

**COMUNE DI FANO**

**INDAGINI AMBIENTALI E MONITORAGGI  
ASSOCIATI AI LAVORI DI ESCAVO DEL  
PORTO DI FANO**



**OPERATORE SCIENTIFICO:  
CNR – ISMAR UOS ANCONA**

**COORDINATORE:  
GIANNA FABI *Gianna Fabi***

**RESPONSABILI SCIENTIFICI:  
ANGELA SANTELLI *Angela Santelli*  
ALESSANDRA SPAGNOLO *Alessandra Spagnolo***

**STESURA PIANO A CURA DI:  
GIANNA FABI  
ANGELA SANTELLI  
ALESSANDRA SPAGNOLO**

**Ancona, settembre 2017**



## INDICE

<b>1. PREMESSA</b> .....	1
<b>2. AREA DI SVERSAMENTO A MARE</b> .....	2
2.1. INDAGINI ANTE OPERAM .....	3
2.1.1. RILEVAZIONE CON SUB BOTTOM PROFILER (SBP).....	4
2.1.2. INDAGINI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE .....	4
2.1.3. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO .....	5
2.2. INDAGINI POST OPERAM .....	7
2.2.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL FONDALE.....	7
2.2.1.1 Rilevazione con Multibeam Echosounder (MBES) .....	7
2.2.1.2 Rilevazione con Side Scan Sonar (SSS) .....	7
2.2.1.3 Rilevazione con Sub Bottom Profiler (SBP) .....	7
2.2.2. INDAGINI FISICHE, CHIMICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI .....	8
2.2.2.1 Indagini fisiche e chimiche .....	8
2.2.2.2 Indagini ecotossicologiche .....	9
2.2.2.3 Valutazione dei livelli di bioaccumulo di inquinanti organici e inorganici in organismi marini .....	9
2.2.2.4 Valutazione della mortalità e delle risposte biologiche di stress (biomarkers) in organismi marini.....	10
2.2.3. INDAGINI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE .....	10
2.2.4. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO .....	10
<b>3. CONSEGNA DEGLI ELABORATI</b> .....	11
<b>4. LETTERATURA CITATA</b> .....	12

## **1. PREMESSA**

Il Comune di Fano ha la necessità di effettuare un escavo dei fondali all'interno del porto stesso. In particolare, il dragaggio interesserà le darsene interne "Giurigin" e "Vongolare" nonché l'area di accesso alla darsena turistica del porto, con l'obiettivo di raggiungere una batimetrica media pari a -3,50 m s.l.m.m. Il volume complessivo stimato è pari a circa 27.457,52 mc di materiale di cui circa 19.584,44 mc di classe B verranno conferiti in vasca di colmata di Ancona, e circa 7.873,08 mc di classe A verranno immersi in mare presso l'attuale area di scarico situata al largo di Ancona.

Con richiesta del 31/07/2017 Prot. 0053856 da parte del Comune di Fano, il CNR-ISMAR UOS Ancona è stato incaricato di redigere e attuare un monitoraggio associato al conferimento dei sedimenti all'interno della vasca di colmata di Ancona al fine di verificare eventuali impatti determinati da tale operazione sull'ambiente marino circostante, nonché un piano di monitoraggio relativo all'immersione in mare dei restanti sedimenti provenienti dal dragaggio.

Si precisa che il monitoraggio riguardante il conferimento dei sedimenti nella vasca di colmata di Ancona ricade nel monitoraggio a lungo termine già previsto per tale area e oggetto della convenzione tra l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale e il CNR-ISMAR UOS Ancona Prot. 0002699 del 24/03/2017.

Nell'ambito del piano di tale monitoraggio (Fabi *et al.*, 2016) è previsto un campionamento di acque all'interno e all'esterno della vasca e di sedimenti e comunità bentoniche all'esterno della vasca prima dell'inizio e dopo la fine delle operazioni di conferimento. Ulteriori campionamenti sono previsti durante lo sversamento nel caso si presentasse la necessità di aprire le paratoie della vasca e tale apertura dovesse avvenire tra i 30 e 60 gg dal campionamento effettuato prima dell'inizio dei lavori. Dato che tale situazione non è al momento prevista per il conferimento dei sedimenti del Porto di Fano, considerando la quantità di materiale e l'attuale livello delle acque all'interno della vasca, tali campionamenti non sono stati al momento previsti. Verranno comunque effettuati nel caso se ne presentasse la necessità.

Si specifica inoltre che, per quanto riguarda il monitoraggio dell'area di dragaggio, in accordo con il verbale della Conferenza di Servizi tenutasi in data 24/08/2017 presso la Regione Marche non si ritiene necessario effettuare i rilievi di torbidità in quanto: a) la posizione delle darsene e delle aree in cui verrà realizzato il dragaggio risulta molto interna rispetto all'imboccatura del porto e quindi non vi sono presupposti tali per cui la blume possa fuoriuscire e interessare le aree circostanti: b) non sono presenti biocenosi di elevato pregio

naturalistico sia all'interno che all'esterno dell'ambito portuale; c) il dragaggio avverrà nel periodo tardo-autunnale e invernale, quindi a stagione balneare conclusa.

Di seguito viene quindi proposto il piano di monitoraggio per l'area di sversamento a mare tenendo conto sia delle analisi già svolte in tale area sia del principio di gradualità indicato nel Cap. 3.3 del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. - Allegato tecnico, secondo cui *“il numero delle stazioni di campionamento e i parametri da monitorare nella colonna d'acqua, nel sedimento superficiale e nel biota devono essere commisurati alla qualità e alla quantità di materiali da sottoporre a movimentazione, alla durata e alle modalità operative relative alla localizzazione degli specifici interventi”*.

Si specifica che, qualora in corso d'opera se ne ravvisi la necessità, il piano di monitoraggio proposto potrà essere modificato e/o integrato con campionamenti e analisi aggiuntive in relazione alle modalità di svolgimento delle operazioni di sversamento, previo accordo con il Comune di Fano.

## **2. AREA DI SVERSAMENTO A MARE**

L'attuale area di sversamento è situata a una distanza di circa 4,8 mn a NE del porto di Ancona e a circa 4 mn dalla costa, a una profondità compresa tra 24 e 30 m (Fig. 1), e ha come vertici i seguenti punti e corrispondenti coordinate geografiche:

A = 43°41',70N	13°36',70E
B = 43°40',15N	13°38',90E
C = 43°39',10N	13°37',50E
D = 43°40',70N	13°35',20E

L'area ha dimensioni di 2,3 x 1,5 mn per cui, considerando una ricopertura massima di 5 cm, spessore che viene ritenuto compatibile con i processi di ricolonizzazione da parte degli organismi bentonici (ICRAM-APAT, 2007), è stato stimato che sia in grado di ricevere circa 590.000 m<sup>3</sup> di materiale. Dal 1999 a oggi vi sono stati sversati circa 410.455 m<sup>3</sup> di sedimenti. Al fine di ottimizzare la gestione dell'area in oggetto, nel Piano di monitoraggio redatto dal CNR-ISMAR di Ancona nel 2013 (ISMAR, 2013) essa è stata suddivisa in 4 celle ciascuna delle quali ha dimensioni di 1,15x0,75 mn ed è in grado di ricevere circa 83.000 m<sup>3</sup> di sedimenti.

L'area è stata caratterizzata nel 2013 dal CNR-ISMAR di Ancona (ISMAR, 2014).

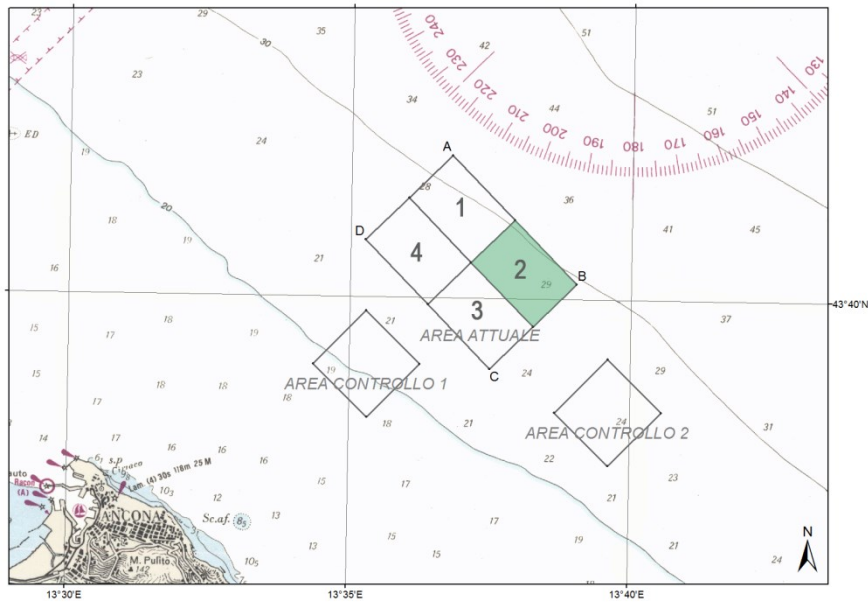


Fig.1 – Ubicazione dell'area di sversamento (ABCD) e delle due aree di controllo. In verde la cella n. 2 da utilizzare per le operazioni di sversamento dei materiali provenienti dalle operazioni di escavo del porto di Fano.

Considerando gli sversamenti già avvenuti, per quanto concerne i sedimenti di Fano si ritiene opportuno utilizzare la Cella 2 presso la quale, a giugno 2017, sono stati sversati 35.455 mc di materiale a cui vanno aggiunti 9.223 mc circa di sedimenti provenienti dall'escavo del Porto di San Benedetto del Tronto attualmente in corso e che terminerà, verosimilmente, attorno a metà del mese di settembre.

## 2.1. INDAGINI ANTE-OPERAM

Considerato che al termine dei lavori di escavo del Porto di San Benedetto del Tronto verranno effettuate nell'area le indagini sui seguenti comparti (Fabi *et al.*, 2017):

- geomorfologia del fondale: Multibeam Echosounder (MBES) e Side Scan Sonar (SSS);
- fisica e chimica dei sedimenti;
- ecotossicologia dei sedimenti;
- bioaccumulo e biomarkers in organismi marini;

e che tali analisi hanno anche funzione di *ante operam* per l'immersione in mare dei sedimenti provenienti dal Porto di Fano, si ritiene sufficiente in tale fase effettuare le seguenti indagini:

- geomorfologia del fondale: Sub Bottom Profiler (SBP);
- comunità bentonica;
- popolamento ittico.

### 2.1.1. RILEVAZIONE CON SUB BOTTOM PROFILER (SBP)

Il rilievo geofisico superficiale ad alta definizione SBP verrà condotto per verificare gli spessori, soprattutto quelli inferiori a 0,25 m, oltre che lo stato di consistenza dei sedimenti già depositati nella cella.

### 2.1.2. INDAGINI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE

I campioni verranno raccolti all'interno della cella n. 2 e in due aree di controllo individuate durante la fase di caratterizzazione (Fig. 2; Punzo *et al.*, 2014). Tali aree hanno ciascuna dimensioni di circa 1,0 x 1,0 mn e sono poste su batimetriche e tipologia di fondale simili a quelle dell'area oggetto di indagine: l'area di controllo 1 si trova a circa 0,6 mn in direzione della costa e l'area di controllo 2 è situata a 1,0 mn in direzione Sud-Est (Tab. 1).

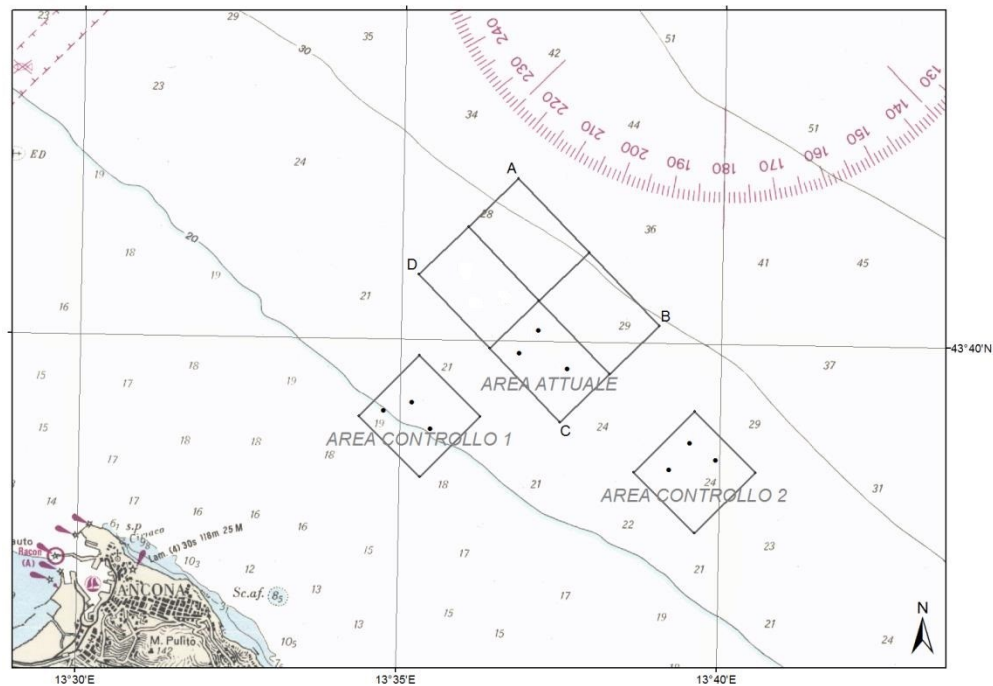


Fig. 2 – Schema di campionamento per le indagini sedimentologiche e delle comunità bentoniche nella cella n. 2 dell'attuale area di sversamento (ABCD). Area Controllo 1 e Area Controllo 2 = zone di controllo. I punti delle stazioni all'interno di ciascuna area (cella n. 2 e controlli) sono puramente indicativi di un campionamento di tipo random.

Tab. 1 – Coordinate geografiche dei vertici delle aree di controllo 1 e 2.

	Latitudine	Longitudine
<b>Area Controllo 1</b>	43°39',78N	13°35',13E
	43°39',14N	13°36',18E
	43°38',43N	13°35',23E
	43°39',10N	13°34',24E
<b>Area Controllo 2</b>	43°39',22N	13°39',59E
	43°38',61N	13°40',62E
	43°37',91N	13°39',72E
	43°38',52N	13°38',65E

All'interno della cella e di ciascuna area di controllo i prelievi verranno effettuati in 3 stazioni scelte di volta in volta in maniera casuale. Si è deciso di adottare un campionamento di tipo random per tenere conto della variabilità ambientale ed evitare eventuali errori sistematici che possono intervenire in un campionamento a stazioni fisse.

I prelievi verranno eseguiti con una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 13 lt e presso ciascuna stazione verranno prelevate 4 repliche. Il materiale raccolto sarà setacciato a bordo dell'imbarcazione con una maglia da 0,5 mm, quindi fissato in formaldeide al 5% per le successive analisi di laboratorio.

Il riconoscimento sistematico degli organismi del macrozoobenthos presenti verrà effettuato, quando possibile, a livello di specie. Per ciascun taxon verrà contato il numero degli individui e rilevato il peso totale.

I dati così ottenuti verranno utilizzati per calcolare i seguenti indici:

- abbondanza totale (N);
- ricchezza specifica totale (S);
- ricchezza specifica media (Sm);
- indice di Dominanza (D; May, 1979);
- Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'; Pielou, 1974).

Sulla base degli organismi rinvenuti verranno individuate le principali biocenosi presenti nell'area.

Inoltre, il livello di qualità ecologica dell'area verrà valutato tramite l'applicazione degli indici AMBI e BENTIX (Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), che potranno essere combinati anche utilizzando indici aggiuntivi quale l'indice W di Clarke (Clarke e Warwick, 1994).

### **2.1.3. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO**

I survey di pesca verranno effettuati con rete a strascico sia all'interno della cella n. 2 sia presso aree di controllo poste sulla medesima batimetrica (Fig. 2).



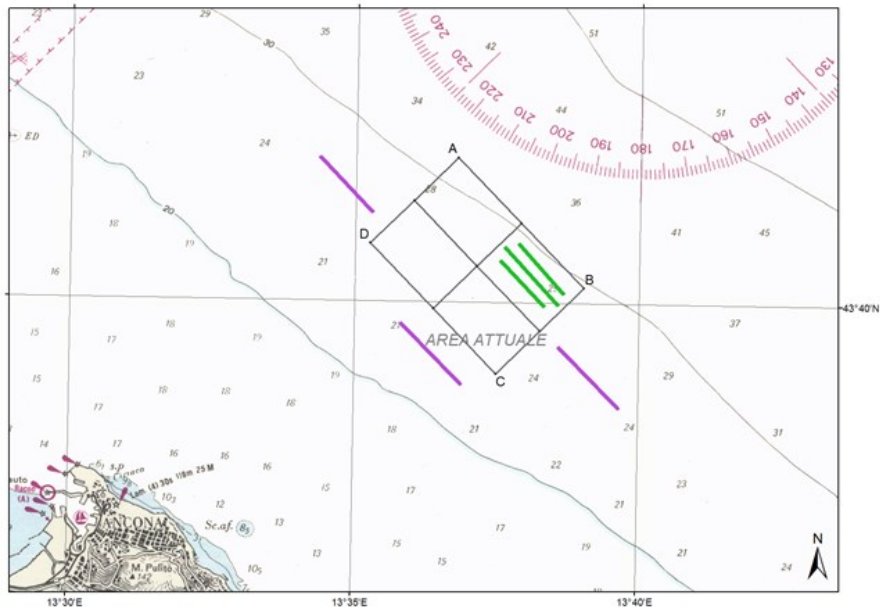


Fig. 2 – Schema di campionamento da utilizzare per lo studio della fauna ittica (in verde sono indicati i campionamenti all'interno della cella n.2; in viola quelli nelle aree di controllo).

Tutti gli organismi catturati verranno determinati a livello di specie e gli individui di ciascun taxon verranno contati e pesati. Verrà anche studiata la demografia delle specie più abbondanti tramite il rilevamento della lunghezza totale di ciascun individuo.

Per ciascun survey e per ciascun sito (cella di sversamento e siti di controllo) verranno calcolati i seguenti indici:

- densità e biomassa (n. ind./km<sup>2</sup> e kg/km<sup>2</sup>);
- ricchezza specifica totale (S);
- ricchezza specifica media (S<sub>m</sub>);
- Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'; Pielou, 1974).

## **2.2. INDAGINI POST OPERAM**

Al termine dello sversamento dell'intero quantitativo di materiale previsto la cella n. 2 sarà sottoposta alle seguenti indagini:

- geomorfologia del fondale (MBES, SSS, SBP);
- fisica e chimica dei sedimenti;
- ecotossicologia dei sedimenti;
- bioaccumulo e biomarkers in organismi marini;
- comunità bentoniche;
- popolamento ittico.

### **2.2.1. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL FONDALE**

#### **2.2.1.1 Rilevazione con Multibeam Echosounder (MBES)**

Al fine di identificare gli accumuli di materiale, soprattutto quelli con spessore maggiore di 0,25 m, e il rispetto dei limiti della zona di sversamento all'interno della cella n. 2, a fine lavori verrà effettuato un rilievo batimetrico tramite Multibeam Echosounder Kongsberg EM2040C provvisto di doppia testa.

L'intera area della cella verrà monitorata mediante transetti paralleli alla linea di costa e posizionati l'uno dall'altro a una distanza tale da assicurare una sovrapposizione minima del 10%.

Sarà prodotta una carta batimetrica con curve di livello ogni 0,25/0,50 m in scala 1:2500.

#### **2.2.1.2 Rilevazione con Side Scan Sonar (SSS)**

Il rilievo morfologico tramite sistema acustico SSS verrà condotto per mappare i materiali scaricati e valutare la dispersione dei sedimenti sul fondo.

Saranno effettuati passaggi ad alta frequenza per avere una maggiore definizione delle immagini del fondale.

I sonogrammi acquisiti verranno processati al fine di elaborare una carta morfologica con ubicazione dei materiali presenti sul fondale in scala 1:2500.

#### **2.2.1.3 Rilevazione con Sub Bottom Profiler (SBP)**

Sono previste le stesse metodiche descritte nel Cap. 2.1.1.

## **2.2.2. INDAGINI FISICHE, CHIMICHE ED ECOTOSSICOLOGICHE DEI SEDIMENTI**

### **2.2.2.1 Indagini fisiche e chimiche**

Per le analisi sedimentologiche saranno campionate le stesse stazioni utilizzate per lo studio delle comunità bentoniche in fase ante operam (cfr. Cap. 2.1.2).

Nel caso in cui i rilievi geofisici evidenziassero sversamenti vicini ai confini della cella o esterni ad essi verrà valutata la possibilità di effettuare campionamenti in stazioni aggiuntive.

In ogni stazione verranno prelevate, tramite “box-corer”, porzioni di sedimento ripartite in due aliquote da preparare per l'invio in laboratorio.

In situ verranno rilevati:

- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;
- temperatura;
- pH;
- Eh.

In laboratorio, invece, verranno analizzati i seguenti parametri fisici e chimici di cui alle Tab. 2.4 e 2.6 del Decreto attuativo dell'art. 109, comma 2 lettera a), D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. - Allegato tecnico:

- mineralogia (principali caratteristiche mineralogiche);
- granulometria (frazioni granulometriche al  $1/2\phi$ );
- carbonio organico totale (espresso in mg/kg di sostanza secca);
- composti organostannici (Monobutil, Dibutil e Tributil stagno o Stagno organico e loro sommatoria);
- metalli pesanti (mg/kg di sostanza secca): Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo totale, Cromo VI, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco;
- Idrocarburi totali (distinti in  $C \leq 12$  e  $C > 12$ );
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) - verranno considerati i 16 IPA indicati dall'Environmental Protection Agency come contaminanti di rilevante importanza tossicologica: Acenaftilene Acenaftene, Antracene, Crisene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Naftalene, Benzo[a]Pirene, Indopirene, Benzo[b]Fluorantene, Benzo[k]Fluorantene, Benzo[ghi]Perilene, Pirene, Benza[a]Antracene, Dibenz[a,h]Antracene, Indeno[1,2,3-cd]Pirene;
- Pesticidi Organoclorurati (POC): Aldrin, Dieldrin, Endrin,  $\alpha$ -esaclorocicloesano,  $\beta$ -esaclorocicloesano,  $\gamma$ - esaclorocicloesano (Lindano), DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza

- verrà fornita la somma degli isomeri 2,4 e 4,4), Eptacloro, Eptacloro epossido, Clordano;
- Policlorebifenili (PCB): PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180 e loro sommatoria;
  - Clorobenzeni: Esaclorobenzene.

Le analisi riguardanti le principali caratteristiche mineralogiche e la quantificazione delle concentrazioni dei composti organostannici verranno effettuate sui sedimenti di una stazione ubicata all'interno della cella e di 2 all'esterno (1 in ogni area di controllo). Le altre analisi verranno condotte su tutte le stazioni campionate.

Le analisi chimiche e fisiche sui sedimenti verranno effettuate da un laboratorio accreditato da Organi riconosciuti ai sensi della UNI 6 CEI EN 17011/05 per le prove precedentemente elencate.

### **2.2.2.2 Indagini ecotossicologiche**

Le analisi ecotossicologiche verranno effettuate sui sedimenti di 3 stazioni di campionamento, di cui una ubicata nella cella 2 e due all'esterno (1 in ciascuna area di controllo).

Verranno utilizzati organismi rappresentativi dei diversi livelli trofici:

- *Dunaliella tertiolecta* (saggio di inibizione della crescita algale);
- *Vibrio fischeri* (valutazione della variazione della bioluminescenza);
- *Crassostrea gigas* (test di embriotossicità).

### **2.2.2.3 Valutazione dei livelli di bioaccumulo di inquinanti organici e inorganici in organismi marini**

Le analisi saranno effettuate sui sedimenti delle stesse stazioni utilizzate per le indagini ecotossicologiche (cfr. Cap. 2.2.2.2).

La ricerca di bioaccumulo di metalli pesanti e composti organici di rilevanza ambientale sarà effettuata in esemplari del polichete *Hediste diversicolor*, previamente trattati e posti per 28 gg nel sedimento da testare.

Una serie di caratteristiche, infatti, rendono i policheti particolarmente idonei alla valutazione dell'impatto di sostanze inquinanti nel sedimento marino. L'importanza di questi organismi nell'analisi degli effetti dei composti tossici è stata riconosciuta da differenti organizzazioni ambientali e ha portato alla stesura di linee guida europee su test di tossicità standard applicati sui policheti (ASTM, 1998; ASTM, 2000a; ASTM, 2000b).

Verranno utilizzati campioni di tessuto provenienti da pool di 5 individui compresi in un range ristretto di taglie posti sui sedimenti di ogni stazione. Per ciascuna classe e/o gruppo di classi

verranno misurate le concentrazioni di:

- Materia Organica Estratta (MOE);
- IPA: verranno considerati i 16 IPA indicati dall'Environmental Protection Agency come contaminanti di rilevante importanza tossicologica;
- metalli pesanti: Alluminio, Arsenico, Bario, Cadmio, Cromo, Ferro, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco.

#### **2.2.2.4 Valutazione della mortalità e delle risposte biologiche di stress (biomarkers) in organismi marini**

L'utilizzo di indici biologici di stress subletale (biomarker) permetterà di valutare il livello di rischio a cui gli organismi sono sottoposti, fornendo informazioni di tipo sia qualitativo che quantitativo dell'eventuale sindrome di stress.

Le indagini valuteranno sia i tassi di mortalità, sia eventuali alterazioni biochimiche e cellulari nei medesimi esemplari di *H. diversicolor* posti a contatto per 28 gg con i sedimenti da testare nel corso del test di bioaccumulo (cfr. Cap. 2.2.2.3).

Per le analisi biologiche verranno utilizzati 10-15 individui/stazione prelevati dalle stesse stazioni utilizzate per le indagini di cui ai Capp. 2.2.2.2 e 2.2.2.3 e compresi in un range ristretto di taglie. Per ciascuna classe e/o gruppo di classi verranno misurati i seguenti indici:

- test di stabilità delle membrane lisosomiali;
- attività dell'enzima catalasi e livelli di malondialdeide;
- frequenze di micronuclei;
- livelli di lipofuscine e lipidi neutri.

In Tab. 2 sono riportate le metodologie di riferimento che verranno adottate per ciascuna delle analisi sopra descritte.

#### **2.2.3. INDAGINI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE**

Le stazioni, le tecniche di prelievo dei campioni e le analisi di laboratorio saranno identiche a quelle utilizzate in fase ante operam; pertanto, per la loro descrizione si rimanda al Cap. 2.1.2.

#### **2.2.4. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO**

Il campionamento e le analisi di laboratorio verranno condotti nelle stesse stazioni e con le stesse metodiche utilizzate in fase ante operam; pertanto, per la loro descrizione si rimanda al Cap. 2.1.3.

Tab. 2 - Metodologie di riferimento adottate per le indagini ecotossicologiche, stima del bioaccumulo e indici di stress su organismi marini.

	<b>Test</b>	<b>Matrice</b>	<b>Metodo di riferimento</b>
Analisi ecotossicologiche	Test di inibizione della crescita algale con <i>Dunaliella tertiolecta</i>	Elutriato di Sedimento	ASTM E 1218-04 e1 – Standard Guide for conducting static toxicity tests with Microalgae
	Test embriotossicità con molluschi bivalvi <i>Crassostrea gigas</i>	Elutriato di Sedimento	ASTM (2004). Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs. American Society for Testing and Materials. E 724-98 (2004).
	Determinazione dell'effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di <i>Vibrio fischeri</i>	Elutriato di Sedimento	Norma UNI EN ISO 11348-3 (2009): Determinazione dell'effetto inibitorio di campioni acquosi sull'emissione di luce di <i>Vibrio fischeri</i> (prova su batteri luminescenti)
Valutazione bioaccumulo	Test di valutazione della tossicità del sedimento attraverso la mortalità di <i>Hediste diversicolor</i>	Sedimento	ASTM E1688 - 10 Standard Guide for Determination of the Bioaccumulation of Sediment-Associated Contaminants by Benthic Invertebrates
Biomarker	Valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali	Cellule cavità celomatica	Catalano <i>et al.</i> , 2012. Can <i>Hediste diversicolor</i> (Nereidae, Polychaete) be considered a good candidate in evaluating PAH contamination? A multimarker approach. Chemosphere 86 (2012) 875–882
	Dosaggio della Malondialdeide	Organismo in toto	Banni <i>et al.</i> , 2009. Mixture toxicity assessment of cadmium and benzo[a]pyrene in the sea worm <i>Hediste diversicolor</i> . Chemosphere 77 (2009) 902–906
	Valutazione dell'attività dell'enzima di Catalasi	Organismo in toto	Banni <i>et al.</i> , 2009. Mixture toxicity assessment of cadmium and benzo[a]pyrene in the sea worm <i>Hediste diversicolor</i> . Chemosphere 77 (2009) 902–906
	Frequenza di micronuclei	Cellule cavità celomatica	Catalano <i>et al.</i> , 2012. Can <i>Hediste diversicolor</i> (Nereidae, Polychaete) be considered a good candidate in evaluating PAH contamination? A multimarker approach. Chemosphere 86 (2012) 875–882
	Dosaggio intracellulare di Lipofiscine e Lipidi Neutri	Criosezioni sottili apparato digerente	Gastaldi <i>et al.</i> , 2007 Application of a biomarker battery for the evaluation of the sublethal effects of pollutants in the earthworm <i>Eisenia Andrei</i> . Comparative Biochemistry and Physiology, Part C 146 (2007) 398–405

### 3. CONSEGNA DEGLI ELABORATI

I dati raccolti nel corso dei monitoraggi *pre-* e *port operam* e i risultati delle analisi condotte verranno restituiti in n. 2 rapporti che verranno consegnati entro 60 gg lavorativi dalla fine di ciascuna fase.

#### 4. LETTERATURA CITATA

ASTM. 1998. *Standard guide for determination of the bioaccumulation of sediment associated contaminants by benthic invertebrates*. Standard ASTM E1688-97a. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

ASTM. 2000a. *Conducting Acute, Chronic, and Life-Cycle Aquatic Toxicity Tests with Polychaetous Annelids E 1562–00 (Reapproved 2006)*. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

ASTM. 2000b. *Standard Guide for Conducting Sediment Toxicity Tests with Polychaetous Annelids Designation: E 1611–00*. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA.

Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Poll. Bull.*, 40 (12): 1100-1114.

Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.

Clarke K.R., Warwick R.M. 1994. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Natural Environment Research Council, 140 (2). 144 pp.

Fabi G., Campanelli A., Penna P., Punzo E. 2016. *Piano di monitoraggio ambientale volto alla caratterizzazione e gestione della vasca di colmata del porto di Ancona vasca*. Piano di monitoraggio per l'Autorità Portuale di Ancona. 11 pp.

Fabi G., Santelli A., Campanelli A., Spagnolo A. 2017. *Indagini ambientali e monitoraggi associati ai lavori di escavo del porto di San Benedetto del Tronto*. Piano di monitoraggio per l'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Centrale. 16 pp.

ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.

ISMAR. 2013. *Analisi ambientali e monitoraggi volti alla individuazione, caratterizzazione e gestione delle aree di sversamento in mare dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo del Porto di Ancona*. Piano di monitoraggio per l'Autorità Portuale di Ancona. 49 pp + Allegati.

ISMAR. 2014. *Caratterizzazione aree di sversamento in mare dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo del Porto di Ancona - Area attuale. Rapporto per l'Autorità Portuale di Ancona*. 143 pp + Allegati + Tavole.

Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgment and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Poll. Bull.*, 55: 13-29.

Punzo E., Campanelli A., Fabi G., Gomiero A., Spagnolo A. 2014 *Caratterizzazione aree di sversamento in mare dei sedimenti provenienti dai lavori di escavo del Porto di Ancona - Area attuale*. Documento per l'Autorità Portuale di Ancona. 143 pp.

Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.