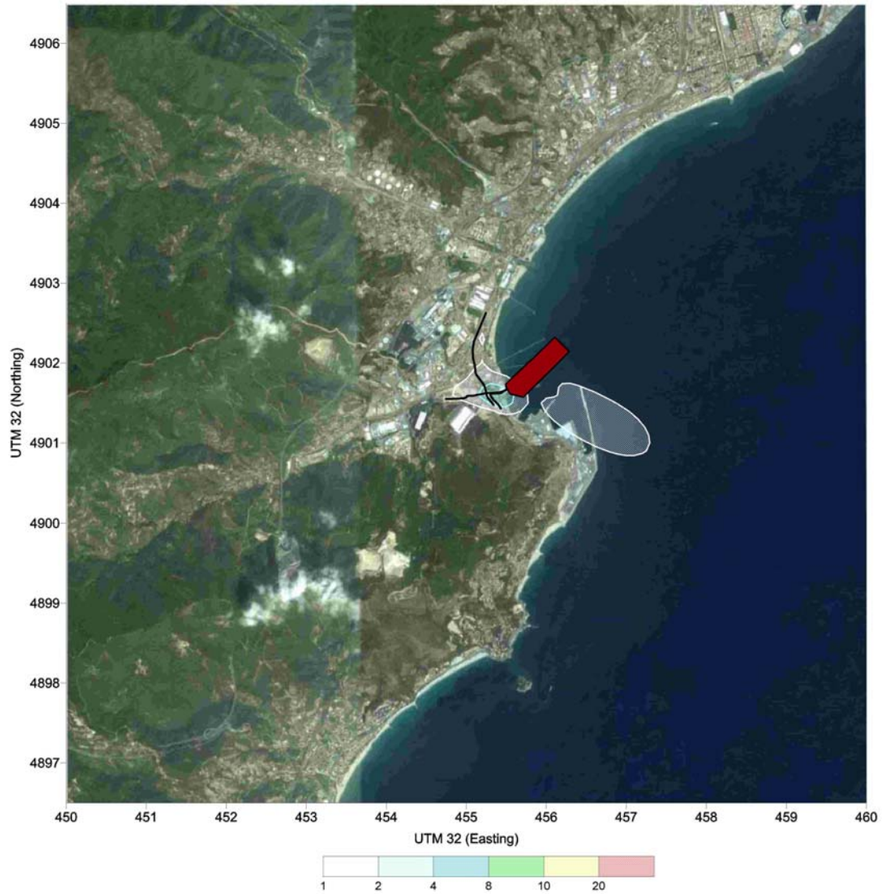


FIGURA 12-4 – MEDIA ANNUALE DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2) ($\mu G/M^3$).

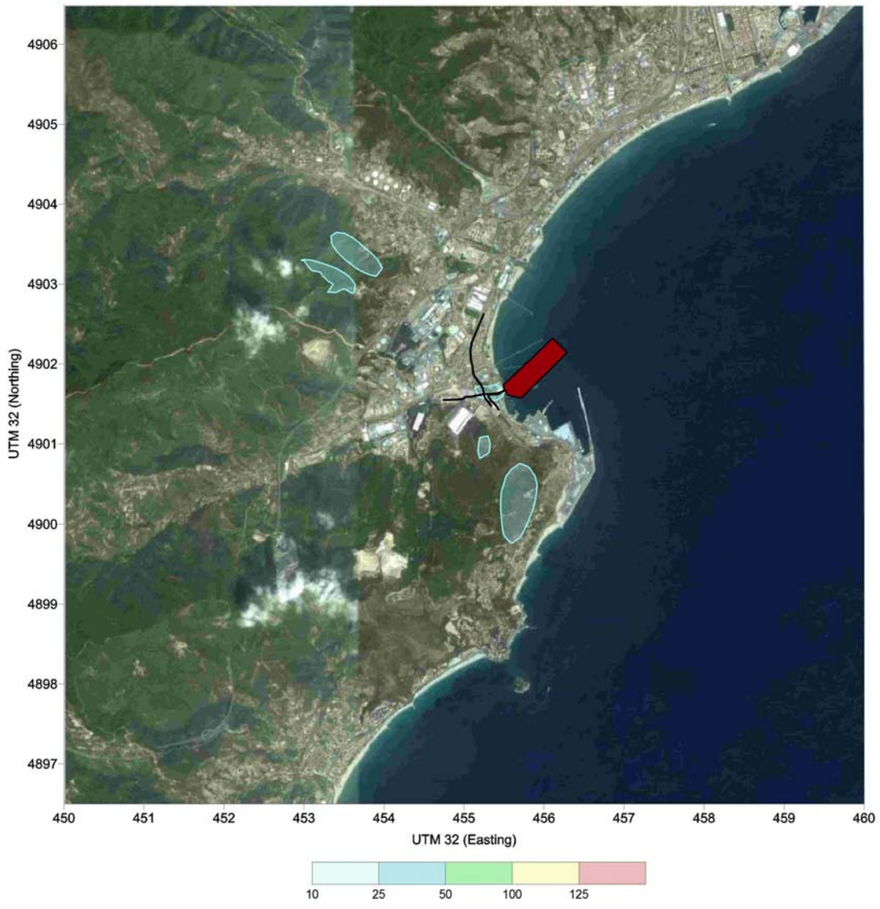


FIGURA 12-5 – 99,2° PERCENTILE GIORNALIERO DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2) ($\mu G/M^3$).

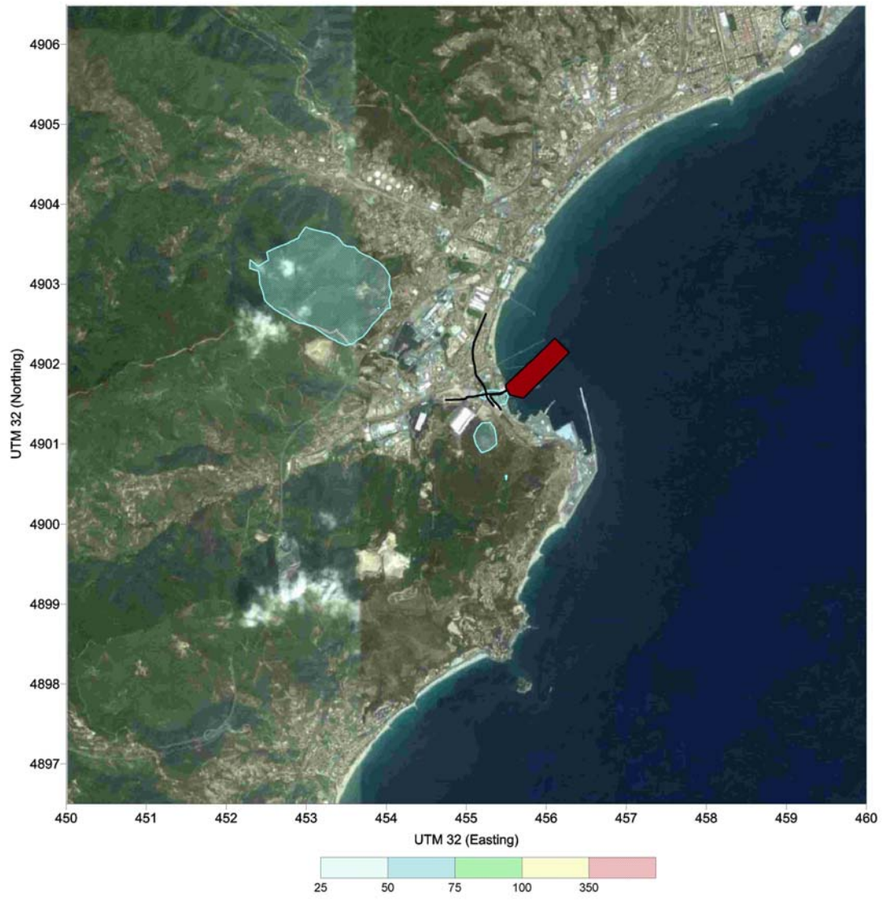


FIGURA 12-6 – 99,7° PERCENTILE ORARIO DI BIOSSIDO DI ZOLFO (SO_2) ($\mu G/M^3$).

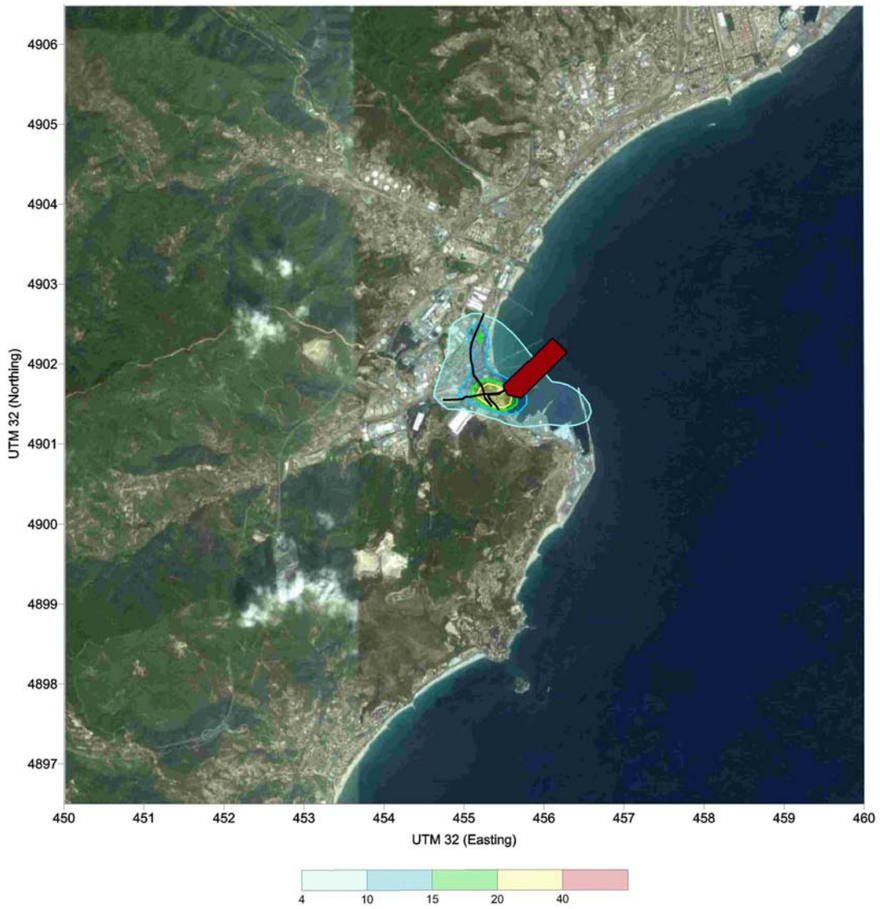


FIGURA 12-7 – MEDIA ANNUALE DI BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) (µG/M^3).

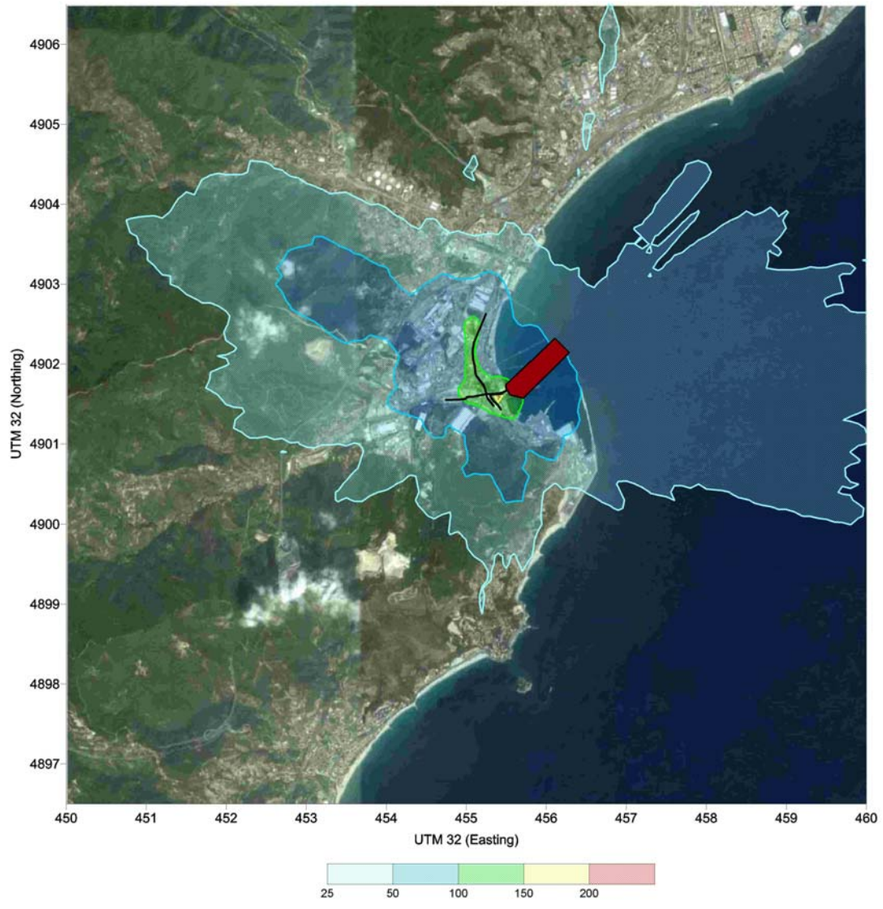


FIGURA 12-8 – 99,8° PERCENTILE ORARIO DI BIOSSIDO DI AZOTO (NO_2) (µG/M^3).

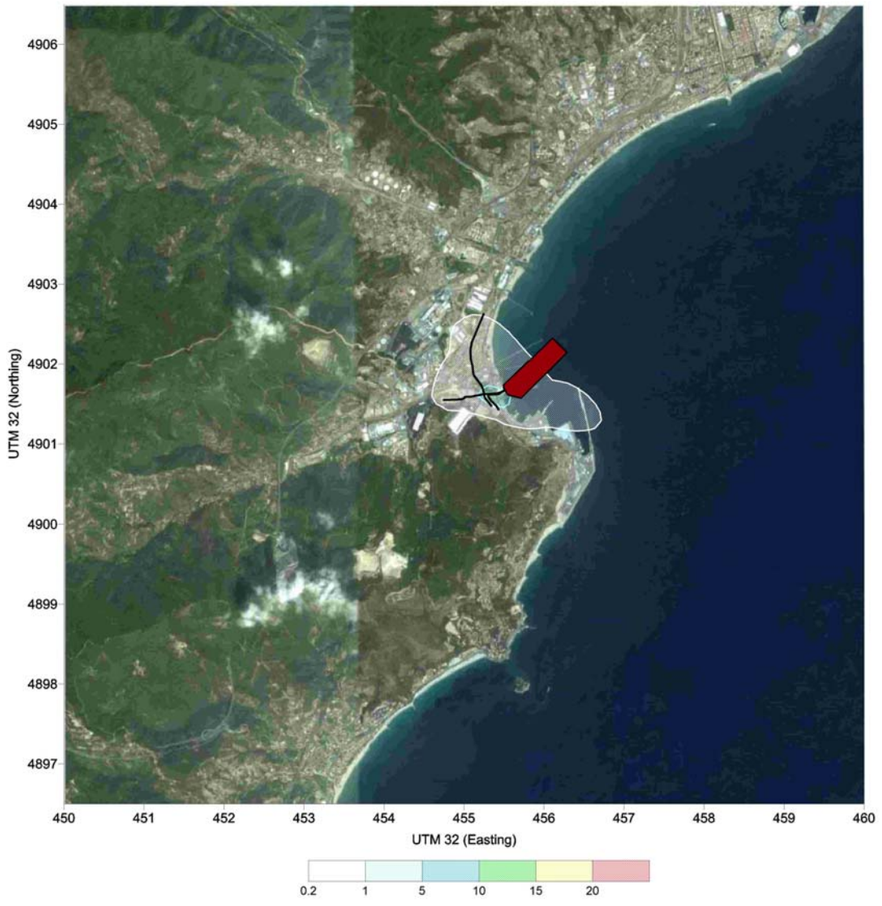


FIGURA 12-9 – MEDIA ANNUALE DI POLVERI SOTTILI (PM_{10}) ($\mu G/M^3$).

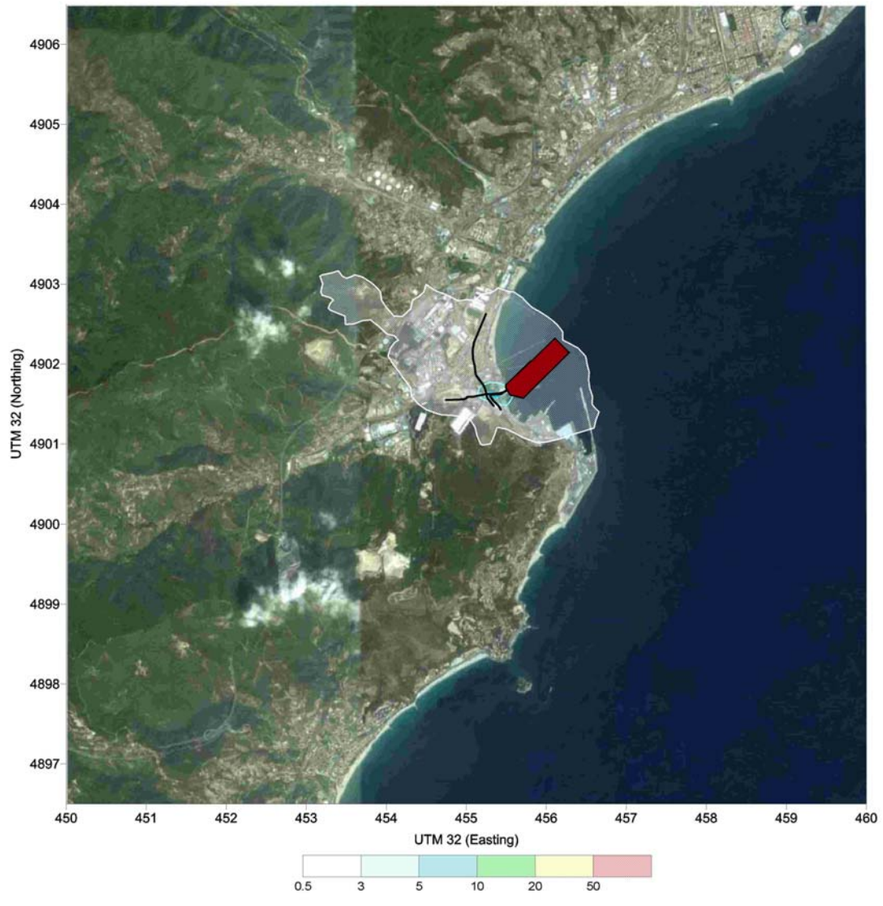


FIGURA 12-10 – 98° PERCENTILE ORARIO DI POLVERI SOTTILI (PM_{10}) ($\mu G/M^3$).

TABELLA 12-5 – VALORI MASSIMI DELLE CONCENTRAZIONI.

Inquinante	**Tipo di limite**	**Concentrazione al suolo**	
		Massimo di griglia	**Limite normativo (DLgs 155/10)**
		($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)
SO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte l'anno – Percentile 99.2° (calcolato sulla media giornaliera)	21,44	125
	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte – Percentile 99.7° (calcolato sulla media oraria)	43,01	350
	valore limite per la protezione degli ecosistemi (anno civile e inverno)	3,73	20
NO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte l'anno – Percentile 99.8° (calcolato sulla media oraria)	155,68	200
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	35,88	40
PM10	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte l'anno – Percentile 98° (calcolato sulla media giornaliera)	5,43	50
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	1,76	40

Nella Tabella 12-6 sono riportati i valori delle concentrazioni calcolate per lo scenario di riferimento nel punto di ubicazione della stazione di Vado Ligure, per effetto delle attività della piastra multifunzionale, e le corrispondenti medie e percentili rilevate nella stessa stazione nell'anno 2007 utilizzati come valore di fondo; viene inoltre riportata la somma di tali valori, per il confronto[17] con i limiti normativi (DLgs 155/2010).

Si può osservare che per il Biossido di Zolfo (SO_2) la somma dei due valori rimaneva entro i limiti normativi.

Per le polveri sottili (PM10) la somma eccedeva i limiti normativi per quanto riguarda la media giornaliera, per effetto delle eccedenze già rilevate per il valore di fondo; le attività sulla piastra multifunzionale contribuivano, infatti, in modo trascurabile.

Per il Biossido di Azoto (NO_2) la somma eccedeva marginalmente i limiti normativi; tale eccedenza appariva una conseguenza sia delle assunzioni adottate nel modello in sede di conversione degli ossidi di Azoto in Biossido che dei valori già elevati assunti per il valore di fondo.

Tutte le analisi effettuate per la situazione di esercizio in sede di SIA del Progetto Definitivo hanno portato, quindi, a definire che le attività operative previste sulla piastra multifunzionale, con particolare riferimento a quelle relative al terminal container, avranno effetti modesti o trascurabili sulla qualità dell'aria, per gli inquinanti diversi dal Biossido di Azoto (NO_2), per il quale invece erano stati individuati effetti un po' più apprezzabili.

In tutti i casi, comunque, gli effetti non sono stati giudicati tali da pregiudicare la conformità ai limiti normativi (DLgs 155/2010).

17 Il confronto dei limiti normativi con i percentili introduce una ulteriore ipotesi cautelativa, in quanto ipotizza la più sfavorevole combinazione temporale tra i valori simulati e quelli misurati.

TABELLA 12-6 – CONCENTRAZIONI AL SUOLO ALLA STAZIONE DI VADO LIGURE: VALORI CALCOLATI, MISURATI NEL 2007 E CONFRONTO DELLA SOMMA DEI DUE VALORI CON I VALORI LIMITE DI LEGGE.

Inquinante	Tipo di limite	Concentrazioni al suolo			
		Contributo della piastra (modello) (A)	Valore misurato (2007) (B)	Totale (A+B)	Limite normativo (Dlgs 155/2010)
		($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)	($\mu g/m^3$)
SO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte l'anno – Percentile 99.2° (calcolato sulla media giornaliera)	3,84	22,88	26,72	125
	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte l'anno – Percentile 99.7° (calcolato sulla media oraria)	9,35	26,99	36,34	350
	valore limite per la protezione degli ecosistemi (anno civile e inverno)	1,07	6,21	7,28	20
NO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte l'anno – Percentile 99.8° (calcolato sulla media oraria)	86,25	125,46	211,71	200
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	16,08	32,11	48,19	40
PM10	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte l'anno – Percentile 98° (calcolato sulla media giornaliera)	1,77	61,82	63,59	50
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	0,62	24,43	25,05	40

12.2. Ambiente idrico (acque marino costiere)

Ove non diversamente specificato, le condizioni al contorno assunte come riferimento per le analisi nella fase di esercizio sono identiche a quelle considerate per la fase di realizzazione e già riportate nei rispettivi paragrafi del Capitolo 11.

12.2.1. Moto ondoso

12.2.1.1 Propagazione sottocosta di mareggiate caratteristiche

I risultati ottenuti dalla propagazione del moto ondoso sottocosta per mezzo del codice di calcolo CMS-Wave sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 12-11 a Figura 12-16).
Le figure rappresentano le altezze d'onda significativa, in termini di gradazione cromatica, mentre le direzioni locali dell'onda sono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

I risultati delle propagazioni sottocosta mostrano che l'elemento di maggior rilievo risulta essere il nuovo molo del porto di Vado, il quale determina una importante diffrazione delle mareggiate, generando un notevole abbattimento delle altezze d'onda in un tratto piuttosto esteso del litorale, in particolare per le mareggiate di Scirocco e Mezzogiorno. La presenza della nuova piastra e della darsena turistica nella configurazione di riferimento in fase di esercizio contribuisce ad abbattere sensibilmente l'altezza d'onda significativa, e conseguentemente l'energia del moto ondoso, nel tratto più meridionale del litorale.

Le mareggiate di Levante (TEST 1 e TEST 4) giungono sottocosta con altezze d'onda rilevanti nel solo tratto più a Nord, fino al tratto centrale del litorale (indicativamente fino a distanze dell'ordine dei 4÷500 m a Nord della foce del Segno, mentre risulta completamente protetto il tratto meridionale, in particolare in prossimità della foce del T. Segno, per effetto del prolungamento del molo del porto di Vado e della presenza del sottoflutto della nuova darsena turistica.
Le mareggiate di Scirocco (TEST 2 e TEST5), risentono in misura maggiore rispetto

a quelle di Levante della presenza del nuovo molo e giungono sottocosta con altezze d'onda piuttosto basse, sensibilmente inferiori rispetto a quelle rilevate in fase di realizzazione, nel tratto tra la foce del Quiliano e la zona centrale del litorale (spiaggia tra Segno e Quiliano); il tratto più a Sud risulta invece completamente protetto. Si osserva infine che la presenza della nuova piastra e della nuova darsena turistica non influisce significativamente sul campo di moto ondoso.

Le mareggiate di Mezzogiorno (TEST3 e TEST6) sono caratterizzate da direzione di provenienza piuttosto inclinata rispetto alla normale al litorale, conseguentemente risulta ancora più evidente l'effetto della diffrazione dovuta al molo del porto di Vado, che abbatte l'altezza d'onda significativa sottocosta a valori sostanzialmente nulli in un tratto di litorale piuttosto esteso, che si estende da Nord verso Sud a partire dall'area camper.

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

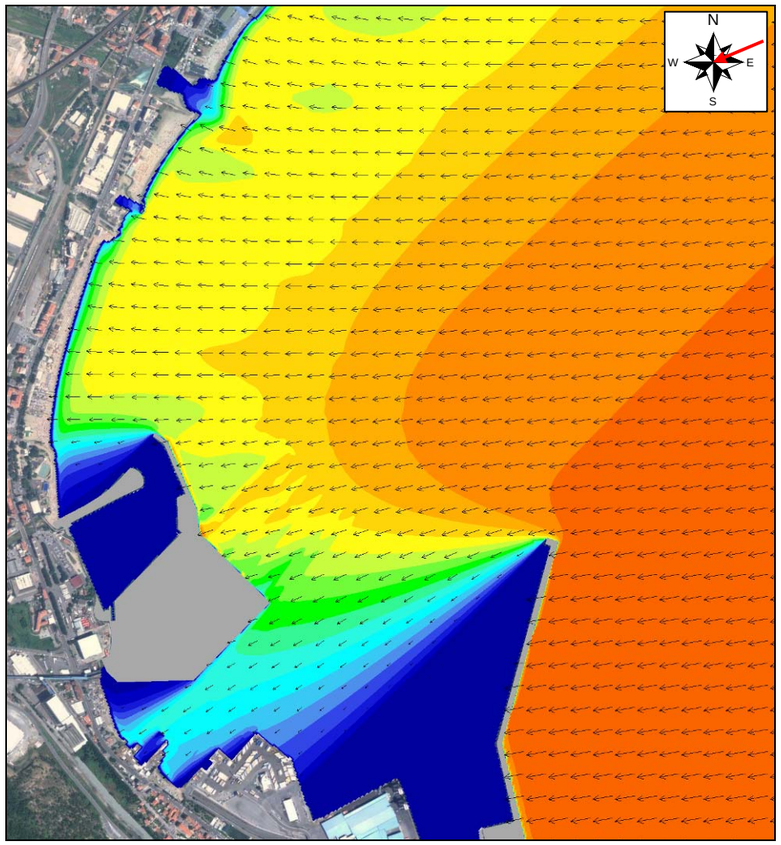


FIGURA 12-11 – TEST1 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

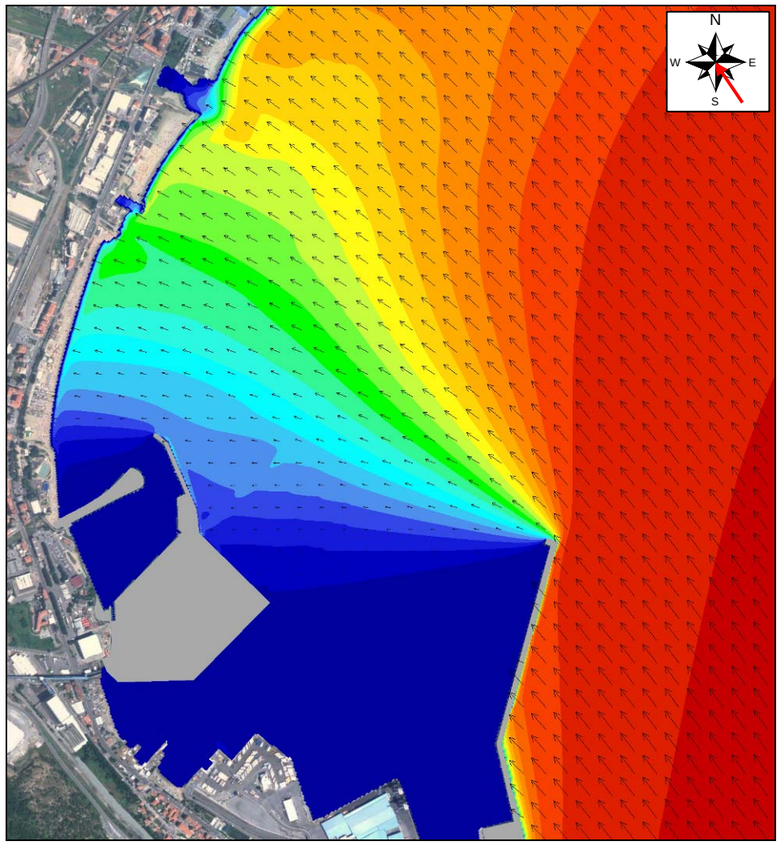


FIGURA 12-12 – TEST2- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

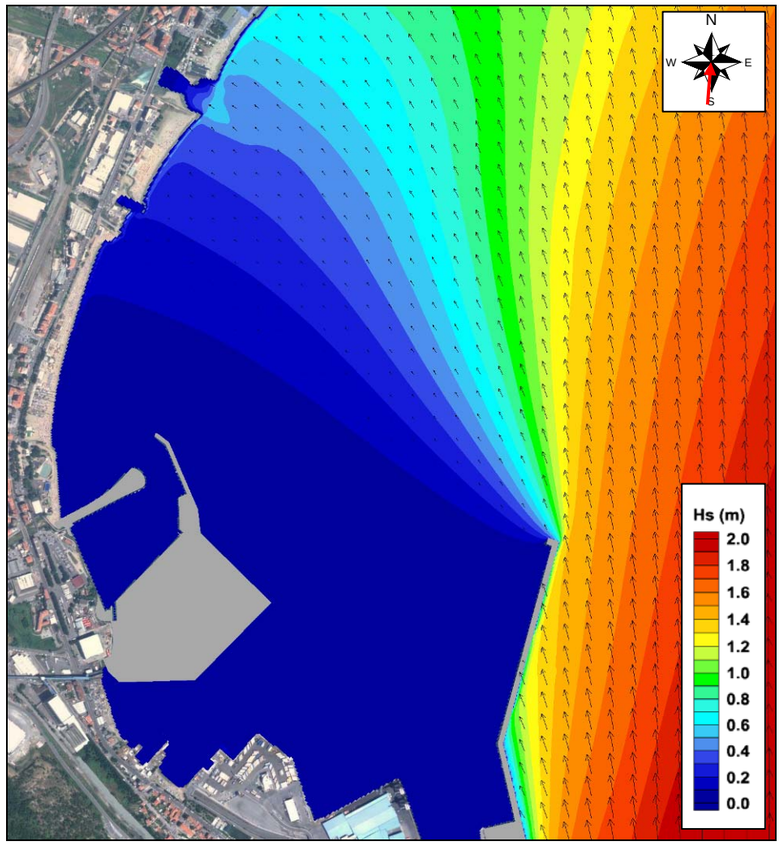


FIGURA 12-13 – TEST3- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni

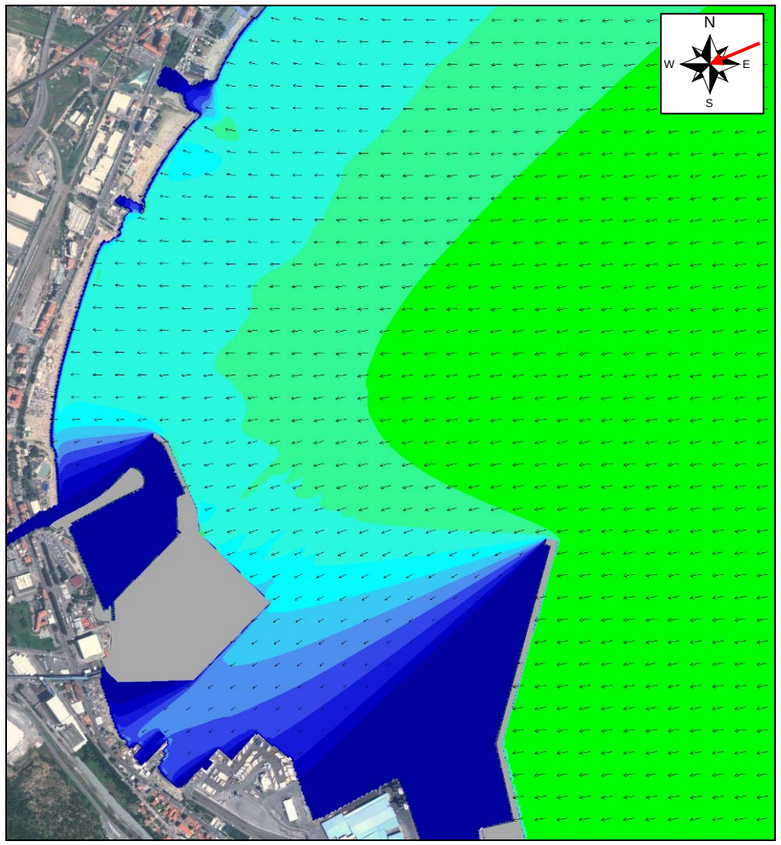


FIGURA 12-14 – TEST4- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

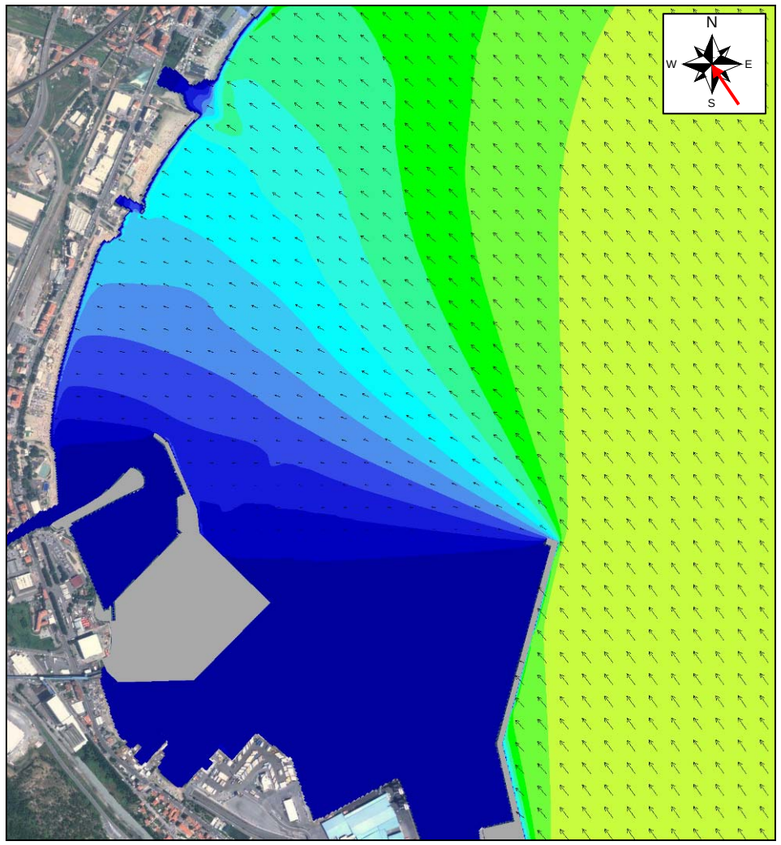


FIGURA 12-15 – TEST5 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

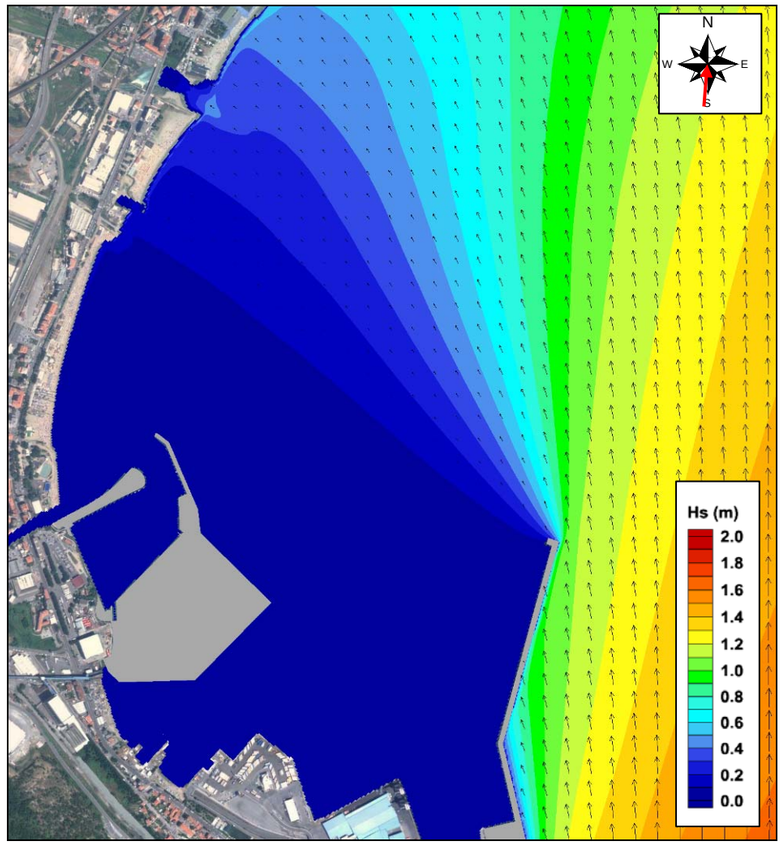


FIGURA 12-16 – TEST6 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

12.2.2. Aspetti idrodinamici e dispersivi

Per la valutazione della circolazione idrodinamica nella situazione di riferimento per la fase di esercizio, cioè la configurazione con Piastra Multifunzionale come da Progetto Definitivo approvato, porto turistico e diga foranea come da Piano Regolatore Portuale, vengono considerate le medesime forzanti meteo marine ed i medesimi scenari già analizzati per lo stato di riferimento per la fase di realizzazione e descritte nel Paragrafo11.2.6.1.

Per consentire l'esecuzione di queste analisi la schematizzazione del modello idrodinamico è stata modificata in modo da rappresentare la geometria dell'area portuale con gli interventi sopraelencati.

La batimetria della schematizzazione con le opere previste Progetto Definitivo della Piattaforma multifunzionale di Vado Ligure è presentata nella Figura 12-17.

Nelle pagine seguenti vengono presentati i campi di moto risultati delle simulazioni. Per maggiore chiarezza i vettori velocità sono rappresentati con una distanza minima di 50 m e con la testa delle frecce a dimensione costante anziché proporzionale all'intensità della corrente, in modo da evidenziare la direzione della corrente anche in presenza di valori molto bassi.

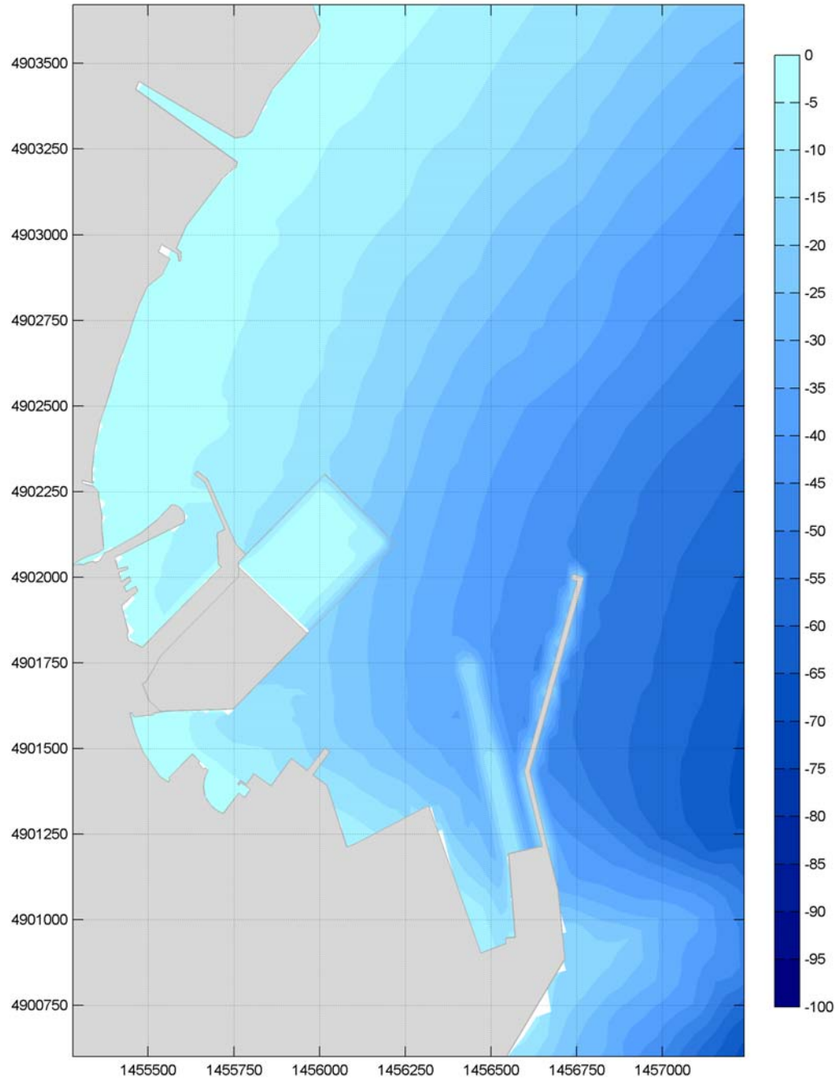


FIGURA 12-17 – BATIMETRIA DELLA SCHEMATIZZAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO PER LA FASE DI ESERCIZIO CON LE OPERE APPROVATE DA PROGETTO DEFINITIVO.

12.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche

Caratteristiche idrodinamiche in condizione di calma di vento

La prima configurazione considerata come riferimento per la fase di esercizio è quella in condizioni di calma di vento.

La marea considerata (± 10 cm s.l.m.m.), data la notevole profondità dei fondali e l'assenza della forzanti del vento, determina dei campi di velocità estremamente contenuti.

In Figura 12-18si riporta il campo di moto in condizione di massimo flusso mentre in Figura 12-19 si riporta il campo di moto in condizioni di massimo riflusso.

Questa configurazione di Progetto Definitivo è caratterizzata da velocità medie molto basse in entrambe le condizione di marea. Le velocità maggiori, nell'ordine di qualche cm/s, sono visibili alle foci dei Torrenti Segno e Quiliano e sono dovute agli scarichi di acqua dolce.

Nel caso del Torrente Segno, la presenza del molo di sopraflutto del nuovo porto turistico fa sì che le velocità siano orientate verso nord.

L'estensione verso mare della nuova diga foranea, inoltre, ha un effetto schermante e quindi protettivo verso l'area del bacino portuale. Qui le velocità osservate sono molto basse in ogni condizione di marea.

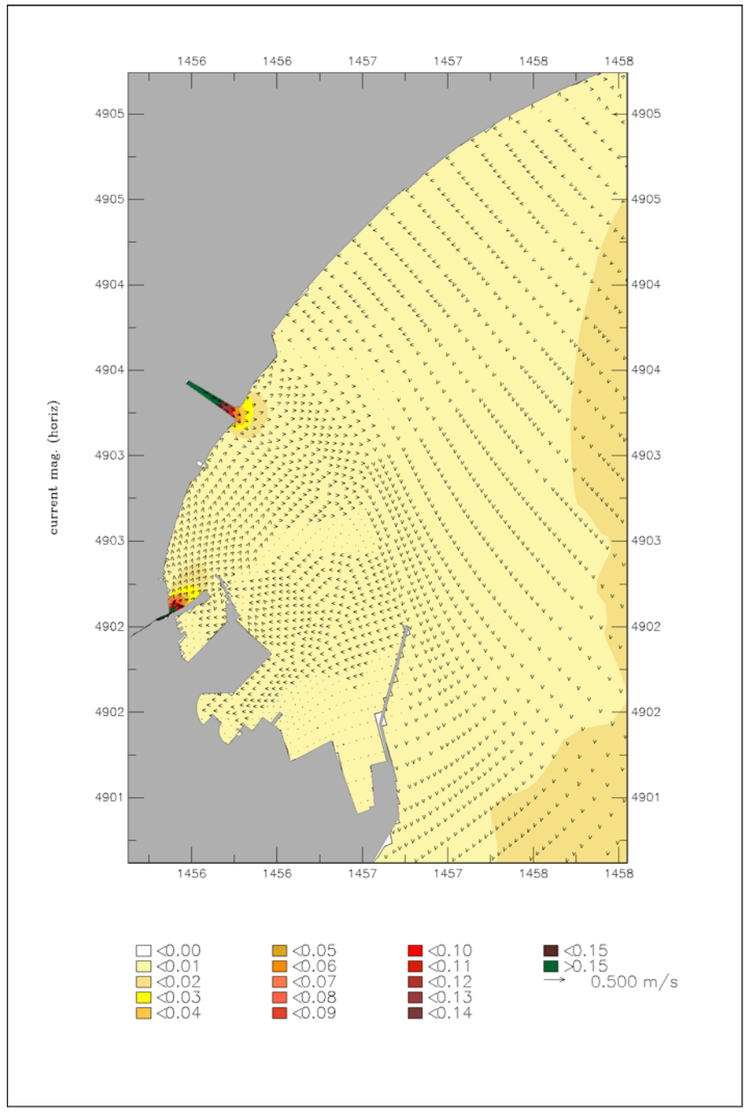


FIGURA 12-18 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

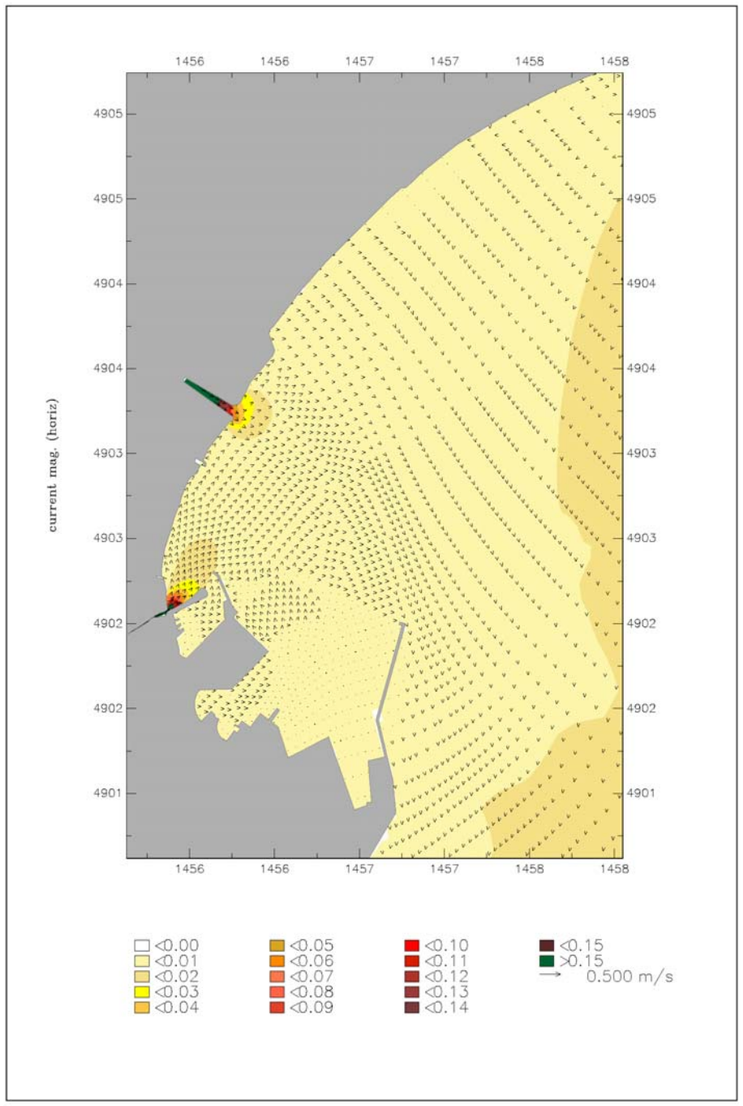


FIGURA 12-19 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Est

Rispetto allo scenario precedente, in questo scenario di riferimento per la fase di esercizio è stata considerata come forzante aggiuntiva un vento da Nord Est con intensità costante di 7 m/s, uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

La presenza del campo di vento da Nord Est non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale; le velocità medie ed il sistema circolatorio costiero, infatti, mantengono lo stesso andamento caratteri-stico dello scenario senza vento. La circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure, 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.

Dall'analisi dei campi di moto in superficie riportati in Figura 12-20 e Figura 12-21, è possibile osservare la formazione di una corrente di superficie che si sviluppa lungo la linea di costa in direzione Sud Ovest e che raggiunge una velocità massima di qualche cm/s. Questa corrente, tuttavia, non interessa l'area portuale, che risulta ben protetta ed è caratterizzata, all'interno del bacino, da velocità di entità del tutto trascurabile. Lo stesso vale per l'area del porto turistico.

Questo effetto tende ad annullarsi negli strati immediatamente più profondi dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità . Il vento, infatti, ha un effetto molto modesto se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità, come dimostrato in Figura 12-22 relativa alla fase di massimo flusso e Figura 12-23 relativa alla fase di massimo riflusso.

Non si apprezzano sostanziali differenze rispetto allo scenario di calma di vento (Figura 12-18 e Figura 12-19).

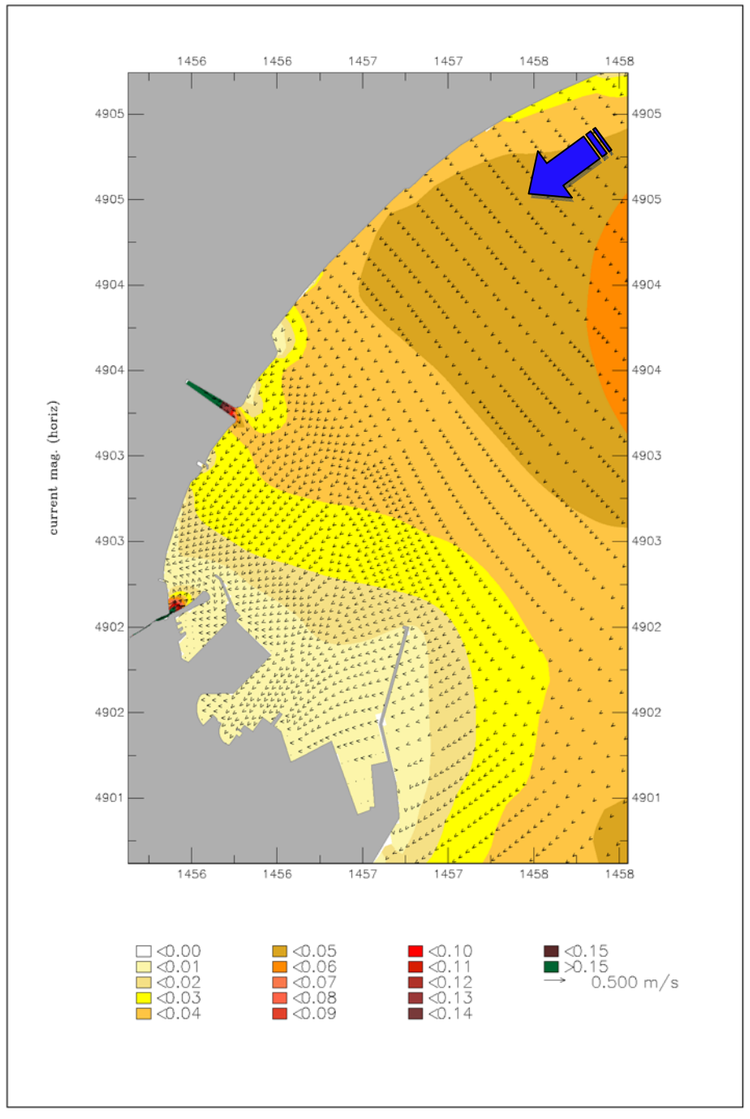


FIGURA 12-20 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

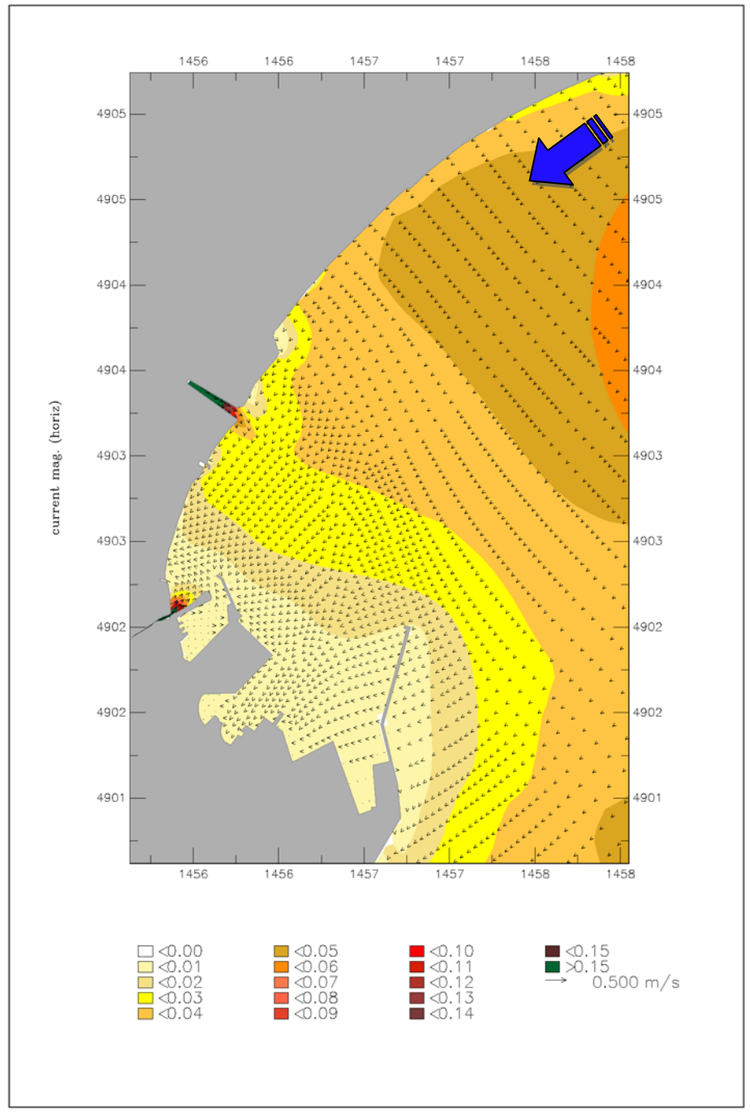


FIGURA 12-21– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

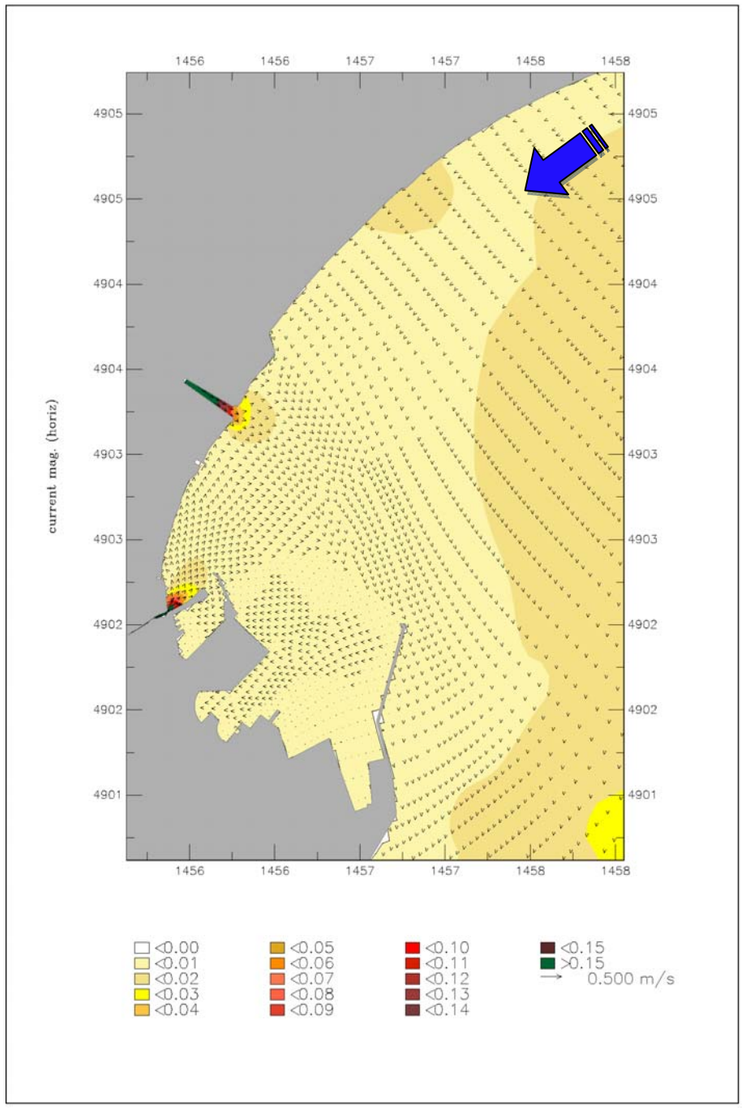


FIGURA 12-22– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

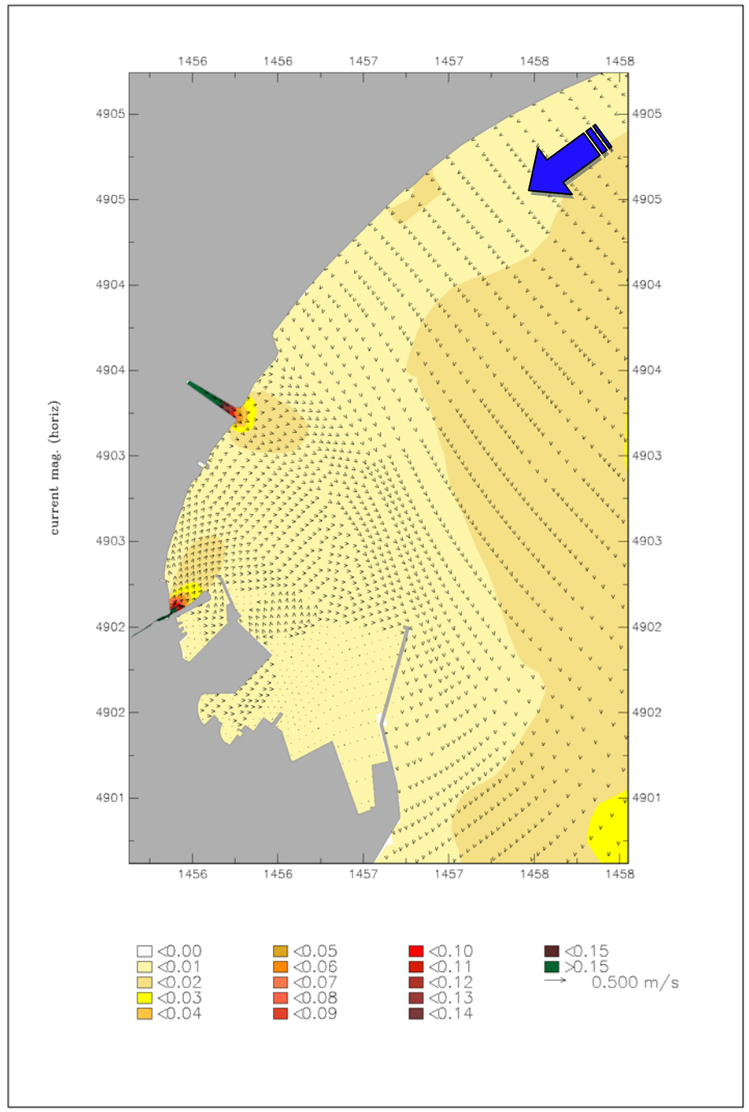


FIGURA 12-23– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Sud Est

In questo scenario di riferimento per la fase di esercizio è stato considerato, oltre alla marea ed alle correnti litoranee, anche un vento da Sud Est con intensità di 7 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

Come si può osservare da Figura 12-24 e Figura 12-25, dove viene riportato il campo di moto medio nello strato superficiale in condizioni di massimo flusso e di massimo riflusso, la presenza di questo campo di vento non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale. Si può infatti osservare la presenza di correnti massime di alcuni cm/s, le quali comunque non interessano né la rada portuale, ne l'area del porto turistico.

Le immagini evidenziano in particolare l'effetto di schermatura della diga foranea, che blocca lo sviluppo delle correnti superficiali creando così una zona di calma all'interno della rada e in prossimità della piattaforma.

Come nel caso precedente, negli strati immediatamente più profondi queste correnti tendono ad annullarsi e, addirittura, a scomparire se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità sia nella condizione di massimo flusso che nella condizione di massimo riflusso (Figura 12-26 e Figura 12-27).

Anche in questo caso la distribuzione delle velocità mediata sulla profondità ha un andamento molto simile a quello dello scenario senza vento (vedi Figura 12-18 e Figura 12-19).

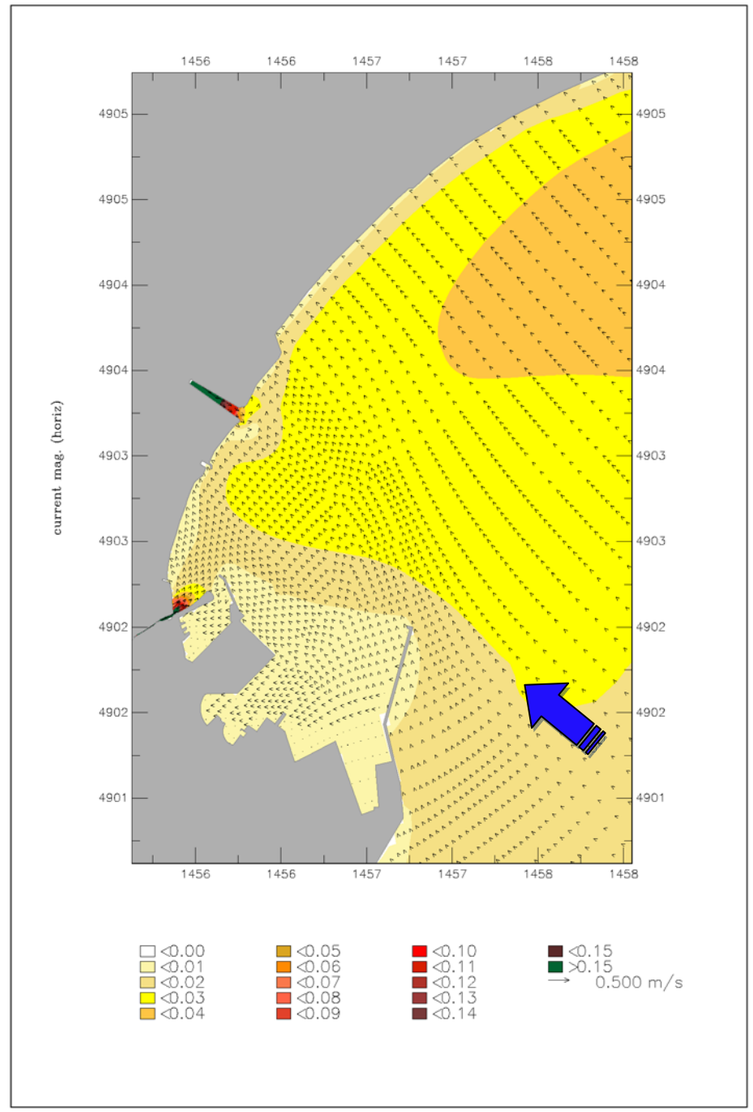


FIGURA 12-24– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

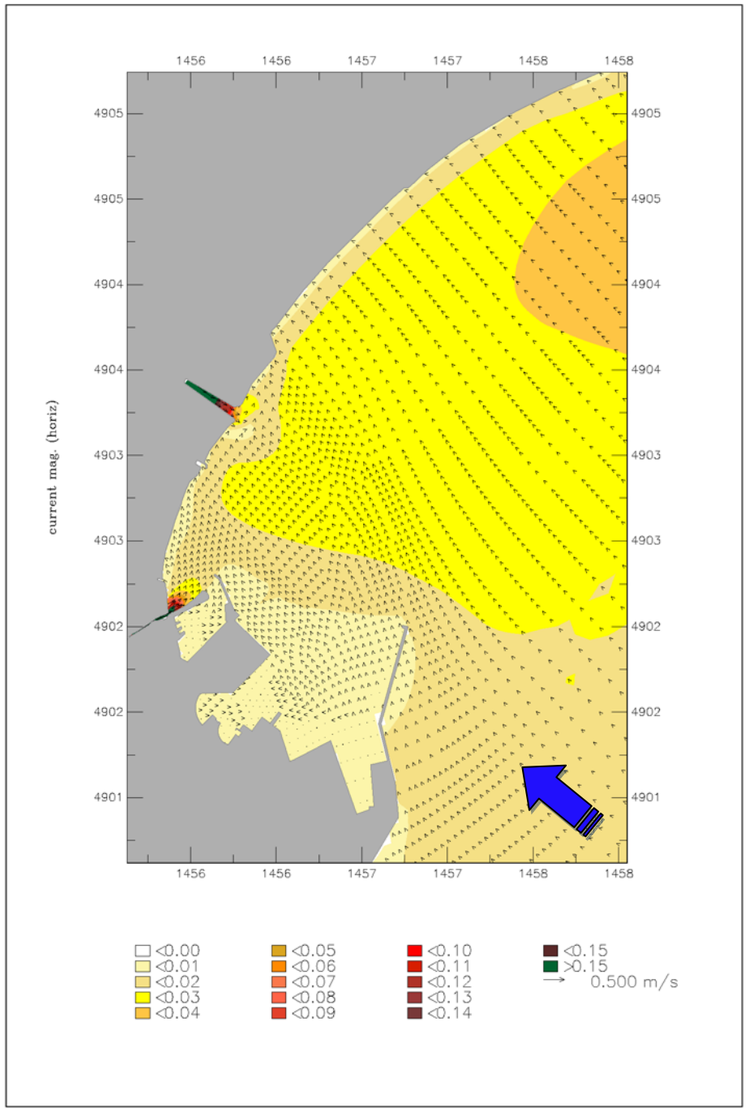


FIGURA 12-25– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

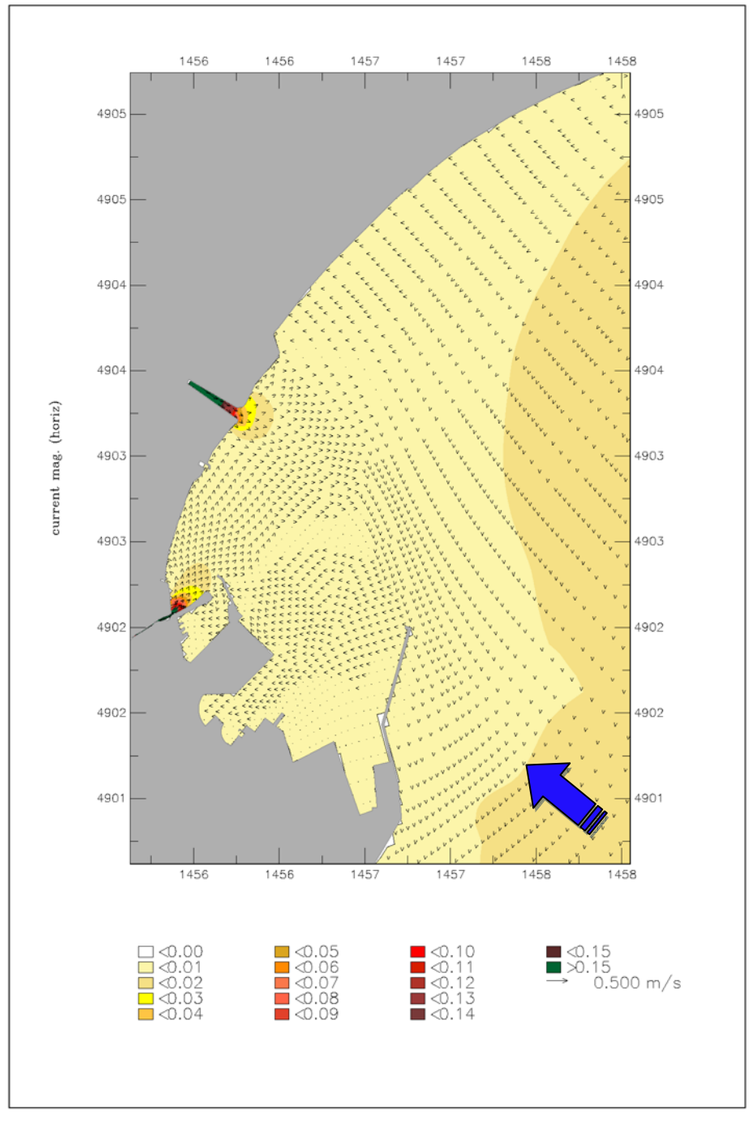


FIGURA 12-26– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

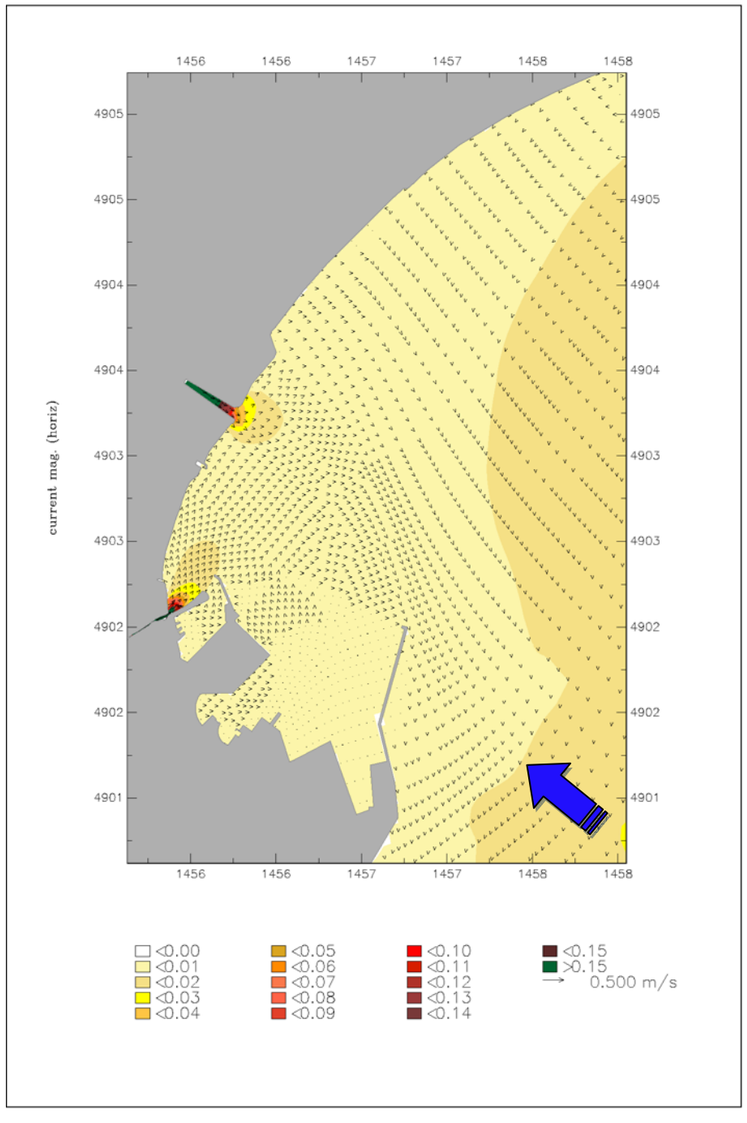


FIGURA 12-27– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Ovest

In questo scenario di riferimento per la fase di esercizio è stato considerato, oltre alla marea e alle correnti litoranee, anche un vento da Nord-Ovest con intensità di 10 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

In Figura 12-28 e Figura 12-29 è possibile osservare come la presenza di un campo di vento più intenso (10 m/s) generi una corrente superficiale diretta secondo la direzione del vento con delle intensità variabili da 0 sotto costa fino a 5-6 cm/s verso il mare aperto o nella fascia adiacente la diga foranea.

Viceversa, nella rada portuale di Vado, le velocità si mantengono basse nell'ordine di qualche cm/s in ragione dell'effetto schermante della radice della piattaforma stessa che impedisce lo sviluppo di una corrente.

Anche nell'area del porto turistico le velocità risultano molto basse, mentre alla foce del Torrente Segno esse sono determinate principalmente dallo scarico del Torrente stesso, ed orientate verso Nord dalla presenza del molo di sopraflutto del nuovo porto turistico.

Le velocità tendono rapidamente a diminuire negli strati immediatamente più profondi, dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità (vedi Figura 12-30 e Figura 12-31).

Complessivamente, anche in questo, caso le velocità medie sulla verticale si mantengono su valori molto bassi su tutto lo specchio acqueo, paragonabili a quelli previsti per lo scenario di calma di vento. (Figura 12-18 e Figura 12-19).

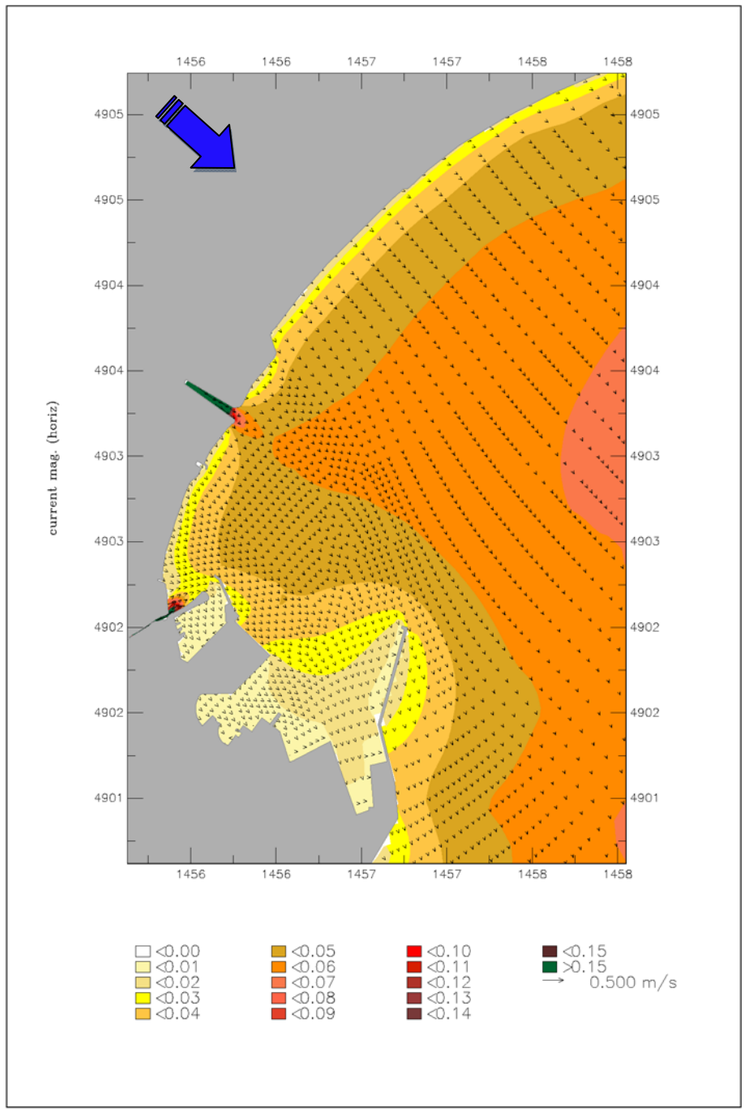


FIGURA 12-28– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

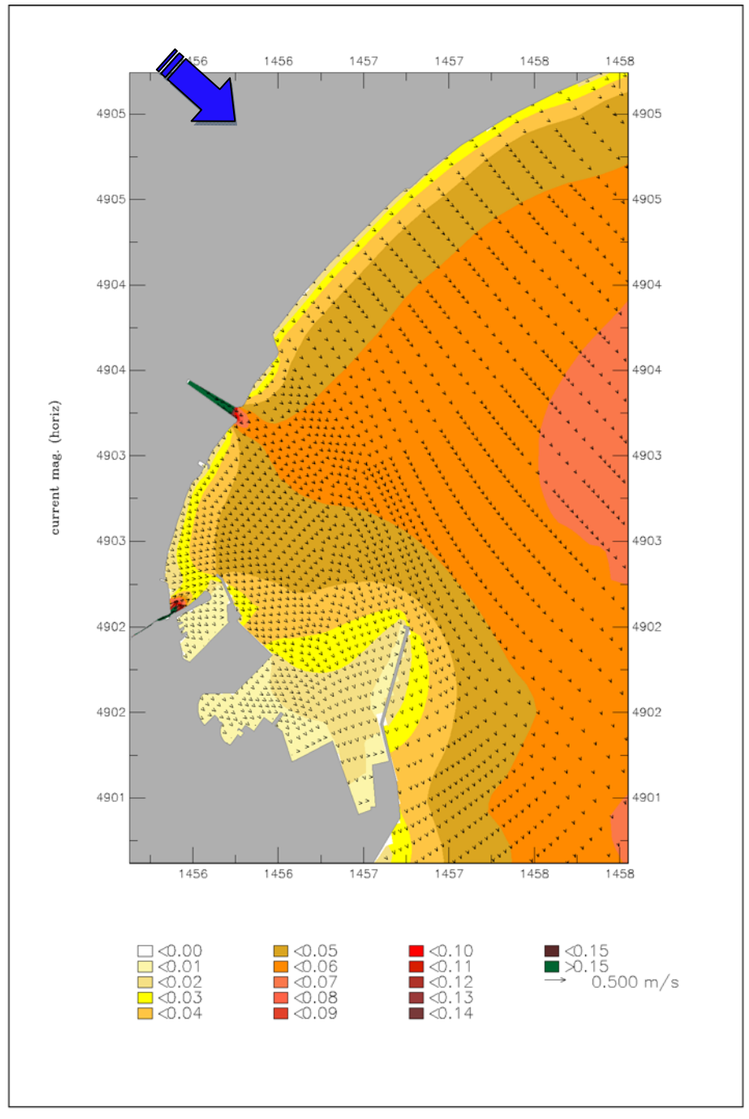


FIGURA 12-29– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

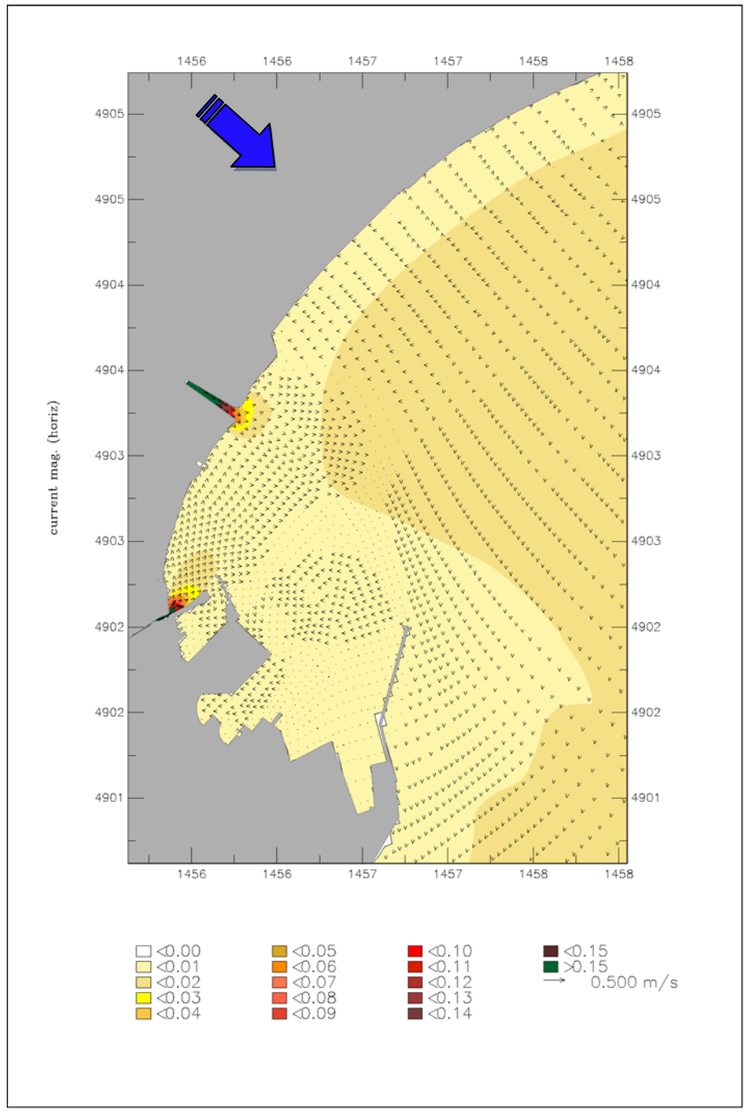


FIGURA 12-30– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

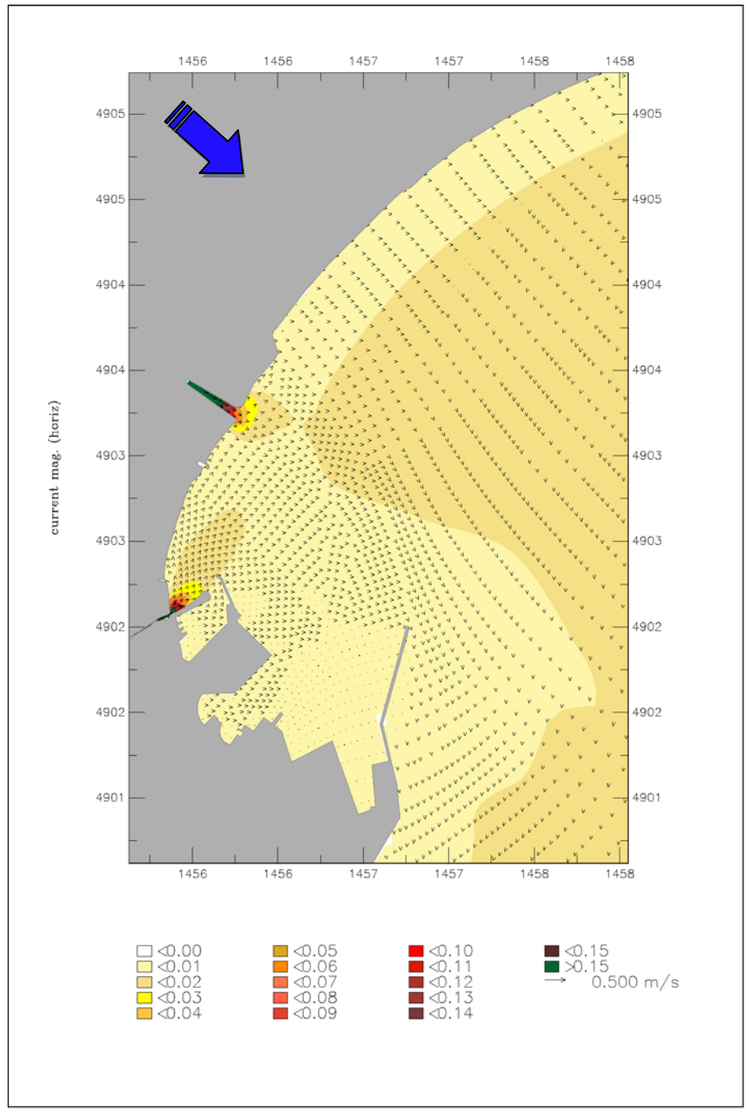


FIGURA 12-31– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

12.2.2.2 Caratteristiche dispersive

Le analisi per lo studio della dispersione di un tracciante di tipo conservativo sono state eseguite applicando le medesime condizioni al contorno e di rilascio già descritte al capitolo precedente in riferimento alla configurazione di progetto Definitivo nella fase di realizzazione.

Dispersione in condizione di calma di vento

Per questo scenario l'idrodinamica dell'area di studio è determinata esclusivamente dall'oscillazione periodica della marea e dalla presenza della corrente litoranea.

In Figura 12-32si riporta, per ogni singolo corso d'acqua, la distribuzione della concentrazione del tracciante considerato (in unità di tracciante/unità di volume) mentre in Figura 12-33 si riporta la distribuzione della concentrazione del tracciante conservativo considerato analizzando il contributo di tutti tre i corsi d'acqua contemporaneamente.

Dalle analisi si osserva che:

- Lo scarico del Torrente Letimbro interessa un'area di litorale direttamente attorno alla sua foce. Il "plume" del tracciante assume una forma abbastanza simmetrica nell'intorno del punto di rilascio, e leggermente allungata in direzione Sud-Ovest per la presenza della corrente litoranea a maggiori distanze dalla foce. E' inoltre da rilevare come il tracciante rilasciato dal Torrente Letimbro non vada ad interessare in modo significativo la zona portuale.
- Il Torrente Quiliano, ha un comportamento simile a quello del Torrente Letimbro: il "plume" di dispersione si manifesta in modo sostanzialmente simmetrico nelle aree vicine al punti di immissione e tende a deformarsi mano a mano che si allontana dalla foce. In questo caso la forma assunta dal pennacchio è dovuta principalmente alla presenza della radice della piattaforma che impedisce il trasporto verso sud. I valori di concentrazione osservati nella rada di vado sono nell'ordine di 0.02 -0.03 g/m³.
- Il Torrente Segno, invece, data la morfologia della zona in cui sfocia, è quello che maggiormente influenza l'area di intervento. La presenza del molo di sopraflutto del nuovo porto turistico devia le correnti verso nord e riduce il trasporto del pennacchio del tracciante all'interno del porto turistico. I valori ed i gradienti di concentrazione del tracciante nell'intorno della foce sono più alti se paragonati a quelli presso le foci del Quiliano e del Letimbro ma tendono rapidamente a diminuire sotto la soglia di 0.1 g/m³ a distanza di qualche centinaio di metri dall'immissione. All'interno della rada portuale i livelli di concentrazione del tracciante sono nell'ordine di 0.01 – 0.04 g/m³.
- L'area di influenza di ogni singolo torrente si sovrapponga con quella degli altri, determinando sotto costa un'area con valori di concentrazione variabili; mentre il Torrente Letimbro si conferma il corso d'acqua con minore influenza, il Torrente Quiliano e il Torrente Segno tendono a sovrapporsi in termini di effetto e, quindi, ad incrementare le concentrazioni nell'area litoranea che assumono valori compresi nell'intervallo 0.2 – 0.6 g/m³ con i valori più alti in prossimità delle foci dei torrenti. La concentrazione totale dei traccianti tende rapidamente a diminuire e spostandosi verso mare aperto e nella rada di Vado è nell'ordine di 0.04 g/m³.
- In termini generali è possibile osservare che la componente avvettiva del trasporto (cioè quella legata alle correnti) è molto bassa dati i bassi valori di velocità, mentre è preponderante la componente diffusiva.

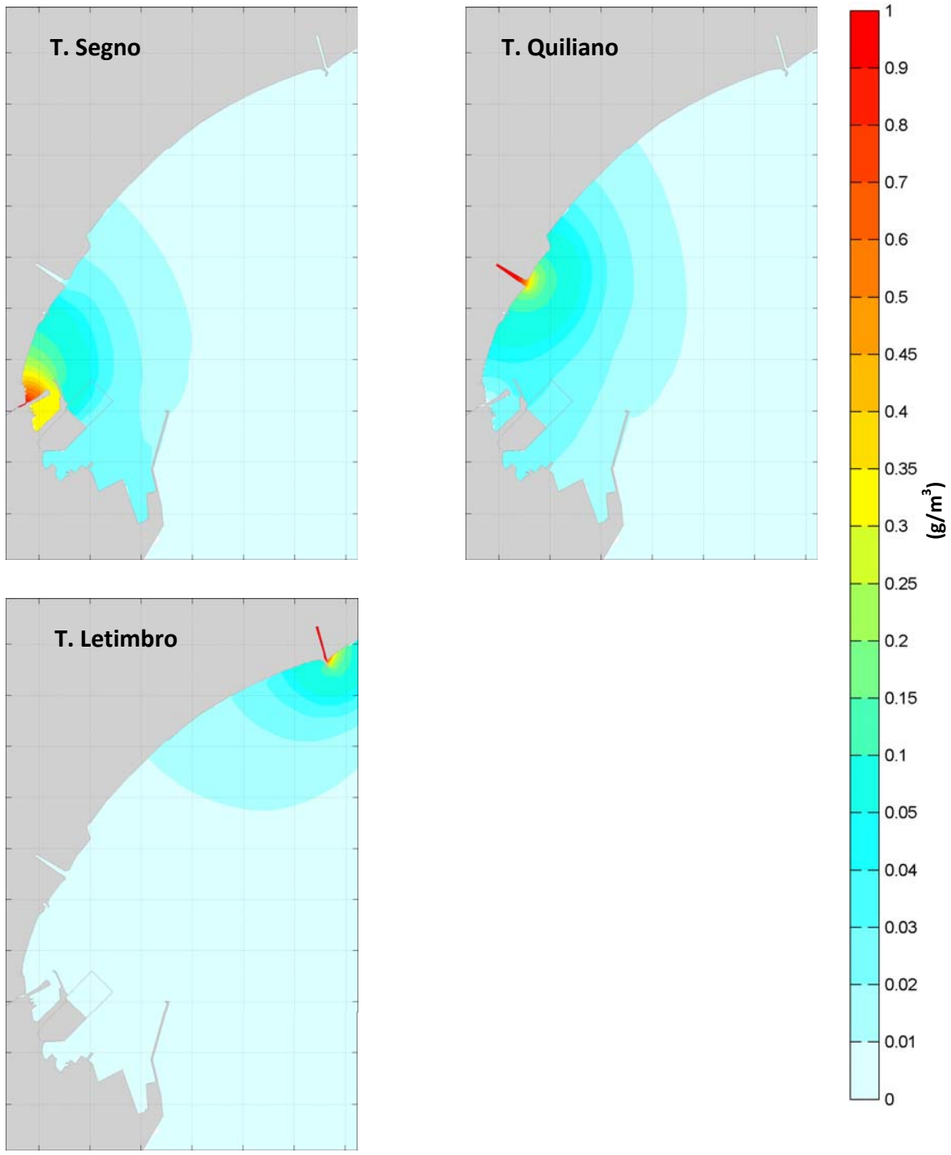


FIGURA 12-32 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

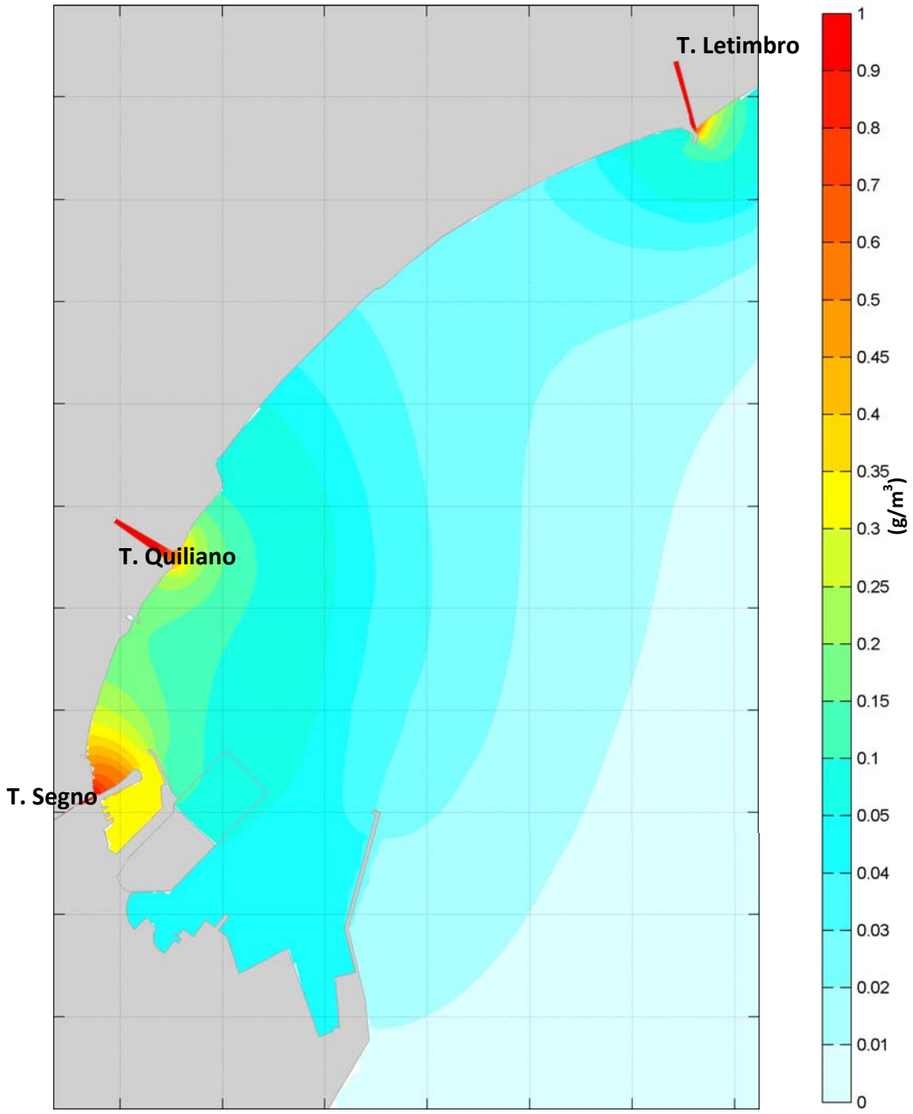


FIGURA 12-33 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

Dispersione in condizione di vento da Nord-Est

In questo scenario idrodinamico è stato considerato che un vento da Nord-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 12-34 sono riportate le mappe della concentrazione del tracciante per i tre fiumi considerati singolarmente, e in Figura 12-35 la mappa di concentrazione considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi.

Come già osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono ,quindi, generalmente molto basse.

Anche la dispersione dei traccianti conservativi, di conseguenza, presenta un pattern di diffusione molto simile a quello osservato per il caso senza vento, dal momento che la componente avvettiva del trasporto continua ad avere un peso di secondo ordine rispetto alla componente dispersiva.

Rispetto al caso precedente si può notare un lieve spostamento del "plume" di diffusione in direzione Sud-Ovest per effetto della formazione di correnti superficiali.

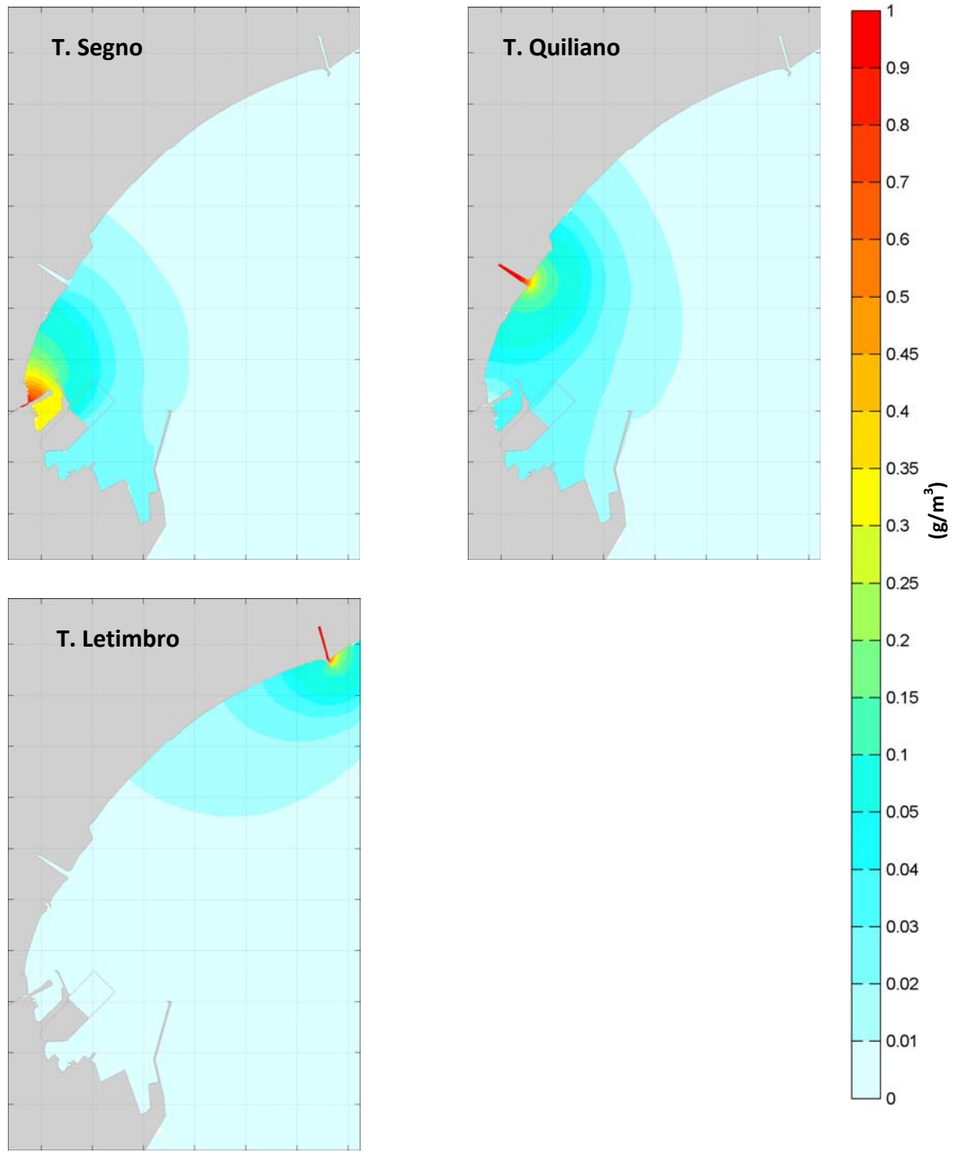


FIGURA 12-34 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD -EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

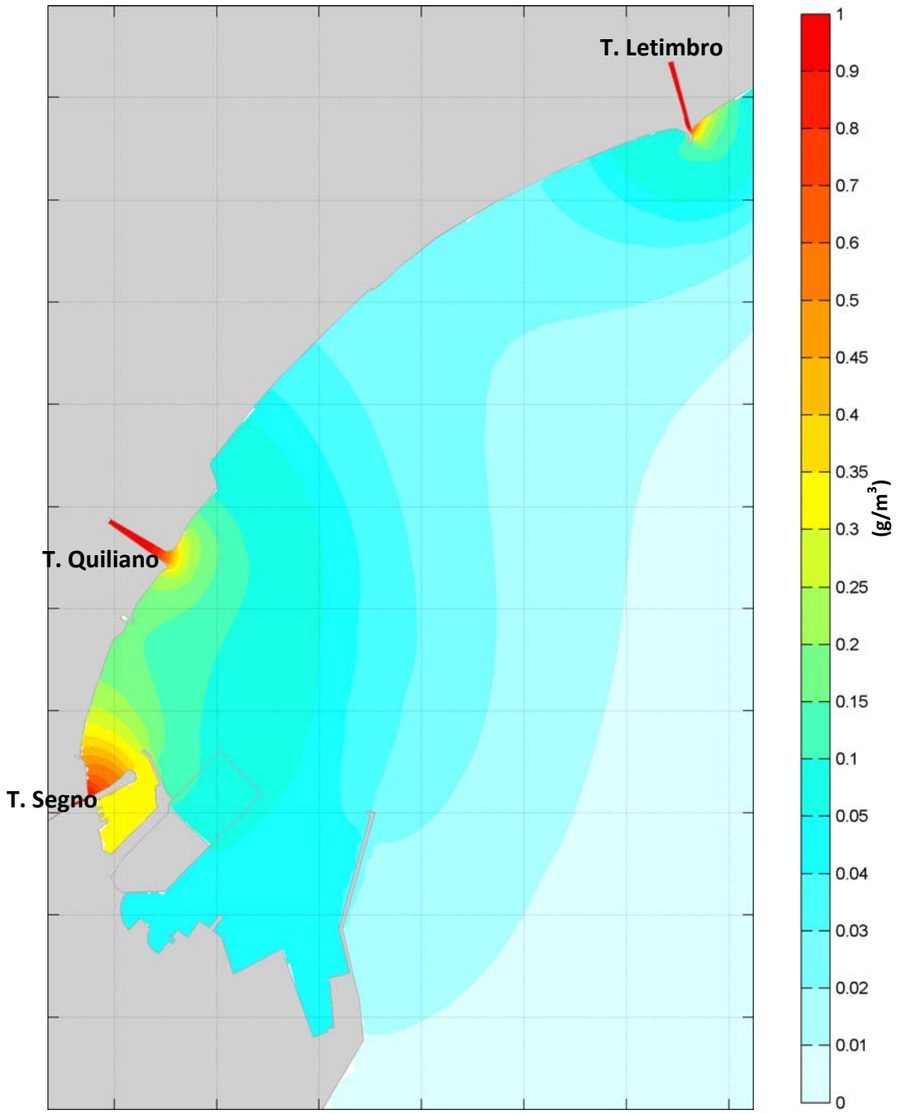


FIGURA 12-35 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

Dispersione in condizione di vento da Sud-Est

In questo scenario è stato considerato che un vento da Sud-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 12-36 sono riportate le mappe della concentrazione del tracciante per i tre fiumi considerati singolarmente, e in Figura 12-37 la mappa di concentrazione considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte per il caso precedente. L'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo sensibile la circolazione idrodinamica e, di conseguenza, nemmeno i processi di trasporto del tracciante. Il pattern di diffusione dei traccianti rimane pertanto molto simile a quello dei casi precedenti.

Rispetto allo scenario senza vento si osserva uno spostamento delle linee di isoconcentrazione più esterne nella direzione Nord-Ovest per effetto della formazione delle correnti superficiali. Gli effetti sotto costa, in prossimità degli scarichi sono invece poco apprezzabili e del tutto trascurabili.

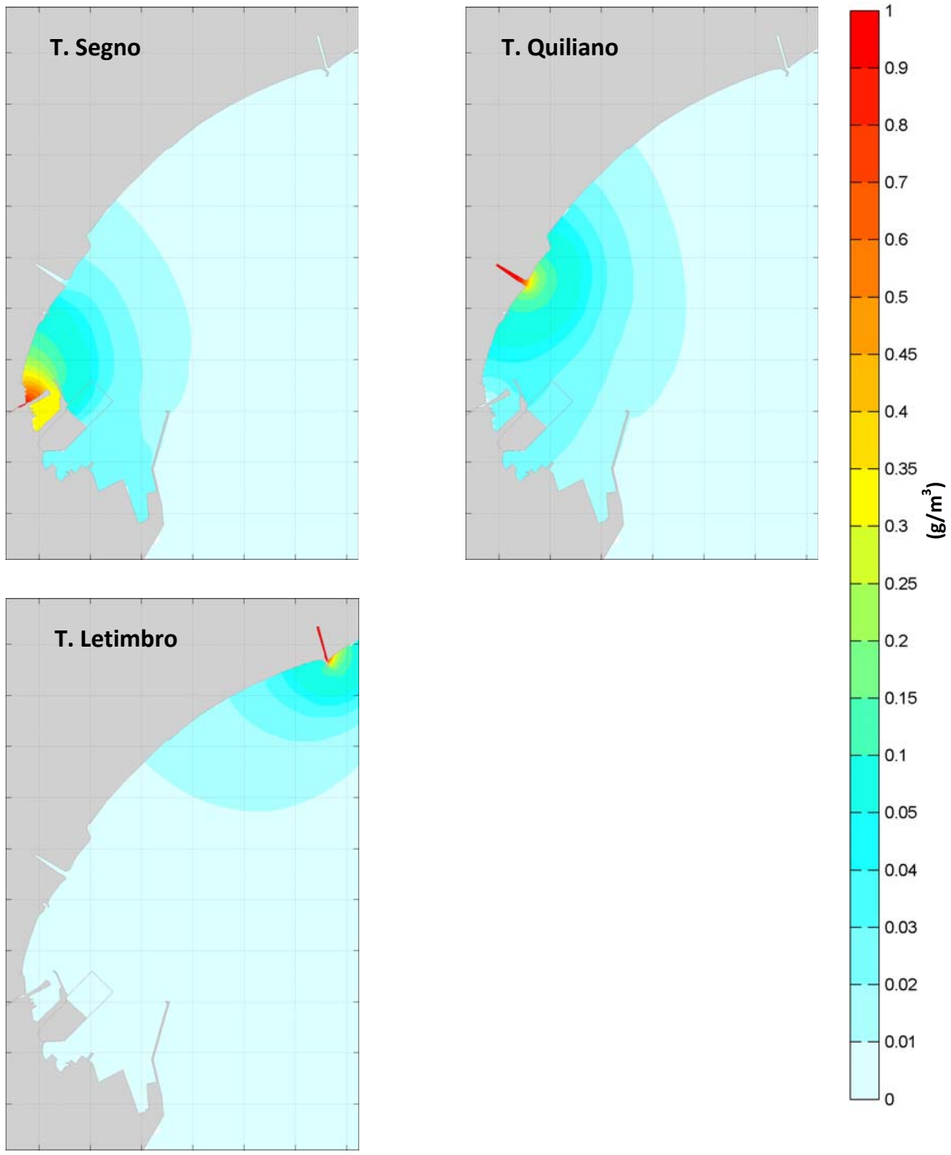


FIGURA 12-36 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD -EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

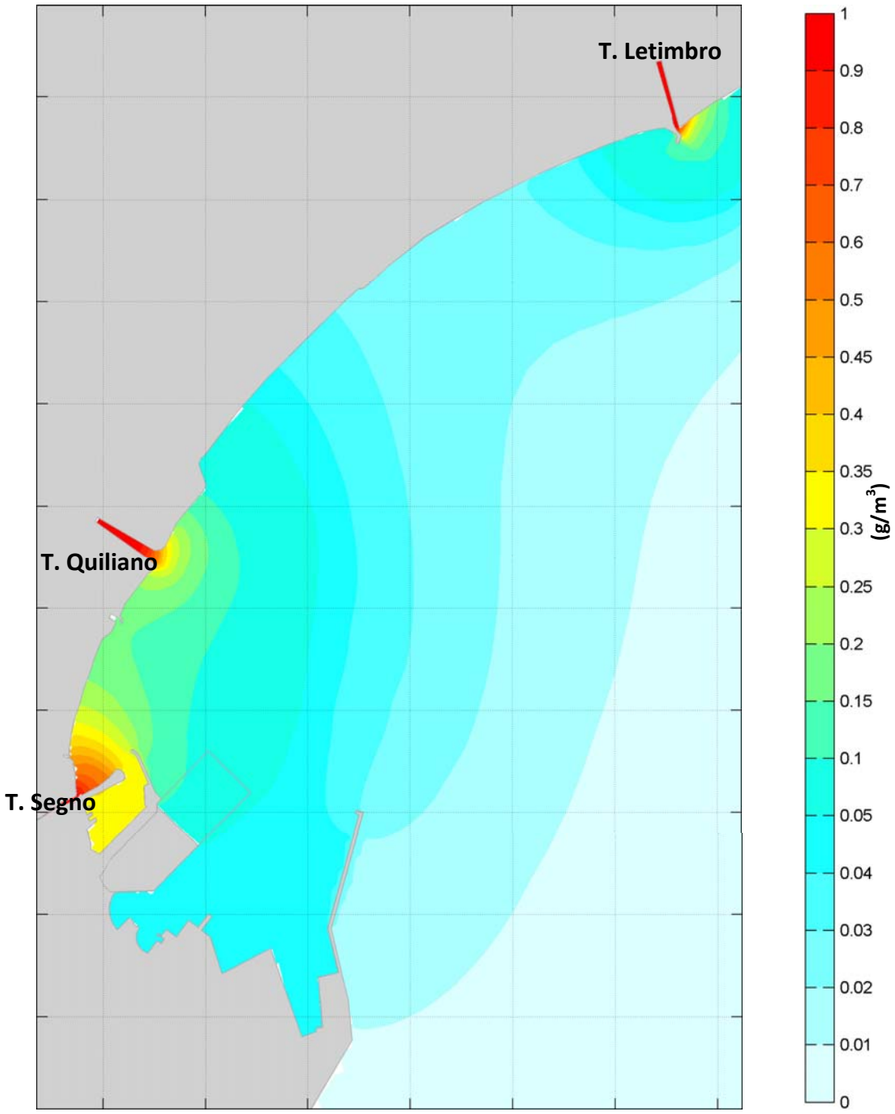


FIGURA 12-37 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD EST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

Dispersione in condizione di vento da Nord-Ovest

In questo scenario è stato considerato che un vento da Nord-Ovest con intensità costante di 10 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 12-38 sono riportate le mappe della concentrazione del tracciante per i tre fiumi considerati singolarmente, e in Figura 12-39 la mappa di concentrazione considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte per il caso precedente. L'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo sensibile la circolazione idrodinamica e , di conseguenza nemmeno i processi di trasporto del tracciante.

In questo scenario, lo sviluppo di una corrente concorde alla direzione del vento e diretta quindi verso il mare aperto, ha l'effetto di facilitare la dispersione dei traccianti verso mare.

Le differenze rispetto alla situazione senza vento sono comunque modeste e sono perlopiù visibili nelle zone più esterne dove si nota un piccolo spostamento delle linee di iso-concentrazione in direzione Sud-Est

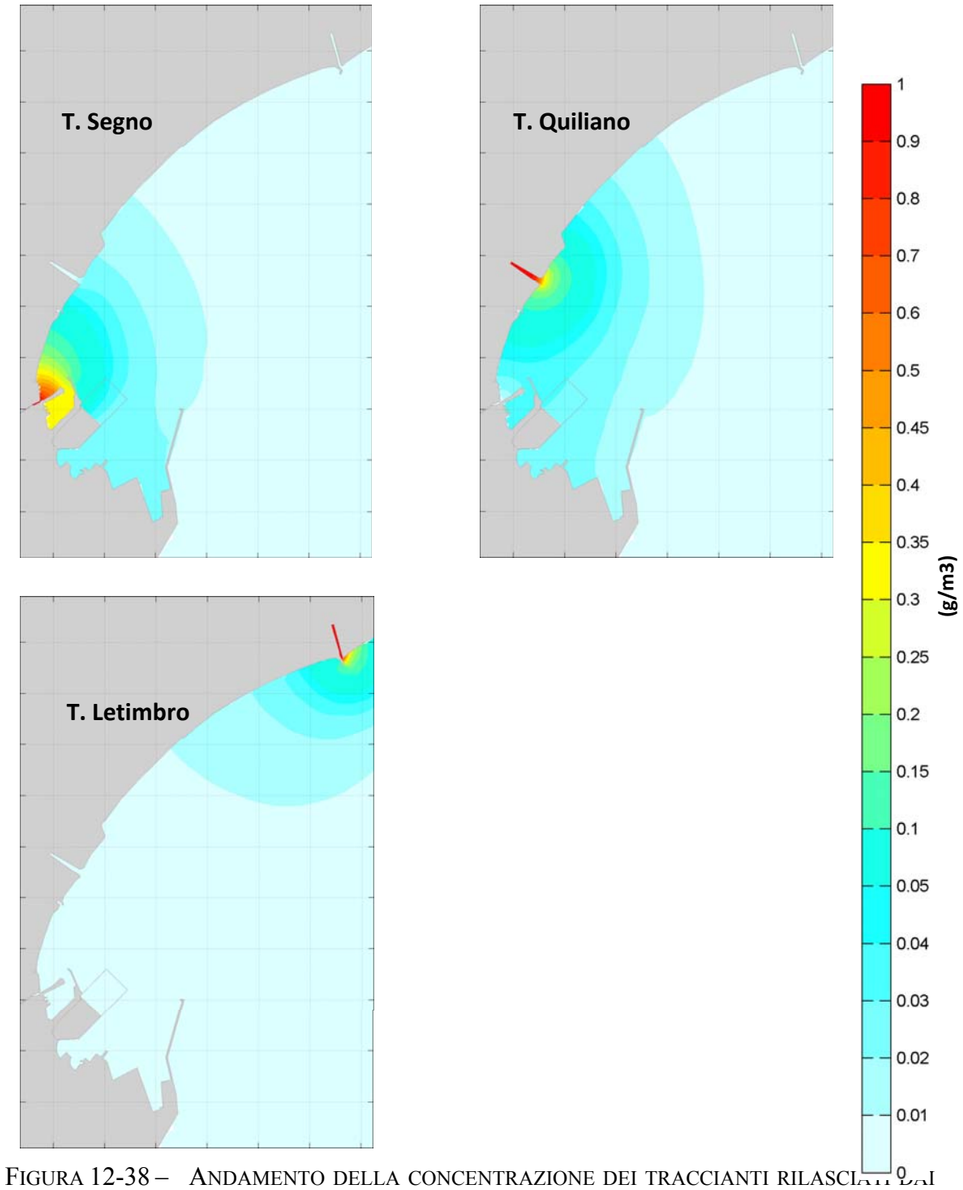


FIGURA 12-38 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI SINGOLI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD - OVEST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

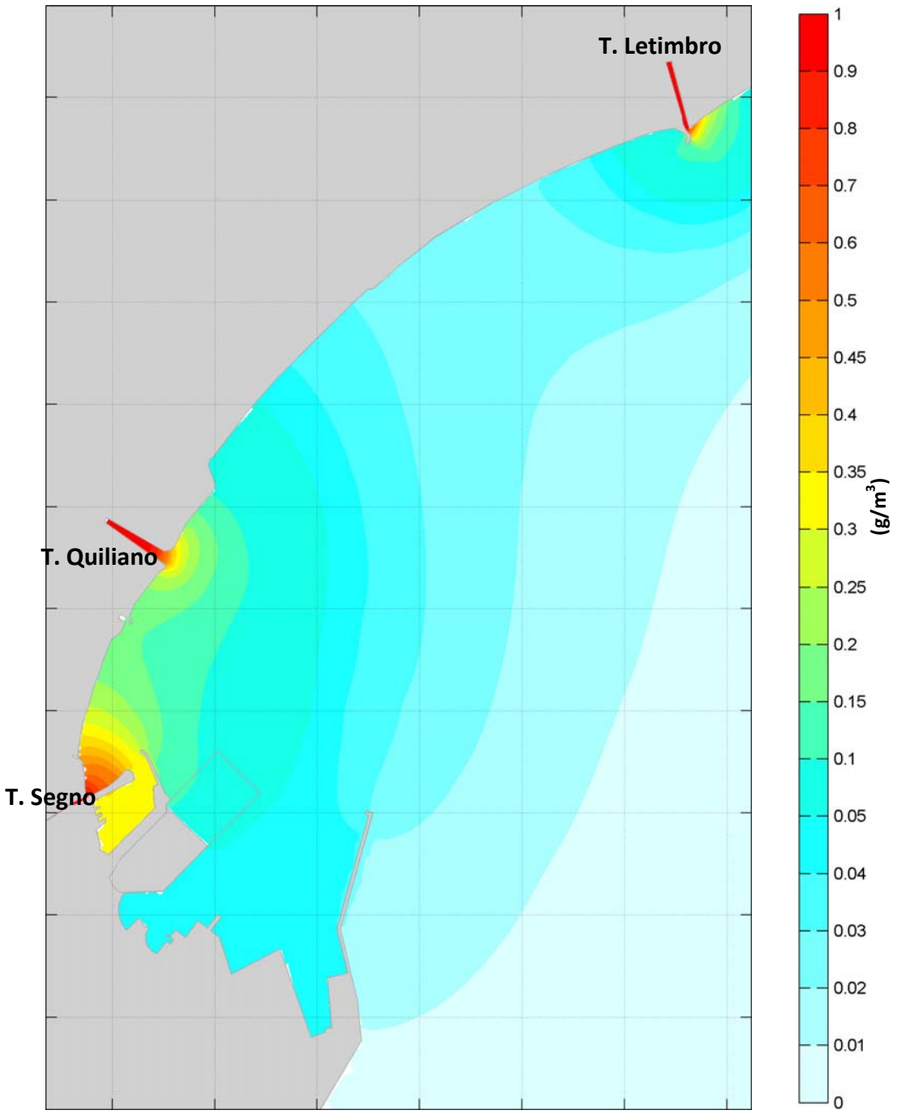


FIGURA 12-39 – ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO DA NORD OVEST – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

12.2.2.3 Capacità di ricambio

La capacità di ricambio di un sistema fisico è una caratteristica tipica di ciascun ambiente costiero ed esprime la tendenza di un sistema idraulico a ricambiare le acque interne attraverso processi di scambio e trasporto con il mondo esterno.

Nell'ambito del presente studio, la capacità di ricambio viene studiata e quantificata mediante due tipi di analisi: la "fraction analysis" e la valutazione del tempo di ricambio.

"Fraction analysis"

La "fraction analysis" è un'indagine eseguita mediante l'utilizzo di modelli numerici che consente di identificare l'andamento della circolazione in una zona ed il contributo delle diverse sorgenti (torrenti, scarichi, ecc.) alla massa totale d'acqua ivi presente.

In altre parole consente di verificare la capacità del sistema di ricambiare una massa d'acqua presente in un istante iniziale sostituendola con acqua proveniente da diverse sorgenti. Essa è, quindi, strettamente collegata alla capacità dispersiva ed alle caratteristiche idrodinamiche del sistema.

Per effetto dell'idrodinamica e della dispersione, l'acqua contenuta nel sistema individuato prima dell'avvio della simulazione, tenderà ad essere sostituita da acqua proveniente dalle altre sorgenti; da quali, in quale quantità e in quanto tempo è il risultato fondamentale della "fraction analysis".

In particolare questa acqua iniziale sarà sostituita rapidamente nelle aree ad alto ricambio (es.: zone di foce) e più lentamente nelle aree a scarso ricambio (es.: zone interne e confinate di bacini lagunari e/o portuali).

La "fraction analysis" si è articolata nei seguenti passi operativi:

- individuazione delle possibili sorgenti che possono fornire acqua al sistema e che, in linea generale, possono essere identificate con gli apporti dei torrenti sfocianti nella baia e gli apporti dal mare.
- identificazione del sistema di cui si vuole analizzare il comportamento. Delimitazione di un'area all'interno del dominio di calcolo e identificazione tramite un codice di ogni sorgente precedentemente individuata;
- simulazione del periodo prescelto e verifica del comportamento di ogni sorgente, analizzando dove e in quale quantità l'acqua proveniente da ogni sorgente si disperde.

Per la "fraction analysis", è stata identificata come zona di interesse nell'ambito del dominio di calcolo (acqua iniziale), la porzione litoranea di mare ottenuta prolungando il segmento esterno della nuova diga foranea fino ad intersecare il litorale a nord della foce del Letimbro. Le altre sorgenti considerate sono: l'acqua del Torrente Segno, l'acqua del Torrente Quiliano e l'acqua del mare, che entra attraverso il contorno "aperto" del modello.

La delimitazione del sistema considerato nelle analisi è presentata in Figura 11-38 dove vengono indicati anche la posizione dei punti di controllo per cui vengono presentati i risultati della "fraction analysis".

Nelle simulazioni eseguite, sono state considerate come forzanti esterne la marea media e le portate dei tre torrenti che sfociano nella baia, come precedentemente definite. Come regime anemometrico, invece, è stata considerata una condizione di calma di vento, in quanto rappresenta una condizione sfavorevole per il ricambio rispetto alla condizione con vento.

I risultati della "fraction analysis" sono riportati da Figura 11-39 a Figura 11-42.

In queste figure l'acqua iniziale è presentata con colore rosso, l'acqua del Torrente Segno con colore giallo, l'acqua del Torrente Quiliano con colore turchese e l'acqua del mare con il colore blu.

Dai risultati ottenuti è possibile osservare che:

- alla fine della simulazione rimangono solamente gli apporti esterni, come corretto che sia, che sono costituiti dall'acqua immessa dai torrenti (Segno, Quiliano e Letimbro) e dall'acqua di mare;
- il tempo necessario per la completa sostituzione dell'acqua iniziale è funzione della posizione del punto di controllo rispetto ai punti di immissione degli apporti;
- la percentuale finale dei diversi apporti (cioè il contributo di ciascuna sorgente) è funzione della localizzazione dei punti considerati; all'interno della rada di Vado la frazione dei acqua proveniente dai torrenti Segno e Quiliano è nell'ordine di qualche percentuale, in prossimità delle foci dei torrenti, invece, il contributo del tracciante proveniente dal torrente più vicino vicina tende ad essere la più importante.

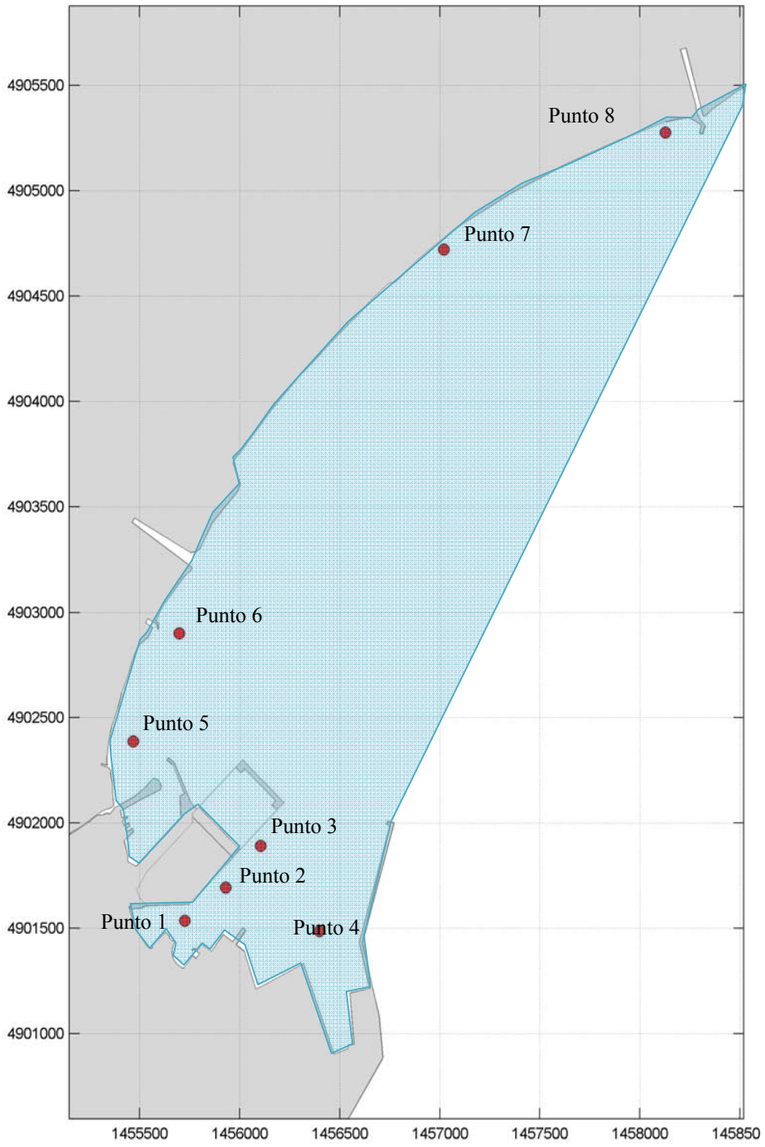


FIGURA 12-40 – DISTRIBUZIONE INIZIALE DEL TRACCIANTE UTILIZZATO PER LA *FRACTION ANALYSIS*. E POSIZIONE DEI PUNTI DI CONTROLLO.

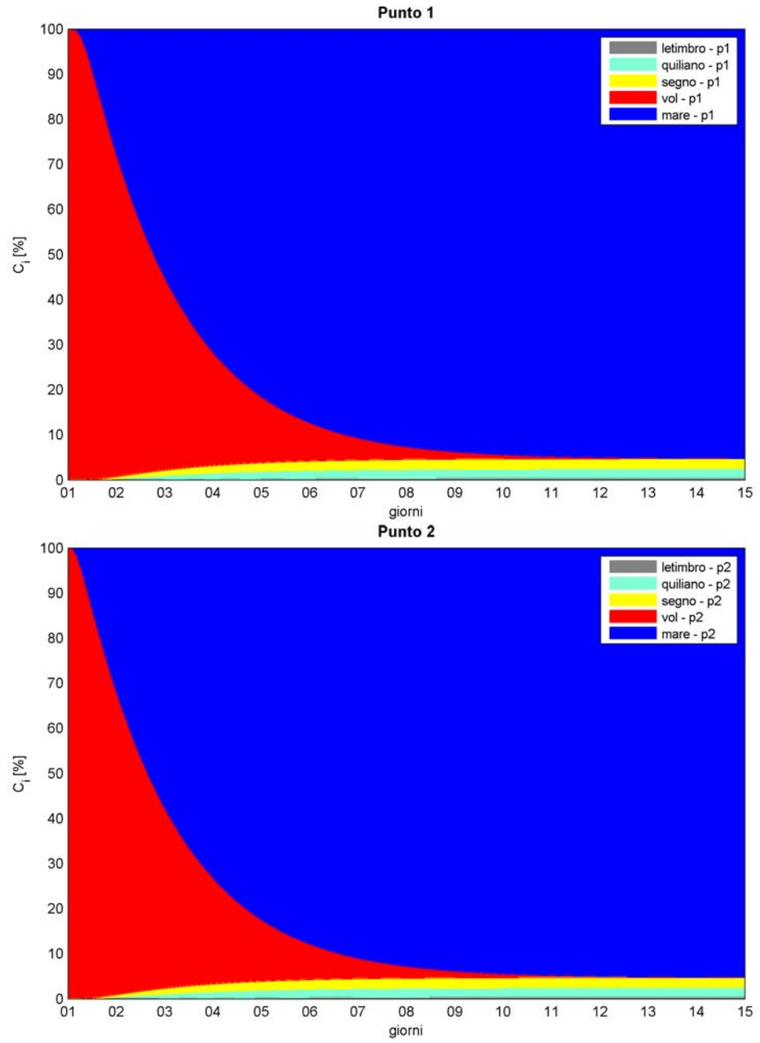


FIGURA 12-41 – PUNTO DI CONTROLLO N° 1 E N° 2: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

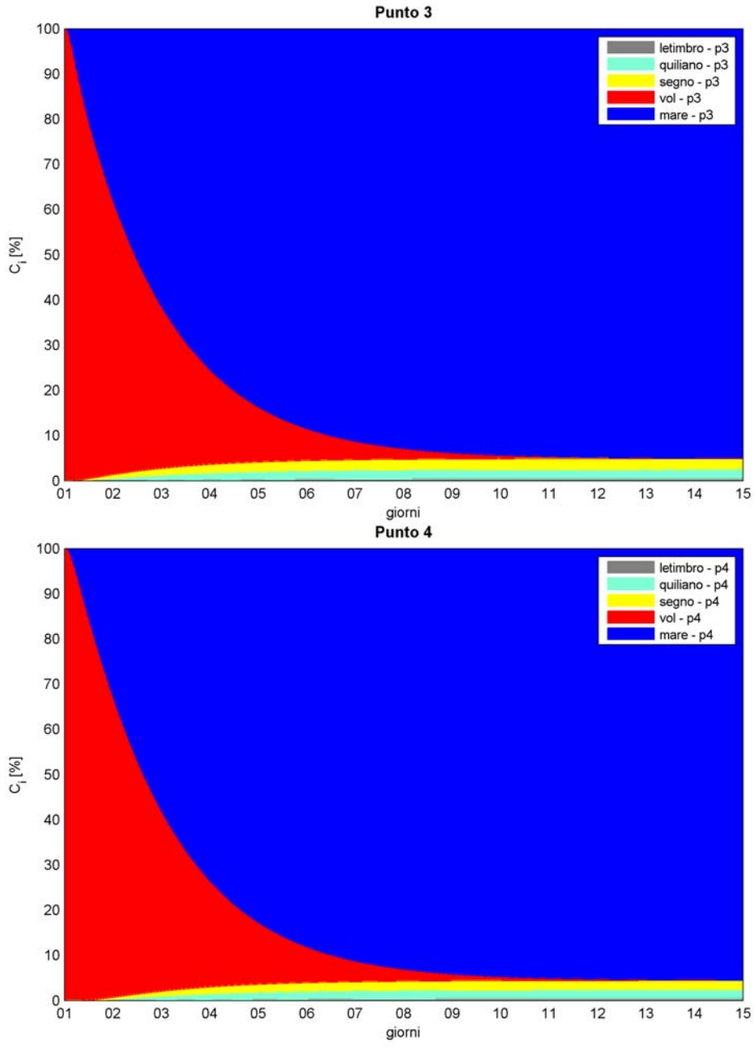


FIGURA 12-42 – PUNTO DI CONTROLLO N° 3 E N° 4: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALSIS" – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

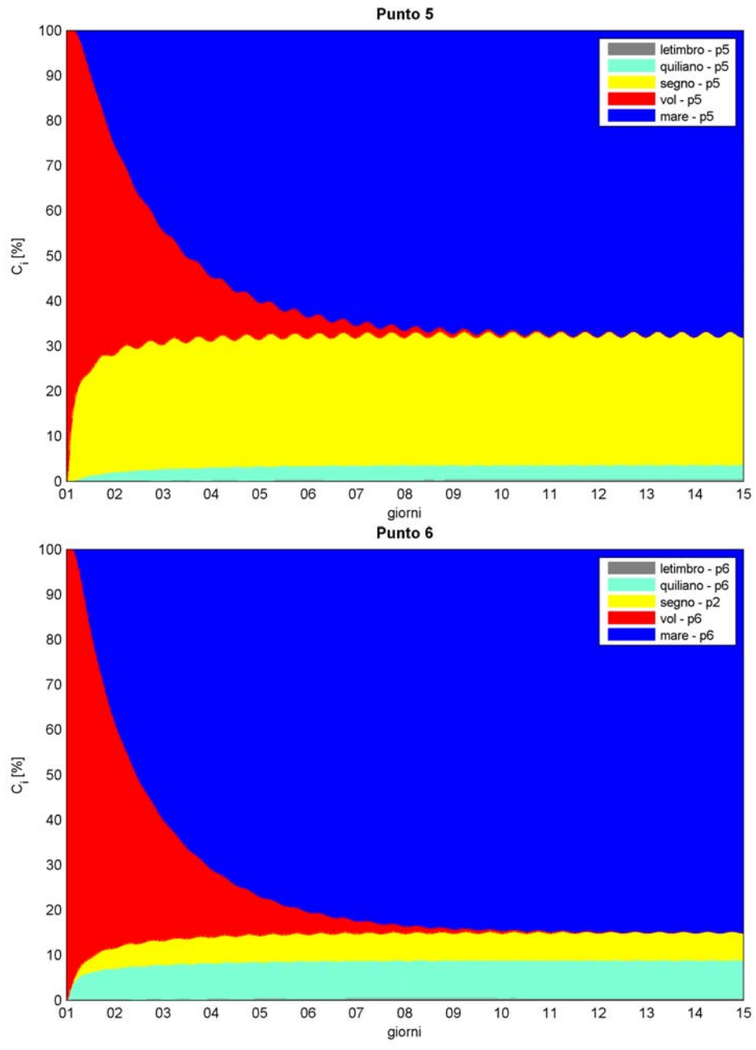


FIGURA 12-43 – PUNTO DI CONTROLLO N° 5 E N° 6: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO

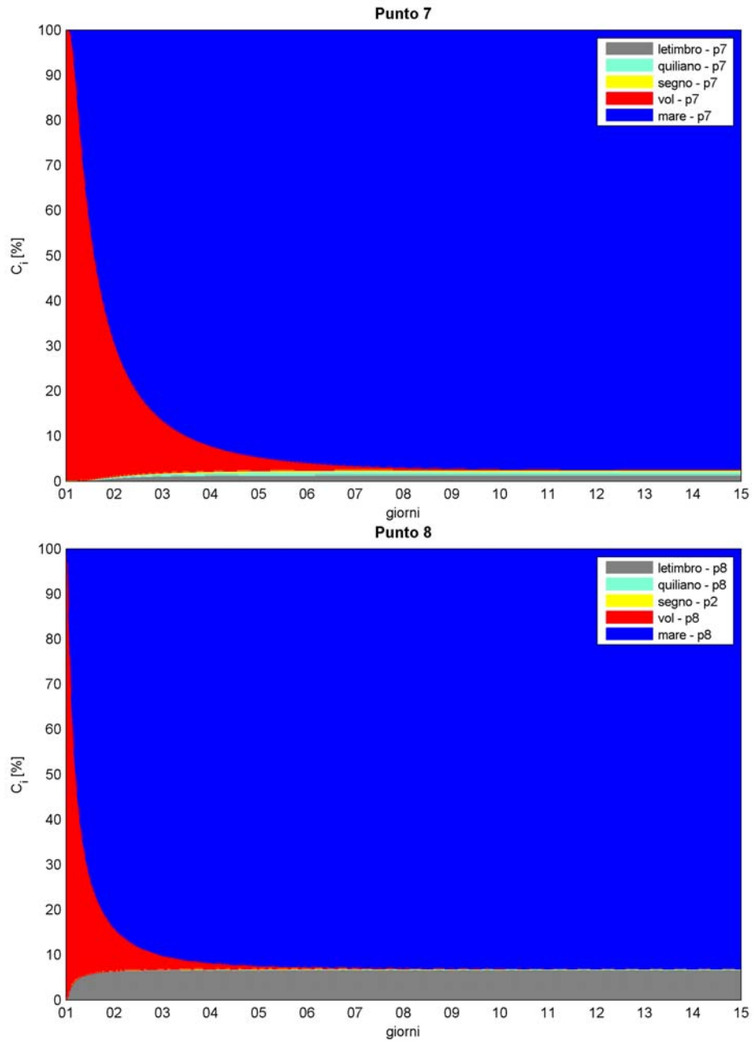


FIGURA 12-44 – PUNTO DI CONTROLLO N° 7 E N° 8: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO

Tempo di ricambio

Il tempo di ricambio è un parametro idrodinamico che descrive la capacità di ricambio di un sistema acquatico lacustre, fluviale o costiero soggetto a delle forzanti esterne in grado di determinare dei flussi e trasporto di sostanze. Questo parametro peculiare di ciascun ambiente è in generale funzione sia delle caratteristiche geometriche e morfologiche del bacino che delle forzanti al contorno in grado di determinare una circolazione nell'area in esame.

Da un punto di vista matematico il tempo di ricambio viene definito in letteratura come il tempo 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 di un fattore pari al numero di Eulero "e" (~ 2.718281…).

In termini analitici, se si considera una sostanza con decadimento del primo ordine, 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 C_0/e.

Per utilizzare tale parametro è stato necessario effettuare una simulazione del comportamento di un tracciante passivo immesso inizialmente nel sistema.

Si determina così una situazione iniziale in cui la concentrazione di tale tracciante è uniforme. A partire da tale situazione, viene attivata l'oscillazione di marea, considerata con concentrazione nulla di tracciante entrante, e si seguono le variazioni di concentrazione in diversi punti della area di studio.

L'area corrispondente alla distribuzione iniziale del tracciante conservativo è stata definita in modo da essere sufficientemente estesa per includere l'intera impronta della piattaforma ,il bacino della rada di Vado e la fascia litoranea a nord della piattaforma. In questo modo è possibile infatti ottenere delle informazioni sull'effetto della nuova configurazione di variante di Progetto Esecutivo sia all'interno della rada che lungo il litorale. Il volume iniziale occupato dal tracciante è riportato in Figura 11-40.

Naturalmente l'andamento delle concentrazioni non è regolare, essendo legato all'andamento della marea (oscillazioni più accentuate nelle aree dove lo scambio di marea è maggiore, oscillazioni minori nelle aree a minore ricambio).

Per meglio evidenziare il fenomeno, la concentrazione iniziale uniforme è stata posta pari a 1 unità/m^3, anche se si deve tenere conto che, essendo la sostanza considerata conservativa, il tempo di ricambio è invariante rispetto alla concentrazione iniziale.

Nelle simulazioni eseguite non sono stati considerati gli apporti di acqua dolce, in modo da poter ottenere delle valutazioni sulla capacità dispersiva del sistema in relazione alla sola forzante mareale.

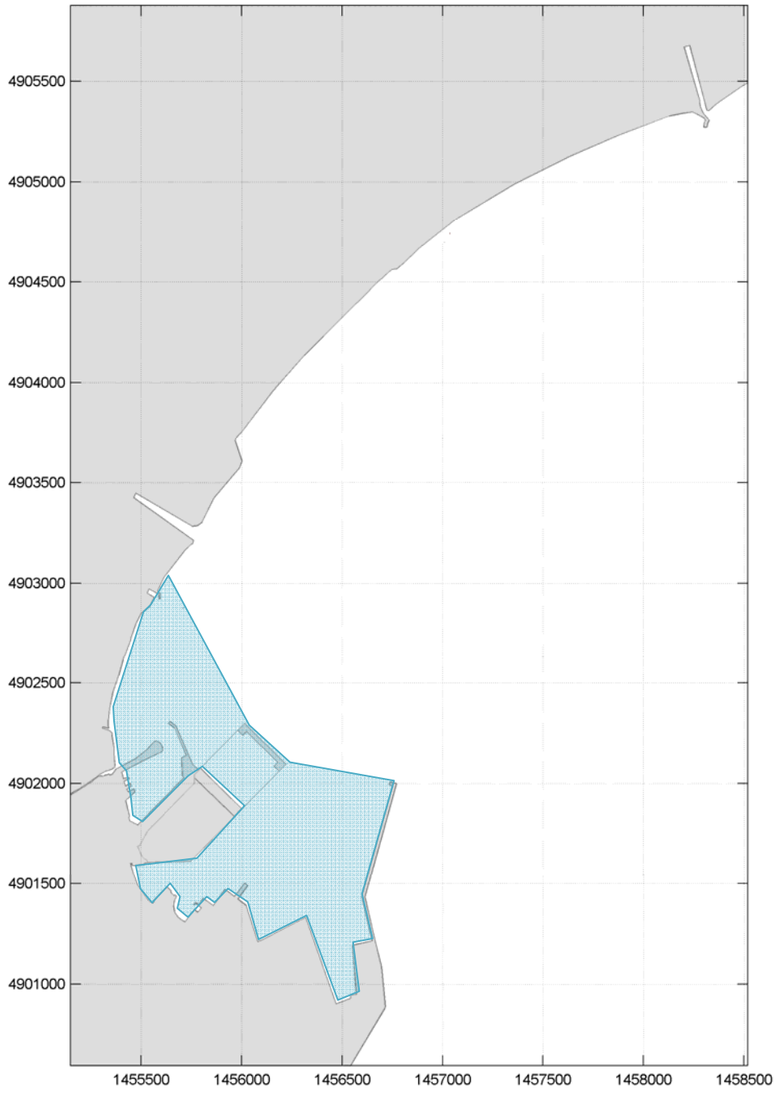


FIGURA 12-45 - DISTRIBUZIONE INIZIALE DEL TRACCIANTE UTILIZZATO PER IL TEMPO DI RICAMBIO

In Figura 11-44 è riportata la mappa con la distribuzione della durata dei tempi di ricambio (espressi in ore) in riferimento alla configurazione di Progetto Definitivo nella fase di esercizio.

Dalla figura si nota che il tempo di ricambio varia da poche ore nelle aree più esterne e vicine alla superficie di scambio con il mare aperto fino ad un massimo di circa 30 ore nelle aree più interne della rada di Vado situate in posizione più distante rispetto alla sezione di scambio.

I valori osservati nelle spiagge a sud della radice della piattaforma sono nell'ordine delle 24 ore mentre lungo la fascia litoranea a nord i valori cadono nell'intervallo 16-18 ore in prossimità della foce del Segno e diminuiscono rapidamente proseguendo verso nord lungo il litorale. All'interno del nuovo bacino del porto turistico i valori sono maggiori , nell'ordine di 22-26 ore, dal momento che l'unico canale di comunicazione con l'esterno è costituito dall'ingresso del porto stesso.

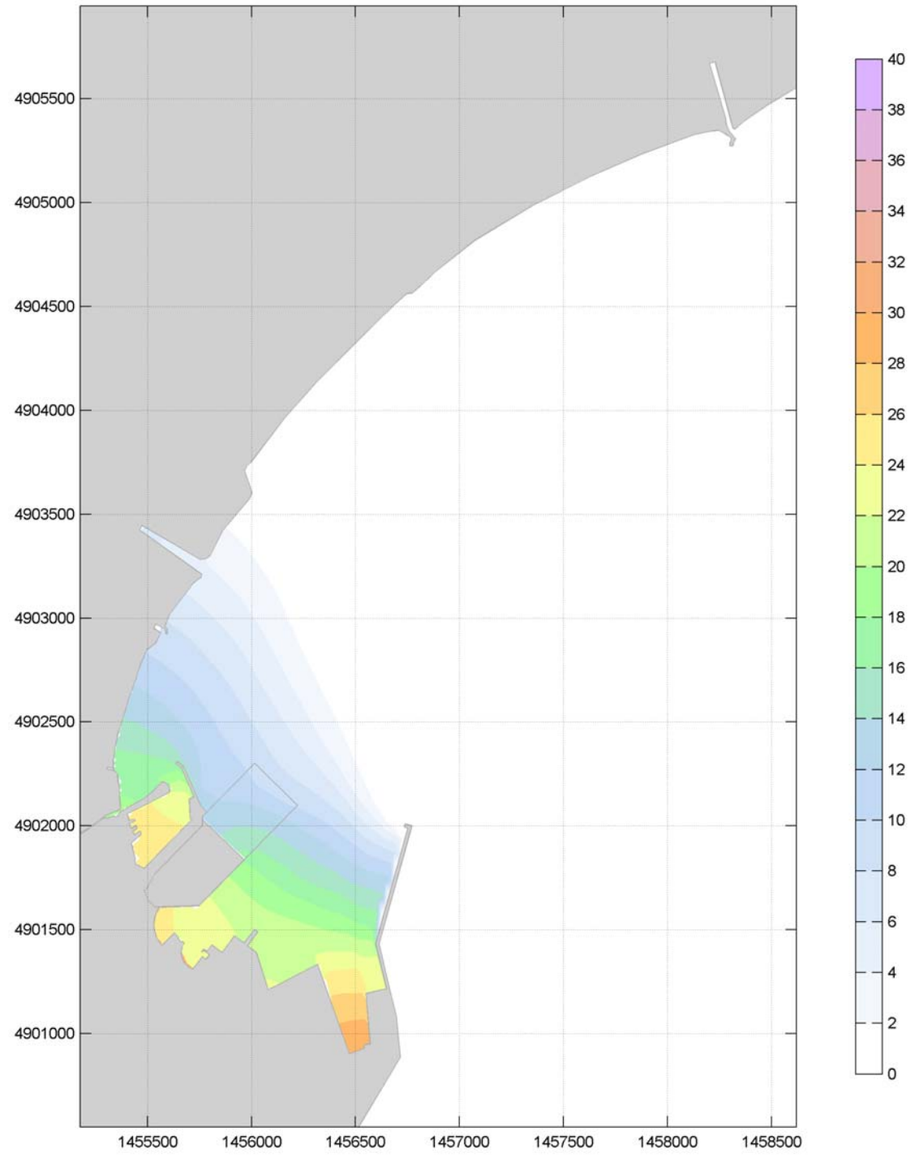


FIGURA 12-46 - DISTRIBUZIONE DEL TEMPO DI RICAMBIO – RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO.

12.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso

I test eseguiti sono quelli individuati nel precedente paragrafo e riportati nella Tabella 11-2 e si riferiscono a mareggiate caratterizzate da durata media pari a 1g/anno e a mareggiate caratterizzate da durata media pari a 5gg/anno concomitanti con condizioni di piena del T.Segno. Per una dettagliata descrizione delle condizioni di input assegnate al modello si rimanda al paragrafo 1.4.4 dell'Appendice.

I risultati dello studio della circolazione costiera, condotto per mezzo del codice di calcolo CMS-Flow interfacciato con il codice di calcolo CMS-Wave, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 12-47 a Figura 12-52).
I risultati riportano in forma grafica le velocità medie della corrente generata dalle mareggiate (mediate sul profilo verticale): le velocità sono rappresentate in termini di gradazioni cromatiche, mentre la direzione locale della corrente viene indicata mediante vettori il cui modulo è proporzionale alla velocità stessa.

Dall'osservazione dei risultati si ricava che nel tratto di litorale oggetto di studio la circolazione idrodinamica risulta sostanzialmente influenzata dalle diverse orientazioni della linea di riva lungo il litorale e dalla presenza del nuovo complesso piastra/darsena In particolare, si può osservare che si verificano locali distacchi della corrente litoranea, ma, soprattutto, che, fatta eccezione per il Levante da 1 g/anno, la dinamica è più che modesta in relazione alle parimenti modeste forzanti che agiscono nell'area di interesse.
Per quanto riguarda le simulazioni effettuate in presenza di piena del T. Segno, associate alle mareggiate da 5 gg/anno, si può osservare come l'elemento dominante nel campo delle correnti risulti sempre essere il flusso in uscita dalla foce del torrente.

La circolazione idrodinamica che si sviluppa a seguito della mareggiata di Levante caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 1) genera, a Sud della foce del Quiliano, una corrente relativamente intensa e diretta verso Sud-Ovest, che prosegue anche nel tratto centrale del litorale, lungo la spiaggia (spiaggia in ghiaia tra l'area camper e il T. Segno, nel seguito "spiaggia"), dove comunque subisce un importante rallentamento. La corrente si sviluppa verso Sud, rimanendo ridossata al litorale fin oltre la difesa radente a protezione del terrapieno del campo da basket e si distacca dal litorale in prossimità della foce del T.Segno per effetto della presenza del molo di sottoflutto della nuova darsena turistica.
L'idrodinamica che si sviluppa a seguito della mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2) genera un campo di correnti meno intense , caratterizzato da alcuni punti di inversione e di distacco della corrente. In particolare, si osserva che la presenza del nuovo complesso piastra/darsena favorisce il distacco della corrente nel tratto a Sud del litorale e la formazione di un punto di inversione in prossimità del sottoflutto della darsena.
Il campo di correnti che si osserva per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3) risulta generato essenzialmente dall'azione del vento in quanto la mareggiata giunge in prossimità del litorale con valori di altezza d'onda praticamente nulli e non è in grado di forzare la circolazione idrodinamica. Si osserva che la corrente, diretta verso Nord-Est, risulta piuttosto debole e interessa sostanzialmente solo il tratto più a Nord del litorale.

Come anticipato, in presenza della piena del T. Segno il campo delle correnti risulta principalmente influenzato dal flusso di piena in uscita; secondariamente, si può comunque osservare che le correnti generate dalle mareggiate con frequenza di 5 gg/anno confermano, con valori di velocità inferiori, le caratteristiche dei campi di corrente osservati per le mareggiate con frequenza 1g/anno.
Per quanto riguarda il flusso di piena in uscita dal torrente si osserva che risulta influenzato dalla presenza del sottoflutto della nuova darsena turistica che ne fissa la direzione di uscita, direzionandolo verso NE fino ad oltre il molo di sopraflutto della darsena, dove inizia a risentire dell'influenza della circolazione associata alle diverse mareggiate.

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

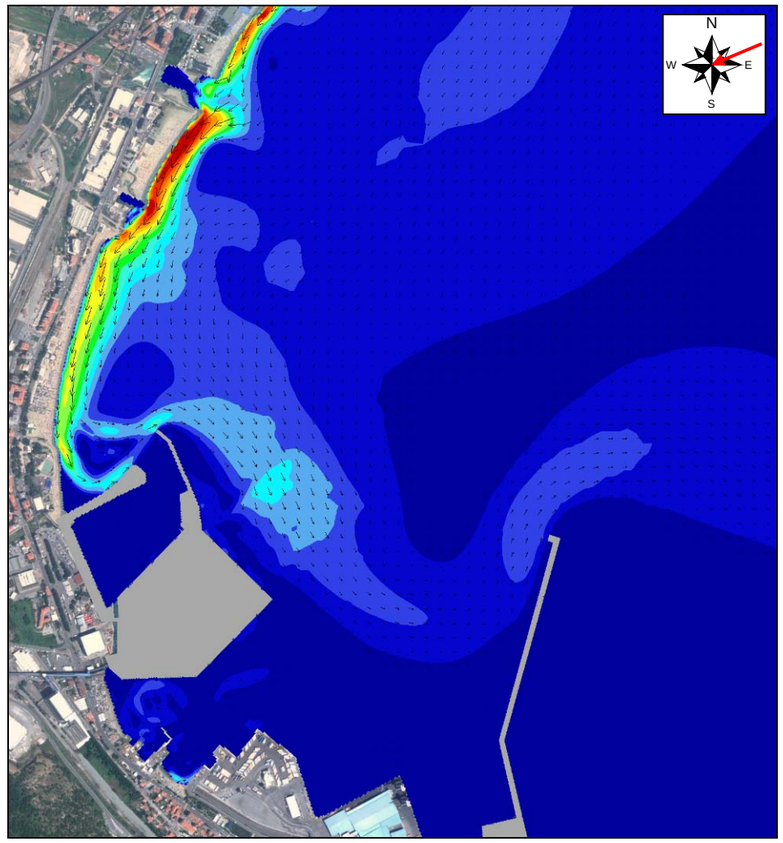


FIGURA 12-47 – TEST1 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

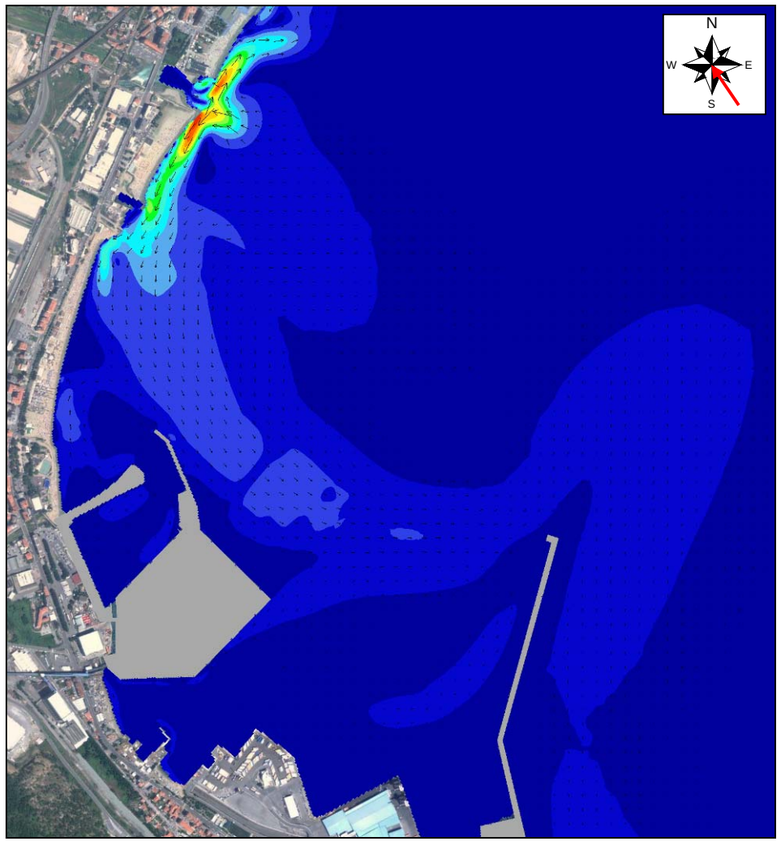


FIGURA 12-48 – TEST2 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

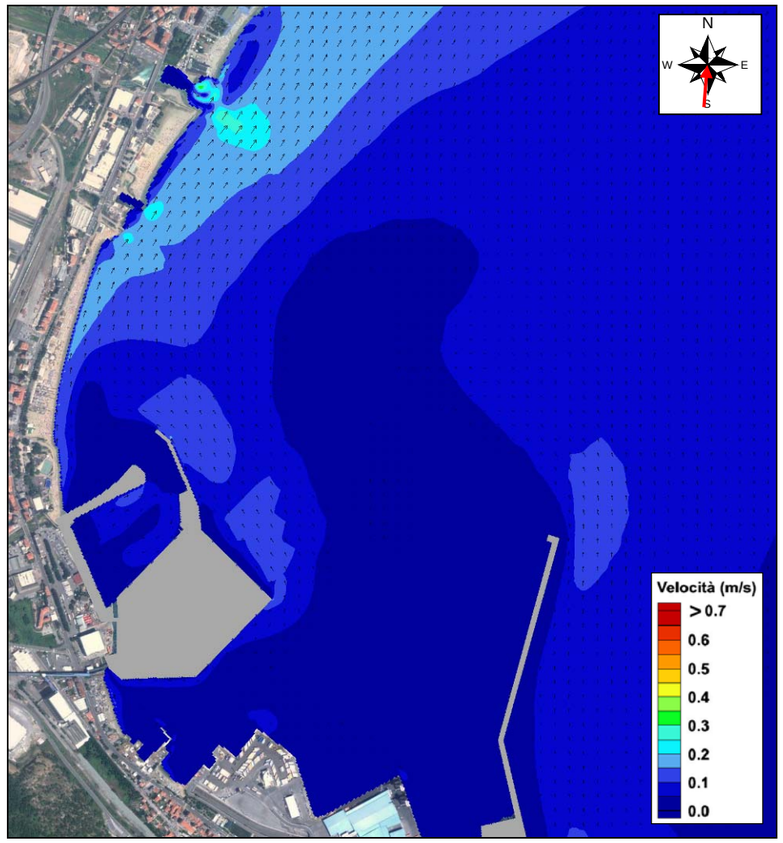


FIGURA 12-49 – TEST3 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

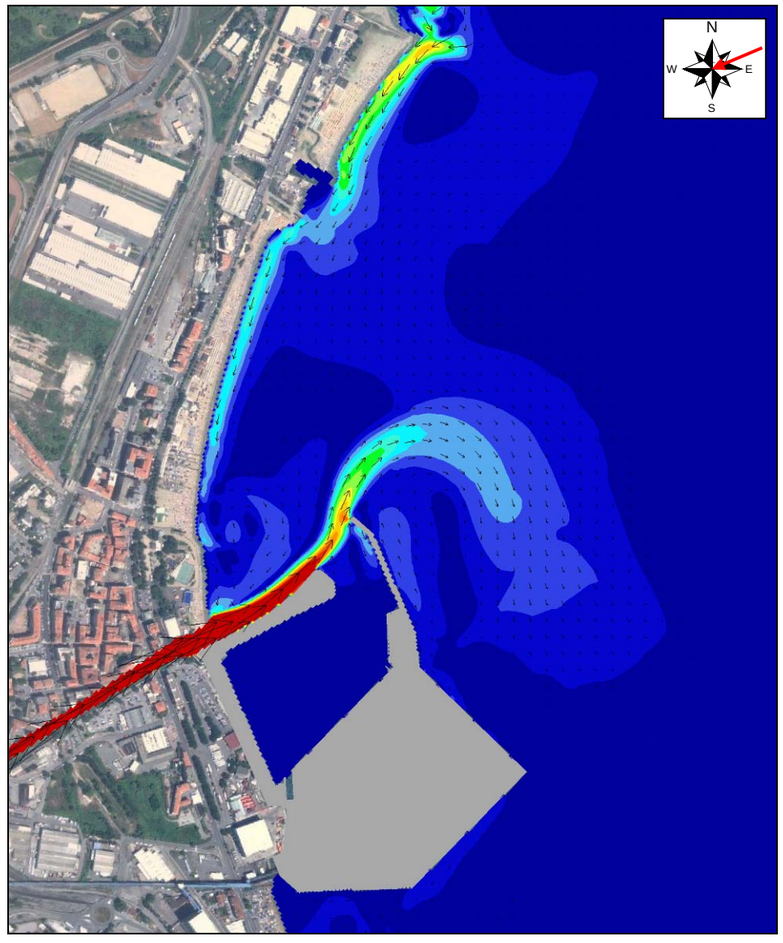


FIGURA 12-50 – TEST4 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

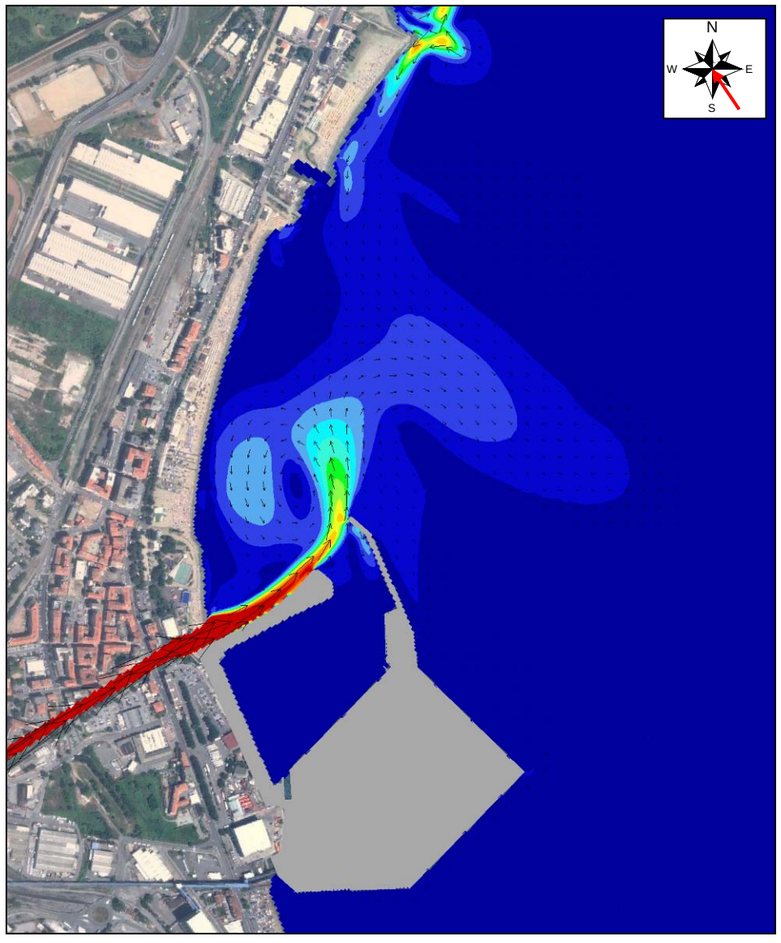


FIGURA 12-51 – TEST5 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

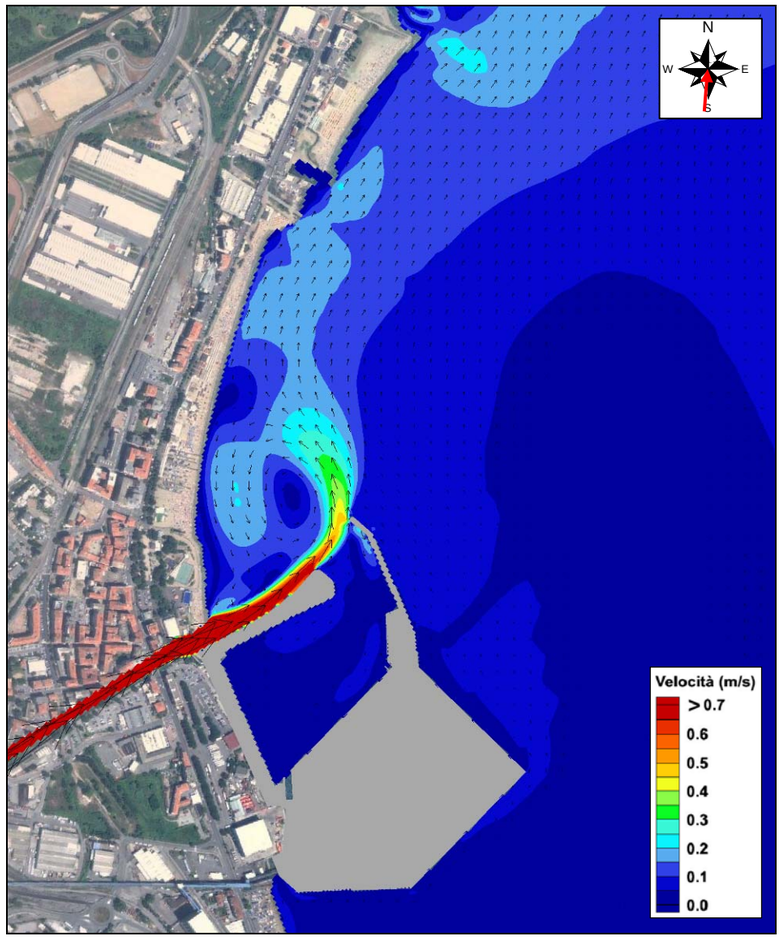


FIGURA 12-52 – TEST6 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

12.2.3. Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale

Trasporto solido litoraneo

I risultati in termini di trasporto solido ottenuti per mezzo del codice di calcolo CMS-Flow interfacciato con il codice di calcolo CMS-Wave, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 12-53 a Figura 12-58). Per ciascuna delle mareggiate analizzate sono stati riportati i risultati che rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

Dall'analisi dei risultati si osserva che le zone più attive dal punto di vista della movimentazione dei sedimenti sono quelle comprese tra la foce del Quiliano e l'area camper (cuspide fociva sommersa), mentre risulta piuttosto ridotta la mobilitazione dei sedimenti nel tratto centrale e meridionale del litorale ghiaioso-sabbioso tra le due foci.

La mareggiata di Levante caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 1) genera nel tratto di litorale a Nord, fino al cantiere nautico / parcheggio camper, un significativo trasporto solido, diretto verso Sud-Ovest. Procedendo verso Sud, nel tratto di spiaggia compreso tra l'area camper e la spiaggia in ghiaia si osserva una sensibile diminuzione della mobilitazione dei sedimenti, per effetto delle ridotte velocità della corrente. La mobilitazione prosegue poco oltre la scogliera radente a protezione del campo di basket fino ad annullarsi poco a Nord della foce del Segno.
La mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2) genera un trasporto solido piuttosto ridotto, ad eccezione dell'area in prossimità della foce del Quiliano dove la demolizione della cuspide fociva determina una maggior mobilitazione dei sedimenti, che interessa sostanzialmente il solo tratto prossimo alla foce.
A Sud del Quiliano il trasporto risulta diretto verso Sud-Ovest ed è caratterizzato da una mobilitazione piuttosto bassa, che si annulla rapidamente poco a Sud dell'area camper.

Per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3), si può osservare che, praticamente lungo tutto il tratto di litorale oggetto di interesse, non si genera una mobilitazione di sedimenti significativa.

Per quanto riguarda la mobilitazione di sedimenti generata dalle mareggiate caratterizzate da frequenza maggiore (5gg/anno), si può osservare come questa risulti piuttosto ridotta e assuma un certo rilievo solo per la mareggiata di Levante (TEST 4), che genera un trasporto solido diretto verso Sud, tendente ad annullarsi prima della foce del Segno.
Si può inoltre osservare che l'evento di piena è potenzialmente in grado di mobilitare una notevole quantità di materiale lungo l'asta fluviale, generando un intenso trasporto di materiale fino alla foce. Oltre la foce, invece, si osserva, per tutte i test eseguiti, una rapida diminuzione di intensità del trasporto, con il materiale che sedimenta entro breve distanza.
Si può quindi osservare che il trasporto alla foce non risulta sostanzialmente influenzato dalle concomitanti mareggiate. Si ricorda che le simulazioni con evento di piena sono state eseguite considerando che il materiale mobilitato dalla piena sia analogo a quello di interesse per lo studio del trasporto solido litoraneo (0.2 mm, come quasi tutto il fondale nell'area di studio), al fine di valutare dove questo venga trasportato per effetto della piena in concomitanza alle mareggiate. Il materiale mobilitato dalla piena è caratterizzato da granulometrie variabili e solo in piccola parte costituito da sedimenti di dimensioni uguali o inferiori ai 0.2 mm. Conseguentemente, tali simulazioni mostrano una mobilitazione potenziale dei sedimenti. Si rimanda al paragrafo 1.4.7 dell'Appendice per una più esaustiva trattazione con riferimento anche a granulometrie più grossolane.

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

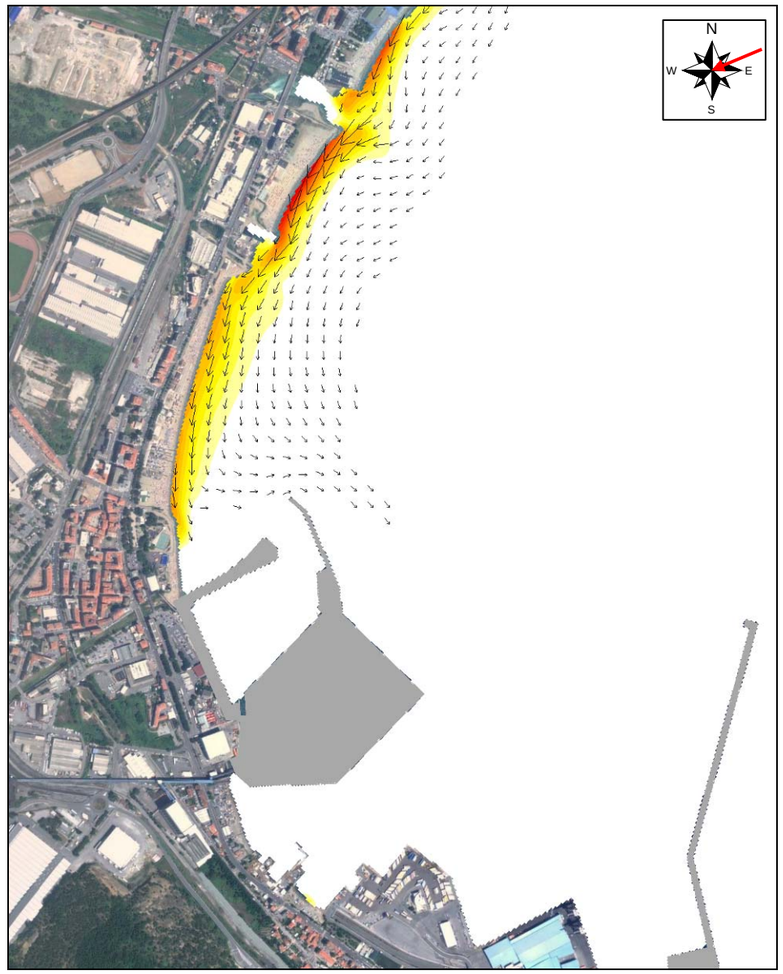


FIGURA 12-53 – TEST1 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

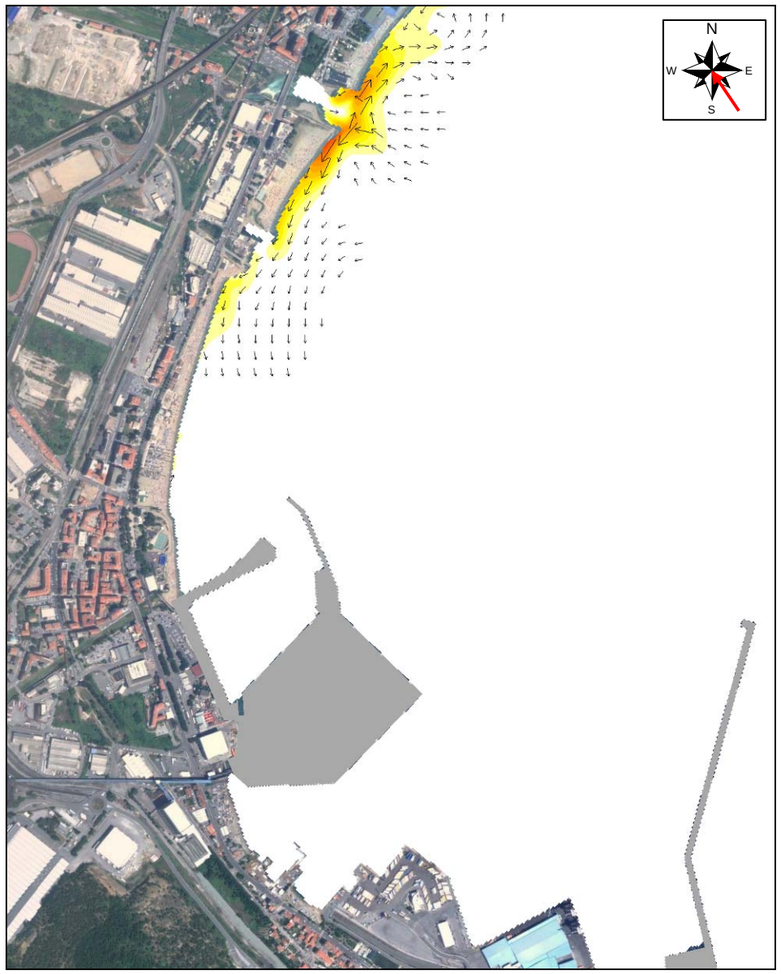


FIGURA 12-54 – TEST2 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

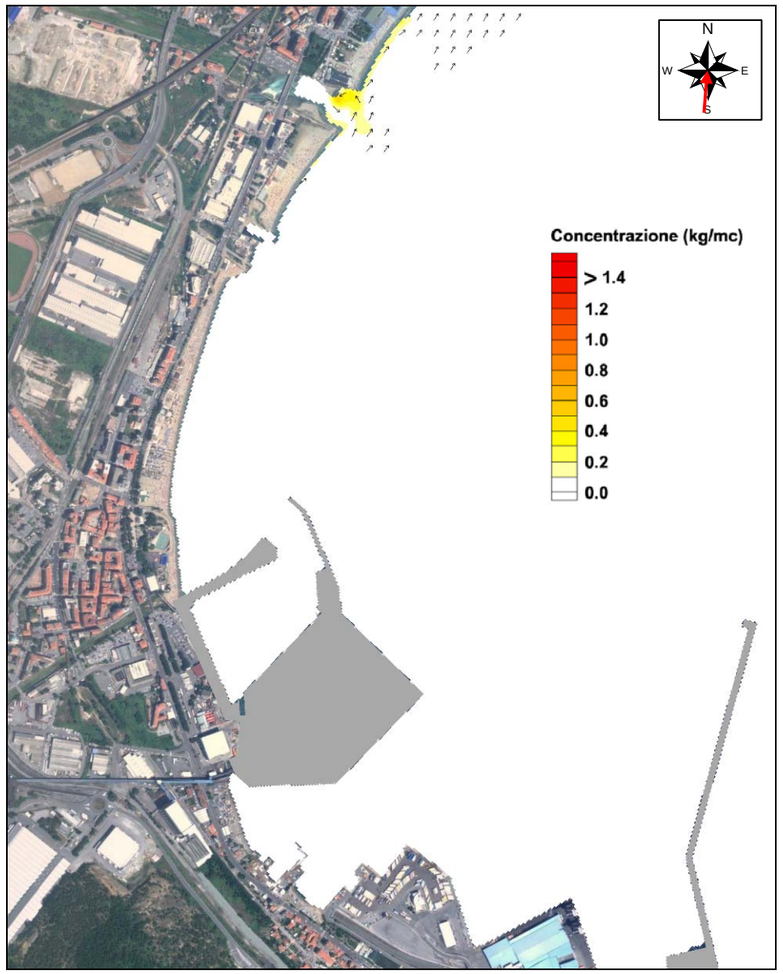


FIGURA 12-55 – TEST3 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

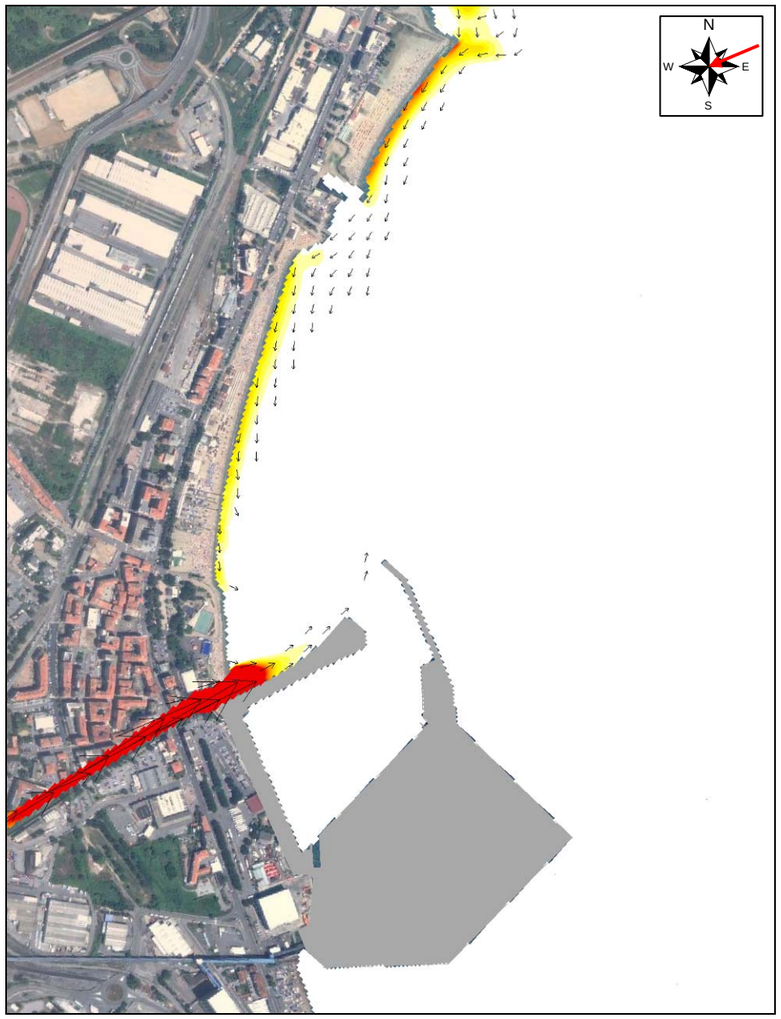


FIGURA 12-56 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

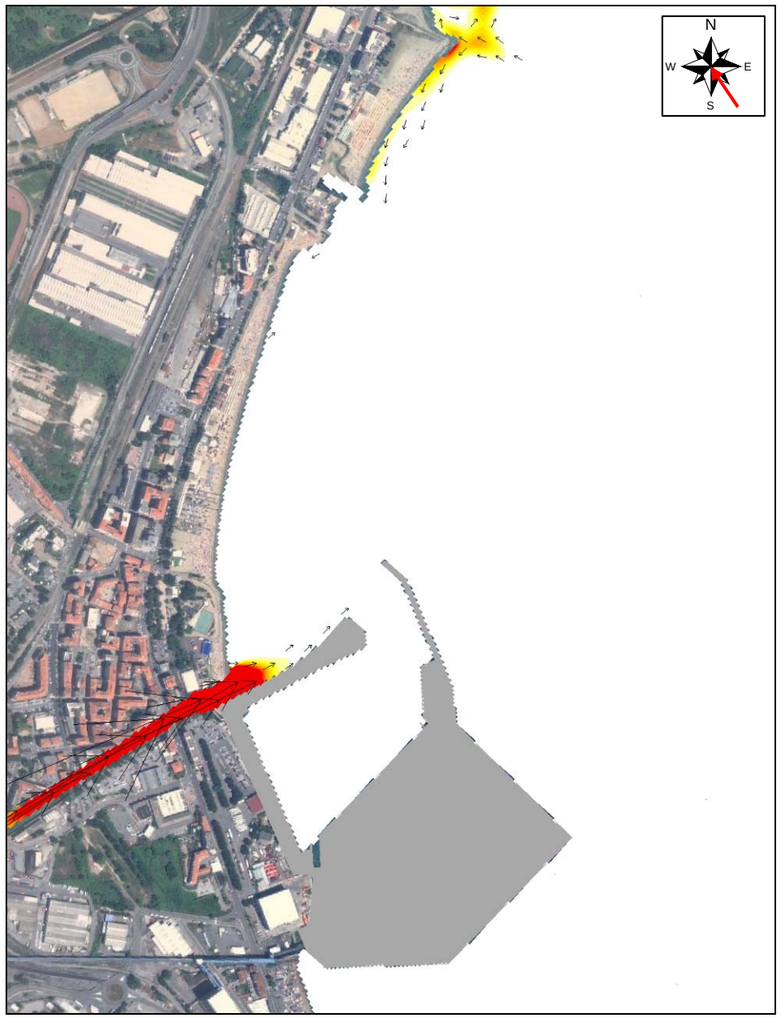


FIGURA 12-57 – TEST5 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

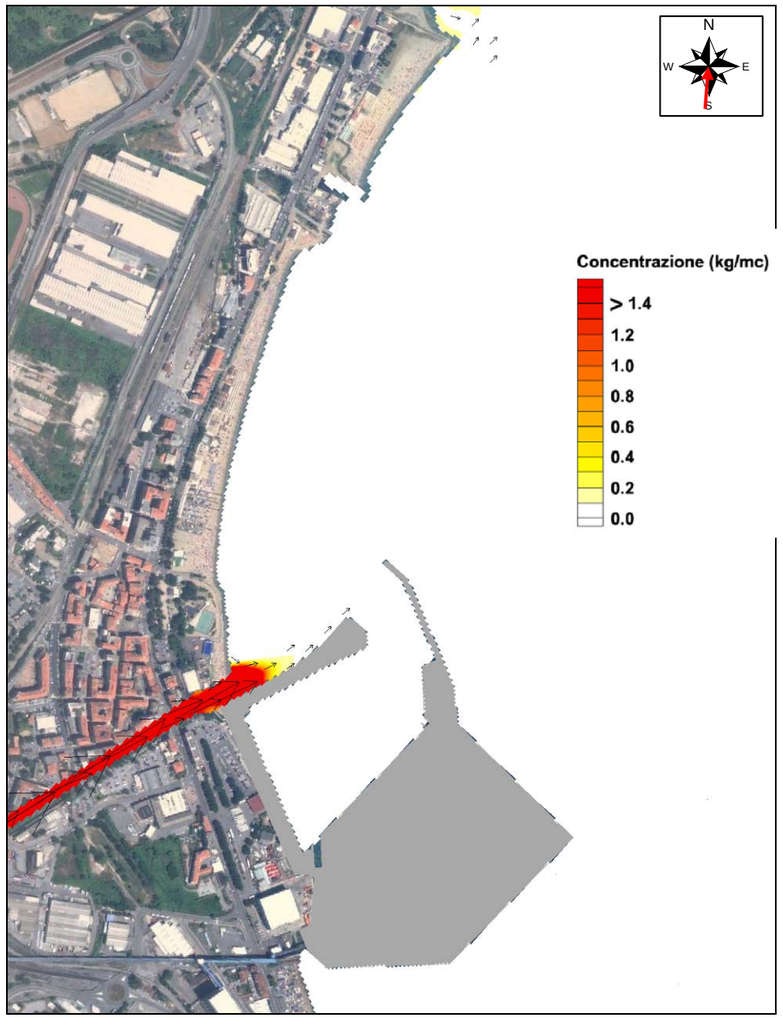


FIGURA 12-58 – TEST6 - TRASPORTO SOLIDO
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

Tendenze evolutive del fondale

Per ciascuna delle mareggiate precedentemente analizzate sono stati ricavati i risultati, attraverso il codice di calcolo CMS-Flow, in termini di evoluzione del fondale. I risultati delle simulazioni forniscono una indicazione sulla tendenza alla sedimentazione e all'erosione e rappresentano sostanzialmente la tendenza evolutiva della fascia di spiaggia attiva sommersa. I risultati si riferiscono alle tendenze sviluppate dalla persistenza delle mareggiate per una durata pari a 12 ore, in condizioni stazionarie, per i TEST 1, 2, e 3, mentre si riferiscono alla durata complessiva dell'evento di piena per i TEST 4, 5 e 6.

I risultati delle simulazioni per la configurazione di riferimento in fase di esercizio, in termini di evoluzione del fondale, sono riportati nelle figure successive (da Figura 12-59 a Figura 12-64) e rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, le aree tendenzialmente soggette a erosione (valori negativi, blu) e quelle tendenzialmente soggette a deposizione (valori positivi, rossi).

I risultati, in termini di trasporto solido (analizzati nelle pagine precedenti), hanno sostanzialmente evidenziato che il litorale risulta soggetto ad una mobilitazione di sedimenti da Nord verso Sud. In termini di tendenza evolutiva dei fondali, questo si traduce in una migrazione dei sedimenti dalla zona Nord (in erosione) verso la zona Sud (accrescimento).

Per la mareggiata di Levante caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 1) si osserva infatti che nel tratto a Nord, della spiaggia compresa tra l'area camper e la scogliera radente a protezione del campo di basket, sono presenti aree soggette ad erosione, mentre nel tratto meridionale si osservano aree soggette a deposizione. Nel tratto più a Sud, fino al T. Segno, non si rilevano invece tendenze evolutive rilevanti ad esclusione di una tendenza alla deposizione di materiale anche poco oltre scogliera del campo da basket.
Nella zona di foce del Quiliano si osserva una significativa erosione, associata alla demolizione della cuspide fociva, che ha come conseguenza la presenza di fenomeni deposizionali nel tratto di litorale immediatamente a Sud, tra la foce e l'inizio della spiaggia (area camper).

Per la mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2), anche se in misura molto inferiore, si osserva la sostanziale tendenza all'erosione del tratto di spiaggia prossimo all'area camper a favore della tratto centrale della spiaggia stessa. Tale tendenza risulta comunque piuttosto limitata, anche in relazione alla effettiva disponibilità di sedimenti nell'area.

Per la Mareggiata di Libeccio caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3) non si rilevano invece variazioni rilevanti del fondale.

Le simulazioni eseguite con la piena del Segno mostrano che i sedimenti provenienti dal torrente non vengono trasportati a grandi distanze dalla foce, ma vengono depositati nei pressi della stessa, comportando un locale accumulo. Si sottolinea nuovamente che, considerata la dimensione del materiale impiegato nella simulazione (0.2 mm), tali esiti rappresentano un risultato potenziale. Si rimanda al paragrafo 1.4.7 dell'Appendice per una più dettagliata trattazione dell'argomento; in estrema sintesi, il materiale più grossolano, quantitativamente prevalente, possiede una mobilità ulteriormente ridotta.

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

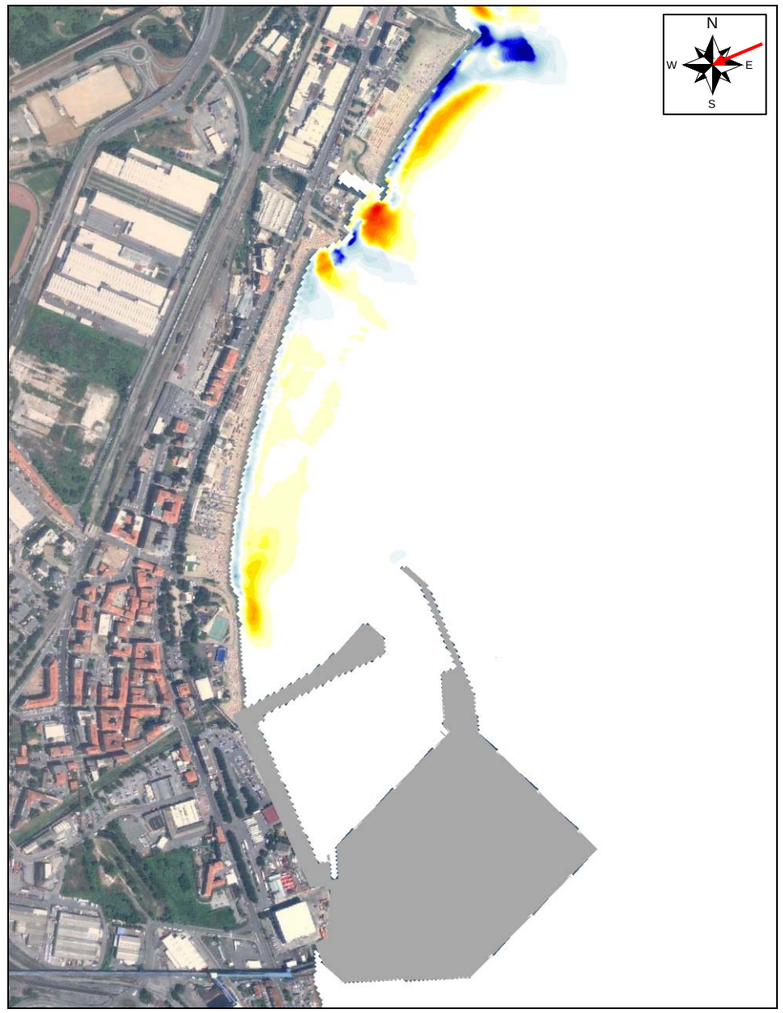


FIGURA 12-59 – TEST1 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

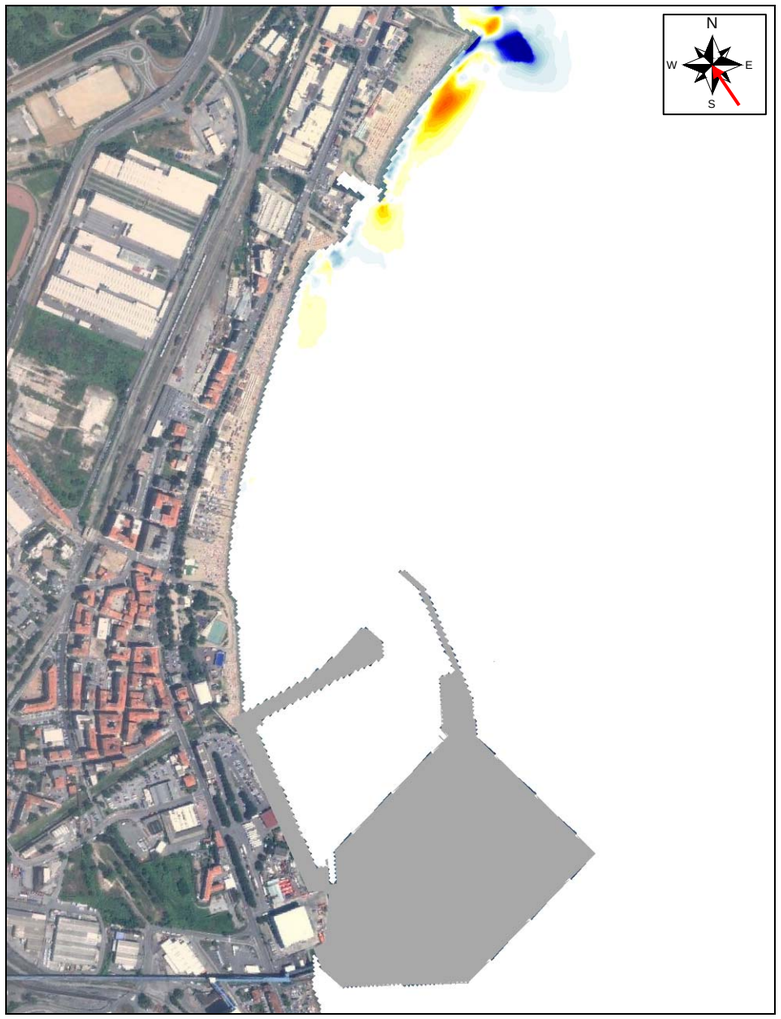


FIGURA 12-60 – TEST2 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

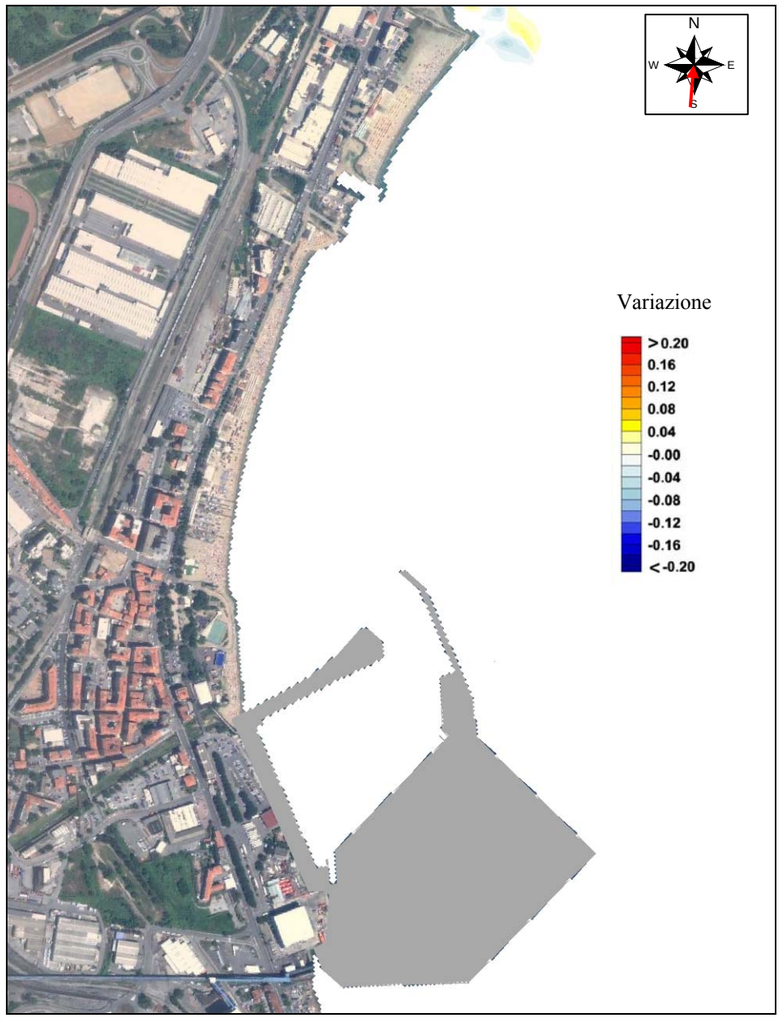


FIGURA 12-61 – TEST3 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

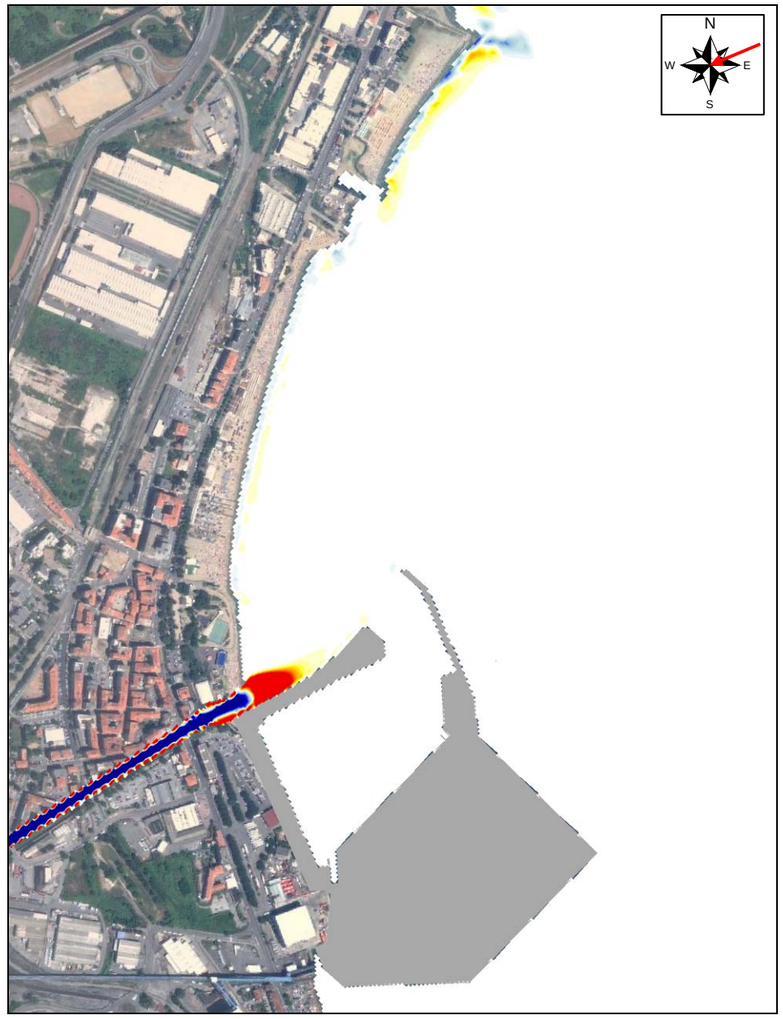


FIGURA 12-62 – TEST4 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

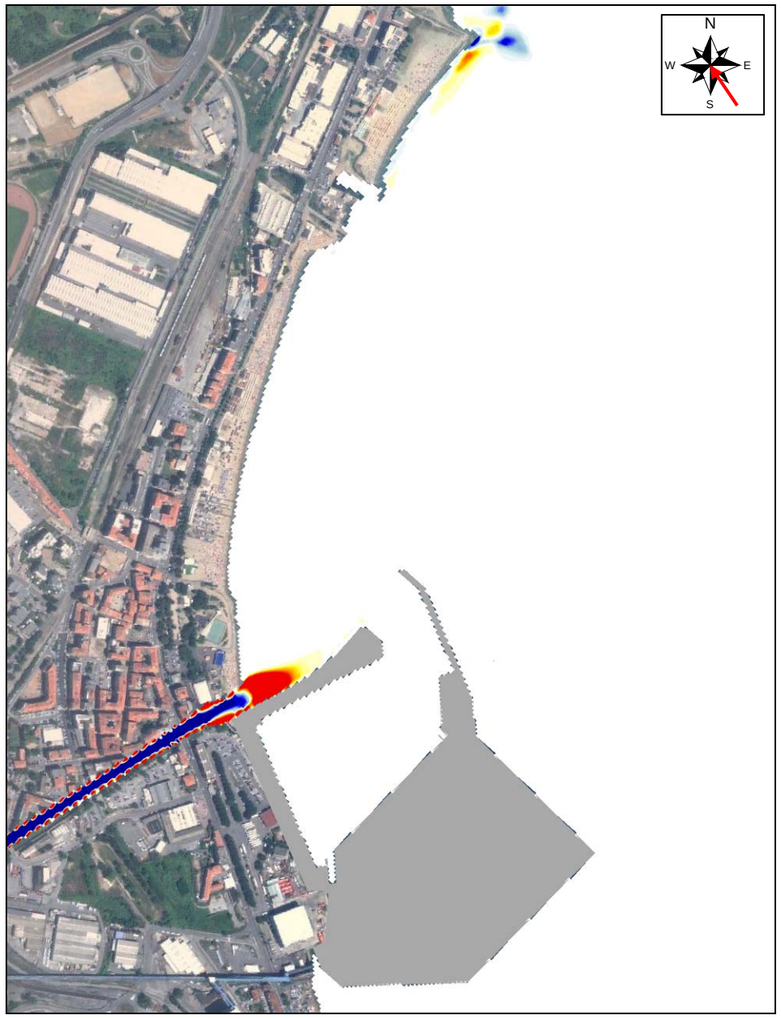


FIGURA 12-63 – TEST5 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

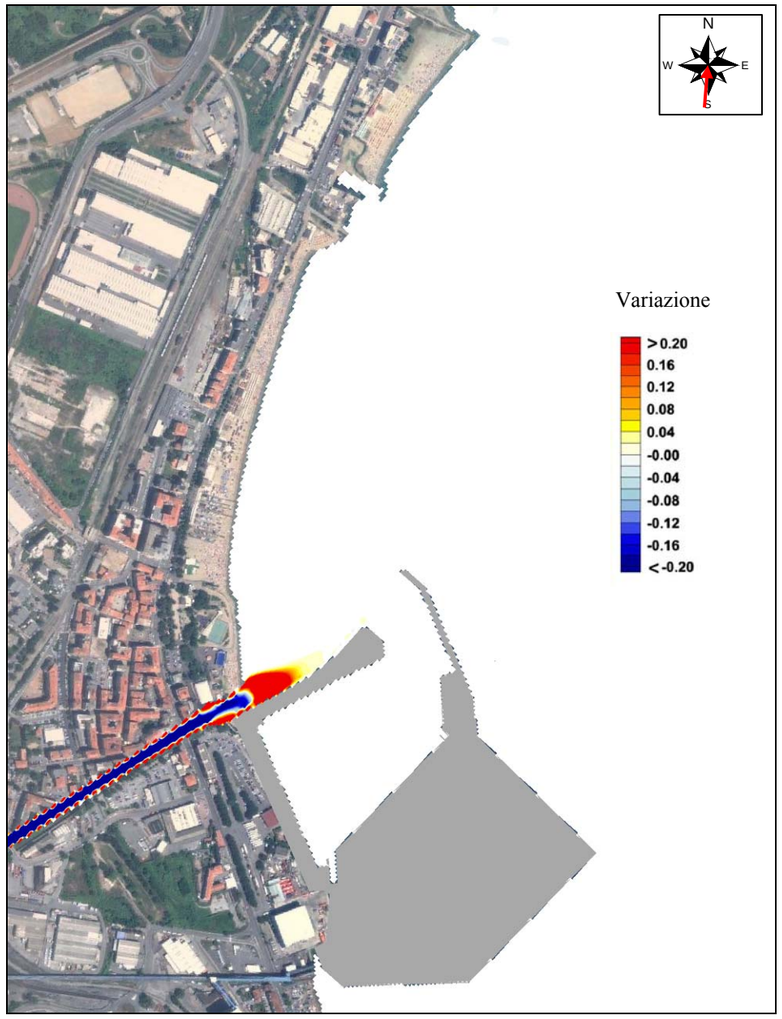


FIGURA 12-64 – TEST6 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO
HS = 1.61 M - TP = 6.80 S – DIR = 185°N

12.2.4. Qualità delle acque marino costiere

A valle della procedura di screening per le varianti di Progetto Esecutivo, presentata alla Regione Liguria nell'Agosto 2013 era emersa la necessità di indagare ad un livello più approfondito anche il potenziale impatto delle varianti di progetto sulla qualità della acque di balneazione.

Una riduzione della capacità di scambio del sistema potrebbe infatti determinare un potenziale peggioramento della qualità delle acque litoranee compromettendo così l'uso legittimo delle coste, in primis, la balneazione in prossimità delle spiagge locate a nord ed a sud della piattaforma.

La normativa vigente, il Decreto Legislativo n.116 del 30 maggio 2008 che recepisce la direttiva 2006/7/CE concernente la gestione delle acque di balneazione stabilisce che i principali indicatori utilizzati per valutare la qualità delle acque di balneazione costiere e superficiali sono costituiti dalla concentrazione delle popolazioni batteriche dell'Escherichia Coli e degli Enterococchi Intestinali.

Per la valutazione della qualità delle acque balneazione nel tratto litoraneo di interesse è stato ritenuto di utilizzare come parametro di riferimento per la qualità delle acque, la concentrazione di un inquinante non conservativo rappresentativo di una popolazione batterica.

In linea generale il metodo per la valutazione degli impatti di una nuova configurazione presuppone come base di partenza la valutazione del parametro di interesse nella situazione di riferimento di cui sono noti gli andamenti spaziali e temporali e, in una seconda fase, il confronto con la situazione modificata assumendo le stesse forzanti al contorno.

In questo contesto, tuttavia, non essendo possibile esprimere delle valutazioni in termini assoluti sulla qualità delle acque di balneazione data la mancanza l'insufficienza di dati e la natura occasionale e aleatoria delle contaminazioni batteriche, è stato deciso di utilizzare un approccio di tipo parametrico.

Per valutare l'effetto di una eventuale variazione della capacità di ricambio sulla qualità delle acque di balneazione, in modo del tutto simile a quanto fatto per la diffusione dei traccianti conservativi, sono stati considerati dei rilasci parametrici di un carico batterico per ciascuna potenziale e probabile sorgente di contaminante e sono stati quindi valutati la dinamica nello spazio e nel tempo del carico di inquinante immesso nel sistema.

La procedura seguita nell'ambito di queste analisi si è sviluppata nei seguenti passi:
– raccolta ed analisi dei dati esistenti sulla qualità delle acque
– identificazione delle potenziali sorgenti di inquinamento batterico
– predisposizione del modello per la dispersione di un tracciante di tipo batterico
– identificazione degli scenari di studio
– esecuzione delle simulazioni della dispersione di un tracciante non conservativo di tipo batterico

I dati disponibili

La prima attività eseguita è stata la raccolta e l'analisi dei dati disponibili di qualità delle acque con particolare riferimento alle misure di concentrazione dei carichi batterici. Queste analisi hanno avuto un duplice obbiettivo: la caratterizzazione dell'ambiente nella situazione attuale e l'identificazione delle più probabili e potenziali sorgenti di un carico batterico nell'area litoranea in esame.

La base di partenza per le analisi di qualità delle acque è costituita dal set di dati raccolti dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Regione Liguria

(ARPAL) nell'ambito della attività per il monitoraggio e classificazione della qualità delle acque di balneazione.

ARPA Liguria dispone di una rete di controllo lungo tutto il tratto costiero regionale interessato da attività balneari per un totale di 368 punti di cui 97 punti nella sola provincia di Savona.

Nell'ambito di questo studio i punti di maggiore interesse sono quelli localizzati in prossimità dell'area di intervento e sono:
- La stazione Foce del Torrente Quiliano immediatamente a nord della foce stessa
- La stazione Aurelia 5 a sud della foce del Quiliano
- La stazione Aurelia 100
- La stazione Foce del Torrente Segno
- La stazione Aurelia 320 in località porto Vado

La mappa con l'ubicazione dei punti di misura di ARPAL è riportata in Figura 12-65.

Il set di dati ambientali sulla qualità delle acque non è tuttavia omogeno sia in riferimento alla frequenza di campionamento che ai parametri rilevati in ragione del cambiamento della normativa tecnica di riferimento in seguito al recepimento della nuova Direttiva Europea sulle acque di balneazione.

La normativa nazionale sulle acque di balneazione in vigore fino al 2009 derivava dalla direttiva comunitaria n. 76/160 dell'8 dicembre 1975 che perseguiva due obbiettivi fondamentali: la tutela della salute pubblica e la salvaguardia dell'ambiente ed è stata recepita in Italia con il DPR n. 470 dell'8 giugno 1982

Per definire la balneabilità delle acque il DPR 470/82 considerava 12 parametri: tre erano indicatori di inquinamento fecale (Coliformi totali, Coliformi fecali, Streptococchi fecali); due, facoltativi, erano rivolti alla ricerca di specifici patogeni (Salmonella e Enterovirus); altri quattro parametri erano essenzialmente indicatori di inquinamento di origine industriale (pH, fenoli, sostanze tensioattive, oli minerali); i restanti tre parametri (ossigeno disciolto, colorazione, trasparenza) fornivano indicazioni correlabili ai processi eutrofici e ai problemi estetici delle acque ma potevano anche interessare l'aspetto igienico-sanitario in caso di "fioritura" di alghe produttrici di biotossine.

La nuova normativa sulla qualità della acque che subentra a partire dal 2010 alla vecchia normativa è stabilita nel Decreto legislativo 30 maggio 2008, n. 116 che recepisce la Direttiva Europea 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione e abroga la direttiva 76/160/CEE.

La nuova legge stabilisce i nuovi criteri e parametri per la valutazione delle acque di balneazione ed istituisce anche un sistema per la gestione e la classificazione delle acque di balneazione.

In conformità a questa normativa i nuovi parametri di controllo sono:
- la concentrazione degli Enterococchi intestinali espressi in UFC/100 ml
- la concentrazione dell'Escherichia Coli espressi in UFC/100 ml

Oltre a questi, per ciascuna stazione, è previsto anche il monitoraggio di altri parametri di tipo fisico quali: Temperatura aria, Temperatura acqua, Direzione vento, Intensità vento, Stato del mare, Direzione di provenienza onde, Intensità della corrente, Stima visuale altezza onde, Condizioni meteo presenza di pioggia e Copertura nuvolosa.

Il Decreto legge stabilisce anche le norme tecniche che definiscono le distanze minime tra due punti di prelievo, le modalità di prelevamento dei campioni e le metodiche analitiche. La norma stabilisce anche che i campioni devono essere prelevati 30 centimetri sotto la superficie dell'acqua e in acque profonde almeno 1 metro.

Il set di dati di qualità delle acque a disposizione può dunque esser suddiviso in due blocchi: il primo raccoglie dati di qualità dal 2006 al 2009 e contiene le misure sulla concentrazione di Coliformi Totali e Fecali oltre che ad altri parametri fisici/chimici.

Il secondo copre il periodo dal 2010 al 2014 e raccoglie i dati sulle concentrazioni dell'Escherichia Coli e degli Enterococchi intestinali ed altri parametri fisici.

Una volta raccolti e classificati i dati è stato, quindi, possibile effettuare analisi di tipo statistico. In particolare sono state analizzate le correlazione spaziali e temporali tra i dati di concentrazione misurati nelle diverse stazioni e la correlazione tra i dati di concentrazione e le precipitazioni (misurate alle stazioni di Savona e di Capo Vado) per verificare se vi fosse un legame tra eventi di contaminazione batterica le portate dei torrenti.

Per dettagli circa il modello si rimanda alla Relazione "Analisi degli effetti sull'idrodinamica e il ricambio" di Progetto Esecutivo (cod. elaborato: MI010P-PE-G-L-R-4130-C0).

Dall'analisi dei dati è stato osservato che:

- i livelli di qualità delle acque nella situazione attuale, sulla base dei criteri stabiliti dalla normativa vigente, sono classificati come "eccellenti" . Tutto il litorale savonese ha ricevuto negli ultimi anni la certificazione di "bandiera blu";
- gli episodi di superamento dei livelli limite stabiliti dalla legge sono occasionali e si esauriscono nell'arco di 24 ore; in riferimento alla precedente normativa (DPR 470/82) si sono registrati complessivamente 11 superamenti occasionali della concentrazione di Coliformi fecali. In riferimento invece alla nuova normativa (D.Lgs 116/08) si sono registrati 2 superamenti dei limite di legge nell'estate del 2014 sia nei valori di concentrazione all'Escherichia Coli che nei valori degli Enterococchi intestinali. In ogni caso comunque non si sono mai manifestati più superamenti consecutivi giornalieri dei limiti di legge.
- nei casi caratterizzati da episodi di superamento dei limiti di legge o nei quali è visibili un apprezzabile incremento delle concentrazioni batteriche, non si è osservata una correlazione spaziale a larga scala, cioè un aumento dei valori su tutte le stazioni considerate ma in alcune circostanze si osservano valori più alti anche nelle stazioni limitrofe.
- non vi è apparente correlazione tra le precipitazioni misurate e i dati concentrazione.

Sulle base di queste osservazioni è stato possibile concludere che eventuali contaminazioni batteriche nell'area sono molto probabilmente legate a delle immissioni accidentali di un carico batterico che viene quindi recapitato a mare attraverso i rii ed i torrenti che sfociano nell'area.

L'origine di queste immissioni non è definita; potrebbe essere legata a malfunzionamenti delle condotte di adduzione del depuratore civile di Savona oppure a scarichi occasionali di altra natura.

In conclusione, quindi, le principali sorgenti identificate di un carico batterico sono rappresentate dai Torrenti Segno, Quiliano e Letimbro e dai rii minori quali il Rio Fontanazza, il Rio Lusso ed il Rio Sant'Elena.

L'ubicazione delle fonti di contaminazione considerate in questo studio è riportata in Figura 12-66.

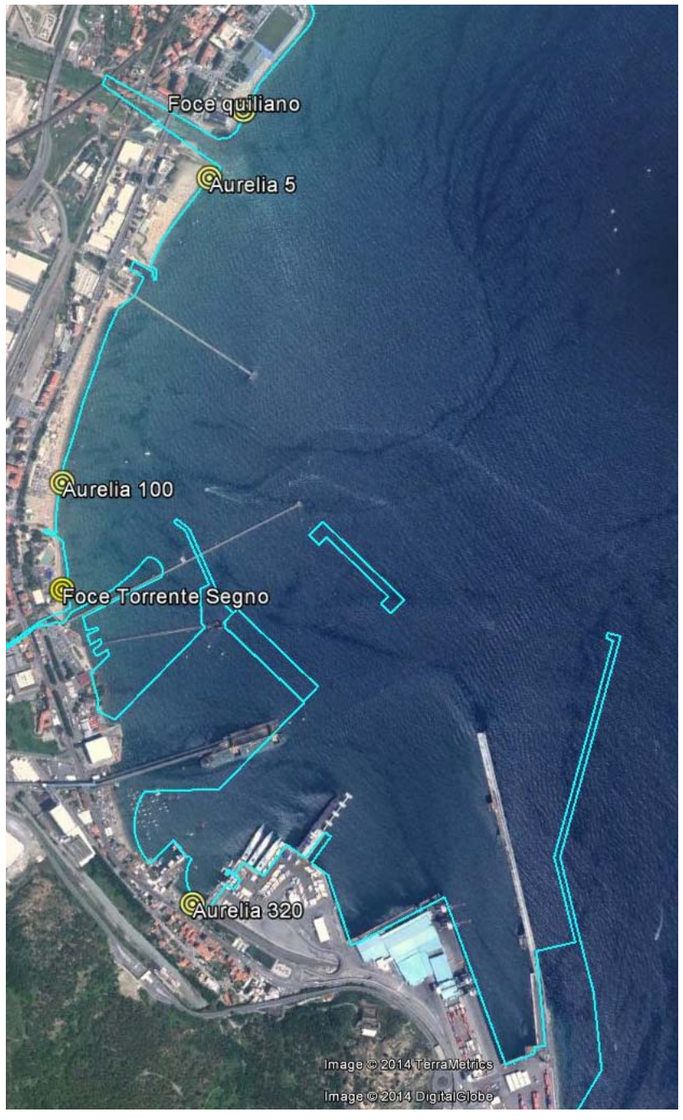


FIGURA 12-65 – UBICAZIONE DELLE STAZIONI ARPAL PER LA QUALITÀ DELLE ACQUE DI BALNEAZIONE.

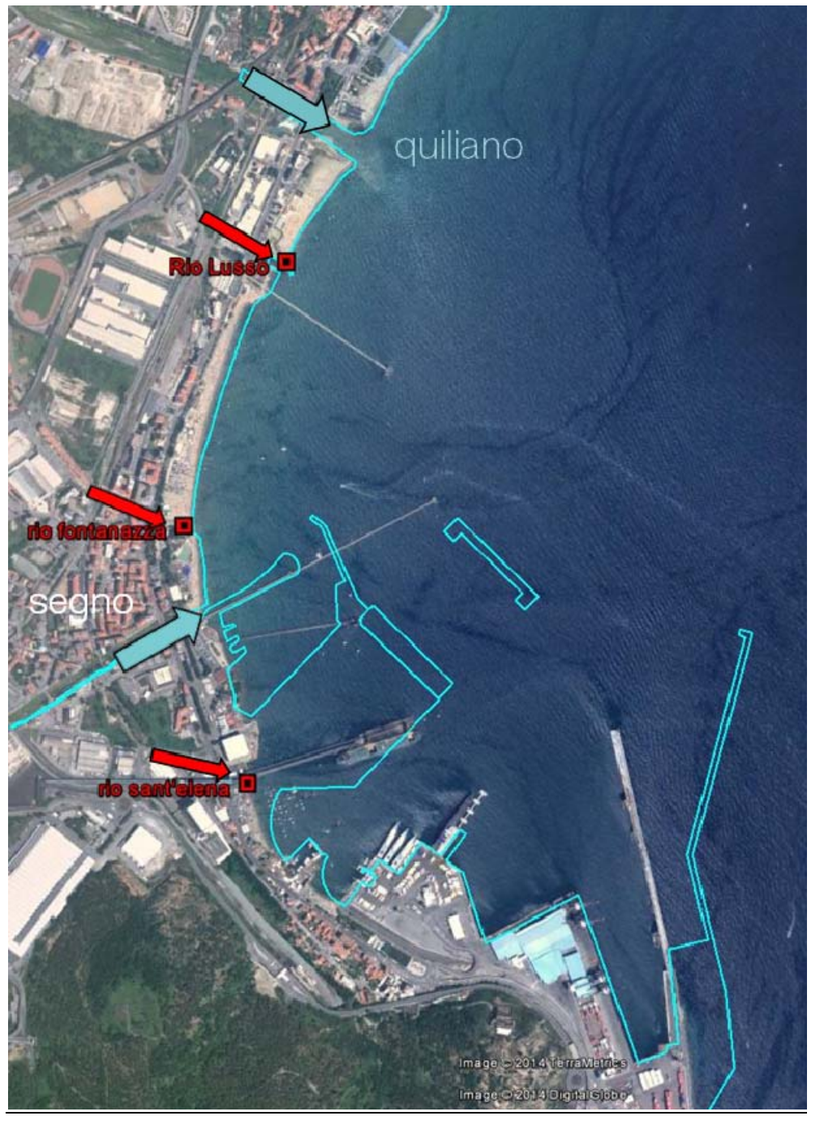


FIGURA 12-66 – POSIZIONE DEI RILASCI DEI CARICHI BATTERICI IN CORRISPONDENZA DEI CORSI D'ACQUA E RII SFOCIANTI NELLA RADA DI VADO.

Il modello per la dispersione di un tracciante non conservativo di tipo batterico

Il modello utilizzato per lo studio della dispersione di un inquinante di tipo batterico è il Delft3D-WAQ, il modulo per lo studio della qualità delle acque che fa parte della più ampia suite di software Delft3D, un sistema integrato di modelli numerici sviluppato presso i laboratori dell'istituto di ricerca olandese "Deltares" per la simulazione in una schematizzazione 2 e 3 dimensionale dei processi che determinano i flussi, il trasporto di sedimenti, la propagazione del moto ondoso, la qualità delle acque e l'ecologia di un ambiente acquatico costiero e fluviale.

Il modello Delft3D-WAQ è in grado di riprodurre tutti i principali processi di tipo fisico, (bio) chimico e biologico che avvengono in un ambiente acquatico marino/fluviale e di determinare, quindi, l'evoluzione sia nello spazio che nel tempo dei principali parametri che descrivono da un punto di vista qualitativo lo stato del corpo idrico.

Il modello utilizza come base di riferimento per il calcolo dei processi, il database idrodinamico generato dal corrispettivo modulo idrodinamico Delft3D-FLOW, in cui sono archiviati, per ciascun cella di calcolo ed in molteplici istanti di tempo, le informazioni idrodinamiche riguardanti i flussi, i livelli del tirante idrico, la temperatura, la salinità, la viscosità e la diffusività.

In particolare, il Delft3D-WAQ utilizza delle librerie di calcolo basate su delle formulazioni matematiche riconosciute in letteratura scientifica, che sono in grado di simulare i processi che regolano la mortalità e la dinamica di una popolazione batterica sottoposta a delle forzanti naturali. In particolare in questo studio è stato fatto riferimento alle formulazioni empiriche sviluppate da Mancini (1978) per la valutazione del T_{90} ovvero il tempo necessario per abbattere del 90% la concentrazione iniziale del carico batterico ("*Numerical estimates of Coliform bacteria mortality rates under various conditions*").

Nelle presenti analisi, la dinamica della popolazione batterica è simulata supponendo un tasso di decadimento del primo ordine secondo la formulazione

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = -k \times C(x,t)$$

in cui:

C	è la concentrazione batterica
t	il tempo
x	il vettore indicante la posizione spaziale
k	il coefficiente di decadimento batterico

Il coefficiente di decadimento k esprime il tasso di mortalità della popolazione batterica ed è in generale un parametro che dipende dalla intensità della radiazione ultravioletta, il principale agente di inattivazione della carica batterica, dalla salinità, dalla temperatura dell'acqua e dalle caratteristiche peculiari del ceppo batterico.

Il modello matematico utilizza come base di riferimento la medesima schematizzazione 3 dimensionale, caratterizzata dalla suddivisione della colonna d'acqua in 5 σ-layers di spessore variabile del modello idrodinamico così come definito nel paragrafo 11.2.5.

Nel modello utilizzato viene considerata la variazione della salinità dovuta alla dispersione dell'acqua dolce proveniente dai fiumi. La temperatura dell'acqua e l'intensità della radiazione ultravioletta, invece, sono stati considerati costanti ed uniformi assumendo dei valori tipici di uno scenario estivo.

Il tasso di mortalità della popolazione batterica (in questo caso l'Escherichia Coli), risulta, quindi, un parametro variabile nello spazio, nella colonna d'acqua e nel tempo. Valori tipici del T_{90} variano tra le 15 e ore 35 ore in funzione della posizione spaziale e verticale considerata.

La taratura del modello nella situazione attuale

Una volta predisposto il modello dispersivo è stato effettuata una taratura, seppur semplificata data l'esiguità dei dati disponibili, confrontando i risultati ottenuti con il modello con i dati misurati nelle diverse stazioni per alcuni eventi considerati significativi.

Per la taratura del modello sono stati identificati, sulla base dei dati raccolti, 5 eventi caratterizzati da livelli significativi di concentrazione batterica.

Non essendo disponibili informazioni sui carichi batterici alla sorgente, per ciascuno di questi casi sono state eseguite delle simulazioni modellistiche variando in modo sistematico sia la concentrazione del carico batterico alla sorgente sia i parametri che regolano la dinamica della mortalità batterica e verificando che il campo di concentrazione calcolato dal modello fosse coerente con i dati misurati

Considerata la quasi totale assenza di vento e corrente rilevate durante le misure è stato deciso di far riferimento come base idrodinamica ad uno scenario meteomarino caratterizzato da una marea media e dall'assenza di vento.

Per dettagli circa il modello si rimanda alla Relazione "Analisi degli effetti sull'idrodinamica e il ricambio" di Progetto Esecutivo (cod. elaborato: MI010P-PE-G-L-R-4130-C0).

A titolo di esempio si riportano nelle Figure da Figura 12-67 a Figura 12-68 i risultati ottenuti in riferimento a due eventi misurati, l'evento del 2 settembre 2013 e l'evento del 6 Giugno 2013.

Nelle figure i valori misurati sono rappresentati da cerchietti colorati mentre i valori calcolati dal modello vengono presentati come curve di iso-concentrazione. Entrambi i valori si riferiscono ai livelli di concentrazione misurati nello strato superficiale della colonna d'acqua. Si noti che i limiti superiori delle scale di colore nelle figure sono diversi.

Nell'evento del 2 Settembre 2013 si possono osservare che nelle stazioni in prossimità della foce del Quiliano (Stazione Foce Quiliano) e del Segno (Stazione Foce T. Segno) i valori misurati della concentrazione della Escherichia Coli erano superiori a 250 UFC/100 ml. La stazione Aurelia 5 immediatamente a sud della foce del Quiliano riportava un valore di 99 UFC/100 ml mentre la stazione Aurelia 100 situata tra le foci dei due torrenti i valori erano più bassi e pari a 64 UFC/100ml.

Considerando che i valori più elevati di concentrazione erano stati misurati vicino alle foci dei torrenti è stata, quindi, eseguita una simulazione ipotizzando un rilascio costante in corrispondenza dei due torrenti. I risultati della simulazione indicano che con queste condizioni di rilascio si genera un campo di concentrazione verosimile alla situazione effettivamente misurata.

Nelle stazioni Foce T. Segno e Aurelia 100 si osserva un'ottima corrispondenza dei valori, mentre in prossimità del Torrente Quiliano la corrispondenza appare soddisfacente anche se meno accurata.

Nell'evento del 6 Giugno 2013 è possibile osservare dei valori significativi (ma comunque al di sotto dei limiti di legge) di concentrazione dell'Escherichia Coli nelle stazioni ARPAL Aurelia 100 e Foce T. Segno con dei valori misurati pari rispettivamente a 344 e 65 UFC/100ml. Nelle rimanenti stazioni di misura i valori di Escherichia coli sono risultati assenti o molto bassi.

Considerando che le stazioni più vicine alle foci dei Torrenti Quiliano e Segno presentavano dei valori molto bassi è stata eseguita una simulazione numerica ipotizzando un solo rilascio in corrispondenza del Rio Lusso, una sorgente posta tra le due stazioni di misura dove era stato misurato un incremento della concentrazione batterica.

I risultati della simulazione denotano una corrispondenza con i valori misurati molto soddisfacente in entrambi i punti di controllo; dalle mappe della concentrazione si osserva anche un rapido decadimento della concentrazione batterica che scende sotto

la soglia di 50 UFC/100 ml nel raggio di qualche centinai di metri dal punto sorgente.

Dai risultati del modello si evince che un eventuale immissione di un carico batterico è soggetta ad un rapido decadimento nel raggio di qualche centinaia di metri come si può notare dall'andamento delle curve di iso-concentrazione.

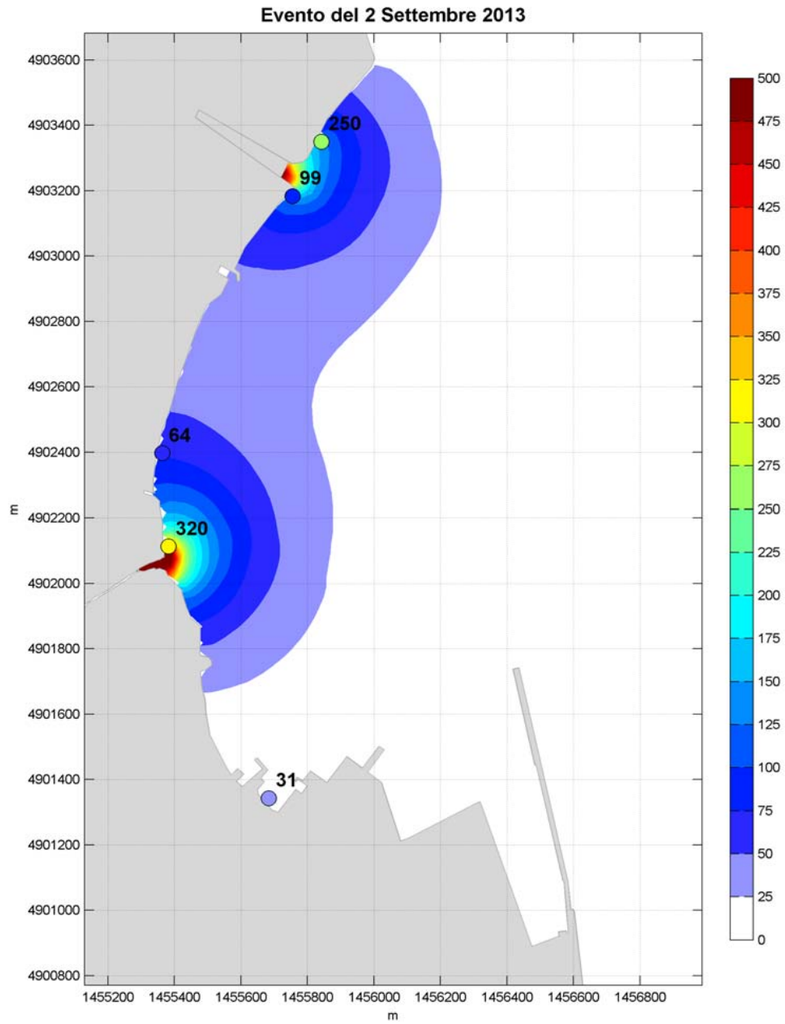


FIGURA 12-67 – EEVENTO DEL 2 SETTEMBRE 2013 – CONCENTRAZIONE DELL'ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML) NELLO STRATO SUPERFICIALE

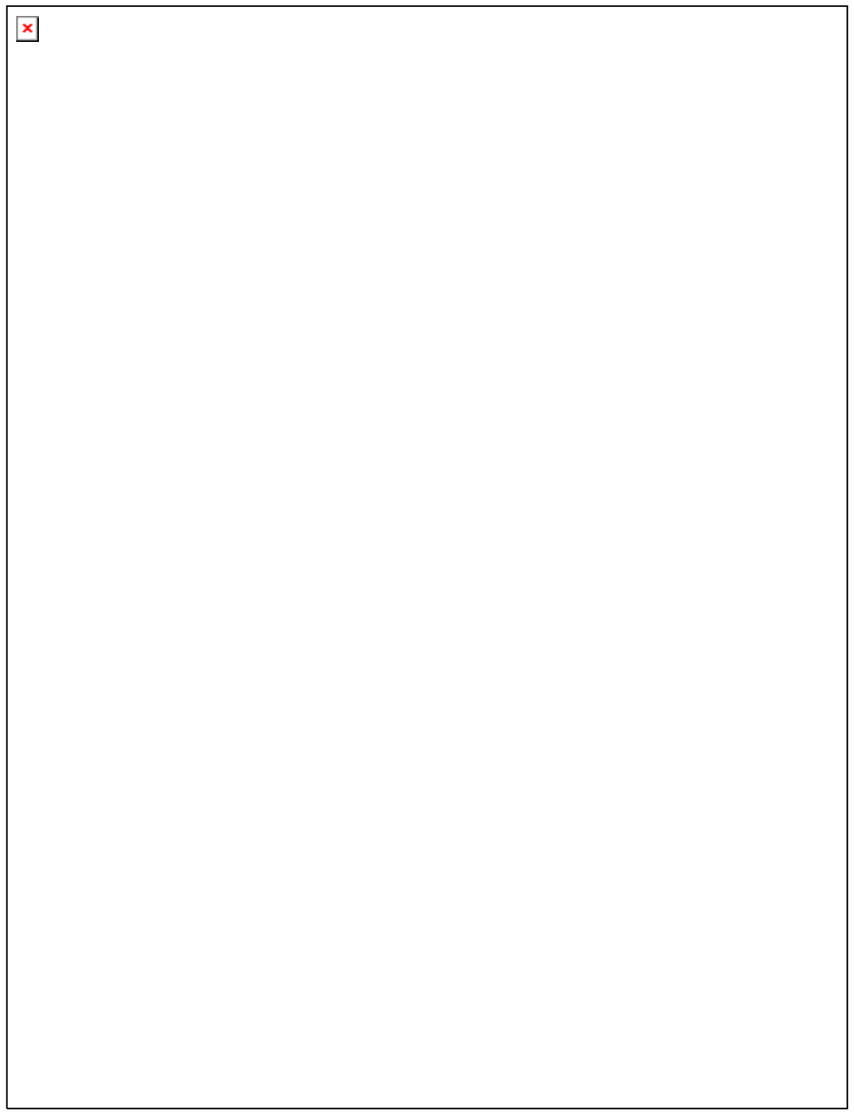


FIGURA 12-68 – EVENTO DEL 6 GIUGNO 2013 – CONCENTRAZIONE DELL'ESCHERICHIA COLI (UFC/100ML) NELLO STRATO SUPERFICIALE

Le analisi modellistiche

Una volta verificato che il modello fosse in grado di rappresentare in modo adeguato la dinamica della mortalità della popolazione batterica nella situazione attuale, sono state eseguite delle simulazioni per verificare l'impatto di uno scarico batterico sulle acque del litorale nella configurazione di Progetto Definitivo approvata.

La valutazione è stata effettuata considerando uno scenario meteomarino caratterizzato dall'assenza di vento e da una marea media come riportato nei paragrafi precedenti. La condizione meteo marina senza vento è infatti il caso più critico in quanto caratterizzato da una minore capacità di trasporto e, quindi, di minore dispersione del tracciante batterico.

Nella predisposizione delle simulazioni sono state fatte le seguenti assunzioni:

– è stato considerato un tracciante differente per ciascuna potenziale sorgente precedentemente identificata in modo da valutare l'effetto di ciascuna singola immissione;
– a ciascuna sorgente è stato imposto un rilascio unitario (pari a $1 m^3/s$) costante e continuo con una concentrazione batterica pari a 10000 MPN/100ml per una durata di 72 ore; la simulazione è stata quindi fatta proseguire per altre 48 (quindi per un totale di 120 ore) fino alla completa scomparsa della concentrazione batterica su tutto il dominio di calcolo;
– sono stati considerati i medesimi parametri fisici e biologici per la definizione del T_{90} e del tasso di mortalità batterica, come definiti durante la fase di taratura.

Per ciascuna simulazione eseguita sono stati estratti i campi di concentrazione dell'Escherichia Coli a differenti istanti temporali a partire dall'istante finale dello scarico. I livelli di concentrazione si riferiscono allo strato superficiale della colonna d'acqua, ovvero quello di maggiore interesse ai fini della balneazione.

I risultati delle simulazioni sono riportati da Figura 12-69 a Figura 12-73 per i 5 differenti rilasci considerati. Nelle figure sono rappresentate le mappe spaziali della concentrazione relativa nel livello superficiale della colonna d'acqua.

La concentrazione relativa (in questo caso in per mille) è definita come il rapporto tra la concentrazione *C(x,t)* in un punto *x* del dominio di calcolo al tempo *t* e la concentrazione C_0 al rilascio. Questo rapporto indica anche l'abbattimento della concentrazione rispetto al carico iniziale immesso nel sistema.

Le mappe della concentrazione relativa si riferiscono a tre istanti temporali: all'istante finale del rilascio in cui si manifestano i massimi livelli di concentrazione (T = 72 ore), a tre ore dalla fine del rilascio e a 6 ore dalla fine del rilascio.

Dalle analisi è stato osservato che:

– il carico batterico tende a ridursi sotto la soglia del 1 ‰ in un arco temporale variabile tra le 5 e le 9 ore dalla fine del rilascio.
– In termini generali, come già osservato per le analisi dei traccianti conservativi, la dispersione dei traccianti è abbastanza omogenea attorno al punto di immissione. Questo è dovuto al fatto che la componente avvettiva della dispersione è molto limitata visto la modesta circolazione idrodinamica che caratterizza la zona
– In riferimento al torrente Quiliano ed al Rio Lusso il plume del tracciante tende rapidamente a scomparire per l'effetto combinato della pura dispersione idrodinamica e a causa dell' "invecchiamento" del tracciante. Anche nell'istante finale del rilascio, il momento in cui si osservano le massime concentrazioni, le concentrazioni del tracciante sono inferiori al 10-20 ‰ alla distanza di qualche centinaia di metri. Le concentrazioni del tracciante tendono praticamente a scomparire s tutto il dominio di calcolo (valori sotto la soglia del 1 ‰) già a 3 ore dalla fine del rilascio.
– In riferimento al Rio Fontanazza si nota che la realizzazione del nuovo molo di sopraflutto della darsena turistica che si estende a partire dalla fice del Segno e la radice della piattaforma rappresentano un ostacolo fisico alla propagazione del tracciante batterico. In questi casi quindi il plume assume una forma non simmetrica e tendenzialmente più allungata verso Nord-Est. In termini assoluti, nell'istante finale della simulazione, i valori delle concentrazioni sono nell'ordine del 50 ‰ nell'immediato intorno del rilascio e tendono rapidamente a scendere sotto il 10 ‰ alla distanza di qualche centinaio di metri. Anche in questo caso la riduzione dei traccianti batterici è rapida e nell'arco di 6 ore le concentrazioni superficiali scendono sotto la soglia del 1 ‰ in tutto il dominio
– In riferimento al torrente Segno valgono le considerazioni fatte al punto precedente. In questo caso l'effetto della presenza del molo della nuova darsena risulta più evidente data la posizione della foce del foce del Segno. Si osserva che il plume è tendenzialmente meno simmetrico e più allungato verso Nord-Est. In termini assoluti, nell'istante finale della simulazione, i valori delle concentrazioni sono nell'ordine del 50 ‰ nell'intorno del rilascio e tendono rapidamente a scendere sotto il 10 ‰ alla distanza di qualche centinaio di metri. Anche in questo caso la riduzione dei traccianti batterici è rapida e nell'arco di 6-7 ore le concentrazioni superficiali scendono sotto la soglia del 1 ‰ in tutto il dominio ad eccezione del bacino racchiuso all'interno della darsena turistica .
– In riferimento al Rio Sant'Elena si osserva che la propagazione del tracciante risente della conformazione morfologica dell'area che è chiusa verso nord dalla radice della piattaforma e verso sud dalle banchine dell'attuale terminal traghetti. In questo caso il plume del tracciante non potendosi espandere rimane più confinato nella zona circostante il punti di immissione determinando così livelli maggiori di concentrazione. Nell'istante finale della simulazioni i livelli dei concentrazione relativa del tracciante sono nell'ordine del 50-100 ‰ nell'immediato intorno del punto di rilascio e tendono progressivamente a diminuire sotto la soglia del 10 ‰ allontanandosi qualche centinaia di metri verso mare rispetto alla sorgente. Anche in questo caso l'abbattimento nel tempo della concentrazione di tracciante è rapida anche se, in ragione delle maggiori concentrazioni, il completo abbattimento del carico batterico sotto la soglia del 1 ‰ necessità di circa 9 ore.

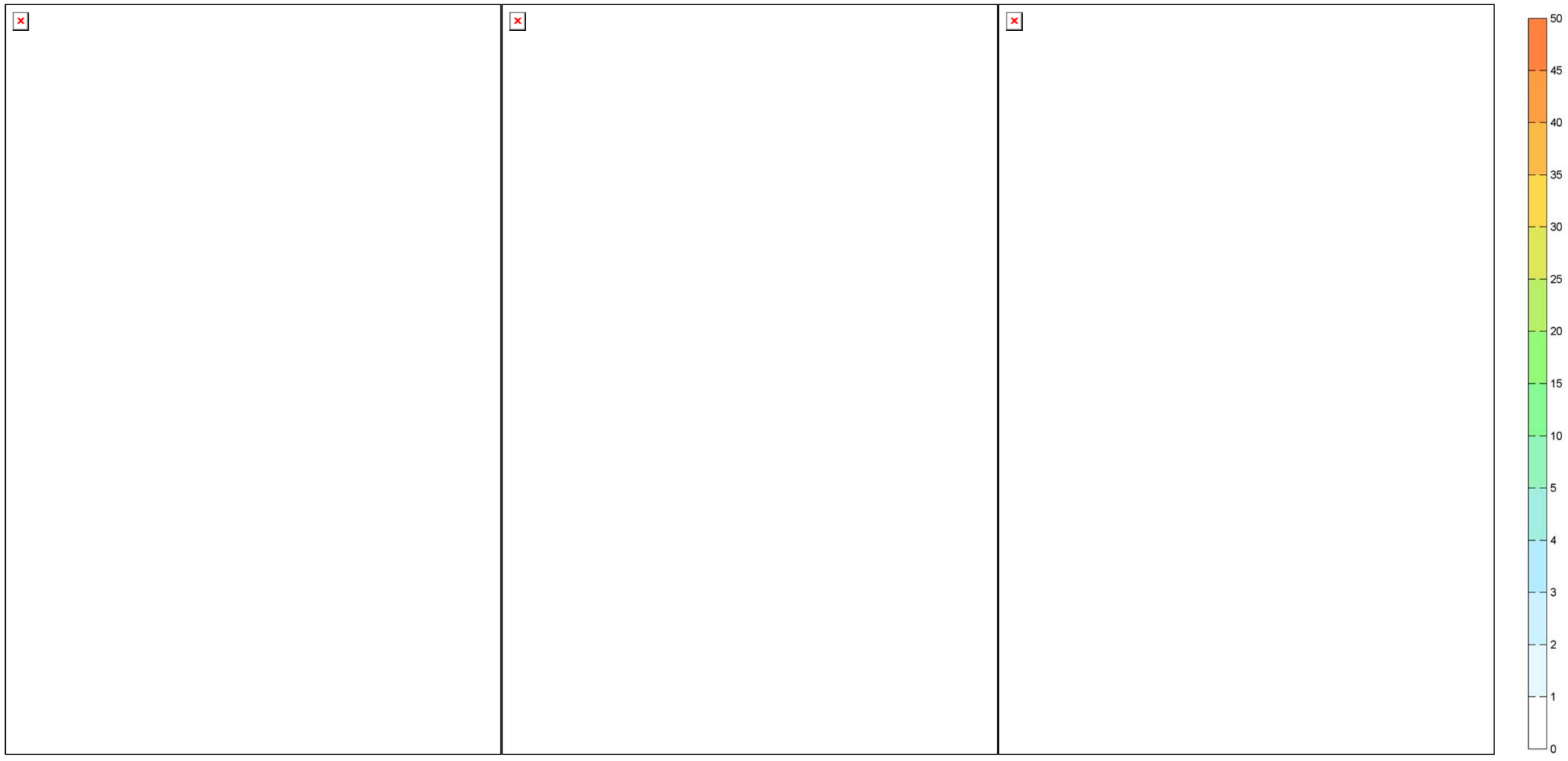


FIGURA 12-69 – RILASCIO FIUME QUILIANO - CONCENTRAZIONE ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE (RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO)

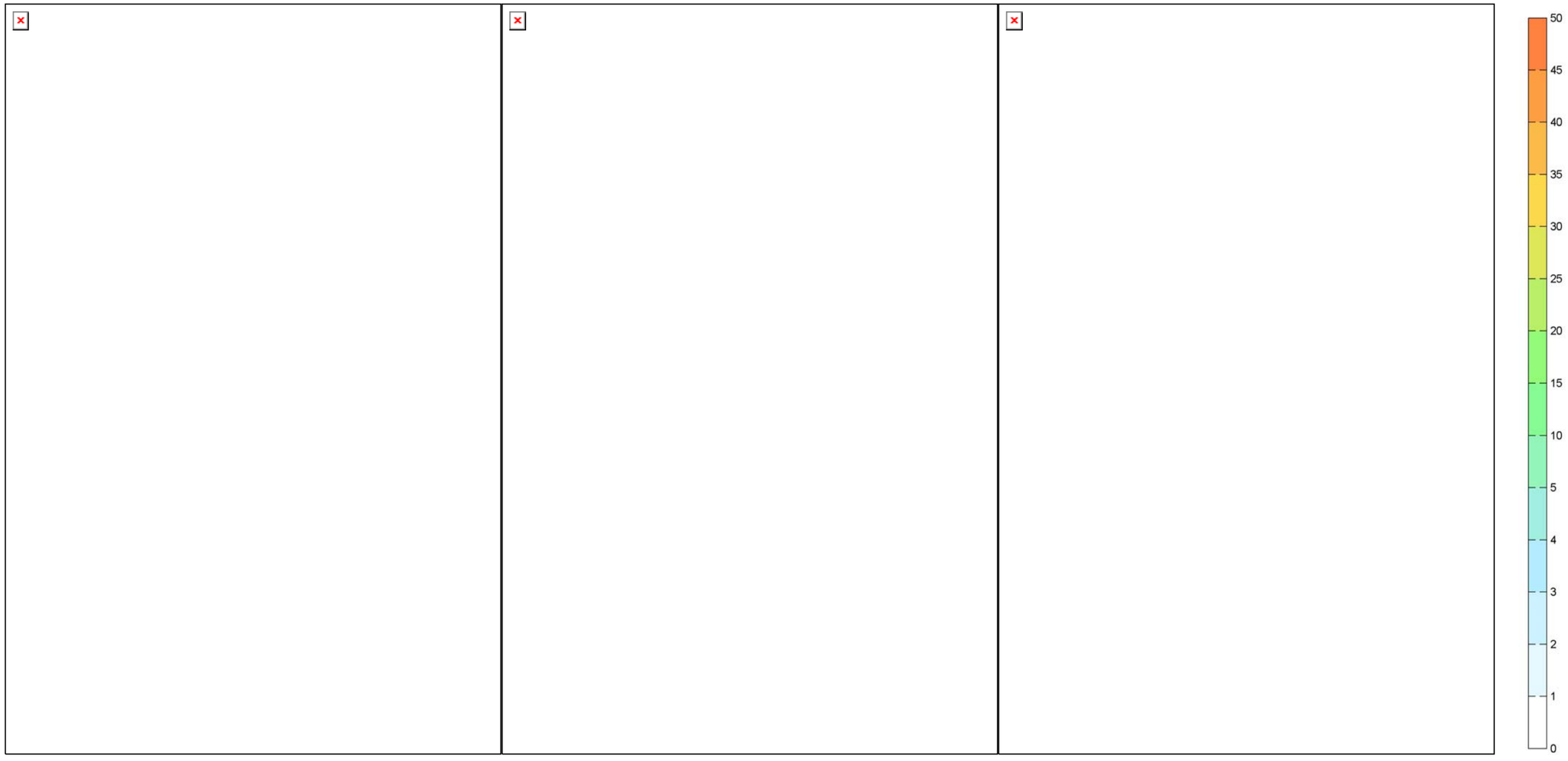


FIGURA 12-70 – RILASCIO RIO LUSSO - CONCENTRAZIONE ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE (RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO)



FIGURA 12-71 – RILASCIO RIO FONTANAZZA - CONCENTRAZIONE ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE (RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO)



FIGURA 12-72 – RILASCIO TORRENTE SEGNO - CONCENTRAZIONE ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE (RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO)

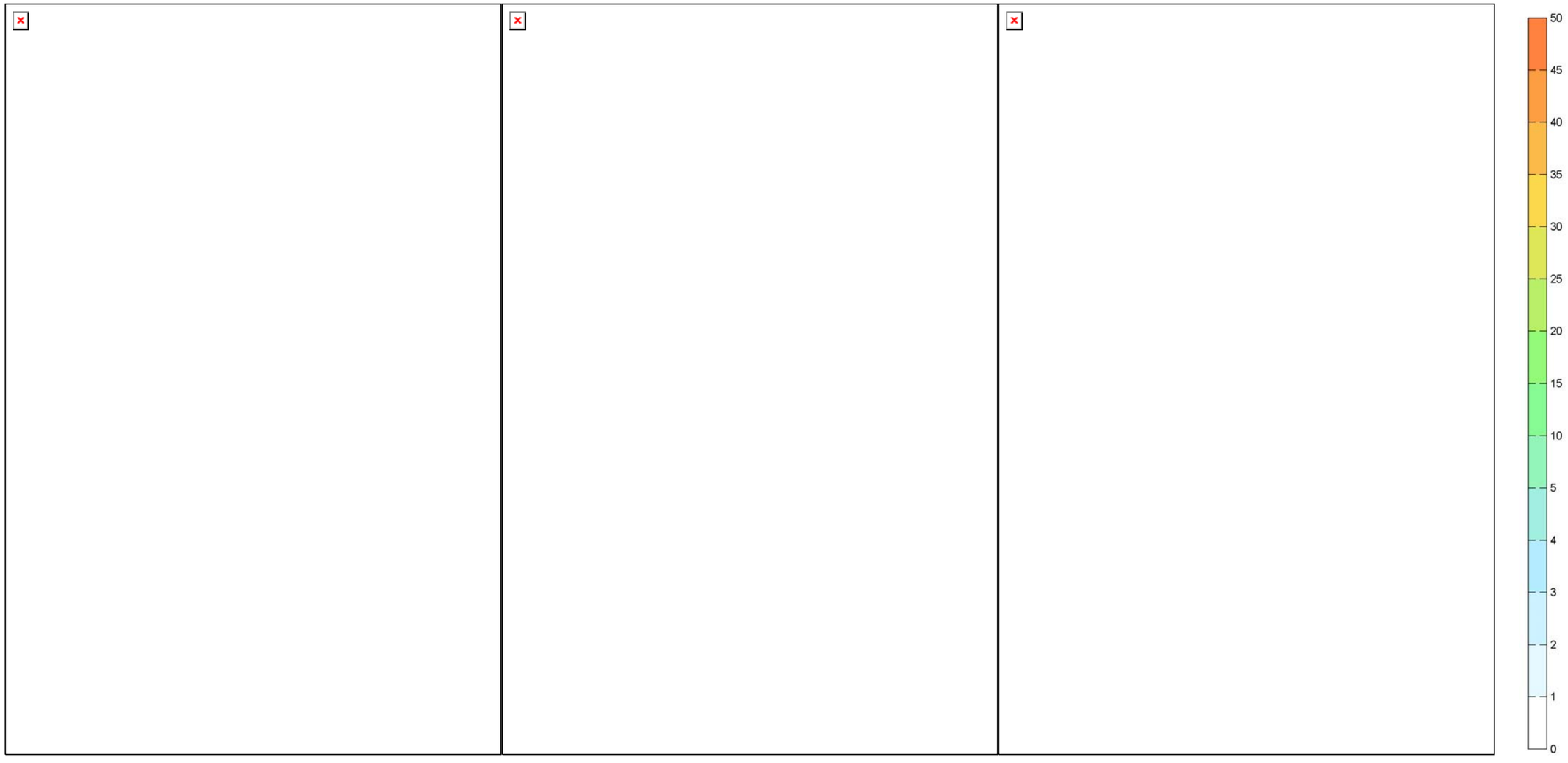


FIGURA 12-73 – RILASCIO RIO SANT'ELENA - CONCENTRAZIONE ESCHERICHIA COLI (C/C0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE (RIFERIMENTO FASE ESERCIZIO)

12.3. Suolo e sottosuolo

12.3.1. Ambiente terrestre

La piastra multifunzionale si sviluppa unicamente in mare ed è collegata alla terraferma da un radicamento raccordato alla quota +2,5m.
Le principali caratteristiche stratigrafiche della porzione di costa prossima all'area della piattaforma sono riportate nel Paragrafo 11.3.2.1.

L'analisi di rischio condotta (paragrafo 11.3.2.2) per la compatibilità ambientale ed il rischio sanitario dei sedimenti riutilizzati nel riempimento dei cassoni cellulari in calcestruzzo, evidenzia che non sussistono pericoli per l'ambiente e la salute degli operatori, né durante la fase di realizzazione né durante la fase di esercizio.

12.3.2. Ambiente marino costiero

12.3.2.1 Tendenze evolutive del litorale

Il presente paragrafo riporta i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 10 anni relativi alla configurazione di riferimento in fase di esercizio. La simulazione è stata condotta rappresentando nel modello le opere previste nel Piano regolatore Portuale.
Considerando le variazioni introdotte al layout portuale del Progetto Definitivo Approvato (allungamento diga foranea del porto, realizzazione della piastra multifunzionale e del porto turistico), si è reso necessario modificare il dominio di calcolo STWAVE (rispetto alla fase di taratura riportata in appendice) e ripetere quindi la fase di propagazione del moto ondoso sottocosta. Ciò ha consentito di rappresentare in maniera corretta l'influenza di tutte le opere presenti nel dominio di calcolo e in grado di influenzare l'evoluzione del litorale.

<u>Propagazione del moto ondoso sottocosta</u>
La fase iniziale del modello di evoluzione morfologica consiste appunto nel trasferimento sottocosta, al limite esterno della fascia attiva, delle caratteristiche del clima ondoso precedentemente determinate nel punto P, posto su un fondale di -100 m s.m.m. (acque profonde). Nel caso specifico, rispetto alla fase di taratura, il dominio di calcolo STWAVE è stato opportunamente modificato introducendo la nuova diga foranea e la piastra (Figura 12-74), mentre il porto turistico è stato schematizzato nella griglia di calcolo GENESIS. La parte della piastra su pali (parte a giorno) è stata schematizzata nel modello STWAVE modificando la batimetria dell'area, ovvero considerando la quota dell'estradosso dei cassoni di fondazione secondo quanto riportato nelle tavole progettuali.
Il trasferimento del clima ondoso, dal punto P al limite della fascia attiva, è stato condotto mediante il codice di calcolo STWAVE. Sono state scelte una serie di stazioni (in pratica una serie di boe virtuali), poste lungo la costa in corrispondenza della batimetrica –10 m s.m.m. e posizionate ad una distanza di 40 m tra loro; tali stazioni sono state ritenute significative per rappresentare le differenti condizioni di moto ondoso lungo il litorale (Figura 12-74). Si fa presente che l'inserimento della piastra, unitamente alla particolare conformazione batimetrica dei fondali nella zona meridionale, ha reso necessario introdurre delle modifiche alla posizione di alcune "stazioni".

Le dimensioni della griglia di calcolo STWAVE e il file di input che descrive le caratteristiche del moto ondoso sono stati mantenuti invariati rispetto alla simulazione di taratura (cfr. Figura 1-50 dell'Appendice, Paragrafo 1.5.9).

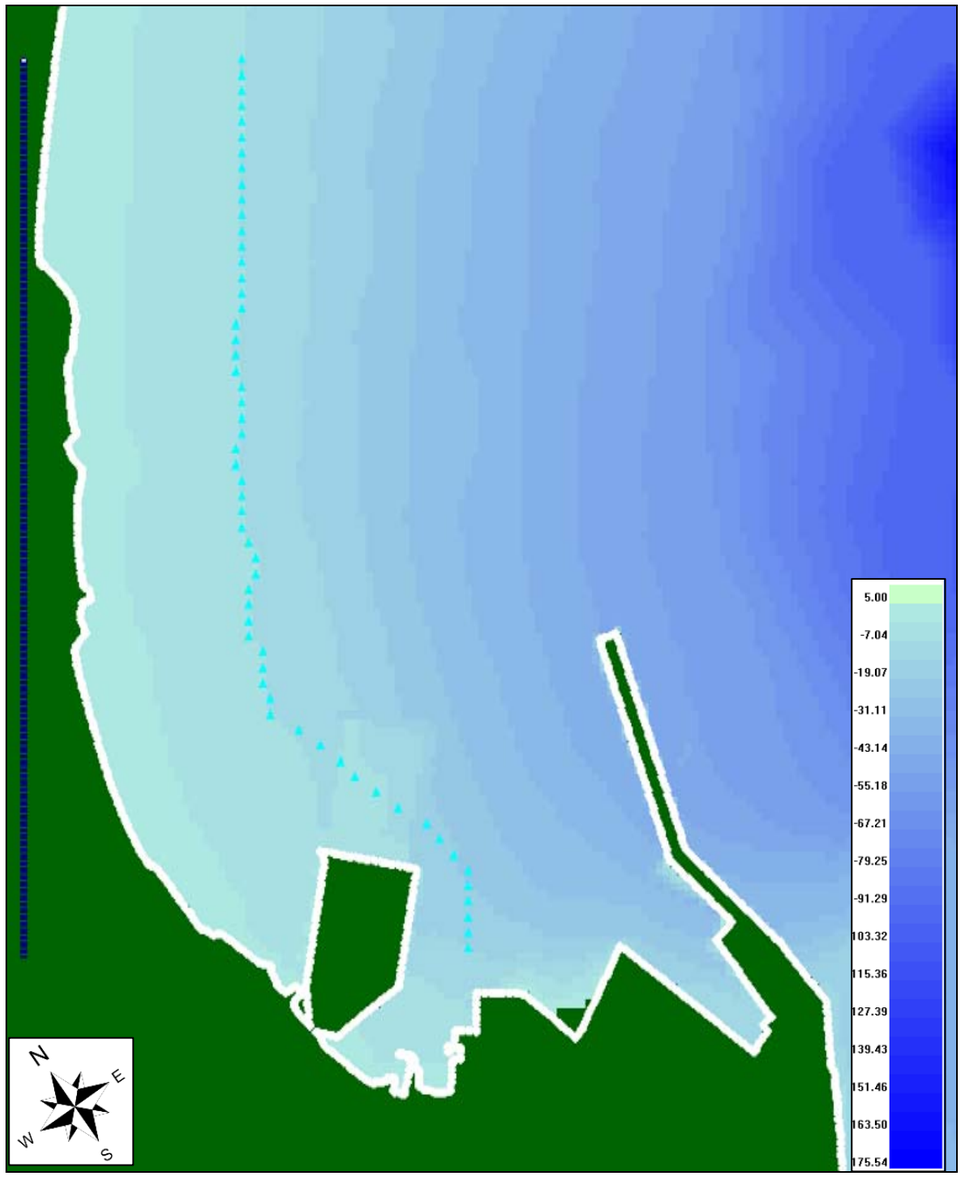


FIGURA 12-74 - GRIGLIA DI CALCOLO STWAVE – CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO UBICAZIONE DELLE BOE VIRTUALI (STAZIONI) POSTE ALLA PROFONDITÀ DI –10 M S.M.M.

Parametri utilizzati nel modello

Il dominio di calcolo, le condizioni al contorno del modello e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti che costituiscono la spiaggia attiva sono state mantenute invariate rispetto a quelle della simulazione di taratura (cfr. Appendice par. 1.5.9). La simulazione è stata condotta considerando l'apporto solido del torrente Quiliano, mentre quello del Torrente Segno è stato considerato trascurabile ai fini dello studio in oggetto.

Oltre alle modifiche introdotte nel modello di propagazione STWAVE, sono state opportunamente schematizzate nel dominio di calcolo GENESIS le opere che verranno realizzate più sottocosta, ovvero il nuovo porto turistico. In particolare, il molo di sopraflutto del porto (che verrà realizzato a ridosso del terrapieno della piastra) è stato rappresentato nel modello con una barriera completamente impermeabile ai sedimenti, radicata a terra con una struttura di tipo "non diffracting". Non si è ritenuto necessario rappresentare il molo di sottoflutto del porto che risulta di fatto completamente "coperto" dal molo esterno.
La linea di riva iniziale inserita nel modello è quella del rilievo di marzo 2010). Di seguito, in Figura 12-75, si riporta la griglia di calcolo GENESIS con le opere previste nella configurazione di riferimento in fase di esercizio.

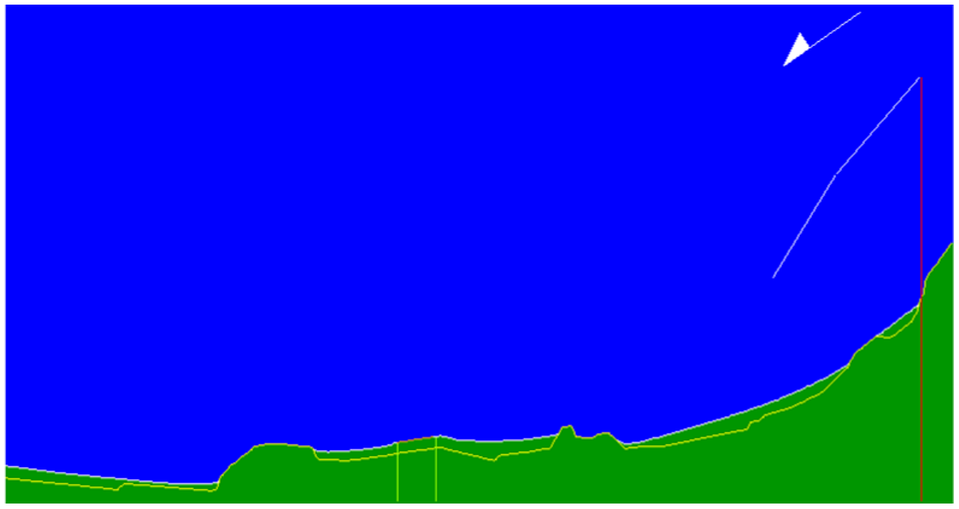


FIGURA 12-75 - GRIGLIA GENESIS - CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO

Risultati dell'evoluzione morfologica

Nel presente paragrafo si riportano i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 10 anni nella configurazione di riferimento in fase di esercizio.
I risultati sono rappresentati nella successiva Figura 12-76 sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva, con riferimento all'intera griglia di calcolo.

Per quanto riguarda il verso e l'andamento del trasporto solido si osservano delle evidenti variazioni rispetto alla simulazione di taratura (cfr. Appendice, paragrafo 1.5.10). Le variazioni nel verso e nell'entità del trasporto sono da attribuire principalmente alle modifiche apportate al molo di sopraflutto del porto commerciale di Vado , ovvero l'estensione verso mare del molo di sopraflutto..

Nel tratto di litorale a Nord del campo da calcio (spiaggia di Zinola), il trasporto solido risulta diretto verso Nord-Est, con valori medi annui (trasporto netto) dell'ordine di 1500 m^3/anno. La configurazione allungata della diga foranea del porto di Vado determina la presenza di un punto di inversione del trasporto (punto di divergenza) in corrispondenza della radice del terrapieno del campo da calcio. Da questo punto in poi, verso il porto di Vado, il trasporto risulta sempre diretto verso Sud e si annulla in corrispondenza della foce del Quiliano e del cantiere nautico.
Per quanto riguarda il tratto di spiaggia a Sud del cantiere nautico, il trasporto diretto verso Sud si attiva nuovamente, raggiungendo valori dell'ordine di 750 m^3/anno.

In termini di evoluzione della linea di riva, si riscontra una tendenza all'arretramento delle linea di riva nella spiaggia di Zinola a ridosso del terrapieno del campo da calcio per un tratto di circa 200 m. Per quanto riguarda invece il tratto di litorale compreso tra il terrapieno e la foce del Quiliano, si osserva una tendenza all'avanzamento della linea di riva, con una zona di accumulo alla radice della difesa radente del terrapieno.
Dalla foce del Quiliano, procedendo verso Sud, fino al cantiere nautico alla radice del pontile Tirreno Power, la linea di riva subisce una rotazione con arretramento a ridosso dell'armatura di foce del Quiliano e avanzamento a Sud (in corrispondenza del terrapieno del cantiere).

Anche nel tratto più a Sud (tra il pontile Tirreno Power e la difesa radente a Nord del Segno) si osserva un riorientamento della linea di riva con una tendenza all'avanzamento in corrispondenza della difesa radente, confermando così la tendenza evolutiva già evidenziata nel recente passato in seguito alla costruzione del molo di Vado.

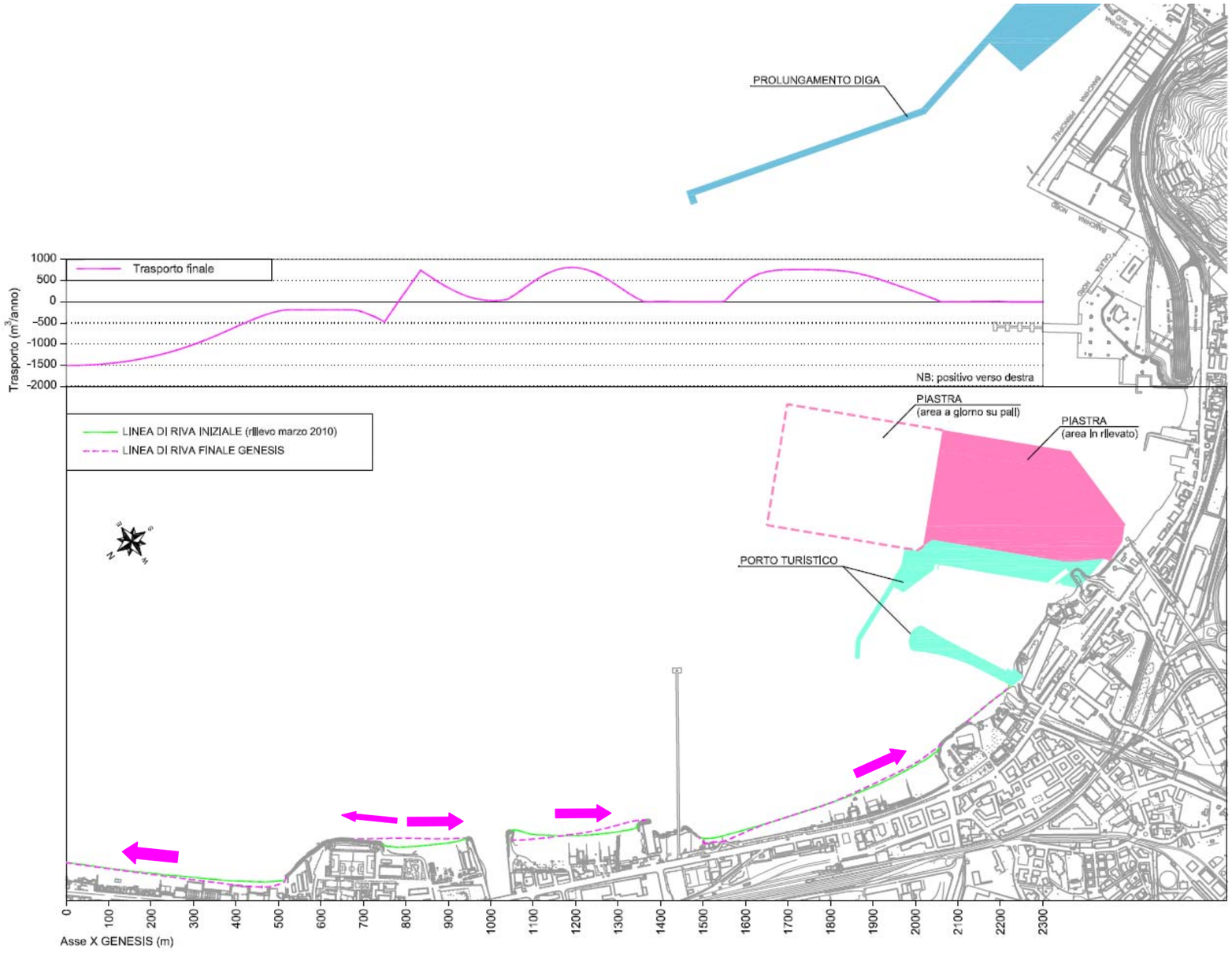


FIGURA 12-76 – CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO IN FASE DI ESERCIZIO - ANDAMENTO TRASPORTO SOLIDO LONGITUDINALE ED EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA

12.3.2.2 Qualità dei sedimenti

La piastra multifunzionale e le attività che su di essa si svolgeranno non sono ragionevolmente in grado di determinare un'alterazione nello stato attuale di qualità dei sedimenti.

Nel quadro delle attività di realizzazione della piastra, vengono asportati i materiali (sedimenti) contaminati, a beneficio ai fondali del bacino portuale.

Analisi di rischio

Coerentemente con quanto indicato nella DGR 955/06, è stata eseguita un'analisi di rischio finalizzata, in principio, a valutare i rischi di contaminazione delle acque costiere, per effetto della possibile lisciviazione di contaminanti dai sedimenti (Paragrafo 11.3.2.2).

L'analisi di rischio per la compatibilità ambientale dei sedimenti riutilizzati nel riempimento dei cassoni cellulari in calcestruzzo ha messo in evidenza che l'impiego dei materiali di dragaggio nei riempimenti non costituisce rischio per la salute umana né durante la fase di realizzazione né durante la fase di esercizio.

Il rischio legato agli operatori sulla piastra multifunzionale durante la fase di esercizio è insussistente grazie alla presenza di pavimentazioni rifinite con apposite resine idonee alla trattenuta di vapori.

12.4. Flora e Fauna

12.4.1. Ambiente terrestre

La piastra multifunzionale sarà inserita in un contesto a prevalente carattere industriale con presenza di flora terrestre riconducibile a elementi puntuali facenti parte dell'arredo urbano e con sostanziale assenza di fauna terrestre. L'area inoltre non rientra in ambiti territoriali oggetti di tutela e conservazione ai sensi della normativa europea e nazionale (siti SIC e ZPS).

12.4.2. Ambiente marino costiero

La piastra non interessa le aree con habitat prioritari o porzioni di aree ad elevato contenuto naturalistico.
Le informazioni bibliografiche a disposizione mostrano infatti come i fondali "occupati" dalla piastra non siano caratterizzati dalla presenza di habitat o specie di pregio, quanto, piuttosto, da biocenosi in grado di resistere alle alterazioni ambientali tipiche di ambiti portuali.
Inoltre, le indagini eseguite dall'Autorità Portuale mostrano come le porzioni di fondale prossime alla rada portuale sono oggetto di deposizioni legate alla naturale evoluzione della costa, fenomeni riscontrati anche in altri ampi tratti della costa ligure, che hanno comportato un depauperamento della qualità dei fondali. La presenza della piastra non comporta ulteriori modificazioni alla struttura della fauna locale.

12.5. Archeologia

Le indagini svolte (Paragrafo 11.6) hanno chiarito ogni potenziale interferenza con le lavorazioni per la piastra. In fase di regime non sono quindi ipotizzabili ulteriori interferenze con le strutture e l'esercizio della piattaforma multifunzionale.

12.6. Paesaggio

La piastra multifunzionale ha un orientamento che vede i lati lunghi disposti rispettivamente a Nord Ovest (cioè verso levante) e Sud Est (cioè verso ponente). Sul lato Nord Ovest la piastra confina con il comparto D previsto dal relativo SAU del Comune di Vado Ligure, cui poi segue un tratto di spiaggia, mentre sul lato Sud Est confina direttamente con la spiaggia (Figura 12-77).

Dalla spiaggia a Nord Ovest si ha una panoramica della parte centrale e terminale della piastra, ovvero di tutto ciò che risulta poco schermato dal comparto D (Figura 12-78).

Dalla spiaggia a Sud Est si ha, invece, una panoramica della parte di piastra multifunzionale che ospita l'edificio della Maersk A/S, il parcheggio sotterraneo, il piazzale di acceso ai "gate" del terminal container e l'intestazione della rampa del sovrappasso della Via Aurelia (Figura 12-79).

L'edificio della Maersk A/S realizzato sul radicamento a terra, è costituito da una struttura prefabbricata a quattro piani (lunghezza 140 m circa ed altezza 25 m) che riprende la morfologia dei container e funziona come una quinta scenografica in grado di mascherare gli stessi container, le aree di parcheggio dei camion e dei "tractors" e le gru.

La copertura dell'area di parcheggio interrata è completamente coperta a verde, formando una sorta di giardino pensile, apparendo alla vista una superficie erbosa che degrada al mare, interrotta solo da un percorso pedonale che costeggia il limite della banchina. Su tale superficie, al di fuori del sedime del parcheggio interrato, sono piantumate alberature a medio fusto, atte a mascherare parzialmente anche la figura della rampa di intestazione del sovrappasso della Via Aurelia.

La porzione di piastra che rimane "scoperta" alla vista è parzialmente mascherata da una sequenza di setti in acciaio "corten", a forma di parallelepipedo, alte 12 m e larghe circa 15 cm. I setti sono disposti in modo apparentemente casuale e sono ruotati tra loro, in modo da consentire di spezzare l'elemento a quinta e di creare volutamente una filtrazione della visuale mediante spazi da cui si intravedono gli elementi retrostanti (gru, container, ecc.) senza darne una lettura completa.

L'edificio della Maersk A/S riveste un importante ruolo di schermatura soprattutto per quanto riguarda il carbonodotto della Terminal Rinfuse, che si sviluppa lungo tutto il lato di Nord Ovest della piastra.

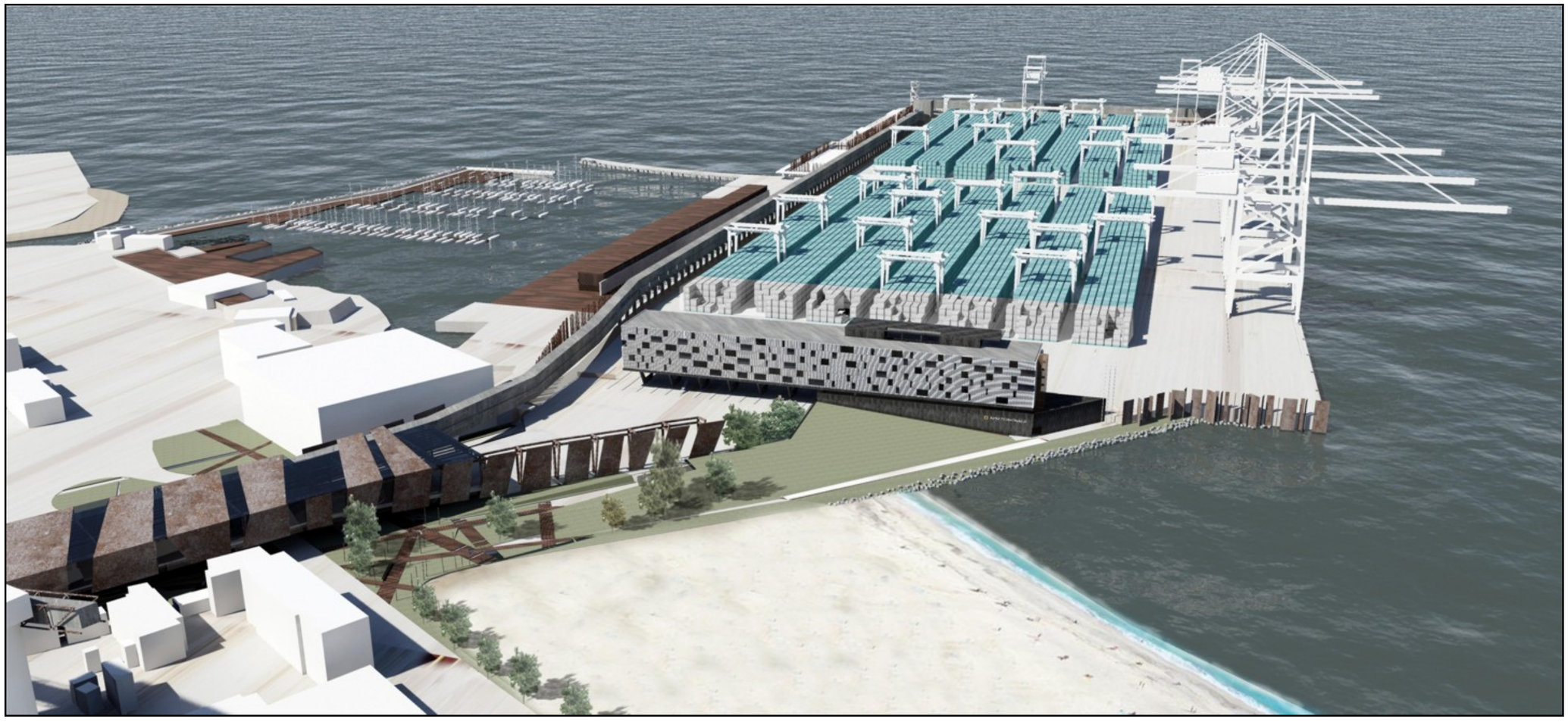


FIGURA 12-77 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALL'ALTO. SONO STATI INCLUSI ANCHE IL SOVRAPPASSO DELLA VIA AURELIA ED IL COMPARTO D.



FIGURA 12-78 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALLA SPIAGGIA UBICATA A NORD OVEST (VERSO LEVANTE).



FIGURA 12-79 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALLA SPIAGGIA UBICATA A SUD EST (VERSO PONENTE).





FIGURA 12-80 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DALLA SPIAGGIA UBICATA A NORD OVEST (VERSO LEVANTE). STRUTTURA DI MASCHERAMENTO DEL TORRINO DEL CARBONODOTTO.

12.7. Rumore

Lo scenario assunto come riferimento per la fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo è quello considerato come scenario per la fase di esercizio della piastra multifunzionale in sede di SIA del Progetto Definitivo, consegnato nel 2009 ed approvato dalla Regione Liguria.

Per facilitare la comprensione, di seguito si riportano le analisi condotte in quella sede per definire l'impatto sul clima acustico delle attività collegate alla fase di esercizio della piastra multifunzionale.

La metodologia adottata si articolava in quattro fasi fondamentali:

- rilievo di dettaglio dell'area di indagine;
- caratterizzazione delle emissioni sonore esistenti;
- caratterizzazione delle fonti emissive previste;
- previsione degli effetti indotti sul clima acustico dell'area e valutazione della compatibilità degli effetti indotti;
- indicazione delle appropriate misure di mitigazione.

Nella metodologia adottata si era tenuto conto anche delle opere complementari funzionalmente associate alla piastra multifunzionale, costituite da:

- sovrappasso della Via Aurelia[18] e collegamento con il retrostante parco ferroviario;
- viabilità di uscita dal perimetro portuale;
- raccordo ferroviario di uscita dall'area portuale.

Inoltre, per tenere conto del fatto che i raccordi di uscita (viabilità e ferrovia) si riconnettono ad opere già esistenti e, in particolare per la viabilità, entrano in una viabilità quasi interamente in galleria (galleria San Nicolò) che si collega direttamente alla rete autostradale, era stato adottato come limite dell'analisi (dominio di calcolo) il perimetro portuale (Figura 12-81).

In deroga a tale criterio, ed in aggiunta a quanto concordato con la Regione Liguria e con l'ARPAL, a seguito delle sollecitazioni del Comune di Vado Ligure, era stato incluso nell'analisi l'intero raccordo ferroviario, fino alla scalo di Vado Ligure.

I ricettori considerati, erano tutti quelli esposti alle sorgenti, indipendentemente dalla loro ubicazione, entro il perimetro individuato.

La valutazione aveva riguardato solo le attività connesse all'operatività del terminal container, in quanto le altre attività previste sulla piastra, ovvero le attività della Terminal Rinfuse e delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) costituiscono una ricollocazione di attività esistenti. Per questo motivo i rilievi fonometrici erano stati effettuati in presenza delle attività di movimentazione della Terminal rinfuse, come concordato con la Regione Liguria e l'ARPAL.

Questa era comunque un'assunzione cautelativa, in virtù del fatto che la ricollocazione avverrà a maggiore distanza dal centro abitato, oltre che in previsione della realizzazione di impianti più moderni e della progressiva riduzione delle rinfuse nere al solo fabbisogno della centrale termoelettrica, in conformità a quanto era previsto dall'Accordo di Programma.

18 Nelle analisi modellistiche sono stati considerati i pannelli fonoassorbenti laterali che nel Progetto Preliminare del sovrappasso della Via Aurelia sono previsti a tergo del rivestimento architettonico.

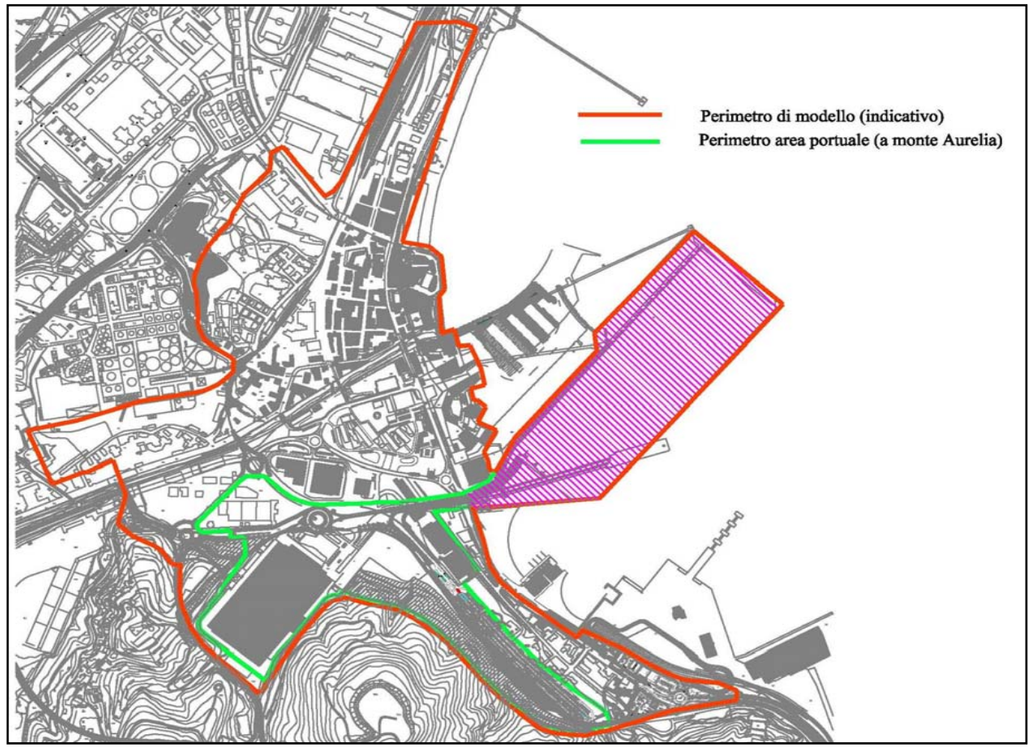


FIGURA 12-81 – LIMITI TERRITORIALI (DOMINIO DI CALCOLO) ADOTTATI NELL'ANALISI ACUSTICHE ESEGUITE NELL'AMBITO DEL SIA DEL PROGETTO DEFINITIVO.

Rilievo di dettaglio dell'area di indagine

L'area di indagine di cui alla Figura precedente era stata oggetto di un dettagliato rilievo, finalizzato ad identificare i diversi edifici presenti e le loro caratteristiche.

Complessivamente erano stati individuati 259 edifici suddividendoli in:

- edifici residenziali;
- edifici residenziali oggetto di delocalizzazione e demolizione;
- edifici commerciali;
- scuole, asili e case di riposo (ricettori sensibili);
- edifici monumentali e simili.

La loro ubicazione è riportata nelle Figure seguenti; nelle stesse sono riportati anche 8 edifici residenziali di cui il Piano Regolatore Portuale prevede la realizzazione, l'edificio di Maersk A/S realizzato sulla piastra multifunzionale e, per completezza, i punti dove sono stati condotti i rilievi fonometrici per la valutazione del clima acustico preesistente. Le frecce in colore blu indicano rispetto a quale punto è stata rilevata la quota del piano strada.

Nella Tabella successiva alle Figure, (Tabella 12-7) sono riportate le altezze approssimative degli edifici e la quota del piano di imposta rispetto al piano stradale (il cui riferimento, per ciascun edificio, è indicato nelle stesse Figure).

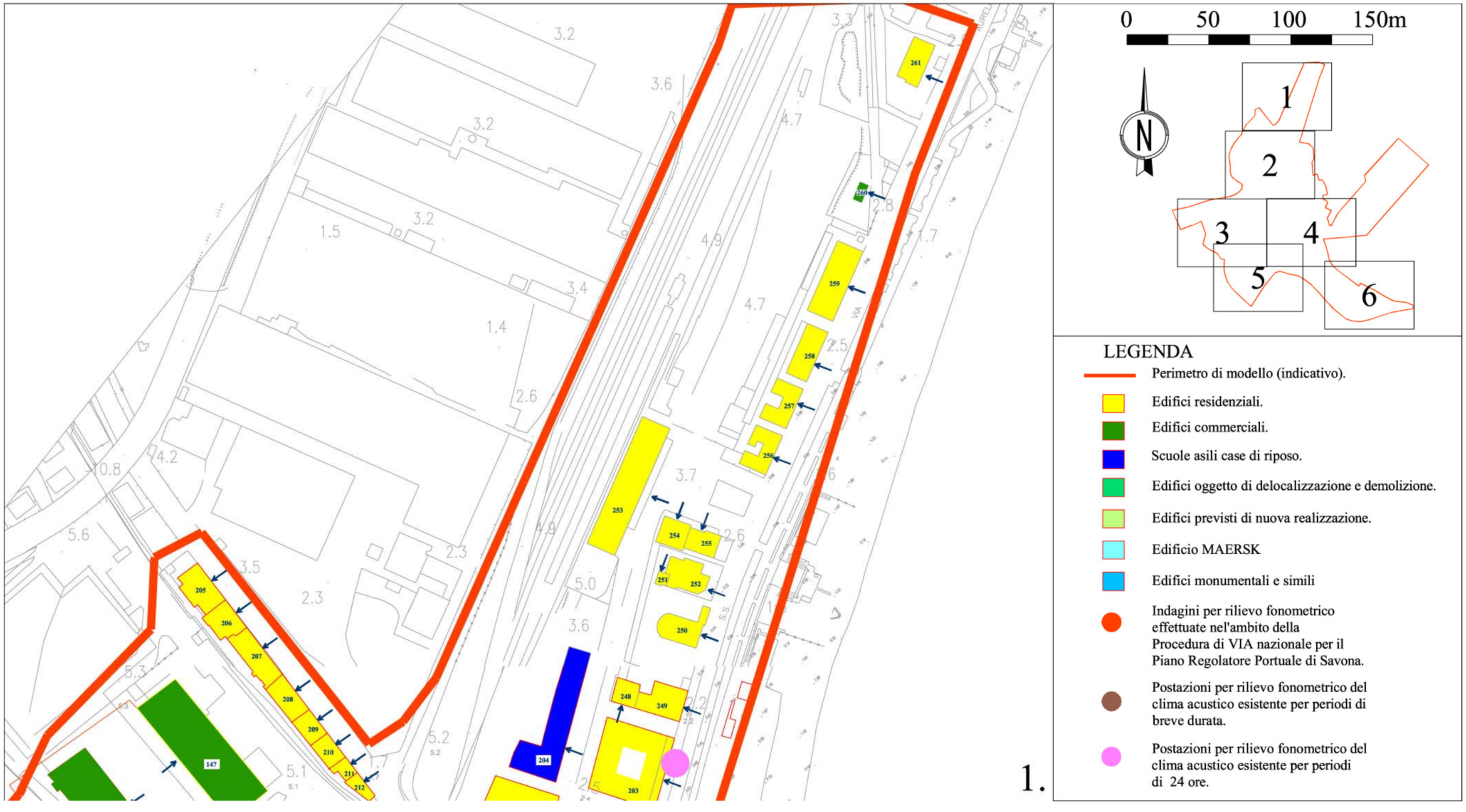


FIGURA 12-82 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 1.

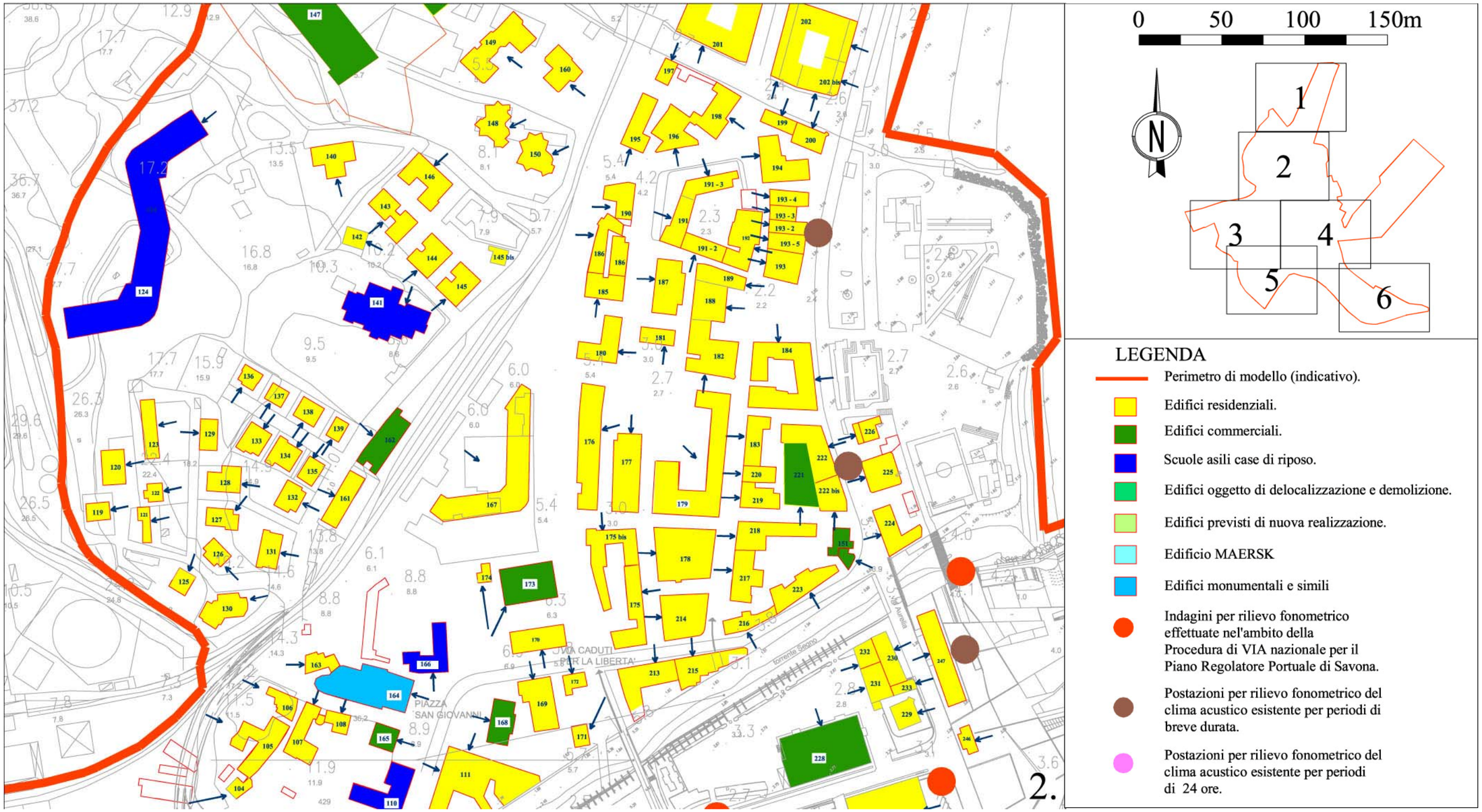


FIGURA 12-83 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 2.

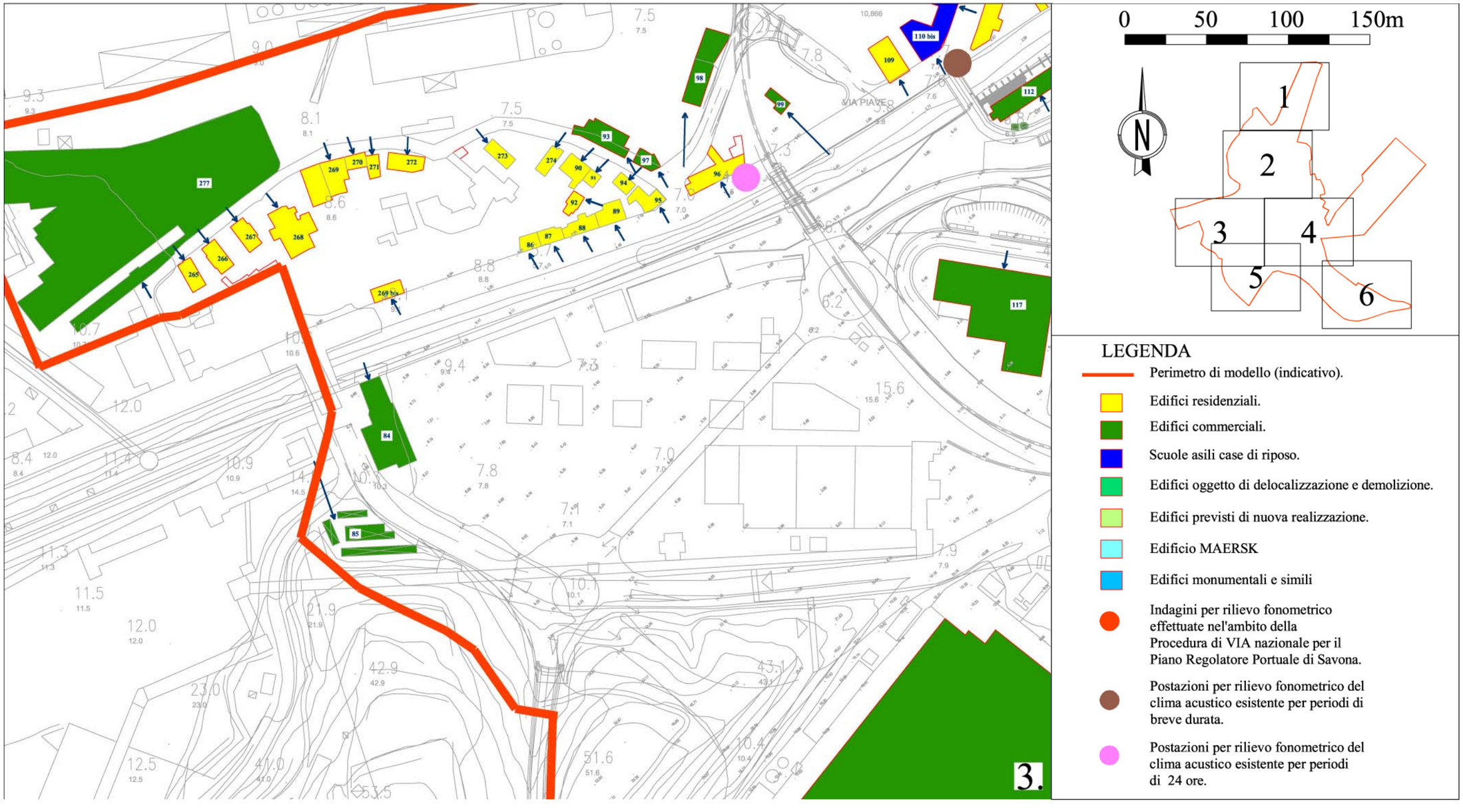


FIGURA 12-84 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 3.

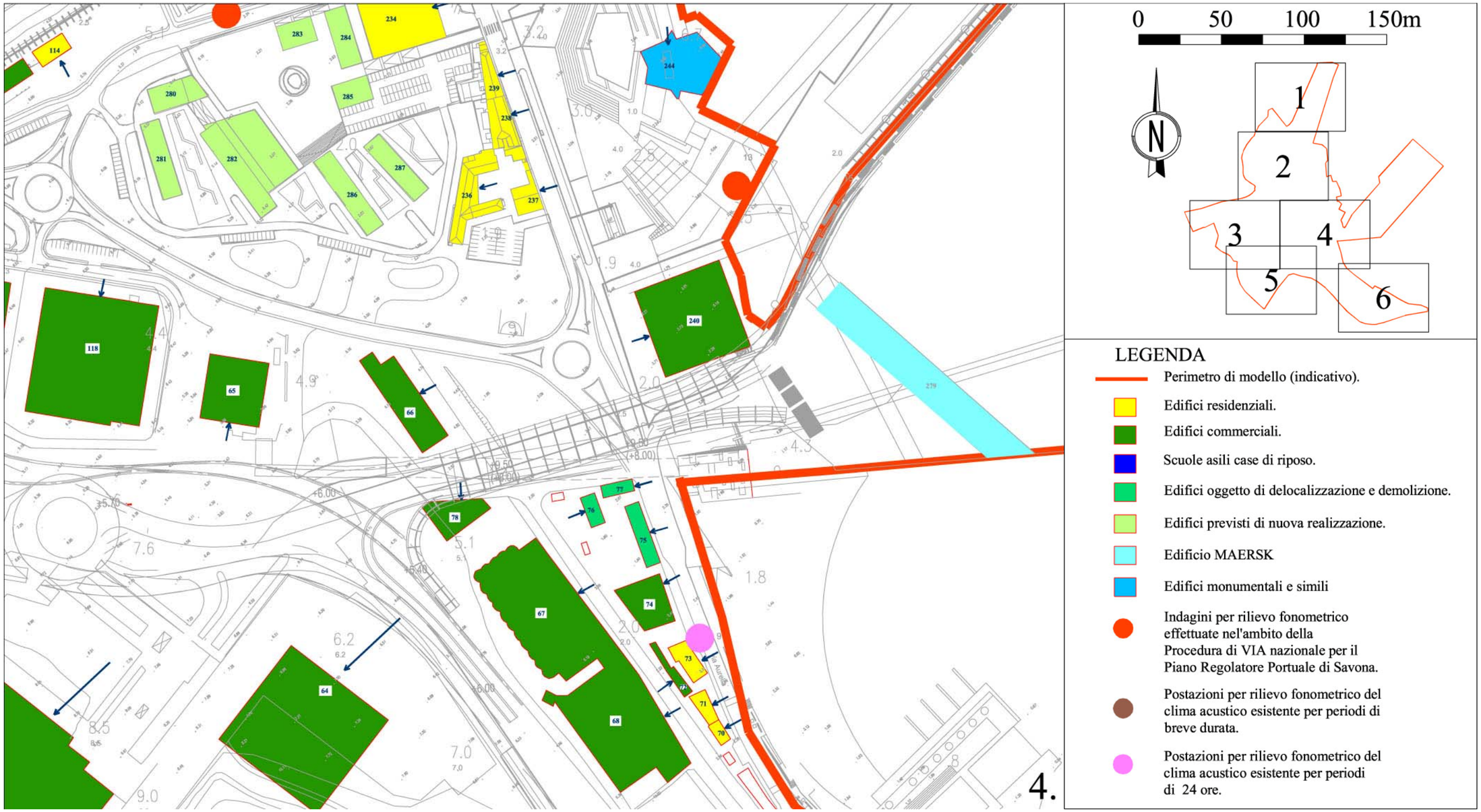


FIGURA 12-85 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 4.

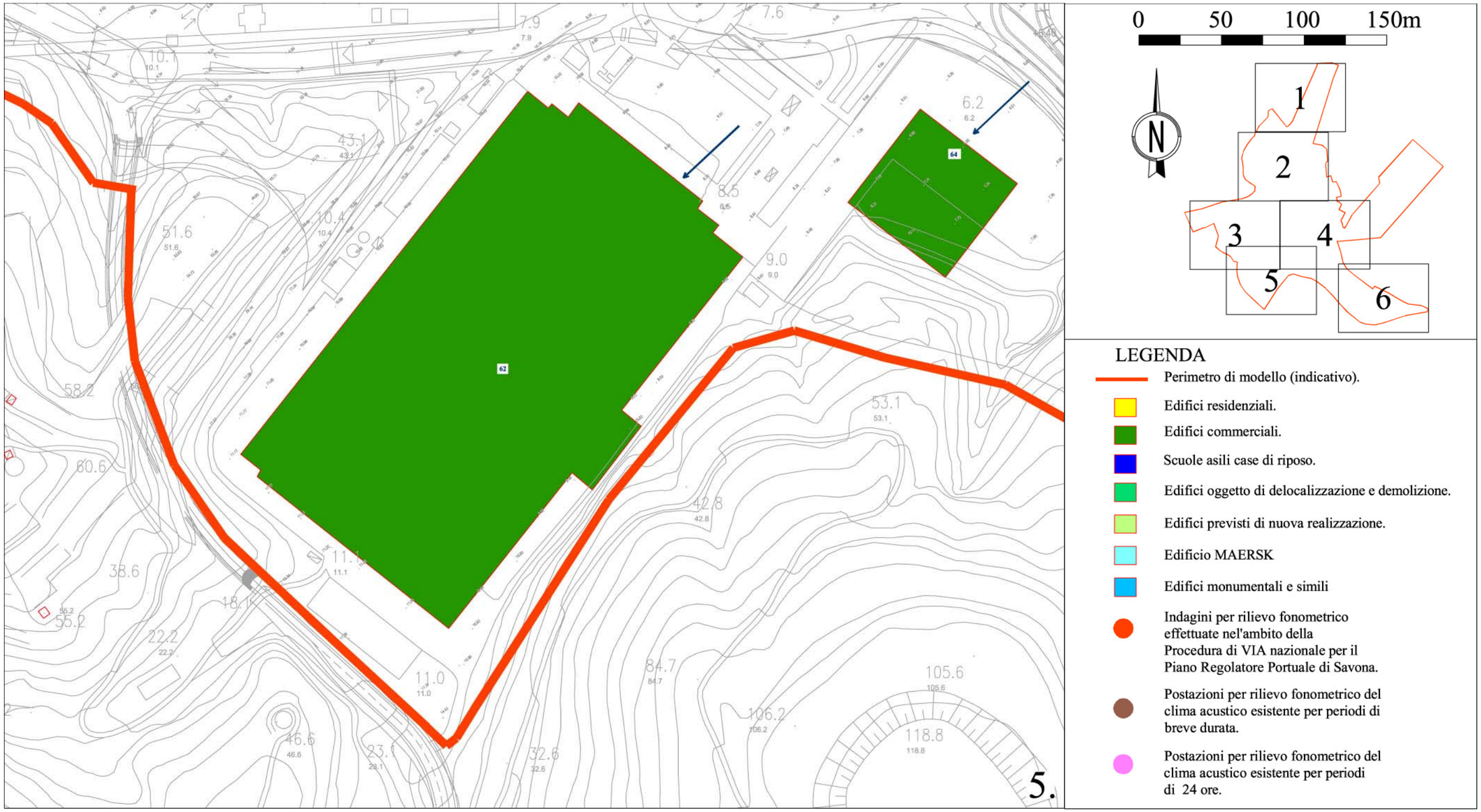


FIGURA 12-86 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 5.

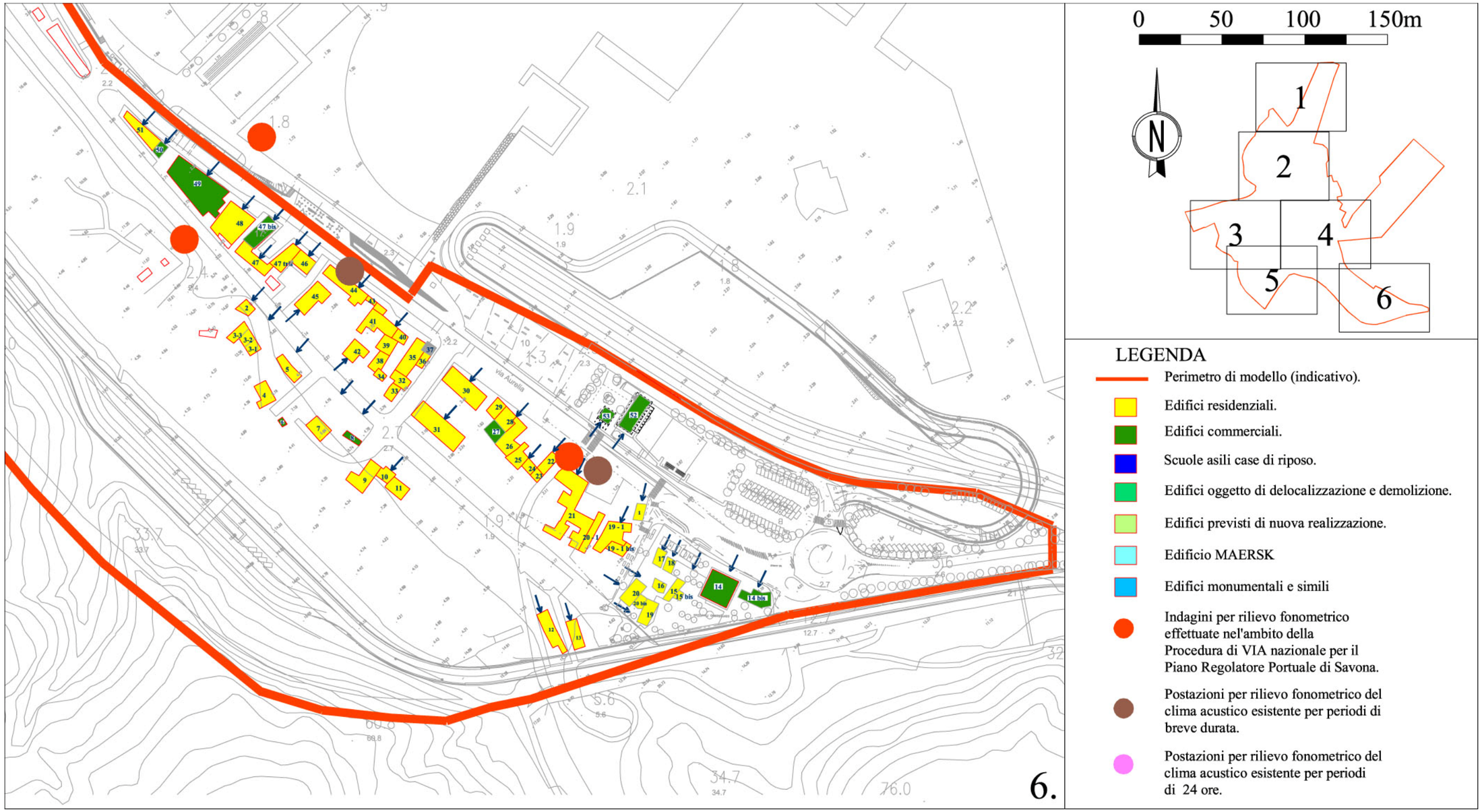


FIGURA 12-87 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: PARTE 6.

TABELLA 12-7 – RILIEVO DI DETTAGLIO DELL'AREA DI INDAGINE: CARATTERISTICHE DEGLI EDIFICI

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
1	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
2	+9	9	Residenziale - Edificio Esistente
3-1	+9	9	Residenziale - Edificio Esistente
3-2	+9	12	Residenziale - Edificio Esistente
3-3	+9	12	Residenziale - Edificio Esistente
4	+5	14	Residenziale - Edificio Esistente
5	+1,5	9	Residenziale - Edificio Esistente
6	+3,9	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
7	+2,5	9	Residenziale - Edificio Esistente
8	+1,5	3	Residenziale - Edificio Esistente
9	0	8	Residenziale - Edificio Esistente
10	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
11	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
12	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
13	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
14	+0,6	21	Non Residenziale - Edificio Esistente
14-bis	+0,6	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
15	+0,6	13	Residenziale - Edificio Esistente
15 bis	+0,6	3	Residenziale - Edificio Esistente
16	+0,6	16	Residenziale - Edificio Esistente
17	+0,6	10	Residenziale - Edificio Esistente
18	+0,6	10	Residenziale - Edificio Esistente
19	+0,6	21	Residenziale - Edificio Esistente
19-1	0	8	Residenziale - Edificio Esistente
19-1bis	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
20	+0,6	21	Residenziale - Edificio Esistente
20 bis	+0,6	21	Residenziale - Edificio Esistente
20-1	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
21	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
22	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
23	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
24	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
25	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
26	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
27	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
28	0	14	Residenziale - Edificio Esistente
29	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
30	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
31	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
32	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
33	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
34	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
35	0	8	Residenziale - Edificio Esistente
36	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
37	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
38	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
39	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
40	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
41	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
42	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
43	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
44	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
45	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
46	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
47	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
47 bis	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
47 tris	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
48	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
49	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
50	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
51	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
52	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
53	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
54	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
55	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
56	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
57	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
58	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
59	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
60	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
61	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
62	0	15	Non Residenziale - Edificio Esistente
63	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
64	0	12	Non Residenziale - Edificio Esistente
65	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
66	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
67	+3,0	15	Non Residenziale - Edificio Esistente
68	+3,0	12	Non Residenziale - Edificio Esistente
70	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
71	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
72	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
73	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
74	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
75	0	12	Residenziale - Edificio Delocalizzato
76	0	9	Residenziale - Edificio Delocalizzato
77	0	9	Residenziale - Edificio Delocalizzato
78	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
79	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
80	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
81	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
82	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
83	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
84	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
85	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
86	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
87	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
88	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
89	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
90	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
91	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
92	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
93	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
94	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
95	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
96	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
97	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
98	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
99	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
100	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
101	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
102	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
103	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
104	-3,0	6	Residenziale - Edificio Esistente
105	-3,0	12	Residenziale - Edificio Esistente
106	+1,0	6	Residenziale - Edificio Esistente
107	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
108	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
109	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
110	0	9	Non Residenziale - Edificio sensibile - Scuola
110 bis	0	12	Non Residenziale - Edificio sensibile - Scuola
111	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
112	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
113	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
114	0	3	Residenziale - Edificio Esistente
115	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
116	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
117	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
118	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
119	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
120	0	15	Residenziale - Edificio Esistente

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
121	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
122	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
123	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
124	0	15	Non Residenziale - Edificio Sensibile - Residenza Sanitaria
125	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
126	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
127	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
128	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
129	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
130	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
131	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
132	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
133	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
134	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
135	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
136	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
137	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
138	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
139	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
140	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
141	0	3	Non Residenziale - Edificio Sensibile - Scuola Materna
142	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
143	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
144	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
145	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
145 bis	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
146	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
147	0	11	Non Residenziale - Edificio Esistente
148	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
149	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
150	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
151	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
152	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
153	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
154	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
155	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
156	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
157	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
158	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
159	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
160	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
161	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
162	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
163	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
164	0	12	Non Residenziale - Edificio Esistente Monumentale
165	0	12	Non Residenziale - Edificio Esistente
166	0	9	Non Residenziale - Edificio Sensibile - Scuola Materna
167	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
168	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
169	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
170	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
171	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
172	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
173	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
174	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
175	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
175 bis	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
176	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
177	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
178	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
179	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
180	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
181	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
182	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
183	0	15	Residenziale - Edificio Esistente

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
184	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
185	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
186	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
187	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
188	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
189	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
190	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
191	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
191-2	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
191-3	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
192	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
193	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
193-2	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
193-3	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
193-4	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
193-5	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
194	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
195	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
196	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
197	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
198	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
199	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
200	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
201	0	24	Residenziale - Edificio Esistente
202	0	24	Residenziale - Edificio Esistente
202-bis	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
203	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
204	0	12	Non Residenziale - Edificio Sensibile - Scuola Media
205	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
206	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
207	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
208	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
209	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
210	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
211	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
212	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
213	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
214	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
215	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
216	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
217	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
218	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
219	0	20	Residenziale - Edificio Esistente
220	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
221	0	9	Non Residenziale - Edificio Esistente
222	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
222-bis	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
223	0	21	Residenziale - Edificio Esistente
224	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
225	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
226	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
227	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
228	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
229	0	8	Residenziale - Edificio Esistente
230	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
231	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
232	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
233	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
234	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
235	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
236	0	11	Residenziale - Edificio Esistente
237	0	3	Residenziale - Edificio Esistente
238	0	14	Residenziale - Edificio Esistente
239	0	14	Residenziale - Edificio Esistente
240	0	15	Non Residenziale - Edificio Esistente
241	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
242	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
243	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
244	+2,0	6	Residenziale - Edificio Esistente Monumentale
245	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
246	0	3	Residenziale - Edificio Esistente
247	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
248	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
249	0	24	Residenziale - Edificio Esistente
250	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
251	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
252	0	14	Residenziale - Edificio Esistente
253	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
254	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
255	0	6	Residenziale - Edificio Esistente
256	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
257	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
258	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
259	0	18	Residenziale - Edificio Esistente
260	0	3	Non Residenziale - Edificio Esistente
261	0	15	Residenziale - Edificio Esistente
262	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
263	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
264	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
265	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
266	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
267	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
268	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
269	0	3	Residenziale - Edificio Esistente
269 bis	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
270	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
271	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
272	0	9	Residenziale - Edificio Esistente
273	0	12	Residenziale - Edificio Esistente
274	0	9	Residenziale - Edificio Esistente

Numero Edificio	Quota del piano imposta rispetto al piano stradale	Altezza edificio	Destinazione d'uso
275	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
276	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
277	0	6	Non Residenziale - Edificio Esistente
278	NUMERAZIONE NON UTILIZZATA		
279	0	30	Non Residenziale - Nuovo Edificio Maersk
280	0	41	Residenziale - Nuovo Edificio
281	0	16,5	Residenziale - Nuovo Edificio
282	0	15	Residenziale - Nuovo Edificio
283	0	36	Residenziale - Nuovo Edificio
284	0	36	Residenziale - Nuovo Edificio
285	0	34	Residenziale - Nuovo Edificio
286	0	22	Residenziale - Nuovo Edificio
287	0	15	Residenziale - Nuovo Edificio

Caratterizzazione delle emissioni sonore esistenti

Per l'individuazione dello stato di riferimento delle emissioni sonore erano state preliminarmente condotte specifiche indagini concordate con i funzionari del Settore Valutazione di Impatto Ambientale della Regione Liguria e con l'ARPAL, nell'ambito di un incontro avuto in data 18 Marzo 2008. L'ubicazione dei punti di misura era stata definita secondo quanto riportato nella osservazione n° 5 formulata dalla Regione in data 17 Luglio 2008.

I rilievi fonometrici sono stati effettuati da un tecnico abilitato all'esecuzione di tale tipo di attività ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n° 1754 del 19 Giugno 1998 (cod. elaborato: MI010P-PD-G-B-R-2003).

A Vado Ligure è vigente la zonizzazione acustica, predisposta ai sensi del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 14 Novembre 1997 (attuazione della Legge n° 447 del 26 Ottobre 1995) ed approvata con Delibera del Consiglio Comunale n° 77 del 25 Settembre 2008 e con Decreto del Commissario Prefettizio della Provincia di Savona n° 18 del 2 Dicembre 2008.

Tale zonizzazione, riportata in Figura 12-88, prevede la suddivisione del territorio del Comune di Vado Ligure, in sei classi acustiche, in funzione della destinazione d'uso del territorio, ad ognuna delle quali, ai sensi del DPCM 14/11/97, è associato un valore limite di emissione ed un valore limite assoluto di immissione.

Come osservabile, l'area prossima alla piastra multifunzionale ricade, prevalentemente, nella Classe IV (Area di Intensa Attività Umana), nella Classe V (Aree Prevalentemente Industriali) e nella Classe VI (Aree Esclusivamente Industriali). In tale area sono ubicati cinque ricettori sensibili, individuati in verde nella succitata Figura, costituiti da quattro scuole (identificate con i numeri 204, 110, 110bis, 166, 141 nel rilievo di dettaglio condotto in via propedeutica alle analisi) e da una residenza sanitaria (identificata con il numero 124).

Le indagini condotte nel 2008 sono consistite in tre rilievi fonometrici della durata temporale di 24 ore ed in 14 rilevamenti (6 diurni e 8 notturni) della durata di massimo un'ora. L'ubicazione delle postazioni di misura è riportata in Figura 12-89.

I rilievi sono stati eseguiti in concomitanza alla presenza di una nave adibita al trasporto di carbone ormeggiata al pontile della Terminal Rinfuse, nonché in concomitanza al funzionamento degli impianti connessi alla movimentazione e scarico del carbone (nastri trasportatori e gru).

Gli esiti delle misure condotte nel 2008 dall'Ing. Foppiano, in termini di livello equivalente (dB(A)), vengono riportati in Tabella 12-8, unitamente ai valori limite di immissione contenuti nella normativa di riferimento in relazione all'ubicazione del punto di misura, come spiegato in dettaglio nel seguito.

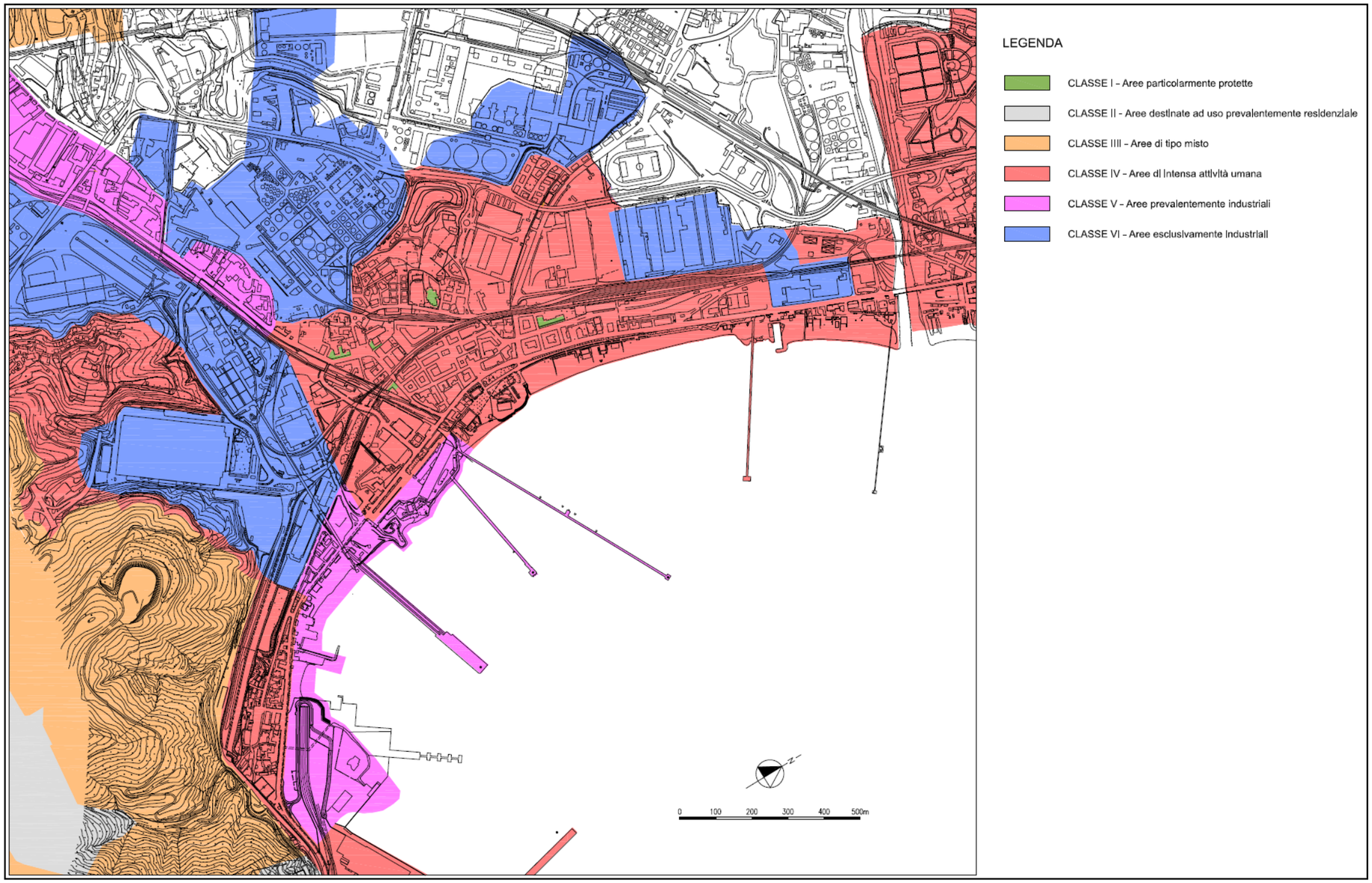


FIGURA 12-88 – ZONIZZAZIONE ACUSTICA DEL COMUNE DI VADO LIGURE.

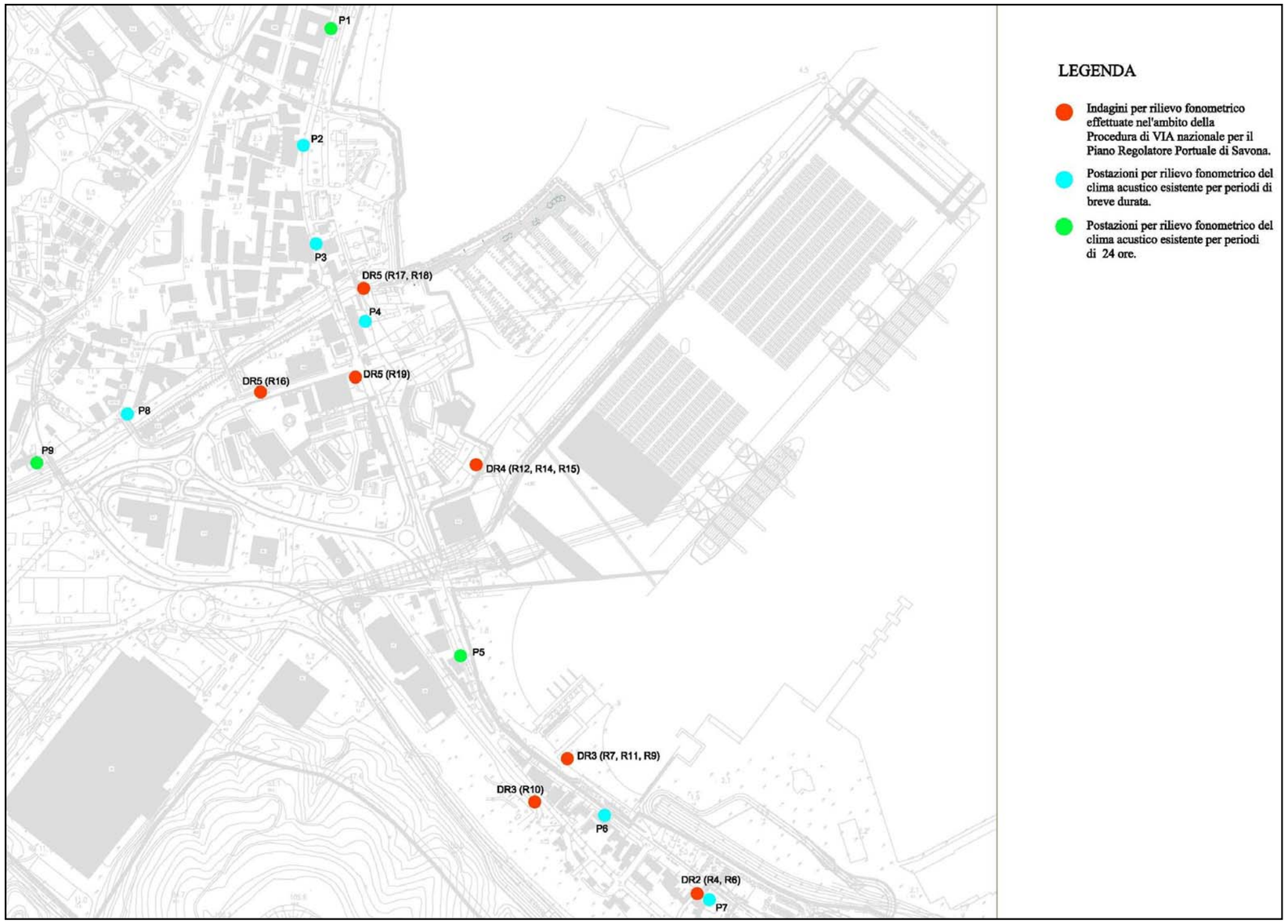


FIGURA 12-89 – UBICAZIONE DEI PUNTI DI RILIEVO FONOMETRICO.

TABELLA 12-8 – RISULTATI DEL RILIEVO FONOMETRICO DEL 2008.

Postazione di misura	**Durata**	**L_{eq} diurni**	**L_{eq} notturni**	**Valore limite di immissione applicabile diurno**	**Valore limite di immissione applicabile notturno**	**Riferimento normativo19**
	(ore)	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	
1	24	68,5	66,9	70	60	DPR 142/04
2	1 (diurna)	72,7		70		DPR 142/04
	1 (notturna)		67,0		60	DPR 142/04
3	1 (diurna)	73,0		70		DPR 142/04
	1 (notturna)		67,4		60	DPR 142/04
4	1 (diurna)	53,8		70		DPCM 14/11/97
	1 (notturna)		49,5		60	DPCM 14/11/97
	1 (notturna) (cicalio 10s)		50,4			
5	24	69,3	64,3	70	60	DPR 142/04
6	1 (diurna)	70,9		70		DPCM 14/11/97
	1 (notturna)		65,2		60	DPCM 14/11/97
	1(notturna) (pontile)		63,9		60	DPCM 14/11/97
7	1 (diurna)	69,2		70		DPCM 14/11/97
	1 (notturna)		65,6		60	DPCM 14/11/97
8	1 (diurna)	64,5		70		DPCM 14/11/97
	1 (notturna)		47,4		60	DPCM 14/11/97
9	24	65,0	49,1	65	55	DPCM 14/11/97
(*) tempo di rilevamento in minuti						

Ai fini della valutazione degli esiti dei rilievi rispetto alla normativa di riferimento, in presenza di infrastrutture stradali di qualunque categoria, i valori limite di immissione nell'ambito della fascia di pertinenza sono quelli di cui al Decreto del Presidente della Repubblica n° 142 del 30 Marzo 2004, e non quelli della zonizzazione acustica, i cui limiti sono definiti dal DPCM 14/11/97.

L'Articolo 3, Comma 2, del DPCM 14/11/97, infatti, prevede che valori limite assoluti di immissione individuati non si applicano all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali. Per la componente di rumore non legata al traffico veicolare, invece, si applicano i valori limite di immissione della zonizzazione acustica. Conseguentemente, i valori limiti di immissione di cui al DPR 142/04 sono applicabili a tutti i rilievi fonometrici eseguiti che ricadono nella fascia di pertinenza delle infrastrutture stradali.

In relazione ai rilievi effettuati, non essendo possibile una rigorosa identificazione della quota di rumore imputabile al solo traffico veicolare, i valori limite di cui al DPR 142/04 (strade esistenti, fascia A, con limite diurno e notturno pari rispettivamente a 70 dB(A) e 60 dB(A)) sono stati applicati in tutti i casi in cui il rumore stradale è stato considerato dominante.

Negli altri casi, invece, sono stati applicati i valori limite di immissione della zonizzazione acustica e di cui al DPCM 14/11/97:

- Classe IV: valore limite diurno e notturno pari rispettivamente a 65 dB(A) e 55 dB(A);
- Classe V: valore limite diurno e notturno pari rispettivamente a 70 dB(A) e 60 dB(A).

Inoltre, per i rilievi puntuali, cioè con tempo di acquisizione al massimo pari ad un'ora, i valori rilevati sono stati confrontati con i valori di attenzione, espressi come livelli continui equivalenti, secondo quanto previsto dall'Articolo 6 del DPCM 14/11/97.

Tali livelli sono stati ottenuti aumentando i valori limite assoluti di immissione della zonizzazione acustica di 10 dB(A) per il periodo diurno e di 5 dB(A) per il periodo notturno e riportando, così, i valori limite a:

- Classe IV: valore limite diurno e notturno pari rispettivamente a 75 e 60 dB(A);
- Classe V: valore limite diurno e notturno pari rispettivamente a 80 e 65 dB(A).

Da quanto sopra riportato e dall'esame della precedente Tabella, relativamente ai rilievi fonometrici condotti nel 2008 (sulle 24 ore e puntuali) emerge quanto segue.

19 Per tutti i rilievi riferiti all'ora od a periodi inferiori, i limiti di cui al DPCM 14/11/97 sono incrementati di 10 dB(A) nel periodo diurno e 5 dB(A) nel periodo notturno, come specificato nel prosieguo del testo.

Nella postazione n° 1 (rilievo sulle 24 ore), i valori di L_{eq} sono pari a 68,5 dB(A) nel periodo diurno ed a 66,9 dB(A) nel periodo notturno. La sorgente sonora principale incidente sul ricettore è costituita dal traffico veicolare; per cui, facendo riferimento ai valori limite del DPR 142/04, risulta superato soltanto il valore limite notturno di immissione sonora.

Nella postazione n° 2 (rilievo puntuale), i valori di L_{eq} sono pari a 72,7 dB(A) nel periodo diurno ed a 67 dB(A) nel periodo notturno. La sorgente sonora principale che incide sul ricettore è costituita dal traffico veicolare; per cui, facendo riferimento ai valori limite di cui al DPR 142/04, sono superati sia il valore limite di immissione diurno che il valore limite notturno.

Nella postazione n° 3 (rilievo puntuale), i valori di L_{eq} sono pari a 73 dB(A) nel periodo diurno ed a 67,4 dB(A) nel periodo notturno. Anche in questo caso la sorgente sonora che incide sul ricettore è costituita dal traffico veicolare e sono nuovamente superati entrambi i valori limite di riferimento (diurno e notturno).

Nella postazione n° 4 (rilievo puntuale), i valori di L_{eq} sono pari a 53,8 dB(A) nel periodo diurno ed a 49,5 dB(A) nel periodo notturno. Sul ricettore, oltre al traffico veicolare, incidono anche gli impianti legati alla movimentazione delle rinfuse nere; la fonte prevalente è risultata essere la seconda, a causa della schermatura al traffico indotta dalla presenza di edifici. Con riferimento DPCM 14/11/97 risultano superati sia il valore limite di immissione diurno che quello notturno. Nell'ambito dei rilievi è stato inoltre possibile rilevare separatamente il cicalio di sicurezza che si attiva durante il movimento delle gru sul pontile. Per tale sorgente è emerso il rispetto del criterio differenziale (3 dB notturno).

Nella postazione n° 5 (rilievo sulle 24 ore), i valori di L_{eq} sono pari a 69,3 dB(A) nel periodo diurno ed a 64,3 dB(A) nel periodo notturno. Anche in questo caso la sorgente sonora principale incidente sul ricettore è costituita dal traffico veicolare; come per la precedente postazione risulta superato soltanto il valore limite notturno di immissione sonora (DPR 142/04).

Nella postazione n° 6 (rilievo puntuale), i valori di L_{eq} sono pari a 70,9 dB(A) nel periodo diurno ed a 65,2 dB(A) nel periodo notturno. Come per la precedente postazione sul ricettore incidono, come sorgenti sonore, sia il traffico veicolare che gli impianti per le rinfuse nere; è però risultato superato solamente il valore limite notturno di immissione (DPCM 14/11/97). E' stato inoltre possibile rilevare separatamente il livello di immissione sonora notturno proveniente dal pontile, per il quale è emerso il rispetto del criterio differenziale (risultato inferiore a quello generato dal traffico veicolare).

Nella postazione n° 7 (rilievo puntuale), i valori di L_{eq} sono pari a 69,2 dB(A) nel periodo diurno ed a 65,6 dB(A) nel periodo notturno. Nuovamente le sorgenti sonore sono costituite sia dal traffico veicolare che dagli impianti delle rinfuse nere, quest'ultimi particolarmente nel periodo notturno, tanto che i superamenti riscontrati sono relativi al solo valore limite notturno di immissione (DPCM 14/11/97).

Nella postazione n° 8 (rilievo puntuale), infine, i valori di L_{eq} sono pari a 64,5 dB(A) nel periodo diurno ed a 47,4 dB(A) nel periodo notturno. Le sorgenti sonore incidenti sul ricettore sono analoghe alla precedente postazione, ma risultano superati sia il valore limite diurno che notturno di immissione (DPCM 14/11/97).

Nella postazione n° 9 (rilievo sulle 24 ore), infine, i valori di L_{eq} sono pari a 65,0 dB(A) in periodo diurno ed a 49,1 dB(A) in periodo notturno. Sul ricettore oltre al traffico veicolare incidono anche gli impianti legati alla movimentazione delle rinfuse nere, in particolare modo durante il periodo notturno. Facendo dunque riferimento, per quanto sopra riportato, ai valori limite di cui al DPCM 14/11/97, risultano rispettati sia il valore limite diurno che il valore limite notturno.

Merita una considerazione a parte la zona attorno alla residenza sanitaria recentemente realizzata (ricettore identificato con il numero 124 nell'ambito del rilievo di dettaglio eseguito), per la quale si è ritenuto opportuno effettuare un approfondimento in merito

alla situazione acustica relativa al complesso realizzato, acquisendo lo specifico studio che fu presentato in sede di autorizzazione edilizia.

Da questo studio emerge che i livelli sonori equivalenti (L_{eq}) allora misurati risultarono superiori rispetto ai valori limite di riferimento per la classe di destinazione d'uso della struttura (Classe I). In particolare furono misurati 50,7 dB(A) nel periodo diurno e 48,2 dB(A) nel periodo notturno, valutati , a 4 metri di altezza, rispettivamente in 52,7 dB(A) e 50,2 dB(A).

Fu dunque prevista, in sede di realizzazione del complesso, l'adozione di idonei accorgimenti realizzativi per rendere la struttura acusticamente compatibile. I criteri adottati furono:

- indice dell'isolamento acustico in facciata: almeno 45 dB(A);
- indice del livello di rumore di calpestio di solai: massimo 58 dB(A);
- indice del potere fono isolante apparente di partizione fra gli ambienti: almeno 55 dB(A);
- rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici per i servizi a funzionamento discontinuo: massimo 35 dB(A);
- rumorosità prodotta dagli impianti tecnologici per i servizi a funzionamento continuo: massimo 25 dB(A);
- interposizione di idonee barriere artificiali e vegetali per abbattere 8 dB(A) in facciata.

Caratterizzazione delle fonti emissive previste

Fatte salve le assunzioni riportate precedentemente circa le due attività ricollocate sulla piastra multifunzionale, le sorgenti emissive considerate per la fase di esercizio del Progetto Definitivo erano le seguenti:

- navi porta container ormeggiate in un numero di 2 contemporaneamente e per 24 ore;
- gru di banchina, in un numero di 6, elettriche ed operanti in continuo sulle 24 ore;
- gru di piazzale, in un numero di 28, elettriche (RMG) ed operanti contemporaneamente al 75% sulle 24 ore;
- "reefer" container (container frigoriferi), in un numero massimo di 1.190;
- "tractors trailers" (trattori porta carrelli con container), operanti in continuo sul terminal container ed in connessione con il retrostante parco ferroviario, attraverso il sovrappasso della Via Aurelia (44 "tractors")20;
- parco ferroviario, operante sulle 24 ore;
- veicoli su gomma (camion) in entrata ed uscita dalla piastra (582 per giorno e per direzione, operanti dalle ore 6:00 alle ore 24:00);
- locomotori per le manovre di entrata ed uscita dei convogli ferroviari in dal parco ferroviario (20 per giorno e per direzione, operanti sulle 24 ore)21.

Tali sorgenti sono state caratterizzate in termini di spettro sonoro, in parte utilizzando dati standard di riferimento, ed in parte utilizzando le specifiche misure fatte condurre da Maersk A/S sul suo terminal in Virginia, ove sono impiegate attrezzature analoghe a quelle previste per il terminal di Vado Ligure.

I dati di pressione sonora sono stati poi trasformati in potenza dell'emissione sonora, che è stata adottata nell'ambito delle simulazioni modellistiche.

Alla luce del quadro operativo di funzionamento del terminal container, definito da Maersk A/S nell'ambito delle attività di progettazione, le diverse sorgenti acustiche sono state modellate come indicato nella Tabella seguente.

20 Ai fini del calcolo dei viaggi giornalieri, ogni "tractor" muove un "trailer" da sette TEUs (cioè un viaggio di un "tractor" corrisponde alla movimentazione di 7 TEUs dal terminal al retrostante parco ferroviario).

21 Si è ipotizzato che ogni treno sia costituito da un locomotore di manovra e da 14 vagoni da 2 TEUs ciascuno. Quotidianamente sono avviati via ferrovia circa 400 TEUs.

TABELLA 12-9 – CARATTERIZZAZIONE DELLE SORGENTI ACUSTICHE.

Sorgente	**Numero**	**Livello di potenza sonora**(****)	**Note**	**Tipo di sorgente**
Navi porta container	2	87 LW(A)	2 navi in scarico contemporaneo (0-24 h)	Superficiale orizzontale
Gru di banchina	6	85 LW(A)	In marcia contemporanea (0-24 h)	Puntuale (15 m dal suolo)
Gru di piazzale	28 (operanti contemporaneamente al 75%)	109 LW(A)(*)	In attività lungo la piastra, in moto longitudinale (0-24 h)	Lineare
Parco ferroviario		90 LW(A)	Area di carico dei container sui treni (0-24 h)	Superficiale orizzontale
Traffico su gomma	72 veicoli per ora nel periodo diurno e 20 veicoli per ora nel periodo notturno(**) (complessivi, nei due sensi di marcia)	Traffico pesante con penalità di 2 dB(A) per effetto del fondo stradale (Lw' di 82 dB(A) diurno e 76 dB(A) notturno)	Operanti dalle 6 alle 24	Lineare
Treni	1 ogni ora(***)	55,8 LmE		Lineare
Traffico su gomma tra la piastra ed il parco ferroviario	10 veicoli per ora	Traffico pesante con penalità di 2 dB(A) per effetto del fondo stradale (Lw' = 70 dB(A))	Operanti 0-24 h	Lineare
"Reefer" container	5	112 LW(A)	Potenza generata da 36 container (il 15% di un "rack") (0-24 h)	Superficiale verticale

(*) Potenza dell'emissione sonora della singola sorgente rappresentativa degli effetti complessivi delle gru di piazzale.
(**) Assunzione cautelativa, per considerare l'eventualità che l'intero traffico su gomma si concentri nel periodo diurno; nel periodo notturno il traffico è assunto nelle otto ore e corrisponde, quindi, a 80 veicoli ora nelle due ore di operatività nel periodo notturno (assunzione ulteriormente cautelativa, per considerare eventuali situazioni di picco in orario notturno)
(***) Assunzione cautelativa per considerare il caso che il traffico non si distribuisca uniformemente tra il periodo diurno e quello notturno.
(****) Valore relativo alla singola sorgente, salvo se diversamente indicato; quindi, da moltiplicare per il numero delle sorgenti indicate nella specifica colonna. Il valore è già pesato su frequenza e durata.

Occorre evidenziare che:

- i valori numerici di potenza sonora includevano gli effetti di frequenza e durata (ad esempio il valore notturno per i camion è più basso di quello diurno, in quanto essi non sono operativi dalle ore 0:00 alle ore 6:00);
- le gru di piazzale sono state modellate come sorgente lineare, per rappresentarne la mobilità (modello più conservativo);
- le gru di banchina sono state modellate come sorgenti puntuali, in corrispondenza del loro motore.

In relazione alla posizione planimetrica dei "reefer" container, che costituiscono un'importante fonte di rumorosità, in Figura 12-90 si riporta la loro posizione che era stata prevista nel Progetto Preliminare e che è stata inserita nel modello del Progetto Definitivo.

La scelta di mantenere la posizione planimetrica prevista nel Progetto Preliminare era stata fatta a scopo cautelativo, poiché già nel Progetto Definitivo essi erano stati di poco spostati verso l'interno del terminal, seguendo le indicazioni di Maersk A/S, al fine di permettere una schermatura della potenziale rumorosità indotta con i container normali ("dry" container) e, analogamente, allontanare una potenziale fonte di rumorosità dall'edificio della Maersk A/S.

Ulteriori fattori di cautela erano stati inseriti assumendo la presenza di "reefer container" nel terminal pari al 75% della capacità massima per questa tipologia (1.190 unità); era stato dunque considerato, nella modellazione di tale sorgente, che in ogni istante, nelle 24 ore, fosse attivo il 15% dei motori frigoriferi.

Inoltre, i "reefer" container sono stati trattati come cinque sorgenti distinte di rumore, una per ciascuno dei cinque "rack" (238 container, cioè 1.190 in totale). In particolare sono stati trattati come sorgenti superficiali verticali, aventi la dimensione del "rack", con emissione continua nelle 24 ore, diretta verso terra, e con intensità sonora pari a quella del singolo container (78 dB(A) di pressione sonora) moltiplicata per 36 (cioè il 15% di 238, numero di container previsti, da progetto Definitivo, per ciascun "rack").

Seguendo tale approccio, la sorgente è stata considerata sempre come distribuita su tutta l'altezza, comprese le file più alte e cioè le file in cui non sempre si trovano container e che, in generale, risultano potenzialmente più critiche in quanto meno schermate.

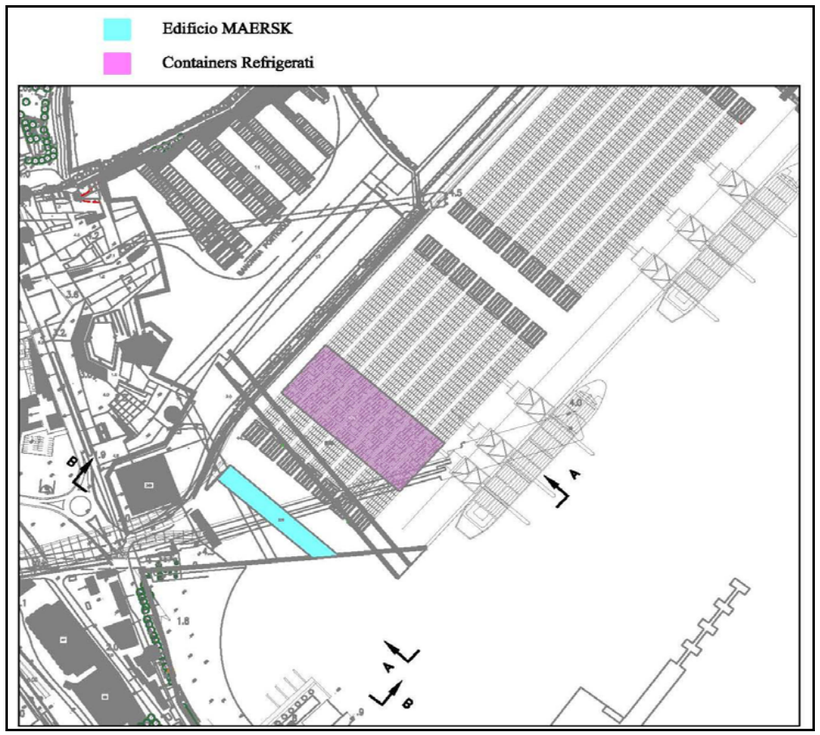


FIGURA 12-90 – "REEFER" CONTAINER: UBICAZIONE PLANIMETRICA.

Modello di calcolo e scelte modellistiche

Il software utilizzato nella modellazione della componente rumore in fase di esercizio del Progetto Definitivo, è il programma di simulazione acustica ambientale SoundPLAN, prodotto dalla SoundPLAN LLC (Stati Uniti) in modo conforme ai requisiti contenuti nella norma ISO 9613-2, nella norma DIN 18005, RLS 90 e nella norma Schall03.

Tale programma è in grado di calcolare i livelli sonori sulla base della localizzazione tridimensionale delle sorgenti, degli effetti indotti sulla propagazione dalla presenza di ostacoli (edifici, barriere, ecc), e delle caratteristiche atmosferiche.

In particolare SoundPLAN utilizza la tecnica computazione del "ray tracing" tenendo conto della geometria tridimensionale dell'area, dell'attenuazione con la distanza, dell'attenuazione dovuta alla presenza di ostacoli (edifici, barriere, ecc.) nonché della riflessione e della diffrazione causata dagli stessi, della riflessione sul terreno, della presenza di gradienti di temperatura e di aspetti connessi al regime anemometrico.

Come già riportato, nella scelta dei parametri di input per il programma erano state adottate le ipotesi più conservative, cosicché si può ritenere, con ragionevole margine di sicurezza, che la previsione dei livelli sonori approssimi per eccesso rispetto a quanto si riscontrerà effettivamente in sito, durante l'esercizio della piastra multifunzionale.

Le altezze, le dimensioni, le caratteristiche sonore e le caratteristiche degli edifici presenti nell'area di studio sono state ricavate nell'ambito del rilievo di dettaglio dell'area e di cui in precedenza. Come valori meteoclimatici di riferimento è stata adottata una temperatura di 15° C ed un'umidità pari al 50%.

Risultati e valutazioni

Le analisi effettuate con il modello di calcolo avevano condotto, in prima istanza, alla ricostruzione dell'andamento dei livelli di rumorosità indotti dalle attività che si svolgeranno sulla piastra multifunzionale ed in particolare quelle legate al terminal container, per tutta l'area appartenente al dominio di calcolo.

Tale andamento, sotto forma di isofone, viene riportato nelle due Figure seguenti, relative, rispettivamente, al periodo diurno ed al periodo notturno.

Tali Figure fanno riferimento ad una altezza di quattro metri dal piano di campagna, rappresentativa dei luoghi frequentati da persone, escludendo, però, l'effetto protettivo di ostacoli (edifici, barriere, ecc.) locali.

Si precisa che, poiché l'obiettivo del modello di rumore era quello di valutare il rumore ambientale, nelle Figure tutta l'area della piastra multifunzionale era stata mascherata (pur considerando le sorgenti in essa presenti quali grù di piazzale, "reefer" container). I livelli sonori sulla piastra multifunzionale, infatti, rientrano nelle tematiche di qualità dell'ambiente di lavoro, che devono essere affrontate, in adempimento delle specifiche normative di settore, una volta realizzate le opere.

Nelle stesse Figure sono riportati anche i ricettori individuati per una valutazione più puntuale dei livelli di rumorosità. Alcuni di questi ricettori coincidono con i punti in erano stati seguiti i rilievi fonometrici (le sigle adottate sono le medesime, per favorirne l'individuazione ed il confronto).



FIGURA 12-91 – MAPPA DELLE ISOFONE NEL PERIODO DIURNO (I VALORI SONO ESPRESSI IN DB(A)).



FIGURA 12-92 – MAPPA DELLE ISOFONE NEL PERIODO NOTTURNO (I VALORI SONO ESPRESSI IN DB(A)).

Dall'esame delle due Figure si può osservare che, considerando un valore soglia pari a 50 dB(A), ovvero un valore che, corrispondendo al valore limite diurno di immissione della Classe I (aree particolarmente protette) della zonizzazione acustica , può essere ragionevolmente considerato come "limite di tranquillità acustica", nel periodo diurno non erano stati riscontrati superamenti in:

- tutta l'area urbana a levante del Torrente Segno (ad eccezione di una fascia di 50-60 m a cavallo della linea ferroviaria , ove, però, il rumore deve essere attribuito al traffico ferroviario);
- tutto l'abitato di Porto Vado;
- la porzione di area a ponente del Torrente Segno ove sono ubicati edifici residenziali (la soglia di 50 dB(A) si trova al confine di alcune delle residenze di prevista realizzazione);

Nel periodo notturno l'area al di sotto di tale valore soglia era più ampia, ricomprendendo in gran parte l'area residenziale a ponente del Torrente Segno e molte aree destinate ad attività produttive.

In sintesi, gli effetti sonori indotti dalla presenza del terminal container risultavano al di sotto di tale valore soglia per tutta l'area urbana considerata nel modello, e cioè dove sono presenti insediamenti residenziali.

Se invece si considera una soglia di rumorosità più significativa, che può essere ragionevolmente fissata a 70 dB(A), si può osservare che tale soglia non veniva mai superata nell'area oggetto di modellazione, se non nel periodo diurno, in corrispondenza della viabilità stradale di entrata ed uscita dal porto.

In seconda istanza, le analisi modellistiche effettuate avevano consentito di individuare un insieme specifico di ricettori e, relativamente agli stessi, di effettuare le verifiche di conformità con i valori limite fissati nella normativa.

Complessivamente erano stati individuati 19 ricettori le cui caratteristiche salienti vengono riepilogate in Tabella 12-10. Sei di questi corrispondevano ai cinque edifici sensibili presenti nell'area di interesse (quattro scuole ed una residenza sanitaria) segnalati nella zonizzazione acustica del Comune di Vado Ligure (Paragrafo 11.7).

I rimanenti 13 ricettori erano invece stati scelti in modo da rappresentare tutte le situazioni potenzialmente più critiche per gli edifici residenziali, tenendo conto della loro posizione, della loro altezza e della loro esposizione alle sorgenti emissive.

TABELLA 12-10 – CARATTERISTICHE DEI RICETTORI INDIVIDUATI.

Codice del ricettore (*)	**Tipologia di ricettore**	**Edificio corrispondente nel rilievo eseguito**	**Altezza del ricettore (m)**	**Classe acustica** (**)
P1R	Edificio residenziale	203	11,1	Classe IV
P2R	Edificio residenziale	193	8,8	Classe IV
P3R	Edificio residenziale	222	12,6	Classe IV
P4R	Edificio residenziale	247	10,2	Classe V
P5R	Edificio residenziale	73	7,2	Classe V
P6R	Edificio residenziale	44	6,4	Classe V
P7R	Edificio residenziale	21	6,4	Classe V
P8S	Scuola elementare/materna	110 e 110Bis	17,5	Classe I
P9R	Edificio residenziale	96	6	Classe V
P10S	Scuola media	204	4	Classe I
P11S	Scuola media	204	4	Classe I
P12S	Residenza Sanitaria	124	31	Classe I
P13S	Scuola materna	141	14	Classe I
P14R	Edificio residenziale	77	8,7	Classe V
P15R	Edificio residenziale	238	8,4	Classe V
P16R	Edificio residenziale	226	4	Classe IV
P17R	Edificio residenziale	3	13,2	Classe V
P18S	Scuola elementare	166	8	Classe I
P19R	Edificio residenziale	213	4	Classe IV

(*) R = residenziale, S = sensibile
(**) in base alla zonizzazione acustica adottata dal Comune di Vado Ligure

In Tabella 12-11 ed in Tabella 12-12 sono riportati i valori di rumorosità indotti dalla piastra multifunzionale sui singoli ricettori rispettivamente nel periodo diurno e nel periodo notturno nella configurazione di riferimento. Viene anche riportato un confronto con i relativi valori limite di emissione ed immissione, in termini di differenza tra rumorosità indotta e valore limite (valori negativi quando la rumorosità generata è inferiore al limite). Le Tabelle sono discusse nel seguito.

TABELLA 12-11 – RUMOROSITÀ INDOTTA SUI RICETTORI NEL PERIODO DIURNO.

Codice del ricettore	**Rumorosità dalla piastra**	**Valore limite di immissione**	**Differenza dal valore limite di immissione**	**Valore limite di emissione**	**Differenza dal valore limite di emissione**
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))
Ricettori residenziali					
P1R	39,2	65	-25,8	60	-20,8
P2R	47,2	65	-17,8	60	-12,8
P3R	41,1	65	-23,9	60	-18,9
P4R	45,8	70	-24,2	65	-19,2
P5R	48,2	70	-21,8	65	-16,8
P6R	44,2	70	-25,8	65	-20,8
P7R	42,2	70	-27,8	65	-22,8
P9R	42,7	70	-27,3	65	-22,3
P14R	60,4	70	-9,6	65	-4,6
P15R	44,7	70	-25,3	65	-20,3
P16R	41,9	65	-23,1	60	-18,1
P17R	49,9	70	-20,1	65	-15,1
P19R	36,9	65	-28,1	60	-23,1
Ricettori sensibili					
P8S Scuola elementare/materna	46,1	50	-3,9	45	**1,1**
P10S Scuola Media	49,2	50	-0,8	45	**4,2**
P11S Scuola Media	33,9	50	-16,1	45	-11,1
P12S Residenza Sanitaria	41,8	50	-8,2	45	-3,2
P13S Scuola Materna	48	50	-2	45	**3**
P18S Scuola Elementare	35,4	50	-14,6	45	-9,6

TABELLA 12-12 – RUMOROSITÀ INDOTTA SUI RICETTORI NEL PERIODO NOTTURNO.

Codice del ricettore	**Rumorosità dalla piastra**	**Valore limite di immissione**	**Differenza dal valore limite di immissione**	**Valore limite di emissione**	**Differenza dal valore limite di emissione**
	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))	(dB(A))
Ricettori residenziali					
P1R	39,1	55	-15,9	50	-10,9
P2R	47,2	55	-7,8	50	-2,8
P3R	41	55	-14	50	-9
P4R	45,8	60	-14,2	55	-9,2
P5R	45,1	60	-14,9	55	-9,9
P6R	42,9	60	-17,1	55	-12,1
P7R	41,6	60	-18,4	55	-13,4
P9R	40	60	-20	55	-15
P14R	55,9	60	-4,1	55	**0,9**
P15R	44,5	60	-15,5	55	-10,5
P16R	41,7	55	-13,3	50	-8,3
P17R	49,6	60	-10,4	55	-5,4
P19R	35,7	55	-19,3	50	-14,3
Ricettori sensibili (*)					
P8S Scuola elementare/materna	41,9	-	-	-	-
P10S Scuola Media	49,2	-	-	-	-
P11S Scuola Media	33,6	-	-	-	-
P12S Residenza Sanitaria	39,9	40	-0,1	35	**4,9**
P13S Scuola Materna	47,9	-	-	-	-
P18S Scuola Elementare	34,2	-	-	-	-

(*) Limiti e differenze non sono riportati per le scuole, in quanto questa tipologia di ricettori sensibili non è rilevante nel periodo notturno

Prima di analizzare quanto riportato nelle Tabelle occorre ricordare che il rumore ambientale generato dal terminal container è originato da sorgenti emissive tipiche di una infrastruttura marittima (navi, gru di banchina, gru di piazzale, "reefer" container); a queste poi sono legate in modo stretto sorgenti tipiche di infrastrutture stradali (traffico su gomma e "tractors trailers") e ferroviarie (parco ferroviario e convogli ferroviari).

Tutte queste sorgenti ricadono nelle previsioni dell'Articolo 3, Comma 2 del Decreto del Presidente dei Consiglio dei Ministri del 14 Novembre 1997, per il quale i valori limite assoluti di immissione individuati non si applicano all'interno delle fasce di pertinenza delle infrastrutture marittime, stradali e ferroviarie mentre concorrono al raggiungimento dei limiti all'esterno delle stesse.

In sede di Accordo di Programma era stato definito uno specifico criterio di valutazione dell'impatto acustico relativo alle infrastrutture marittime.

Tale criterio, con riferimento al solo contributo delle nuove attività che si sarebbero svolte sulla piastra, prevedeva il rispetto dei limiti di immissione previsti nella zonizzazione acustica del Comune di Vado Ligure.

Occorre altresì ricordare che l'Articolo 4, Comma 3, del Decreto del Presidente dei Consiglio dei Ministri del 14 Novembre 1997 esclude l'applicazione di qualsiasi valore limite differenziale di immissione, per tutte le sorgenti considerate nell'analisi (infrastrutture marittime, stradali e ferroviarie).

In definitiva, l'unico criterio che poteva essere effettivamente applicato per valutare la conformità dello scenario emissivo indotto dalla piastra multifunzionale così come calcolato per il SIA del Progetto Definitivo, era il confronto dei valori di rumorosità da essa generati, nei diversi punti, con i valori limite di immissione previsti nella zonizzazione acustica vigente.

Dall'esame delle Tabelle (i valori di immissione riportati si riferiscono alla corrispondete Classe acustica della zonizzazione in cui ricade il ricettore) si osserva che per i ricettori non sensibili, nel periodo diurno, la rumorosità indotta dalle attività della piastra multifunzionale rimaneva sempre inferiore ai valori limite di immissione della zonizzazione acustica, con una differenza non inferiore a circa 10 dB(A), mentre nel periodo notturno rimaneva sempre inferiore con una differenza di circa 4 dB(A).

Per i ricettori sensibili, invece, nel periodo diurno, la rumorosità indotta rimaneva sempre inferiore ai valori limite di immissione. In due soli punti la differenza scendeva in modo apprezzabile al di sotto dei 4 dB(A): si tratta dei ricettori P10S e P13S, ubicati nella fascia di rispetto ferroviaria. I livelli di rumorosità scendevano però di oltre 10 dB(A) trascurando il contributo del traffico ferroviario al di fuori del perimetro portuale.

Per l'unico ricettore sensibile rilevante nel periodo notturno, e cioè la residenza sanitaria, la rumorosità rimaneva inferiore al valore limite di immissione.

Da ultimo, si era provveduto anche ad effettuare, in alcuni punti, la sovrapposizione della rumorosità indotta dalla piastra multifunzionale con la situazione rilevata attraverso le misure fonometriche.

A tal fine, erano stati selezionati i tre punti ove erano state eseguite misure sulle 24 ore (punti P1, P5 e P9), ed il punto P8, interessato da rilievi della durata di massimo un'ora (questo punto è coincidente con un ricettore sensibile). Nella Tabella seguente sono riportati, sia per il periodo diurno che per quello notturno, i valori di rumorosità misurata ed i valori di rumorosità indotti dalle attività della piastra multifunzionale. Emerge con chiarezza che i secondi erano assolutamente trascurabili rispetto ai primi.

TABELLA 12-13 – SOVRAPPOSIZIONE TRA LA RUMOROSITÀ MISURATA E QUELLA INDOTTA DALLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE.

Punto di misura	**Codice del ricettore**	**Rumorosità misurata**	**Rumorosità indotta**	**Rumorosità misurata**	**Rumorosità indotta**
		(dB(A))	(dB)	(dB(A))	(dB(A))
P1	P1R	68,5	39,2	66,9	39,1
P5	P5R	69,3	48,2	64,3	45,1
P9	P9R	65	42,7	49,1	40
P8	P8S	64,5	46,1	47,4	41,9

In conclusione le analisi effettuate nell'ambito del SIA del Progetto Definitivo, pur con ipotesi cautelative, mostravano che la presenza della piastra multifunzionale determina livelli di rumorosità entro i limiti di conformità e compatibilità applicabili, cioè entro i limiti di immissione previsti nella zonizzazione acustica del Comune di Vado Ligure (criterio riportato nell'Accordo di Programma).

Non veniva dunque prevista alcuna modifica al clima acustico preesistente, in quanto gli effetti di rumorosità indotti sono stati giudicati trascurabili rispetto alla situazione senza piastra. Non si prevedeva la determinazione di livelli di rumorosità di apprezzabile significatività in alcuna delle zone residenziali limitrofe ed i livelli sonori indotti erano stimati ben al di sotto di quelli adottati nella progettazione dell'unico ricettore sensibile rilevante nel periodo diurno (residenza sanitaria).

La piastra multifunzionale in fase di esercizio, dunque, e le attività che su di essa si svolgeranno, con particolare riferimento al terminal container, risultava, nello scenario di riferimento, compatibile dal punto di vista del clima acustico con il contesto in cui sarà inserita senza l'adozione di particolari misure di mitigazione.

12.8. Economia e sociale

12.8.1. Traffico

Per quanto concerne il traffico navale, la Capitaneria di Porto e la Coorporazione dei piloti hanno espresso entrambi parere positivo di agibilità nautica delle opere previste dal Piano Regolatore Portuale, pareri poi validati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per quanto concerne il traffico portuale, lo sviluppo delle attività portuali e retro portuali previste in sede di pianificazione, ed in particolare nell'ambito del Piano Regolatore Portuale, ha tenuto conto della realtà del sistema viabilistico stradale e ferroviario, delle criticità e delle potenzialità.

In considerazione delle previsioni del Master Plan della Logistica del Nord Ovest, la situazione si presenta senza criticità: il sistema portuale e retro portuale dell'Alessandrino-Valle Bormida, relazionato in successione con le aree del Nord attraverso il nodo di Novara, con le aree centro padane e con l'area torinese, costituisce l'asse lungo il quale si sviluppa la logistica legata alla piattaforma. In condizioni di regime, dunque, il traffico derivante dal terminal container sulla piastra multifunzionale a Vado Ligure è in grado di gravare interamente sul sistema infrastrutturale (logistica, viabilità stradale e ferroviaria) dell'Alessandrino-Valle Bormida, senza interessare le reti di traffico "convenzionali".

I principale sistema viabilistico stradale è sicuramente costituito dalla Savona-Torino (A6), capace di assorbire gli incrementi di traffico, anche pesante, previsti in fase di regime della piattaforma. La Savona-Torino si collega poi alla dorsale Asti-Cuneo, che consentirà di deviare il traffico verso Alessandria e da qua verso Novara ed il Nord Europa o verso Milano e le regioni centro orientali.

La Savona-Torino, dunque, consentirà il collegamento con i maggiori sistemi autostradali nazionali esistenti e consentirà di proiettare i carichi e le merci lungo l'Asse dei Due Mari, cioè nel Nord dell'Europa.

Per quanto riguarda la linea ferroviaria, la Savona-San Giuseppe di Cairo-Alessandria (due binari da Savona a Dego) e la Savona-Alessandria (due binari) assorbiscono il traffico generato dalle attività portuali: sono disponibili per l'Autorità Portuale 24 tracce in ingresso e uscita durante l'orario diurno. Le pendenze sono nell'ordine del 25 ‰ e consentono il transito di convogli sino ad un massimo di 800 t. Sono inoltre previste aree per la logistica e scali merci lungo il tracciato.

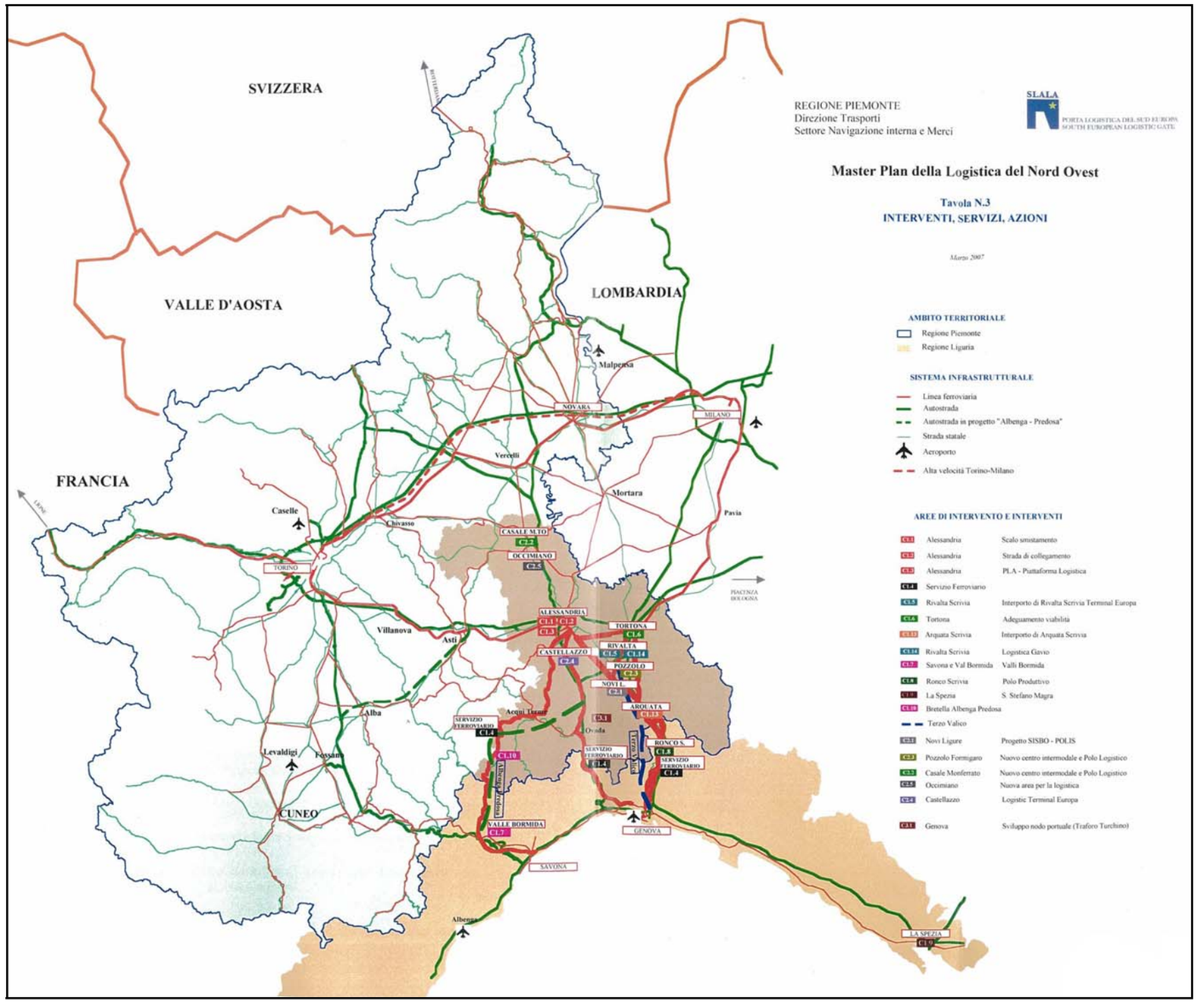


FIGURA 12-93 – MASTER PLAN DELLA LOGISTICA DEL NORD-OVEST: TAVOLA N° 3 (INTERVENTI, SERVIZI, AZIONI)

12.8.2. Sicurezza

In fase di regime non sono previsti incrementi nella movimentazione di prodotti petroliferi o di altre sostanze pericolose ed anzi, come previsto nell'Accordo di Programma, sarà progressivamente ridotto il transito di rinfuse nere (carbone) al solo fabbisogno della centrale termoelettrica.

Il significativo incremento nelle dimensioni dell'imbocco del porto, determinato dagli intervisti previsti dal Piano Regolatore Portuale e dall'Accordo di Programma, garantisce un funzionamento in piena sicurezza di tutte le manovre.

12.8.3. Occupazione

Durante l'esercizio e l'attività del terminal container è previsto l'impiego di:

- 298 occupati diretti e 150 occupati indiretti alla fase di avvio;
- 401 occupati diretti e 250 occupati indiretti a regime.

Oltre all'impiego diretto da parte del concessionario della piastra multifunzionale, è da considerare in fase di regime l'indotto di lavoro sorto tramite la creazione di nuove società che svolgono il ruolo di subfornitori delle strutture del terminal, stimabile in a 30-40 posti di lavoro per ettaro di area logistica sviluppata, intesa come occupazione strutturale per attività di trasporto e di manipolazione.
Infine, l'Accordo di Programma prevede la definizione di un'intesa con il Concessionario del terminal atta a garantire all'imprenditoria locale il 25% delle opere di manutenzione in fase di regime (oltre a quelle di realizzazione e messa in opera) rispetto all'investimento totale delle opere previste dallo stesso Accordo, fatta salva la verifica della capacità tecnica ed economica per le opere ed i servizi da svolgere.

13. STIMA DEGLI IMPATTI

13.1. Metodo di valutazione degli impatti

L'individuazione e la stima degli impatti rappresenta uno dei momenti più importanti dello Studio di Impatto Ambientale in quanto è in questa fase che si effettua la sintesi tra le componenti progettuali e le caratteristiche ambientali di riferimento, al fine di individuare un'interazione che minimizzi gli impatti sul territorio.

Si ricorda che nel presente Studio, come più volte sottolineato nei precedenti Paragrafi, le caratteristiche ambientali di riferimento non sono quelle relative allo stato attuale della rada portuale ("opzione zero"), ma quelle relative alla configurazione di Progetto Definitivo approvato (Capitolo 8).

Tale fase è propedeutica alla fase di definizione delle misure di mitigazione e/o delle misure di compensazione in quanto è proprio in essa che sono messi in evidenza gli aspetti che necessitano maggiore attenzione.

Come previsto dalla legislazione regionale (LR 38/98 e s.m.i. e Norme Tecniche di Attuazione) e nazionale (D.Lgs. 152/06 e s.m.i.) vigente, e dalla letteratura nazionale ed internazionale (es.: APAT[1], World Bank[2], EBRD[3]), sono stati distinti gli impatti generati durante la realizzazione dell'opera con le varianti progettuali proposte (fase di cantiere) da quelli generati durante l'esercizio, in virtù della differente natura che li contraddistingue (es.: gli impatti generati dai cantieri hanno carattere temporaneo, influenzano aree ben definite, ecc.).

Il metodo adottato prevede i seguenti passi logici:

- *individuazione delle azioni di progetto e dei comparti ambientali da esse influenzate*: nel caso della fase di realizzazione le azioni corrispondono alle diverse lavorazioni previste, mentre nel caso della fase di esercizio esse corrispondono sostanzialmente alle interazioni tra le varianti progettuali proposte ed il contesto territoriale in cui si inseriscono. Il primo passo del metodo è dunque leggermente differente per le due fasi considerate, in virtù della loro differente natura;
- *stima degli impatti:* stima in termini quantitativi o, qualora non possibile, in termini qualitativi, degli impatti, ovvero delle interazioni tra le azioni di progetto e le componenti ambientali da esse interessate. L'obiettivo è quello di dare una chiara indicazione sulla significatività o meno della alterazione indotta dalle varianti progettuali proposte;
- *identificazione delle misure di mitigazione*; individuazione e definizione degli accorgimenti tecnici da adottare per mitigare, cioè rendere nullo o trascurabile, l'effetto di un'azione di progetto sulle singole componenti, qualora l'impatto sia significativo, ovvero non trascurabile;
- *stima degli impatti residui*: nuova stima, sempre in termini di significatività, degli impatti generati dalle azioni di progetto a valle dell'adozione delle misure di mitigazione sopra citate;
- *identificazione delle misure di compensazione*: individuazione e definizione delle azioni complementari al progetto, da realizzare contestualmente all'intervento, al fine di ottenere benefici ambientali più o meno equivalenti agli impatti residui;
- *definizione delle attività di monitoraggio*: descrizione dei programmi di monitoraggio aventi lo scopo di verificare che le valutazioni previsionali espresse nello Studio di Impatto Ambientale circa gli impatti siano effettivamente rispettate.

La stima degli impatti, e dunque la definizione della loro significatività o meno, è stata eseguita rispetto alla qualità dell'ambiente nella configurazione di Progetto Definitivo approvato (Capitoli 11 e 12). Sono stati cioè stimati gli effetti indotti dalle varianti progettuali proposte e successivamente tali effetti sono stati confrontati con i livelli di qualità e criticità dell'ambiente in presenza delle opere come da Progetto Definitivo approvato (Capitolo 8).

Laddove possibile la stima è stata effettuata in modo quantitativo, mediante l'utilizzo di supporti modellistici e numerici; laddove, invece, le informazioni quantitative non erano disponibili, la stima è stata condotta mediante una descrizione qualitativa basata sugli elementi a disposizione e sulla esperienza (valutazione esperta).

Nel caso della fase di realizzazione delle varianti progettuali proposte (fase di cantiere), inoltre, la stima della significatività è stata espressa considerando anche l'importanza delle

1 Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, 2001, "Linee Guida della Valutazione di Impatto Ambientale".
2 World Bank, 1999, "Environmental Assessment Sourcebook".
3 European Bank for Reconstruction and Development (EBRD), 2005, "Environmental Procedures for Multi-Projects Facilities".

lavorazioni previste e la loro intensità, e considerando che, solitamente, le alterazioni che si possono verificare in questa fase sono di tipo negativo, diretto, reversibili ed a scala locale.

Si tratta cioè di alterazioni direttamente attribuibili alla singole attività svolte, che possono determinare un peggioramento della qualità ambientale limitatamente all'area di intervento e/o al paraggio, ed il cui effetto si esaurisce alla conclusione delle stesse o in un tempo successivo comunque breve (reversibilità).

Nel caso degli impatti generati dall'esercizio delle varianti progettuali proposte, invece, la stima della significatività è stata espressa secondo un approccio multicriterio che, oltre alla variazione della qualità ambientale, ha tenuto conto della tipologia di impatto, della durata dell'effetto indotto, della scala spaziale di influenza e della eventuale sensibilità della risorsa impattata, secondo le scale esplicitate nel seguito.

Si ritiene opportuno sottolineare che il metodo proposto, come qualunque altro metodo di stima o valutazione, è affetto da un certo grado di soggettività che riflette le opinioni di chi ha redatto lo Studio. Il grado di soggettività, comunque, è stato in parte temperato dallo sforzo di rendere ripercorribile la stima e di rendere quanto più possibile chiaro il metodo seguito.

Tipo di impatto

- positivo: l'alterazione della componente determina un miglioramento delle caratteristiche ambientali;
- negativo l'alterazione della componente determina un peggioramento delle caratteristiche ambientali;
- diretto: l'alterazione della componente è direttamente attribuibile all'opera in progetto;
- indiretto: l'alterazione della componente non è direttamente attribuibile all'opera in progetto
- cumulativo: l'alterazione della componente è attribuibile ad azioni sinergiche indotte sia dall'opera in progetto che da altri fattori ad essa non legati.
- trascurabile: l'opera in progetto non è in grado di indurre alterazioni nelle caratteristiche ambientali attuali.

Durata dell'effetto dell'impatto

- reversibile a breve termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce in un tempo inferiore ad un anno;
- reversibile a medio termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce in un tempo compreso tra 1 e 10 anni;
- reversibile a lungo termine: l'effetto dell'impatto si esaurisce un tempo superiore a 10 anni;
- permanente: l'effetto dell'impatto non si esaurisce.

Scala spaziale dell'impatto

- locale: l'estensione dell'area impattata è minore di 10 km^2;
- regionale: l'estensione dell'area impattata è compresa tra 10 km^2 e 100 km^2;
- nazionale: l'estensione dell'area impatta è compresa tra 100 km^2 e 1.000 km^2;
- internazionale: l'estensione dell'area impatta è superiore a 1.000 km^2.

13.2. Scenari di valutazione

13.2.1. Fase di realizzazione

Per la fase di realizzazione sono stati considerati due scenari. Il primo corrisponde alla successione temporale delle fasi di realizzazione individuate (Paragrafo 10.8, da Figura 10.48 a Figura 10.56), con le relative singole azioni di progetto (azioni elementari). Il secondo corrisponde, invece, all'ultima delle fasi di realizzazione individuate (Paragrafo 10.8, Figura 10.56), ovvero alla presenza nella rada portuale della sola piastra multifunzionale, a lavori ultimati e certificati ma non ancora in esercizio. È stata dunque previsto in modo cautelativa che la piastra possa essere completata prima che lo siano anche le altre opere previste nell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1 e Capitolo 9), ricordando che gran parte di tali opere sono necessarie per garantire l'operatività della piastra (es.: nuova diga foranea, sovrappasso della Via Aurelia).
Non si tratta dunque di due scenari completamente differenti, in quanto il secondo costituisce, di fatto, l'istantanea finale del primo.

Nella valutazione degli impatti legati alle singole azioni di progetto, non risulta necessario cambiare l'impostazione già data a tale aspetto nel Progetto Definitivo ap-

provato, in quanto le varianti di livello esecutivo proposte comportano la messa in opera di tipologie di lavorazione che già erano previste.

Nei seguenti paragrafi vengono individuate, ove necessario, le singole lavorazioni che necessitano di una maggiore attenzione in quanto potenzialmente più critiche per la qualità ambientale. Per quanto concerne il secondo scenario, è possibile analizzare e valutare gli effetti della piastra sulle componenti ambientale per le quali le altre opere previste nell'Accordo di Programma costituiscono elemento di attenuazione dell'impatto.
L'adozione dell'uno o dell'altro scenario è stata definita in funzione della componente ambientale in esame, al fine di garantire l'analisi della condizione potenzialmente più gravosa in termini di effetto indotto. In particolare il secondo scenario è stato utilizzato per le seguenti componenti ambientali, evidentemente più soggette a variazioni per effetto della presenza della piastra completata (massimo ingombro a mare) piuttosto che di stadi intermedi di realizzazione: propagazione del moto ondoso sotto costa, caratteristiche idrodinamiche, fenomeni dispersivi, capacità di ricambio idrico, circolazioni costiere indotte dal moto ondoso, trasporto solido litoraneo, tendenze evolutive del litorale, qualità delle acque marino costiere.

13.2.2. Fase di esercizio

Per la fase di esercizio è stato considerato lo scenario di valutazione già adottato nell'ambito dello SIA approvato (Capitolo 8), a meno, evidentemente, dell'introduzione delle varianti progettuali proposte (Capitolo 10).
Lo scenario comprende cioè le seguenti opere: la piastra multifunzionale nella configurazione di livello esecutivo, la nuova diga foranea come da Piano Regolatore Portuale, la darsena turistica e gli interventi di riqualificazione costiera (comparto D del SAU del Comune di Vado Ligure), il sovrappasso della Via Aurelia, il parco ferroviario a servizio del terminal container, il casello autostradale e lo svincolo in località "Bossarino". Comprende inoltre il varco doganale e la nuova viabilità portuale e retro portuale, benché per quest'ultimi esista solo uno sviluppo planimetrico e non ancora documenti progettuali o studi di fattibilità.
Si tratta, dunque, della configurazione della rada portuale e della aree a terra portuali e retro portuali previste nell'Accordo di Programma (Paragrafo 4.1).
Si ricorda quanto già riportato nei Paragrafi precedenti (Paragrafo 4.1.1), ovvero che nonostante ad oggi permangano invariate le previsioni dell'Accordo di Programma, in data 31 Marzo 2014 l'Autorità Portuale di Savona, con riferimento ai contenuti del Decreto Dirigenziale della Regione Liguria n° 4604 del 20 Novembre 2013 (cfr. Capitoli 1, 2 e 6) ha formalmente comunicato al soggetto promotore sia la propria intenzione di mantenere e garantire i tempi di realizzazione della nuova diga foranea sia la plausibilità dell'ipotesi di sfasamento temporale nella realizzazione delle opere del comparto D, suggerendo l'introduzione di uno scenario di valutazione transitorio in cui tali opere non siano presenti.
Tale scenario è stato considerato nella Relazione Sussidiaria allo Studio di Impatto Ambientale (cod. elaborato: MI010P-PE-G-B-R-4003-C0), e non all'interno dello Studio stesso, in quanto le variazioni nella tempistica di realizzazione delle opere dell'Accordo non costituiscono una variante del Progetto Definitivo approvato ed in quanto, ad oggi, il Collegio di Vigilanza non ha emanato alcun documento ufficiale (es.: variazioni nel cronoprogramma generale) a supporto dell'ipotesi di ritardo avanzata.

13.3. Fase di realizzazione - Individuazione e valutazione degli impatti

13.3.1. Atmosfera

L'analisi degli impatti delle varianti di livello Esecutivo sulla componente atmosfera rispetto alla situazione utilizzata come riferimento viene fatta in modo comparativo.

Nello scenario di riferimento, basato su quanto esposto nel SIA del Progetto Definitivo consegnato nel 2009 ed approvato dalla Regione Liguria, l'impatto sulla componente atmosfera della fase di costruzione era stato definito irrilevante.

L'inquinamento atmosferico emesso durante la fase di costruzione era stato infatti confrontato con quello emesso dalla piastra multifunzionale in fase di esercizio, risultando molto inferiore ad esso.

In fase di esercizio del Progetto Definitivo si era dimostrato, attraverso un modello matematico basato su assunzioni spesso cautelative, che le attività operative che si sarebbero svolte sulla piastra multifunzionale, avrebbero avuto effetti modesti o trascurabili sulla qualità dell'aria e sicuramente tali da non pregiudicare la conformità ai limiti normativi.
Si era quindi concluso che, poiché le emissioni connesse alle fasi costruttive e ai mezzi di cantiere circolanti erano sempre inferiori a quanto stimato per la fase di esercizio e risultato conforme a normativa, la fase di cantiere avesse sicuramente un impatto inferiore e quindi non rilevante.

Ad aggiornamento di quanto era stato svolto in sede di Progetto Definitivo, i dati utilizzati come base delle analisi sono stati ora integrati con alcune valutazioni sull'andamento delle concentrazioni negli anni tratti dalla "Dichiarazione Ambientale 2011-2014" del Comune di Vado Ligure, dal documento "Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Liguria" redatto nel 2013 dalla Regione Liguria e ARPAL e dalla "Valutazione annuale della qualità dell'aria – anno di monitoraggio 2012", a cura di ARPAL.
In Figura 13-1 si riporta l'andamento temporale della concentrazione media annuale di NO_2 dal 2008 al 2012. Da questa figura si evince un tendenziale aumento dei valori misurati, che comunque si mantengono sempre al di sotto del limite di 40 µg/m^3 previsto dalla legge.

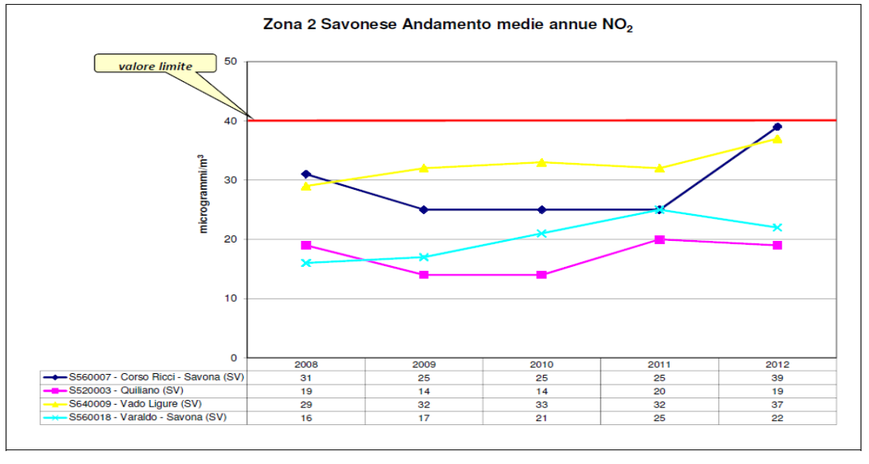


FIGURA 13-1 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DI NO_2 (ANNI 2008-2012).

Per quanto riguarda il Particolato solido PM10, la media annua registrata è pari a 28 µg/m^3, mentre il limite di 50 µg/m^3 per la media giornaliera viene superato 12 volte nel corso dell'anno (su un totale di 35 superamenti consentiti). Anche in questo caso, (vedi Figura 13-2), l'andamento di questo parametro nel tempo tra il 2008 ed il 2012, si mantiene sempre al di sotto del limite consentito dalla legge.

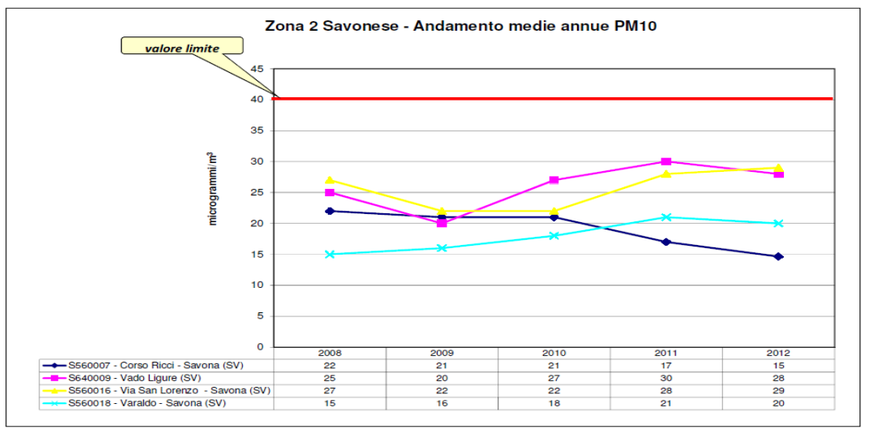
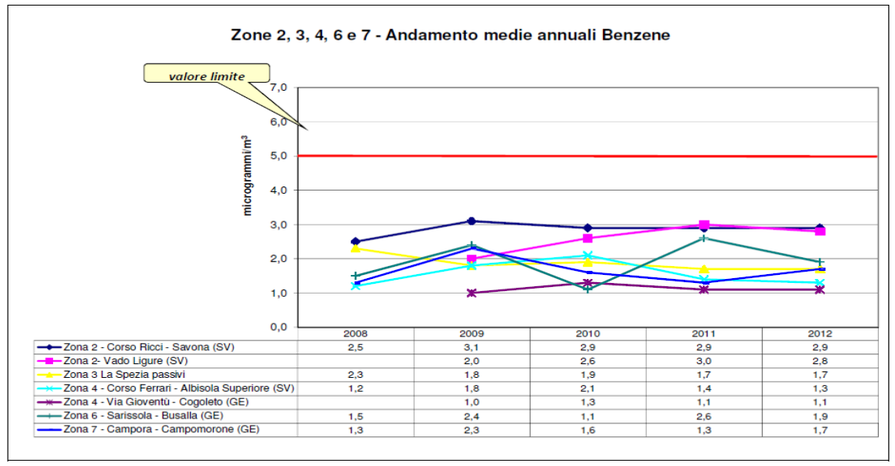


FIGURA 13-2 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DI PM10 (ANNI 2008-2012).

Il Particolato solido fine PM2.5 fa registrare nel 2012 un valore di concentrazione media annua pari a 18 µg/m^3, inferiore al limite di legge di 25 µg/m^3. Per la stazione di Vado Ligure non è disponibile l'andamento temporale di questo parametro.
Per il monossido di carbonio CO non si dispone del dato registrato a Vado Ligure nel 2012, ma questo parametro risulta rispettato sia nella zona del savonese che nell'intera regione Liguria.

Dai dati raccolti dalla centralina di Vado Ligure emerge che anche per il Biossido di Zolfo SO_2 risultano rispettati tutti i limiti per la protezione della salute previsti dal D.Lgs 155/2010. Il massimo valore di concentrazione media oraria è pari a 37 µg/m^3 (inferiore al limite di legge di 350 µg/m^3) mentre il massimo valore medio giornaliero rilevato è 15 µg/m^3, inferiore al limite di legge di 125 µg/m^3.

Il limite di legge risulta rispettato anche per il Benzene C_6H_6, con una concentrazione media annua di 2.8 µg/m3 a Vado Ligure contro un limite di legge di 5 µg/m3. L'andamento delle medie annuali di Benzene sono riportate in Figura 13-3, da cui si evince che i valori registrati si mantengono sempre al di sotto del limite di legge.



	2008	2009	2010	2011	2012
Zona 2 - Corso Ricci - Savona (SV)	2,5	3,1	2,9	2,9	2,9
Zona 2- Vado Ligure (SV)		2,0	2,6	3,0	2,8
Zona 3 La Spezia passivi	2,3	1,8	1,9	1,7	1,7
Zona 4 - Corso Ferrari - Albisola Superiore (SV)	1,2	1,8	2,1	1,4	1,3
Zona 4 - Via Gioventù - Cogoleto (GE)		1,0	1,3	1,1	1,1
Zona 6 - Sarissola - Busalla (GE)	1,5	2,4	1,1	2,6	1,9
Zona 7 - Campora - Campomorone (GE)	1,3	2,3	1,6	1,3	1,7

FIGURA 13-3 - ANDAMENTO DELLE MEDIE ANNUALI DI C_6H_6 (ANNI 2008-2012).

In Tabella 13-1 si riporta inoltre la statistica dei valori degli inquinanti rilevati nel 2012 presso la centralina di Vado Ligure, ed un confronto con i valori limite (per la protezione della salute umana e degli ecosistemi) riportati nella normativa vigente, cioè nel Decreto Legislativo n° 155 del 13 Agosto 2010.

È importante sottolineare che il confronto tra tali valori e quelli previsti dal modello realizzato per il SIA del Progetto Definitivo (vedi Tabella 13-2), analogamente a quanto già presentato in Tabella 12-6, consente di giungere alle medesime conclusioni di conformità della Piastra Multifunzionale già evidenziate nello scenario di riferimento descritto nel Paragrafo 12.1.

Eventuali superamenti dei valori limite da normativa sono ancora imputabili agli elevati valori di fondo e non al contributo della piastra, così come previsto dal modello.

TABELLA 13-1 – STATISTICA DEI VALORI RILEVATI A VADO LIGURE NEL 2012 E CONFRONTO CON I VALORI LIMITE RIPORTATI NELLA NORMATIVA (D.LGS 155/2010).

Inquinante	Valore Limite	Periodo di mediazione	Legislazione	Numero di superamenti	Valore medio	Valore max
Biossido di Azoto (NO_2)	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 18 volte per anno civile, **200** µg/m^3	1ora	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	138,00 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	37,00 µg /m^3	-
Biossido di Zolfo (SO_2)	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 24 volte per anno civile, **350** µg/m^3	1ora	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	37,00 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana da non superare più di 3 volte per anno civile, **125** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	0	-	15,00 µg/m^3
Particolato Fine (PM_{10})	Valore limite protezione salute umana, da non superare più di 35 volte per anno civile, **50** µg/m^3	24 ore	D.L. 155/2010 Allegato XI	12	-	200,00 µg/m^3
	Valore limite protezione salute umana, **40** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	28,00 µg/m^3	-
Particolato Fine (PM2.5)	Valore limite protezione salute umana, **25** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	18,00 µg/m^3	-
Benzene (C_6H_6)	Valore limite protezione salute umana, **5** µg/m^3	Anno civile	D.L. 155/2010 Allegato XI	-	2,80 µg/m^3	-

TABELLA 13-2 – CONCENTRAZIONI AL SUOLO ALLA STAZIONE DI VADO LIGURE: VALORI CALCOLATI, MISURATI NEL 2012 E CONFRONTO DELLA SOMMA DEI DUE VALORI CON I VALORI LIMITE DI LEGGE.

Inquinante	Tipo di limite	Concentrazioni al suolo			
		Contributo della piastra (modello) (A)	Valore di fondo (2012) (B)	Totale (A+B)	Limite normativo (Dlgs 155/2010)
		(µg/m^3)	(µg/m^3)	(µg/m^3)	(µg/m^3)
SO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 3 volte l'anno – Percentile 99.2° (calcolato sulla media giornaliera)	3,84	15,00	18.84	125
	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 24 volte l'anno – Percentile 99.7° (calcolato sulla media oraria)	9,35	37,00	46.35	350
NO_2	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 18 volte l'anno – Percentile 99.8° (calcolato sulla media oraria)	86,25	138,00	224,25	200
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	16,08	37,00	53,08	40
PM10	valore limite per la protezione della salute umana da non superare più di 35 volte l'anno – Percentile 98° (calcolato sulla media giornaliera)	1,77	200,00	201,77	50
	valore limite per la protezione della salute umana (media annuale)	0,62	28,00	28,62	40

Inoltre, in fase di campo prove, sono stati installati 2 deposimetri (doppi): uno in corrispondenza della palazzina in radice al pontile Petrolig , un altro in prossimità della darsena di servizio a Portovado. La misura della deposizione (solo pesata quantitativa) è stata effettuata con cadenza quindicinale a partire dal febbraio 2011.

Confrontando i dati deposimetrici con i valori indice per la definizione delle classi di polverosità ambientale elaborati dalla Commissione Centrale contro l'Inquinamento Atmosferico del Ministero dell'Ambiente, si evince che la polverosità nell'arco dell'intero monitoraggio è sempre rimasta tra "bassa" (Classe II) e "praticamente assente" (Classe I), evidenziando l'assenza di problemi di polverosità.

Rispetto a quanto considerato nel SIA del Progetto Definitivo ed utilizzato come scenario di riferimento, la tipologia di lavorazioni previste nel presente studio rimane pressoché invariata, mentre, con l'introduzione della varianti di livello Esecutivo, le fasi costruttive hanno subito una riorganizzazione temporale delle attività da svolgersi nell'ambito di ciascuna di esse.

L'adeguamento delle aree di cantiere di prefabbricazione dei cassoni sul molo sopraflutti di Vado Ligure, l'estensione verso mare dell'area in rilevato e il fatto che ora alcuni degli approvvigionamenti che erano previsti via mare avvengono via terra, comportano la movimentazione di un maggior quantitativo totale di materiale rispetto a quello considerato per il SIA del Progetto Definitivo.

Tali quantitativi di materiale sono stati ridistribuiti all'interno delle fasi semestrali previste, come riportato nel Paragrafo 10.8.2.

I valori riportati in Tabella 10-1 non tengono conto dei 150.000 m^3 di tout venant aggiuntivi necessari per la realizzazione dello scanno previsto dall'adeguamento delle aree di cantiere di prefabbricazione dei cassoni sul molo sopraflutti, che vengono movimentati nella fase 1.

Bisogna inoltre chiarire che, alla data della realizzazione del presente documento, la fase 1 (dal mese -48 al mese 0) comprende una parte dei lavori di costruzione della piattaforma multipurpose già eseguita in esito ad una consegna parziale dei lavori di realizzazione della piattaforma, disposta dall'Autorità portuale e conseguente l'approvazione di un primo stralcio del progetto esecutivo. Di conseguenza, buona parte dei materiali da movimentarsi in questa fase è già stata messa in opera e i quantitativi preventivati verranno completamente utilizzati entro il termine di tale fase. Tutte le altre fasi prevedono invece trasporti semestrali (cfr. Paragrafo 10.8) tranne la fase 9 che è di 4 mesi.

Considerato che il materiale dragato verrà reimpiegato nella realizzazione dell'area in rilevato e che quindi non richiederà di essere trasportato lungo la viabilità ordinaria e di cantiere, le due fasi in cui è prevista la movimentazione del maggior quantitativo di materiale totale sono la fase 8 e la fase 9.

Assumendo che per il trasporto del materiale di cava e similari vengano impiegati autocarri con capacità 22 m^3, per il trasporto del calcestruzzo vengano impiegate autobetoniere con capacità 12 m^3 e che i lavori procedano per 24 giorni al mese, la fase che prevede un maggior numero di viaggi/giorno è la fase semestrale 8, in cui si avrà il massimo numero di viaggi di mezzi di cantiere, pari a 143 viaggi/giorno.

Rispetto ai 130 viaggi/giorno considerati per la fase di cantiere nel Progetto Definitivo, l'incremento, in termini assoluti, è pari al 10%. Tale valore può essere considerato non rilevante se paragonato con i 582 viaggi/giorno che sono stati utilizzati come valore di input per le analisi svolte per la fase di esercizio del Progetto Definitivo, i cui effetti erano stati giudicati trascurabili per quanto riguarda la qualità dell'aria.

Alla luce delle considerazioni sin qui esposte si può concludere che gli impatti indotti dalle varianti di livello Esecutivo sulla componente qualità dall'aria per la fase di realizzazione sono modesti e trascurabili.

13.3.2. Ambiente idrico (acque marino costiere)

13.3.2.1 Moto ondoso

Propagazione sottocosta di mareggiate caratteristiche

Al fine di procedere alla stima degli impatti delle varianti previste in fase di realizzazione, sono state simulate le propagazioni delle mareggiate caratteristiche anche nella configurazione di variante.
I risultati ottenuti sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-4 a Figura 13-9) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento ("stato di riferimento in fase di realizzazione", cfr. Paragrafo 11.2.1.1), corrispondente alla parziale realizzazione delle opere previste dal P.R.P., senza alcuna variante rispetto a quest'ultimo). Le figure rappresentano le altezze d'onda significativa, in termini di gradazione cromatica, mentre le direzioni locali dell'onda sono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

Per le mareggiate di Levante (TEST 1 e TEST 4) si osserva che la presenza dei cassoni di testata della piastra, previsti in variante, determina una modifica apprezzabile solo nel tratto meridionale del litorale con un abbattimento delle altezze d'onda sottocosta rispetto alla configurazione di riferimento. La zona che risulta maggiormente protetta, nella configurazione di variante, è quella che va dal terrapieno del campo da basket, a Nord del Segno, fin quasi a metà della spiaggia più a Nord (spiaggia che va dal campo da basket all'area camper). Tra il radicamento a terra della piastra e la foce del T. Segno l'altezza d'onda in prossimità del litorale è modesta in entrambe le configurazioni, ma sostanzialmente nulla nella configurazione di variante.

Per le mareggiate di Scirocco (TEST 2 e TEST5), l'effetto di abbattimento dell'altezza d'onda dovuto alla presenza dei cassoni di testata della piastra risulta sensibilmente ridotto, in quanto l'effetto prevalente è comunque la presenza del molo di Vado. Si osserva in ogni caso una diminuzione dell'altezza d'onda, progressivamente meno sensibile da Sud verso Nord, a partire dalla zona del terrapieno del campo da basket (comunque protetta in entrambe le configurazioni) e procedendo verso Nord fino all'area camper, dove le altezze d'onda tornano ad essere indifferenziate per le due configurazioni.

Per le mareggiate di Mezzogiorno (TEST3 e TEST6) si può osservare che l'elemento preponderante è ancora il molo di Vado e l'influenza dei cassoni di testata sulle caratteristiche locali del moto ondoso è molto ridotta.

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

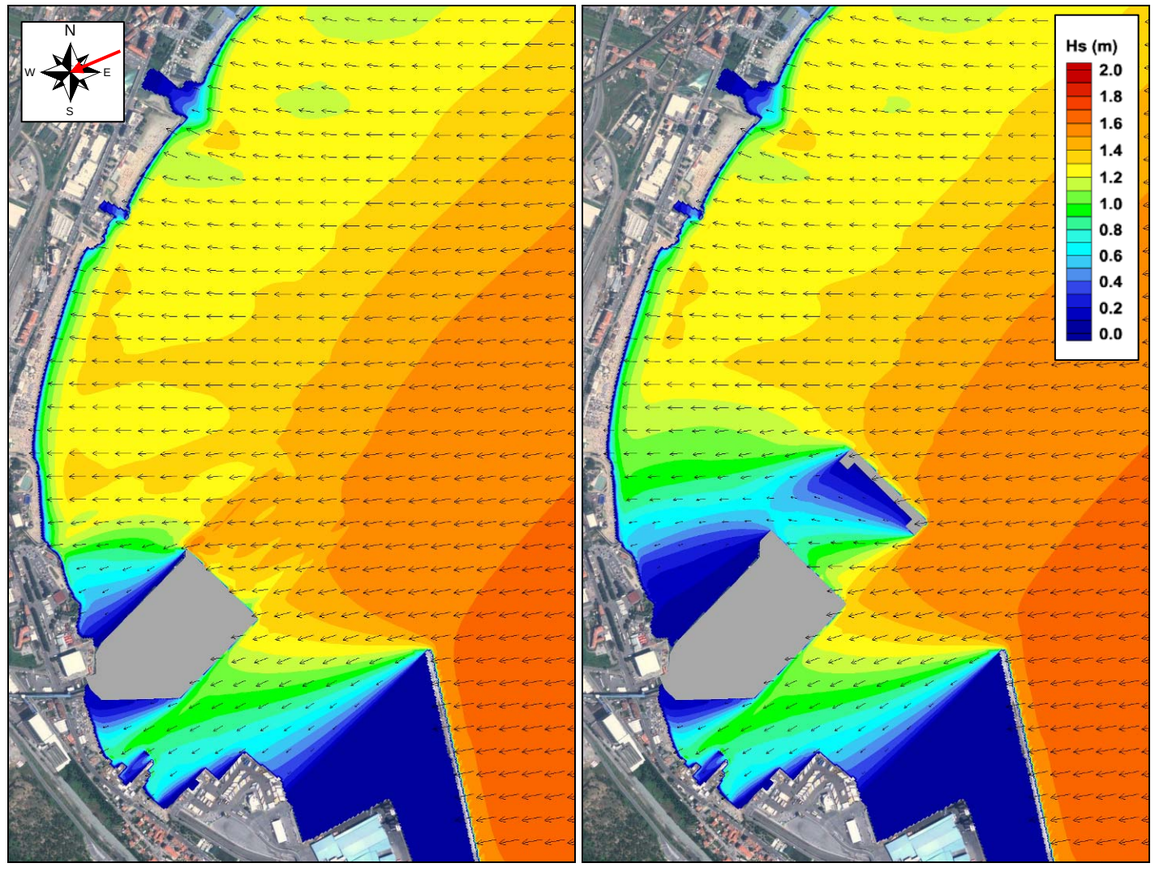


FIGURA 13-4 – TEST1 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

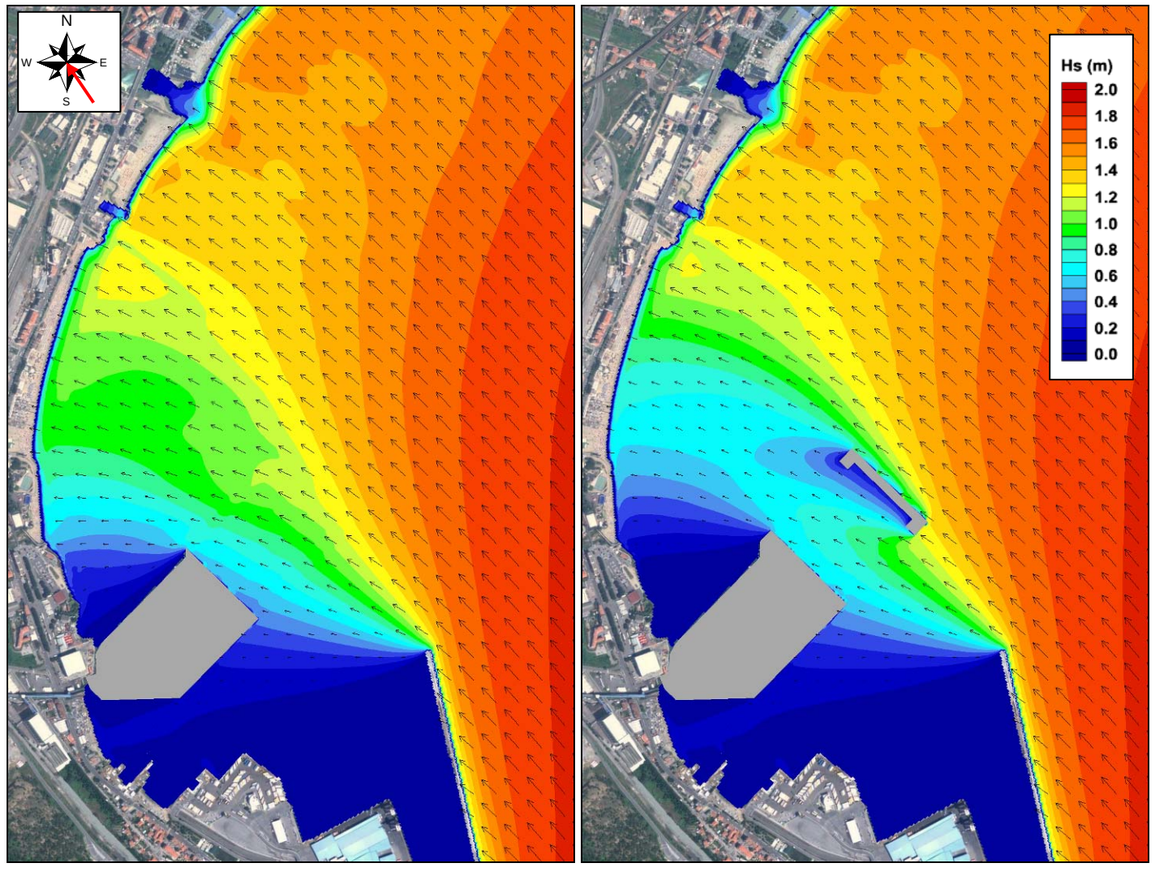


FIGURA 13-5 – TEST2- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

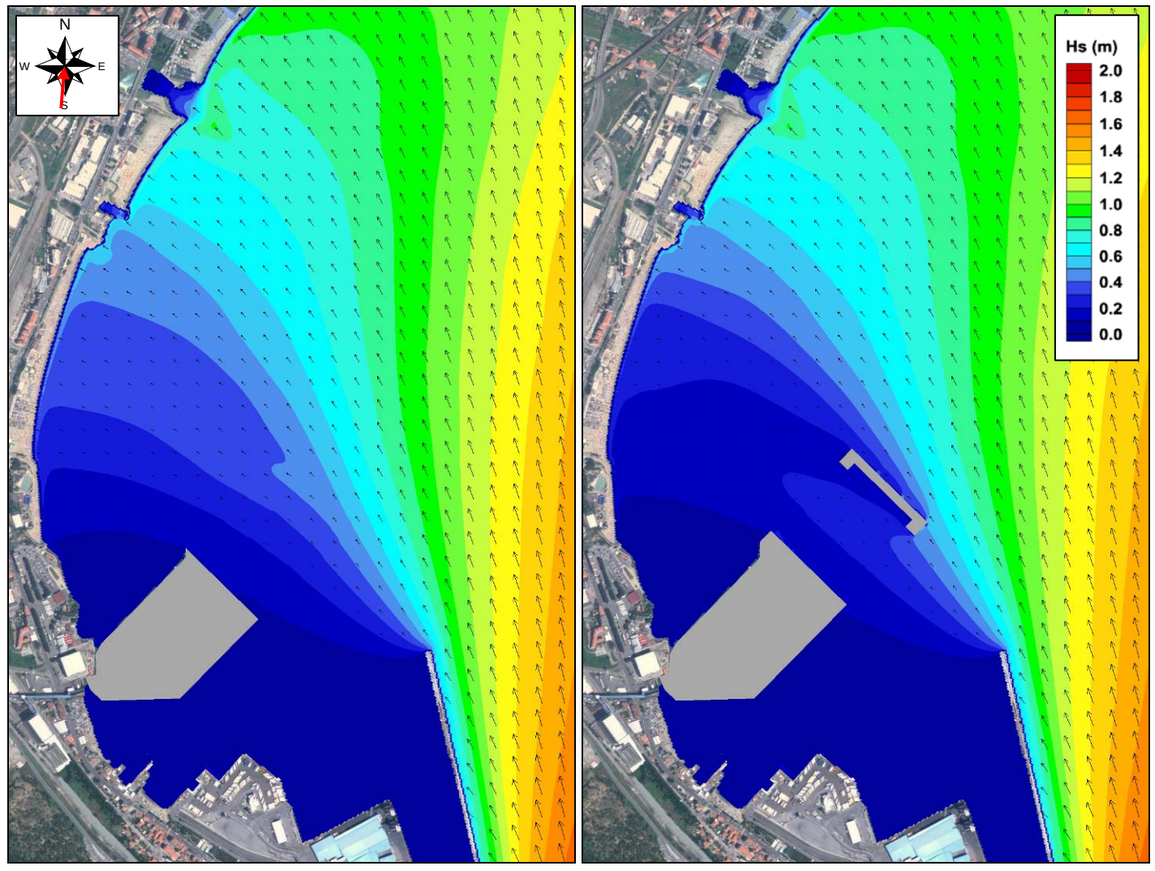


FIGURA 13-6 – TEST3- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni

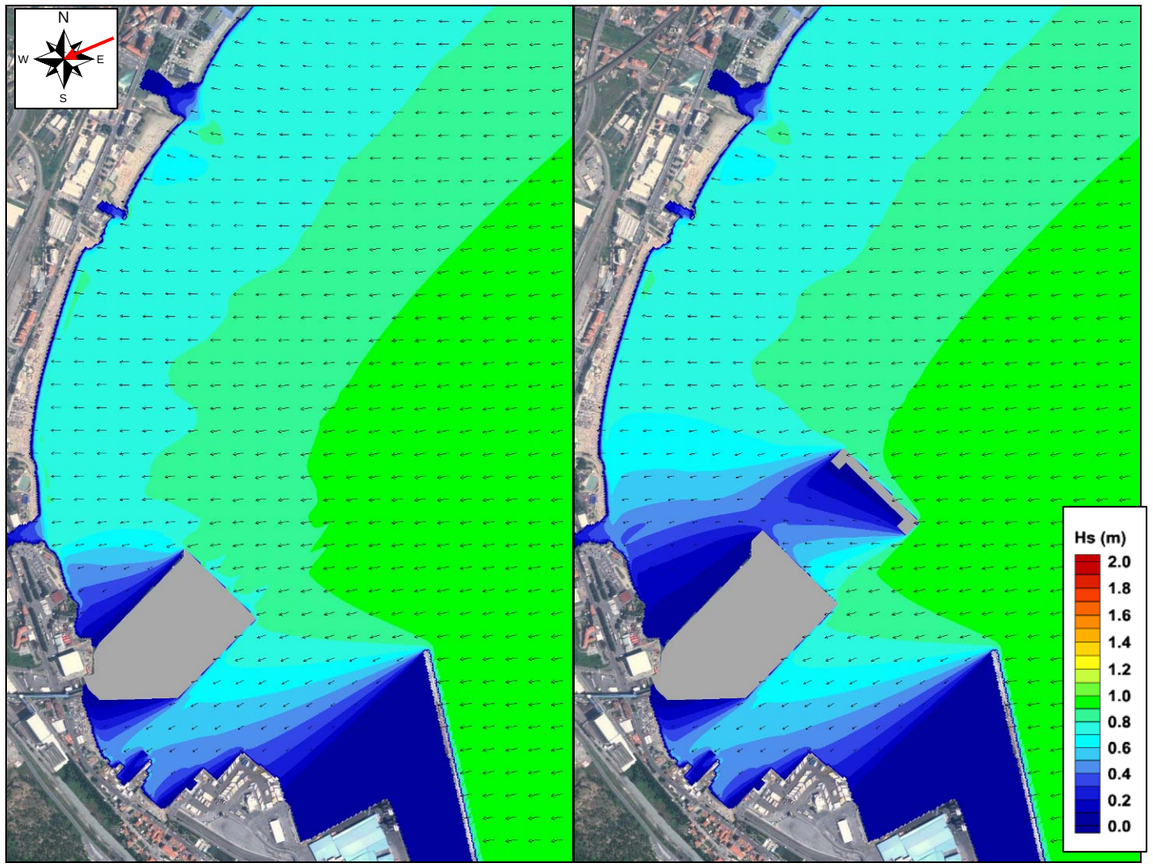


FIGURA 13-7 – TEST4- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

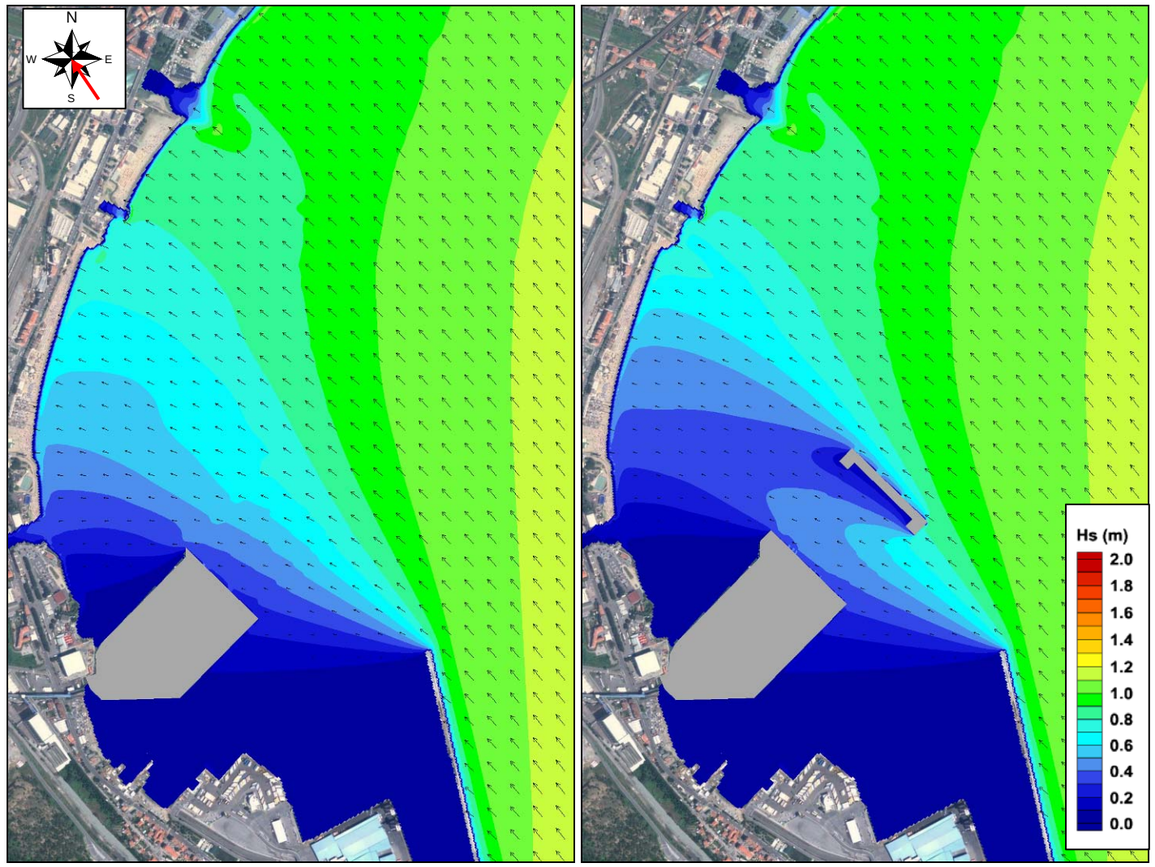


FIGURA 13-8 – TEST5 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

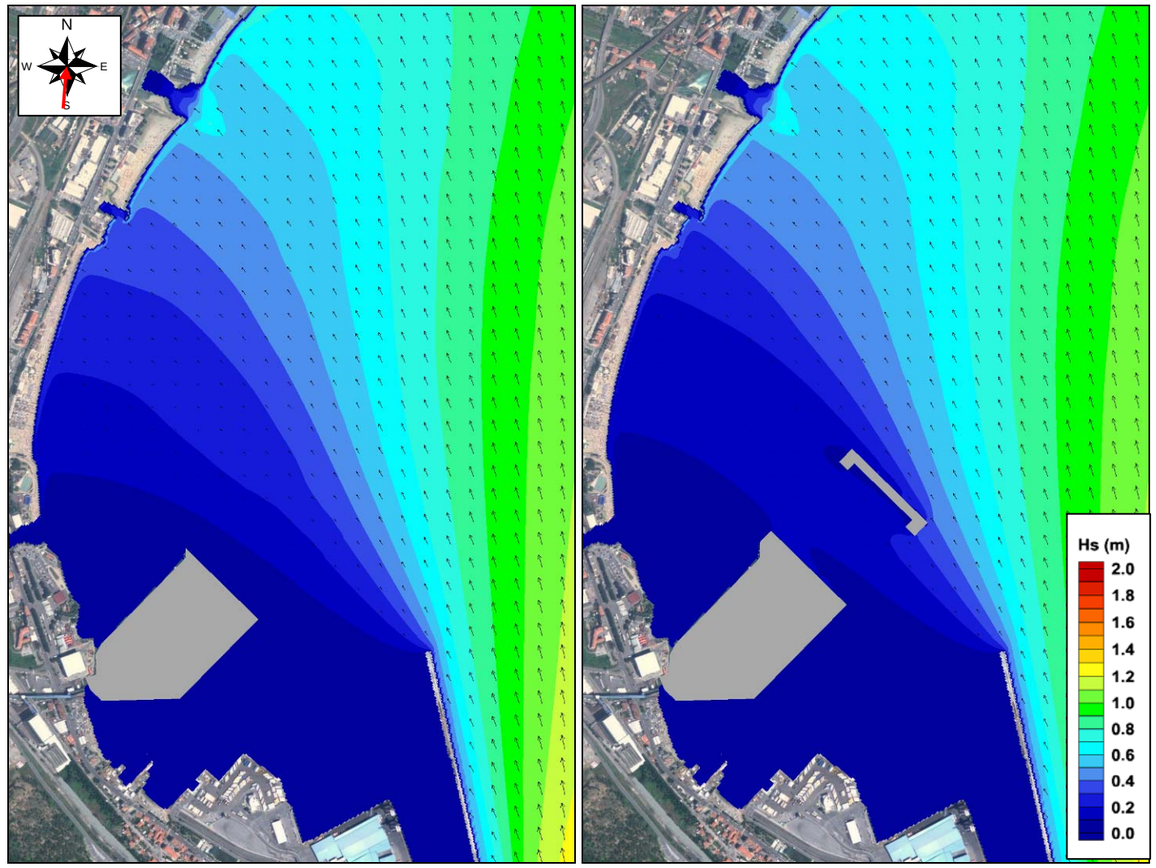


FIGURA 13-9 – TEST6 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

13.3.2.2 Aspetti idrodinamici e dispersivi

Le principali variazioni tra la configurazione di variante di progetto Esecutivo e il Progetto Definitivo che hanno il potenziale di interferire e modificare l'idrodinamica locale, la dispersione dei traccianti e, di conseguenza, anche la qualità delle acque, sono dovute all'inserimento di una schiera di cassoni per l'estensione dell'area in rilevato della piattaforma e all'inserimento di un altra schiera di cassoni in testa alla piattaforma.

Per la valutazione degli impatti sull'idrodinamica e sulla qualità delle acque sono state eseguite delle simulazioni numeriche applicando le medesime condizioni al contorno e condizioni di rilascio utilizzate per lo scenario di riferimento (vedi Paragrafo 11.2.6), alla nuova configurazione del sistema.

Il confronto diretto dei risultati ottenuti nelle due configurazioni fornisce, quindi, la stima dei potenziali impatti della configurazione di Variante di Progetto Esecutivo rispetto a quella di Progetto Definitivo.

Per consentire l'esecuzione di queste analisi la schematizzazione del modello idrodinamico è stata modificata in modo da rappresentare la geometria dell'area portuale con gli interventi sopraelencati.

La batimetria della schematizzazione con le opere previste nella fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo della Piattaforma multifunzionale di Vado Ligure è presentata in Figura 13-10.

Nelle pagine seguenti vengono presentati i campi di moto risultati delle simulazioni per la fase di realizzazione delle varianti e, per lo strato superficiale, le differenze che emergono tra la configurazione di riferimento per la fase di realizzazione e la configurazione della fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo.

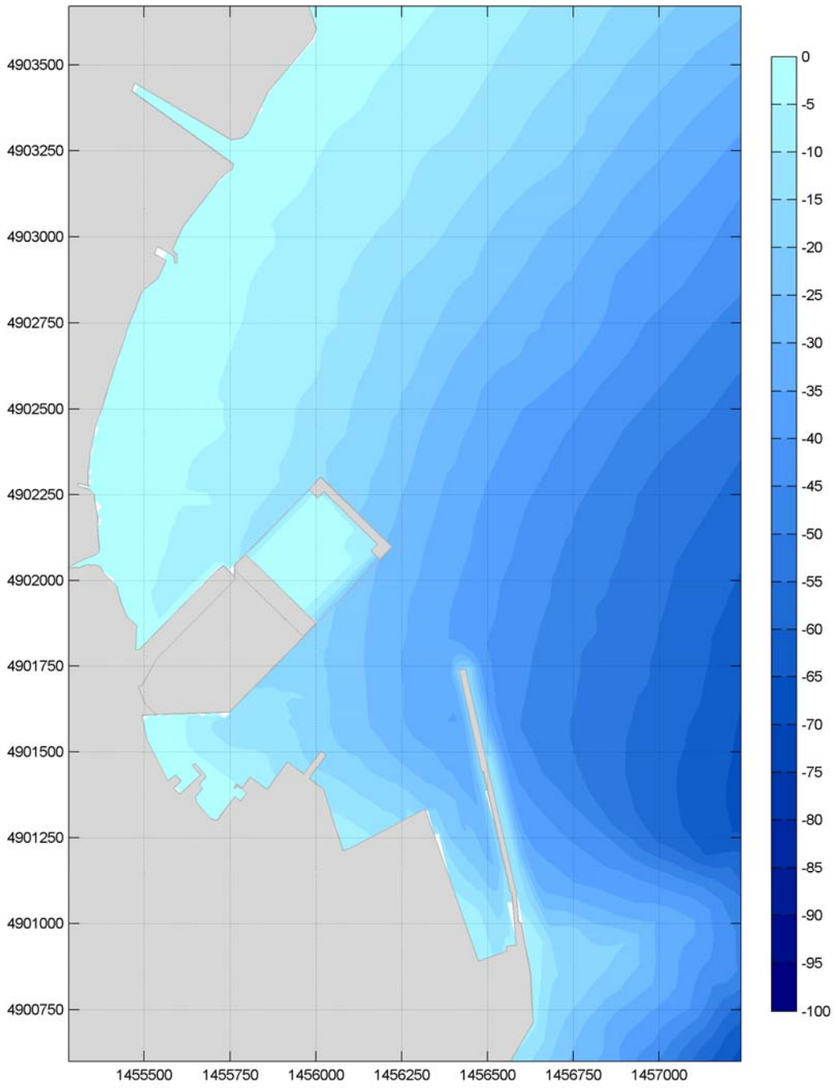


FIGURA 13-10 - BATIMETRIA DELLA SCHEMATIZZAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DI REALIZZAZIONE DELLE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO.

13.3.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche

Caratteristiche idrodinamiche in condizione di calma di vento

Il primo scenario considerato per la fase di realizzazione è lo scenario con calma di vento.

La marea considerata (± 10 cm s.l.m.m.), data la notevole profondità dei fondali e l'assenza della forzanti del vento, determina dei campi di velocità estrema-mente contenuti. In Figura 13-11 si riporta il campo di moto mediato lungo la verticale in condizione di massimo flusso mentre in Figura 13-12 si riporta il campo di moto mediato sulla verticale in condizioni di massimo riflusso.

Come si può notare, analogamente a quanto avveniva nella configurazione di riferimento riportata al 11.2.6, le velocità in tutta la zona si mantengono su valori molto bassi, al di sotto dei 2 cm/s, ad eccezione che nella zona di foce dei torrenti Segno e Quiliano, dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico.

Considerati i bassi valori di velocità in ogni condizione di marea, l'inserimento delle schiere cassoni previste nel Progetto di variante non sono in grado di alterare la circolazione locale che permane anche in questa configurazione caratterizzata da valori molto bassi.

Rispetto alla configurazione di riferimento, non si registrano quindi differenze significative per quanto riguarda i campi di moto in condizione di calma di vento.

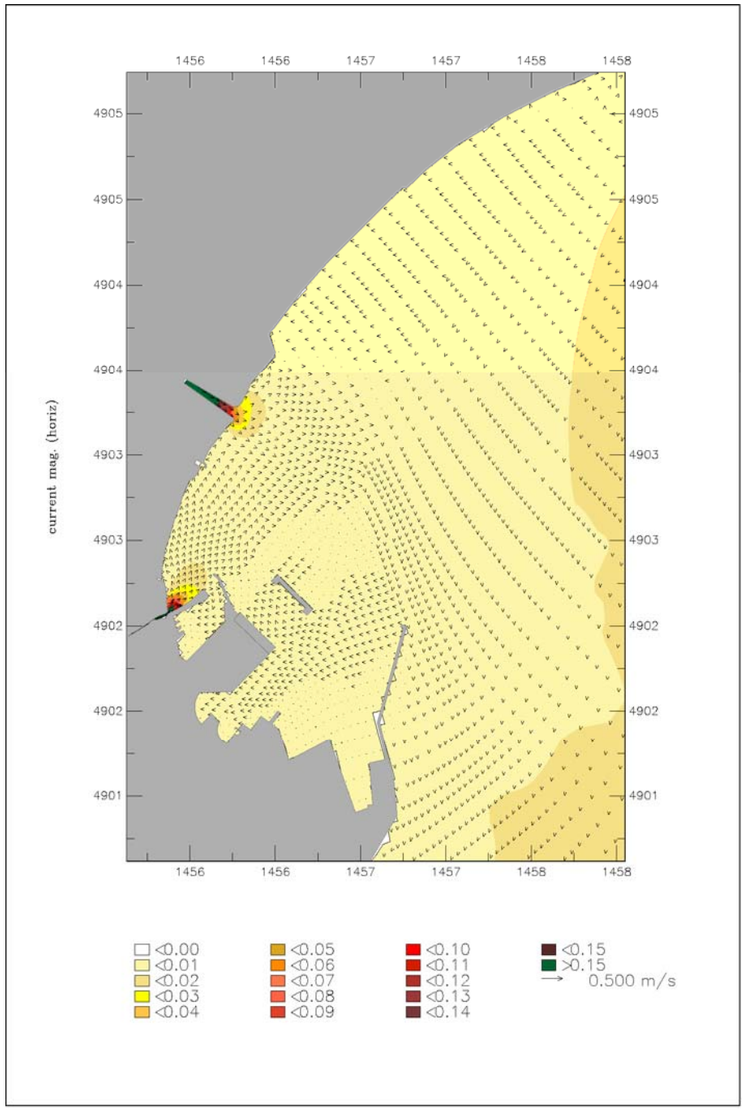


FIGURA 13-11 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO).

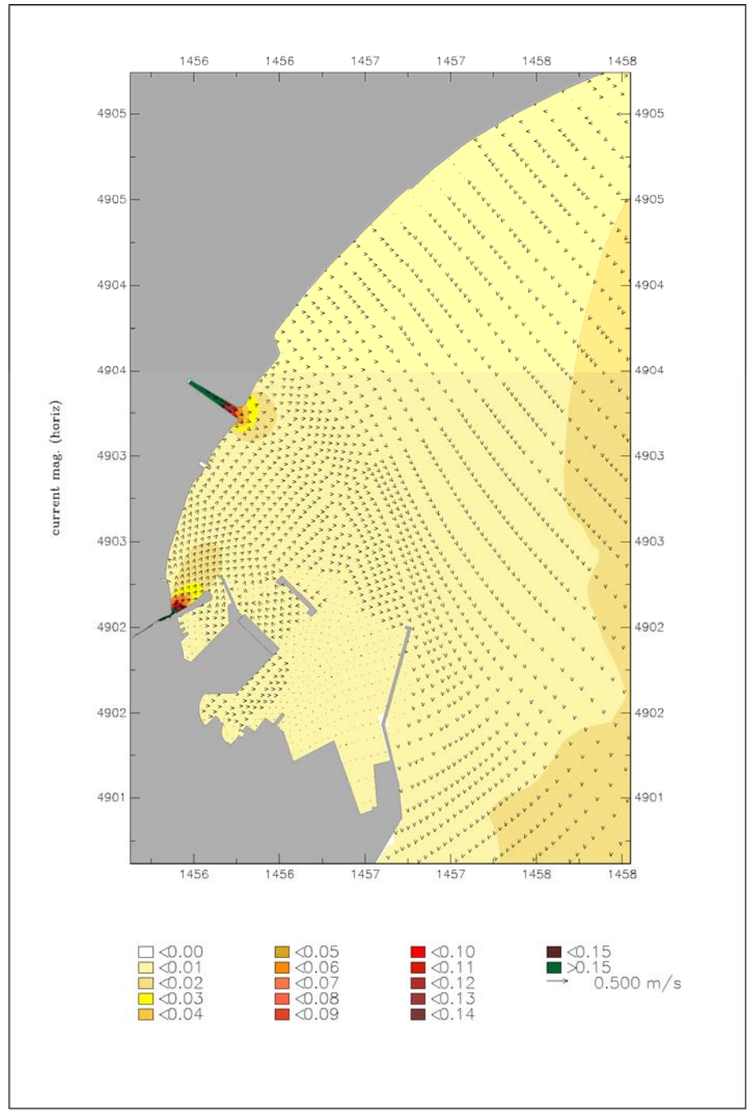


FIGURA 13-12 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Est

Rispetto allo scenario precedente, in questo scenario per la fase di realizzazione è stata considerata come forzante aggiuntiva un vento da Nord Est con intensità costante di 7 m/s, uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

Come già osservato per lo scenario di riferimento descritto nel Paragrafo 11.2.6.1, la presenza del campo di vento da Nord Est non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale; le velocità medie ed il sistema circolatorio costiero, mantengono lo stesso andamento caratteristico dello scenario senza vento.

La circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure, 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.

Dall'analisi dei campi di moto in superficie riportati in Figura 13-13 e Figura 13-14, è possibile osservare, ad eccezione della zona di foce del torrente Segno dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico, la formazione di una corrente di superficie che si sviluppa lungo la linea di costa in direzione Sud Ovest e che raggiunge una velocità massima di qualche cm/s. Questa corrente, tuttavia, non interessa l'area portuale, che risulta ben protetta e caratterizzata, all'interno del bacino, da velocità di entità del tutto trascurabile.

Anche in questo caso i risultati ottenuti in termini di campi di moto per lo scenario di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo, sono del tutti simili a quelli osservati nella corrispettiva situazione di rifermento.

Dalle stesse figure si evince che l'unica differenza tra le due configurazioni è legata al fatto che la presenza dei cassoni impedisce la formazione delle correnti e genera una zona di ombra idrodinamica in corrispondenza dell'area su pali della piattaforma.

Gli effetti evidenti sullo strato superficiale tendono ad annullarsi negli strati immediatamente più profondi dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità .Il vento, infatti, ha un effetto molto modesto se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità (Figura 13-15 e Figura 13-16) e nell'area di interesse queste hanno un andamento molto simile a quello già riportato.

Nel caso delle velocità mediate sulla profondità, non si registrano differenze tra la situazione di realizzazione delle varianti di livello esecutivo e quella di riferimento.

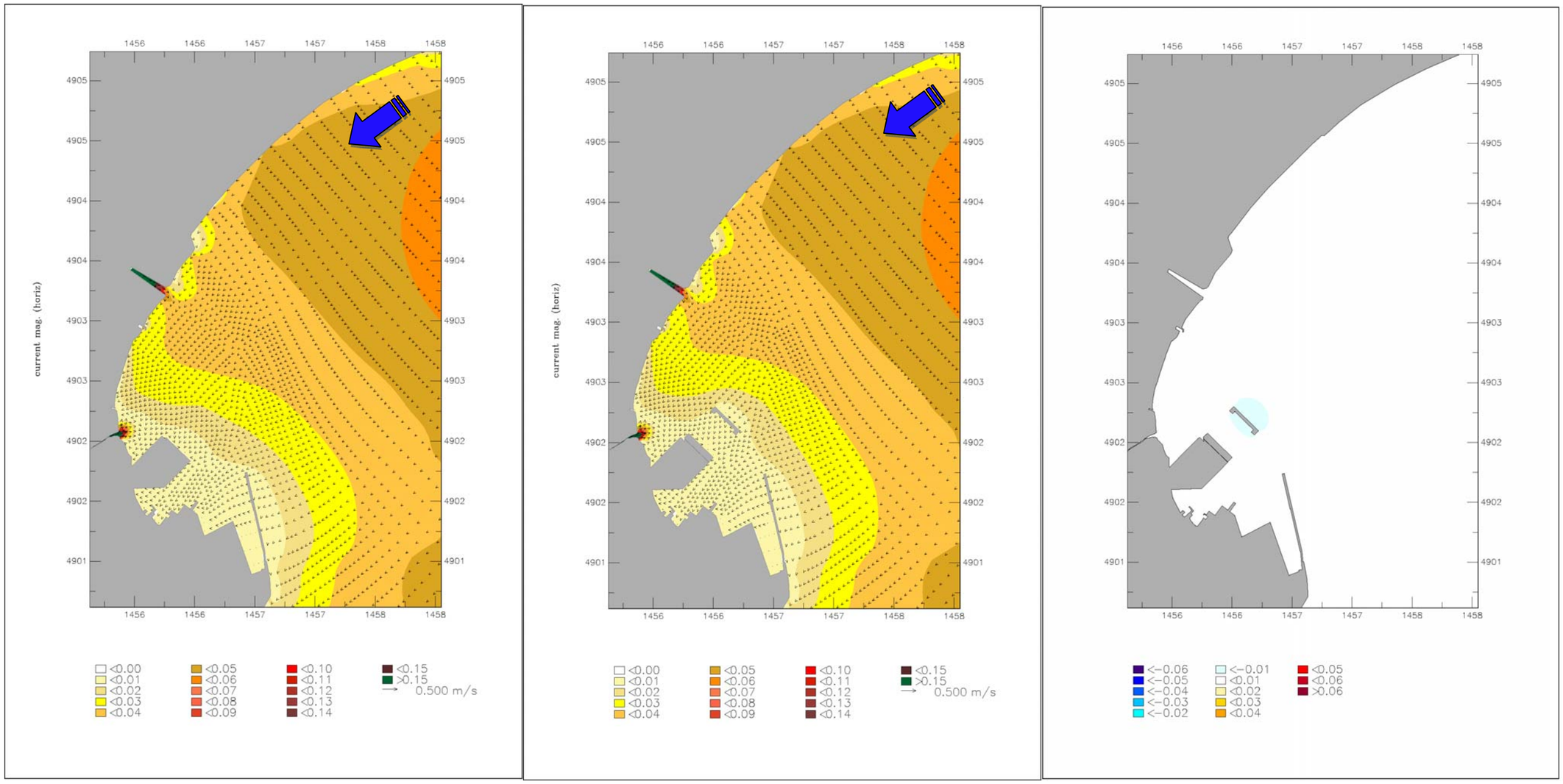


FIGURA 13-13– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

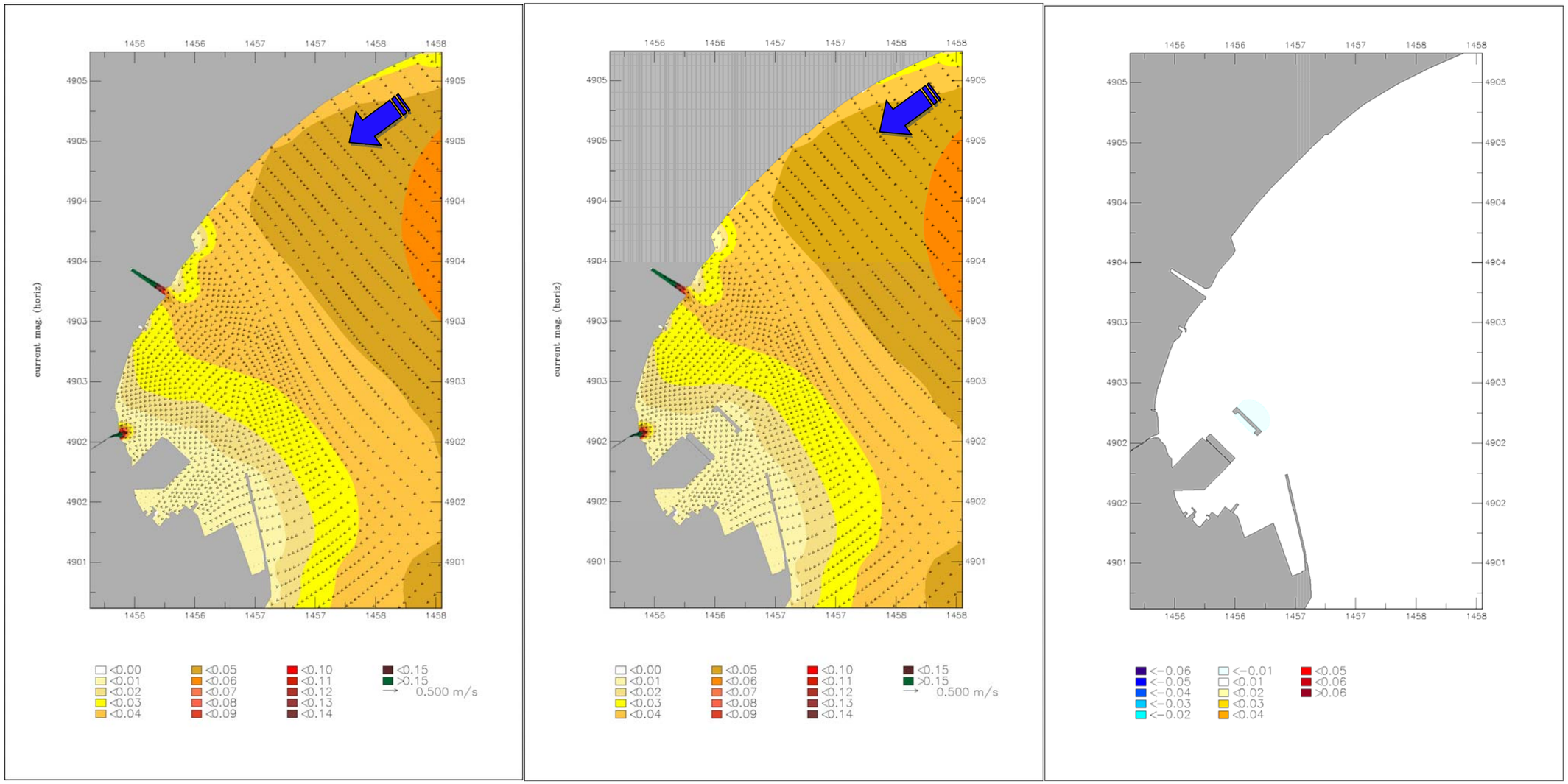


FIGURA 13-14– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

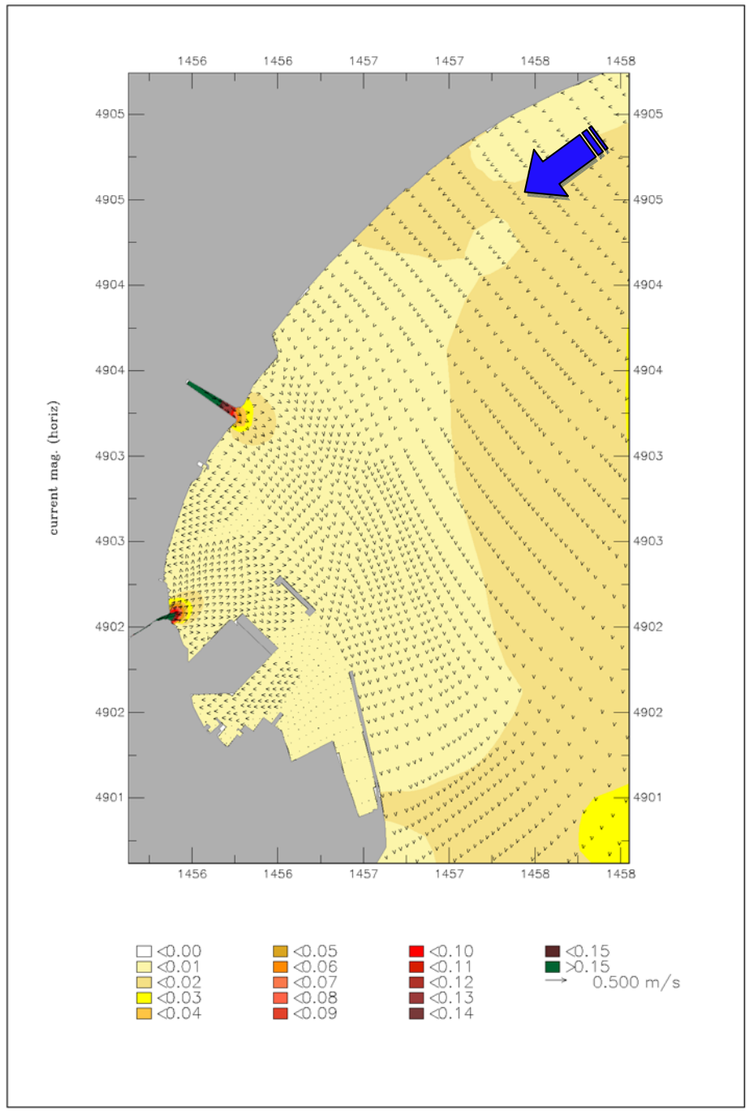


FIGURA 13-15 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST (MASSIMO FLUSSO) –FASE DI REALIZZAZIONE.

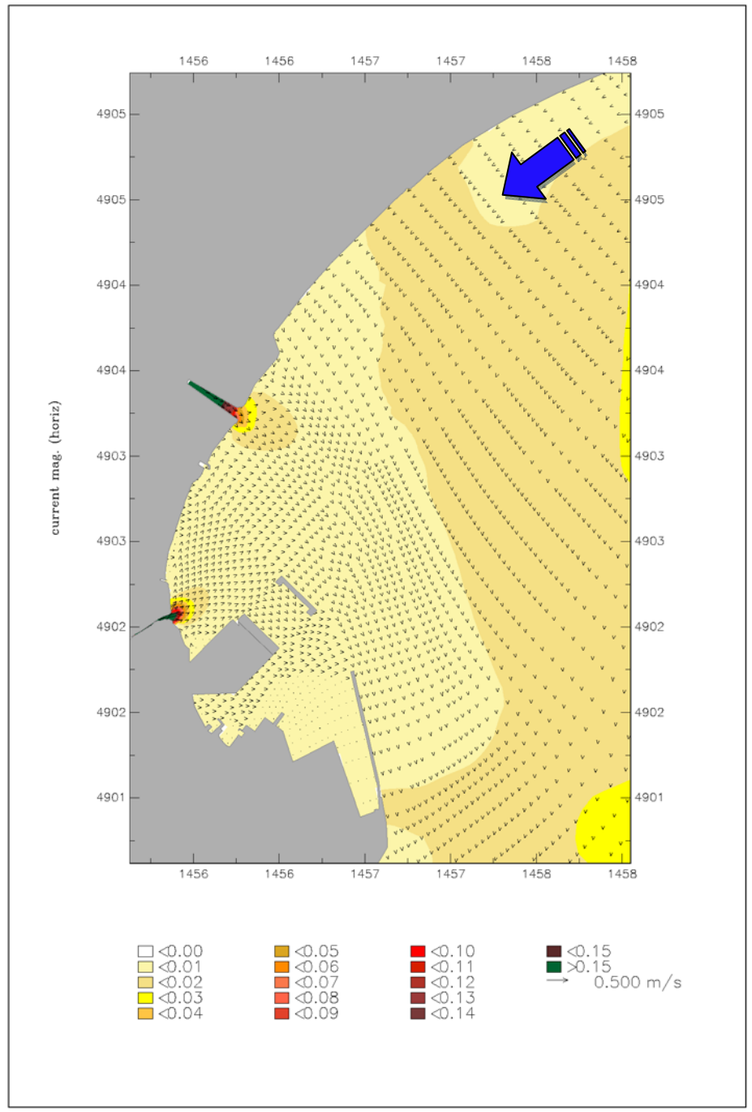


FIGURA 13-16- DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST (MASSIMO RIFLUSSO) –FASE DI REALIZZAZIONE.

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Sud Est

In questo scenario per la fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo, è stato considerato, oltre alla marea ed alle correnti litoranee, anche un vento da Sud Est con intensità di 7 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

La presenza di questo campo di vento non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale e la circolazione idrodinamica osservata è del tutto simile a quella illustrata per lo scenario di calma di vento.

In Figura 13-17 e Figura 13-18 è riportata la distribuzione dei campi di moto nello stra-to superficiale in condizioni di massimo flusso e massimo riflusso, con le diffe-renze rispetto alla situazione di riferimento.

In questo caso l'effetto dell'inserimento della schiera di cassoni a mare sulle correnti superficiali è meno visibile rispetto al caso con vento da Nord-Est, in quanto la zona interessata dalle modifiche (la parte più esterna della piattaforma) è già parzialmente schermata dalla diga attuale e qui erano state stimate velocità molto basse, nell'ordine di qualche cm/s, anche nella situazione di riferimento.

Non si registrano differenze apprezzabili tra la situazione di realizzazione delle va-rianti di livello esecutivo e quella di riferimento anche per il livello superficiale.

Come nei casi precedenti, gli effetti del vento apprezzabili sullo strato superficiale non influenzano il campo di moto mediato lungo la verticale (Figura 13-19 e Figura 13-20), che risulta molto a simile a quello del caso di calma di vento.

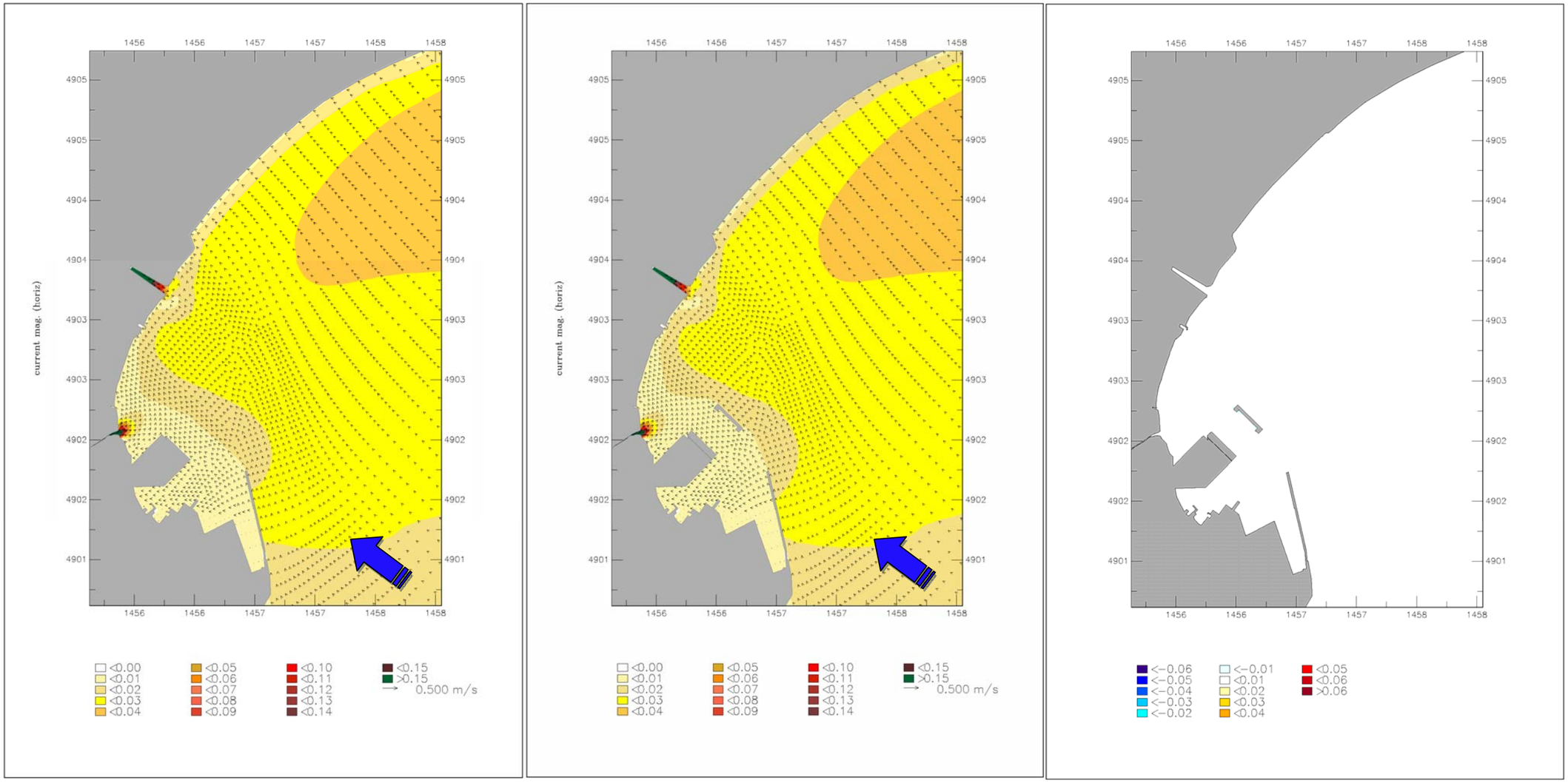


FIGURA 13-17 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

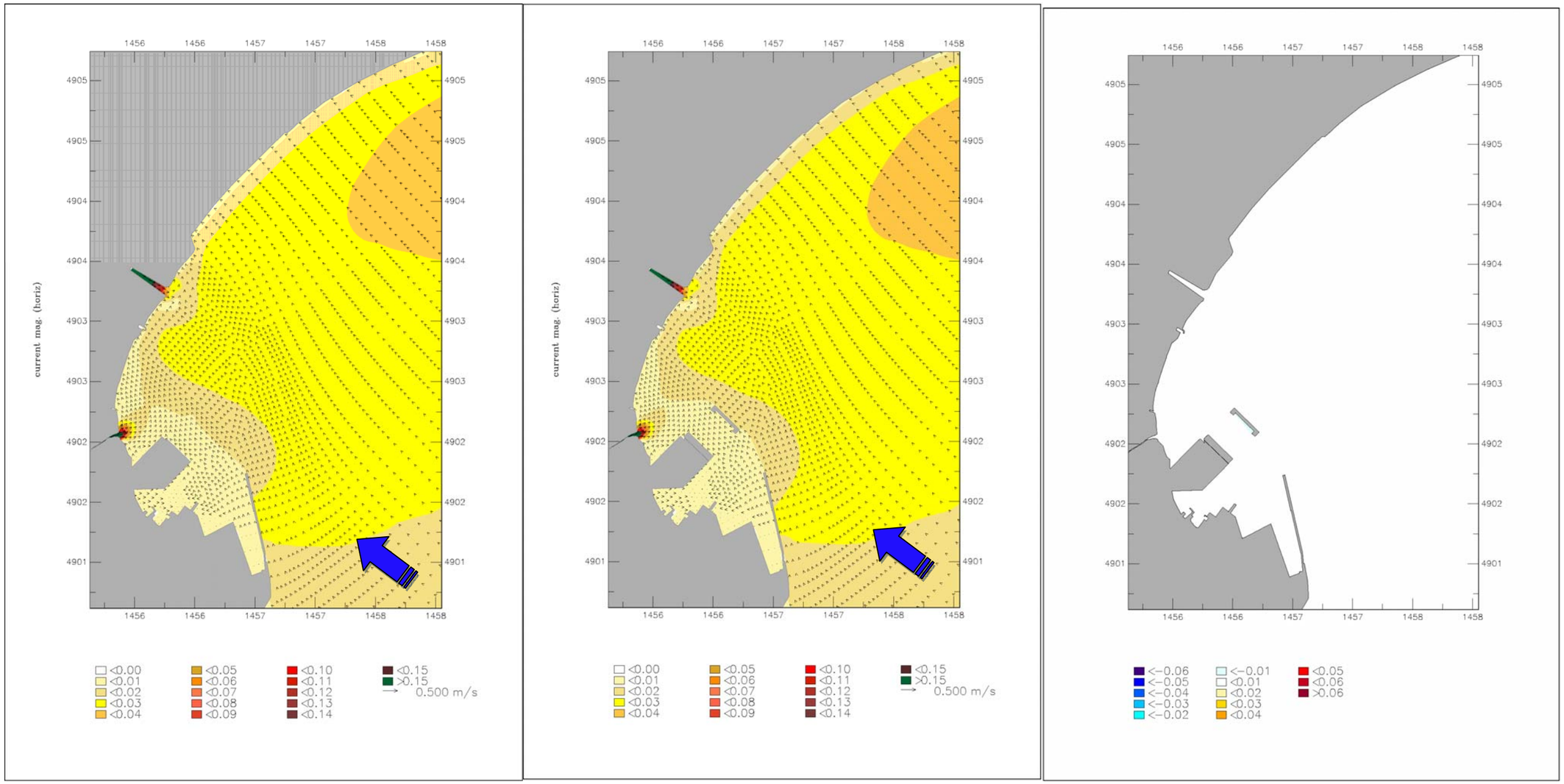


FIGURA 13-18– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

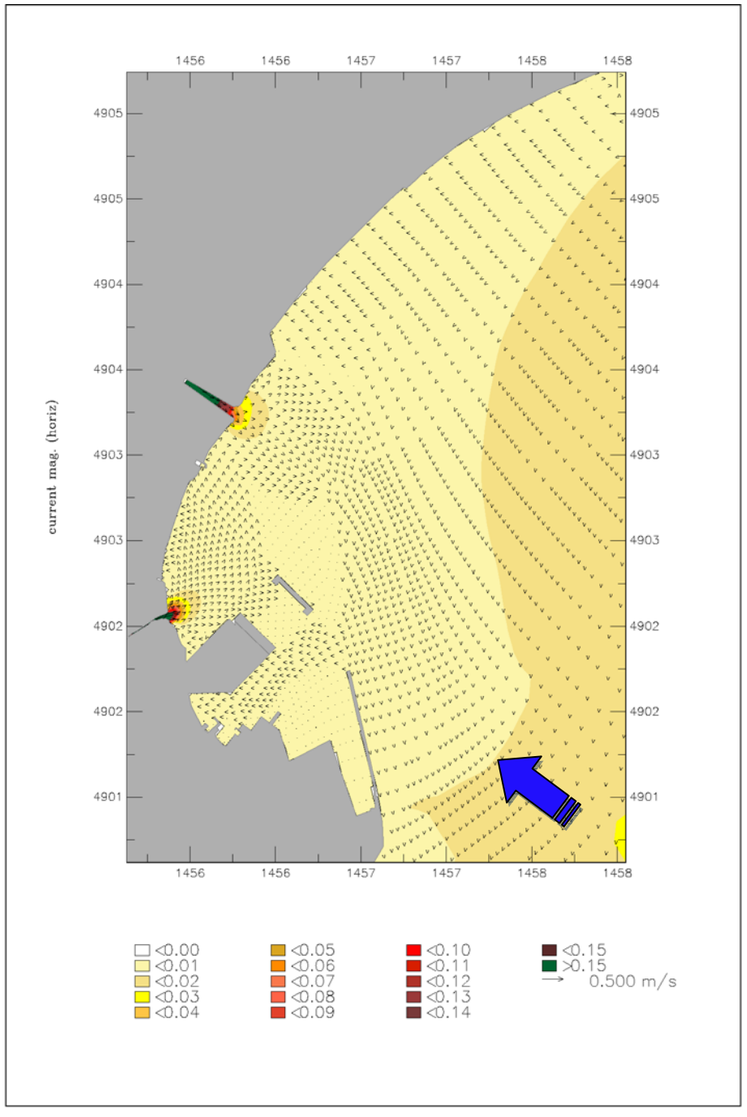


FIGURA 13-19 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST (MASSIMO FLUSSO) –FASE DI REALIZZAZIONE

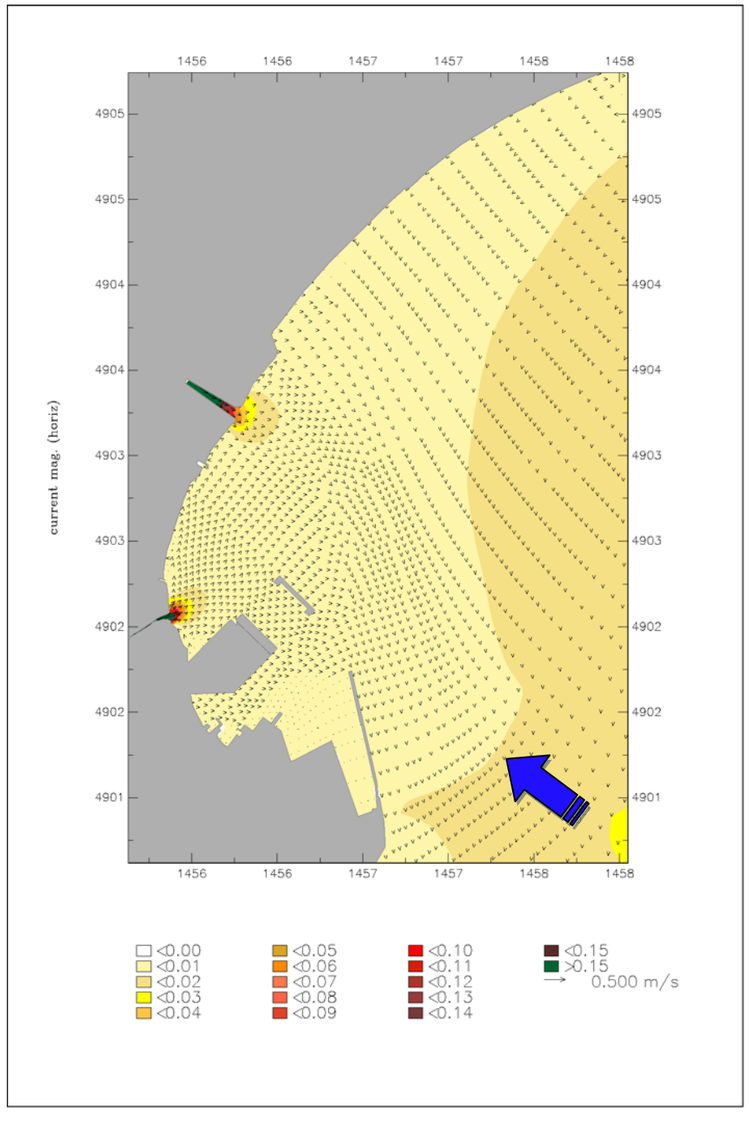


FIGURA 13-20 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST (MASSIMO RIFLUSSO) –FASE DI REALIZZAZIONE

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Ovest

In questo scenario per la fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo è stato considerato, oltre alla marea e alle correnti litoranee, anche un vento da Nord-Ovest con intensità di 10 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

In Figura 13-21 e Figura 13-22 è possibile osservare come la presenza di un campo di vento più intenso (10 m/s) generi una corrente superficiale diretta secondo la direzione del vento con delle intensità variabili da 0 sotto costa fino a 5-6 cm/s verso il mare aperto o nella fascia adiacente la diga foranea.

Come già osservato nella situazione di riferimento, nella rada portuale di Vado, le velocità si mantengono basse nell'ordine di qualche cm/s in ragione dell'effetto schermante della radice della piattaforma stessa che impedisce lo sviluppo di una corrente.

Anche in questo caso i risultati ottenuti in termini di campi di moto sono del tutti simili a quelli osservati nella corrispettiva situazione di rifermento.

Le uniche differenze rispetto al caso di riferimento sono apprezzabili nello strato superficiale dove le velocità, nel confronto tra la fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo e la situazione di riferimento, subiscono una leggera diminuzione a causa della presenza dei cassoni frontali. Anche in questo scenario, l'effetto risulta poco marcato dal momento che le correnti superficiali si sviluppano in direzione parallela alla schiera di cassoni e la superficie di impatto con la corrente è quindi limitata.

Le velocità tendono rapidamente a diminuire negli strati immediatamente più profondi, dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità (vedi Figura 13-23 e Figura 13-24).

Complessivamente, anche in questo caso, le velocità medie sulla verticale si mantengono su valori molto bassi in tutto lo specchio acqueo, paragonabili a quelli previsti per lo scenario di calma di vento. (Figura 13 2 e Figura 13 3).

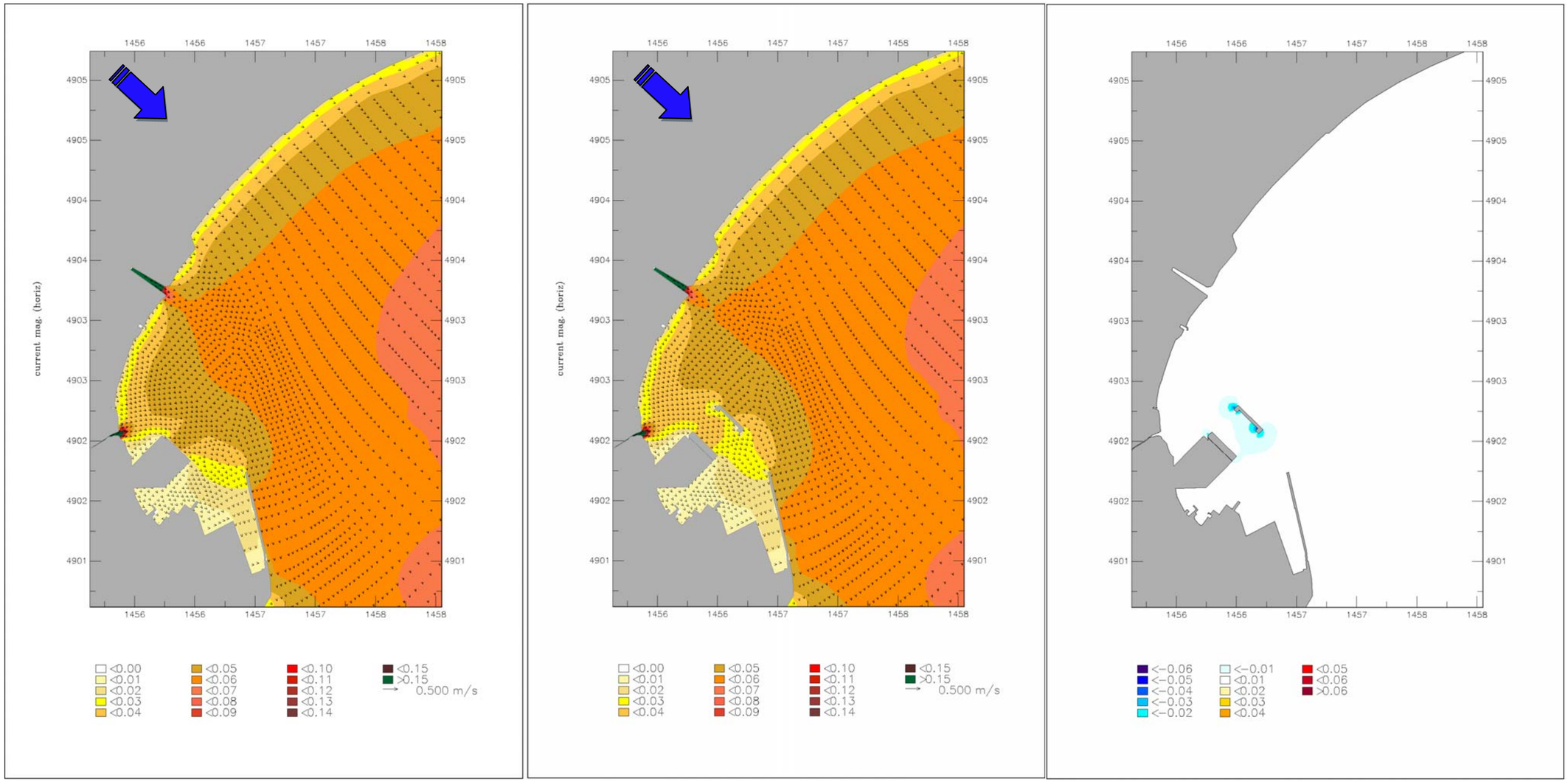


FIGURA 13-21– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO FLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

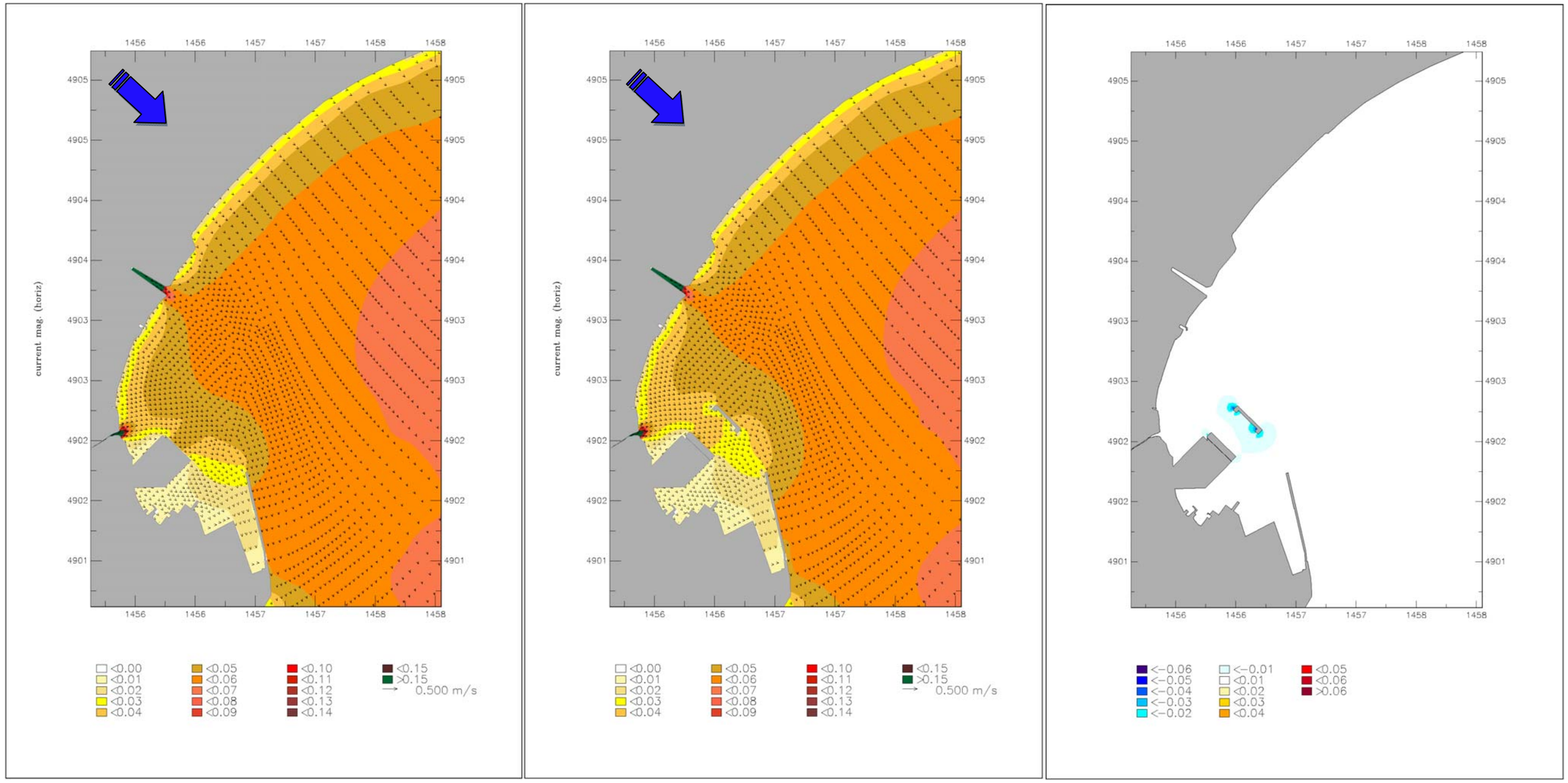


FIGURA 13-22– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE REALIZZAZIONE (MASSIMO RIFLUSSO) – DIFFERENZE (M/S) TRA SCENARIO DI RIFERIMENTO E SCENARIO CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO

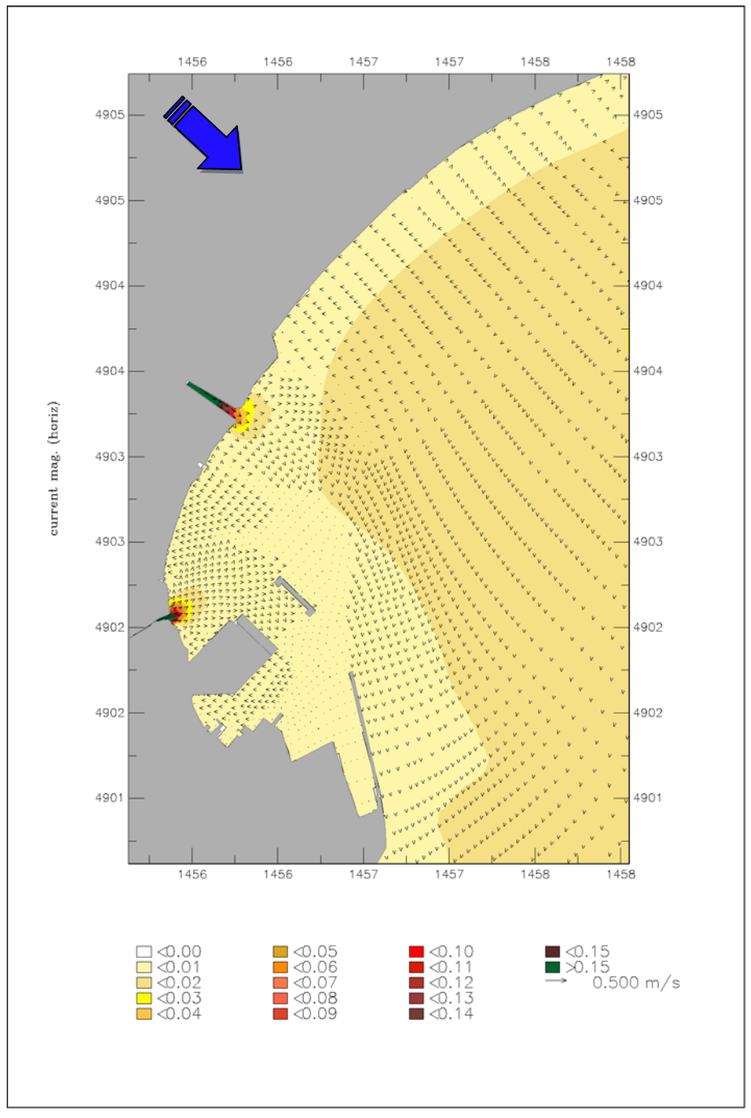


FIGURA 13-23– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST (MASSIMO FLUSSO) - FASE DI REALIZZAZIONE.

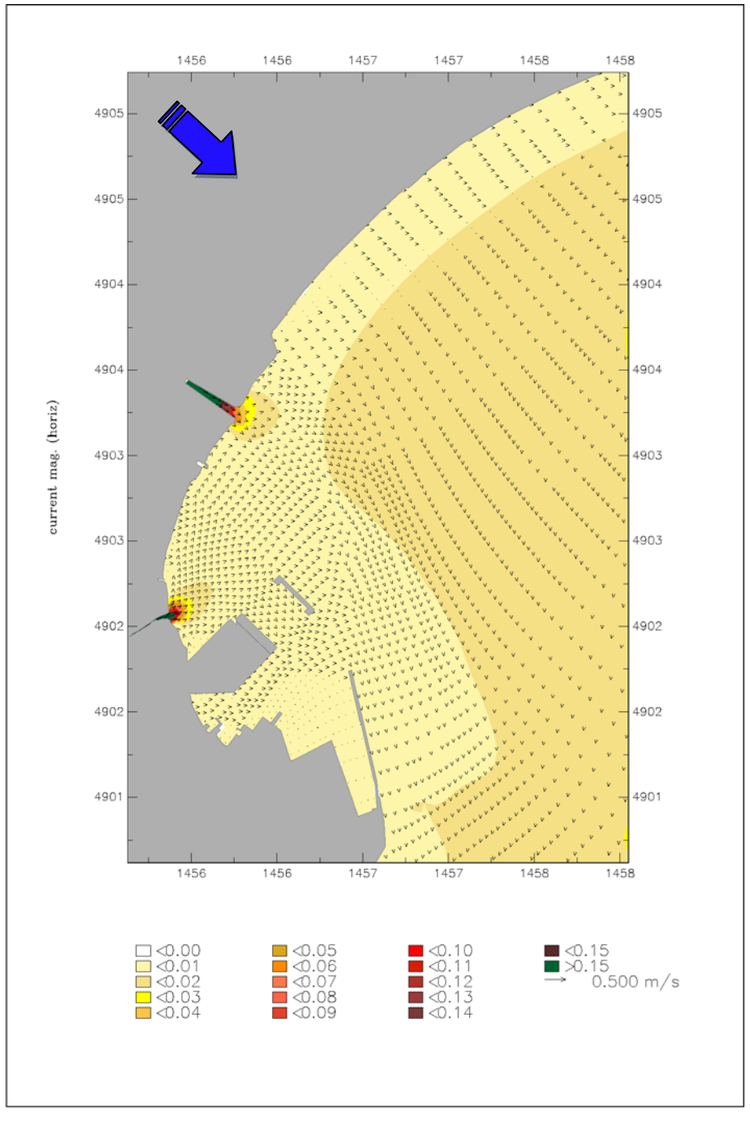


FIGURA 13-24– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST (MASSIMO RIFLUSSO) - FASE DI REALIZZAZIONE.

13.3.2.2.2 Caratteristiche dispersive

Le analisi per lo studio della dispersione di un tracciante di tipo conservativo sono state eseguite applicando le medesime condizioni al contorno e di rilascio già descritte al capitolo precedente.

Dispersione in condizione di calma di vento

Per questo scenario l'idrodinamica dell'area di studio è determinata esclusivamente dall'oscillazione periodica della marea e dalla presenza della corrente litoranea.

In queste simulazioni, per una maggiore immediatezza e praticità di lettura vengono presentati esclusivamente i risultati riferiti alla concentrazione complessiva dei traccianti ottenuta sommando il contributo di ciascun fiume/torrente

Il pattern di concentrazione dei traccianti per lo scenario senza vento è presentato in Figura 13-25 mentre in Figura 13-26 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

Dalla analisi dei campi di concentrazione si evince che:

- Il pattern di distribuzione del "plume" di tracciante è molto simile a quello osservato nella situazione di riferimento e valgono quindi le stesse considerazioni fatte in precedenza. Questo indica che le nuove opere non sono in grado di interferire in modo apprezzabile sulla dispersione del tracciante originante dai fiumi Letimbro e Quiliano.
- Il Torrente Segno, data la morfologia della zona in cui sfocia e la vicinanza alla zona portuale è quello che risente in modo maggiore, ancorché molto marginale, della presenza dei nuovi cassoni.
- Dal confronto dei risultati con la situazione di riferimento si osserva che le uniche differenze apprezzabili sono ravvisabili nell'area a nord della piattaforma compresa tra i cassoni e la foce del Segno. Qui le differenze di concentrazione tra la situazione modificata e quella di riferimento indicano un aumento delle concentrazioni compreso tra 0.005 e 0.02 g/m³ a ridosso dei cassoni. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.
- complessivamente le variazioni rispetto alla situazione di riferimento sono minime e trascurabili. L'inserimento di un ostacolo rigido lontano dalla costa non è quindi in grado di limitare in modo significativo ed apprezzabile la capacità dispersiva del sistema ed il trasporto dei traccianti.

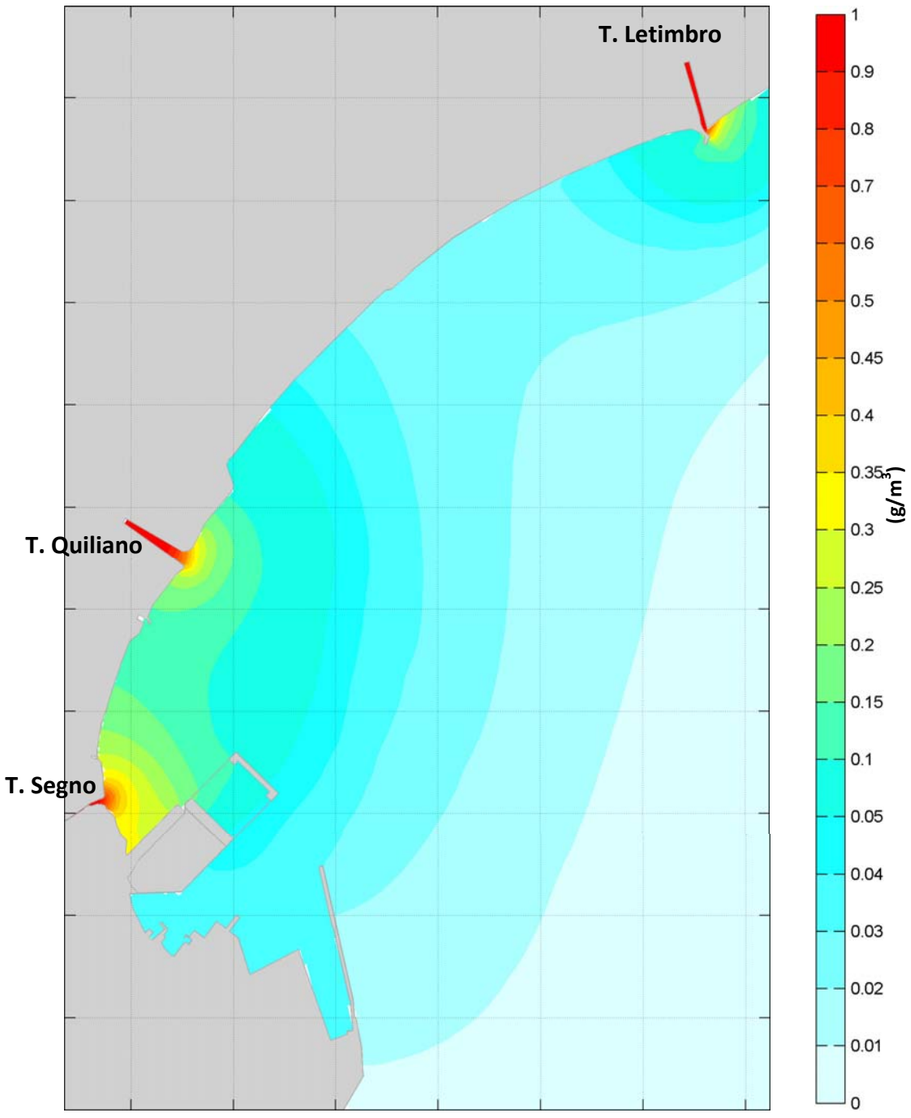


FIGURA 13-25– ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO – FASE REALIZZAZIONE.

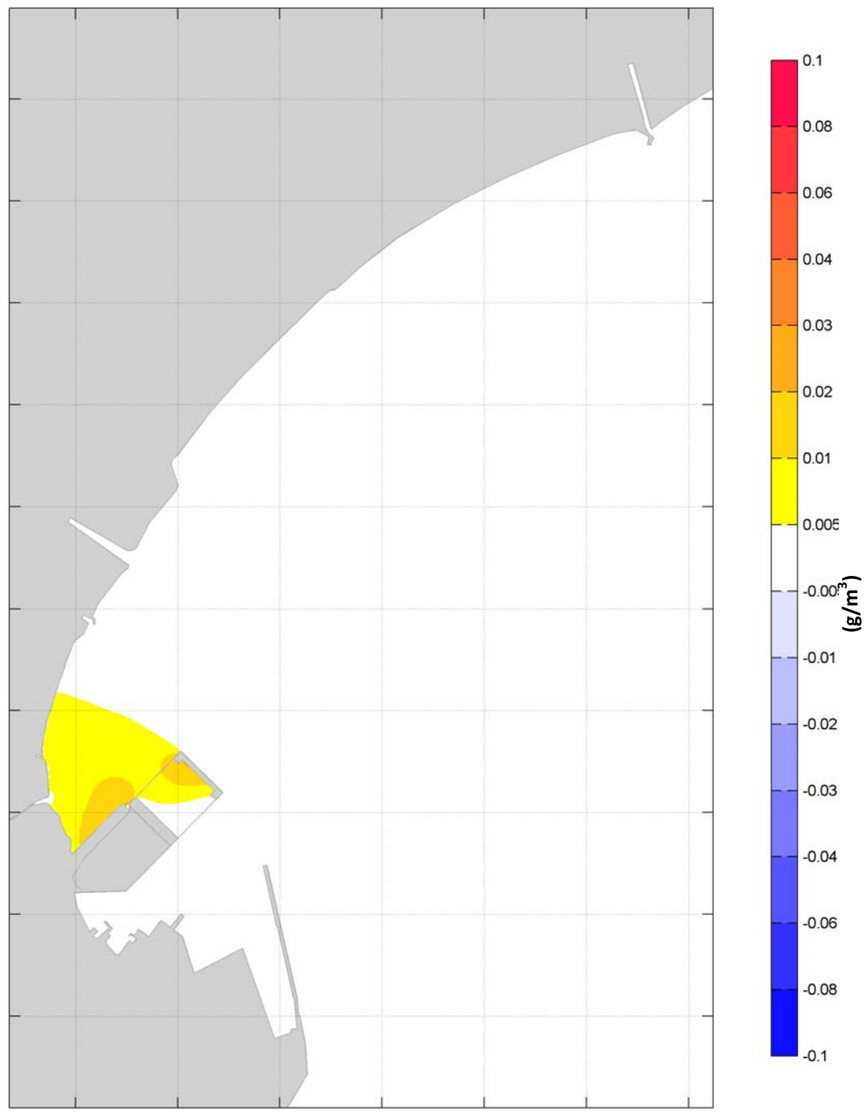


FIGURA 13-26 - DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO - FASE REALIZZAZIONE – FASE DI RIFERIMENTO REALIZZAZIONE.

Dispersione in condizione di vento da Nord-Est

In questo scenario idrodinamico è stato considerato che un vento da Nord-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-27 è presentata la mappa di concentrazione dei traccianti considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi mentre in Figura 13-28 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento considerate nella fase di realizzazione.

Come osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono ,quindi, generalmente molto basse.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte al punto precedente; i campi di concentrazione sono del tutto simili a quelli osservati nello scenario senza vento e le uniche differenze apprezzabili sono osservate nell'area a nord della piattaforma e delimitata a mare dai cassoni. Qui le differenze di concentrazione tra la situazione modificata e quella di riferimento indicano un aumento delle concentrazioni compreso tra 0.005 e 0.02 g/m³ a ridosso dei cassoni. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.

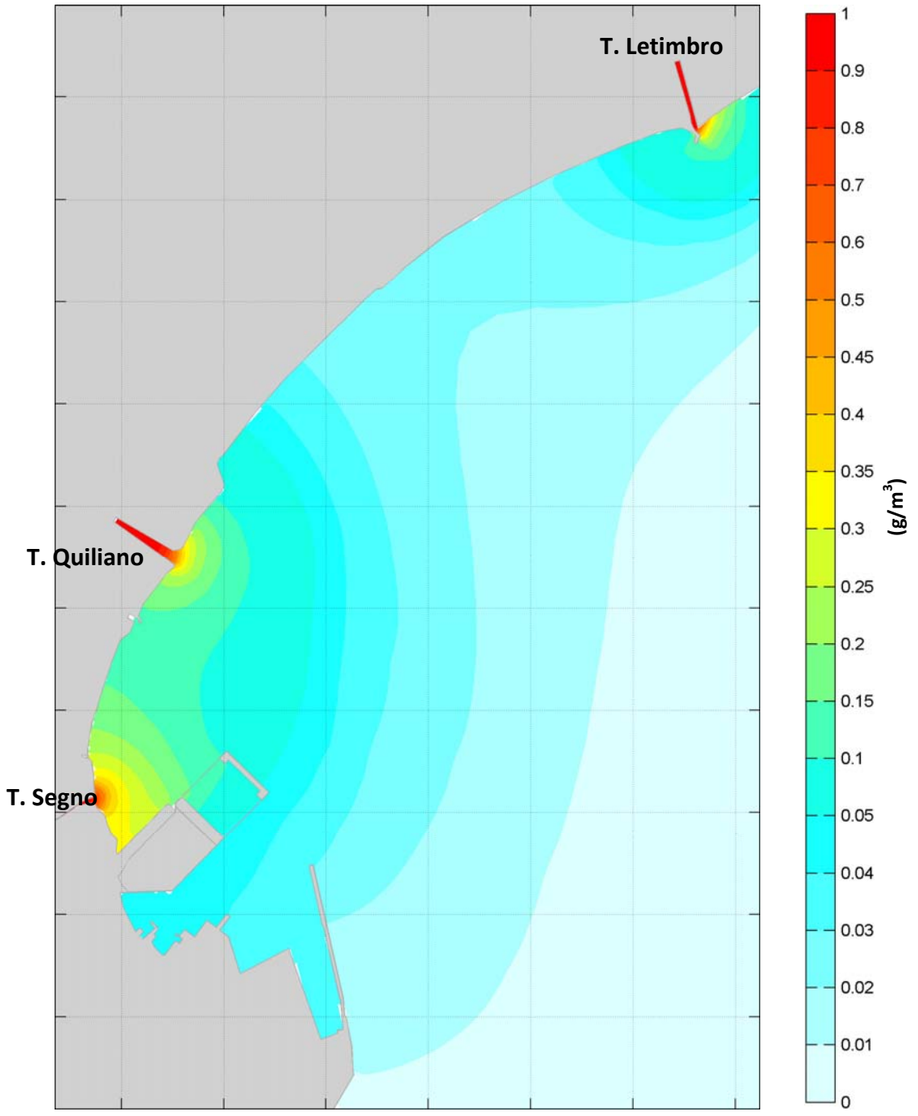


FIGURA 13-27 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD EST - FASE REALIZZAZIONE.

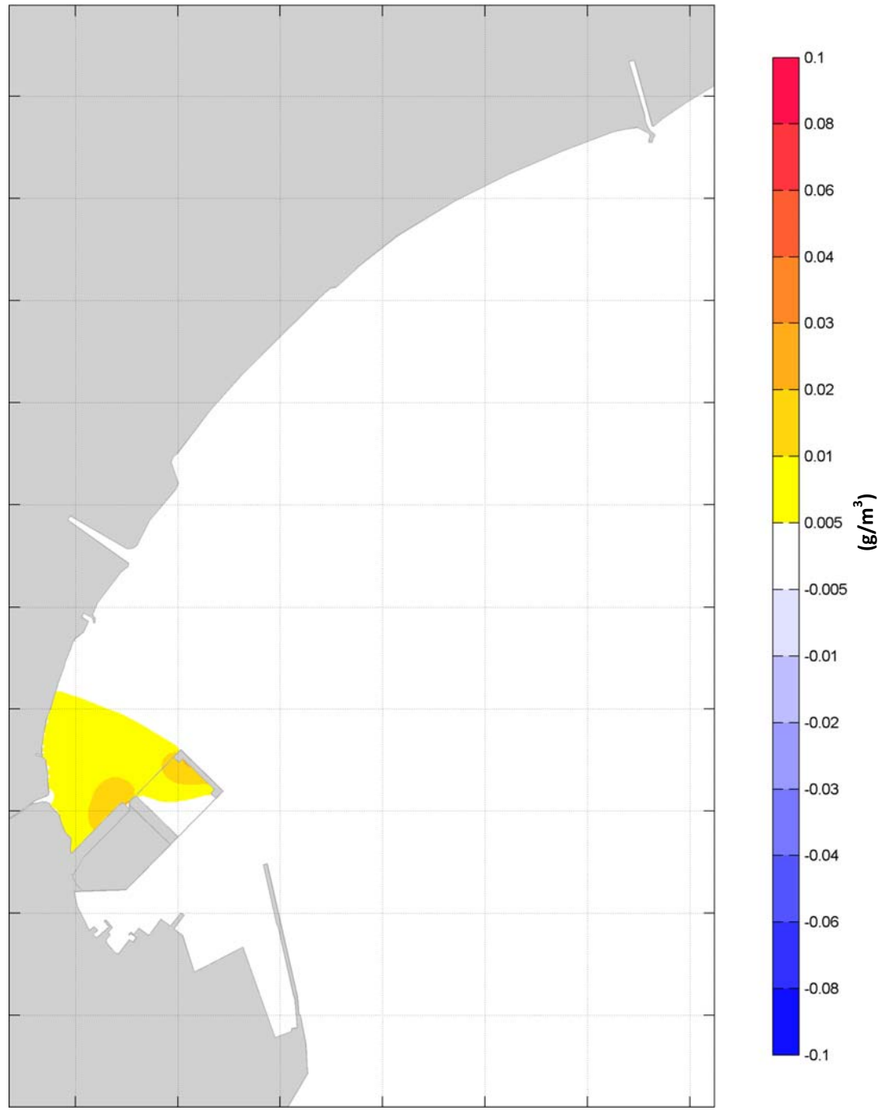


FIGURA 13-28 - DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD EST – (FASE DI REALIZZAZIONE VARIANTE – FASE DI REALIZZAZIONE RIFERIMENTO).

Dispersione in condizione di vento da Sud-Est

In questo scenario è stato considerato che un vento da Sud-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-29 è presentata la mappa di concentrazione dei traccianti considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi mentre in Figura 13-30 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

Come osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono ,quindi, generalmente molto basse.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte al punto precedente; i campi di concentrazione sono del tutto simili a quelli osservati nello scenario senza vento e le uniche differenze apprezzabili sono osservate nell'area a nord della piattaforma e delimitata a mare dai cassoni. Qui le differenze di concentrazione tra la situazione modificata e quella di riferimento indicano un aumento delle concentrazioni compreso tra 0.005 e 0.02 g/m³ a ridosso dei cassoni. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.

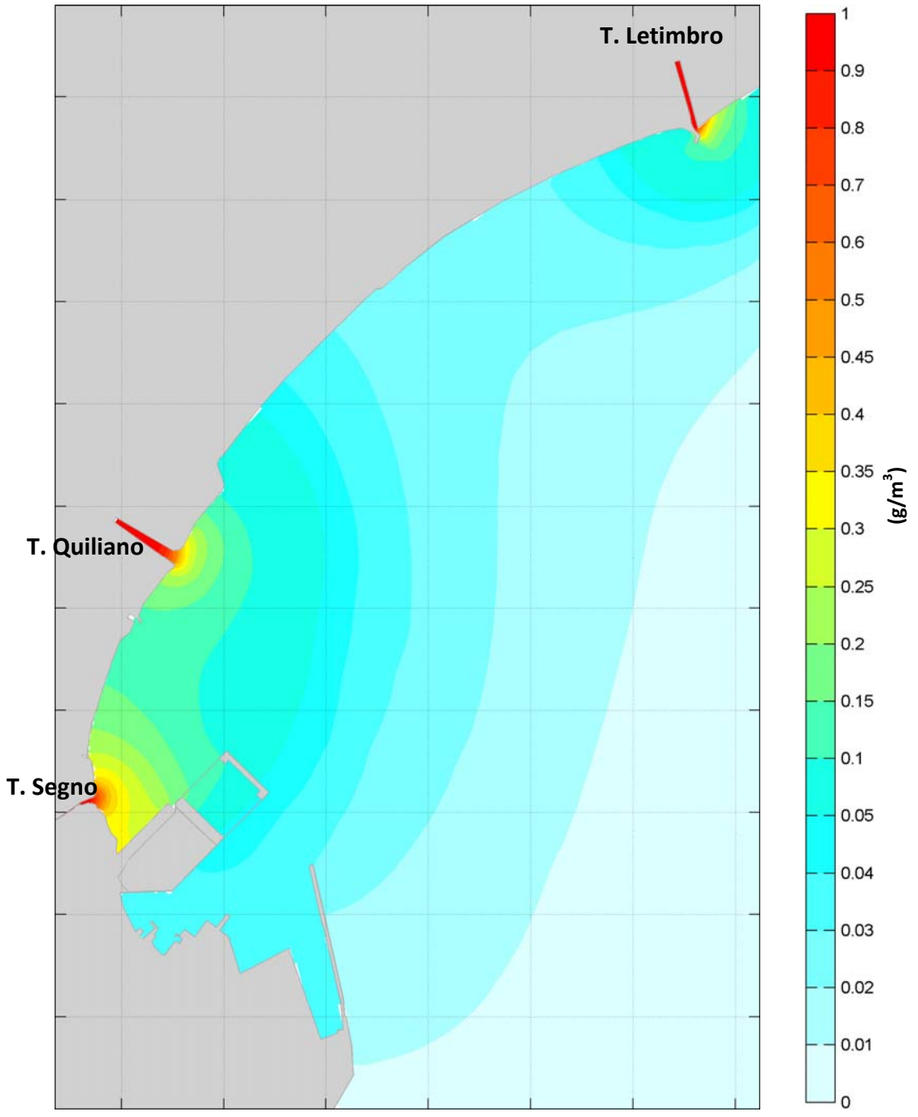


FIGURA 13-29 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD EST - FASE REALIZZAZIONE .

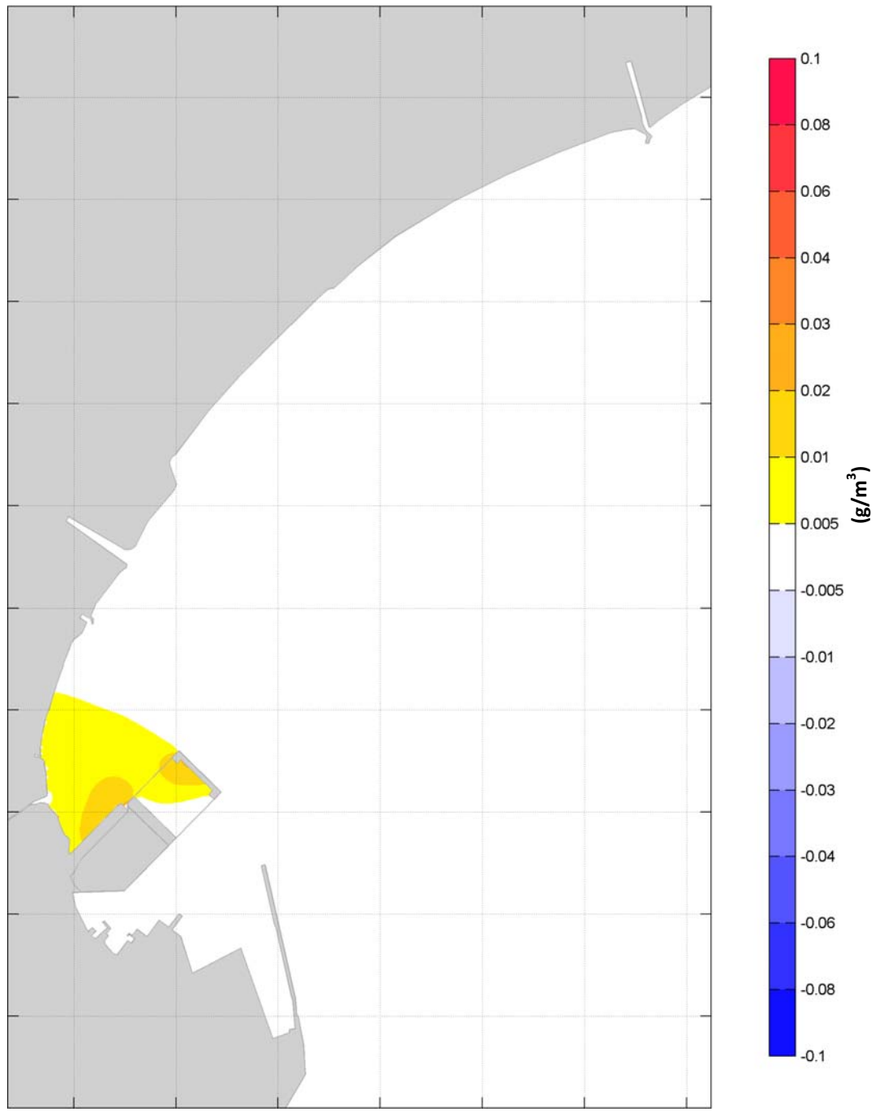


FIGURA 13-30 - DIFFERENZA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD EST – (FASE DI REALIZZAZIONE VARIANTE – FASE DI REALIZZAZIONE RIFERIMENTO)..

Dispersione in condizione di vento da Nord-Ovest

In questo scenario è stato considerato che un vento da Nord-Ovest con intensità costante di 10 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-31 è presentata la mappa di concentrazione dei traccianti considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi.

I risultati indicano dei campi di concentrazione e delle differenze del tutto simili a quelle osservate per gli scenari precedenti e valgono pertanto tutte le considerazioni fatte a proposito.

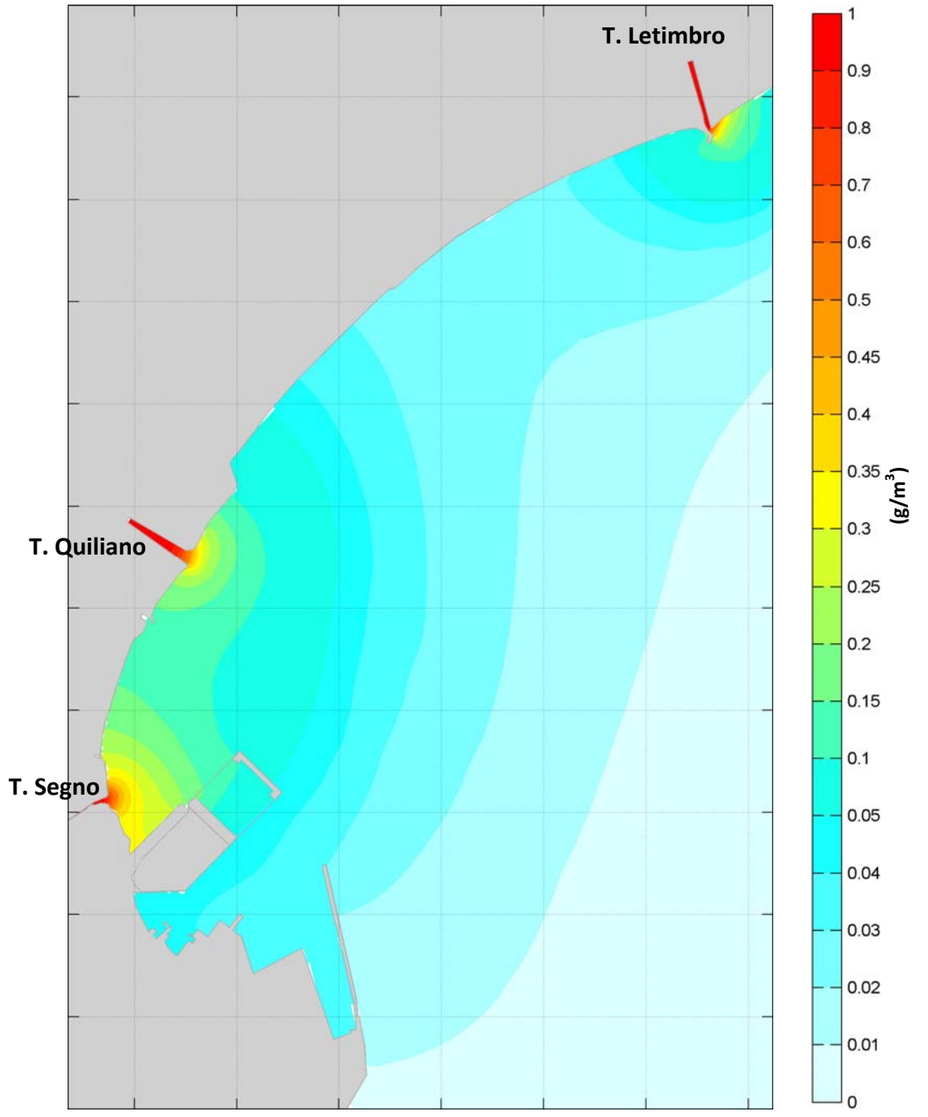


FIGURA 13-31 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD OVEST - FASE REALIZZAZIONE.

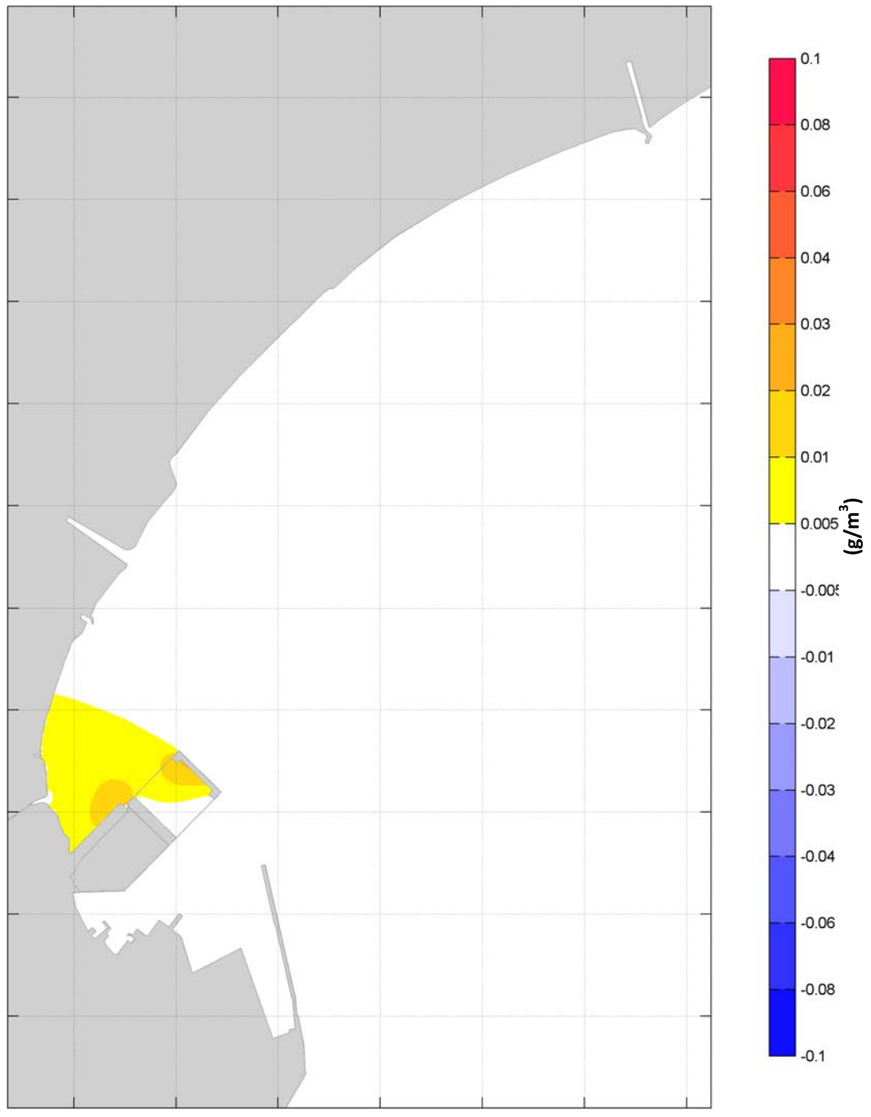


FIGURA 13-32 - DIFFERENZA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD OVEST – (FASE DI REALIZZAZIONE VARIANTE – FASE DI REALIZZAZIONE RIFERIMENTO).

13.3.2.2.3 Capacità di ricambio

La valutazione della capacità di ricambio per la fase di realizzazione della piattaforma multifunzionale di Vado Ligure non è stata effettuata perché data la natura transitoria del cantiere gli effetti sul ricambio sono da ritenersi non significativi rispetto a quelli previsti per la fase di esercizio, riportati nel Paragrafo 13.5.2.3.

13.3.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso

I risultati dello studio della circolazione costiera per la configurazione di variante in fase di realizzazione, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-33 a Figura 13-39) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. I risultati riportano in forma grafica le velocità medie della corrente generata dalle mareggiate (mediate sul profilo verticale): le velocità sono rappresentate in termini di gradazioni cromatiche, mentre la direzione locale della corrente viene indicata mediante vettori il cui modulo è proporzionale alla velocità stessa.

Dall'osservazione preliminare dei risultati si ricava che la presenza dei cassoni di testata favorisce la regolarizzazione della corrente annullando (per la mareggiata di Levante) o riducendo (per la mareggiata di Scirocco) il vortice anticiclonico che si forma nella configurazione di riferimento. Rimane comunque evidente, sia per il levante che per lo Scirocco, il distacco della corrente litoranea nella zona del terrapieno del campo da basket.

Per quanto riguarda le simulazioni effettuate in presenza di piena del T. Segno, non si osservano rilevanti variazioni con riferimento alla direzione di uscita del flusso e all'espansione del getto.

Più in dettaglio, per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1), si osserva che, in presenza dei cassoni di testata, nel tratto meridionale del litorale la corrente non forma la locale inversione di direzione che genera il vortice nella configurazione di riferimento, ma tende invece ad incanalarsi tra il terrapieno ed i cassoni. Si osserva inoltre che, in assenza del vortice, diminuisce la tendenza al distacco dal litorale della corrente e si instaura una corrente litoranea adiacente alla riva, che si mantiene diretta verso Sud oltre il T.Segno, fino a quasi il radicamento della piastra.

L'idrodinamica che si sviluppa con la mareggiata di Scirocco di frequenza pari a 1g/anno (TEST 2), in configurazione di variante, mostra, analogamente a quanto osservato per la mareggiata di Levante, una minor tendenza alla formazioni di locali inversioni della corrente e la sostanziale riduzione dell'intensità del vortice che si forma a ridosso della piastra.

A ridosso della linea di riva, la corrente litoranea localmente diretta da Sud verso Nord nella zona immediatamente a Nord del campo da basket tende a scomparire in configurazione di variante.

Per la mareggiata di Mezzogiorno con frequenza di 1g/anno (TEST 3) si osserva, in configurazione di variante, una modesta riduzione dell'intensità della corrente diretta verso Nord nella spiaggia a Nord del terrapieno del campo da basket. Il campo generale di correnti in configurazioni di variante resta sostanzialmente invariato rispetto alla configurazione di riferimento.

Le simulazioni eseguite in presenza della piena del T. Segno, concomitanti con mareggiate di più modesta intensità, non mostrano sostanzialmente variazioni del campo di correnti tra la configurazione di variante e quella di riferimento.

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

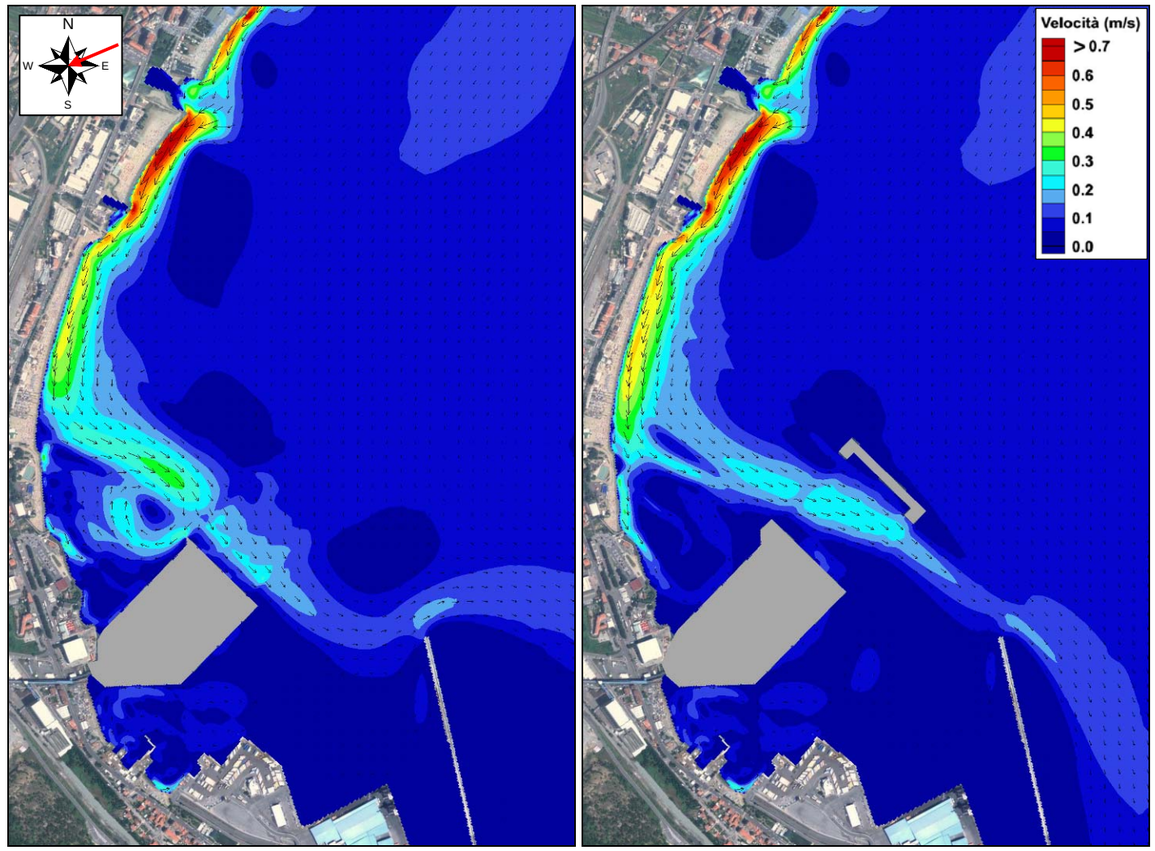


FIGURA 13-33 – TEST1 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

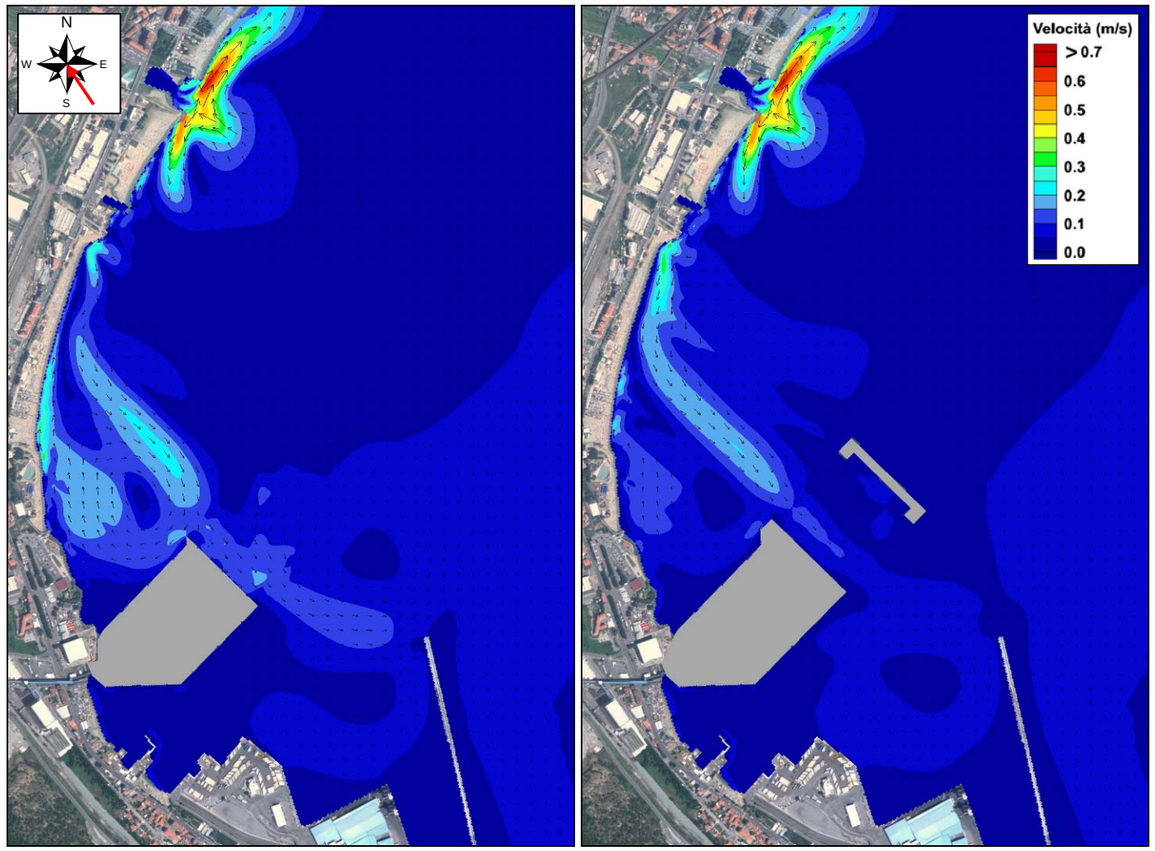


FIGURA 13-34 – TEST2 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

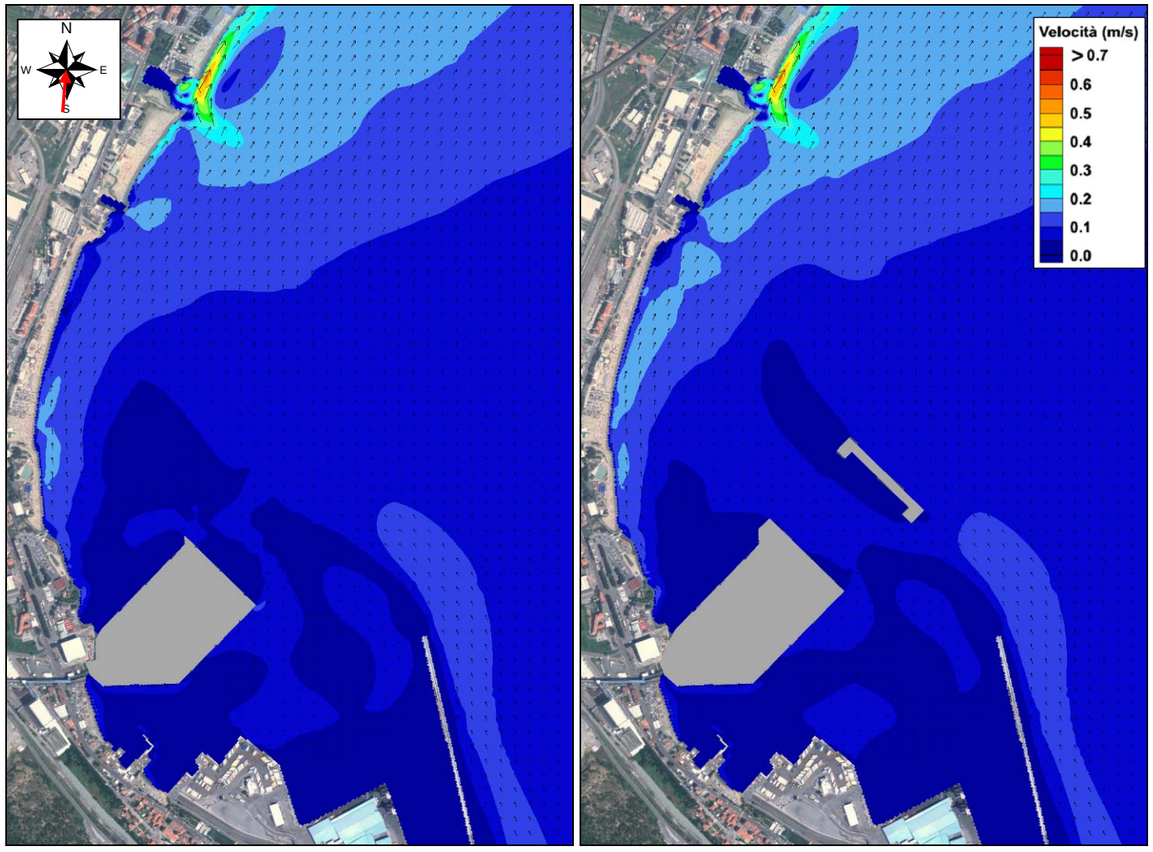


FIGURA 13-35 – TEST3 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

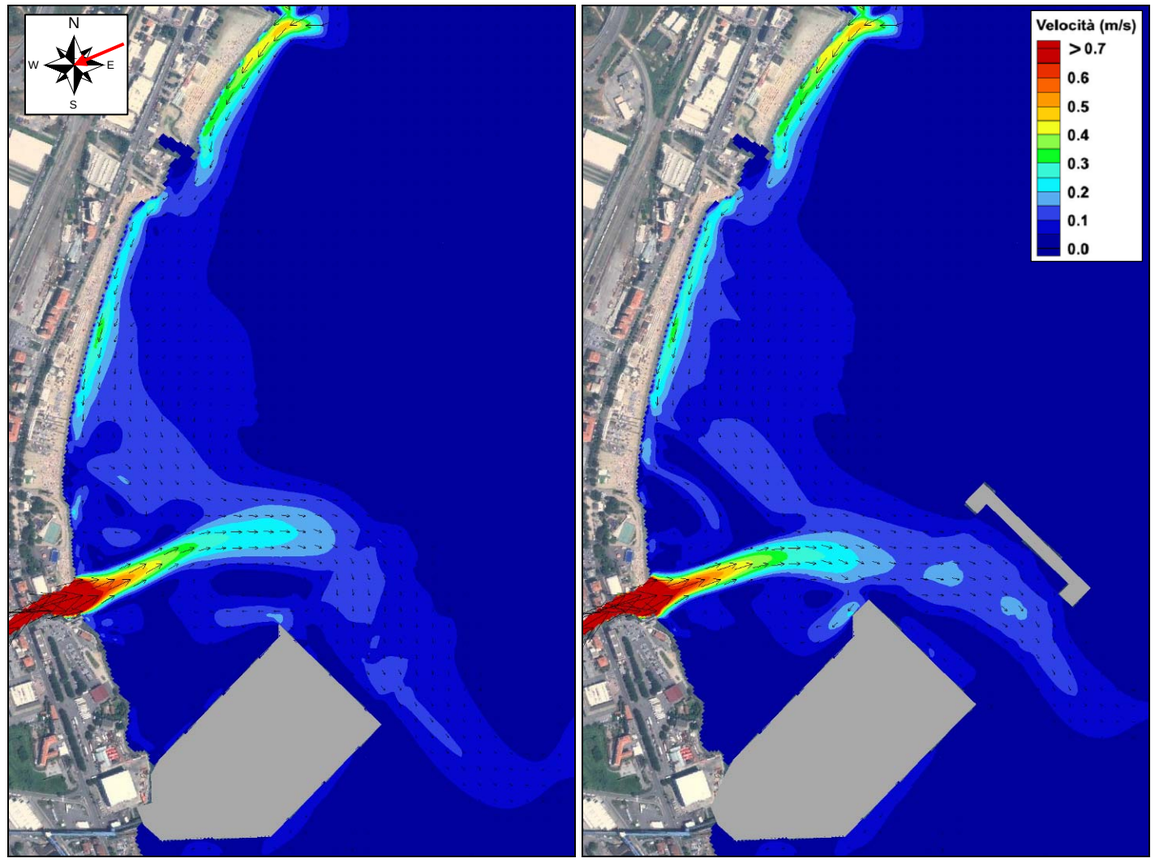


FIGURA 13-36 – TEST4 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

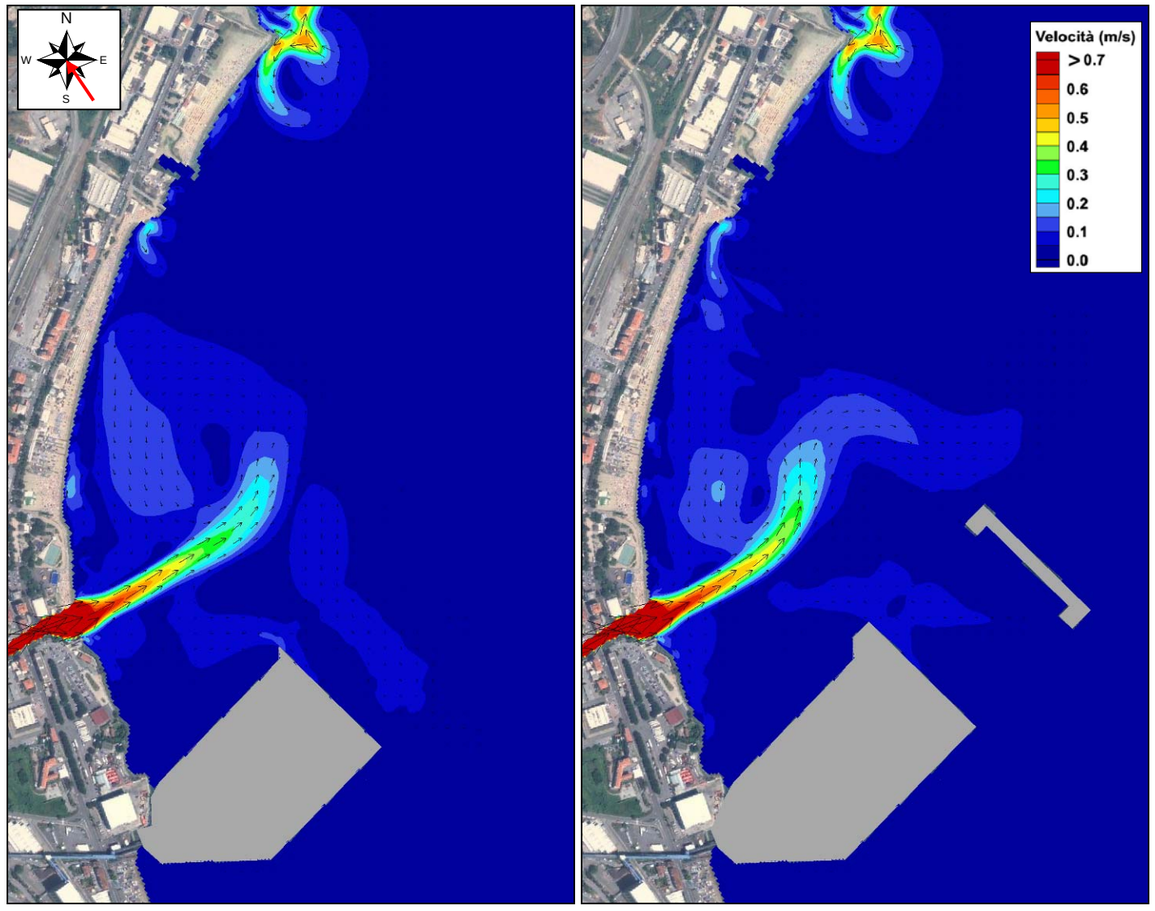


FIGURA 13-37 – TEST5 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

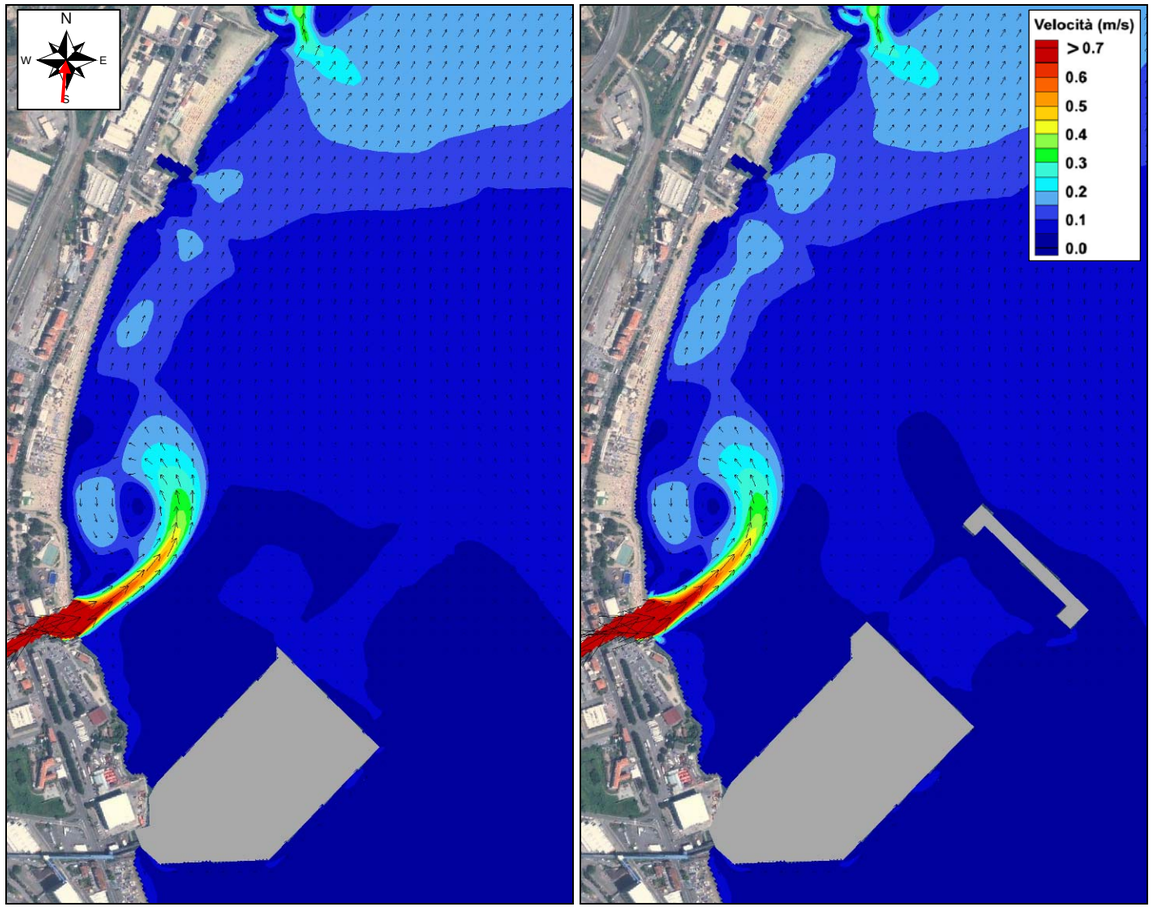


FIGURA 13-38 – TEST6 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

13.3.2.3 Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale

I risultati in termini di trasporto solido per la configurazione di variante in fase di realizzazione, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-39 a Figura 13-44) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. Per ciascuna delle mareggiate analizzate sono stati riportati i risultati che rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

Il trasporto solido generato dalla mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) in "configurazione di variante in fase di realizzazione" non mostra evidenti variazioni rispetto alla configurazione di riferimento nella zona a Nord dell'area camper. A Sud dell'area camper, lungo la spiaggia, si osserva un lieve incremento dell'intensità del trasporto che, a differenza di quanto avviene nella configurazione di riferimento, procede verso Sud con andamento regolare fino alla foce del T.Segno.

Per la mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2), si può osservare che la presenza del tratto di piastra su cassoni favorisce una parziale riduzione del trasporto solido nel tratto di spiaggia compreso tra l'area camper e il terrapieno del campo da basket. Nel dettaglio, si osserva una lieve riduzione della quantità dei sedimenti che vengono mobilitati dalla zona a Nord del T.Segno verso il centro della spiaggia.

Per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3) non si osservano invece variazioni nella mobilitazione dei sedimenti.

Per quanto riguarda la mobilitazione di sedimenti generata dalle mareggiate caratterizzate da frequenza maggiore (5gg/anno) si osserva una trascurabile variazione solo per la mareggiata di Scirocco (TEST 5), per la quale si osserva una leggera riduzione del trasporto nel tratto centrale del litorale. La ridotta mobilità dei sedimenti in uscita dal T. Segno in occasione degli eventi di piena, già osservata nei risultati del trasporto in configurazione di riferimento, viene confermata nella configurazione di variante. Nel dettaglio l'intenso trasporto solido che si genera con la piena si esaurisce rapidamente in uscita dalla foce e a poca distanza dalla stessa, non risultando di conseguenza influenzato dalle, comunque minime, variazioni del campo di corrente generate dalla presenza dei cassoni di testata.

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

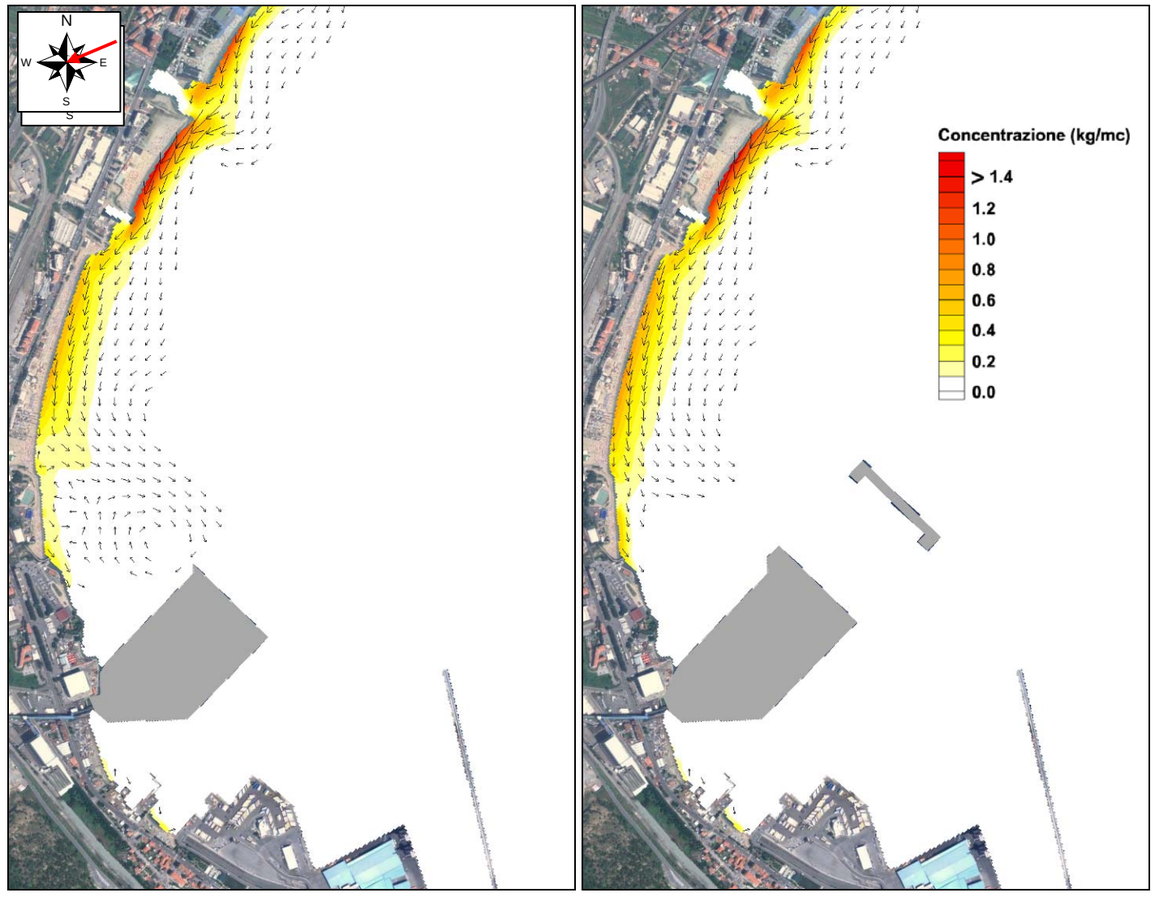


FIGURA 13-39 – TEST1 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

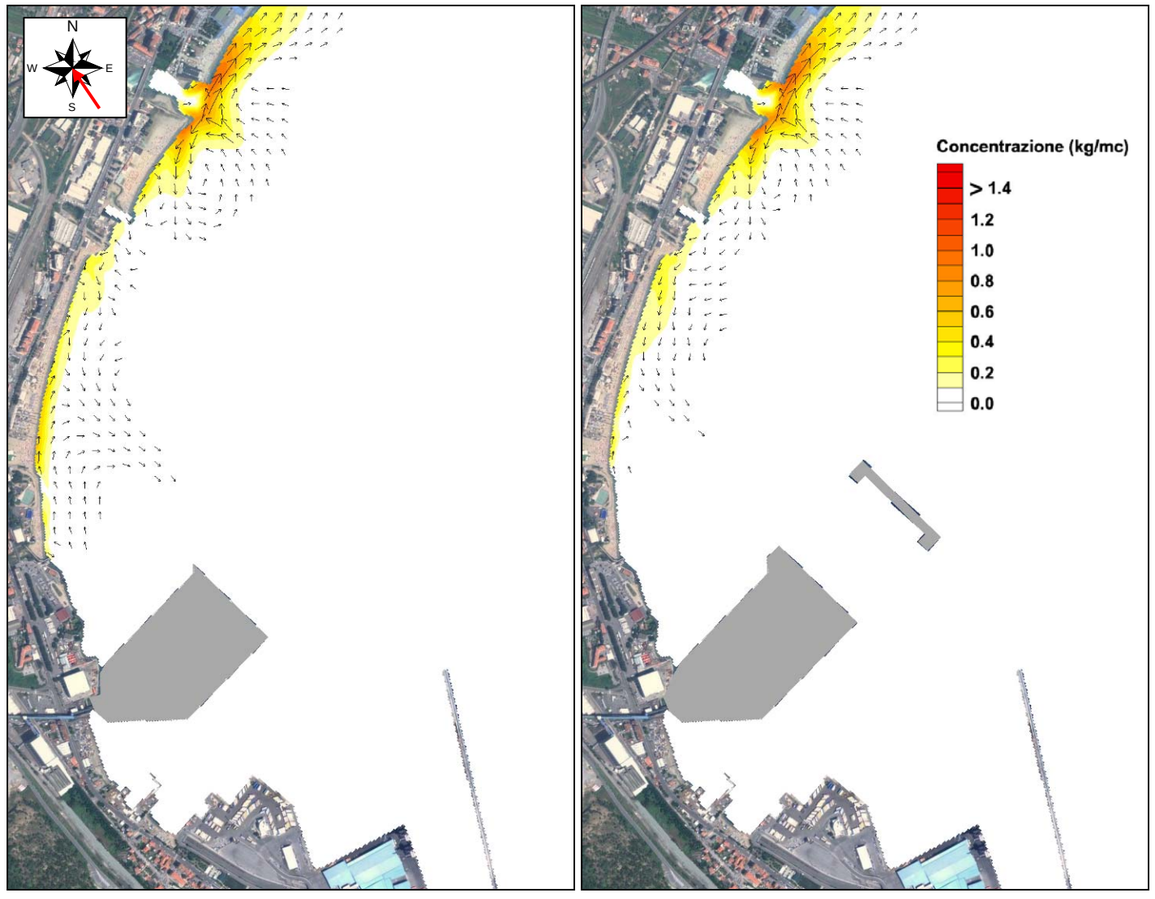


FIGURA 13-40 – TEST2 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

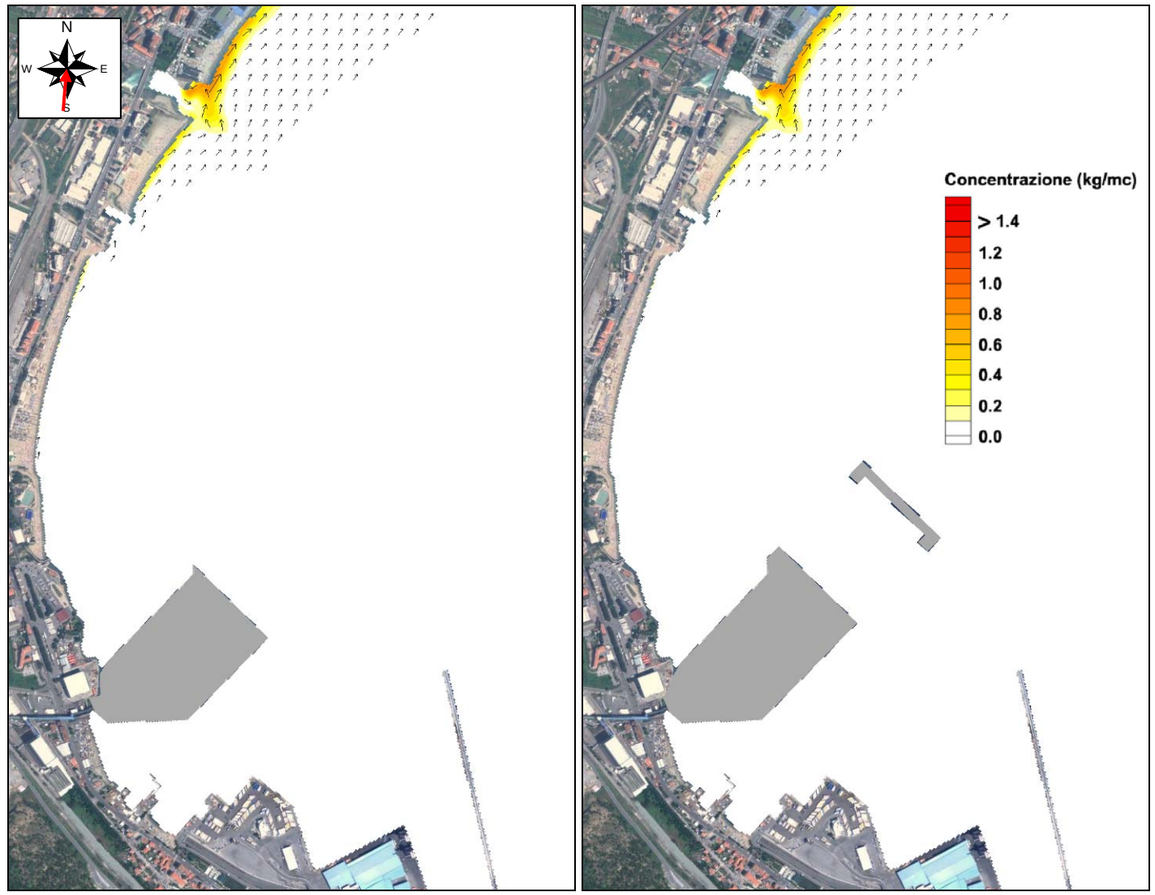


FIGURA 13-41 – TEST3 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

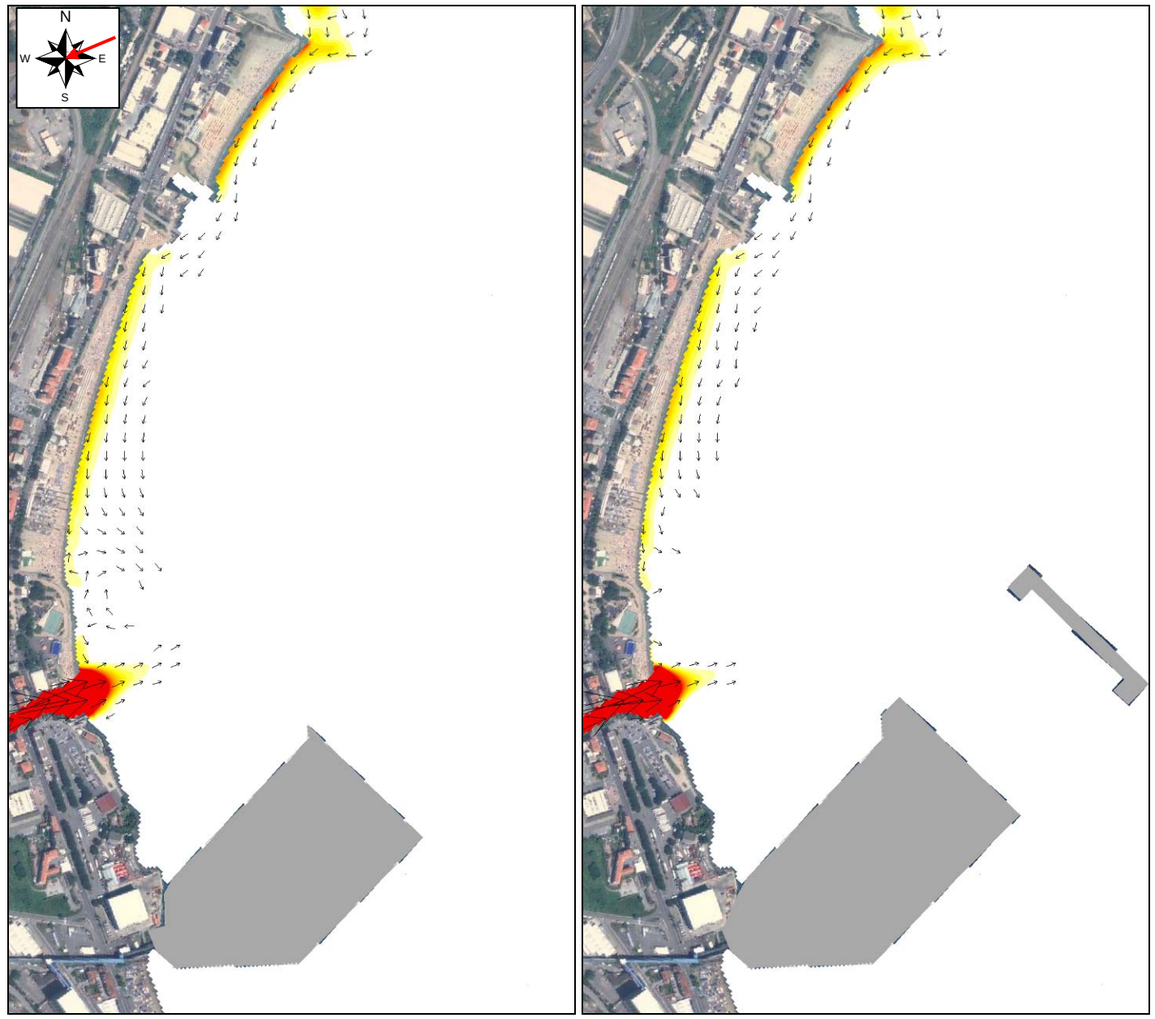


FIGURA 13-42 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

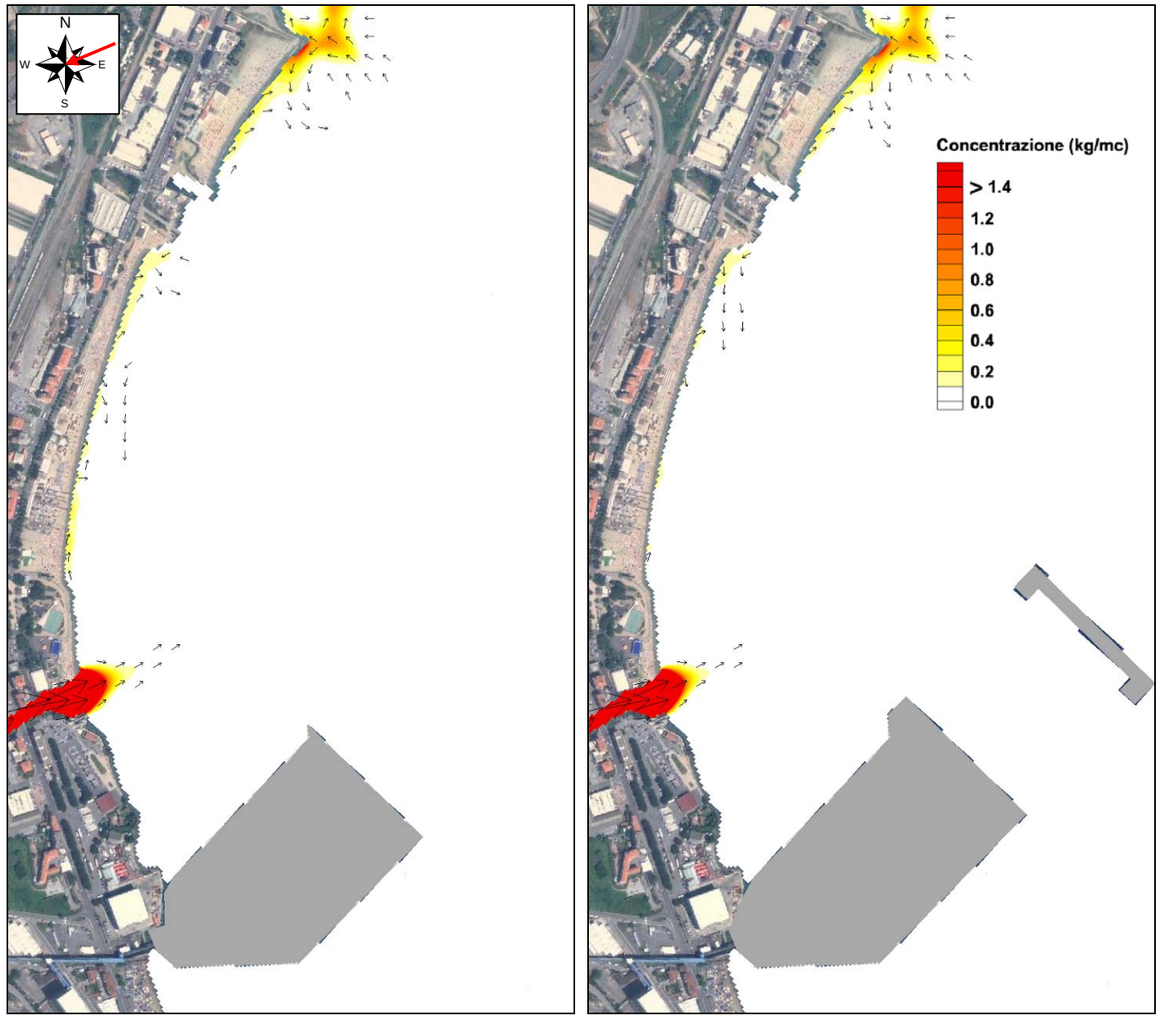


FIGURA 13-43 – TEST5 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

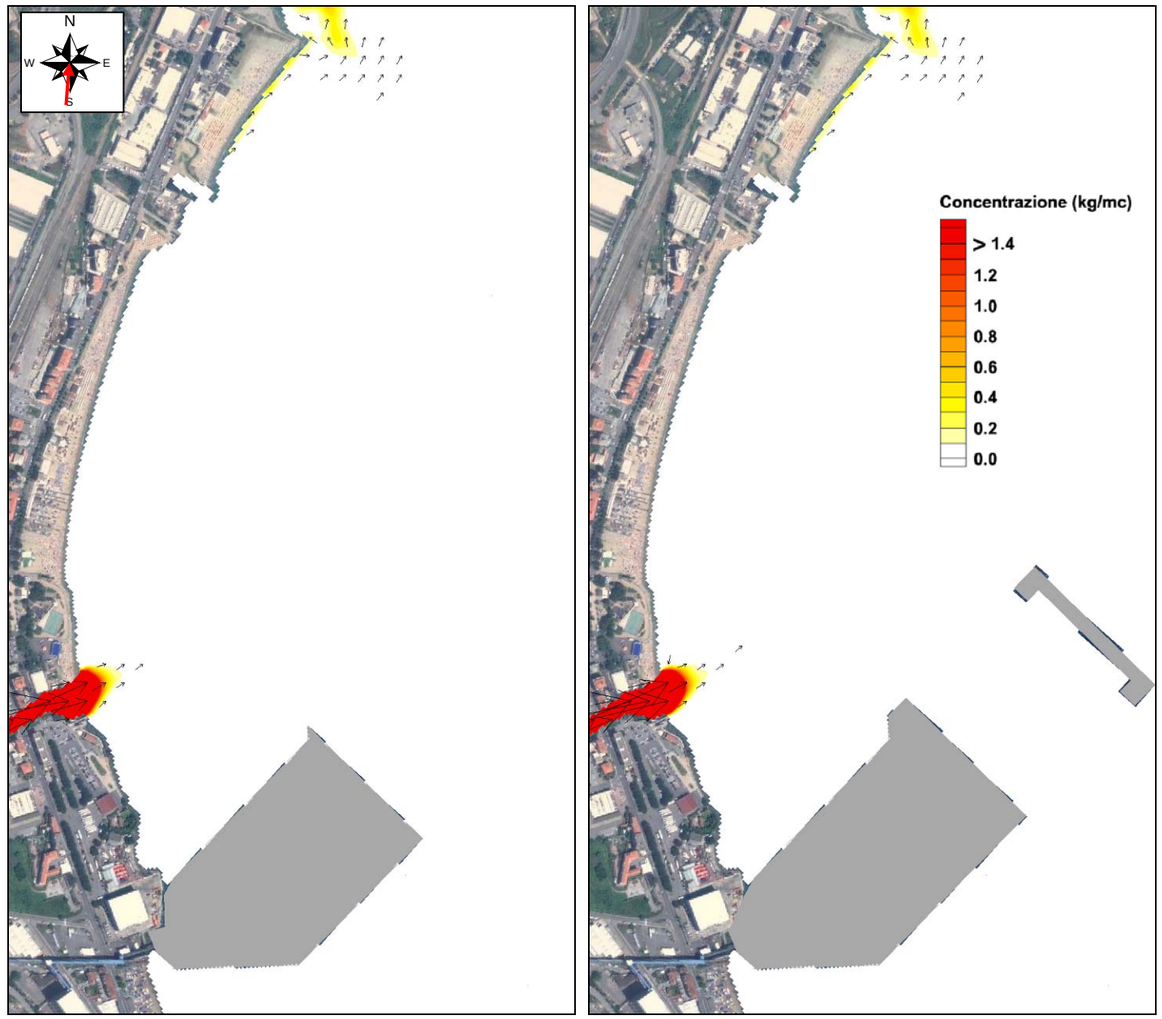


FIGURA 13-44 – TEST6 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

Tendenze evolutive del fondale

I risultati in termini di evoluzione del fondale, per la configurazione di variante in fase di realizzazione, sono riportati nelle figure riportate nelle successive pagine (da Figura 13-45 a Figura 13-50) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. Le figure rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, le aree tendenzialmente soggette a erosione (valori negativi, blu) e quelle tendenzialmente soggette a deposizione (valori positivi, rossi).

Per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) si osserva che, in configurazione di variante, viene sostanzialmente confermata la tendenza alla deposizione del materiale eroso in prossimità dell'area camper nel tratto meridionale della spiaggia Sud. In relazione alla scomparsa del vortice anticiclonico nella circolazione idrodinamica, il trasporto solido risulta più addossato al litorale e così anche i fenomeni deposizionali tendono ad avvenire a breve distanza dalla riva. In conseguenza della già evidenziata maggiore continuità del trasporto solido litoraneo dalla spiaggia verso il Segno, si osserva anche un modesto incremento della deposizione nel fondale immediatamente a Sud della foce del Segno.

Per la mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2), ciò che si osserva è una sostanziale riduzione dei fenomeni evolutivi del fondale antistante la spiaggia tra il campo da basket e l'area camper; in configurazione di variante, infatti, si evidenzia una minore tendenza all'erosione del tratto meridionale di spiaggia rispetto alla configurazione di riferimento. Si osserva infatti una riduzione delle aree di erosione nel tratto poco a Nord del T. Segno e un conseguente assottigliamento delle aree di deposizione del materiale movimentato verso il tratto centrale della spiaggia.

Per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3), non si rilevano invece differenze tra i risultati ottenuti per le due configurazioni analizzate.

Le simulazioni condotte con la piena del T. Segno hanno evidenziato che la presenza del dei cassoni di testata non influisce in modo rilevante sulle tendenze evolutive dei fondali in seguito a eventi di piena.

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

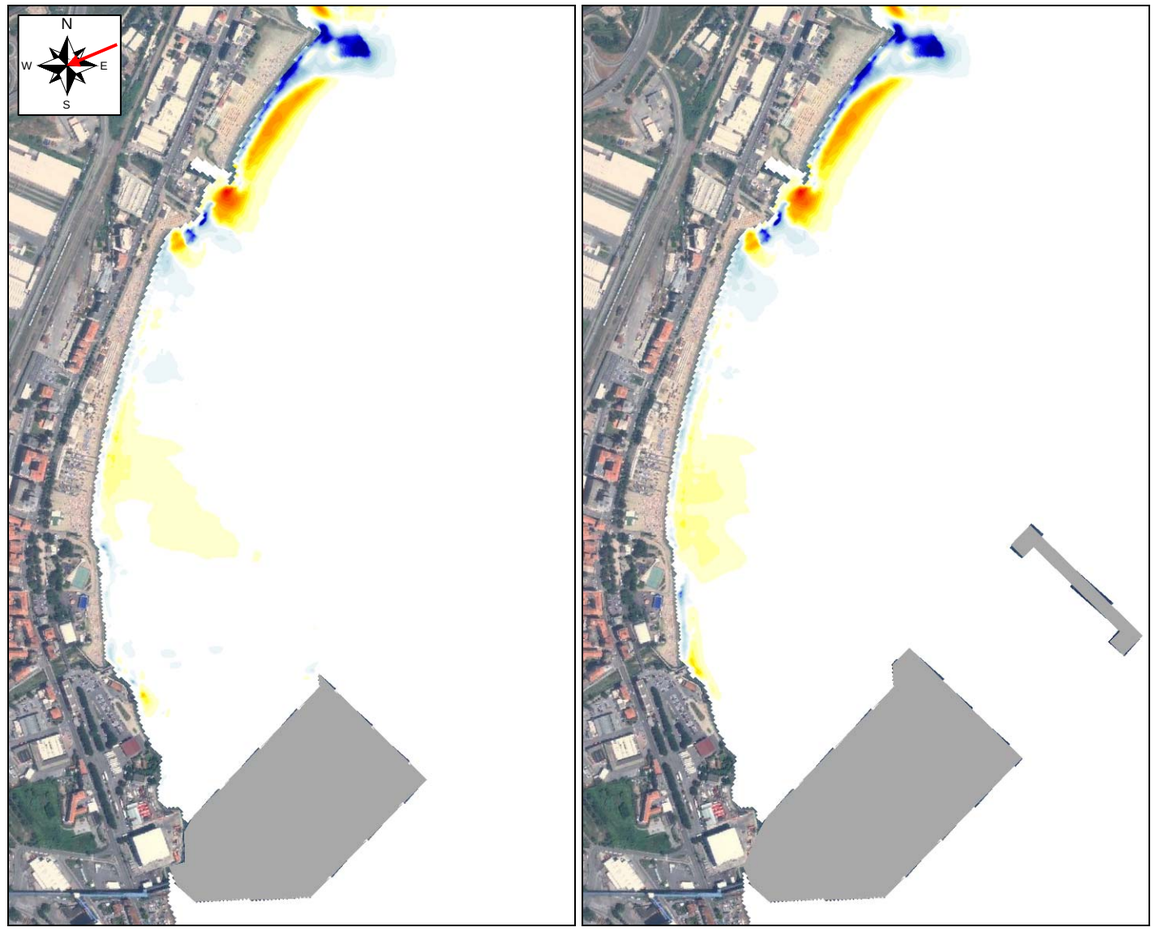


FIGURA 13-45 – TEST1 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

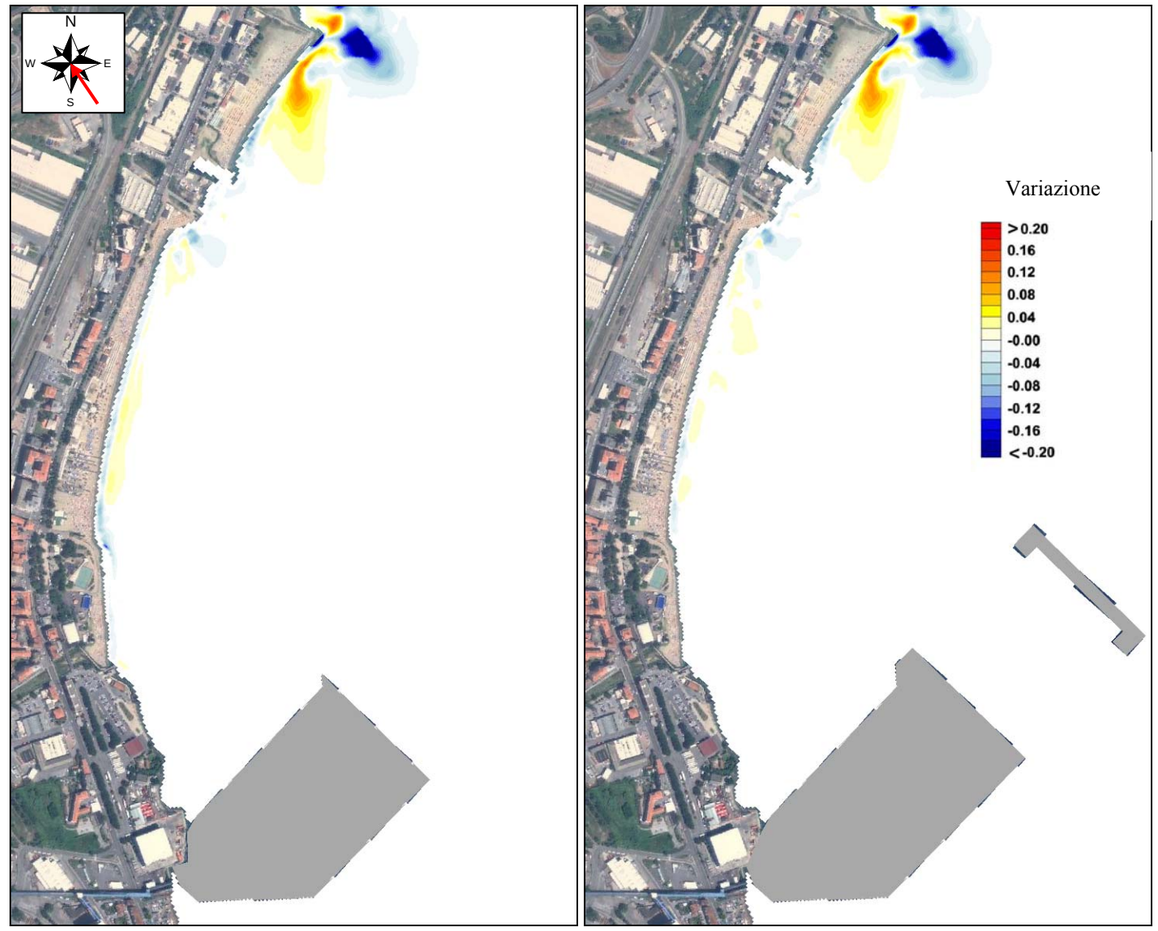


FIGURA 13-46 – TEST2 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

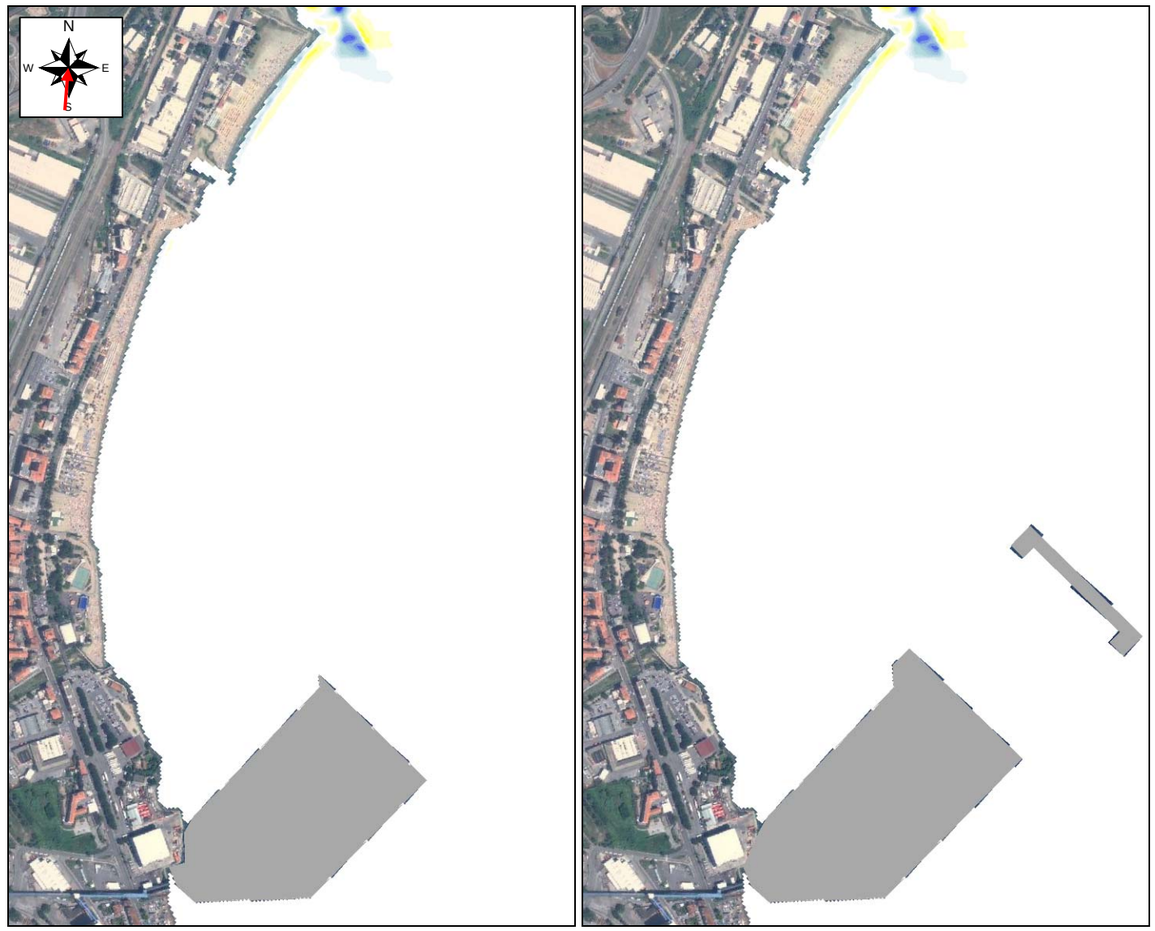


FIGURA 13-47 – TEST3 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

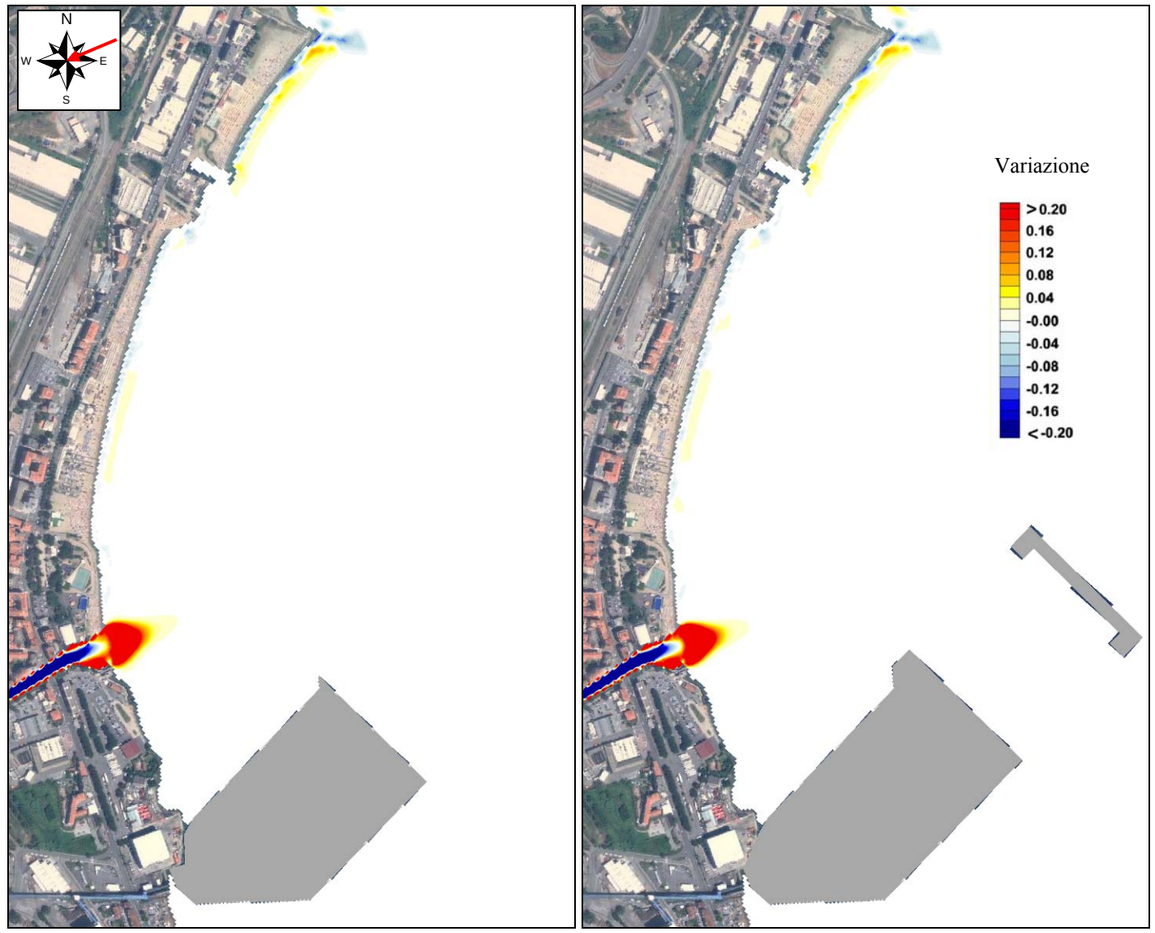


FIGURA 13-48 – TEST4 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

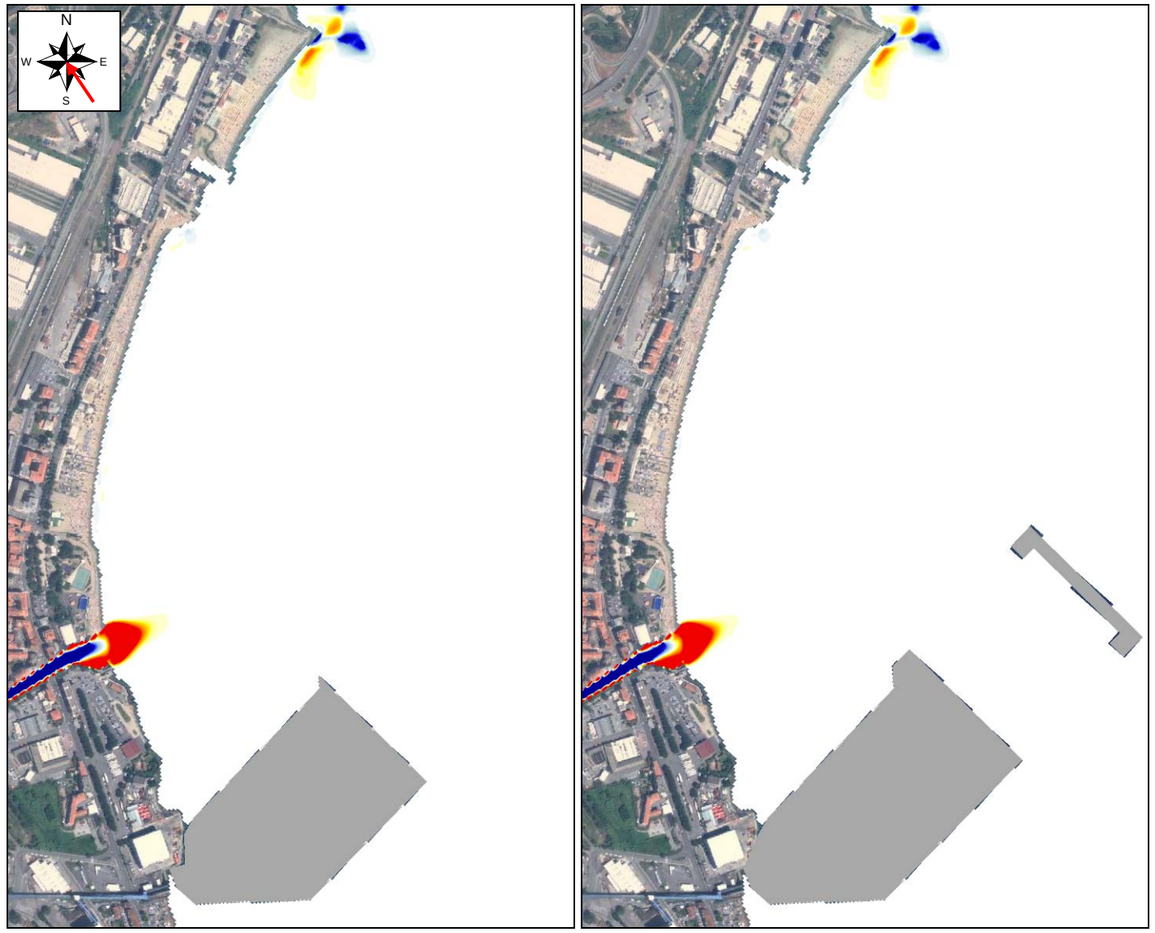


FIGURA 13-49 – TEST5 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

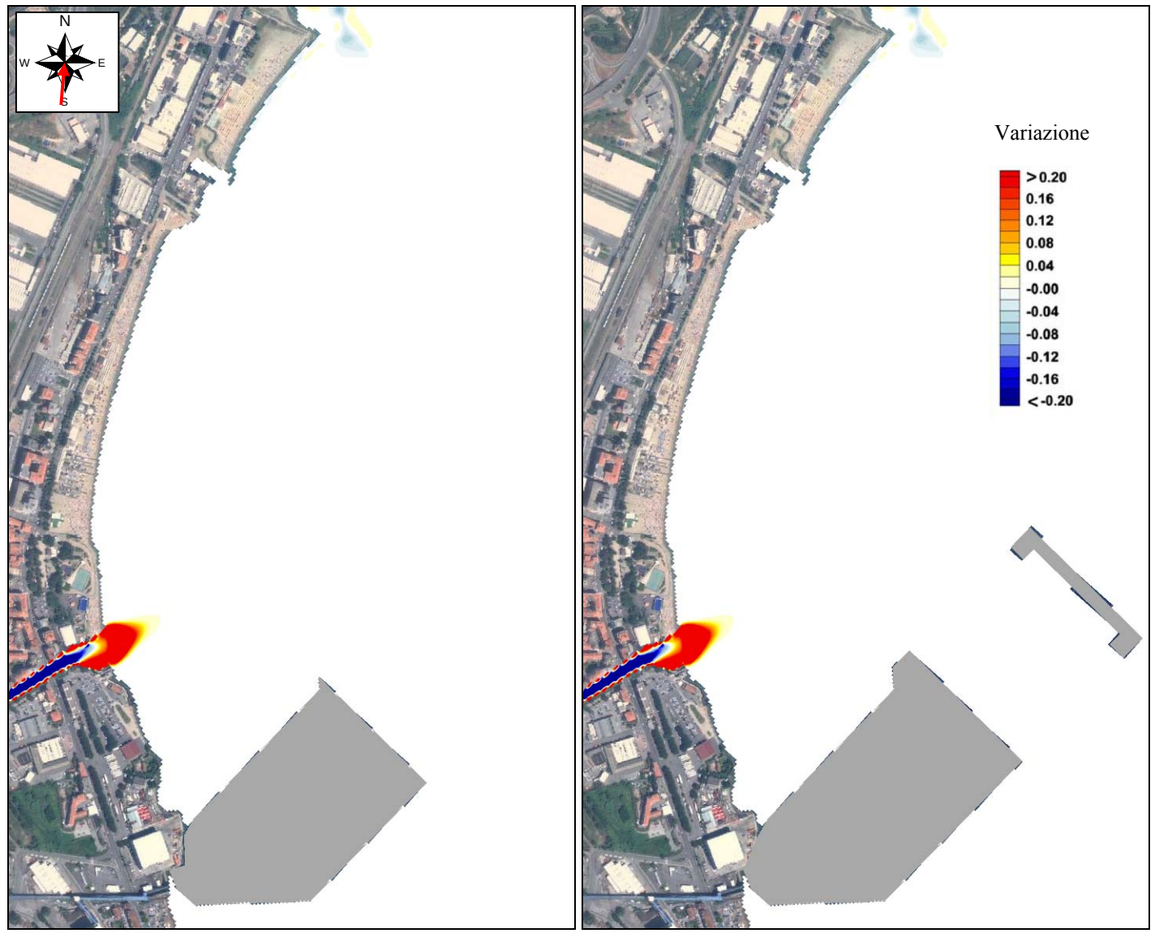


FIGURA 13-50 – TEST6 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI REALIZZAZIONE
HS = 1.61 M - TP = 6.80 S – DIR = 185°N

13.3.3. Suolo e sottosuolo

13.3.3.1 Ambiente terrestre

Come già riportato, la realizzazione della piastra multifunzionale nella configurazione di Progetto Esecutivo comporterà la movimentazione di poco più di 2.000.000 m^3 di materiale da cava o similare.
Rispetto al Progetto Definitivo, è dunque previsto un incremento di consumo di materiale pari a circa il 10%.
Tale incremento è ascrivibile solo parzialmente all'introduzione delle varianti previste, ed in particolare all'estensione verso mare dell'area in rilevato (Paragrafo 10.9). Al di là degli affinamenti tecnici tipici del passaggio dalla fase di progettazione definitiva a quella esecutiva, infatti, si ricorda che in risposta alle prescrizioni contenute nella DGR 1118/09 la piattaforma è stata ruotata verso ponente (4 gradi), ovvero nella posizione originale prevista in Progetto Preliminare, andando ad interessare fondali più profondi. Per rispettare la quota finale di + 4,50 m s.l.m.m., si è dunque resa necessario l'utilizzo di maggiore volume di materiale.
Il ricorso a materiale di cava sarà condotto sicuramente per le attività di bonifica geotecnica (sotto i cassoni e nell'area terra) e di imbasamento (realizzazione dello scanno) dei cassoni, includendo quelli necessari per il cantiere di prefabbricazione (Paragrafo 10.1) in quanto la particolarità di tale lavorazioni e, soprattutto, la loro importanza dal punto di vista strutturale impone l'utilizzo di materiale accuratamente selezionato per essere del tutto conforme ai fusi granulometrici ed alle specifiche geomeccaniche di progetto.
Per l'area a terra invece, in cui è previsto l'utilizzo di "tout venant", ovvero di materiale misto naturale costituito generalmente da ghiaia grosse, sarà rispettato il Protocollo di conferimento di cui alla DD 3297/13, approvato dalla Regione con DGR 779/2014, nonché il rispetto della prescrizione del non superamento della quota del 25% per l'approvvigionamento da cava, come peraltro confermato dalla Regione, Settore VIA, con nota Prot. n. PG/2014/0156305 del 05/08/2014 (Paragrafo 10.8.2).
Saranno dunque rispettate le previsioni di cui al Progetto Definitivo approvato, ovvero di privilegiare gli apporti spontanei di materiale e cioè l'utilizzo di materiale

proveniente da attività di scavo in corso di esecuzione presso altri cantieri del territorio ligure, nel rispetto delle quote sopra riportate, ed, evidentemente, dell'effettiva idoneità dei materiali (in termini granulometrici, geomeccanici ed ambientali) e dell'effettiva disponibilità degli stessi in relazione alle necessità di approvvigionamento del cantiere della piastra multifunzionale, connesse sia alle fasi di avanzamento progettuali che alle condizioni meteomarine.

13.3.3.2 Ambiente marino costiero

Tendenze evolutive del litorale

Il presente paragrafo riporta, a confronto, i risultati delle simulazioni di evoluzione morfologica a 10 anni relativi alla configurazione di riferimento e di variante in fase di realizzazione.

Per quanto riguarda la configurazione di variante, la simulazione è stata condotta rappresentando nel modello solamente le variazioni alle opere introdotte con la proposta di variante, e cioè: estensione verso mare dell'area in rilevato della piastra (per una lunghezza di circa 50 m), modifica delle quote di estradosso dei cassoni di fondazione nell'area a giorno e inserimento di una fila di cassoni all'estremità lato mare della piastra (in corrispondenza della banchina rinfuse). Tali modifiche sono state tenute in considerazione modificando opportunamente il dominio di calcolo STWAVE, come rappresentato nella successiva Figura 13-51, e ripetendo quindi la fase di propagazione del moto ondoso sottocosta.

Il dominio di calcolo GENESIS, le condizioni al contorno del modello e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti che costituiscono la spiaggia attiva sono state mantenute invariate rispetto a quelle della corrispondente simulazione relativa alla configurazione di riferimento ("stato di riferimento in fase di realizzazione", cfr. Paragrafo 11.3.2.2). Anche nel modello GENESIS, come nella griglia STWAVE, è stata opportunamente schematizzata la parte in rilevato della piastra multifunzionale, attraverso l'accoppiamento di una barriera impermeabile collegata a terra con una struttura di tipo "non diffracting". Nel caso specifico, rispetto alla simulazione in configurazione di esercizio, la barriera è stata allungata per rappresentare la fila di cassoni della parte in rilevato. La fila esterna di cassoni è stata invece rappresentata nel modello STWAVE.

La linea di riva iniziale inserita nel modello è quella del rilievo di marzo 2010). Di seguito, in Figura 13-52, si riporta la griglia di calcolo GENESIS con le opere previste nella configurazione di variante in fase di realizzazione.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi, rappresentati sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva, con riferimento all'intera griglia di calcolo (Figura 13-53). Come precedentemente accennato, al fine di valutare la stima degli impatti derivante dalla realizzazione delle opere proposte in variante, sono stati messi a confronto diretto i risultati delle simulazioni in configurazione di riferimento e di variante in fase di realizzazione.

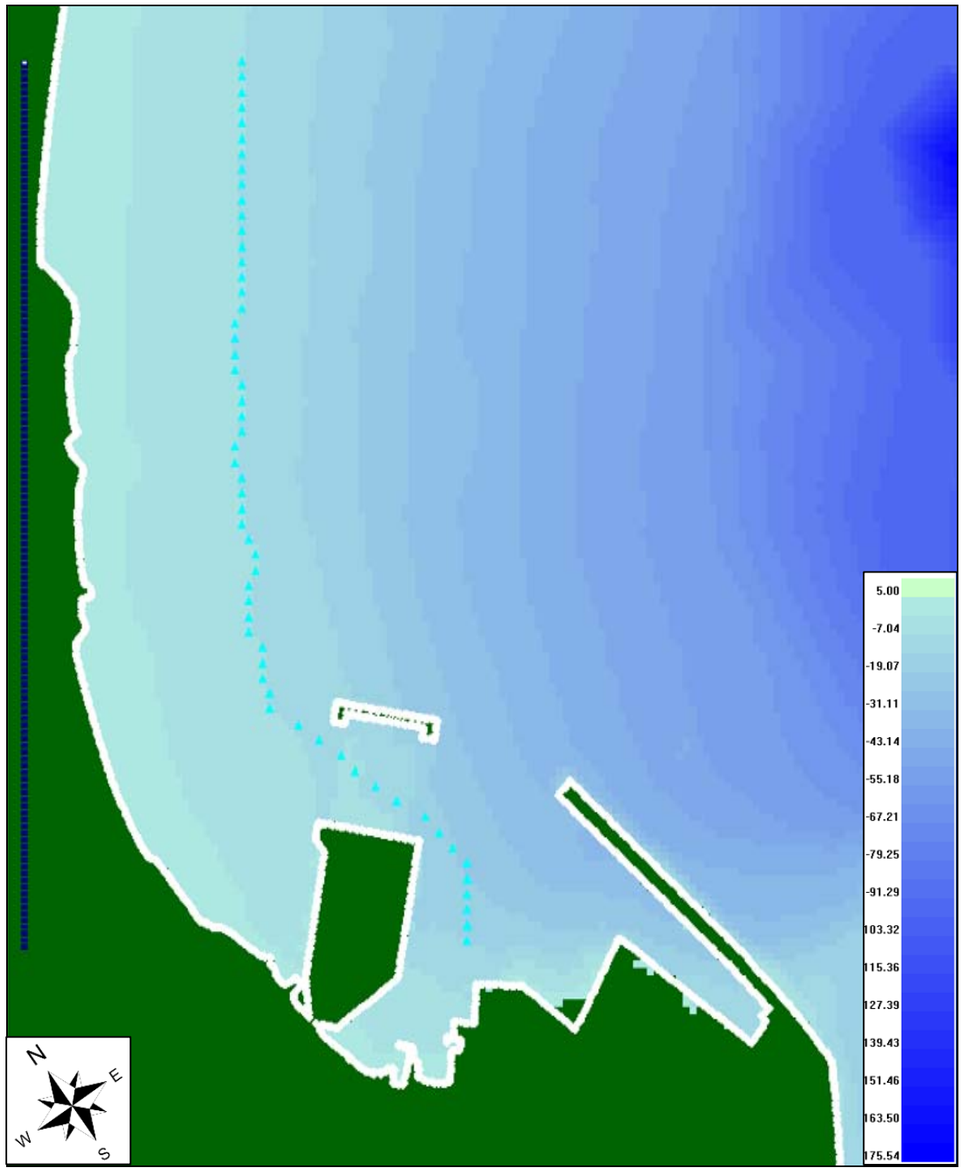


FIGURA 13-51 - GRIGLIA DI CALCOLO STWAVE – CONFIGURAZIONE DI VARIANTE IN FASE DI REALIZZAZIONE UBICAZIONE DELLE BOE VIRTUALI (STAZIONI) POSTE ALLA PROFONDITÀ DI –10 M S.M.M.

Per quanto riguarda il tratto di litorale a Nord del cantiere nautico, non si riscontrano sostanziali variazioni tra le due configurazioni. Il trasporto solido longitudinale a Nord del terrapieno del campo da calcio (spiaggia di Zinola), risulta diretto verso Nord-Est, quindi verso Savona. Procedendo verso la foce del Torrente Quiliano, il trasporto si riduce di entità, fino ad annullarsi nel tratto di litorale compreso tra la foce e il cantiere nautico.

In termini di evoluzione della linea di costa, si riscontra una tendenza all'arretramento della linea di riva nella spiaggia di Zinola, a ridosso del terrapieno del campo da calcio. Per quanto riguarda invece il tratto di litorale compreso tra il terrapieno e la foce del Quiliano, si osserva una tendenza all'avanzamento della linea di riva, con una zona di accumulo alla radice della difesa radente del terrapieno. Dalla foce del Quiliano, procedendo verso Sud (fino al cantiere nautico), la linea di riva risulta sostanzialmente stabile.

L'impatto degli interventi proposti in variante è limitato alla sola spiaggia compresa tra il piazzale dei camper e la foce del Segno. Va comunque sottolineato che si tratta di variazioni molto modeste: il trasporto, che rimane sempre orientato verso Sud (verso il porto di Vado) si riduce in configurazione di variante, ma senza cambiare verso; la realizzazione della fila esterna di cassoni garantisce infatti maggiore protezione al litorale, con conseguente riduzione del trasporto e maggiore tendenza all'accumulo nella zona protetta.

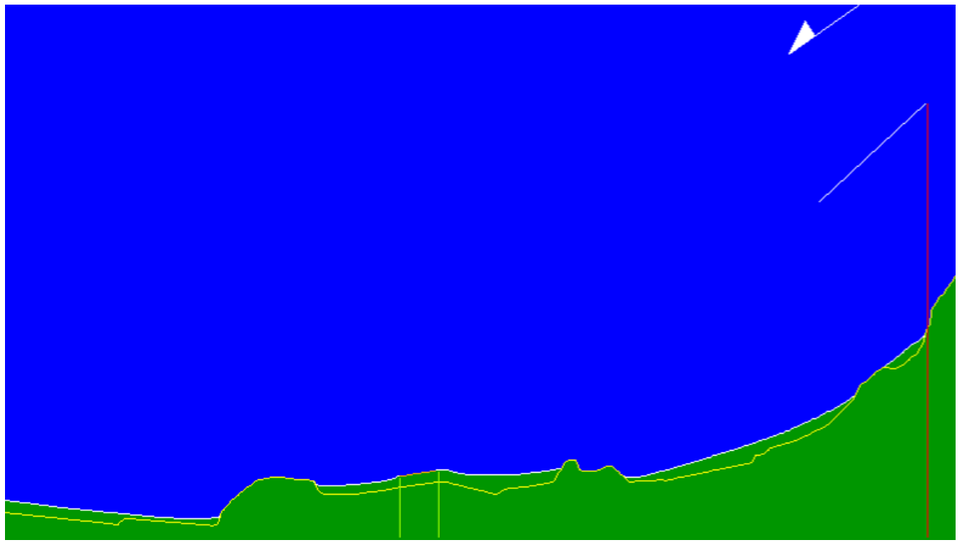


FIGURA 13-52 - GRIGLIA GENESIS - CONFIGURAZIONE DI VARIANTE IN FASE DI REALIZZAZIONE

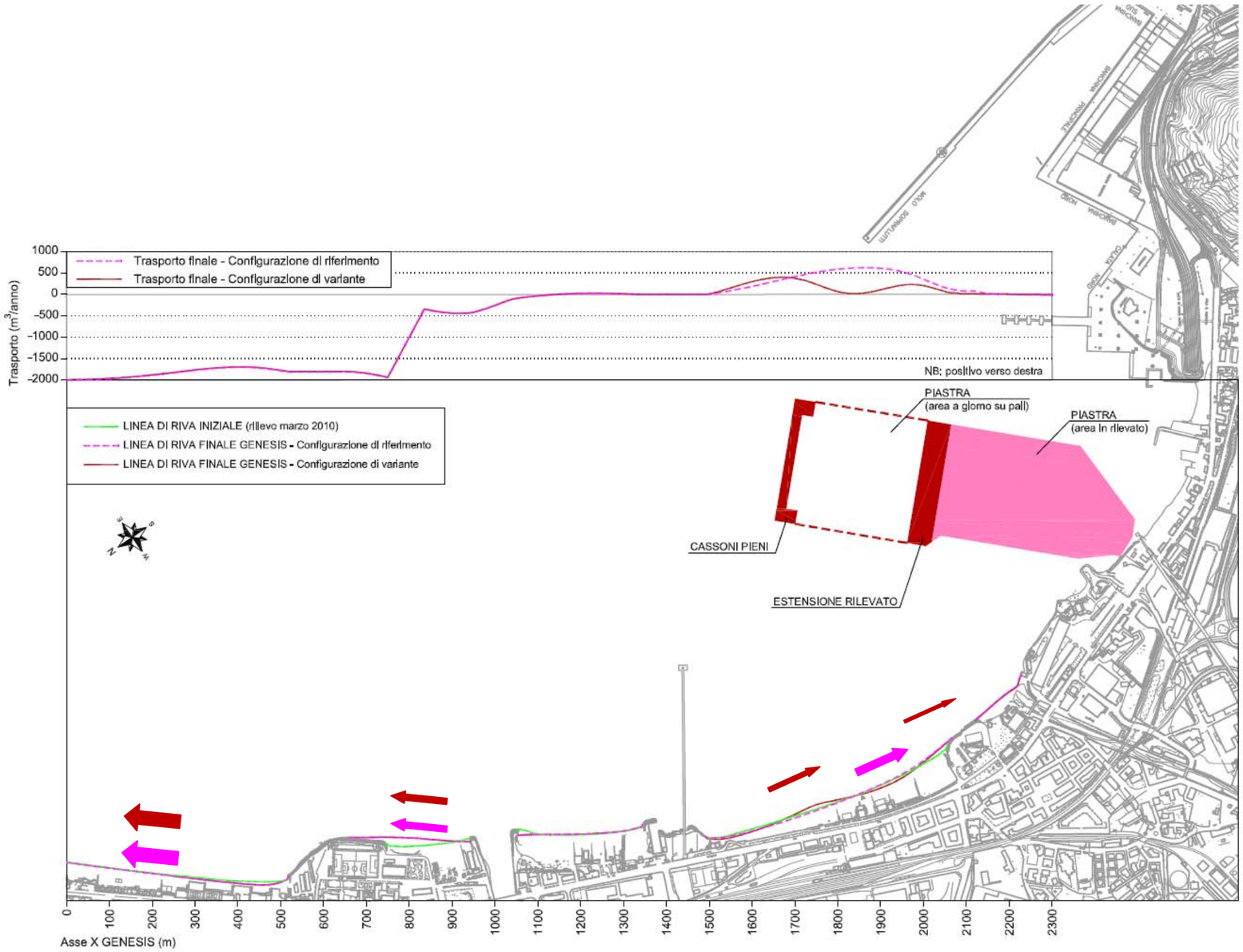


FIGURA 13-53 – CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO E DI VARIANTE IN FASE DI REALIZZAZIONE - ANDAMENTO TRASPORTO SOLIDO LONGITUDINALE ED EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA

Qualità dei sedimenti

I cassoni reggispinta sono del tutto analoghi a quelli previsti nel Progetto Definitivo approvato, a meno delle caratteristiche dimensionali.

Possono dunque essere considerate valide le conclusioni dell'analisi di rischio sanitaria ed ambientale condotta nell'ambito dello SIA (Paragrafo 11.3.2.3). L'utilizzo dei materiali di dragaggio nei riempimenti dei cassoni, cioè, non costituisce rischio per la salute umana né durante la fase di realizzazione né durante la fase di esercizio e non costituisce rischio per l'ambiente marino costiero in quanto i cassoni sono in calcestruzzo e sigillati su tutti i lati.

Con il decreto di approvazione dello SIA relativo al Progetto Definitivo (DGR n°1118/09, vedi Capitolo 6), la Regione ha richiesto, al punto "ii" della prescrizione a), "una rotazione della piastra compatibile con una significativa riduzione del materiale dragato". Nella progettazione esecutiva si è tenuto conto di questa prescrizione, prevedendo una rotazione di 4 gradi verso ponente.

Tale rotazione ha permesso di ottemperare alla prescrizione della Regione, ma la nuova impronta e le nuove quote progettuali non coincidono completamente con le aree già caratterizzate in fase di progettazione preliminare e definitiva (Paragrafo 11.3.2.3). In particolare, entrambe le difformità individuate sono relative alla nuova conformazione delle aree soggette a dragaggio per l'accosto alla banchina container.

Le difformità rispetto alle indagini eseguite consistono di:

– aree non caratterizzate, precisamente nella zona tra l'area A ed il sondaggio G5 (cfr. Figura 13-54); l'area non caratterizzata si estende per circa 10.000 mq tra il limite dell'area A e l'area caratterizzata secondo il sondaggio G5. I risultati delle indagini nei sondaggi più prossimi (G5, F7, A3, B3; G6) mostrano (cfr. Paragrafo Sedimenti) superamenti dei limiti di Colonna B, Tabella 5 del D.lgs 152/06 a carico del metallo pesante Mercurio nello strato più superficiale (<4m dal fondale) dei soli sondaggi F7 e G5. E' quindi presumibile attendersi dei risultati prossimi a quelli già rilevati nelle aree contigue;

– aree caratterizzate ad una profondità inferiore rispetto alle nuove quote progettuali, sondaggi A1 e A2 A caratterizzati fino alla profondità di 14,50 e 18,50m rispetto una quota progettuale rispettivamente di 18,55 e 19,55m. Giova ricordare che tutti i sondaggi effettuati nelle tre campagne hanno indagato una profondità maggiore di quella prevista da progetto, circa 6m più profondo rispetto alla quota di progetto. Di conseguenza, i dati rilevati nelle tre campagne forniscono una descrizione sufficientemente adeguata anche rispetto alle nuove indicazioni progettuali, ed indicano nei sondaggi profondi assenza di contaminazione.

E' noto che le contaminazioni originate dalle attività portuali si attestano nei primi metri di sedimento, per cui è improbabile che possano essere rilevati superamenti determinati da attività antropiche a profondità maggiori dei primissimi metri.

Tali osservazioni sono state condivise nella riunione informale svoltasi presso gli uffici della Regione Liguria il 7 agosto 2014, con i tecnici del Settore Valutazione di Impatto Ambientale ed Ecosistema Marino Costiero, concordando quindi i criteri per le indagini integrative.

Si è stabilito di prevedere un sondaggio integrativo nella zona tra i sondaggi A3 e G5, in ottemperanza alla DGR 955/06, con quota finale di indagine pari almeno a quella della quota di progetto (-23m slmm). Più specificatamente, il punto H1 (Figura 13-55) avrà le seguenti coordinate UTM WGS84:

E 456.010 m

N 4.901.840

L'attuale quota batimetrica in quella posizione è di circa 20m: la profondità di indagine sarà quindi di almeno 4m, in modo da interessare anche una fascia di sicurezza di almeno 0,50m rispetto alla quota di progetto. Il numero di campioni e gli analiti da considerare rispecchieranno quanto già previsto per le precedenti indagini, facendo riferimento alla Specifica Tecnica adottata nel 2008.

Inoltre, dato che le indagini già eseguite sono sufficienti a definire le necessità progettuali in fase esecutiva e l'analisi di rischio è stata condotta per valori di contami-

nati molto maggiori rispetto a quelli effettivamente riscontrati, l'esecuzione di tale sondaggio integrativo è rimandata in fase di esecuzione lavori, e a questo si subordina la presentazione ed approvazione dell'istanza al dragaggio ai sensi della DGR 955/06 e smi.

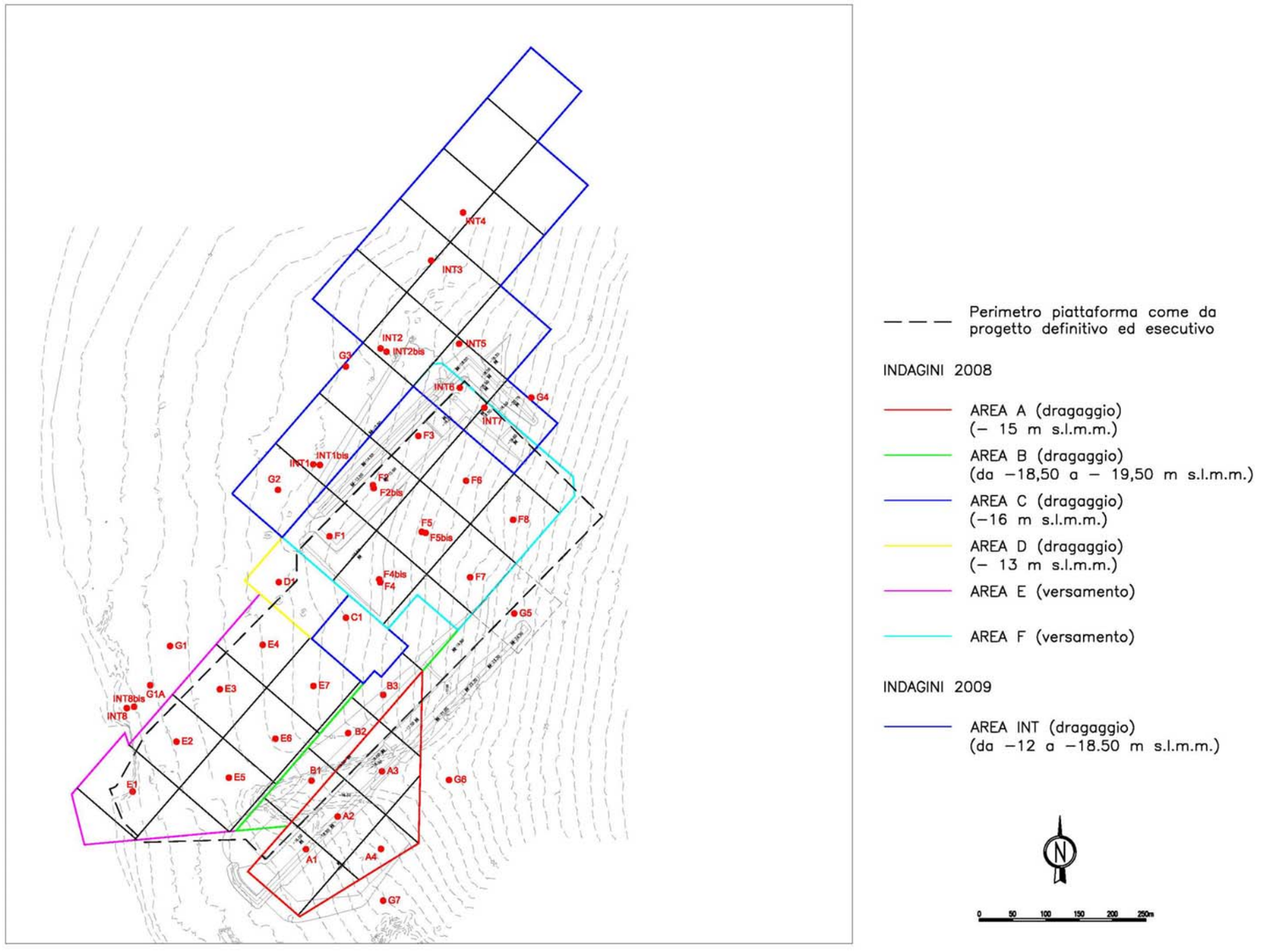


FIGURA 13-54 – LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI SVOLTE NELLE TRE CAMPAGNE E NUOVA CONFORMAZIONE DELLA PIASTRA E DELLE AREE DA DRAGARE

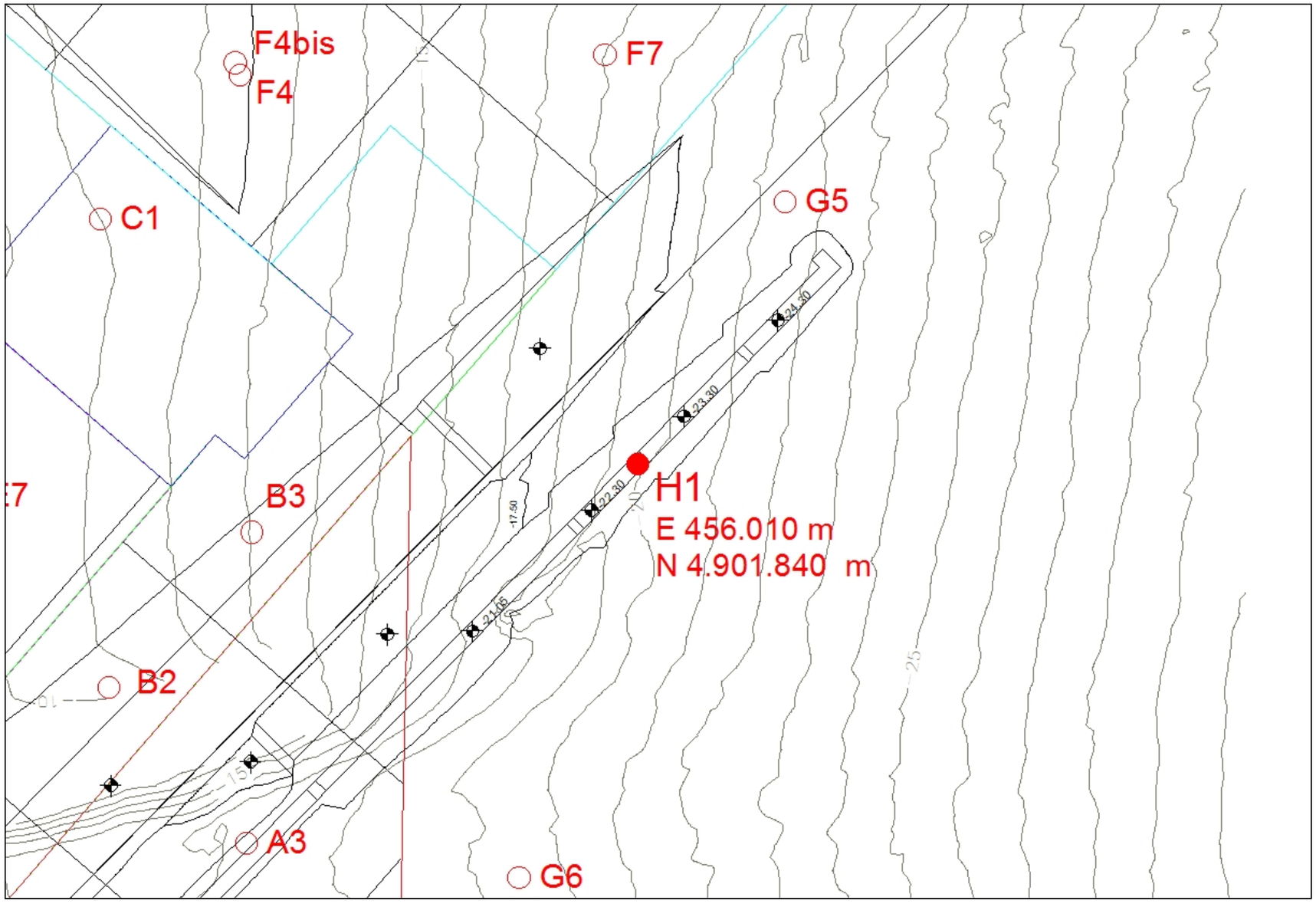


FIGURA 13-55 – LOCALIZZAZIONE DEL PROPOSTO SONDAGGIO INTEGRATIVO H1.

13.3.4. Flora e fauna

13.3.4.1 Ambiente terrestre

La realizzazione delle varianti di livello esecutivo proposte non interessano aree a terra differenti da quelle previste in Progetto Definitivo, essendone di fatto solo prevista una rimodulazione, e nelle quali, peraltro, non sono riscontrabili elementi vegetazionali o faunistici pregiato e/o soggetti a regime di tutela e conservazione.

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili per quanto concerne la componente: la tipologia delle lavorazioni rimane sostanzialmente invariata. Di conseguenza, la previsione dunque, è di impatto trascurabile.

13.3.4.2 Ambiente marino costiero

L'introduzione delle varianti di livello esecutivo non comporta una variazione rispetto al Progetto Definitivo dei tratti di fondale interessati dalle lavorazioni, nonché delle tipologie di lavorazioni previste.
Le informazioni bibliografiche a disposizione unitamente agli esiti delle attività di indagine condotte, inoltre, mostrano come i fondali interessati dalle lavorazioni non siano caratterizzati dalla presenza di habitat o specie di pregio; anche la propagazione della torbidità indotta dalle attività di dragaggio (Paragrafo 11.2.5) non è tale da interessare i popolamenti di pregio (coralligeni e fanerogame marine) presenti all'esterno della diga foranea e inclusi nel sito SIC "Fondali Noli-Bergeggi" recentemente istituito.
Anche per l'ambiente marino costiero, dunque, si conferma la previsione di impatto trascurabile già formulata in sede di Progetto Definitivo.

13.3.5. Paesaggio

Nell'ambito delle attività di realizzazione l'aspetto scenico dell'area di intervento sarà dominato dalla presenza del cantiere, soprattutto quando l'avanzamento porterà al completamento del radicamento a terra.

La situazione è comunque temporanea e, ragionevolmente, non si ritiene che sia in grado di indurre alterazioni rispetto alla situazione esistente; si tratta infatti di lavorazioni con movimentazione di mezzi già osservabili nella quotidianità della rada portuale.

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili per quanto concerne la componente Paesaggio: la tipologia delle lavorazioni rimane sostanzialmente invariata. Di conseguenza, non varia la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

13.3.6. Archeologia

Le indagini suppletive eseguite durante i dragaggi del campo prove (cfr. Paragrafo 11.6) hanno confermato quanto emerso nello SIA del Progetto Definitivo della piattaforma multifunzionale. Rimane invariata la prescrizione, secondo la nota 1089 del 9 Febbraio 2009, di effettuare gli scavi in prossimità del pontile della Terminal Rinfuse durante la fase costruttiva della piastra multifunzionale, nella quale lo stesso pontile sarà definitivamente posto fuori esercizio.

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili durante la fase di realizzazione per quanto attiene alla componente, per cui l'impatto è considerato trascurabile.
Di conseguenza, non varia la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

13.3.7. Rumore

Analogamente a quanto illustrato per la componente atmosfera, l'analisi degli impatti delle varianti di livello Esecutivo sulla componente rumore rispetto alla situazione utilizzata come riferimento viene fatta in modo comparativo.

Nello scenario di riferimento, basato su quanto esposto nel SIA del Progetto Definitivo consegnato nel 2009 ed approvato dalla Regione Liguria, l'impatto sulla componente rumore della fase di costruzione era stato definito trascurabile.

Successivamente alla consegna del SIA del Progetto Definitivo sono state realizzate numerose indagini aggiuntive nell'ambito dei monitoraggi ambientali in fase di campo prove (la cui relazione conclusiva risale al Dicembre 2012).

Ad aggiornamento dei dati utilizzati nello SIA del Progetto Definitivo, viene riportata la Tabella 13-3, contenente gli esiti delle misure effettuate durante i monitoraggi in fase di campo prove, con misure effettuate presso le postazioni già individuate nel 2008 ed indicate con i codici P1-P7 in Figura 12-88.

Dal confronto tra i valori registrati durante la campagna di monitoraggio e quelli che erano stati acquisiti per il SIA del Progetto Definitivo (prima colonna della tabella), emerge che, tendenzialmente, si tratta di valori allineati e paragonabili.

Come già evidenziato per le misure del 2008, anche durante le misurazioni effettuate in fase di campo prove si registrano sporadici superamenti dei limiti di immissione sonora diurni, e ripetuti superamenti dei limiti di immissione sonora in periodo notturno, imputabili al traffico stradale e non alle attività connesse alla piattaforma.

TABELLA 13-3 – RISULTATI DELLE INDAGINI CONDOTTE NELL'AMBITO DEI MONITORAGGI AMBIENTALI

Postazioni di Misura	Durata (ore)	Laeq(dB) diurni							Laeq(dB) notturni						
		S.I.A.	"bianco"	Aprile 2011	Luglio 2011	Sett. 2011	Marzo 2012	Sett. 2012	S.I.A.	"bianco"	Aprile 2011	Luglio 2011	Sett. 2011	Marzo 2012	Sett. 2012
P1	24	*68.50*	69.90	69.70	70.40	69.30	68.60	68.20	66.90	64.50	62.80	63.10	62.60	61.30	61.10
P2	1 (diurna)	72.70	70.60	70.40	69.50	70.50	70.00	69.00							
	1 (notturna)								67.00	67.40	65.80	63.40	62.40	65.20	62.50
P3	1 (diurna)	73.00	70.30	70.00	69.20	70.30	70.10	68.70							
	1 (notturna)								67.40	66.60	*64.20*	*62.00*	61.70	62.90	61.00
P4	1 (diurna)	53.80	53.30	55.30	55.70	53.00	53.50	56.60							
	1 (notturna)								49.50	52.90	50.70	50.80	49.50	50.80	52.80
P5	24	69.30	69.50	69.40	70.80	70.00	70.80	69.40	64.30	61.70	61.20	64.30	62.50	64.30	61.20
P6	1 (diurna)	70.90	67.40	68.60	69.40	69.50	68.80	67.50							
	1 (notturna)								65.2/63.9(*)	62.80	62.80	*62.60*	63.20	62.50	61.20
P7	1 (diurna)	69.20	67.00	68.40	69.50	66.20	68.40	68.40							
	1 (notturna)								65.60	61.40	61.40	60.00	59.70	61.20	63.40

*in tale posizione sono state eseguite due misure orarie notturne
Nota 1: le misure di 24 ore sono ripartite in 16 ore diurne e 8 ore notturne

Rispetto alla fase di realizzazione delle varianti di livello Esecutivo, anche per il rumore valgono le valutazioni esposte per la qualità dell'aria nel paragrafo 13.3.1 per quanto riguarda la tipologia di lavorazioni ed il numero di mezzi coinvolti nella movimentazione di materiale.

La valutazione dell'effetto in termini i rumore dovuto all'incremento del numero di mezzi è stata effettuata utilizzando la formula predittiva di Burgess.

Tale formula permette di determinare il valore del livello energetico medio Leq in dBA, in un punto generico ad una certa distanza dalla sorgente, noto il flusso veicolare in termini di numero di mezzi.

L'espressione della formula di Burgess è la seguente:
Leq (dBA) = 55,5 + 10,2 Log10 Q + 0,3 p – 19,3 Log10 d
dove Q è il numero totale di veicoli all'ora,
p è la percentuale di veicoli pesanti,
d è la distanza tra la posizione di misura e il centro di flusso della carreggiata.

Considerando un'ampiezza media delle strade pari a 7 m e il solo contributo dei mezzi pesanti, si osserva che ad un incremento del numero di viaggi/giorno da 130 a 143 corrisponde un aumento del livello sonoro di circa 0.4 dBA.

Si sottolinea che 1 dB rappresenta, con buona approssimazione, la minima differenza di intensità tra due suoni che l'orecchio umano può percepire (è quello che nella letteratura specialistica si chiama "JND", acronimo di Just Noticeable Difference). Vale a dire che l'orecchio coglie la differenza di intensità tra due suoni solo se il loro livello differisce per più di un dB.

Alla luce di queste considerazioni si può concludere che gli impatti indotti dalle varianti di livello Esecutivo sulla componente rumore per la fase di realizzazione si possono considerare trascurabili.

13.3.8. Economia e sociale

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili per quanto concerne la componente: la tipologia delle lavorazioni rimane sostanzialmente invariata. Di conseguenza, non varia la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

13.4. Fase di esercizio - Individuazione e valutazione degli impatti

13.4.1. Atmosfera

Nella situazione analizzata come riferimento, quella del Progetto Definitivo approvato, tutte le analisi effettuate hanno portato a definire che le attività operative previste sulla piastra multifunzionale, con particolare riferimento a quelle relative al terminal container, avranno effetti modesti o trascurabili sulla qualità dell'aria.
Non si prevedeva, infatti, la determinazione di livelli di inquinamento di apprezzabile significatività in nessuna delle zone residenziali limitrofe ed aree sensibili.

Si ricorda che la valutazione effettuata in sede di SIA del Progetto Definitivo ha riguardato solo le attività connesse all'operatività del terminal container, in quanto le altre attività di cui si prevedeva lo svolgimento sulla piastra, ovvero le attività della Terminal Rinfuse e delle compagnie petrolifere (Petrolig ed Esso Italiana) costituiscono una ricollocazione di attività esistenti.

Considerando che la ricollocazione avveniva in posizione più distante dal centro abitato, che era prevista la realizzazione di nuovi e più moderni impianti e che, in conformità a quanto previsto dall'Accordo di Programma, le rinfuse nere sarebbero state progressivamente ridotte al solo fabbisogno della centrale, la considerazione della situazione preesistente non modificata assumeva valenza largamente cautelativa

Occorre considerare inoltre che l'insieme degli interventi previsti nel contesto del Piano Regolatore Portuale determineranno una significativa ridistribuzione dei flussi di traffico, anche urbano, con benefici effetti sulla qualità dell'aria. Anche tali effetti, a scopo cautelativo, non erano stati in prima istanza considerati.

La principale variazione tra la configurazione di variante di progetto Esecutivo e il Progetto Definitivo che ha il potenziale di interferire e modificare la qualità dell'aria è quella che riguarda il nastro trasportatore del Terminal Rinfuse. Le altre varianti non hanno ripercussioni sulla componente atmosfera.

La variante per il nastro trasportatore del Terminal Rinfuse, per il quale è prevista la riduzione da due nastri ad uno solo, comporta una seppur limitata diminuzione delle emissioni connesse alla fase di esercizio della piastra multifunzionale.

Anche la sostituzione dei "tractor trailers" operanti il collegamento tra la piattaforma multifunzionale e lo scalo ferroviario con dei mezzi ad alimentazione elettrica, indicata nella Delibera di VIA Regionale di cui alla DGR 1118 del 6 agosto 2009, comporterà anche essa una ulteriore riduzione del carico inquinante prodotto.

Alla luce di queste considerazioni si può concludere che gli impatti indotti dalle varianti di livello esecutivo sulla componente atmosfera per la fase di realizzazione si possono considerare trascurabili.

13.4.2. Ambiente idrico (acque marino costiere)

13.4.2.1 Moto ondoso

Propagazione sottocosta di mareggiate significative

Al fine di procedere alla stima degli impatti della variante anche in fase di esercizio, sono state eseguite le propagazione delle mareggiate caratteristiche nella configurazione di variante in fase di esercizio.

I risultati ottenuti, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-56 a Figura 13-61) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. Le figure rappresentano l'altezza d'onda significativa, in termini di gradazione cromatica, mentre le direzioni locali dell'onda sono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

Dall'osservazione dei risultati ottenuti si ricava che in fase di esercizio, la presenza dei cassoni di testata previsto in variante determina una modestissima influenza sul campo di moto ondoso sul litorale, sostanzialmente limitata a poche decine di metri di spiaggia a Nord del terrapieno del campo da basket.

Nel dettaglio, per le mareggiate di Levante (TEST 1 e TEST 4) si osserva una netta riduzione delle altezze d'onda che incidono il sopraflutto del porto turistico, mentre la differenza sul litorale è, come premesso, limitata a a poche decine di metri di spiaggia a Nord del terrapieno del campo da basket.

Analoghe considerazioni possono essere formulate a riguardo delle mareggiate di Scirocco (TEST 2 e TEST5), dove si osserva ancora la riduzione del moto ondoso sul sopraflutto del porto turistico e una trascurabile diminuzione dell'altezza d'onda nella zona meridionale della spiaggia a Nord del terrapieno del campo da basket. Sia per lo Scirocco che per il Levante, si osserva quindi un primo tratto di litorale, dal Segno al campo da basket, dove in entrambe le configurazioni le opere offrono protezione pressoché totale, quindi un breve tratto, a Nord del campo da basket, nel quale la configurazione di variante abbatte in misura leggermente superiore il moto ondoso, e infine tutto il tratto più a Nord, dove le condizioni di moto ondoso restano invariate.

Per le mareggiate di Mezzogiorno (TEST3 e TEST6) non si osserva alcuna influenza da parte dei cassoni di testata.

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

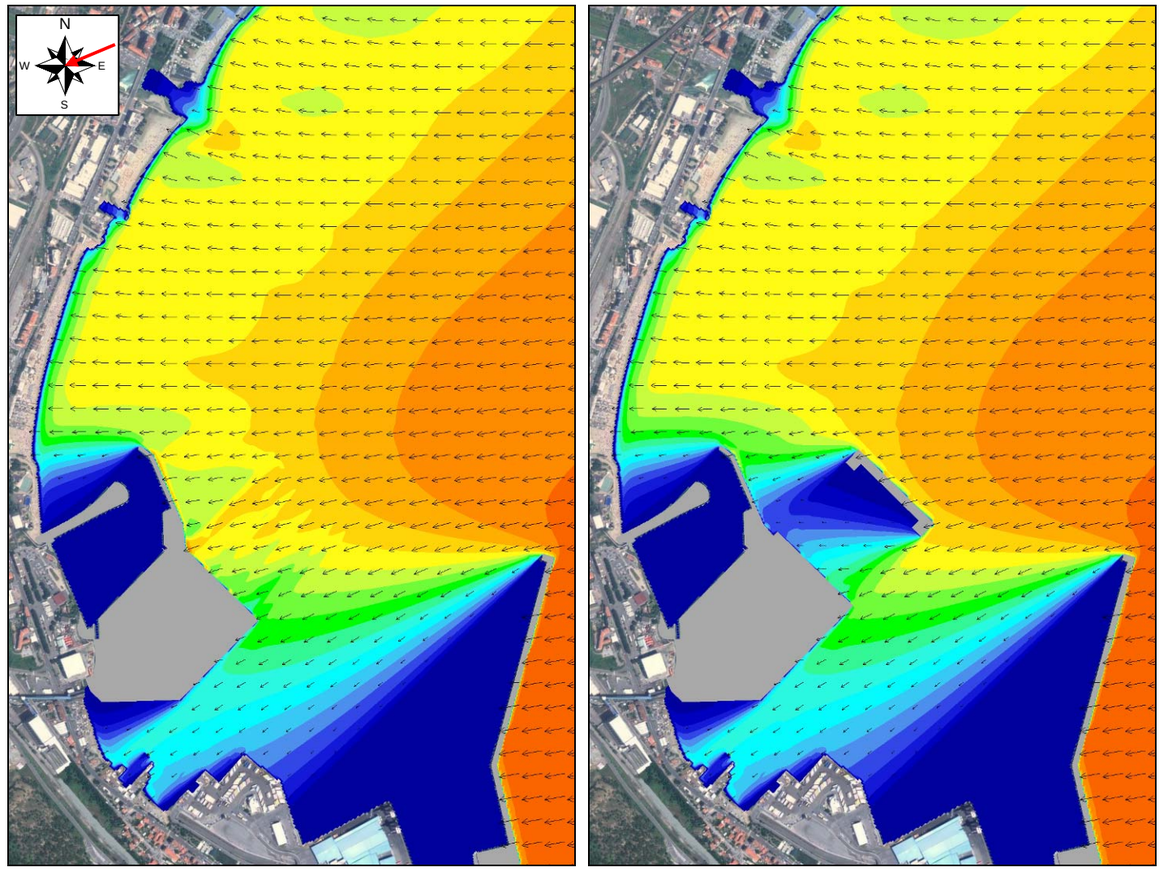


FIGURA 13-56 – TEST1 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

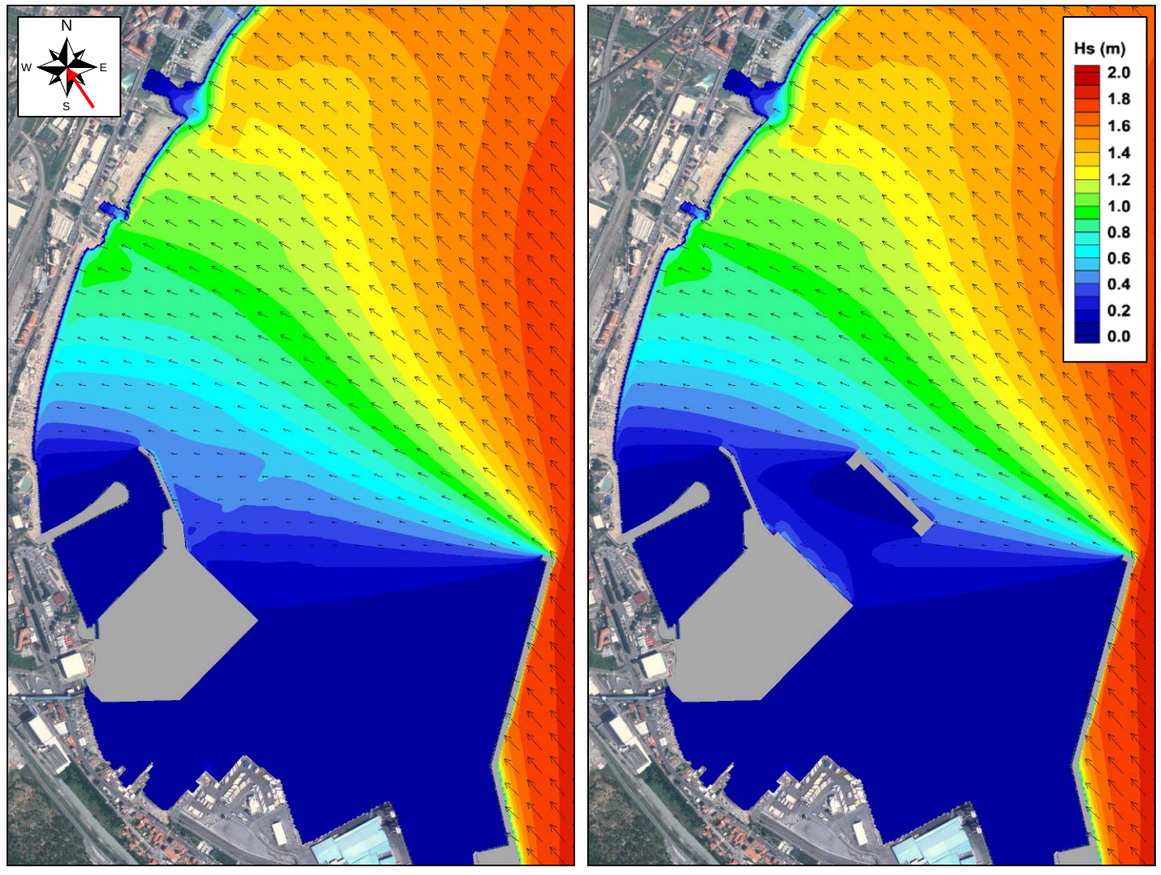


FIGURA 13-57 – TEST2- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

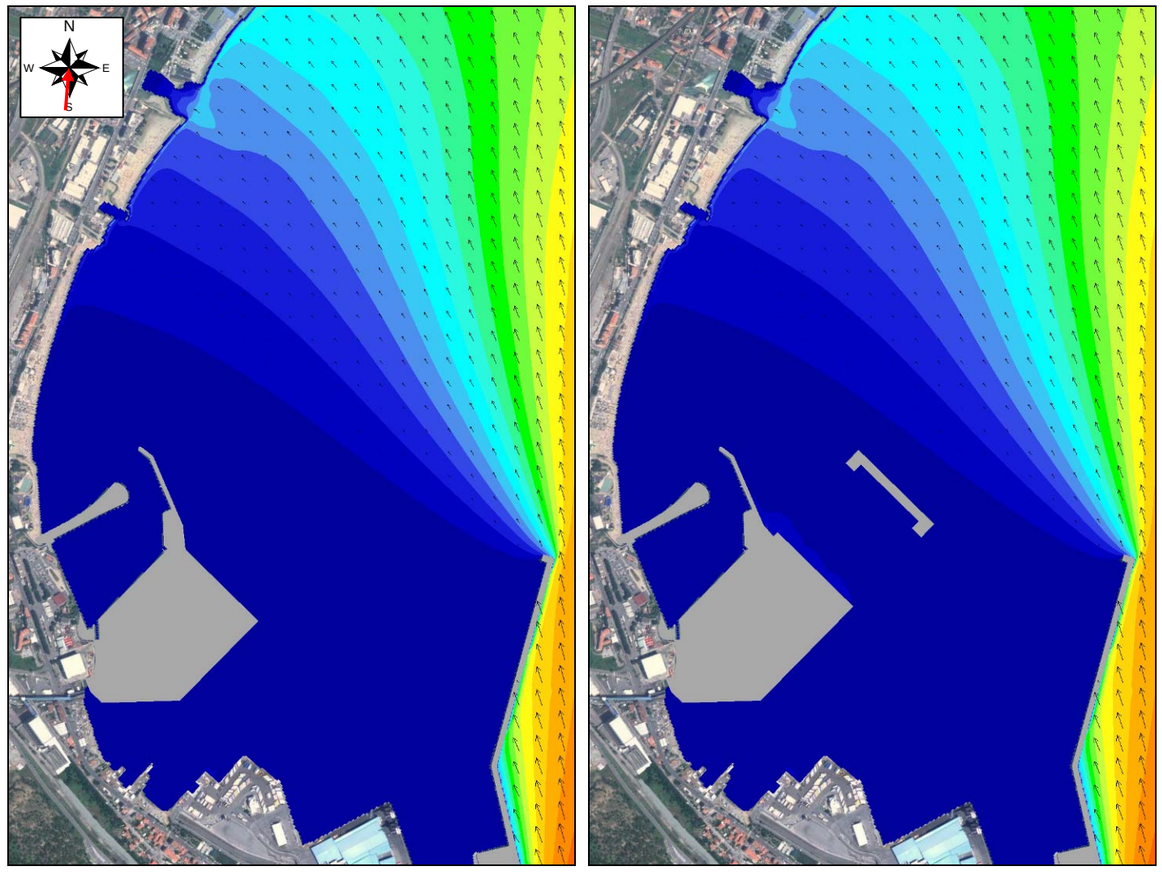


FIGURA 13-58 – TEST3- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni

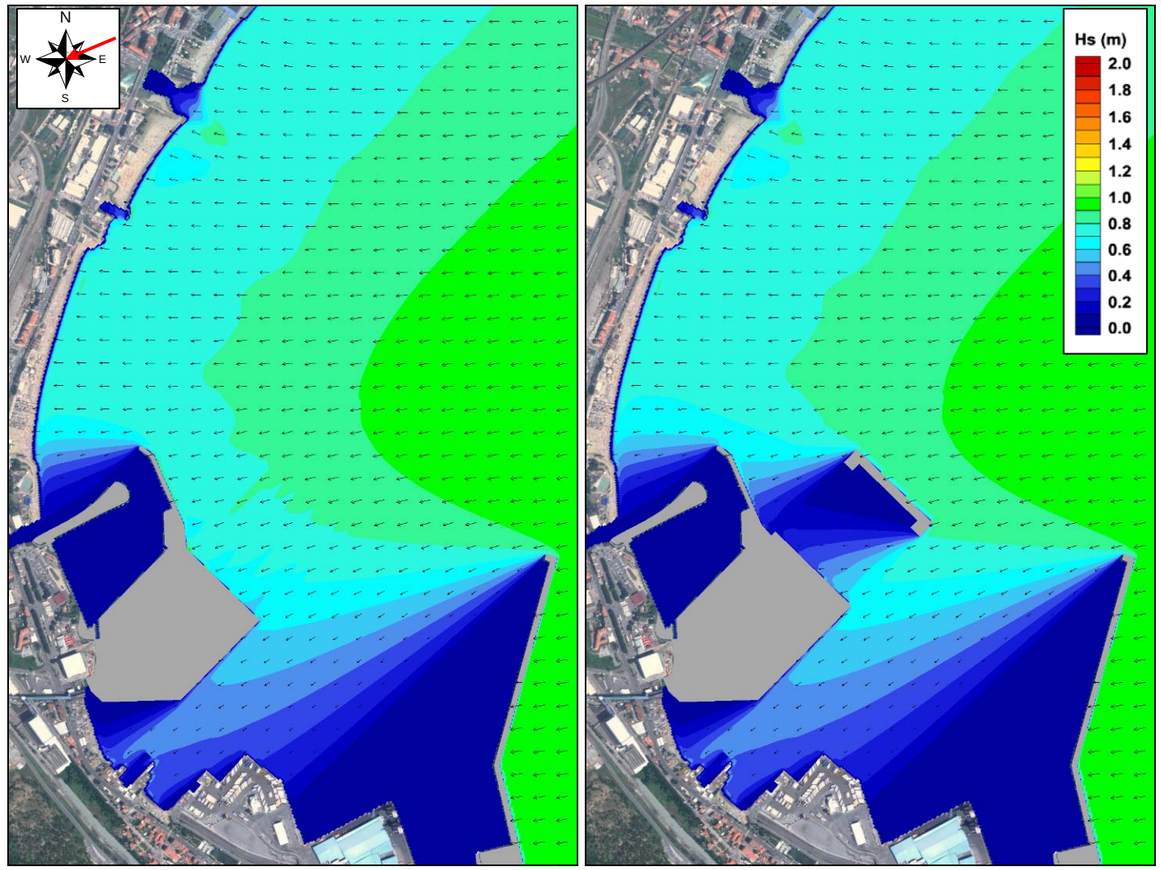


FIGURA 13-59 – TEST4- PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

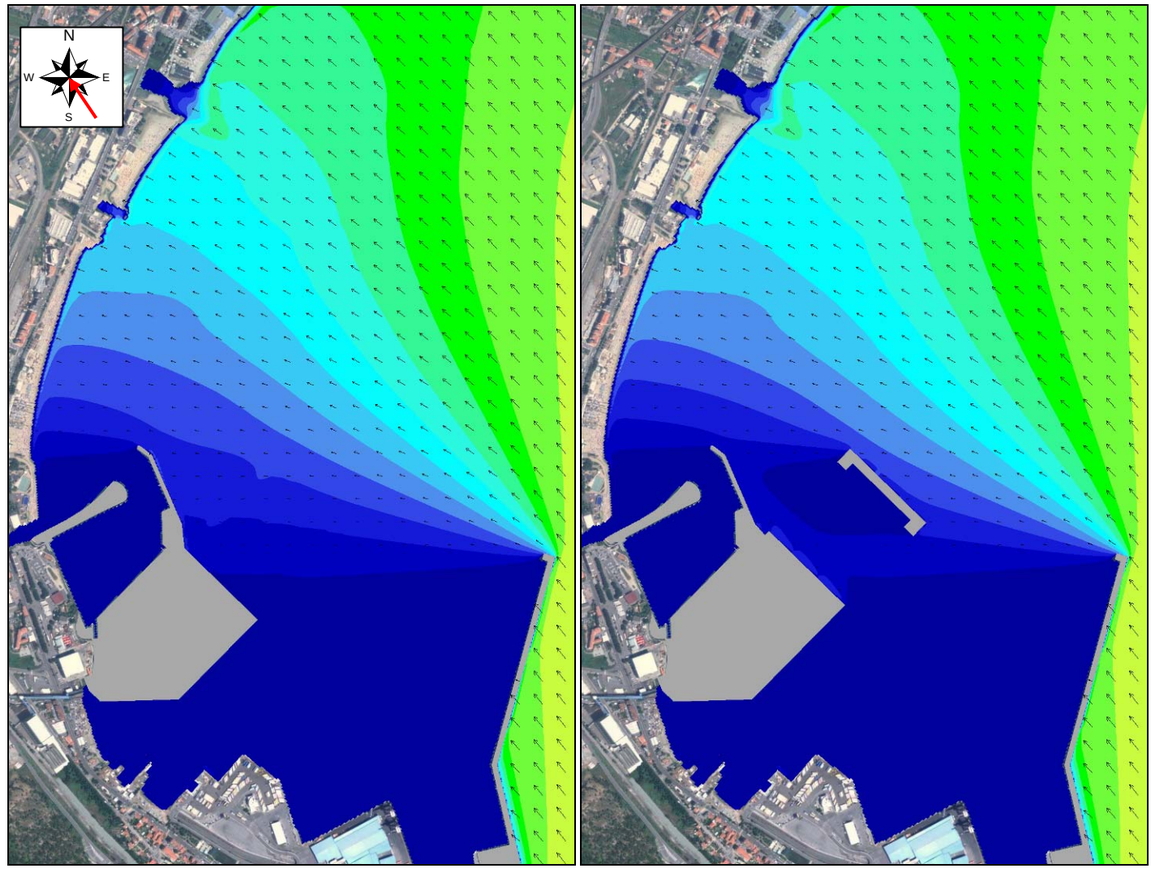


FIGURA 13-60 – TEST5 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

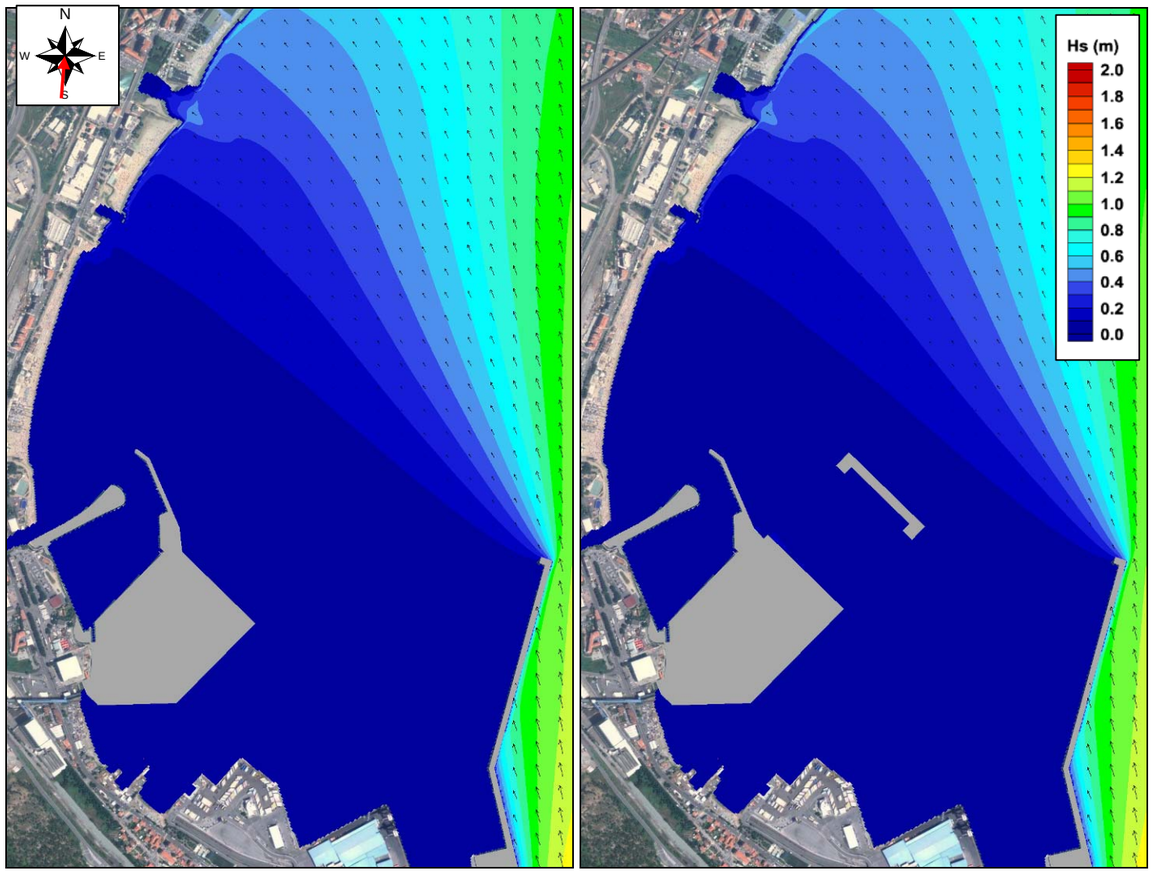


FIGURA 13-61 – TEST6 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

13.4.2.2 Aspetti idrodinamici e dispersivi

13.4.2.2.1 Caratteristiche idrodinamiche

Le variazioni tra la configurazione di Variante di livello Esecutivo e la configurazione di Progetto Definitivo nella fase di esercizio potenzialmente in grado di interferire sull'idrodinamica locale, sulla dispersione dei traccianti e sulla qualità delle acque, sono dovute all'inserimento di una schiera di cassoni per l'estensione dell'area in rilevato della piattaforma, all'inserimento di un altra schiera di cassoni in testa alla piattaforma ed alla modifica della diga foranea esistente.

Per la valutazione degli impatti sull'idrodinamica e sulla qualità delle acque sono state eseguite delle simulazioni numeriche applicando le medesime condizioni al contorno e condizioni di rilascio utilizzate per lo scenario di riferimento (Paragrafo 12.2.2.1), e considerando la nuova configurazione del sistema.

Il confronto diretto dei risultati ottenuti nelle due configurazioni fornisce la stima dei potenziali impatti della configurazione di Variante di Progetto Esecutivo rispetto a quella di Progetto Definitivo.

Per consentire l'esecuzione di queste analisi la schematizzazione del modello idrodinamico è stata modificata in modo da rappresentare la geometria dell'area portuale con gli interventi sopraelencati.

La batimetria della schematizzazione con le opere previste nella fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo della Piattaforma Multifunzionale di Vado Ligure è presentata in Figura 13-62.

Nelle pagine seguenti vengono presentati i campi di moto risultati delle simulazioni per la fase di esercizio delle varianti e, per lo strato superficiale, le differenze che

emergono tra la configurazione di riferimento per la fase di esercizio e la configurazione della fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo.

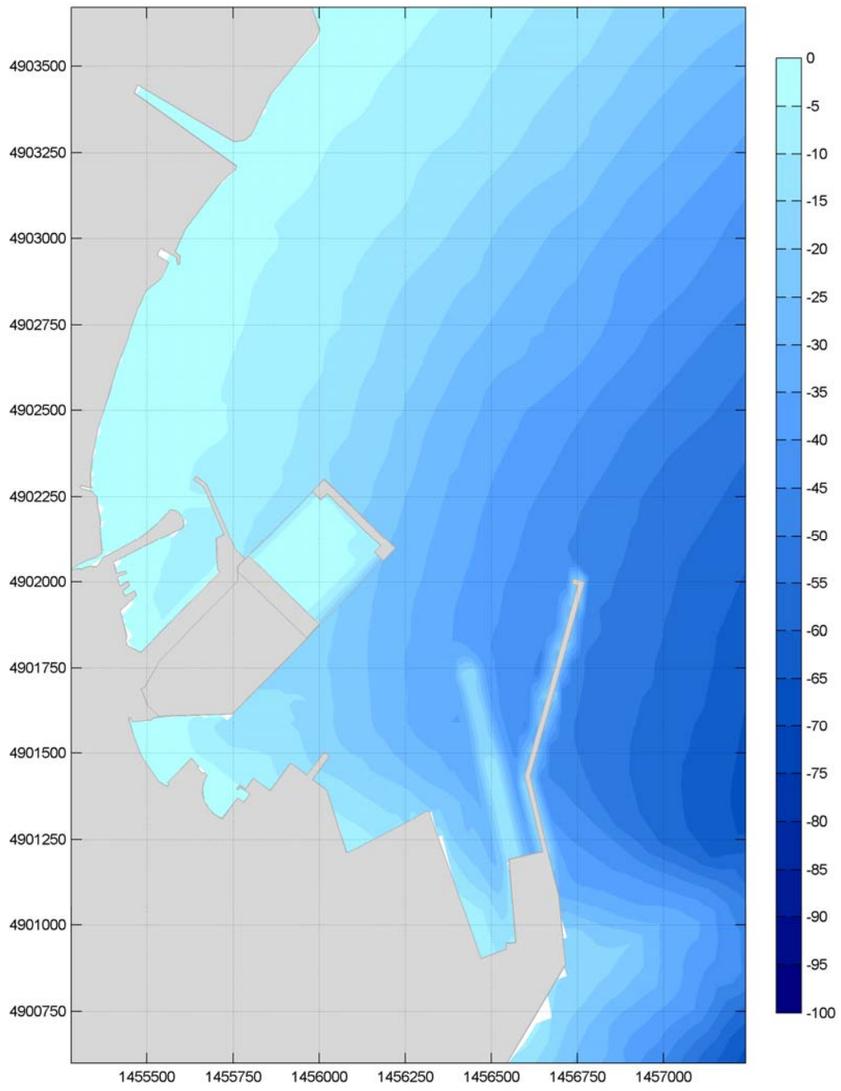


FIGURA 13-62 – BATIMETRIA DELLA SCHEMATIZZAZIONE DELLA CONFIGURAZIONE DI ESERCIZIO DELLE VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO.

Caratteristiche idrodinamiche in condizione di calma di vento

Il primo scenario considerato per la fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo è lo scenario con calma di vento. La marea considerata (± 10 cm s.l.m.m.), data la notevole profondità dei fondali e l'assenza della forzanti del vento, determina dei campi di velocità estremamente contenuti.

In Figura 13-63 si riporta il campo di moto in condizione di massimo flusso mentre in Figura 13-64 si riporta il campo di moto in condizioni di massimo riflusso.

Come si può notare, escludendo le foci dei torrenti dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico, le velocità in tutta la zona si mantengono su valori molto bassi, al di sotto dei 2 cm/s.

Come si può notare, analogamente a quanto avveniva nella configurazione di riferimento riportata al Paragrafo 12.2.2.1, le velocità in tutta la zona si mantengono su valori molto bassi, al di sotto dei 2 cm/s, ad eccezione che nella zona di foce dei torrenti Segno e Quiliano, dove le velocità sono determinate dall'acqua dolce in fase di scarico. Nel caso del Torrente Segno, la presenza del molo di sopraflutto del nuovo porto turistico fa sì che le velocità siano orientate verso nord.

I campi di moto sono molto simili a quelli calcolati per la configurazione di riferimento di Progetto Definitivo nella fase di esercizio e date le basse velocità nell'area non si osservano apprezzabili modifiche nella circolazione idrodinamica.

Considerati i bassi valori di velocità in ogni condizione di marea, l'inserimento delle schiere cassoni previste nel Progetto di variante non sono in grado di alterare la circolazione locale che permane anche in questa configurazione caratterizzata da valori molto bassi.

Rispetto alla configurazione di riferimento, si può dire che non si registrano differenze significative per quanto riguarda i campi di moto in condizione di calma di vento.

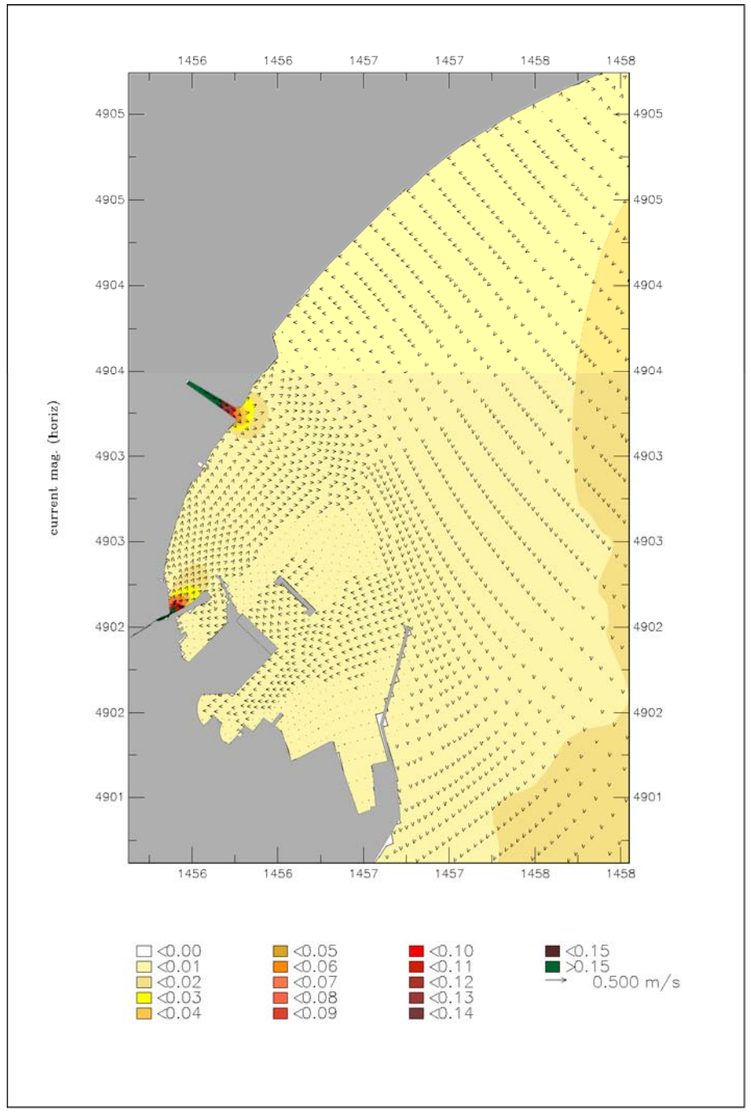


FIGURA 13-63 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – FASE ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

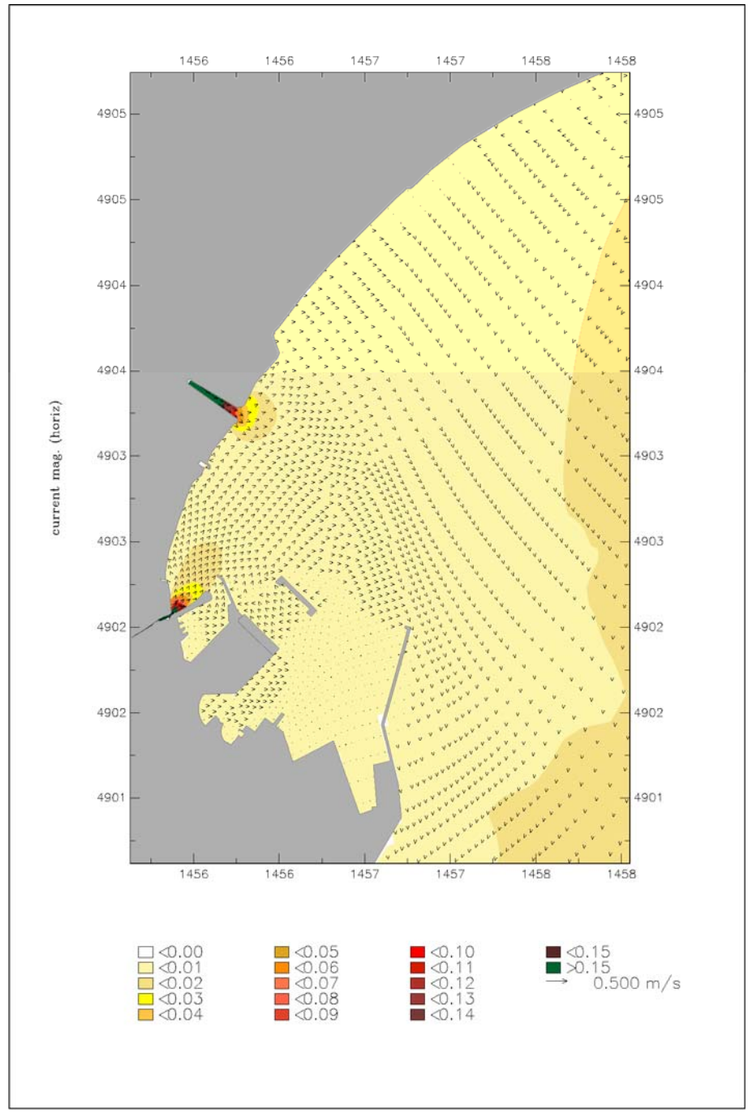


FIGURA 13-64 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN CONDIZIONI DI CALMA DI VENTO – FASE ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Est

Rispetto allo scenario precedente, in questo scenario di esercizio per la configurazione di variante di livello Esecutivo è stata considerata come forzante aggiuntiva un vento da Nord Est con intensità di 7 m/s, uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

La presenza del campo di vento da Nord Est non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale; le velocità medie ed il sistema circolatorio costiero, infatti, mantengono lo stesso andamento caratteri-stico dello scenario senza vento.

La circolazione idrodinamica nella baia di Vado Ligure, 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.

Dall'analisi dei campi di moto in superficie riportati in Figura 13-65 e Figura 13-66, è possibile osservare la formazione di una corrente di superficie che si sviluppa lungo la linea di costa in direzione Sud Ovest e che raggiunge una velocità massima di qualche cm/s. Questa corrente, tuttavia, non interessa l'area portuale, che risulta ben protetta ed è caratterizzata, all'interno del bacino, da velocità di entità del tutto trascurabile. Lo stesso vale per l'area del porto turistico.

Anche in questo caso i risultati ottenuti in termini di campi di moto sono del tutti simili a quelli osservati nella corrispettiva situazione di rifermento di Progetto Definitivo in fase di esercizio.

Per la fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo, l'effetto dell'inserimento della schiera di cassoni a mare è visibile solo sullo strato superficiale dove i cassoni intercettano le correnti superficiali impedendo lo propagazione delle correnti e generano una zona di ombra idrodinamica in corrispondenza dell'area su pali della piattaforma.

Questo effetto tende ad annullarsi negli strati immediatamente più profondi dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità . Il vento, infatti, ha un effetto molto modesto se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità, come dimostrato in Figura 13-67 relativa alla fase di massimo flusso e Figura 13-68 relativa alla fase di massimo riflusso. In questi due casi, non si apprezzano sostanziali differenze tra lo scenario con varianti di livello Esecutivo e quello di riferimento.

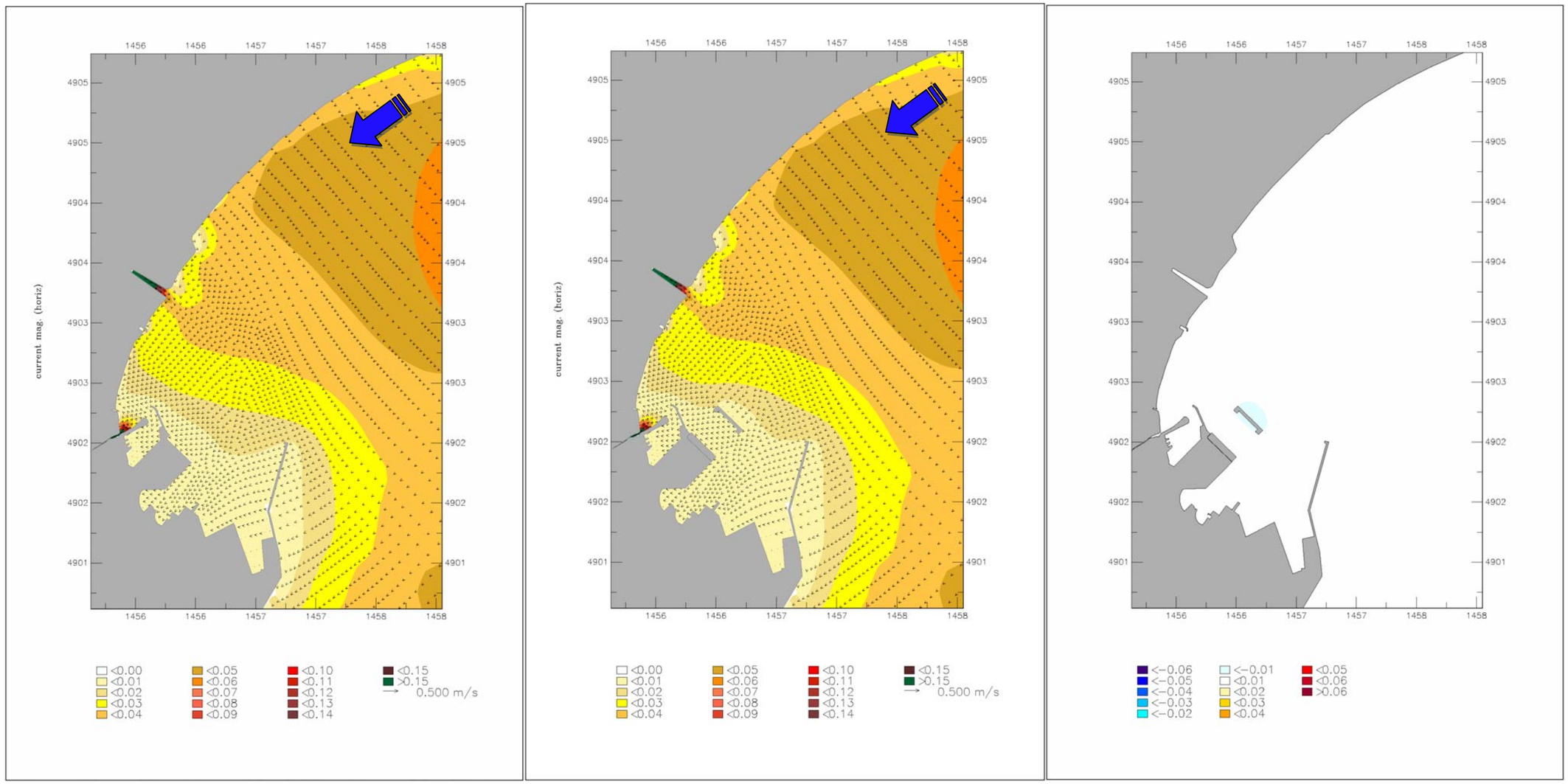


FIGURA 13-65 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

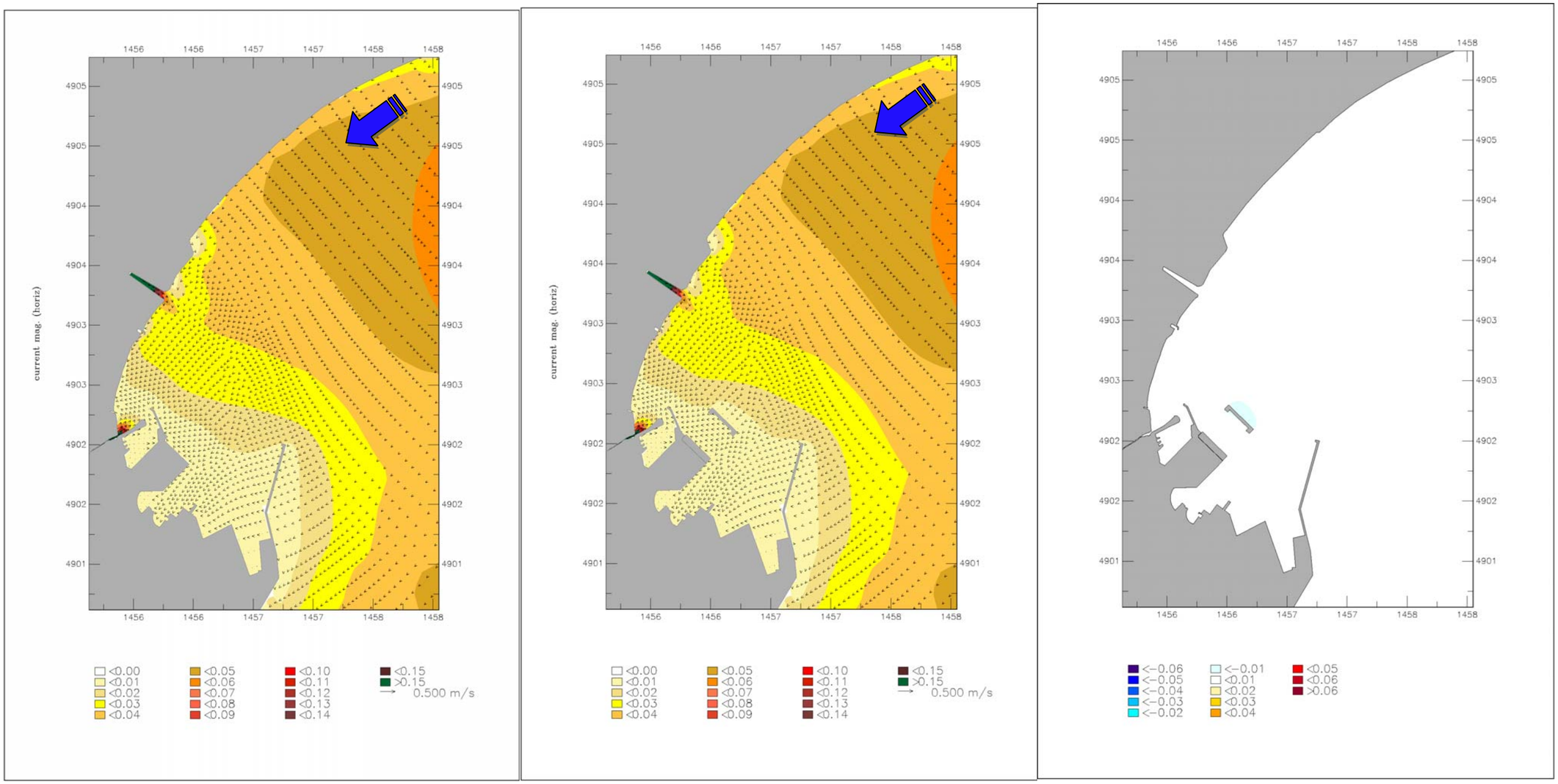


FIGURA 13-66 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

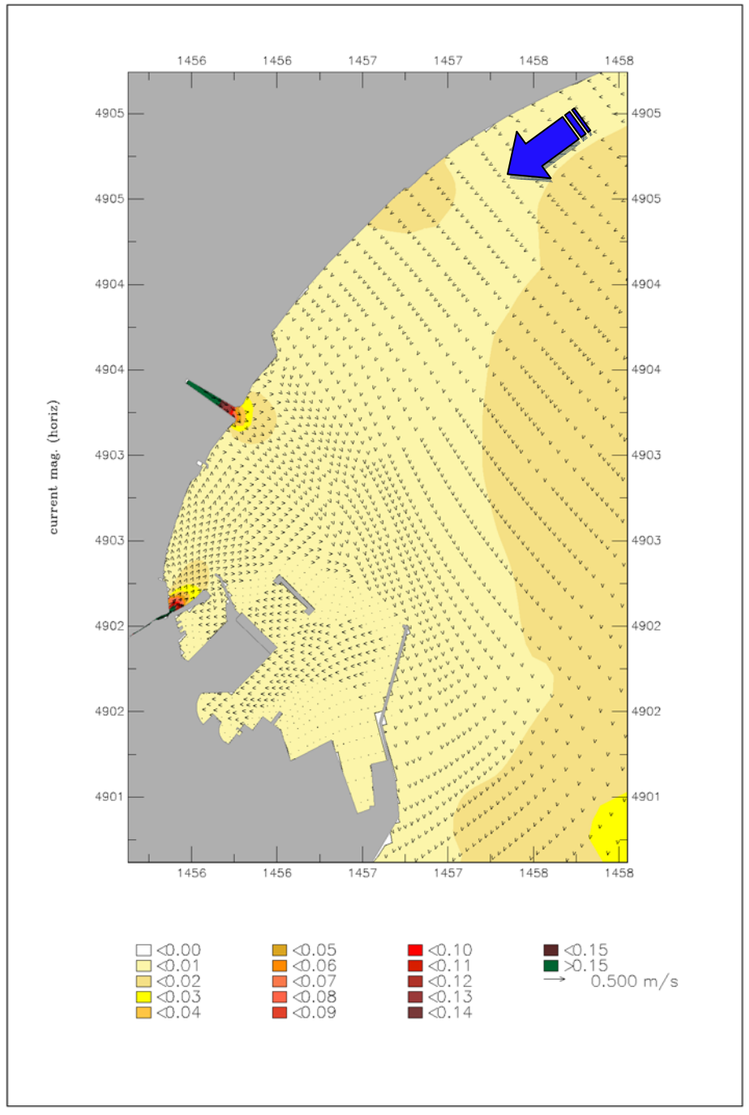


FIGURA 13-67 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST (MASSIMO FLUSSO) –FASE DI ESERCIZIO

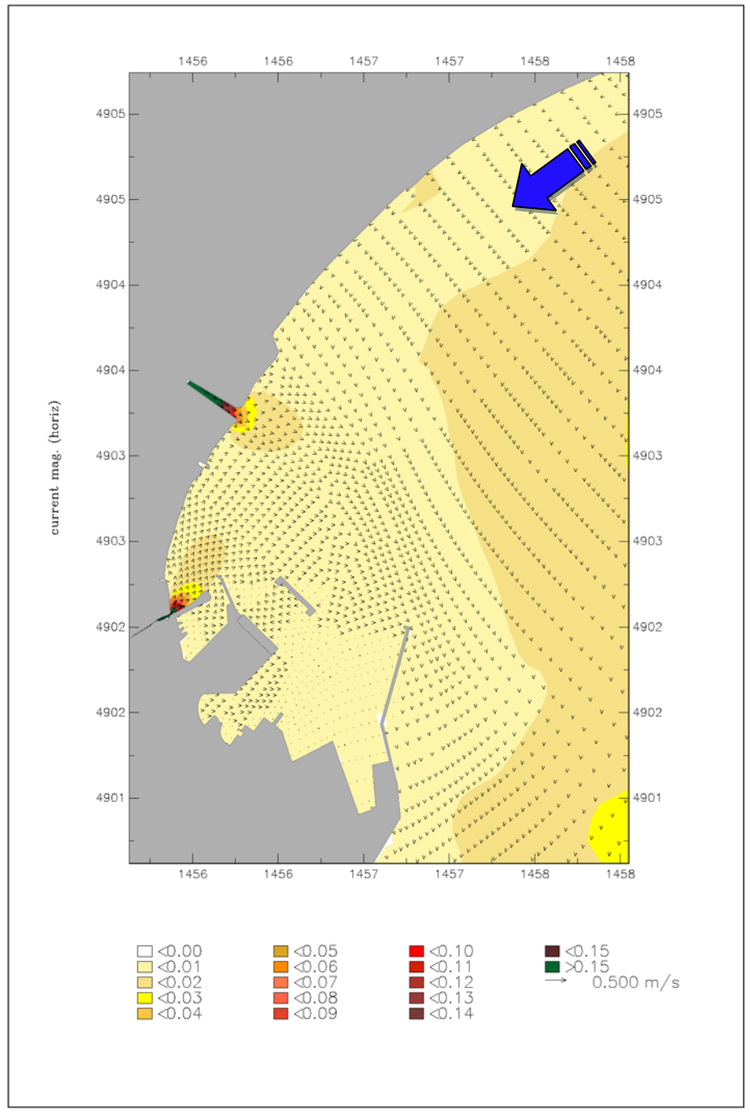


FIGURA 13-68 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD EST (MASSIMO RIFLUSSO) –FASE DI ESERCIZIO

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Sud Est

In questo scenario per la fase di esercizio delle varianti di livello Esecutivo è stato considerato, oltre alla marea ed alle correnti litoranee, an-che un vento da Sud Est con intensità di 7 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

In Figura 13-69 e Figura 13-70 sono riportate la distribuzione dei campi di moto nello strato superficiale in condizioni di massimo flusso e massimo riflusso, con le differenze rispetto alla situazione di riferimento.

Come si evince dalle figure, in questo caso l'effetto dell'inserimento della schiera di cassoni a mare sulle correnti superficiali non determina variazioni rispetto allo scenario di riferimento, in quanto la zona interessata dalle modifiche (la parte più esterna della piattaforma) è già parzialmente schermata dalla diga foranea e qui erano state stimate velocità molto basse, nell'ordine di qualche cm/s, anche nella situazione di riferimento.

Le immagini evidenziano anche l'effetto di schermatura della diga foranea che bloccano lo sviluppo delle correnti superficiali creando così una zona di calma all'interno della rada e in prossimità della piattaforma.

Anche in questo caso, gli effetti del vento apprezzabili sullo strato superficiale non hanno ripercussioni sugli strati sottostanti, dove queste correnti tendono ad annullarsi e, addirittura, a scomparire se si considera la distribuzione delle velocità mediate sulla profondità sia nella condizione di massimo flusso che nella condizione di massimo riflusso. (Figura 13-71 e Figura 13-72).

Si può concludere che la presenza di questo campo di vento non induce significative alterazioni al regime idrodinamico costiero generale e la circolazione idrodinamica osservata è del tutto simile a quella illustrata per lo scenario di riferimento.

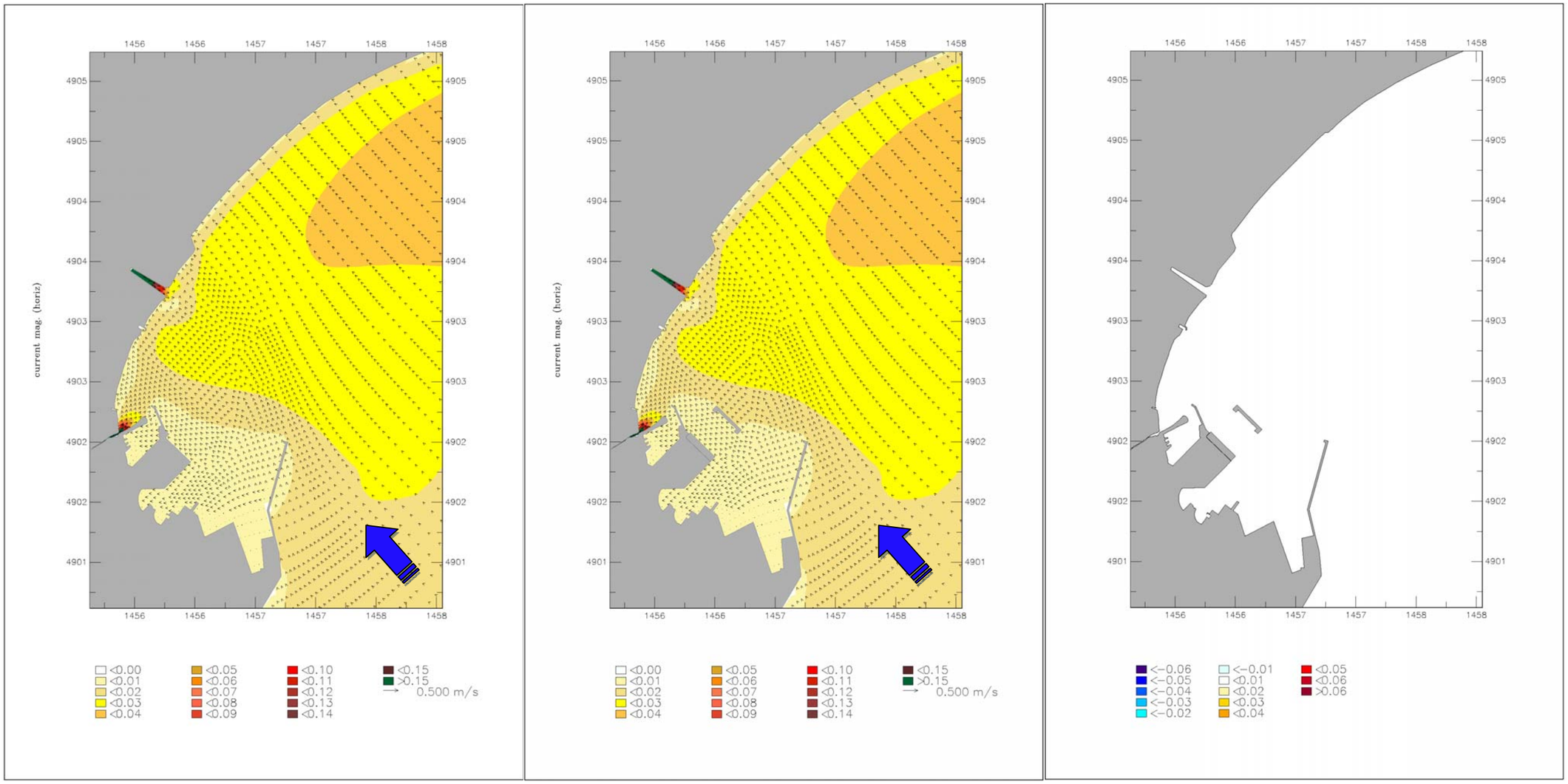


FIGURA 13-69 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

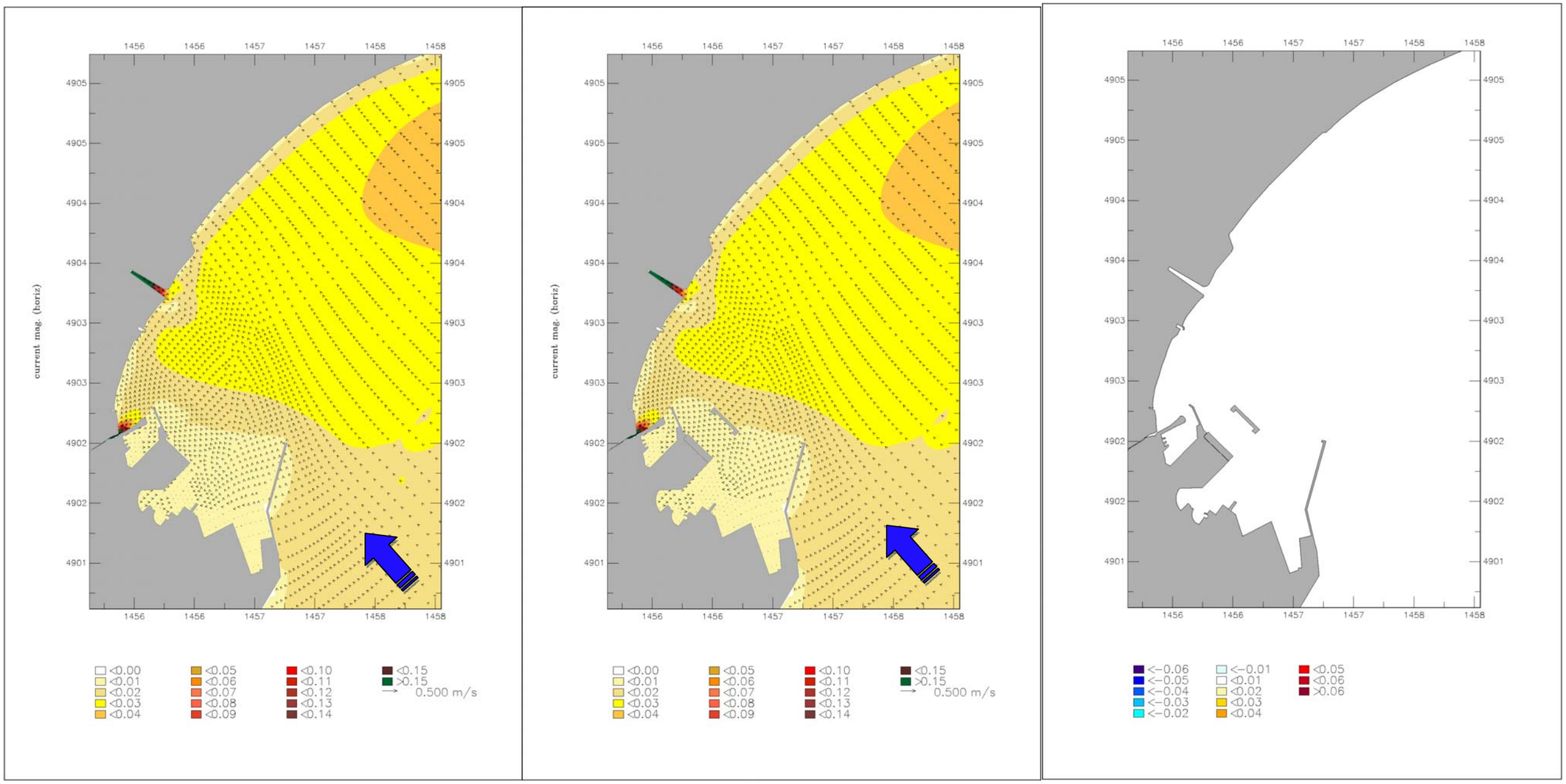


FIGURA 13-70– DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

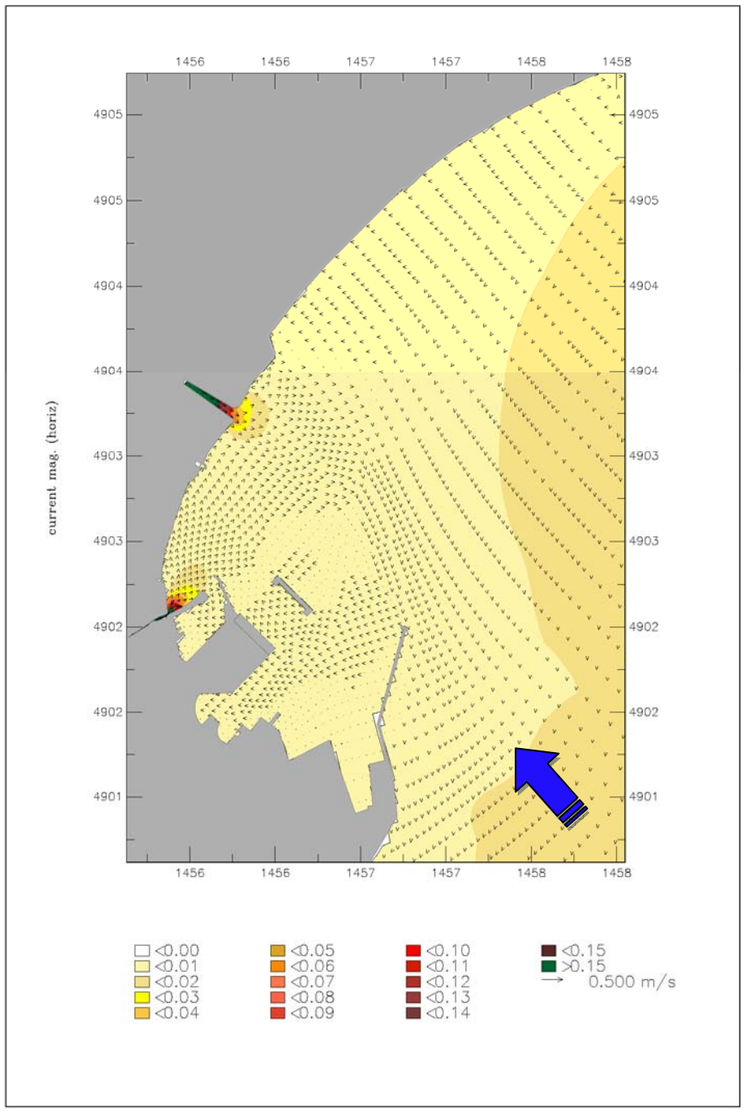


FIGURA 13-71 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST (MASSIMO FLUSSO) –FASE ESERCIZIO

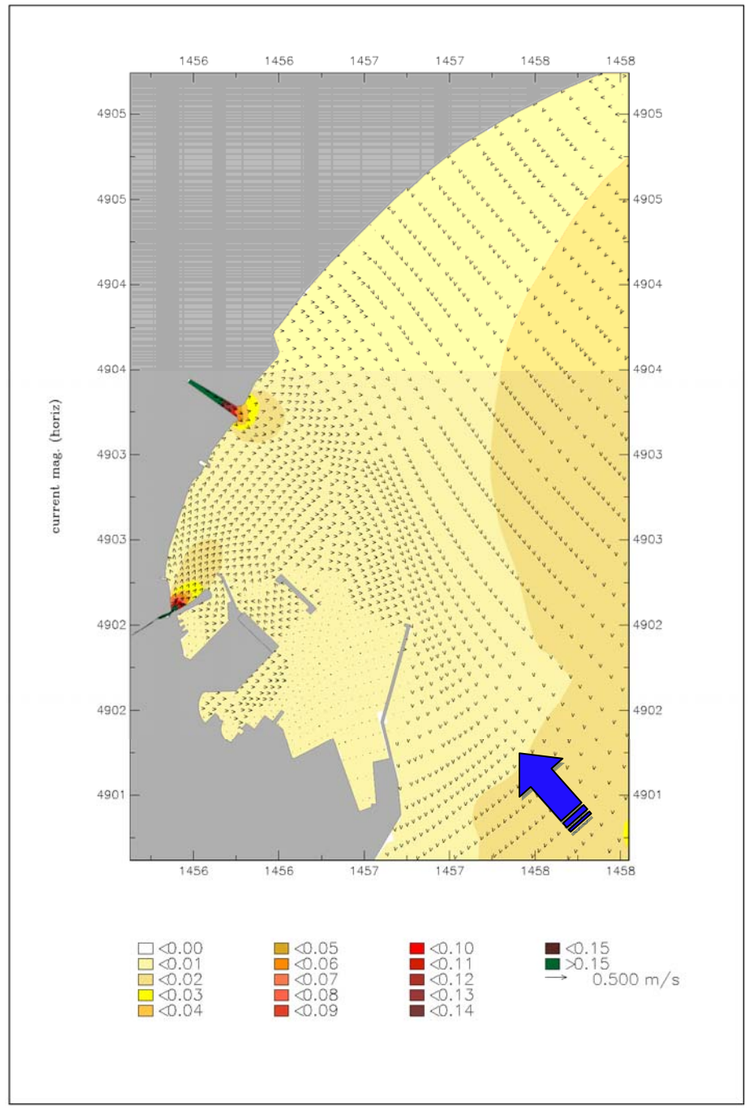


FIGURA 13-72 - DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ MEDIE (M/S) SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA SUD EST (MASSIMO RIFLUSSO) –FASE DI ESERCIZIO

Caratteristiche idrodinamiche in condizioni di vento da Nord Ovest

In questo scenario per la valutazione degli impatti delle varianti di livello Esecutivo, è stato considerato, oltre alla marea e alle correnti litoranee, anche un vento da Nord-Ovest con intensità di 10 m/s uniformemente distribuito su tutto il dominio di calcolo e costante per l'intera durata della simulazione.

In Figura 13-73 è riportata la distribuzione delle velocità sullo strato superficiale in condizioni di massimo flusso e in Figura 13-74 le velocità medie in massimo riflusso. Per entrambi i campi di moto vengono riportate anche le differenze tra lo scenario di esercizio del progetto con varianti di livello Esecutivo e quello di riferimento.

Da tali figure è possibile osservare come la presenza di un campo di vento più intenso (10 m/s) genera una corrente superficiale diretta secondo la direzione del vento con delle intensità variabili da 0 sotto costa fino a 5-6 cm/s verso il mare aperto o nella fascia adiacente la diga foranea.

Anche in questo caso, le uniche differenze rispetto allo stato di riferimento sono apprezzabili nello strato superficiale dove le velocità subiscono una leggera diminuzione a causa della presenza dei cassoni frontali. Anche in questo scenario, l'effetto risulta poco marcato dal momento che le correnti superficiali si sviluppano in direzione parallela alla schiera di cassoni e la superficie di impatto con la corrente è quindi limi-tata.

Nella rada portuale di Vado, le velocità si mantengono basse nell'ordine di qualche cm/s in ragione dell'effetto schermante della radice della piattaforma stessa che impedisce lo sviluppo di una corrente. Anche nell'area del porto turistico le velocità risultano molto basse, mentre alla foce del Torrente Segno esse sono determinate principalmente dallo scarico del Torrente stesso, ed orientate verso Nord dalla presenza del molo di sopraflutto del nuovo porto turistico.

Le velocità tendono rapidamente a diminuire negli strati immediatamente più profondi, dove la marea e le correnti litoranee diventano preponderanti per la determinazione del campo di velocità (vedi Figura 13-75 e Figura 13-76).

Per questi due campi di moto, non si registrano apprezzabili differenze tra la situazione di esercizio delle varianti di livello Esecutivo e la situazione di riferimento.

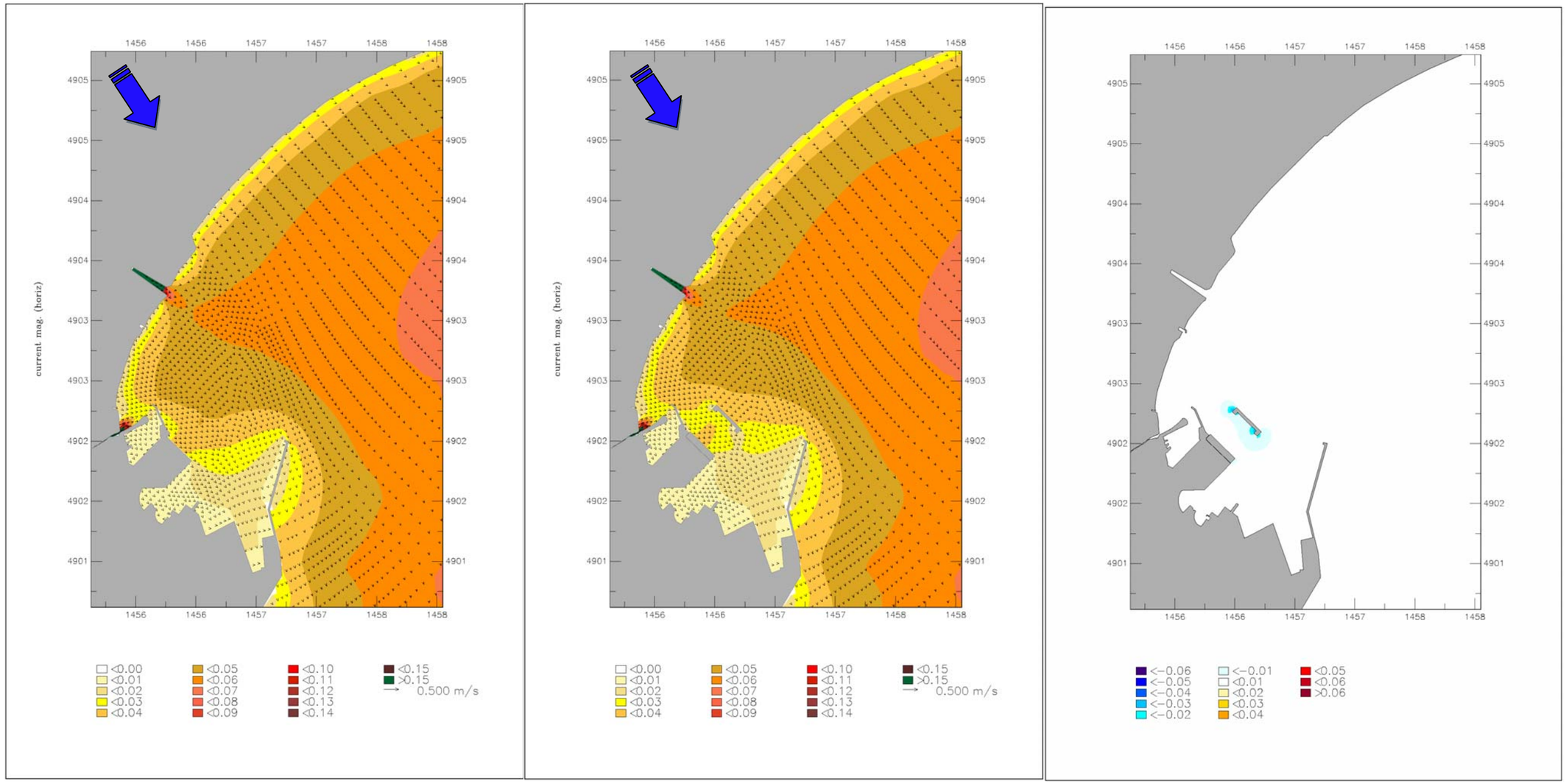


FIGURA 13-73 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

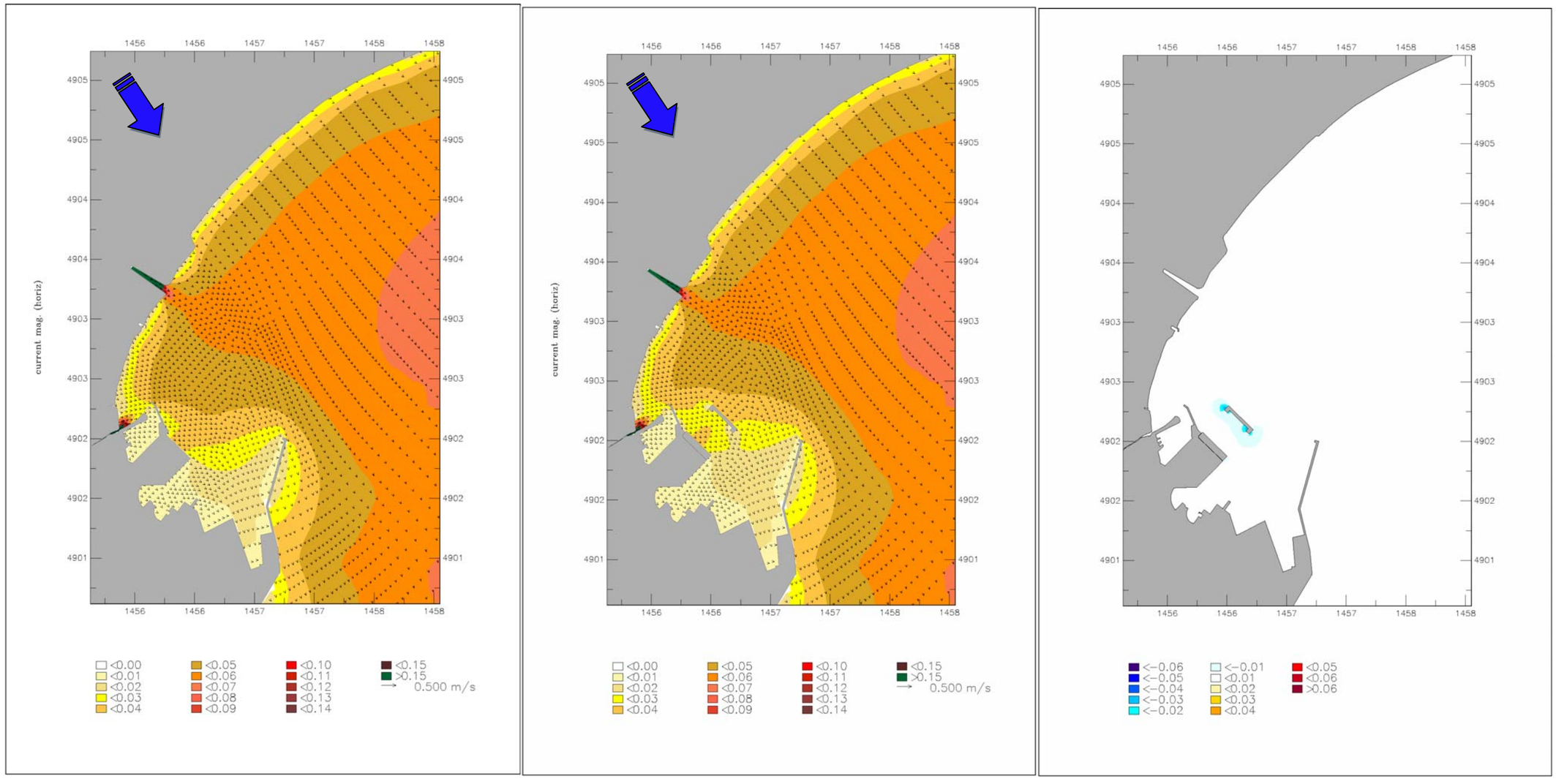


FIGURA 13-74 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) NELLO STRATO SUPERFICIALE IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO)
A SINISTRA: CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO; NEL CENTRO: CONFIGURAZIONE CON VARIANTI DI LIVELLO ESECUTIVO; A DESTRA: DIFFERENZE TRA LE DUE CONFIGURAZIONI.

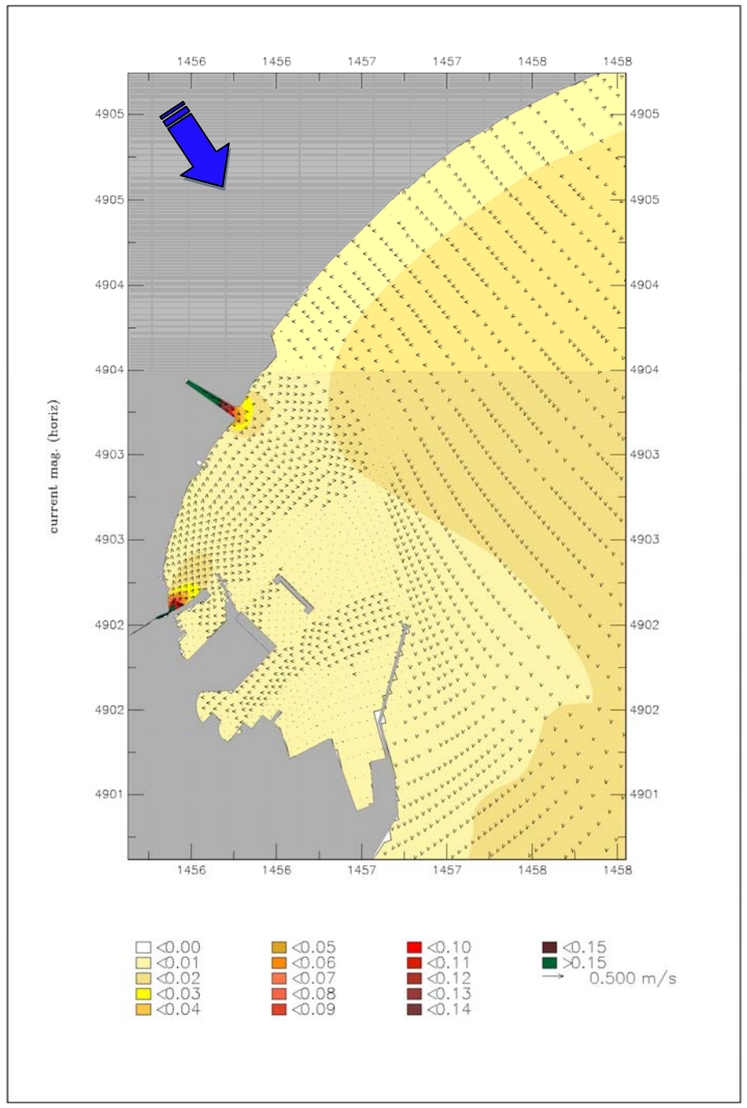


FIGURA 13-75 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO FLUSSO).

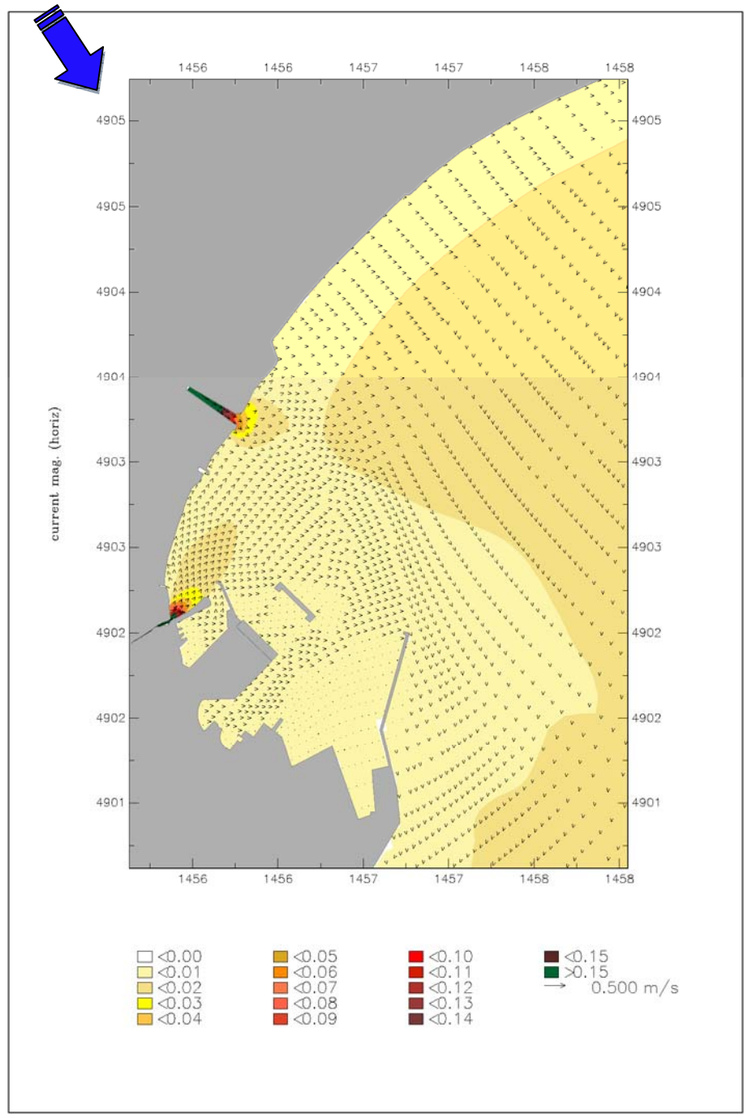


FIGURA 13-76 – DISTRIBUZIONE DELLE VELOCITÀ (M/S) MEDIE SULLA PROFONDITÀ IN PRESENZA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE DI ESERCIZIO (MASSIMO RIFLUSSO).

13.4.2.2.2 Caratteristiche dispersive

Le analisi per lo studio della dispersione di un tracciante di tipo conservativo sono state eseguite applicando le medesime condizioni al contorno e di rilascio già descritte al capitolo precedente.

Dispersione in condizione di calma di vento

Per questo scenario l'idrodinamica dell'area di studio è determinata esclusivamente dall'oscillazione periodica della marea e dalla presenza della corrente litoranea.

Il pattern di concentrazione dei traccianti per lo scenario senza vento è presentato in Figura 13-77 mentre in Figura 13-78 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

In queste simulazioni, per una maggiore immediatezza e praticità di lettura vengono presentati esclusivamente i risultati riferiti alla concentrazione complessiva dei traccianti ottenuta sommando il contributo di ciascun fiume/torrente. I risultati completi vengono per ciascun torrente sono forniti nello studio idrodinamico allegato al presente documento.

Dalla analisi dei campi di concentrazione si evince che:

- Il pattern di distribuzione del "plume" di tracciante è molto simile a quello osservato nella situazione di riferimento e valgono quindi le stesse considerazioni fatte in precedenza. Questo indica che le nuove opere non sono in grado di interferire in modo apprezzabile sulla dispersione del tracciante originante dai fiumi Letimbro e Quiliano.
- Il Torrente Segno, data la morfologia della zona in cui sfocia e la vicinanza alla zona portuale è quello che risente maggiormente, ancorché in molto marginale, della presenza dei nuovi cassoni.
- Dal confronto dei risultati con la situazione di riferimento si osserva che le uniche differenze apprezzabili sono ravvisabili nell'area delimitata dai cassoni a mare e dal molo do sopraflutto del nuovo porto turistico. Qui le differenze di concentrazione tra la situazione modificata e quella di riferimento indicano un aumento delle inferiore a 0.01 g/m³. Al di fuori di quest'area non si osservano apprezzabili differenze.
- Complessivamente le variazioni rispetto alla situazione di riferimento sono minime e l'effetto trascurabile. L'inserimento di un ostacolo rigido lontano dalla costa non è quindi in grado di limitare in modo significativo ed apprezzabile la capacità dispersiva del sistema ed il trasporto dei traccianti.

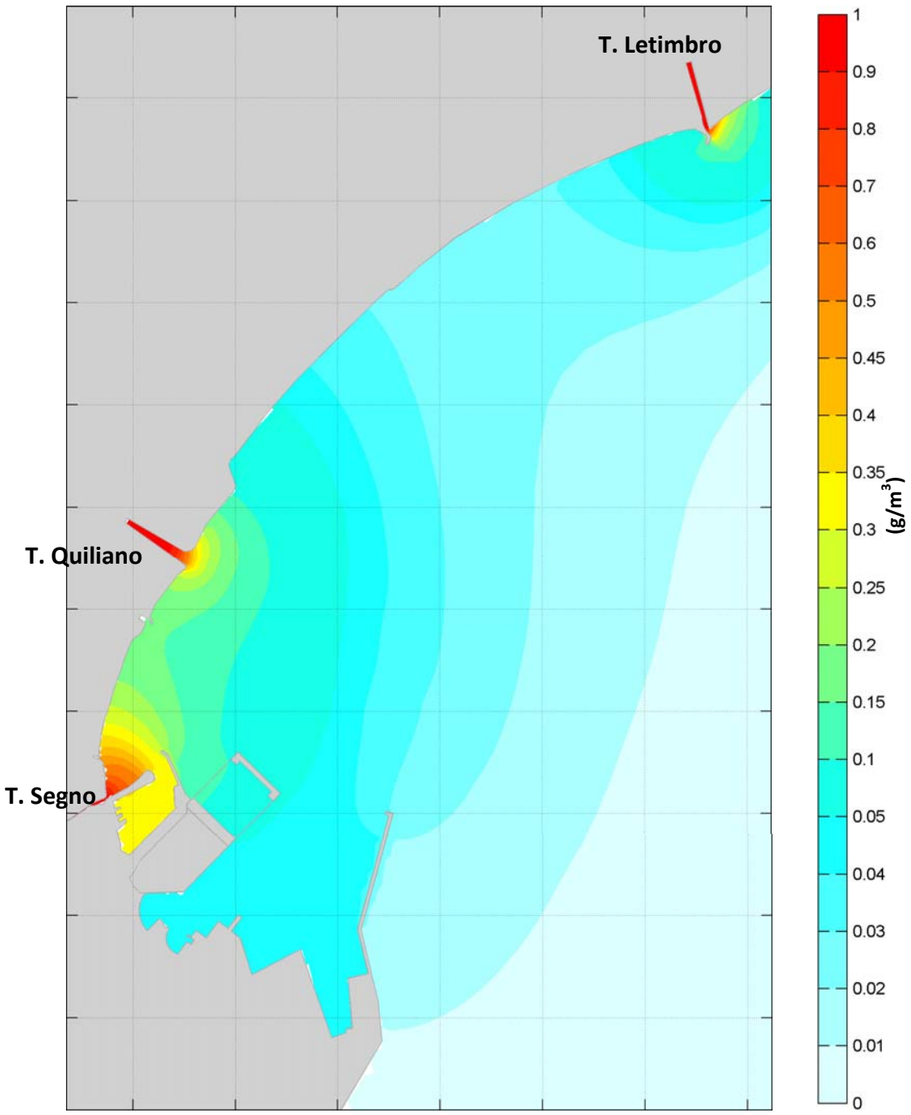


FIGURA 13-77– ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO – FASE ESERCIZIO.

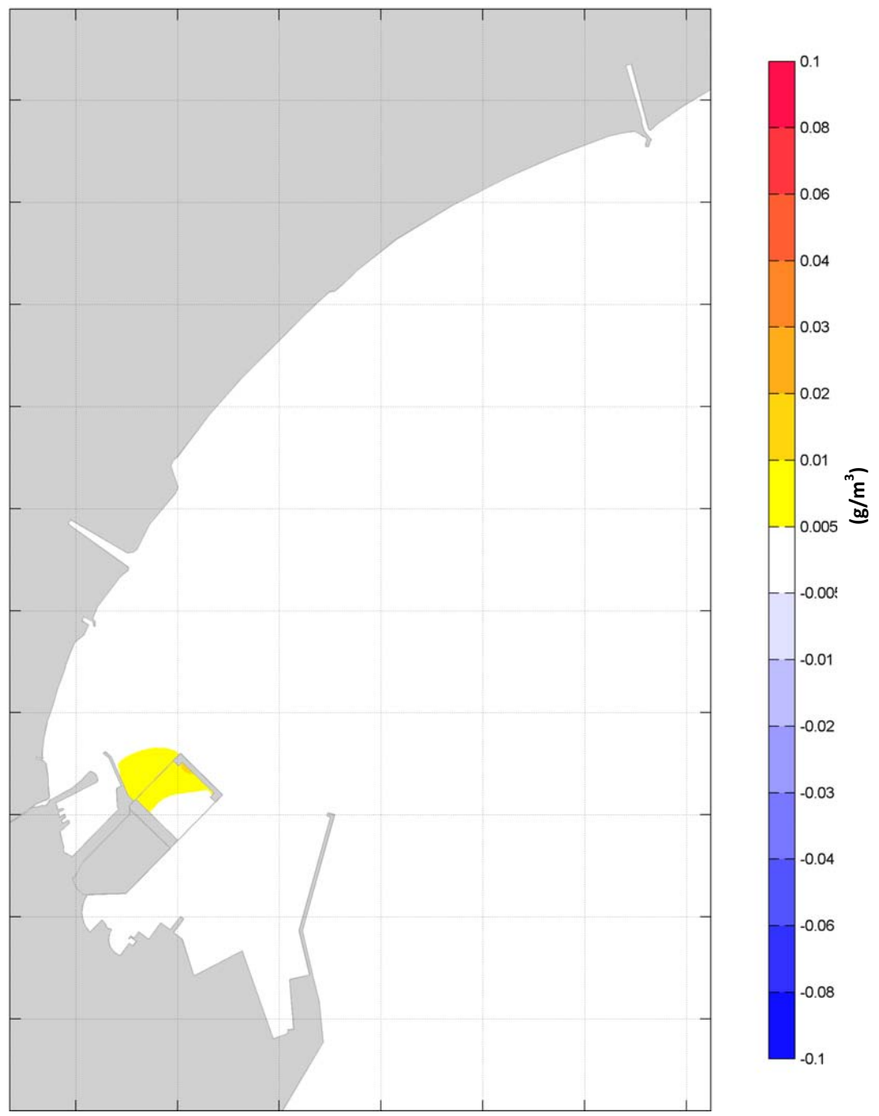


FIGURA 13-78 - DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI ASSENZA DI VENTO. (FASE ESERCIZIO – FASE DI RIFERIMENTO ESERCIZIO).

Dispersione in condizione di vento da Nord-Est

In questo scenario idrodinamico è stato considerato che un vento da Nord-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-79 è riportata la mappa delle concentrazione dei traccianti conservativi considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi mentre in Figura 13-80 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

Come già osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di un campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono ,quindi, generalmente molto basse.

La dispersione dei traccianti conservativi, di conseguenza, presenta un pattern di diffusione molto simile a quello osservato per il caso senza vento, dal momento che la componente avvettiva del trasporto continua ad avere un peso di secondo ordine rispetto alla componente dispersiva.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte al punto precedente; i campi di concentrazione sono del tutto simili a quelli osservati nello scenario senza vento 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 modificata 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.

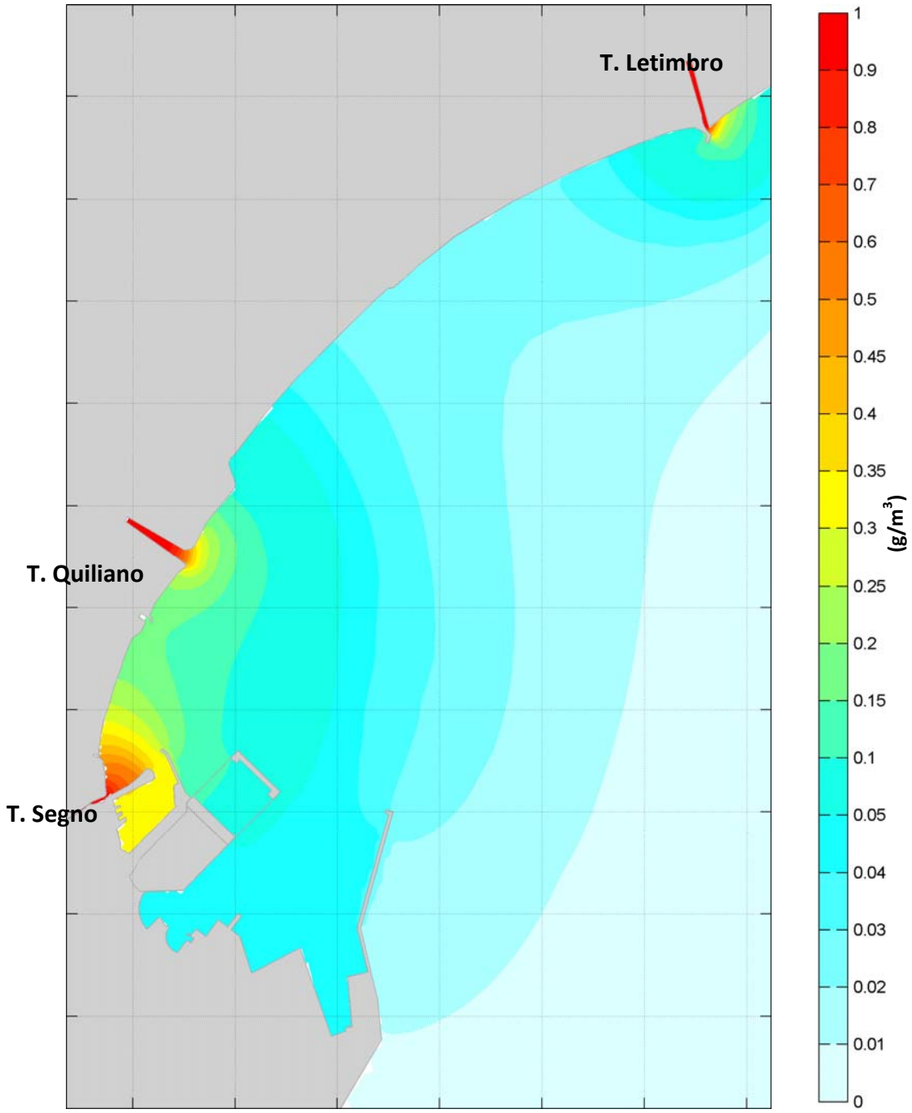


FIGURA 13-79 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD EST - FASE ESERCIZIO.

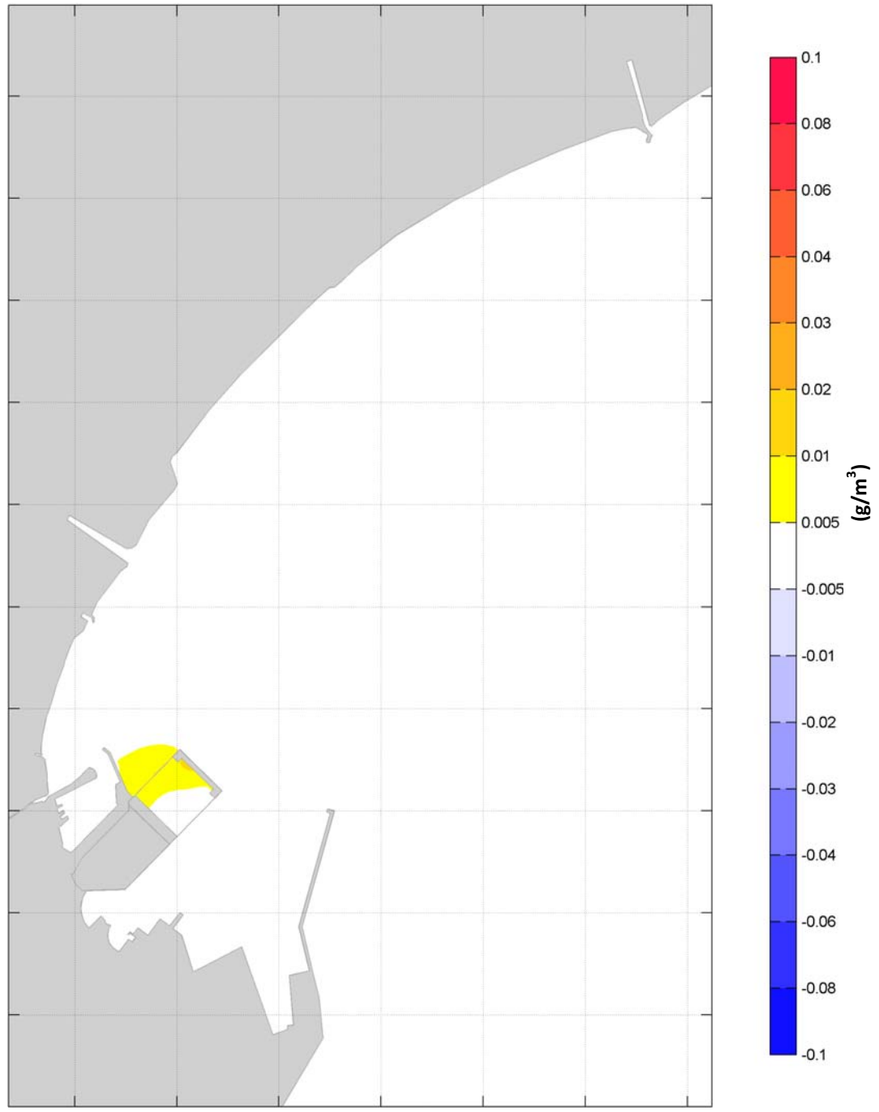


FIGURA 13-80 - DIFFERENZA DI CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD-EST. (FASE ESERCIZIO – FASE DI RIFERIMENTO ESERCIZIO).

Dispersione in condizione di vento da Sud-Est

In questo scenario è stato considerato che un vento da Sud-Est con intensità costante di 7 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-81 è riportata la mappa delle concentrazione dei traccianti conservativi considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi . mentre in Figura 13-82 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

Come osservato nei paragrafi precedenti, l'applicazione di una campo di vento non è in grado di alterare in modo evidente la circolazione idrodinamica nell'area. Gli effetti sono visibili solo sullo strato superficiale dove si instaura una corrente concorde al vento mentre le velocità medie sulla verticale rimangono molto simili a quelle del caso senza vento e sono ,quindi, generalmente molto basse.

La dispersione dei traccianti conservativi, di conseguenza, presenta un pattern di diffusione molto simile a quello osservato per il caso senza vento, dal momento che la componente avvettiva del trasporto continua ad avere un peso di secondo ordine rispetto alla componente dispersiva.

Anche per questo scenario valgono le stesse considerazioni svolte al punto precedente; i campi di concentrazione sono del tutto simili a quelli osservati nello scenario senza vento 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 modificata 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.

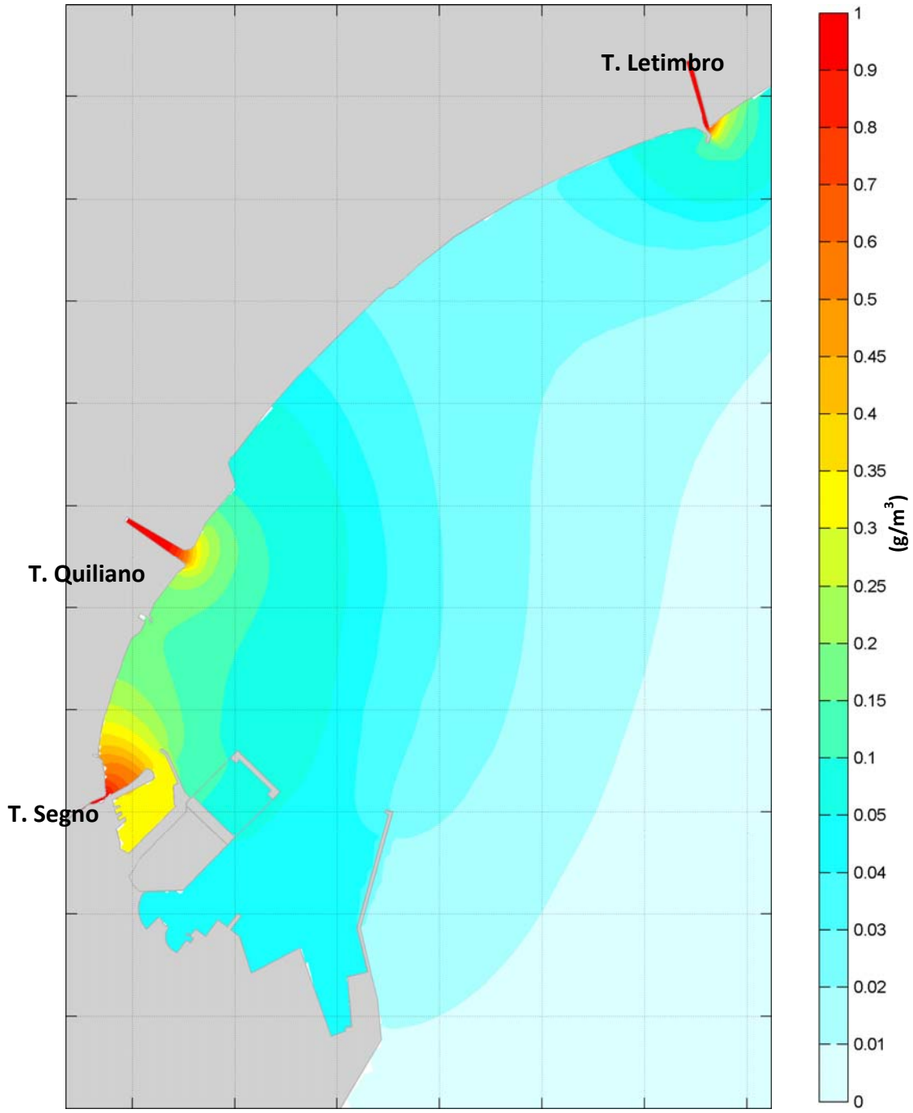


FIGURA 13-81 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO DA SUD EST - FASE ESERCIZIO .

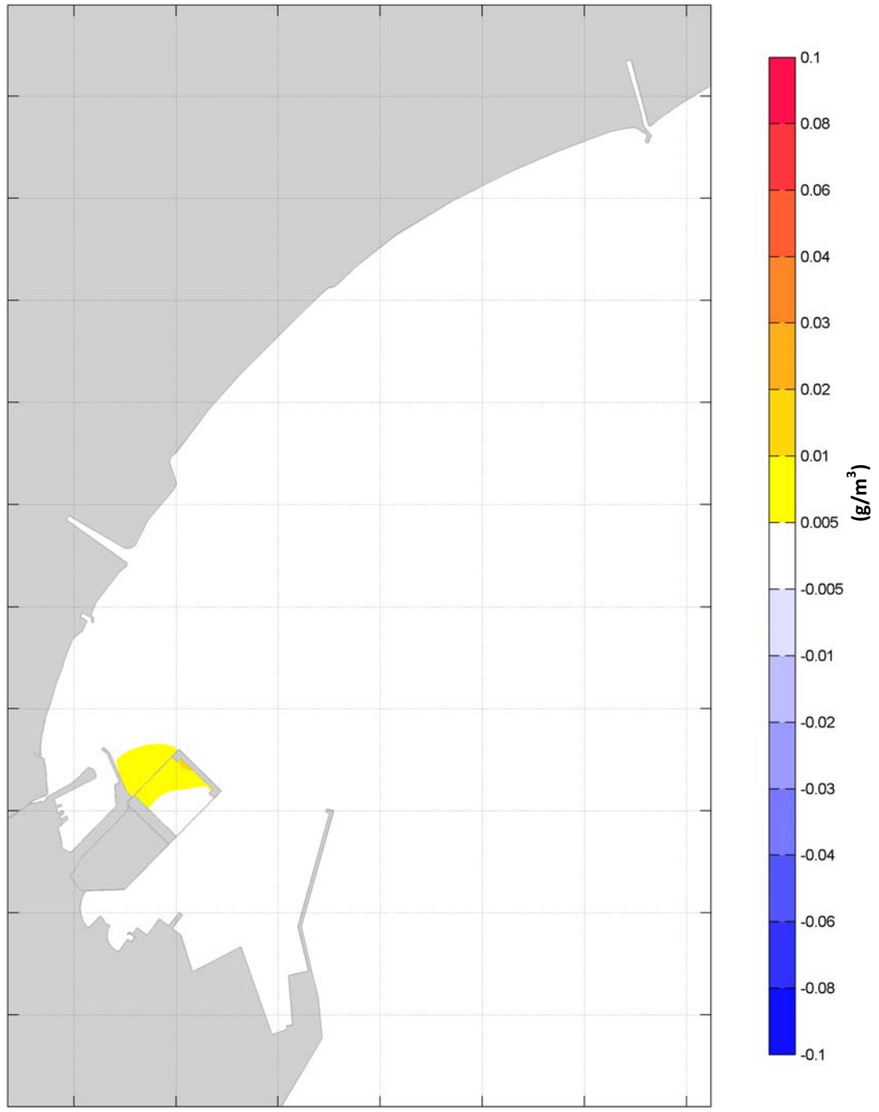


FIGURA 13-82 - DIFFERENZA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA SUD-EST. (FASE ESERCIZIO – FASE DI RIFERIMENTO ESERCIZIO).

Dispersione in condizione di vento da Nord-Ovest

In questo scenario è stato considerato che un vento da Nord-Ovest con intensità costante di 10 m/s fosse uniformemente distribuito e presente ininterrottamente per tutta la durata della simulazione.

In Figura 13-83 è riportata la mappa delle concentrazione dei traccianti conservativi considerando la somma dei contributi di tutti i fiumi mentre in Figura 13-84 sono rappresentate le mappe delle differenze di concentrazione tra la configurazione di variante e la configurazione di riferimento.

.

Anche per questo scenario valgono le considerazioni fatte in precedenza e si osserva che le differenze rispetto al caso di riferimento, le differenze sono molto marginali e sono apprezzabili sono nell'area adiacente i cassoni esterni.

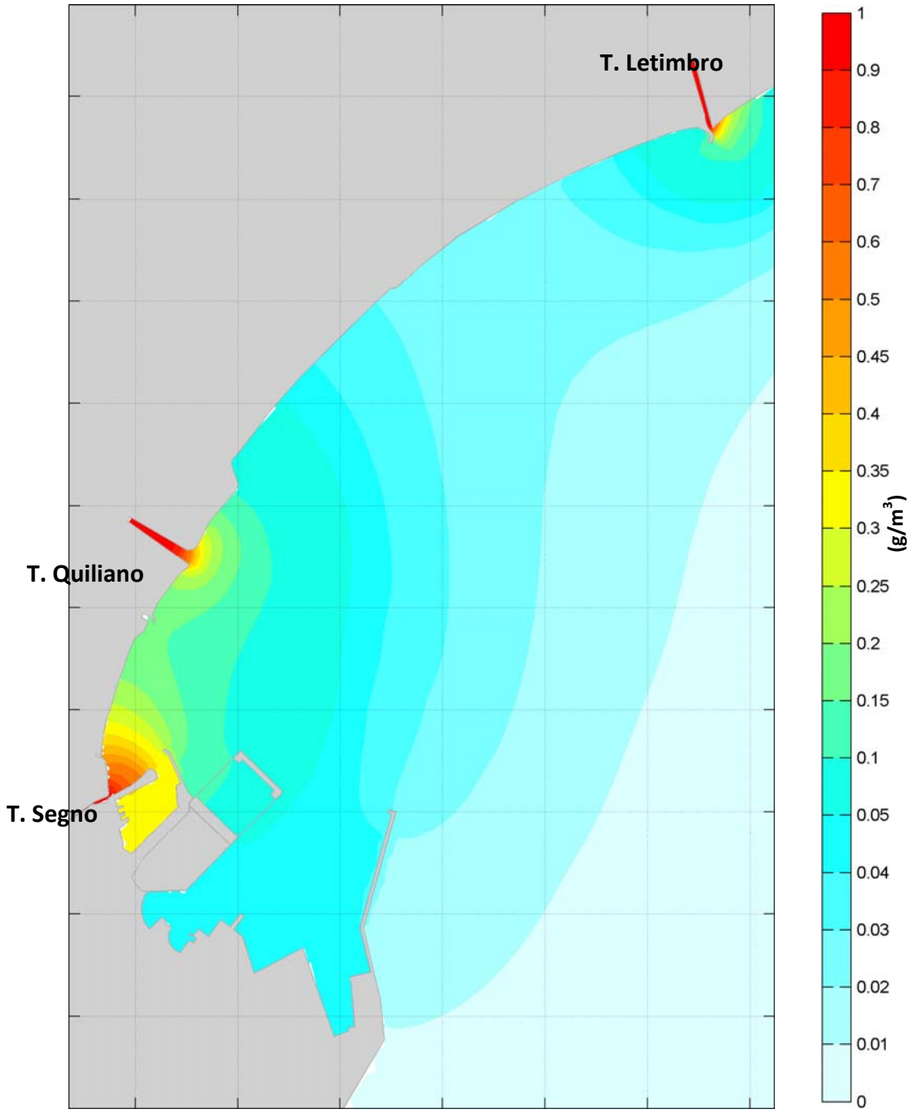


FIGURA 13-83 - ANDAMENTO DELLA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI CALMA DI VENTO DA NORD OVEST - FASE ESERCIZIO.

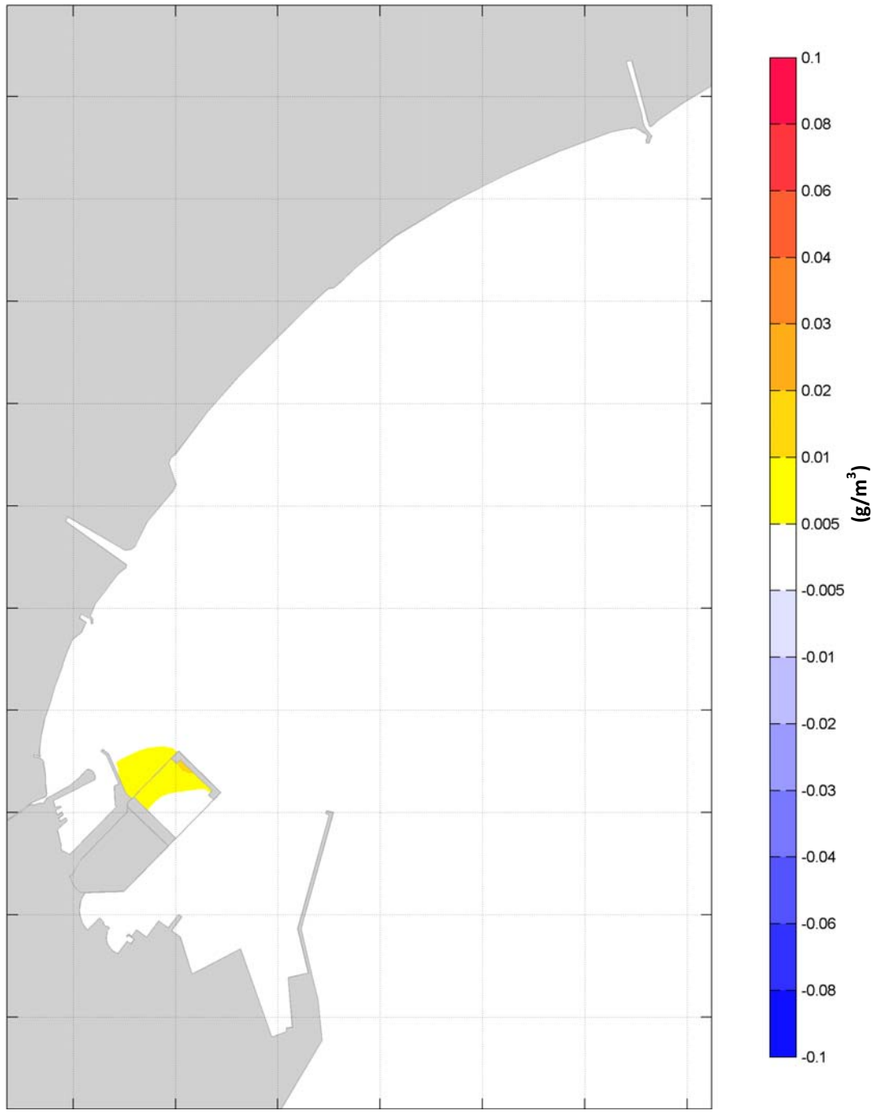


FIGURA 13-84 - DIFFERENZA CONCENTRAZIONE DEI TRACCIANTI RILASCIATI DAI TORRENTI IN CONDIZIONE DI VENTO DA NORD-OVEST. (FASE ESERCIZIO – FASE DI RIFERIMENTO ESERCIZIO).

13.4.2.2.3 Capacità di ricambio

Le analisi eseguite per la valutazione della capacità di ricambio nella configurazione di variante di Progetto Esecutivo nella fase di esercizio hanno riguardato la "fraction analysis" e la valutazione del tempo di ricambio.

"Fraction analysis"

Per lo studio della "fraction analysis" è stato seguito lo stesso approccio e sono state considerate le stesse impostazioni e simulazioni fatte per le configurazioni precedenti; i risultati negli 8 punti di controllo sono riportati da Figura 13-85 a Figura 13-88.

Rispetto alla situazione di riferimento si osserva una situazione molto simile sia nei punti all'interno della rada di Vado che in quelli locati più lontani dall'area portuale.

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 ed 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.

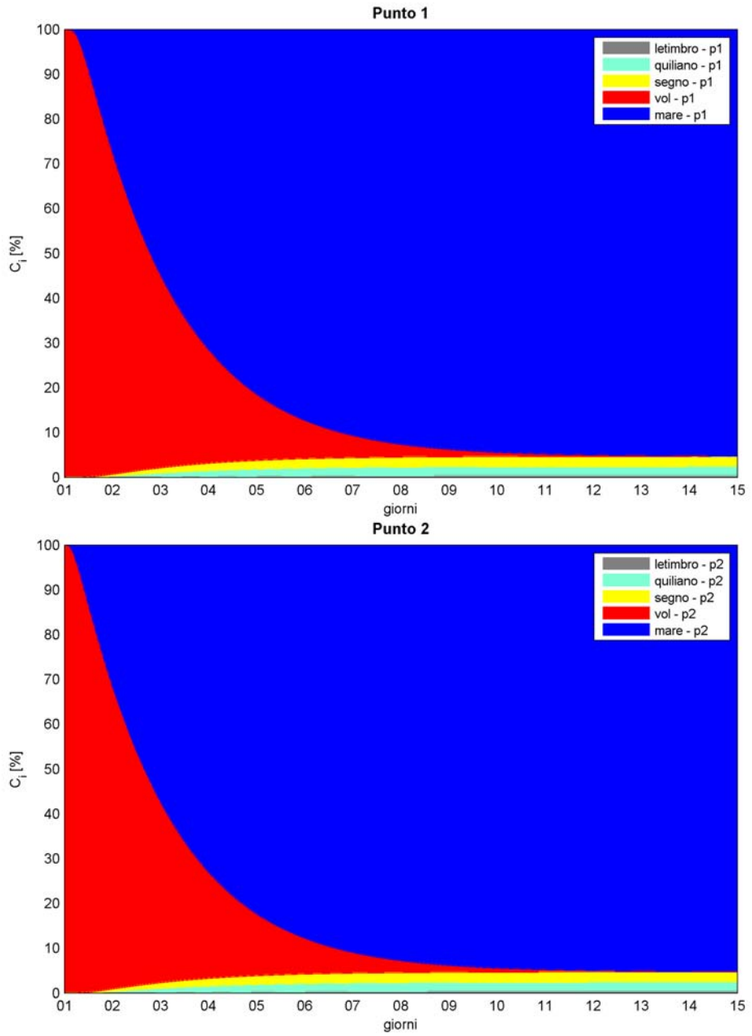


FIGURA 13-85 - PUNTO DI CONTROLLO N° 1 E N° 2: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – FASE ESERCIZIO.

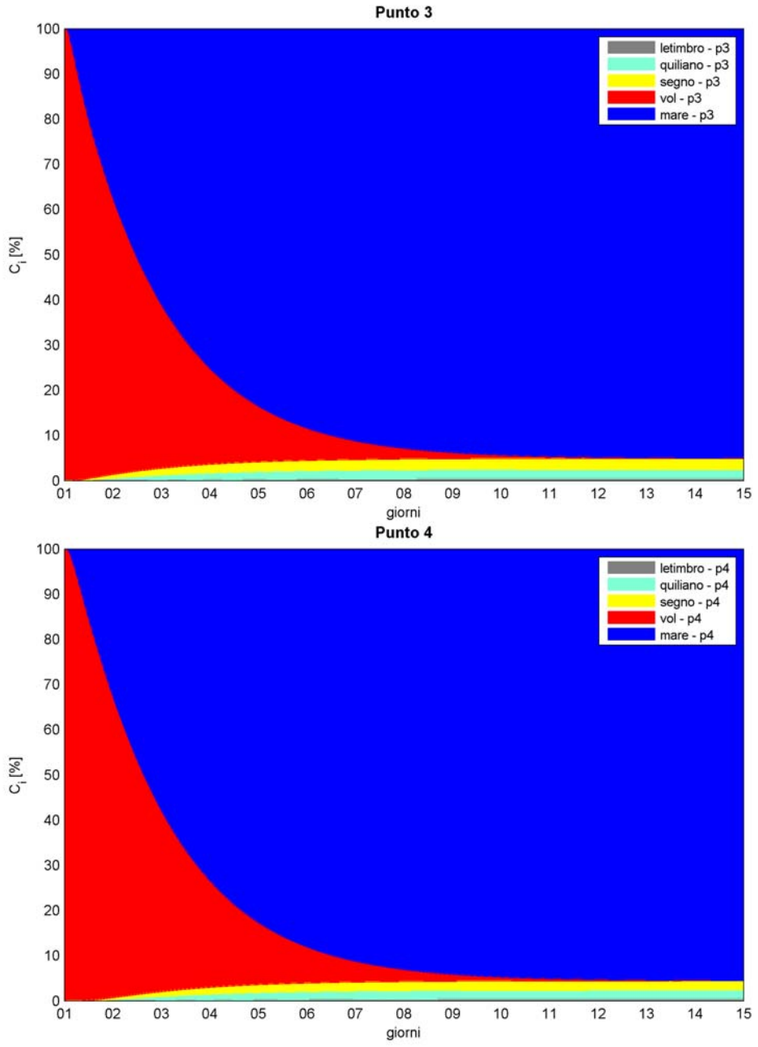


FIGURA 13-86 - PUNTO DI CONTROLLO N° 3 E N° 4: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – FASE ESERCIZIO.

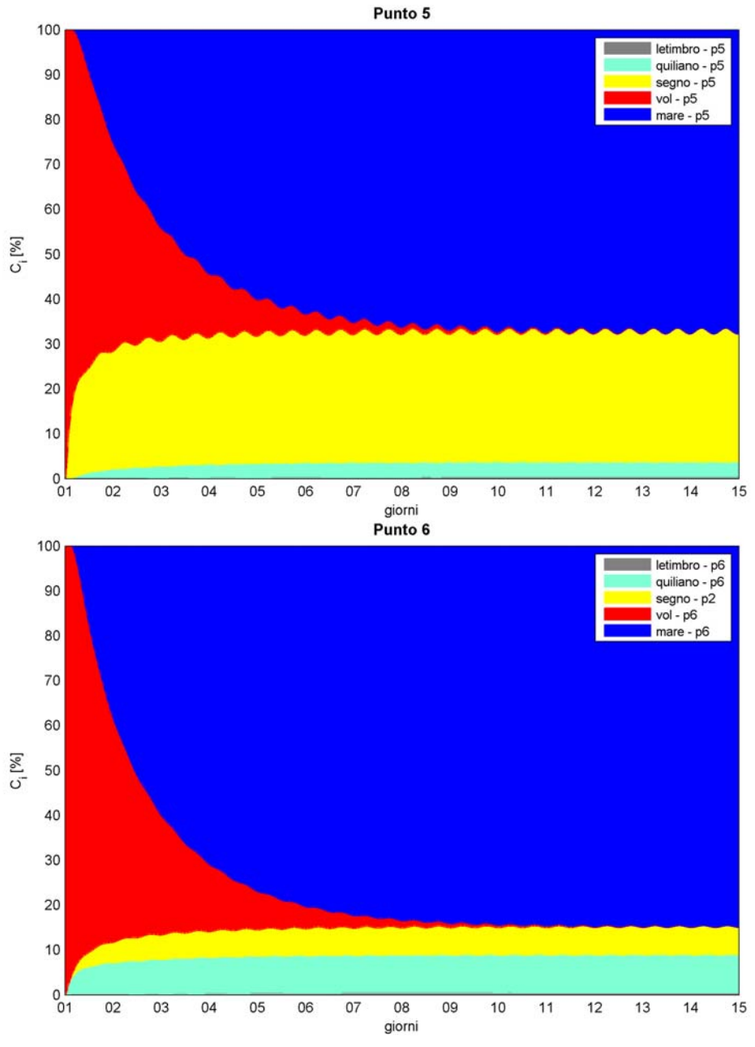


FIGURA 13-87 - PUNTO DI CONTROLLO N° 5 E N° 6: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – FASE ESERCIZIO

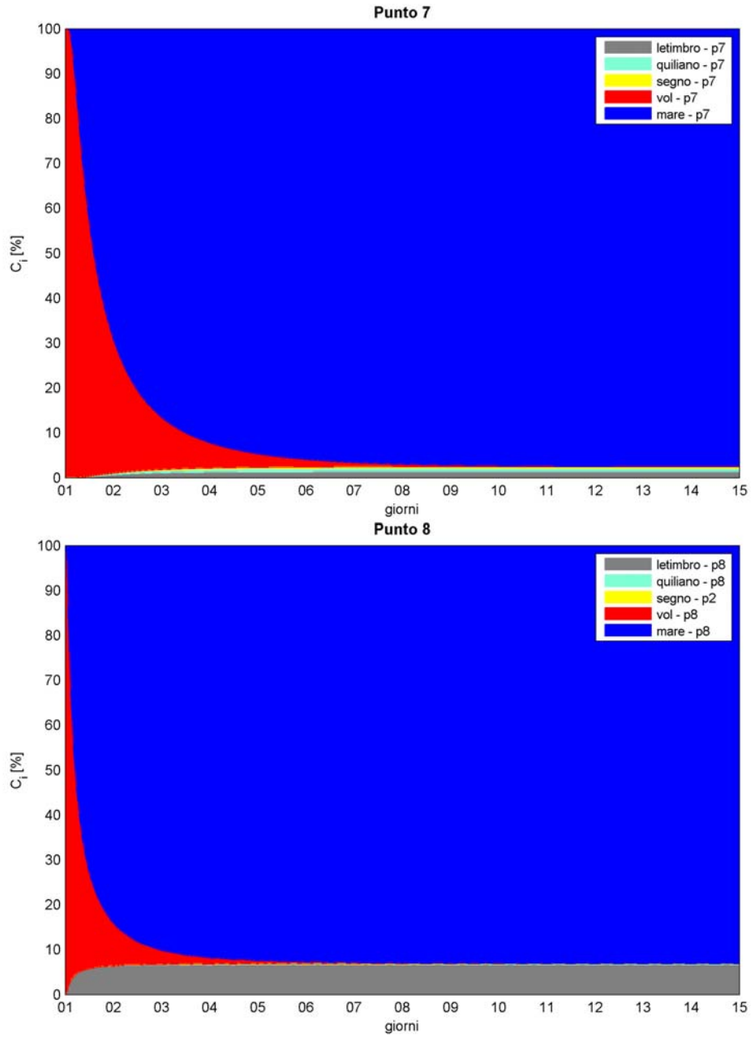


FIGURA 13-88 - PUNTO DI CONTROLLO N° 7 E N° 8: RISULTATI DELLA "FRACTION ANALYSIS" – FASE ESERCIZIO

Tempo di ricambio

Per la valutazione del tempo di ricambio nella configurazione di esercizio è stato seguito lo stesso approccio e sono state considerate le stesse impostazioni e simulazioni numeriche fatte per la configurazione di riferimento di Progetto Definitivo in fase di esercizio.

In Figura 13-89 è riportata la mappa con la distribuzione della durata dei tempi di ricambio (espressi in ore) in riferimento alla configurazione di Variante di Progetto Esecutivo nella fase di esercizio mentre in Figura 13-90 sono riportate le differenze in ore tra la configurazione modificata e quella di riferimento.

Dalla figura è possibile notare un pattern della distribuzione molto simile a quello osservato per la relativa configurazione di riferimento. L'intervallo di variabilità del tempo di ricambio rima tra poche ore nella fascia più esterna e vicina alla sezione di scambio fino ad un massimo di circa 28 -30 ore nella zone portuali più interne.

Anche nella zone costiere adiacente le spiagge a nord ed a sud della radice della piattaforma non si osservano apprezzabili cambiamenti rispetto alla situazione di riferimento.

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.

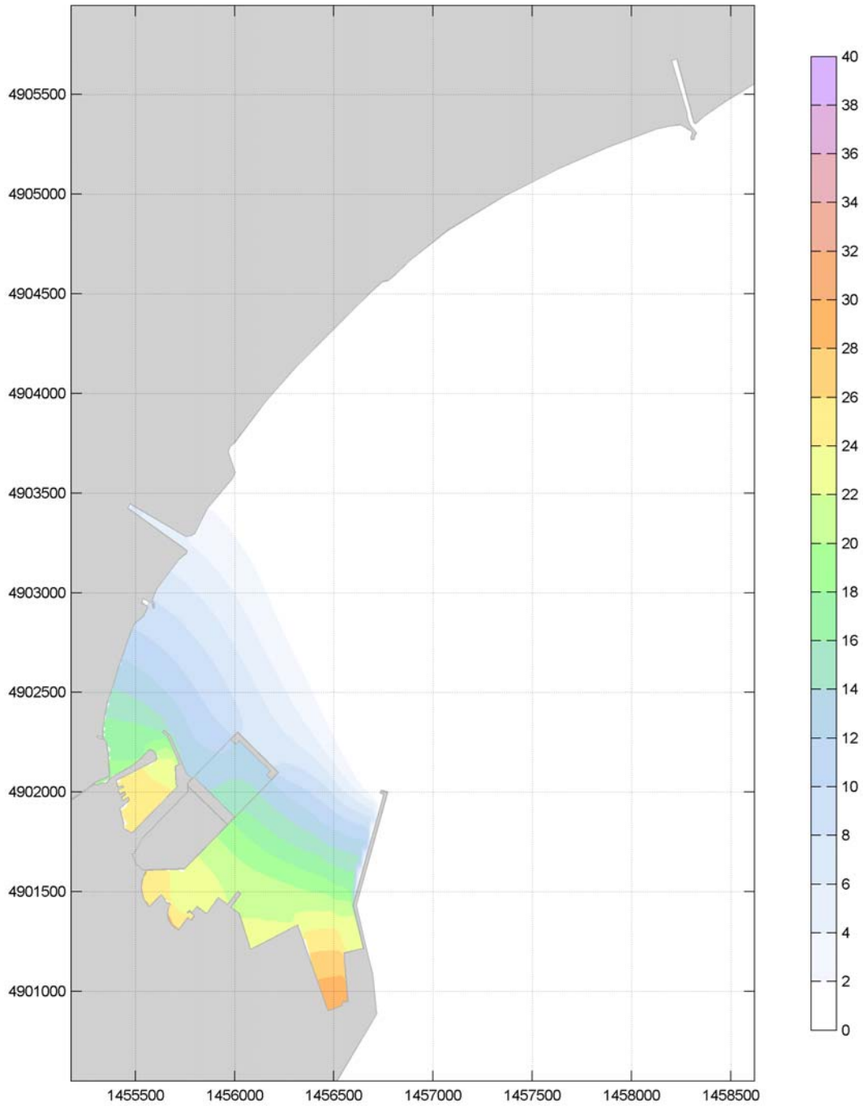


FIGURA 13-89 - DISTRIBUZIONE DEL TEMPO DI RICAMBIO IN ORE – FASE ESERCIZIO.

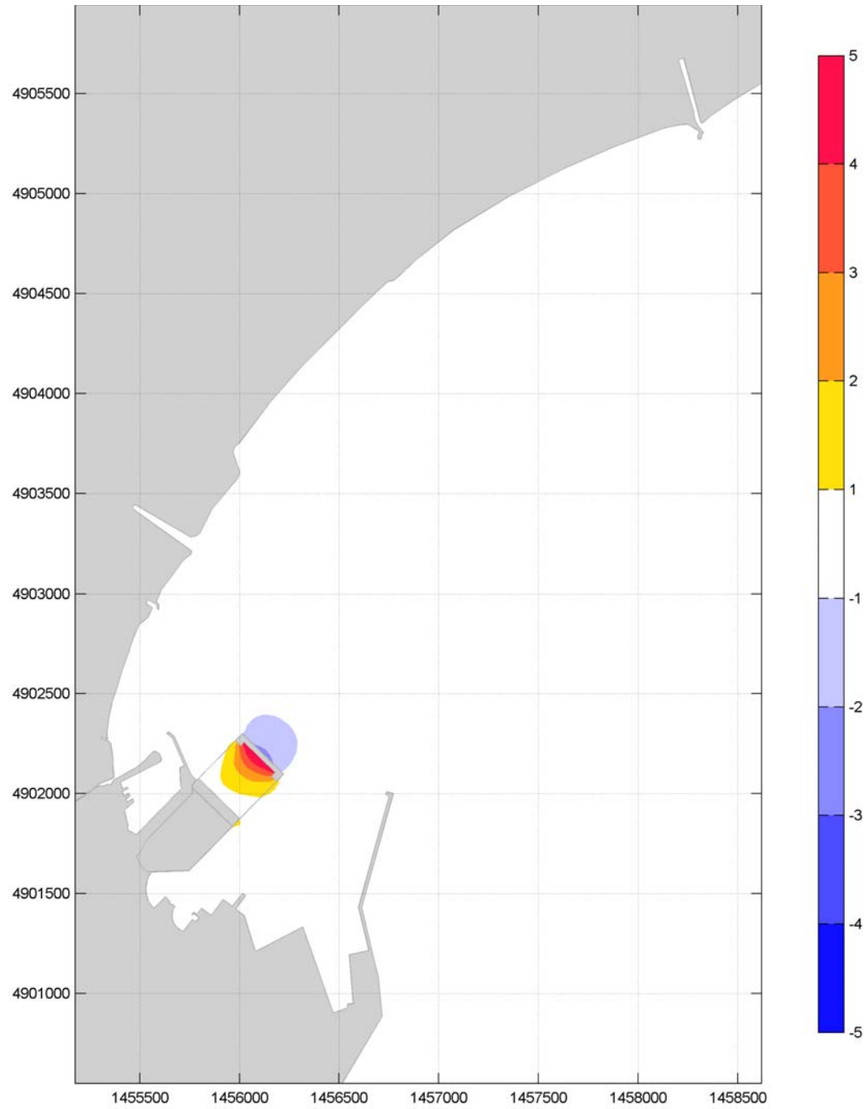


FIGURA 13-90 – DIFFERENZE DEL TEMPO DI RICAMBIO IN ORE. (FASE ESERCIZIO – FASE DI RIFERIMENTO ESERCIZIO).

13.4.2.2.4 Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso

I risultati dello studio della circolazione idrodinamica costiera per la configurazione di variante in fase di esercizio, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-91 a Figura 13-96) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. I risultati riportano in forma grafica le velocità medie della corrente generata dalle mareggiate (mediate sul profilo verticale): le velocità sono rappresentate in termini di gradazioni cromatiche, mentre la direzione locale della corrente viene indicata mediante vettori il cui modulo è proporzionale alla velocità stessa.

Dall'osservazione preliminare dei risultati si evidenzia che la presenza dei cassoni di testata in fase di esercizio determina variazioni abbastanza marginali del campo delle correnti per tutti i test analizzati, soprattutto per quanto riguarda la fascia prossima alla riva.

Per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1), si osserva che, in presenza dei cassoni di testata, l'unica variazione di rilievo risulta essere un modesto incremento delle velocità della corrente nel tratto centrale del litorale.

Per le mareggiate di Scirocco e di Mezzogiorno con frequenza di 1g/anno (TEST 2 e TEST 3), si osserva invece che non si verifica sostanzialmente alcuna variazione nel campo delle correnti. Le uniche differenze si osservano infatti nell'intorno dei cassoni, a grande distanza da riva.

Anche per le simulazioni eseguite in presenza della piena del T. Segno non si rilevano variazioni rilevanti del campo di correnti in configurazioni di variante rispetto alla configurazione di riferimento.

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

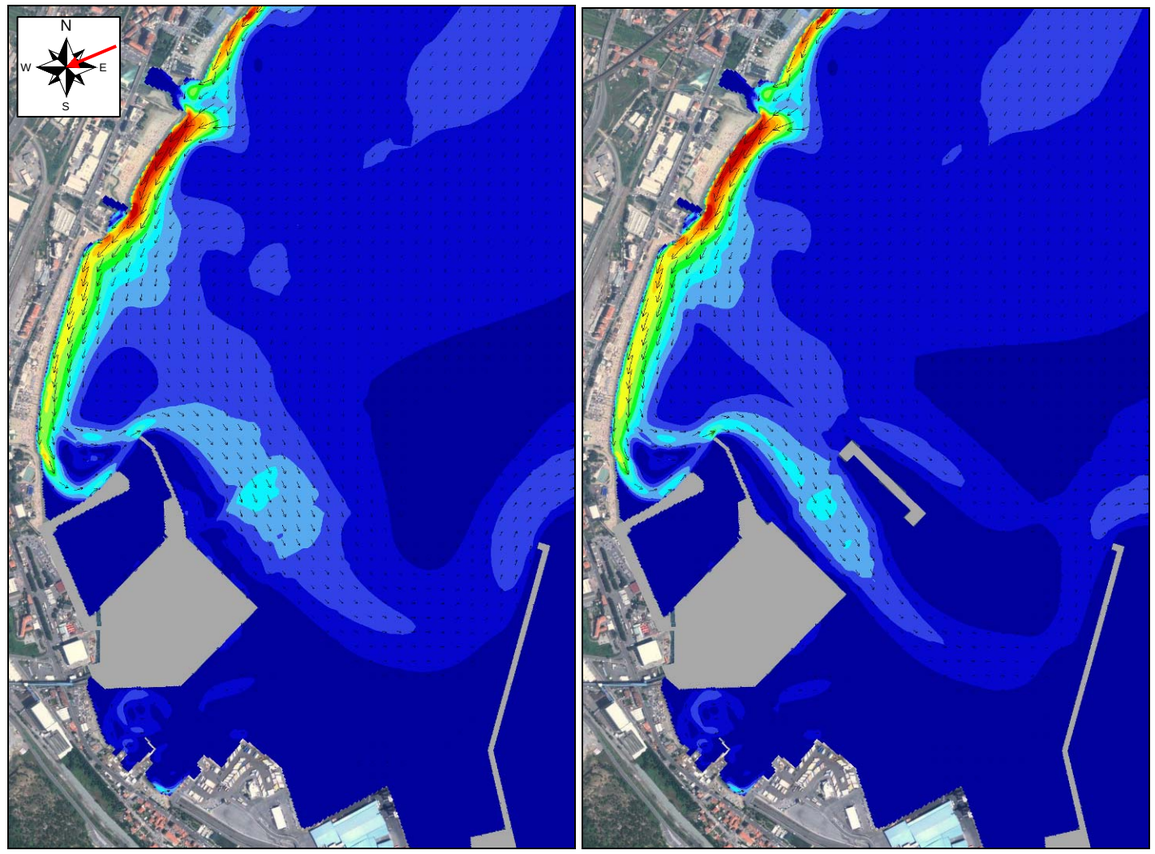


FIGURA 13-91 – TEST1 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

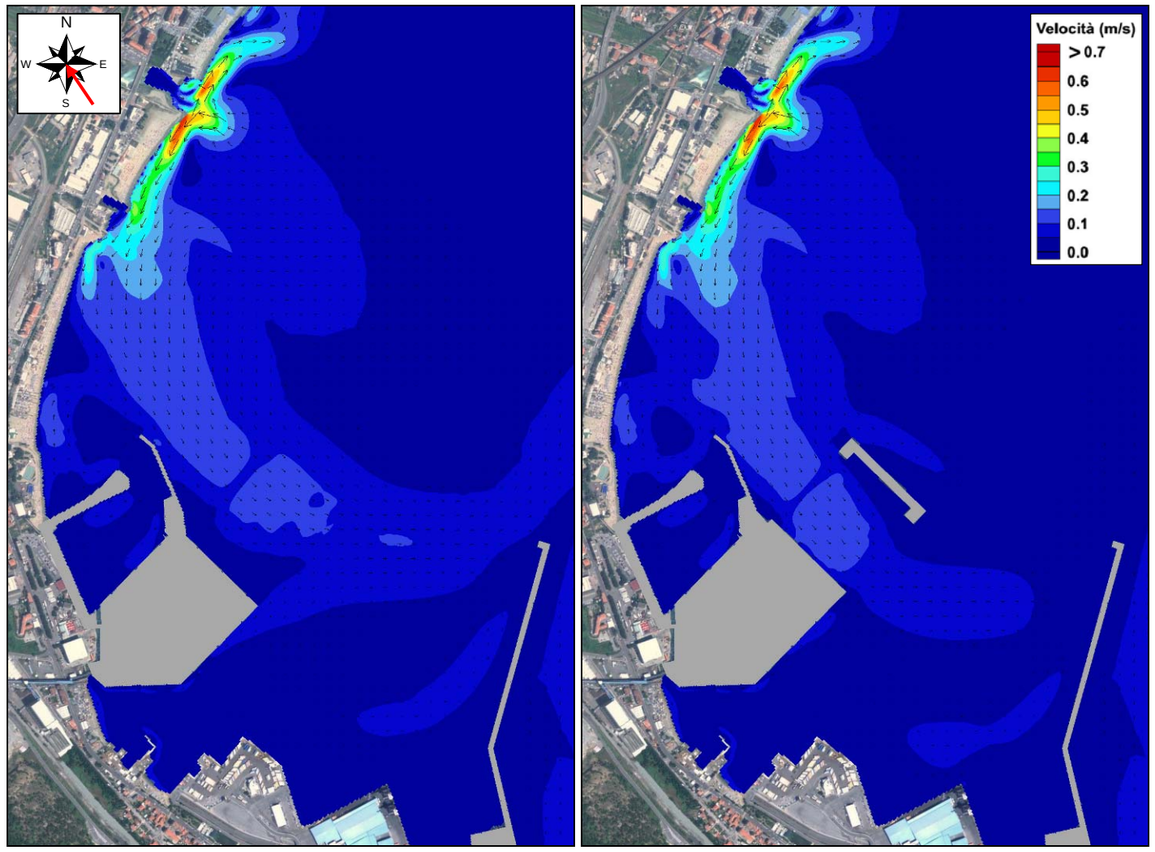


FIGURA 13-92 – TEST2 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

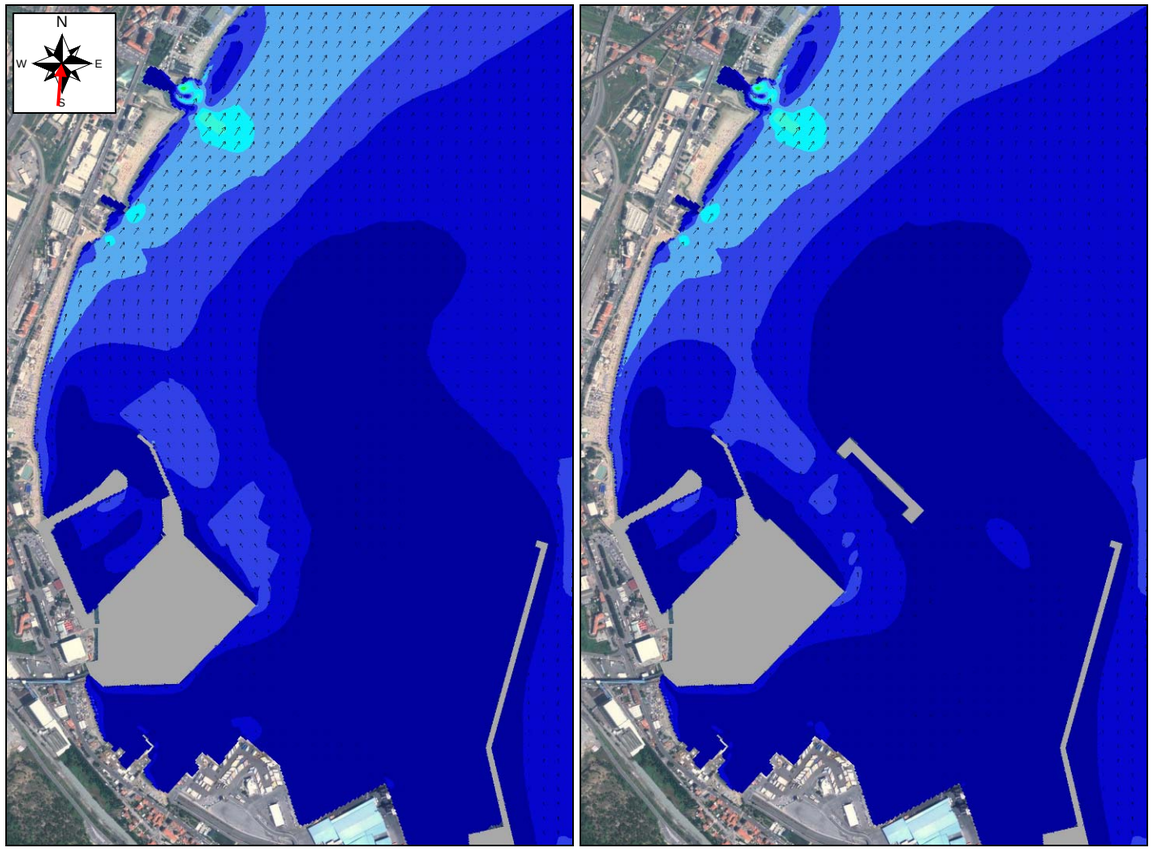


FIGURA 13-93 – TEST3 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

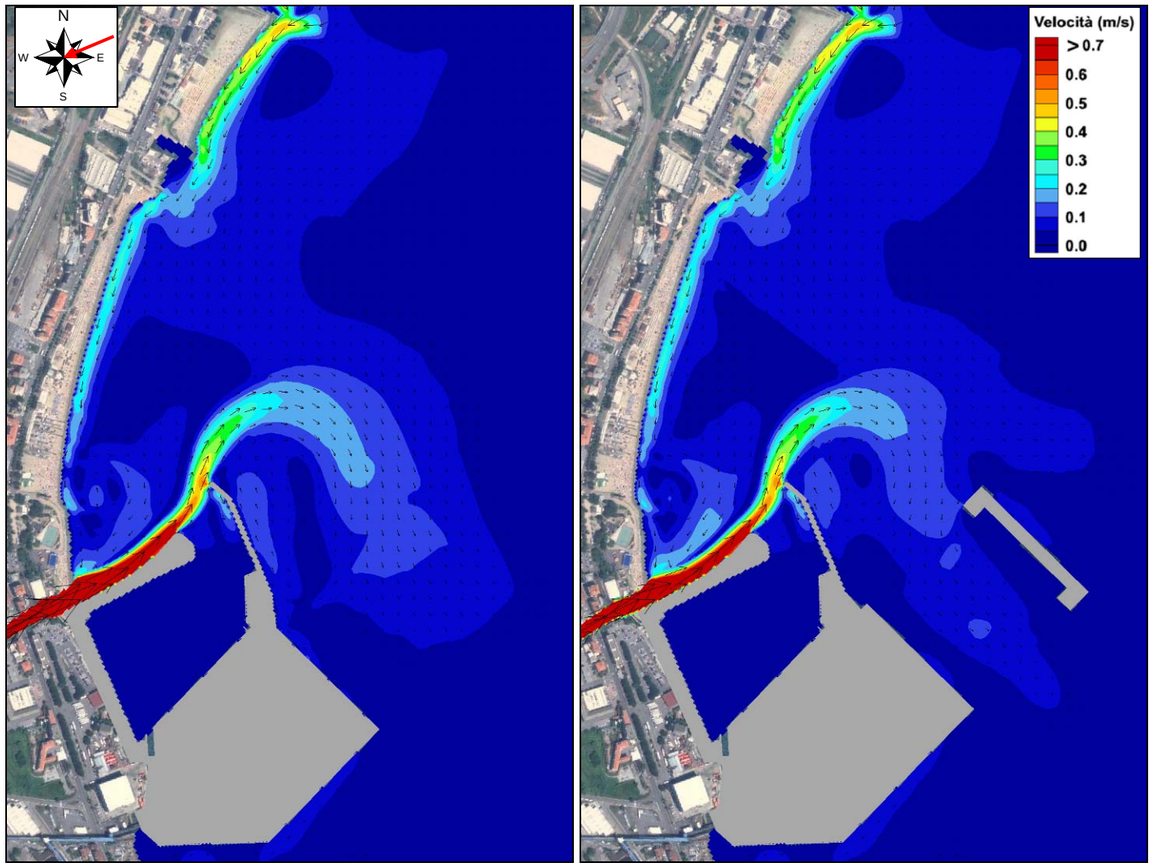


FIGURA 13-94 – TEST4 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

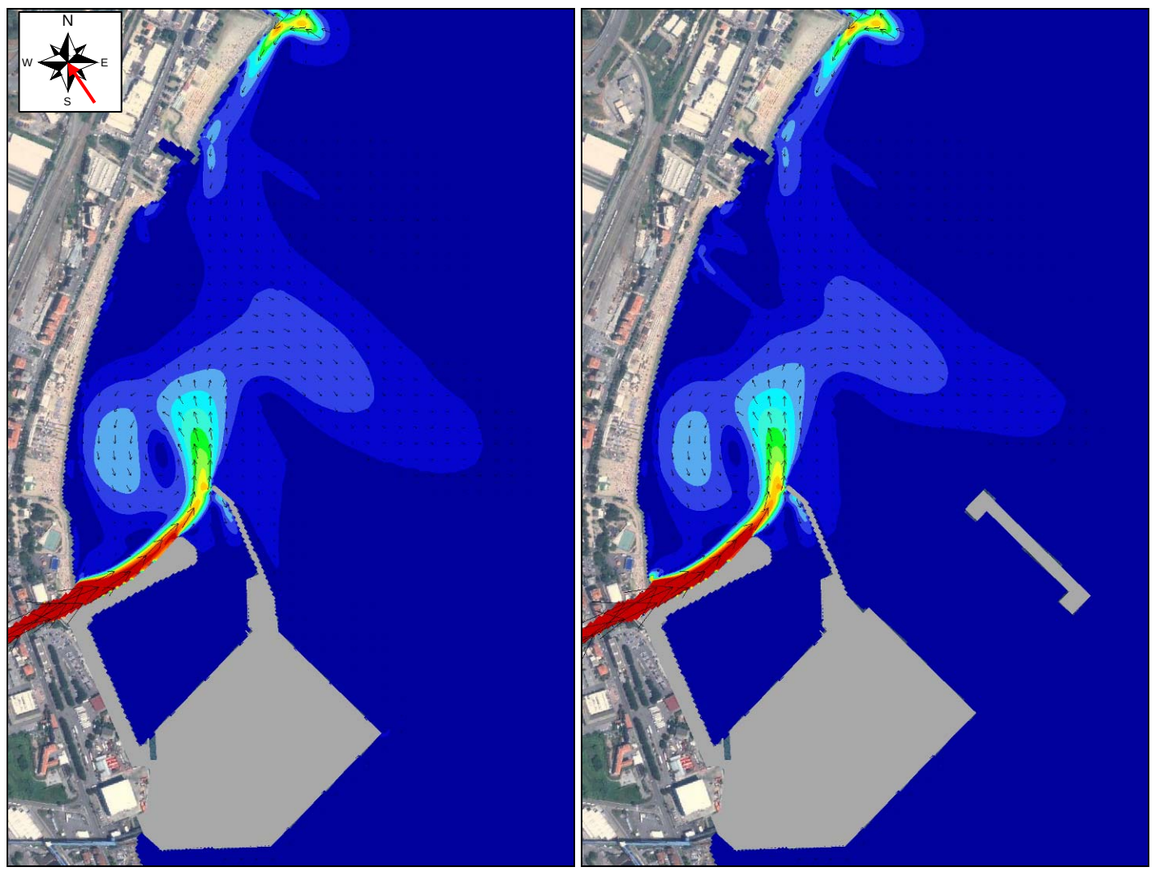


FIGURA 13-95 – TEST5 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

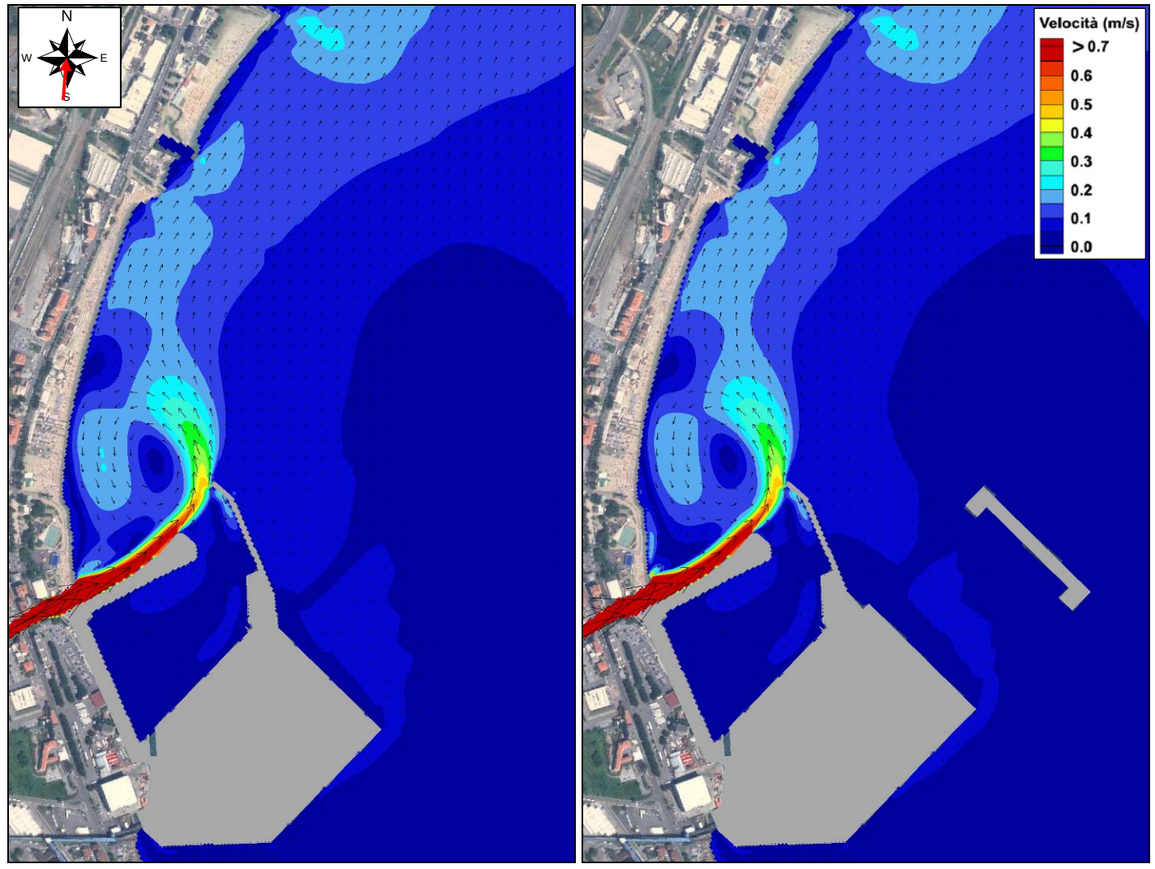


FIGURA 13-96 – TEST6 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

13.4.2.3 Trasporto solido litoraneo e tendenze evolutive del fondale

I risultati in termini di trasporto solido per la configurazione di variante in fase di esercizio, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 13-97 a Figura 13-102) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. Per ciascuna delle mareggiate analizzate sono stati riportati i risultati che rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

Dai risultati ottenuti in termini di trasporto solido, come già osservato per le circolazioni litoranee, si evidenzia che la presenza dei cassoni di testata in fase di esercizio determina variazioni assolutamente marginali per tutti i test analizzati. Il trasporto solido, del resto, si verifica sono in prossimità della linea di riva, dove si era già evidenziato che le differenze tra le due diverse configurazioni sono trascurabili.

Nel dettaglio, si osserva che la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) genera un trasporto solido invariato rispetto alla configurazione di riferimento. In entrambe le configurazioni analizzate, il trasporto solido è diretto verso Sud-Ovest e subisce una graduale diminuzione di intensità procedendo verso Sud. Nel tratto meridionale il trasporto, caratterizzato da bassa mobilitazione, prosegue poco oltre la scogliera radente a protezione del campo da basket fino ad annullarsi poco a Nord della foce del T. Segno.

Anche per la mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2) si osserva un trasporto solido invariato rispetto alla configurazione di riferimento, che interessa sostanzialmente solo il tratto più a Nord del litorale e che si annulla poco a Sud dell'area camper.

Per la mareggiata di Mezzogiorno (TEST 3) non si osservano variazioni del trasporto, che, come per lo Scirocco, interessa sostanzialmente solo tratti di litorale piuttosto distanti dalle nuove opere..

Per quanto riguarda la mobilitazione di sedimenti generata dalle mareggiate caratterizzate da frequenza maggiore (5gg/anno), non si osservano variazioni del trasporto solido nella configurazione di variante.

Per l'evento di piena si osserva ancora una volta che l'intenso trasporto di materiale potenzialmente generato (si tratta sempre e comunque della frazione di sabbia medio fine) lungo l'asta fluviale si riduce molto rapidamente in uscita dalla foce; si osserva, inoltre, che tale dinamica non risulta in alcun modo influenzata dalla presenza delle opere in variante.

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

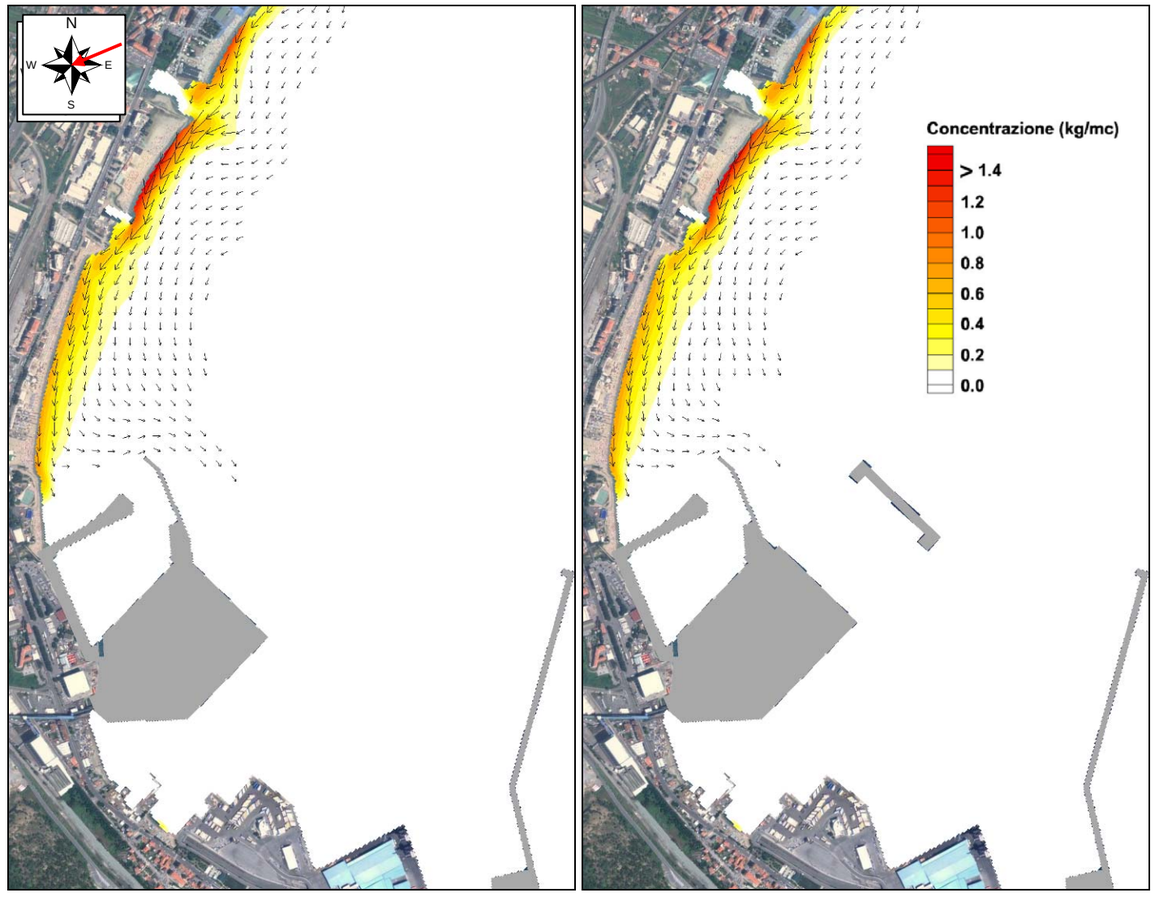


FIGURA 13-97 – TEST1 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

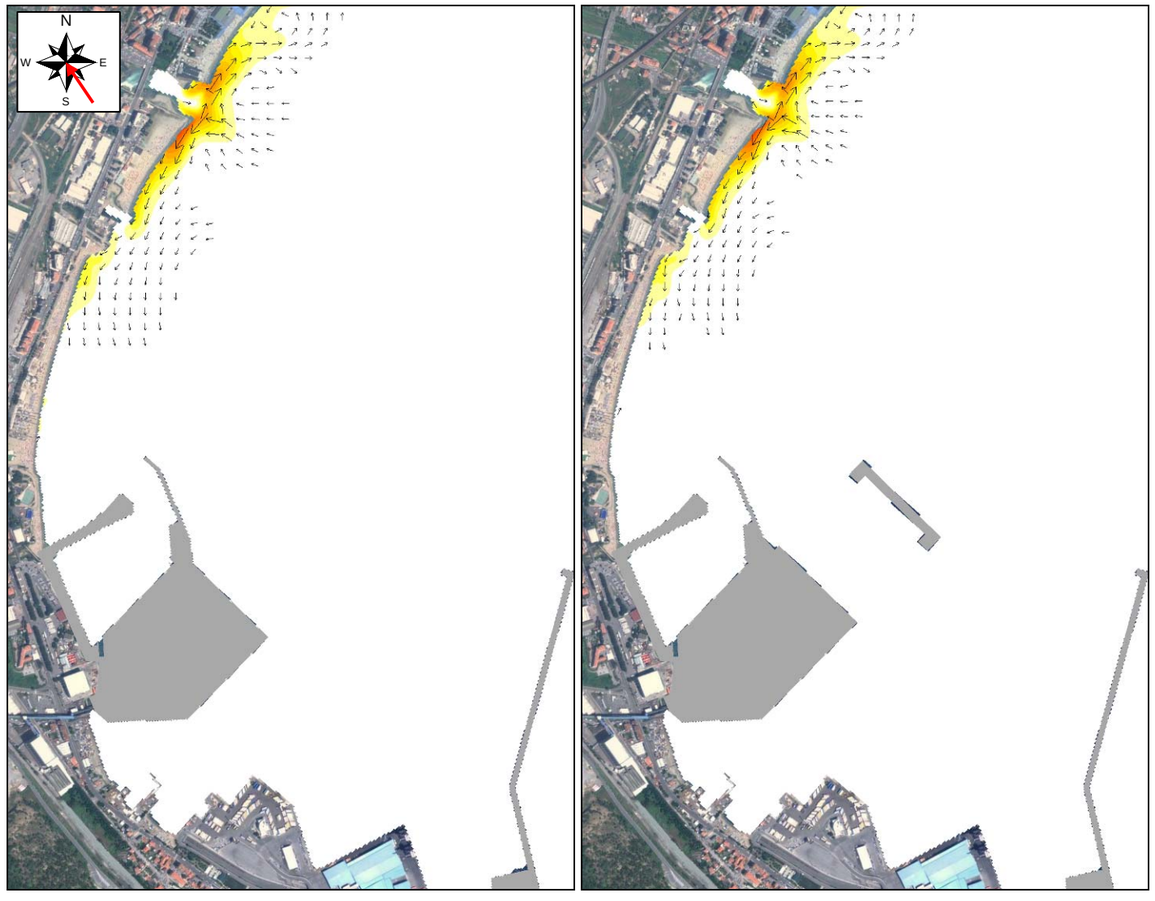


FIGURA 13-98 – TEST2 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

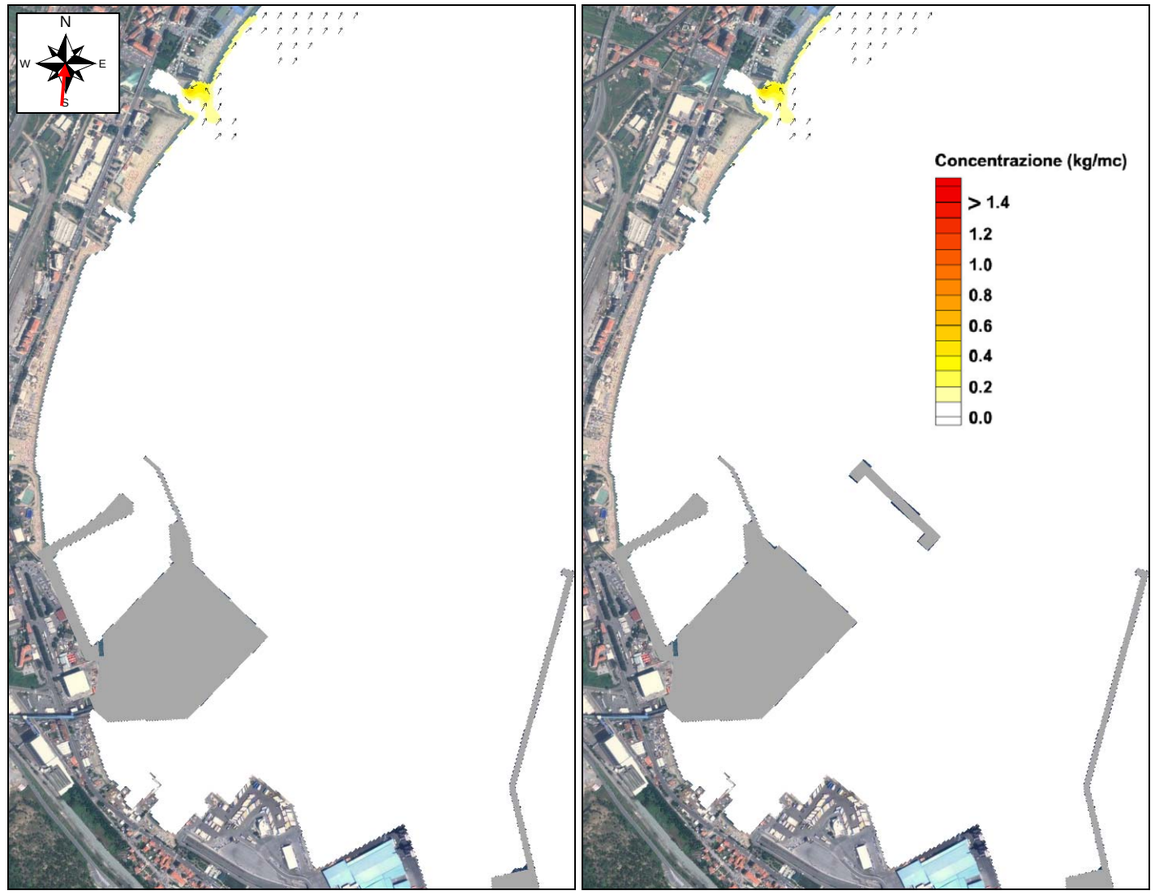


FIGURA 13-99 – TEST3 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

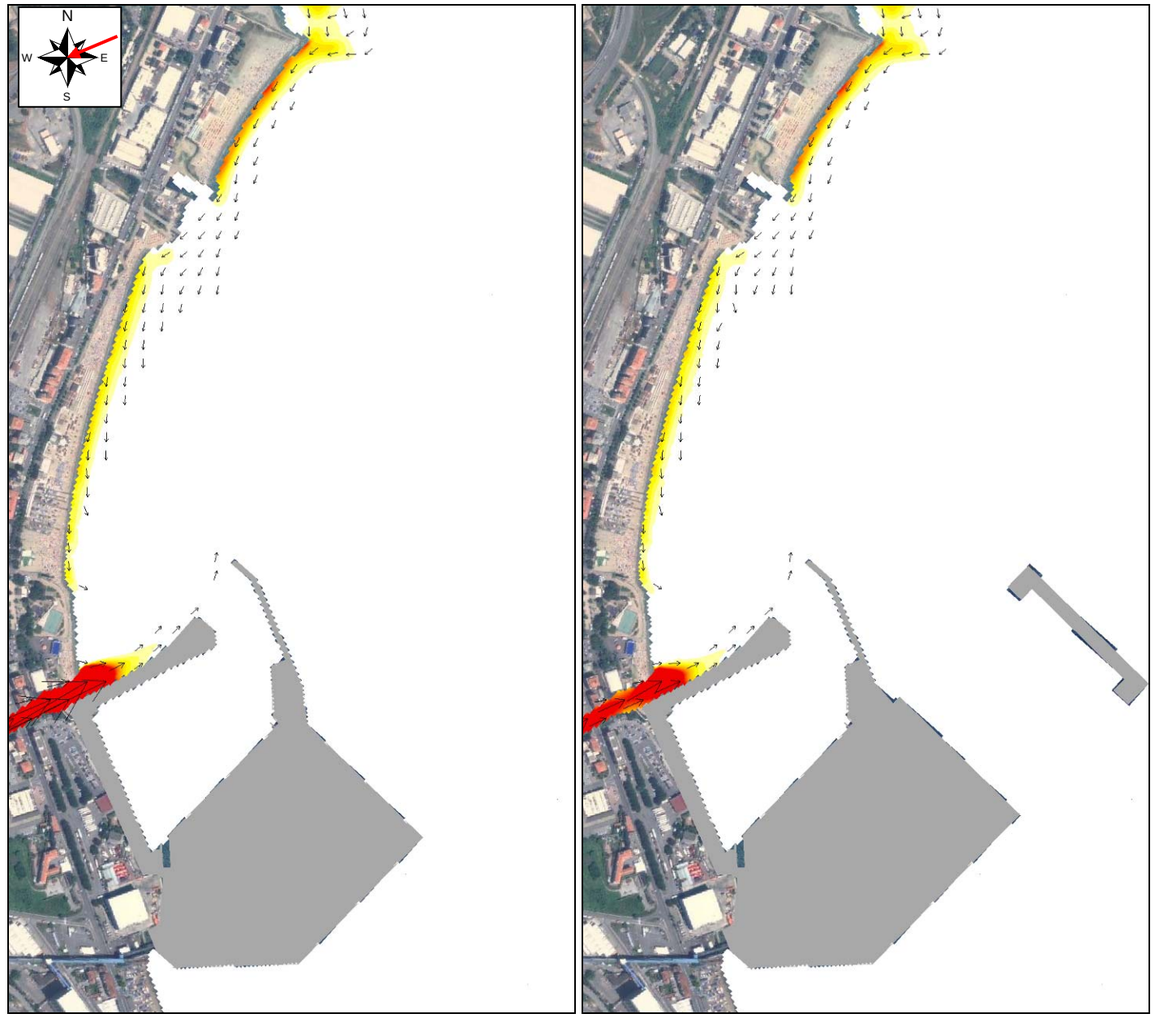


FIGURA 13-100 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

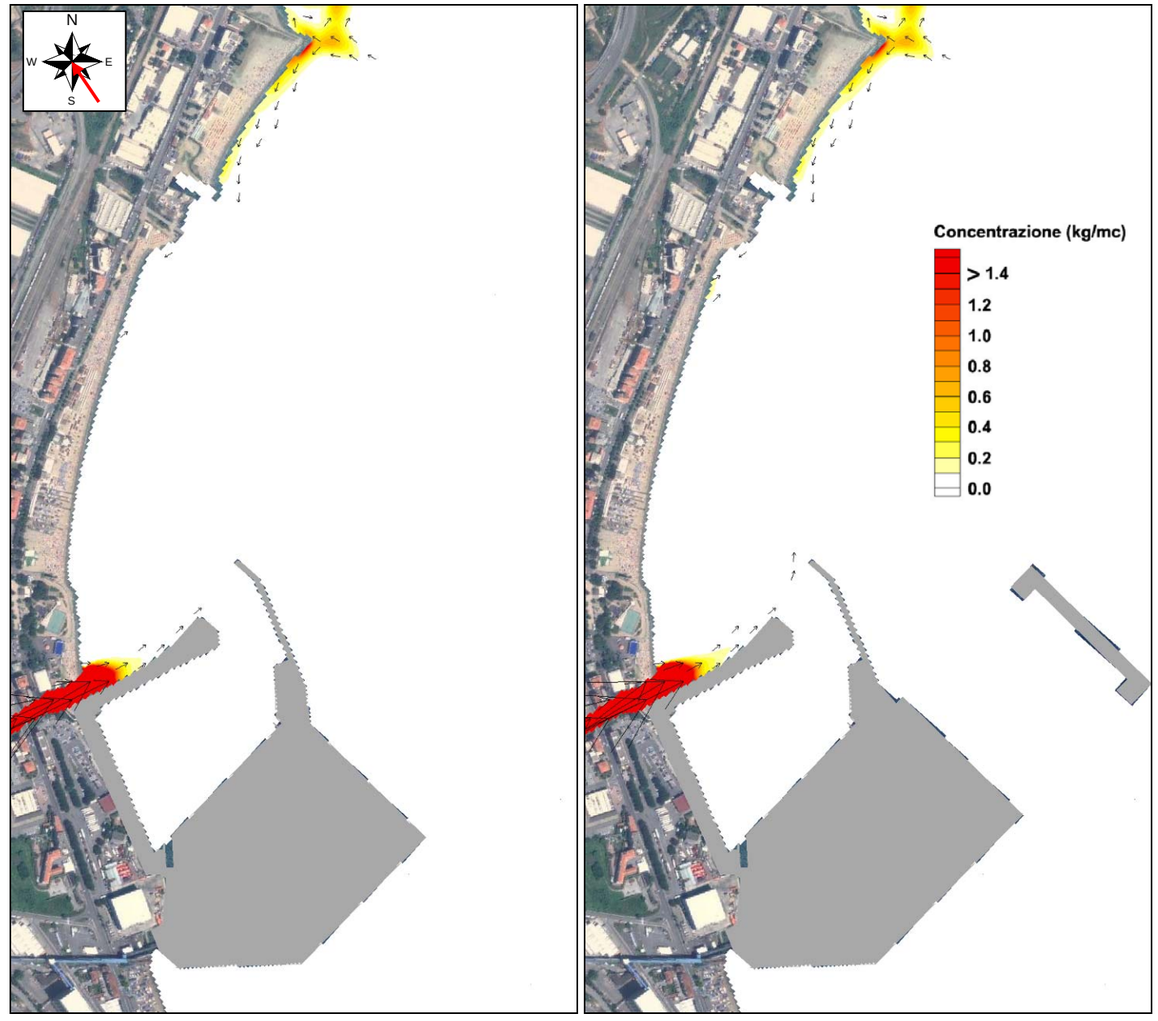


FIGURA 13-101 – TEST5 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

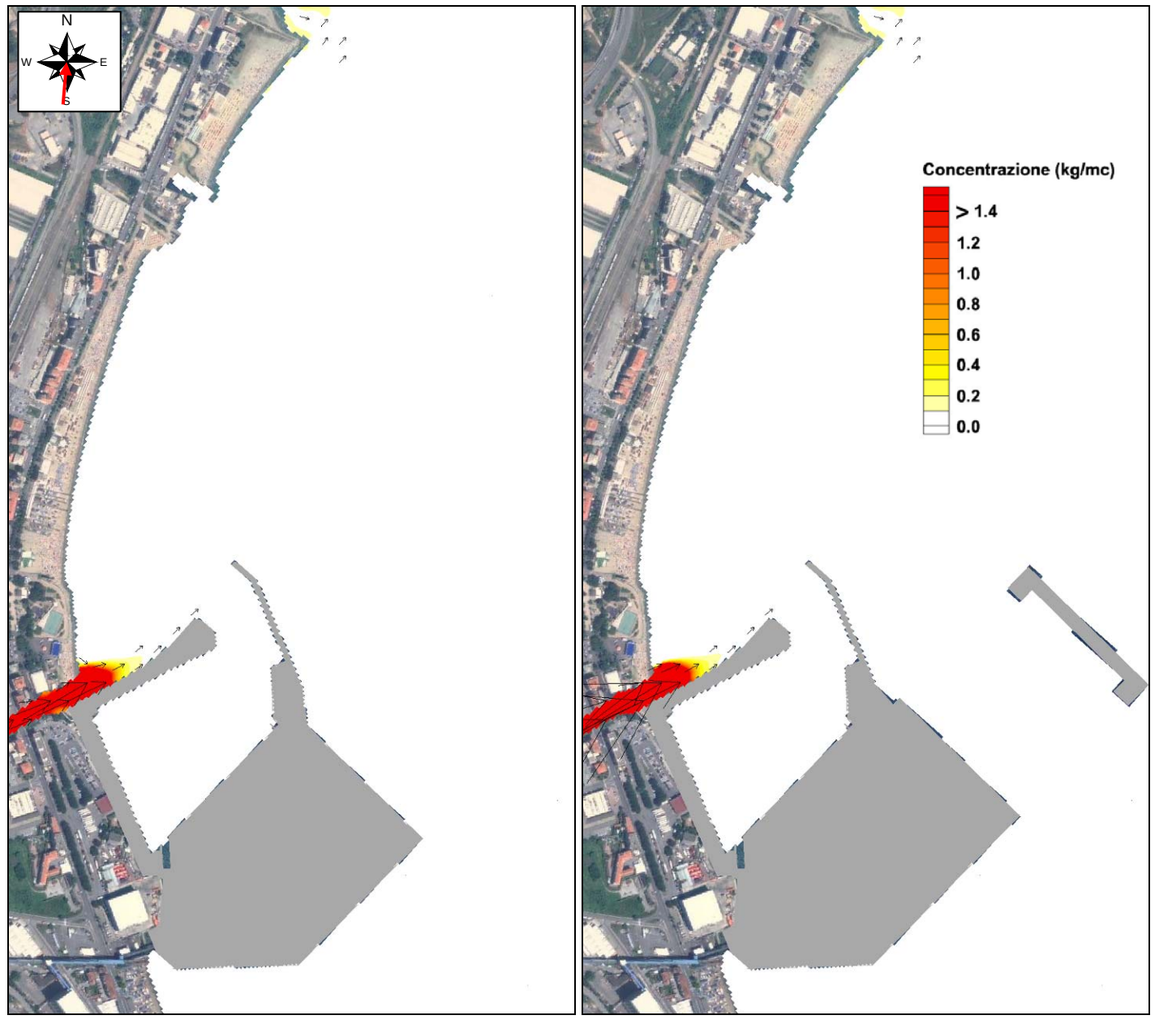


FIGURA 13-102 – TEST6 - TRASPORTO SOLIDO
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

<u>Tendenze evolutive del fondale</u>

I risultati in termini di evoluzione del fondale, per la configurazione di variante in fase di esercizio, sono riportati nelle successive pagine (da Figura 13-103 a Figura 13-108) e messi a confronto con i risultati della corrispondente configurazione di riferimento. Le figure rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, le aree tendenzialmente soggette a erosione (valori negativi, blu) e quelle tendenzialmente soggette a deposizione (valori positivi, rossi).

Dai risultati si evidenzia che in linea generale, come già osservato per le circolazioni e il trasporto solido, la configurazione di variante in fase di esercizio non genera variazioni in termini di tendenza evolutiva del fondale.

Per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) si osserva infatti, in configurazione di variante, la medesima tendenza all'erosione del tratto di spiaggia di fronte al all'area camper e la deposizione del materiale a Sud.

Per le mareggiate di Scirocco e Mezzogiorno con frequenza di 1g/anno (TEST 2 e 3), non si osserva alcuna variazione nella tendenza evolutiva del fondale in configurazione di variante e nell'area di interesse non si osserva alcuna evoluzione.

I sedimenti trasportati a mare dalle piene del Segno precipitano sul fondale immediatamente a valle della sezione di foce ed il fenomeno non risulta influenzato dalla diversa configurazione delle opere.

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

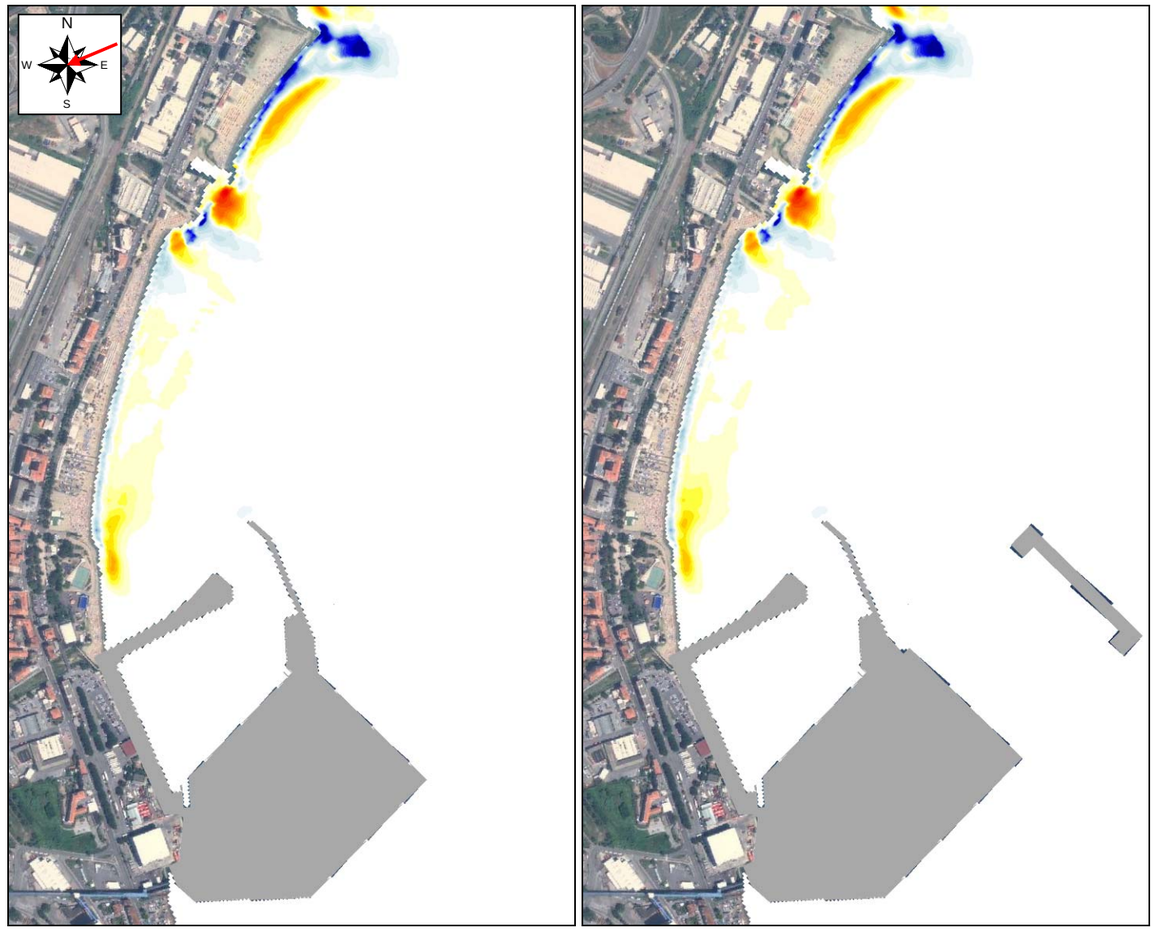


FIGURA 13-103 – TEST1 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

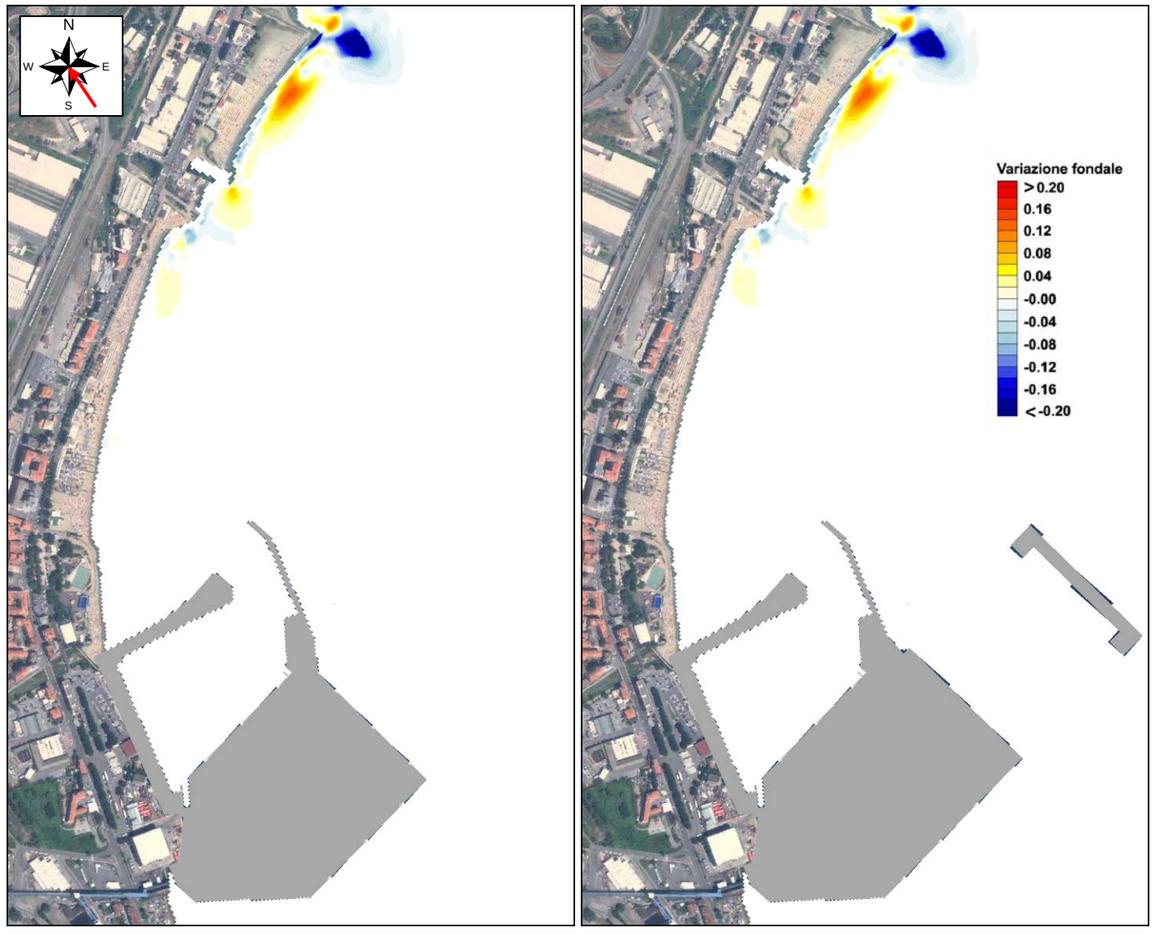


FIGURA 13-104 – TEST2 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

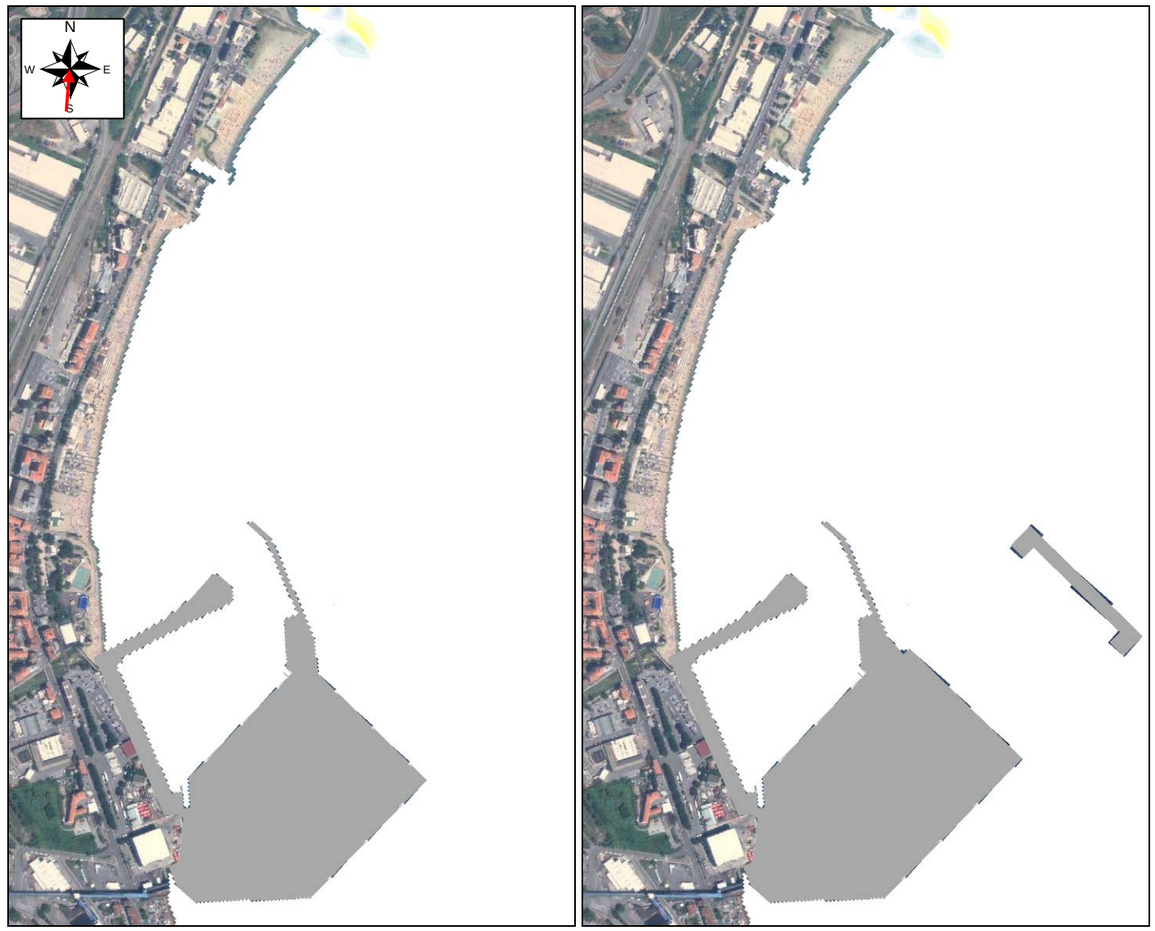


FIGURA 13-105 – TEST3 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Tendenza evolutiva del fondale indotta da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

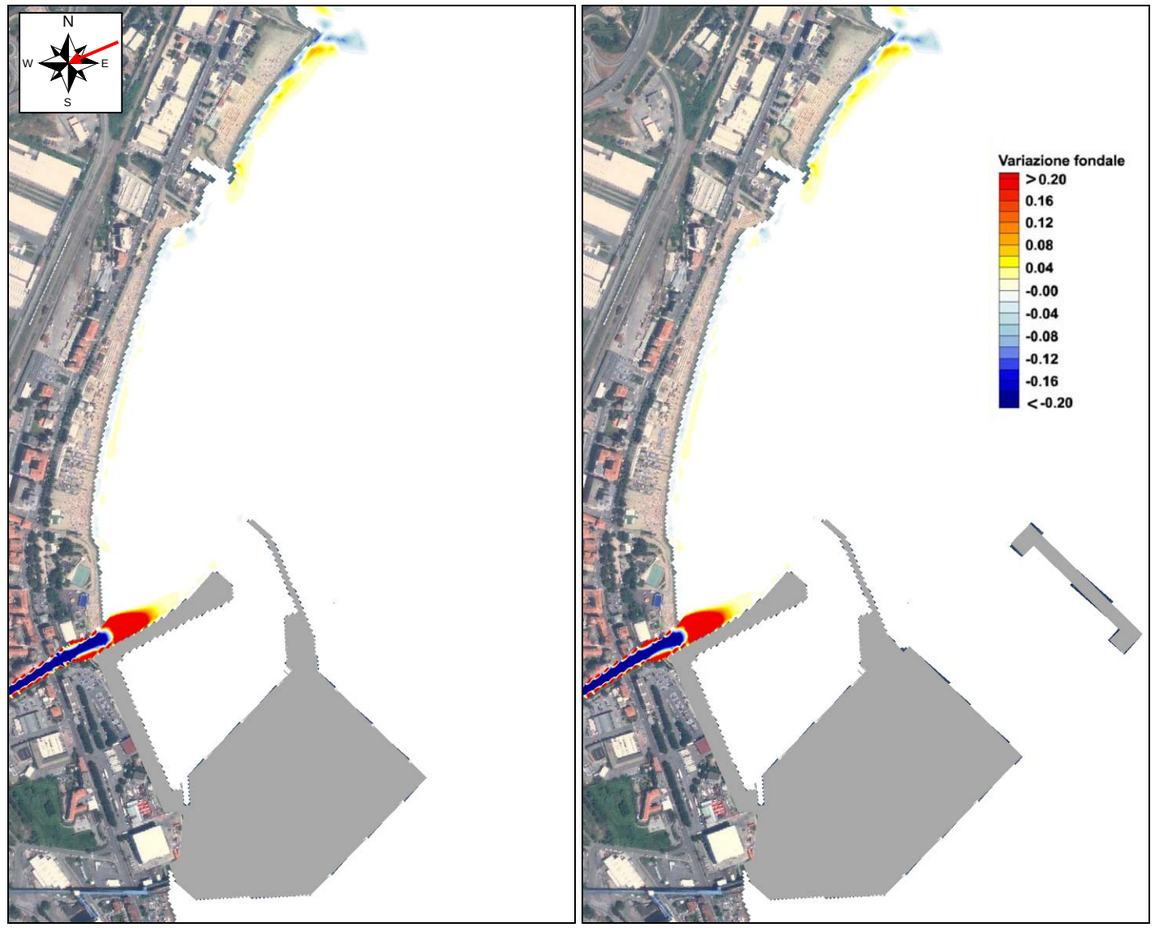


FIGURA 13-106 – TEST4 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

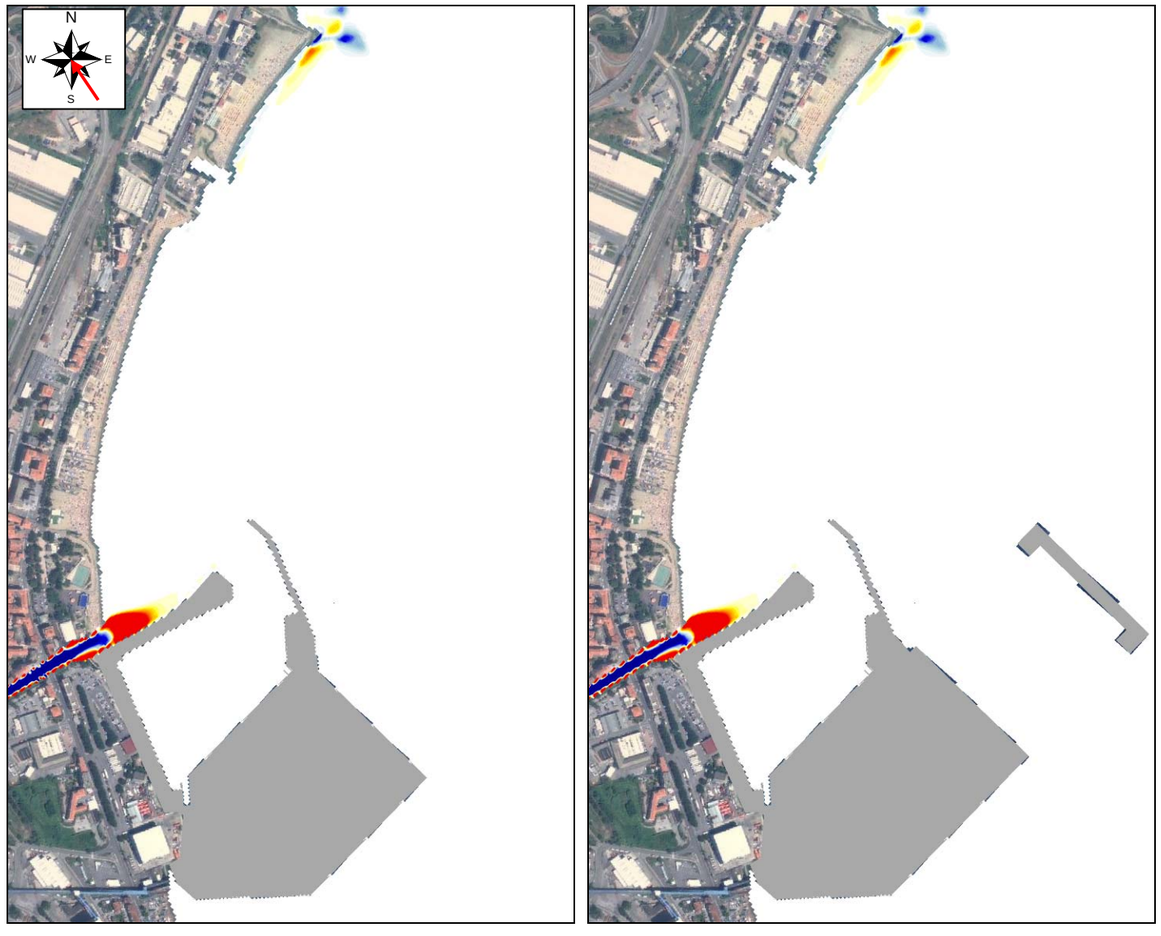


FIGURA 13-107 – TEST5 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

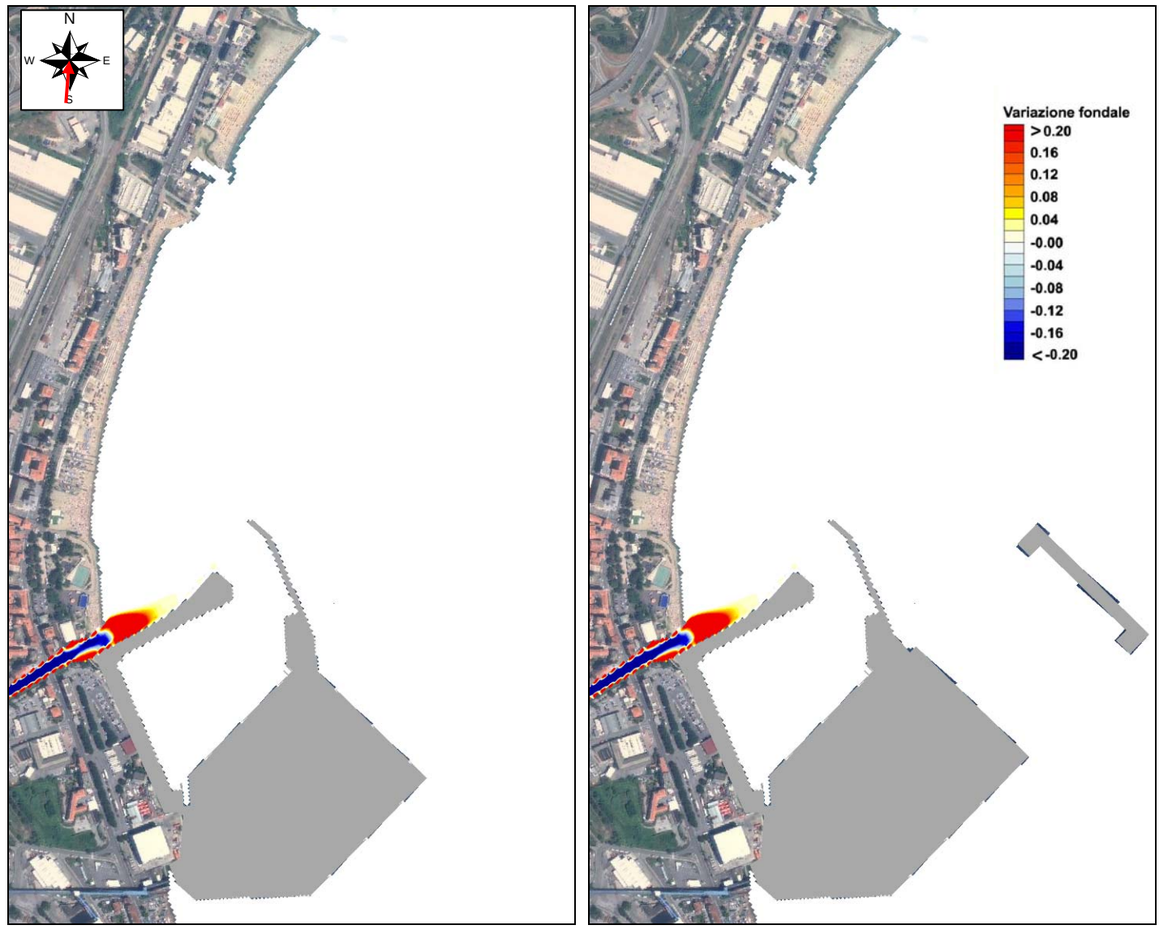


FIGURA 13-108 – TEST6 - EVOLUZIONE DEL FONDALE
CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO (SINISTRA) E DI VARIANTE (DESTRA)
IN FASE DI ESERCIZIO
HS = 1.61 M - TP = 6.80 S – DIR = 185°N

13.4.2.4 Qualità delle acque marino costiere

Per le analisi della dispersione di un tracciante non conservativo di tipo batterico sono state eseguite delle simulazioni applicando le medesime condizioni in termini di forzanti al contorno e di condizioni di rilascio applicate alle simulazioni numeriche nella situazione di riferimento di Progetto Definitivo in fase di esercizio.

I risultati delle analisi sono presentati nelle seguenti figure da Figura 13-109 a Figura 13-116. I risultati presentati rappresentano la mappa delle concentrazioni del tracciante non conservativo di tipo batterico nello strato superficiale considerando differenti sorgenti di rilascio. Le mappe di concentrazione si riferiscono all'istante finale dello scarico - il momento in cui si osservano maggiori valori di concentrazione, a 3 ore dalla fine dello scarico e a 6 ore dalla fine dello scarico.

Nelle figure vengono, inoltre, presentate anche le mappe con le distribuzioni spaziali delle differenze di concentrazione tra la configurazione con le Varianti di livello Esecutivo nella fase di esercizio e la rispettiva configurazione di riferimento sempre per i medesimi istanti temporali.

Si noti che le mappe delle differenze non vengono fornite per il torrente Quiliano e il Rio Lusso in quanto sempre al di sotto della soglia dello 0.1 per mille e, quindi, non significative.

Dai risultati è stato osservato che:

– I campi di concentrazione dei traccianti batterici presentano un pattern molto simile a quello osservato per la situazione di riferimento di Progetto Definitivo in fase di esercizio. Come già osservato, infatti, il tracciante passivo tende a disperdersi molto rapidamente attorno alla sorgente e nel raggio di qualche centinaia di metri il carico batterico viene diluito sotto la soglia del 1 ‰.

- In termini generali non si osservano significative differenze tra la situazione di Variante e quella di riferimento che rimangono sempre sotto la soglia del 1 ‰; l'area in cui si notano delle differenze è localizzata principalmente in corrispondenza dell'area sul pali della piattaforma e nella porzione di mare di fronte al nuovo molo della darsena turistica.
- In riferimento al Rio Fontanazza ed al T. Segno le differenze osservate rispetto alla situazione di riferimento sono nell'ordine dello 0.1 – 0.4 ‰ nell'istante finale della simulazione corrispondente al momento di massima concentrazione del tracciante batterico (t = 72 ore) e tendono ulteriormente a diminuire nelle ore successive. In riferimento al Rio Sant'Elena si osserva un aumento della concentrazione relativa a ridosso dei cassoni esterni nell'ordine dello 0.1 – 0.4 ‰ nell'istante finale della simulazione che tende anch'esso a diminuire nelle ore successive.
- Anche in questo caso il decadimento del carico batterico prima della completa scomparsa è rapido; nell'ordine di 6-8 ore per tutti i casi ad eccezione del Rio Sant'Elena che è nell'ordine di 9 ore.
- L'effetto combinato della dispersione e della mortalità naturale batterica fa sì che il carico batterico venga abbattuto sotto la soglia del 1 per mille in un tempo ed in uno spazio ridotto. L'inserimento dei cassoni a notevole distanza dalla linea di costa non è in grado di interferire sulla dinamica dispersiva del tracciante e l'effetto che ne risulta è pertanto minimo e del tutto trascurabile.

In conclusione, la riduzione del tempo di ricambio nello specchio acqueo corrispondente alla zona a giorno della piattaforma non è in grado di influire in modo apprezzabile sulla dinamica dispersiva dei traccianti di tipo batterico. In prossimità della costa, cioè nelle aree adibite a balneazione, le differenze sono al di sotto di una soglia di significatività e, quindi, del tutto trascurabili, mentre nell'area a ridosso dei cassoni le differenze sono comunque molto contenute ed inferiori allo 0.4 ‰ in ogni istante temporale.

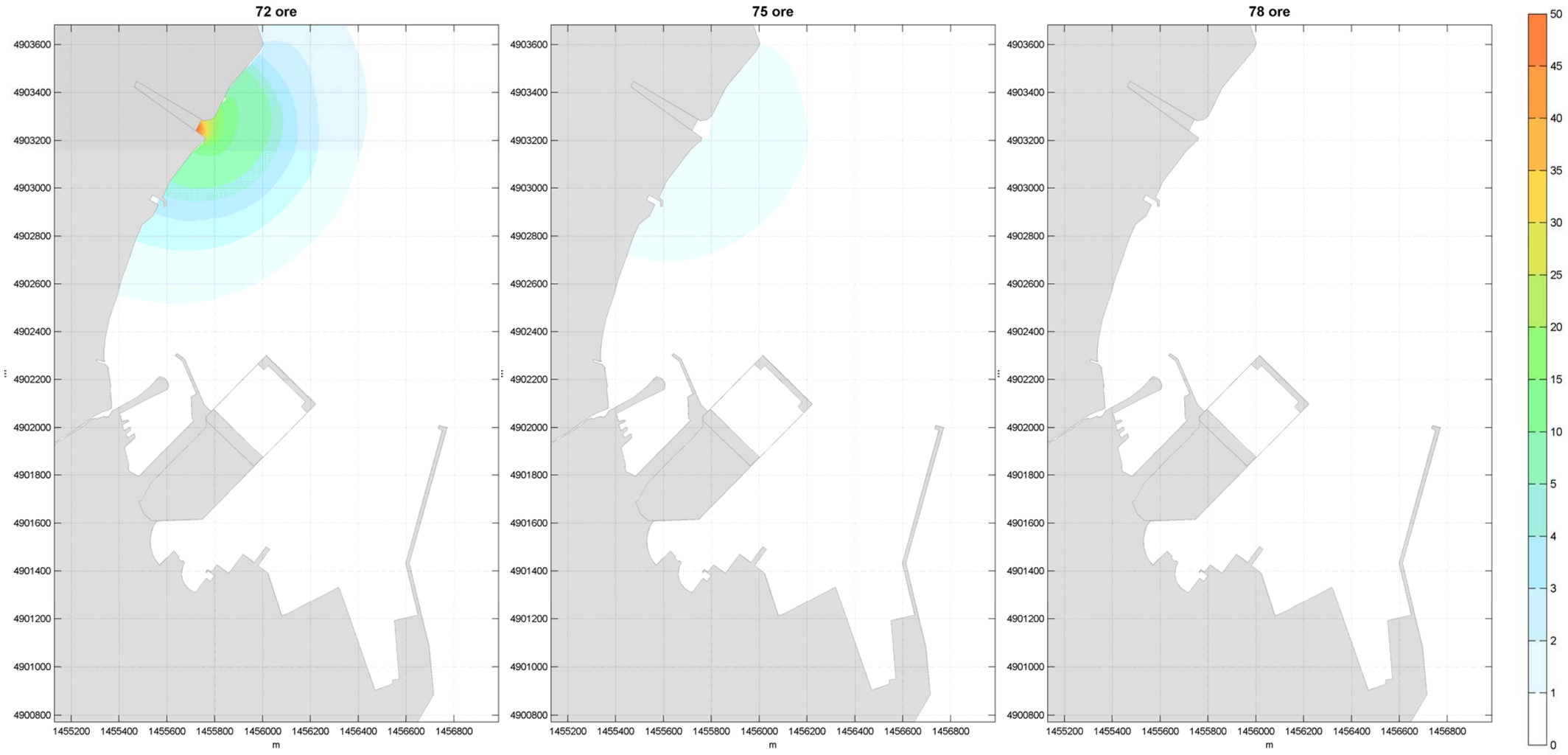


FIGURA 13-109 – RILASCIO FIUME QUILIANO - CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE – FASE DI ESERCIZIO

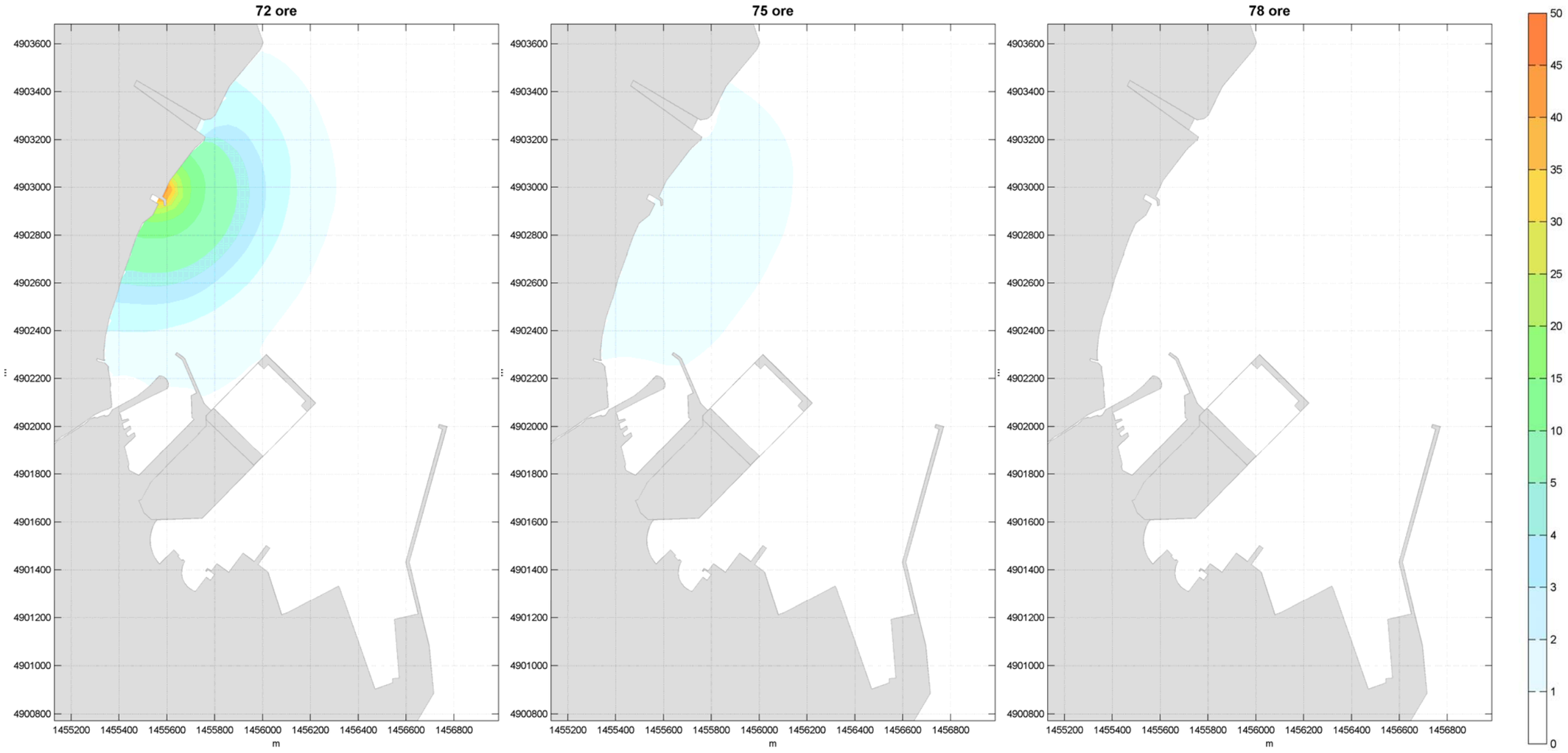


FIGURA 13-110 – RILASCIO RIO LUSSO - CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

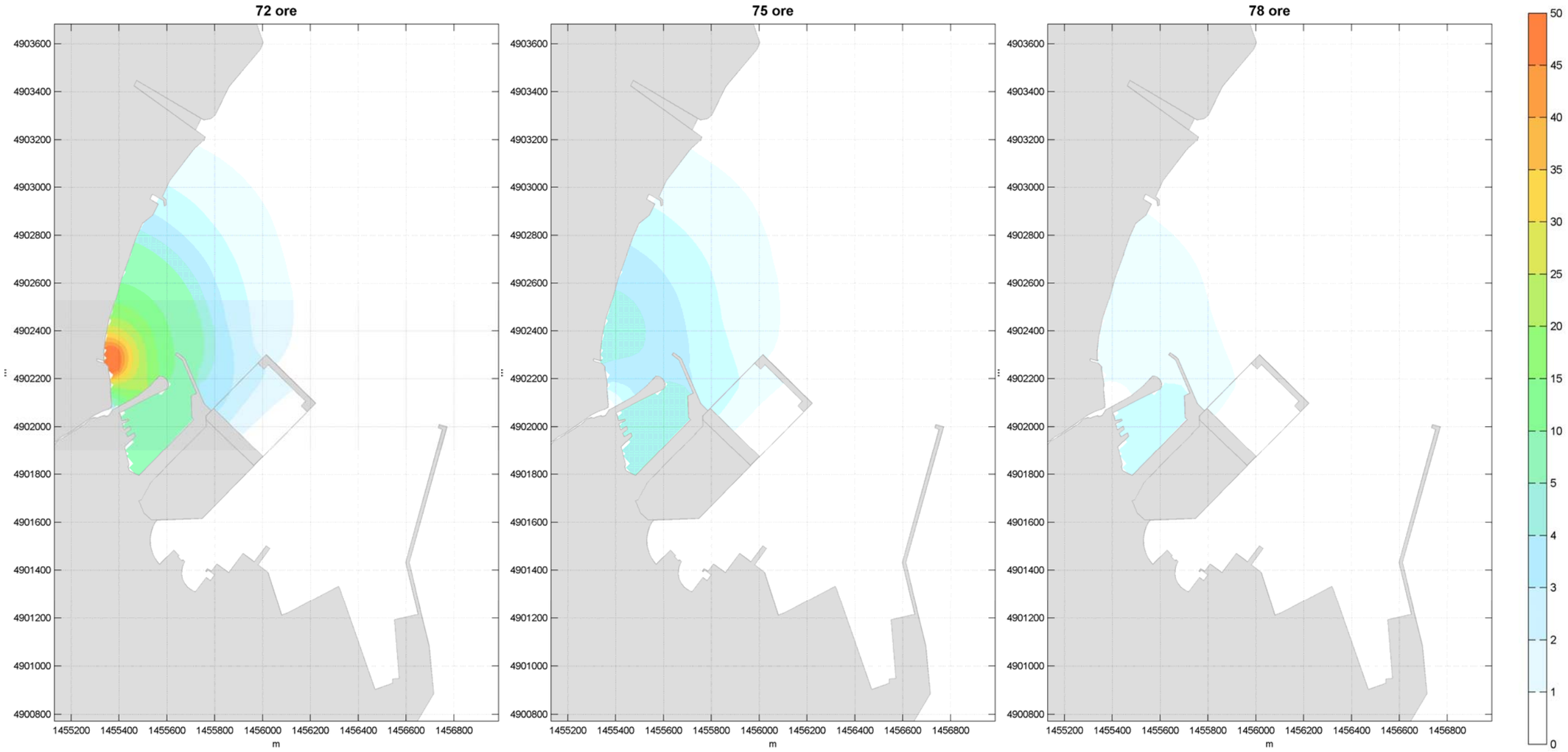


FIGURA 13-111 – RILASCIO RIO FONTANAZZA - CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

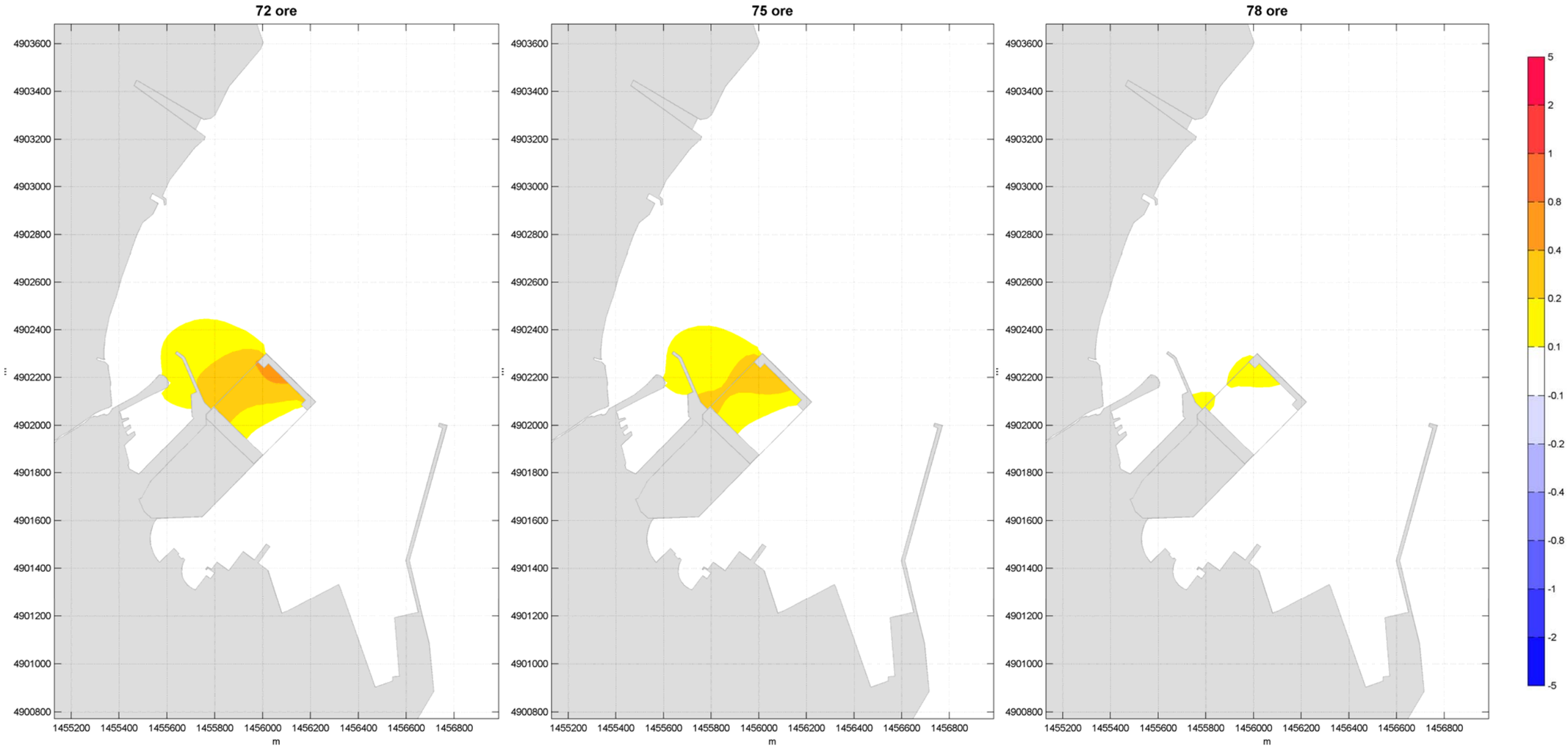


FIGURA 13-112 - – RILASCIO RIO FONTANAZZA - DIFFERENZE DI CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) TRA LA SITUAZIONE DI ESERCIZIO E QUELLA DI RIFERIMENTO AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

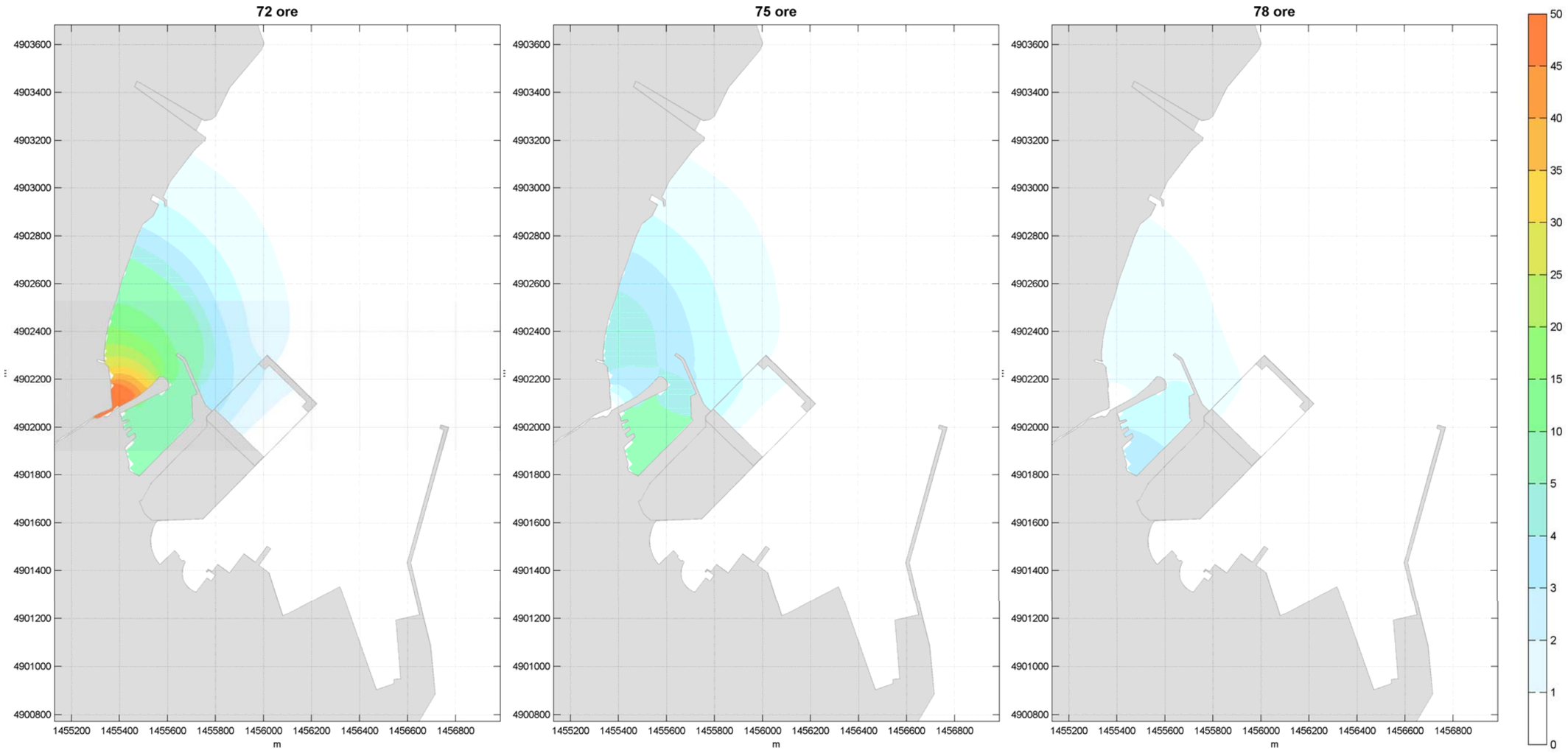


FIGURA 13-113 – RILASCIO TORRENTE SEGNO - CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

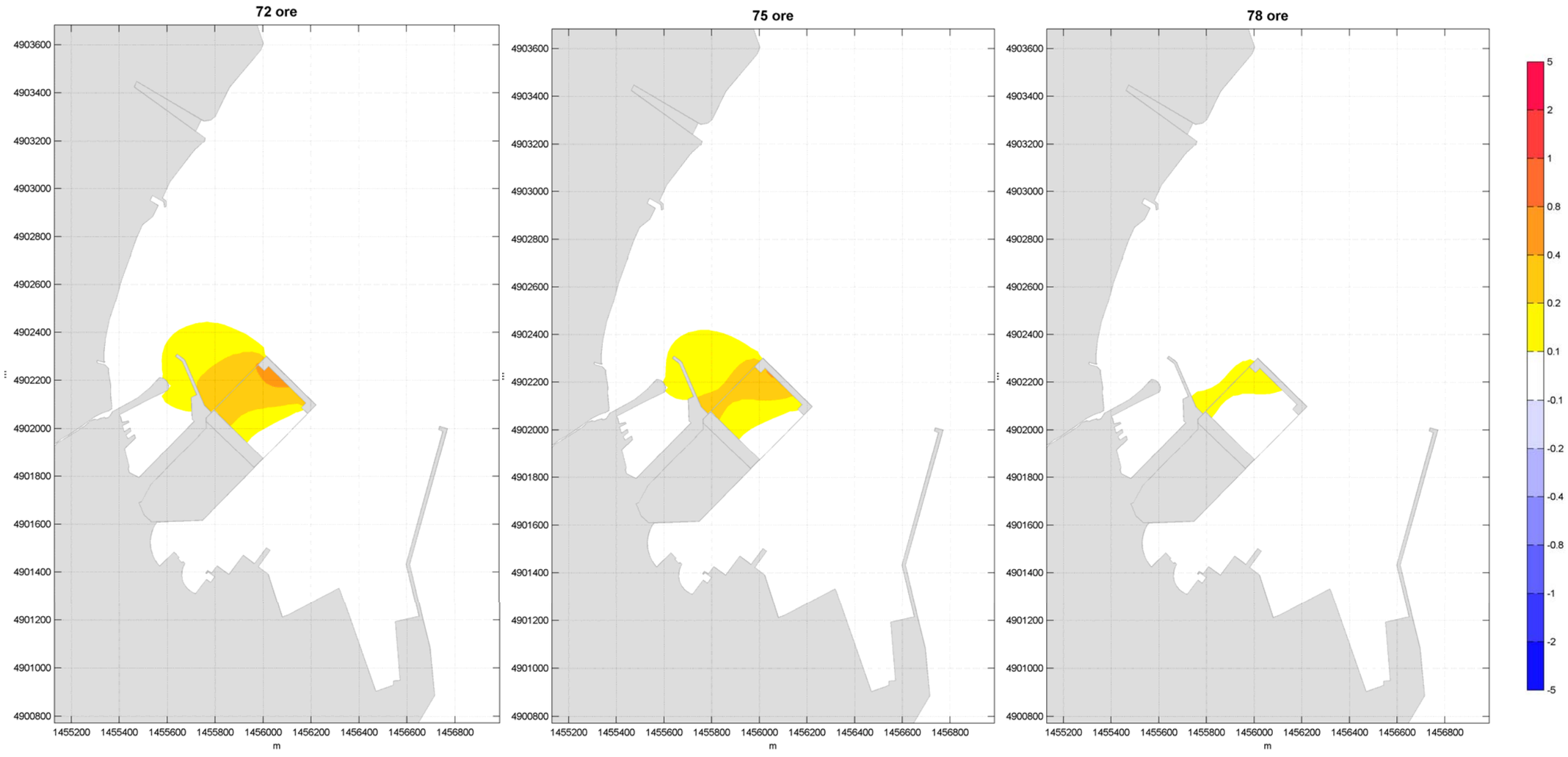


FIGURA 13-114 - – RILASCIO TORRENTE SEGNO - DIFFERENZE DI CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) TRA LA SITUAZIONE DI ESERCIZIO E QUELLA DI RIFERIMENTO AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

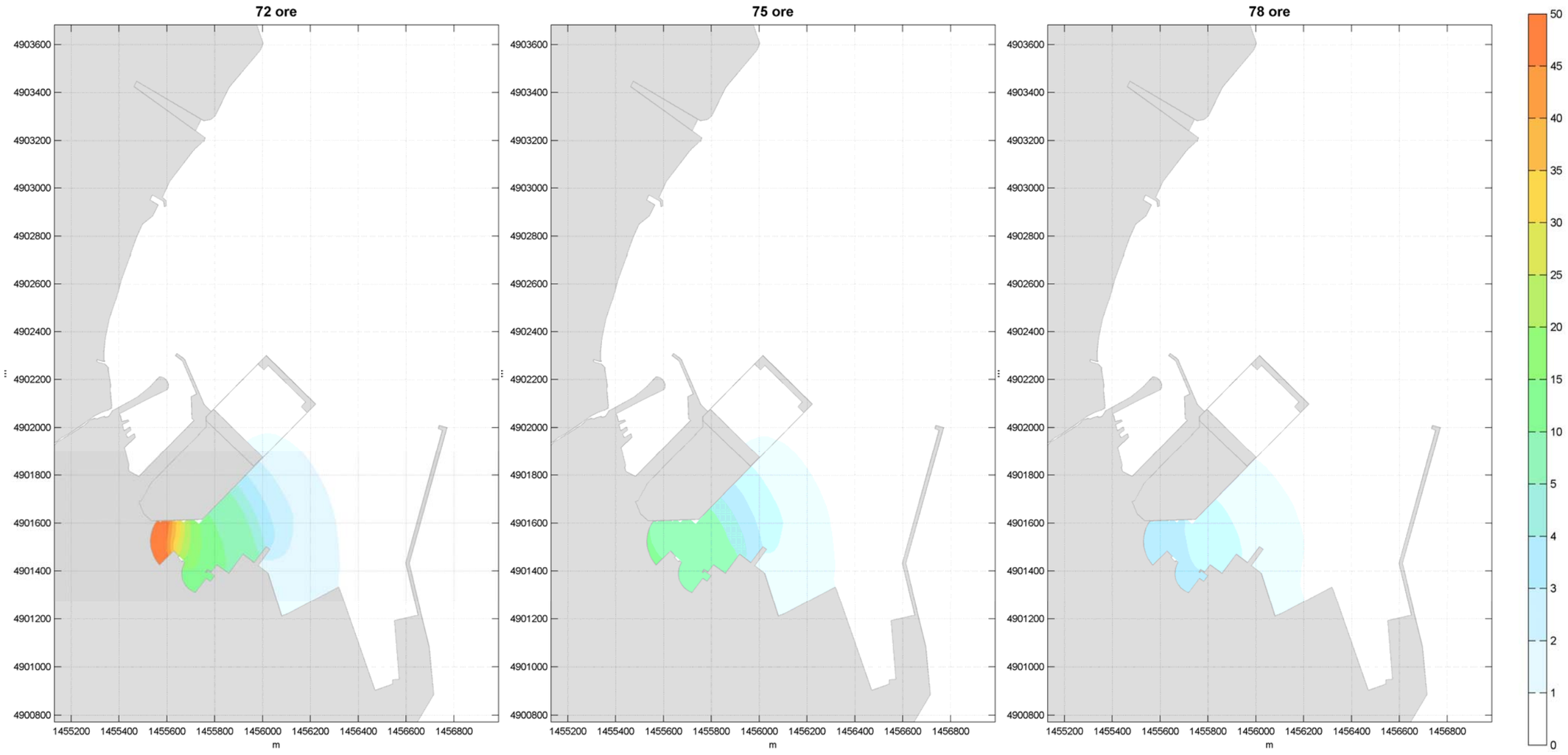


FIGURA 13-115 – RILASCIO RIO SANT'ELENA - CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

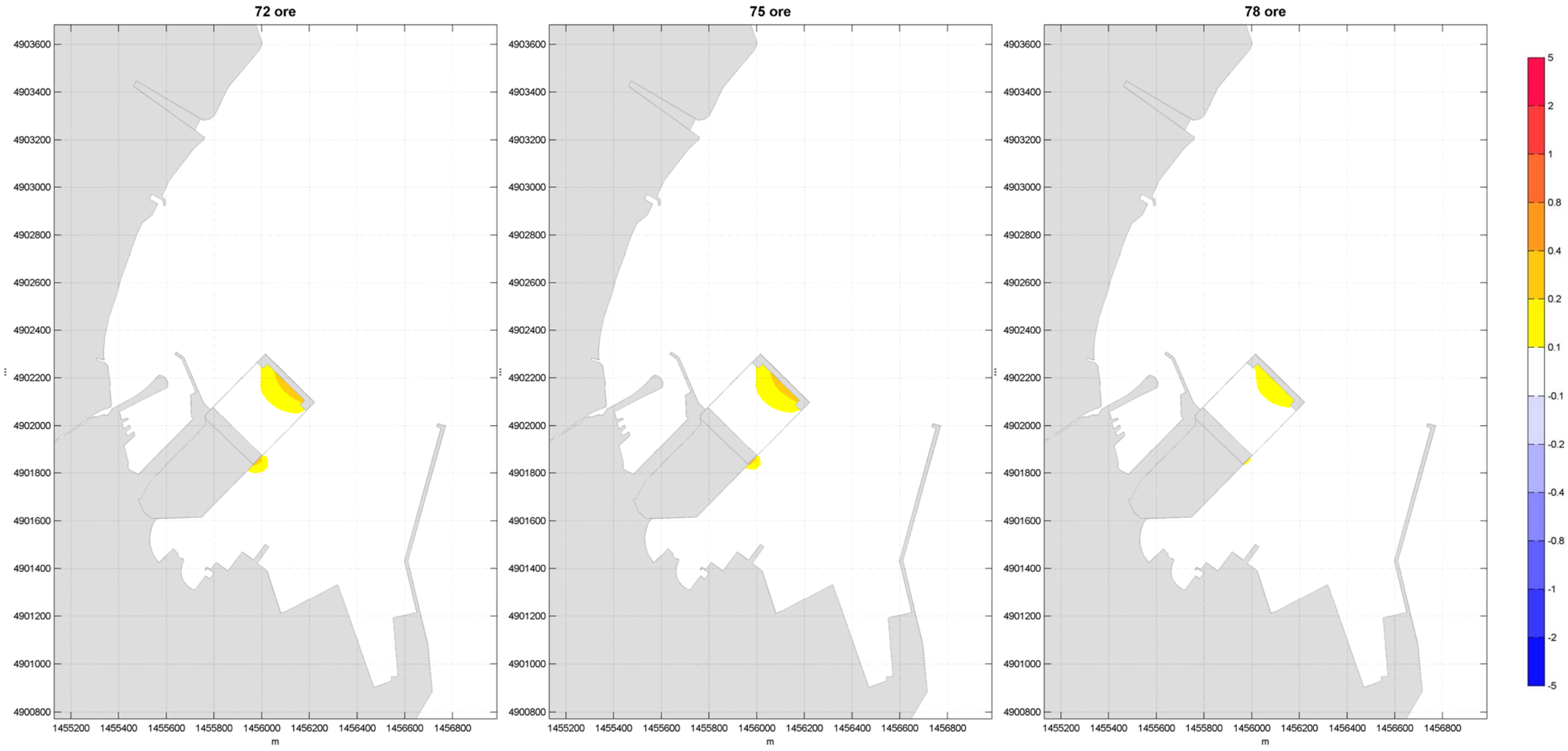


FIGURA 13-116 - – RILASCIO RIO SANT'ELENA - DIFFERENZE DI CONCENTRAZIONE DI ESCHERICHIA COLI (C/C_0 X 1000) TRA LA SITUAZIONE DI ESERCIZIO E QUELLA DI RIFERIMENTO AL TERMINE DEL RILASCIO, DOPO 3 ORE E DOPO 6 ORE– FASE DI ESERCIZIO

13.4.3. Suolo e sottosuolo

13.4.3.1 Ambiente terrestre

Le previsioni di impatto trascurabile individuate in sede di Progetto Definitivo non sono modificate per effetto dell'introduzione delle varianti di livello esecutivo. La piastra multifunzionale, infatti, si sviluppa unicamente a mare e le attività su essa previste non hanno un diretta ricaduta sull'ambiente a terra in termini di consumo e/o perdita di suolo. Il collegamento con la terraferma sarà costituito dal radicamento a terra, che sarà raccordato alla quota di 2,5 m s.l.m.m. e sul quale si intesterà il sovrappasso della Via Aurelia.

13.4.3.2 Ambiente marino costiero

<u>Tendenze evolutive del litorale</u>

Il presente paragrafo riporta, a confronto, i risultati delle simulazioni di evoluzione morfologica a 10 anni relativi alla configurazione di riferimento e di variante in fase di esercizio.

In questo caso, trattandosi della configurazione di esercizio, oltre alle opere proposte in variante (estensione verso mare dell'area in rilevato della piastra, modifica delle quote di estradosso dei cassoni nell'area a giorno e inserimento di una fila di cassoni pieni all'estremità lato mare della piastra), è stato rappresentato nel dominio di calcolo STWAVE anche l'allungamento/spostamento della diga foranea del porto di Vado (Figura 13-117). La propagazione del moto ondoso sottocosta è stata quindi eseguita sulla nuova griglia di calcolo e i risultati sono stati forniti in input al codice di calcolo STWAVE.

Il dominio di calcolo GENESIS, le condizioni al contorno del modello e le caratteristiche granulometriche dei sedimenti che costituiscono la spiaggia attiva sono state mantenute invariate rispetto a quelle della corrispondente simulazione relativa alla configurazione di riferimento).
Nel modello GENESIS, oltre all'allungamento della parte in rilevato della piastra multifunzionale, è stato opportunamente rappresentato anche il nuovo porto turistico, mediante l'accoppiamento di una barriera impermeabile collegata a terra con una struttura di tipo "non diffracting". La fila esterna di cassoni è stata invece rappresentata solamente nel modello STWAVE.
La linea di riva iniziale inserita nel modello è quella del rilievo di marzo 2010. Di seguito, in Figura 13-118, si riporta la griglia di calcolo GENESIS con le opere previste nella configurazione di variante in fase di esercizio.

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi rappresentati sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva, con riferimento all'intera griglia di calcolo (Figura 13-119). Come precedentemente accennato, al fine di valutare la stima degli impatti derivante dalla realizzazione delle opere proposte in variante, sono stati messi a confronto diretto i risultati delle simulazioni in configurazione di riferimento e di variante in fase di esercizio.

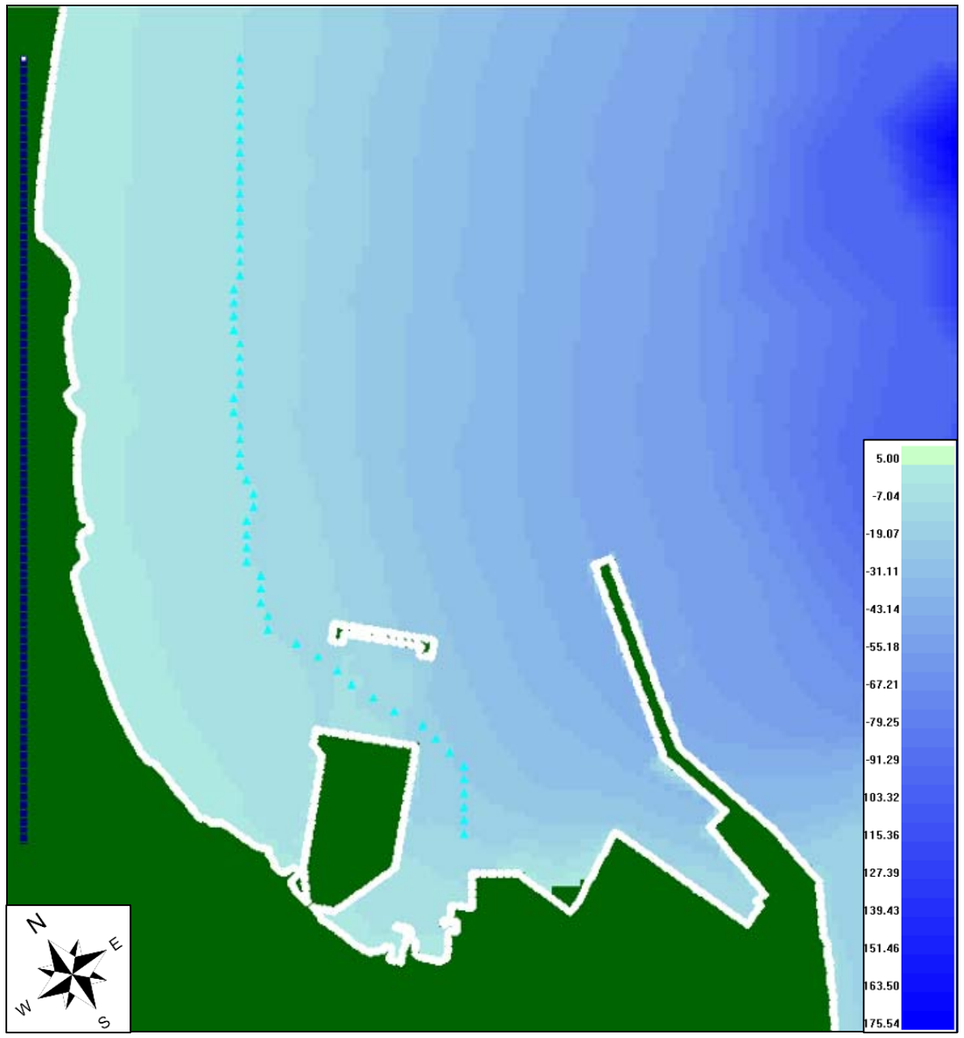


FIGURA 13-117 - GRIGLIA DI CALCOLO STWAVE – CONFIGURAZIONE DI VARIANTE IN FASE DI ESERCIZIO
UBICAZIONE DELLE BOE VIRTUALI (STAZIONI) POSTE ALLA PROFONDITÀ DI –10 M S.M.M.

Vengono sostanzialmente riproposte le considerazioni sviluppate in base a quanto riscontrato in fase di realizzazione: l'impatto degli interventi proposti in variante è limitato alla sola spiaggia compresa tra il piazzale dei camper e la foce del Segno. Si tratta sempre di variazioni modeste: il trasporto, orientato comunque verso Sud (verso il porto di Vado), si riduce per effetto della protezione offerta dalla fila esterna di cassoni proposta in variante. Nel tratto di litorale a Nord del campo da calcio (spiaggia di Zinola), il trasporto solido risulta diretto verso Nord-Est; il punto di inversione del trasporto si colloca tra il terrapieno e la foce del Quiliano. Da questo punto in poi il trasporto risulta sempre diretto verso Sud (ovvero verso il porto di Vado) e si annulla in corrispondenza della foce del Quiliano e del cantiere nautico.
In termini di evoluzione della linea di riva, si riscontra una tendenza all'arretramento delle linea di riva nella spiaggia di Zinola a ridosso del terrapieno del campo da calcio. Per quanto riguarda invece il tratto di litorale compreso tra il terrapieno del campo da calcio e la foce del Quiliano, si osserva una tendenza all'avanzamento della linea di riva, con una zona di accumulo alla radice della difesa radente del terrapieno. Dalla foce del Quiliano fino al cantiere nautico, la linea di riva subisce una rotazione, con arretramento a ridosso dell'armatura di foce del Quiliano e avanzamento a Sud (in corrispondenza del terrapieno del cantiere).

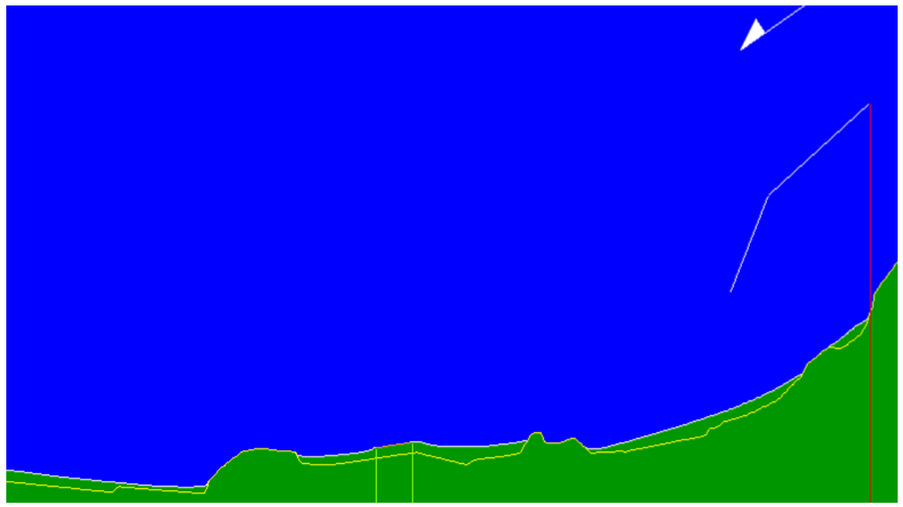


FIGURA 13-118 - GRIGLIA GENESIS - CONFIGURAZIONE DI VARIANTE IN FASE DI ESERCIZIO

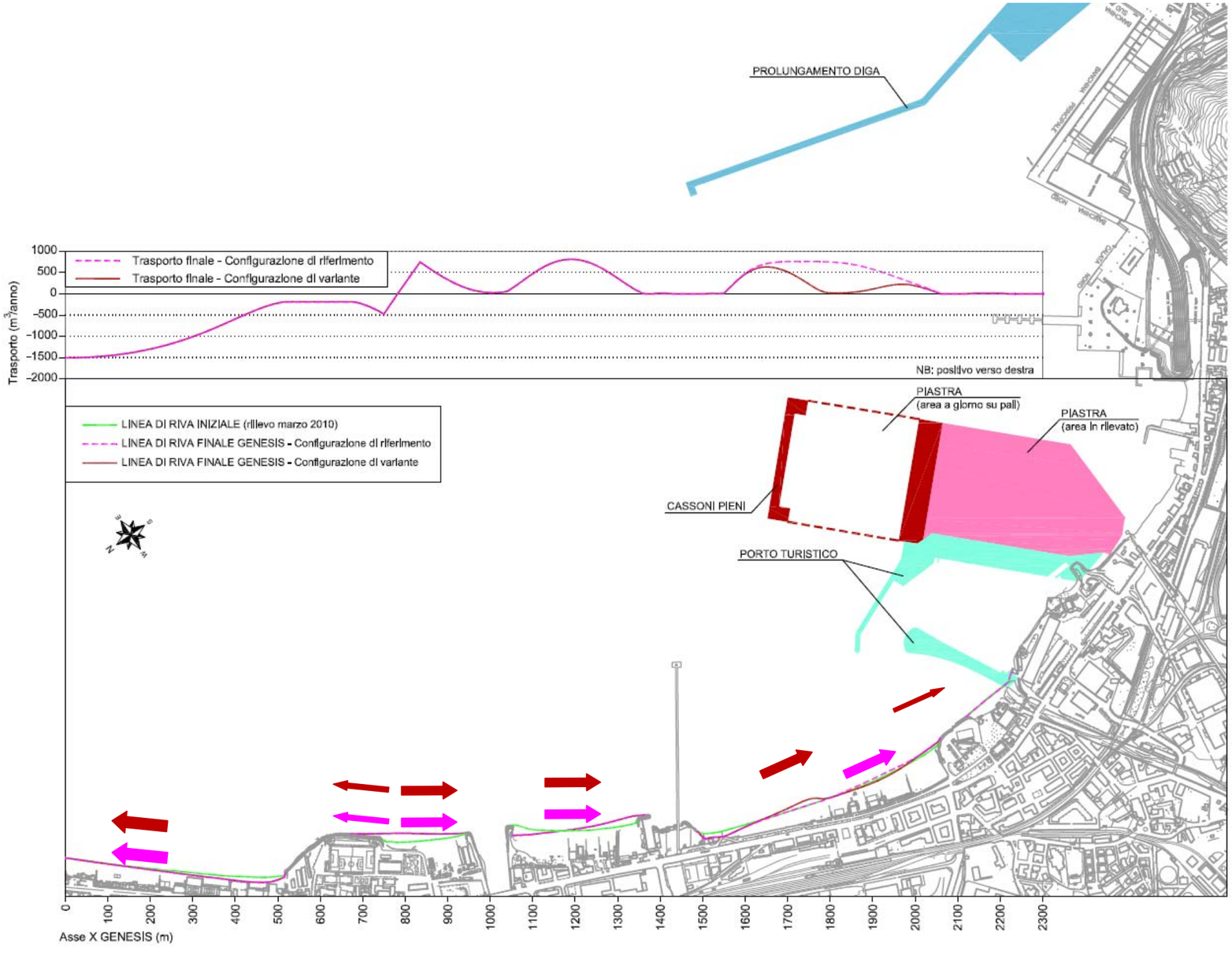


FIGURA 13-119 – CONFRONTO CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO E DI VARIANTE IN FASE DI ESERCIZIO - ANDAMENTO TRASPORTO SOLIDO LONGITUDINALE ED EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA

Qualità dei sedimenti

In fase di esercizio le varianti non influiscono sulla previsione di impatto sulla qualità dei sedimenti definita in ambito di Progetto Definitivo.

La cassa di colmata viene realizzata con una struttura di perimetrazione e contenimento in palancole metalliche infisse entro il corpo di rilevati formati in acqua, invece che con una struttura a blocchi in conglomerato cementizio ed un rilevato semplice come previsto in Progetto Definitivo.
Le paratie metalliche presentano un'impermeabilità maggiore rispetto alle pareti a blocchi ciclopici e la presenza, inoltre, del doppio palancolato lato mare infisso in uno strato di terreno granulare enfatizza ancora maggiormente questa differenza. 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. 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.

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non variano la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

13.4.4. Flora e fauna

13.4.4.1 Ambiente terrestre

Le modifiche introdotte rispetto al Progetto Definitivo approvato non determinano variazione nella previsione di impatto di cui al SIA precedente. L'impatto delle modifiche può dunque essere considerato trascurabile.

13.4.4.2 Ambiente marino costiero

Le modifiche introdotte rispetto al Progetto Definitivo approvato non determinano variazione nella previsione di impatto di cui al SIA precedente. L'impatto delle modifiche può dunque essere considerato trascurabile.

13.4.5. Archeologia

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili ed in fase di esercizio la componente non potrà subire alcuna tipologia di impatto, per cui l'impatto delle modifiche è considerato trascurabile.
Di conseguenza, non varia la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

13.4.6. Paesaggio

Piattaforma

La soluzione progettuale proposta nell'ambito della progettazione definitiva per mitigare l'impatto paesaggistico della piastra multifunzionale è stata discussa con la Regione Liguria (Settore di Valutazione di Impatto Ambientale e Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici), con la Soprintendenza per i Beni Architettonici e Paesistici della Regione Liguria e con il Comune di Vado Ligure in vari incontri, ed illustrata nello SIA del progetto definitivo e riprotata nel Paragrafo 12.6 del presente documento.

Le principali varianti al Progetto Definitivo che potenzialmente interferiscono con la componente Paesaggio sono la rimozione del torrino tortile (Paragrafo 10.11) e la rimodulazione della palificata lungo la banchina antistante Eurocraft. (Paragrafo 10.12).

Per valutare la rilevanza delle modifiche introdotte sono stati svolti dei foto inserimenti atti ad essere confrontati con quanto sviluppato in sede di progettazione definitiva (Paragrafo 12.6) ed in ottemperanza alla prescrizione d) del decreto di assoggettabilità a VIA pronunciato con DD del Settore Valutazione di Impatto Ambientale, Dipartimento Ambiente della Regione Liguria, n°464/2013.

La vista simulata riportata in Figura 13-120 mostra i principali interventi di mitigazione già previsti nell'ambito Progettazione Definitiva e le varianti apportate nel Progetto Esecutivo. Da questa immagine e dalle seguenti è possibile notare che la ri-

duzione della palificata in zona Eurocraft non è apprezzabile da parte dei principali punti di osservazione, segnatamente la spiaggia a Nord-Ovest della piattaforma (Figura 13-121),. Inoltre, la rimozione del torrino a servizio del carbonodotto in testa alla piattaforma, il quale rappresentava l'elemento dominante alla vista nelle simulazioni per il Progetto Definitivo, riduce l'impatto visivo sui soggetti in zona Nord-Ovest (Figura 13-122).

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva determinano una variazione positiva per quanto riguarda rispetto alla previsione di impatto visivo di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

Cassa di colmata

Per quanto concerne la cassa di colmata, 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 per la cassa di colmata elaborata in sede di progetto esecutivo è sostanzialmente invariante in relazione agli aspetti paesistici.



FIGURA 13-120 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE IN CONFIGURAZIONE DI VARIANTE.DALL'ALTO. SONO STATI INCLUSI ANCHE IL SOVRAPPASSO DELLA VIA AURELIA ED IL COMPARTO D



FIGURA 13-121 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE IN CONFIGURAZIONE DI VARIANTE DALLA SPIAGGIA UBICATA A NORD OVEST (VERSO LEVANTE).





FIGURA 13-122 – VISTA SIMULATA DELLA PIASTRA MULTIFUNZIONALE IN CONFIGURAZIONE DI VARIANTE DALLA SPIAGGIA UBICATA A NORD OVEST (VERSO LEVANTE). PARTICOLARE DELLA ZONA DOVE ERA LOCATO IL TORRINO DEL CARBONODOTTO.

13.4.7. Rumore

Nella situazione analizzata come riferimento, quella del Progetto Definitivo approvato, non veniva prevista alcuna modifica al clima acustico preesistente, in quanto

gli effetti di rumorosità indotti erano stati giudicati trascurabili rispetto alla situazione senza piastra. Non si prevedeva, infatti, la determinazione di livelli di rumorosità di apprezzabile significatività in nessuna delle zone residenziali limitrofe ed aree sensibili.

Le principali variazioni tra la configurazione di variante di progetto Esecutivo e il Progetto Definitivo che hanno il potenziale di interferire e modificare clima acustico nella fase di esercizio sono quelle che riguardano i "reefer" container ed il nastro trasportatore del Terminal Rinfuse. Le altre varianti non hanno ripercussioni sulla componente rumore.

Nella configurazione di variante di livello Esecutivo, il numero di "reefer" container, ovvero container refrigerati che costituiscono un'importante fonte di rumorosità, risulta inferiore rispetto a quanto previsto nel Progetto Definitivo, passando da 5 gruppi a 4, ciascuno servito da un apposito telaio ("refeer rack") che sostiene gli impianti di alimentazione elettrica dei motori frigoriferi. 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
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, ma riducendo l'emissione sonora dei rack.

Per quanto riguarda, il nastro trasportatore del Terminal Rinfuse, la variante prevede la riduzione da due nastri ad uno solo.

Entrambe queste varianti agiscono nel senso della riduzione delle emissioni acustiche complessive della piastra multifunzionale.

Anche la sostituzione dei "tractor trailers" operanti i collegamento tra la piattaforma multifunzionale e lo scalo ferroviario con dei mezzi ad alimentazione elettrica, indicata nella Delibera di VIA Regionale di cui al DGR 1118 del 6 agosto 2009, comporterà anche essa una ulteriore riduzione del rumore prodotto.

Si può, quindi, concludere che, rispetto allo scenario assunto come riferimento per la fase di esercizio, l'introduzione delle varianti di livello Esecutivo comporta una riduzione degli impatti sulla componente rumore.

Come già previsto nel SIA del progetto Definitivo, pertanto, anche nella configurazione con le varianti di livello Esecutivo, la piastra multifunzionale e le attività che su di essa si svolgeranno risultano compatibili dal punto di vista del clima acustico con il contesto in cui sarà inserita la piastra stessa, senza necessitare l'adozione di particolari misure di mitigazione.

13.4.8. Economia e sociale

Le modifiche introdotte in sede di progettazione esecutiva non determinano variazioni apprezzabili, per cui l'impatto delle modifiche è considerato trascurabile.
Di conseguenza, non varia la previsione di impatto di cui allo SIA redatto per il Progetto Definitivo, approvato con DGR 1118/09.

14. MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

14.1. Fase di realizzazione

Nell'ambito delle fasi di realizzazione non è stata prevista l'adozione di specifiche misure di mitigazione e/o compensazione, intendendo queste con il significato che abitualmente le si attribuisce. Non è stato cioè necessario cambiare l'impostazione già data a tale aspetto nel Progetto Definitivo approvato, in quanto le varianti di livello esecutivo proposte comportano la messa in opera di tipologie di lavorazione che già erano previste.

È stata comunque considerata come necessaria l'esecuzione di specifiche attività di monitoraggio (Paragrafo 15.1), già incluse nel Progetto Definitivo approvato e richiamate negli atti di approvazione dello stesso (DGR 1118/09 in primis, Capitoli 1 e 6), che devono essere considerate come importanti misure di mitigazione in quanto consentiranno di tenere sotto controllo in tempo reale i parametri ritenuti più critici e consentiranno di affrontare tempestivamente eventuali problematiche che, differentemente, potrebbero essere causa di disturbo ambientale.

Nell'ambito dell'esecuzione delle stesse attività, inoltre, potranno essere individuate azioni correttive e migliorative delle lavorazioni che si stanno eseguendo e potrà essere disposta la messa in opera di idonei presidi ambientali atti a ridurre quegli impatti non diversamente attenuabili.

Rimangono invariate anche le previsioni già inserite nello SIA del PD, quali la preparazione di una Specifica tecnica per la manutenzione delle resine delle pavimentazioni, da redigersi durante le attività di costruzione della piastra.

14.2. Fase di esercizio

Analogamente al Progetto Definitivo approvato, le scelte progettuali condotte per l'elaborazione delle varianti sono avvenute a valle di un processo continuo ed iterativo di analisi che ha coinvolto inevitabilmente anche gli aspetti ambientali (e come riscontro di ciò, tutti i potenziali impatti indotti dalla piastra multifunzionale sono risultati non significativi).

Per la fase di esercizio, dunque, non è stato necessario individuare specifiche misure di mitigazione e/o compensazione. Le attività di monitoraggio che sono state previste (Paragrafo 15.2), comunque, già considerate in sede di Progetto Definitivo e richiamate negli atti di approvazione dello stesso (DGR 1118/09 in primis, Capitoli 1 e 6), consentiranno, per le componenti ritenute più sensibili, di verificare e confermare le valutazioni previsionali condotte e, se necessario, di predisporre le opportune ed idonee azioni correttive.

Tra di queste si ritiene opportuno menzionare l'attività di monitoraggio dell'evoluzione del litorale, considerando che questa è una tematica cui la Regione e gli Enti e Amministrazioni coinvolti nella procedura di VIA del Progetto Definitivo hanno sempre posto particolare attenzione, date anche le implicazioni di tipo turistico e ricettivo.

Le analisi condotte sul moto ondoso (propagazione sottocosta del moto ondoso, circolazione costiera indotta dal moto ondoso, trasporto solido litoraneo, tendenza evolutiva del litorale) hanno mostrato come il tratto di litorale di interesse, e in particolare la spiaggia a Nord del Torrente Segno, compresa tra il terrapieno del campo da basket e l'area camper, risulta già oggi oggetto di una tendenza evolutiva caratterizzata dalla rotazione della linea di riva, con erosione localizzata a Nord (area camper) e accrescimento a Sud (a ridosso del terrapieno del campo da basket).

Hanno altresì evidenziato che la piastra multifunzionale con le varianti di livello esecutivo proposte, sia per la fase di realizzazione che per quella di esercizio, non modifica questa tendenza evolutiva.

Le misure di mitigazione per contrastare gli effetti erosivi localizzati all'area camper, peraltro già in attuazione da parte dell'Autorità Portuale, potrebbero prevedere il periodico ripascimento della spiaggia nel tratto dell'area camper. La quantificazione dell'entità delle attività di ripascimento potrà avvenire solo a valle delle previste attività di monitoraggio sistematico del litorale (Paragrafo 15.2.2).

15. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

15.1. Fase di realizzazione

15.1.1. Monitoraggio della torbidità

L'esigenza di stabilire un programma di monitoraggio della torbidità in fase di cantiere della nuova infrastruttura, è stata espressa nella Delibera di VIA Regionale di cui al DGR 1118/09.

Al fine di rispondere alla prescrizione menzionata, a seguito dell'approvazione del SIA del Progetto Definitivo ed in conformità con i contenuti di tale documento, APM Terminals ha pertanto comunicato, con lettera del 16 Luglio 2010, le modalità di esecuzione dei monitoraggi ambientali in previsione dell'inizio delle attività (campo prove) sotto forma di apposite Specifiche Tecniche.

Le varianti al progetto apportate nella fase esecutiva non determinano cambiamenti nei monitoraggi individuati in sede di Progetto Definitivo e già operativi.

Il parametro di riferimento per verificare l'insorgere di situazioni critiche rispetto alla torbidità dell'acqua sarà ancora la differenza tra le concentrazioni misurate e quella di riferimento per la giornata considerata, misurata ogni giorno prima dell'inizio dei lavori.

Le soglie critiche per il differenziale di concentrazioni rimangono quelle precedentemente definite:

– valore critico $\delta c = 60$ mg/l;
– valore per sospensione lavori $\delta s = 70$ mg/l.

Le azioni da intraprendere in caso di superamento di una delle due soglie rimangono quelle fino a qui considerate, sia in termini di intensificazione del monitoraggio nelle postazioni mobili (superamento della soglia δc) sia di sospensione dei lavori (superamento della soglia δs).

Tutti i dati misurati e le azioni intraprese saranno riportati su un'apposita scheda, come quelle fino a qui predisposte.

La procedura di monitoraggio della torbidità (comprensiva delle misure della trasparenza e delle ispezioni subacquee) stabilita nella specifica tecnica, si intende applicabile soltanto nelle fasi lavorative in cui siano in corso attività che possono incidere sulla torbidità, cioè dragaggi o sversamenti; qualora non siano in corso tali lavorazioni, non si darà corso alle procedure di monitoraggio qui descritte.

In effetti, i turbidimetri fissi saranno sempre in funzione, ma in assenza di lavorazioni incidenti sulla torbidità, i loro valori non saranno controllati né archiviati.

D'altra parte, nel momento in cui prenderanno avvio i dragaggi si valuterà, anche in accordo con la Regione ed alla luce delle esperienze di monitoraggio maturate, la possibilità di effettuare monitoraggi addizionali nella fase iniziale di tali dragaggi.

15.1.2. Monitoraggio del rumore

L'esigenza di stabilire un programma di monitoraggio del rumore in fase di cantiere della nuova infrastruttura, è stata espressa nella Delibera di VIA Regionale di cui al DGR 1118/09.

Al fine di rispondere alla prescrizione menzionata, a seguito dell'approvazione del SIA del Progetto Definitivo ed in conformità con i contenuti di tale documento, APM Terminals ha pertanto comunicato, con lettera del 16 Luglio 2010, le modalità di esecuzione dei monitoraggi ambientali in previsione dell'inizio delle attività (campo prove) sotto forma di apposite Specifiche Tecniche.

Per quanto precedentemente analizzato nel Capitolo 13, le varianti al progetto apportate nella fase esecutiva non determinano cambiamenti nei monitoraggi individuati in sede di Progetto Definitivo e già operativi.

15.2. Fase di esercizio

15.2.1. Monitoraggio della qualità dell'aria

L'esigenza di stabilire un programma di monitoraggio della qualità dell'aria in fase di esercizio della nuova infrastruttura è stata espressa nella Delibera di VIA Regionale di cui al DGR 1118/09.

Al fine di rispondere alla prescrizione menzionata, a seguito dell'approvazione del SIA del Progetto Definitivo ed in conformità con i contenuti di tale documento, APM Terminals ha pertanto comunicato, con lettera del 16 Luglio 2010, le modalità di esecuzione dei monitoraggi ambientali in previsione dell'inizio delle attività (campo prove) sotto forma di apposite Specifiche Tecniche.

Per quanto precedentemente analizzato nel Capitolo 13, le varianti al progetto apportate nella fase esecutiva non determinano cambiamenti nei monitoraggi individuati in sede di Progetto Definitivo per la fase di esercizio.

15.2.2. Monitoraggio dell'evoluzione del litorale

I risultati delle analisi svolte hanno consentito di valutare gli effetti delle nuove opere sull'evoluzione morfologica del litorale.

Il litorale di interesse, e in particolare la spiaggia a Nord del Segno, compresa tra il terrapieno del campo da basket e l'area camper, risulta già oggi (stato di fatto) oggetto di una tendenza evolutiva caratterizzata dalla rotazione della linea di riva, con erosione localizzata a Nord (area camper) e accrescimento a Sud (a ridosso del terrapieno del campo da basket).

La realizzazione delle nuove opere, sia in conformità al nuovo P.R.P. che nella configurazione di variante, sia in fase di realizzazione che di esercizio, non modifica questa tendenza evolutiva.

La presenza dei cassoni nella testata della piastra (variante al progetto definitivo) potrebbe modificare la forma della spiaggia, ma non modificare la tendenza all'erosione di fronte all'area camper. Si tratta di fenomeni localizzati e di entità assai modesta, peraltro difficilmente quantificabili mediante l'utilizzo dei tradizionali strumenti modellistici d'indagine. Pertanto si raccomanda a riguardo la programmazione di un monitoraggio sistematico del litorale, per verificare l'evoluzione anche su scala locale della costa a seguito del completamento degli interventi al fine di predisporre eventuali misure compensative.

Il monitoraggio era già stato discusso con i funzionari del Settore Valutazione di Impatto Ambientale e del Settore Ecosistema Costiero della Regione Liguria nell'ambito della procedura di "scoping" nell'ambito dello SIA del progetto definitivo, ed in particolare nell'incontro avvenuto in data 8 Maggio 2008. La stessa Regione, riprendendo una prescrizione resa in sede di prefattibilità ambientale (Parere n° 136/216 del 5 Giugno 2007), aveva inserito tali attività in una delle osservazioni formulate a conclusione della suddetta procedura.

Nell'ambito dello SIA del progetto definitivo era già stato previsto pertanto il monitoraggio del litorale e poi in seguito era stata redatta una specifica tecnica di dettaglio concordata con la Regione Liguria. Per i dettagli si rimanda alla specifica tecnica, di seguito si ricordano in sintesi le linee guida cui si è fatto riferimento per la redazione del piano di monitoraggio.

Il monitoraggio dovrà essere effettuato secondo quanto stabilito nella Deliberazione della Giunta Regionale n° 1793 del 30 Dicembre 2005 "Criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili".

I dati raccolti in ciascuna campagna di rilievi verranno validati ed elaborati al fine di ricostruire la tendenza evolutiva del litorale e valutare gli effetti delle nuove opere.

Sintesi del programma dei rilievi di campo

Il piano di monitoraggio del litorale che interesserà il tratto di costa indicato in Figura 15-1, dovrà essere avviato dall'inizio dei lavori di costruzione della piattaforma e protrarsi per almeno 5 anni dopo la fine dei lavori.

Si fa notare che secondo il programma temporale previsto nei documenti progettuali, la costruzione delle opere dovrebbe interessare un periodo di circa 4 anni.

Il rilievo della linea di costa verrà effettuato prima dell'inizio della costruzione e per 5 anni dopo la fine della costruzione delle opere, con cadenza annuale alla fine della stagione invernale.
Il rilievo topografico della spiaggia emersa, batimetrico della spiaggia sommersa e sedimentologico verrà eseguito prima dell'inizio della costruzione delle opere e nel primo anno dopo la fine della costruzione delle opere.
Il rilievo topografico della spiaggia emersa, batimetrico della spiaggia sommersa e sedimentologico verrà eseguito nei 4 anni successivi alla fine della costruzione (anno 6, 7, 8 e 9 secondo quanto riportato in tabella seguente) con cadenza annuale, nel caso in cui venissero riscontrate differenze significative della linea di costa. Sarà competenza dell'Autorità Portuale di concerto con la Regione, esaminata l'evoluzione della linea di costa, valutare l'effettiva necessità di eseguire i rilievi della spiaggia emersa e sommersa e sedimentologico.

Durante la costruzione delle opere, verrà valutata dall'Autorità Portuale anche la necessità di effettuare, alla fine dell'inverno (prima degli interventi di sistemazione delle spiagge) o a seguito di eventi meteomarini di particolare intensità, un controllo della linea di riva nel tratto di litorale d'interesse.

Nella tabella seguente è riportato in sintesi il programma dei rilievi.

Rilievi	**Anni**								
	Periodo di costruzione				**Anni successivi alla costruzione**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
linea di riva (*)	■	■	■	■	■	■	■	■	■
spiaggia emersa (**)	■				■	■	■	■	■
Batimetrie (**)	■				■	■	■	■	■
sedimentologia (**)	■				■	■	■	■	■

(*)
(**)

Negli anni successivi alla fine della costruzione (dal 6° al 9°) verrà eseguito solo il rilievo della linea di costa con cadenza annuale. Sulla base dell'evoluzione della linea di costa, l'Autorità Portuale di concerto con la Regione, valuterà ogni anno l'effettiva necessità di approfondimenti eseguendo anche i rilievi della spiaggia emersa e sommersa e sedimentologico.

Analisi interpretativa dei dati raccolti

Verranno acquisiti i dati di moto ondoso, in termini di altezza, periodo e direzione dell'onda, relativi al periodo in cui verranno effettuati i rilievi sul litorale (includendo anche l'anno precedente al rilievo prima dell'inizio della costruzione): si farà riferimento alle 'time series' ricostruite con il modello European Wave Model (altezza d'onda significativa, direzione e periodo) che verranno acquisite presso il centro meteorologico di Bracknell (UKMO) per il punto al largo di coordinate 44° N e 8,74° E.

I dati di moto ondoso raccolti verranno elaborati al fine di estrarre le caratteristiche (intensità e direzione) delle mareggiate più significative verificatesi nel periodo precedente la data dei rilievi sul litorale.

Con i dati di moto ondoso raccolti ogni anno verrà estesa la serie storica utilizzata per il progetto delle nuove opere (serie storica relativa al periodo 1989-2008) e verrà aggiornato il clima di moto ondoso e la statistica degli estremi direzionali.

Questa analisi potrà consentire di caratterizzare la significatività delle condizioni meteomarine nel periodo precedente la data dei rilievi sul litorale, rispetto alle condizioni medie valutate sulla base dell'intera storica, e pertanto di esaminare l'evoluzione del litorale in un determinato periodo oggetto del monitoraggio con riferimento alle condizioni meteomarine occorse.

I dati e le informazioni ottenute dalle attività di campo sul litorale verranno accuratamente esaminate, validate e rese in un formato tale da poter essere utilizzate per definire le tendenze evolutive del litorale d'interesse e individuare eventuali effetti delle nuove opere.

Verranno messi a confronto le linee di riva rilevate nei vari anni evidenziando i ratei di avanzamento/arretramento e di conseguenza i valori di ampiezza di spiaggia.

Anche gli eventuali rilievi topografici della spiaggia emersa e batimetrici della sommersa, ovviamente se eseguiti, verranno messi a confronto e verrà valutata l'evoluzione del volume di spiaggia per tratti significativi di litorale.

Queste valutazioni saranno effettuate con riferimento a 2 rilievi consecutivi ed in modo cumulato rispetto al primo rilievo.

Le informazioni relative alle eventuali campagne sedimentologiche verranno anch'esse elaborate per definire le variazioni in termini spaziali delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti della spiaggia emersa e sommersa.

Le suddette analisi consentiranno di valutare gli effetti delle nuove opere mettendo a confronto:

- l'evoluzione del litorale nel periodo precedente alla costruzione delle nuove opere, ottenuta sulla base delle informazioni/rilievi storici disponibili relativamente allo stato di fatto delle opere;
- l'evoluzione del litorale nel periodo durante e successivo alla costruzione delle nuove opere, ottenuta sulla base delle informazioni/dati del piano di monitoraggio.

Questa attività di analisi dei dati raccolti verrà svolta nei 5 anni dopo la fine della costruzione delle nuove opere, e con cadenza annuale dopo il completamento di ciascun rilievo annuale sul litorale.

I risultati delle analisi saranno discussi tra Regione ed Autorità Portuale con lo scopo di individuare congiuntamente gli eventuali effetti evolutivi del litorale imputabili alle nuove opere ed il connesso piano di manutenzione da porre a carico delle stesse, restando esclusiva competenza dell'Autorità Portuale la realizzazione degli interventi di mitigazioni individuati e la ripartizione degli oneri tra i vari attori.

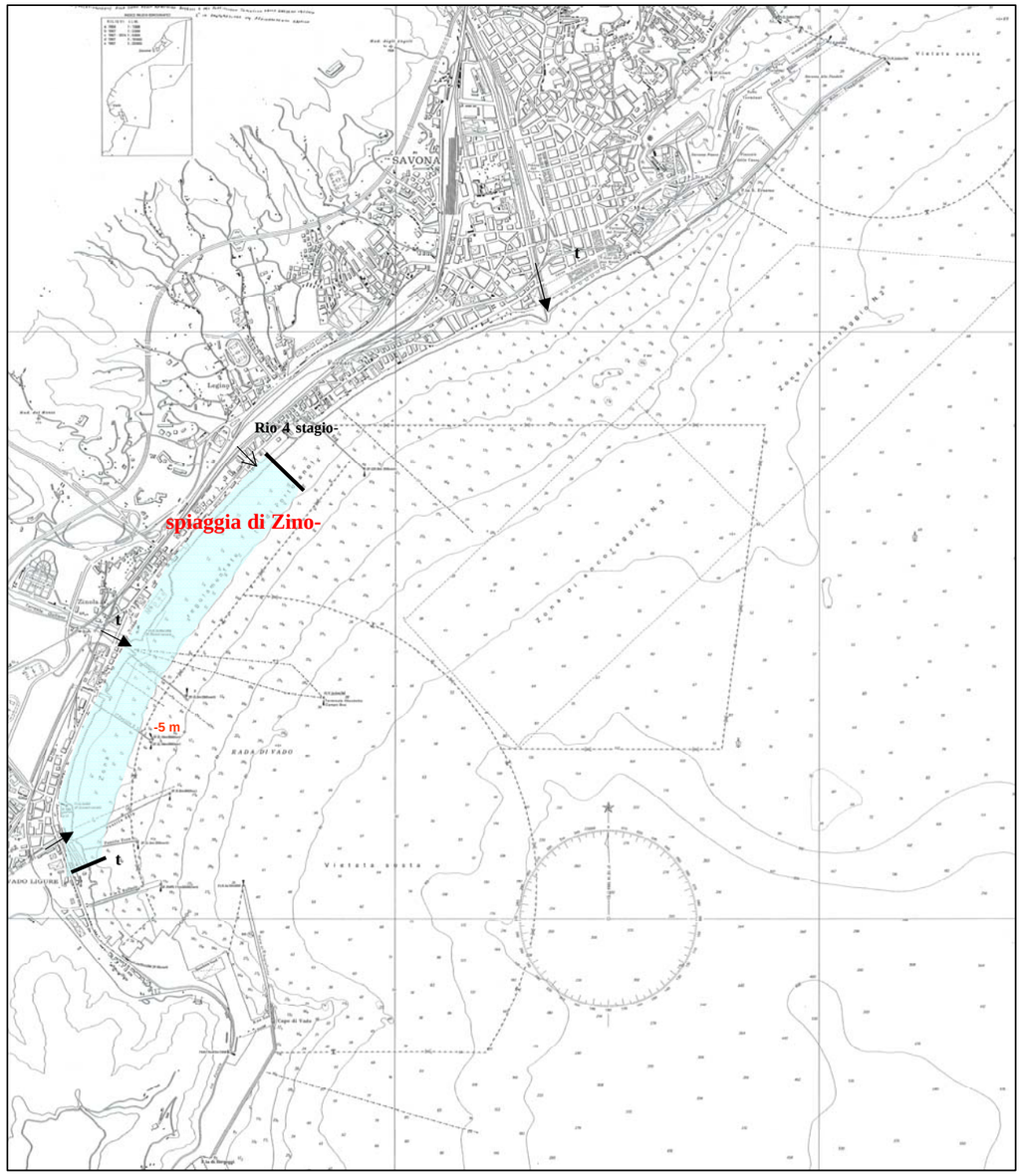


FIGURA 15-1– ZONA INTERESSATA DAI RILIEVI DI CAMPO

15.2.3. Monitoraggio del rumore

L'esigenza di stabilire un programma di monitoraggio del rumore in fase di esercizio della nuova infrastruttura, è stata espressa nella Delibera di VIA Regionale di cui al DGR 1118/09.

Al fine di rispondere alla prescrizione menzionata a seguito dell'approvazione del SIA del Progetto Definitivo ed in conformità con i contenuti di tale documento, APM Terminals ha pertanto comunicato, con lettera del 16 Luglio 2010, le modalità di esecuzione dei monitoraggi ambientali in previsione dell'inizio delle attività (campo prove) sotto forma di apposite Specifiche Tecniche.

Per quanto precedentemente analizzato nel Capitolo 13, le varianti al progetto apportate nella fase esecutiva non determinano cambiamenti nei monitoraggi individuati in sede di Progetto Definitivo per la fase di esercizio.

16. CONCLUSIONI

La piastra multifunzionale è una delle opere più significative previste dal Piano Regolatore Portuale dell'Autorità Portuale di Savona e costituisce il cardine attorno a cui ruotano le attività previste nell'Accordo di Programma sottoscritto ed approvato nella sua forma finale in data 15 Settembre 2008 dalla stessa Autorità Portuale, dalla Regione Liguria, dalla Provincia di Savona e dal Comune di Vado Ligure, ed avente come obiettivo l'individuazione delle 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.

Essa sarà ubicata nella rada di Vado Ligure, tra il terminal traghetti (Corsica Ferries-Sardinia Ferries) e la foce del Torrente Segno; oltre a prevedere la ricollocazione di due attività che si svolgono nella rada dagli anni '50 (Terminal Rinfuse e sbarco di prodotti petroliferi e oli combustibili), in essa sarà realizzato un terminal container con capacità annua di movimentazione a regime pari a 720.000 TEUs.

Il Progetto Definitivo è stato sottoposto a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) regionale, come richiesto dal Ministero dell'Ambiente nel Decreto Ministeriale n° 371 del 18 Aprile 2005, recante la positiva pronuncia di compatibilità ambientale del Piano Regolatore Portuale, dalla Regione Liguria nel Parere di Prefattibilità Ambientale n° 136/216 del 5 Giugno 2007, espresso sulla base del Progetto Preliminare, e come previsto nell'Accordo di Programma.

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 (Provvedimento di Intesa di approvazione n°7926 del 14 Giugno 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.

Nell'ambito della Conferenza dei Servizi, la Regione Liguria ha provveduto ad effettuare la verifica di ottemperanza alle prescrizioni di cui alla DGR 1118 del 6 Agosto 2009; si precisa, a tal riguardo che per effetto del rispetto di tali prescrizioni, il Progetto Definitivo approvato dalla Conferenza dei Servizi e successivamente dall'Autorità Portuale di Savona differisce da quello posto a base della procedura di VIA prevalentemente per la rotazione verso ponente, cioè per il ripristino della posizione definita nel Piano Regolatore Portuale, con conseguente riduzione dei volumi di dragaggio.

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 avviate le attività di monitoraggio "ante operam" previste nello SIA, ovvero il controllo della torbidità, il rilievo naturalistico ed il rilievo della linea di costa. Tutte le relative specifiche tecniche 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 12 Ottobre 2012, il soggetto promotore ha comunicato alla Regione Liguria 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 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..

L'ultima, in ordine temporale, riguarda la variazione nella struttura di sostegno lungo il lato Nord Est (terminal rinfuse) e l'estensione verso mare dell'area in rilevato.

In data 7 Agosto 2013 è stata avviata la procedura di verifica di assoggettabilità a VIA, che 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.

Il presente documento costituisce la Relazione Generale dello Studio di Impatto Ambientale delle varianti di livello esecutivo; è stata predisposta in ottemperanza a quanto richiesto del Decreto 4604/2013, ed è stata redatta sulla base delle indicazioni contenute nella LR 38/98 e s.m.i., nel D.Lgs. 152/06 e s.m.i., e nella letteratura nazionale ed internazionale di riferimento (APAT, World Bank, EBRD, ecc.).

La struttura ed i contenuti della presente Relazione sono stati discussi 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.

Sono state inoltre considerate le prescrizioni formulate nell'ambito dell'iter amministrativo e di approvazione sino ad oggi seguito dal progetto della piastra.

Lo Studio di Impatto Ambientale, come previsto dalla suddetta normativa, si compone anche di una Relazione di Sintesi Non Tecnica, riportata in un elaborato distinto (cod. elaborato: MI010P-PE-G-B-R-4002).

È altresì presentata, come sussidio allo SIA e dunque non facente parte dello stesso, una Relazione Sussidiaria (cod. elaborato: MI010P-PE-G-B-R-4003) nella quale si risponde ad una delle attenzioni poste dalla Regione Liguria nel Decreto 4604/2013, ovvero di analizzare gli impatti potenziali delle varianti di livello esecutivo proposte sulla circolazione delle acque marino costiere e sulla dinamica del litorale tenendo conto dello stato di attuazione delle opere dell'Accordo di Programma.

Dalle analisi condotte è emerso come le varianti al Progetto Esecutivo non determinino, al pari dell'intera piastra come definito nel Progetto Definitivo, alcuna interferenza con quanto previsto negli strumenti di programmazione e pianificazione territoriali vigenti nell'area di intervento, per i quali non si sono ricevuti aggiornamenti di rilievo per il progetto, al pari dell'Accordo di Programma, il quale risulta tuttora in vigore.

Le varianti di livello esecutivo, inoltre, non variano le previsioni di impatto già definite nell'ambito del Progetto Definitivo, ovvero non sono in grado di determinare significativi impatti negativi e quindi un peggioramento delle caratteristiche ambientali attuali.

In termini idrodinamici e morfologici, gli effetti indotti dalla variante risultano decisamente modesti se non del tutto trascurabili, sia in configurazione di realizzazione che di esercizio. I fenomeni evolutivi interessano una fascia molto limitata di spiaggia sommersa, con dinamiche legate più all'inerzia dei fenomeni che si sviluppano a margine dell'area di interesse che alle forzanti che agiscono internamente all'area stessa.

È stato solamente evidenziato un fenomeno erosivo localizzato nell'area camper, ubicata immediatamente a levante del radicamento a terra, già in atto nello stato attuale. Si tratta di fenomeni di modestissima entità, gestibili in fase di realizzazione attraverso piccole manutenzioni da attuare sostanzialmente nella medesima area, e ulteriormente limitati in fase di esercizio.

In fase di esercizio, l'area interessata dalla riduzione della mobilità dei sedimenti attribuibile alla testata in cassoni risulta fortemente limitata rispetto alla fase di realizzazione per il preponderante effetto del previsto prolungamento della diga foranea di Vado.

Per quanto concerne le componenti aria e rumore, le varianti proposte non incidono significativamente in fase di realizzazione, mentre in fase di esercizio, anche in recepimento delle prescrizioni di cui alla DGR 1118/09, contribuiscono a ridurre leggermente la previsione di impatto definita nel Progetto Definitivo.

Rispetto al Progetto Definitivo, è previsto un incremento di consumo di materiale pari a circa il 10%., ascrivibile solo parzialmente all'introduzione delle varianti previste e determinato anche dal recepimento delle prescrizioni contenute nella DGR 1118/09.

La presenza scenica della piastra giova della variante che prevede la rimozione del torrino tortile del carbonodotto della Terminal Rinfuse, riducendo l'impatto sugli osservatori; rimangono sostanzialmente invariate le soluzioni di mitigazione che, in sinergia con le

opere contermini (comparto D e sovrappasso della Via Aurelia) renderanno l'impatto trascurabile.

In recepimento della prescrizione contenuta nella DGR 1118del 6 Agosto 2009, che imponeva la rotazione della piastra verso ponente, ovvero il ripristino della posizione definita nel Piano Regolatore Portuale, e grazie agli affinamenti progettuali, si è potuta ridurre sensibilmente la quantità di materiale dragato.

Per il riutilizzo del materiale dragato, è stata condotta in sede di Progetto Definitivo una specifica analisi di rischio ai sensi della normativa regionale (Deliberazione della Giunta Regionale n° 955 del 15 Settembre 2006) che ha escluso la possibilità di situazioni di rischio per la salute umana e per l'ambiente marino costiero. A causa della rotazione della piastra di circa 4 gradi verso ponente, è stato necessario definire indagini aggiuntive in relazione alla qualità dei sedimenti, prevedendo un sondaggio nella zona non coperta dalle precedenti indagini, con gli stessi criteri adottati nelle campagne già eseguite. Confortati dai risultati delle pregresse indagini e dalle indicazioni ricevute dall'analisi di rischio, si propone di eseguire il sondaggio integrativo durante le attività di realizzazione della piastra.

Si confermano le attività di monitoraggio relative all'aria, rumore, torbidità ed evoluzione del litorale già sviluppate nell'ambito del Progetto Definitivo della piastra ed in ottemperanza alle prescrizioni di cui alla DGR 1118/09. Sarà così possibile tenere sotto controllo in tempo reale i parametri ritenuti più critici ed affrontare tempestivamente le eventuali problematiche, individuando azioni correttive e migliorative delle lavorazioni che si stanno eseguendo e disponendo, se necessario, la messa in opera di idonei presidi ambientali.

In questa sede, si propone un aggiornamento del monitoraggio specifico per la linea di costa per verificarne l'evoluzione e predisporre le eventuali misure compensative adeguate alle necessità. Se i risultati di tali attività mostreranno l'insorgere di condizioni di particolare criticità, sarà possibile mettere in opera adeguati interventi di mitigazione (es.: interventi di ripascimento degli arenili).

Relativamente alle fasi costruttive, non variano le osservazioni emerse in ambito dello SIA del Progetto Definitivo, essendo variata l'organizzazione temporale ma non le tipologie lavorative previste ed i macchinari adottati.

APPENDICE

DATI DI RIFERIMENTO PER L'ANALISI DELLA DINAMICA LITORANEA

1. DATI DI RIFERIMENTO PER L'ANALISI DELLA DINAMICA LITORANEA

1.1. Moto ondoso al largo (punto u.k.m.o.)

Il clima ondoso al largo del paraggio di Vado Ligure è stato definito utilizzando i dati U.K.M.O., forniti dal centro meteorologico inglese "UK Meteorological Office". Il modello European Wave Model dell'U.K.M.O. ricostruisce lo stato del mare a partire dai dati meteorologici (carte bariche) e dal campo di moto.

I modelli U.K.M.O. Global Wave Model e European Wave Model sono modelli della seconda generazione per la parametrizzazione non lineare dello spettro del moto ondoso. I dati ottenibili, con cadenza di 30 minuti, sono relativi ad ogni nodo della maglia.

Il modello UK Met Office Wave Model copre le acque europee con una griglia locale (European Wave Model) le cui maglie hanno lati di 25÷30 km. L'archivio del modello, che elabora con continuità i dati meteorologici, fornisce dati sequenziali di vento e moto ondoso a partire dall'ottobre 1986.

Con riferimento al paraggio di Vado Ligure, è stato considerato il punto di coordinate geografiche (44.0°N, 8.73°E), situato nel Mar Ligure tra Imperia e Genova su un fondale di oltre 1000 m (Figura 1-1).

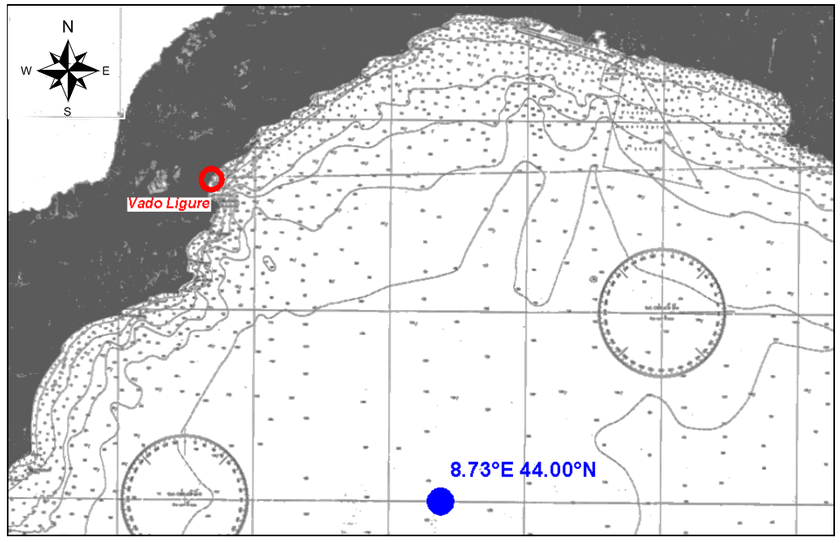


FIGURA 1-1 - PUNTO UKMO 8.73°E - 44.0°N

I dati dell'UKMO si riferiscono al periodo di osservazione che va dal 1 gennaio 1987 al 31 dicembre 2008 e sono costituiti da registrazioni triorarie che sono state elaborate in modo da ottenere il clima delle onde in forma di tabelle delle frequenze, organizzate secondo classi di direzione intervallate di 10° e di altezza d'onda con ampiezza 0.5 m (vedi tabella seguente)

TABELLA 1-1 - CARATTERISTICHE DELLE ONDE "AL LARGO" (PUNTO U.K.M.O.)

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

A partire dal clima ondoso al largo così ricostruito è stato possibile ricavare le rose delle registrazioni e delle energie (Figura 1-2) e la rosa delle altezze massime (Figura 1-3).

Si può notare che gli eventi con percentuale di apparizione più elevata corrispondono a mareggiate provenienti da Libeccio (205°N), caratterizzate da altezze massime superiori ai 4 m. In termini di energia del moto ondoso, si evidenzia ancora un picco di energia in corrispondenza della medesima direzione (Libeccio 205°N).

É stato inoltre possibile ricostruire la curva di durata, che consente di mettere in relazione le caratteristiche di un evento con la sua durata media annuale. Il grafico relativo alla curva di durata viene riportato nella Figura 1-4; si può notare che eventi con altezza d'onda superiore ai 2 m si presentano mediamente per meno di 7÷8 giorni all'anno.

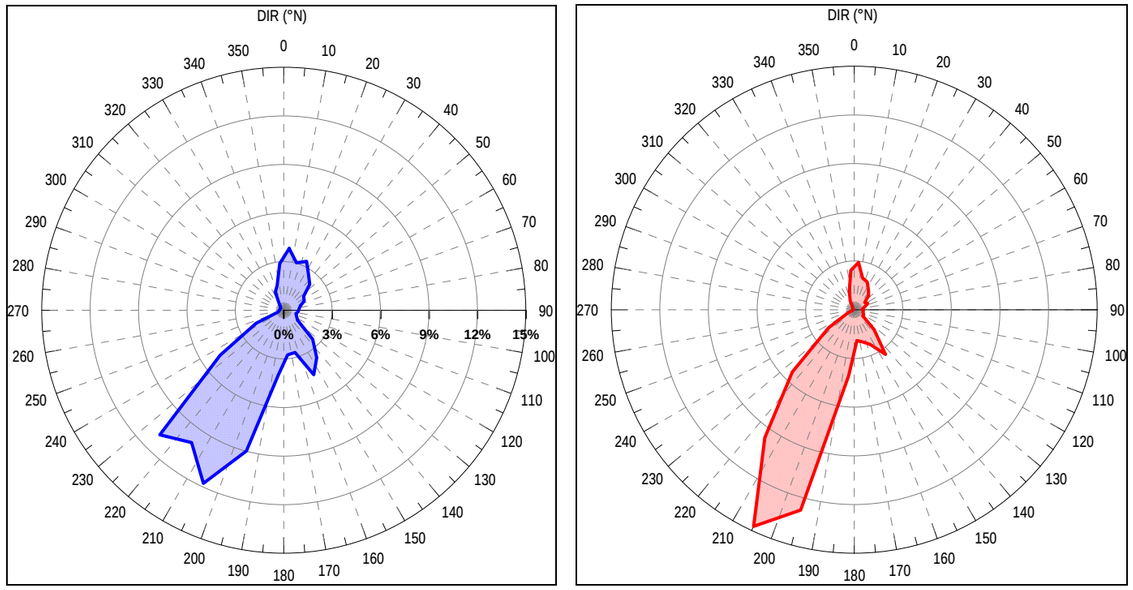


FIGURA 1-2 – ROSE DELLE REGISTRAZIONI (A SINISTRA) E DELLE ENERGIE (A DESTRA) RELATIVE AL PUNTO U.K.M.O.

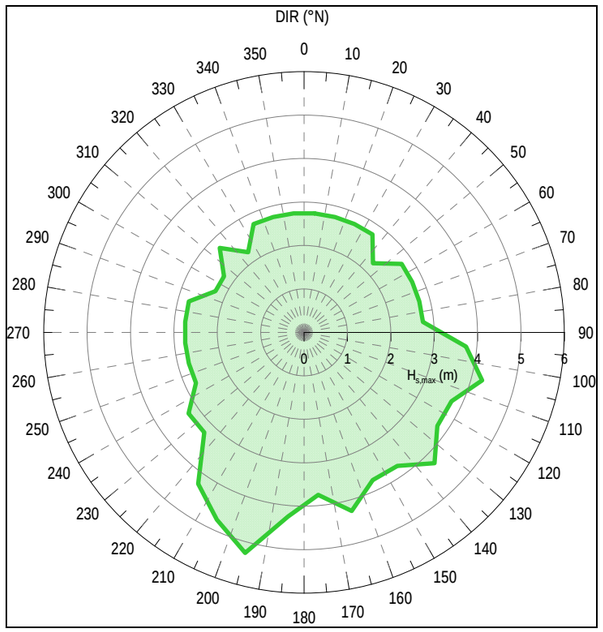


FIGURA 1-3 – ROSA DELLE ALTEZZE MASSIME RELATIVA AL PUNTO U.K.M.O.

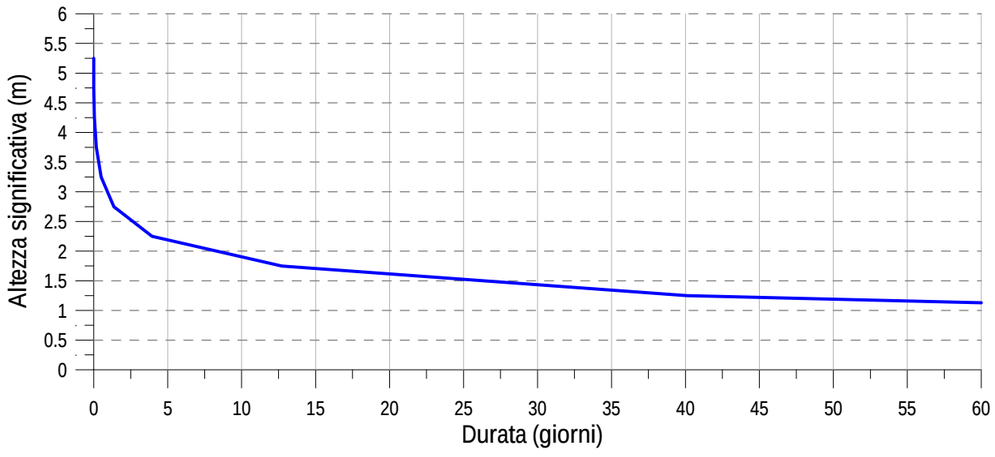


FIGURA 1-4 – CURVA DI DURATA RELATIVA LA PUNTO U.K.M.O.

1.2. Caratteristiche del moto ondoso di fronte al paraggio

Il clima ondoso al largo descritto nel precedente paragrafo è stato propagato in corrispondenza di un punto locale posto di fronte al paraggio oggetto di studio (punto P).

Il moto ondoso in questo punto, più vicino a riva, è stato successivamente utilizzato per definire i dati di input per lo studio della propagazione locale, della circolazione idrodinamica e del trasporto litoraneo (codici di calcolo CMS-WAVE, CMS-FLOW), con riferimento ad alcune mareggiate ritenute significative, nonché per lo studio dell'evoluzione morfologica del litorale.

La propagazione locale del clima ondoso è stata condotta per mezzo del codice di calcolo STWAVE descritto in dettaglio nel successivo paragrafo 1.2.1.

1.2.1. Descrizione del codice di calcolo STWAVE

Il modello matematico STWAVE (Steady-state spectral WAVE model) (Resio 1987, 1988; Davis 1992; Smith, Resio, Zundel 1999) è un modello stazionario spettrale alle differenze finite basato sull'equazione di conservazione dell'azione.

Il modello descrive il cambiamento dei parametri caratteristici della mareggiata (altezza significativa, periodo, direzione media di propagazione, forma dello spettro di frequenza e spreading direzionale) dalle acque profonde, dove il campo d'onda è relativamente omogeneo su scala chilometrica e le zone sottocosta (le onde in tali zone sono fortemente influenzate dalle variazioni della batimetria, dal livello del mare, dalle correnti locali), dove i parametri caratteristici variano significativamente su scala dell'ordine della decina di metri.

Il modello STWAVE simula la rifrazione e lo shoaling indotti dalla profondità e dalle correnti, il frangimento, la diffrazione, l'interazione tra onde e il fenomeno di whitecapping.

Uno spettro d'onda è una rappresentazione statistica di stato del mare. Essenzialmente, uno spettro è rappresentato da una sovrapposizione lineare di onde monocromatiche e descrive la distribuzione dell'energia del moto ondoso come una funzione della frequenza (spettro monodimensionale di frequenza) o della frequenza e direzione (spettro bidimensionale). Un esempio di spettro monodimensionale è rappresentato in Figura 1-5.

Il periodo di picco dello spettro è dato dal reciproco della frequenza corrispondente al picco dello spettro. L'altezza d'onda significativa è pari a 4 volte la radice quadrata dell'area sottostante lo spettro (momento di ordine 0 dello spettro).
STWAVE è basato sulle seguenti assunzioni:

– è un modello semi-piano, ovvero l'energia del moto ondoso può propagarsi soltanto dal largo verso riva (±87.5° rispetto all'asse X della griglia di calcolo, che è tipicamente la direzione approssimata della normale al litorale). Le onde riflesse dalla spiaggia e dal fondale si muovono in direzioni al di fuori di questo semipiano e sono, pertanto, trascurate;
– la variazione dello spettro d'onda lungo il bordo più "al largo" del dominio di calcolo è generalmente poco rilevante (lo è senz'altro nel caso in oggetto, dato che tale bordo è lungo circa 3 km e disposto lungo batimetriche regolari). Pertanto lo spettro di input in STWAVE è costante lungo tale limite;
– è un modello stazionario: ciò riduce il tempo di calcolo ed è appropriato per condizioni ondose che variano più lentamente del tempo impiegato dalle onde per "attraversare" la griglia di calcolo;
– tiene conto soltanto di rifrazione e shoaling lineare e non rappresenta l'asimmetria dell'onda;
– l'interazione onda-corrente è basata su una corrente con velocità costante attraverso la colonna d'acqua: se si verificano forti gradienti verticali nella corrente, la loro variazione per rifrazione e shoaling non è rappresentata nel modello;
– l'attrito sul fondo viene trascurato;
– il radiation stress è calcolato sulla base della teoria d'onda lineare.

STWAVE è un modello numerico alle differenze finite, basato su una griglia cartesiana ortogonale. Le celle della griglia sono assunte quadrate ($\Delta x = \Delta y$). Si possono ottenere griglie a diversa risoluzione andando a costruire griglie annidate. Ciò può essere ottenuto facendo "girare" il modello a una risoluzione più grossolana, salvando uno spettro per un punto più a riva. Questo spettro può quindi essere utilizzato come una condizione al contorno per una griglia di risoluzione maggiore. STWAVE opera in un sistema di coordinate locali, con l'asse X orientato in direzione perpendicolare alla spiaggia (con origine al largo) e asse Y orientato parallelamente alla costa, formando un sistema di coordinate che rispettano la regola della mano destra. L'orientazione dell'asse X (±87.5°) definisce il semipiano che è rappresentato nel modello. L'asse Y è generalmente allineato con le batimetriche al largo. Gli angoli di provenienza delle onde sono computati in senso antiorario dall'asse X. I confini laterali nel modello possono essere specificati come terra o mare indicando la profondità delle celle come positiva (mare) o negativa (terra). Si riassume alla seguente Figura 1-6 gli input e gli output forniti dal modello. Per generare uno spettro occorre specificare i seguenti parametri:

– periodo di picco (Tp);
– altezza d'onda;
– profondità;
– parametro di appuntimento dello spettro (γ).

Il parametro di appuntimento controlla la larghezza dello spettro in frequenza (numeri bassi forniscono picchi "larghi", ovvero condizioni di mare vivo, numeri elevati picchi "ristretti", ovvero condizioni di mare di swell). La distribuzione direzionale dello spettro è invece specificata mediante una direzione media e un coefficiente di spreading direzionale (*nn*).
L'energia nello spettro di frequenza è proporzionale a $\cos^{nn}(\alpha - \alpha_m)$, dove α è la direzione della componente spettrale e α_m è la direzione media di propagazione dell'onda. Una guida per la scelta di γ e *nn* è fornita nella Tabella 1-2. Gli spettri con periodi di picco elevati sono generalmente ristretti sia in frequenza che in direzione. Per piccoli periodi di picco gli spettri sono tipicamente allargati sia in frequenza che in direzione.

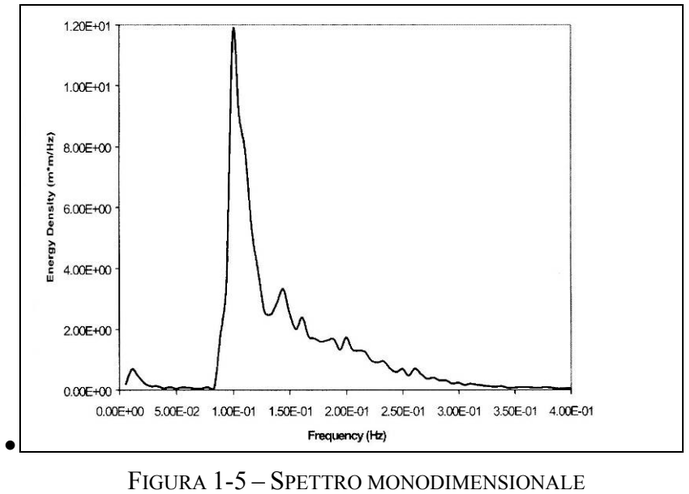


FIGURA 1-5 – SPETTRO MONODIMENSIONALE

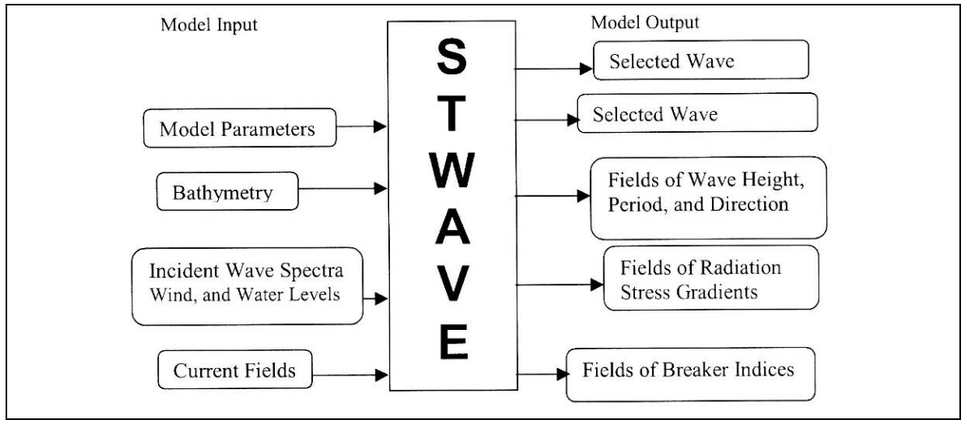


FIGURA 1-6 – INPUT E OUTPUT STWAVE

TABELLA 1-2 – CORRELAZIONE TRA PARAMETRI SPETTRALI (THOMPSON ET AL., 1996)

Tp (s)	***γ***	***nn***
≤ 10	3.3	4 (JONSWAP)
11	4	8
12	4	10
13	5	12
14	5	16
15	6	18
16	6	20
17	7	22
18	7	26
19	8	28
20	8	30

1.2.2. Settore di traversia

Sulla base dell'analisi del moto ondoso al largo e sulla base della conformazione geografica e dell'ubicazione dell'area oggetto di studio, è stato possibile individuare il settore di traversia caratteristico del paraggio, che risulta compreso tra 50° e 210°N (Figura 1-7).

Di conseguenza, le propagazioni del clima ondoso sottocosta, sono state condotte propagando gli eventi ondosi compresi all'interno del settore 50°÷210°N.

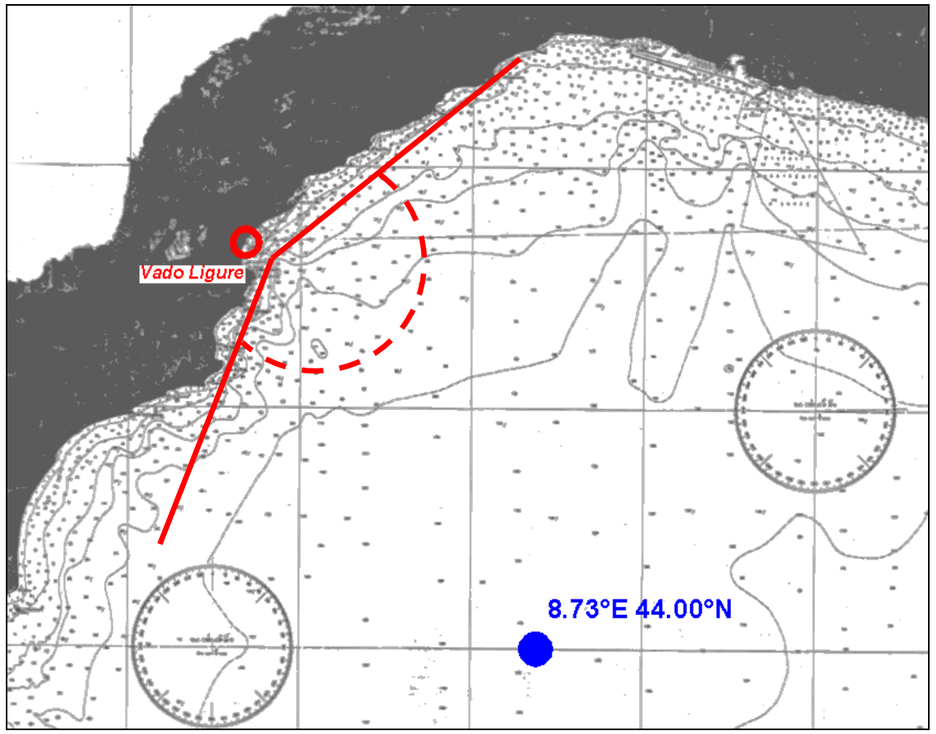


FIGURA 1-7 – SETTORE DI TRAVERSIA

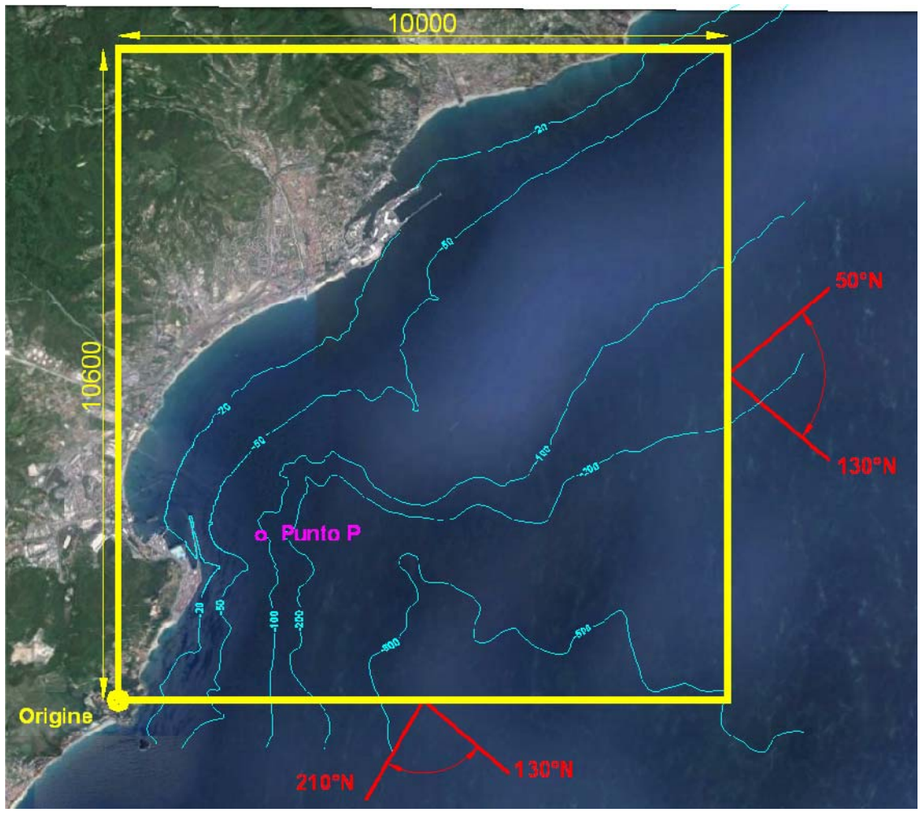


FIGURA 1-8 – GRIGLIA DI CALCOLO E UBICAZIONE DEL PUNTO P

1.2.3. Settaggio del modello di propagazione del clima

Definizione della griglia di calcolo STWAVE

Per la costruzione del dominio di calcolo del modello STWAVE sono stati impiegati i dati batimetrici a disposizione, ovvero le carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina e i più recenti rilievi locali disponibili. In particolare si è fatto riferimento al rilievo di agosto 2008, che copre il tratto che va dal Porto di Vado fino al terrapieno del campo da calcio (fino a profondità maggiori di -55 m s.m.m.), e al rilievo di aprile 2010, che copre il tratto di litorale compreso tra il pontile Esso e il pontile Chevron (fino a profondità comprese tra -6.5 e -9.0 m s.m.m.).

Il dominio di calcolo è stato discretizzato attraverso una griglia con maglia ortogonale a celle quadrate di passo 50 m, con lati paralleli agli assi cartesiani. La griglia ha origine nel punto di coordinate (1455250 m E; 4898770 m N) e dimensioni 10'000 x 10'600 m (Figura 1-8).

Con riferimento al clima ondoso relativo al punto UKMO al largo, sono stati propagati nel dominio di calcolo tutti gli eventi provenienti dal settore 50°÷210°N. In particolare le mareggiate provenienti da NE-E-SE (50°÷130°N) sono state propagate utilizzando come bordo offshore il lato Est della griglia e quelle

provenienti da SE-S-SO (135°÷210°N) sono state propagate utilizzando come bordo offshore il lato Sud della griglia.

Il punto di output del clima locale (punto P - rappresentato in Figura 1-8) si trova su un fondale di circa 100 m, in corrispondenza del punto di coordinate (1457590 m EST, 4901450 m NORD). Le coordinate del punto P e dell'origine della griglia di calcolo sono espresse nel sistema di riferimento Gauss Boaga – Fuso Ovest.

Dati di input

I dati forniti in input al modello sono stati ricavati dal clima al largo, discretizzato per classi di altezza significativa e direzione di provenienza con riferimento al settore 50°÷210°N.

A ciascun evento ondoso al largo (caratterizzato da una determinata altezza d'onda significativa e direzione di provenienza) è stato associato un valore del periodo, ricavato a partire dall'elaborazione dei periodi di tutti gli eventi ricadenti nel periodo di osservazione (gennaio 1987 – dicembre 2008).

Nel dettaglio, sulla base delle caratteristiche del clima ondoso al largo, sono stati individuati tre differenti settori (50°÷90°N, 90°÷180°N e 180°÷210°N), per ciascuno dei quali è stata ricavata una curva di interpolazione tra altezza d'onda significativa e periodo (H_S – $Tz_)$.

Nelle successive figure Figura 1-9, Figura 1-10 e Figura 1-11 vengono riportate le 3 curve di interpolazione ricavate per i differenti settori. Utilizzando le correlazioni ricavate dall'interpolazione dei dati di base è stato possibile associare a ciascun evento ondoso il corrispondente periodo T_z in funzione dell'altezza significativa per i tre settori considerati.

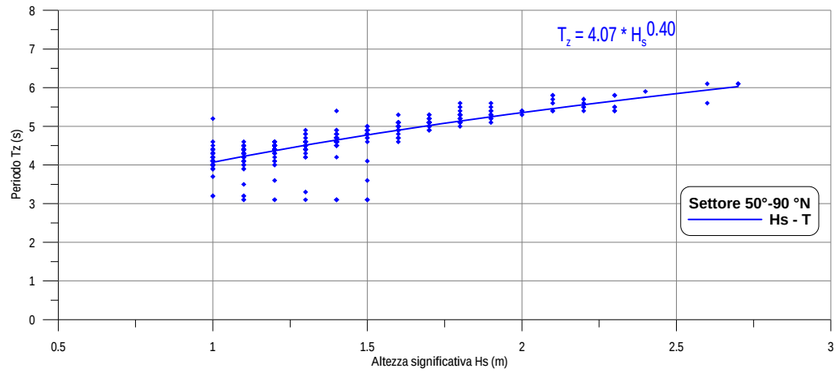


FIGURA 1-9– CORRELAZIONE H_S-T_Z PER IL SETTORE 50°÷90°N

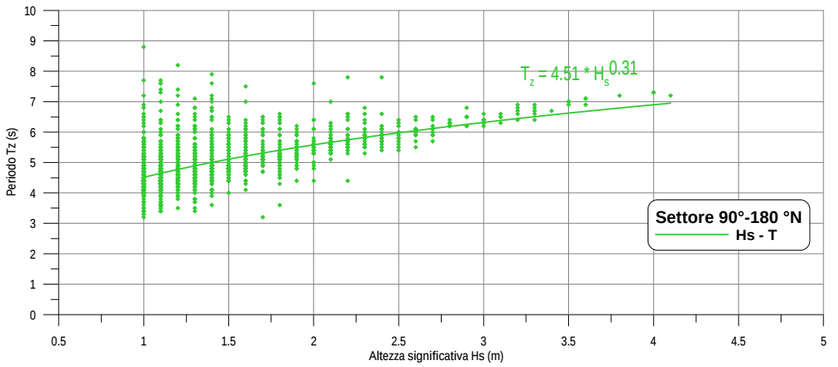


FIGURA 1-10– CORRELAZIONE H_S-T_Z PER IL SETTORE 90°÷180°N

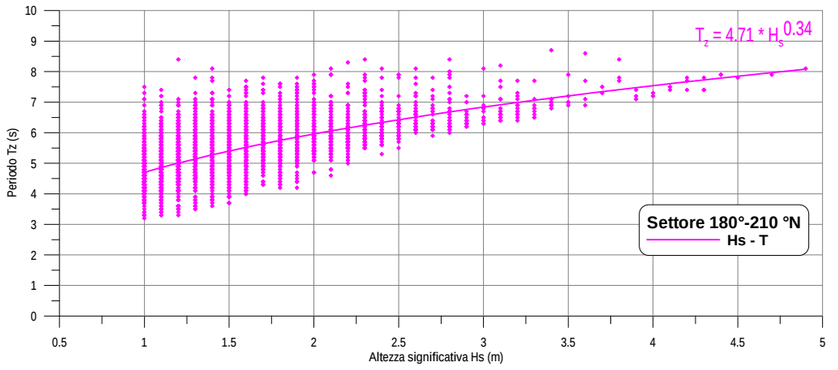


FIGURA 1-11– CORRELAZIONE H_S-T_Z PER IL SETTORE 180°÷210°N

Applicando poi le note relazioni tra T_z, T_s e T_p:

– $T_z=0.78*T_p$ (Carter et al.);

– $T_z=0.83*T_s$ (Sapkaya),

si ricava che $T_p= 1.28*T_z$.

1.2.4. Clima ondoso locale

Il clima ondoso locale è stato ricostruito ordinando i risultati delle propagazioni dal largo verso riva, per classi di altezza significativa e di direzione locale dell'onda. Utilizzando le corrispondenze tra i risultati delle simulazioni (clima locale) e la tabella delle registrazioni relative al clima nel punto al largo (Tabella 1-1), è stato possibile associare a ciascun evento nel punto P una percentuale di apparizione e, quindi, ricostruire le rose delle registrazioni e delle energie sottocosta.
Di seguito, si riportano graficamente i risultati delle elaborazioni della climatologia locale; in particolare sono state rappresentate le rose delle registrazioni e delle energie (Figura 1-12) e la rosa delle altezze massime (Figura 1-13).

Dall'analisi della rosa delle registrazioni e di quella delle energie, si osserva che nella propagazione verso costa il clima ondoso subisce una sensibile rotazione, per effetto della conformazione locale del paraggio, rientrando nel settore di traversia locale 60°÷190°N.
Si osserva che l'energia è concentrata nel settore di Mezzogiorno (con picco a 185°N) con un picco secondario nel settore di Scirocco (a 145°N); per il settore di Grecale si osserva infine un picco caratterizzato da energia piuttosto contenuta in corrispondenza della direzione 75°N.
Le mareggiate con i valori massimi di altezza significativa (compresi tra 3.5 e 4 m) provengono dai settori di Levante-Scirocco e Mezzogiorno; mentre per il settore di Grecale si presentano mareggiate con altezza significativa inferiore a 2.5 m.

É stata infine ricostruita la curva di durata nel punto P che consente di mettere in relazione le caratteristiche di un evento con la sua durata media annuale (Figura 1-14). Si può osservare come l'altezza significativa di 2 m, che nel punto al largo veniva superata mediamente per 7÷8 giorni all'anno, nel punto P venga superata per circa 3 giorni all'anno.

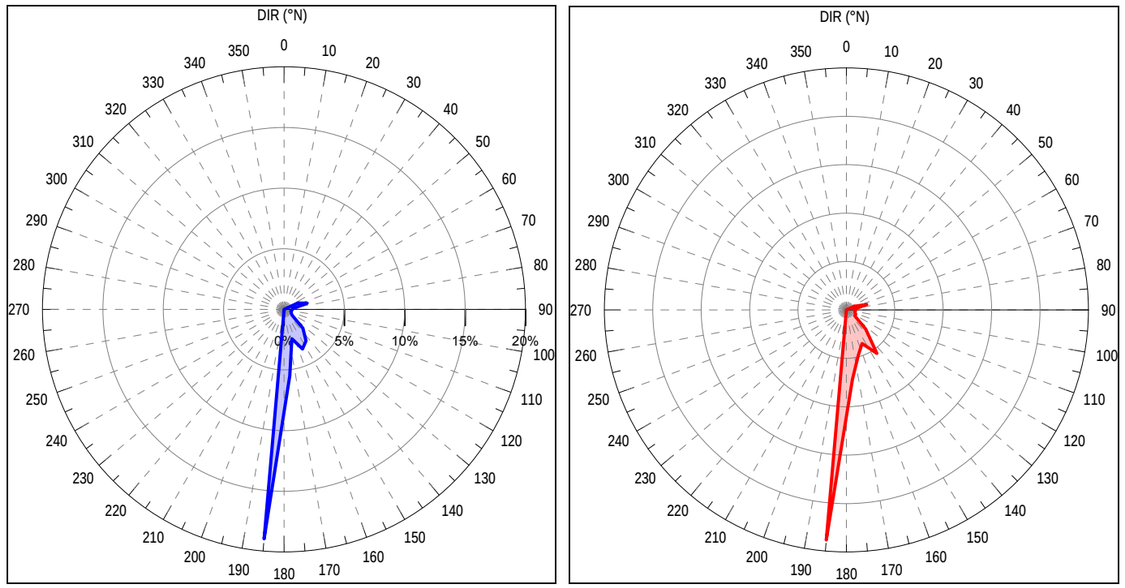


FIGURA 1-12 – ROSE DELLE REGISTRAZIONI (A SINISTRA) E DELLE ENERGIE (A DESTRA) RELATIVE AL PUNTO P

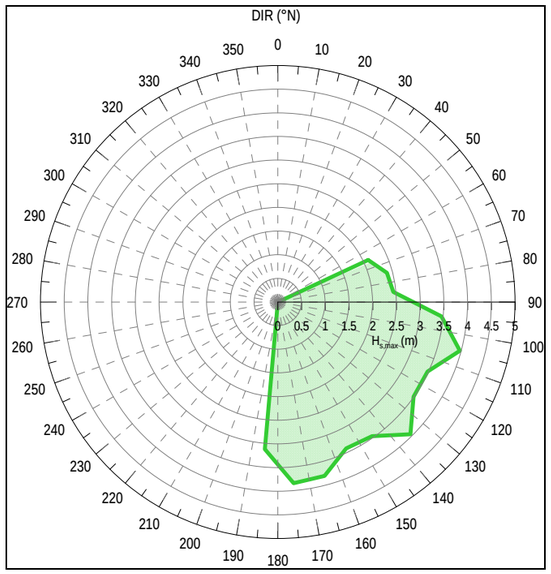


FIGURA 1-13 – ROSA DELLE ALTEZZE MASSIME RELATIVA AL PUNTO P

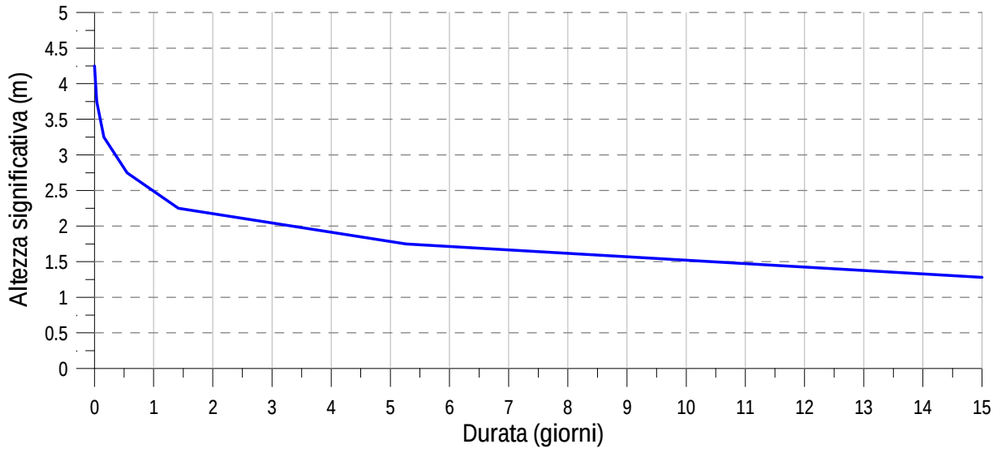


FIGURA 1-14 – CURVA DI DURATA RELATIVA LA PUNTO P

1.2.5. Mareggiate caratteristiche

La climatologia disponibile nel punto P, ricavata dalle propagazioni dal largo verso riva, è stata impiegata per definire alcune mareggiate caratteristiche che sono state impiegate nello studio delle circolazioni costiere e del trasporto solido.

In particolare, sono state individuate alcune mareggiate ritenute significative per la dinamica litoranea locale e che corrispondono rispettivamente a condizioni di moto ondoso relativamente severe (ma non estreme), caratterizzate da persistenza pari a 1g/anno e 5 gg/anno. L'analisi è stata condotta con riferimento a 3 differenti settori, individuati a partire dalla distribuzione delle energie del clima ondoso locale (Figura 1-12): Greco-Levante (60°÷120°N), Scirocco (120°-160°N) e Mezzogiorno (160°÷190°N). I valori di altezza d'onda significativa, per le mareggiate individuate, sono stati ricavati dalla curva di durata nel punto P ricostruita per i 3 settori di Greco-Levante, Scirocco e Mezzogiorno, per le suddette frequenze di 1 g e 5 gg/anno (Figura 1-15).

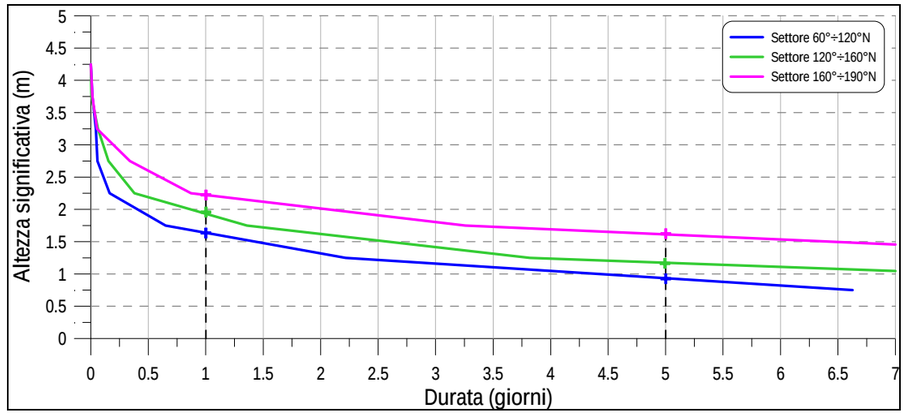


FIGURA 1-15 – CURVA DI DURATA RELATIVA AL PUNTO P PER I 3 SETTORI INDIVIDUATI

Sempre con riferimento alla distribuzione locale dell'energia (Figura 1-12), sono state individuate 3 direzioni principali di provenienza (75°N per il settore di Greco-Levante, 145°N per il settore di Scirocco e 185°N per quello di Mezzogiorno), rappresentative dei picchi di energia.

I valori del periodo di picco da associare a ciascuna mareggiata sono stati ricavati in funzione delle caratteristiche locali dell'evento ondoso sulla base delle corrispondenze tra clima locale e clima al largo ottenuto attraverso le propagazioni.

Le mareggiate caratteristiche così individuate, considerate come input per lo studio della propagazione locale e, successivamente, della dinamica litoranea e del trasporto solido, sono riportate nella successiva Tabella 1-3.

TABELLA 1-3 – MAREGGIATE CARATTERISTICHE NEL PUNTO P

		CARATTERISTICHE NEL PUNTO P		
Mareggiate	**Frequenza (gg/anno)**	**H_S (m)**	**T_P (s)**	**Dir (°N)**
Levante	1	1.64	6.5	75
Scirocco	1	1.93	6.8	145
Mezzogiorno	1	2.22	7.8	185
Levante	5	0.93	5.2	75
Scirocco	5	1.17	5.6	145
Mezzogiorno	5	1.61	6.8	185

1.3. Caratteristiche morfologiche e sedimentologiche

1.3.1. Ricostruzione storica dell'evoluzione morfologica del litorale

La ricostruzione storica dell'evoluzione del litorale di Vado Ligure, tra Villa Gavotti e il porto di Vado, è stata condotta sulla base dei dati forniti dal Committente e, in particolare, sulla base del confronto tra le seguenti linee di riva (Figura 1-16):

- linea di riva 1944;
- linea di riva 1973;
- linea di riva 1983;
- linea di riva 1993;
- linea di riva 2003
- linea di riva rilievo di marzo 2010.

L'analisi dell'evoluzione storica della linea di costa è stata condotta con riferimento al tratto di litorale compreso tra la foce del torrente Quiliano e la foce del torrente Segno.
La linea di riva del 1944 si presenta notevolmente arretrata rispetto a quelle degli ultimi 40 anni (dal 1973 al 2010), in parte perché le opere foranee del porto di Vado nel 1944 non raggiungevano i fondali attuali e in parte perché non erano ancora stati realizzati i terrapieni e le armature di foce del Quiliano.

Per quanto riguarda la spiaggia compresa tra la foce del Quiliano e il terrapieno del cantiere navale, dal 1973 al 1993 si osserva un avanzamento sostanzialmente uniforme della linea di costa di circa 6÷7 m. Dal 1993 al 2003 si riscontra un avanzamento piuttosto consistente (circa 15÷16 m), mentre nel corso degli ultimi anni la linea di costa risulta sostanzialmente stabile.
Con riferimento al tratto di litorale più a Sud (tra il cantiere navale e la foce del Segno), si osserva un riorientamento della linea di costa piuttosto evidente dal 1973 al 1993, con arretramento a Nord e avanzamento a Sud a ridosso della scogliera radente. Questo fenomeno va sicuramente attribuito al completamento delle opere foranee del porto di Vado e soprattutto all'allungamento del molo di sopraflutto.
Questa tendenza diminuisce nel corso del decennio successivo (dal 1993 al 2003) e nel corso dell'ultimo decennio si riscontra una sostanziale stabilità della linea di costa.

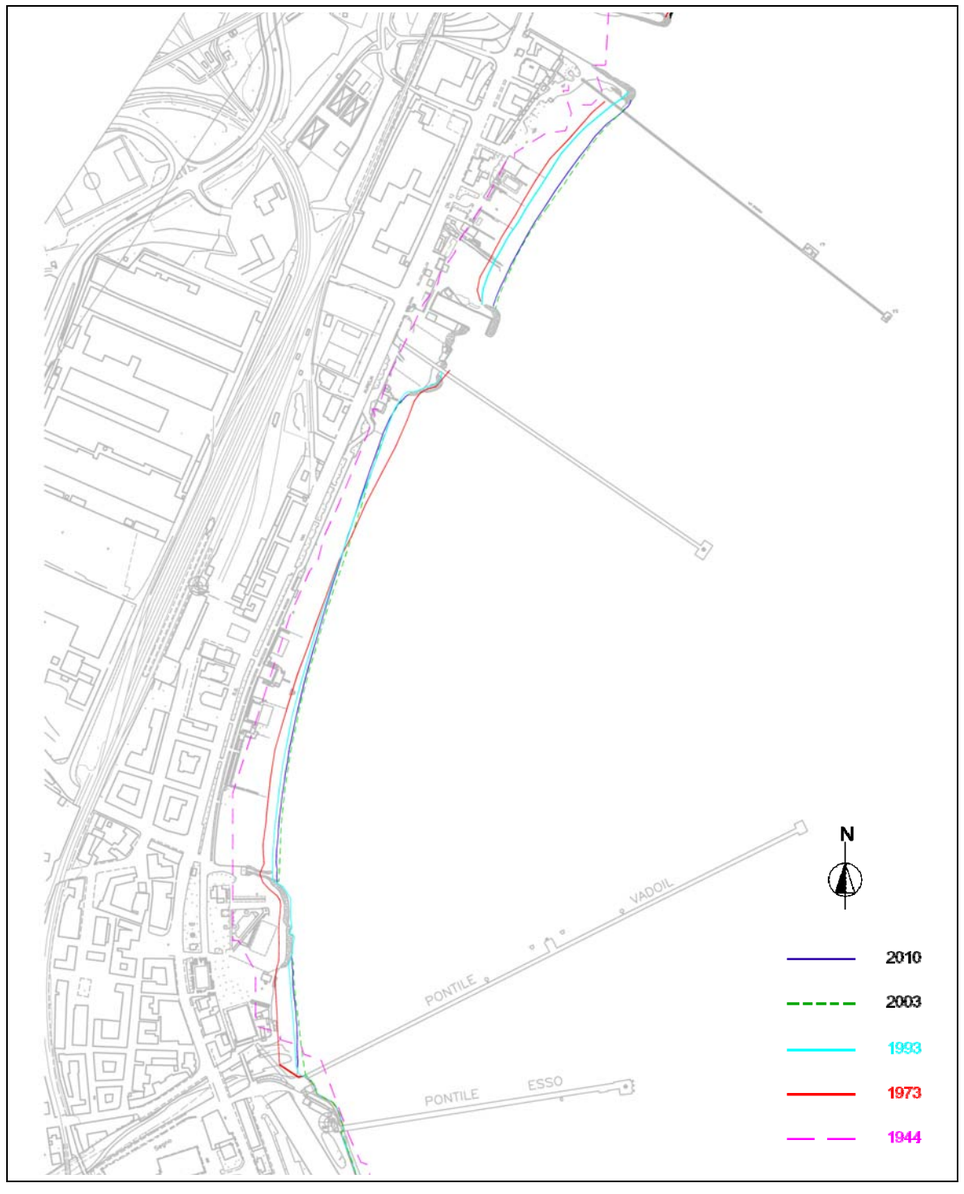


FIGURA 1-16 – RICOSTRUZIONE STORICA DELL'EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA DAL 1944 AL 2010

1.3.2. Dati sedimentologici

Le caratteristiche sedimentologiche del materiale presente sulla fascia attiva del litorale sono state ricavate sulla base dei risultati della campagna di indagini eseguita tra febbraio e maggio 2010, i cui risultati sono descritti in dettaglio nell'elaborato "Analisi sedimentologiche dei prelievi di campione eseguiti sulla spiaggia emersa e sommersa compresa tra il Torrente Segno e il Rio 4 Stagioni ad integrazione del progetto definitivo 'Piastra multifunzionale' del porto di Vado Ligure – Savona", redatto da Drafinsub Survey S.r.l. (maggio 2010).

Ai fini dello studio di cui in oggetto sono state considerate le caratteristiche dei campioni prelevati all'interno dell'area di interesse, compresa tra la foce del torrente Quiliano e la foce del torrente Segno (area riquadrata in rosso in Figura 1-17).

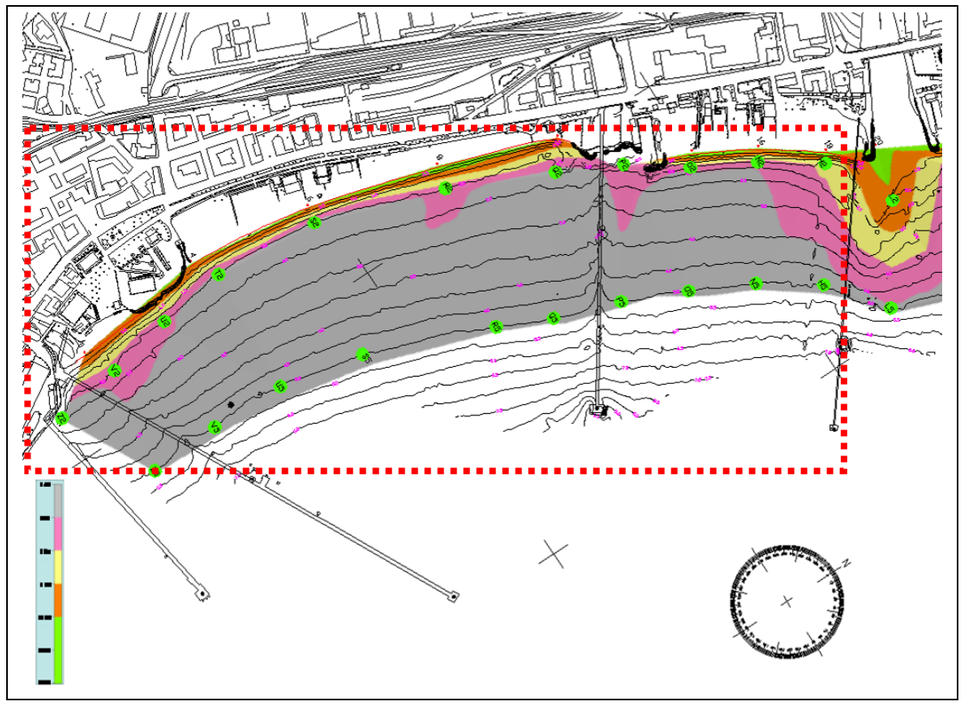


FIGURA 1-17 – UBICAZIONE DEI PUNTI DI PRELIEVO
(CAMPAGNA DI INDAGINI DI FEBBRAIO-MAGGIO 2010)

Nelle successive Tabella 1-4 e Tabella 1-5 si riportano i valori del diametro medio dei grani per i campioni prelevati sulla spiaggia sommersa ed emersa, all'interno del tratto di litorale oggetto del presente studio.

TABELLA 1-4 – DIAMETRO MEDIO DEI GRANI – CAMPIONI SPIAGGIA SOMMERSA

Campione	Profondità (m s.m.m.)	D_{50} (mm)
H2	-2	0.276
H5	-5	0.304
N2	-2	0.213
N5	-5	0.132
O2	-2	0.216
O5	-5	0.129
P2	-2	0.318
P5	-5	0.191
Q2	-2	0.166
Q5	-5	0.199
R2	-2	0.303
R5	-5	0.136
S2	-2	0.137
S5	-5	0.159
T2	-2	0.157
U2	-2	0.289
U5	-5	0.157
V2	-2	0.318
V5	-5	0.154
Z2	-2	0.118
Z5	-5	0.162

TABELLA 1-5 – DIAMETRO MEDIO DEI GRANI – CAMPIONI SPIAGGIA EMERSA

Campione	Profondità (m s.m.m.)	D_{50} (mm)
0	battigia	1.867
4	battigia	2.405
6	battigia	2.735
8	battigia	4.273
10	battigia	2.990
14	battigia	6.408
16	battigia	3.362
18	battigia	4.353

Sulla base dei risultati delle indagini eseguite, si evince che la spiaggia sommersa fino alla profondità di circa -5 m s.m.m. (ovvero all'interno della fascia attiva) è costituita da sabbia medio-fine con diametro medio dei grani compreso tra 0.1 e 0.3 mm. La spiaggia emersa risulta, invece, costituita da ghiaia fine con diametro medio dei grani compreso tra 2 e 6 mm.

Vista la differente classazione del materiale tra spiaggia emersa e sommersa, si è scelto di procedere con l'analisi modellistica dell'evoluzione morfologica e della dinamica del litorale come di seguito specificato.

Ai fini dello studio della circolazione e del trasporto solido dei sedimenti che costituiscono il profilo sommerso del litorale (analisi condotta per mezzo di codici di calcolo CMS-WAVE e CMS-FLOW) sono state fornite in input al modello le caratteristiche granulometriche ricavate sulla base dell'analisi delle curve granulometriche dei campioni prelevati sulla spiaggia sommersa. Nel caso specifico si ottiene un valore medio del D_{50} (diametro medio dei grani) pari a 0.20 mm (Tabella 1-4).
Per quanto riguarda, invece, l'evoluzione della linea di riva e lo studio del trasporto solido longitudinale (analisi condotta per mezzo di codici di calcolo STWAVE e GENESIS), si è scelto di fornire in input al modello le caratteristiche granulometriche ricavate sulla base dell'analisi delle curve granulometriche dei campioni prelevati sulla battigia. Il codice di calcolo GENESIS, infatti, consente di inserire un unico valore del diametro medio dei grani per rappresentare i sedimenti della fascia attiva del litorale e, quindi, non permette di distinguere tra zona sommersa ed emersa. Poiché nel caso specifico l'evoluzione della linea di riva risulta maggiormente influenzata dal materiale che costituisce la spiaggia emersa, nella modellazione è stato considerato un valore medio del D_{50} pari a 3.55 mm (Tabella 1-5).

1.3.3. Sedimenti provenienti dal Torrente Segno

All'interno del tratto di litorale oggetto di studio si inserisce il Torrente Segno. Questo corso d'acqua, che sottende un bacino di circa 21 km^2, è in grado di generare un modesto apporto di sedimenti. Infatti, la fitta copertura vegetale limita fortemente le condizioni predisponenti a fenomeni di ruscellamento diffuso e arealmente esteso, ad eccezione di qualche area in cui gli incendi hanno comportato una maggiore esposizione agli agenti erosivi.
Studi sul trasporto solido del Torrente Segno hanno fornito una stima del trasporto medio annuo in grado di essere generato dal torrente, fornendo un range variabile tra i 3400 e gli 8600 m^3/anno relativo al materiale in grado di raggiungere la foce (cfr. "Valutazione del trasporto solido del Torrente Segno", redatto dal Dott. Geol. Guido Paliaga nel giugno 2014). Il valore più elevato si riferisce alla stima effettuata considerando gli effetti dei recenti incendi che hanno interessato alcune aree del bacino.

Il materiale costituente il fondo alveo, inizialmente più grossolano (ciottoli e ghiaie), diminuisce progressivamente verso la foce sino a granulometrie più fini (sabbie).
Le analisi granulometriche eseguite su un campione di materiale prelevato in prossimità della foce hanno mostrato che circa il 25% del campione è costituito da sabbie (dimensioni inferiori ai 2 mm secondo classificazione ASTM).

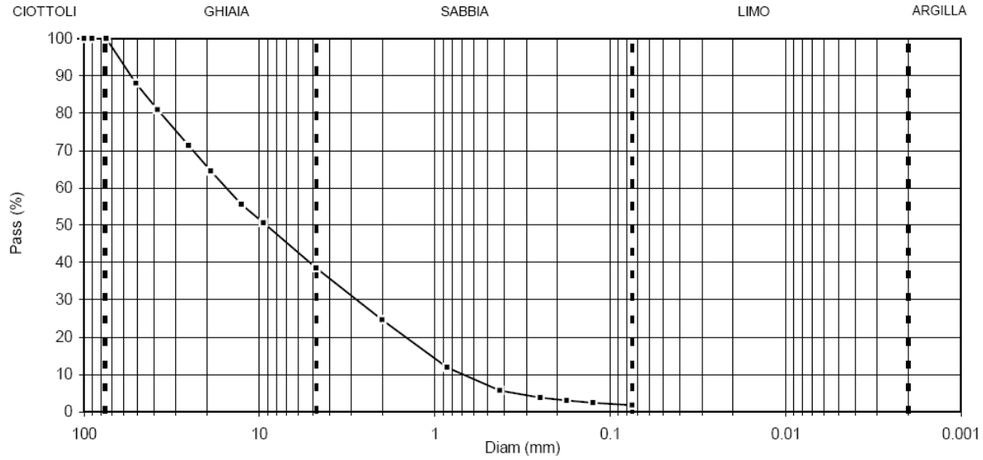


FIGURA 1-18 – CURVA GRANULOMETRICA DEL CAMPIONE DI MATERIALE PRELEVATO ALLA FOCE DEL TORRENTE SEGNO

1.4. Analisi dello stato attuale

Al fine di poter comprendere le attuali dinamiche del litorale, nonché di eseguire una verifica dei risultati dei modelli di circolazione e trasporto in relazione alle reali dinamiche, è stato eseguito lo studio su modello matematico dello stato attuale.

Lo studio della dinamica litoranea e del trasporto solido che si instaurano nei fondali antistanti il litorale di Vado in seguito alla persistenza (cioè a regime, in condizioni

stazionarie) di determinate forzanti, è stato condotto mediante l'utilizzo del codice di calcolo CMS-Flow, accoppiato al codice di calcolo CMS-Wave. Una descrizione dettagliata dei codici di calcolo viene riportata nei successivi paragrafi 1.4.1 e 1.4.2.

Per lo studio delle correnti costiere sono state considerate come forzanti principali il moto ondoso e il vento. Il campo di moto ondoso sottocosta (forzante del modello idrodinamico) è stato ricavato, a partire dalle condizioni meteomarine nel punto di output "P" (cfr. precedente paragrafo 1.2.5), per mezzo del codice di calcolo CMS-Wave. Quest'ultimo si interfaccia con il codice di calcolo CMS-Flow, fornendogli i valori dei radiation stress che generano le correnti litoranee.

In modo analogo, utilizzando l'accoppiamento del codice di calcolo CMS-Flow con il codice di calcolo CMS-Wave, è stato condotto lo studio del trasporto solido litoraneo. Il codice di calcolo CMS-Flow consente di interpretare correttamente i fenomeni responsabili del trasporto dei sedimenti; le simulazioni condotte consentono di evidenziare, seppur qualitativamente, le aree potenzialmente attive dal punto di vista del trasporto solido generato dall'azione combinata di onde e correnti. Per lo studio del trasporto solido sono state considerate come forzanti principali il campo di moto ondoso (CMS-Wave) e il campo di velocità e di livelli generato dal moto ondoso (risultati del modello CMS-Flow).

Al fine di analizzare la dinamica delle correnti e del trasporto anche in presenza di trasporto solido proveniente dal Torrente Segno sono stati analizzati alcuni scenari di mareggiate concomitanti ad un evento di piena del torrente.

1.4.1. Descrizione del codice di calcolo CMS-Wave

Il modello matematico CMS-Wave (Lin L., H. Mase, F. Yamada e Z. Demirbilek, 2006; Demirbilek Z., L. Lin e A. Zundel 2007), precedentemente denominato WABED (Wave-Action Balance Equation Diffraction), è un modello bidimensionale stazionario spettrale basato sull'equazione di conservazione dell'azione integrata per tener conto della riflessione e della diffrazione dell'onda (Mase H., H. Amamori e T. Takayama, 2005). Il modello è stato sviluppato all'interno del progetto Coastal Modeling System (CMS), nell'ambito del programma di ricerca statunitense Coastal Inlets Research Program (C.I.R.P.) condotto nel Coastal and Hydraulic Laboratory (C.H.L.) del U.S. Army Engineer Research and Development Center (E.R.D.C.).

CMS-Wave è in grado di simulare la trasformazione spettrale dell'onda, anche in presenza di correnti litoranee, tenendo conto dei processi di rifrazione (dovuta al fondale, alle strutture e ai gradienti di corrente), di shoaling (dovuto al fondale e a gradienti di corrente), di riflessione (dovuta alla linea di costa e alle strutture) e di blocking (dovuto alle correnti). Sono inoltre considerati dal modello diversi processi di generazione e dissipazione dell'onda, tra i quali la generazione da vento, l'attrito al fondo, frangimento, la ridistribuzione dell'energia sullo spettro, il whitecapping e le interazioni non lineari tra onde.

<u>Equazione di conservazione dell'azione con diffrazione</u>

CMS-Wave è basato sulla equazione di conservazione dell'azione dell'onda, e non della densità dell'energia, in quanto lo spettro della densità d'azione è conservativo anche in presenza di correnti (Bretherton e Garret 1968; Whitham 1974):

$$\frac{\partial(C_x N)}{\partial x}+\frac{\partial(C_y N)}{\partial y}+\frac{\partial(C_\theta N)}{\partial x}=\frac{\kappa}{2\sigma}\left[\left(CC_g\cos^2\theta N_y\right)_y-\frac{CC_g}{2}\cos^2\theta N_{yy}\right]-\varepsilon_b N-S$$

dove:

$N=\frac{E(\sigma,\theta)}{\sigma}$ è la densità di azione dell'onda (funzione della frequenza σ e della direzione θ) e si ottiene dividendo la densità di energia E per la frequenza;

C e Cg sono le celerità d'onda e di gruppo;

Cx,Cy e Cθ sono le velocità caratteristiche della corrente rispetto x, y e θ ;

x e y sono le coordinate del piano orizzontale;

Ny e Nyy sono le derivate del primo e del secondo ordine della densità di azione.

Nell'equazione sono implementate sia la diffrazione dell'onda, integrata con un termine derivato dall'approssimazione parabolica, che la dispersione dell'energia: κ è un parametro empirico che rappresenta l'intensità dell'effetto di diffrazione, ε_b è la parametrizzazione della dissipazione energetica dovuta al frangimento ed S (composto da S_{in} e S_{ds}) indica eventuali sorgenti o perdite addizionali (forzante da vento, attrito al fondo, interazione non lineare delle onde).

Interazione onda-correnti

Le velocità caratteristiche C_x, C_y e C_θ nel primo membro dell'equazione di conservazione dell'azione possono essere espresse come:

$$C_x = C_g \cos\theta + U$$
$$C_y = C_g \sin\theta + V$$
$$C_\theta = \frac{\sigma}{\sinh 2kh}\left(\sinh\theta\frac{\partial h}{\partial x} - \cosh\theta\frac{\partial h}{\partial y}\right) + \cos\theta\sin\theta\frac{\partial U}{\partial x} - \cos^2\theta\frac{\partial U}{\partial x} + \sin^2\theta\frac{\partial V}{\partial x} - \sin\theta\cos\theta\frac{\partial V}{\partial x}$$

dove U e V le componenti della velocità della corrente, mediate sulla profondità, lungo le due direzioni del piano x e y, k è il numero d'onda e h è la profondità. La dispersione dell'azione dell'onda dovuta alla presenza di correnti può essere ricavata a partire dalla relazione tra la frequenza relativa σ, la frequenza assoluta ω, il vettore del numero d'onda $\vec{k}$ e la velocità della corrente $\vec{Q} = \vec{U} + \vec{V}$ (Johnsson 1990):

$$\sigma = \omega - \vec{k}\cdot\vec{Q} \qquad \text{e} \qquad \sigma^2 = g\,k\,\tanh(kh)$$

dove:

$\vec{k}\cdot\vec{Q}$ è il termine che indica la variazione di frequenza (effetto Doppler);

g è l'accelerazione di gravità;

Impiegando la precedente formulazione è quindi possibile valutare la dispersione di azione dell'onda dovuta alla presenza di correnti e quindi la variazione di frequenza. Con tale formulazione non vi è alcuna soluzione per la condizione di wave blocking, cioè nel caso di un treno d'onde che incontra una corrente la cui velocità è superiore alla celerità di gruppo (Smith et al. 1998; Larson e Kraus 2002):

$$C_g = \frac{\partial\sigma}{\partial k} < \frac{\vec{k}\cdot\vec{Q}}{k}$$

In condizioni di wave blocking l'onda non è in grado di propagarsi oltre la corrente e l'energia viene in parte riflessa (o trasformata con componenti a frequenza inferiore) e in parte dissipata per frangimento. In CMS-Wave in condizioni di wave blocking l'azione dell'onda è posta pari a zero.

Diffrazione dell'onda

Il termine κ, nel primo termine al secondo membro dell'equazione di conservazione dell'azione dell'onda, è il parametro che rappresenta la diffrazione dell'onda, formulato a partire dalla teoria dell'approssimazione parabolica (Mase, 2001). Questo termine può variare tra 0 (il modello non considera diffrazione dell'onda) e 4 (massimo effetto di diffrazione) e necessita, nell'applicazione del modello, di una valutazione e di una calibrazione applicata al caso specifico.

Riflessione dell'onda

L'energia dell'onda riflessa (da una struttura o dalla linea di costa) viene valutata nell'assunzione che l'angolo di incidenza e quello riflesso, rispetto alla normale all'ostacolo, siano uguali e che l'energia riflessa sia una frazione di quella incidente. In particolare si assume che l'azione d'onda riflessa N_r sia linearmente proporzionale a quella dell'onda incidente N_i (cfr. secondo termine a secondo membro dell'equazione di conservazione dell'azione dell'onda):

$$N_r = K_r^2 N_i$$

dove K_r è il coefficiente di riflessione (0 nessuna riflessione e 1 riflessione totale) definito come il rapporto tra l'altezza d'onda riflessa e quella incidente (Dean e Dalrymple 1984).

Frangimento dell'onda

In CMS-Wave la dissipazione dovuta al frangimento può essere valutata attraverso 4 differenti espressioni: formulazione perfezionata di Goda (Sakai et al., 1989), formulazione perfezionata di Miche (Battjes, 1972; Mase et al. 2005 b), formulazione di Battjes e Janssen (Battjes e Janssen, 1978) e formulazione di Chawla e Kirby (2002). Queste espressioni, considerate più accurate per valutare il frangimento in presenza di correnti rispetto ad altre formulazioni esistenti in letteratura, possono essere suddivise in due distinte categorie:

– formulazioni che valutano la dissipazione di energia troncando la coda della distribuzione dell'altezza d'onda di Rayleigh (Goda e Miche);

– formulazioni che valutano la dissipazione come perdita totale di energia nello spettro mutuando l'approccio utilizzato per la modellazione del risalto idraulico – "salto di Bidone" - (Battjes-Janssen e Chawla-Kirby).

Il modello consente di scegliere l'espressione per il calcolo della dissipazione di energia, ma limita comunque l'altezza d'onda significativa frangente (H_b) a valori inferiori a quelli che si ottengono applicando il criterio di frangimento in funzione della profondità h (Smith et al. 1999):

$$\frac{H_b}{h} \le 0.64$$

e il criterio più generale, che dipende anche dalla ripidità del fondale:

$$H_b = \frac{0.64}{k_p}\tanh(k_p h)$$

dove k_p è il numero d'onda corrispondente al picco dello spettro.

Trasferimento di energia dal vento

Il termine S_{in}, componente generativa del terzo termine a secondo membro dell'equazione di conservazione dell'azione dell'onda, è il parametro che rappresenta l'incremento di energia dovuto al vento.

Questo termine viene espresso in funzione del rapporto tra la celerità dell'onda C e la velocità del vento W , del rapporto tra la celerità di gruppo C_g e la velocità del vento, della differenza tra la velocità del vento e la celerità dell'onda e della differenza tra la direzione del vento θ_w e la direzione dell'onda θ (Lin e Lin 2006b).

$$S_{in} = \frac{a_1\sigma}{g}F_1(\vec{W}-\vec{C}_g)F_2\left(\frac{C_g}{W}\right)E^*_{PM}(\sigma\sigma)\Phi(\theta+\frac{a_2\sigma^2}{g}F_1(\vec{W}-\vec{C}_g)F_2\left(\frac{C_g}{W}\right)F_3\left(\frac{C_g}{W}\right)N$$

dove

$$E^*_{PM}(\sigma\sigma = g/\sigma^2\exp(-0.74\sigma_0^4/\sigma^4)$$

è l'espressione dello spettro nella forma di Pierson-Moskowitz (PM), con σ0=g/W costante di Phillips;

$$\Phi(\theta) = 8/3\pi\ \cos^4(\theta-\theta_{wind}) \qquad per\ \ |\theta-\theta_{wind}| \le \pi/2$$

è lo spreading direzionale normalizzato;

$$F_1(\vec{W}-\vec{C}_g) = \begin{cases} W\cos(\theta_{wind}-\theta)-C_g \\ 0 \end{cases} \qquad F_2\left(\frac{C_g}{W}\right) = \begin{cases} \left(\frac{C_g}{W}\right)^{1.15} \\ 1 \end{cases} \qquad F_3\left(\frac{C_g}{W}\right) = \begin{cases} \log_{10}[\left(\frac{C_g}{W}\right)^{-1}] & se\ C_g < W \\ 0 & se\ C_g \ge W \end{cases}$$

sono le funzioni che tengono conto: F_1 della forzante del vento, F_2 dell'effetto dei meccanismi di risonanza di Phillips (Phillips 1957) e F3 dell'"invecchiamento" dell'onda.

Dissipazione di energia dovuta al whitecapping

La perdita di energia dovuta al fenomeno del whitecapping è rappresentata nella componente dissipativa (S_{ds}) del terzo termine del secondo membro dell'equazione di conservazione dell'azione dell'onda; questo termine può essere espresso, tenendo conto della presenza di correnti e degli effetti turbolenti come segue:

$$S_{ds} = -c_{ds}(a_e k)^{1.5}\sigma^2/g\ C_g(\sigma\sigma,\theta)\ {}_4(\vec{W},\vec{Q},\vec{C}_g)\ F_5(kh)\ N$$

dove

$$F_4(\vec{W},\vec{Q},\vec{C}_g) = \frac{v+W}{\left|\vec{W}+\vec{Q}+\vec{C}_g\right|} \qquad \text{e} \qquad F_5(kh) = \frac{1}{\tanh(kh)}$$

con c_{ds} coefficiente di proporzionalità, $a_e = \sqrt{E(\sigma,\theta)d\sigma d\theta}$ l'ampiezza dell'onda e v il coefficiente di dissipazione turbolenta.

Dissipazione per attrito al fondo

La dissipazione energetica dovuta alle interazioni con il fondo è rappresentata nella componente dissipativa (S_{ds}) del terzo termine del secondo membro dell'equazione di conservazione dell'azione dell'onda; può essere causata dall'attrito sul fondo o da movimenti del materiale del fondo e può essere rappresentata con la seguente espressione (Collins 1972):

$$S_{ds} = -c_f\frac{\sigma^2}{g}\frac{\langle u_b\rangle}{\sinh^2(kh)}N$$

dove $\langle u_b\rangle = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{g}{h}E_{total}}$ rappresenta la media dei moduli delle velocità orbitali al fondo ed E_{total} è la densità di energia totale.

Infine, c_f è il coefficiente di attrito di Darcy-Weisbach che può assumere, per fondali sabbiosi, valori compresi tra 0.004 e 0.007 (Hasselmann et al. 1973; Bouws e

Komen 1983), mentre per fondali rocciosi o corallini può assumere valori tra 0.05 e 0.40 (Hardy 1993; Hearn 1999; Lowe et al. 2005). Conseguentemente, nell'applicazione del modello, tale coefficiente necessita di una valutazione e, possibilmente, di una calibrazione applicata al caso specifico.

1.4.2. Descrizione del codice di calcolo CMS-Flow

Il modello matematico CMS-Flow (Militello et al., 2004) è un codice alle differenze finite in grado di simulare la circolazione idrodinamica e il trasporto solido indotti da forzanti quali moto ondoso, marea e vento. Il codice è stato sviluppato nell'ambito del progetto Coastal Modeling System (CMS), sviluppato a sua volta nel contesto del programma di ricerca statunitense Coastal Inlets Research Program (C.I.R.P.) condotto nel Coastal and Hydraulic Laboratory (C.H.L.) dello U.S. Army Engineer Research and Development Center (E.R.D.C.).

CMS-Flow risolve in un dominio bidimensionale le equazioni di continuità e della quantità di moto della fluidodinamica, integrate sulla verticale, attraverso una approssimazione ai volumi finiti. Il codice implementa inoltre le equazioni di avvezione-diffusione e di continuità dei sedimenti per risolvere il problema del trasporto e dell'evoluzione del fondale.

Il dominio di calcolo bidimensionale viene discretizzato con una griglia ortogonale con maglia di elementi quadrati di dimensioni variabili: il modello implementa la funzione di "telescoping grid" che permette la costruzione di un dominio con elementi le cui dimensioni possono essere variate in funzione delle caratteristiche locali del fondale e della complessità delle opere presenti.

Il codice risolve in una prima fase le equazioni della quantità di moto attraverso una discretizzazione nel tempo e successivamente procede alla soluzione dell'equazione di continuità con le velocità aggiornate con i valori ottenuti dalla soluzione della quantità di moto. Il calcolo del trasporto viene condotto sui valori aggiornati di sovralzo e velocità indotte dalle correnti, nonché dall'azione delle onde se incluse nella simulazione.

Per lo studio delle correnti costiere e del trasporto generato vengono normalmente considerate come forzanti principali il moto ondoso e il vento. Il campo di moto ondoso sottocosta (forzante del modello idrodinamico) è normalmente ricavato per mezzo del codice di calcolo CMS-Wave, che si interfaccia con il codice di calcolo CMS-Flow, fornendogli i valori dei radiation stress che generano le correnti litoranee.

Problema idrodinamico - Equazioni del moto

Per la soluzione del problema idrodinamico, CMS-Flow risolve le equazioni che governano il problema idrodinamico (equazione di continuità e di conservazione della quantità di moto) in un dominio bidimensionale applicando il metodo dei volumi finiti.

Le equazioni che governano il moto sono:

$$\frac{\partial(h-\eta)}{\partial t}+\frac{\partial q_x}{\partial x}+\frac{\partial q_y}{\partial y}=0 \qquad \text{(FL1)}$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t}+\frac{\partial u q_x}{\partial x}+\frac{\partial v q_x}{\partial y}+\frac{1}{2}g\frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial x}=\frac{\partial}{\partial x}D_x\frac{\partial q_x}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial y}D_y\frac{\partial q_x}{\partial y}+fq_x-\tau_{bx}+\tau_{wx}+\tau_{Sx} \qquad \text{(FL2)}$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t}+\frac{\partial u q_y}{\partial x}+\frac{\partial v q_y}{\partial y}+\frac{1}{2}g\frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}D_x\frac{\partial q_y}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial y}D_y\frac{\partial q_y}{\partial y}+fq_y-\tau_{by}+\tau_{wy}+\tau_{Sy} \qquad \text{(FL3)}$$

dove:

h	profondità del fondale
η	elevazione libera della superficie del mare
q_x q_y	flussi per unità di larghezza parallelo alle direzioni x e y
u v	velocità della corrente integrate sulla verticale parallela alle direzioni x e y
D_x D_y	termini di diffusione per le direzioni x e y
f	parametro di Coriolis
τ_{bx} τ_{by}	sforzi al fondo paralleli alle direzioni x e y
τ_{wx} e τ_{wy}	sforzi(vento)sulla superficie libera del mare paralleli alle direzioni x e y

τ_{Sx} τ_{Sy} sforzi dovuti alle onde paralleli alle direzioni x e y

Sforzi al fondo

In presenza di onde, gli sforzi al fondo derivano dalla combinazione degli effetti delle correnti (generate da vento, oscillazioni di marea, moto ondoso) e della velocità orbitale delle onde. Per il calcolo di tali sforzi il modello impiega la sequente espressione approssimata, mediata sul tempo, (Nishimura 1988):

$$\tau_{bx} = C_b\left\{\left(U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}}\cos^2\alpha\right)u + \left(\frac{\omega_b^2}{U_{wc}}\cos\alpha\sin\alpha\right)v\right\} \qquad \text{(FL4)}$$

$$\tau_{by} = C_b\left\{\left(\frac{\omega_b^2}{U_{wc}}\cos\alpha\sin\alpha\right)u + \left(U_{wc} + \frac{\omega_b^2}{U_{wc}}\sin^2\alpha\right)v\right\} \qquad \text{(FL5)}$$

dove

C_b è il coefficiente di attrito al fondo ed è dato $C_b = g/C^2$ con $C = R^{1/6}/n$ coefficiente di Chezy,

α è l'angolo rispetto l'asse x, e U_{wc} e ω_b sono dati da:

$$U_{wc} = \frac{1}{2}\left\{\sqrt{\left|u^2+v^2+\omega_b^2+2(u\cos\alpha+v\sin\alpha)\omega_b\right|} + \sqrt{\left|u^2+v^2+\omega_b^2+2(u\cos\alpha+v\sin\alpha)\omega_b\right|}\right\}$$

$$\omega_b = \frac{\sigma H}{\pi\sinh\left[k(h+\eta)\right]}$$

dove σ è la frequenza, H è l'altezza d'onda e k è il numero d'onda.

Sforzi sulla superficie libera

Gli sforzi sulla superficie libera del mare dovuti al vento sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\tau_{bx} = C_d\frac{\rho_a}{\rho_w}W^2\sin(\theta) \qquad \text{e} \qquad \tau_{by} = C_d\frac{\rho_a}{\rho_w}W^2\cos(\theta) \qquad \text{(FL6)}$$

dove C_d è il coefficiente di attrito del vento, ρ_a e ρ_w sono le densità dell'aria e dell'acqua, W e θ sono la velocità e la direzione del vento.

Sforzi dovuti alle onde

Gli sforzi dovuti alle onde sono calcolati a partire dai gradienti dei radiation stress:

$$\tau_{Sx} = -\frac{1}{\rho_w}\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial S_{xy}}{\partial y}\right) \qquad \text{e} \qquad \tau_{Sy} = -\frac{1}{\rho_w}\left(\frac{\partial S_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial S_{yy}}{\partial y}\right) \qquad \text{(FL7)}$$

dove *Sxx*, *Sxy* e *Syy* sono i radiation stress indotti dal moto ondoso e forniti in input dal modello di propagazione del moto ondoso (CMS-Wave).

Coefficiente di diffusione

Il coefficiente di diffusione laterale D è fortemente influenzato dal fenomeno del mescolamento verticale della colonna d'acqua, che varia in funzione dei processi coinvolti. Dove il contributo del moto ondoso può essere trascurato (alto fondale), il coefficiente può essere espresso in funzione della colonna d'acqua, delle velocità delle correnti e della scabrezza del fondale (Falconer, 1980):

$$D_0 = \frac{1}{2}\left[1.156g(h+\eta)\frac{|U|}{C^2}\right] \qquad \text{(FL8)}$$

Dove invece il contributo del moto ondoso risulta importante, come nella surf zone, il coefficiente può essere espresso come segue (Smith, Larson e Kraus, 1993; Kraus e Larson, 1991):

$$D_w = \varepsilon_L \qquad \text{con} \qquad \varepsilon_L = \Lambda u_m H \qquad \text{e} \qquad u_m = \frac{gHT}{\left[2\lambda\cosh\left(\frac{2\pi(h+\eta)}{\lambda}\right)\right]} \qquad \text{(FL9)}$$

dove Λ è un coefficiente empirico che dipende dalla forza di miscelazione laterale e u_m è l'ampiezza della componente orizzontale della velocità orbitale al fondo.

Problema del trasporto solido - equazioni del trasporto e di continuità dei sedimenti

Per la soluzione del problema del trasporto solido, CMS-Flow implementa l'equazione del trasporto secondo la formulazione Lund-CIRP (Camenen e Larson, 2005 e 2006), che tiene conto sia del trasporto in sospensione che del trasporto al fondo. I valori di trasporto solido, ottenuti applicando l'equazione del trasporto, vengono successivamente impiegati per la valutazione dell'evoluzione dei fondali, calcolata applicando l'espressione di continuità dei sedimenti.

In CMS-Flow l'evoluzione morfologica del fondale è controllata da due vincoli principali: (a) il fondo fisso e (b) l"avalanching". Il primo permette di definire all'interno del dominio aree che non possono essere erose, e sono quindi soggette

solo fenomeni di deposizione (es. substrato roccioso), mentre il secondo interviene, nelle aree a fondo mobile, quando la pendenza del fondale supera un prefissato angolo critico: oltre questo angolo, il modello induce un franamento di materiale verso il basso fino al ripristino di una pendenza inferiore a quella critica.

Di seguito si riporta una breve trattazione delle espressioni implementate da CMS-Flow per la risoluzione del problema del trasporto solido e dell'evoluzione morfologica dei fondali; si rimanda ai manuali del codice (*ERDC/CHL TR-06-9, Agosto 2006*) per una più esaustiva trattazione.

Coefficienti di attrito e di scabrezza del fondo

Il coefficiente di scabrezza k_s, assunto costante nel modello, è costituito da tre termini:

$$k_s = k_{sd} + k_{sf} + k_{ss} \qquad \text{(FL10)}$$

Il termine k_{sd} è la scabrezza legata alla dimensione (d_{50}) del materiale: $k_{sd} = 2.5 d_{50}$.

Il termine k_{sf} è la scabrezza legata al trascinamento del materiale, funzione delle caratteristiche dei ripple (Soulsby 1997): $k_{sf} = 7.5 H_r^2 / L_r$ con H_r e L_r: rispettivamente altezza e lunghezza del ripple.

Le caratteristiche del ripple dipendono essenzialmente (Soulsby 1997) dalla dimensione del sedimento in presenza di sola corrente, mentre dipendono dalla mobilità delle particelle (van Rijn 1993) in presenza di onde.

Il termine k_{ss} è la scabrezza legata alla mobilità (d_{50}) del materiale (Wilson 1966,1989): $k_{ss} = 5 d_{50} \theta_i$ dove θ_i indica genericamente il parametro di Shields, per correnti θ_c e per onde θ_w :

$$\theta_c = \frac{\tau_c}{\rho(s-1)g d_{50}} \quad \text{e} \quad \theta_w = \frac{\tau_c}{\rho(s-1)g d_{50}} \qquad \text{(FL11)}$$

dove s è il rapporto tra le densità dei materiali (ρ_s/ρ_w).

Le espressioni FL11 dipendono essenzialmente dalle tensioni tangenziali al fondo dovute alla corrente τ_c e al moto ondoso τ_{wc} :

$$\tau_c = \frac{1}{2}\rho_w f_c U_c^2 \quad \text{e} \quad \tau_{wc} = 0.5\tau_w = 0.5 \cdot \frac{1}{2}\rho_w f_w U_w^2 \qquad \text{(FL12)}$$

dove ρ_w è la densità dell'acqua, U_c e U_w sono la velocità della corrente e la velocità orbitale, e f_c e f_w sono i coefficienti di attrito per correnti (Soulsby 1997) e onde (Swart 1974) che dipendono principalmente dal coefficiente di scabrezza k_s; conseguentemente le equazioni FL11 e FL12 vengono risolte iterativamente per successive approssimazioni.

Trasporto al fondo

Una espressione generale per il calcolo del trasporto generato dalla combinazione di onde e correnti è stato sviluppato da Camenen e Larson (2005):

$$\frac{q_{bw}}{\sqrt{(s-1)g d_{50}^3}} = a_w \sqrt{\theta_{net}}\,\theta_{cw,m} \exp\left(-b\frac{\theta_{cr}}{\theta_{cw}}\right)$$
$$\frac{q_{bm}}{\sqrt{(s-1)g d_{50}^3}} = a_n \sqrt{\theta_{cn}}\,\theta_{cw,m} \exp\left(-b\frac{\theta_{cr}}{\theta_{cw}}\right) \qquad \text{(FL13)}$$

dove i pedici w e n si riferiscono, rispettivamente, alle componenti in direzione parallela e normale alla direzione dell'onda, a e b sono dei coefficienti di derivazione sperimentale, θ_{cr} è il parametro critico di Shield, $\theta_{cw,m}$ e θ_{cw} sono i parametri di Shields massimo e medio in presenza di onde e correnti, e $\theta_{cw,m}$ e θ_{cw} sono i contributi netti delle tensioni tangenziali durante un ciclo dell'onda, rispettivamente in direzione parallela e normale all'onda. I parametri $\theta_{cw,m}$,θ_{cw} ,$\theta_{cw,m}$ e θ_{cw} dipendono principalmente dai coefficienti di attrito e dalle velocità della corrente e orbitali.

I coefficienti di derivazione sperimentale assumono i seguenti valori: a_n = 12, b = 4.5 e (Camenen e Larson 2005) a_w = 6 + 6 X_t con $X_t = \theta_c/(\theta_c - \theta_w)$ si ricava dai parametri di Shield θ_c e θ_w.

Trasporto in sospensione

Il trasporto in sospensione viene calcolato assumendo che la concentrazione dei sedimenti abbia un profilo esponenziale lungo la colonna d'acqua e la velocità sia costante (Camenen e Larson 2006):

$$q_s = U_c c_r \frac{\varepsilon}{w_s}\left(1 - \exp\left(\frac{w_f d}{\varepsilon}\right)\right) \qquad \text{(FL14)}$$

dove:

w_s è la velocità di caduta dei sedimenti;

c_r è la concentrazione di riferimento $c_r = 3.5 \cdot 10^{-3} \exp(-0.3 d_*)\theta_{cw,m} \exp(-b\theta_{cr}/\theta_{cw})$

con $d_* = ((s-1)g/v^2)^{1/3} d_{50}$ che è la dimensione del grano adimensionalizzata;

ε è la diffusività dei sedimenti (coefficiente di mescolamento), correlata alla perdita di energia (Battjes 1975): $\varepsilon = (D_e/\rho)^{1/3} d$.

Il termine D_e rappresenta il coefficiente di dissipazione totale ed è pari a:

$$D_e = k_c^3 D_{ec} + k_w^3 D_{ew} + k_b^3 D_{eb}$$ con $$D_{ec} = \tau_c u_{c*} = \sqrt{\tau_c / \rho_w}$$ $$D_{ew} = \tau_w u_{w*} = \sqrt{\tau_w / \rho_w}$$ e

$$k_c = 1/6\sigma_c\kappa$$
$$k_w = 1/6\sigma_w\kappa$$

dove σ_i è il numero di Schmidt e κ è la costante di Von Karman (assunta pari a 0.4). Il termine D_{eb} è fornito direttamente dal modello di propagazione, mentre il termine k_b è assunto pari a 0.017.

Evoluzione morfologica del fondale

Le variazioni di quota del fondale vengono valutate applicando l'equazione di continuità dei sedimenti, nella quale vengono utilizzate le portate solide medie (mediate nel tempo). Con questo tipo di approccio, nel modello sono impostati un intervallo temporale dt_{sed}, per il calcolo delle portate istananee $q_{tot,x}$ e $q_{tot,y}$, e un intervallo temporale dt_{morph}, per il calcolo delle portate medie $\underline{q}_{tot,x}$ e $\underline{q}_{tot,y}$ e delle variazioni di fondale. Per tenere conto delle variazioni di portata solida indotte dalla componente diffusiva (che tende ad incrementare il trasporto verso le zone di fondale più depresse e viceversa ridurre quello diretto verso le zone più elevate) le portate medie vengono calcolate secondo le formule (Watanabe, 1987):

$$\underline{q}^*_{tot,x} = \underline{q}_{tot,x} + D_s \left|\underline{q}_{tot}\right| \frac{\partial h}{\partial x}$$
$$\underline{q}^*_{tot,y} = \underline{q}_{tot,x} + D_s \left|\underline{q}_{tot}\right| \frac{\partial h}{\partial y} \qquad \text{(FL15)}$$

dove D_s è un coefficiente empirico (variabile tipicamente nel range 5-30).

In conclusione, l'equazione di continuità dei sedimenti viene risolta calcolando le variazioni di quota del fondale nell'intervallo temporale dt_{morph} :

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \left(\frac{1}{1-p}\right)\left(\frac{\partial \underline{q}^*_{tot,x}}{\partial x} + \frac{\partial \underline{q}^*_{tot,y}}{\partial y}\right) \qquad \text{(FL16)}$$

1.4.3. Definizione delle griglie di calcolo

Per la costruzione del dominio del modello matematico sono stati impiegati i dati batimetrici a disposizione, cioè le carte nautiche dell'Istituto Idrografico della Marina e i rilievi locali disponibili (rilievi agosto 2008 e aprile 2010).

Per lo studio della propagazione locale del moto ondoso, mediante il codice di calcolo CMS-Wave, è stato definito un dominio di calcolo incentrato nell'area oggetto di studio (vedi Figura 1-19) avente origine nel punto di coordinate (1460450 m E; 4904090 m N) e ruotato di 138.5° rispetto alla direzione Est. Il dominio ha dimensioni 3'250 x 6'900 m ed è stato discretizzato con una griglia a maglia ortogonale a celle quadrate di passo 5 m; il bordo offshore della griglia è posto su una profondità variabile con valore massimo pari a 200 m e passa in prossimità del punto P. Le coordinate delle origini delle griglie di calcolo sono espresse nel sistema di riferimento Gauss Boaga – Fuso Ovest.

Lo studio della circolazione e del trasporto è stato condotto mediante il codice di calcolo CMS-Flow, impiegando un dominio costituito da una griglia sovrapposta alla precedente ma caratterizzata da una maglia ortogonale a passo variabile (da 5 m sottocosta a 80 m verso il largo).

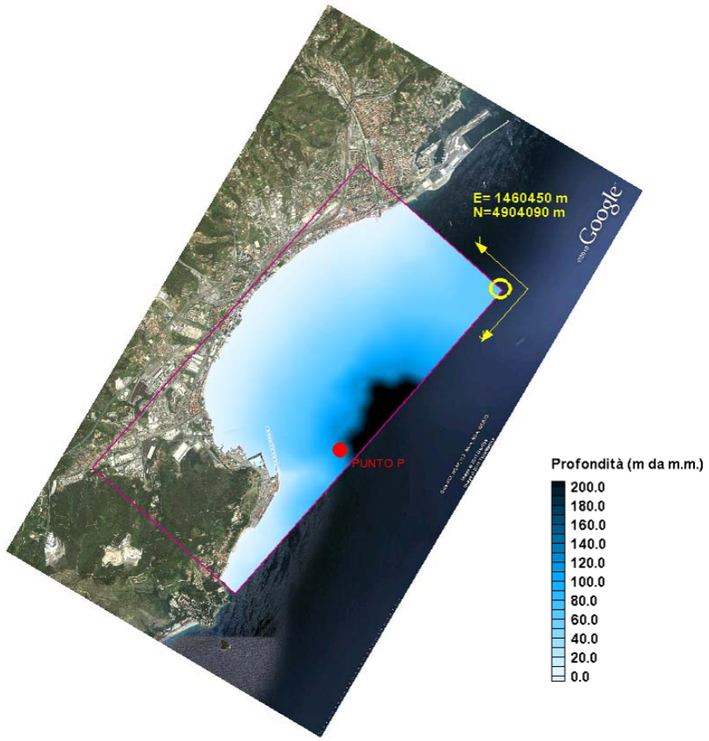


FIGURA 1-19 – GRIGLIA DI CALCOLO IMPIEGATA PER LO STUDIO DELLA CIRCOLAZIONE COSTIERA E DEL TRASPORTO SOLIDO

1.4.4. Dati di input

Le condizioni assegnate in input al modello matematico vengono di seguito esplicitate e successivamente sintetizzate nella Tabella 1-6.

Condizioni ondametriche imposte nel modello

Le condizioni ondametriche impiegate nello studio si riferiscono alle mareggiate caratteristiche definite in precedenza con riferimento al clima nel punto P (si rimanda a quanto descritto nel precedente paragrafo 1.2.5).

Condizioni anemometriche imposte nel modello

Le condizioni anemometriche, imposte come condizione di input nel modello idrodinamico, sono state individuate ricavando per ciascuna delle mareggiate analizzate una condizione anemometrica congrua con i valori di altezza d'onda e periodo di picco. In particolare, per la stima del vento congruo relativo a ciascuna mareggiata è stata utilizzata la correlazione proposta da Svedrup, Munk e Bertschneider (nota come "metodo SMB") che, nell'ipotesi di condizione di mare completamente sviluppato, associa i parametri della mareggiata (H_S,T_P) alla velocità del vento (U_A): $U_A = H_S^2 \times 929.5/T_p^3$.

Le condizioni anemometriche sono state individuate considerando la velocità del vento a 10 m dal suolo (U), dove: $U=U_A^{(1/1.23)}/0.71$.

La direzione di provenienza del vento è stata assegnata pari quella di provenienza delle mareggiate al largo.

Condizioni di piena del Torrente Segno

Come anticipato, al fine di analizzare la dinamica dei sedimenti in uscita dal Torrente Segno sono stati analizzati alcuni scenari di eventi ondosi concomitanti con un evento di piena del torrente.

Nel dettaglio, è stato considerato un evento di piena definito da un idrogramma di piena ordinaria caratterizzato da una portata massima pari a circa 60 m^3/s (vedi Figura 1-20). Tale portata (cfr. portata "indice", Relazione idraulica del T. Segno, Giugno 2014) è, con buona approssimazione, la portata morfodinamicamente significativa in quanto in grado di riprodurre gli effetti morfodinamici degli eventi (idrogramma) di piena che, nel tempo, hanno condotto all'attuale configurazione del fondo alveo.

L'evento di piena è caratterizzato da una frequenza di accadimento piuttosto limitato, conseguentemente si è scelto di associare tale evento alle condizioni di moto ondoso (tra quelle simulate) che più probabilmente si possono verificare in concomitanza con la piena; si è quindi scelto di associare l'evento di piena alle mareggiate caratteristiche con frequenza media annua pari a 5 giorni/anno.

È stato inoltre possibile stimare la portata solida e la quantità di sedimenti che possono essere mobilitati e trasportati a mare da tale evento di piena: 400 m^3**.** Tale

valore è stato stimato considerando gli effetti dei recenti incendi che hanno interessato alcune aree del bacino. Tale quantità di sedimenti risulta comunque solo parzialmente di interesse per l'analisi del trasporto solido litoraneo in quanto solo i sedimenti più fini sono in grado di essere mobilitati dalla dinamica litoranea. Sulla base delle analisi granulometriche si è infatti osservato che solo il 25% del materiale risulta essere di dimensione inferiore ai 2 mm.

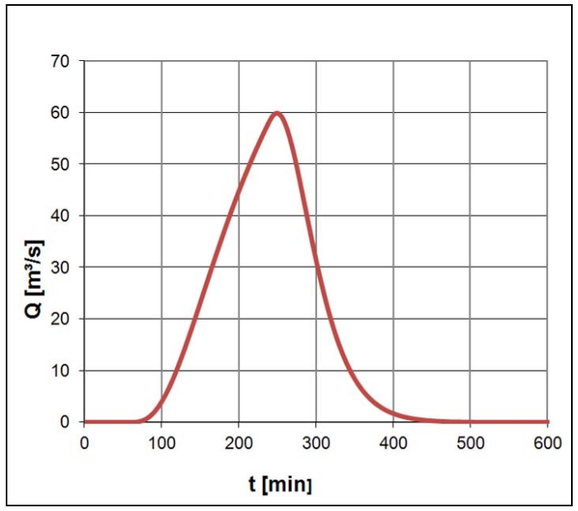


FIGURA 1-20 – IDROGRAMMA DI PIENA DELLA PORTATA "INDICE"

Dati sedimentologici

Ai fini dello studio della circolazione litoranea e del trasporto solido dei sedimenti che costituiscono la spiaggia sommersa sono state fornite in input al modello le caratteristiche granulometriche ricavate sulla base dell'analisi delle curve granulometriche dei campioni prelevati sulla spiaggia sommersa (cfr precedente paragrafo 1.3.2). Nel caso specifico si è ottenuto un valore medio del D_{50} (diametro medio dei grani) pari a 0.20 mm (Tabella 1-4).

In definitiva sono state individuate 6 condizioni di input per lo studio su modello, costituite da 3 mareggiate caratterizzate da una frequenza pari a 1 giorno nell'anno medio e da 3 mareggiate caratterizzate da una frequenza pari a 5 giorni concomitanti a un evento di piena. Di seguito nella Tabella 1-6 si riportano sinteticamente le caratteristiche dei 6 test individuati.

TABELLA 1-6 – CONDIZIONI DI INPUT IMPOSTE NEI MODELLI

				CARATTERISTICHE NEL PUNTO P			VENTO	
TEST	**Mareggiate**	**Freq. (gg/anno)**	**T.Segno**	**H_S (m)**	**T_P (s)**	**Dir (°N)**	**Velocità (m/s)**	**Dir (°N)**
1	Levante	1	-	1.64	6.5	75	8.7	75
2	Scirocco	1	-	1.93	6.8	145	9.4	145
3	Mezzogiorno	1	-	2.22	7.8	185	11.8	195
4	Levante	5	piena	0.93	5.2	75	6.0	75
5	Scirocco	5	piena	1.17	5.6	145	6.8	145
6	Mezzogiorno	5	piena	1.61	6.8	185	9.5	195

1.4.5. Propagazione sottocosta delle mareggiate caratteristiche

I risultati ottenuti dalla propagazione del moto ondoso sottocosta in stato attuale, applicando il codice di calcolo CMS-Wave, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine seguenti (da Figura 1-21 a Figura 1-26).
Le figure rappresentano le altezze d'onda significativa, in termini di gradazione cromatica, mentre le direzioni locali dell'onda sono indicate mediante vettori il cui modulo è proporzionale all'altezza d'onda significativa.

I risultati delle propagazioni sottocosta mostrano che il campo di moto ondoso risulta influenzato principalmente dalla presenza del molo del porto di Vado, che offre al tratto di litorale oggetto di studio un certo grado di protezione dalle mareggiate di Scirocco e Mezzogiorno. Si osserva inoltre che la presenza della cuspide fociva del Torrente Quiliano e le diverse orientazioni della linea di riva lungo il litorale favoriscono la formazione di locali concentrazioni e dispersioni di energia.

Le mareggiate di Levante (TEST 1 e TEST 4) sono caratterizzate da una direzione di provenienza inclinata rispetto alla normale al litorale, conseguentemente risulta

evidente (in particolare nel tratto a Nord) l'effetto della rifrazione (rotazione della mareggiata verso la normale) e l'abbattimento dell'altezza d'onda. Si può osservare che il tratto centrale del litorale (spiaggia in ghiaia tra area camper e T.Segno) risulta interessato da altezze d'onda sensibilmente maggiori (in particolare nel TEST1). Si osserva inoltre che l'effetto di protezione offerto dal molo del porto di Vado è limitato ad una porzione del tratto di litorale a Sud del T. Segno.

Le mareggiate di Scirocco (TEST 2 e TEST5), caratterizzate da direzioni poco inclinate rispetto alla normale al litorale, mostrano invece un minor abbattimento dell'altezza d'onda, mentre risulta piuttosto evidente l'effetto di protezione offerto dal molo del porto di Vadoche, per effetto della diffrazione, abbatte notevolmente le altezze d'onda nel tratto di litorale a Sud dell'area camper.

Le mareggiate di Mezzogiorno (TEST3 e TEST6) sono caratterizzate da direzione di provenienza quasi parallela al litorale, conseguentemente risulta ancora più evidente l'effetto della diffrazione dovuta alla presenza del molo del porto di Vado che abbatte l'altezza d'onda significativa a valori praticamente nulli in un tratto di litorale piuttosto esteso, che si estende verso Sud a partire dall'area camper.

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

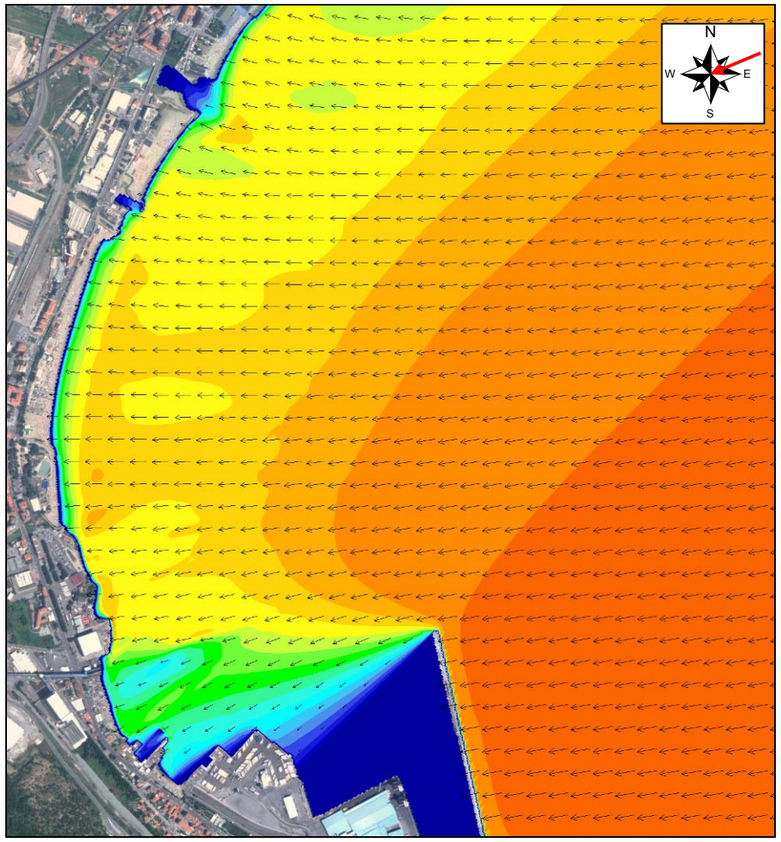


FIGURA 1-21 – TEST1 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

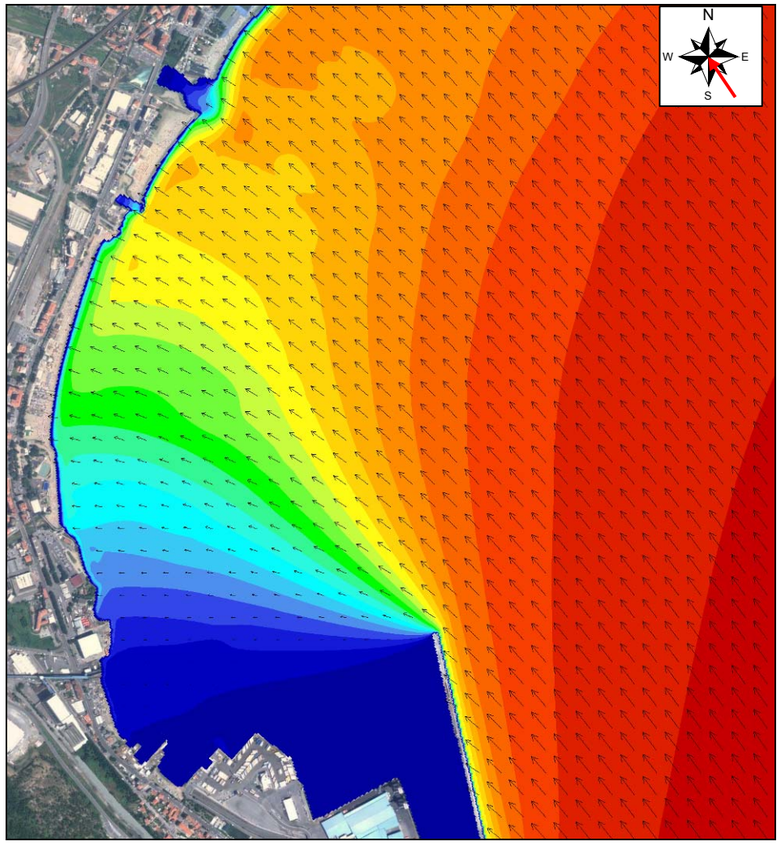


FIGURA 1-22 – TEST2 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

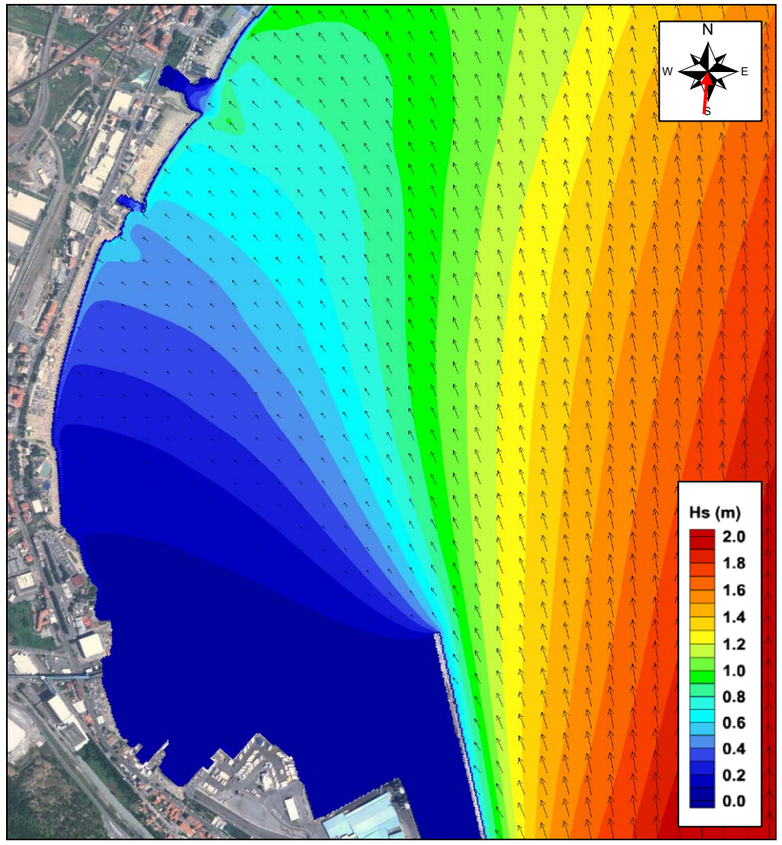


FIGURA 1-23 – TEST3 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni

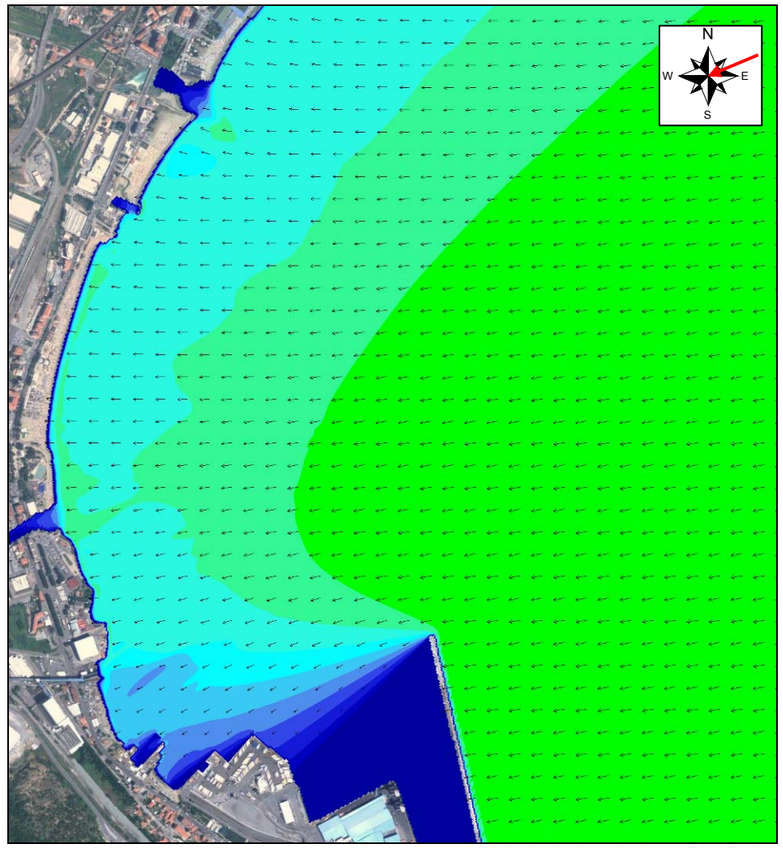


FIGURA 1-24 – TEST4 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

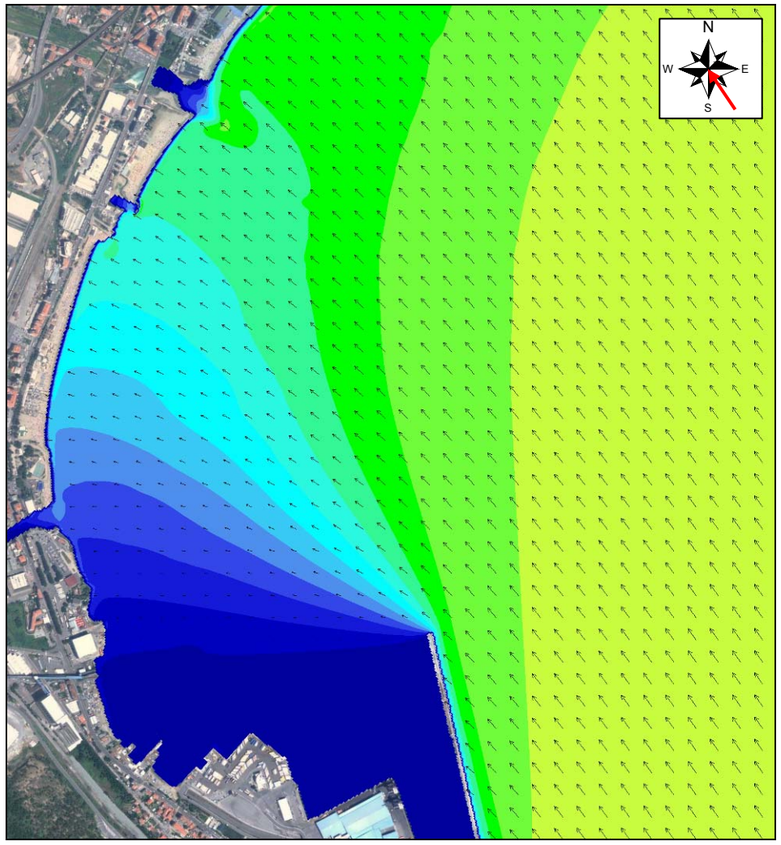


FIGURA 1-25 – TEST5 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

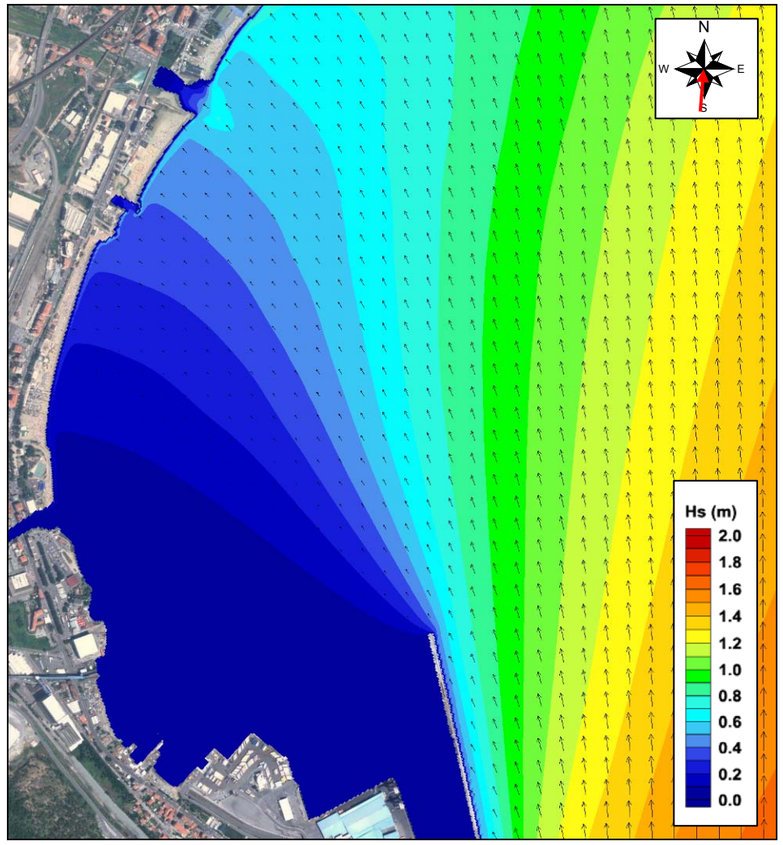


FIGURA 1-26 – TEST6 - PROPAGAZIONE SOTTOCOSTA
STATO ATTUALE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

1.4.6. Circolazioni costiere indotte dal moto ondoso

I risultati dello studio della circolazione costiera in stato attuale, condotto per mezzo del codice di calcolo CMS-Flow interfacciato con il codice di calcolo CMS-Wave appena descritto, sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 1-27 a Figura 1-32).

I risultati riportano in forma grafica le velocità medie della corrente generata dalle mareggiate (mediate sul profilo verticale): le velocità sono rappresentate in termini di gradazioni cromatiche, mentre la direzione locale della corrente viene indicata mediante vettori il cui modulo è proporzionale alla velocità stessa.

Di risultati ottenuti si può osservare che la circolazione idrodinamica risulta sostanzialmente influenzata dalle diverse orientazioni nei vari tratti del litorale e dalla presenza del molo del porto di Vado. In particolare, si può osservare che tali elementi favoriscono la locale formazione di inversioni e di distacchi localizzati della corrente.

La corrente che si sviluppa a seguito della mareggiata di Levante caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 1), genera nel tratto di litorale a Nord (tra la foce del Quiliano e l'area camper) una circolazione idrodinamica rilevante diretta verso Sud-Ovest. Procedendo verso Sud, oltre il cantiere nautico, la corrente subisce un sensibile smorzamento, per poi subire il distacco dal litorale nella zona centrale della spiaggia a causa delle locali correnti di direzione opposta che si formano invece nel tratto più a Sud. A sud della foce del T. Segno le correnti presentano direzione variabile, pur essendo mediamente dirette verso Nord.

L'idrodinamica che si sviluppa seguito della mareggiata di Scirocco con frequenza di 1g/anno (TEST 2) genera una circolazione meno intensa, caratterizzata nel tratto centrale del litorale da due correnti distinte: una più ridossata al litorale diretta verso Nord , e una diretta verso Sud, che si genera in corrispondenza del tratto di spiaggia di fronte all'area camper, che si porta poi rapidamente verso il largo.

Il campo di correnti che si osserva per la mareggiata di Mezzogiorno con frequenza di 1g/anno (TEST 3) risulta generato principalmente dall'azione del vento, in quanto, come osservato nelle pagine precedenti, la mareggiata giunge in prossimità del litorale con altezza d'onda praticamente nulla e non è in grado di forzare la circolazione idrodinamica. La corrente è diretta verso Nord-Est, risulta piuttosto debole e interessa sostanzialmente solo il tratto a Nord del litorale.

Le correnti generate dalle mareggiate con frequenza di 5 gg/anno confermano, con valori di velocità inferiori, le caratteristiche dei campi di corrente osservati per le mareggiate con frequenza 1g/anno.
In presenza della piena del T. Segno il campo delle correnti risulta comunque sostanzialmente influenzato dal flusso di piena in uscita che risulta diretto verso Sud-Est, per le mareggiate di Levante e Scirocco (TEST 4 e TEST 5), mentre risulta diretto verso Nord per la mareggiata di Libeccio (TEST 6).

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

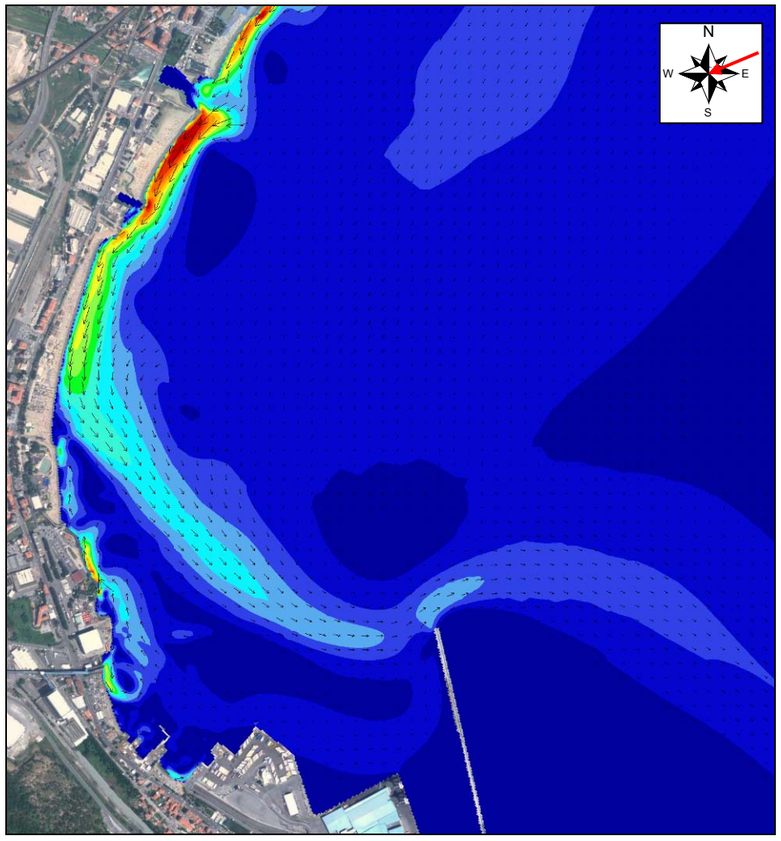


FIGURA 1-27 – TEST1 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

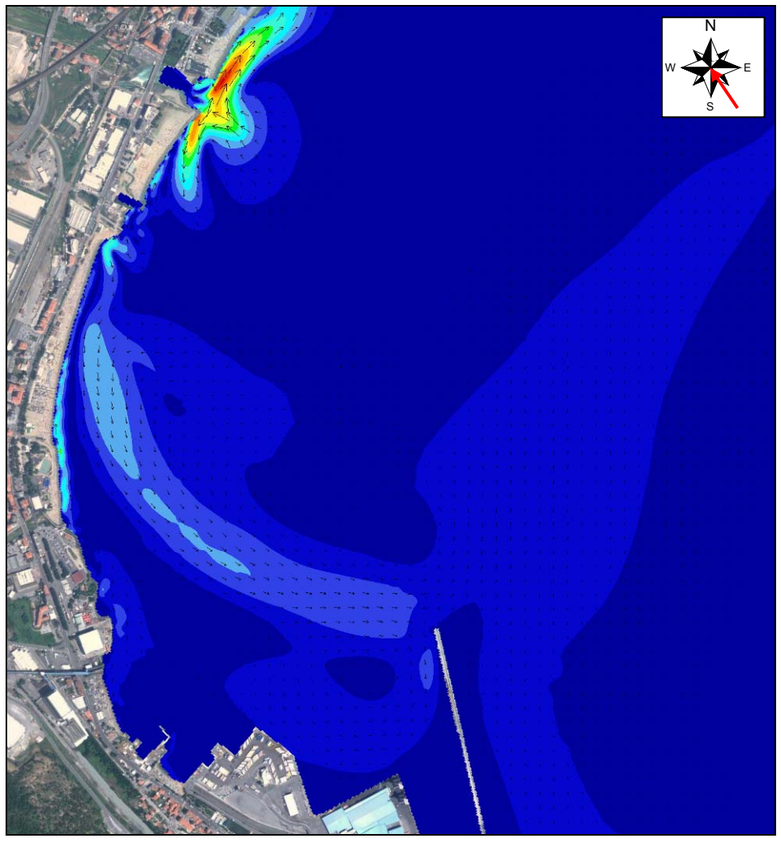


FIGURA 1-28 – TEST2 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

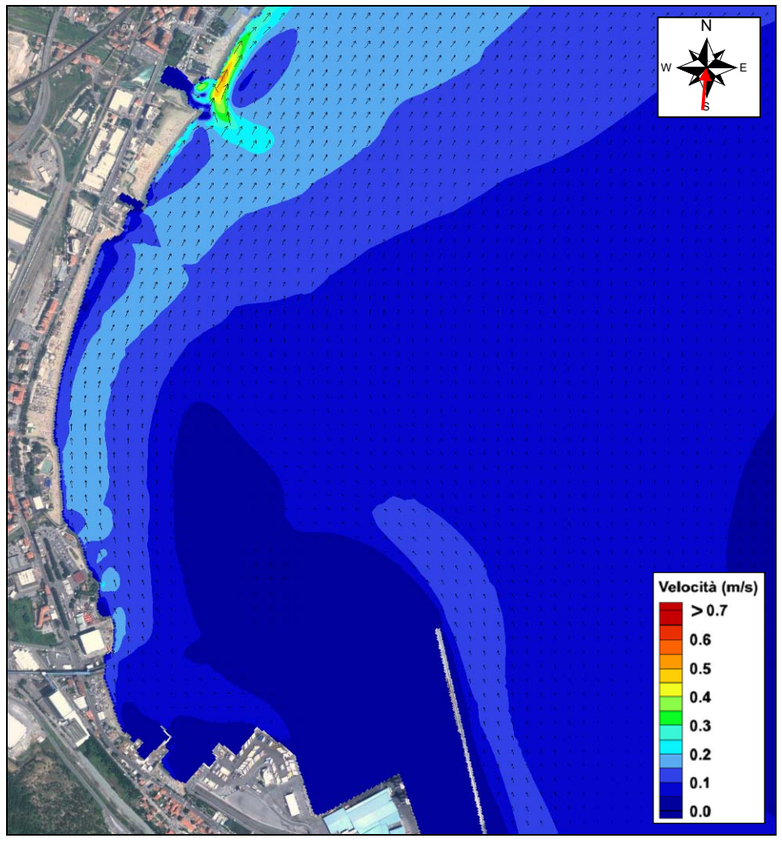


FIGURA 1-29 – TEST3 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Circolazioni costiere indotte da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

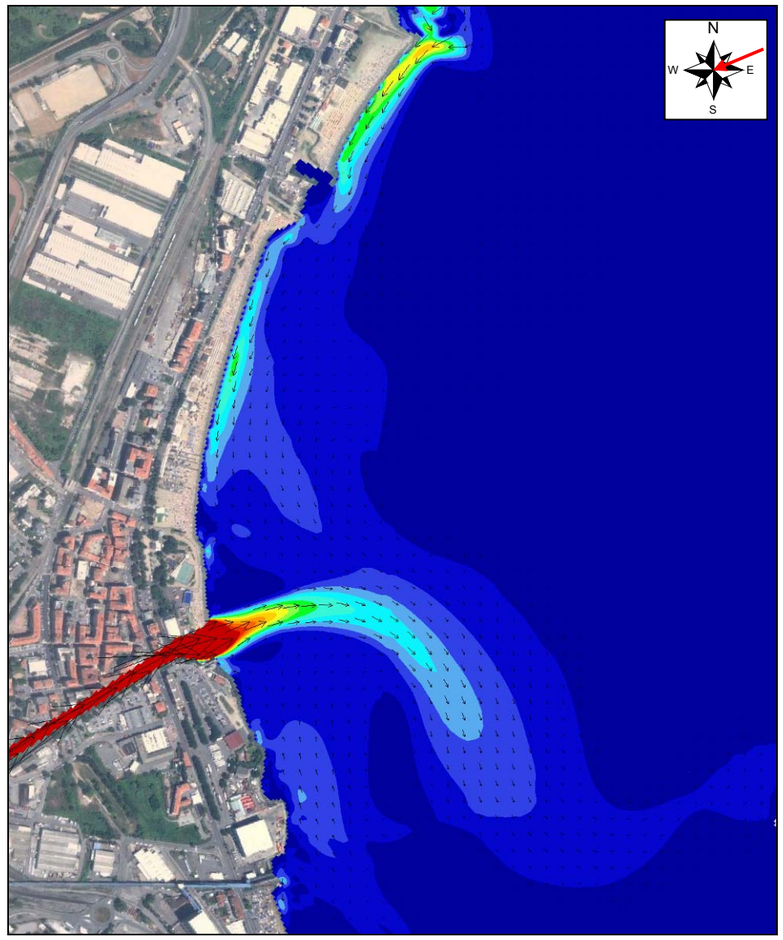


FIGURA 1-30 – TEST4 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

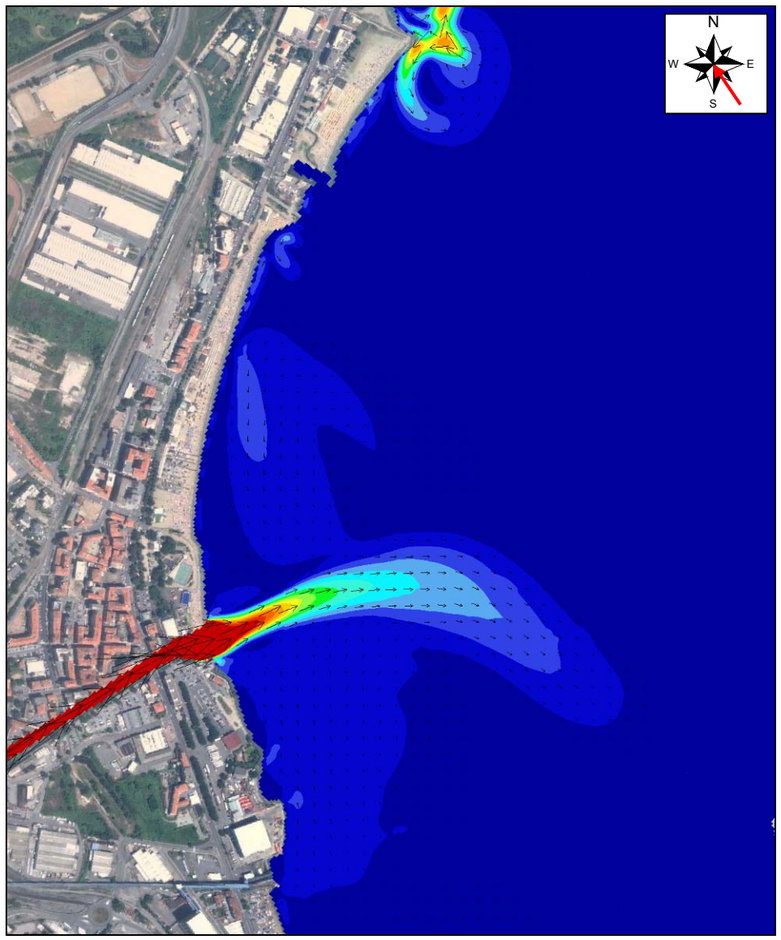


FIGURA 1-31 – TEST5 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

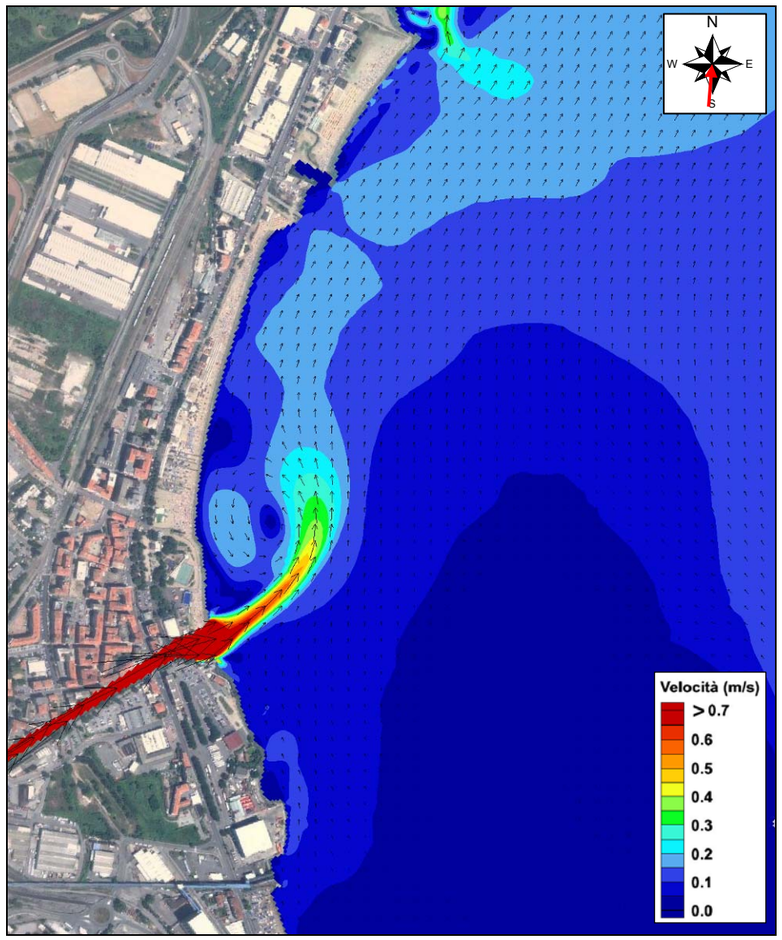


FIGURA 1-32 – TEST6 - CIRCOLAZIONE COSTIERA
STATO ATTUALE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

1.4.7. Trasporto solido litoraneo

Utilizzando l'accoppiamento del codice di calcolo CMS-Flow con il codice di calcolo CMS-Wave, è stato inoltre condotto lo studio del trasporto solido litoraneo. I risultati sono rappresentati nelle figure riportate nelle pagine successive (da Figura 1-33 a Figura 1-39). Per ciascuna delle mareggiate analizzate sono stati riportati i risultati che rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, l'andamento del trasporto e la quantità dei sedimenti mobilitati (concentrazione dei sedimenti messi in sospensione).

Da una analisi preliminare dei risultati si osserva che le zone più attive dal punto di vista della movimentazione dei sedimenti sono il tratto più a Nord del litorale e la zona di foce del Quiliano.

La mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) genera nel tratto di litorale più a Nord compreso fino al cantiere nautico/area camper un significativo trasporto solido, diretto verso Sud-Ovest. Procedendo verso Sud, nel tratto di spiaggia compreso tra l'area camper e la spiaggia in ghiaia (zona centrale) si osserva una diminuzione della mobilitazione dei sedimenti, per effetto delle ridotte velocità della corrente. Nella zona di foce del Segno si osserva una modestissima mobilitazione di sedimenti, tendenzialmente da Sud verso Nord, fino a giungere ad un punto di convergenza con il trasporto proveniente da Nord all'estremità meridionale della spiaggia, indicativamente in corrispondenza della scogliera radente posta a protezione del campo da basket.

La mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2) genera un trasporto solido piuttosto ridotto, ad eccezione dell'area in prossimità della foce del Quiliano dove la demolizione della cuspide fociva determina una maggior mobilitazione dei sedimenti, che interessa comunque il solo tratto prossimo alla foce. A sud del Quiliano, il trasporto risulta caratterizzato da intensità molto ridotta, con direzione che localmente subisce anche inversioni. Nel complesso si osserva che nel tratto centrale il trasporto solido risulta diretto da Sud verso Nord e interessa una fascia di spiaggia sommersa piuttosto ridotta e piuttosto ridossata al litorale.

Per la mareggiata di Mezzogiorno caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 3) si osserva che non si genera una mobilitazione dei sedimenti significativa in tutto il tratto di litorale oggetto di interesse.

Per quanto riguarda la mobilitazione di sedimenti generata dalle mareggiate caratterizzate da frequenza maggiore (5gg/anno) si può osservare che risulta piuttosto ridotta e assume un certo rilievo solo per la mareggiata di Levante (TEST 4) che genera un trasporto solido diretto verso Sud.

Come anticipato, il modello è in grado di simulare i fenomeni di trasporto che interessano la fascia di spiaggia attiva sommersa e quindi i fenomeni di mobilitazione del materiale che compone il fondale, risultanti dalla combinazione degli effetti delle velocità orbitali indotte dal moto ondoso e della circolazione idrodinamica. Conseguentemente, per i test eseguiti in presenza dell'evento di piena si è scelto di valutare la dinamica del materiale in arrivo dal T. Segno, con caratteristiche analoghe a quello che compone il fondale e che è di interesse per lo studio del trasporto solido (0.2 mm). Al fine di fornire un confronto sulla dinamica dei sedimenti caratterizzati da granulometria più grossolana (maggiore di 0.2 mm), che rappresentano oltre il 90% del materiale in arrivo con l'evento di piena, sono state condotte due ulteriori simulazioni, per la sola mareggiata di Levante (TEST 4), con dimensione dei sedimenti rispettivamente pari a 2 e 3.5 mm. I risultati ottenuti per le 3 diverse granulometrie, messi tra loro a confronto sono riportati nella Figura 1-39. Si può osservare che per dimensioni dei sedimenti maggiori le quantità di materiale mobilitato e in grado di essere trasportato oltre la foce del T. Segno risultano molto ridotte.
Dai risultati dei test eseguiti con granulometria pari a 0.2 mm si può osservare che l'evento di piena è in grado di mobilitare una notevole quantità di materiale lungo l'asta fluviale generando un intenso trasporto di materiale fino alla foce. Poco oltre la foce si osserva, per tutte i test eseguiti, una rapida diminuzione di intensità: il

materiale sedimenta entro breve distanza dalla foce. Si può quindi osservare che il trasporto alla foce non risulta sostanzialmente dalla direzione assunta dalla direzione della corrente litoranea forzata dalle concomitanti mareggiate e. Si ricorda che il materiale mobilitato dalla piena è caratterizzato da granulometrie variabili e solo in minima parte costituito da sedimenti di dimensioni uguali o inferiori ai 0.2 mm. Conseguentemente, si può considerare che tali simulazioni mostrino una mobilitazione potenziale dei sedimenti. L'ipotesi che la quantità di materiale caratterizzato da granulometria fine in arrivo dal T. Segno non sia elevata è inoltre confermata dal fatto che, nella realtà, non si osservano depositi di materiale di fronte alla foce del torrente

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 1 giorno

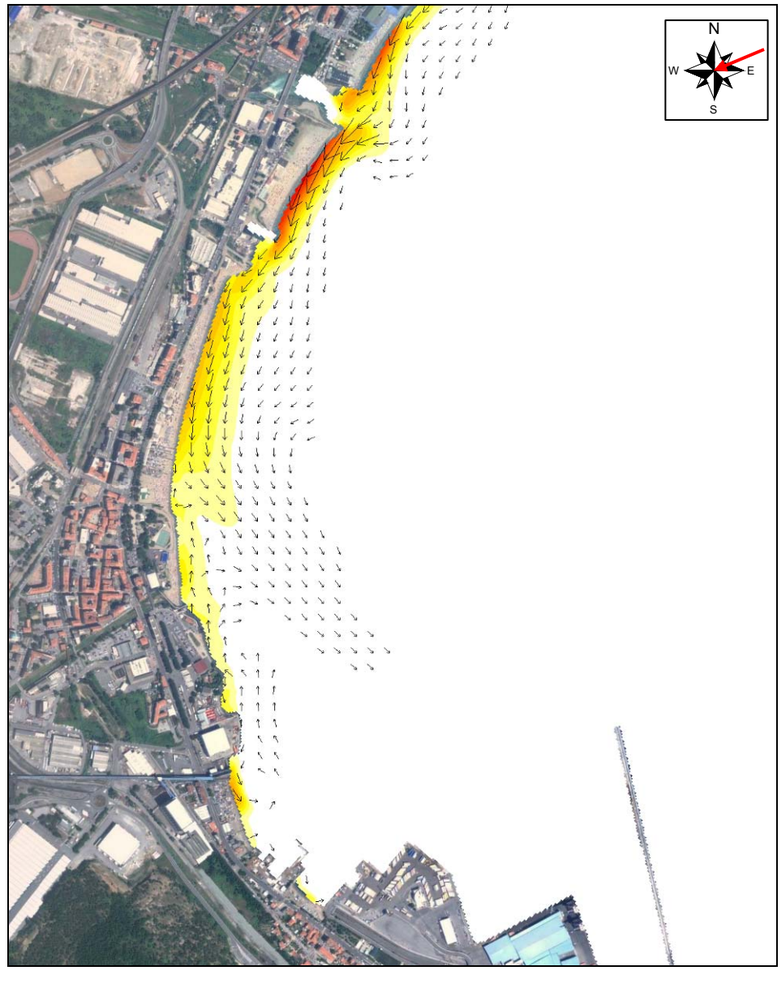


FIGURA 1-33 – TEST1 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N

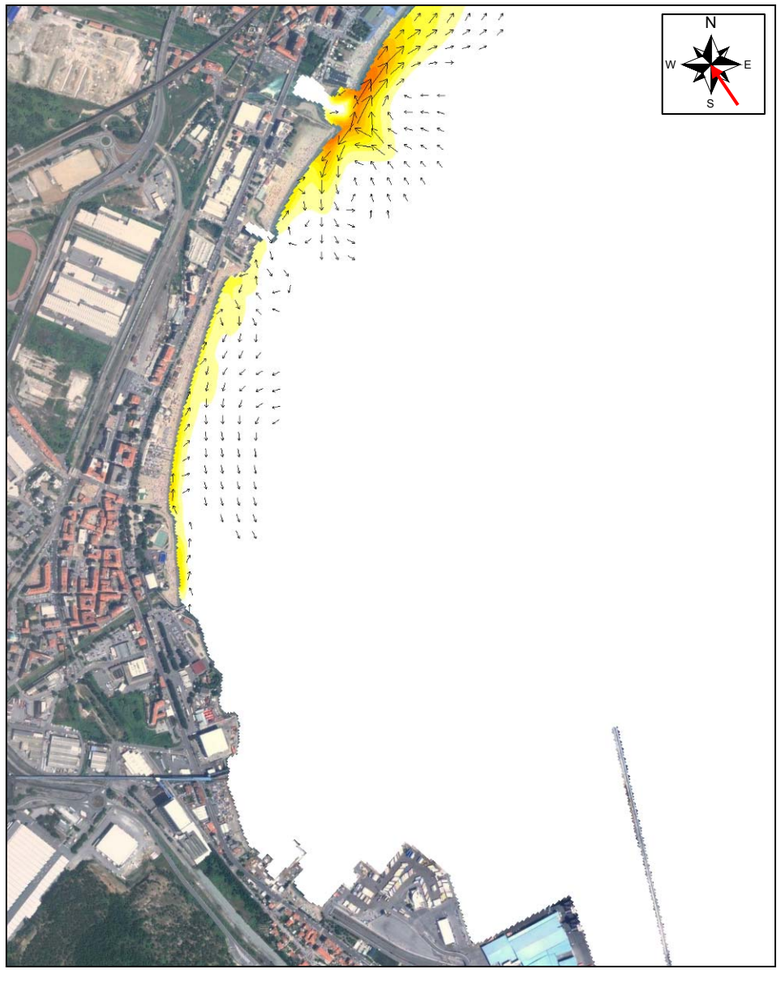


FIGURA 1-34 – TEST2 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

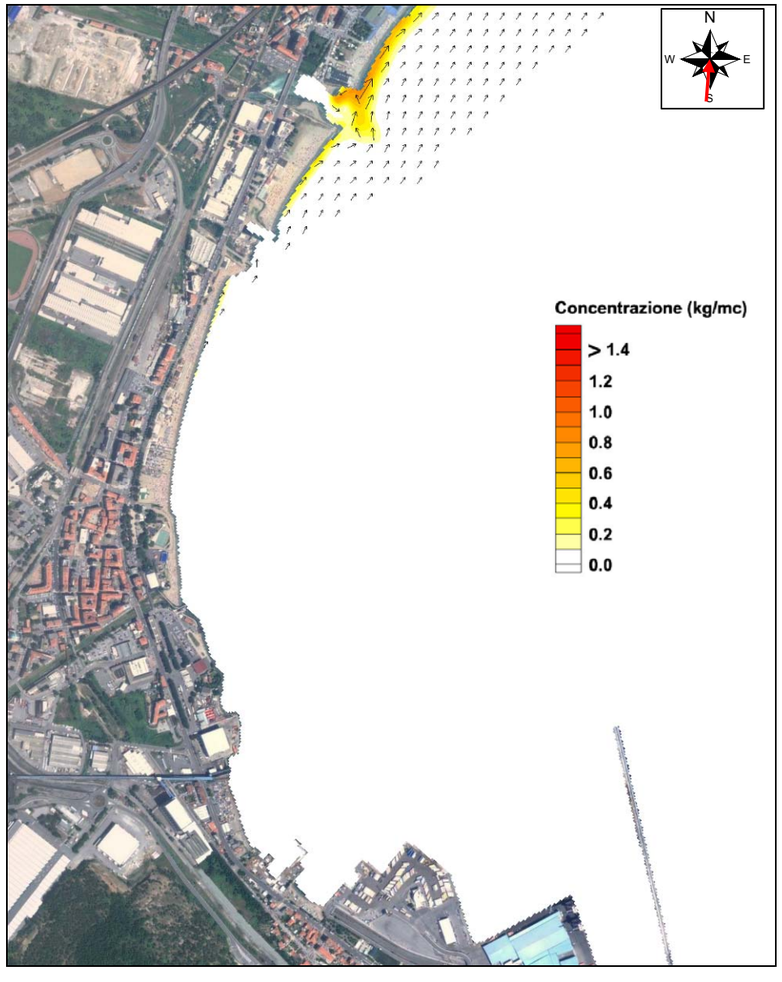


FIGURA 1-35 – TEST3 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

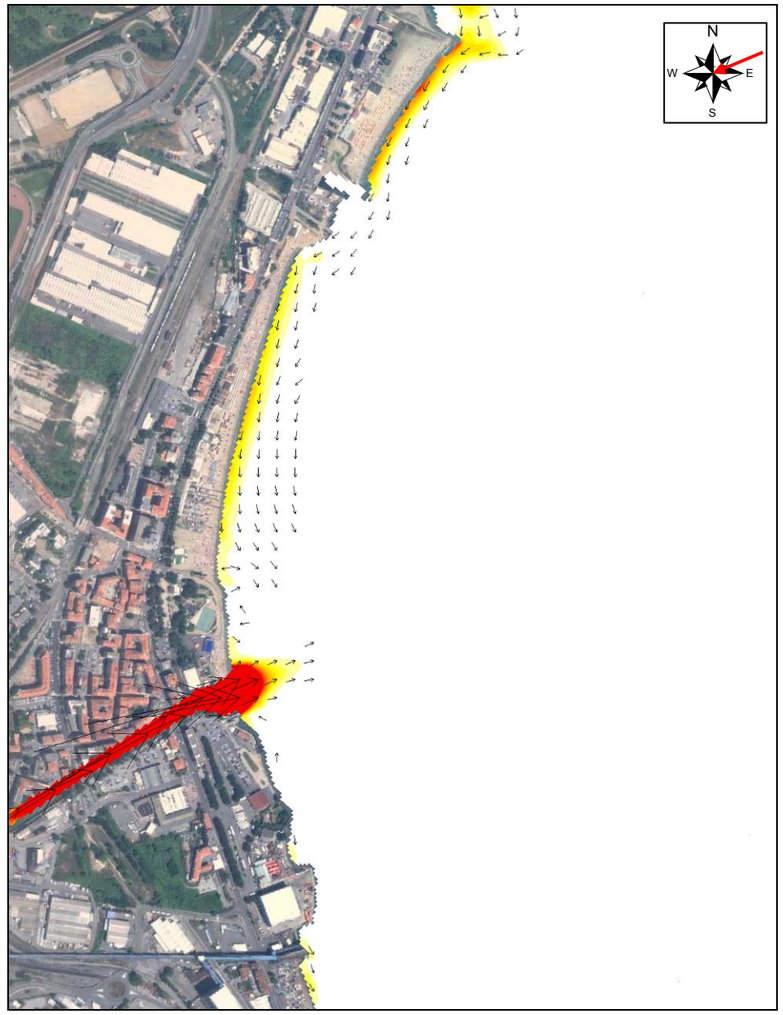


FIGURA 1-36 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

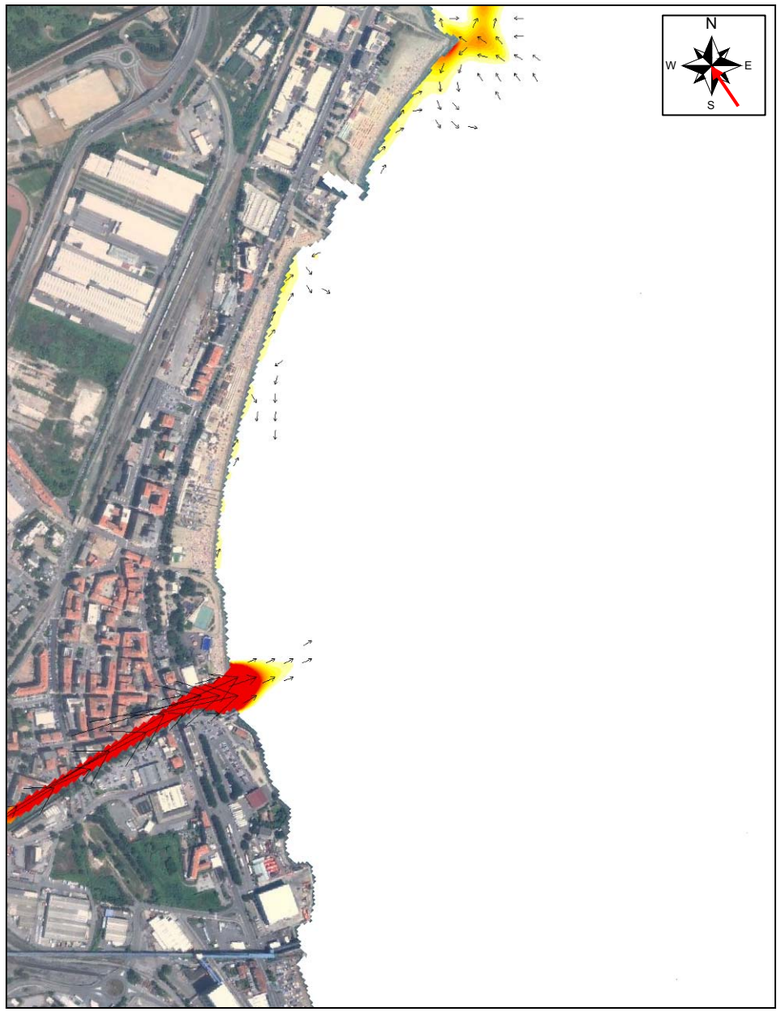


FIGURA 1-37 – TEST5 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

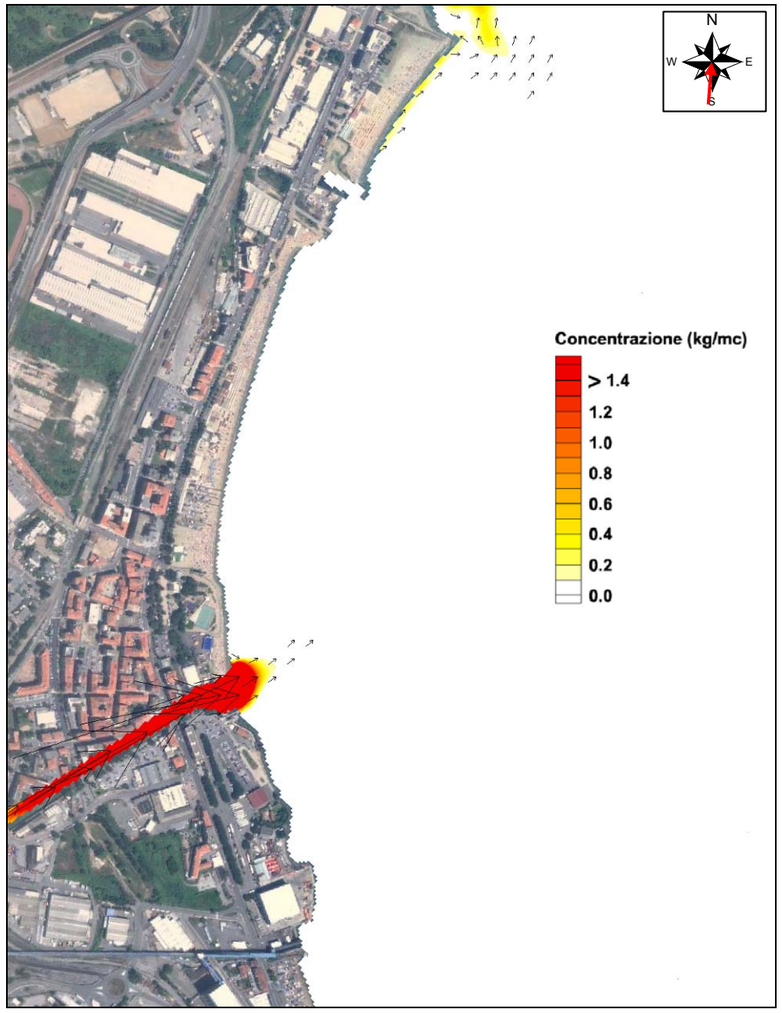


FIGURA 1-38 – TEST6 - TRASPORTO SOLIDO
STATO ATTUALE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

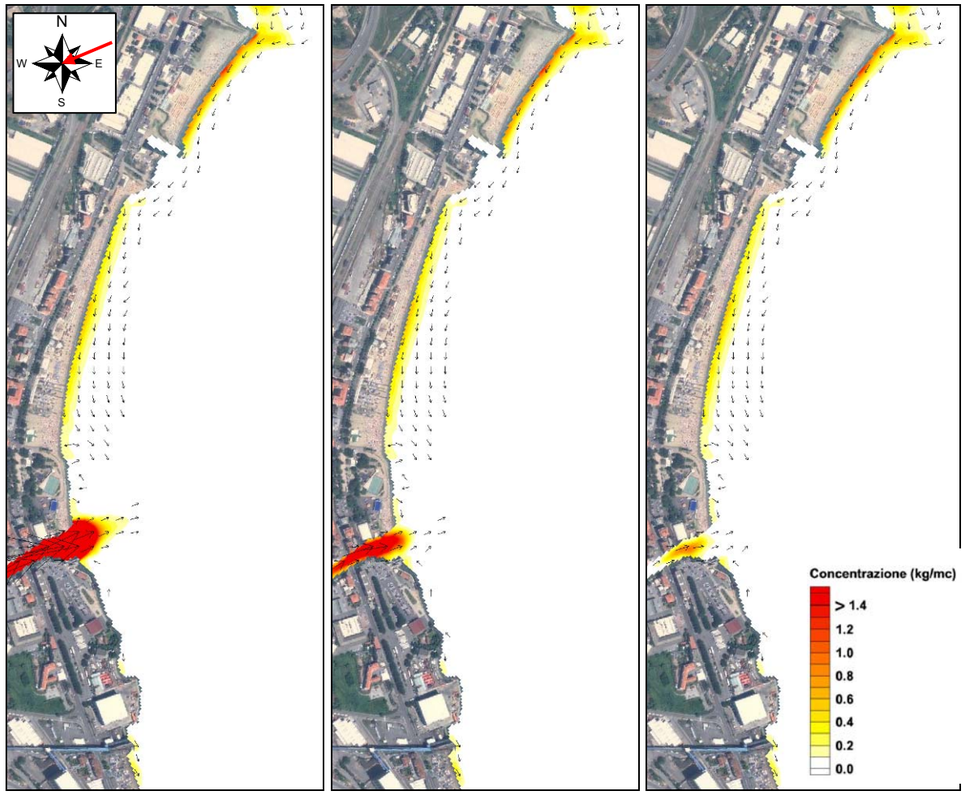


FIGURA 1-39 – TEST4 - TRASPORTO SOLIDO IN STATO ATTUALE
CONFRONTO RISULTATI PER DIVERSI DIAMETRI
(0.2 MM A SINISTRA, 2 MM AL CENTRO E 3.5 MM A DESTRA)

1.4.8. Evoluzione del fondale

Per ciascuna delle mareggiate precedentemente analizzate sono stati ricavati i risultati, attraverso il codice di calcolo CMS-Flow, in termini di evoluzione del fondale. I risultati forniscono una indicazione sulla tendenza alla sedimentazione e all'erosione e rappresentano sostanzialmente la tendenza evolutiva della fascia di spiaggia attiva sommersa. I risultati si riferiscono alle tendenze sviluppate dalla persistenza delle mareggiate per una durata pari a 12 ore, in condizioni stazionarie, per i TEST 1, 2, e 3, mentre si riferiscono alla durata complessiva dell'evento di piena per i TEST 4, 5 e 6.

I risultati sono riportati nelle figure riportate nelle successive pagine (da Figura 1-41 a Figura 1-46) e rappresentano, in termini di gradazioni cromatiche, le aree tendenzialmente soggette a erosione (valori negativi, blu) e quelle tendenzialmente soggette a deposizione (valori positivi, rossi).

I risultati in termini di trasporto solido (analizzati nelle pagine precedenti) hanno sostanzialmente confermato l'attuale tendenza del litorale che è soggetto ad una mobilitazione di sedimenti da Nord verso Sud. In termini di tendenza evolutiva questo si traduce in una migrazione dei sedimenti dalla zona Nord (in erosione) verso la zona Sud (accrescimento).

Per la mareggiata di Levante con frequenza di 1g/anno (TEST 1) i risultati ottenuti confermano l'attuale tendenza della spiaggia compresa tra il l'area camper e la scogliera radente a protezione del campo di basket; si osserva infatti che, nel tratto Nord della spiaggia, in particolare in prossimità dell'area camper sono presenti aree soggette ad erosione, mentre nel tratto Sud si osservano aree soggette a deposizione. Più a Sud, in prossimità della foce del Segno, si rilevano trascurabili variazioni del fondale, caratterizzate da debole erosione davanti alla foce e corrispondente deposizione poco a Nord della stessa.
Nella zona di foce del Quiliano si osserva una significativa erosione, associata alla demolizione della cuspide fociva, che ha come conseguenza la presenza di fenomeni deposizionali nel tratto di litorale immediatamente a Sud, tra la foce e l'inizio della spiaggia (area camper).

Anche per la mareggiata di Scirocco caratterizzata da una frequenza di 1g/anno (TEST 2), anche se in misura molto inferiore, si osserva la tendenza all'erosione del tratto di spiaggia di fronte all'area camper.
Nella configurazione attuale, nel tratto meridionale della spiaggia (verso il Segno), si osserva una debole tendenza all'erosione dell'area a Nord del Segno a favore della

zona centrale del litorale. Tale tendenza risulta comunque piuttosto limitata, anche in relazione alla effettiva disponibilità di sedimenti nell'area: non si ravvisano, infatti, attualmente quantità rilevanti di materiale provenienti dal Segno che possano essere trasportati dall'area della foce verso Nord.

Per la Mareggiata di Libeccio con frequenza di 1g/anno (TEST 3) dai risultati ottenuti si rileva una sostanziale assenza di variazioni rilevanti del fondale su tutto il tratto di interesse.

Le simulazioni eseguite con la piena del Segno mostrano che i sedimenti provenienti dal torrente non vengono trasportati a grandi distanze dalla foce, ma vengono depositati nei pressi della stessa, comportando un locale accumulo. Si sottolinea nuovamente che, considerata la dimensione del materiale impiegato nella simulazione (0.2 mm), tali esiti rappresentano un risultato potenziale; nella realtà, attualmente non si osservano importanti deposizioni nei pressi della foce, e si può dedurre che le quantità di materiale fine trasportate dal Segno siano in realtà molto limitate.

Tali conclusioni vengono confermate dal confronto dei risultati ottenuti per il TEST 4 per le 3 diverse granulometrie (vedi successiva Figura 1-40), che mostrano tendenze deposizionali ancora più ridotte, in termini di distanza dalla foce, per le granulometrie maggiori.

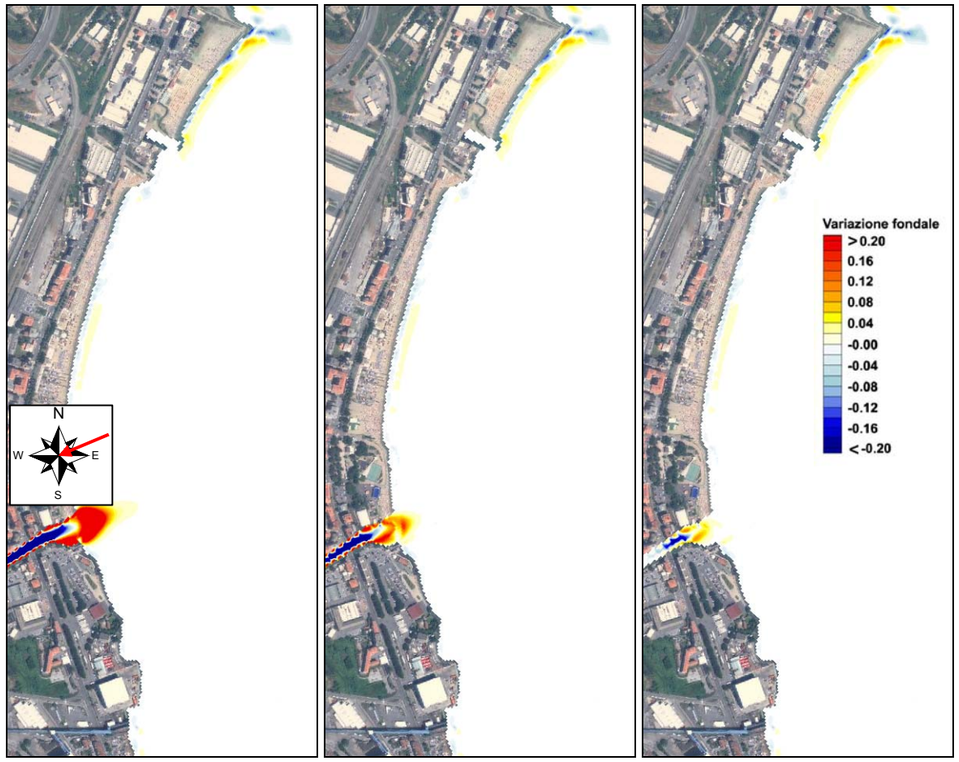


FIGURA 1-40 – TEST4 - EVOLUZIONE FONDALE IN STATO ATTUALE
CONFRONTO RISULTATI PER DIVERSI DIAMETRI
(0.2 MM A SINISTRA, 2 MM AL CENTRO E 3.5 MM A DESTRA)

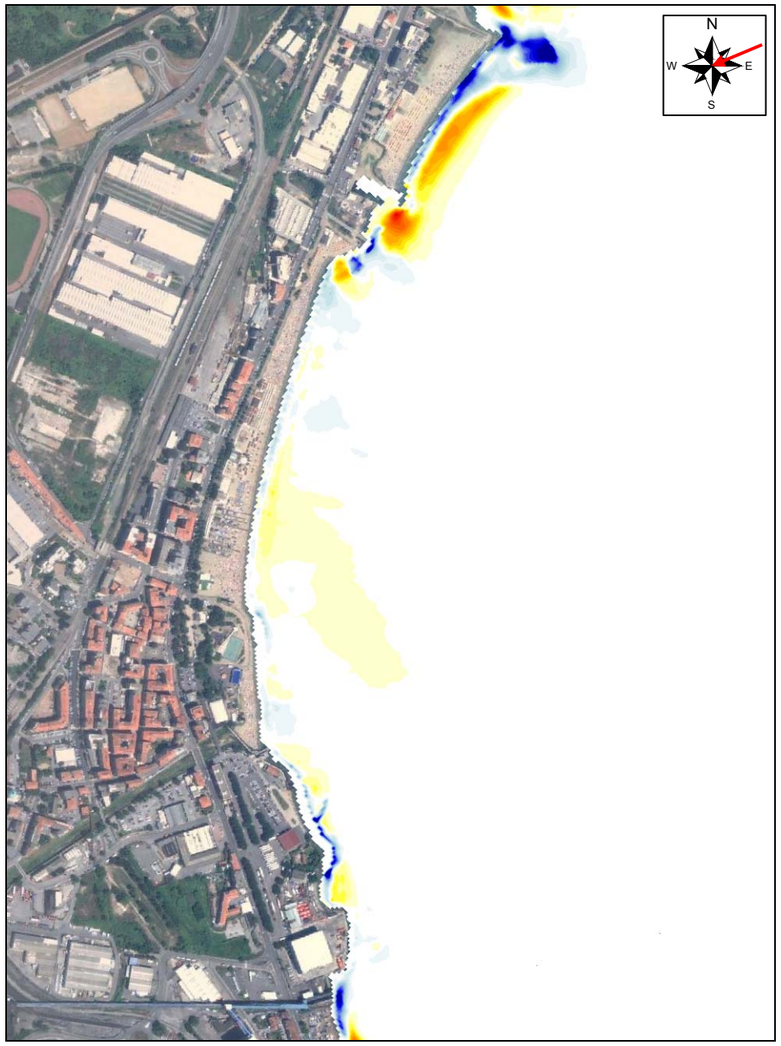


FIGURA 1-41 – TEST1 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 1.64 M - T_P = 6.50 S – DIR = 75°N



FIGURA 1-42 – TEST2 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 1.93 M - T_P = 6.80 S – DIR = 145°N

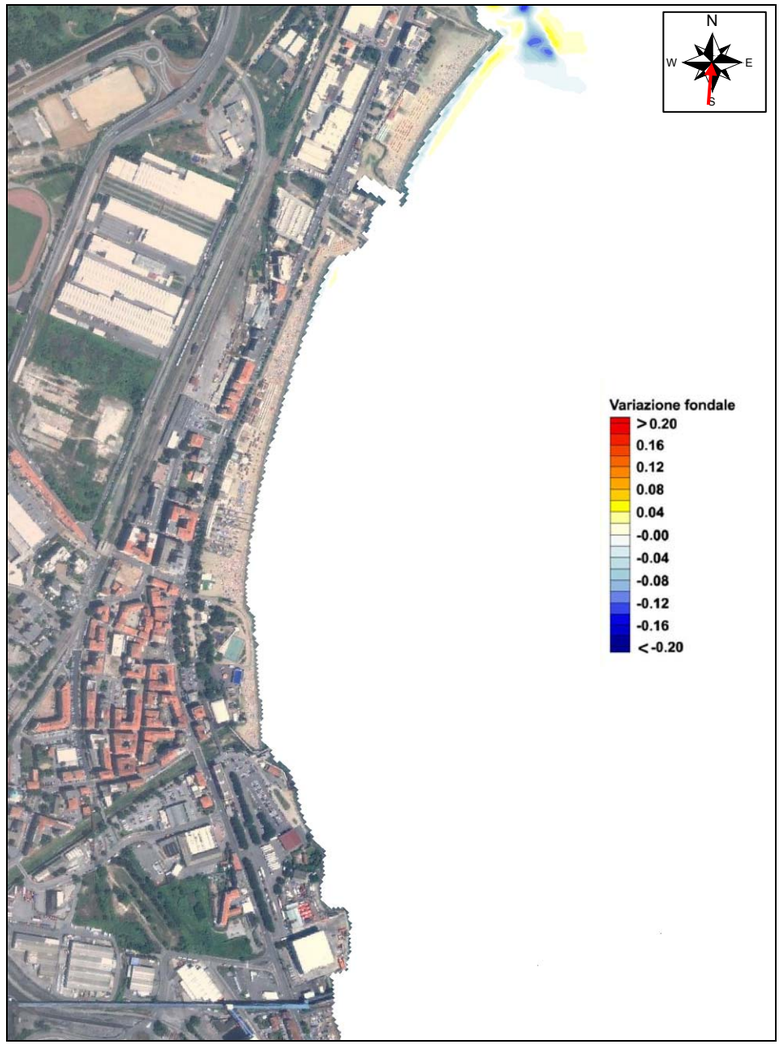


FIGURA 1-43 – TEST3 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 2.22 M - T_P = 7.80 S – DIR = 185°N

Trasporto solido litoraneo indotto da mareggiate caratterizzate da frequenza media annua pari a 5 giorni e piena del Torrente Segno concomitante

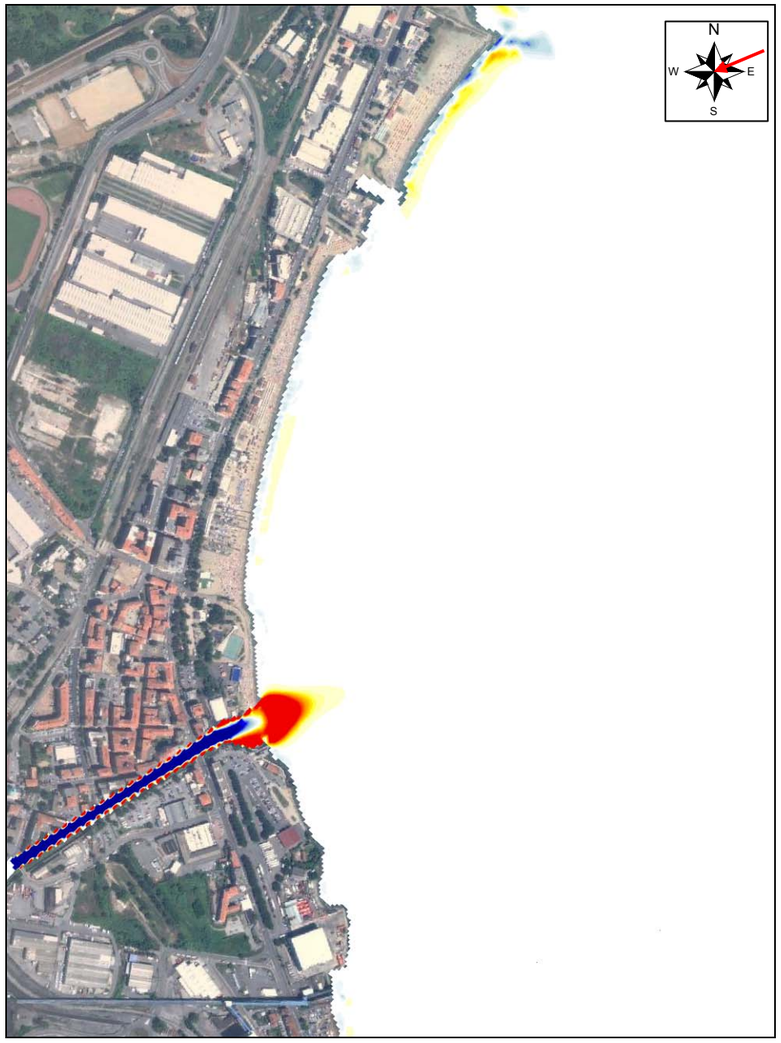


FIGURA 1-44 – TEST4 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 0.93 M - T_P = 5.20 S – DIR = 75°N

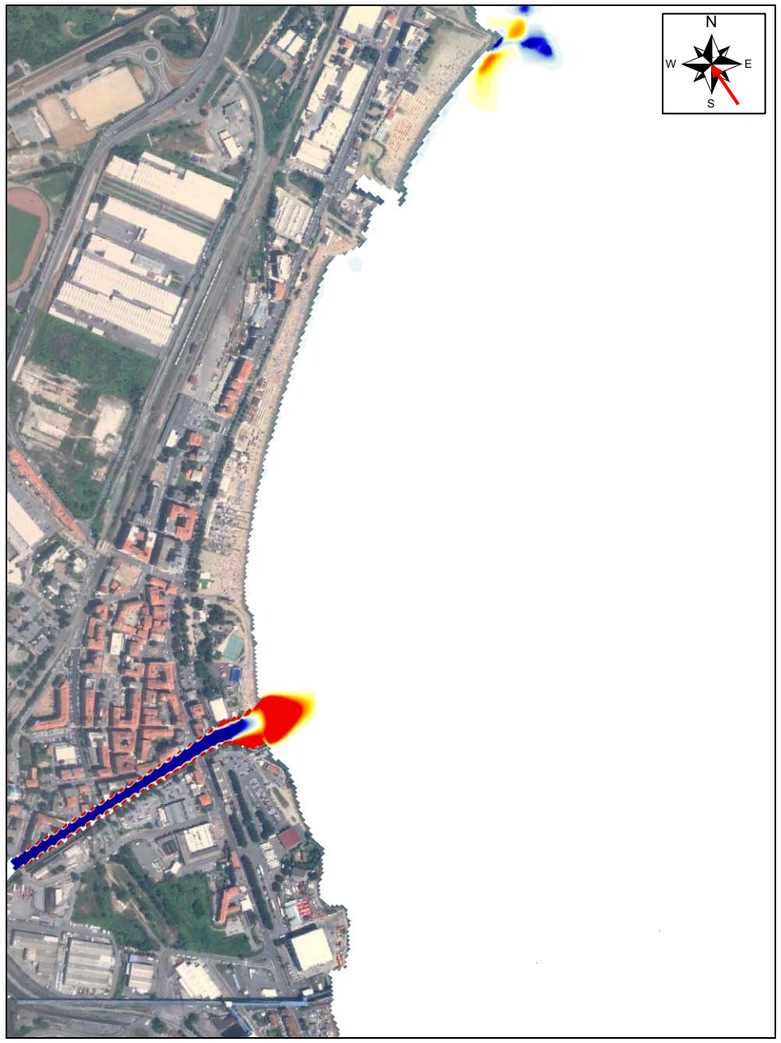


FIGURA 1-45 – TEST5 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 1.17 M - T_P = 5.60 S – DIR = 145°N

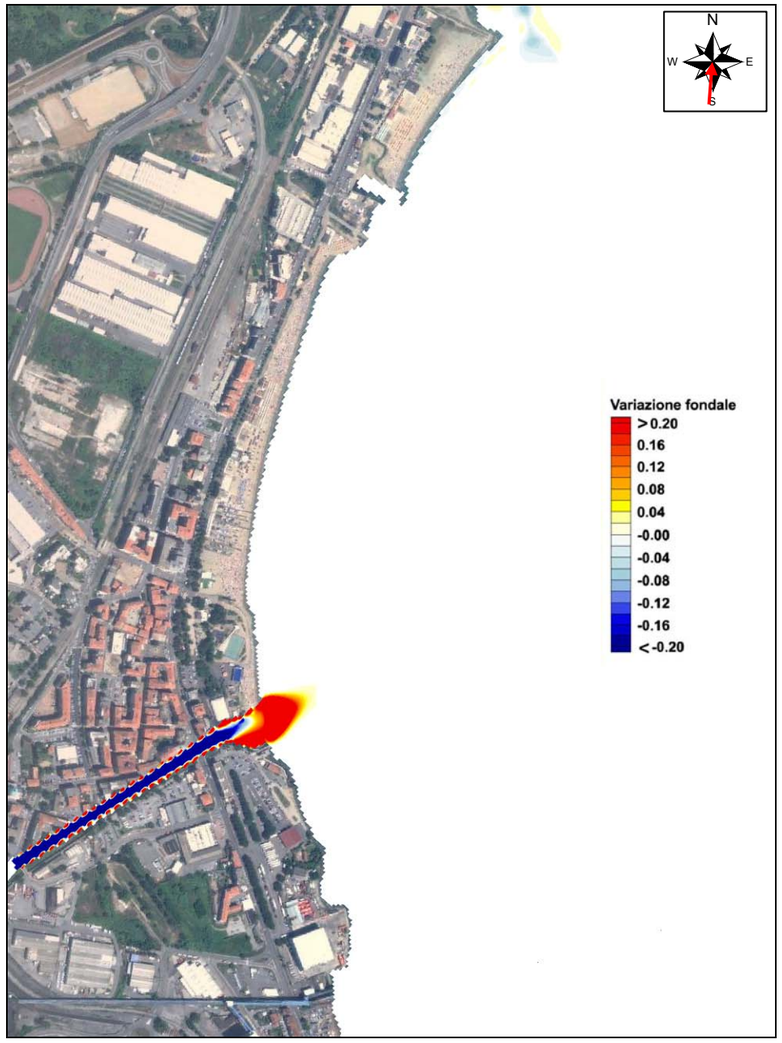


FIGURA 1-46 – TEST6 - EVOLUZIONE FONDALE
STATO ATTUALE
H_S = 1.61 M - T_P = 6.80 S – DIR = 185°N

1.5. Taratura del modello di evoluzione morfologica

Lo studio morfologico dell'evoluzione della Spiaggia di Vado Ligure (SV) è stato condotto mediante l'utilizzo del codici di calcolo STWAVE e GENESIS, sviluppati dal centro di ricerca americano C.E.R.C. (U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center). Per la definizione del dominio di calcolo sono stati utilizzati come base i più recenti rilievi locali disponibili: rilievo di agosto 2008 che copre il tratto che va dal Porto di Vado fino al terrapieno del campo da calcio (fino a profondità maggiori di -55 m s.m.m.) e rilievo di aprile 2010 che copre il tratto di litorale compreso tra il pontile Esso e il pontile Chevron (fino a profondità comprese tra -6.5 e -9.0 m s.m.m.).

Inizialmente si è proceduto con una fase di taratura del modello e successivamente, una volta individuati i valori più idonei per le costanti di taratura (K1 e K2), sono state eseguite le simulazioni di evoluzione in stato attuale e nelle varie configurazioni progettuali previste nel presente Studio di Impatto Ambientale e riportate nei precedenti paragrafi.

La fase di taratura permette di adattare il modello matematico alla situazione del paraggio oggetto di studio (il modello, infatti, interpreta la realtà fisica in maniera semplificata), tenendo conto qualitativamente dei principali fenomeni che governano l'evoluzione morfologica della costa.

L'operazione di taratura consente, pertanto, di tenere conto in maniera implicita di tutti i fattori non direttamente esplicitabili sotto la forma di relazioni causa-effetto. Il principale obiettivo della taratura è la determinazione dei coefficienti K1 e K2, che correggono la formula del CERC (1984), esprimente la relazione tra trasporto solido e flusso di energia in direzione parallela alla riva.

Ai fini della modellazione matematica, è stato individuato un dominio di calcolo idoneo per il sito in esame, schematizzando opportunamente (come in seguito specificato) le singolarità presenti.

Il codice di calcolo STWAVE è descritto nel precedente paragrafo 1.2.1, mentre il codice di calcolo GENESIS è descritto nel successivo paragrafo 1.5.1

1.5.1. Descrizione del codice di calcolo GENESIS

Il modello matematico "GENESIS" (GENEralized model for SImulating Shoreline change), impiegato per lo studio dell'evoluzione morfologica del litorale in oggetto, è in grado di calcolare le modificazioni subite dalla linea di riva in conseguenza di variazioni nello spazio o nel tempo del trasporto solido litoraneo in direzione parallela alla linea di riva indotto dall'azione del moto ondoso.

L'estensione costiera che può essere convenientemente modellata può variare da meno di un chilometro a qualche decina di chilometri, mentre gli intervalli di calcolo delle variazioni della posizione della linea di riva variano in genere da alcuni mesi alle decine di anni.

Il modulo di calcolo che determina lo spostamento della linea di riva in funzione del trasporto solido e della sua variazione nello spazio, è basato sulla teoria dei modelli a una linea: tale teoria assume che il profilo trasversale della spiaggia (in direzione quindi perpendicolare alla linea di riva) si mantenga costante nel tempo, traslando semplicemente verso il largo o verso terra (Figura 1-47).

In questo modo, l'evoluzione del profilo completo della spiaggia può essere descritta attraverso la traslazione orizzontale di un unico punto appartenente al profilo stesso.

Nelle suddette ipotesi, è quindi possibile descrivere l'evoluzione del litorale attraverso una unica linea: a tale scopo appare conveniente scegliere come riferimento la linea cui appartengono tutti i punti che si trovano alla quota del medio mare (cioè la linea di riva), che risulta sempre un indicatore di primaria importanza negli studi di idraulica marittima.

Una seconda ipotesi geometrica fondamentale assunta dal modello è che il trasporto solido indotto dal moto ondoso avvenga tra due quote fissate all'interno del profilo trasversale: si assume cioè che la zona "attiva" della spiaggia, ossia quella interessata dal trasporto solido longitudinale, e dalle modificazioni ad essa connesse, sia solamente quella compresa tra la massima quota D_B della spiaggia attiva emersa

(di solito assunta pari alla quota di massima risalita) e la cosiddetta "profondità di chiusura" D_C, al disotto della quale il fondale si mantiene sensibilmente costante nel tempo (nel medio termine). Come accennato in precedenza questi ultimi valori sono determinabili in funzione delle caratteristiche del moto ondoso incidente.

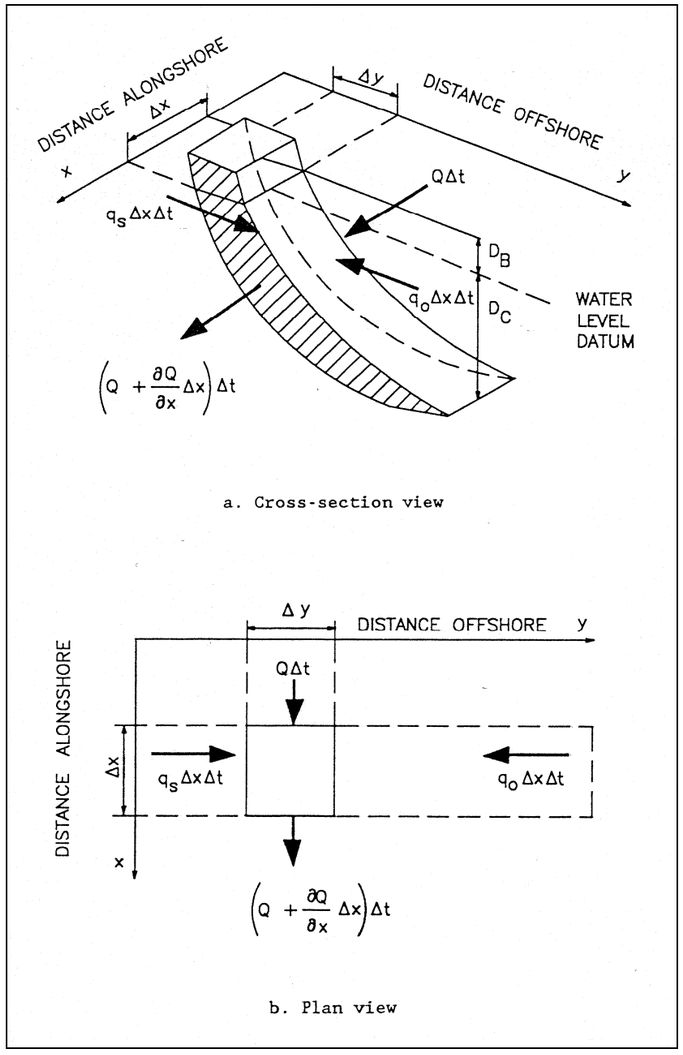


FIGURA 1-47 - SCHEMATIZZAZIONE DEL LITORALE

L'equazione di continuità dei sedimenti in una generica sezione, con riferimento al significato dei simboli indicato in Figura 1-47, può essere scritta nella forma seguente:

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{(D_B + D_C)}\left(\frac{\partial Q}{\partial x} - q\right) = 0 \qquad (1)$$

dove Q rappresenta il trasporto solido longitudinale e q la quantità di materiale eventualmente apportato (ripascimenti o apporti fluviali) o asportato (dragaggi) dalla generica sezione.
Il trasporto solido longitudinale viene determinato in funzione delle caratteristiche dell'onda al largo e della conseguente onda frangente (altezza e direzione), della granulometria dei sedimenti e dell'eventuale presenza di opere costiere.
Viene altresì tenuto conto di due coefficienti di calibrazione K_1 e K_2, da determinarsi con un procedimento di "taratura" per il particolare sito oggetto di studio, che consentono di calcolare correttamente il valore del trasporto dovuto rispettivamente all'azione diretta del moto ondoso (proporzionale a $H^{2.5}$) ed alla variazione dell'altezza lungo la costa (cioè $\partial H/\partial x$, se con x viene indicato un asse localmente parallelo alla linea di riva). La formula empirica impiegata per il calcolo del trasporto solido longitudinale è la seguente:

$$Q = \left(H_b^2 c_{gb}\right)\left[a_1\, sen(2\theta_{bs}) - a_2\, cos(\theta_{bs})\frac{\partial H_b}{\partial x}\right] \qquad (2)$$

dove il pedice b è riferito alla condizione di frangimento, H è l'altezza significativa dell'onda incidente, θ l'angolo di incidenza rispetto alla normale al litorale nella sezione e c_g la celerità di gruppo. I coefficienti a_1 e a_2 sono così definiti:

$$a_1 = \frac{K_1}{16\,(s-1)(1-n)(1.416)^{2.5}} \qquad (3.1)$$

$$a_2 = \frac{K_2}{8\,(s-1)(1-n)(\tan\beta)(1.416)^{2.5}} \qquad (3.2)$$

dove s indica il rapporto tra il peso specifico del costituente solido del sedimento caratteristico della spiaggia ed il peso specifico dell'acqua marina, n la porosità del sedimento in sito e β la pendenza media del profilo trasversale della spiaggia dalla linea di riva alla profondità di chiusura.

L'angolo β viene calcolato per ciascuna mareggiata simulata nel modello, essendo funzione delle caratteristiche dell'onda incidente ed è ottenuto dalla seguente relazione:

$$\tan\beta = \left(\frac{A^3}{D_{LT0}}\right) \qquad (4)$$

dove A è il parametro semiempirico di Dean (1977) e D_{LT0} è la massima profondità interessata dal trasporto solido longitudinale, definita dalla relazione di Hallermaier (1983):

$$D_{LT0} = (2.3 - 10.9\,H_S)\frac{H_S}{L_0} \qquad (5)$$

dove L_0 rappresenta la lunghezza d'onda ed H_S l'altezza significativa in acque profonde.
Il trasporto solido viene calcolato sezione per sezione, tenendo conto della direzione e dell'altezza d'onda al frangimento in ciascuna delle sezioni; tali grandezze vengono determinate attraverso moduli di calcolo interni a GENESIS, che tengono conto degli effetti di shoaling, rifrazione e diffrazione.

Il modello è altresì in grado di descrivere il comportamento del litorale in presenza di opere rigide quali protezioni di sponda, pennelli, dighe foranee e difese staccate (per queste ultime tre categorie di opere il modello è anche in grado di valutare l'interazione tra queste ed il moto ondoso incidente), oppure di interventi morbidi quali by-pass o ripascimenti.

Le condizioni al contorno imponibili agli estremi dell'area modellata possono essere di varia natura; in particolare, è possibile fissare lo spostamento nel tempo della linea di riva nelle sezioni di estremità, ovvero porre in queste un pennello di varia lunghezza e controllare così il trasporto solido nelle stesse.

1.5.2. Andamento del trasporto solido longitudinale e valutazione del bypass

La larghezza della zona interessata dal trasporto solido longitudinale è necessaria alla determinazione della quantità di materiale che supera l'estremità delle strutture perpendicolari alla riva, quali pennelli o moli foranei, durante una mareggiata. Dal momento che la massima concentrazione del trasporto solido avviene nella zona dei frangenti, tale larghezza è legata all'altezza dell'onda frangente.

L'algoritmo di calcolo del bypass implementato nel modello GENESIS richiede la determinazione di una grandezza chiamata "profondità del trasporto attivo longitudinale" D_{LT}, pari alla profondità di frangimento della $H_{1/10}$ (media del decimo di onde più alte). Nelle ipotesi di validità della distribuzione di Rayleigh per le altezze d'onda ed avendo assunto un indice di frangimento γ pari a 0.78 (rapporto tra altezza d'onda e profondità al frangimento), si ottiene:

$$D_{LT} = \frac{1.27}{\gamma}(H_S)_b \approx 1.6(H_S)_b \qquad (6)$$

Va osservato che la profondità del trasporto attivo è minore della profondità di chiusura D_C, salvo il caso delle mareggiate estreme.

Per la valutazione del bypass, nel caso di strutture impermeabili al trasporto solido longitudinale, viene introdotto un fattore di bypass F_{BYP}, definito come segue:

$$F_{BYP} = 1 - \frac{D_G}{D_{LT}} \qquad \text{se } D_G \leq D_{LT} \qquad (7.1)$$

$$F_{BYP} = 0 \qquad \text{se } D_G \geq D_{LT} \qquad (7.2)$$

dove D_G rappresenta la profondità della testata del molo foraneo o del pennello.

F_{BYP} rappresenta la frazione di trasporto solido longitudinale nella cella sopraflutto adiacente alla struttura trasversale che è in grado di superare la struttura stessa.

D_{LT} e F_{BYP} vengono calcolati in corrispondenza di ciascuna opera trasversale, per ciascuna mareggiata simulata dal modello.

1.5.3. Profilo trasversale del litorale

Lo studio del profilo trasversale è necessario per la valutazione dell'andamento trasversale del trasporto solido longitudinale e quindi del bypass. Si assume che la forma del profilo trasversale sia esprimibile tramite la semplice relazione proposta da Bruun (1954) e Dean (1977), che lega la profondità d alla distanza dalla linea di riva y:

$$d = A y^{2/3} \qquad (8)$$

dove A rappresenta un parametro semiempirico, definito da Moore (1982), funzione del diametro caratteristico d_{50} (espresso in mm e corrispondente al diametro del vaglio che trattiene il 50% in peso del materiale) del sedimento che costituisce la spiaggia attiva.

Di seguito, si riportano le formule proposte da Larson e Kraus nel 1992 (CERC 1995) per il calcolo del parametro A, in funzione del diametro medio dei grani:

$$A = 0.2665(d_{50})^{0.614} \qquad \text{se } d_{50} \leq 0.26 \text{ mm} \qquad (9.1)$$

$$A = 0.2275(d_{50})^{0.496} \qquad \text{se } 0.26 < d_{50} \leq 0.47 \text{ mm} \qquad (9.2)$$

$$A = 0.2143(d_{50})^{0.4161} \qquad \text{se } 0.47 < d_{50} \leq 0.70 \text{ mm} \qquad (9.3)$$

$$A = 0.2101(d_{50})^{0.361} \qquad \text{se } 0.70 < d_{50} \leq 1.00 \text{ mm} \qquad (9.4)$$

$$A = 0.21(d_{50})^{0.48} \qquad \text{se } 1.00 < d_{50} \leq 1.77 \text{ mm} \qquad (9.5)$$

$$A = 0.23(d_{50})^{0.32} \qquad \text{se } 1.77 < d_{50} < 10.0 \text{ mm} \qquad (9.6)$$

$$A = 0.263(d_{50})^{0.261} \qquad \text{se } 10.0 \leq d_{50} < 40.0 \text{ mm} \qquad (9.7)$$

$$A = 0.46(d_{50})^{0.11} \qquad \text{se } d_{50} \geq 40.0 \text{ mm.} \qquad (9.8)$$

1.5.4. Profondità di chiusura e altezza di swash

La profondità di chiusura rappresenta la profondità limite al di sotto della quale il profilo trasversale non subisce cambiamenti significativi, nell'intervallo di tempo per cui si esegue la simulazione. La valutazione corretta della profondità di chiusura per un dato sito è condotta sulla base dell'analisi di dati storici che documentino l'evoluzione del tempo del profilo trasversale in sezioni significative del sito in oggetto.

Qualora tali dati non siano disponibili, è possibile valutare la profondità tramite la relazione proposta da Hallermeier:

$$h_c = 2.28 \cdot H_{0,12} - 68.5 \cdot \left(\frac{H_{0,12}^{\ 2}}{g \cdot T^2} \right),$$

dove $H_{0,12}$ rappresenta il valore dell'altezza significativa superata in media per 12 ore all'anno e T il periodo ad essa associato.

1.5.5. Determinazione delle caratteristiche dell'onda al frangimento

Le caratteristiche dell'onda al frangimento da impiegare nelle formule 2 e 6 sono calcolate per mezzo di un modulo interno al modello GENESIS; tale modello propaga le onde a partire dalle acque profonde fino alla profondità di frangimento, senza tenere conto dell'eventuale effetto di diffrazione di opere presenti lungo il litorale. Tale effetto viene considerato in una fase successiva, correggendo i risultati di questo primo calcolo.

L'altezza d'onda al frangimento $(H_S)_b$ è calcolata attraverso la seguente relazioni:

$$(H_S)_b = K_R \, K_S \, H_{S0} \qquad (10)$$

dove K_R e K_S sono rispettivamente i coefficienti di rifrazione e di shoaling, ed H_{S0} l'altezza d'onda significativa in acque profonde.
I valori di K_R e K_S sono determinati nelle ipotesi di batimetriche parallele, di costanza del flusso di energia all'interno di ciascun tubo di flusso e di validità della legge di Snell. Nelle medesime ipotesi è possibile determinare anche la direzione di propagazione al frangimento θ_b; le relazioni che esprimono le grandezze finora citate sono le seguenti:

$$K_R = \left(\frac{\cos\theta_0}{\cos\theta_b} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad (11)$$

$$K_S = \left(\frac{c_{g0}}{c_{gb}} \right)^{\frac{1}{2}} \qquad (12)$$

$$\theta_b = \arcsen\left(\frac{L_b \, \mathrm{sen}\,\theta_0}{L_0} \right) \qquad (13)$$

dove θ_0 è l'angolo di incidenza dell'onda al largo (rispetto ad una batimetrica di riferimento, il cui orientamento è ottenuto dallo smoothing e dalla traslazione della linea di riva esistente durante lo step temporale di calcolo), c_{g0} e c_{gb} rispettivamente la celerità di gruppo del treno d'onde al largo ed al frangimento, L_b ed L_0 la lunghezza d'onda al frangimento ed in acque profonde.

1.5.6. Propagazione del moto ondoso sottocosta

La fase iniziale della taratura del modello di evoluzione morfologica è consistita nel trasferimento sottocosta, al limite esterno della fascia attiva, delle caratteristiche del clima ondoso precedentemente determinate nel punto P posto su un fondale di -100 m s.m.m. (cfr. paragrafo 1.2.4).
Il trasferimento del clima ondoso dal punto P al limite della fascia attiva è stato condotto mediante il codice di calcolo STWAVE. Sono state scelte una serie di stazioni (in pratica una serie di boe virtuali), poste lungo la costa in corrispondenza della batimetrica –10 m s.m.m. e posizionate ad una distanza di 40 m tra loro; tali stazioni sono state ritenute significative per rappresentare le differenti condizioni di moto ondoso lungo il litorale (Figura 1-48).

La griglia di calcolo STWAVE, rappresentata in Figura 1-48 e Figura 1-50, ha origine nel punto di coordinate 1458500 m EST e 4902760 m NORD (vertice in alto a destra), dimensioni 2700x3000, maglia quadrata con passo 20 m, inclinata di 35° rispetto alla direzione EW. Le coordinate dell'origine della griglia di calcolo sono espresse nel sistema di riferimento Gauss Boaga Fuso Ovest.

Il file di input che descrive il moto ondoso nelle simulazioni condotte con il modello GENESIS è stato ricavato creando una sequenza di eventi casualmente ordinata, sulla base del clima ondoso nel punto P. Una volta fissato l'intervallo temporale di calcolo (pari a 3 ore, nel caso in esame), l'andamento del clima meteomarino

dell'anno medio risulta descritto da un numero di eventi pari al numero di intervalli di calcolo compresi nell'anno. Il codice di calcolo associa a ciascuno degli intervalli temporali una serie di valori di altezza significativa, periodo e direzione media di provenienza, tale per cui l'andamento globale del clima ottenibile dalla sequenza ricostruita rappresenta efficacemente il clima vero.
Gli eventi caratterizzati da altezza significativa inferiore a 0.25 m, nel punto UKMO al largo, sono stati considerati come calme.

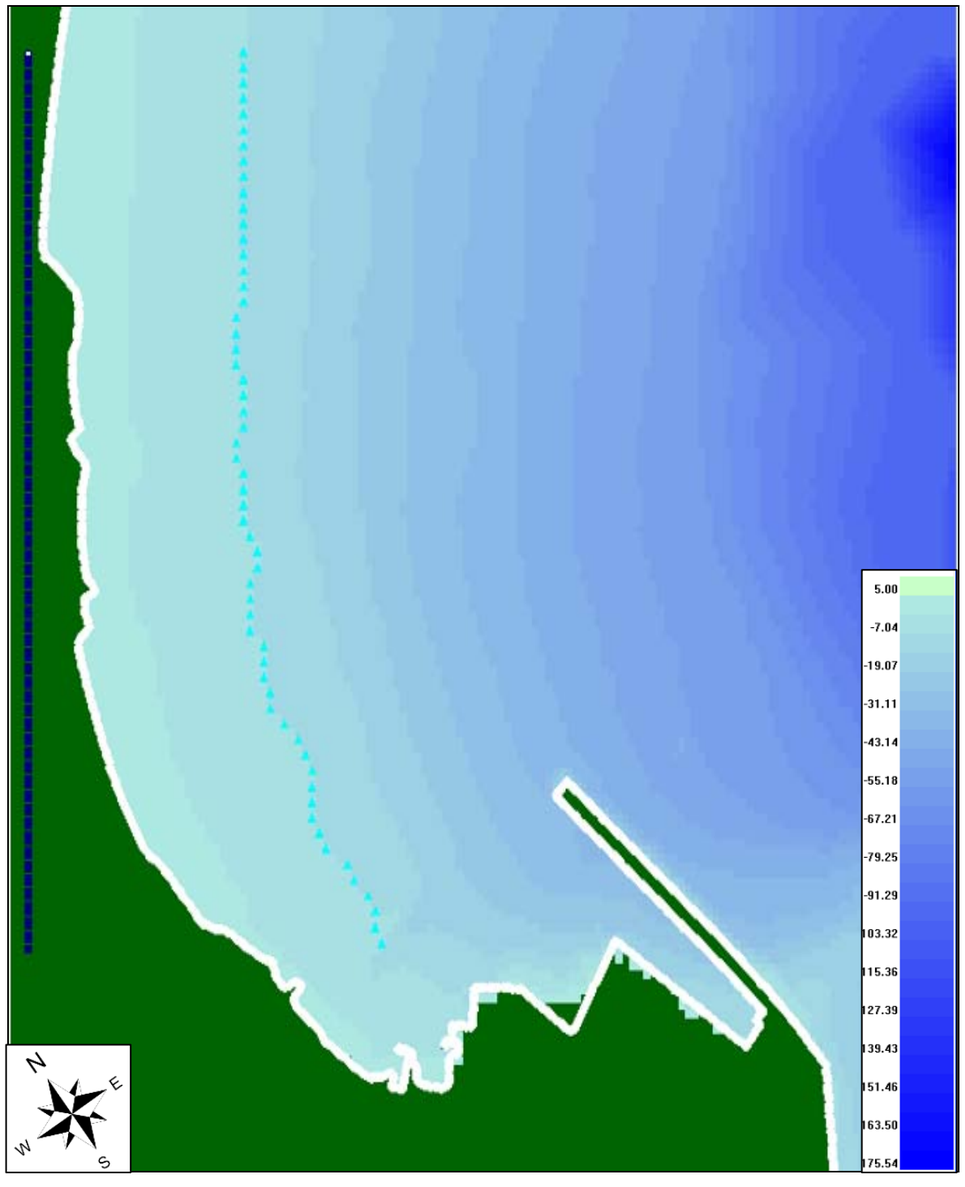


FIGURA 1-48 – GRIGLIA STWAVE – SIMULAZIONE DI TARATURA
UBICAZIONE DELLE STAZIONI (BOE VIRTUALI) POSTE ALLA PROFONDITÀ DI –10 M S.M.M.

1.5.7. Premessa alla modellazione

I modelli matematici costituiscono un valido strumento per l'analisi e la previsione dell'evoluzione della morfologia costiera. Il principale vantaggio dei modelli matematici risiede nella possibilità, una volta implementati, di studiare in tempi ragionevolmente brevi diverse soluzioni progettuali ovvero l'effetto di forzanti di natura diversa (mareggiate eccezionali, variazioni del clima, ecc…).
La modellazione dell'evoluzione morfologica di un litorale coinvolge fenomeni di natura diversa quali il moto ondoso incidente il litorale stesso, la presenza di correnti costiere, il trasporto solido longitudinale (in direzione parallela alla linea di riva), il trasporto solido trasversale (perpendicolare alla linea di riva), l'influenza di strutture collocate all'interno della zona attiva della spiaggia (quella cioè interessata da fenomeni di migrazione dei sedimenti per azione del moto ondoso) e di eventuali interventi di dragaggio o ripascimento artificiale.

In primo luogo è fondamentale la determinazione delle forzanti del sistema, cioè del clima meteomarino locale. Sulla base di questi dati è possibile quindi valutare il trasporto solido nelle diverse direzioni nelle diverse celle che compongono il modello matematico. Una volta determinate le forzanti, si passa quindi alla valutazione del trasporto solido nelle diverse direzioni, valutazione che si basa su criteri semiempirici che legano le caratteristiche del moto ondoso alla geometria della spiaggia ed alle caratteristiche dei sedimenti che la costituiscono.

Va quindi analizzata l'influenza delle strutture collocate all'interno della zona attiva, sia in termini di modificazione della propagazione locale del moto ondoso che di interazione con il regime di trasporto solido, cioè di valutazione della variazione indotta localmente sulle forzanti del sistema dalla presenza di opere e della capacità di queste ultime di intercettare, totalmente o in una parte da quantificare, il trasporto solido. Alla stregua delle opere in zona attiva vanno considerati gli interventi di dragaggio e ripascimento, che modificano localmente il campo di moto delle onde incidenti e alterano in alcune zone il budget di sedimenti passibile di migrazione per effetto delle forzanti già determinate.

1.5.8. Profondità di chiusura e altezza di swash

La profondità di chiusura rappresenta la profondità limite al di sotto della quale il profilo trasversale non subisce cambiamenti significativi, nell'intervallo di tempo per cui si esegue la simulazione. La valutazione corretta della profondità di chiusura per un dato sito è normalmente condotta sulla base dell'analisi di dati storici che documentino l'evoluzione del tempo del profilo trasversale in sezioni significative del sito in oggetto.
Qualora tali dati non siano disponibili, è possibile valutare la profondità tramite la relazione di Hallermeier (1983):

$$h_c = 1.6 \cdot H_{0,12}.$$

dove $H_{0.12}$ rappresenta il valore dell'altezza significativa superata in media per 12 ore all'anno.

Utilizzando la tabella del clima ondoso medio ricostruito nel punto P (descritto in dettaglio al precedente paragrafo 1.2.1) è stato possibile ricostruire la curva di durata e determinare il valore di $H_{0,12}$. In Figura 1-49 è rappresentata la curva di durata per il calcolo della $H_{0,12}$. Sulla base della frequenza annua è stata valutata un'altezza d'onda $H_{0,12}$ pari a 2.8 m. La profondità di chiusura h_c è risultata di conseguenza pari a circa 4.5 m; l'altezza di swash D_B è stata stimata in 1.5 m. L'altezza complessiva della fascia attiva risulta di 6.0 m.

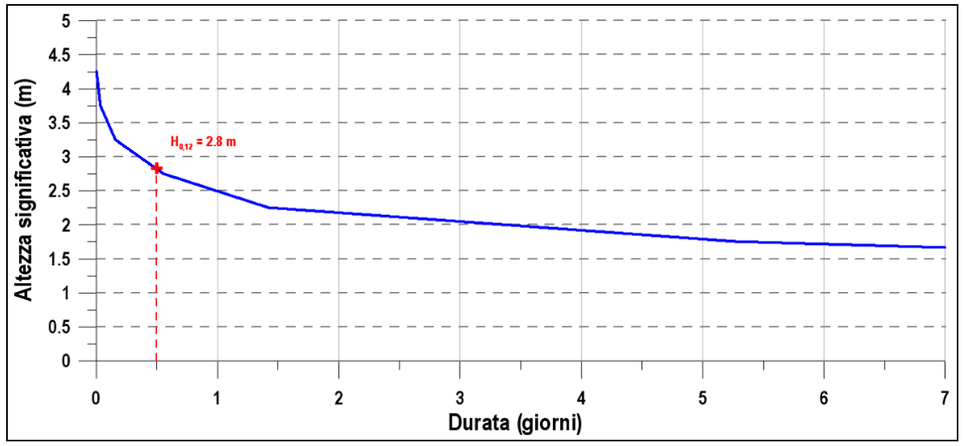


FIGURA 1-49 – INDIVIDUAZIONE DI $H_{0,12}$ – CURVA DI DURATA RELATIVA AL PUNTO P

1.5.9. Considerazioni preliminari e settaggio del modello GENESIS

La taratura è stata condotta con riferimento alle linee di riva fornite dal Committente (cfr. paragrafo 1.3.1); in particolare si è scelto di tarare il modello con riferimento all'evoluzione del litorale avvenuta nel periodo che va dal 1993 al 2010.

La fase di taratura del modello consiste sostanzialmente nel variare i parametri di calibrazione del codice di calcolo fino ad ottenere dal modello la ricostruzione più fedele possibile dell'evoluzione della linea di costa misurata nell'intervallo temporale 1993-2010.

Il dominio di calcolo GENESIS, che comprende il tratto di costa tra la spiaggia di Zinola (circa 500 m a Nord-Est del terrapieno del campo da calcio) e il pontile Esso, è stato costruito suddividendo il litorale in 460 celle della lunghezza di 5 m ciascuna, per un totale di 2300 m (Figura 1-50).



FIGURA 1-50 – GRIGLIE DI CALCOLO GENESIS E STWAVE

La griglia GENESIS ha i lati paralleli a quelli della griglia STWAVE e ha origine nel punto di coordinate (1456235.0 m EST; 4904162.8 m NORD – vertice in alto a sinistra); le coordinate dell'origine della griglia di calcolo sono espresse nel sistema di riferimento Gauss-Boaga Fuso Ovest.

L'estensione del dominio di calcolo è stata determinata in base alla conformazione del litorale e delle opere presenti, che ha consentito di porre gli estremi in corrispondenza di punti notevoli dove fissare univocamente le condizioni al contorno. L'estremo sinistro del dominio di calcolo è stato fissato in corrispondenza del litorale di Zinola, mentre l'estremo destro della griglia si trova in prossimità del pontile Esso.

In linea generale, relativamente alle opere presenti sul litorale e schematizzate nelle simulazioni, si fa presente che il porto di Vado è stato inserito solamente nel modello di propagazione STWAVE, mentre nel dominio di calcolo GENESIS verranno rappresentate solamente le opere realizzate più sottocosta (piastra e porto turistico previsti in progetto).
Pertanto, nella simulazione di taratura si è provveduto ad inserire nel dominio STWAVE il porto di Vado nella configurazione attuale (Figura 1-48), mentre nella griglia GENESIS sono state opportunamente schematizzate solamente le opere presenti nel periodo di taratura (1993-2010).

I parametri impiegati nel modello sono riassunti nella seguente Tabella 1-7. In particolare, si riportano i valori dei coefficienti di taratura K_1 e K_2, le caratteristiche della griglia di calcolo (dimensioni e spaziatura), il periodo individuato per la simulazione, lo step temporale di calcolo, le caratteristiche della climatologia fornita in input al modello (profondità della fascia attiva, ubicazione delle "stations") e le condizioni al contorno.

La linea di riva iniziale è quella del 1993; i sedimenti presenti all'interno della fascia attiva sono stati rappresentati con un valore del diametro mediano dei grani pari a 3.5 mm (valore rappresentativo dei campioni prelevati sulla spiaggia emersa - cfr. precedente paragrafo 1.3.2).

TABELLA 1-7 - PARAMETRI IMPIEGATI NEL MODELLO GENESIS - TARATURA

PARAMETRO	VALORE	U.M.
Coefficiente di calibrazione K_1	0.03	
Coefficiente di calibrazione K_2	0.01	
Numero di celle totali	460	
Dimensioni di ogni cella	5	m
Data inizio simulazione	01/04/1993	
Data di fine simulazione	01/04/2010	
Dimensione step temporale di calcolo	3	h
Profondità a cui sono ubicate le stations	-710.0	m
Profondità di chiusura	-4.5	m
Altezza di swash	+1.5	m
Estremo destro	Aperto (Pinned Beach)	
Estremo sinistro	Aperto (Pinned Beach)	

Di seguito, procedendo da Nord verso Sud, si riporta una breve descrizione delle opere presenti litorale e rappresentate nel modello GENESIS.
Il terrapieno esistente tra Villa Gavotti e il torrente Quiliano (terrapieno del campo da calcio) è stato rappresentato avanzando la linea inerodibile in corrispondenza della scogliera radente. La foce del Quiliano è stata schematizzata con due pennelli di tipo "non diffracting", con una lunghezza idonea e permeabilità nulla.
La zona del cantiere navale e il terrapieno adiacente sono stati schematizzati avanzando la linea inerodibile in corrispondenza della difesa radente presente lato mare.

Il pontile Tirreno Power e i pontili Vadoil e Esso (posti più a Sud in prossimità della foce del Segno), essendo su pali, non sono stati rappresentati nel modello in quanto completamente permeabile in relazione al flusso di sedimenti.

Per quanto riguarda i ripascimenti eseguiti sul litorale oggetto di studio nell'arco dell'ultimo ventennio (dal 1993 al 2010) si fa presente che non è stato possibile reperire un elenco completo di tutti gli interventi.
Pertanto, secondo le indicazioni fornite dal Committente, sono stati inseriti nel modello GENESIS solamente due interventi:

- Ripascimento del 2005: versamento di 19'000 m3 di materiale nel tratto di litorale a Nord-Est del terrapieno da calcio fino alla foce del torrente Letimbro, eseguito con sabbia e ghiaia proveniente dalle attività di scavo per la costruzione del complesso della Torre nella vecchia darsena del porto di Savona;
- Ripascimento di marzo-aprile 2009: versamento di 2'800 m3 di materiale nella spiaggia a Nord-Est del terrapieno da calcio (per un tratto di circa 500 m), eseguito con ghiaia naturale proveniente da cava.

Di seguito, in Figura 1-51, si riporta il dominio di calcolo GENESIS utilizzato per la simulazione di taratura.

Tutte le simulazioni condotte con GENESIS, sia quella di taratura che quelle in cui sono state analizzate le varie configurazioni progettuali, sono state eseguite considerando l'immissione di sedimenti da parte del torrente Quiliano. L'immissione di sedimenti è stata schematizzata con un ripascimento localizzato in corrispondenza della foce, che è stato qualitativamente stimato in circa 2000 m^3/anno.

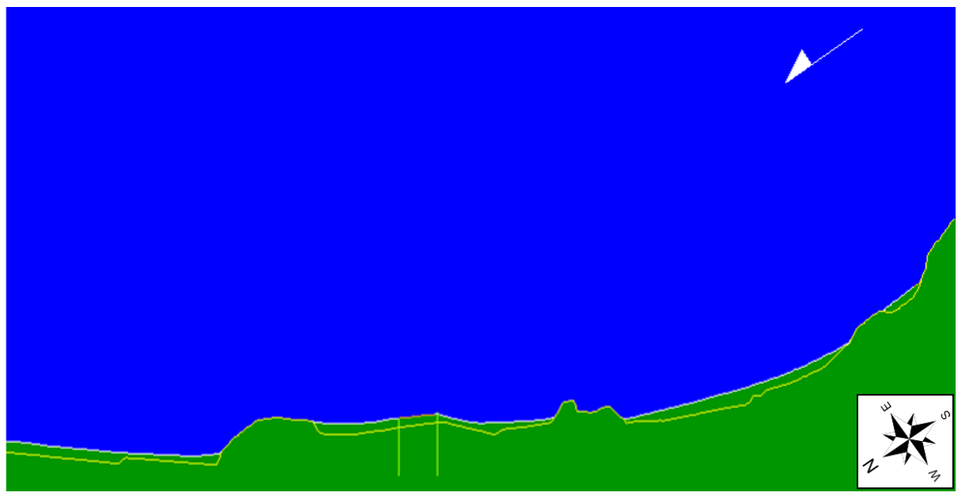


FIGURA 1-51 – GRIGLIA DI CALCOLO GENESIS – TARATURA 1993-2010

Per quanto riguarda, invece, l'immissione di sedimenti da parte del torrente Segno, posto in corrispondenza dell'estremo destro del dominio di calcolo, nella fase di taratura è stata condotta un'analisi per valutare l'influenza dei sedimenti provenienti dal Segno sul trasporto solido locale. Di conseguenza sono state condotte due simulazioni: la prima senza immissione di sedimenti e la seconda considerando un valore di portata solida del torrente stimato sulla base dei risultati degli studi idraulici condotti sul Torrente Segno (cfr. precedente paragrafo 1.3.3).
Per la stima della portata solida del torrente Segno da inserire nella simulazione GENESIS si è fatto riferimento al valore massimo del trasporto medio annuo in grado di essere generato dal torrente e di raggiungere la foce, pari appunto a circa 8600 m^3/anno (stima effettuata considerando gli effetti dei recenti incendi). Considerando che le simulazioni GENESIS sono state condotte facendo riferimento alle caratteristiche sedimentologiche del materiale della spiaggia emersa (costituito da ghiaia medio-fine), sulla base della curva granulometrica del materiale prelevato alla foce del Segno è stata individuata la percentuale di sedimenti corrispondente alla granulometria considerata (Figura 1-52).
Ne consegue che la portata solida del torrente Segno relativa alla classe di sedimenti compresa tra 2 e 20 mm (ghiaia medio-fine), risulta pari a circa il 40% del totale, ovvero circa 3400 m^3/anno.

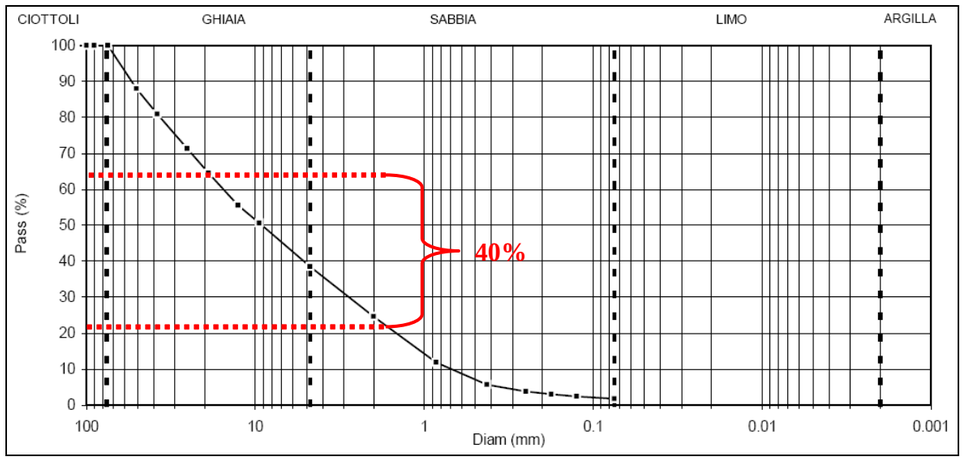


FIGURA 1-52 – INDIVIDUAZIONE DELLA CLASSE DI SEDIMENTI CORRISPONDENTI ALLE GHIAIE MEDIO-FINI SULLA BASE DELLA CURVA GRANULOMETRICA DEL CAMPIONE DI MATERIALE PRELEVATO ALLA FOCE DEL TORRENTE SEGNO

1.5.10. Risultati taratura

Nel presente paragrafo si riportano i risultati della simulazione di taratura relativa al periodo 1993-2010, condotta per mezzo del codice di calcolo GENESIS.
I risultati sono rappresentati sia in termini di trasporto solido che di evoluzione della linea di riva (Figura 1-53), con riferimento all'intera griglia di calcolo.

Il modello, opportunamente tarato, è in grado di riprodurre con discreta approssimazione l'evoluzione della linea di riva per il tratto di litorale analizzato. In particolare, una buona corrispondenza tra la linea di riva stimata dal modello e quella rilevata a marzo 2010 si riscontra nel tratto di litorale a Nord-Est del terrapieno del campo da calcio (spiaggia di Zinola), per il quale è stato possibile reperire informazioni più accurate relativamente ai ripascimenti eseguiti nel periodo di taratura.

Per quanto riguarda, invece, la spiaggia tra la foce del Quiliano e il cantiere nautico, il modello non riproduce fedelmente l'evoluzione avvenuta nel periodo 1993-2010; sono infatti stati eseguiti degli interventi (ad esempio modifiche dell'armatura di foce del Quiliano e/o ripascimenti) non facilmente documentabili.

Procedendo verso Sud, il modello è in grado di riprodurre con buona approssimazione la tendenza evolutiva del litorale; la linea di riva nel periodo 1993-2010 ha, infatti, subito una sensibile rotazione con arretramento a Nord (in corrispondenza del cantiere nautico) e un avanzamento a Sud (a ridosso della difesa radente).

Per quanto riguarda il trasporto solido, i risultati sono presentati sia considerando l'apporto solido del Torrente Segno che in assenza di immissione di sedimenti. Si osserva che il trasporto risulta praticamente coincidente nei due casi; la variazione è limitata alla zona di foce ed, in particolare, al tratto di spiaggia compreso tra la difesa radente e la foce del Torrente Segno (circa 200 m). I sedimenti uscenti dalla foce vanno ad alimentare in parte i litorali a Nord e, in parte minore, quelli a Sud; tuttavia la loro influenza è appunto limitata alla zona di foce.
Ne consegue che il contributo dei sedimenti immessi dal Torrente Segno alla dinamica delle spiagge poste più a Nord risulta trascurabile; tale affermazione trova conferma anche da quanto emerso dagli studi di dettaglio del trasporto solido e dell'evoluzione del fondale, i cui risultati sono riportati nei precedenti paragrafi 1.4.7 e 1.4.8.

In linea generale, il trasporto è diretto verso Nord-Est (ovvero verso il porto di Savona) nel tratto di litorale a Nord della foce del Torrente Quiliano, mentre la zona compresa tra il Quiliano e il cantiere nautico è, invece, caratterizzata da trasporto pressoché nullo. Procedendo verso Sud si osserva un'inversione nel verso del trasporto che, nell'arcata litoranea compresa tra il cantiere nautico e la difesa radente, risulta diretto verso Sud (ovvero verso il Porto di Vado). Il trasporto, infine, si annulla in corrispondenza della difesa radente per poi cambiare nuovamente verso.

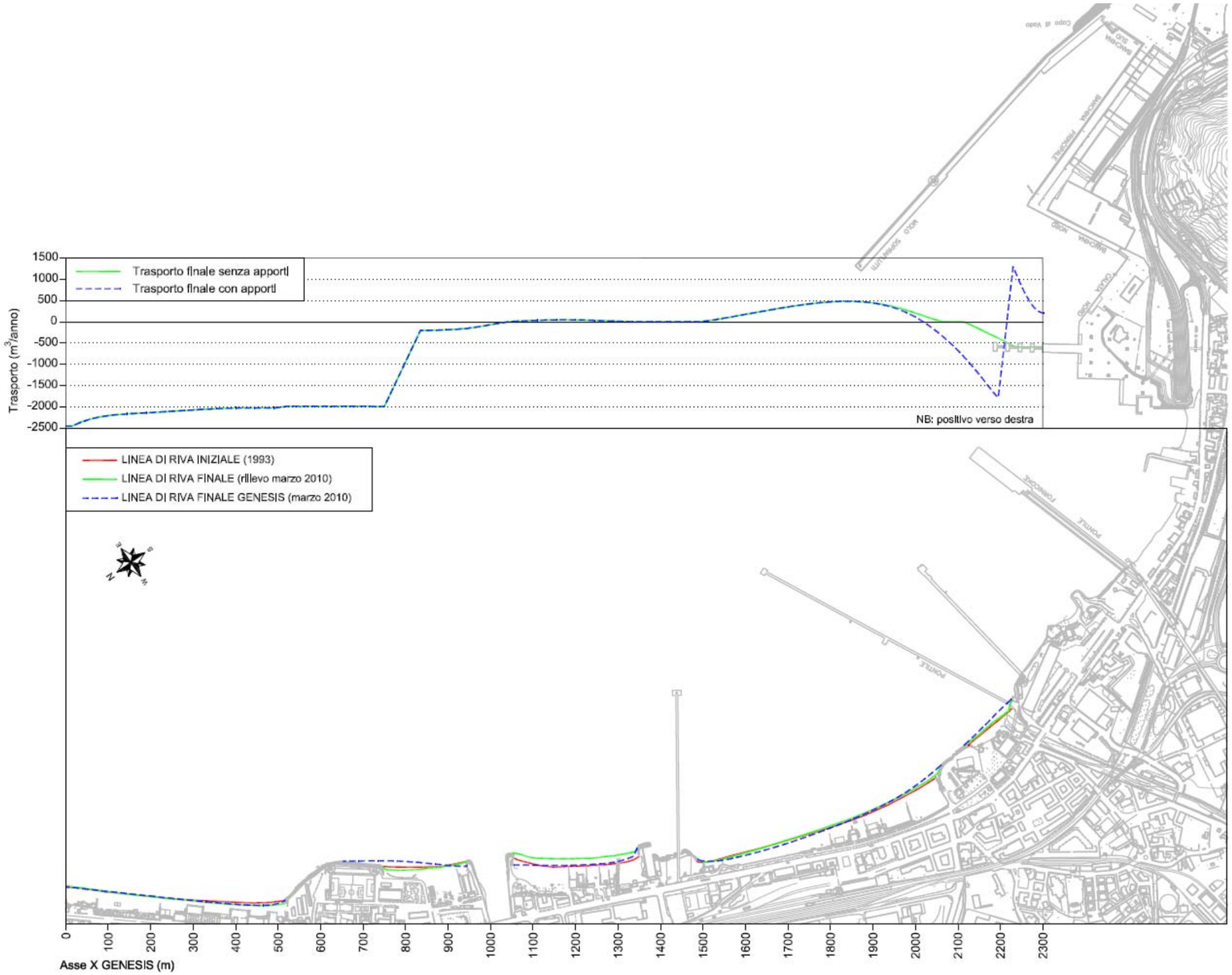


FIGURA 1-53 – TARATURA DEL MODELLO GENESIS (1993-2010) - EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA E ANDAMENTO DEL TRASPORTO SOLIDO

1.6. Evoluzione morfologica in configurazione attuale

Il modello di evoluzione morfologica, con i parametri definiti al precedente paragrafo 1.5.9, è stato impiegato per la previsione dell'evoluzione della linea di riva in assenza di interventi (configurazione attuale del litorale).

Per stimare la tendenza evolutiva del litorale in assenza di interventi è stata condotta una simulazione dell'evoluzione della linea di riva a 10 anni; è stato scelto il medesimo periodo temporale utilizzato per le simulazioni in configurazione di progetto.

Nel presente paragrafo si riportano i risultati delle simulazioni relative all'evoluzione morfologica del litorale in configurazione attuale.

1.6.1. Parametri utilizzati nel modello

Le opere rigide attualmente presenti nel tratto di litorale compreso tra la spiaggia di Zinola e il porto di Vado sono state opportunamente schematizzate nel modello GENESIS. Si tratta sostanzialmente delle stesse opere presenti nella simulazione di taratura e descritte nel precedente paragrafo 1.5.9.
La linea di riva iniziale è quella del rilievo di marzo 2010; i sedimenti presenti all'interno della fascia attiva sono stati rappresentati con un valore del diametro mediano dei grani pari a 3.5 mm (come per la simulazione di taratura). La simulazione è stata condotta considerando l'immissione di sedimenti da parte del torrente Quiliano; mentre, per quanto riguarda il Torrente Segno, il suo contributo alla dinamica litoranea è stato considerato trascurabile.
Di seguito, in Figura 1-54 si riporta la griglia di calcolo GENESIS con le opere presenti in configurazione attuale.

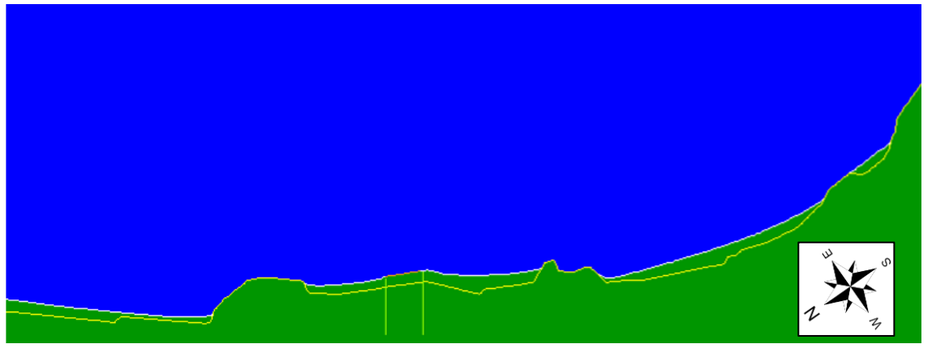


FIGURA 1-54 – GRIGLIA GENESIS IN CONFIGURAZIONE ATTUALE

1.6.2. Risultati evoluzione morfologica in configurazione attuale

Di seguito si riportano i risultati della simulazione di evoluzione morfologica a 10 anni in configurazione attuale.

I risultati sono rappresentati nella successiva Figura 1-55 sia in termini di trasporto solido, che di evoluzione della linea di riva, con riferimento all'intera griglia di calcolo.

Per quanto riguarda il verso e l'andamento del trasporto solido valgono le stesse considerazioni formulate per la simulazione di taratura.
Il trasporto solido longitudinale a Nord del terrapieno del campo da calcio (spiaggia di Zinola), risulta diretto verso Nord-Est, quindi verso Savona. Procedendo verso la foce del Torrente Quiliano, il trasporto si riduce di entità, fino ad annullarsi nel tratto di litorale compreso tra la foce e il cantiere nautico. Nel tratto di litorale a Sud del cantiere nautico si osserva un'inversione nel verso del trasporto che risulta quindi diretto verso Sud (verso il Porto di Vado), per annullarsi infine in corrispondenza della difesa radente e cambiare nuovamente verso.

In termini di evoluzione della linea di costa, si riscontra una tendenza all'arretramento della linea di riva nella spiaggia di Zinola, a ridosso del terrapieno del campo da calcio, per un tratto di circa 200 m. Per quanto riguarda invece il tratto di litorale compreso tra il terrapieno e la foce del Quiliano, si osserva una tendenza

all'avanzamento della linea di riva, con una zona di accumulo alla radice della difesa radente del terrapieno. Il trasporto, in accordo con l'andamento della linea di riva, risulta infatti ancora diretto verso Nord-Est (verso il terrapieno), per poi annullarsi a Sud del Quiliano.
Dalla foce del Quiliano, procedendo verso Sud, fino al cantiere nautico alla radice del pontile Tirreno Power, la linea di riva risulta sostanzialmente stabile.

A Sud del terrapieno del pontile Tirreno Power si osserva un riorientamento della linea di riva, con una tendenza all'avanzamento in corrispondenza della difesa radente che si trova a Nord della foce del Torrente Segno.

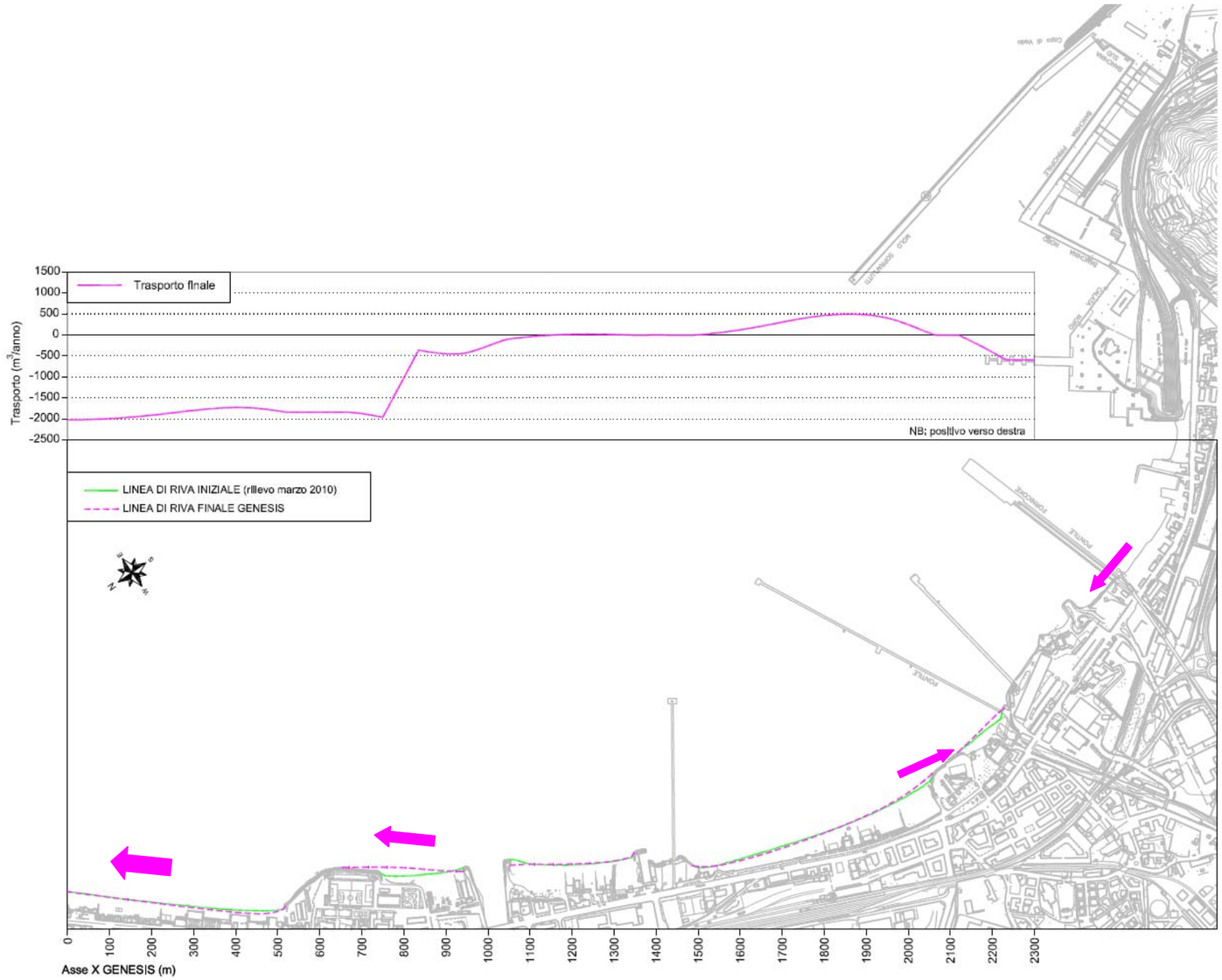


FIGURA 1-55 – CONFIGURAZIONE ATTUALE - EVOLUZIONE DELLA LINEA DI RIVA E ANDAMENTO DEL TRASPORTO SOLIDO