

Piano di caratterizzazione dei fondali marini
compresi nel perimetro del S.I.N. Napoli Orientale
finalizzato alla classificazione dei materiali
sedimentari e all'identificazione dei Valori di
Riferimento (VdR) di contaminanti chimici

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto di Napoli snc
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

INDICE

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | Introduzione | 3 |
| 2 | Il S.I.N. Napoli Orientale e i riferimenti normativi | 4 |
| 2.1 | Assetto geologico e geochimico dell'area | 5 |
| 3 | Approcci metodologici per la caratterizzazione ambientale del fondale marino e per il calcolo dei valori di Riferimento dell'area interna alla perimetrazione del S.I.N. Napoli Orientale | 7 |
| 4 | Attività da svolgere | 7 |
| 4.1 | FASE 1: caratterizzazione chimico fisica microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti dell'area a mare del S.I.N. Napoli Orientale al fine di classificare lo stato ambientale del corpo idrico in questione | 7 |
| 4.1.1 | Sub campionamento e preparazione dei campioni | 9 |
| 4.1.2 | Trattamento e conservazione dei campioni | 10 |
| 4.1.3 | Analisi previste | 11 |
| 4.1.3.1 | Analisi fisiche | 11 |
| 4.1.3.2 | Analisi chimiche | 12 |
| 4.1.3.3 | Analisi Microbiologiche | 15 |
| 4.1.3.4 | Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità) | 15 |
| 4.1.3.5 | Modalità di restituzione dei risultati | 18 |
| 4.2 | FASE 2 : caratterizzazione chimico fisica ed ecotossicologica dei sedimenti dell'area a mare del S.I.N. Napoli Orientale al fine al fine di definire i valori di riferimento per i sedimenti dell'area a mare del S.I.N. Napoli Orientale | 19 |
| 4.2.1 | Analisi previste | 19 |
| 4.2.1.1 | Analisi fisiche | 19 |
| 4.2.1.2 | Analisi chimiche | 20 |
| 4.2.1.3 | Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità) | 22 |
| 4.3 | FASE 3 : prelievo e analisi di <i>mytilus galloprovincialis</i> per la procedura per la valutazione del bioaccumulo nell'area a mare del S.I.N. Napoli Orientale | 24 |
| 5 | Metodi analitici | 25 |
| 6 | Bibliografia | 26 |

1 INTRODUZIONE

Il Nuovo Accordo di Programma stipulato tra il Ministero della Transizione Ecologica, la Regione Campania, la Città Metropolitana di Napoli, il Comune di Napoli e l’Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e bonifica delle aree comprese nel Sito di Interesse Nazionale di “Napoli Orientale”, richiede nell’allegato tecnico –scheda 2, la “Caratterizzazione dei fondali del porto di Napoli”. Nello specifico la richiesta del progetto prevede la “caratterizzazione chimico, fisica, microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti marini finalizzata alla classificazione degli stessi allo scopo di elaborare ipotesi di progettualità di gestione dei sedimenti nel rispetto delle normative vigenti”

Nell’ambito delle attività previste da tale accordo quadro, l’istituto ISMAR CNR sede di Napoli propone che vengano individuati i valori chimici di riferimento per la matrice sedimento come descritto nel DD 8 giugno 2016 (*definizione delle procedure per la derivazione di valori di riferimento in aree marine e salmastre interne alla perimetrazione dei S.I.N.*) al fine di valutare la qualità dei sedimenti volta a garantire la tutela sanitaria e ambientale e a riconsiderare l’attuale perimetrazione dell’area S.I.N.

I valori di riferimento (VdR) sono degli indicatori ambientali da utilizzare come termine di confronto degli effetti connessi alle attività dell’area in oggetto. I VdR possono essere stabiliti quindi in base alla valutazione della probabilità di avere un effetto sull’ambiente (valutato con test ecotossicologici) e sulle popolazioni locali (valutato con test biologici). Si tratta quindi di un approccio integrato chimico-ecotossicologico-biologico. In sostanza, i valori di riferimento andrebbero considerati come parametri per una prevenzione a medio-lungo termine in materia di salute e protezione dell’ambiente.

L’approccio proposto in questo lavoro richiama le specifiche espresse nel DD 8 giugno 2016 da ISPRA-CNR-ISS allegato A ed è volto a osservare entrambi gli effetti prodotti (ecotossicologico e biologico) in relazione alla concentrazione dei contaminanti riscontrati nell’area S.I.N. Napoli Orientale

Nel caso specifico, per quanto riguarda gli aspetti ambientali, la procedura proposta è di tipo statistico/probabilistico per la valutazione degli effetti ecotossicologici e sulla stima della probabilità attesa di effetti tossici rispetto alla concentrazione del contaminante, per la valutazione di tipo sanitario in relazione al bioaccumulo in catena trofica.

Il lavoro propone una valutazione degli effetti ecotossicologici mediante modello additivo generalizzato (modello GAM) mentre per la valutazione del bioaccumulo, mediante tecnica del Mussel Watch (trasferimento attivo di mitili) e mediante ricerca di inquinanti nella parte edibile di alcune specie di pesci stanziali che verranno pescati a ridosso della diga foranea (verso il mare aperto).

Le risposte tossicologiche e di bioaccumulo misurate, l’elaborazione dei dati chimici di precisi contaminanti, il contesto ambientale, gli impatti che insistono sull’area, nonché il grado di rischio che si vuole assumere, permetteranno di definire i livelli di “effetto accettabile” e prevedere scelte gestionali ottimali.

Si deve precisare che tale procedimento non coincide con il raggiungimento del buono stato chimico, ecologico e sanitario del corpo idrico, bensì di una mera valutazione dello stato attuale dell'area oggetto di discussione.

Le attività proposte nel presente lavoro sono suddivise in 3 fasi:

fase 1: caratterizzazione chimico fisica microbiologica ed ecotossicologica dei sedimenti dell'area a mare del S.I.N. Napoli Orientale al fine di classificare lo stato ambientale del corpo idrico in questione (come richiesto dall'Accordo Quadro precedentemente definito)

fase 2: parte della caratterizzazione chimico-fisica ottenuta dalla fase 1 permetterà di poter scegliere un pool di dati rappresentativo dell'area indagata, al fine di consentire la definizione del limite di concentrazione sito specifico in funzione del livello di effetto ritenuto accettabile.

fase 3: prelievo e analisi di *mytilus galloprovincialis* per la valutazione del bioaccumulo mediante tecnica del "Mussel Watch"

2 IL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE E I RIFERIMENTI NORMATIVI

I primi siti di interesse nazionale (S.I.N.), vennero istituiti con la Legge 9 dicembre 1998, n. 426 all'interno del programma nazionale di bonifica e ripristino di aree di particolare pregio o che erano sottoposti ad attività antropiche spinte e quindi caratterizzati dalla presenza di elevate concentrazioni di inquinanti che determinavano un impatto sull'ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali (art. 252, comma 1 del D.lgs. 152/06 e ss.mm.ii.). I S.I.N. sono stati individuati nel tempo con norme di varia natura e, di regola sono stati perimetrati mediante decreto dell'allora Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), ora MASE (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica), d'intesa con le regioni e i comuni interessati.

Il S.I.N. Napoli Orientale, è stato istituito con la predetta legge mentre la perimetrazione è stata definita con Ordinanza Commissariale del Sindaco di Napoli del 29/12/1999 (G.U. 56 del 08/03/2000)

Attualmente il perimetro del S.I.N. Napoli Orientale contiene tutta l'area a prevalente destinazione industriale. L'area comprende, le aree dei quartieri orientali della città di Napoli (circostrizioni di Barra, Ponticelli, Poggioreale – Zona industriale di San Giovanni). In mancanza di precise informazioni sulle condizioni di inquinamento, si prese a riferimento una indagine effettuata sullo stato delle attività produttive passate e presenti, delle attività potenzialmente inquinanti, delle zone confinanti o interconnesse che potevano aver subito l'influenza dei fattori contaminanti. Tale area, definita come "relativamente omogenea", comprendeva zone caratterizzate da estesi fenomeni di dismissione delle attività produttive e da gravi condizioni di degrado nonché l'area della fascia costiera che andava dalla Darsena Petroli al confine comunale, le aree della fascia litoranea del quartiere S. Giovanni (dalla Darsena Petroli a Pietrarsa) e consistenti tratti di spiaggia inquinate dalle antiche lavorazioni industriali e dalla vicinanza della foce del fiume Sarno. All'interno di questo perimetro vennero incluse la quasi totalità degli impianti di gas e petroli presenti sul territorio cittadino: i depositi di Esso, Italcost, IP, Shell, Agip, la raffineria della Kuwait, l'insediamento dismesso dell'industria metallurgica e metalmeccanica

Corradini, la centrale Enel di Vigliena ed il depuratore di Napoli S. Giovanni. In Fig. 1 sono evidenziate in rosso le attività dismesse, in azzurro le attività petrolchimiche e in viola le attività industriali come apparivano al momento in cui fu emessa l'ordinanza comunale. A quest'area fu aggiunta, sotto richiesta del Ministro dell'Interno con ordinanza n. 2948 del 25 febbraio 1999, il litorale e le acque marine costiere antistanti le aree individuate nel limite di 3000 metri dalla costa e comunque entro la batimetrica dei 50 m. In Fig. 1 è raffigurato il SIN Napoli Orientale come appariva nel 1999. La documentazione attualmente disponibile vede nell'ordinanza n° 2948/99 l'unica fonte normativa che riporta il perimetro del SIN di Napoli Orientale.

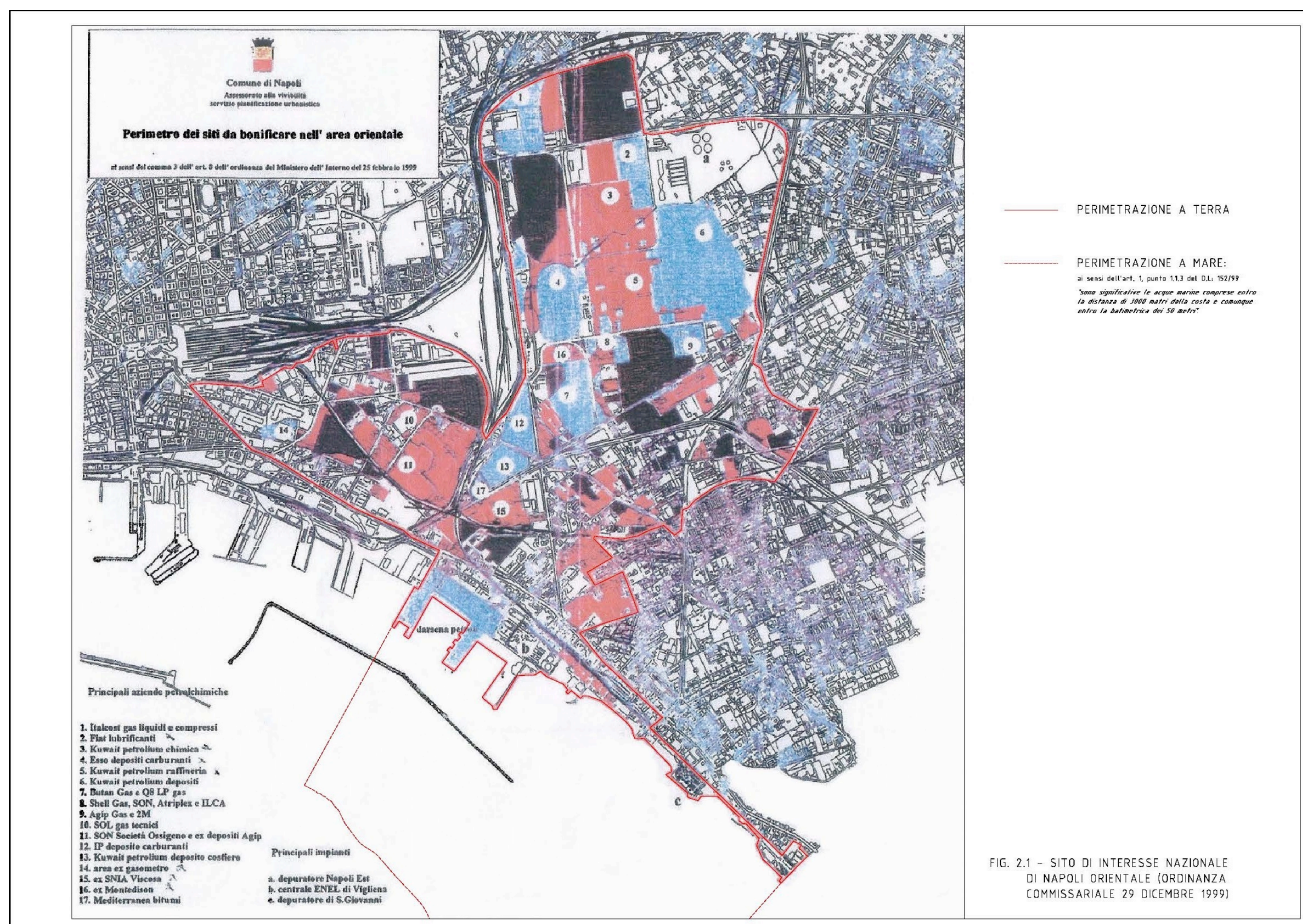


Figura 1: S.I.N. Napoli Orientale

2.1 ASSETTO GEOLOGICO E GEOCHIMICO DELL'AREA

La morfologia del fondo all'interno dell'area portuale di Napoli (sia S.I.N. che non), risulta generalmente irregolare e rilevata nella area limitrofa alla banchina, con un generale incremento di spessore dei sedimenti in corrispondenza dello sbocco dei circa 20 canali fognari che scaricano nello specchio d'acqua del Porto.

I fondali marini dell'area marino-costiera ricompresa all'interno del S.I.N. Napoli Orientale sono stati caratterizzati da un punto di vista chimico-fisico in diverse attività di monitoraggio a partire dal 2004. La finalità del lavoro di caratterizzazione dei sedimenti dell'area portuale e del tratto di

mare entro la batimetria dei 50 metri hanno permesso di conoscere lo stato attuale dei materiali sedimentari anche se negli ultimi anni sono stati effettuati dragaggi di alcune aree (soprattutto sotto banchina) per permettere il traffico navale.

La contaminazione del porto di Napoli è principalmente attribuibile alle alte concentrazioni di idrocarburi pesanti (IC>12) con particolare riferimento agli Idrocarburi Policiclici Aromatici come il Benzo(A)pirene, e ad alcuni metalli (As, Cr, Cu, Hg, Ni, V, Zn,) i cui valori di concentrazione sono risultati superiori ai limiti ammissibili per suoli ad uso industriale (col. B- All. 5 - Tab. 2, D.lgs. 152/2006), anche se le concentrazioni erano sempre inferiori ai limiti per pericolosi. (Allegato D, parte IV D.lgs. 152/2006).

La contaminazione diffusa del S.I.N. Napoli Orientale rispecchia una distribuzione a macchia di leopardo, tipico delle aree portuali ad intensa attività navale. Tale variabilità delle concentrazioni però, potrebbe essere dovuta anche al confronto dei dati raccolti in diverse campagne (variabilità temporale). Ciò nonostante, è possibile identificare (figura 2) alcune darsene dove la contaminazione è meno pronunciata (in giallo-verde) e darsene dove la contaminazione è elevata (in arancione-rosso).

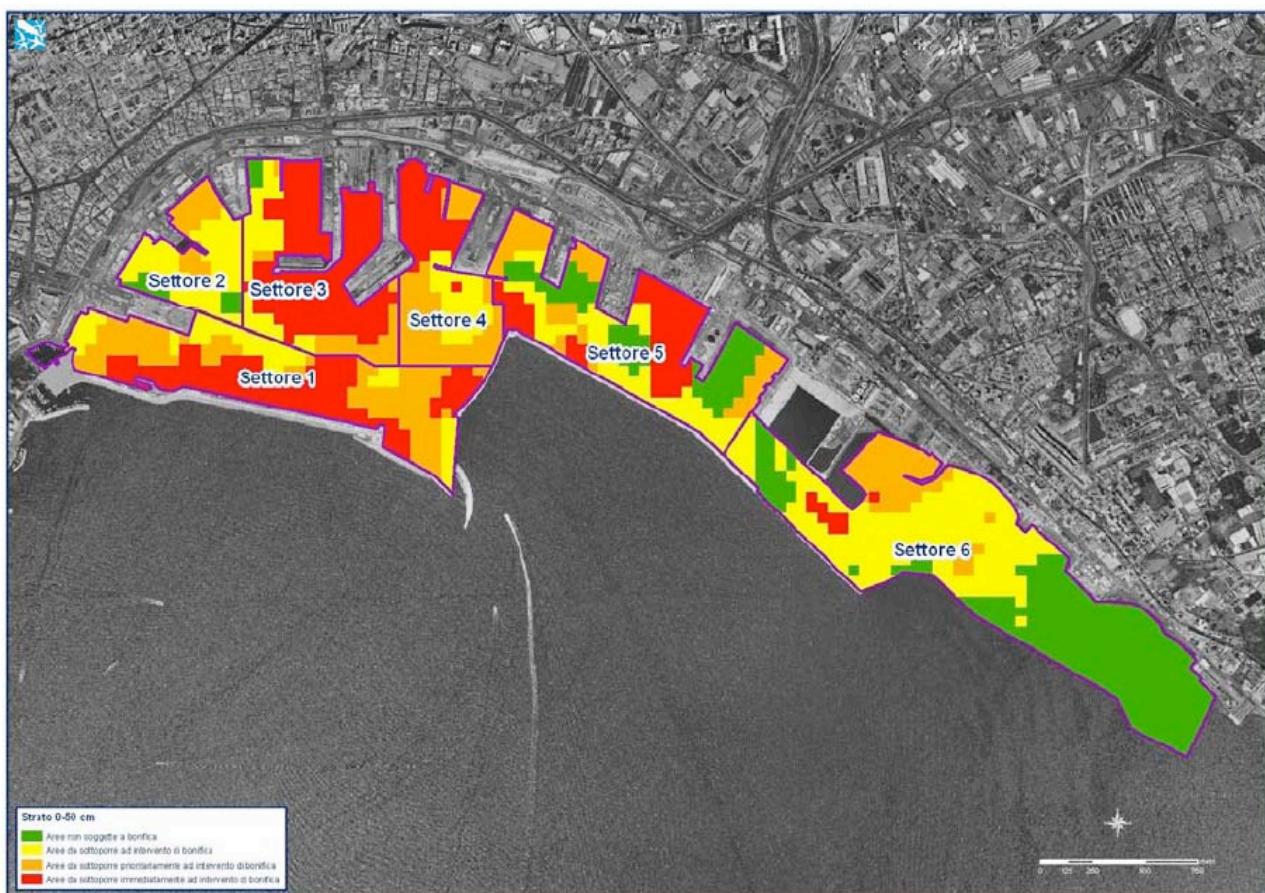


Figura 2: indicazioni sulla contaminazione dello strato 0-50 cm osservata in precedenti contaminazioni (2008)

3 APPROCCI METODOLOGICI PER LA CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL FONDALE MARINO E PER IL CALCOLO DEI VALORI DI RIFERIMENTO DELL'AREA INTERNA ALLA PERIMETRAZIONE DEL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE

Le attività proposte di seguito sono volte ad integrare i dati al momento disponibili dell'area oggetto di studio, incrementando la comprensione sia dell'attuale stato chimico fisico microbiologico ed ecotossicologico del S.I.N Napoli Orientale e sia degli effetti prodotti dalla presenza di tali inquinanti in termini di impatto tossico sugli organismi dei diversi livelli trofici fino ad arrivare al recettore finale ovvero l'uomo

Per questo motivo, si ritiene opportuno, per questa acquisizione, utilizzare una distribuzione uniforme di campioni su tutta l'area di indagine in modo da riuscire ad osservare l'ampia variabilità chimico-fisica che caratterizza i sedimenti superficiali e determinare congiuntamente la gamma di risposte ecotossicologiche che permetterà l'applicazione dei test statistici richiesti dal DD 8 giugno 2016.

4 ATTIVITÀ DA SVOLGERE

4.1 FASE 1: CARATTERIZZAZIONE CHIMICO FISICA MICROBIOLOGICA ED ECOTOSSICOLOGICA DEI SEDIMENTI DELL'AREA A MARE DEL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE AL FINE DI CLASSIFICARE LO STATO AMBIENTALE DEL CORPO IDRICO IN QUESTIONE

Le attività da effettuare in questa prima fase della caratterizzazione chimico-fisica dell'area marina del S.I.N. Napoli Orientale sono disciplinate dal Dm Ambiente 7 novembre 2008 (Disciplina delle operazioni di dragaggio nei siti di bonifica di interesse nazionale - Articolo 1, comma 996, legge 27 dicembre 2006, n. 296)

Di seguito verranno definiti il numero, l'ubicazione e le caratteristiche dei campionamenti e delle analisi di laboratorio.

Lo schema di campionamento scelto terrà conto della eterogeneità batimetrica dei fondali, del modello concettuale formulato, della variabilità qualitativa dei sedimenti, attesa in base alle informazioni raccolte, delle dinamiche di accumulo e/o erosione presenti, nonché dell'articolazione strutturale interna dell'area oggetto dell'intervento.

Lo schema proposto prevede la disposizione delle stazioni di campionamento, secondo una distribuzione uniforme, con una densità di prelievo almeno equivalente a quella ottenibile con un sistema di maglie di dimensioni pari a:

1. 50x50 m (una stazione di campionamento ogni 2.500 m²) nelle zone interne a distanza inferiore di 50 metri dai manufatti (quali ad esempio pontili, darsene e banchine), oltretutto nelle zone in cui, sulla base del modello concettuale, siano individuati elementi di criticità.
2. 100x100 m (una stazione di campionamento ogni 10.000 m²) in tutti gli altri casi, fermo quanto previsto al punto 3;
3. 200x200 m (una stazione di campionamento ogni 40.000 m²) nell'ambito delle imboccature portuali, delle zone esterne al porto ad esso adiacenti lungo le dighe di protezione esterne e le barriere frangiflutti.

Il Piano di campionamento e i punti di prelievo con la specifica delle coordinate, è descritto in allegato 1 al presente lavoro

La lunghezza delle carote e i sub campionamenti da effettuare sono descritti nell'allegato 2 al presente lavoro.

Su ciascuna stazione verranno acquisite le coordinate DGPS reali al momento del campionamento,

Da ciascuna carota devono essere prelevate sezioni di sedimento, secondo le seguenti indicazioni:

- per quota di escavo fino ai 2 metri devono essere prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm (4 sezioni);
- per quota di escavo superiore ai 2 metri devono essere prelevate sezioni consecutive di sedimento di spessore pari a 50 cm sino alla quota di 2 m; oltre i 2 metri di profondità e sino alla quota di escavo, deve essere prelevata una sola sezione di 50 cm per ogni metro lineare di lunghezza della carota, nel caso in cui tale sezione sia rappresentativa dell'intero metro; qualora, invece, a causa della presenza di strati eterogenei, non sia possibile selezionare una sezione di 50 cm rappresentativa dell'intero metro, devono essere prelevate due sezioni consecutive di 50 cm.

L'attività di prelievo dei sedimenti deve avvenire arrecando al campione il minor disturbo possibile, evitando anche possibili contaminazioni a causa di un uso improprio della strumentazione.

Per quanto riguarda i saggi ecotossicologici, la batteria minima sarà composta da almeno 3 organismi appartenenti a gruppi tassonomici ben distinti, scegliendo una delle combinazioni riportate in Tab. 4. La scelta della batteria si baserà su alcuni fattori quali: reperibilità e mantenimento in coltura degli organismi selezionati, se già impiegata in attività pregresse, standardizzazione e certificazione delle metodiche da impiegare. Tali saggi devono essere applicati, su un numero significativo di campioni, almeno pari al 30% del totale dei campioni prelevati.

NB: parte di tali campioni dovrà necessariamente essere compresa nell'elenco dei campioni previsti dal piano di campionamento per la rilevazione dei valori di riferimento proposta in seguito nella fase 2

Le attività di prelievo dei carotaggi devono essere eseguite mediante carotiere di tipo vibrocorer, o eventualmente a rotazione. Il sistema di perforazione deve essere comunque tale da rendere minimo il disturbo provocato nei sedimenti attraversati, per escludere il propagarsi dei contaminanti dagli strati superficiali a quelli più profondi. Nel caso d'utilizzo di carotiere a

rotazione la velocità di rotazione deve essere moderata in modo da ridurre l'attrito tra sedimento e campionatore.

Al fine di garantire il prelievo di sedimento indisturbato si richiede l'utilizzo di un rivestimento interno (liner) al carotiere, in polietilene inerte, polipropilene o policarbonato, di lunghezza pari alla lunghezza dell'asta utilizzata. Per lo stesso motivo non è consentito l'uso di fluidi o fanghi di circolazione.

Il sondaggio deve essere eseguito in verticale.

La carota deve essere recuperata per l'intera lunghezza prevista, un'unica operazione, senza soluzione di continuità, utilizzando aste di altezza adeguata allo spessore di materiale da caratterizzare e tenendo conto della necessità di ottenere un recupero pari al 100%. La strumentazione adottata deve, pertanto, prevedere una lunghezza di prelievo opportunamente incrementata rispetto a quella programmata, al fine di consentire il recupero completo dello spessore previsto.

Il diametro della strumentazione deve essere tale da consentire il recupero di una quantità di materiale sufficiente per l'esecuzione di tutte le determinazioni analitiche previste, tenendo conto delle modalità di preparazione dei campioni e del quantitativo di campione da conservare (non inferiore a 10 cm)

L'indisturbabilità del campione deve essere garantita anche in fase di estrusione, ad esempio utilizzando un estrusore a pistone idraulico o eseguendo il taglio longitudinale del liner interno. A tal fine l'attrezzatura utilizzata per il prelievo della carota, per l'estrusione o il taglio della stessa, per le operazioni di suddivisione nelle varie sezioni e di omogeneizzazione dei campioni, deve essere sempre decontaminata prima del suo reimpiego.

Non è consentito l'uso di sostanze detergenti normalmente utilizzate per la pulizia o per l'ottimizzazione della funzionalità degli strumenti (lubrificanti, CRC, ecc.).

4.1.1 Sub campionamento e preparazione dei campioni

Per ogni punto di prelievo deve essere compilata una scheda riassuntiva contenente le seguenti informazioni:

- codice identificativo della stazione di campionamento;
- data ed ora di campionamento;
- coordinate effettive del punto;
- quota del fondale;
- lunghezza della carota prelevata;
- descrizione stratigrafica della carota;
- sezioni prelevate;
- descrizione macroscopica delle sezioni e codici dei relativi campioni.

I codici identificativi della stazione di campionamento e del campione devono essere univoci. In particolare, il codice della stazione deve contenere il riferimento alla campagna d'indagine e al

numero della stazione; il codice del campione deve contenere il riferimento alla campagna d'indagine, al numero della stazione di campionamento e alla sezione di prelievo lungo la carota.

L'apertura o l'estrusione della carota devono avvenire entro alcune ore dal prelievo dal fondale marino.

Immediatamente dopo le operazioni di apertura o estrusione le carote devono essere misurate per la loro lunghezza di prelievo, fotografate (nella relativa foto comparirà una targa identificativa comprendente il codice della stazione, la data di prelievo e la lunghezza della carota) e ispezionate visivamente da personale specializzato. Una volta misurate, le carote devono essere immediatamente subcampionate separando, partendo dal top, le sezioni di sedimento indicate in precedenza

Sulle singole sezioni individuate, immediatamente dopo il decorticamento della parte più esterna della carota, venuta a contatto con le pareti interne del liner o del carotiere, deve essere effettuato:

— il prelievo dell'aliquota destinata alla determinazione dei composti volatili (Idrocarburi C_{≤12}, BTEX, composti alifatici clorurati e cancerogeni).

Detto prelievo deve essere effettuato in modo puntuale secondo la metodica Astm 4547-03 o EPA 5035, fatti salvi i successivi aggiornamenti;

— la misura di pH e Eh su tutte le sezioni scelte.

Immediatamente dopo si procede al sub-campionamento e alla omogeneizzazione e delle aliquote previste per tutti i restanti parametri, evitando la miscelazione del sedimento lungo l'asse della carota.

Il campione, una volta omogeneizzato, deve essere suddiviso in due sub-campioni, uno destinato alle analisi e l'altro da suddividere ulteriormente in due sub-campioni, destinati rispettivamente alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori, entrambi da conservare in contenitori di teflon (o, in alternativa in contenitori in HDPE), a temperatura compresa tra — 18 °C e — 25 °C .

I due subcampioni destinati alle analisi di controllo e ad eventuali contraddittori devono essere sigillati in campo, mediante dispositivi dotati di sistemi di massima sicurezza.

4.1.2 Trattamento e conservazione dei campioni

Il subcampione da utilizzare per l'esecuzione delle analisi fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche deve essere prontamente suddiviso in diverse aliquote, da conservarsi e trasportarsi secondo le seguenti modalità:

— l'aliquota per analisi granulometrica, il contenuto d'acqua, il peso specifico deve essere raccolta in contenitori di plastica, trasportata e conservata a temperature comprese tra i + 4 °C e + 6 °C; in alternativa si possono utilizzare sacchetti in polietilene ad alta densità, con sistema di chiusura ermetica o a nastro;

— l'aliquota per la chimica organica (Idrocarburi C > 12, TOC, IPA, PCB, nitrobenzeni, clorobenzeni, clorofenoli, pesticidi organoclorurati, diossine e furani, composti organostannici) deve essere raccolta in contenitori decontaminati in teflon (PTFE); in alternativa è possibile utilizzare contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE), possibilmente dotati di sottotappo. Il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra — 8 °C e — 25 °C;

- l'aliquota per l'analisi di azoto e fosforo deve essere raccolta e trasportata in contenitori di HDPE; il trasporto in laboratorio deve avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione a temperature comprese tra — 18 °C e — 25 °C;
- l'aliquota per l'analisi di metalli ed elementi in tracce deve essere raccolta in contenitori decontaminati in HDPE; il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione in laboratorio a temperature comprese tra — 18 °C e — 25 °C;
- l'aliquota per l'analisi dell'amianto deve essere raccolta in contenitori di plastica o vetro e il trasporto avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C;
- l'aliquota per le analisi microbiologiche deve essere raccolta in contenitori sterili di polietilene o polistirolo; il trasporto deve avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C; la conservazione in laboratorio deve avvenire alle medesime temperature per un massimo di 24 ore, entro le quali deve essere iniziata l'analisi;
- l'aliquota per i saggi ecotossicologici deve essere raccolta in contenitori di polietilene o vetro decontaminato ed essere immediatamente posta a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C. Le analisi dovranno essere eseguite entro 10 gg dal prelievo, salvo diversa indicazione del metodo di riferimento utilizzato;
- l'aliquota per l'analisi dei composti organici volatili dopo il prelievo, secondo la procedura precedente descritta, deve essere raccolta in contenitori decontaminati in vetro, generalmente compatibili con lo strumento utilizzato per l'analisi, ben chiusi tramite tappo a vite o a ghiera dotato di setto in PTFE. Il trasporto e la conservazione devono avvenire a temperature comprese tra + 4 °C e + 6 °C. I campioni devono essere analizzati preferibilmente entro 14 giorni dal prelievo.

4.1.3 Analisi previste

Le analisi sotto indicate vanno condotte sul campione tal quale e la restituzione del dato analitico va riportata rispetto al peso secco del materiale analizzato.

4.1.3.1 Analisi fisiche

Su tutti i campioni prelevati deve essere effettuata una descrizione macroscopica che riporti la tipologia del sedimento: colore, odore, presenza di concrezioni, residui di origine naturale o antropica, ecc.

Su tutti i campioni prelevati devono essere effettuate le determinazioni di contenuto d'acqua e peso specifico.

Su tutti i campioni prelevati devono essere effettuate le determinazioni granulometriche.

La determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi dimensionali riportate nella seguente tabella A1. La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

| Frazioni dimensionali | | Dimensioni |
|-----------------------|---------|-------------------------|
| Ghiaia | | > 2 mm |
| Sabbia | | 2 mm > x > 0.063 mm |
| Pelite | Silt | 0.063 mm > x > 0.004 mm |
| | Argilla | < 0.004 mm |

Tabella 1: classi dimensionali richieste per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti

Ai fini dell'eventuale riutilizzo dei sedimenti per ripascimenti, su una percentuale dei campioni prelevati, in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare, deve essere effettuata la determinazione delle principali caratteristiche mineralogiche.

4.1.3.2 Analisi chimiche

I parametri chimici da determinare sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale ed i relativi limiti di quantificazione richiesti per i diversi parametri sono riportati nella tabella 2.

| Specie chimiche | Singoli parametri e specifiche analitiche | Numero di determinazioni da effettuare | Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg s.s.) |
|-------------------------|--|--|---|
| Metalli | Al As Cd Cr Cu Fe Hg Ni Pb Zn V totale | Su tutti i campioni prelevati | 5,0 0,5 0,05 5,0 1,0 5,0 0,05 1,0 1,0 1,0 1,0 |
| Policlorobifenili (PCB) | Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria | Su tutti i campioni prelevati | 0.0001 per singolo composto |

| | | | |
|---|---|---|--|
| | (per i PCB Diossina simili si richiede la determinazione con spettrometria di massa ad alta risoluzione) | | 0.00001 per singolo composto dei PCB Diossina simili |
| Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) | Naftalene Acenaftene Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(b)pirene Dibenzo(a,h) antracene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenaftilene | Su tutti i campioni prelevati | 0.001 per singolo idrocarburo |
| Benzene | | Su tutti i campioni prelevati | 1.0 |
| Idrocarburi leggeri (C≤12) ** | | Su tutti i campioni prelevati | 0.5 |
| Idrocarburi pesanti (C>12) ** | | Su tutti i campioni prelevati | 1.5 |
| Azoto totale | | Solo su campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare | |
| Fosforo totale | | Solo sui campioni di sedimento presumibilmente destinati a immersione in mare | |

| | | | |
|--|---|--|-----------------------------|
| Carbonio Organico Totale (TOC) | | Su tutti i campioni prelevati | |
| Pesticidi organoclorurati | DDD, DDT, DDE (per ogni sostanza: somma degli isomeri 2,4 e 4,4) Cis-clordano Trans-clordano Aldrin Dieldrin Endrin α -esaclorocicloesano β -esaclorocicloesano γ -esaclorocicloesano (Lindano) Eptacloro EptacloroEpossido | In presenza di attività presenti o pregresse che ne facciano ipotizzare la presenza, su una percentuale dei campioni | 0.0005 per singolo composto |
| Esaclorobenzene | HCB | Su una percentuale dei campioni | 0.0001 |
| Composti organostannici | Espresso come Sn totale di origine organica | Su una percentuale dei campioni | 0.001 |
| Diossine e furani [Somatoria PCDD/PCDF (conversione T.E.)] | Determinati con spettrometria di massa ad alta risoluzione al fine del raggiungimento del limite di rilevabilità richiesto | Su una percentuale dei campioni | 0.5×10^{-6} |
| Amianto | Espresso in mg/kg s.s. Determinato attraverso una delle seguenti tecniche: diffrattometria a raggi oppure I.R. - Trasformata di Fourier | Su una percentuale dei campioni | |
| Solventi aromatici (BTEX) | | Su una percentuale dei campioni | 1.0 per singolo composto |

Devono essere inoltre ricercate tutte quelle sostanze ricavabili sulla base delle indagini di cui al punto 2.1, con particolare attenzione alle sostanze Pericolose e Prioritarie di cui alla decisione del Parlamento europeo e del Consiglio n. 2455/2001/Ce. In questi casi le sostanze aggiuntive devono essere ricercate su un numero rappresentativo di campioni, scelti in modo tale da ottenere una distribuzione il più possibile rappresentativa dell'area da caratterizzare, con particolare attenzione alle zone con maggiore contaminazione presunta.

* Con la dizione "limite di quantificazione richiesto" si intende la concentrazione di analita più bassa misurabile con il metodo utilizzato dal laboratorio che procede all'analisi.

** In attesa di specifiche metodiche di riferimento, gli Idrocarburi Totali (THC) sono da considerare come sommatore di Idrocarburi leggeri ($C \leq 12$) e di Idrocarburi pesanti ($C > 12$). Ai fini della classificazione del materiale contenente "Idrocarburi Totali" (THC) di origine non nota, si

fa riferimento al parere espresso dall'Istituto Superiore di Sanità il 5 luglio 2006, prot. n. 0036565 sulle "procedure di classificazione di rifiuti contenenti idrocarburi", e successivi aggiornamenti a seguito dell'adeguamento al progresso tecnico (ATP) in materia di classificazione, di imballaggio e di etichettatura delle sostanze pericolose ai sensi della direttiva 67/548/Cee, precisando che, al solo fine della classificazione quale rifiuto, l'analisi deve fare riferimento al tal quale.

Tabella 2: analisi chimiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale e relativi limiti di quantificazione

4.1.3.3 *Analisi Microbiologiche*

Le analisi microbiologiche da eseguire ai fini di cui all'articolo 5, comma 11-ter sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale, stante la loro specifica natura, sono indicate nella tabella 3.

| Parametro | Specifiche | Numero di determinazioni da effettuare |
|------------------|--------------------------------------|--|
| Enterococchi | Fecali | Su tutti i campioni prelevati |
| Coliformi | Totali | Su tutti i campioni prelevati |
| Coliformi | Escherichia coli | Su tutti i campioni prelevati |
| Clostridi | Spore di clostridi solfito-riduttori | Su tutti i campioni prelevati |
| Salmonella | | Su tutti i campioni prelevati |
| Stafilococchi | | Su tutti i campioni prelevati |
| Miceti e Lieviti | | Ai fini dell'eventuale riutilizzo dei sedimenti per ripascimenti è opportuna la determinazione su tutti i campioni. Se il sedimento prelevato è destinato ad altri usi la determinazione non è necessaria. |

Tabella 3: analisi microbiologiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale

4.1.3.4 *Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)*

I saggi biologici devono essere applicati, su un numero significativo di campioni, almeno pari al 30% del totale, ad almeno due matrici ambientali costituite da:

- fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato);
- fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato);

mediante impiego di una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti, scelte preferibilmente all'interno della lista di specie riportate in tabella 4 e con le modalità di applicazione descritte.

| Specie | Matrice | Stadio vitale | Esposizione | End-point | Espressione dato |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|----------------------------------|--|
| ALGHE | | | | | |
| <i>Skeletonema costatum</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Dunaliella tertiolecta</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Pheodactylum tricornutum</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Minutocellus polymorphus</i> | | | | | |
| BATTERI | | | | | |
| <i>Vibrio fischeri</i> | Elutriato | Cellule | 30' | Inibizione della bioluminescenza | EC20 e EC50 |
| | Sedimento centrifugato | Cellule | 30' | Inibizione della bioluminescenza | S.T.I. (Sediment Toxicity Index) |
| ROTIFERI | | | | | |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | Elutriato | Individui | 48h | Schiusa delle cisti | EC20 e EC50 |
| CROSTACEI | | | | | |
| <i>Ampelisca diadema</i> | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | Δ mortalità (Corretto con Abbott) |
| <i>Corophium orientale</i> | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | Δ mortalità (Corretto con Abbott) |

| | | | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|
| Corophium insidiosum | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Acartia tonsa | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Acartia clausi | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Tisbe battagliai | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Tigriopus fulvus | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| MOLLUSCHI | | | | | |
| Mytilus galloprovincialis | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 |
| Tapes philippinarum | | | | | EC20 e EC50 |
| Cassostrea gigas | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 |
| ECHINODERMI | | | | | |
| Sphaerechinus granularis | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Paracentrotus lividus | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Arbacia lixula | | | | | |
| PESCI | | | | | |
| Dicentrarchus labrax | elutriato | giovanili | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Sparus aurata | elutriato | giovanili | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |

Tabella 4: modalità di applicazione dei saggi biologici ai sedimenti

Nei casi in cui, nell'ambito del medesimo sito di bonifica di interesse nazionale, siano già state eseguite attività di caratterizzazione o monitoraggio, è opportuno continuare ad utilizzare le

medesime specie-test già impiegate per tali indagini, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra. Ciò al fine di preservare la confrontabilità con i risultati prodotti in precedenza.

4.1.3.5 Modalità di restituzione dei risultati

La documentazione fornita dal laboratorio unitamente al dato deve garantire la correttezza della procedura di esame, l'inequivocabilità dell'informazione nonché la qualità del dato. I laboratori devono fornire, in linea con quanto previsto dai principi per la Buona Pratica di Laboratorio, un Rapporto di Prova, datato e firmato dal responsabile del laboratorio, che riporti: il nome e la Sede Legale del laboratorio, nonché la sede operativa ove sono state svolte le analisi; l'identificazione univoca del campione analizzato; il codice alfanumerico dell'analisi; l'elenco dei parametri determinati, con relativo risultato analitico ottenuto e relativa unità di misura (i risultati numerici vanno indicati con un numero di cifre significative coerenti con il limite di quantificazione richiesti. L'incertezza di misura espressa nella stessa unità di misura del risultato; il metodo di riferimento usato; il limite di quantificazione; la data di ricevimento del materiale da analizzare e la data di esecuzione della determinazione. In particolare, i risultati analitici devono essere resi disponibili su supporto digitale, in un'unica tabella in formato MDB (Microsoft Access), secondo le specifiche delineate nel seguito. La formattazione dei risultati analitici restituiti in formato digitale deve rispondere ai seguenti requisiti:

- i nomi dei campi della tabella non devono contenere né spazi né caratteri speciali o di punteggiatura;
- è ammesso l'uso del carattere underscore (_) e del carattere (μ);
- tutte le coordinate devono essere riferite al datum WGS84. Le coordinate geografiche devono essere
- restituite come gg pp.mmmm (4 cifre decimali per le frazioni di primo), le coordinate cartografiche in metri;
- tutte le quote devono essere espresse in metri (1 cifra decimale);
- ad ogni campione deve essere associato un unico record di una tabella, il quale record deve contenere tutti i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sul campione;
- i nomi dei campi relativi ai risultati analitici devono indicare il parametro analizzato e l'unità di misura (ad esempio: l'Arsenico in mg/kg ss deve essere indicato come Arsenico_mg_kg_ss, mentre il Benzo(g,h,i,)perilene come Benzo_g_h_i_perilene_mg_kg_ss);
- i campi relativi alle tipologie di analisi che prevedono risultati di tipo descrittivo (granulometria, descrizione del campione, qualità organolettiche...) devono essere di tipo testo;
- i campi relativi alle informazioni e alle tipologie di analisi che prevedono dati di tipo numerico (ad es. coordinate, profondità, analisi chimico-fisiche...) devono essere unicamente di tipo numerico. La precisione deve essere adeguata al parametro descritto;
- tutti i risultati analitici al di sotto del limite di quantificazione devono essere indicati con un valore pari alla metà del limite stesso. I primi campi della tabella devono contenere le informazioni relative alla campagna di campionamento condotta, alla stazione di prelievo ed ai campioni prelevati. Essi devono essere i seguenti:

- Codice della stazione (Codice_Campagna_Stazione);
- Codice del campione (Codice_Campione), che comprenda l'indicazione della stazione di prelievo ed il livello di sedimento corrispondente al campione;
- Gradi Latitudine (Lat_Gradi)
- Primi Latitudine (Lat_Primi)
- Gradi Longitudine (Long_Gradi)
- Primi Longitudine (Long_Primi)
- Nord Utm (Nord)
- Est Utm (Est)

4.2 FASE 2 : CARATTERIZZAZIONE CHIMICO FISICA ED ECOTOSSICOLOGICA DEI SEDIMENTI DELL'AREA A MARE DEL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE AL FINE AL FINE DI DEFINIRE I VALORI DI RIFERIMENTO PER I SEDIMENTI DELL'AREA A MARE DEL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE

Per elaborare la procedura per l'identificazione di valori di riferimento di alcuni contaminanti chimici in relazione alla matrice sedimento all'interno del perimetro del S.I.N Napoli Orientale, viene proposta una sotto-caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica integrativa al piano di monitoraggio descritto in fase 1. In allegato al presente lavoro, (Allegato 3) è descritta la mappa di ubicazione dei punti di prelievo e le coordinate utili alla costruzione del modello GAM (modello additivo generalizzato).

Come suggerito dalla normativa di riferimento, le concentrazioni dei diversi inquinanti richiesti dovrebbero essere distribuite all'interno di un range di concentrazione il più ampio possibile in modo da risultare rappresentativo delle differenti situazioni ambientali del S.I.N. Poiché non esiste una regola per fissare un numero minimo di campioni si ritiene che il set analitico ottimale vada da 40 a 100 campioni almeno.

Su ogni campione, dovranno essere effettuate l'intero set di analisi chimiche ed ecotossicologiche poiché il modello si basa su coppie di dati associati (chimici ed ecotossicologici).

4.2.1 Analisi previste

Le analisi sottoindicate vanno condotte sul campione tal quale e la restituzione del dato analitico va riportata rispetto al peso secco del materiale analizzato.

4.2.1.1 *Analisi fisiche*

Su tutti i campioni prelevati devono essere effettuate le determinazioni granulometriche.

La determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti deve prevedere l'individuazione delle principali frazioni dimensionali (ghiaia, sabbia, silt e argilla) secondo le classi

dimensionali riportate nella seguente tabella 5. La caratterizzazione della frazione pelitica nelle frazioni silt e argilla è richiesta per tutti i campioni aventi percentuale di frazione pelitica maggiore del 10%.

Per l'esecuzione di tale caratterizzazione si consiglia l'uso di un sedigrafo a raggi X o di un granulometro laser, oppure di strumentazione idonea a fornire tale informazione analitica.

| Frazioni dimensionali | | Dimensioni |
|-----------------------|---------|-------------------------|
| Ghiaia | | > 2 mm |
| Sabbia | | 2 mm > x > 0.063 mm |
| Pelite | Silt | 0.063 mm > x > 0.004 mm |
| | Argilla | < 0.004 mm |

Tabella 5: classi dimensionali richieste per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti

Ai fini dell'eventuale riutilizzo dei sedimenti per ripascimenti, su una percentuale dei campioni prelevati, in modo tale da avere una distribuzione omogenea rispetto al volume di materiale da caratterizzare, deve essere effettuata la determinazione delle principali caratteristiche mineralogiche.

4.2.1.2 *Analisi chimiche*

I parametri chimici da determinare sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale ed i relativi limiti di quantificazione richiesti per i diversi parametri sono riportati nella tabella 6.

| Specie chimiche | Singoli parametri e specifiche analitiche | Numero di determinazioni da effettuare | Limite di quantificazione richiesto * (mg/kg s.s.) |
|-----------------|--|--|---|
| Metalli | Al As Cd Cr Cu Fe Hg Ni Pb totale | Su tutti i campioni prelevati | 5,0 0,5 0,05 5,0 1,0 5,0 0,05 1,0 1,0 |

| | | | |
|---|---|---------------------------------|-------------------------------|
| | Zn V | | 1,0 1,0 |
| Policlorobifenili (PCB) | Congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB105, PCB114, PCB118, PCB123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB157, PCB 167, PCB 169, PCB 170, PCB 180, PCB 189 e loro sommatoria | Su tutti i campioni prelevati | 0.0001 per singolo composto |
| Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) | Naftalene Acenaftene Fluorene Fenantrene Antracene Fluorantene Pirene Benzo(a)antracene Crisene Benzo(b)fluorantene Benzo(k)fluorantene Benzo(j)fluorantene Benzo(a)pirene Benzo(b)pirene Dibenzo(a,h) antracene Benzo(g,h,i)perilene Indeno(1,2,3,c,d)pirene Acenaftilene | Su tutti i campioni prelevati | 0.001 per singolo idrocarburo |
| Carbonio Organico Totale (TOC) | | Su tutti i campioni prelevati | |
| Esaclorobenzene | HCB | Su una percentuale dei campioni | 0.0001 |
| Composti organostannici | Espresso come Sn totale di origine organica | Su una percentuale dei campioni | 0.001 |

Tabella 6: analisi chimiche da eseguire sui sedimenti portuali da sottoporre a dragaggio all'interno dei siti di bonifica di interesse nazionale e relativi limiti di quantificazione

4.2.1.3 Analisi ecotossicologiche (saggi biologici di tossicità)

I saggi biologici devono essere applicati su tutti i campioni prelevati nel piano di caratterizzazione deascritto in allegato 3 e ad almeno due matrici ambientali costituite da:

- fase solida del sedimento (sedimento tal quale e/o centrifugato);
- fase liquida del sedimento (acqua interstiziale e/o elutriato);

mediante impiego di una batteria di saggi biologici costituita da tre specie-test appartenenti a gruppi tassonomici e filogenetici differenti, scelte preferibilmente all'interno della lista di specie riportate in tabella 4 e con le modalità di applicazione descritte.

| Specie | Matrice | Stadio vitale | Esposizione | End-point | Espressione dato |
|---------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ALGHE | | | | | |
| <i>Skeletonema costatum</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Dunaliella tertiolecta</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Pheodactylum tricornutum</i> | Elutriato | Coltura cellulare | 96h | Inibizione della crescita | EC20 e EC50 |
| <i>Minutocellus polymorphus</i> | | | | | |
| BATTERI | | | | | |
| <i>Vibrio fischeri</i> | Elutriato | Cellule | 30' | Inibizione della bioluminescenza | EC20 e EC50 |
| | Sedimento centrifugato | Cellule | 30' | Inibizione della bioluminescenza | S.T.I. (Sediment Toxicity Index) |
| ROTIFERI | | | | | |
| <i>Brachionus plicatilis</i> | Elutriato | Individui | 48h | Schiusa delle cisti | EC20 e EC50 |
| CROSTACEI | | | | | |
| <i>Ampelisca diadema</i> | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | Δmortalità (Corretto con Abbott) |

| | | | | | |
|---------------------------|---------------------|--------------------------|-----------|-------------------|-----------------------------------|
| Corophium orientale | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | Δmortalità (Corretto con Abbott) |
| Corophium insidiosum | Sedimento tal quale | Individui giovani-adulti | 10 giorni | Mortalità | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Acartia tonsa | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Acartia clausi | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Tisbe battagliai | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Tigriopus fulvus | elutriato | nauplii | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| MOLLUSCHI | | | | | |
| Mytilus galloprovincialis | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 |
| Tapes philippinarum | | | | | EC20 e EC50 |
| Cassostrea gigas | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 |
| ECHINODERMI | | | | | |
| Sphaerechinus granularis | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Paracentrotus lividus | elutriato | gamete maschile | 1h | Fecondazione uova | EC20 e EC50 (Corretto con Abbott) |
| Arbacia lixula | | | | | |
| PESCI | | | | | |
| Dicentrarchus labrax | elutriato | giovani | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |
| Sparus aurata | elutriato | giovani | 96h | Mortalità | EC20 e EC50 |

Tabella 7: modalità di applicazione dei saggi biologici ai sedimenti

4.3 FASE 3 : PRELIEVO E ANALISI DI MYTILUS GALLOPROVINCIALIS PER LA PROCEDURA PER LA VALUTAZIONE DEL BIOACCUMULO NELL'AREA A MARE DEL S.I.N. NAPOLI ORIENTALE

Posto che i contaminanti presenti nei sedimenti possono trasferirsi nei diversi livelli trofici, con un potenziale rischio per la salute umana, verranno studiati fenomeni di bioaccumulo di alcuni contaminanti.

La valutazione del bioaccumulo di tali molecole, verrà effettuata sia su mitili trapiantati, adottando la procedura di trasferimento attivo (protocollo *Mussel watch*), sia su specie ittiche locali appartenenti a livelli trofici differenti.

Per lo studio del bioaccumulo mediante protocollo *Mussel watch* (ICRAM & Ministero dell'Ambiente, 2001) verranno utilizzati organismi appartenenti alla specie *Mytilus galloprovincialis* che saranno trapiantati all'interno del S.I.N. in cinque stazioni rappresentative dell'area di interesse, per un periodo di almeno 4 settimane. La distribuzione e l'ubicazione delle stazioni è definito in allegato 4 al presente piano di campionamento

Gli organismi da trapiantare dovranno essere in numero compreso tra 200 e 300 individui, di taglia omogenea approssimativamente compresa tra il 70 e il 90% delle dimensioni massime della popolazione da cui sono raccolti. Il trapianto sarà effettuato mantenendo gli organismi in reti di nylon, strutture plastiche o di acciaio inossidabile da fissare nella stazione da monitorare, ad una profondità compresa tra 1 e 5 metri e ad almeno 1 metro dal fondo.

Prima ed al termine del periodo di esposizione dovranno essere svolte analisi in triplicato per ciascun campione (o pool), come descritto in allegato 4 al presente piano di campionamento

Al fine di acquisire informazioni riguardo l'influenza che lo stato di maturazione sessuale esplica sulla capacità di bioaccumulo dell'organismo, verranno fissati due periodi di esposizione coincidenti con i periodi di minore e maggiore accrescimento gonadico (maturità sessuale). Al termine di ciascun periodo di esposizione gli organismi verranno recuperati e mantenuti refrigerati (4°C) in ambiente umido, ma non immersi, fino all'arrivo presso il laboratorio dove verranno conservati alla temperatura -20°C fino al momento dell'analisi. Questa dovrà prevedere, oltre alla quantificazione dei contaminanti d'interesse, anche la misurazione dei parametri biometrici degli organismi (lunghezza e peso delle conchiglie, peso dell'organismo).

Per la valutazione del bioaccumulo, i dati verranno statisticamente comparati con il "bianco cronologico" precedente al trapianto

Le analisi sui mitili verranno affiancate da indagini di alcuni elementi ritenuti determinanti, su specie ittiche possibilmente stanziali. L'elenco delle specie utilizzabili e il loro livello trofico è reperibile sul sito: <http://www.fishbase.org/search.php>.

Le determinazioni analitiche che verranno effettuate sugli organismi sono riportate nel regolamento europeo 1881/2006/EC e successivi aggiornamenti.

| |
|--|
| Parametro da ricercare |
| |
| Metalli ed altri elementi: piombo, cadmio, mercurio |
| Diossine (pg OMS-PCDD/F-TEQ/g) + PCB diossina-simili (pg OMS-PCDD/F-TEQ/g) |
| PCB non diossina-simili (somma di PCB 28, PCb 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 e PCB 180) |
| IPA: benzo(A)pirene, benzo(A)antracene, fluorantene, crisene |

Tabella 8. analisi chimiche da eseguire sui mitili trapiantati e organismi viventi

5 METODI ANALITICI

le procedure analitiche richieste per la determinazione dei parametri chimici, fisici ed ecotossicologici devono essere scelte fra quelle riportate nei protocolli nazionali e internazionali (es. EPA, ISO, UNI EN, APAT/IRSA-CNR...).

6 BIBLIOGRAFIA

- DD 8 giugno 2016: "Procedura di derivazione di valori di riferimento in aree marine e salmastre interne alla perimetrazione dei S.I.N."
- D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152: "Norme in materia ambientale"
- Legge 9 dicembre 1998, n. 426: ""Nuovi interventi in campo ambientale"
- Ordinanza Commissariale del Sindaco di Napoli del 29/12/1999 (G.U. 56 del 08/03/2000)
- ICRAM, Ministero dell'Ambiente, 2001. Metodologie Analitiche di Riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003). Cicero A.M. & Di Girolamo I. (Eds).
- ICRAM-APAT, 2006. Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini, 67 pp.
- ISPRA, 2021. Aspetti metodologici finalizzati all'applicazione dei saggi biologici previsti dall'allegato tecnico al DM 173/16: protocollo per la preparazione dell'elutriato. Quaderni di ecotossicologia 16/2021, 40 pp.
- protocollo Mussel watch: "Metodologie analitiche di riferimento ICRAM-MATTM per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003)" ISPRA (ex ICRAM) 2001
- Caratterizzazione geochimica dei sedimenti del porto di Napoli: archiviato su database SOLAR-CNR con n. di registro: 800TR2009 –
- Road Map per un approccio integrato alla problematica ambientale del Porto di Napoli: archiviato su database SOLAR-CNR con n. di registro: 4497TR2013
- Piano di caratterizzazione integrativo dei sedimenti portuali nelle aree incluse nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale (Gennaio 2008) realizzato dall'Autorità Portuale come indicato da ICRAM
- REGOLAMENTO (CE) N. 1881/2006 DELLA COMMISSIONE del 19 dicembre 2006 che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari