

Approccio integrato per la valutazione della qualità delle aree marino costiere e salmastre

Il comparto dei sedimenti

Fulvio Onorati, Antonella Ausili, David Pellegrini

ISPRA

INDICE

- **Il contesto normativo di riferimento**
- **Il contesto ambientale**
- **Obiettivo principale**
- **Approccio integrato: riferimenti tecnico scientifici internazionali e nazionali**
- **Valutazione chimica-ecotossicologica: Livello Chimico Limite e Valori di Intervento**
- **Applicazione di batterie di saggi biologici**
- **Classificazione della qualità del sedimento da movimentare e opzioni di gestione**
- **Aggiornamenti 2009 sulle batterie di saggi**
- **Ruolo di UNICHIM e standardizzazione dei protocolli**



Il contesto normativo di riferimento

Internazionale

- Direttiva 2000/60/CE (Obiettivi di qualità, Art. 4 Par. 1 e 3);
- Direttiva 76/464/CE e Decisione 2455/2001/CE (sost. pericolose e prioritarie)
- 2008/56/CE (Marine strategy);
- Convenzione di Barcellona (relativi protocolli) - Decisione 1999/802/CE
- Convenzione di Londra (relativi protocolli)

Nazionale

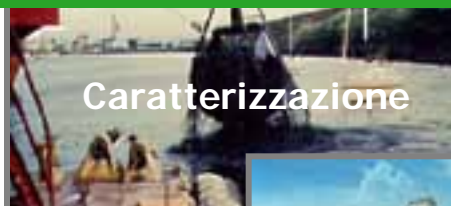
- Legge 979/82 (monitoraggi acque marino costiere)
- Art. 21 DM 179/2002 - DM 56 del 14.04.2009 (Standard di qualità dei sedimenti);
- D.lgs 152/2006 (Art. 109) - DM 24.01.1996;
- Comma 996 Legge finanziaria 2006 (GU296 22.12.2006)

Alcuni ambiti applicativi



SIN
(D.L. 152/06)

**Dragaggi portuali (D.L. 152/06 art. 109)
(Comma 996-Finanziaria 2007)**



Caratterizzazione



Vasche di colmata



**Monitoraggio siti
di immersione**



Ripascimenti costieri

**Monitoraggi costieri
(L.979/98-D.Lgs.152/06)
SQA per le sostanze
pericolose prioritarie
(2000/60 EC);
attività estrattive
piattaforme**



**Processi di
trattamento e riutilizzo
dei sedimenti e dei rifiuti
(punto h14 normativa CE:
valutazione ecotossicità)**



**Valutazione sostanze
disinquinanti
(disperdenti del petrolio
D.D. 23.12.2002) e
certificazione prodotti
destinati al mercato**



Il contesto ambientale

Il contesto ambientale è particolarmente complesso, alcuni esempi:

- ambienti ad elevata vulnerabilità e diversificazione degli ecosistemi, aree marine e salmastre con diverso grado di compromissione (SIN, Porti, ecc.)
- presenza di biocenosi di particolare pregio (praterie fanerogame) ed endemismi;
- SIC, ZPS e aree destinate ad acquacoltura;
- livelli ed origine di contaminazione eterogenei (quantità e qualità), spesso risalenti a situazioni pregresse anche di diverse decine di anni;
- le destinazioni d'uso del territorio possono essere molto diversificate;
- caratteristiche geochimiche estremamente variabili anche su piccola scala spaziale;
- ingenti volumetrie di sedimenti contaminati da “gestire”.

OBIETTIVO PRINCIPALE

Individuazione di strumenti tecnico-scientifici operativi che consentano:

- l'identificazione delle aree con maggiori criticità ambientale;
- proposta di modalità esecutive per la gestione dei sedimenti;
- non contrastino le normative vigenti;
- tengano conto delle caratteristiche specifiche di ogni sito (di bonifica);
- consentano di avviare un graduale percorso di risanamento ambientale;
- siano compatibili con le attività in corso, commerciali, industriali e/o eventuali esigenze di modifiche infrastrutturali



Approccio integrato: riferimenti tecnico scientifici internazionali

Environmental Quality Triad

**Is there
contamination?**

**Is there
toxicity?**

**TOXICITY
BIOASSAY**

**CHEMICAL
CONTAMINATION**

**Is the biological
community altered?**

**RESIDENT
COMMUNITIES
(STRUCTURE AND
STATUS)**

Questioni chiave

- Quando è che una **contaminazione** (la presenza di una sostanza a concentrazioni maggiori di quelle naturali) diventa **inquinamento** (una contaminazione che produce **effetti biologici a livello di gruppo di individui** o, più importante, effetti biologici che hanno un **impatto** a livello di popolazione)?
- E come questo può avvenire (quali sono le cause ed i meccanismi)?



Site	Bulk Sediment Chemistry: Metal-PAH-PCB	Toxicity: Survival - Growth - Reproduction	Benthos Alteration: Diversity - Abundance - Dominance	Overall Evaluation	Contaminated or Polluted?
1	●-●-●	○-●-●	○-●-●	●	Moderately polluted
2	●-●-●	○-○-○	○-○-○	○	Contaminated
3	●-●-●	○-○-○	○-○-●	○	Contaminated*
4	○-○-○	○-●-●	○-●-●	●	Moderately contaminated (by unknown contaminants)*
5	●-●-●	○-●-●	○-○-○	○	Contaminated*
6	●-●-●	○-○-●	○-○-○	○	Contaminated*
7	●-●-●	○-○-○	○-○-○	○	Contaminated
8	○-●-●	●-○-○	○-●-●	●	Moderately polluted
9	●-○-○	○-○-○	○-●-●	○	Contaminated*
10	○-●-●	●-●-●	○-●-●	○	Highly polluted
Ref A	●-●-○	○-○-○	○-○-○	○	Contaminated
Ref B	○-○-○	○-○-○	○-○-○	○	Contaminated

Caratteristiche dei dati ed elaborazioni statistiche impiegati nella formulazione dei SQG internazionali per i sedimenti



Costruzione dei DATaset mediante:

- § Dati di campo (chimici e applicando saggi biologici);
- § dati sulla presenza-assenza e abbondanza di organismi bentonici;
- § dati ottenuti da test di tossicità su spiked-sediments;
- § dati di bioaccumulo;
- § dati "indiretti" es. della tendenza al bioaccumulo mediante l'approccio dell'Equilibrio di ripartizione (EqP) per i contaminanti organici

TRATTAMENTO DATI

- § Eventuali normalizzazioni (TOC, pelite, AVS/SEM, ecc...)
- § I sedimenti sono considerati tossici se presentano differenze significative rispetto a sedimenti di riferimento



ELABORAZIONI
STATISTICHE

§ poiché i data set non sono comunemente distribuiti "normalmente" si procede utilizzando prevalentemente medie geometriche e percentili vari

**LIVELLI CHIMICI DI
RIFERIMENTO
DI TIPO PROBABILISTICO**

SQG INTERNAZIONALI

A variety of theoretical and empirical approaches have been used to create Sediment Quality Guidelines:

- § SLC - *Screening Level Concentration* - , (Neff *et al.*, 1986);
- § ERL – *Effect Range Low* – (Long, Morgan, 1991; Long *et al.*, 1995);
- § ERM – *Effect Range Median - AET* - (Long, Morgan, 1991; Long *et al.*, 1995);
- § TEL – *Threshold Effect Level* – MacDonal *et al.*, 1996;
- § PEL – *Probable Effect Level* - MacDonal *et al.*, 1996;
- § AET - *Apparent Effect Threshold* – (Barrick *et al.*, D1988);
- § LEL – *Lowest Effect Level* – (Persaud *et al.*, 1993);
- § SEL – *Severe Effect level* – (Persaud *et al.*, 1993);
- § TEC - *Threshold Effect Concentration* - (MacDonal *et al.*, 2000)
- § MEC - *Midrange Effect Concentration* - (MacDonal *et al.*, 2000)
- § EEC - *Extreme Effect Concentration* - - (MacDonal *et al.*, 2000)
- § TEC - *Threshold Effect Concentration* - (MacDonal *et al.*, 2000)

I VALORI INTERNAZIONALI NON POSSONO ESSERE “ASSUNTI” TAL QUALE IN ITALIA PERCHE’:

I data base sono costruiti con informazioni provenienti da specie diverse, spesso non presenti nel Mediterraneo e con livelli di sensibilità diversi.

- § Le metodiche analitiche a volte differiscono da quelle “comunemente” impiegate in Italia.
- § Le caratteristiche geochimiche dell’Italia (in riferimento agli elementi in tracce) ed in generale le condizioni ecologiche-ambientali sono molto diverse da quelle presenti lungo le coste analizzate.

**QUINDI E’ POSSIBILE ADOTTARE I CRITERI INTERNAZIONALI
MA E’ IMPORTANTE IMPIEGARE I DATI DI CAMPO LOCALI**

APPROCCIO INTEGRATO CHIMICO - ECOTOSSICOLOGICO

Sviluppo di valori chimici di riferimento basati sugli effetti (rischio) per gli organismi acquatici



+



=

Valore Chimico di riferimento

ANALISI CHIMICHE

ANALISI ECOTOSSICOLOGICHE

PRESUPPOSTI:

- conoscenza sulla diffusione qualitativa e quantitativa dei contaminanti nei sedimenti;
- caratteristiche geochimiche dei sedimenti costieri;
- interazione tra contaminanti e potenziali effetti nei confronti delle comunità acquatiche ed indirettamente della salute umana;
- disponibilità di informazioni sulla tossicità ed ecotossicità degli inquinanti;
- conoscenza sulle potenzialità di bioaccumulo, persistenza e teratogenicità degli inquinanti

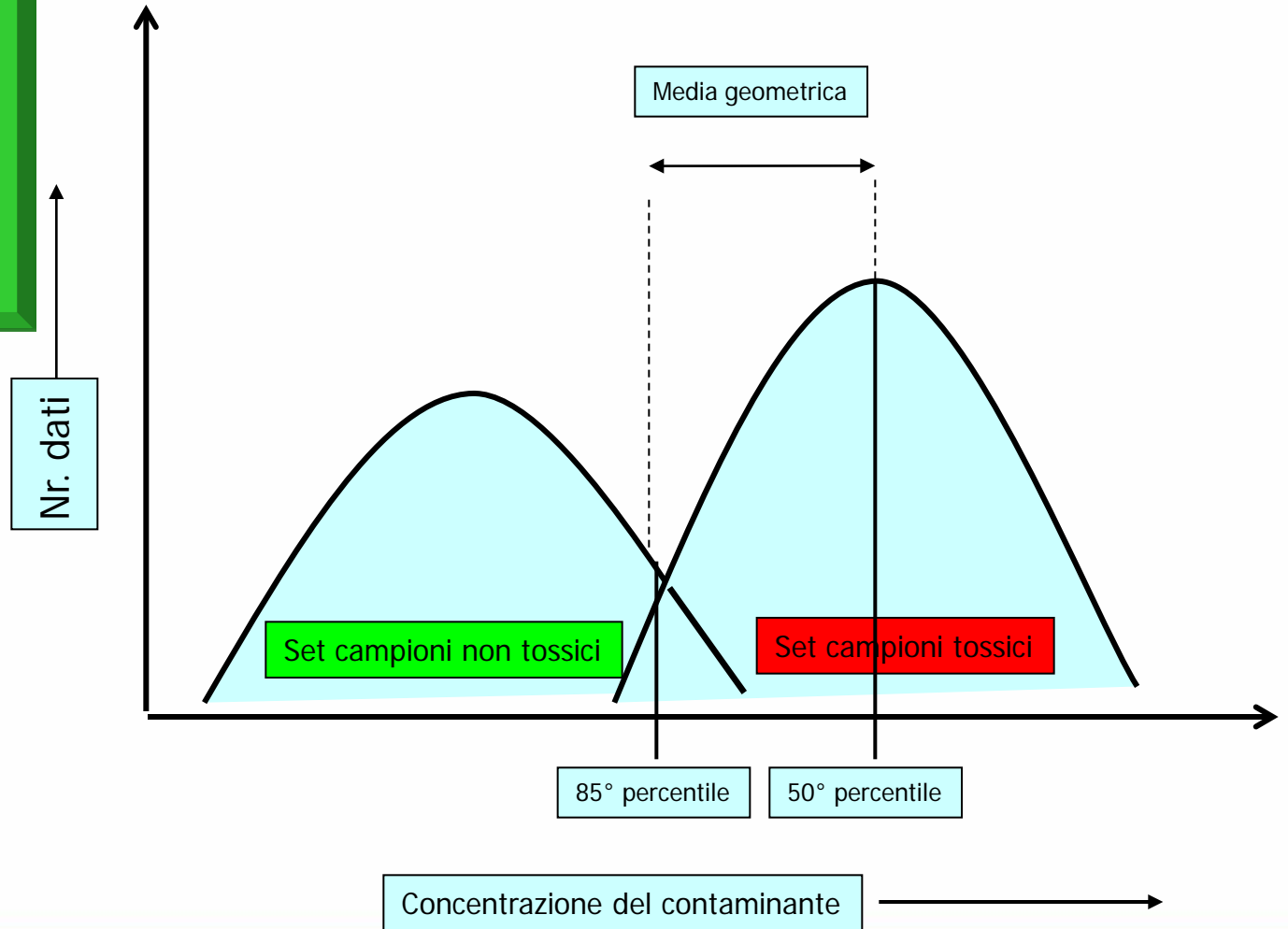
Valore Chimico di riferimento: PEL

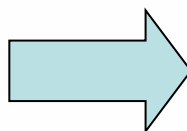
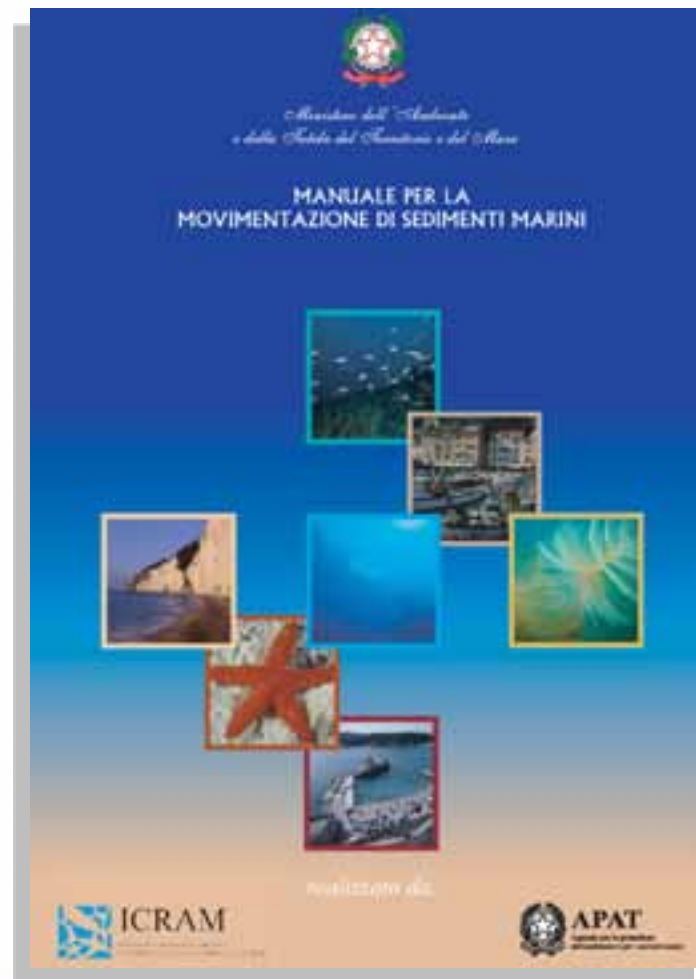
LIVELLI CHIMICI DI INTERVENTO

LCL
Livello Chimico Limite
Quad. ICRAM 2002 -
Manuale ICRAM-APAT 2007

RIFERIMENTO TECNICO SCIENTIFICO NAZIONALE

Probable Effect Level (MacDonald *et al.*, 1992)



**Dragaggi portuali – movimentazioni dei fondali
(art. 109-D.Lgs.152/06)****Gennaio 2002****Agosto 2007****Caratterizzazione, classificazione e gestione****Fulvio Onorati, Antonella Ausili, David Pellegrini**



LIVELLO CHIMICO DI BASE (LCB) - Rischio ecotossicologico assente/poco probabile

Valore di concentrazione chimica prossimo al “valore del fondo naturale o allo 0” a cui non sono associate risposte ecotossicologiche evidenti (tossicità assente o bassa); per gli elementi in traccia a livello nazionale sono stati utilizzati sedimenti campionati in aree presumibilmente non impattate da evidenti sorgenti antropiche.

LIVELLO CHIMICO LIMITE (LCL) - Rischio ecotossicologico probabile

Valore di concentrazione chimica indice di una contaminazione/inquinamento oltre il quale sono molto probabili risposte ecotossicologiche positive (tossicità media, alta e molto alta – con scale di EC/LC o di significatività delle risposte rispetto a controlli negativi).

**SPECIE
UTILIZZATE PER
LA
COMPOSIZIONE DI
UNA BATTERIA DI
SAGGI BIOLOGICI**

ALGHE

Dunaliella tertiolecta
Pheodactylum tricornutum
Skeletonema costatum



BATTERI

Vibrio fischeri



ROTIFERI

Brachionus plicatilis

MOLLUSCHI

Crassostrea gigas
Mytilus galloprovincialis

CROSTACEI

Corophium orientale
Corophium insidiosum
Balanus amphitrite
Ampelisca diadema



ECHINODERMI

Tigriopus fulvus

PESCI

Acartia tonsa
Acartia clausi
Tisbe battagliai

Paracentrotus lividus
Sphaerechinus granularis



Dicentrarchus labrax
Sparus aurata

BATTERIA:

Applicare almeno 3 specie appartenenti a differenti gruppi tassonomici, una di esse deve essere applicata al sedimento "tal quale" ed una di esse alla matrice liquida "elutriato".

Specie-test (short and/or long term bioassays)	ECOTOXICOLOGICAL CLASSIFICATION			
	A (negligible)	B (low)	C (high)	D (severe)
Skeletonema costatum	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 ≤ 100%	EC50 < 40%
Dunaliella tertiolecta	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Pheodactylum tricornutum	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Vibrio fischeri (elutriato)	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 ≥ 90%	20% ≤ EC50 < 90%	EC50 < 20%
Vibrio fischeri (sedimento)	S.T.I. ≤ 3	3 < S.T.I. ≤ 6	6 < S.T.I. ≤ 12	S.T.I. > 12
Brachionus plicatilis	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Ampelisca diadema	DMortal. ≤ 15%	15% < Dmortal. ≤ 30%	30% < Dmortal. ≤ 60%	Dmortal. > 60%
Corophium orientale	DMortal. ≤ 15%	15% < Dmortal. ≤ 30%	30% < Dmortal. ≤ 60%	Dmortal. > 60%
Corophium insidiosum	DMortal. ≤ 15%	15% < Dmortal. ≤ 30%	30% < Dmortal. ≤ 60%	Dmortal. > 60%
Acartia tonsa	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Acartia clausi	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Tisbe battagliai	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Tigriopus fulvus	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Paracentrotus lividus	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Sphaerechinus granularis	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Dicetrarchus labrax	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
Sparus aurata	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40 ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%

CHEMICAL LEVEL		ECOTOXICOLOGICAL LEVEL		SEDIMENT QUALITY	NOTES		
X £ LCB	+	A ¹	=	A1	¹ Per questi materiali con una composizione prevalentemente sabbiosa (pelite < 10%), l'esecuzione delle analisi ecotossicologiche sono a discrezione dell'Ente che rilascia l'autorizzazione. ² Si suggeriscono approfondimenti per l'individuazione dell'agente responsabile della tossicità (es. TIE).		
		A		A2³			
		B ²		B1⁴		B2⁴	³ Nel caso questi materiali abbiano una prevalente composizione sabbiosa (da valutare caso per caso) potranno essere utilizzati anche per attività di ripristino della spiaggia sommersa.
		C ²		B2⁵		C1⁵	
LCB < X £ LCL	+	D ²	=	A2	⁴ In base alla assenza (B1) o presenza (B2) di tossicità (colonna C) dell'elutriato. ⁵ In base alla assenza (B2) o presenza (C1) di tossicità (colonna D) dell'elutriato. ⁶ In base alla assenza (B1) o presenza (B2) di tossicità (colonna B) dell'elutriato. ⁷ In base alla assenza (B2) o presenza (C1) di tossicità (colonna D) dell'elutriato.		
		A		B1⁶		B2⁶	
		B		B2			
		C ²		B2⁷		C1⁷	
X > LCL	+	A ⁸ o B ⁸	=	B2		⁸ Considerata la relativa bassa tossicità di questi materiali, si suggerisce di valutare la possibilità di determinare Livelli Chimici "locali". ⁹ In base alla assenza (C1) o presenza (C2) di tossicità (colonna C) dell'elutriato.	
		C ²		C1⁹	C2⁹		
		D		C2			

Class	Management options
A1	<p>Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare.
A2	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa (solo nel caso di prevalente composizione sabbiosa). 2. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 3. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 4. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 5. Immersione in mare.
B1	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 2. Deposizione in bacini di contenimento che assicurino il trattenimento delle più piccole particelle di sedimento (incluso il riempimento di banchine)
B2	<p>Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Riutilizzi a terra; 2. Deposizione all'interno di bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Smaltimento presso discarica a terra.
C1	<p>Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale secondo la seguente priorità:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rimozione in sicurezza e avvio di specifiche attività di trattamento e/o particolari interventi che limitino l'eventuale diffusione della contaminazione; 2. Rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Rimozione in sicurezza e smaltimento presso discarica a terra
C2	<p>Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale e la cui possibilità e condizioni di rimozione e gestione devono essere valutate caso per caso.</p>

Decreto del Ministero dell'Ambiente del 14.04.2009 n. 56 – Allegato 1

(...) Qualora il superamento avvenga nel sedimento e la classificazione sia eseguita sulla base dei dati di monitoraggio effettuato nella colonna d'acqua, le Regioni, ai fini del controllo delle alterazioni riscontrate, hanno comunque l'obbligo di effettuare un monitoraggio almeno annuale dei sedimenti che includa per almeno i primi 2 anni **batterie di saggi biologici costituite da almeno tre specie-test, finalizzati ad evidenziare eventuali effetti ecotossicologici a breve e a lungo termine**, nonché ogni altra indagine ritenuta utile a valutare gli eventuali rischi per la salute umana associati al superamento riscontrato.

(...) **I saggi biologici sono eseguiti utilizzando protocolli metodologici normati o in corso di standardizzazione secondo le indicazioni UNI e con specie di organismi appartenenti ad almeno tre differenti livelli trofici** (da scegliere tra decompositori/saprofiti, detritivori/filtratori, produttori primari, consumatori). I saggi di tossicità possono essere applicati a diverse matrici naturali, secondo la seguente priorità: sedimento tal quale, acqua interstiziale, elutriato.

Nel caso di saggi di tossicità acuta o a breve termine il campione viene considerato privo di tossicità quando gli effetti di tutti i test sono come da Colonna A della Tabella 2.4 del “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” ICRAM-APAT 2007, ovvero $EC_{20} > 90\%$, oppure effetto massimo $< 15\%$, anche se statisticamente significativo.

Nel caso di saggi di tossicità cronica o a lungo termine il campione viene considerato privo di tossicità quando gli effetti di tutti i test sono come da Colonna B della Tabella 2.4 del “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” ICRAM-APAT 2007, ovvero $EC_{20} < 90\%$ e $EC_{50} > 100\%$, oppure $15\% < \text{effetto massimo} < 30\%$, anche se statisticamente significativo.

In alternativa è possibile fare riferimento a criteri di ponderazione integrata in accordo con le indicazioni UNI.

BATTERIA UTILIZZATA PER IL MONITORAGGIO 2009 DELLE ACQUE MARINO COSTIERE – CONVENZIONE MINISTERO REGIONI (L. 979/82)

BATTERIA COMPOSTA DA ALMENO TRE SAGGI (SEDIMENTI)

Saggio 1: una specie appartenente al gruppo batteri o alghe

Saggio 2: una specie appartenente al gruppo alghe, rotiferi, crostacei o molluschi bivalvi

Saggio 3: una specie appartenente al gruppo crostacei, molluschi bivalvi, echinodermi o pesci

Dovrà essere indicata la classe di tossicità (A; B; C; D) per ciascun saggio

TIPO DI SAGGIO (Aggiornamento 2009)
<i>Vibrio fischeri elutriato</i>
<i>Vibrio fischeri sedimento</i>
<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Dunaliella tertiolecta</i>
<i>Pheodactylum tricornutum</i>
<i>Brachionus plicatilis</i>
<i>Ampelisca diadema</i>
<i>Artemia franciscana</i>*
<i>Corophium orientale elutriato</i>*
<i>Corophium orientale sedimento 10gg</i>
<i>Corophium orientale sedimento 28gg</i>*
<i>Corophium insidiosum</i>

<i>Balanus amphitrite</i>*
<i>Acartia tonsa</i>
<i>Acartia clausi</i>
<i>Tisbe battagliai</i>
<i>Tigriopus fulvus</i>
<i>Crassostrea gigas</i>
<i>Mytilus galloprovincialis</i>*
<i>Paracentrotus lividus fecondazione</i>
<i>Paracentrotus lividus sviluppo</i>*
<i>Sphaerechinus granularis fecondazione</i>
<i>Sphaerechinus granularis sviluppo</i>
<i>Dicetrarchus labrax</i>
<i>Sparus aurata</i>

* Saggi aggiunti

COMMISSIONE UNICHIM “Qualità dell’acqua” GdL “Metodi Biologici”

1. Sottogruppo “Acque dolci e sedimenti”

Coordinatore: Dr. Renato Baudo

2. Sottogruppo “Acque salate/salmastre e sedimenti”

Coordinatore: Dr. David Pellegrini

- Questo gruppo è l’unico ambito formalmente riconosciuto in cui è stato possibile realizzare un efficace coordinamento nazionale.
- E’ un gruppo composto da esperti provenienti da: enti di ricerca, Università esponenti di Agenzie per l’Ambiente e società private.
- La partecipazione è volontaria e a titolo gratuito.

Svolge l'attività a partire dal 1999.

La funzione originaria è quella di esprimere pareri in merito a proposte di metodologie biologiche provenienti da altri paesi membri.

Il sottogruppo, a partire dal 2005, considerando l'incremento progressivo di partecipanti e di tematiche affrontate, ha ritenuto opportuno strutturarsi in 12 gruppi *ad hoc* tematici di cui 8 corrispondenti ad altrettanti gruppi sistematici a cui afferiscono gli organismi test, 2 riguardanti temi specifici (1 ancora non costituito) e 2 di carattere trasversale.

Ad oggi molti protocolli sui saggi biologici sono in fase di standardizzazione (almeno 10) con differenti specie. Ad inizio 2009, 3 nuovi protocolli (saggi a breve termine con *Corophium orientale* e *Balanus amphitrite* e saggio a lungo termine con *Artemia franciscana*), sono stati redatti dal sottogruppo e presentati alla Commissione per una normazione come protocolli UNICHIM.

pr MU 8888: 10.03.2009

**Qualità dell'acqua – Determinazione della tossicità letale a 96 h con
Corophium orientale Schellenberg, 1928 (Crustacea: Amphipoda)**

prMU 7777 / 10.03.2009

**Qualità dell'acqua: determinazione della inibizione della mobilità
naupliare di *Balanus amphitrite* (Darwin, 1854) (Crustacea: Cirripedia)**

prMU 6666 – 2.3.2009

**Qualità dell'acqua: determinazione della tossicità letale a 14 giorni con
Artemia franciscana (Crustacea: Anostraca)**

<i>Gruppi tematici ad hoc</i> (referente-Ente)	Enti partecipanti
Batteri (Fulvio Onorati - ISPRA)	ARPA, CNR, ISPRA, ENEA, Università, Tothis, Enitecnologie, Ecotox, Shoreline
Alghe (Giancarlo Sbrilli - ARPAT)	ARPA, CNR, ISPRA, Università, Tethis,
Rotiferi (Marco Francese – Shoreline)	ARPA, CNR, ISPRA, Shoreline, Ecotox
Molluschi (Chiara Losso – UNIVE)	ARPA, ISPRA, Università, Tethis
Policheti (Cristian Mugnai – ISMAR CNR BO)	ARPA, CNR, ISPRA, Università, Tethis, CIBM
Crostacei (Marco Falmali – ISMAR CNR GE; Nicola Bigongliari - CIBM)	ARPA, CNR, ISPRA, Università, Tethis, Shoreline, CIBM, Ecotox
Echinodermi (Alessandra Arizzi novelli – ARPA Abruzzo; Samantha Lera – ISPRA)	ARPA, ISPRA, ENEA, Università, Tethis,
Pesci (Livia Mariani – ISPRA)	ARPA, CNR, ISPRA, ENEA, Università, Tethis, Shoreline
Biomarker (Aldo Vlarengo – UNIPiemonte; Francesco Regoli – UNIMarche)	ARPA, CNR, ISPRA, ENEA, Università, Tethis, Enitecnologie, Shoreline
Biocenosi bentoniche	In corso di costituzione
Campionamento, matrici, ambienti (Anna Volpi Ghirardini – UNIVE)	ARPA, CNR, ISPRA,, Università, Tethis, Shoreline, CIBM, CNR
Batterie, scale di tossicità, indici integrati (Renato Baudo – CNR Pallanza)	ARPA, CNR, ISPRA, ENEA, Università, Tethis, Enitecnologie, Shoreline, CIBM, Ecotox, CNR

Commissione UNICHIM Qualità dell'acqua - Gruppo di Lavoro Metodi Biologici

Sottogruppo Acque salate/salmastre e sedimenti

**Vol. I: Batterie per saggi ecotossicologici su sedimenti
di acque di transizione e marine costiere – 2009**

Parte 1 – Criteri di identificazione delle batterie

Parte 2 – Criteri di giudizio per la valutazione della valenza ecologica e pratica di batterie di saggi biologici

Parte 3 – Identificazione degli organismi ed degli endpoint

Parte 4 – Composizione e valutazione delle batterie (proposte per specifico ambito di applicazione)

Parte 5 – Scale e indici integrati

Bibliografia

Batterie identificate

	A - Acque di transizione (substrato)				B - Acque costiere (substrato)			
	duro	sabbia-ghiaia	fango	misti	duro	sabbia-ghiaia	fango	misti
a - monitoraggio ambientale	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
b - scarichi e ambienti recettori	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
c - balneazione	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
d - ambienti particolari	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶	▶
e - dragaggio e smaltimento		▶	▶	▶		▶	▶	▶