



UNIVERSITÀ  
della  
Toscana

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina  
DEB – Università degli Studi della Toscana



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prot. **0007947** del 25/05/2015 ore 13:21.05

Tit.

Registro E



ALLA C. A  
ING. CAUGGEO BURGIO

**RAPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO  
PROGETTO DI RICERCA E MONITORAGGIO  
DELL' AMBIENTALE MARINO NELL' AREA COMPRESA TRA  
MARINA DI TARQUINIA E SANTA SEVERA**

**MAGGIO 2015**

Riferimento	Data	Num. Pag.	Revisione
REL-218-MON-0515-AP	22/05/2015	28	1.0
Redatto			
Dott. ssa Viviana Piermattei			
Dott. Riccardo Martellucci			
Approvato			
Prof. Marco Marcelli			
Dipartimento di Scienza Ecologiche e Biologiche (DEB) L.go dell'Università s.n.c VT) Tel/Fax +39 0766 366538			

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO ATTRAVERSO STAZIONI FISSE DI MISURA</b>	<b>4</b>
	3.1 Stazione di prossimità	4
	3.2 Stazione di zero	5
<b>4</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE ACQUE</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>MONITORAGGIO DEI SEDIMENTI MARINI</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>MONITORAGGIO DEI SEDIMENTI REFLUITI IN COLMATA</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>MONITORAGGIO DELLA <i>POSIDONIA Oceanica</i></b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>MONITORAGGIO DELLE BIOCENOSI BENTONICHE</b>	<b>17</b>
<b>9.</b>	<b>ATTIVITA' SCIENTIFICHE INTEGRATIVE</b>	<b>20</b>
<b>10.</b>	<b>RISULTATI DELLA RICERCA</b>	<b>21</b>
<b>11.</b>	<b>ELENCO DEGLI ALLEGATI</b>	<b>22</b>

## 1. PREMESSE

Il Comitato Interministeriale per la Programmazione Economica (C.I.P.E.), con le Delibere n. 140 del 21.12.2007 e n. 2 del 25.01.2008 ha approvato, ai sensi e per gli effetti dell'art.166 del D.lgs 163/2006, con le prescrizioni e le raccomandazioni proposte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, prot. DSA\_2006\_0021173, il progetto definitivo "Opere Strategiche per il Porto di Civitavecchia – Primo lotto funzionale - prolungamento antemurale Cristoforo Colombo, Darsena Traghetti e Servizi".

Tra l'altro, le suddette Delibere prevedono che: "i progetti esecutivi dovranno contenere in forma chiara ed esplicita tutti gli accorgimenti necessari affinché non si superino, durante le fasi di cantiere e di esercizio, i limiti di legge previsti per ciascun agente impattante, verificandoli mediante il monitoraggio ambientale."

L'Autorità Portuale di Civitavecchia pertanto, nell'ambito di tutta una serie di attività promosse con l'obiettivo di definire un quadro unitario di conoscenza dello stato dell'ambiente e al fine di prevedere e predisporre eventuali misure mitigative per la salvaguardia della salute umana e dell'ambiente ha disposto che, durante le fasi di cantiere e di esercizio del "Primo lotto funzionale delle Opere Strategiche per il Porto di Civitavecchia", venisse attuato un Piano di Monitoraggio dell'ambiente marino costiero, conforme al Piano di monitoraggio ante opera svolto dal RTI Co.Ni.Sma, assegnatario del relativo contratto, rep.2547 del 15.11.2000, ed esteso all'unità fisiografica compresa tra S.Severa (RM) e Lido di Tarquinia (VT).

L'AP, con nota prot.766 del 17.01.2012 ha trasmesso al Dir. Gen. per le Valutazioni Ambientali e alla CTVIA del MATTM, la documentazione concernente il progetto esecutivo del I Lotto funzionale delle OS per il porto di Civitavecchia e i progetti esecutivi delle opere di compensazione e del suddetto Piano di Monitoraggio. E' stata pertanto avviata la Procedura di Verifica di Attuazione (ex. art. 185 commi 6 e 7 D.Lgs.163/06) delle prescrizioni contenute nel parere del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, prot. DSA\_2006\_0021173 del 08.08.2006, conclusasi con esito positivo con Determina Direttoriale prot. DVA-2014-15194 del 21.05.2014 e reiterando alle successive fasi dell'istruttoria l'attuazione delle altre prescrizioni previste dalle succitate Delibere.

## 2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ

Unitamente ai progetti definitivi delle opere marittime, sono stati approvati i progetti definitivi delle opere di compensazione ambientale oggetto delle prescrizioni di seguito riportate: *“I progetti esecutivi dovranno contenere in forma chiara ed esplicita tutti gli accorgimenti previsti affinché non si superino, durante le fasi di cantiere e di esercizio, i limiti di legge previsti per ciascun agente impattante, verificandoli mediante il monitoraggio ambientale. La verifica di ottemperanza è a cura del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM)”*.

Il progetto di ricerca e monitoraggio dell’ambiente marino prevede lo svolgimento delle seguenti attività:

- studio e monitoraggio attraverso stazioni fisse di misura;
- caratterizzazione della colonna d’acqua durante la fase di cantiere;
- caratterizzazione dei fondali marini durante la fase di cantiere;
- caratterizzazione della qualità dei materiali dragati e refluiti in colmata;
- studio delle praterie di *Posidonia oceanica*;
- studio degli ecosistemi bentonici.

Di seguito vengono riassunte le attività che sono state effettuate nel corso del progetto e riportati brevemente i risultati.

## 3. STUDIO MONITORAGGIO ATTRAVERSO STAZIONI FISSE DI MISURA

### 3.1 Stazione di prossimità

La stazione di prossimità, installata presso la banchina n.26 del Porto di Civitavecchia è costituita da un insieme di sensori assemblati ad hoc per che misurano i parametri temperatura, conducibilità, salinità, densità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a, torbidità, e da un sistema di acquisizione dei dati, programmato in modo tale da acquisire dati ogni 20 minuti che vengono trasmessi giornalmente al CED dell’Autorità Portuale, dopo essere stati sottoposti ad un

processo di controllo di qualità da parte del personale del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina.

I dati sono stati utili a costruire una serie temporale al fine di poter studiare le variazioni nel tempo delle caratteristiche delle masse d'acqua che interessano l'area di scambio tra la parte interna e l'imboccatura del Porto di Civitavecchia.

Nel corso delle varie fasi di lavoro non sono state rilevate particolari anomalie ed i dati sono stati utilizzati per diverse pubblicazioni su riviste internazionali.

### 3.2 Stazione di zero

La stazione di zero, installata il 16 febbraio 2012 a circa 1 miglio di distanza dall'antemurale del Porto di Civitavecchia, era costituita da una piattaforma galleggiante, equipaggiata con un sistema di sensori di sensori assemblati *ad hoc* per la misura de seguenti parametri: temperatura, conducibilità, salinità, densità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a, torbidità. I sensori erano gestiti da un sistema di acquisizione dati, programmato in modo tale da acquisire dati ogni 20 minuti che venivano trasmessi giornalmente al CED dell'Autorità Portuale, dopo essere stati sottoposti ad un processo di controllo di qualità da parte del personale del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina.

Nel corso delle varie fasi di lavoro si è intercorsi in diverse problematiche (ribaltamento in data 31.08.2012 ed infine scomparsa in data 03.12.2012), che hanno portato alla variazione del punto di installazione della stazione di zero in un sito più idoneo e che garantisca allo stesso tempo un buon idrodinamismo ed una maggiore sicurezza nella continuità del dato.

Dai diversi sopralluoghi effettuati nell'area è stato individuato il sito più idoneo all'installazione della stazione di misura: il porticciolo del Villaggio del Fanciullo. E' stato quindi firmato un Protocollo d'Intesa, tra il LOSEM DEB dell'Università degli Studi della Tuscia ed il rappresentante della Repubblica dei Ragazzi, per concordare attività congiunte e l'installazione della stazione di misura fissa.

Il giorno 14.05.2014 il personale tecnico scientifico del LOSEM ha effettuato l'installazione della stazione fissa, anche attraverso il supporto degli Operatori Tecnici Subacquei (OTS) della ditta CO.SE.PO., che si sono occupati del fissaggio della struttura alla banchina.

La stazione di misura è costituita da una serie di sensori per la misura dei seguenti parametri: temperatura, conducibilità (salinità e densità), ossigeno disciolto, pH, fluorescenza della clorofilla *a*, torbidità. I sensori vengono gestiti da un sistema di acquisizione dati, il datalogger CR1000, che integra anche il dispositivo di trasmissione dei dati GSM. Il sistema di alimentazione è costituito da un pannello solare e da un accumulatore che fornisce energia in mancanza di illuminazione solare, al fine di garantire il funzionamento della stazione anche in caso di maltempo.

I dati, che vengono acquisiti ad intervalli di 20 minuti, vengono inviati ad un portale creato ad hoc dal LOSEM, e, dopo un processo di controllo di qualità e calibrazione, vengono trasferiti sul sito *ftp* dell'Autorità Portuale di Civitavecchia per la visualizzazione all'interno del portale ambientale dell'Autorità stessa.

Ad integrazione delle misure acquisite attraverso le stazioni di misura fisse, dal periodo della scomparsa della boa oceanografica, è stata sviluppata una strategia integrata di monitoraggio e analisi. È stato quindi portato avanti un sistema che integrasse una serie di campagne di misura in corrispondenza del sito di ormeggio della boa oceanografica con sonde multiparametriche, campagne di campionamento dell'acqua per l'analisi della biomassa fitoplanctonica e del solido sospeso ed analisi dei dati satellitari di clorofilla e solido sospeso dell'area oggetto di studio. I risultati ottenuti dalle varie attività hanno permesso di raccogliere dati utili ad integrare la mancanza dei dati acquisiti dalla boa oceanografica ed ad effettuare un confronto con la stazione di misura all'interno del porto.

Il monitoraggio delle acque marine è quindi costituito da un sistema integrato composto da:

- stazione di misura fissa in Banchina n.26;
- stazione di Zero installata presso il Villaggio del Fanciullo;
- campagne di misura con sonde multiparametriche e campionamenti di acqua presso il punto boa precedentemente identificato;
- elaborazione di dati satellitari di clorofilla e solido sospeso superficiale.

Nel corso delle varie fasi di lavoro non sono state rilevate particolari anomalie ed i dati sono stati utilizzati per diverse pubblicazioni su riviste internazionali.

#### 4. CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE

Le attività hanno riguardato la realizzazione delle seguenti campagne di misura e campionamento: n.6 campagne in situ, effettuate tra il 15 settembre ed il 25 ottobre 2012, per la raccolta, in totale, di 18 campioni di acqua di mare; n.18 campagne in situ, effettuate tra il 1 novembre 2012 ed il 30 marzo 2013, per la raccolta, in totale, di 54 campioni di acqua di mare; n.6 campagne in situ, effettuate tra il 1 giugno 2013 ed il 30 maggio 2014, per la raccolta, in totale, di 18 campioni di acqua di mare; n.6 campagne in situ, effettuate tra il 1 giugno 2014 ed il 30 aprile 2015, per la raccolta, in totale, di 18 campioni di acqua di mare.



Fig.1 Piano di campionamento

I campioni di acqua prelevati sono stati sottoposti all'analisi dei seguenti parametri: coliformi

totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, spore di clostridi solfito riduttori, enterovirus, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, azoto totale, fosforo totale, alluminio, mercurio, cadmio, antimonio, arsenico, berillio, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco, cianuri, composti organostannici.

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva delle campagne effettuate nelle tre fasi di lavoro: Ante Operam, Cantiere e Post Operam fino ad aprile 2015.

Tabella Campagne di Campionamento Acqua

Campagna	Data	Nome Stazione	Latitudine	Longitudine	Profondità della Stazione (m)
BA_1	18/09/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
BA_2	02/10/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
BA_3	04/10/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
BA_4	11/10/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
BA_5	17/10/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
BA_6	22/10/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
FDA_1	19/11/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15



		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_2</b>	26/11/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_3</b>	11/12/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_4</b>	13/12/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_5</b>	20/12/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_6</b>	27/12/2012	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_7</b>	08/01/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_8</b>	17/01/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_9</b>	24/01/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_10</b>	30/01/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA_11</b>	13/02/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15

		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FDA12</b>	18/02/2013	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_13</b>	27/02/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_14</b>	28/02/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_15</b>	04/03/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_16</b>	07/03/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_17</b>	14/03/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FDA_18</b>	22/03/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FPOA_1</b>	18/06/2013	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FPOA_2</b>	08/19/13	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
<b>FPOA_3</b>	10/15/13	STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6



		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_4</b>	18/12/13	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_5</b>	03/12/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_6</b>	05/22/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_7</b>	07/23/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_8</b>	09/29/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_9</b>	11/20/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_10</b>	12/18/14	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_11</b>	01/08/15	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60
<b>FPOA_12</b>	03/19/15	STPT01	42°07.191'	11°45.809'	6
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'	15
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'	60

I campionamenti dell'acqua sono stati effettuati sulla quota superficiale per quanto attiene i

seguenti parametri: coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, spore di clostridi solfito riduttori, enterovirus, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, azoto totale; fosforo totale, cianuri, composti organostannici. Per quanto attiene i metalli pesanti (alluminio, mercurio, cadmio, antimonio, arsenico, berillio, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco) il campionamento è stato effettuato per mezzo di una bottiglia Niskin con la quale è stato possibile prelevare l'acqua a differenti quote per ottenere un campione integrato lungo la colonna d'acqua, come di seguito presentato:

- Quota di prelievo STPT01: superficiale
- Quota di prelievo STPT02: integrata superficie + 7m
- Quota di prelievo STPT03: integrata superficie + 20m + 40m

Durante ogni campagna, in corrispondenza di ciascuna stazione, sono stati effettuati dei profili verticali dei principali parametri della colonna d'acqua (pressione, temperatura, conducibilità, salinità, pH, ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla a) con una sonda multiparametrica.

Le analisi effettuate nel corso delle diverse campagne non hanno evidenziato valori anomali, per quanto attiene i parametri di riferimento per le acque di scarico superficiali, valori al di sopra dei limiti previsti dalla normativa nazionale (D. Lgs 152/06 Parte Terza, Allegato 5 Tab. 3).

## 5. CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI MARINI

Le attività hanno riguardato la realizzazione delle seguenti campagne di campionamento: n.1 campagna in situ, effettuata il giorno 11 ottobre 2012, per la raccolta, in totale, di 6 campioni di sedimento marino; n.2 campagne in situ, effettuate il giorno 10 gennaio 2013 ed il giorno 19 febbraio 2013, per la raccolta di 6 carote di sedimento marino, per un totale di 12 campioni.

I prelievi di sedimento sono stati eseguiti utilizzando un carotiere a gravità leggero (UWITEC) acqua-sedimento con supporto di massa battente in grado di campionare cores di sedimento indisturbato fino alla profondità di circa 1m; da ogni carota sono state prelevate 2 sezioni rappresentative delle quali una dal sedimento superficiale.

I campioni di sedimento prelevati sono stati sottoposti all'analisi dei seguenti parametri:

coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonella, spore di clostridi solfito riduttori, enterovirus, idrocarburi totali, IPA, PCB, pesticidi organoclorurati, azoto totale, fosforo totale, alluminio, mercurio, cadmio, antimonio, arsenico, berillio, cromo, nichel, piombo, rame, selenio, vanadio, zinco, cianuri, composti organostannici; granulometria.

Tabella Campagne di Campionamento Sedimenti

Campagna	Data	Stazione	Latitudine	Longitudine
<b>BAS_1</b>	11/10/12	STPT01	42°07.191'	11°45.809'
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'
<b>FDS_1</b>	10/01/13	STPT01	42°07.191'	11°45.809'
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'
<b>FDS_2</b>	19/02/13	STPT01	42°07.191'	11°45.809'
		STPT02	42°06.831'	11°45.269'
		STPT03	42°06.549'	11°43.048'

Le analisi effettuate nel corso delle diverse campagne non hanno evidenziato valori anomali, o valori al di sopra dei limiti riportati nei testi di riferimento nazionale (Manuale per la movimentazione di sedimenti marini ICRAM-APAT Tabella 2.3B – Livello Chimico Limite (LCL) ).

## 6. CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI REFLUITI IN COLMATA

Durante la Fase di Cantiere sono stati effettuati campionamento e analisi di n.40 campioni di sedimento, su cui sono state condotte le analisi chimiche, fisiche e microbiologiche, così come previsto dal DM 24 gennaio 1996, Allegato B1 “Materiali di Dragaggio Portuale” per quanto attiene alla caratterizzazione dei sedimenti provenienti da attività di dragaggio portuale, e sulla base delle

linee guida individuate dal 'Manuale per la Movimentazione dei Sedimenti Marini' (APAT-ICRAM) nell'ambito della movimentazione e gestione dei sedimenti provenienti da attività di dragaggio portuale. Le attività sono state effettuate al fine di accertare in corso d'opera l'idoneità fisico-chimico-biologica dei sedimenti dragati e refluiti in colmata.

I campioni di sedimento prelevati sono stati sottoposti all'analisi dei seguenti parametri: granulometria (scala Wentworth), % umidità, peso specifico : mercurio, cadmio, piombo, arsenico, cromo totale, rame, nichel, zinco, alluminio, idrocarburi totali, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati, sostanza organica totale, azoto totale, fosforo totale, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, salmonelle, spore di clostridi solfito riduttori.

Le attività sono state effettuate nel periodo compreso tra il 19.11.2012 ed il 31.01.2013, durante il quale sono state effettuate n.4 campagne di campionamento, durante le quali sono stati campionati un totale di n.40 campioni.

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva delle attività di campionamento.

Tabella Campagne di Campionamento Sedimenti Refluiti in Colmata

Campagna	Data	Ora	Nome Campione
VC_1	19/11/2012	10:35	DPT01
		14:20	DPT02
VC_2	26/11/2012	08:20	DPT01
		11:20	DPT02
VC_3	11/12/2012	09:20	DPT01
		14:30	DPT02
VC_4	13/12/2012	10:20	DPT01
		14:20	DPT02
VC_5	08/01/2013	10:20	DPT01
		12:20	DPT02
		14:20	DPT03



VC_6	10/01/2013	12:00	DPT01
		14:00	DPT02
		15:00	DPT03
VC_7	17/01/2013	11:00	DPT01
		11:30	DPT02
		12:00	DPT03
		12:30	DPT04
		13:00	DPT05
		13:30	DPT06
		13:45	DPT07
		14:00	DPT08
		14:30	DPT09
		15:00	DPT10
VC_8	20/01/2013	09:00	DPT01
		09:30	DPT02
		10:00	DPT03
		10:30	DPT04
		11:00	DPT05
		11:30	DPT06
		12:00	DPT07
		12:30	DPT08
		13:00	DPT09
		13:30	DPT10
VC_9	22/01/2013	09:30	DPT01
		10:30	DPT02
		11:30	DPT03

		13:30	DPT04
		14:30	DPT05
		15:30	DPT06

Le analisi effettuate nel corso delle diverse campagne non hanno evidenziato valori anomali, o valori al di sopra dei limiti riportati nei testi di riferimento nazionale (Manuale per la movimentazione di sedimenti marini ICRAM-APAT Tabella 2.3B – Livello Chimico Limite (LCL)).

## 7. STUDIO DELLA *POSIDONIA Oceanica*

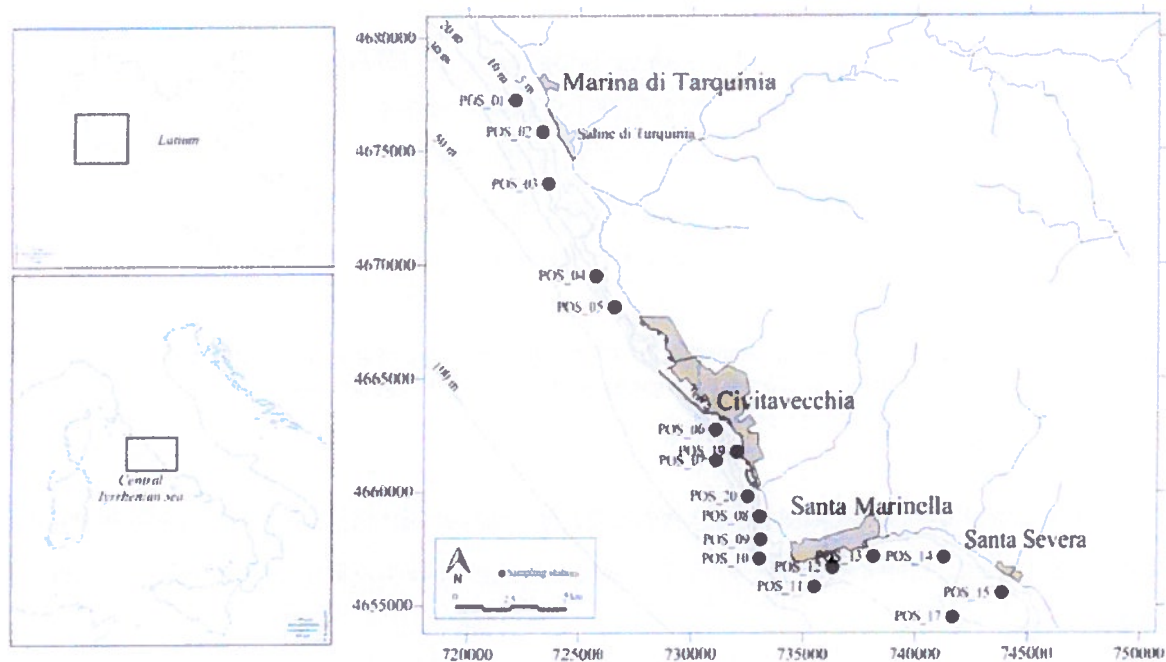
Per quanto attiene la caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* sono state eseguite campagne di campionamento tra maggio e giugno del 2013 e novembre 2014, dagli operatori subacquei del Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia marina. Mediante rilievi in immersione subacquea, sono state eseguite misure *in situ* ed effettuati campionamenti di tipo distruttivo in 18 punti compresi tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, che hanno permesso di valutare lo stato di salute delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti in questo tratto di costa.

Il campionamento è stato effettuato in 18 stazioni, comprese tra 7.5 e 16 m di profondità, riportate di seguito in Tabella, lungo il tratto di costa compreso tra Marina di Tarquinia e Santa Severa.

Stazioni	Coordinate geografiche WGS 84 in gg° mm.mm'		
	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
CV01 – POS.01	42°13.07'	11°41.42'	12
CV03 – POS.02	42°12.33'	11°42.27'	9
CV05- POS.03	42°11.07'	11° 42.43'	9
CV09- POS.04	42°08.82'	11°43.88'	9
CV10- POS.05	42°08.08'	11°44.43'	7.5
CV14- POS.06	42°07.10'	11°45.20'	11



CV18- POS.07	42°03.03'	11°48.93'	8.5
CV19- POS.08	42°01.88'	11°54.88'	10
CV21- POS.09	42°01.98'	11°48.93'	16
CV23- POS.10	42°02.43'	11°48.98'	11
CV25- POS.11	42° 04.34'	11°48.05'	14
CV33- POS.12	42°01.28'	11°50.68'	12
CV34- POS.13	42°01.72'	11°51.27'	10
CV36- POS.14	42°01.98'	11°52.60'	10
CV40- POS.15	42°00.97'	11°56.68'	10
POS.17	42°00.4'	11°55.0'	13.5
POS.19	42° 4.81'	11° 47.84'	7.5
POS.20	42°3.33'	11°48.76'	10



**Fig. 2** Piano di campionamento per il monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* nell'intera area di studio

Sulle stazioni sopra riportate sono stati eseguiti i campionamenti per la stima dei descrittori strutturali (densità assoluta, densità relativa e copertura del substrato) e funzionali (fenologia) dello

stato di salute delle praterie.

I dati raccolti durante questa prima campagna di campionamento sono stati oggetto di diversi lavori scientifici e di pubblicazione internazionale.

### 7.1. Studio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* (balisage)

Le attività di monitoraggio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* (balisage) nell'area di studio tra Marina di Tarquinia e Santa Severa (Mar Tirreno, Lazio, Italia) hanno riguardato il prelievo dei dati strutturali delle praterie, il campionamento distruttivo dei fasci fogliari finalizzato alle analisi fenologiche, il prelievo di sedimento per le analisi granulometriche ed infine la registrazione dei parametri qualitativi. Le operazioni di balisage sono state effettuate in 4 stazioni (tab 1) seguendo il protocollo adottato dal *Reseau de Surveillance Posidonies* (Bertrand *et al.*, 1986).

Stazione	Località	Latitudine; Longitudine (WGS84)	Profondità
PB0	"San'Agostino"	42.15789 N; 011.72045 E	~ 19.5
PB1	"La Frasca"	42.14562 N; 011.72827 E	~ 21 m
PB2	Capo Linaro	42.03780N; 011.81564 E	~ 20 m
PB3	Santa Marinella	42.02007 N; 011.85164 E	~ 13 m

**Tab 1.** Località, Coordinate UTM e profondità dei 4 siti individuati per il monitoraggio del limite inferiore delle praterie di *Posidonia oceanica* presenti nell'area di studio.

Su ciascun sito viene effettuato un monitoraggio di controllo nel quale sono stati controllati i parametri caratteristici dell'indagine (tab 2), al fine di valutare la tendenza evolutiva della prateria oggetto di studio.

Parametro	Unità di misura	Sintesi
Scalzamento dei rizomi ortotropi	centimetri	cm

Scalzamento dei rizomi plagiotropi	centimetri	cm
Profondità limite inferiore	metri	m
Tipo di limite	1=netto 2=progressivo 3=erosivo 4= regressivo	1-2-3-4
Scalzamento della prateria	% n. rizomi scalzati/n. rizomi totali	%
Portamento rizomi (% rizomi plagiotropi)	% rizomi plagiotropi	%
Distanza dal picchetto n.1 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.2 al limite inf.	centimetri	cm
Distanza dal picchetto n.3 al limite inf.	centimetri	cm

**Tab. 2.** Parametri prelevati in prossimità del limite inferiore della prateria e relative unità di misura.

In corrispondenza di ognuna delle praterie considerate, sono stati posizionati i picchetti per il monitoraggio del limite inferiore, (nel maggio-giugno 2014 per i punti PB1, PB2, PB3 e nel febbraio-marzo 2015 per il punto PB0). Per ciascuna stazione sono stati posizionati n.3 picchetti, ad una distanza di 5 m l'uno dall'altro.

Per ciascuna delle quattro praterie di *Posidonia oceanica* identificate, sarà controllato con cadenza semestrale l'eventuale arretramento del limite inferiore mediante la tecnica del *balisage*, come previsto dal DLGS 3 aprile 2006 n° 152 e sue modifiche apportate con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare 14 aprile 2009 n° 56, per i metodi di campionamento degli elementi di qualità biologica si fa riferimento al manuale APAT 46/2007, ai manuali ISPRA ed ICRAM per le acque marino-costiere e di transizione e alle "Metodologie Analitiche di Riferimento (Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001- 2003)" Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM, Roma 2001 e successivi aggiornamenti).

## 8. STUDIO DELLE BIOCENOSI BENTONICHE

L'obiettivo principale di questo campionamento è quello di caratterizzare e descrivere la struttura del popolamento macrozoobentonico di fondo mobile nell'area compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, allo scopo di studiare composizione specifica e struttura trofica delle biocenosi presenti e le potenziali variazioni che possono intercorrere nel tempo.

Lungo il tratto costiero compresa tra Marina di Tarquinia e Santa Severa, sono state eseguite 30 stazioni nel mese di luglio 2013, le cui coordinate sono riportate di seguito nella tabella.

Stazione	Coordinate geografiche WGS84 in gg° mm.mm'		
	Latitudine	Longitudine	Profondità (m)
B01	42° 12.926'	11° 40.585'	24.8
B02	42° 12.817'	11° 40.371'	28.2
B03	42° 12.673'	11° 40.042'	33.2
B04	42° 12.408'	11° 39.665'	37.9
B10	42° 10.731'	11° 42.208'	20.7
B11	42° 10.635'	11° 42.051'	28.8
B18	42° 10.017'	11° 43.686'	10.0
B19	42° 09.904'	11° 43.495'	14.1
B20	42° 09.735'	11° 43.187'	19.5
B21	42° 09.642'	11° 43.029'	24.1
B22	42° 09.561'	11° 42.867'	27.7
B23	42° 09.468'	11° 42.717'	35.7
B31	42° 06.859'	11° 44.952'	39.5
B32	42° 06.817'	11° 44.881'	41.3
B36	42° 04.493'	11° 47.657'	30.2
B37	42° 04.436'	11° 47.545'	34.1
B38	42° 04.015'	11° 46.806'	37.7
B48	42° 02.720'	11° 48.634'	29.6



B49	42° 02.450'	11° 48.152'	32.9
B50	42° 02.233'	11° 47.801'	38.8
B54	42° 01.539'	11° 49.287'	31.6
B55	42° 01.433'	11° 49.120'	34.0
B56	42° 01.355'	11° 48.981'	38.7
B57	42° 01.440'	11° 53.272'	24.0
B58	42° 01.034'	11° 52.504'	28
B59	42° 00.655'	11° 51.858'	33.7
B60	42° 00.444'	11° 51.500'	37.5
B67	42° 00.466'	11° 57.008'	13.5
B68	42° 00.073'	11° 56.334'	28.0
B69	41° 59.620'	11° 55.526'	23.1

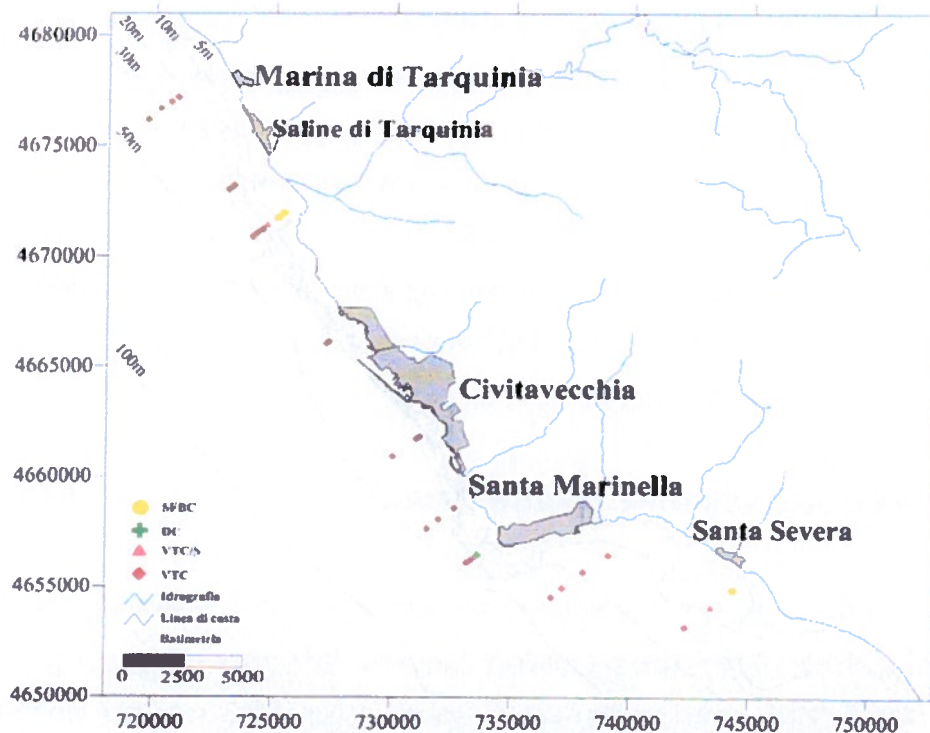


Fig. 3 Distribuzione delle biocenosi bentoniche all'interno dell'area di studio

Il campionamento del macrobenthos di fondo mobile è stato effettuato tramite una benna di tipo Van Veen con un volume di circa 18 litri con apertura di 0.1 m<sup>2</sup>.

Per ogni stazione di campionamento sono state eseguite 3 repliche, verificando per ogni replica che lo strumento avesse lavorato in condizioni ottimali e che non ci fosse stata fuoriuscita di sedimento.

Il campione è stato rimosso dal campionatore e posto in un contenitore di dimensioni adeguate. Per separare gli organismi macrobentonici dal sedimento, il campione è stato vagliato attraverso un setaccio con apertura regolare di maglia 1 mm.

Il materiale biologico e non biologico rimanente dopo la setacciatura è stato trasferito in appropriati contenitori plastici opportunamente contrassegnati con le informazioni del campionamento (nome della campagna, codice della stazione, numero della replica, ecc.) e fissato con una soluzione di formaldeide 4% (precedentemente neutralizzata) e acqua di mare filtrata. In caso di campioni con elevata presenza di materia organica (ad esempio resti di vegetali), la concentrazione di formalina è stata aumentata fino al 30 %.

Come previsto dal DLGS 3 aprile 2006 n° 152 e sue modifiche apportate con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare 14 aprile 2009 n° 56, per i metodi di campionamento degli elementi di qualità biologica si fa riferimento al manuale APAT 46/2007, ai manuali ISPRA ed ICRAM per le acque marino-costiere e di transizione e alle "Metodologie Analitiche di Riferimento (Programma di Monitoraggio per il controllo dell'Ambiente marino costiero (Triennio 2001- 2003)" Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM (Roma 2001 e successivi aggiornamenti).

## 9. ATTIVITA' SCIENTIFICHE INTEGRATIVE

Il progetto di ricerca posto in essere integra una serie di attività e di collaborazioni con diversi Istituti scientifici, al fine di produrre dei risultati divulgabili attraverso pubblicazioni scientifiche, convegni e seminari. I dati acquisiti inoltre sono attualmente oggetto di numerose tesi di laurea e di dottorato.

In particolare, sono stati approfonditi una serie di studi su differenti aspetti, che di seguito

vengono riportati:

- studio della variabilità genetica relativa alle praterie di *Posidonia oceanica* oggetto di studio, attraverso l'analisi dei RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA). Questa ricerca è stata portata avanti grazie alla fattiva collaborazione in essere tra il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina ed il Laboratorio Biomasse e Bioenergie (UTRINN-BIO) dell'ENEA.
- è stata effettuata un'ulteriore campagna di caratterizzazione delle praterie di *Posidonia oceanica* al fine di studiare la produzione primaria attraverso tecniche innovative, quali il fluorimetro PAM (PULSE AMPLITUDE MODULATED).
- attività di ricerca inerente gli effetti degli impatti antropici sulla qualità e quantità degli apporti solidi dei principali bacini idrografici del Lazio settentrionale per approfondire le conoscenze circa gli effetti sugli equilibri sedimentari delle spiagge.
- caratterizzazione spaziale delle concentrazioni di metalli in traccia nell'area costiera di Civitavecchia (dalla foce del fiume Mignone a S. Severa) per completare il quadro conoscitivo dei livelli dei contaminanti metallici nell'Unità fisiografica M. Argentario – Capo Linaro.
- studio dei livelli di alcuni metalli in traccia nei tessuti di *Paracentrotus lividus* al fine di valutare il bioaccumulo (con riferimento alla caratterizzazione sedimentaria di cui sopra) utilizzando un organismo sentinella.
- studio degli effetti delle attività di dragaggio del Porto di Civitavecchia nell'area costiera compresa tra la foce del fiume Mignone e Capo Linaro.
- applicazione di una metodologia integrata per la valutazione degli impatti potenziali dell'installazione, esercizio e dismissione di un generatore di energia da moto ondoso su nuova

concezione (Wavesax). La metodologia integrata prevede l'utilizzo di una rappresentazione sinottica delle caratteristiche ecologiche dell'area oggetto di studio, la Sea Use Map, in cui vengono integrati sia i dati ottenuti dalle ricerche sopra riportate, sia dati pregressi e/o presenti in letteratura.

- si stanno inoltre pianificando una serie di campagne di misura e campionamento aggiuntive, al fine di poter studiare le variazioni a breve e medio termine sulle comunità bentoniche.

## 10. RISULTATI DELLA RICERCA

I dati raccolti nel corso delle diverse fasi ed attività di lavoro sono stati oggetto di diversi lavori, che sono stati presentati sia in ambito di congressi nazionali ed internazionali che in pubblicazioni scientifiche.

Di seguito si riportano i principali prodotti della ricerca scientifica.

Zappalà, G., Piermattei, V., Madonia, A., R. Martellucci, S. Bonamano, A. Pierattini, Burgio, C., Marcelli, M. (2014). Assessment of environmental conditions in Civitavecchia (Rome, Italy) harbour. Water Pollution XII, WIT Transactions on Ecology and the Environment. DOI 10.2495/WP140241.

Marcelli M., Zappalà G., Caruso G., Piermattei, Bonamano S., Madonia A., Di Cicco A., Martellucci R. (2013). Integrated marine measurements in Civitavecchia, near Rome. In: Computational Methods and Experimental Measurements XVI Edited By: G. M. CARLOMAGNO, University of Naples "Federico II", Italy; C. A. BREBBIA, Wessex Institute of Technology, UK and S. HERNÁNDEZ, University of A Coruña, Spain.

F. Borfecchia, C. Micheli, F. Carli, S. Cognetti De Martis, V. Gnisci, V. Piermattei, A. Belmonte, L. De Cecco, S. Martini, M. Mercalli (2013). Mapping spatial pattern of Posidonia oceanica meadow by means of Daedalus ATM airborne sensor in the coastal area of Civitavecchia



(central Tyrrhenian sea, Italy). *Remote Sensing*, 5, 4877-4899; doi:10.3390/rs5104877.

M. Marcelli, G. Zappalà, S. Bonamano, A. Madonia, G. Caruso, (2012). Microbiological risk assessment in a coastal marine environment through the use of mathematical models. In: *WIT Transactions on Ecology and the Environment*. SOUTHAMPTON:WIT Press Southampton, pp. 3-4, ISSN: 1746-448X.

Valentina Gnisci, Selvaggia Cognetti, Alessandro Belmonte, Carla Micheli, Flavio Borfecchia, Luigi De Cecco, Sandro Martini, Viviana Piermattei, Marco Marcelli. "Biomass trend of *Posidonia oceanica* (L) Delile recorded along the central Tyrrhenian sea", Agosto 2013, 18-19 ottobre 2013, Gruppo di Algologia, Venezia.

Scanu S., Paladini de Mendoza F., Piazzolla D., Marcelli M. (2015). Anthropogenic impact on river basins: temporal evolution of sediment classes and accumulation rates in the northern Tyrrhenian Sea, Italy. *Oceanological and Hydrobiological Studies*. Volume 44, Issue 1, Pages 74-86, ISSN (Online) 1897-3191, ISSN (Print) 1730-413X, DOI: 10.1515/ohs-2015-0008.

Scanu S., Soetebier S., Piazzolla D., Tiralongo F., Mancini E., Romano N., Marcelli M. (2015). Concentrations of As, Cd, Cr, Ni, and Pb in the echinoid *Paracentrotus lividus* on the coast of Civitavecchia, northern Tyrrhenian Sea, Italy. *Regional Studies in Marine Science* 1 (2015), 7 – 17, DOI: 10.1016/j.rsma.2015.02.001.

Piazzolla D., Scanu S., Manfredi Frattarelli F., Mancini E., Tiralongo F., Brundo M.V., Tibullo D., Pecoraro R., Copat C., Ferrante M., Marcelli M. (2015). Trace metals enrichment and pollution in coastal sediments in the northern Tyrrhenian Sea, Italy. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* (in press).

Piemattei V., Scanu S., Piazzolla D., Borsellino C., Madonia A., Burgio C., Marcelli M.

(2015). Sedimentological and geochemical effects of dredging activities in coastal areas: a case study in the northern Tyrrhenian Sea, Italy. Environmental Monitoring and Assessment (under review).

Piazzolla D., Paladini De Mendoza F., Scanu S., Marcelli M. (2015). Sedimentological and geochronological evidences of anthropogenic impacts on river basins in the Northern Latium coastal area (Italy). Geophysical Research Abstracts, European Geosciences Union 2015, Wien; 04/2015.

Marco Marcelli, Filippo M. Carli, Simone Bonamano, Francesco Frattarelli, Emanuele Mancini, Francesco, Paladini de Mendoza, Maximo Peviani, and Viviana Piermattei. An ecological approach supporting the management of sea-uses and natural capital in marine coastal areas Geophysical Research Abstracts Vol. 17, EGU2015-3960, 2015.

Marco Marcelli, Viviana Piermattei, Alice Madonna, Simone Bonamano, Riccardo Martellucci, Alberto Pierattini, Marta Albani, Chiara Borsellino, and Giuseppe Zappalà. The Civitavecchia Coastal Environment Monitoring System (C-CEMS): an integrated approach to the study of coastal oceanographic processes Geophysical Research Abstracts Vol. 17, EGU2015-4747, 2015.

Scanu S., Peviani M.A., Carli F.M., Paladini de Mendoza F., Piermattei V., Bonamano S., Marcelli M. (2015). Environmental monitoring techniques and wave energy potential assessment: an integrated approach for planning marine energy conversion schemes in the northern Tyrrhenian sea, Italy. Geophysical Research Abstracts, European Geosciences Union 2015, Wien; 04/2015.

## 11. ELENCO DEGLI ALLEGATI

In formato PDF vengono allegati le seguenti relazioni:



Relazioni Stazioni Fisse:

- Studio\_ambientale\_Boa
- RelXX\_ST\_Boa
- RelXX\_ST\_Banchina
- Relazione Nuova STZ Zero
- Rel\_Nuova Posiz\_STZ Zero

Relazioni Fase Ante Operam:

- Rel\_Acqua-Sedimenti\_AnteOperam

Relazioni Fase Cantiere:

- Rel\_Acqua\_Dragaggio\_31032013
- Rel\_Sedimenti\_Dragaggio\_31032013
- Rel\_Vasca Colmata\_Dragaggio

Relazioni Fase Post Operam:

- Rel1\_PostOperam\_Acqua\_Giugno2013
- Rel2\_PostOperam\_Acqua\_Agosto2013
- Rel3\_PostOperam\_Acqua\_Ottobre2013
- Rel4\_PostOperam\_Acqua\_Dicembre2013
- Rel5\_PostOperam\_Acqua\_Marzo2014
- Rel6\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2014
- Rel7\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2014
- Rel8\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2014
- Rel9\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2014
- Rel10\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2014
- Rel11\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2015
- Rel12\_PostOperam\_Acqua\_Maggio2015

- ReI2\_Add2\_Benthos
- ReI3\_Add2\_Posidonia
- ReI1\_Add2\_Balisage
- ReI4\_Add2\_Benthos\_Sedimenti
- ReI2\_Add2\_Balisage
- ReI3\_Add2\_Benthos\_Duro