GEREMIA: Gestione dei reflui per il miglioramento delle acque portuali

Report di divulgazione

Nell'ambito del progetto GEREMIA, ISPRA ha definito le differenti linee di evidenza (Weight Of Evidence), cioè i parametri chimico-fisici, ecotossicologici e biologici da utilizzare per la **definizione di specifici indici della qualità delle acque portuali** da applicare in tutte le aree portuali transfrontaliere.

La valutazione integrata dello stato di qualità dell'ambiente marino costiero e del suo trend evolutivo, in un'ottica di sostenibilità e salvaguardia ambientale, richiede infatti l'integrazione di aspetti multidisciplinari complessi (Fig. A), interessando più "linee di evidenza".

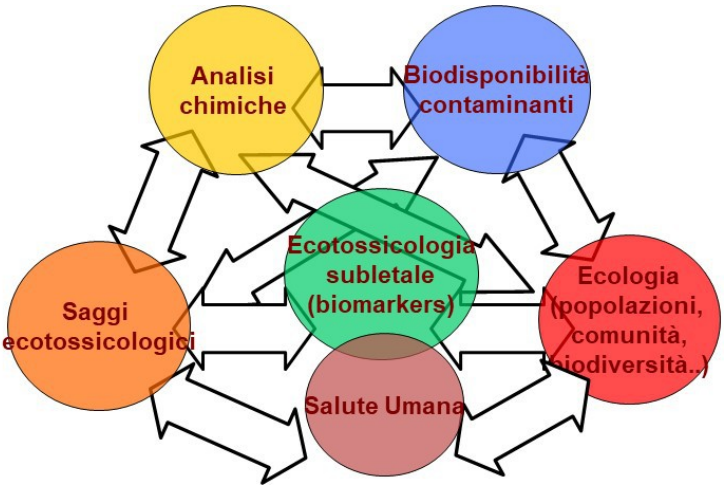

Fig. A – Linee di evidenza in un approccio multidisciplinare per la valutazione del rischio ecologico (ERA)

Tale complessità deve essere affrontata con un approccio multidisciplinare definito Weight Of Evidence (WOE) che integra e pesa adeguatamente le diverse "linee di evidenza", tra cui le tradizionali analisi chimiche e le analisi biologiche, condotte sia in condizioni di laboratorio che naturali, per stabilire la biodisponibilità dei contaminanti e la comparsa di effetti biologici avversi ai diversi livelli, da quello molecolare fino a quelli di organismi o comunità, effetti sinergici o antagonisti tra i diversi inquinanti che per il continuo crescere di sostanze chimiche emergenti nell'ambiente (farmaci, cosmetici, plastiche, spesso a livello di nanoparticelle), ed in particolare nell'ambiente portuale.

Sulla base delle linee di evidenza selezionate è stato progettato il **piano di monitoraggio per il campionamento dei sedimenti** da sottoporre alle analisi chimico-fisiche ed ecotossicologiche nei **porti pilota di Genova, La Spezia, Olbia e Tolone** ed il **piano di monitoraggio per l'esecuzione**

del mussel watch sui mitili della specie *Mytilus gallopronvicialis* nei porti di Genova, La Spezia ed Olbia. Per il mussel watch sono state eseguite analisi chimiche e test sui biomarkers.

Per l'esecuzione delle analisi, ISPRA si è avvalsa della **collaborazione di ARPAL**, che ha eseguito la ricerca dei composti organici sia sui sedimenti che sui mitili. Per le indagini dei biomarkers, è stata coinvolta **l'Università Politecnica delle Marche**.

ISPRA si è occupata della ricerca dei metalli e degli elementi in tracce, sia su sedimenti che sui mitili, delle analisi granulometriche dei sedimenti e dell'esecuzione dei saggi ecotossicologici sui sedimenti.

ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO NEL PORTO DI GENOVA

Le attività di monitoraggio nel Porto di Genova sono state svolte da ISPRA in collaborazione con i colleghi di ARPAL.

Sono state eseguite in totale 2 campagne di monitoraggio (rispettivamente nei mesi di dicembre 2018 e maggio 2019), durante le quali è stato effettuato sia il prelievo di sedimenti che il trapianto e successivo (dopo circa 5 settimane) recupero dei mitili, in corrispondenza di 3 stazioni, ubicate in altrettante aree, rappresentative delle differenti condizioni ambientali del porto (ingresso di levante, porto interno, foce Torrente Polcevera).

In Figura 1 si riporta l'ubicazione delle stazioni di monitoraggio eseguite durante la campagna della primavera del 2019. Le stazioni sono state posizionate negli stessi punti eseguiti durante la prima campagna.

Figura 1 – ubicazione delle stazioni di monitoraggio all'interno del Porto di Genova

Prima dell'immersione in mare, i mitili sono stati inseriti all'interno di gabbie (Figura 2), in modo da preservarne l'integrità ed evitare che questi venissero asportati sia da possibili pesci predatori che da eventuali estranei che transitano nella zona. Le gabbie sono state successivamente fissate tramite catene e fascette nei punti di aggancio individuati e calate a circa 3 metri sotto la superficie del mare.

Figura 2 - Gabbie utilizzate per il posizionamento dei mitili nel Porto di Genova.

ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO NEL PORTO DI LA SPEZIA

Come avvenuto per il porto di Genova, le attività di monitoraggio nel sito di La Spezia sono state eseguite in collaborazione con ARPAL.

Nella Rada di la Spezia sono state individuate 4 stazioni, presso le quali è avvenuto sia il prelievo dei sedimenti che il trapianto dei mitili. A differenza di quanto avvenuto a Genova, per la Spezia non sono state utilizzate gabbie per il posizionamento dei mitili, che sono stati immersi in mare racchiusi nelle reti utilizzate comunemente per il commercio degli stessi.

Come si può osservare dalla Figura 3, le stazioni per il trapianto dei mitili sono state posizionate in corrispondenza dei moli (Molo Fornelli, Molo Garibaldi, Molo di Cà di Mare e Molo della scuola di vela di Santa Teresa). Il prelievo dei sedimenti è avvenuto nelle stesse aree, scegliendo un’unica stazione rappresentativa dell’area più interna del porto commerciale (SE01), una stazione nell’area antistante Cà di Mare (SE02), una stazione al centro della rada (SE03) ed infine, la stazione di controllo (SE04) presso l’imboccatura di levante, dove avviene l’ingresso delle acque all’interno della Rada.

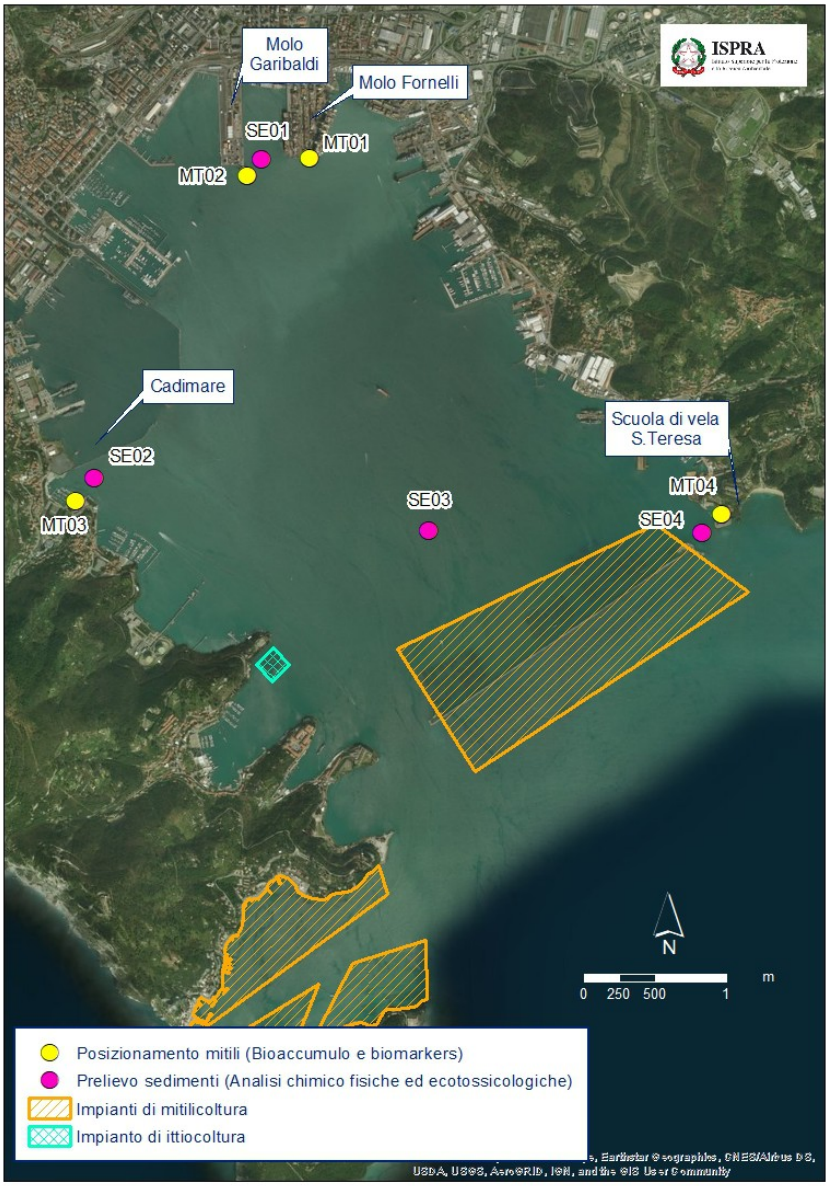

Figura 3 – Ubicazione delle stazioni di monitoraggio nel Porto di la Spezia

Il prelievo dei sedimenti è stato effettuato nei mesi di maggio ed ottobre 2019. Il trapianto e successivo recupero dei mitili è stato eseguito nei mesi di aprile e novembre 2019. Per quanto riguarda le indagini di bioaccumulo sui mitili trapiantati, sono stati capitalizzati i risultati della campagna di monitoraggio condotta nel mese di dicembre 2017 nell'ambito del progetto Interreg Marittimo Se.D.Ri.Port. per cui era stato eseguito il trapianto dei mitili presso le stazioni del porto commerciale (MT01, MT02 e MT03). Per il progetto Se.D.Ri.Port. non era stata effettuata la stazione MT04, usata per GEREMIA come stazione di controllo. In Figura 4 e Figura 5 si riportano due immagini relative rispettivamente al prelievo dei sedimenti ed al recupero dei mitili.

Figura 4 – Prelievo di sedimenti mediante benna Van Veen

Figura 5 – Recupero mitili presso la stazione della scuola di vela di Santa Teresa

ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO NEL PORTO DI OLBIA

Il Porto di Olbia era già stato selezionato da ISPRA nell'ambito del progetto Interreg Marittimo Se.D.Ri.Port., come sito pilota per l'esecuzione di indagini chimico fisiche ed ecotossicologiche sui sedimenti e per prove di bioaccumulo e test sui biomarkers su mitili degli impianti. Pertanto, al fine di capitalizzare i risultati acquisiti nel corso della campagna Se.D.Ri.Port. condotta nel giugno del 2018, ISPRA ha stabilito di effettuare il prelievo dei sedimenti e dei mitili nelle medesime stazioni ubicate rispettivamente nell'area antistante Isola Bianca, nell'area centrale del golfo al largo della foce del Padrongianus e, come punto di controllo, nella zona più esterna, all'imboccatura del Golfo (Figura 6). Le campagne di prelievo dei sedimenti sono state condotte da ISPRA nei mesi di maggio e novembre 2019. La prima delle due è stata effettuata a bordo di un'imbarcazione messa a disposizione dall'Autorità di Sistema Portuale del Mar di Sardegna (Figura 7). La campagna di novembre 2019 è stata realizzata insieme ai colleghi del CNR-IAS di Oristano. Le attività di campionamento sono state effettuate a bordo di un gommone noleggiato dal CNR, che ha svolto in concomitanza il rilascio dei drifter.

Figura 6 – Ubicazione delle stazioni di monitoraggio dei sedimenti nel porto di Olbia

Figura 7 – Prelievo dei sedimenti durante la campagna di maggio 2019

Per quanto riguarda il mussel watch, come avvenuto per La Spezia, sono stati capitalizzati i risultati della campagna eseguita nell'ambito del progetto Se.D.Ri.Port. durante l'estate del 2018, a cui è seguita una sola campagna condotta nel mese di novembre 2019. I mitili sono stati prelevati con il supporto logistico dei mitilicoltori (Figura 8).

Figura 8 – Panoramica di alcuni filari presenti nel Golfo di Olbia

ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO NEL PORTO DI TOLONE

Nel porto di Tolone sono state condotte soltanto le indagini sui sedimenti. Anche per questo sito le campagne di monitoraggio sono state eseguite in collaborazione con il progetto Interreg Marittimo Se.D.Ri.Port., nei mesi di febbraio ed ottobre 2019. Le stazioni di prelievo dei sedimenti sono state posizionate secondo un gradiente dalla zona più interna del porto (Terminal traghetti Corsica Ferries) all'area esterna dove sono presenti gli impianti di mitilicoltura (Lazaret) (Figura 9). Le attività sono state eseguite grazie al supporto logistico della Marina Militare presente a Tolone (Figura 10).

Figura 9 – Ubicazione delle stazioni di monitoraggio dei sedimenti nel porto di Tolone

Figura 10 – Campagna di monitoraggio eseguita nel mese di ottobre 2019

CAMPAGNE DI MONITORAGGIO POST LOCKDOWN

All'inizio di marzo 2020, per contenere il propagarsi del contagio da coronavirus Sars-COVID-19, l'Italia entra nella fase di lockdown: le attività economiche non essenziali vengono interrotte e la popolazione è invitata a rimanere in casa. Con qualche settimana di ritardo rispetto all'Italia, anche la Francia adotterà le stesse misure.

Durante il lockdown si è verificata una esperienza unica nel suo genere e senza precedenti dal dopoguerra: la drastica riduzione dell'impatto antropico sull'ambiente, incluso il sistema marino-costiero, soprattutto nelle aree dei grandi agglomerati urbani ed industriali.

I ricercatori di tutto il mondo si sono interrogati su quali effetti questa situazione eccezionale potesse avere sulla qualità delle acque, sull'ecosistema marino e sull'inquinamento.

A livello europeo e italiano sono partiti diversi progetti finalizzati a quantificare la potenziale riduzione dell'impatto antropico conseguente al lockdown sul sistema marino-costiero in aree ad elevata densità urbana. Anche a livello istituzionale sono state intraprese campagne straordinarie di monitoraggio per fotografare gli effetti del lockdown. Su invito del MATTM, il Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente (SNPA) in collaborazione con il Comando Generale del Corpo delle Capitanerie, da aprile a giugno 2020, ha effettuato un'intensa attività di indagini in mare, prelievi ed analisi, con l'obiettivo di concorrere a realizzare un monitoraggio "straordinario" rispetto a quelli condotti dalle Agenzie per rispondere agli obblighi derivanti dalle Direttive comunitarie, quali in particolare la Direttiva Quadro sulle Acque, la Direttiva Balneazione e la Direttiva Quadro per la Strategia Marina.

Il Programma Interreg Italia-Francia Marittimo, per sopperire alle difficoltà incontrate dai progetti per il completamento delle attività in corso, ha dato la possibilità di rivedere, nei contenuti e nei tempi, il piano delle attività, chiedendo ai partner dei progetti di ripensare le attività nell'ottica di dare una risposta alle criticità emerse in seguito all'emergenza sanitaria legata al COVID-19.

Il progetto GEREMIA, finanziato sul secondo avviso del Progetto Interreg Marittimo Italia-Francia 2014-2020, con l'obiettivo di individuare un indice per valutare la qualità degli ambienti portuali e definire strumenti di governance per la prevenzione ed il contenimento dell'inquinamento delle acque, in collaborazione con il progetto SE.D.RI.PORT, finanziato sul primo avviso, per la valutazione degli impatti e dei rischi all'interno dei porti contestualmente alle attività di dragaggio, si sono pertanto posti un quesito: "Quali sono gli effetti della drastica riduzione delle attività antropiche sulla qualità delle acque dei siti pilota del progetto?". Poiché entrambi i progetti hanno attuato sistemi di monitoraggio basati sull'utilizzo di differenti bioindicatori, si è stabilito di valutare i possibili effetti della riduzione del traffico marittimo durante il lockdown, effettuando campagne di Mussel Watch nei siti pilota comuni ai due progetti (Olbia e La Spezia).

Si è stabilito perciò di effettuare 3 campagne di monitoraggio aggiuntive nei siti di La Spezia e di Olbia, finalizzate a valutare, tramite le prove di bioaccumulo ed i test sui biomarkers, gli eventuali effetti sugli organismi dovuti alla drastica riduzione del traffico navale durante il periodo di lockdown.

Le campagne sono state eseguite, per entrambi i siti, tra la fine del mese di maggio e la fine del mese di luglio 2020.

Per il sito di La Spezia, grazie alla collaborazione con la cooperativa dei mitilicoltori, sono stati prelevati, per tutte e tre le campagne (maggio, giugno e luglio 2020), i mitili direttamente dai filari, scegliendo tre aree di riferimento, come riportato in Figura 11. La scelta di prelevare i mitili direttamente dagli impianti è stata determinata dalla necessità di disporre subito dopo la fine del lockdown di esemplari da analizzare, senza doverli trapiantare.

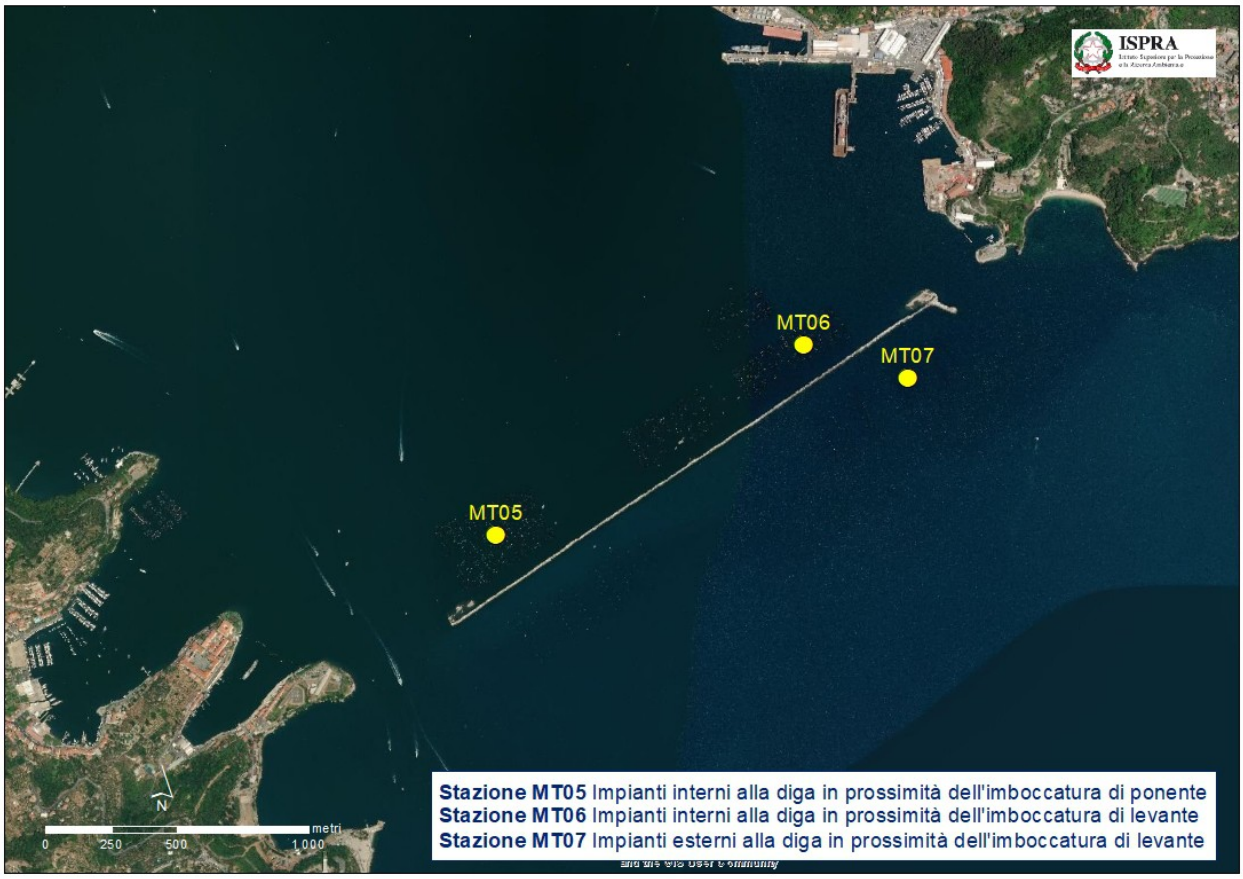

Figura 11- stazioni di prelievo dei mitili nella Rada di la Spezia per le campagne di monitoraggio post lockdown

Analogamente a quanto avvenuto a La Spezia, per il sito di Olbia sono state effettuate tre campagne di monitoraggio post lockdown, durante le quali sono stati prelevati i mitili direttamente dai filari. Per questo sito sono state mantenute le stesse stazioni di campionamento utilizzate per le precedenti campagne (Figura 12).

Figura 12- stazioni di prelievo dei mitili nel golfo di Olbia per le campagne di monitoraggio post lockdown

Il prelievo dei mitili e la spedizione presso i laboratori di ISPRA sono stati possibili grazie al supporto dei mitilicoltori e dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar di Sardegna.

I risultati ottenuti dalle 3 campagne condotte sono stati comparati, per entrambi i siti, con una campagna precedente realizzata nella medesima stagione per un confronto più attendibile dei risultati.

Per La Spezia è stata scelta come campagna di riferimento quella avvenuta nel mese di aprile 2019, nel caso di Olbia invece è stata selezionata la campagna condotta nel mese di luglio 2018 (Prodotto T2.3.5. SEDRIPORT; UNICA-ISPRA-UNTLN 2020).

Nel sito di La Spezia, è emerso piuttosto chiaramente un effetto positivo sulla qualità delle acque legato al lockdown. In generale, per tutti i metalli, ad eccezione dell'arsenico, si è osservata una drastica diminuzione della concentrazione nella stazione MT-06, scelta come riferimento, rispetto ai valori misurati nella stazione MT-04 della campagna di aprile 2019.

Tale diminuzione è particolarmente evidente nei risultati della campagna di maggio 2020; successivamente è stato osservato per qualche caso un nuovo leggero incremento delle

concentrazioni, che potrebbe essere associabile alla ripresa del traffico navale e delle attività portuali.

Anche per quanto concerne gli IPA, nel corso delle tre campagne del 2020 si è verificata una costante diminuzione delle concentrazioni della sommatoria totale, testimonianza di una reale diminuzione della presenza di tali contaminati nelle acque della Rada di La Spezia.

In analogia con quanto descritto per metalli ed elementi in traccia ed IPA, anche le concentrazioni dei PCB rilevate nei tessuti degli organismi analizzati, sono diminuite in maniera evidente nella prima campagna post lockdown rispetto alla campagna di riferimento (circa dimezzati). Nelle successive campagne la concentrazione è aumentata nuovamente, pur non tornando ai livelli misurati nella campagna presa come riferimento.

Si può pertanto affermare che gli organismi analizzati nel porto di La Spezia durante il lockdown hanno accumulato un quantitativo minore di contaminanti rispetto a quanto misurato in precedenza. Si è osservato anche che la ripresa delle attività portuali ha determinato, seppur in maniera moderata, un nuovo incremento dei parametri ricercati nei tessuti dei mitili, segno che il possibile miglioramento della qualità ambientale è stato effettivamente ristretto al momento di completa inattività portuale.

Dai risultati ottenuti dalle analisi condotte sugli organismi prelevati **nel porto di Olbia** invece non emerge un quadro chiaro degli effetti del lockdown. In generale le concentrazioni misurate negli organismi prelevati ad Olbia sono infatti più basse rispetto a quelle degli organismi degli impianti di La Spezia e le loro variazioni non sono particolarmente significative. Non si osservano pertanto effetti evidenti attribuibili al lockdown ed alla riduzione del traffico navale. Si precisa, però, che tali risultati potrebbero essere condizionati dal fatto che la prima campagna post lockdown ad Olbia è stata eseguita nei primi giorni di giugno, dopo l'iniziale ripresa delle attività. Il ritardo nell'esecuzione della prima campagna di monitoraggio ad Olbia è imputabile alle limitazioni imposte alle attività lavorative ed agli spostamenti tra regioni, che hanno ostacolato l'organizzazione delle attività di prelievo e trasferimento dei mitili presso la sede di Livorno.

In conclusione, si può affermare che per il sito di La Spezia è risultato evidente un effetto positivo del lockdown che ha determinato la riduzione dell'accumulo di contaminanti da parte di organismi come i mitili, indicatori della qualità della colonna d'acqua. Tale evidenza non è stata riscontrata negli organismi prelevati ad Olbia, per i quali comunque le concentrazioni misurate dei diversi contaminanti sono sempre state mediamente più basse rispetto a quanto osservato nei mitili spezzini, segno di una situazione generale ordinariamente meno compromessa, per cui eventuali effetti positivi sono rilevabili con più difficoltà.

ATTIVITA’ DI LABORATORIO ESEGUITE IN ISPRA PRESSO I LABORATORI DI LIVORNO

Presso i laboratori di Livorno sono state condotte le analisi granulometriche (Figura 13), le analisi chimiche sui metalli ed elementi in tracce (Figura 14) e le analisi ecotossicologiche sui sedimenti (Figura 15, Figura 16 e Figura 17). Sono inoltre state eseguite le analisi di bioaccumulo sui mitili per la ricerca dei metalli e degli elementi in tracce.

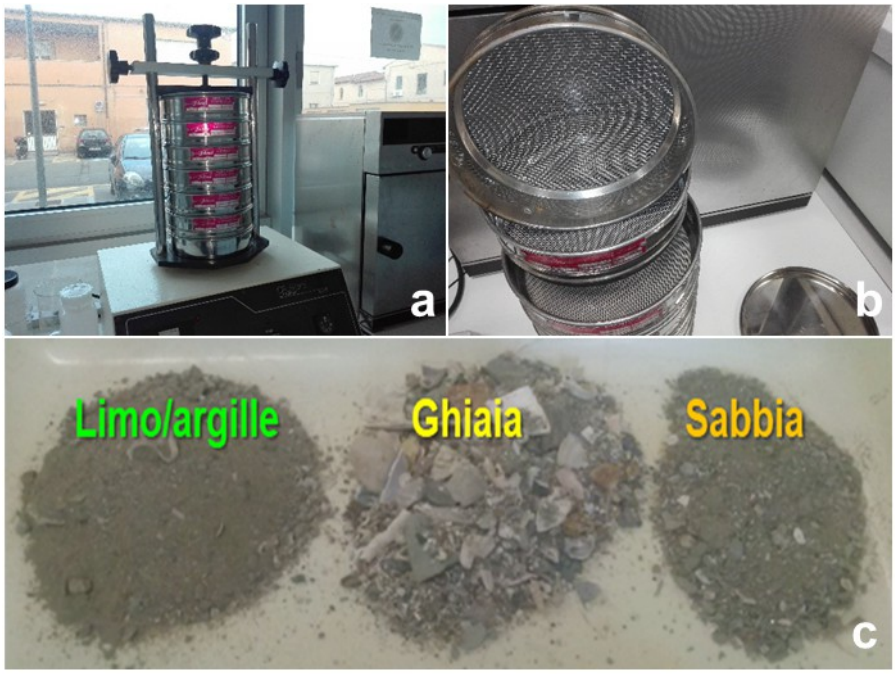

Figura 13 - Analisi granulometrica dei sedimenti: Setacciatore (a), particolare della pila di setacci (b), frazioni granulometriche principali (c) [Foto ISPRA]

Figura 14 - Analisi chimiche dei metalli nei sedimenti – Strumentazioni utilizzate: spettrometro ad emissione atomica ICP-OES 720 Agilent Tecnologies (a), spettrometro ad assorbimento atomico SpectrAA 220Z Varian Zeeman (b) e mercurimetro CETAC QuickTrace™ Mercury Analyzer M-7600 (c)

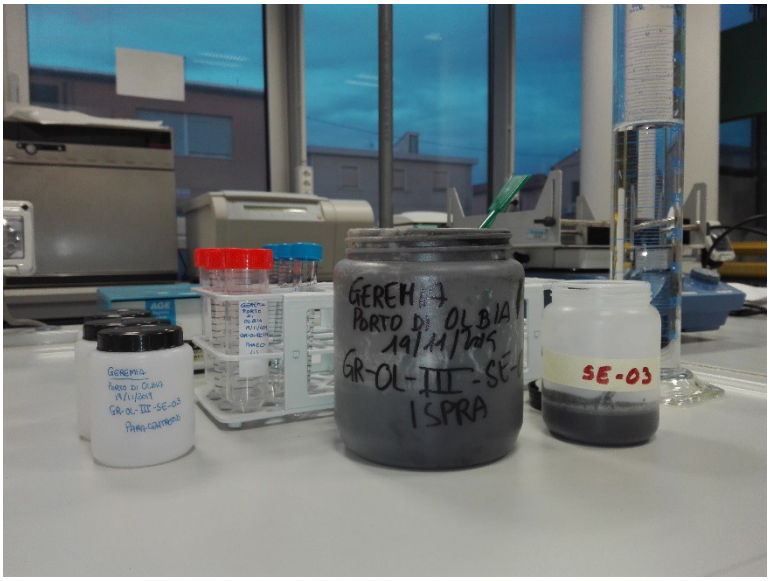

Figura 15 - Analisi ecotossicologiche: Preparazione elutriati dai sedimenti

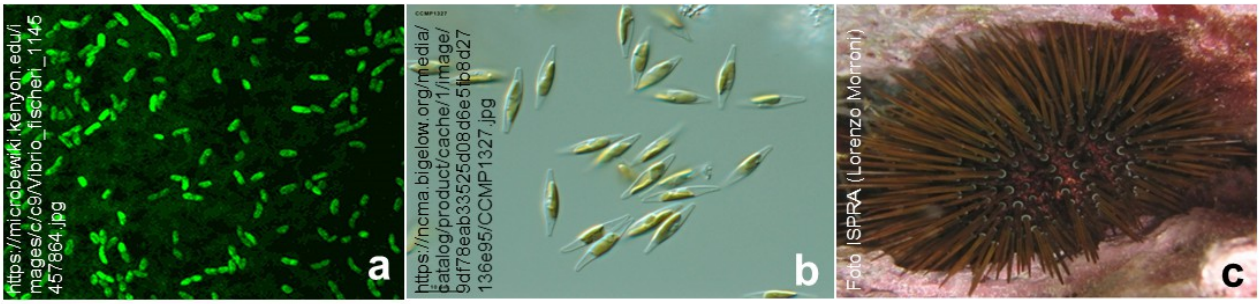

Figura 16 - Analisi ecotossicologiche: Organismi modello utilizzati: batterio bioluminescente *Vibrio fischeri* (a), alga unicellulare *Phaeodactylum tricornutum* (b) e echinoderma *Paracentrotus lividus* (c)

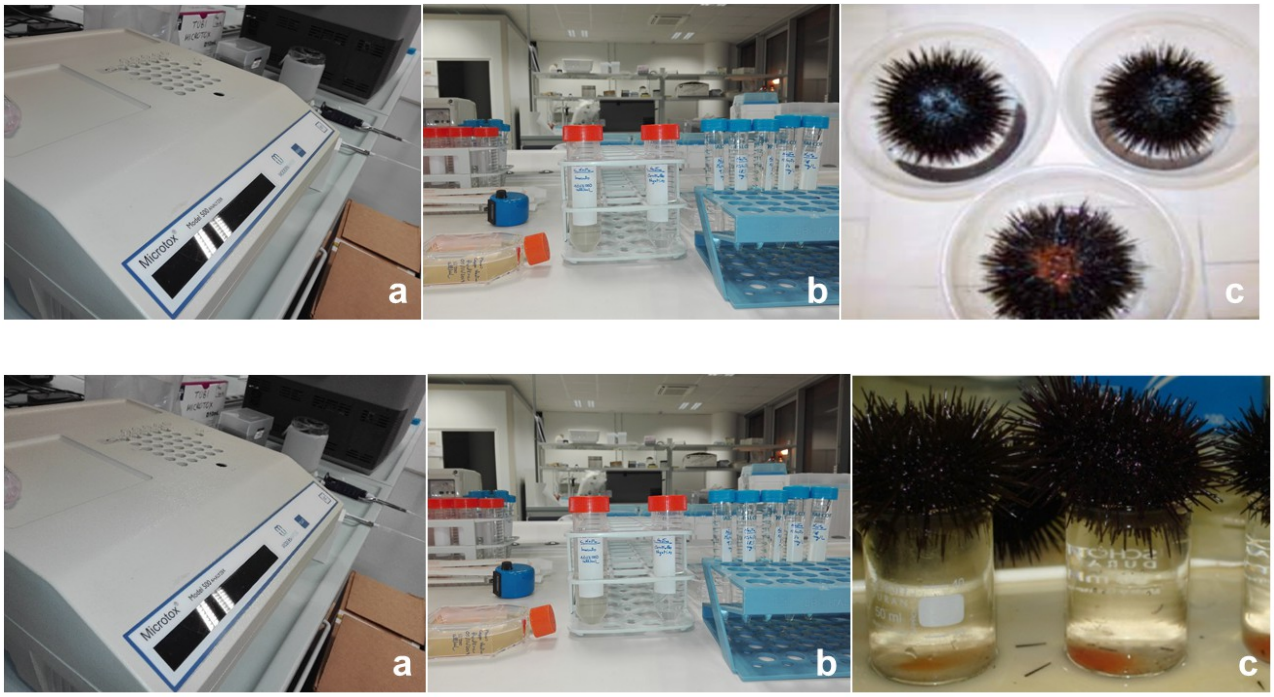

Figura 17 - Esecuzione dei saggi ecotossicologici: particolare del luminometro Microtox Model 500 Analyzer utilizzato per il saggio con V. fischeri (a); fasi preparatorie del saggio con P. tricornutum (b); emissione dei gameti da esemplari di P. lividus (c)