

# AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA

## PROGETTO GENERALE DELLE OPERE DI APPROFONDIMENTO DEI FONDALI PREVISTE NEL PIANO REGOLATORE PORTUALE 2007 DEL PORTO DI RAVENNA

OGGETTO

### STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE ACQUA

EMISSIONE

FEBBRAIO 2010

VOLUME C2

SCALA

TAVOLA

AA10R0050

N°	REVISIONI	DATA	DISEGNAT.	CONTR.
1				
2				
3				
4				

IL PROGETTISTA  
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO  
MODIMAR s.r.l. (Capogruppo)  
SEACON s.r.l.

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
IL SEGRETARIO GENERALE DELL'AUTORITA' PORTUALE

FABIO MALETTI

IL PRESIDENTE DELL'AUTORITA' PORTUALE

GIUSEPPE PARRELLO

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



## **AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA**

**Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna**

**Studio di Impatto Ambientale  
Volume C2  
Quadro di Riferimento Ambientale  
Acqua**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

## Indice

1.	AMBIENTE IDRICO .....	3
1.1.	Inquadramento normativo .....	3
1.2.	Acque superficiali.....	4
1.2.1.	Radici storiche del sistema idraulico ravennate .....	4
1.2.2.	Acque superficiali interne .....	6
1.2.3.	Acque di transizione.....	9
1.2.4.	Acque marine.....	16
1.2.4.1.	Definizione del clima di moto ondoso .....	17
1.2.4.2.	Regime del moto ondoso .....	22
1.2.4.3.	Il moto ondoso all'interno del Porto di Ravenna .....	24
1.2.4.4.	Le correnti marine .....	25
1.2.4.5.	Dinamica costiera .....	27
1.2.5.	Aspetti qualitativi delle acque superficiali .....	30
1.2.5.1.	Acque superficiali interne.....	30
1.2.5.2.	Acque di transizione .....	33
1.2.5.3.	Acque marino-costiere .....	39
1.3.	Aspetti idrogeologici.....	44
1.3.1.	Acquifero profondo.....	44
1.3.2.	Acquifero superficiale.....	48
1.3.2.1.	Caratteristiche dell'acquifero superficiale .....	48
1.3.3.	Aspetti qualitativi delle acque sotterranee.....	53
1.4.	Previsione degli effetti attesi dalla realizzazione degli interventi in progetto .....	56
1.4.1.	Fase di realizzazione degli interventi .....	57
1.4.1.1.	Attività di cantiere: fase 1 .....	58
1.4.1.2.	Attività di cantiere: fasi 2 e 3 .....	65
1.4.2.	Fase di esercizio .....	68
1.4.2.1.	Nuovo assetto dei fondali .....	68
1.4.2.2.	Le opere di difesa esterne .....	76
1.4.2.3.	Esercizio delle attività portuali .....	81
1.5.	Misure mitigatrici .....	82
2.	ALLEGATI.....	84

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

## 1. AMBIENTE IDRICO

### 1.1. Inquadramento normativo

Il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 riorganizza e integra gran parte della precedente normativa in materia ambientale. In particolare la parte III del D. Lgs. 152/06, che reca *‘Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche’* modifica l’attuale normativa italiana in materia di difesa del suolo (legge 183/89 e successive integrazioni), di tutela e gestione delle acque (legge 36/94 e successive integrazioni e D.Lgs. 152/99) e la integra con il recepimento della Direttiva Quadro 2000/60 CE, che ha istituito un quadro per l’azione comunitaria in materia di acque (Gazzetta ufficiale L 327 del 22.12.2000), successivamente modificata dal seguente atto: Decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 novembre 2001 (Gazzetta Ufficiale L 331 del 15.12.2001).

La Parte III del D.Lgs. n. 152/2006, disciplina quindi la tutela delle acque modificando, tra l’altro, la nozione di “scarico”, non più individuata in base alla circostanza che si tratti di immissioni dirette tramite condotta comunque convogliabili in acque superficiali o sotterranee (si veda l’art. 74, lettera. aa), nuovo decreto e l’art. 2, lettera bb), del D.Lgs. n. 152/1999) e riordinando la gestione dei servizi idrici da parte di Autorità d’ambito, Enti organizzati dalle regioni e partecipati dai comuni delle zone interessate, corrispondenti ad ambiti territoriali ottimali individuati a tal fine dalle regioni stesse.

L’art. 109 del 152/06 regola *‘Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte’*, e precisamente cita:

*1. Al fine della tutela dell’ambiente marino e in conformità alle disposizioni delle convenzioni internazionali vigenti in materia, è consentita l’immersione deliberata in mare da navi ovvero aeromobili e da strutture ubicate nelle acque del mare o in ambiti ad esso contigui, quali spiagge, lagune e stagni salmastri e terrapieni costieri, dei materiali seguenti:*

*a) materiali di scavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi;*

*b) inerti, materiali geologici inorganici e manufatti al solo fine di utilizzo, ove ne sia dimostrata la compatibilità e l’innocuità ambientale;*

*c) materiale organico e inorganico di origine marina o salmastra, prodotto durante l’attività di pesca effettuata in mare o laguna o stagni salmastri.*

L’autorizzazione all’immersione in mare dei materiali del punto a) è rilasciata dall’autorità competente solo quando è dimostrata l’impossibilità tecnica o economica del loro utilizzo ai fini di ripascimento o di recupero oppure del loro smaltimento alternativo.

L’immersione in mare di materiale del punto b) è soggetta ad autorizzazione, con esclusione dei nuovi manufatti soggetti alla valutazione di impatto ambientale. Mentre

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

per le opere di ripristino, che non comportino aumento della cubatura delle opere preesistenti, è dovuta la sola comunicazione all'autorità competente.

L'immersione in mare dei materiali di cui al comma 1, lettera c), non è soggetta ad autorizzazione.

La parte III è accompagnata da 11 allegati tra i quali si segnala:

- L'allegato 1 Monitoraggio e classificazione delle acque in funzione degli obiettivi di qualità ambientale, che stabilisce i criteri per individuare i corpi idrici significativi e per stabilire lo stato di qualità ambientale di ciascuno di essi.
- L'allegato 2 *Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale*, che definisce i criteri e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative e per la classificazione delle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, a quelle idonee alla vita dei pesci salmonicoli e ciprinicoli e alle acque destinate alla vita dei molluschi.
- L'allegato 5 *Limiti di emissione degli scarichi idrici*, distinti in scarichi in corpi d'acqua superficiali e scarichi sul suolo.

Tra le novità del D. Lgs. 152/06 vi è il superamento delle diverse Autorità di bacino mediante la loro aggregazione nelle Autorità di bacino distrettuale e l'individuazione del Piano di bacino distrettuale quale strumento di riferimento al fine di realizzare il superamento della sovrapposizione tra i diversi piani settoriali.

A tale proposito è stato recentemente pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 274 del 24.11.06 il D. Lgs. 8 novembre 2006, n. 284 *Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152*, recante norme in materia ambientale, riportante le disposizioni correttive e integrative del decreto 152/06. Il decreto è entrato in vigore il 25 novembre scorso. Nel nuovo provvedimento viene prorogata l'esistenza delle Autorità di Bacino fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che definisce la relativa disciplina.

## **1.2. Acque superficiali**

### **1.2.1. Radici storiche del sistema idraulico ravennate**

Per comprendere l'assetto attuale della rete idrografica dell'area occorre riprendere i lineamenti naturali della pianura ravennate ed i processi fisici che ne hanno prodotto l'evoluzione prima che la pressione antropica ne determinasse la definitiva trasformazione. Nel suo insieme il territorio presenta i caratteri di una pianura alluvionale la cui formazione è legata alla sovrapposizione di processi fluviali, marini ed eolici. L'ambiente che ne risulta è quello di una costa bassa, percorsa in senso longitudinale da una fascia di cordoni dunosi che, procedendo verso l'interno, si sono abbassati sempre più per effetto della subsidenza e dell'erosione, sino a scomparire sotto ai terreni alluvionali. Sul retro della fascia costiera vi sono terre più basse in cui l'apporto di

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

acqua di marea o di burrasca attraverso varchi aperti nel lido, lo scarico dei fiumi provenienti da ponente e l'emergenza della falda hanno formato vaste distese di acqua salmastra poco profonda, le valli. A margine delle zone basse acquitrinose, verso occidente, si trova la pianura asciutta, separata dalle zone acquitrinose da una fascia di terreni più o meno impaludati a seconda della stagione. Questo quadro generale si è tuttavia modificato continuamente: la linea di costa ed i cordoni dunosi hanno continuato a spostarsi verso Est per il continuo apporto delle alluvioni mentre i terreni depressi posti più a ponente sono stati soggetti ad abbassamento per il costipamento dei depositi alluvionali, spesso costituiti da soffici torbe, nonché al rialzamento alluvionale.

I luoghi in cui è sorta Ravenna sono quindi caratterizzati dall'acqua: fiumi, valli e mare e da qui la convinzione dell'importanza delle vie d'acqua negli scambi e nelle comunicazioni dei primi insediamenti. A dimostrazione di ciò, l'estensione verso Nord Est della città per mantenere il contatto con il mare che è regredito naturalmente verso oriente per tutto il periodo successivo all'epoca romana.

Con Augusto, infatti, Ravenna è stata dotata di un grande porto artificiale, base della grande flotta d'oriente, che oggi è collocato ad almeno 8 chilometri in linea d'aria dal mare; è interessante notare le affinità nei principi idraulici e costruttivi fra questo porto antico e quello attuale, principi che sono la presenza di moli foranei, un vasto avamposto, bacini e canali di ripulsa e di darsene. E poi murazzi per arrestare l'erosione in alcuni tratti del litorale, la diversione di alcune foci fluviali lontano dal porto, la costruzione di una idrovia di allacciamento col sistema del Po e dell'entroterra. Tutti questi interventi hanno rappresentato nel complesso il primo importante intervento dell'uomo sul territorio ravennate.

Per tutto il resto dell'epoca romana e di quella volgare e dei primi secoli dell'epoca medievale mancano documentazioni di interventi dell'uomo sui processi naturali. Ma il continuo spostamento verso Est della linea di riva dei cordoni litorali e delle aree vallive hanno posto diversi ostacoli al collegamento tra Ravenna ed il mare e quindi al perdurare della funzione marittima della città.

La realizzazione di potenti arginature lungo il Ronco ed il Montone e la loro canalizzazione verso mare dopo averli riuniti ed Est della città (XIII e XIV secolo) è il primo intervento sul territorio che, seppure stimolato dalla necessità di difendere l'abitato dalle esondazioni, ha avuto come effetto una prima significativa bonifica del territorio.

Anche le sistemazioni idrauliche successive del Ronco e del Montone hanno influito sull'evoluzione della linea di costa e sulla formazione delle valli in comunicazione con il mare, le pialasse, che ancora oggi sono presenti a Nord Est di Ravenna.

Nonostante la sistemazione dei fiumi la vera e propria azione di bonifica è dovuta necessariamente passare attraverso la realizzazione di una fitta rete di canali in grado di assicurare il drenaggio delle acque superficiali; ancor oggi questi collettori scaricano le acque in tutte le aree vallive.

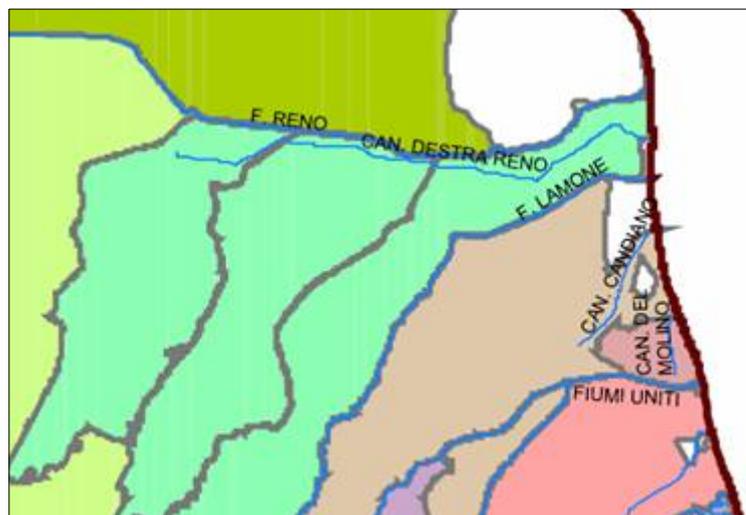
 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Nel 1839 un evento casuale ha dato inizio ad una importante fase delle bonifiche; il Lamone in piena ha rotto l'argine destro presso Ammonite, ad Est Nord-Est di Ravenna, ed ha allagato una vasta area: posto rimedio alla rotta costruendo nuovi argini, il corso del fiume è stato ridisegnato in modo da condurre le torbide ad allagare le terre paludose a Nord di Ravenna in modo da bonificarle per colmata. Le acque chiarificate sono state poi riversate nella pialassa della Baiona e da qui in mare. Questo sistema di bonifica ha richiesto tempi lunghissimi; avviata nel 1846 si è conclusa un secolo dopo, alla fine degli anni '50, quando gli scarichi in pialassa sono risultati troppo torbidi e, per non rischiare a questo punto l'interrimento dell'intero sistema idraulico portuale, il Lamone è stato di nuovo inalveato e ricondotto a mare nel 1960.

Rimasta incompiuta a Nord-Est, nelle aree a Sud di Ravenna la bonifica è stata ultimata con l'avvento degli impianti di sollevamento meccanico delle acque; si noti comunque che ancora nel 1910 le valli ricoprivano almeno 10.000 ettari di superficie.

### 1.2.2. Acque superficiali interne

I bacini idrici principali posti in prossimità dell'area di indagine riguardano il bacino del F. Lamone (523,36 km<sup>2</sup>), del Canale Candiano (348,43 km<sup>2</sup>) e il bacino idrografico dei Fiumi Uniti, Ronco e Montone (1.198,78 km<sup>2</sup>). Tutti questi bacini risultano ricadere all'interno del territorio dell'Autorità dei Bacini Romagnoli.



**Figura 1-1: Bacini Principali e reticolo idrografico (Fonte: PTA della Regione Emilia-Romagna)**

Il corso d'acqua più significativo posto a Nord dell'area di indagine è rappresentato dal F. Lamone, che ha origine dall'Appennino Toscano presso Colla di Casaglia ed entra in Provincia di Ravenna a S. Martino in Gattara (frazione del Comune di Brisi-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

ghella). Il bacino che nasce dalla dorsale appenninica si estende, come d'altronde la maggior parte dei bacini del versante Nord dell'Appennino Tosco-Emiliano, in forma stretta e allungata. Il Fiume Lamone sfocia in Adriatico, in corrispondenza di Marina Romea.

L'intero bacino imbrifero del Lamone comprende la sua vallata e quelle del Marzeno e del Tramazzo. Il fiume, nella zona di pianura, si presenta arginato e pensile; caratteristica è la ristrettezza dell'alveo che può determinare in alcuni punti rischi di esondazione e di rotture arginali nei periodi di maggiore portata.

A sud dell'area di intervento il corpo idrico più significativo è rappresentato dall'alveo dei Fiumi Uniti, che nasce dalla confluenza all'altezza di Ravenna dei fiumi Montone e Ronco.

Originariamente i Fiumi Ronco e Montone sfociavano separatamente nel mare Adriatico; in seguito, per motivi di sicurezza idraulica dell'abitato di Ravenna, dopo vari tentativi succedutisi nel tempo, nel XVIII secolo furono regimati in un unico tratto terminale, mentre il vecchio corso fu trasformato in canale navigabile e successivamente obliterato.

Nel bacino sono poche le sorgenti perenni che alimentano i corsi d'acqua, per cui la portata è influenzata in misura notevole dalle precipitazioni, dunque con un andamento dei deflussi che segue quello degli afflussi meteorici. Il regime delle piene è pertanto determinato dall'andamento stagionale delle precipitazioni, caratterizzato dal tipico clima sub-litoraneo appenninico, che di solito trova la massima intensità durante la primavera e l'autunno (e la minima nel periodo estivo) con portate di magra aventi valori modesti

Per quanto riguarda invece la rete dei canali l'area di studio ha un sistema di drenaggio delle acque superficiali alquanto articolato sia per i diversi modi di recapito delle acque, sia per il numero dei canali e dei bacini afferenti.

Nel settore a Nord del Canale Candiano i collettori principali sono: il Cerba, il Fagiolo, il Cupa e il Canala; quest'ultimo nel tratto terminale scorre unificato con gli scoli Valtorto e Bortolotte. Sono presenti due bacini di drenaggio: quello del Cerba più a Nord e quello del Fagiolo a Sud. Questi due bacini sono separati dal Cupa e dallo scolo Canala, che in questo tratto scorrono paralleli ma che drenano territori posti più a monte.

Il Canala è il collettore principale di un bacino di 68,4 km<sup>2</sup> a deflusso meccanico che ha come recapito l'idrovora Canala che defluisce nella Pialassa del Pontazzo e da qui in Baiona. Il sistema è piuttosto complesso, dato che nel Canala defluiscono, più a monte, anche le acque degli scoli Valtorto e Bortolotte. Il bacino di drenaggio è costituito da una parte di territorio ravennate posta ad Ovest dell'area urbana e dal territorio del comune di Russi.

Il Via Cupa è il canale principale di un bacino di notevole estensione che si trova molto più a monte dell'area di studio; addirittura il 60% del bacino ricade in territorio faentino mentre solo il 40% si trova nel ravennate. Le quote dei terreni consentono il de-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

flusso naturale delle acque, anche se in corrispondenza dell'area di studio il canale è pensile. Il sistema di drenaggio del bacino è piuttosto ramificato ed è composto da scoli di vario ordine che confluiscono nel Cupa nel suo tratto terminale. Ultimo tra questi, lo scolo Drittolo attraverso l'impianto di sollevamento del III bacino o Drittolo. Oltre alle acque dell'impianto idrovoro del III bacino, il Cupa riceve le acque di scarico di alcuni impianti industriali.

Esiste inoltre una paratia, immediatamente a monte dell'idrovora Canala e tra Cupa e Canala, in modo tale che in caso di piena le acque possono venire ripartite tra i due canali e quindi facilitarne i deflussi. Dal punto di vista idraulico il canale è in grado di smaltire deflussi di 50 m<sup>3</sup>/s, valore superiore alla portata monosecolare ovvero alla massima piena con tempo di ritorno di 100 anni, mentre la stima del deflusso medio in condizioni di piena è pari a circa 30 m<sup>3</sup>/s (stime fornite cortesemente dal Consorzio di Bonifica della Romagna Centrale di Ravenna).

Il tratto terminale del Cupa, tuttavia, è separato in due ambienti idraulici per certi aspetti disgiunti: all'altezza dell'idrovora, infatti, sul Cupa insiste una porta vinciana che impedisce alle acque di pialassa di risalire oltre questo punto. In questo modo, lungo il Cupa si instaurano due tipi di condizioni: a monte della porta vinciana il canale è un sistema idrico ad acque dolci nel senso stretto del termine; a valle diviene un sistema di transizione che accoglie acque prevalentemente dolci durante gli eventi di piena (quindi con una bassa frequenza di giornate nell'anno), e che invece contiene acque salmastre/salate in tutti gli altri casi.

Inoltre, sulla stessa sezione il Cupa è dotato di paratoie che vengono utilizzate in certe particolari condizioni: il Cupa e il Canala infatti, hanno due bacini con caratteristiche molto diverse, tanto che è possibile che piogge molto abbondanti nel bacino del Cupo (molto più ampio ed esteso a monte) non diano effetti nel bacino del Canala. In questo caso, quando la piena giunge all'altezza dell'idrovora è possibile che le quote d'acqua sul Cupa siano maggiori di quelle nel Canala ed il Consorzio di Bonifica trova conveniente chiudere le paratoie sul Cupa, aprire il collegamento tra il Cupa e Canala e forzare il deflusso (in questo caso verso il Pontazzo) mediante l'idrovora.

Si tratta quindi di un sistema abbastanza complesso, che mette insieme alcune caratteristiche di tipo "naturale", come il deflusso a gravità che prevale nel Cupa, con quelli della bonifica e del drenaggio forzato; l'assetto del sistema idraulico, sia dal punto strettamente idrometrico, sia dal punto di vista della qualità delle acque, è decisamente dinamico, dato che dipende dal prevalere di uno di questi tre fattori (il deflusso in regime di gravità, il moto di marea e le modalità di gestione del sistema di paratoie).

Il bacino dello scolo Cerba, di estensione pari a 171 km<sup>2</sup>, è posto nel settore Nord occidentale del comune di Ravenna e comprende le aree urbanizzate di Mezzano, Borgo Masotti, Torri, S. Antonio e S. Romualdo. Inizialmente si tratta di un bacino a deflusso naturale in cui, a causa del progredire della subsidenza, si è resa necessaria l'attivazione di un impianto di sollevamento il cui canale di scarico defluisce direttamente in Pialassa.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Il bacino del Fagiolo ha una estensione di 10 km<sup>2</sup> circa, è situato a Nord Est di Ravenna in una zona particolarmente critica dal punto di vista pianaltimetrico. Inizialmente il bacino aveva una propria configurazione e recapitava le acque all'omonimo impianto idrovoro che scaricava in sinistra Candiano. In seguito, sia per l'insufficienza della portata delle pompe, sia perché vi sono state convogliate le acque nere provenienti da Via delle Industrie, si è reso necessario separare il bacino asservendo le acque nere all'idrovora Fagiolo ed il resto del bacino prima all'idrovora Drittolo e più recentemente a quella del Canala.

A Sud del Candiano sono presenti due bacini di scolo: il Bacino S. Vitale e il Bacino Rasponi, entrambi a scolo meccanico. Il bacino S. Vitale raccoglie le acque dell'area attorno alla Pialassa del Piombone, recapita le acque all'impianto idrovoro S. Vitale e da qui nella pialassa, il Bacino Rasponi raccoglie invece le acque a Sud del precedente bacino sino ai Fiumi Uniti recapitando le acque all'impianto idrovoro Rasponi.

Si ricorda inoltre, sempre a Sud del Candiano, lo scolo Lama, che si origina da altri scoli di campagna al limite del territorio provinciale forlivese, all'altezza della frazione di Ghibullo.

Il bacino abbraccia pertanto una superficie di circa 65 km<sup>2</sup> ai quali vanno aggiunti circa 151 km<sup>2</sup> afferenti all'ulteriore territorio compreso tra il Fiume Montone ed il Fiume Ronco (a monte della loro confluenza) e limitato a Sud dal tratto del Canale Emiliano-Romagnolo che li interseca entrambi e che si sviluppa in un complesso di fossi e canali minori che, confluendo nello scolo Lama, vanno a recapitare normalmente nel Fiume Ronco (fra Ghibullo e Longana); ma che, in occasione di piogge consistenti e quando il Ronco è in piena, versano le acque nel Candiano attraverso un sistema di sfioro artificioso.

All'altezza di Punta Marina è presente infine il Bacino del Canale del Molino, che sfocia in mare in località Punta Marina e raccoglie le acque provenienti da un territorio agricolo di circa 24 km<sup>2</sup> e le acque piovane di Lido Adriano. Nel periodo della stagione balneare le sue acque, salvo casi eccezionali, vengono convogliate, nella Pialassa del Piombone, evitando lo scarico diretto in mare.

### **1.2.3. Acque di transizione**

Il bacino del Canale Candiano è considerato un bacino idrografico a se stante che si sviluppa per una lunghezza di circa 11 km a Nord-Est di Ravenna, mantenendo il collegamento tra la città e la Darsena S. Vitale e fra questa ed il mare.

Comprende i territori della Pialassa Baiona a Nord e della Pialassa del Piombone a Sud.

Le pialasse ravennati sono lagune costiere salmastre che occupano vaste aree depresse parallele al litorale. Le lagune sono sostanzialmente due, entrambe in comunicazione col porto canale di Ravenna: la Pialassa del Piombone, situata a S del canale Candiano ed estesa fino alla strada statale n. 67, e la Pialassa Baiona, posta a N del canale ed estesa fino al corso del fiume Lamone.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

La Pialassa Baiona ha oggi una estensione complessiva di circa 1.100 ha ed è formata da aree semisommerse e bassi fondali tradizionalmente noti col nome di 'chiarì' delimitati da argini artificiali. Può essere considerata l'unico esempio di laguna intertidale del litorale emiliano-romagnolo e rappresenta la porzione meglio conservata del comprensorio salmastro, costituendo la laguna di maggiore rilevanza dal punto di vista naturalistico.

Sito di riconosciuto pregio naturalistico, l'area è stata inclusa nella convenzione di Ramsar tra le zone umide di interesse internazionale (sito n. 226) e rientra nella zona di pre-parco del Parco del Delta del Po.

La parte settentrionale (oltre il fiume Lamone) fu bonificata nel 1972, è stata ugualmente inclusa nel sito, sia perché è attualmente in corso di parziale rinaturalizzazione, sia perché è per larga parte incolta o mantenuta a prato da sfalcio, con affioramenti di falda e ristagni idrici che determinano la presenza di ambienti umidi temporanei. La laguna deve la sua origine alla costituzione di nuovi cordoni dunosi costieri che hanno progressivamente isolato un braccio di mare (Roncuzzi, 1994). Il peggioramento climatico che si verificò dal 1590 al 1850 (Ciabatti, 1990), determinò un aumento della piovosità, dell'erosione montana e quindi della portata solida dei fiumi. Il golfo esistente fra il Porto di Primaro e la Bocca del Fiume (Fiumi Uniti), nel quale si aprivano, oltre alla Bocca di Cortellazzo, il Taglio della Baiona e il Porto del Pirottolo, cominciò ad essere riempito e progressivamente chiuso da scanni sabbiosi. Tale processo durò almeno per i secoli XVII e XVIII (Roncuzzi, 1994) e così fra il Fiume Lamone e la foce dei Fiumi Uniti si andava formando una baia sempre più inoltrata da E a W, mentre l'apertura a mare, larga in origine circa dieci chilometri si andava via via restringendo. Le ultime vicende derivano dall'intervento di inalveamento del Fiume Lamone. Una larga parte della Pialassa venne stralciata, prosciugata con idrovora e posta in coltivazione. La costruzione del sistema di canali a spina di pesce risale proprio al secolo scorso, così come il raddrizzamento del Canale Candiano. Lo scopo era quello di collegare le Pialasse al Canale di Porto per facilitare i flussi di marea e così ostacolare la formazione di barre di foce alla bocca del Porto di Ravenna.

La sistemazione definitiva del Candiano ha, di fatto, tagliato in due il complesso delle pialasse e isolato dal mare la Pialassa del Piombone, trasformandola in uno stagno costiero.

La circolazione delle acque all'interno della Pialassa Baiona è controllata da opere idrauliche, come paratoie regolabili e scolmatori, che possono isolare completamente alcune aree. Gli scambi d'acqua col mare avvengono grazie all'escursione di marea che raggiunge valori massimi di circa 1 metro.

La laguna riceve attraverso alcuni canali principali: il canale Cupa, il Canala, il Cerba, il Fossatone e il Canale Taglio della Baiona. I primi tre immissari recapitano ed immettono le acque dei rispettivi bacini scolanti, mentre attraverso lo scolo Fossatone, arrivano le acque del Lamone che sono immesse nel biotopo di Punta Alberete e attraverso lo stramazzone realizzato per regolare il livello nel Fossatone, nella Pialassa Baiona.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Le portate di questi canali variano stagionalmente con la piovosità e in funzione della potenza degli impianti idrovori presenti.



**Figura 1-2: Canali e chiari nella Piazzola Baiona (Fonte: Azienda USL di Ravenna, 1994)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Lungo i canali e gli scoli sono state installate numerose paratoie, saracinesche, dispositivi di troppo pieno (stramazzi), ecc., che consentono una certa regolazione artificiale sia flussi in entrata che, in parte, della circolazione interna (

Figura 1-3).

Il canale Taglio della Baiona (1) attraverso una chiusa convoglia le acque provenienti, attraverso la zona umida di Punta Alberete, dal fiume Lamone e quindi dal rispettivo bacino di scolo.

Il canale Fossatone (2) attraverso uno stramazzo porta in valle le acque di esubero del Canale Emiliano Romagnolo e del Lamone.

Attraverso l'idrovora del canale Cerba (3) vengono immesse le acque del bacino di scolo che comprende gli abitati di Ammonite, Camerlona, S. Antonio, S. Romualdo e Torri nonché i rispettivi territori ove vengono praticate agricoltura intensiva ed allevamenti zootecnici.

Attraverso l'idrovora del canale Canala (4) vengono immesse le acque del rispettivo bacino di scolo.

Il canale Cupa (5), attraverso dei portoni vinciani, porta le acque di Russi, S. Pancrazio, Reda, S. Marco, il borgo Montone di Ravenna. Su questo canale insistono diversi scarichi industriali depurati e l'immissione delle acque trattate del depuratore di città.

Gli scambi col mare avvengono attraverso il canale Candiano (6) a seconda delle maree (che hanno un ciclo bi-giornaliero in funzione delle fasi lunari e della distanza Terra-Sole), ma anche della pressione atmosferica, dei venti e dei fenomeni di risonanza.

La circolazione delle acque all'interno del sistema è principalmente condizionata dai fenomeni di marea che possono portare a variazioni di livello di oltre un metro.

Si deve tenere conto che l'unico canale a scolo naturale è il canale Lama, gli altri canali sono scolo meccanico, la cui portata è regolata dagli impianti idrovori, pertanto il contributo idrico sarà discontinuo.

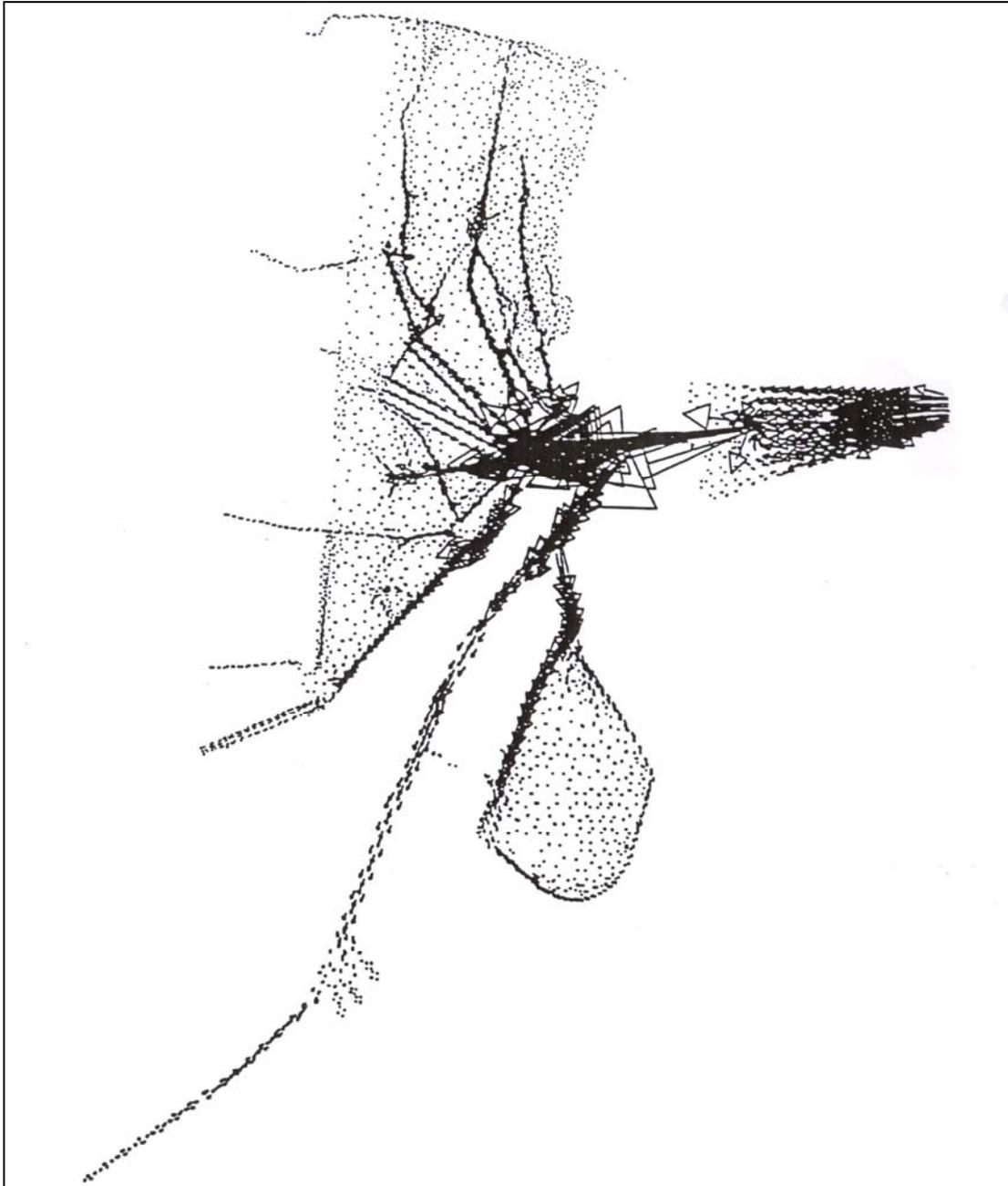
L'Azienda USL di Ravenna ha redatto nel 1994, il rapporto '*Analisi dello stato ambientale e sanitario nelle valli ravennati*' nel quale è stato ricostruito l'andamento dei flussi utilizzando una simulazione mediante un modello bidimensionale (A. Bazzi, 1994). L'andamento dei flussi con marea crescente e con marea calante sono stati riportati rispettivamente in Figura 1-4 e in Figura 1-5. Il modello evidenzia in primo luogo la differenza di velocità delle correnti, più modeste durante il flusso (fase di marea crescente), rispetto al deflusso (fase di marea calante). Questo fenomeno può essere attribuito principalmente a due cause. La prima consiste nel maggiore tirante d'acqua che si verifica nel gradiente massimo di deflusso rispetto a quello di flusso, fenomeno che viene esaltato per grandi escursioni di marea e in zone con vaste aree a modesta batimetria.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



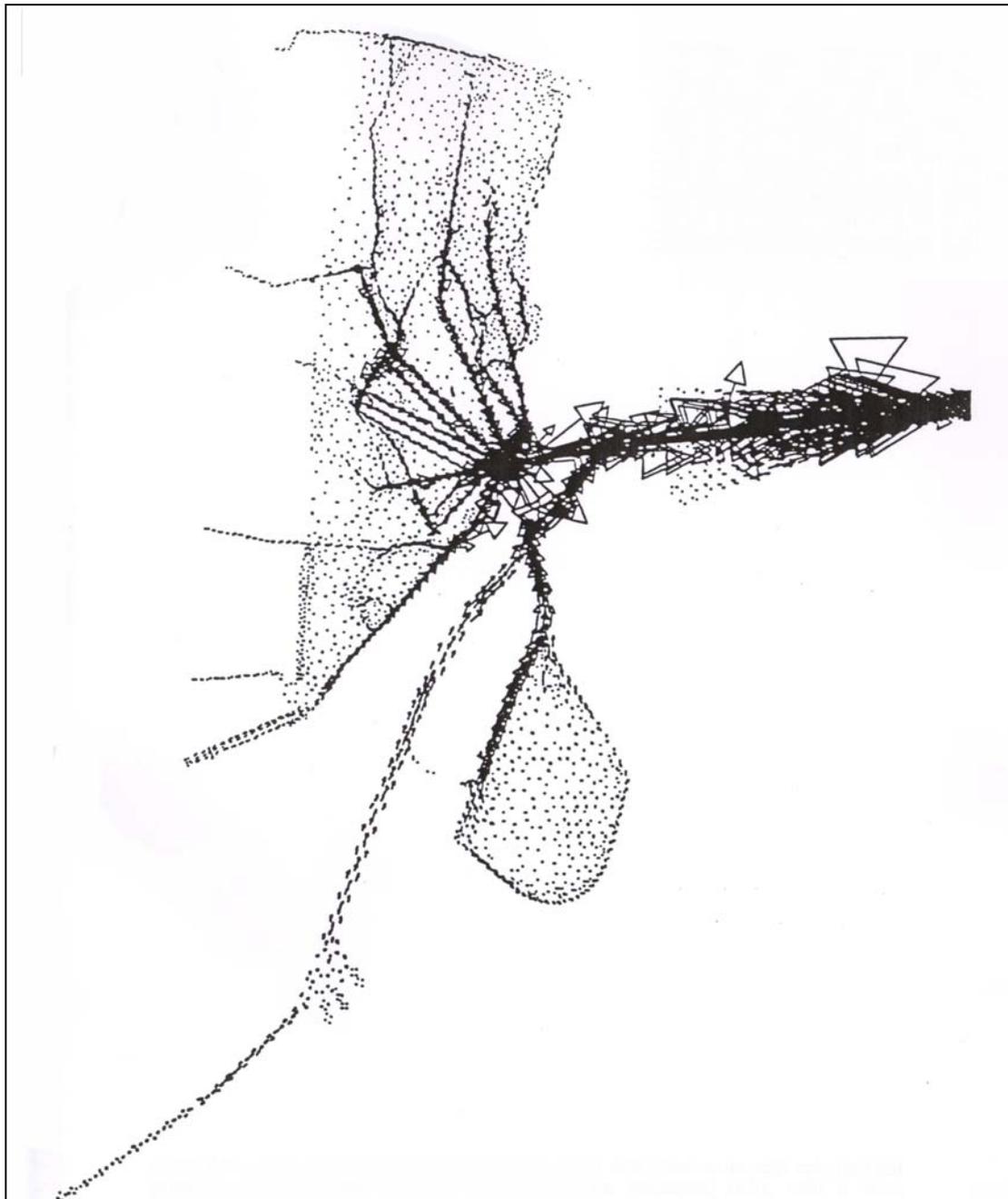
**Figura 1-3: Principali vie di ingresso delle acque e scarichi nella Piasa Baiona (a: scarico ENEL; b: scarico SDI; c: scarico ENI)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-4: Simulazione dei flussi durante la marea crescente (A. Bazzi, 1994): La direzione delle frecce indica il percorso seguito mentre la dimensione è proporzionale alla velocità raggiunta dalle acque**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-5: Simulazione dei flussi durante la marea calante (A. Bazzi, 1994): La direzione delle frecce indica il percorso seguito mentre la dimensione è proporzionale alla velocità raggiunta dalle acque**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

La seconda causa è dovuta alla differenza di resistenza concentrata opposta al moto d'acqua, che si instaura in sistemi alveolari come quello delle pialasse durante il flusso o il deflusso.

Inoltre si può osservare come, anche in condizioni di massima velocità, nelle zone di acqua bassa il moto fluido sia assai minore rispetto alle zone di canale dove, soprattutto verso mare, si raggiungono alte velocità relative (A. Bazzi, 1994).

#### **1.2.4. Acque marine**

A supporto degli studi specialistici necessari per la stesura del PRP 2007 del porto di Ravenna è stato redatto uno “Studio meteomarin”, (Modimar, 2006); di seguito si riporta una sintesi dello studio per gli aspetti più salienti, riguardanti il moto ondoso al “largo” di Ravenna.

In particolare, in questo studio viene fatto riferimento ai dati ondometrici registrati dal Consorzio Venezia Nuova alla piattaforma oceanografica del CNR posta al largo di Venezia su fondali di circa -16 m s.l.m. e sulla base di questi, attraverso la trasposizione geografica, è stato ricostruito il clima d'onda al largo del porto di Ravenna.

Al fine di caratterizzare il clima d'onda sotto costa e più in particolare nella zona prospiciente l'imboccatura portuale, è stato utilizzato un modello matematico che ha consentito la definizione di alcuni dei principali parametri progettuali, quali ad esempio l'onda di “progetto”, cui fare riferimento per il dimensionamento delle opere a mare, e l'onda “morfologica”, necessaria per un corretto studio di morfodinamica costiera.

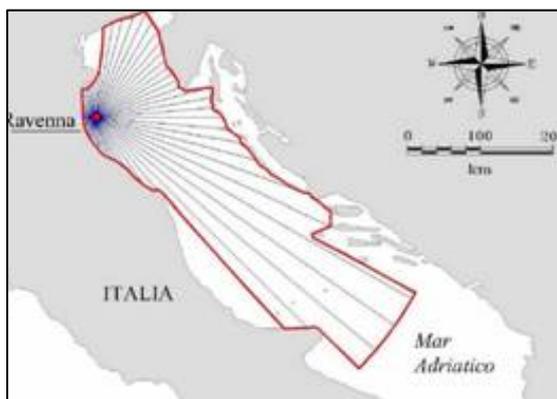
Una prima analisi delle potenziali condizioni di esposizione al moto ondoso viene condotta sulla base della “traversia geografica” che rappresenta la massima estensione della superficie marina da cui possono arrivare gli stati di mare.

Ponendosi al largo di Ravenna, a circa 20 km dalla costa, su fondali di circa -25 m s.l.m., il settore di traversia geografico è delimitato a nord dal promontorio di Punta della Maestra, a sud-est dal promontorio del Conero e risulta limitato ad est dalla costa croata ed a nord-nord-est dalla costa che si estende dal Veneto alla Slovenia. Il paraggio è quindi esposto al mare aperto per il settore complessivo compreso tra 120° e 140°N, tralasciando le coste albanesi per distanze superiori a 500 km.

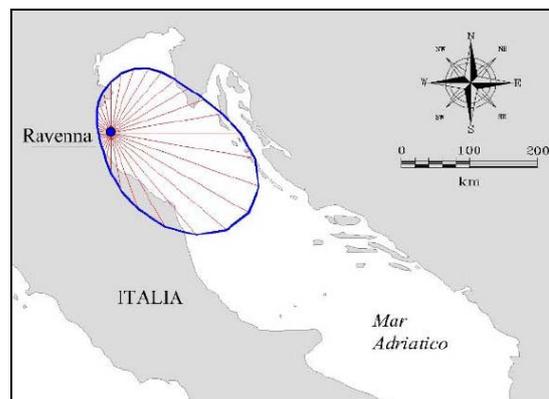
Al processo di generazione del moto ondoso oltre alla superficie marina (fetch geografico) individuata dalla direzione media  $\phi_w$  lungo la quale spira il vento, contribuiscono anche le porzioni di mare limitrofe (riferite alle direzioni comprese in un settore di  $\pm\theta$  rispetto alla direzione media di azione del vento). Per tenere in conto questo effetto e per tenere in conto la effettiva lunghezza delle suddette porzioni di mare limitrofe, si fa riferimento al *fetch efficace*, che rappresenta la “traversia” o lunghezza “virtuale” della porzione di mare rispetto al punto di analisi sulla quale l'azione del vento, responsabile della generazione del moto ondoso, è in grado di trasferire “efficacemente” il suo contributo per la formazione degli stati di mare che pervengono al suddetto punto. Va infatti tenuto in conto che il valore del *fetch efficace* risultante per una determinata direzione è funzione anche dei valori dei *fetch* geografici associati alle di-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

rezioni contigue a quella considerata tenendo conto di un'opportuna "legge di trasferimento". Di conseguenza la lunghezza dei *fetch efficaci* risulta essere diversa da quella dei *fetch geografici*. Il fetch efficace massimo ottenuto risulta pari a circa 234 km ed è riferito alla direzione 120° Nord (settore di levante-scirocco).



**Figura 1-6: Fetch geografici al largo di Ravenna**

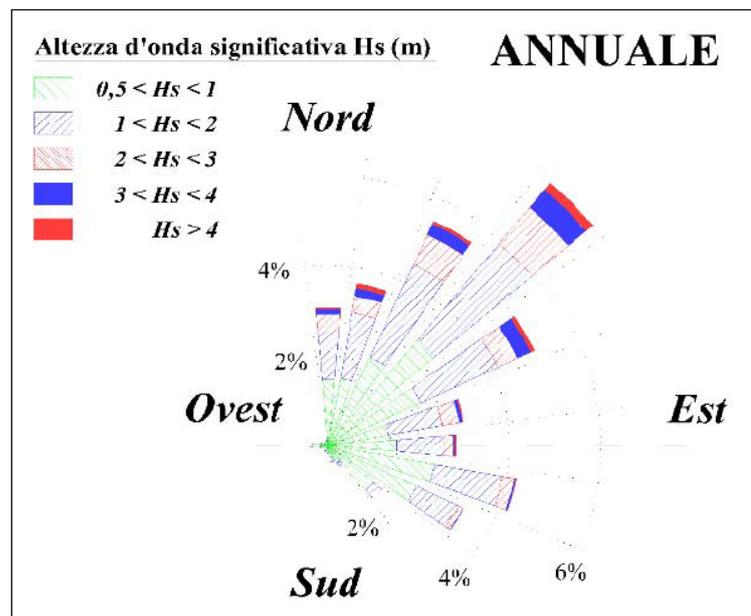


**Figura 1-7: Fetch efficaci al largo di Ravenna**

**1.2.4.1. Definizione del clima di moto ondoso**

Per la caratterizzazione del clima di moto ondoso si è fatto riferimento ai dati ondometrici registrati alla piattaforma oceanografica del CNR e attraverso il metodo della trasposizione geografica, è stato ricostruito il clima di moto ondoso al largo di Ravenna. Il metodo di trasposizione consiste nel determinare la corrispondenza tra le direzioni, le altezze ed i periodi del moto ondoso relative al punto di misura e quelle nel punto di interesse. L'applicazione del metodo impone la preliminare caratterizzazione dei fetch geografici ed efficaci per i due siti (punto al largo di Ravenna e la piattaforma CNR al largo di Venezia) nonché il calcolo delle leggi di corrispondenza tra le direzioni del vento e del moto ondoso generato. I risultati ottenuti dalle elaborazioni hanno consentito di definire indirettamente il clima d'onda che contraddistingue il paraggio costiero cui appartiene il porto di Ravenna. Nella Figura 1-8 viene riportata la rosa annuale rappresentativa del clima d'onda ricostruito al largo di Ravenna.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>



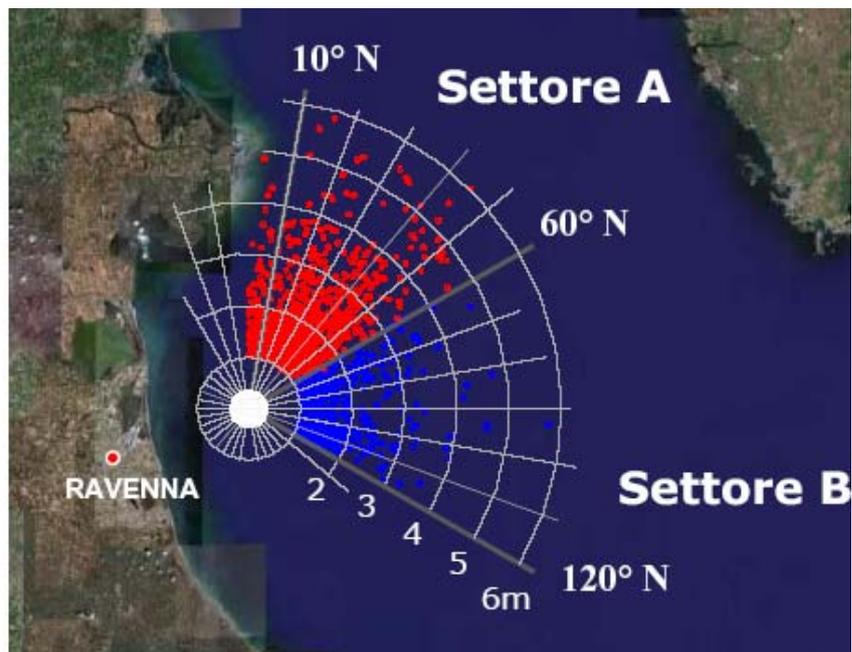
**Figura 1-8: Rosa della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso annuali al largo di Ravenna (trasposti da torre CNR)**

Si evidenzia che:

- gli eventi con altezza d'onda significativa superiore ai 0,5 m sono circa il 42% (per una durata media annua di circa 5 mesi) e provengono per circa l' 90% dal settore di grecale-levante compreso tra 0° e 120° N;
- anche per eventi con  $H_s > 3,5$  m, gli stati di mare sono concentrati su un settore principale compreso tra 0° e 100° N con frequenza complessiva dell'1% (circa 4gg/anno);
- gli eventi con  $H_s > 5,0$  (eventi estremi) provengono tutti dal settore di grecale-levante (compreso tra 10° e 90° N) con una frequenza pari a circa lo 0,05% (corrispondente ad una durata di circa 4 ore ogni anno);
- le altezze d'onda massime registrate all'interno del settore di traversia principale risultano superiori a 6,0 m e provengono esclusivamente da grecale.

Nel diagramma polare riportato nella Figura 1-9 sono riportati i valori di picco delle mareggiate, trasposte al largo di Ravenna, sulla base dei dati di moto ondoso registrati alla piattaforma oceanografica del CNR, nell'intero settore di traversia che caratterizza il paraggio in esame. In particolare, per ciascuna mareggiata individuata sono stati riportati i valori d'altezza d'onda significativa, superiori ad 1.0 m, registrati al colmo dell'evento.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-9: Diagramma polare delle mareggiate con altezza d'onda significativa al colmo superiore ad 1,0 m nel punto di trasposizione posto al largo di Ravenna**

L'analisi del diagramma permette di trarre le seguenti conclusioni:

- le mareggiate più intense provengono dal settore compreso tra 10° e 60°N (settore A-traversia principale) e sono caratterizzate da altezze d'onda significative che possono talvolta raggiungere valori superiori a 6 m;
- le mareggiate provenienti dal settore compreso tra 60° e 120° N (settore B-traversia secondaria) solitamente sono caratterizzate da altezze d'onda non superiori a 5.0 m.

Individuati i settori principale e secondario di provenienza del moto ondoso, si è quindi proceduto a determinare per essi i valori di soglia dell'altezza d'onda significativa da utilizzare per "isolare" ciascun evento e quindi i corrispondenti valori di picco.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

Analisi degli eventi estremi al largo di Ravenna							
Settore di traversia: 10° - 60° Nord							
Numero anni: 13.56			Media (m): 4.796				
Numero delle mareggiate: 264			Deviazione Standard (m): 0.449				
Soglia di riferimento (POT) m >4.00			Numero di eventi sopra POT 39				
Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)		
6.01	24.29	4.81	0.82	4.39	0.42		
5.57	8.72	4.78	0.77	4.36	0.41		
5.52	5.31	4.78	0.73	4.23	0.39		
5.47	3.82	4.77	0.70	4.20	0.38		
5.39	2.98	4.75	0.66	4.11	0.37		
5.34	2.45	4.73	0.63	4.10	0.36		
5.33	2.07	4.67	0.60	4.07	0.35		
5.24	1.80	4.66	0.58				
5.14	1.59	4.60	0.55				
5.12	1.42	4.59	0.53				
5.04	1.29	4.57	0.51				
4.88	1.18	4.57	0.49				
4.87	1.08	4.57	0.48				
4.86	1.00	4.46	0.46				
4.85	0.93	4.46	0.45				
4.81	0.87	4.39	0.43				
Tr		GUMBEL		WEI(.75)			
Anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)			
5	5.6	0.5	5.5	0.3			
10	5.9	0.6	5.8	0.5			
25	6.3	0.9	6.1	0.7			
50	6.6	1.0	6.4	0.9			
100	6.9	1.2	6.7	1.1			
A	0.443		0.213				
B	3.53		3.894				
r	0.961		0.94				
Tr		WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	
5	5.6	0.4	5.6	0.5	5.7	0.4	
10	5.9	0.6	6.0	0.6	6.0	0.5	
25	6.3	0.8	6.4	0.8	6.4	0.7	
50	6.6	1.0	6.7	1.0	6.7	0.9	
100	6.9	1.2	7.0	1.2	7.0	1.0	
A	0.448		0.911		1.707		
B	3.498		2.868		1.927		
r	0.957		0.969		0.976		

**Tabella 1-1:Ravenna (Settore 10°-60°Nord) - valori dell'altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno per diverse leggi di regressione**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

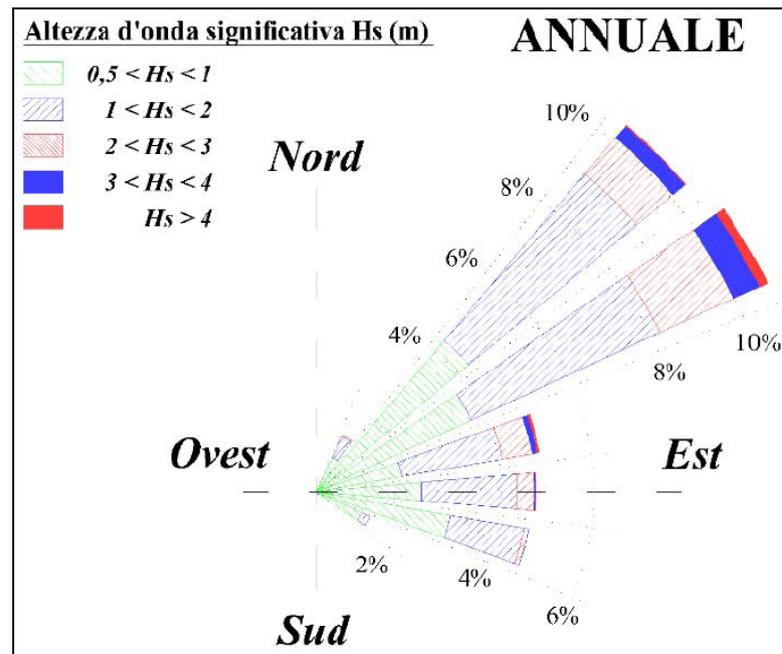
<b>Analisi degli eventi estremi al largo di Ravenna</b> <b>Settore di traversia: 60° - 120° Nord</b>						
Numero anni: 13.56			Media (m): 3.678			
Numero delle mareggiate: 86			Deviazione Standard (m): 0.631			
Soglia di riferimento (POT) m >3.00			Numero di eventi sopra POT 32			
Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)	Hs (m)	Tempo di ritorno (anni)			
5.75	24.31	3.42	0.82			
4.69	8.72	3.41	0.78			
4.68	5.32	3.36	0.73			
4.58	3.82	3.31	0.70			
4.57	2.98	3.29	0.66			
4.20	2.45	3.24	0.63			
4.12	2.07	3.24	0.60			
4.03	1.80	3.24	0.58			
3.94	1.59	3.22	0.55			
3.88	1.42	3.21	0.53			
3.85	1.29	3.21	0.51			
3.81	1.18	3.15	0.49			
3.59	1.08	3.10	0.48			
3.50	1.00	3.09	0.46			
3.49	0.93	3.04	0.45			
3.46	0.87	3.01	0.43			
Tr		GUMBEL		WEI(.75)		
Anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)		
5	4.7	0.7	4.5	0.5		
10	5.2	0.9	5.0	0.7		
25	5.7	1.2	5.5	1.0		
50	6.2	1.5	6.0	1.3		
100	6.6	1.8	6.4	1.6		
A	0.622		0.349			
B	2.517		2.765			
r	0.99		0.983			
Tr	WEI(1.0)		WEI(1.4)		WEI(2.0)	
anni	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)	Hs(m)	c.i.(m)
5	4.7	0.6	4.8	0.7	4.9	0.7
10	5.1	0.8	5.2	0.9	5.3	0.9
25	5.7	1.1	5.8	1.2	5.9	1.3
50	6.2	1.4	6.2	1.5	6.4	1.6
100	6.7	1.7	6.7	1.8	6.8	1.9
A	0.655		1.192		2.04	
B	2.383		1.78		0.885	
r	0.99		0.989		0.985	

**Tabella 1-2: Ravenna (Settore 60°-120° Nord) - valori dell'altezza d'onda significativa in funzione del tempo di ritorno per diverse leggi di regressione**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

#### 1.2.4.2. Regime del moto ondoso

Per definire le condizioni di moto ondoso nella zona antistante l'imboccatura del porto di Ravenna è stato eseguito uno studio di propagazione del moto ondoso da largo a riva. Nella Figura 1-10 viene riportata la rosa annuale del clima di moto ondoso in prossimità dell'imboccatura portuale di Ravenna (punto P).



**Figura 1-10: rosa annuale della distribuzione direzionale degli eventi di moto ondoso a riva – Punto (P)**

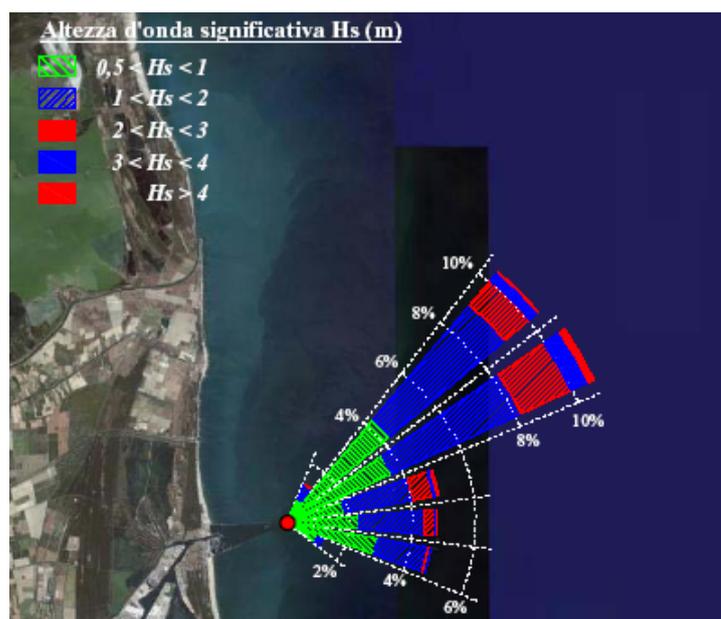
Dall'analisi dei risultati ottenuti è evidente che nella propagazione da largo a riva, in prossimità dell'attuale imboccatura del porto di Ravenna, su fondali di circa -10 m s.l.m., il clima di moto ondoso subisce una sostanziale variazione, presentando una rotazione ed una forte restrizione della traversia che risulta limitata al settore compreso tra  $30^\circ$ N e  $130^\circ$ N. In dettaglio si osserva che:

- gli eventi con altezza significativa superiore ai 0,5 m sono circa il 38% (corrispondente ad una durata media annua di circa 4 mesi e mezzo) e risultano tutti concentrati all'interno di un settore compreso tra  $30^\circ$  e  $130^\circ$  N;
- gli eventi con  $H_s > 3,5$  (eventi estremi) provengono tutti da un limitato settore compreso tra  $40^\circ$  N e  $90^\circ$  N con una frequenza di accadimento pari a circa lo 0,6% (corrispondente ad una durata di circa 2 giorni l'anno);

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

- le altezze d'onda massime raggiungibili, provenienti dal settore di grecale-levante, possono talvolta superare i 5,5 m;
- l'analisi della distribuzione stagionale degli eventi conferma una netta prevalenza degli stati di mare estremi in inverno ed in autunno mantenendosi comunque il settore di grecale-levante come unico settore all'interno del quale provengono gli stati di mare prevalenti (più intensi e più frequenti);
- le onde provenienti dal settore di grecale-levante (50°N-90°N) non subiscono sostanziali rotazioni nella loro propagazione verso costa con un'attenuazione media pari a circa il 5%.

In conclusione, il moto ondoso a largo proveniente dai settori di bora e scirocco propagandosi verso costa subisce una considerevole rotazione a levante ed una sostanziale attenuazione dell'altezza d'onda significativa. Nella Figura 1-11 viene riportato, come sintesi dei risultati, l'inquadramento geografico con il clima d'onda annuale nel punto scelto in prossimità dell'imboccatura del Porto.



**Figura 1-11: inquadramento geografico e clima d'onda annuale sotto costa**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

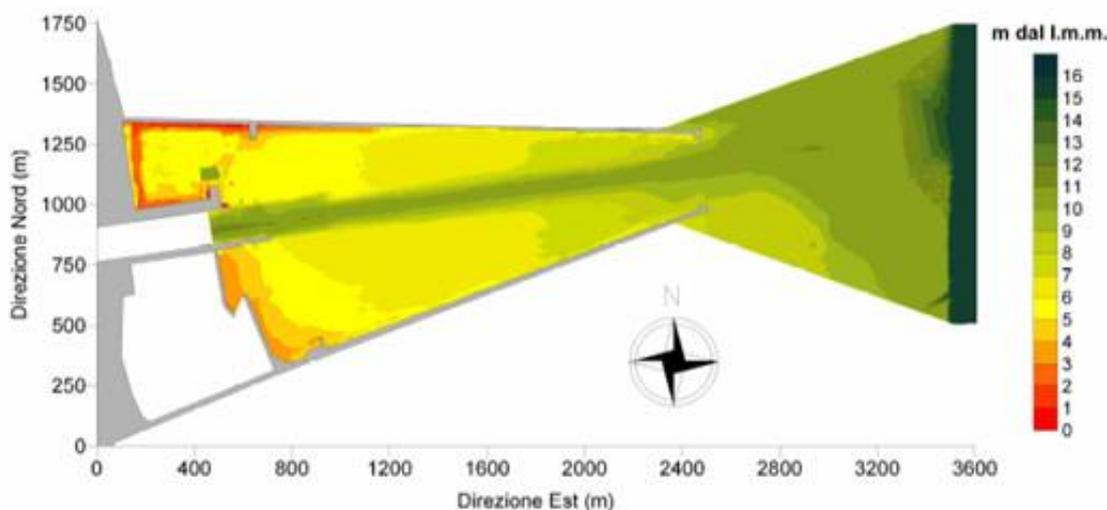
### 1.2.4.3. Il moto ondoso all'interno del Porto di Ravenna

Nell'ambito delle attività a corredo della redazione del PRP 2007 del Porto è stato svolto uno studio che ha portato alla definizione del moto ondoso all'interno del porto di Ravenna (*'Studio della penetrazione del moto ondoso e dell'agitazione interna'*, Modimar, 2006) mediante l'utilizzo di un modello agli elementi finiti.

Lo studio ha avuto i seguenti obiettivi:

- analizzare e confrontare la penetrazione e l'agitazione del moto ondoso osservabile per la configurazione attuale e per quattro diverse variazioni della configurazione ipotizzata dal vigente Piano Regolatore Portuale;
- verificare l'influenza della multidirezionalità sulla penetrazione del moto ondoso all'interno del porto nelle diverse configurazioni considerate.

L'analisi dell'agitazione ondosa è stata condotta considerando le configurazioni delle opere esterne e della batimetria del porto (Figura 1-12).



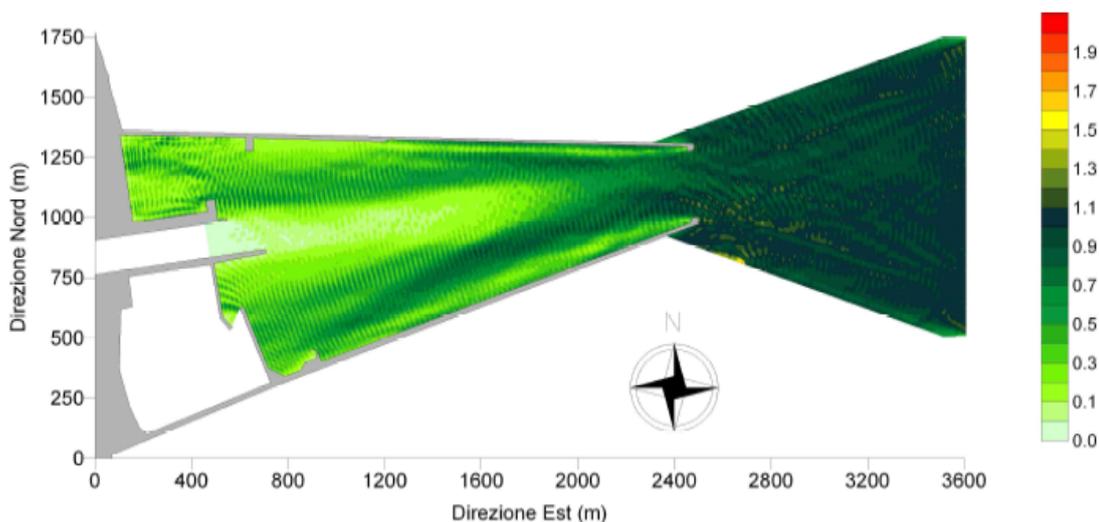
**Figura 1-12: Batimetria attuale utilizzata per le simulazioni effettuate sulla configurazione attuale**

La valutazione dell'influenza esercitata sull'agitazione e sulla penetrazione dalla multidirezionalità del moto ondoso è stata ottenuta simulando campi d'onda, di periodo  $T=6,0$  s che rappresenta la condizione di moto ondoso più frequente, dispersi in direzione in assenza di frangimento.

La Figura 1-13 mostra l'elevato livello di agitazione interna cui risulta soggetta la configurazione 'attuale' del porto di Ravenna. La presenza del canale dragato determina una consistente rifrazione del moto ondoso. I tiranti idrici delle aree di interesse (in

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

particolare dell'area di ormeggio localizzata a Nord del canale, a ridosso di Porto Corsini) e la rilevante rifrazione indotta dal canale determinano una consistente agitazione interna proprio in tali aree.



**Figura 1-13: Configurazione attuale. Campo del coefficiente di variazione per la dispersione direzionale sulla dominante 90±N. Moto ondoso frequente (T=6.0 s)**

#### 1.2.4.4. *Le correnti marine*

Per la definizione delle correnti, particolarmente importante è l'effetto del vento, soprattutto nella parte più superficiale del mare. Questo effetto può sommarsi (od opporsi) al campo di moto generato dalle differenze di densità (legate quindi ai gradienti spaziali di temperatura e salinità).

Due tra i più importanti venti in Adriatico sono la Bora e lo Scirocco. Il primo è un vento proveniente da Nord-Est tipico dei periodi freddi invernali, ma presente anche in altre stagioni che, se da una parte non dura più di uno, due giorni al massimo, è capace di raggiungere velocità notevoli. L'effetto principale di questo vento è quello di aumentare l'evaporazione e di raffreddare anche drasticamente la superficie del mare. Questo effetto, che ha come conseguenza la creazione di acque dense che affondano per convezione e alimentano la circolazione termoalina profonda, è quantificabile anche tramite i flussi di calore. Il suo effetto è comunque limitato alla parte orientale, infatti essendo un vento per lo più di origine catabatica, in mare aperto tende a perdere intensità.

Lo Scirocco al contrario è un vento proveniente da Sud-Est, che in seguito all'orografia al contorno del Mare Adriatico, viene incanalato lungo la direzione longitudinale del mare stesso. In questo caso il vento è invece caldo e umido, e rispetto alla Bora è caratterizzato da periodi di durata molto più lunghi. L'influenza diretta del vento in que-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

sto caso può arrivare anche ad invertire la preesistente circolazione superficiale, o causare rilevanti mareggiate.

I flussi di calore e di acqua dolce hanno effetti sulla circolazione generale non indifferenti, anche se in nessun caso generatori di eventi estremi. Pur tuttavia, la circolazione termalina del Mare Adriatico, presenta variabilità alla mesoscala settimanali e più in generale ampie variazioni stagionali ed interannuali. L'effetto principale dei flussi di calore è quello di stabilizzare la colonna d'acqua in primavera-estate, dando luogo al termocline e quindi ad una situazione di stabilità statica verticale della colonna d'acqua.

Nel periodo autunnale-invernale, invece, l'effetto si rovescia, in quanto il raffreddamento delle masse d'acqua, specie se associato ad evaporazione, causa come detto l'affondamento delle acque superficiali. Lo scambio d'acqua diretto tra mare ed atmosfera è invece sintetizzato dai flussi di acqua dolce, risultato delle differenze tra evaporazione e precipitazione. In questo caso la variabilità stagionale è legata ai periodi di precipitazione massima (primavera-autunno) e minima (estate), mentre l'evaporazione risulta massima in autunno-inverno.

Nel Progetto GIZC la ricostruzione del regime delle correnti presso la costa emiliano-romagnola ha evidenziato come la circolazione rispecchi la circolazione prevalente dell'Adriatico occidentale: la direzione della corrente è diretta prevalentemente verso Sud-SudEst. Tale circolazione è tuttavia soggetta ad una variabilità stagionale. Le componenti più significative della circolazione complessiva, sono costituite, nell'ordine, alle correnti a lungo periodo, dai moti inerziali e dalle oscillazioni di marea. Le correnti di area sono essenzialmente di tipo barotropico e costituiscono il 10-15 % della corrente complessiva; esse risultano più accentuate al largo che sotto costa, dove raggiungono i 10 cm/sec.

Le correnti inerziali vengono eccitate da impulsi di vento o dal passaggio di rapide perturbazioni atmosferiche e l'innescio di notevoli correnti inerziali è particolarmente favorito nel periodo estivo allorché le masse d'acqua presentano una tipica struttura di doppio strato. In prossimità della costa, infine, le correnti inerziali, risultano molto meno pronunciate che al largo durante tutto l'arco dell'anno.

La corrente a lungo periodo è diretta principalmente verso Est-SudEst. Tale circolazione, la cui origine deve essere fatta risalire principalmente a fattori meteorologici e termalini, è tuttavia caratterizzata da una notevole variabilità sia stagionale sia spaziale. Al largo la corrente discendente, pur essendo presente quasi ininterrottamente nel corso delle stagioni, risulta essere più intensa nei mesi invernali, mentre raggiunge i valori minimi durante il tardo periodo estivo (agosto-settembre). Nella fascia sotto costa, la corrente S-SE è attiva soprattutto in inverno, periodo nel quale costituisce circa l'80% della corrente complessiva. Inoltre in tale stagione il flusso sotto costa è molto più intenso di quello al largo. Negli altri periodi, soprattutto in primavera ed in estate, la corrente discendente si alterna, in determinate circostanze, con una corrente che risale verso Nord. L'origine di tale controcorrente è probabilmente legata a particolari configurazioni del campo termalino.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Per quanto riguarda il livello medio del mare in prossimità delle aree costiere, definito come l'altezza del mare rispetto ad un riferimento locale situato sulla terraferma, mediato su un periodo di tempo abbastanza lungo (mesi/anni) in modo che le fluttuazioni causate dalle onde e dalle maree vengano rimosse, si può fare riferimento ai dati del mareografo di Ravenna, installato all'imboccatura della darsena dei pescherecci, che misura livelli di mare dal 1897 ed ancora in funzione (con un'interruzione durante gli anni 1944 e 1945). Il livello medio annuo registrato ha presentato nel passato valori crescenti a causa prevalentemente della subsidenza in atto.

La Tabella 1-3 riporta i valori del livello medio del mare registrata dal mareografo di Ravenna. Si nota un primo periodo fino agli anni 50 caratterizzato da un modesto innalzamento del livello (3-4 m/anno), seguito da un ventennio circa in cui il fenomeno è stato assai più intenso (17 mm/anno), mentre nell'ultimo periodo si manifesta un'evidente riduzione del tasso di innalzamento del livello (6-8 mm/anno), nonostante il trend dell'ultimo periodo considerato il fenomeno dell'innalzamento del livello medio del mare sulla costa romagnola rappresenta un fenomeno non trascurabile.

Livello medio del mare a Ravenna sullo zero del mareografo											
anno	1937	1942	1947	1952	1957	1962	1967	1972	1977	1982	1987
cm	90	93	93	97	103	112	121	129	137	142	147

**Tabella 1-3: Livello medio del mare a Ravenna, sullo zero del mareografo tratto dal Piano Coste 1996 (Fonte: GIZC Regione Emilia-Romagna, 2003)**

#### **1.2.4.5. Dinamica costiera**

Nell'ambito degli studi specialistici a corredo del PRP 2007 del porto di Ravenna è stata svolta un'indagine volta a simulare il regime di circolazione costiera che si instaura nella zona prossima all'imboccatura del porto di Ravenna, laddove sono posizionate le opere portuali oggetto di studio (*“Studio sulla dinamica costiera e sull'interrimento del canale di accesso”*, Modimar, 2006). Per una lettura approfondita si rimanda allo studio specifico.

Viene analizzata la configurazione attuale, indagando le tendenze evolutive delle profondità locali al fine di valutare gli eventuali fenomeni deposizionali in corrispondenza dell'imboccatura portuale. In allegato sono riportati i risultati grafici delle simulazioni.

Sono state prese in considerazione quelle condizioni meteomarine in grado di indurre campi cinetici non trascurabili nel dominio di interesse (in special modo nei pressi dell'imboccatura portuale), ma comunque caratterizzate da una frequenza di occorrenza non troppo limitata. I casi di eventi estremamente rari, infatti, sono poco efficaci in termini di interrimento del canale di accesso poichè, seppur caratterizzati da un forte potere di trasporto, hanno una durata così breve da incidere in maniera trascurabile sul comportamento medio annuo.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

La movimentazione del sedimento dovuta all'azione del moto ondoso frangente dipende direttamente dalla granulometria del materiale che compone il fondale. In base alle informazioni desunte da studi pregressi, si osserva che i diametri  $D_{50}$  presenti nel dominio di calcolo variano tra i 0,1 mm e 0,3 mm con un massimo di 1 mm, in funzione della profondità e del punto di prelievo.

Per tutte le simulazioni numeriche effettuate si osserva il fenomeno del sovrizzo (wave setup) in corrispondenza della linea di riva, è preceduto, lato mare, dal fenomeno del setdown. Le condizioni di moto ondoso simulate sono tutte caratterizzate da una direzione di propagazione diversa dalla perpendicolare rispetto a quella media della linea di riva, per cui la presenza delle opere portuali determina un gradiente di livello tra le zone poste a Nord e a Sud delle opere stesse.

In riferimento alla tendenza evolutiva in termini batimetrici le variazioni orarie, integrate nella zona occupata dal canale di accesso, permettono di ottenere una stima delle variazioni volumetriche orarie riportate nella Tabella 1-4 si può osservare che, all'aumentare del diametro caratteristico del sedimento in sospensione, aumenta l'entità della deposizione. Tale evidenza trova riscontro con la fenomenologia simulata, poichè il sedimento si deposita sul fondo tanto più facilmente quanto più elevata risulta la sua velocità di deposizione.

Per quanto concerne le condizioni di moto ondoso, si osserva che la condizione W1 ( $H=4,0$  m,  $T_p=9,34$  s,  $\varphi=45^\circ$  N) risulta essere la più efficiente in termini di deposizione di sedimenti.

Tale condizione di moto ondoso è caratterizzata da un elevato valore dell'altezza d'onda e incide sulla linea di riva con l'angolo maggiore tra quelli simulati. Dunque la sua maggiore efficienza è da imputare alla maggiore capacità di instaurare una circolazione costiera che aggira le opere portuali in maniera più marcata rispetto alle altre condizioni di moto ondoso.

Tra le altre condizioni di moto ondoso si evidenzia che anche le simulazioni W2 ( $H=3,0$  m,  $T_p=6,98$  s,  $\varphi=45^\circ$  N), W4 ( $H=5,0$  m,  $T_p=10,26$  s,  $\varphi=65^\circ$  N), W5 ( $H=4,0$  m,  $T_p=9,34$  s,  $\varphi=65^\circ$  N), W6 ( $H=3,0$  m,  $T_p=8,28$  s,  $\varphi=65^\circ$  N) sono caratterizzate da valori di deposizione più elevate rispetto alle altre forzanti di moto ondoso, poichè tutte caratterizzate da altezza d'onda elevate e angoli di provenienza da Nord–Est lontani dalla perpendicolare alla giacitura media della linea di riva.

E' tuttavia importante rilevare che tali condizioni di moto ondoso presentano una frequenza annuale di occorrenza pari, in totale, a circa 220 ore annue che rappresenta soltanto il 25% della durata delle mareggiate simulate (pari a circa 910 ore annue). Dunque non è sufficiente esaminare i valori delle deposizioni orarie, ma è necessario porre attenzione anche al valore annuo relativo alle varie condizioni di moto ondoso che, pertanto, contengono le informazioni climatiche del paraggio.

Con riferimento alla Tabella 1-5 si osserva che le condizioni W2 e W5 sono quelle che contribuiscono maggiormente al fenomeno depositivo, poichè caratterizzate da altezze d'onda abbastanza elevate per indurre un campo di circolazione intenso ed

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Season</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

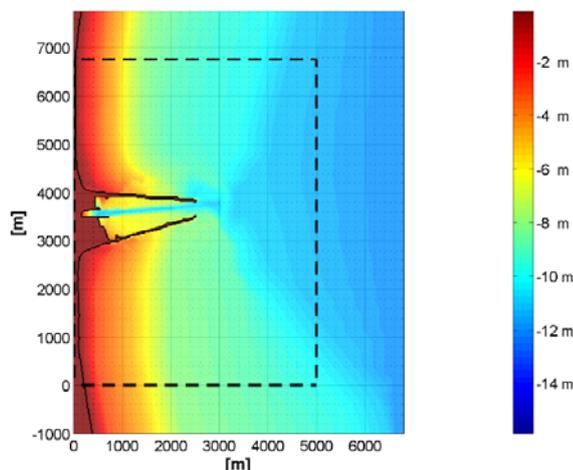
una messa in sospensione del sedimento cospicua, ma non troppo elevata in modo da avere una frequenza di occorrenza non trascurabile.

	Moto	$\Delta V_{D1}$	$\Delta V_{D5}$	$\Delta V_{D10}$
	Ondoso	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$
AT-AT	W1	18.624	93.438	222.116
	W2	5.480	1.836	32.871
	W3	0.567	0.175	2.289
	W4	15.442	29.099	222.028
	W5	10.927	8.294	90.794
	W6	1.680	0.736	9.944
	W7	0.307	0.122	1.318
	W8	0.619	4.803	8.165
	W9	0.097	0.169	0.479
	W10	0.016	0.012	0.064
	W11	0.266	0.216	0.754
	W12	0.027	0.002	0.000

**Tabella 1-4: Simulazioni configurazione attuale: variazioni volumetriche (V) orarie nell'area occupata dal canale di ingresso**

	Moto	$\Delta V_{D1}$	$\Delta V_{D5}$	$\Delta V_{D10}$
	Ondoso	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$	$[m^3/h]$
AT-AT	W1	162.026	812.912	1932.406
	W2	374.318	125.399	2245.091
	W3	154.414	47.759	623.301
	W4	67.945	128.034	976.924
	W5	344.192	261.265	2860.016
	W6	183.766	80.485	1087.849
	W7	71.502	28.306	307.003
	W8	2.726	21.134	35.927
	W9	2.047	3.547	10.052
	W10	1.609	1.211	6.295
	W11	1.381	1.122	3.919
	W12	1.358	0.093	0.007

**Tabella 1-5: Simulazioni configurazione attuale: variazioni volumetriche (V) annue nell'area occupata dal canale di ingresso**



**Figura 1-14: Simulazioni configurazione attuale. Batimetria considerata per la simulazione numerica della configurazione portuale attuale**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

## 1.2.5. Aspetti qualitativi delle acque superficiali

### 1.2.5.1. Acque superficiali interne

In base alla Deliberazione della Giunta Regionale 18 gennaio 2000, n. 27 “*Gestione della rete regionale di monitoraggio delle acque superficiali. Prima ottimizzazione*”, la Regione Emilia-Romagna ha definito la nuova rete di monitoraggio e i relativi obiettivi individuando il numero di stazioni suddivise per bacino, per Provincia, per codice, per tipologia, per corpo idrico e per localizzazione.

La Delibera individua due tipologie di stazioni: Stazioni di Tipo A: le stazioni individuate su corpi idrici significativi o su loro affluenti ritenuti rilevanti; Stazioni di Tipo B: le stazioni che, pur non essendo situate su corpi idrici significativi, sono ritenute utili per completare il quadro delle conoscenze in relazione agli obiettivi.

Nel corso del 2002, sulla base delle criticità emerse durante l’attività di censimento per rispondere agli obiettivi fissati dal D. Lgs. 152/99 con particolare riferimento alla classificazione dei corpi idrici significativi, è stata effettuata una ulteriore revisione della rete di monitoraggio delle acque superficiali.

Il numero delle stazioni della rete è stato modificato e vi è stata una suddivisione delle stazioni di tipo A, indicando con la sigla AS le stazioni localizzate sui corpi idrici significativi, mentre con AI si identificano quelle ritenute di interesse, in quanto ubicate su corpi idrici di rilevante interesse ambientale o su corpi idrici che per il carico inquinante convogliato possono avere un’influenza negativa rilevante sul corpo idrico significativo ricettore. Di seguito si riportano alcune considerazioni riguardanti le stazioni di monitoraggio più vicine all’area di interesse.

Sul Lamone, nel tratto di pianura, sono presenti due stazioni di monitoraggio, la stazione di Ronco e la stazione Ponte 100 Metri. La prima stazione è posta a valle dell’immissione del T. Marzeno e del depuratore di Faenza, che tratta reflui domestici e industriali. Sono presenti numerosi prelievi a scopo irriguo. La seconda stazione è sita a Ponte Cento Metri e rappresenta la stazione di chiusura bacino: nel complesso nella porzione ravennate del bacino sono presenti 22 recapiti fognari e 43 scolmatori di piena.

Sul Montone in prossimità dell’area di indagine non ci sono stazioni di monitoraggio, l’unica stazione presente è posta a valle della confluenza con il F. Ronco all’altezza di Ponte Nuovo, in prossimità di Ravenna.

I dati delle campagne di monitoraggio effettuate negli anni 1999/2005 presso le stazioni della rete provinciale sono stati elaborati secondo la metodologia stabilita dal D.Lgs. 152/99 e dalla Del. G.R. 27/2000 al fine di ottenere gli indici di caratterizzazione dei livelli di inquinamento presenti.

Il prospetto riassuntivo degli indici LIM, IBE e SECA è riportato nelle tabelle successive. Tali elaborazioni hanno portato ad una prima classificazione dello Stato Ecologico dei corsi d’acqua monitorati (Fonte: Arpa Ravenna).

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>							
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua							
		<b>Data:</b> Febbraio 2010	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>		

Un peggioramento significativo di LIM è evidente sul Lamone a Ponte Ronco (da 170 a 100 per il 2004, con l'IBE che scende a 3, in V classe, con particolare riguardo soprattutto ai valori estivi: il fenomeno è da associare principalmente alla quasi totale assenza di deflusso idrico in estate, quando la portata in alveo si riduce di fatto a quella in uscita dal depuratore di Faenza. Nel 2005 migliora il LIM ma l'indice IBE rimane in classe 3. Meglio invece gli indici rilevati più a valle a Ponte 100 Metri con indice IBE che per gli ultimi anni risulta a 5.

I fiumi Uniti sono caratterizzati da valori di LIM inferiori a 150 mentre l'indice IBE è sceso da 4 a 5.

CORPO IDRICO	STAZIONE	Tipo	LIM 1999	LIM 2000	LIM 2001	LIM 2002	LIM 2003	LIM 2004	LIM 2005
F. Lamone	Ronco	B	190	125	150	180	170	100	170
F. Lamone	P.te 100 Metri	As	145	260	240	240	180	320	200
Fiumi. Uniti	Ponte Nuovo	As	135	95	120	125	150	150	130

**Tabella 1-6: Livello Inquinamento Macrodescrittori – LIM (Fonte: ARPA Ravenna)**

CORPO IDRICO	STAZIONE	Tipo	IBE 1999	IBE 2000	IBE 2001	IBE 2002	IBE 2003	IBE 2004	IBE 2005
F. Lamone	Ronco	B	4	2	4	5	4-5	3	3
F. Lamone	P.te 100 Metri	As		4	5	5	5	5	5
Fiumi. Uniti	Ponte Nuovo	As		4	4	4	4	5	5

*Nota: x salato o salmastro*

**Tabella 1-7: Indice Biotico Esteso - IBE (Fonte: ARPA Ravenna)**

CORPO IDRICO	STAZIONE	Tipo	SECA 1999	SECA 2000	SECA 2001	SECA 2002	SECA 2003	SECA 2004	SECA 2005
F. Lamone	Ronco	B	Classe 4	Classe 5	Classe 4	Classe 4	Classe 4	Classe 5	Classe 5
F. Lamone	P.te 100 Metri	As	Classe 4						
Fiumi. Uniti	Ponte Nuovo	As	Classe 5	Classe 4					

**Tabella 1-8: Stato Ecologico – SECA (Fonte: ARPA Ravenna)**

Per definizione lo Stato Ecologico di un corso d'acqua, è l'espressione sintetica che consente di formulare un giudizio complessivo sulla qualità delle acque tenendo conto sia degli aspetti chimici che biologici.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Dai dati rilevati si evidenzia che il F. Lamone presenta a Ronco una classe 5 e a Ponte 100 Metri una classe 4. Anche i Fiumi Uniti ricadono in classe 4.

Complessivamente si conferma un problema relativo alle portate estive che, in via primaria o secondaria, sono lontane dai minimi deflussi vitali e comunque lontane da flussi sufficienti per una ragionevole qualità dell'ambiente fluviale.

La capacità di recupero di tali ambienti è notevole solo in apparenza: la successione annuale di simili episodi progressivamente deprime la variabilità biologica dei fiumi, quindi anche le loro capacità autodepurative, con sensibili danni ai fiumi stessi ed all'ambiente marino costiero.

In sede di definizione dei contenuti del Piano di Tutela delle Acque la Regione Emilia-Romagna, in accordo con le Autorità di Bacino e le Province, supportate da Arpa, ha concordato gli obiettivi del Piano per ciascun bacino idrografico, secondo quanto enunciato dall'art. 5 del decreto e dalla normativa vigente nazionale e regionale. Gli "obiettivi" sono stati fissati individuando le principali criticità connesse alla tutela della qualità e all'uso delle risorse, sulla base delle conoscenze acquisite riguardanti le caratteristiche dei bacini idrografici (elementi geografici, condizioni geologiche, idrologiche, bilanci idrici, precipitazioni), l'impatto esercitato dall'attività antropica (analisi dei carichi generati e sversati di origine puntuale e diffusa), le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e qualitative-quantitative delle acque sotterranee, nonché l'individuazione del modello idrogeologico e lo stato qualitativo delle acque marino costiere.

Per raggiungere gli obiettivi di legge in tutti i corsi d'acqua significativi ed in particolare nelle stazioni di tipo AS è necessario arrivare almeno ad uno stato ecologico in "Classe 3" per il 2008 e in "Classe 2" per il 2016.

Partendo dai risultati ottenuti per la classificazione relativa al biennio 2001-2002 dello stato ecologico (SECA) e dello stato ambientale (SACA), insieme alle Autorità di Bacino, alle Province e alle Sezione Provinciali Arpa, è stata condotta un'analisi accurata per bacino e per singolo corpo idrico significativo sulle principali criticità ambientali presenti (pressioni), definendo l'obiettivo da raggiungere al 2008 e 2016.

Per quei corpi idrici che, dalla classificazione, risultano avere già uno stato ambientale "buono", è stato posto quale obiettivo per il 2008 il mantenimento dello stato medesimo. Per i corsi d'acqua presenti in prossimità dell'area di interesse gli obiettivi da raggiungere sono:

- Il F. Lamone in chiusura di bacino è classificato con uno stato di qualità "scadente". L'obiettivo ambientale in chiusura di bacino è fissato il raggiungimento dello stato "sufficiente" al 2008 e "buono" al 2016.
- Per il F. Montone, corpo idrico significativo classificato con uno stato ambientale "sufficiente", è fissato il mantenimento dello stato "sufficiente" al 2008 e il raggiungimento dello stato "buono" al 2016.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

- Per il F. Ronco, corpo idrico significativo classificato con uno stato ambientale “scadente”, è fissato il raggiungimento dello stato “sufficiente” al 2008 e “buono” al 2016.
- Per i F. Uniti, corpo idrico significativo classificato con uno stato ambientale “scadente”, è fissato il raggiungimento dello stato “sufficiente” al 2008 e “buono” al 2016.

#### **1.2.5.2. Acque di transizione**

Fino al 2001 l’attività di monitoraggio delle acque di transizione si è svolta in maniera episodica, poiché per lo più era legata ad obblighi di legge in relazione alle attività di acquicoltura, in atto in alcune aree oppure a studi di interesse locale.

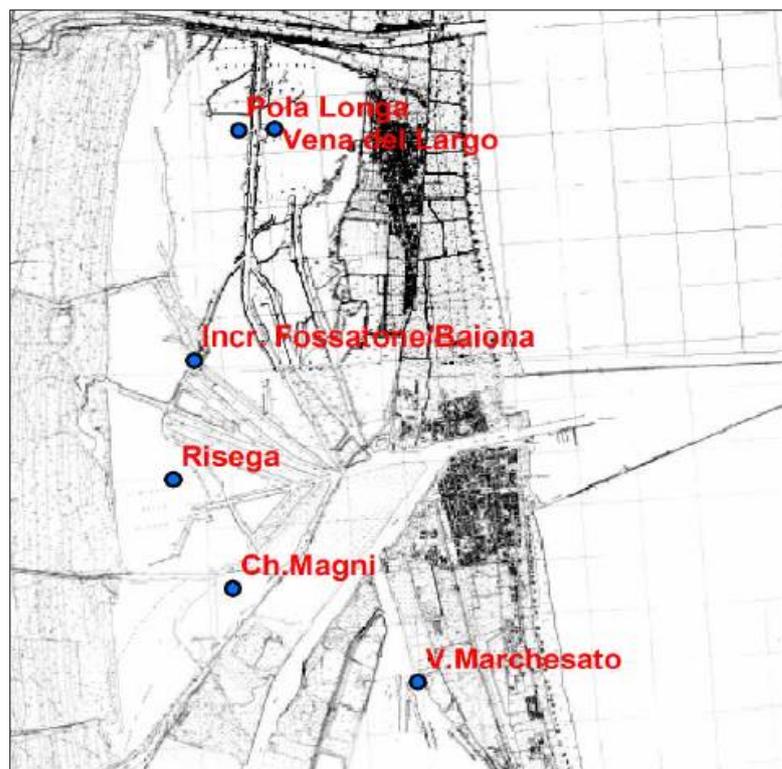
Nel 2002, nell’ambito del progetto SINA “Analisi e progettazione delle reti di monitoraggio ambientale a scala regionale e sub-regionale” sottoprogetto “Monitoraggio delle acque interne - Proposta di revisione delle reti di monitoraggio delle acque superficiali” è stata proposta dalla Regione Emilia-Romagna una rete di monitoraggio che rispetta le caratteristiche previste dal D. Lgs. 152/99 allora vigente. Il decreto, nell’Allegato 1, punto 1.1.4, definisce come “acque di transizione” le acque della zona di delta ed estuario e le acque di lagune, di laghi salmastri e di stagni costieri; tra queste identifica come *significative* le acque delle lagune, dei laghi salmastri e degli stagni costieri mentre comprende gli estuari ed i rami deltizi tra i corsi d’acqua superficiali. In Tabella 1-9 e

Figura 1-15 sono riportate le stazioni di monitoraggio delle acque di transizione in prossimità dell’area di indagine.

<b>Codice</b>	<b>Corpo idrico</b>	<b>Denominazione stazione</b>
99600100	P. Baiona	Risega
99600200	P. Baiona	Intersezione Fossatone-Baiona
99600300	P. Baiona	Chiaro Magni
99600400	P. Baiona	Pola Longa
99600500	P. Baiona	Vena del Largo
99700100	P. Piombone	Via del Marchesato

**Tabella 1-9: Elenco stazioni di monitoraggio delle acque di transizione (Fonte: PTA della Regione Emilia-Romagna)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-15: Rete di monitoraggio delle acque di transizione (Fonte: PPTA della Provincia di Ravenna)**

Nel corso del 2002 in tutte le stazioni sono stati effettuati i campionamenti mensili e quindicinali attinenti le acque ed un campionamento dei sedimenti, come previsto dal D. Lgs. 152/99. La misura dell'ossigeno di fondo è stata eseguita distintamente da quella di superficie solamente nelle stazioni con profondità superiore ad 1,5 metri, perché a profondità inferiori le due concentrazioni sono sostanzialmente coincidenti.

Sulla base di tale criterio, ed assumendo come vera l'ipotesi verosimile secondo la quale i prelievi quindicinali sono rappresentativi delle due settimane precedenti, in nessuno dei corpi idrici della Provincia di Ravenna si sono registrati nel corso del 2002 fenomeni di anossia (cioè con ossigeno di fondo inferiore a 1,0 mg/l).

Va comunque segnalato che in ciascun corpo idrico una diminuzione anche notevole del contenuto di ossigeno in corrispondenza dei mesi caldi (fine giugno-inizio agosto) è una condizione del tutto naturale per ambienti costieri di questo tipo. Inoltre, si deve sottolineare che i campionamenti vengono effettuati nelle ore centrali della giornata, quando i processi fotosintetici raggiungono il massimo di produzione di ossigeno disciolto, circostanza che tende a sottostimare leggermente l'eventualità di anossie.

Sulla base di queste considerazioni e rispetto alle indicazioni di legge, lo stato delle acque di transizione nella provincia di Ravenna può definirsi "buono".

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data:</b> Febbraio 2010	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Anche i dati batteriologici sono ragionevolmente accettabili, e tanto migliori quanto più ci si allontana, in Baiona, dall'immissione del canale Cupa.

Alle stazioni della Rete Provinciale si aggiungono anche le cosiddette "Idrovore", ossia sei punti di monitoraggio corrispondenti alle principali immissioni di acque dolci negli specchi acquei delle Pialasse, che ne influenzano sensibilmente la qualità: alcune corrispondono effettivamente ad impianti di sollevamento acque, altre rappresentano la chiusura del sottobacino idrico scolante a gravità. La Tabella 1-10 mostra l'andamento dal 2002 al 2004 del Livello dei macrodescrittori chimico-batteriologici (LIM), calcolato con le stesse modalità applicate alle altre acque superficiali: sono evidenti la qualità tra Sufficiente e Scadente della Via Cupa e Canala-Valtorto, afferenti alla Baiona, e quelle rispettivamente Scadente e Pessima delle idrovore S.Vitale e S.A.P.I.R., afferenti al Piombone.

	LIM 2002	LIM 2003	LIM 2004
Idrovora via Cerba – Ponte via Romea Nord	165	140	125
Canale Fossatone – Ponte s.s. Romea	140	260	170
Canale via Cupa – Altezza meteoriche 'Lonza'	80	140	170
Idrovora Canale – via Romea Nord	120	110	125
Idrovora S. Vitale	90	105	90
Idrovora S.A.P.I.R.	55	55	40

**Tabella 1-10: Livello Inquinamento Macrodescrittori nelle stazioni delle Idrovore – LIM (Fonte: ARPA Ravenna)**

Per la caratterizzazione delle acque del Canale Candiano si può fare riferimento alla stazione di monitoraggio della rete di Arpa di Ravenna ubicata in corrispondenza dello stabilimento Marcegaglia; si tratta di una stazione di tipo B, monitorata dal 2002. Vengono riportati in Tabella 1-11 i valori dell'indice LIM e in Tabella 1-12 i valori dell'indice SECA per gli anni 2002-2005.

L'indice LIM ha registrato un lieve miglioramento tra il 2002 e il 2004, mentre risulta leggermente peggiore nel 2005 rispetto all'anno precedente.

Lo Stato Ecologico indica acque di classe 3, quindi di qualità sufficiente.

CORPO IDRICO	STAZIONE	Tipo	LIM 2002	LIM 2003	LIM 2004	LIM 2005
C. Candiano	Marcegaglia	B	120	220	235	205

**Tabella 1-11: Livello Inquinamento Macrodescrittori – LIM (Fonte: ARPA Ravenna)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

CORPO IDRICO	STAZIONE	Tipo	SECA 2002	SECA 2003	SECA 2004	SECA 2005
C. Candiano	Marcegaglia	B	Classe 3	Classe 3	Classe 3	Classe 3

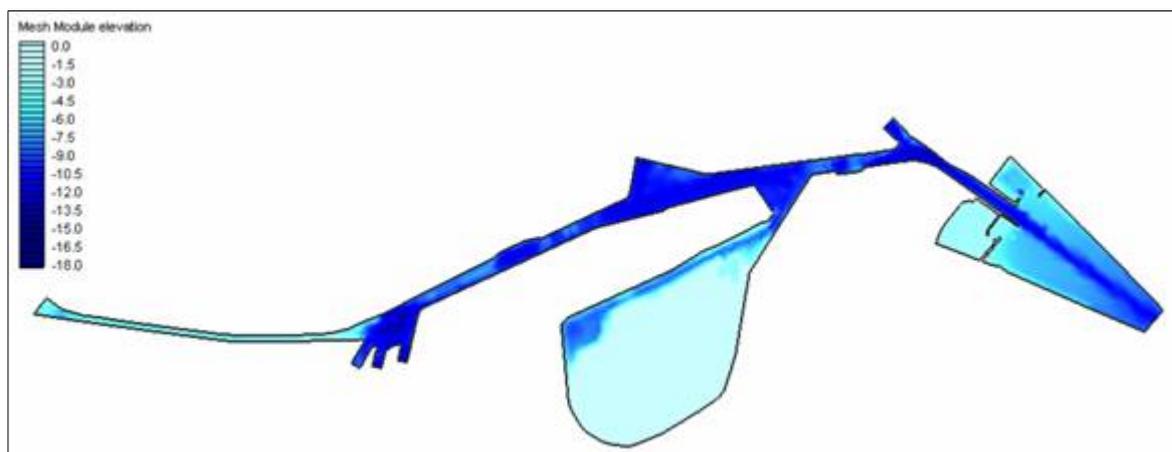
**Tabella 1-12: Stato Ecologico – SECA (Fonte: ARPA Ravenna)**

Nell’ambito delle attività a corredo della redazione del PRP 2007 del Porto è stato svolto uno studio finalizzato a verificare l’andamento all’interno dell’area portuale delle concentrazioni di parametri significativi dal punto di vista delle qualità delle acque (*‘Studio della qualità delle acque portuali’*, Modimar, 2007), utilizzando un opportuno modello matematico di simulazione denominato SMS (Surfacewater Modeling System).

Lo studio è di tipo comparativo, non ha quindi la finalità di quantificare lo stato assoluto della qualità delle acque, bensì definire l’andamento delle concentrazioni nel tempo, confrontando assetti diversi dell’area portuale.

Il campo idrodinamico è stato determinato considerando le condizioni più gravose ai fini della circolazione idrica portuale, considerando cioè i campi di velocità generati dalle sole oscillazioni di marea ed in assenza di vento e moto ondoso. Gli ultimi due fattori infatti contribuiscono in modo significativo (quando presenti) al mixing delle acque e quindi alla loro vivificazione. In Figura 1-16 è riportata la batimetria utilizzata. Il parametro scelto per la simulazione delle concentrazioni è l’ossigeno sciolto.

Imponendo la concentrazione di ossigeno iniziale e le condizioni idrodinamiche che si vogliono simulare, è possibile valutare il decadimento della concentrazione dell’ossigeno per l’area portuale attuale.



**Figura 1-16: Batimetria di riferimento dello stato attuale (Modimar, 2007)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Su tutto lo specchio acqueo discretizzato è stata posta una concentrazione iniziale minima pari a 5,0 mg/l, considerando una legge di decadimento di tipo esponenziale ( $C(t)=C(t_0)e^{-kt}$ ) con coefficiente di decadimento  $k$  pari a 1,0.

Inoltre si è imposta una concentrazione di ossigeno disciolto pari a 7.0 mg/l come condizione al contorno in corrispondenza dell'imboccatura portuale, che costituisce la frontiera del dominio di calcolo lato mare. Tale scelta è sicuramente conservativa, nella realtà, infatti, lungo l'imboccatura si potranno riscontrare valori della concentrazione di ossigeno disciolto superiori a quelli assunti in ragione della marcata miscelazione operata dalle onde, dalle correnti marine e dal vento.

Le simulazioni mettono in evidenza la scarsa capacità del solo flusso mareale a garantire il ricambio idrico. Con eccezione della zona dell'imboccatura portuale e della prima parte del Canale Candiano, le concentrazioni scendono infatti a valori molto bassi seguendo la legge di decadimento ipotizzata.



**Figura 1-17: Simulazione delle concentrazioni dell'ossigeno disciolto nell'area portuale (valori in mg/l) (Modimar, 2007)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

### **1.2.5.3. Acque marino-costiere**

Tutta l'area costiera, influenzata per circa il 90% dagli apporti del Po, può essere considerata come un bacino aperto caratterizzato da una costa lineare le cui correnti fluiscono prevalentemente in direzione Nord-Sud e da basso fondale (massimo 10 metri).

L'intero bacino padano, unito ai corsi d'acqua minori, è quindi il principale determinante causale della qualità delle acque dell'alto Adriatico.

Il monitoraggio delle acque marine costiere viene condotto dalla struttura oceanografica Daphne di Arpa Emilia-Romagna. L'attività di monitoraggio, iniziata nel 1978, interessa la zona di mare che va da Goro a Cattolica e dalla costa fino ad una distanza al largo di 20 km ed è svolta con frequenza settimanale.

L'esigenza di mantenere una elevata periodicità e un'ampia area monitorata deriva dalla marcata variabilità che presentano i parametri chimico-fisici e trofici, influenzati dalla circolazione costiera e dagli apporti derivanti sia dal bacino padano che dai bacini che recapitano direttamente a mare.

L'adeguamento ai D. Lgs 152/99 e D. Lgs 258/00 ha permesso di intensificare il controllo nella fascia costiera compresa tra 0,5 e 3 km (Figura 1-18).

Il piano di campionamento elaborato e adottato dalla Regione Emilia-Romagna permette di rappresentare adeguatamente le zone sottoposte ad immissione dai porti, canali, dai fiumi, dagli insediamenti costieri e dalle zone scarsamente impattate da pressioni antropiche. In pratica il piano ha garantito un idoneo livello conoscitivo, propeedeutico alla definizione del Piano di Tutela delle Acque.

Il territorio costiero della provincia di Ravenna si presenta disomogeneo dal punto di vista morfologico, oceanografico e idrodinamico.

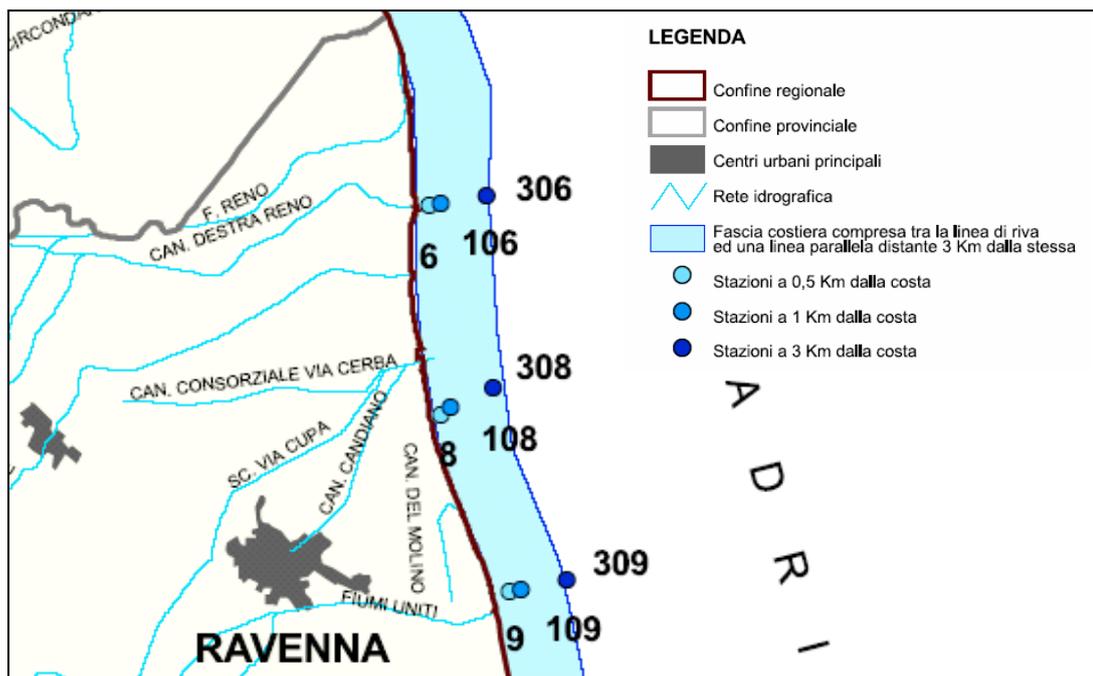
Le dighe foranee del porto di Ravenna costituiscono un elemento di separazione fra una zona a Nord interessata dagli sversamenti del Fiume Po e dei Bacini del Lamone, Reno e Canale Destra Reno, e l'altra a Sud con caratteristiche qualitative migliori e soggetta agli apporti dei Fiumi Uniti e Savio. La parte settentrionale risulta, quindi, interessata da processi eutrofici più intensi ed estesi, anche a causa della più limitata circolazione idrodinamica.

Le stazioni di campionamento sono distribuite su transetti perpendicolari alla costa a distanza di 0,5, 1 e 3 km, in cui vengono eseguite misurazioni chimico-fisiche delle acque e prelievi di campioni di acqua, biota (mitili) e sedimenti da destinare ai laboratori di terra per ulteriori determinazioni.

L'eutrofizzazione è uno stato delle acque che trae origine dall'eccessiva presenza di sostanze ad effetto fertilizzante (Azoto e Fosforo tra le principali). E' un fenomeno recente (comparso in Adriatico dagli anni '60), e totalmente attribuibile all'impatto dell'uomo sul territorio. Conseguenza dell'eutrofizzazione è, spesso, l'alterazione del colore e della trasparenza delle acque per il forte aumento di numero delle microal-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

ghe in sospensione (il cosiddetto fitoplancton), che si nutrono di quelle sostanze. L'aumentato metabolismo delle microalghe può avere pesanti ricadute sull'ambiente, in particolare nel periodo estivo-autunnale, qualora divenga la causa di carenza di ossigeno nelle acque di fondo, in zone anche estese e dunque di gravi stati di sofferenza tra gli organismi che vivono nei fondali (pesci di fondo, molluschi, crostacei, ecc.).

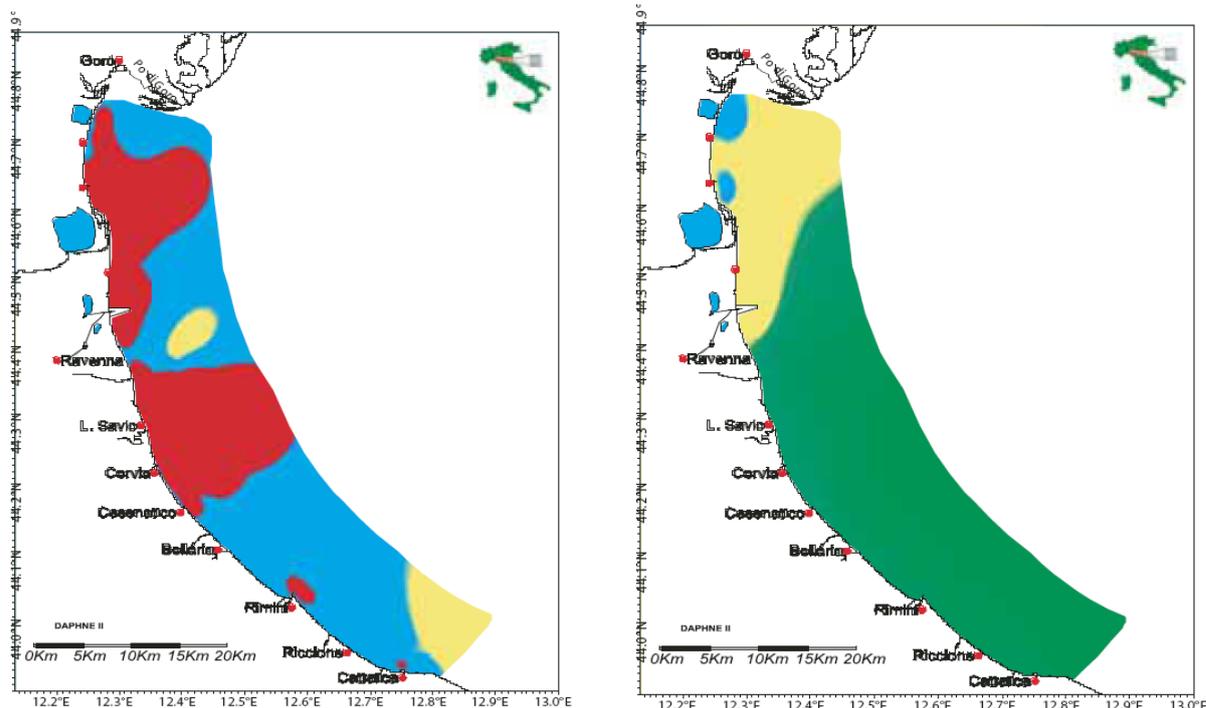


**Figura 1-18: Rete di monitoraggio delle acque marino costiere ai sensi del D. Lgs. 152/99 (Fonte: PTA della Regione Emilia-Romagna)**

In Figura 1-19 viene rappresentata la distribuzione della Clorofilla “a”, che rappresenta un buon indice di biomassa microalgale e quindi del grado di eutrofizzazione, lungo la costa emiliano romagnola nel periodo 1999-2002.

Dall'analisi dell'andamento di questo parametro si può osservare che le acque costiere marine prospicienti la costa ravennate sono interessate da processi di eutrofizzazione che si manifestano maggiormente nel periodo invernale, quando, nonostante una migliore circolazione e instabilità della colonna d'acqua, gli apporti di nutrienti (Nitrati e Fosfati) dai bacini costieri risultano più elevati rispetto al periodo estivo. Durante l'estate cambia il sistema di circolazione delle acque costiere (lo Scirocco diventa il vento dominante che porta acque “pulite” dal largo verso costa), diminuiscono gli apporti di elementi eutrofizzanti dai bacini costieri e, conseguentemente, si riducono i processi eutrofici sia come frequenza sia come intensità. Nella zona a Nord delle dighe foranee i processi eutrofici sono più intensi rispetto alla zona Sud.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		Data: Febbraio 2010	AA	10	R	005 0

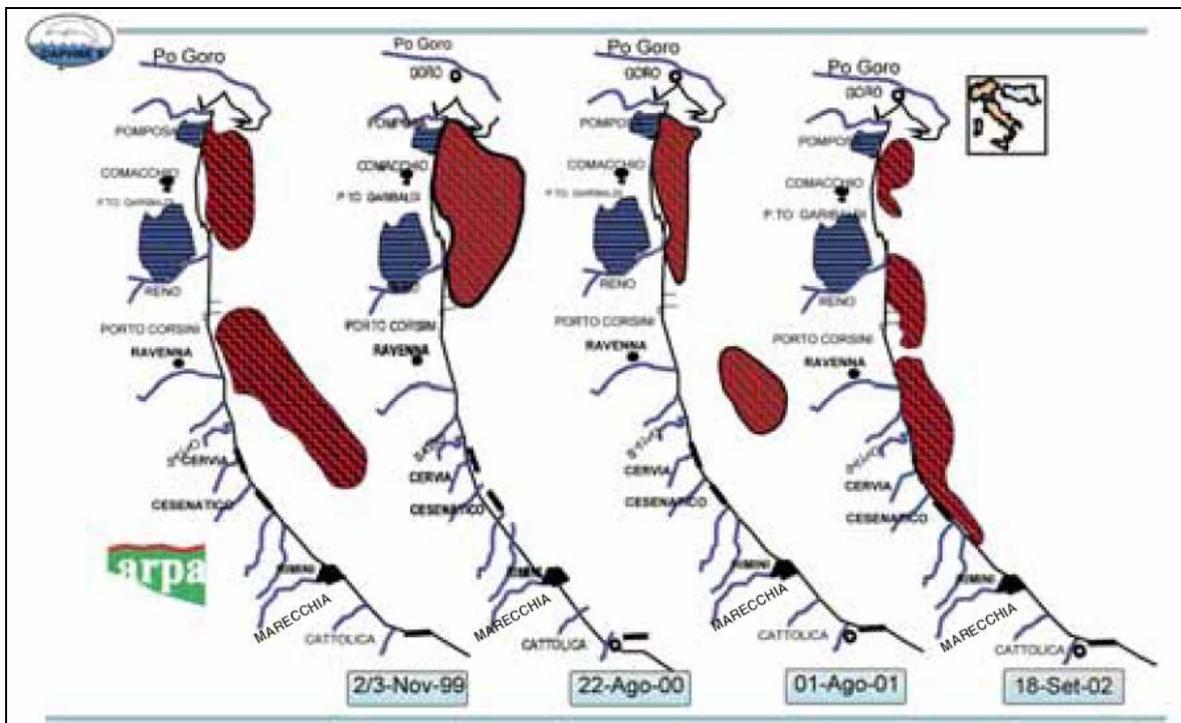


**Figura 1-19: Distribuzione della clorofilla “a” mediata per stagione nel periodo 1999-2002 (Fonte: 2° Rapporto sullo stato dell’ambiente nella provincia di Ravenna, 2004)**

In generale, il gradiente degli inquinanti e degli elementi nutritivi presenta un andamento in diminuzione da Nord verso Sud, da costa verso il largo e dalla superficie al fondo. Dal 1999 al 2002, rispetto al periodo precedente, viene confermata la riduzione di “fioriture” algali del tipo “maree rosse”, ma si osserva un incremento dei livelli di produttività primaria microalgale sia nella zona a Sud che in quella a Nord delle dighe foranee. Nel periodo estivo-autunnale si sono registrati frequenti casi di ipossia delle acque di fondo. Gli episodi di sottosaturazione e/o assenza di ossigeno sul fondale sono incrementati negli ultimi quattro anni raggiungendo, particolarmente nel 2002, estensioni elevate comprese tra 150 e 200 km<sup>2</sup> (Figura 1-20). Lo stato anossico/ipossico delle acque di fondo ha determinato estese morie di organismi bentonici (molluschi, crostacei, pesci), con riflessi negativi, oltre che sull’ambiente (riduzione della biodiversità), anche sul turismo e la pesca (Fonte: 2° Rapporto sullo stato dell’ambiente nella provincia di Ravenna, 2004).

Lo stato delle acque marine costiere può essere classificato attraverso l’applicazione dell’Indice Trofico TRIX, che si calcola partendo dalla concentrazione di sei parametri chimici e biochimici e che individua una “scala trofica” delle acque in quattro intervalli: TRIX da 2 a 4; da 4 a 5; da 5 a 6; da 6 a 8.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-20: Distribuzione della massima estensione annuale delle condizioni anossiche (concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 1 mg/l) delle acque di fondo dal 1999 al 2002, dal delta del Po a Cattolica e da costa fino a 10 km al largo (Fonte: 2° Rapporto sullo stato dell’ambiente nella provincia di Ravenna, 2004)**

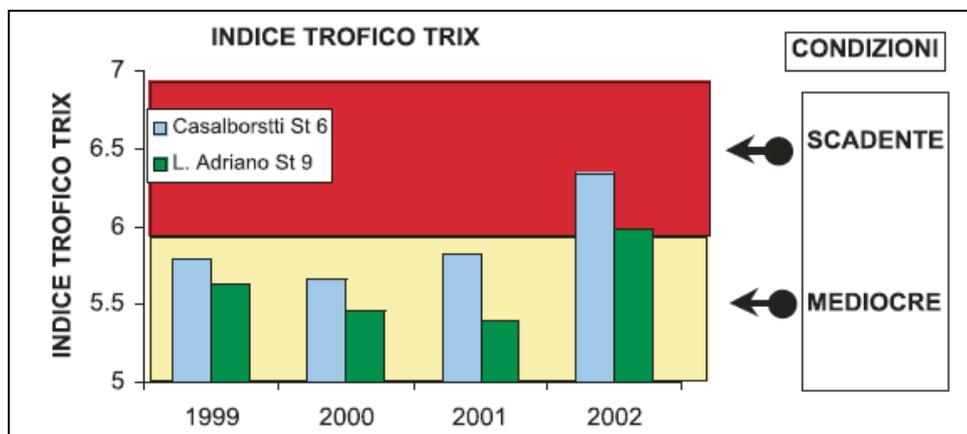
La scala trofica costituisce il sistema di classificazione di riferimento e consente di esprimere un giudizio di qualità, che rappresenta sinteticamente condizioni riferite ai livelli di produttività ed agli effetti ambientali (considerati anche il biota ed i sedimenti), valutando inoltre ogni elemento utile a definire il grado di allontanamento dalla naturalità delle acque costiere. Si definiscono:

- stato di qualità “elevato”, con TRIX medio annuale da 2 a 4;
- stato di qualità “buono”, con TRIX medio annuale da 4 a 5;
- stato di qualità “mediocre”, con TRIX medio annuale da 5 a 6;
- stato di qualità “scadente”, con TRIX medio annuale con TRIX da 6 ad 8.

Facendo specifico riferimento ai dati riportati nel 2° Rapporto sullo stato dell’ambiente nella provincia di Ravenna, pubblicato nel 2004, si osserva che il valore medio annuale di TRIX nel 2002 per la provincia di Ravenna è di 5,96, significativo quindi di uno

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

stato “mediocre” ma molto vicino allo stato ambientale “scadente”, caratterizzato quindi da acque fortemente produttive, livello di eutrofia elevato con colorazioni persistenti, scarsa trasparenza e stati di sofferenza sul fondale (Figura 1-21).



**Figura 1-21: Indice trofico nelle due stazioni di Casalborsetti e Lido Adriano nel periodo 1999-2002 (Fonte: 2° Rapporto sullo stato dell’ambiente nella provincia di Ravenna, 2004)**

Se, però, si esaminano singole stazioni, ad esempio Casalborsetti e Lido Adriano, rappresentative rispettivamente della zona a Nord ed a Sud delle dighe foranee, si osserva che entrambe le aree si collocano in media nello stato “mediocre”; però mentre a Lido Adriano dal 1999 al 2001 si evidenzia una riduzione del TRIX, per la stazione di Casalborsetti, dal 2000 al 2002 l’indice aumenta fino a descrivere uno stato “scadente”. Se ne osserva anche un notevole incremento in entrambe le stazioni rispetto al 2001, purtroppo corrispondente ad un peggioramento della qualità ambientale dell’ecosistema marino.

Il fenomeno delle mucillagini è un fenomeno conosciuto da secoli. Le testimonianze più antiche risalgono al 1729, mentre altri casi, circa 15, sono stati segnalati nell’800 ed all’inizio del ‘900. In epoca recente il fenomeno è comparso in forma molto evidente nel 1988, 1989, 1991, 1997, 2000 e 2002. Il materiale mucillaginoso, costituito prevalentemente da polisaccaridi prodotti come essudato cellulare da parte di batteri e microalghe, si presenta massivamente in molti altri mari ed interessa sia le aree costiere che quelle di mare aperto.

Studi effettuati dal 1999 al 2002 hanno riconosciuto come cause principali, l’incremento della temperatura marina, la scarsa circolazione nel bacino alto-Adriatico e soprattutto la presenza di una specifica microalga in grado di iperprodurre il materiale mucillaginoso. Si deve ricordare che la comparsa di mucillagini è un evento completamente diverso dai processi di eutrofizzazione, questi ultimi legati agli apporti nutritivi di origine antropica.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Nel 2000 e 2001 gli affioramenti di mucillagine hanno avuto estensione limitata, con forti variazioni anche a scala giornaliera. Il 2002 è stato caratterizzato da affioramenti lungo la costa piuttosto estesi, mantenuti in ammassi a forma di strisce nella zona di balneazione fino al 20 di agosto, quando la riattivazione della circolazione delle masse d'acqua ha diluito, disaggregato e disperso il materiale mucillaginoso affiorato.

Per quanto riguarda la balneabilità delle acque i controlli avvengono in 27 stazioni con periodicità quindicinale da aprile a fine settembre: gli indicatori di qualità ricercati sono dieci: tre indicatori di inquinamento fecale, quattro di inquinamento industriale, tre di eutrofia.

Nel periodo compreso tra il 1999 e il 2002 non si è mai resa necessaria l'emissione di ordinanze di divieto temporaneo della balneazione né, tantomeno, di divieto definitivo, indicando che sulla base dei parametri previsti, derogati e no, la balneabilità è sempre stata assicurata.

### **1.3. Aspetti idrogeologici**

Nella bassa Pianura Padana si distinguono un acquifero superficiale a cui segue in profondità un acquifero multistrato in pressione. Quest'ultimo appartiene al sistema acquifero regionale della Pianura Padana che può essere sinteticamente considerato come un sistema multistrato formato dai complessi delle conoidi appenniniche ed alpine e dai complessi della media e bassa pianura. I livelli idrici superficiali sono invece contenuti nei terreni dell'immediato sottosuolo: nel territorio di indagine tale struttura idrogeologica è costituita dai terreni a granulometria limoso-sabbiosa sedimentatisi a seguito di processi di origine fluviale e normalmente sono confinati da depositi di copertura alluvionale recente.

La geometria ed i reciproci rapporti tra questi acquiferi sono assai variabili e possono essere ricostruiti solo con indagini di accurato dettaglio; ugualmente, il rapporto tra questi ed i corpi idrici superficiali sono in larga misura sconosciuti.

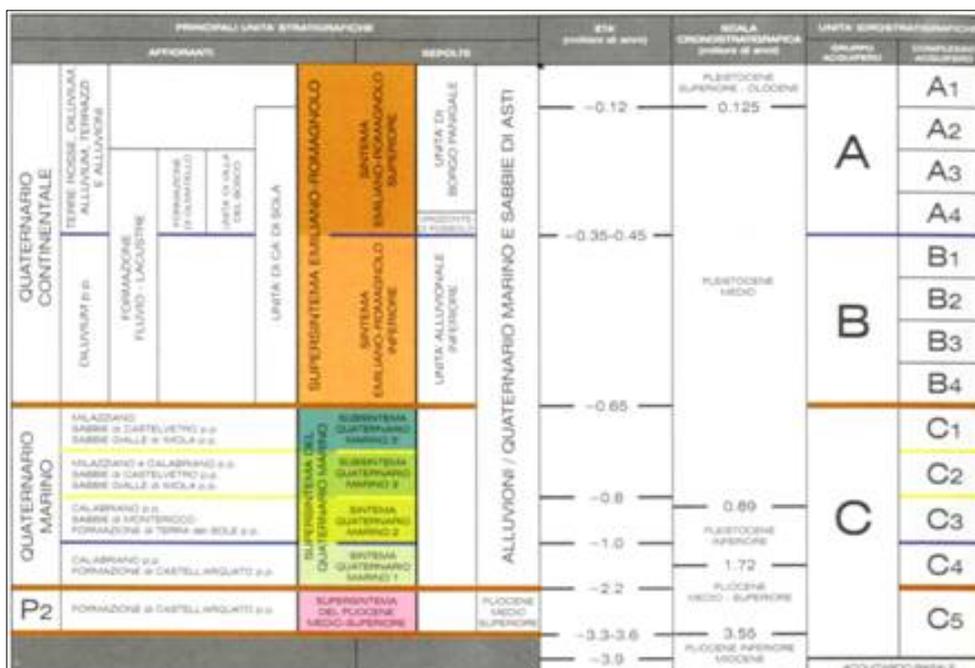
#### **1.3.1. Acquifero profondo**

La struttura deposizionale profonda è stata ricondotta ad uno schema interpretativo per identificare le principali unità idrostratigrafiche presenti; queste sono costituite da fasi sedimentarie complete, rappresentate da materiali fini e finissimi alla base e materiali ghiaiosi, sabbiosi e limosi variamente alternati nelle fasi successive. Questo schema generale, che può a sua volta essere suddiviso in unità di dettaglio maggiore, può essere alterato dall'assenza di uno o più termini per effetto sia di assenza di deposito, sia per effetto di processi di erosione che hanno eliminato parti della serie. L'intero sistema è stato ripartito in tre gruppi principali, convenzionalmente indicati con A, B e C (Figura 1-22), il cui basamento è formato da un acquicludo di età riferita al Pliocene inferiore a partire dal quale il fluido che satura i sedimenti è salato (RER, Eni & Agip, 1998).

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Questa interfaccia tra le acque dolci degli acquiferi A, B e C e le sottostanti acque salate è stato sempre utilizzato come il limite inferiore del sistema idropotabile emiliano romagnolo (Idroser, 1978) ed ha uno sviluppo abbastanza variabile e complesso a scala padana. All'interno dei tre gruppi acquiferi sono individuate delle unità di rango gerarchico inferiore, definite complessi acquiferi.

Nel gruppo A sono distinti cinque complessi acquiferi, 4 nel B e 5 nel gruppo C. Nel gruppo acquifero A si concentra la quota preponderante dei prelievi idrici.



**Figura 1-22: Unità idrostratigrafiche della Pianura Padana**

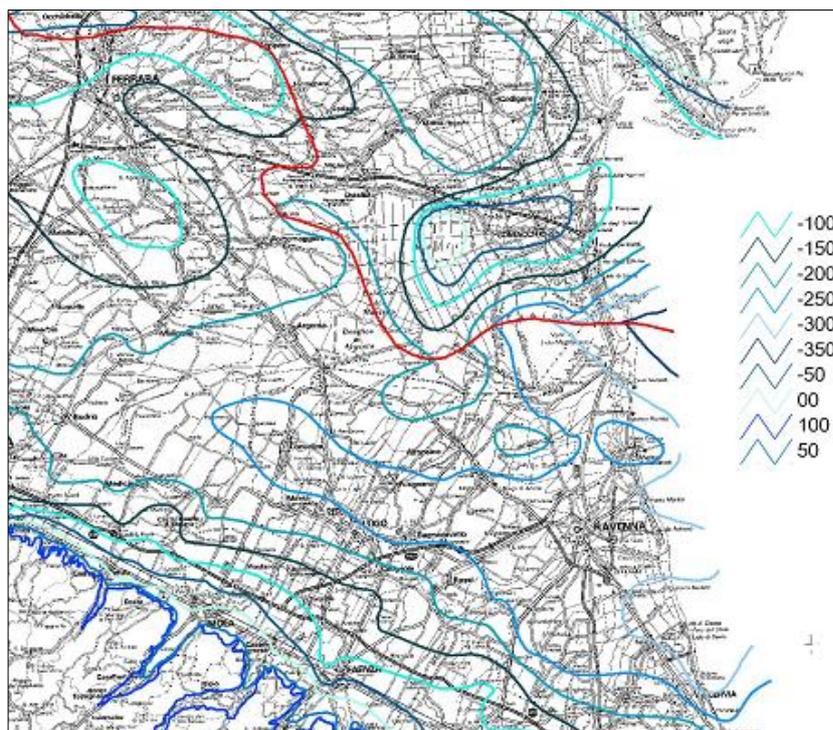
In Figura 1-23 è riportato l'andamento della profondità del limite basale del Gruppo A. In rosso è indicato il limite dell'area dove in gruppo acquifero è saturo di acqua dolce e poggia su un acquitardo regionale. Dalla parte verso Nord-Est le isobate definiscono l'interfaccia acqua dolce-acqua salmastra. Le profondità maggiori del gruppo acquifero A sono riconoscibili nel settore allungato con orientamento appenninico tra Bagnacavallo e Ravenna, con quote intorno a 200-250 m. Gli spessori maggiori sono riconoscibili all'altezza di Lugo, ove raggiungono i 60 m.

Per il gruppo acquifero B le aree di maggior profondità sono individuabili in corrispondenza della zona allungata ad orientamento appenninico tra Conselice e Ravenna, con valori tra 400 e 500 m (

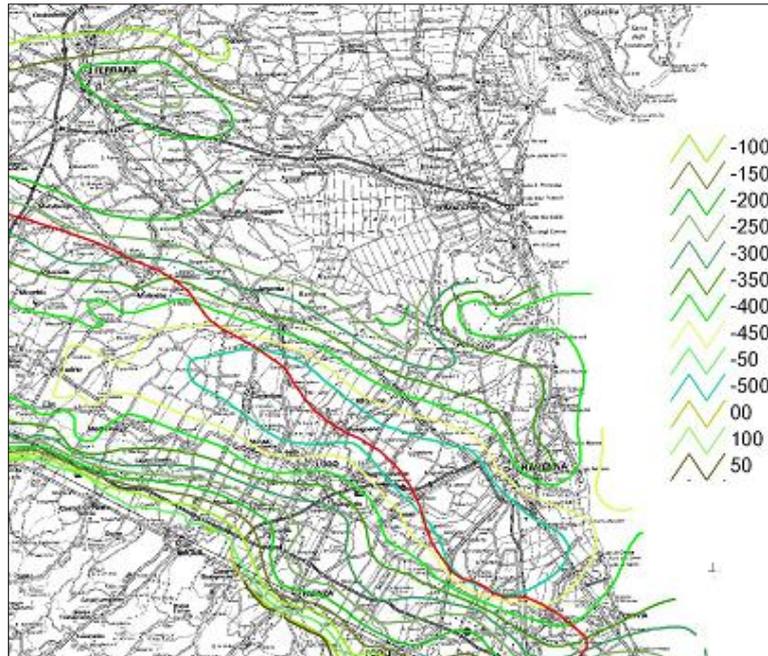
Figura 1-24). Lo spessore del gruppo acquifero nell'area di interesse non supera i 100 m.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua <b>Data:</b> Febbraio 2010				
		<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

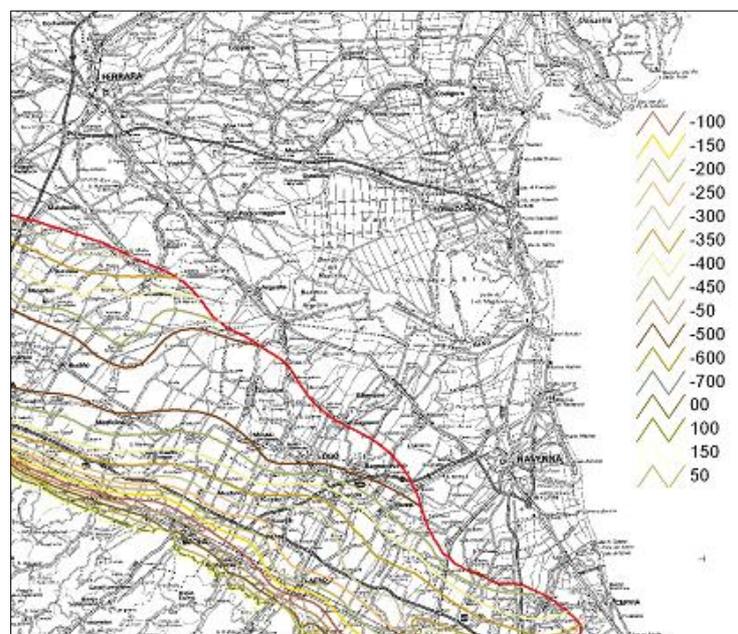
Il gruppo acquifero C è presente solo nel settore a Sud di Ferrara e di Ravenna, con profondità maggiori, nel ravennate, in corrispondenza di Conselice, (500-600 m) (Figura 1-25). La linea rossa in figura indica il limite verso valle del gruppo acquifero saturo di acqua dolce. Nel settore a monte le isobate definiscono l'interfaccia acqua dolce-acqua salmastra. Lo spessore mediamente è inferiore a 60 m.



**Figura 1-23: Profondità del limite basale del Gruppo acquifero A, (RER, Eni & Agip, 1998)**



**Figura 1-24: Profondità del limite basale del Gruppo acquifero B, (RER, Eni & Agip, 1998)**



**Figura 1-25: Profondità del limite basale del Gruppo acquifero C, (RER, Eni & Agip, 1998)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

## 1.3.2. Acquifero superficiale

### 1.3.2.1. Caratteristiche dell'acquifero superficiale

In ambito regionale oltre alle unità idrostratigrafiche maggiori descritte in precedenza, è stata individuata al di sopra del complesso A1, una unità superficiale denominata A0 (*Nuova Carta Regionale della Vulnerabilità: aspetti metodologici*, Regione Emilia Romagna, 2002). Questa unità è costituita da sedimenti del tardo Pleistocene e dell'Olocene che si sono depositati dopo l'ultima glaciazione.

Nel settore occidentale del territorio ravennate la principale struttura idrogeologica è costituita dai terreni a granulometria limoso-argilloso-sabbiosa sedimentatisi a seguito di processi di origine fluviale, che normalmente sono confinati da depositi di copertura alluvionale recente. Verso la costa, la falda superficiale è contenuta all'interno dei sedimenti grossolani principalmente sabbiosi che costituiscono il sistema di cordoni dunosi depositatisi a partire dall'età flandriana ed il cui assetto dipende dalle oscillazioni della linea di riva avvenute negli ultimi 5000÷6000 anni. Tra i due è presente una zona di transizione, costituita non tanto da un particolare ambiente sedimentologico ma, ad una lettura puramente idrogeologica, dalla presenza di una copertura alluvionale sopra le sabbie oloceniche.

Schematicamente si ha allora da monte verso valle:

- terreni in genere fini e finissimi di origine alluvionale continentale, spesso impermeabili, che talvolta passano a limi sabbiosi sede di piccoli acquiferi superficiali, solo raramente freatici, come accade lungo i percorsi fluviali recenti ed antichi, più spesso confinati. La geometria ed i reciproci rapporti tra questi acquiferi sono assai variabili e possono essere ricostruiti solo con indagini di molto dettaglio; ugualmente, il rapporto tra questi ed i corpi idrici superficiali sono in larga misura sconosciuti;
- terreni come i precedenti che, nella fascia centrale del Comune, tengono in pressione l'acquifero superficiale contenuto nei sottostanti sedimenti olocenici. La copertura può essere considerata abbastanza continua, anche se, data l'eterogeneità della coltre alluvionale, non può essere esclusa la presenza di lembi emergenti dell'Olocene;
- terreni olocenici, prevalentemente sabbiosi, spesso ghiaiosi, in cui non mancano talvolta lenti di materiali molto fini in associazione con sostanza organica. Questi sono sede del vero e proprio acquifero freatico di Ravenna, la cui continuità laterale e longitudinale è interrotta solo dai corpi idrici superficiali con cui è, nella gran parte dei casi, in comunicazione diretta; in altri casi, il rapporto falda-fiumi è tutto da verificare, stante anche la pensilità di molti di essi negli ultimi chilometri di percorso, come il Reno.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Dal quadro sopra descritto si deduce che la circolazione idrica negli acquiferi superficiali non è molto veloce e che i pozzi che vi attingono, generalmente ad uso domestico, non hanno rese idriche molto elevate. Si osserva inoltre che la parte maggiore dell'alimentazione della falda è laterale, in connessione con la rete di scolo e con i corsi d'acqua principali. L'alimentazione zenitale non può escludersi del tutto, ma è facile ipotizzare la scarsa consistenza a causa della presenza di terreni a tessitura fine negli strati più superficiali.

L'analogia tra genesi sedimentaria e struttura dell'acquifero tuttavia non è del tutto esaustiva e, al di là dei meccanismi deposizionali che hanno prodotto questa o quella struttura, si dovrebbe verificare la geometria effettiva in termini di sedimento permeabile ed impermeabile. Quello che ancora manca, a tutt'oggi, è una più esatta quantificazione degli spessori e delle coperture del deposito: se le ricerche in merito hanno chiarito il contesto evolutivo antico e recente e, in qualche caso, anche la caratterizzazione di massima della struttura, manca ancora oggi una sintesi interpretativa tale da descrivere sia lo spessore del corpo sabbioso, sia lo spessore della copertura.

Nel contesto generale è noto che la frequenza e lo spessore delle lenti argillose e limose al tetto seguono l'evoluzione del paraggio da condizioni strettamente costiere a condizioni continentali attraverso una serie di passaggi intermedi: questi sono segnati dall'evolvere della struttura dunosa che, nel corso dell'arretramento della linea di riva, subisce il risultato di due meccanismi fondamentali:

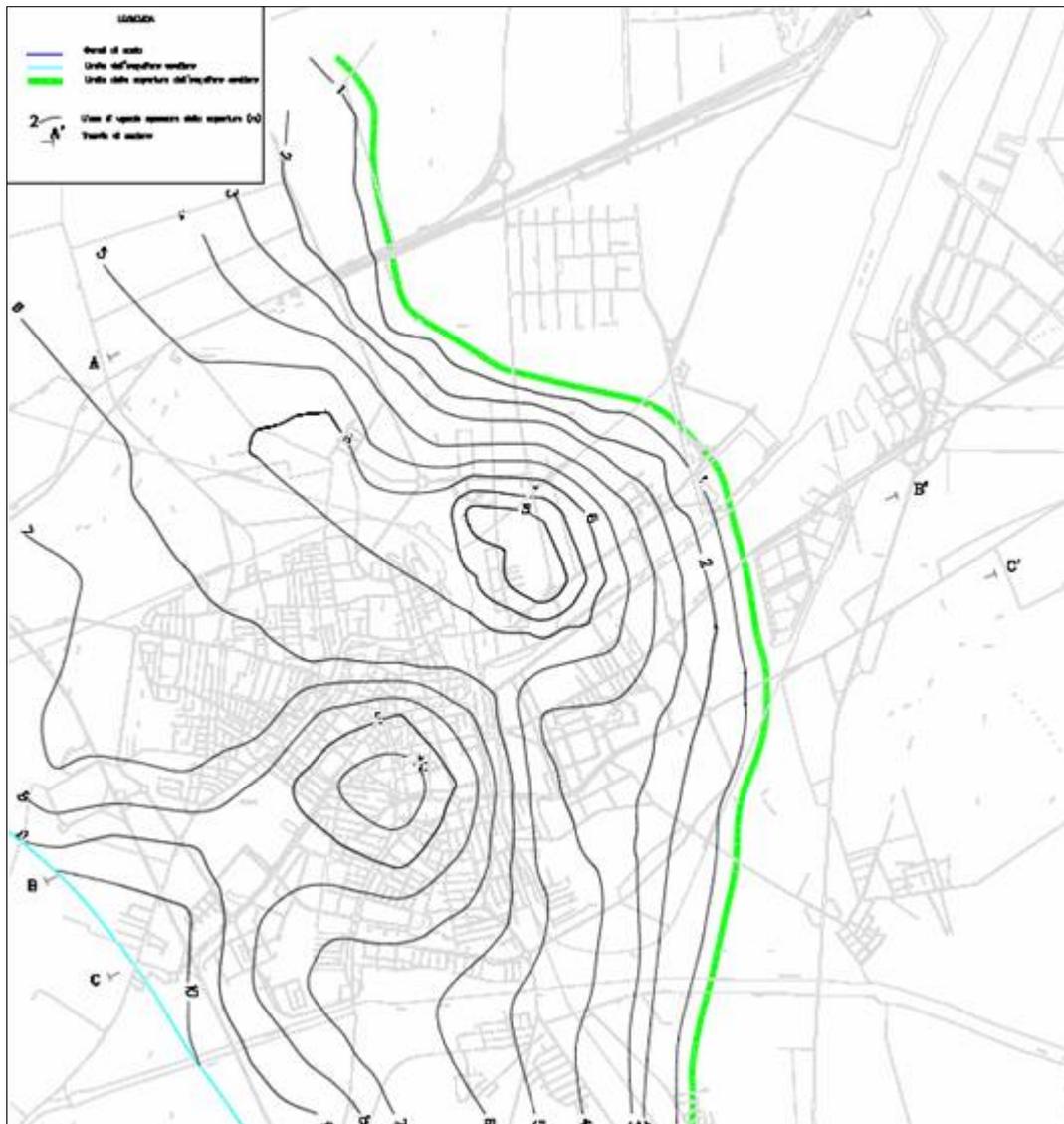
- l'uno è la copertura con i sedimenti delle piene fluviali che tendono poco a poco a colmare le zone di transizione, depositando spessori più elevati di sedimenti terrigeni in corrispondenza delle bassure tra l'una struttura di dune e l'altra, meno elevati al colmo delle dune stesse;
- l'altro è il costipamento naturale di tutto l'ambiente sedimentario, che tende a far approfondire il giacimento a mano a mano che l'intera struttura invecchia.

Ne segue che le coperture sono più ampie e più spesse in corrispondenza del limite di monte e, viceversa, sono più rare e sottili verso la linea di riva attuale.

In studi passati (Singea, 1997) a seguito dell'elaborazione dei dati disponibili sulla natura litologica dei terreni dell'immediato sottosuolo del territorio ravennate è stato ricostruito lo spessore della copertura alluvionale dell'acquifero costiero ed il suo limite orientale oltre il quale la falda può propriamente definirsi freatica: tale limite può essere riconosciuto a E del settore cittadino, in corrispondenza del quale i terreni alluvionali di copertura, al di sotto dello strato di alterazione, sono praticamente inesistenti; a monte di tale limite invece i primi metri di sottosuolo sono interessati da litologie fini, che possono raggiungere i 10 m di spessore, al limite di chiusura dell'acquifero costiero, riconoscibile immediatamente ad W della città (

Figura 1-26).

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-26: Spessore della copertura dell'acquifero superficiale**

Il limite laterale di separazione del sistema alluvionale è stato identificato lungo l'allineamento Madonna dell'Albero, Borgo Montone, Fornace Zarattini con direzione NW-SE. Lungo tale allineamento la copertura raggiunge lo spessore massimo di 9÷10 m che diminuisce verso NE diventando pressochè nulla 1 o 2 km ad Est dell'abitato; più ad Est si ha quindi l'acquifero freatico vero e proprio.

Come si è già detto, a monte dell'acquifero costiero si hanno terreni fini e finissimi di origine alluvionale, che talvolta passano a limi sabbiosi sede di piccoli acquiferi super-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

ficiali. Tali acquiferi a volte sono freatici, come accade lungo percorsi fluviali recenti ed antichi, e più spesso confinati.

La geometria ed i reciproci rapporti tra questi acquiferi sono molto variabili. Terreni come quelli descritti, nella parte centrale del comune, costituiscono i terreni di copertura dell'acquifero costiero e quindi, in presenza di terreni permeabili possono essere presenti delle falde soprastanti l'acquifero.

Per quanto concerne l'assetto dell'acquifero superficiale, sulla base dei dati disponibili, è stato ricostruito l'andamento della superficie freatica nell'area di indagine (vedi Tavola 14/AA\_10T\_014\_0 "Carta della freatimetria"). Per la definizione della freatimetria sono stati utilizzati dati provenienti da fonti diverse, in particolare si è fatto riferimento alle quote d'acqua riportate nelle indagini geognostiche eseguite in passato nell'area di indagine e alle indagini idrogeologiche eseguite specificatamente su alcune aree di interesse, caratterizzate da dati di quote d'acqua rilevate direttamente in pozzi e in piezometri.

È doveroso osservare che utilizzare fonti diverse di dati, riferite inevitabilmente a periodi di misura differenti nell'arco dell'anno, rappresenta un limite metodologico, soprattutto nella considerazione che la falda superficiale è in stretto rapporto con la rete dei canali di bonifica che, nella maggior parte dei casi, risulta essere regolata meccanicamente mediante impianti idrovori, che ne alterano il normale flusso idrico sotterraneo.

Fatta questa premessa la superficie freatimetria, ricostruita nella tavola allegata, indica che la zona a monte della pineta di S. Vitale e dell'area Bassette è caratterizzata da un deflusso della falda con direzione prevalente Nord, Nord-Est, mentre più a valle si osserva un'alimentazione della falda dalle aree di transizione, pialasse e Canale Candiano, che ne modifica la direzione di deflusso. Le quote più depresse si osservano all'altezza dell'area bassette e corrispondono a circa  $-1,0 \div -1,5$  m slm.

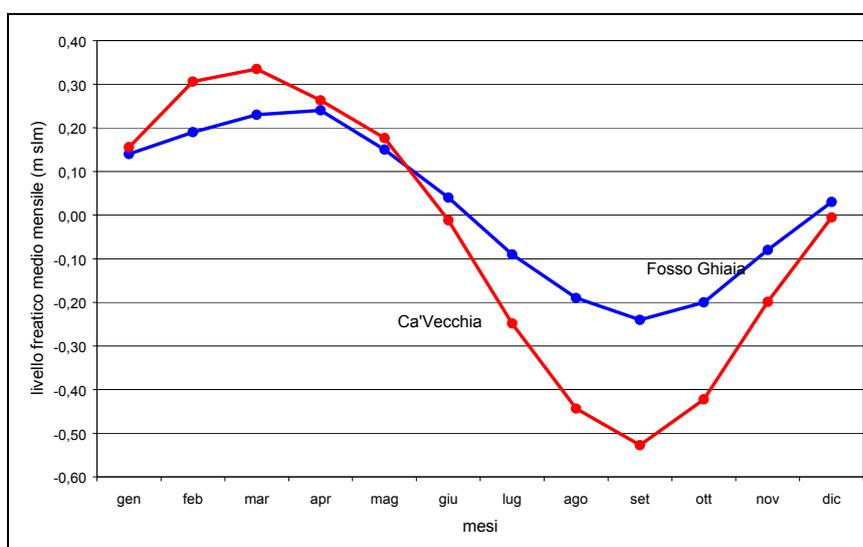
Con le stesse fonti di dati è stata ricostruita la profondità della tavola d'acqua: la falda risulta essere presente entro  $2 \div 2,2$  m da p.c. con abbassamenti maggiori rispetto al piano campagna nell'area a Nord, Nord-Est di Ravenna (vedi Tavola 15/AA\_10T\_015\_0 "Carta della profondità della tavola d'acqua").

Per quanto riguarda l'escursione della falda si possono prendere in considerazione le serie storiche delle quote d'acqua di due freatimetri del Servizio Idrografico Italiano. I due punti di misura sono il freatimetro Cà Vecchia, posto in corrispondenza della Pineta S.Vitale, a NW di Porto Corsini, e il freatimetro di Fosso Ghiaia, ubicato a S di Ravenna, presso l'omonima località.

Il freatimetro di Cà Vecchia, riferibile all'acquifero propriamente freatico; per quanto riguarda l'oscillazione della falda durante l'anno idrologico le quote maggiori come valori medi mensili si registrano alla fine dell'inverno con il valore più alto nel mese di marzo, mentre le quote minori sono alla fine del periodo estivo, in settembre. L'oscillazione è di circa  $0,8 \div 0,9$  m (Tabella 1-13 e Figura 1-27).

Mesi	Cà Vecchia (m slm)	Fosso Ghiaia (m slm)
Gennaio	0,16	0,14
Febbraio	0,31	0,19
Marzo	0,33	0,23
Aprile	0,26	0,24
Maggio	0,18	0,15
Giugno	-0,01	0,04
Luglio	-0,25	-0,09
Agosto	-0,44	-0,19
Settembre	-0,53	-0,24
Ottobre	-0,42	-0,20
Novembre	-0,20	-0,08
Dicembre	-0,03	0,03

**Tabella 1-13: Medie mensili dei livelli freaticometrici (Servizio Idrografico Italiano)**



**Figura 1-27: Medie mensili dei livelli freaticometrici (Servizio Idrografico Italiano)**

Il freaticometro di Fosso Ghiaia, invece, ricadente nell'acquifero costiero confinato, presenta un'oscillazione della falda durante l'anno che indica valori massimi, anche in questo caso, alla fine dell'inverno in corrispondenza del periodo marzo-aprile, mentre i valori massimi delle quote d'acqua si registrano in settembre. L'oscillazione annua

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

ottenuta dalle medie mensili è stimabile circa 0,5 m quindi risulta più contenuta rispetto a quella riferita al freatimetro Cà Vecchia.

### 1.3.3. Aspetti qualitativi delle acque sotterranee

La Rete Regionale di Controllo delle Acque Sotterranee è stata formata nel 1976 nell'ambito della predisposizione del Progetto di Piano per la salvaguardia e l'utilizzo ottimale delle risorse idriche. Da allora è iniziata la gestione della rete, che, attraverso ricorrenti aggiornamenti, continua tuttora.

Dall'anno di costituzione della rete i rilievi sono stati effettuati con quattro campagne annuali per il controllo della piezometria e della conducibilità elettrica specifica. Negli anni 1987-88 si sono estese le indagini alla componente qualità, creando così una rete di controllo "quali-quantitativo". I rilievi dei parametri fisico-chimici e microbiologici, realizzati dal 1988, vengono svolti da ARPA nel corso di due campagne annuali.

Alla fine degli anni 90 è stata condotta la revisione della rete regionale, sia come numero dei pozzi, sia in riferimento alle informazioni ad essi relative, con il principale obiettivo di essere funzionale alla classificazione delle acque sotterranee in base a quanto contenuto nel D.Lgs. 152/99 e successive modifiche. Con la Delibera di Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna numero 2135 del 2/11/2004 è stata approvata la nuova rete di monitoraggio delle acque sotterranee.

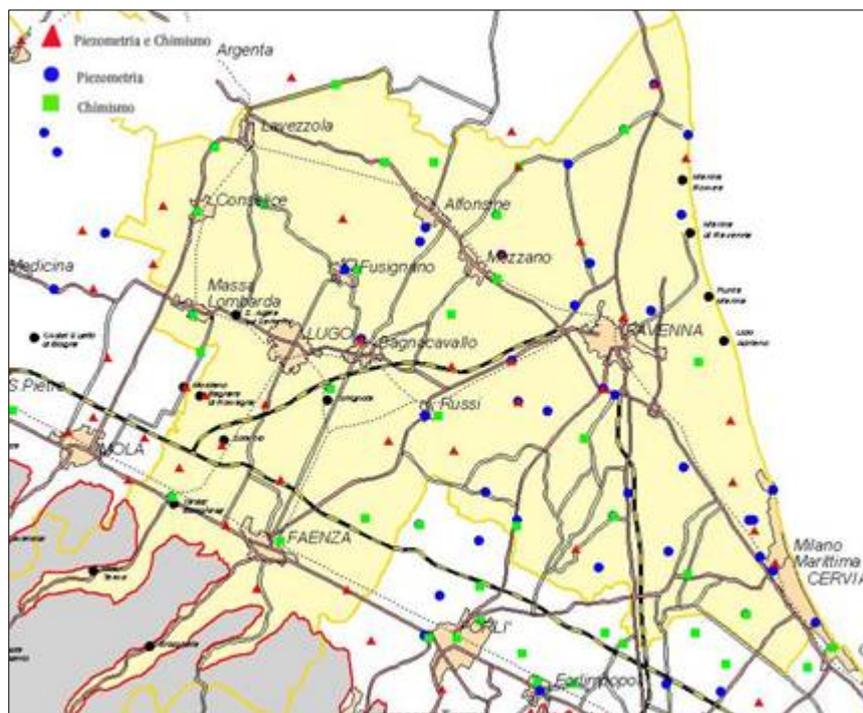
Questa revisione ha richiesto controlli particolarmente rigidi ed accurati sulla morfologia, sulla gestione e sulla significatività anche statistica dei pozzi medesimi, ed in alcuni casi ha comportato l'introduzione di nuove stazioni di misura. Il 2002 è stato il primo anno di attività della rete regionale revisionata.

In

Figura 1-28 è riportata la distribuzione dei pozzi monitorati in provincia di Ravenna; si tratta in generale di pozzi afferenti al gruppo acquifero A e che non riguardano la falda più superficiale, di cui in questa sede è stata ricostruito l'andamento della superficie, ma i livelli acquiferi sottostanti.

Facendo riferimento alle elaborazioni riportate nel Report "*Le caratteristiche degli acquiferi della regione Emilia-Romagna*", redatto da ARPA nel 2005 si possono fare alcune considerazioni sulle acque sotterranee in termini qualitativi.

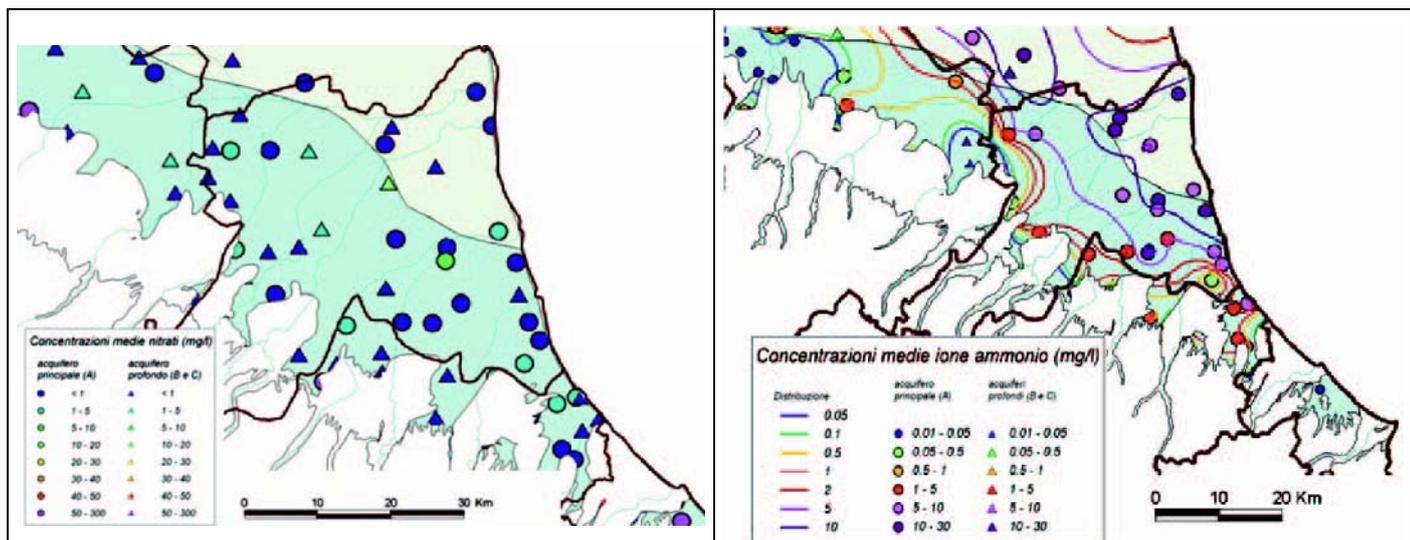
 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



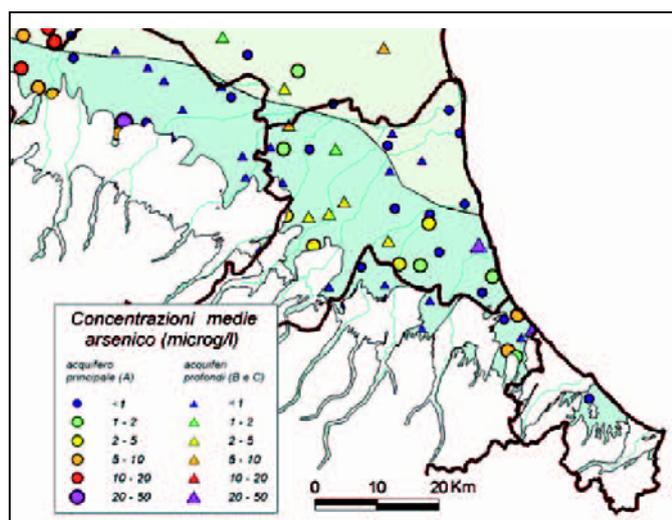
**Figura 1-28: Pozzi della Rete Regionale di Controllo delle acque sotterranee (Fonte Arpa Ravenna)**

A livello provinciale la distribuzione delle concentrazioni di nitrati (Figura 1-29) non evidenzia fenomeni di contaminazione in atto. Valori compresi tra 7 e 14 mg/l sono da imputarsi a situazioni localizzate e non estendibili ad ampie aree.

L'arsenico (Figura 1-30) non è presente nell'area di indagine, essendo riconoscibile quasi esclusivamente nella piana alluvionale appenninica, con valori localmente molto elevati. L'azoto ammoniacale presenta valori maggiori di 10 mg/l. I solfati risultano assenti nell'area in esame (Figura 1-31).



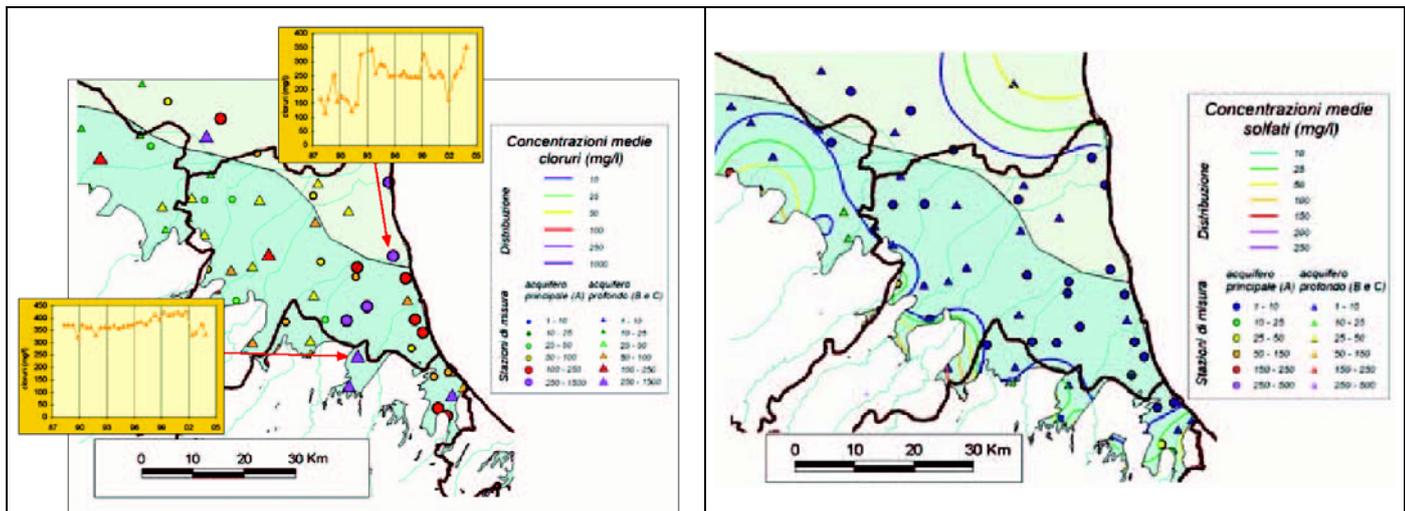
**Figura 1-29: Concentrazioni dei nitrati e dello ione ammonio, anno 2003 (Fonte: ARPA, 2005)**



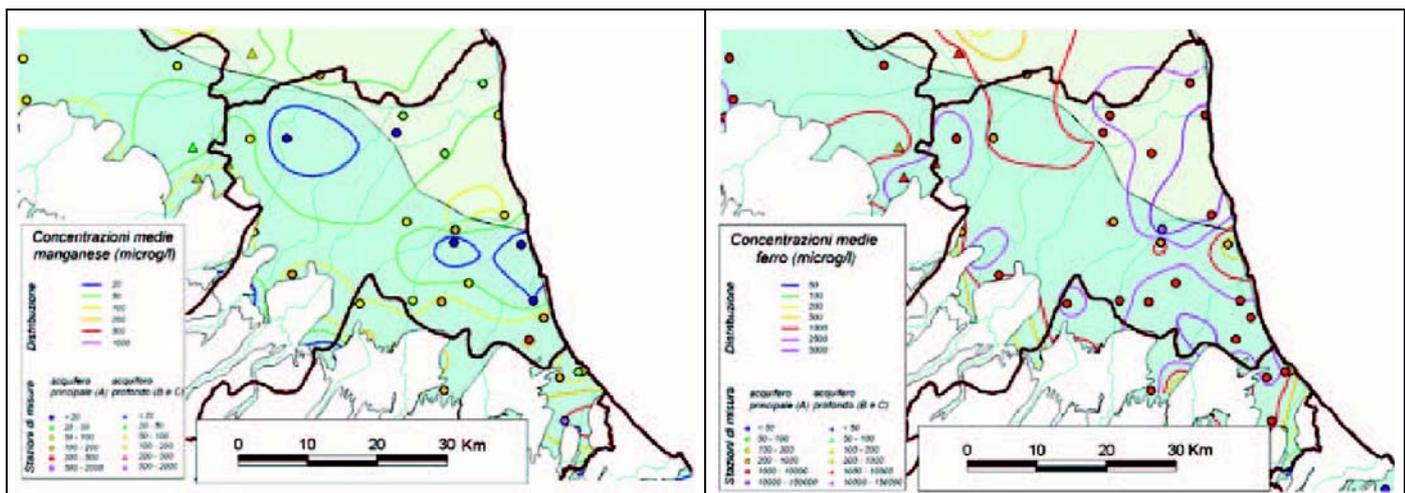
**Figura 1-30: Concentrazione dell'arsenico, anno 2003 (Fonte: ARPA, 2005)**

Valori medio-alti di manganese, ferro (Figura 1-32) e azoto ammoniacale sono diffusi su tutto il territorio, sia in piana appenninica che padana.

Il manganese presenta valori assai bassi in alcune parti della piana appenninica, mentre altrove presenta concentrazioni comunque non elevate. Il ferro presenta alte concentrazioni, maggiori di 1000 µg/l.



**Figura 1-31: Concentrazioni dei cloruri e solfati, anno 2003 (Fonte: ARPA, 2005)**



**Figura 1-32: Concentrazioni del manganese e del ferro, anno 2003 (Fonte: ARPA, 2005)**

#### **1.4. Previsione degli effetti attesi dalla realizzazione degli interventi in progetto**

I principali interventi di progetto in grande scala riguardano:

1. l'approfondimento dei fondali, (Area di avanporto, Canale Candiano, Pialassa del Piombone),
2. la modifica delle opere esterne di difesa,
3. la realizzazione di un'area da destinare a terminal specializzato nel traffico di contenitori.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Oltre a questi tre interventi di grande scala sono previsti ulteriori interventi “minori”:

- Potenziamento del collegamento tra Porto Corsini e Marina di Ravenna;
- Approfondimento dell'angolo di sponda ovest del canale portuale della Pialassa del Piombone;
- Nuovo accosto operativo presso la Darsena San Vitale;

#### **1.4.1. Fase di realizzazione degli interventi**

Dal punto di vista temporale possono essere distinte tre fasi di attività: la prima da completarsi entro il 2012, mentre le altre due entro il 2017.

Gli interventi per ogni fase riguardano:

##### **FASE 1.** Vengono realizzati i seguenti interventi:

- approfondimento dei fondali secondo quanto illustrato nei paragrafi precedenti, con la sola eccezione del tratto che va da Largo Trattaroli alla darsena San Vitale che viene dragato alla profondità di – 11.5 m e della darsena Baiona, anch'essa portata alla -11.5 m. Al termine quindi di tale intervento, il canale di accesso di profondità -15.5 m porterà le navi nel nuovo porto canale Candiano che avrà profondità pari a -14.5 m fino a largo Trattaroli, passando per la curva di Marina di Ravenna approfondita alla -15.5 m;
- realizzazione delle banchine per il nuovo terminal container a Largo Trattaroli e dei denti di attracco ancillari;
- realizzazione del nuovo collegamento traghetti fra Marina di Ravenna e Porto Corsini.

##### **FASE 2.** Vengono realizzati i seguenti interventi:

- approfondimento dei fondali da largo Trattaroli alla darsena San Vitale da -11.0 m a -13.0 m;
- approfondimento della darsena Baiona da -11,5m a -13,00m;
- realizzazione del nuovo accosto presso la darsena San Vitale;
- approfondimento a -11,5m della darsena di avamposto a Porto Corsini;
- riempimento parziale della darsena pescherecci per accosto traghetto pedonale.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

**FASE 3.** Vengono realizzati i seguenti interventi:

- approfondimento della darsena Baiona da -13.0 a -14.5 m;
- approfondimento a - 11.50 m dei fondali presso l'angolo Ovest della piallassa "Piomboni";
- realizzazione delle nuove opere foranee curvilinee costituenti il nuovo avamposto.

Per comodità di trattazione gli interventi previsti e le conseguenti interferenze attese vengono di seguito descritti per tipologia di attività, distinguendo volta per volta le fasi temporali di riferimento.

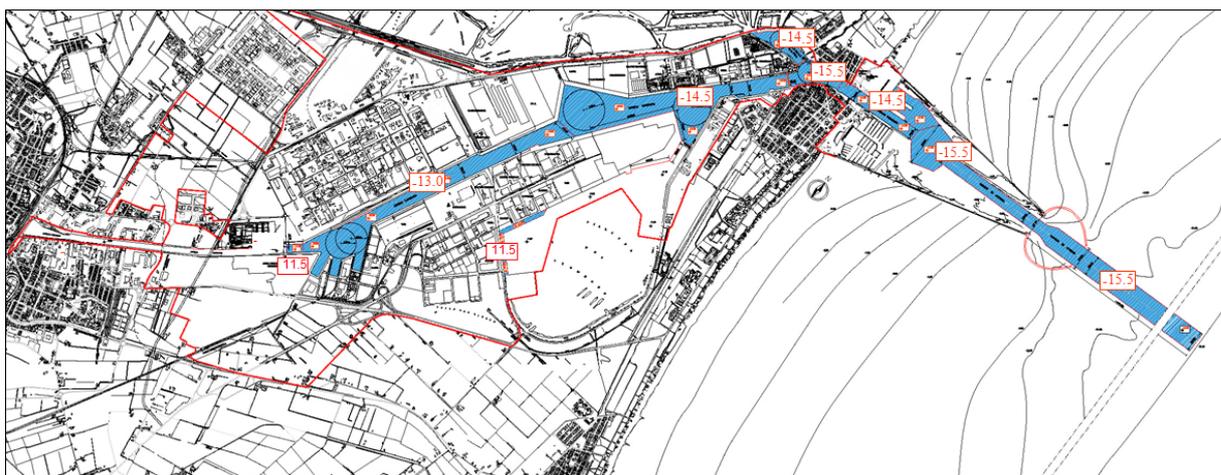
#### **1.4.1.1. Attività di cantiere: fase 1**

##### **1.4.1.1.1. Approfondimento dei fondali**

L'approfondimento dei fondali avviene prevalentemente nella Fase 1, destinando alle fasi successive l'approfondimento dei fondali da largo Trattaroli alla darsena San Vitale da -11,5 m a -13,0 m e l'approfondimento della darsena Baiona da -11,5 m a -14,5 m.

Le principali interferenze attese in questa fase di attività sono:

- aumento della torbidità in fase di scavo e sospensione di sedimento;
- inquinamento delle acque per rimozione del materiale di fondo e per sversamenti accidentali.
- Interferenza con la falda nelle aree di stoccaggio del materiale dragato.



**Figura 1-33: I fondali previsti nel Porto di Ravenna. Le linee rosse spesse indicano i limiti delle aree caratterizzate dalle profondità indicate nei rispettivi riquadri**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

L'operazione di scavo dei fondali, provoca la movimentazione di cospicui volumi di sedimenti, tale situazione determina una voce significativa nell'ambito delle valutazioni d'impatto.

Tecnicamente il dragaggio si suddivide in tre fasi: l'escavazione o rimozione, il trasporto ed il successivo ricollocamento del materiale dragato. Nell'ambito di queste operazioni, quando il sedimento subisce fenomeni di movimentazione, una parte del materiale più fine, essendo rimesso in sospensione nella colonna d'acqua, può essere fonte di turbativa per l'ambiente subacqueo, sia per quanto riguarda l'aumento di torbidità che viene a generarsi sia per le sostanze inquinanti ad esso associate che possono interagire con gli organismi acquatici.

Nel dragaggio si verificano però, oltre ai fenomeni sopra citati, anche l'aumento della concentrazione del materiale in sospensione, della dispersione dei nutrienti e la riduzione dell'ossigeno disciolto con conseguenze negative sulla fauna bentonica e sugli organismi della colonna d'acqua.

In riferimento al fenomeno di torbidità dal punto di vista granulometrico i materiali di scavo presenti nell'area portuale sono in prevalenza materiali argilloso-limosi e limo-argillosi, ne consegue che la fase di scavo determinerà l'aumento del materiale in sospensione, con conseguente riduzione della trasparenza delle acque.

Per ridurre il fenomeno della torbidità è preferibile l'utilizzo di un dragaggio per via idraulica, realizzato mediante pompe di aspirazione in grado di aspirare una miscela costituita da acqua e materiale sciolto del fondo.

L'effetto della torbidità è da ritenersi temporaneo, in quanto al termine delle attività la normale sedimentazione del materiale favorirà l'annullamento dell'impatto.

Il dragaggio per via idraulica è senz'altro preferibile oltre che per la bassa risospensione del materiale nella colonna d'acqua, anche per il tasso di escavazione elevato, che permette di ridurre quindi i tempi di interferenza, e per la facilità di trasporto anche su lunghe distanze. Al contempo però determina un'elevato contenuto d'acqua nel materiale dragato: normalmente infatti la miscela di dragaggio è composta da un terzo di sedimento e due terzi di acqua che deve essere smaltita nella fase di stoccaggio.

La risospensione di fango, generata dall'attività di dragaggio protratta nel tempo, può cambiare la chimica dell'ambiente circostante, portando ad una reintroduzione delle sostanze inquinanti in acqua. Nel caso in esame, si è di fronte da un lato ad una caratterizzazione del materiale del sito portuale che è priva di comunità di interesse biologico, dall'altro alla previsione di un effetto di tipo chimico dovuto alla movimentazione dei materiali non trascurabile, viste le concentrazioni di inquinanti puntualmente rilevate nei campioni esaminati.

Le analisi chimiche pregresse anche se hanno confermato una situazione generale non particolarmente critica, evidenziano tuttavia, per alcuni campioni, la presenza di idrocarburi e alcuni metalli (Nichel, Cromo, ecc.) oltre i limiti previsti dalla normativa.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

La rimozione e la messa in sospensione di questo materiale rappresenta quindi un potenziale impatto per le acque superficiali.

L'insieme delle fasi di realizzazione degli interventi prevede un alto quantitativo di materiale dragato da smaltire in parte a terra, sono previsti in questa fase 4,3 milioni di m<sup>3</sup>, e in parte in mare, o per ripascimento spiagge, 5,2 milioni di m<sup>3</sup>, trattandosi di terreni provenienti dal canale di accesso.

Le aree di destinazione del materiale da smaltire a terra individuate per questa fase sono:

<b>Sito di destinazione finale</b>	<b>Volumi (m<sup>3</sup>)</b>
Penisola Trattaroli (prima di fare il Terminal Container)	800.000
Cassa di colmata Area n. 7A	1.700.000
Vasca di decantazione esistente Area n. 6	1.200.000
Centro Dir. Nuova area tra Classicana e Italcontainers Depositi	600.000
<b>totale</b>	<b>4.300.000</b>

**Tabella 1-14: Destinazione finale dei materiali di dragaggio**

Le indagini recentemente effettuate non hanno evidenziato particolari forme di inquinamento: si tratta di terreni idonei al riutilizzo in ambito commerciale e industriale.

Lo smaltimento a mare dei volumi ovvero il loro impiego a ripascimento di spiagge, alla luce delle difficoltà ed incertezze delle procedure autorizzative, potrà essere praticato quasi esclusivamente per i materiali sabbiosi provenienti dalla zona dell'avamposto e dalle zone esterne alle dighe. Peraltro larga parte dei volumi di materiale sabbioso da dragare, come in precedenza accennato, non risulta idonea al ripascimento essendo caratterizzata da sabbie molto sottili e da una elevata presenza di frazioni fini.

Per quanto riguarda il collocamento dei fanghi in casse di colmata (Area 6 e area 7A) il processo consiste nell'allocare il fango di dragaggio costituito da una miscela di sedimento e acqua all'interno di vasche arginate e permettere l'allontanamento delle acque, con conseguente asciugatura dei sedimenti. In generale questo tipo di interventi prevede tre fasi: la fase di realizzazione dell'opera di contenimento, la fase di riempimento della cassa di colmata e la terza fase di coltivazione.

Nel caso specifico le aree destinate ad ospitare il materiale dragato in questa fase sono due: la vasca di colmata indicata come 'area 6', ubicata a sud della Pialassa Piomboni, lungo la SS 64 "via Trieste" in area a destinazione industriale da P.R.G. '93; si tratta di una vasca già in funzione, utilizzata per ospitare materiali provenienti

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

dall'approfondimento dei fondali previsti nell'attuale PRG.

La cassa di colmata 7A sarà invece ubicata tra la via Trieste e la via Canale Molinetto, ad ovest della via Classicana ed attualmente è destinata ad area agricola.

Per la realizzazione della cassa di commata 7A le attività di cantiere destinate alla realizzazione degli argini di contenimento non prevedono l'uso di sostanze pericolose: un potenziale impatto per la prima falda può invece essere rappresentato dall'impiego di mezzi meccanici per la realizzazione dell'argine che può determinare interferenze nel caso di inquinamento per sversamenti accidentali, la presenza di terreni fini nei primi metri di profondità limita questo aspetto.

La cassa di colmata 6 è già esistente ed in funzione pertanto per essa non sono necessari interventi preparatori e di conseguenza non si attendono interferenze sull'ambiente idrico.

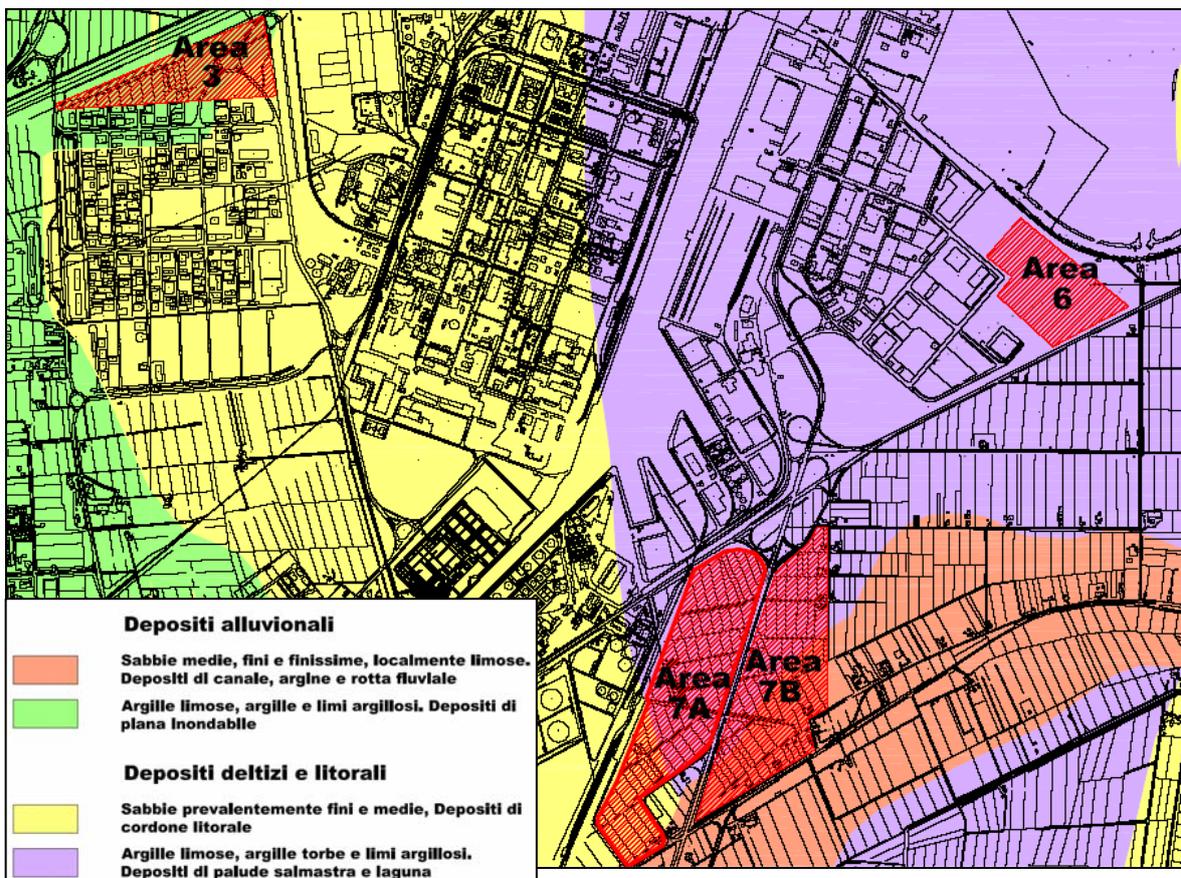
Il riempimento della cassa di colmata con una miscela di acqua e sedimento può determinare la percolazione nel sottosuolo della porzione liquida dal fondo della cassa. Si ricorda che dalle analisi qualitative effettuate, i materiali di dragaggio non rappresentano sorgenti di inquinamento per le aree di intervento.

Questa potenziale interferenza va analizzata secondo due aspetti:

- la falda superficiale presenta un contenuto salino più elevato di quello delle zone poste più a monte, essendo in connessione diretta con il Candiano e la Pialassa del Piombone;
- Il fondo delle casse di colmata è costituito da materiale argilloso compattato, caratterizzato quindi da valori bassi di permeabilità, in modo tale da risultare come uno strato impermeabile all'infiltrazione.

Fa eccezione il settore più a sud dell'area 7A, che presenta nei primi metri di profondità terreni sabbiosi per i quali sarà necessario prevedere forme di impermeabilizzazione del fondo (Figura 1-34).

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-34: Litologie presenti nell'immediato sottosuolo per i siti di deposito del materiale di dragaggio**

Per l'area 7A è prevista inoltre la realizzazione di un canale di scolo sul perimetro esterno dell'argine, allo scopo di raccogliere eventuali fuoriuscite di acqua dalla sommità dell'argine, canale già presente invece per la vasca dell'area 6.

Un'interferenza importante per i corpi idrici durante l'attività di riempimento è rappresentata dallo scarico delle acque in eccesso prelevate durante il dragaggio in un corpo ricettore, che deve avere preferibilmente le stesse caratteristiche soprattutto di salinità delle acque di scarico e per l'eventuale infiltrazione nel sottosuolo.

Per l'area 6 lo scarico avviene nella pialassa del Piombone che risulta essere in connessione diretta con il Candiano e quindi confrontabile dal punto di vista qualitativo.

Dovrà essere comunque prevista la redazione di un piano di monitoraggio nel punto di scarico in pialassa in accordo con ARPA di Ravenna, al fine di controllare la qualità delle acque durante il periodo di scarico ed eventualmente intervenire prontamente in caso di analisi non soddisfacenti.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Essendo il canale Candiano e la Pialassa del Piombone in diretto contatto idrico, presentano valori di salinità in generale confrontabili. L'immissione in pialassa di acque provenienti dal Candiano quindi non determina variazioni di salinità significative nell'intorno del punto di immissione.

Per l'area 7A invece le acque di scarico verranno reimmesse direttamente in Candiano, che rappresenta fra l'altro il corpo ricettore più vicino.

La fase di coltivazione può determinare interferenze nel caso di sversamenti accidentali dai mezzi meccanici utilizzati per la movimentazione del materiale sulla prima falda. La presenza di uno strato impermeabile sul fondo della vasca di contenimento di fatto riduce questo impatto.

Infine la destinazione a riempimento e sopraelevazione di aree depresse, che costituisce la soluzione maggiormente praticabile per la parte prevalente dei materiali provenienti dal dragaggio, nei confronti della componente analizzata può determinare potenziali forme di impatto per la presenza di mezzi meccanici che possono rappresentare sorgenti di inquinamento per sversamenti accidentali per i corpi idrici sotterranei.

#### 1.4.1.1.2. Realizzazione delle banchine per il nuovo terminale contenitori a Largo Trattaroli

Questo intervento prevede la realizzazione di un nuovo terminale per contenitori, il quale è stato ubicato in prossimità del canale di accesso alla Pialassa del Piombone



Figura 1-35).

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-35: Ubicazione e limiti del terminale container presso la penisola Trattaroli**

Gli interventi di risagomatura delle banchine possono produrre impatti a seguito di produzione e relativa dispersione di sedimenti fini, con conseguente aumento del materiale in sospensione e della riduzione della trasparenza delle acque.

Come già osservato tale impatto può ritenersi temporaneo, in quanto al termine delle attività la normale sedimentazione del materiale favorirà l'annullamento dell'interferenza.

Inoltre si possono avere forme di impatto per contaminazione a seguito di uso di sostanze inquinanti o per di sversamenti accidentali, per la presenza di mezzi in prossimità delle aree di intervento. In tal senso in fase di cantiere verrà evitato il più possibile l'uso di sostanze potenzialmente pericolose con l'attenzione di stoccare e le sostanze che possono rappresentare forme di inquinamento in aree non a contatto con l'ambiente idrico. Gli eventuali interventi per contenere possibili forme di inquinamento saranno affrontati di volta in volta a seconda della tipologia di inquinamento.

#### 1.4.1.1.3. Opere minori

Nella fase 1 è prevista infine la realizzazione del nuovo collegamento traghetti fra Marina di Ravenna e Porto Corsini.

Le soluzioni e gli interventi relativi sono descritti nel Quadro di riferimento progettuale (Volume 2).

Si tratta essenzialmente di interventi sulle aree di banchina, interventi quindi che, almeno in questa fase di progettazione, sono riconducibili a quanto già descritto in pre-

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

cedenza pertanto si rimanda al paragrafo precedente per la definizione delle interferenze attese.

#### **1.4.1.2. Attività di cantiere: fasi 2 e 3**

##### **1.4.1.2.1. Approfondimento dei fondali**

In queste fasi l'approfondimento riguarda i fondali da largo Trattaroli alla darsena San Vitale da -11,5 m a -13,0 m e della darsena Baiona da -11,5 m a -14,5 m. Inoltre verrà realizzata la nuova configurazione della piallassa del Piombone con approfondimento alla quota -11,5 m, di tutta la banchina Ovest.

Il materiale dragato risulta di circa 2.000.000 m<sup>3</sup>, che verrà scavato tra il 2012 e il 2017, da smaltire a terra. Le aree di destinazione finale sono riportate in Figura 1-34. Il riempimento della cassa di colmata è previsto tra il 2012 e il, 2015, mentre la sopraelevazione dell'area nella zona Bassette Nord, verrà effettuata successivamente, tra il 2015 e il 2017.

<b>Sito di destinazione finale</b>	<b>Volumi (m<sup>3</sup>)</b>
Cassa di colmata 7B	1.000.000
Sopraelevazione quota Area Autotrasportatori Bassette Nord n.3	1.000.000
totale	2.000.000

**Tabella 1-15: Destinazione finale dei materiali di dragaggio**

In analogia con quanto già osservato in precedenza anche per la cassa di colmata 7B, ubicata tra le via Trieste e Canale Molinetto ad est della via Classicana (Figura 1-34), si dovrà prevedere una fase di cantiere necessaria per l'adeguamento del sito, nella quale gli impatti attesi sono rappresentati dall'eventuale inquinamento per sversamenti accidentali e una fase di esercizio, distinta in fase di riempimento e fase di coltivazione, durante le quali i principali impatti attesi sono rappresentati dalle acque di scarico, dalle eventuali percolazioni delle acque di dragaggio e da sversamenti accidentali dai mezzi meccanici.

Per l'area 7B le acque di scarico verranno re-immesse direttamente in Candiano, che rappresenta fra l'altro il corpo ricettore più vicino.

Il fondo della cassa è costituito in parte da materiale argilloso che funge da strato impermeabile all'infiltrazione delle acque di percolazione nel sottosuolo, in parte invece da sabbie medie e fini per le quali sarà necessario prevedere l'impermeabilizzazione del fondo della vasca al fine impedire la percolazione idrica.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Infine eventuali forme di inquinamento possono verificarsi per sversamenti accidentali di sostanze inquinanti durante la movimentazione del materiale da parte dei mezzi meccanici. La presenza di terreni impermeabili sul fondo della vasca di contenimento di fatto riduce questo impatto.

Per quanto riguarda infine l'utilizzo del materiale per alzare l'attuale quota topografica dell'Area Autotrasportatori Bassette Nord n.3 nei confronti della componente analizzata il riempimento dell'area con i terreni di dragaggio può determinare potenziali forme di impatto per la presenza di mezzi meccanici che possono rappresentare sorgenti di inquinamento per sversamenti accidentali.

I terreni presenti nell'immediato sottosuolo sono per la maggior parte riferibili a argille limose, argille e limi argillosi a basso grado di permeabilità, limitando di fatto tale interferenza (Figura 1-34).

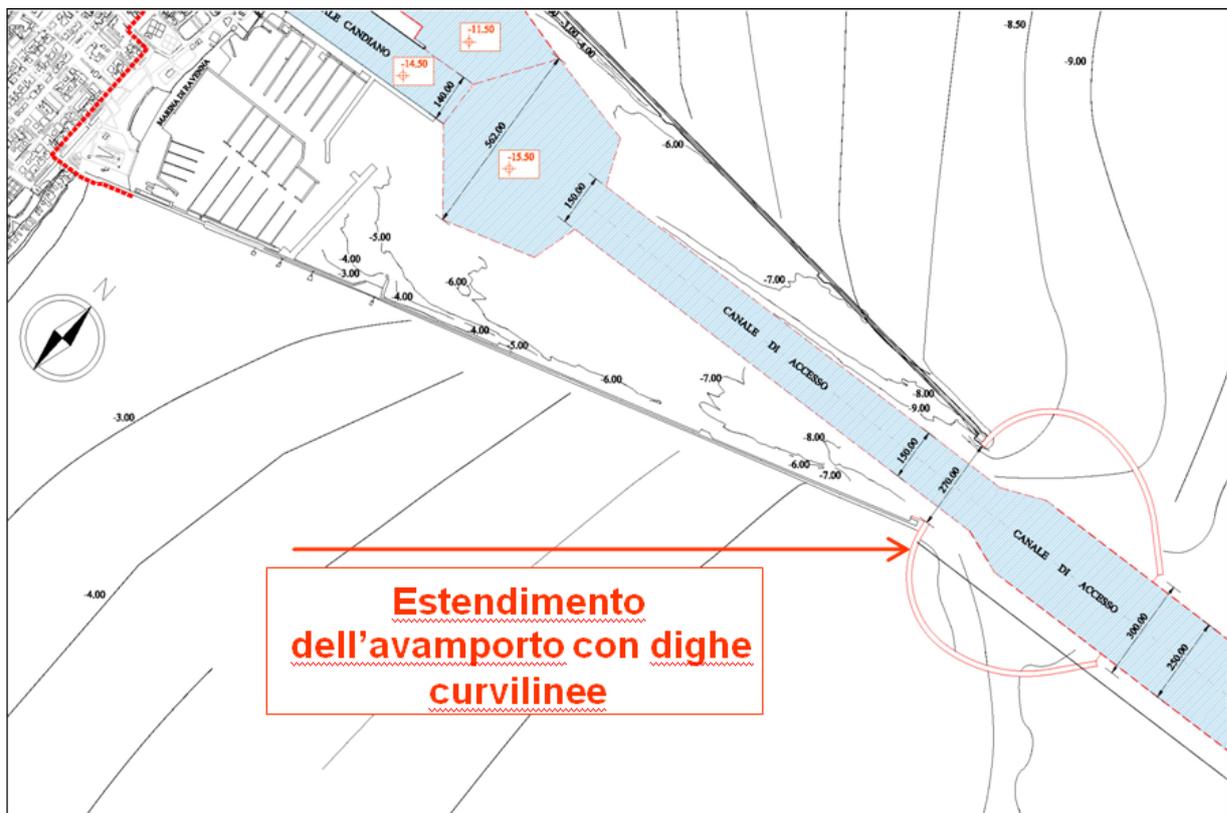
#### **1.4.1.2.2. Realizzazione delle opere di difesa esterne**

Il progetto prevede un estendimento dell'avamposto che comprende l'introduzione di due dighe arcuate che partono esattamente dall'estremità delle dighe esistenti, lasciando inalterata l'imboccatura.

Le principali interferenze attese in questa fase di attività sono:

- aumento della torbidità in fase di costruzione e sospensione di materiale;
- inquinamento delle acque per sversamenti accidentali.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-36: Estendimento dell'avamposto con modifica delle opere esterne**

La produzione e relativa dispersione di sedimenti fini, oltre che dalle attività di dragaggio, viene determinata anche dalle eventuali operazioni di posa in opera di massi, da getti subacquei di calcestruzzo e da tutte le operazioni di lavoro in mare.

Queste attività determineranno un aumento del materiale in sospensione, con conseguente riduzione della trasparenza delle acque.

L'effetto della torbidità è da ritenersi temporaneo, in quanto al termine delle attività la normale sedimentazione del materiale favorirà l'annullamento dell'impatto.

Diverso invece è l'impatto che può determinarsi per contaminazione a seguito di uso di sostanze inquinanti o per di sversamenti accidentali, per la presenza di mezzi in prossimità delle aree di intervento.

In tal senso in fase di cantiere verrà evitato il più possibile l'uso di sostanze potenzialmente pericolose con l'attenzione di stoccare e le sostanze che possono rappresentare forme di inquinamento in aree non a contatto con l'ambiente idrico. Gli eventuali interventi per contenere possibili forme di inquinamento per sversamenti accidentali saranno affrontati di volta in volta a seconda della tipologia di inquinamento.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

#### 1.4.1.2.3. Opere minori

Nelle fasi di attività 2 e 3 sono inoltre previste la realizzazione del nuovo profilo di banchina presso la darsena San Vitale e infine il riempimento parziale della darsena pescherecci per l'accosto del traghetto pedonale.

Le soluzioni e gli interventi relativi sono descritti nel Quadro di riferimento progettuale (al quale si rimanda). Si tratta essenzialmente di interventi di approfondimento di fondali, come la regolamentazione della navigazione da diporto in modo tale da non interferire con la navigazione commerciale, o di interventi sulle aree di banchina, interventi quindi che, almeno in questa fase di progettazione, sono riconducibili a quanto già descritto in precedenza pertanto si rimanda ai paragrafi precedenti per la definizione delle interferenze attese.

#### 1.4.2. Fase di esercizio

##### 1.4.2.1. *Nuovo assetto dei fondali*

Le principali interferenze attese a seguito dell'intervento dei fondali sono:

- Variazioni del regime del moto ondoso;
- Alterazione del sistema di interscambio tra il Candiano e le pialasse;
- Variazioni sulla propagazione dei livelli delle concentrazioni dei parametri qualitativi delle acque.

Nell'ambito delle attività a corredo della redazione del PRP 2007 del Porto è stato svolto uno studio che ha portato alla definizione del moto ondoso all'interno del porto di Ravenna (*"Studio della penetrazione del moto ondoso e dell'agitazione interna"*, Modimar, 2006) mediante l'utilizzo di un modello agli elementi finiti. La valutazione dell'influenza esercitata sull'agitazione e sulla penetrazione dalla multidirezionalità del moto ondoso è stata ottenuta simulando campi d'onda, di periodo  $T=6,0$  s che rappresenta la condizione di moto ondoso più frequente, dispersi in direzione in assenza di frangimento (dominante  $90 \pm N$ ).

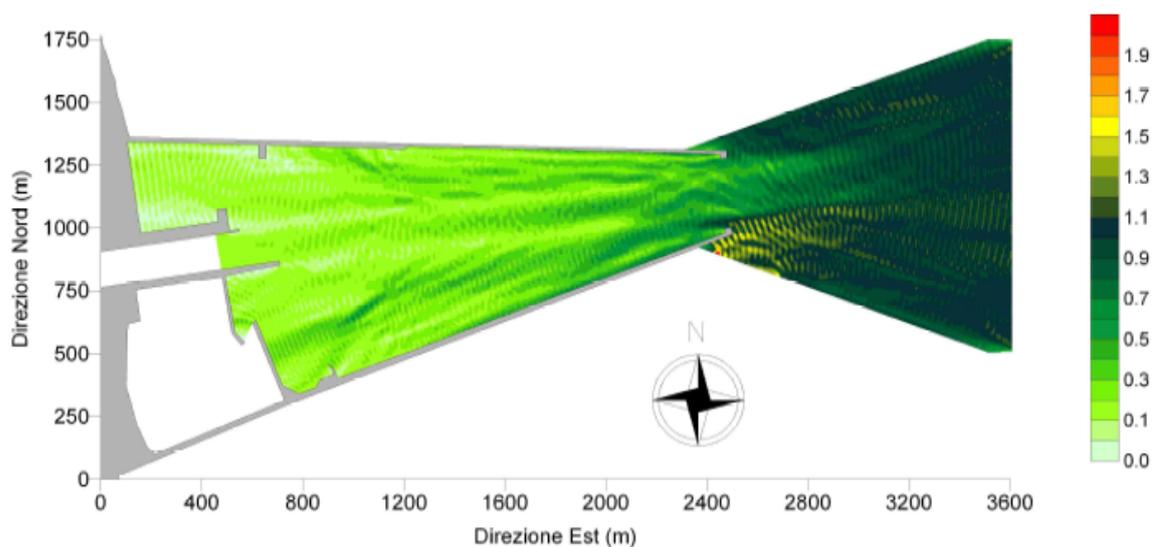
In Figura 1-37 è riportata la simulazione per la configurazione di approfondimento dei fondali nel tratto di avanporto.

L'approfondimento del canale di accesso ( $d=-15,5$  m), la creazione di un cerchio di evoluzione di eguale tirante idrico e il dragaggio dell'area di ormeggio determina un deciso miglioramento delle condizioni di agitazione interna rispetto alla situazione attuale (Figura 1-13).

L'analisi di dettaglio ha fatto emergere che per quanto l'approfondimento del canale di accesso, aumentando la rifrazione dovuta al fondale, tenda ad anticiparne gli effetti, ovvero a far divergere i fronti d'onda propagantisi lungo il canale anticipatamente rispetto a quanto osservato per la configurazione attuale, la configurazione in oggetto tende però a far permanere uno stato di agitazione molto irregolare lungo lo sviluppo

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

del canale e, per alcune direzioni ( $70^\pm$  e  $80^\pm N$ ) abbastanza intenso. L'anticipo degli effetti di rifrazione infatti, pur determinando una riduzione dell'agitazione interna, implica anche il manifestarsi di un campo riflesso - particolarmente irregolare - indotto sul lato ridossato dalle opere di difesa esterne a parete verticale.



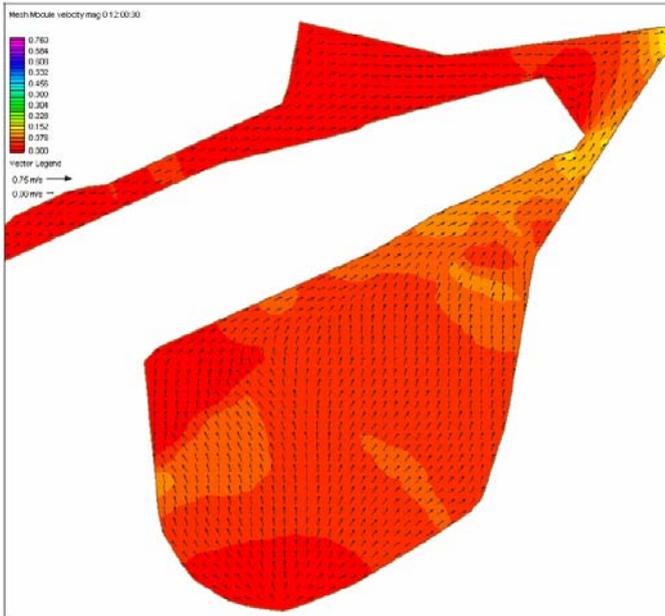
**Figura 1-37: Simulazione del moto ondoso all'interno dell'area portuale per l'approfondimento dei fondali. Campo del coefficiente di variazione per la dispersione direzionale sulla dominante  $90^\pm N$ . Moto ondoso frequente ( $T=6.0$  s)**

In riferimento invece alle possibili variazioni della circolazione idrica portuale nell'ambito degli studi specialistici a corredo del PRP 2007 del porto di Ravenna è stata svolta un'indagine volta a simulare il campo idrodinamico all'interno del porto di Ravenna (*"Studio della circolazione idrica portuale"*, (Modimar, 2007), mediante l'impiego di un modello matematico, in grado di fornire per i diversi scenari ipotizzati tutte le necessarie indicazioni sulle grandezze fisiche che caratterizzano la circolazione idrica portuale.

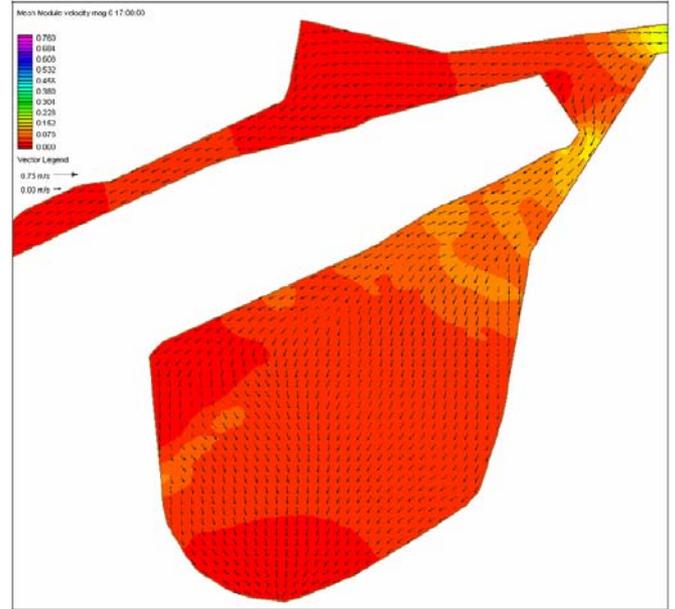
Lo studio si basa fra l'altro sull'ipotesi dell'invariabilità degli scambi idrici con la piallassa del Piombone nei diversi scenari ipotizzati. Tale ipotesi è supportata dalla relativa vicinanza della sezione di ingresso alla Piallassa all'imboccatura portuale, dalla invariabilità della sezione di accesso nei diversi scenari di riferimento e dalla invariabilità della piallassa stessa (sezione canali e superficie complessiva).

Sintetizzando i risultati raggiunti, rimandando per un maggior dettaglio alla lettura approfondita dello studio citato, nelle figure successive sono riportate le elaborazioni grafiche dei risultati ottenuti dall'applicazione del modello matematico per alcuni istanti giudicati rappresentativi ai fini dell'analisi del campo idrodinamico (*"ebb"* and *"flood"*

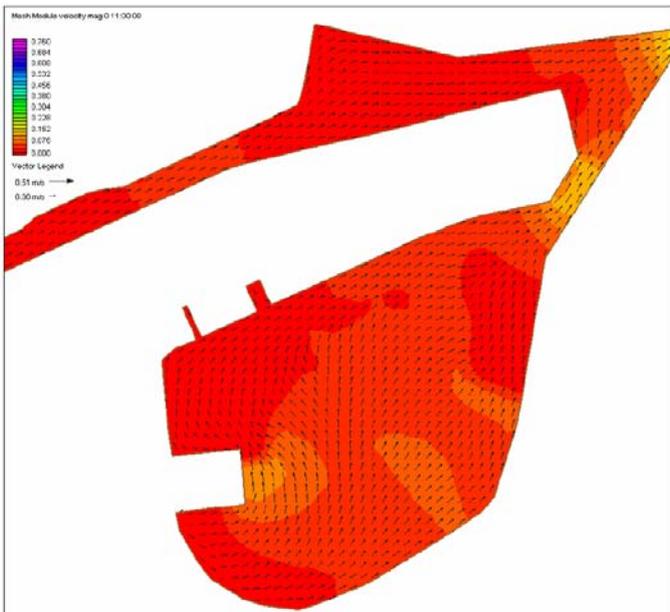
– massimi in ingresso ed in uscita) per lo stato attuale e per la configurazione prevista in progetto.



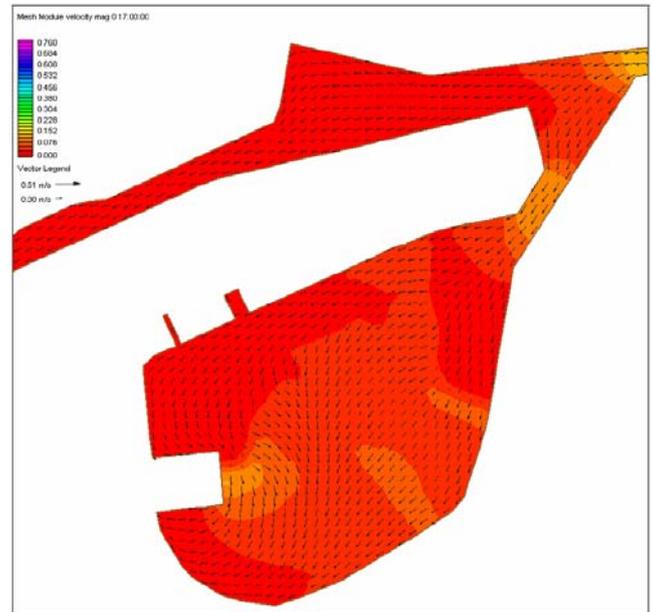
**Figura 1-38: Configurazione attuale - Campo idrodinamico alle ore 14.00 del 12/10/2003**



**Figura 1-39: Configurazione attuale - Campo idrodinamico alle ore 19.00 del 12/10/2003**



**Figura 1-40: Configurazione di progetto - Campo idrodinamico alle ore 14.00 del**



**Figura 1-41: Configurazione di progetto - Campo idrodinamico alle ore 19.00 del**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

**12/10/2003**

**12/10/2003**

Per le configurazioni ipotizzate, la velocità media (mediata su tutto lo specchio acqueo) della corrente all'interno della piallassa risulta rispettivamente  $V_{med}=0,042$  m/s e  $V_{med}=0,029$  m/s, con una diminuzione delle velocità della corrente della futura configurazione rispetto alla condizione attuale.

Ai fini della valutazione dell'entità degli scambi idrici porto-piallassa del Piombone, è stata calcolata la portata che fluisce attraverso il canale di collegamento fra il canale Candiano e la piallassa del Piombone. Negli scenari di riferimento l'area della sezione del canale cambia secondo il seguente quadro.

	Area sezione (m <sup>2</sup> )	Larghezza canale (m)	Profondità media (m)
Configurazione attuale	1171	123	-9,5
Configurazione PRP 2007	1538	140	-11,0

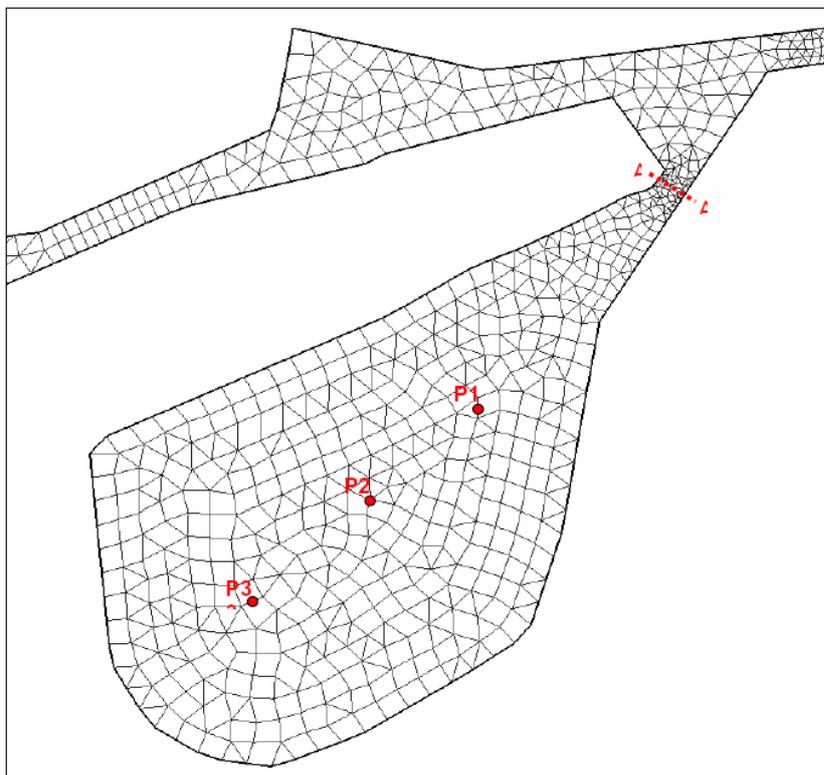
Si osserva come il valore della profondità media nella configurazione di progetto non sia esattamente pari a -11,50 m in virtù della profondità a margine della banchina Est pari a -7,5 m per una larghezza di 18 m.

La teoria delle oscillazioni mareali all'interno delle aree lagunari mostra che la sezione del canale di accesso influenza marginalmente i valori della portata di "scambio", che è invece funzione, a parità di lunghezza del canale e di scabrezza delle pareti, dell'ampiezza dell'oscillazione mareale imposta e della superficie dello specchio acqueo lagunare. In questo spirito si può prevedere che, stante la quasi invariabilità della superficie della Piallassa del Piombone nei diversi scenari, la portata non vari in modo significativo.

All'interno della piallassa sono stati descritti, rispettivamente per i tre punti P1, P2 e P3 scelti come rappresentativi dell'intera piallassa, gli andamenti dei moduli di velocità della corrente per le configurazioni individuate. Le osservazioni che possono essere fatte riguardano:

- nel punto P1, scelto nella piallassa ma vicino alla zona portuale di approfondimento a -11,5 m (dai -7,5 m attuali) secondo la futura configurazione la velocità è minore che nello stato attuale, in armonia con la conservazione dei volumi di scambio e l'aumento del tirante idrico nella zona ad esso prossima;
- nel punto P2, più lontano dalla zona portuale di approfondimento le differenze nei valori delle velocità sono marginali;

- nel punto P3 (più remoto idraulicamente) lo scenario si inverte, presentando valori della velocità nella configurazione futura maggiori che nello stato attuale, suggerendo una maggiore vivacità locale.



**Figura 1-42: Posizione dei punti di confronto e della sezione di computo della portata**

Come ultimo aspetto è stata svolta una valutazione delle oscillazioni massime e minime della superficie idrica nella Piallassa. La Tabella 4.1-1 mostra come i valori dell'oscillazione di marea nella piallassa sono praticamente inalterati nella configurazione futura rispetto a quella attuale.

	$\Delta h_{\max}$ (m)	$\Delta h_{\min}$ (m)
Configurazione attuale	0,396	-0,381
Configurazione di progetto	0,396	-0,379

**Tabella 1-16: Oscillazioni massime e minime ottenute dalle simulazioni effettuate con il modello SMS all'interno della piallassa del Piombone**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

Per ciò che riguarda la Pialassa Baiona non sono previsti in essa interventi diretti di modifiche dei fondali e quindi, conseguentemente, non si attendono interferenze dirette.

In riferimento agli impatti indiretti si ricorda che la pialassa riceve acque attraverso alcuni canali principali che recapitano ed immettono le acque dei rispettivi bacini scolanti; la circolazione è controllata da opere idrauliche, come paratoie regolabili e scolmatori, che possono isolare completamente alcune aree. Le portate di questi canali variano stagionalmente con la piovosità e in funzione della potenza degli impianti idrovori presenti.

Gli scambi d'acqua col mare avvengono grazie all'escursione di marea, tramite il tratto terminale del Canale Candiano.

La presenza di numerose paratoie, saracinesche, dispositivi di troppo pieno (stramazzi) ecc., che consentono la regolazione dei flussi in entrata e, in parte, della circolazione interna a seconda delle condizioni idriche presenti, attribuiscono un carattere di artificialità al sistema tale da rendere sostanzialmente ininfluenza ogni interferenza indiretta sulla pialassa Baiona a seguito dell'approfondimento del Canale Candiano, nel suo tratto terminale.

Per quanto concerne le variazioni delle concentrazioni nella nuova configurazione dei fondali, nell'ambito delle attività a corredo della redazione del PRP 2007 del Porto è stato svolto uno studio finalizzato a verificare l'andamento all'interno dell'area portuale delle concentrazioni di parametri significativi dal punto di vista delle qualità delle acque (*Studio della qualità delle acque portuali*, Modimar, 2007) simulando la configurazione attuale dell'area portuale e gli interventi di progetto.

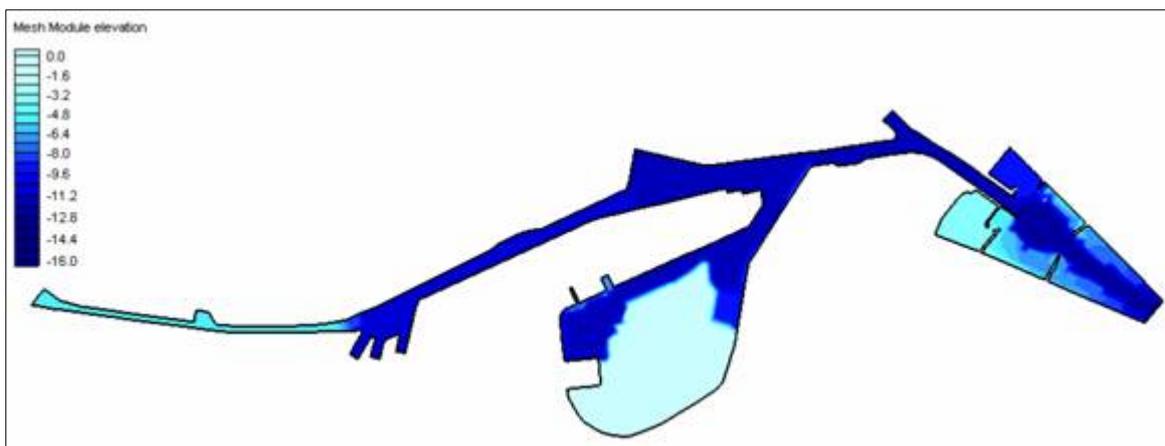
Il campo idrodinamico è stato determinato considerando le condizioni più gravose ai fini della circolazione idrica portuale, considerando cioè i campi di velocità generati dalle sole oscillazioni di marea ed in assenza di vento e moto ondoso.

Gli ultimi due fattori infatti contribuiscono in modo significativo (quando presenti) al mixing delle acque e quindi alla loro vivificazione. In

Figura 1-43 è riportata la batimetria utilizzata.

Il parametro scelto per la simulazione delle concentrazioni è l'ossigeno sciolto. Imponendo la concentrazione di ossigeno iniziale e le condizioni idrodinamiche che si vogliono simulare, è possibile valutare il decadimento della concentrazione dell'ossigeno per l'area portuale attuale.

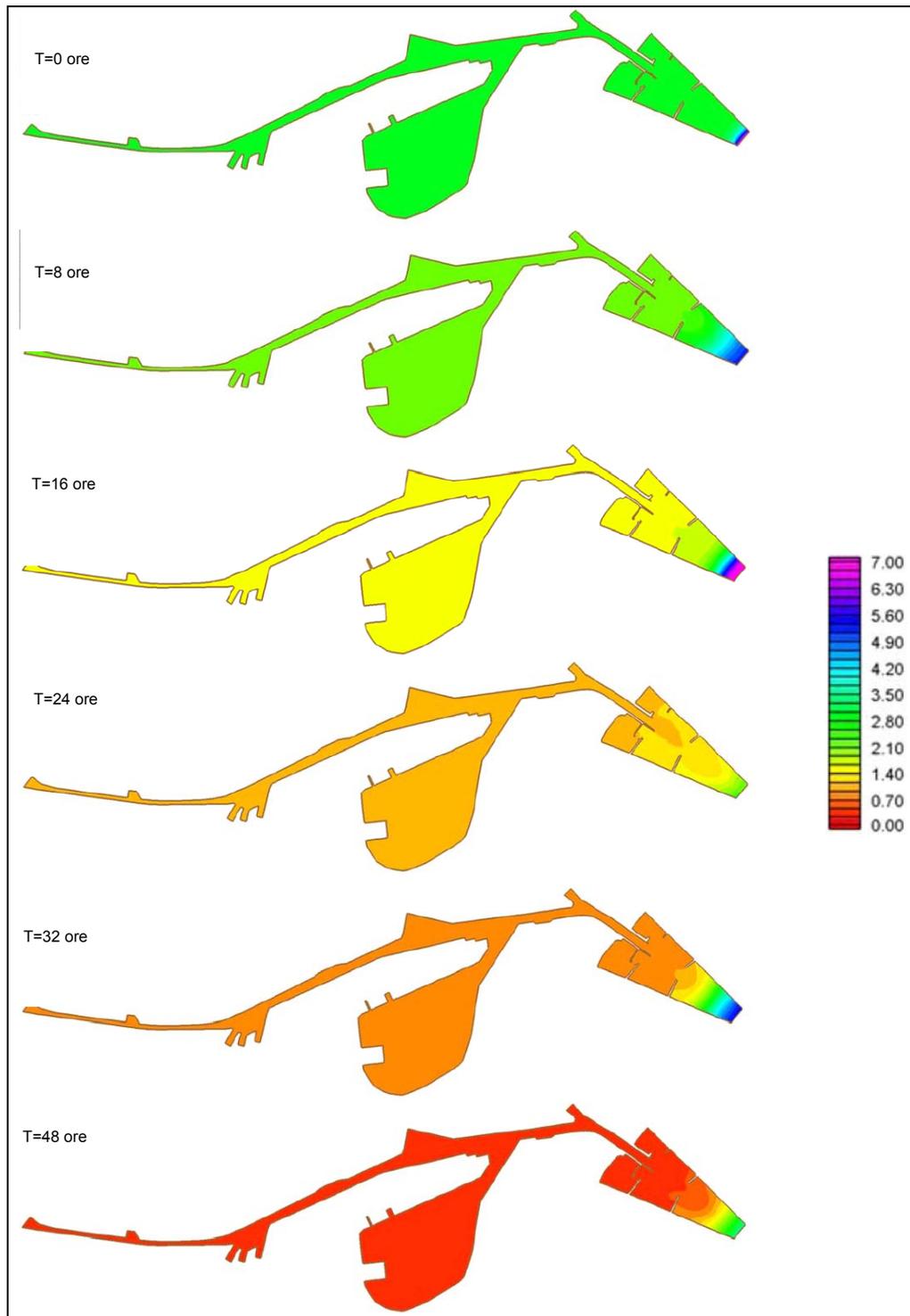
 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-43: Batimetria di riferimento con gli interventi di approfondimento dei fondali (Modimar, 2007)**

Nella nuova configurazione dei fondali si riscontra la stessa tendenza evolutiva osservata nel caso dello stato attuale (Figura 1-17): un ricambio significativo nella zona che va dall'imboccatura esterna ai moli guardiani del canale Candiano ed un decadimento dell'ossigeno disciolto nel resto dell'area portuale (Figura 1-44).

Ne consegue che la nuova configurazione dei fondali non ha effetti rispetto alla situazione attuale sull'andamento delle concentrazioni nell'area di intervento.



**Figura 1-44: Simulazione delle concentrazioni dell'ossigeno disciolto con l'approfondimento dei fondali (valori in mg/l) (Modimar, 2007)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

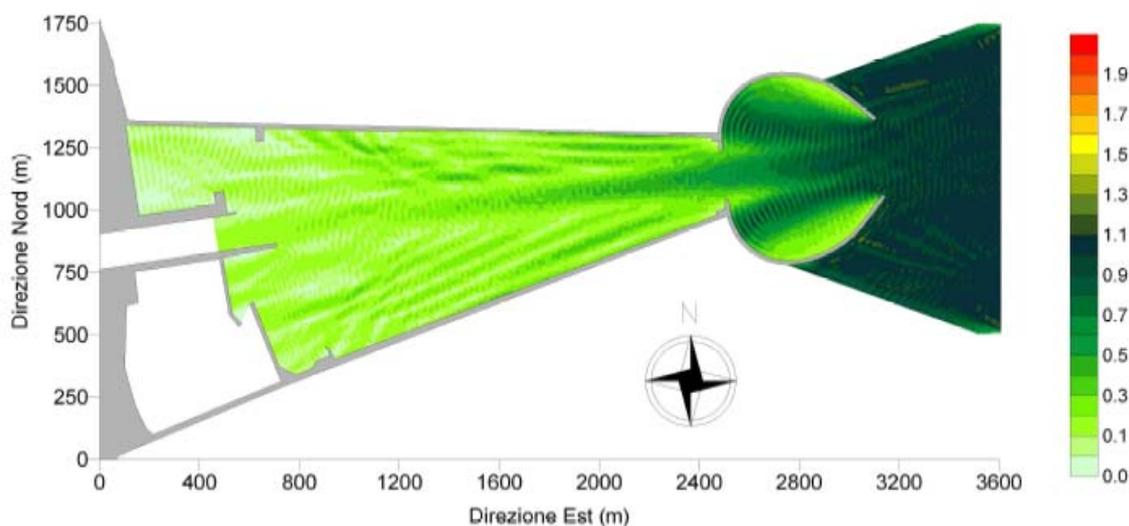
### 1.4.2.2. Le opere di difesa esterne

Le principali interferenze attese a seguito della realizzazione delle opere di difesa esterne sono principalmente riconducibili a:

- Variazioni del regime del moto ondoso;
- Variazione della dinamica costiera;
- Variazioni sulla propagazione dei livelli delle concentrazioni dei parametri qualitativi delle acque.

Per quanto concerne il primo aspetto, facendo riferimento allo '*Studio della penetrazione del moto ondoso e dell'agitazione interna*, (Modimar, 2006), si osserva che l'inserimento della nuova imboccatura portuale proposta determina un effettivo e decisivo miglioramento delle condizioni di agitazione interna come è osservabile in Figura 1-45 a confronto con la Figura 1-37.

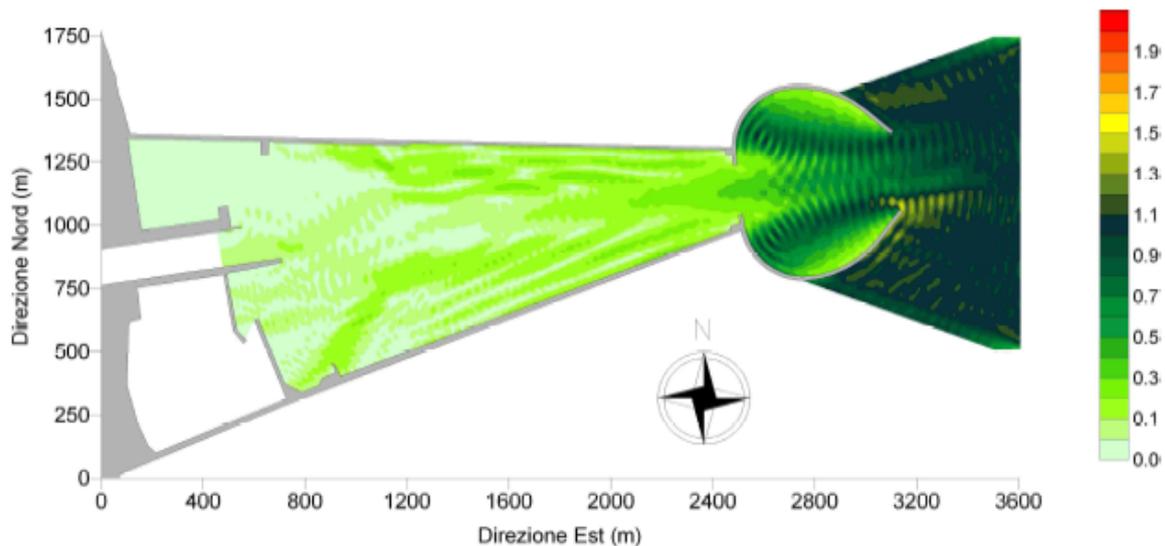
La nuova configurazione oltre a provocare un ulteriore anticipo degli effetti di rifrazione dovuti al canale dragato contiene efficacemente gli effetti del campo riflesso indotto dalle opere esterne, essendo il nuovo avamposto realizzato con opere a gettata e quindi con maggiori caratteristiche di assorbimento.



**Figura 1-45: Configurazione di progetto. Campo del coefficiente di variazione per la dispersione direzionale sulla dominante 90±N. Moto ondoso frequente (T=6.0 s)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

L'efficacia delle configurazioni variate del porto di Ravenna, in particolare modo delle configurazioni risulta ancora maggiore nel caso di condizioni di moto ondoso più estreme ( $T=8,0$  s). La maggiore lunghezza delle onde incidenti determina infatti un accentuarsi degli effetti di rifrazione e diffrazione con un conseguente ulteriore anticipo della deviazione dei fronti d'onda incidenti (Figura 1-46).

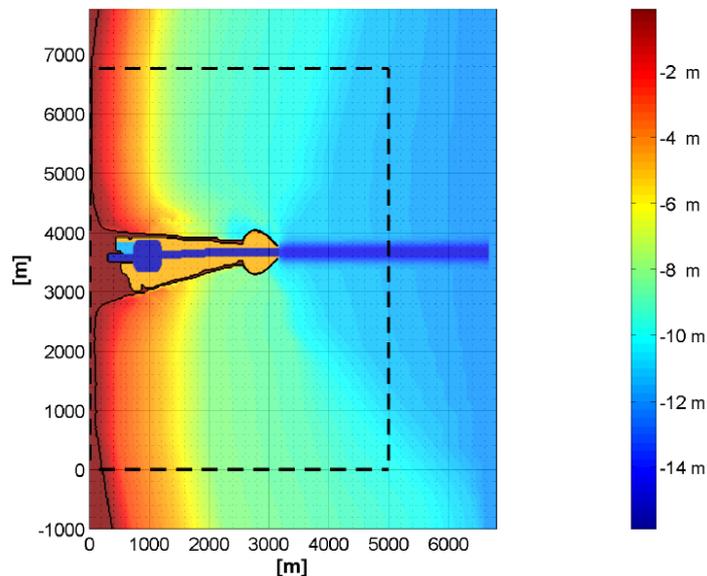


**Figura 1-46: Configurazione di progetto. Campo del coefficiente di variazione per la dispersione direzionale sulla dominante  $90\pm N$ . Moto ondoso estreme ( $T=8.0$  s)**

In conclusione quindi l'analisi e il confronto della agitazione e della penetrazione del moto ondoso all'interno del porto di Ravenna nelle diverse configurazioni analizzate indica come la tipologia, l'estensione e la disposizione delle opere esterne previste per la nuova imboccatura unitamente alla batimetria interna prevista in progetto, offrano una buona protezione al moto ondoso incidente, permettendo non solo di ridurre in modo significativo l'agitazione ondosa nell'area interna del porto, ma anche di garantire un qualche regolarità della stessa lungo lo sviluppo del canale e nell'area del cerchio di evoluzione. Tale risultato deriva non solo dall'anticipo degli effetti di rifrazione dovuti al canale dragato, ma anche dall'efficace contenimento degli effetti del campo di moto riflesso indotto dalle opere esterne.

Infine nello "Studio sulla dinamica costiera e sull'interrimento del canale di accesso" (Modimar, 2006) citato in precedenza, sono stati presi in esame gli eventuali fenomeni depositivi in corrispondenza dell'imboccatura portuale in progetto. La circolazione indotta è stata valutata considerando la sola influenza del moto ondoso che incide il litorale.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-47: Batimetria considerata per la simulazione numerica della configurazione portuale con nuova imboccatura**

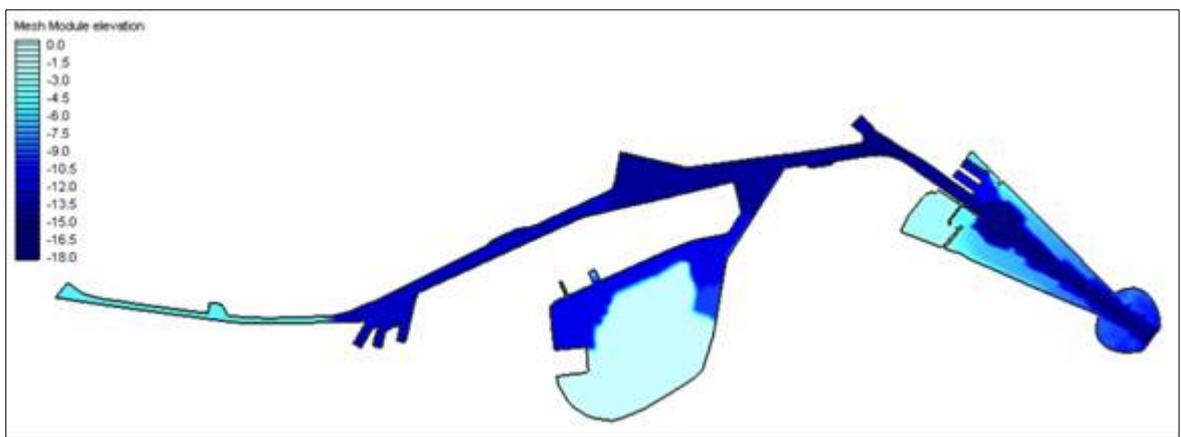
Come nella situazione attuale anche in questo caso si osserva il fenomeno del sovrizzo (wave setup) in corrispondenza della linea di riva, preceduto, lato mare, dal fenomeno del setdown. Le condizioni di moto ondoso simulate sono tutte caratterizzate da una direzione di propagazione diversa dalla perpendicolare rispetto a quella media della linea di riva, per cui la presenza delle opere portuali determina un gradiente di livello tra le zone poste a Nord e a Sud delle opere stesse. In particolare, soprattutto per le condizioni di moto ondoso proveniente da Nord–Est, si osserva un rincollo dei livelli in corrispondenza dell’opera esterna posta a Nord. La presenza dell’imboccatura a moli convergenti determina un aumento della zona di ombra caratterizzato da un limitato valore del sovrizzo, soprattutto nella zona posta a Sud del porto. Si osserva che il valore del sovrizzo massimo calcolato supera lievemente i 0,50 m (a Nord) soltanto per la condizione di moto ondoso W5 ( $H = 4.0$  m,  $T_p = 9.34$  s,  $\phi = 65^\circ N$ ), peraltro di limitata frequenza di occorrenza (circa 4.5 ore annuali).

Per quanto concerne le variazioni delle concentrazioni nella nuova configurazione dei fondali, anche in questo caso viene fatto riferimento allo ‘*Studio della qualità delle acque portuali*’, redatto da Modimar (2007).

In

Figura 1-48 è riportata la batimetria utilizzata. Il parametro scelto per la simulazione delle concentrazioni è l’ossigeno sciolto.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>



**Figura 1-48: Batimetria di riferimento con gli interventi di approfondimento dei fondali (Modimar, 2007)**

Anche nel caso della configurazione con le opere di difesa esterne (Figura 1-49) la serie temporale della grandezza ossigeno disciolto nelle diverse aree portuali non è differente da quanto osservato nello stato attuale (Figura 1-17) e per la configurazione di approfondimento dei fondali (Figura 1-44).

Le variazioni percentuali nelle diverse configurazioni analizzate del porto di Ravenna sono al di sotto del 3% e solo nell'avamposto; nel resto del porto canale le concentrazioni di ossigeno disciolto restano invariate.



**Figura 1-49: Simulazione delle concentrazioni dell'ossigeno disciolto con le opere di difesa esterne (valori in mg/l) (Modimar, 2007)**

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data:</b> Febbraio 2010	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Il risultato è comprensibile se si osserva che l'entità degli scambi idrici nelle tre configurazioni rimane essenzialmente invariata. Questo perché non varia l'area complessiva dello specchio portuale, come si osserva nella tabella sottostante.

	Assetto attuale	Approfondimento dei fondali	Opere di difesa esterne
Area dello specchio portuale	4.904.997	4.994.969	4.880.274
Variazione % rispetto allo stato attuale	---	-1,8%	-0,5%

Dunque, poiché la portata fluida scambiata in un ciclo mareale è essenzialmente proporzionale alla superficie libera del corpo idrico in comunicazione con il mare, ne consegue l'invarianza della portata scambiata nei tre scenari analizzati.

Vero è che l'approfondimento dei fondali implica, data la sostanziale invarianza delle portate, una diminuzione della velocità media nelle sezioni. Tuttavia tale diminuzione, molto benefica ai fini della navigabilità del porto, non appare peggiorativa nel bilancio complessivo della qualità delle acque.

#### **1.4.2.3. Esercizio delle attività portuali**

Nei confronti delle acque, l'esercizio di un porto può determinare un forte impatto dovuto all'insieme delle operazioni che si svolgono al suo interno.

Il traffico marittimo è tra le cause fondamentali dell'inquinamento marino all'interno del bacino portuale, dove, a causa della ridotta diluizione operata dall'acqua di mare si possono registrare delle concentrazioni di inquinanti estremamente elevate.

Si individuano diversi fattori di inquinamento idrico che schematicamente è possibile suddividere in classi, a seconda della loro provenienza:

- sostanze organiche, nutrienti e microbiotiche contenute nelle acque reflue scaricate a mare;
- inquinanti chimici derivanti dalle attività nautiche; fra questi, si citano i carburanti (contenenti metalli pesanti ed idrocarburi) utilizzati dalle imbarcazioni;
- microinquinanti metallici e gli idrocarburi presenti nelle sostanze adoperate per le operazioni di manutenzione dei natanti; le sostanze tossiche contenute nelle vernici antisalsedine utilizzate per il rimessaggio degli scafi; i detersivi sversati a mare a seguito di lavaggio delle imbarcazioni;
- residui galleggianti costituiti prevalentemente da sostanze plastiche, lentamente biodegradabili, nonché da oli e grassi rilasciati in mare dagli utenti della struttura portuale.

Il rilascio di suddetti inquinanti all'interno del bacino portuale dà luogo a diverse conseguenze:

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato: Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua</b>				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005 0</b>

- lo sversamento dei composti dell'azoto e del fosforo, può causare lo sviluppo di manifestazioni di eutrofizzazione, con conseguente deficit dell'ossigeno disciolto e, quindi, l'alterazione degli equilibri naturali dell'ecosistema;
- la putrefazione delle sostanze organiche sversate in mare o delle alghe comporta lo sviluppo di esalazioni maleodoranti, che arrecano considerevoli disturbi agli utenti delle strutture portuali;
- gli idrocarburi ed i metalli pesanti scaricati nello specchio d'acqua del porto possono essere assimilati dalle piante e dagli organismi animali viventi nell'ambiente portuale, con il rischio della loro introduzione nella catena alimentare;
- la presenza di residui galleggianti, oli, grassi, sostanze detergenti, oltre ad essere di per se dannose, ostacola il passaggio della luce attraverso la superficie dello specchio d'acqua ed inoltre, incide sull'estetica dell'area, deturpando la naturalità dei luoghi.

Altro pericolo per le acque dei bacini portuali può essere rappresentato dai possibili sversamenti accidentali di idrocarburi, quali combustibili e lubrificanti.

Questi sversamenti creano la formazione di film sottili di sostanze, che limitano l'ossigenazione delle acque in quegli ambienti aventi già uno scarso ricambio idrico ed un livello alquanto basso di ossigeno disciolto per la presenza di sostanze organiche biodegradabili.

L'inquinamento causato dal traffico marittimo si risente anche esternamente al limite della struttura portuale vera e propria, sia a causa del transito dei natanti che per la diffusione degli inquinanti verso l'esterno del bacino protetto, attraverso l'imboccatura. Infatti pur essendo molto elevato il potere diluente del mare aperto, la presenza di sostanze inquinanti può incidere su talune attività che si svolgono nelle aree limitrofe all'area portuale, quali la pesca e la balneazione.

In tal senso si deve tenere comunque ben presente che tali attività convivono già con la presenza e l'esercizio del porto di Ravenna, pertanto l'interferenza è essenzialmente legata all'aumento del traffico marittimo previsto che inevitabilmente può portare ad un aumento del rischio di inquinamento.

## 1.5. Misure mitigatrici

Durante la fase di realizzazione degli interventi dovrà essere posta la massima attenzione al fine di evitare ulteriori contaminazioni a spese di un sistema già in parte alterato.

Particolare cura dovrà essere posta nella scelta dell'ubicazione dei cantieri e nella conduzione degli stessi, che seguiranno tutte le prescrizioni tecniche vigenti al riguardo. Tuttavia questi aspetti dovranno essere affrontati in dettaglio nelle successive fasi progettuali.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>					
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua					
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>	<b>0</b>

Di seguito si ricordano alcune delle misure di mitigazione che potranno essere adottate in relazione alle operazioni di dragaggio che, come visto, rappresentano una delle azioni di progetto a maggior impatto nei confronti della componente in esame:

- Utilizzo di draghe che realizzano un basso inquinamento attorno alla zona scavata. Per ridurre il fenomeno della torbidità è preferibile l'utilizzo di un dragaggio per via idraulica, realizzato mediante pompe di aspirazione in grado di aspirare una miscela costituita da acqua e materiale sciolto del fondo.
- Utilizzazione di tecnologie di dragaggio e salpamento atte a massimizzare la conservazione della compattezza del materiale stesso e minimizzare le manipolazioni al fine di contenere il rilascio di porzioni pulverulente di sedimento in mare.
- Massimo riutilizzo del materiale dragato per i fabbisogni del cantiere.
- Attivazione di un sistema di sorveglianza continua delle lavorazioni e della qualità dei materiali.
- Concentrazione temporale dei lavori che comportano movimentazione di sedimenti e quindi delle operazioni di dragaggio per ridurre al minimo gli impatti sui fondali.
- Realizzazione di un piano di monitoraggio sia in fase di costruzione che in fase di gestione.

 <b>AUTORITA' PORTUALE DI RAVENNA</b>	<b>Progetto Generale delle Opere di approfondimento dei fondali previste nel Piano Regolatore Portuale 2007 del Porto di Ravenna</b>	<b>Raggruppamento: Modimar (capogruppo) – Seacon</b>				
		<b>Titolo elaborato:</b> Titolo elaborato: S.I.A. – Vol. C2 –Quadro di Riferimento Ambientale - Acqua				
		<b>Data: Febbraio 2010</b>	<b>AA</b>	<b>10</b>	<b>R</b>	<b>005</b>

## 2. ALLEGATI

Tavola 14: Carta della Freatimetria (scala 1:20.000)

Tavola 15: Carta della Profondità della tavola d'acqua (scala 1:20.000)