



**ARPAT**

Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# **Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2012**

## **Proposta di classificazione triennio 2010-2012 (D.Lgs. 152/06)**







**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# **Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2012**

**Proposta di classificazione  
triennio 2010-2012  
(D.Lgs. 152/06)**

Monitoraggio acque marino costiere della Toscana Anno 2012  
Proposta di classificazione triennio 2010-2012 (D.Lgs. 152/06)

A cura di:  
Marcello Ceccanti  
ARPAT – Area Vasta Costa - Settore Mare

Autori:  
Daniela Verniani  
ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Collaboratori  
Fabrizio Serena, Cecilia Mancusi, Enrico Cecchi ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare  
Gioia Benedetteni ARPAT – Area Vasta Costa

Si ringrazia:  
Francesco Lavista, Riccardo Biancalana, Paolo Benci, Michela Ria  
ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Antonio Melley della Direzione Tecnica ARPAT  
Guido Spinelli Responsabile Laboratorio Area Vasta Costa

© ARPAT 2013



## INDICE

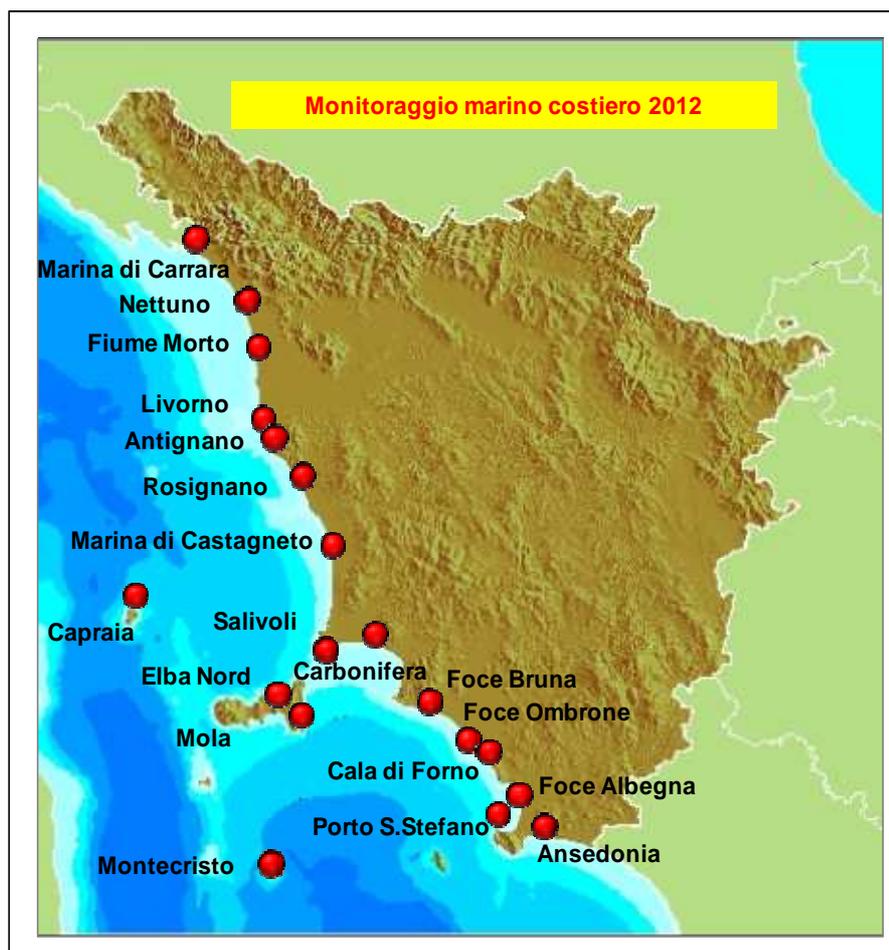
1	Sintesi .....	6
2	Introduzione.....	10
3	Stato ecologico e stato chimico acque marino costiere .....	11
3.1	<i>Stato ecologico: elementi di qualità biologica</i> .....	12
3.1.1	<i>Biomassa fitoplanctonica (Clorofilla a)</i> .....	12
3.1.2	<i>Macroinvertebrati bentonici</i> .....	12
3.1.3	<i>Macroalghe</i> .....	13
3.1.4	<i>Angiosperme: Prateria a Posidonia oceanica</i> .....	13
3.1.5	<i>Elementi di qualità fisico chimica e idromorfologica ed elementi chimici a sostegno</i> .....	14
3.2	<i>Stato Chimico</i> .....	15
4	Struttura della rete di monitoraggio e rilievi effettuati nel 2012.....	17
5	Risultati .....	23
5.1	<i>Stato ecologico</i> .....	23
5.1.1	<i>Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)</i> .....	23
5.1.2	<i>Macroinvertebrati bentonici</i> .....	29
5.1.3	<i>Macroalghe</i> .....	29
5.1.4	<i>Angiosperme: Prateria a Posidonia oceanica</i> .....	39
5.1.5	<i>Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno e idromorfologici</i> .....	43
5.1.6	<i>Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità</i> .....	46
5.2	<i>Stato Chimico</i> .....	48
5.2.1	<i>Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità</i> .....	48
6	Analisi dei risultati del triennio 2010-2013.....	55
6.1	<i>Stato ecologico triennio 2010-2012</i> .....	55
6.2	<i>Stato chimico triennio 2010-2012</i> .....	62
7	Monitoraggio straordinario Isola del Giglio.....	69
7.1	<i>Stato Ecologico e stato chimico</i> .....	69
8	Conclusioni.....	71

## 1 SINTESI

Il monitoraggio delle acque marino-costiere svolto da ARPAT è disciplinato dalla normativa<sup>1</sup> di recepimento della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE. Secondo tale direttiva, i Paesi della Comunità Europea sono tenuti a tutelare e valorizzare le proprie risorse idriche, portandole a raggiungere un livello di qualità ambientale “Buono” (ai sensi di legge), entro la fine del 2015. Nella prima fase di applicazione della normativa, per definire le risorse idriche marine toscane, le acque costiere sono state suddivise in 14 corpi idrici, omogenei tra loro per caratteristiche morfologiche, idrologiche e batimetriche.

Considerando le diverse pressioni presenti su scala locale e quindi le probabili cause di criticità ambientale, ciascun corpo idrico è stato poi classificato in base all’eventuale rischio di non soddisfare, entro i tempi previsti, i requisiti della normativa. Tale classificazione ha avuto lo scopo primario di definire la frequenza di campionamento durante le successive fasi di monitoraggio. In particolare, per i corpi idrici “Non a Rischio” e per quelli “Probabilmente a Rischio” è stato previsto un monitoraggio di sorveglianza, a cadenza rispettivamente triennale e annuale, mentre per i bacini “a Rischio” è stato definito un monitoraggio operativo, con una frequenza di campionamento più serrata.

La rete di monitoraggio è stata pianificata in accordo con la Regione Toscana e al momento comprende, per ciascun corpo idrico, una o più siti di campionamento, per un totale di 19 stazioni, come indicato nella cartografia che segue.



<sup>1</sup> parte III del D.Lgs 152/06 e successive modifiche ed integrazioni, DM 131/08, DGRT 100/10

I campionamenti sono effettuati tramite la motonave Poseidon, che viene utilizzata per raccogliere campioni di acqua e sedimento per le successive analisi, oltre che come imbarcazione di appoggio per rilievi subacquei sui popolamenti a macroalghe e sulle praterie di *Posidonia oceanica*.

Entro ciascuna stazione viene monitorato lo stato di qualità ambientale, secondo i parametri definiti dalla normativa stessa:

- STATO CHIMICO: valuta la presenza di sostanze chimiche prioritarie nelle acque e nei sedimenti (tabelle 1A e 2A del DM 56/2009), oltre che negli organismi bioaccumulatori come i mitili. I possibili livelli di classificazione sono 2: “Buono” o “Non buono”.
- STATO ECOLOGICO: valuta lo *status* di diversi elementi biologici (fitoplancton, macroalghe, posidonia, macrozoobenthos), il livello trofico delle acque (indice TRIX) e la presenza di sostanze chimiche non prioritarie nelle acque e nei sedimenti (tabelle 1B e 3B del DM 56/2009). I possibili livelli di classificazione sono 5, in ordine decrescente di qualità ambientale: “Elevato”, “Buono”, “Sufficiente”, “Scarso”, “Cattivo”.

La definizione dello stato di qualità ambientale richiede analisi chimiche per entrambe le matrici, acqua e sedimento. Tuttavia, nel caso in cui si rilevino superamenti dei livelli di soglia particolarmente significativi, la normativa prevede la possibilità di classificare i corpi idrici in base a una sola delle due matrici, a patto che vengano realizzati anche specifici test ecotossicologici sulla matrice non considerata.

Il monitoraggio della qualità ambientale non serve soltanto a raggiungere gli obiettivi previsti dalla normativa comunitaria, ma è utile anche per calibrare la normativa stessa, sulla base delle informazioni raccolte in corso d’opera. Nel caso in cui si siano evidenziate anomalie durante l’elaborazione dei dati, è possibile, ad esempio, modificare la definizione o il numero dei corpi idrici soggetti a monitoraggio.

### **Risultati del monitoraggio per il triennio 2010-2012**

Con la classificazione iniziale dei corpi idrici in base alle potenziali pressioni, gran parte dei bacini era stata destinata a un monitoraggio di sorveglianza. Soltanto 4 di essi, infatti, risultavano “a Rischio” ed erano quindi soggetti a un più frequente monitoraggio operativo.

Tuttavia, i campionamenti degli anni scorsi hanno mostrato che nessuno dei corpi idrici toscani raggiungeva lo stato chimico “Buono”, né per l’acqua, né per i sedimenti. Per questo motivo si è deciso, a partire dal 2012, di estendere il monitoraggio operativo a tutti i bacini.

I dati di quest’anno hanno però confermato la tendenza degli anni precedenti, lasciando ipotizzare l’esistenza di anomalie nei valori di fondo, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione dei metalli nei sedimenti.

Alla luce di questi risultati, come concesso dalla normativa e in attesa di studi specifici, si è deciso di utilizzare soltanto una delle due matrici per definire lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici. In particolare, si è scelto di utilizzare la matrice acqua, che possiede tempi di risposta all’inquinamento molto più rapidi, rispetto al sedimento. Ai fini della classificazione, quindi, sono stati considerati soltanto gli elementi chimici delle tabelle 1A e 1B del DM 56/2009. Entro tutti i corpi idrici sono stati comunque effettuati saggi biologici per rilevare eventuali effetti ecotossicologici a breve e lungo termine.

**STATO ECOLOGICO** – I corpi idrici per cui sono disponibili dati di 3 anni consecutivi, ovvero i bacini sottoposti a monitoraggio operativo dal 2010, sono soltanto 4: Costa Versilia, Costa del Serchio, Costa Pisana e Costa Follonica. Questi bacini risultano in stato ecologico BUONO, ad eccezione di Costa del Serchio, che mostra un livello SUFFICIENTE. Per i restanti corpi idrici non è possibile esprimere un giudizio completamente comparabile, poiché i dati disponibili sono riferiti a un periodo di tempo più breve o a un numero più basso di campionamenti. Tuttavia, dall'analisi dei dati disponibili sui singoli anni, lo stato ecologico risulta BUONO per tutti i corpi idrici, sia nel 2010 che nel 2011. I risultati per il 2012 evidenziano una differenza rilevante fra le stazioni a nord e quelle a sud di Costa Punt'Ala: le prime mostrano uno stato ecologico BUONO, mentre le seconde, ad eccezione di Costa dell'Ombrone, raggiungono il livello ELEVATO.

Le concentrazioni degli elementi chimici non prioritari, relativi alla matrice acqua, risultano sempre conformi allo standard di qualità ambientale, o addirittura inferiori al limite di quantificazione.

**STATO CHIMICO** – Lo stato chimico risulta NON BUONO per gran parte delle stazioni, tranne che per Porto S. Stefano (2010 e 2012) e Cala di Forno (2011), che invece raggiungono il livello BUONO. Il basso livello di qualità ambientale è legato essenzialmente ad alte concentrazioni di mercurio e/o Tributilstagno (TBT) nelle acque.

Pur non essendo stata considerata ai fini della classificazione dei corpi idrici, l'analisi dei sedimenti ha rivelato diverse anomalie nella concentrazione dei metalli. Il nichel supera la soglia di tollerabilità lungo tutta la costa toscana, tranne che ad Ansedonia, Montecristo e Capraia, mentre il mercurio risulta particolarmente abbondante a Rosignano, Antignano e lungo la costa meridionale. Il cadmio supera lo standard ambientale a Rosignano, Antignano, Salivoli, Carbonifera e Mola (Elba sud). Anomalie nella concentrazione del piombo sono state infine registrate a Mola e Salivoli.

I test tossicologici eseguiti nel 2012 sui sedimenti indicano comunque una tossicità assente o trascurabile per tutte le stazioni tranne Mola, Albegna e Ansedonia, dove si registra una tossicità media. Per confermare l'assenza di tossicità, gli stessi test sono stati ripetuti anche nel 2013 e sono al momento in fase di elaborazione.

In generale, è presumibile che almeno una piccola parte delle anomalie dovute alla concentrazione dei metalli nei sedimenti sia riconducibile all'inquinamento antropico ma, per gran parte delle stazioni indagate, la particolare conformazione geochimica della costa, e quindi dei sedimenti stessi, potrebbe rappresentare un fattore predisponente significativo.

Come riportato in letteratura, ad esempio, le alte concentrazioni di nichel e, in parte, di cromo, potrebbero essere legate alla presenza di materiale ofiolitico nella zona dei fiumi Cecina, Magra e Romito.

In alcune stazioni, tuttavia, si hanno superamenti di sostanze chimiche chiaramente di origine antropica come benzo(a)pirene (da Costa del Serchio a Costa Piombino e Mola), benzo[b]fluorantene e benzo[k]fluorantene (Costa Livornese e Mola), benzo[ghi]perilene e fluorantene (Costa Livornese) e esaclorobenzene (Costa del Cecina).

CORPO IDRICO	STATO CHIMICO			STATO ECOLOGICO		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Costa Versilia*	NB	NB	NB	B		
Costa del Serchio*	NB	NB	NB	S		
Costa Pisana*	NB	NB	NB	B		
Costa Livornese	NB	NB	NB	B		B
Costa del Cecina	NB	NB	NB	B		B
Costa Piombino		NB			B	
Costa Follonica*	NB	NB	NB	B		
Costa Punt'Ala	NB		NB	B		E
Costa Ombrone	NB	NB	NB	B		B
Costa dell'Uccellina	NB	B	NB	B		E
Costa Albegna	NB		NB	B		E
Costa dell'Argentario	B	NB	B		B	
Costa Burano	NB		NB	B		E
Costa dell'Arcipelago		NB	NB	B	B	E
<b>Legenda:</b>						
* Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo						
Stato Chimico	BUONO	B				
	NON BUONO	NB				
Stato Ecologico	ELEVATO	E	SCARSO	SC		
	BUONO	B	CATTIVO	C		
	SUFFICIENTE	S				

In base ai risultati ottenuti in questi 3 anni di monitoraggio, per il 2014 si suggerisce di sottoporre tutte le stazioni a un monitoraggio di tipo operativo.

Si ritiene inoltre assolutamente necessario realizzare uno studio accurato per determinare i "valori di fondo naturali" per la concentrazione di metalli nei sedimenti marini e nelle acque costiere della nostra regione.

Infine, è importante porre una considerazione riguardo alla definizione dei corpi idrici. Alla luce delle marcate differenze nei dati di natura chimica e biologica all'interno dell'Arcipelago Toscano, una futura suddivisione di questo corpo idrico in 2 unità potrebbe ricalcare in modo più fedele le caratteristiche ecologiche di questo tratto di mare. Sembra infatti evidente che l'isola d'Elba subisca un impatto antropico maggiore rispetto alle altre isole, e l'impostazione attuale può portare a sovrastimare tale impatto nelle isole minori, declassando l'intero corpo idrico.

Si promuove quindi l'istituzione di un nuovo corpo idrico denominato Isola d'Elba, che comprenda le due stazioni di campionamento attuali, eventualmente riducibili a una. Il bacino Arcipelago Toscano sarebbe mantenuto e comprenderebbe quindi le isole di Capraia, Montecristo e Giglio. Per il nuovo punto di prelievo all'Isola del Giglio, si propone la stazione P13 Secca della Croce, già monitorata nel 2012 e nel 2013 a seguito dell'incidente M/n Costa Concordia.

## 2 INTRODUZIONE

La Direttiva Europea 2000/60/CE (*Water Framework Directive, WFD*) ha istituito un quadro di riferimento per l'azione comunitaria in materia di acque ai fini della tutela e gestione di tutte le risorse idriche quali acque interne superficiali e sotterranee, acque di transizione e costiere.

A livello nazionale la direttiva comunitaria è stata recepita dal Decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152 Testo Unico Ambientale che prescrive la regolamentazione per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee, attraverso l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e specifica destinazione d'uso dei corpi idrici.

Le idroecoregioni che interessano la regione Toscana sono due: Appennino Settentrionale (10) e Toscana (11). Con il DGRT 416/2009, in attuazione del DM 131/08, sono stati indicati lungo la fascia marino costiera continentale e insulare della Toscana 14 corpi idrici.

Dal punto di vista idrologico l'analisi della stabilità della colonna lungo tutta la costa ha dato un unico risultato indicando un **macrotipo 3, Bassa Stabilità**, ovvero tutta la zona è caratterizzata da siti costieri non influenzati da apporti d'acqua dolce continentale.

Per l'elaborazione dell'analisi di rischio, ARPAT ha previsto l'individuazione di indicatori di pressioni diffuse e puntuali significative per tutte le categorie di acque individuate dalla direttiva 2000/60CE: successivamente, sono stati elaborati indicatori di stato correlabili agli indicatori di pressione per le stazioni e/o corpi idrici del monitoraggio ambientale effettuato precedentemente ai sensi del D.Lgs. 152/99, e indicatori di pressione per gli areali di riferimento delle stazioni o corpi idrici. Quindi è stata ricercata la correlazione tra gli indicatori di pressione e gli indicatori di stato ai fini del trasferimento, sugli indicatori di pressione, di possibili soglie di rischio derivate dagli indicatori di stato secondo ben definiti standard di qualità ambientale (Acque Superficiali D.Lgs. 56/09, Acque Sotterranee D.Lgs. 30/09) od in relazione all'analisi della distribuzione di frequenza.

La Regione Toscana, con la pubblicazione della Delibera n.100 del 8 febbraio 2010 "Monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee della Toscana in attuazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. 152/06 e del D.Lgs. 30/09, ha approvato la nuova rete di monitoraggio dei corpi idrici toscani ai sensi della Direttiva Europea.

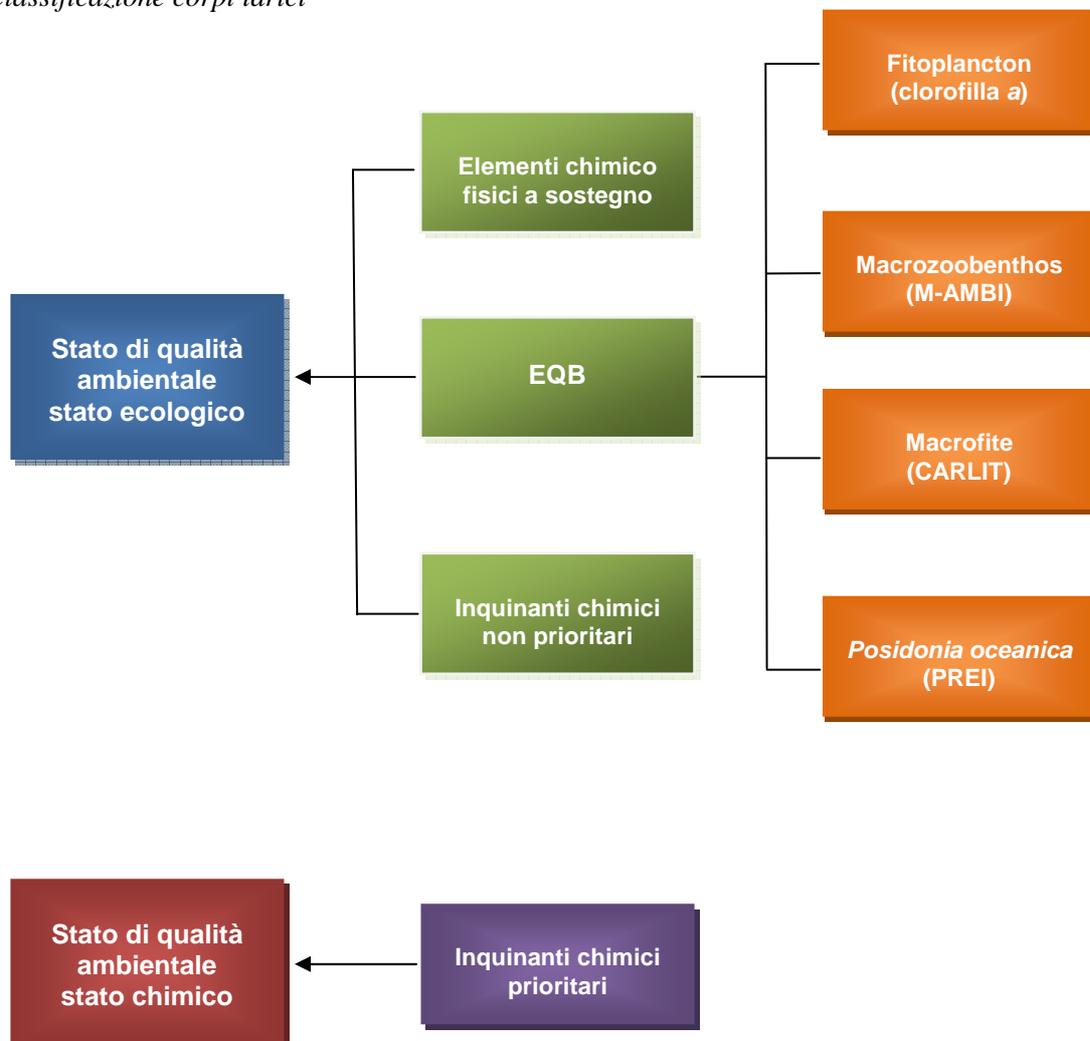
Tutte le indagini sono effettuate tramite l'utilizzo della motonave Poseidon, che come un qualunque mezzo mobile di rilevamento dell'inquinamento, ha la funzione di permettere lo studio dei fenomeni di inquinamento e in particolare, di eutrofizzazione che possano interessare il mare toscano.

### 3 STATO ECOLOGICO E STATO CHIMICO ACQUE MARINO COSTIERE

La classificazione dei corpi idrici costieri viene determinata in base allo stato chimico e allo stato ecologico, secondo le indicazioni della direttiva 2000/60/CE recepita con il D.Lgs. 152/06.

A ciascun corpo idrico viene assegnato **uno stato ecologico** e uno **stato chimico** (Figura 3.1): il primo è dato dal monitoraggio degli elementi di qualità biologica, dagli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno e dagli elementi chimici a sostegno (inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità – tabelle 1/B colonna d'acqua e 3/B sedimento del DM 260/2010); il secondo dal monitoraggio delle sostanze dell'elenco di priorità (tabelle 1/A colonna d'acqua e 2/A sedimenti del DM 260/2010).

Figura 3.1 - *Classificazione corpi idrici*



### 3.1 Stato ecologico: elementi di qualità biologica

Lo stato ecologico viene definito tramite la valutazione di elementi di natura biologica come fitoplancton, macroalghe, macrozoobenthos e angiosperme e gli elementi chimico fisici e idromorfologici a supporto, secondo quanto riportato nel D.M. 260/10.

#### 3.1.1 Biomassa fitoplanctonica (Clorofilla a)

La biomassa fitoplanctonica viene stimata in funzione della quantità di “clorofilla a” misurata in superficie. In questo occorre fare riferimento sia ai rapporti di qualità ecologica (RQE) ma anche ai valori assoluti, espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  di concentrazione di “clorofilla a”.

Nel caso delle acque costiere toscane essendo riconducibili al **macrotipo 3**, per il calcolo del valore del parametro “clorofilla a” si applica il valore del 90° percentile per la distribuzione normalizzata dei dati (Tabella 3.1).

Tabella 3.1 - Limiti di classe e valori di riferimento per il fitoplancton: macrotipo 3

Macrotipo	Valore di riferimento ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Limiti di classe				Metrica
		Elevato/Buono		Buono/Sufficiente		
		$\text{mg}/\text{m}^3$	RQE	$\text{mg}/\text{m}^3$	RQE	
<b>3 (bassa stabilità)</b>	<b>0,9</b>	<b>1,1</b>	<b>0,80</b>	<b>1,8</b>	<b>0,50</b>	<b>90° Percentile</b>

Secondo questo EQB la classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico deve tener conto, per il confronto con i valori della tabella, alla variazione, in un periodo di almeno un anno, della “clorofilla a”.

#### 3.1.2 Macroinvertebrati bentonici

Per l’EQB Macroinvertebrati bentonici si applica l’Indice M-AMBI: questo è un indice multivariato che deriva da una evoluzione dell’AMBI integrato con l’Indice di diversità di Shannon-Wiener ed il numero di specie (S). La modalità di calcolo dell’M-AMBI prevede l’elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata.

Il valore dell’M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Si riportano di seguito i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l’M-AMBI e i limiti di classe dell’M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, per i macrotipo 3 (Tabella 3.2).

Tabella 3.2 - Limiti di classe e valori di riferimento per i macroinvertebrati bentonici: macrotipo 3

Macrotipo	Valore di riferimento			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
<b>3 (bassa stabilità)</b>	<b>0,5</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>0,81</b>	<b>0,61</b>

### 3.1.3 Macroalghe

Il metodo da applicare per la classificazione del EQB Macroalghe è il **CARLIT**.

La tipo-specificità per le macroalghe è definita dal criterio geomorfologico e i macrotipi da tenere in considerazione sono: A) rilievi montuosi e B) terrazzi; è, inoltre, necessario precisare anche il tipo di morfologia della costa, il diverso grado di inclinazione della frangia infralitorale, l'orientazione della costa, il grado di esposizione all'idrodinamismo, il tipo di substrato perché a ciascuna delle situazioni geomorfologiche corrisponde un preciso Valore di Qualità Ecologica di riferimento, come riportato in Tabella 3.3.

Tabella 3.3 - Valori di riferimento per il CARLIT

Situazione geomorfologica rilevante	EQV rif.
Blocchi naturali	12,2
Scogliera bassa naturale	16,6
Falesia alta naturale	15,3
Blocchi artificiali	12,1
Struttura bassa artificiale	11,9
Struttura alta artificiale	8,0

La tabella seguente riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente (Tabella 3.4).

Tabella 3.4 - Limiti di classe e valori di riferimento per le macroalghe: indice CARLIT

Sistema di classificazione adottato	Macrotipi	RQE	
		Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
CARLIT	A e B	0,75	0,60

### 3.1.4 Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

Per l'EQB *Posidonia oceanica* si applica l'**Indice PREI** (*Posidonia oceanica* **R**apid **E**asy **I**ndex). L'indice viene calcolato elaborando i dati relativi ai seguenti parametri: densità foliare per fascio, biomassa degli epifiti, biomassa foliare, profondità e tipologia del limite inferiore.

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La Tabella 3.5 riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE. Nel sistema di classificazione sopra indicato, lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

Tabella 3.5 - Limiti di classe e valori di riferimento per la *Posidonia oceanica*: indice PREI

RQE	STATO ECOLOGICO
1 – 0,775	Elevato
0,774 – 0,550	Buono
0,549 – 0,325	Sufficiente
0,324 – 0,100	Scarso
< 0,100 – 0	Cattivo
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	
	densità ..... 99 fasci/m <sup>2</sup>
	superficie fogliare fascio ..... 310 cm <sup>2</sup> /fascio
	biomassa epifiti/biomassa foliare ..... 0
	profondità limite inferiore ..... 38 m

### 3.1.5 Elementi di qualità fisico chimica e idromorfologica ed elementi chimici a sostegno

Nell'ambito delle acque marino costiere gli elementi di qualità fisico-chimica concorrono alla definizione dello stato ecologico stesso, mentre gli elementi idromorfologici devono essere utilizzati per migliorare l'interpretazione dei risultati.

Tabella 3.6 - Elementi idromorfologici e fisico chimici a sostegno

	Elementi idromorfologici a sostegno	Elementi fisico-chimici per la classificazione	Elementi fisico-chimici per l'interpretazione
Fitoplancton	regime correntometrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>ossigeno disciolto</li> <li>nutrienti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>trasparenza</li> <li>temperatura</li> <li>salinità</li> </ul>
Macroalghe ed Angiosperme	<ul style="list-style-type: none"> <li>escursione mareale</li> <li>esposizione al moto ondoso</li> <li>regime correntometrico</li> <li>profondità, natura e composizione del substrato</li> </ul>		
Macroinvertebrati bentonici	<ul style="list-style-type: none"> <li>profondità</li> <li>natura e composizione del substrato</li> </ul>		

La **temperatura e la salinità** contribuiscono alla definizione della densità dell'acqua di mare e, quindi, alla stabilità, parametro su cui è basata la tipizzazione su base idrologica. Dalla stabilità della colonna d'acqua discende la tipo-specificità delle metriche e degli indici utilizzati per la classificazione degli EQB.

La trasparenza, misurata tramite Disco Secchi, è impiegata come elemento ausiliario per integrare e migliorare l'interpretazione del monitoraggio degli EQB, in modo da pervenire all'assegnazione di uno stato ecologico certo.

Al fine di misurare il livello trofico degli ambienti marino costieri e per segnalare eventuali scostamenti significativi di trofia in aree naturalmente a basso livello trofico, viene utilizzato l'indice trofico **TRIX**, una combinazione di **ossigeno in saturazione, clorofilla a e nutrienti**. Il giudizio espresso per ciascun EQB deve essere coerente con il limite di classe di **TRIX**: in caso di stato ecologico "buono" il corrispondente valore di **TRIX** deve essere minore della soglia macrotipo-specifica (nel caso delle coste toscane questo valore è 4,0).

$$\text{Indice trofico TRIX} = (\text{Log}(\text{Chl } a \cdot |\text{OD}\%| \cdot N \cdot P) - (-1,5)) / 1,2$$

Dove:

*Chl a* = Clorofilla "a" in µg/L

*OD%* = percentuale di ossigeno disciolto espresso come valore assoluto della saturazione,

*N* = azoto solubile (*N-NO<sub>3</sub>*, *N-NO<sub>2</sub>*, *N-NH<sub>3</sub>*) in µg/L

*P* = fosforo totale.

Per la classificazione dello stato ecologico attraverso gli elementi chimici a sostegno si fa riferimento alle sostanze indicate nella tabella 1/B per la colonna d'acqua e 3/B per il sedimento del DM 260/2010 e alla tabella 4.5/a del DM 260/2010.

### 3.2 Stato Chimico

Il DM 260/2010 riporta l'elenco delle sostanze di priorità suddivise in sostanze pericolose (P), sostanze pericolose prioritarie (PP) e altre sostanze (E): gli standard riportati nelle tabelle 1/A (per la matrice acqua) 2/A (per la matrice sedimenti), rappresentano le concentrazioni che identificano il buono stato chimico.

Tabella 3.7 - Sostanze chimiche per valutazione stato ecologico e chimico

Sostanze chimiche per valutazione stato chimico delle acque e raggruppamenti per specie chimica		colonna d'acqua		sedimento		biota
		DM 260/2010 tab. 1/A	DM 260/2010 Tab. 1/B	DM 260/2010 tab. 2/A	DM 260/2010 tab. 3/B	DM 260/2010 tab. 3/A
<b>Metalli</b>	Cadmio, nichel, piombo mercurio	x		x		x
	Arsenico, cromo totale		x		x	
	Cromo VI				x	
<b>Aromatici</b>	Benzene	x				
	Toluene, xileni		x			
<b>Cloroalcani</b>	Cloroalcani, C 10-C13 (CAS 85535-84-8)	x				
<b>Cloroaniline</b>	2-cloroanilina, 3-cloroanilina, 4-cloroanilina, 3,4-dicloroanilina		x			
<b>Clorobenzeni</b>	Clorobenzene, 1,2-diclorobenzene 1,3-diclorobenzene, 1,4-diclorobenzene		x			
	Triclorobenzeni (TCB) (ogni isomero)	x				
	Pentaclorobenzene					
<b>Clorofenoli</b>	2-clorotoluene, 3-clorotoluene, 4-clorotoluene		x			
	2-clorofenolo, 3-clorofenolo, 4-clorofenolo, 2,4-diclorofenolo, 2,4,5-triclorofenolo, 2,4,6-triclorofenolo		x			
	Pentaclorofenolo (PCP)	x				
<b>Cloronitrobenzeni</b>	cloronitrotolueni (ogni isomero)		x			
	1-cloro-2-nitrobenzene 1-cloro-3-nitrobenzene, 1-cloro-4-nitrobenzene		x			
<b>Ftalati</b>	Ftalato di bis(2-etilesile) (DEHP)(CAS117-81-7)	x				
<b>IPA</b>	Antracene, Fluorantene, Naftalene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene	x		x		
	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)				x	
<b>nil-Ottil Fenoli</b>	4-nonilfenolo	x				
	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenolo)	x				
<b>Organoalogenati</b>	1,1,1-tricloroetano		x			
	1,2-dicloroetano (EDC), Diclorometano (DCM), Tetracloroetilene (PER), Tetraclorometano (TCM), Tricloroetilene, Triclorometano	x				
	Esaclorobutadiene (HCBd)	x				x
<b>Organostannici</b>	Tributilstagno e Trifenilstagno (composti)	x		x		
<b>PoliBromodifenileteri</b>	PBDE (somma congeneri)	x				
<b>Pesticidi Clorurati</b>	HCB (esaclorobenzene)			x		x
	α-HCH, β-HCH, γ-HCH (esaclorocicloesano)			x		
	DDT, DDD, DDE (somma isomeri 2,4- e 4,4-)			x		
	Aldrin, Dieldrin			x		
	PCDD totali **				x	
	PCDD+PCDF+PCB diossina simili***				x	
* sommatoria congeneri 28, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 177, 180, 183, 187, 189.						
** sommatoria congeneri 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180.						
*** sommatoria congeneri 77, 81, 118, 126, 156, 169, 185, 105, 114, 123, 157, 167.						
° sommatoria congeneri 28,47,99,100,153,154						

Ulteriori elementi conoscitivi possono essere acquisiti dall'analisi del biota i cui standard di qualità individuati in tre parametri, mercurio, esaclorobenzene e esaclorobutadiene, sono riportati nella tabella 3/A.

In base al DM 260/10, il corpo idrico per essere classificato come BUONO deve soddisfare gli standard di qualità ambientale riportati nelle tabelle 1/A e 2/A.

Come nel caso precedente, la ricerca di tali sostanze non è stata condotta dappertutto, ma è stata effettuata soltanto presso le stazioni rappresentative di corpi idrici che, l'analisi delle pressioni e degli impatti, avevano indicato come a rischio (o probabilmente a rischio) da attività industriale o agricola (per i fitofarmaci). Anche le sostanze ricercate non sono state tutte quelle indicate nelle tabelle suddette, ma soltanto quelle appartenenti ai "raggruppamenti per specie chimica" giudicati più rappresentativi della tipologia di rischio presente nell'areale di riferimento (Tabella 3.7).

#### 4 STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO E RILIEVI EFFETTUATI NEL 2012

In base ai dati ottenuti nell'anno 2011 e in accordo con la Regione Toscana, ARPAT ha stabilito di effettuare nel 2012 il monitoraggio OPERATIVO su 12 corpi idrici **a rischio** (15 stazioni); le stazioni di Porto S. Stefano e Mola sono state indagate invece per le sole sostanze chimiche. Solo le 4 stazioni Marina di Carrara, Nettuno, Fiume Morto e Carbonifera sono stati campionati per 3 anni consecutivi, in quanto indicate sin dal 2010 come stazioni **a Rischio** da monitorare con monitoraggio di operativo. In Figura 4.1 sono visualizzate le stazioni monitorate lungo la costa toscana.

Figura 4.1 - *Andamenti mensili del fitoplanctonico della costa toscana anno 2012*



**Matrice acqua:** sono state effettuate 6 campagne: a causa di condizioni meteo marine avverse 5 stazioni sono state campionate solo cinque volte, mentre una stazione, Capraia, quattro volte per un totale di 96 campioni (Tabella 4.1). Tutti i campioni sono stati sottoposti ad indagini di tipo chimico, chimico fisico e per la componente biologica fitoplancton

Tabella 4.1 - *Gruppi di sostanze indagate nelle varie stazioni e frequenza di indagine annuale (acqua) 2012*

Corpo Idrico	Stazione	Parametri chimico fisici a sostegno	Fitofarmaci	Aromatici	Cloroaniline	Clorobenzeni	Clorofenoli	Ftalati	Nonil-Ottil Fenolo	Poli Brdifenileteri	Organoalogenati	TBT	IPA	Mercurio	Metalli(*)	Idrocarburi totali	PCB Totali	PCDD,PDF,PCBDS
Costa Versilia	Mar. di Carrara	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Costa del Serchio	Nettuno	5								5	5	5		5	5			
Costa Pisana	Fiume Morto	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
Costa Livornese	Livorno	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3		
Costa Livornese	Antignano	6		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6				
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	6		6						6		6		6	6			
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	6								6		6		6	6			
Costa Follonica	Carbonifera	6	6							6		6		6	6			
Costa del Bruna	Foce Bruna	6		6			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Costa Ombrone	Foce Ombrone	6								6		6		6	6			
Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	6		6			6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
Costa Albegna	Foce Albegna	6								6		6		6	6			
Costa Argentario	Porto S. Stefano			6			6	6		6	6		6			6		
Costa Burano	Ansedonia	6								6		6		6	6			
Costa Arcipelago	Mola			6			6	6	6		6		6	6		6		
Costa Arcipelago	Capraia	4	4						2			2	2	2	2		2	2
Costa 'Arcipelago	Montecristo	5		5			5	5	5		5		5	5	5	5		

(\*) *Arsenico, cromo, piombo, mercurio, nichel, cadmio*

Sono stati inoltre registrati i parametri meteo marini per ogni singolo campionamento. Insieme ai campioni di fitoplancton sono anche stati acquisiti i dati fisico chimici lungo l'intera colonna d'acqua, tramite utilizzo di sonda multiparametrica (*Idronaut Ocean Seven 316 e fluorimetro Seapoint Chlorophyll Fluorometer – Seapoint Sensors, Inc.*). Le coordinate delle stazioni relative a questa matrice sono riportate in Tabella 4.2.)

Tabella 4.2 - *Stazioni e coordinate matrice acqua 2012*

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Distanza dalla costa (m)	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Acqua	
					Latitudine	Longitudine
Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	500	5,0	44°01.789' N	10°03.007' E
Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	500	4,0	43°51.814' N	10°14.048' E
Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	500	5,0	43°44.064' N	10°16.215' E
Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	500	5,0	43°32.183' N	10°17.390' E
Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	100	7,0	43°29.050' N	10°19.583' E
Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	500	5,2	43°22.809' N	10°25.678' E
Costa del Cecina	MAR_CS05	Mar. di Castagneto	500	5,0	43°11.267' N	10°31.783' E

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Distanza dalla costa (m)	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Acqua	
					Latitudine	Longitudine
Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	500	5,0	42°56.633' N	10°40.833' E
Costa del Bruna	MAR_FB05	Foce Bruna	500	6,5	42°45.498' N	10°52.255' E
Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	500	4,0	42°39.150' N	11°00.300' E
Costa dell'Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	250	5,5	42°37.229' N	11°04.840' E
Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	460	5,5	42°30.095' N	11°11.095' E
Costa Argentario	MAR_SS01	Porto S. Stefano	500	14,0	42°26.912' N	11°06.664' E
Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	500	5,0	42°24.915' N	11°16.401' E
Costa Arcipelago	MAR_ML01	Mola (Elba sud)	100	8,0	42°45.621' N	10°23.477' E
Costa Arcipelago	MAR_MS01	Montecristo	100	120,0	42°18.742' N	10°19.005' E
Costa 'Arcipelago	MAR_IC01	Isola di Capraia	100	19,0	43°03.087' N	09°50.451' E

**Matrice sedimento:** è stata indagata per i gruppi di sostanze chimiche riportati in Tabella 4.3, scelti in base allo studio di pressioni ed impatto fatto da ARPAT per l'individuazione dei tipo di monitoraggio da applicare ai vari corpi idrici e ai risultati ottenuti durante il monitoraggio dello scorso anno.

Tabella 4.3 - Gruppi di sostanze indagate nelle varie stazioni e frequenza di indagine annua (sedimento) 2012

Corpo Idrico	Stazione	Metalli(*)	IPA	PCB Totali	PCDD,PDF,P CBDS	TBT	Pesticidi clorurati.	Cesio 137	Idrocarburi totali	Test di tossicità*
Costa Versilia	Marina di Carrara	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa del Serchio	Nettuno	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa Pisana	Fiume Morto	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa Livornese	Livorno	2	2	1	1	1	1	1	2	1
Costa Livornese	Antignano	2	1	1	1	1	1			
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa del Cecina	Marina di Cecina	2	1	1	1	1	1			
Costa Piombino	Marina di Salivoli	2	1	1	1	1	1			1
Costa Follonica	Carbonifera	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	2	2	1	1	1	1		2	1
Costa Ombrone	Foce Ombrone	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	2	2	1	1	1	1		2	1
Costa Albegna	Foce Albegna	2	1	1	1	1	1			1
Costa Argentario	Porto S. Stefano	2	2	1	1	1	1		2	1
Costa Burano	Ansedonia	2	1	1	1	1	1	1		1
Costa Arcipelago	Elba Nord	2	1	1	1	1	1			
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	2	2	1	1	1	1		2	1
Costa Arcipelago	Isola di Capraia	2	1	1	1	1	1			
Costa Arcipelago	Montecristo	2	2	1	1	1	1	1	2	

(\*) Arsenico, cromo, piombo, mercurio, nichel, cadmio, cromo VI

I **sedimenti** sono stati campionati tramite Box Corer, sono stati previsti 2 campionamenti, a marzo e ottobre, per un totale di 38 campioni. I punti di prelievo e le relative coordinate sono riportati in Tabella 4.4

Tabella 4.4 - Stazioni e coordinate matrice sedimenti 2012

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Sedimenti	
				Latitudine	Longitudine
Costa Versilia	SEM_MC30	Marina di Carrara	15,0	44°00.500' N	10°02.000' E
Costa del Serchio	SEM_NT30	Nettuno	15,0	43°51.322' N	10°12.296' E
Costa Pisana	SEM_FM30	Fiume Morto	13,0	43°44.065' N	10°14.416' E
Costa Livornese	SEM_LV37	Livorno	38,0	43°30.064' N	10°16.360' E
Costa Livornese	SEM_AT20	Antignano	50,0	43°26.822' N	10 20.178'E
Costa del Cecina	SEM_RL14	Rosignano Lillatro	24,0	43°23.400' N	10°24.250' E
Costa del Cecina	SEM_CS37	Mar. di Castagneto	37,0	43°16.449' N	10°27.320' E
Costa Piombino	SEM_SL60	Marina di Salivoli	60,0	42°59.675' N	10°24.759' E
Costa Follonica	SEM_CR75	Carbonifera	43,0	42°49.791' N	10°38.796' E
Costa Punt'Ala	SEM_FB30	Foce Bruna	36,6	42°44.325' N	10°51.193' E
Costa Ombrone	SEM_FO30	Foce Ombrone	40,0	42°39.184' N	10°58.654' E
Costa dell'Uccelina	SEM_CF30	Cala di Forno	35,5	42°34.150' N	11°05.200' E
Costa Albegna	SEM_AL30	Foce Albegna	40,0	42°29.124' N	11°08.215' E
Costa dell'Argentario	SEM_SS64	Porto S. Stefano	62,0	42°26.791' N	11°05.115' E
Costa Burano	SEM_AS50	Ansedonia	50,0	42°21.859' N	11°15.843' E
Costa Arcipelago	SEM_EB43	Elba Nord	105	42°51.963' N	10°16.954' E
Costa Arcipelago	SEM_ML05	Mola (Elba Sud)	63,0	42°45.538' N	10°24.925' E
Costa Arcipelago	SEM_IC40	Capraia	130,0	43°00.058' N	09°52.289' E
Costa Arcipelago	SEM_MS07	Montecristo	111,0	42°18.961' N	10°19.440' E

**Matrice macrozoobenthos.** Il campionamento per lo studio delle biocenosi di fondo è stato realizzato utilizzando la benna Van Veen da 18 litri: in ogni stazione sono state prelevate 3 repliche. Oltre al prelievo per la determinazione tassonomica del macrozoobenthos sono stati prelevati aliquote per i dati granulometrici e per il carbonio organico totale (TOC).

Il prelievo del macrozoobenthos è stato effettuato nel mese di **giugno** per un totale di 6 campioni. Le stazioni e le relative coordinate sono riportate in Tabella 4.5.

Tabella 4.5 - Stazioni e coordinate per macrovertebrati bentonici 2012

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Acqua e Macrozoobenthos	
				Latitudine	Longitudine
Costa Punt'Ala	MZB_FB02	Foce Bruna	5,0	42°45.521' N	10°52.352' E
Costa Ombrone	MZB_FO05	Foce Ombrone	5,0	42°39.101' N	11°00.196' E
Costa dell'Argentario	MZB_SS02	Porto S. Stefano	7,0	42°26.325' N	11°09.578' E
Costa Arcipelago	MZB_ML02	Mola (Elba sud)	5,5	42°42.848' N	10°24.747' E
Costa Arcipelago	MZB_IC02	Capraia	7,5	43°01.520' N	09°50.201' E
Costa Arcipelago	MZB_MS01	Montecristo	23,0	42°19.768' N	10°17.486' E

Le stazioni relative alle **macroalghe** (Tabella 4.6), alla **Posidonia oceanica** (Tabella 4.7), sono monitorate con una frequenza annuale per un totale rispettivamente di 4 ed 6 campioni annui.

Tabella 4.6 - Stazioni e coordinate per macroalghe 2012

Corpo Idrico	Descrizione	Coordinate WGS84 Macroalghe			
		Latitudine inizio	Longitudine inizio	Latitudine fine	Longitudine fine
Costa Argentario	Porto Santo Stefano	42°26.729' N	11°06.244' E	42°23.206' N	11°12.793' E
Costa Arcipelago	Montecristo	42°19.650' N	10°19.722' E	42°19.239' N	10°19.044' E
	Capraia	43°19.239' N	09°50.115' E	43°01.592' N	09°50.534' E
	Elba Sud	42°44.291' N	10°26.080' E	42°44.096' N	10°25.843' E

Tabella 4.7 - Stazioni e coordinate per Posidonia oceanica 2012

Corpo idrico	Descrizione	Codice	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Posidonia Oceanica	
				Latitudine	Longitudine
Costa dell'Argentario	Porto Santo Stefano	POS_SS10	24,6	42°23.097' N	11°07.078' E
		POS_SS11	15,0	42°23.123' N	11°07.105' E
Costa Arcipelago	Montecristo	POS_MS10	31,0	42°19.207' N	10°19.148' E
		POS_MS11	15,0	42°19.243' N	10°19.129' E
	Mola (Elba Sud)	POS_ML10	23,8	42°44.158' N	10°25.928' E
		POS_ML11	15,0	42°44.153' N	10°25.914' E
Costa Punta Ala	Foce Bruna	POS_FB10		Assenza di <i>Posidonia oceanica</i>	
		POS_FB11			
Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	POS_CF10		Assenza di <i>Posidonia oceanica</i>	
		POS_CF11			

Infine, si riportano le stazioni monitorate per il **biota** (Tabella 4.8): l'organismo bioaccumulatore di riferimento è il *Mytilus galloprovincialis*

Tabella 4.8 - Stazioni e coordinate matrice biota (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819)

Corpo idrico	Descrizione	Coordinate WGS84 Biota	
		Latitudine	Longitudine
Costa della Versilia	Marina di Carrara	44°00.383' N	10°05.833' E
Costa del Serchio	Nettuno	43°51.717' N	10°14.233' E
Costa Pisana	Fiume Morto	43°44.067' N	10°16.483' E
Costa Livornese	Antignano	43°28.300' N	10°19.983' E
Costa del Cecina	Castagneto	43°18.167' N	10°29.100' E
Costa di Follonica	Carbonifera	42°53.817' N	10°40.050' E
Costa di Punta Ala	Foce Bruna	42°45.617' N	10°52.633' E
Costa dell'Ombrone	Foce Ombrone	42°42.833' N	10°59.083' E
Costa dell'Albegna	Foce Albegna	42°29.750' N	11°11.433' E
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	42°26.167' N	11°07.533' E
Costa di Burano	Ansedonia	42°24.800' N	11°16.717' E
Costa Arcipelago	Elba Nord	42°48.150' N	10°19.500' E
Costa Arcipelago	Capraia	43°03.200' N	09°50.483' E

## 5 RISULTATI

### 5.1 Stato ecologico

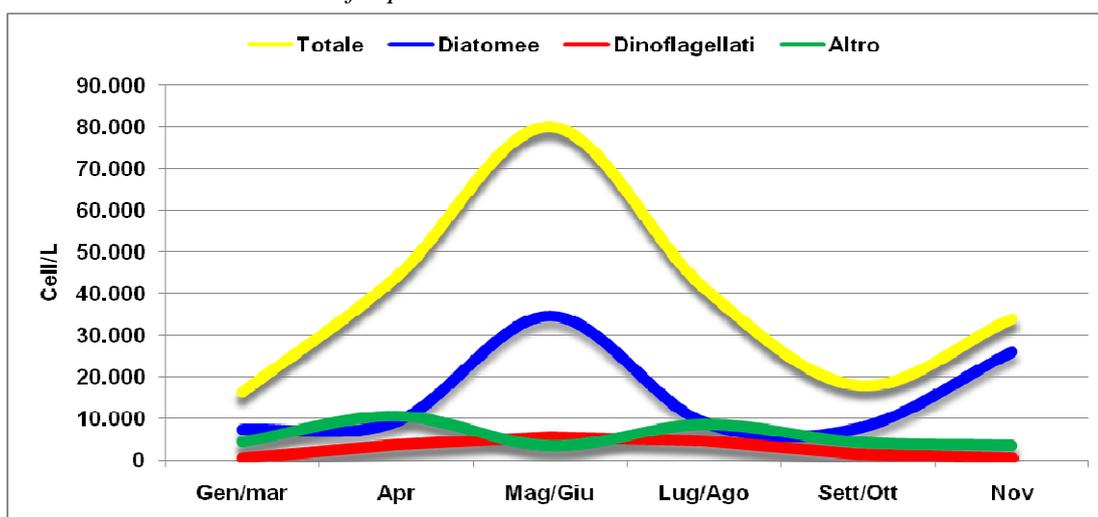
#### 5.1.1 Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)

L'analisi dei popolamenti fitoplanctonici permette di valutare la produttività primaria delle acque marino costiere poiché le abbondanze di questi microrganismi vegetali influiscono anche su parametri di natura chimico fisica quali ossigeno disciolto, pH e trasparenza delle acque. La concentrazione fitoplanctonica presenta notevoli variazioni stagionale dovute essenzialmente alla diversa radiazione luminosa, alla disponibilità delle sostanze nutritive in particolare azoto e fosforo. Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono 15 con frequenza di campionamento bimestrale come richiesto dalla normativa, D.56/09, per un totale di 85 campioni. La determinazione quali-quantitativa del fitoplancton prevede le seguenti valutazioni:

- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione ) di diatomee
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione ) di dinoflagellati
- numero di cellule /litro e specie (abbondanza e composizione ) di “altro fitoplancton”<sup>2</sup>.

L'analisi dei campioni è stata effettuata utilizzando il metodo di Uthermöl, con volumi di sedimentazione in genere di 25 ml (raramente e solo per le stazioni di Nettuno e Fiume Morto sono state usate camere da 10 ml); per la lettura è stato utilizzato un microscopio rovesciato con contrasto di fase Zeiss Axiovert 25 ad ingrandimento 400X.

Figura 5.1 - Andamenti mensili del fitoplanctonico della costa toscana anno 2012

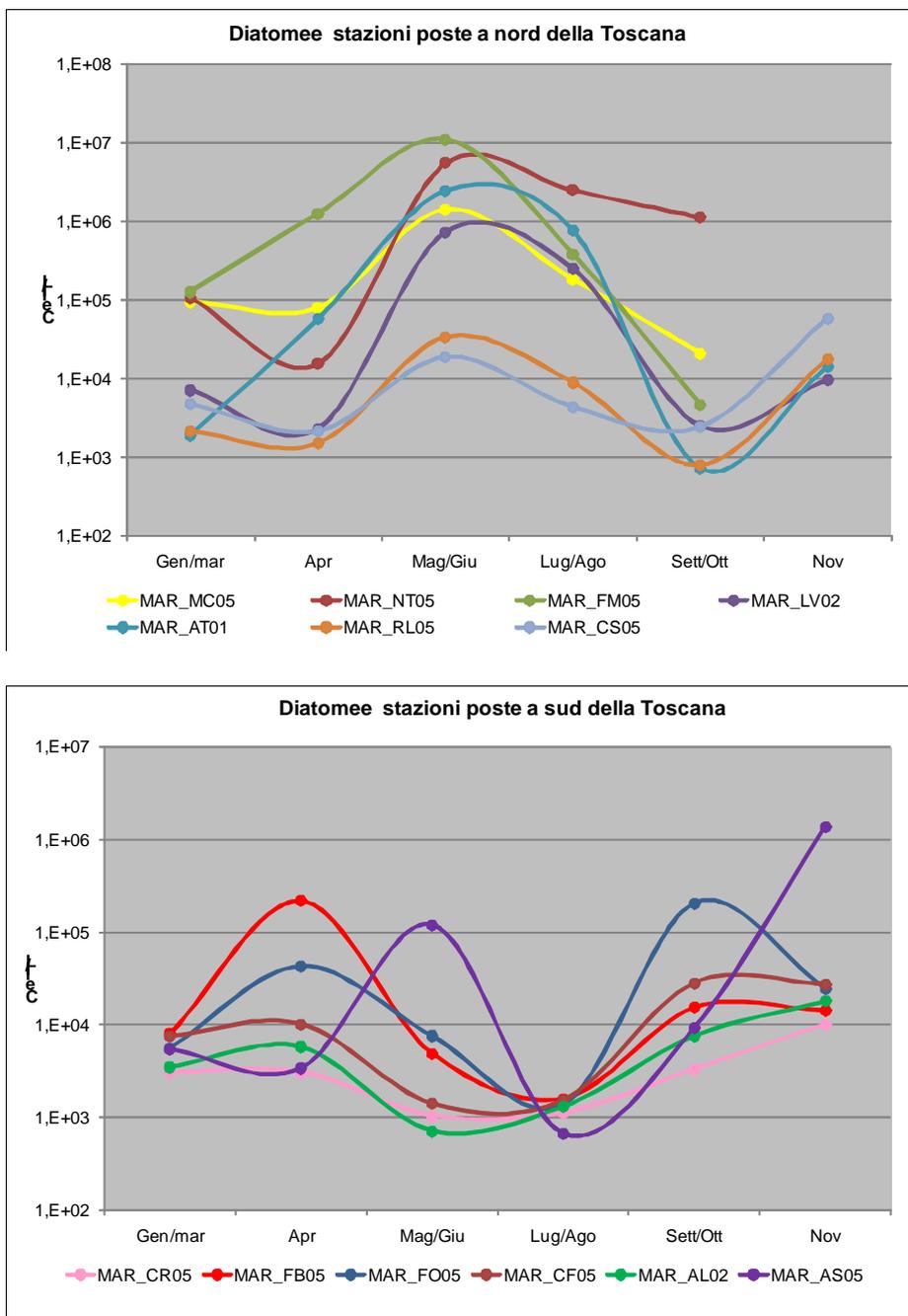


<sup>2</sup> Per “altro fitoplancton” si intende l’insieme delle altre classi meno rappresentate in ambiente marino ovvero: Chlorophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dictyophyceae, Eubriidea, Euglenophyceae, Gamophyceae, Prasinophyceae, Prymnesiophyceae, Raphidophyceae, Altro Fitoplancton indet.

Dalla Tabella 5.1 si evidenzia un andamento medio della comunità fitoplanctonica caratterizzato da un aumento della concentrazione degli organismi in tarda primavera inizio estate ovvero con l'incremento delle temperature lungo la fascia costiera.

Tale comportamento sembra non essere in linea con quanto riportato in letteratura relativamente al ciclo annuale del fitoplancton nei mari temperati che tipicamente presenta un aumento del numero delle cellule fitoplanctoniche in primavera ed autunno. Le acque costiere, però, passano da un generale stato oligo-mesotrofico ad uno stato eutrofico lungo le coste maggiormente influenzate dagli apporti fluviali responsabili di apporti di nutrienti che possono provocare *blooms* algali principalmente rappresentati dalle diatomee.

Figura 5.2 – *Diverso andamenti della diatomee nelle stazioni peninsulari a nord e a sud della costa toscana (2012)*

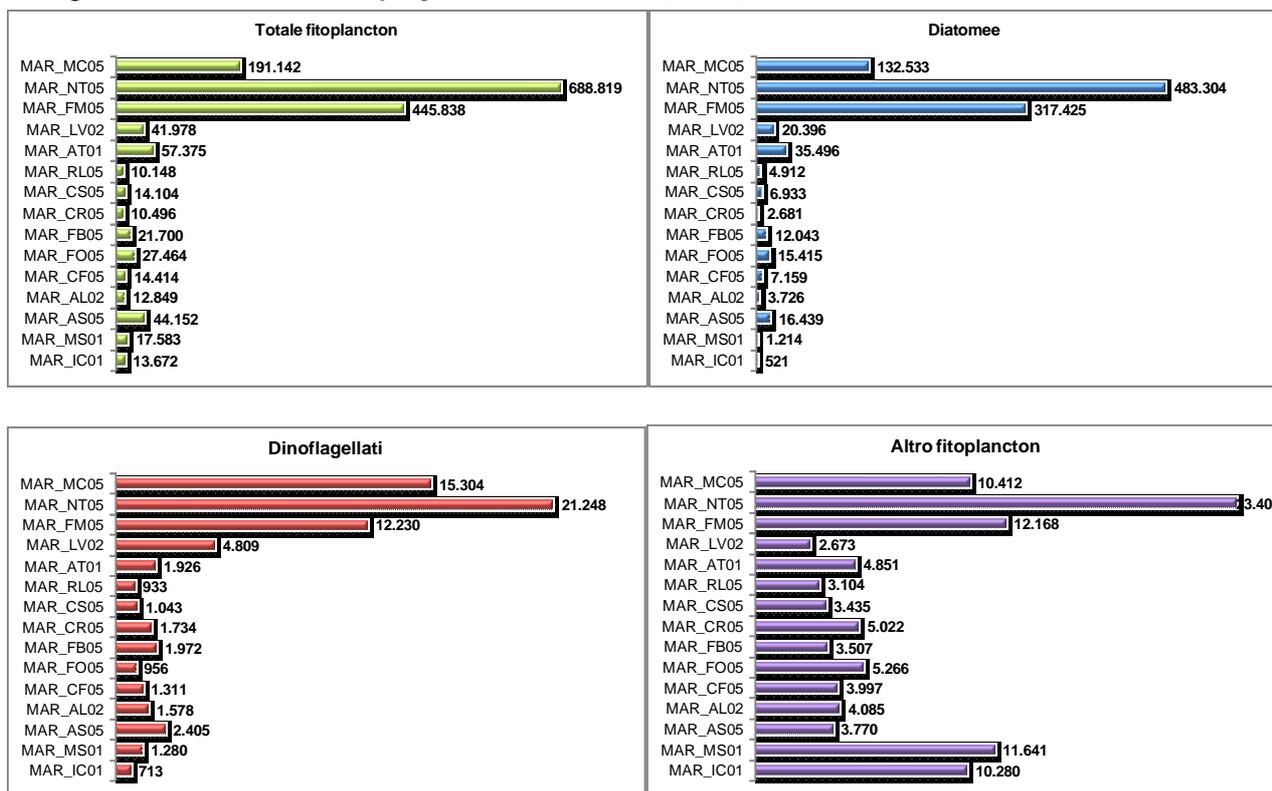


L'aumento della densità cellulare in primavera, è rilevante nelle acque oceaniche ma sembra slittare in estate nelle acque neritiche e maggiormente in quelle costiere. In merito a questo, vale ricordare la modesta profondità delle acque nei punti di campionamento ove la temperatura delle acque non è influenzata dal termocline. In questo senso le stazioni poste lungo la costa toscana appaiono suddivise in due gruppi a seconda della maggiore (nord) o minore (sud) influenza degli apporti fluviali e costieri (Figura 5.2).

Dai grafici si nota come a differenza delle stazioni poste a nord quelle a sud mantengono il classico andamento con due picchi stagionali in primavera e inizio autunno: unica eccezione è rappresentata da Ansedonia che presenta un andamento analogo a quello riscontrato nelle stazioni a nord dovuto all'evidente influenza della vicina Laguna di Orbetello e in particolare modo del Canale Ansedonia che sbocca poco distante dal punto di prelievo. L'aumento di concentrazione delle stazioni a nord nel mese di maggio-giugno è dovuta in tutte alla presenza della centrica *Skeletonema costatum*.

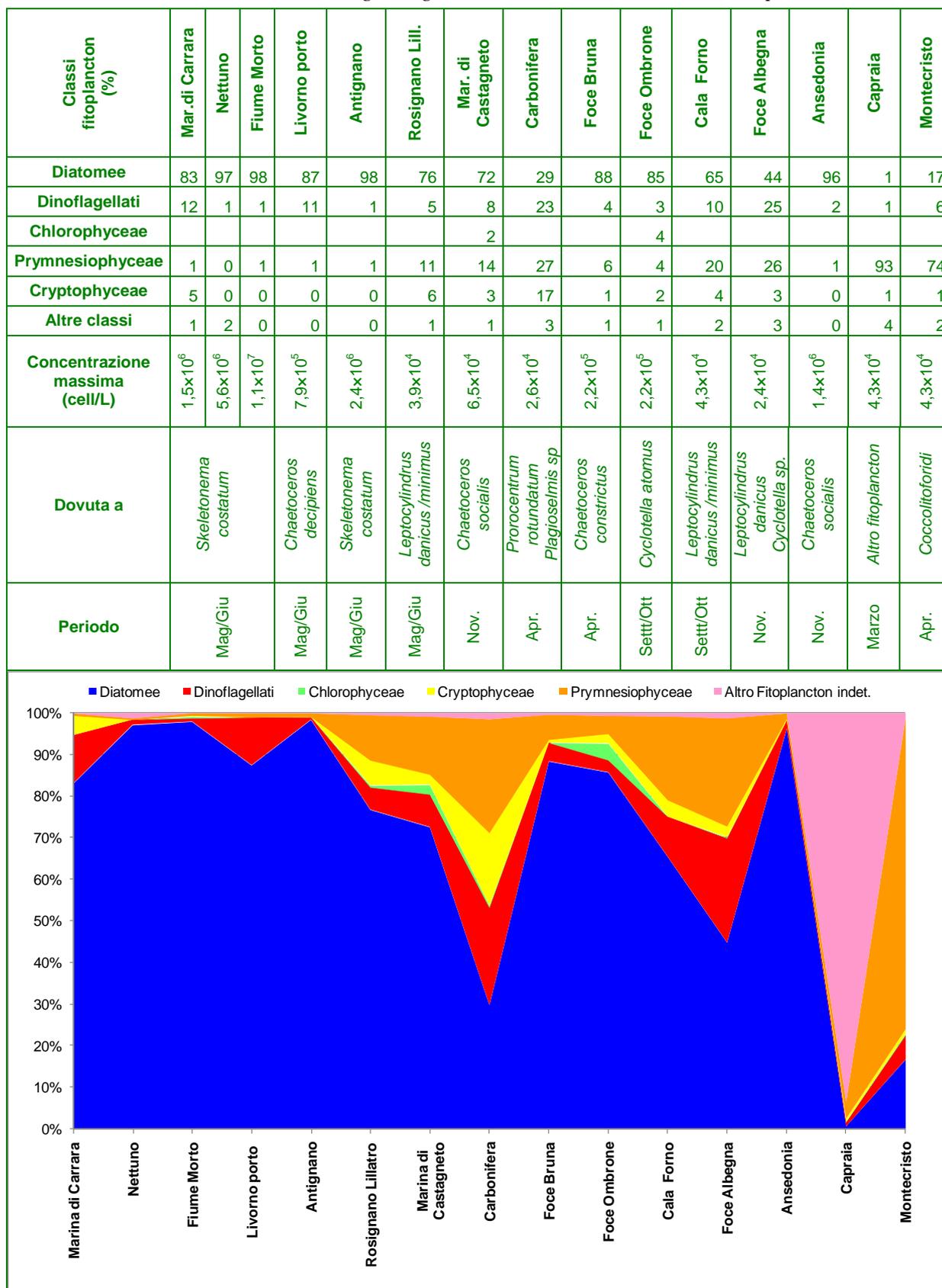
In generale, come già indicato negli anni precedenti, la maggior densità microalgale è concentrata del tratto più settentrionale della costa toscana in particolare nelle stazioni di Fiume Morto e di Nettuno (Figura 5.3).

Figura 5.3 – Concentrazioni fitoplanctoniche medie (cell/L) 2012



Il popolamento fitoplanctonico è dominato tutto l'anno dalle diatomee (**Bacillariophyceae**): unica eccezione è data dalle due stazioni insulari Capraia e Montecristo nelle quali la componente predominante risulta essere costituita da "altro fitoplancton (Figura 5.4).

Figura 5.4 – Composizione (% su totale popolamento) della comunità fitoplanctonica anno 2012e massime concentrazioni algali registrate nelle varie stazioni durante il periodo



Nelle stazioni settentrionali, come già evidenziato anche negli anni passati, predominano specie appartenenti a *Skeletonema costatum*, al genere *Chaetoceros* (*C. affinis*, *C. curvisetus* e *C. decipiens*, *C. socialis*) e *Pseudo-nitzschia spp.* del *Nitzschia delicatissima complex*, mentre nella zona meridionale predominano *Leptocylindrus danicus*, *L. minimus* e *Pseudo-nitzschia spp.* del *Nitzschia delicatissima complex*.

Il valore massimo di concentrazione registrato per le diatomee è di  $1,1 \times 10^7$  cell/L nella stazione di Fiume Morto (maggio-giugno); il minimo è stato  $2 \times 10^2$  cell/L a Montecristo a luglio/agosto; Capraia e Montecristo presentano modeste densità di diatomee durante tutto l'anno con valori medi di  $5 \times 10^2$  cell/L  $1,2 \times 10^3$  cell/L.

Per quanto riguarda i dinoflagellati (**Dinophyceae**), si osserva che le abbondanze maggiori si concentrano nel periodo che va da maggio ad agosto; i taxa più rappresentati sono le piccole forme di *Gymnodinium*, *Prorocentrum gracile*, *Scrippsiella trochoidea* e *Alexandrium sp.* La concentrazione massima di dinoflagellati ( $4,7 \times 10^4$  cell/L) è stata rilevata ad agosto nella stazione di Marina di Carrara dovuta essenzialmente alla presenza di *Pronoctiluca pelagica*,  $3,3 \times 10^4$  cell/L. All'interno della comunità fitoplanctonica, i dinoflagellati sono poco rappresentati, per lo più ne rappresentano il 10%: solo due stazioni fanno eccezione ovvero Carbonifera e Foce Albegna dove raggiungono rispettivamente il 23 e il 25%.

L'”**Altro fitoplancton**” è caratterizzato lungo tutta la costa essenzialmente da coccolitoforidi di piccole dimensioni probabilmente appartenenti alla specie *Emiliana huxley*. Presente in tutte le stazioni monitorate è il genere *Syracosphaera* e in particolare *Syracosphaera pulchra*; nella stazione di Montecristo i coccolitoforidi rappresentano il 74% dell'intero popolamento.

Capraia per il 94% è costituita da piccole cellule con dimensioni inferiori ai  $5 \mu\text{m}$  la cui identificazione, a causa delle piccole dimensioni non è stata possibile.

Nel periodo invernale, come già osservato negli anni precedenti, nella stazione di Nettuno sono state rinvenute cellule appartenenti alla specie *Prymnesium parvum* proveniente dal lago di Massaciuccoli attraverso il canale Burlamacca, il cui sbocco è poco distante dal punto di campionamento.

La biomassa fitoplanctonica totale è espressa come  $\text{mg}/\text{m}^3$  di clorofilla *a*, come indicato dal DM 260/10 Sezione C paragrafo C.2.2.1.

La quantità di **clorofilla** presente nella colonna d'acqua ci fornisce indicazioni sullo stato trofico del sistema essendo in stretta relazione con la quantità di organismi autotrofi presenti all'interno del corpo idrico monitorato. La clorofilla *a* è il pigmento più importante nei processi di fotosintesi clorofilliana sia in ambiente marino sia in quello terrestre. Essendoci una stretta relazione tra clorofilla *a* e produzione primaria è stato scelto di utilizzare questo pigmento per valutare la biomassa fitoplanctonica.

La clorofilla *a* nel 2012 ha una concentrazione media superficiale pari a  $0,34 \text{ mg}/\text{m}^3$  con un valore minimo di  $0,01 \text{ mg}/\text{m}^3$  nel mese di luglio agosto nella stazione di MAR\_MS01 Montecristo e con una concentrazione massima pari a  $4,75 \text{ mg}/\text{m}^3$  in maggio-giugno a MAR\_AT01 Antignano.

L'elaborazione dei dati (Tabella 5.1), secondo quanto indicato dal DM 260/2010, indica che lo stato ecologico basato sulla biomassa fitoplanctonica per l'anno 2012 è elevato in tutte le stazioni tranne che Fiume Morto e Antignano che sono in uno stato di qualità ecologico buono. Tale stato di qualità dovrà essere poi confermato dai parametri chimico fisici a sostegno ovvero dal TRIX.

Tabella 5.1 - RQE relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla a):anno 2012

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Clorofilla a (mg/m <sup>3</sup> )	RQE	Stato
Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	0,8	<b>1,18</b>	<b>E</b>
Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	1,1	<b>0,85</b>	<b>E</b>
Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	1,2	<b>0,73</b>	<b>B</b>
Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	0,6	<b>1,53</b>	<b>E</b>
Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	1,2	<b>0,74</b>	<b>B</b>
Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	0,3	<b>3,33</b>	<b>E</b>
Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	0,2	<b>5,00</b>	<b>E</b>
Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	0,3	<b>2,73</b>	<b>E</b>
Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	0,3	<b>3,33</b>	<b>E</b>
Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	0,4	<b>2,57</b>	<b>E</b>
Costa Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	0,5	<b>1,88</b>	<b>E</b>
Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	0,6	<b>1,58</b>	<b>E</b>
Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	0,6	<b>1,58</b>	<b>E</b>
Costa Arcipelago	MAR_MS01	Montecristo	0,1	<b>7,50</b>	<b>E</b>
Costa Arcipelago	MAR_IC05	Capraia	0,2	<b>3,75</b>	<b>E</b>

La classificazione dei corpi idrici che inizialmente, nel 2010, erano stati inseriti nel monitoraggio di tipo Operativo (Marina di Carrara, Nettuno, Fiume Morto e Carbonifera) dopo tre anni di campionamenti devono essere classificati sulla base dei dati di clorofilla *a* ottenuti per ciascun anno: ovvero i valori di clorofilla *a* risultati in questi 3 anni dovranno essere mediati e il valore ottenuto sarà quello da attribuire al sito in esame.

Dei quattro corpi idrici monitorati, costa Versilia (Marina di Carrara) e Costa Follonica (Carbonifera) risultano avere un EQB fitoplancton in classe elevata. Gli altri due corpi idrici, Costa del Serchio (Nettuno), e Costa Pisana (Fiume Morto), hanno un valore medio di clorofilla *a* tale da porre queste stazioni in classe BUONA. Tale giudizio dovrà essere successivamente confermato dal valore medio nei 3 anni dell'indice trofico TRIX.

Tabella 5.2 - RQE relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla a): valore medio su tre anni di campionamento(2010-2012)

Corpo idrico	Codice	Descrizione	Clorofilla a (mg/m <sup>3</sup> ) 2010	Clorofilla a (mg/m <sup>3</sup> ) 2011	Clorofilla a (mg/m <sup>3</sup> ) 2012	Clorofilla a (mg/m <sup>3</sup> ) medio	Stato
Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	0,44	0,60	0,8	<b>0,6</b>	<b>E</b>
Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	1,70	2,20	1,1	<b>1,7</b>	<b>B</b>
Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	1,16	1,10	1,2	<b>1,2</b>	<b>B</b>
Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	0,24	0,60	0,3	<b>0,4</b>	<b>E</b>

### 5.1.2 Macroinvertebrati bentonici

La campagna di prelievo per i macroinvertebrati bentonici di fondi molli è stata eseguita nei mesi di giugno 2012 per un totale di cinque stazioni e a settembre per una stazione, Mola.

Il prelievo è stato effettuato mediante una benna Van Veen, avente volume di 18L e superficie di presa di circa 0,1 m<sup>2</sup>, e per ogni stazione di campionamento sono state effettuate 3 repliche.

Dall'analisi dei risultati del calcolo dell'Indice M-AMBI (Tabella 5.3) si evidenzia che 2 stazioni ricadono, ai sensi del Decreto n. 260/2010, nella classe di stato ecologico BUONO (RQE > 0,61) ed i rimanenti 4 risultano classificati in stato ecologico ELEVATO (RQE > 0,81).

Tabella 5.3 - Calcolo dell'Indice M-AMBI e relativo stato ecologico

Corpo idrico	Codice	Descrizione	H'	S	M-AMBI	Stato
Costa Punt'Ala	MZB_FB02	Foce Bruna	4,85	49	0,98	E
Costa Ombrone	MZB_FO05	Foce Ombrone	2,67	28	0,70	B
Costa Argentario	MZB_SS02	Porto S. Stefano	4,44	71	1,00	E
Costa Arcipelago	MZB_ML02	Mola (Elba sud)	4,09	22	0,74	B
Costa Arcipelago	MZB_MS01	Montecristo	2,63	37	1,00	E
Costa Arcipelago	MZB_IC02	Isola di Capraia	3,22	33	1,00	E

### 5.1.3 Macroalghe

Le comunità superficiali macroalgali costituiscono una memoria spaziale e temporale di un'area: la loro struttura e composizione risponde alla natura, all'intensità ed alla durata degli eventuali impatti. In particolare le specie appartenenti al genere *Cystoseira* sono molto sensibili alle variazioni, e la loro presenza è associata ad una elevata qualità ecologica. Per questo motivo la presenza di popolamenti a *Cystoseira* (unica eccezione *Cystoseira compressa* considerata più tollerante) è generalmente associata a *Sensitivity Level*, SL massimi (Tabella 5.4).

In altri termini uno stato ecologico "elevato" è definito dalla presenza di comunità dominate da alghe brune strutturanti come *Cystoseira sp.*, mentre uno stato "cattivo" è caratterizzato dalla dominanza di specie opportuniste a scarsa complessità morfologica, come le Ulvales (alghe verdi) e le Bangiophycidae (alghe rosse) o i Cianobatteri.

Lo strumento base per una corretta applicazione del metodo CARLIT è il supporto cartografico, che può essere costituito da una fotografia aerea oppure da sistemi palmari muniti di GIS.

Su un supporto cartografico si annotano le comunità caratteristiche delle scogliere superficiali rilevate e le situazioni geomorfologiche rilevanti o SGR, corrispondenti alle comunità osservate.

Tabella 5.4 - Descrizione delle comunità e i rispettivi Sensitivity Level (SL) associati.

	Categoria	Descrizione	Valore di sensibilità
	Trottoir	Concrezioni a marciapiede ("trottoir") di <i>Lithophyllum byssoides</i> ( <i>L. trochanter</i> e <i>Dendropoma</i> <sup>†</sup> )	20
Con popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Cystoseira brachycarpa/crinita/elegans</i>	Popolamenti a <i>C. brachycarpa/crinita/elegans</i>	20
	<i>Cystoseira</i> in zone riparate	Popolamenti a <i>Cystoseira barbata/foeniculacea/humilis/spinosa</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 5	Cinture continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 4	Cinture quasi continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	19
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 3	Popolamenti abbondanti a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	15
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 2	Popolamenti scarsi a of <i>C. amentacea/mediterranea</i>	12
	<i>Cystoseira compressa</i>	Popolamenti a <i>C. compressa</i>	12
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 1	Rare piante isolate di <i>C. amentacea/mediterranea</i> **	10
Senza popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Dictyotales/Stypocaulaceae</i>	Popolamenti a <i>Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Stypocaulon</i>	10
	<i>Corallina</i>	Popolamenti a <i>Corallina elongata</i>	8
	Corallinales incrostanti	Popolamenti a <i>Lithophyllum incrustans, Neogoniolithon brassica-florida</i> e altre Corallinales incrostanti	6
	Mitili	Popolamenti a <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Mitilaie)	6
	<i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	Popolamenti misti a <i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	6
	<i>Ulva/Cladophora</i>	Popolamenti a <i>Ulva</i> e/o <i>Cladophora</i>	3
	Cianobatteri/Derbesia	Popolamenti dominate da Cyanobacteria e/o <i>Derbesia tenuissima</i>	1
Fanerogam e	<i>Posidonia - récif</i>	Formazioni affioranti di <i>Posidonia oceanica</i> ("récif")	20
	<i>Cymodocea nodosa</i>	Praterie superficiali di <i>Cymodocea nodosa</i>	20
	<i>Nanozostera noltii</i>	Praterie superficiali di <i>Nanozostera noltii</i>	20

<sup>†</sup> Formazioni organogene tipiche della Sicilia e di altre regioni del Sud Italia.

\*\* In caso di presenza di rare piante isolate di *C. amentacea/mediterranea*, si annota anche la comunità dominante (valore di sensibilità risultante: valore medio).

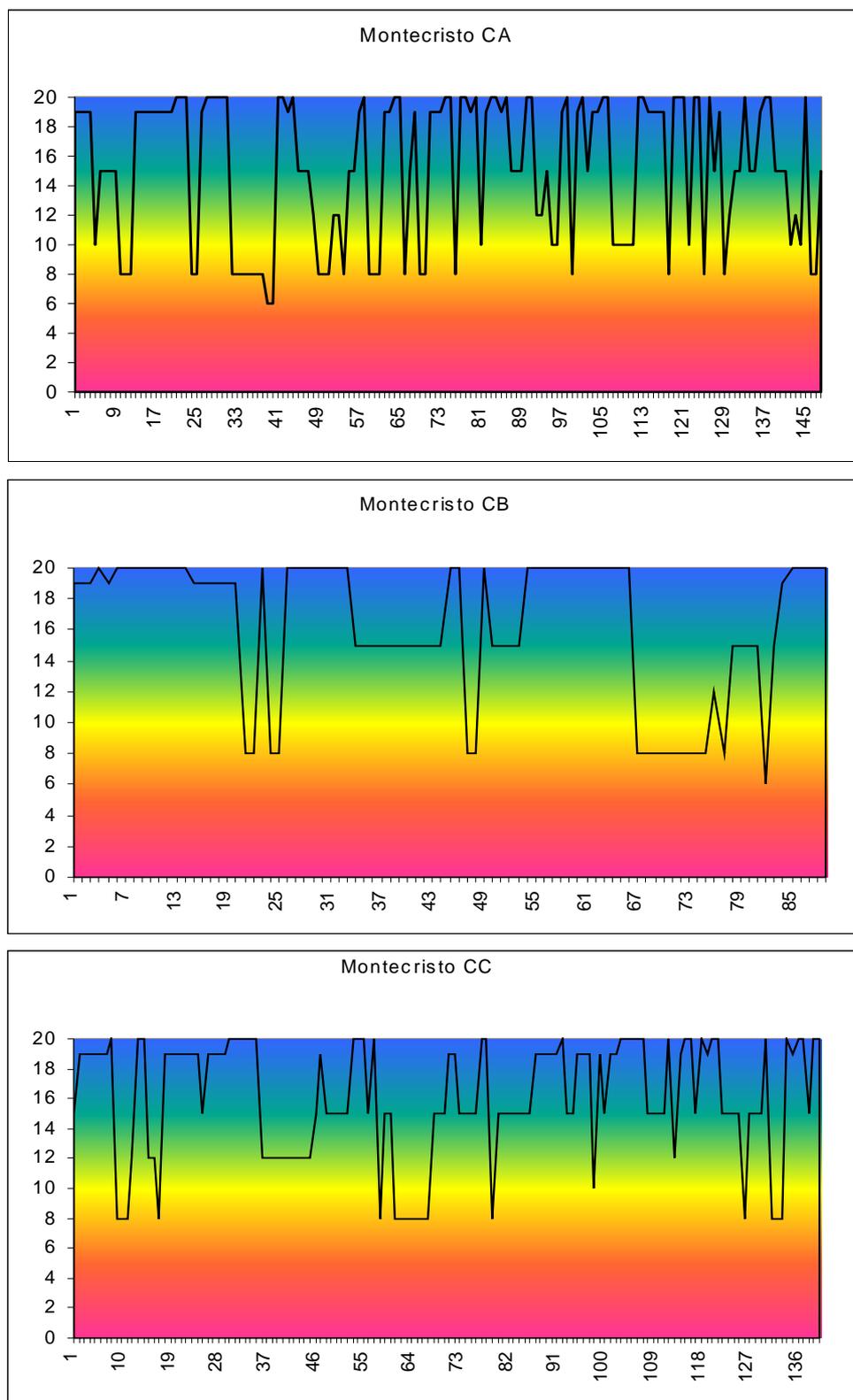
Nell'area di indagine del corpo idrico **dell'Isola di Montecristo** sono stati analizzati 377 transetti di 50m ciascuno dei quali 148 del primo settore, 89 del secondo e 140 del terzo (Tabella 5.5).

Il popolamento predominante è costituito dalla presenza di cinture continue di *Cystoseira amentacea* il cui valore di Sensitivity level (SL) è pari a 20. La percentuale totale di questo popolamento è di 29,97%.

Tabella 5.5 - Distribuzione dei popolamenti nell'Isola di Montecristo (Arcipelago toscano)

Transetto	SENSITIVITY LEVEL							Totale complessivo
	6	8	10	12	15	19	20	
CA	2	29	12	7	24	34	40	148
CB	1	16		1	20	11	40	89
CC		17	1	14	41	34	33	140
<b>Totale complessivo</b>	3	62	13	22	85	79	113	377
<b>Totale %</b>	0,80	16,45	3,45	5,84	22,55	20,95	29,97	100

Figura 5.5 Rappresentazione grafica dei settori dell'Isola di Montecristo (Arcipelago toscano).



In ascissa i siti, in ordinate i *Sensitivity level*

Valori elevati al di sopra del 20% sono stati determinati anche da popolamenti abbondanti di *Cystoseira amentacea* (22,55%) il cui valore di SL è 15.

Popolamenti di cinture quasi continue di *C. amentacea* (SL 19) hanno valori percentuali pari a 20,95.; al di sotto del 20 % troviamo la *Corallina elongata*, SL 8, la cui percentuale è di 16,45%;

è presente *Cystoseira compressa* con valori di 5,84%; mentre popolamenti fotofili hanno valori di 3,45%. Il gruppo Corallinacee incrostanti hanno valori molto bassi pari a 0,80% (Figura 5.5).

Si riportano di seguito i valori di EQB per la stazione Isola di Montecristo (Tabella 5.6)

Tabella 5.6 Distribuzione dei valori di EQB nell'Isola di Montecristo (Arcipelago toscano).

Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano)	Settori	EQR
	CA	1,00
	CB	1,06
	CC	1,04
	<b>EQR</b>	<b>1,04</b>

Nell'area di indagine **all'Isola di Capraia**, sono stati analizzati 387 transetti di 50 m ciascuno dei quali 115 nel settore GA, 114 nel settore GB e infine 158 nel settore GC come descritto dalla Tabella 5.7.

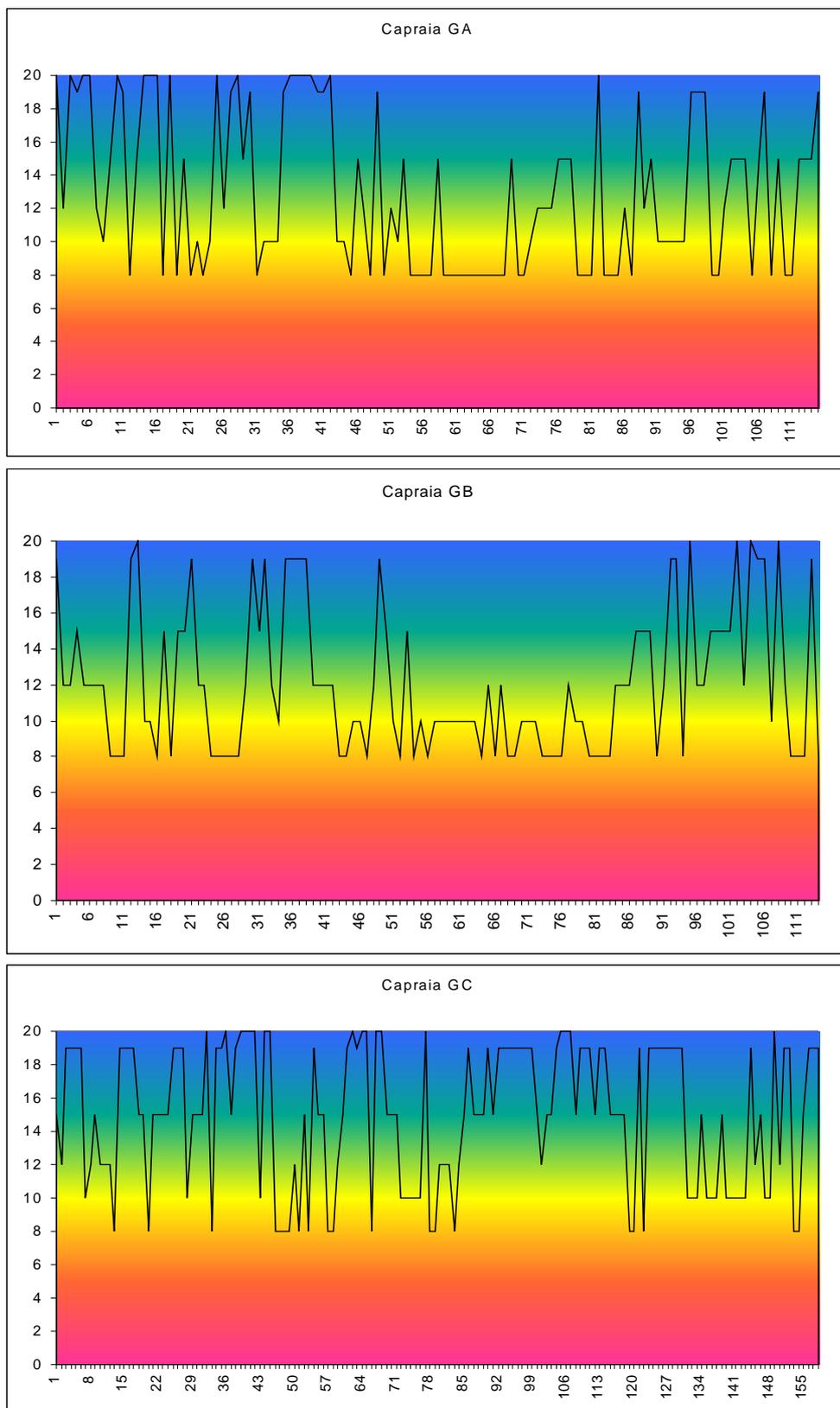
Tabella 5.7 - Distribuzione dei popolamenti nell'Isola di Capraia (Arcipelago toscano).

Transetto	SENSITIVITY LEVEL						Totale complessivo
	8	10	12	15	19	20	
<b>GA</b>	38	15	11	20	14	17	115
<b>GB</b>	34	20	26	14	15	5	114
<b>GC</b>	20	21	14	37	48	18	158
<b>Totale complessivo</b>	3	62	13	22	85	79	387
<b>Totale %</b>	23,77	14,47	13,18	18,35	19,90	10,34	100

Il popolamento maggiormente rappresentato è quello a *Corallina elongata* SL 8, il cui valore percentuale è pari a 23,77%; tutti gli altri popolamenti sono al di sotto del 20% e sono rispettivamente: cinture continue di *C. amentacea* 19,90%, popolamenti abbondanti 18,35%, popolamenti a *Padina/Dictyota/Dictyopteris/ Taonia/Stypocaulon*, SL 10, 14,47%, *Cystoseira compressa* 13,18% e infine cinture continue SL 20 10,34% (vedi Figura 5.6).

Si riportano di seguito i valori di EQB rilevati per la stazione Isola di Capraia ( Tabella 5.8)

Figura 5.6 *Rappresentazione grafica dei settori dell'Isola di Capraia (Arcipelago toscano).*



In ascissa i siti, in ordinate i *Sensitivity level*

Tabella 5.8 *Distribuzione dei valori di EQB nell'Isola di Capraia (Arcipelago toscano).*

Isola di Capraia (Arcipelago toscano)	Settori	EQR
	GA	1,07
	GB	0.80
	GC	0,98
	<b>EQR</b>	<b>0,95</b>

Nel tratto di costa intorno a **Porto Santo Stefano**, nel promontorio dell'Argentario analizzati 160 transetti di 50 m ciascuno suddivisi in 5 settori come indicato nella Tabella 5.9.

Questo tratto di costa rappresenta il corpo idrico denominato Costa Argentario ha come popolamento predominante la cintura continua di *Cystoseira amentacea*, SL 20, la cui percentuale è di 27,5%. L'altro popolamento superiore al 20% è costituito da *Corallina elongata* con un valore di 21,25%.

Poco sotto il valore del 20% troviamo *Cystoseira compressa* con un valore di 19,38 %, mentre il popolamento abbondante di *C. amentacea* ha un valore percentuale di 17,50%.

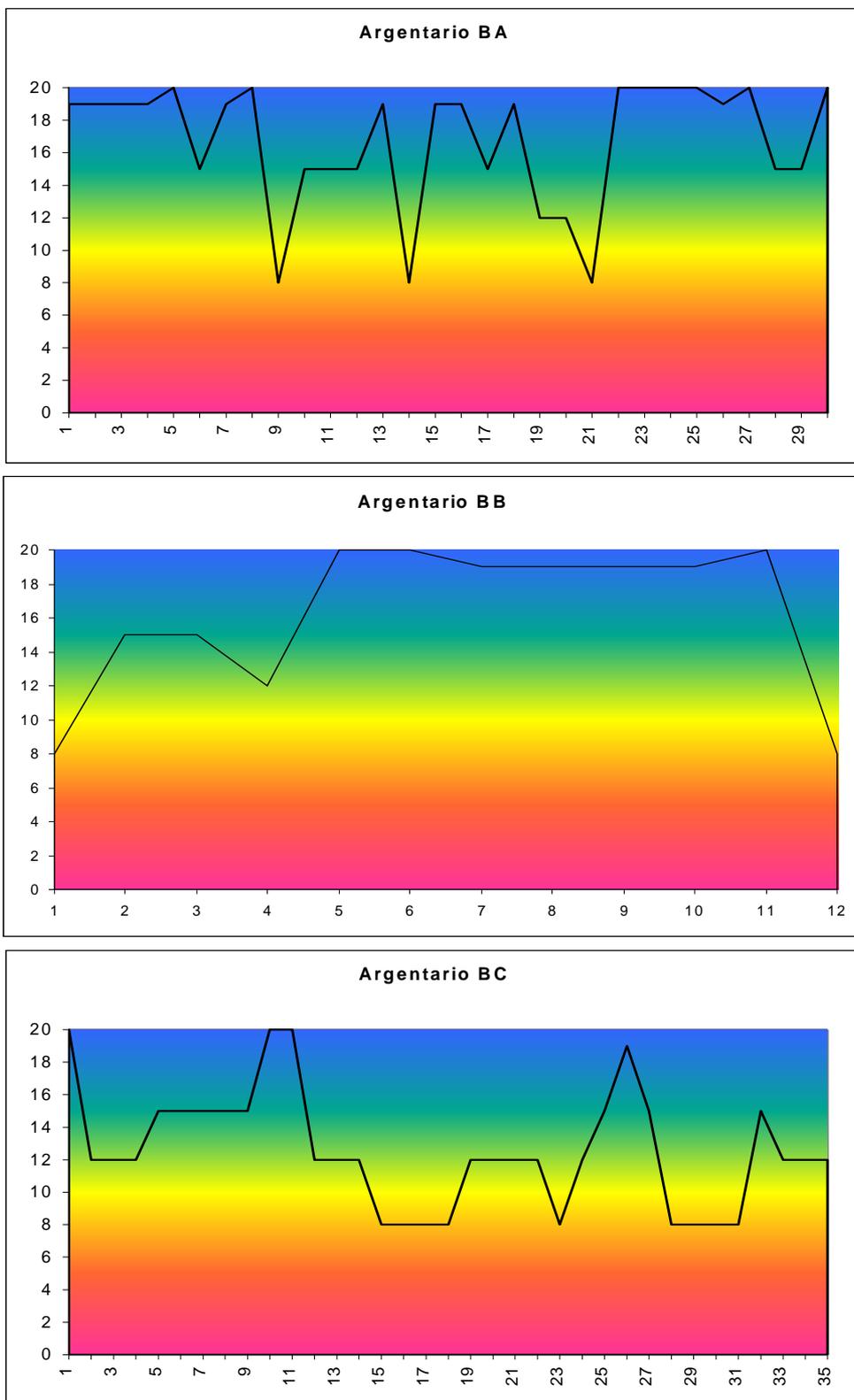
Con il valore di SL 19 viene identificato un popolamento di Cinture quasi continue che ricoprono il corpo idrico per un valore di 12,50%.

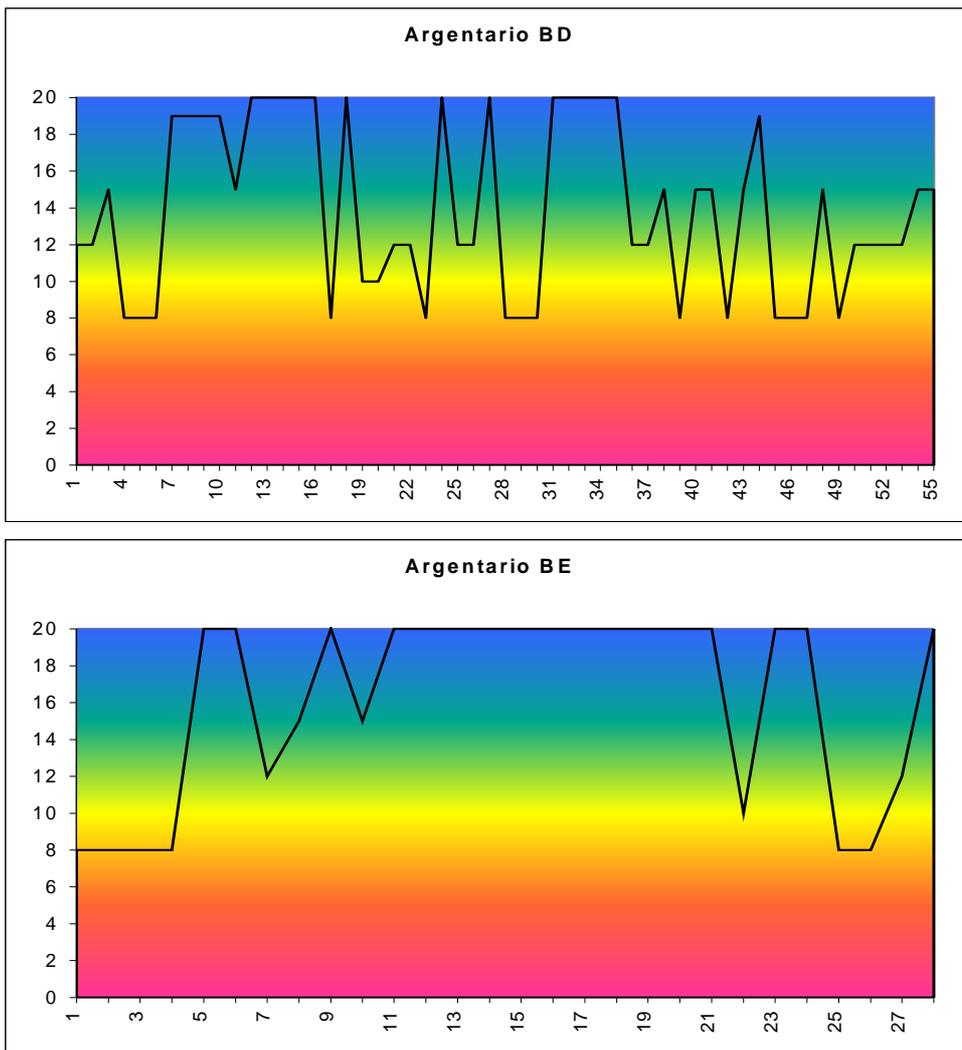
Infine il popolamento a *Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Stypocaulon* ha una percentuale molto bassa ed è dell'ordine di 1,88% (Figura 5.7).

Tabella 5.9 - *Distribuzione dei popolamenti a Porto Santo Stefano (Costa Argentario).*

Transetto	SENSITIVITY LEVEL						Totale complessivo
	8	10	12	15	19	20	
<b>BA</b>	3		2	7	10	8	30
<b>BB</b>	2		1	2	4	3	12
<b>BC</b>	9		14	8	1	3	35
<b>BD</b>	14	2	12	9	5	13	55
<b>BE</b>	6	1	2	2		17	28
<b>Totale complessivo</b>	34	3	31	28	20	44	160
<b>Totale %</b>	21,25	1,88	19,38	17,50	12,50	27,50	100

Figura 5.7 Rappresentazione grafica dei settori Porto Santo Stefano (Costa Argentario).





In ascissa i siti, in ordinate i Sensitivity level

Il valore di EQR ottenuto dai rilevamenti effettuati in questo tratto di costa è riportato in Tabella 5.10

Tabella 5.10 Distribuzione dei valori di EQB Porto Santo Stefano (Costa Argentario).

Porto Santo Stefano (Costa Argentario)	Settori	EQR
	BA	1.14
	BB	1.06
	BC	0.86
	BD	0.96
	BE	1.00
	<b>EQR</b>	<b>1.14</b>

La zona di Porto Azzurro denominata anche **Elba Sud** è stata suddivisa in un unico settore costituita da 151 transetti come indicato nella Tabella 5.11.

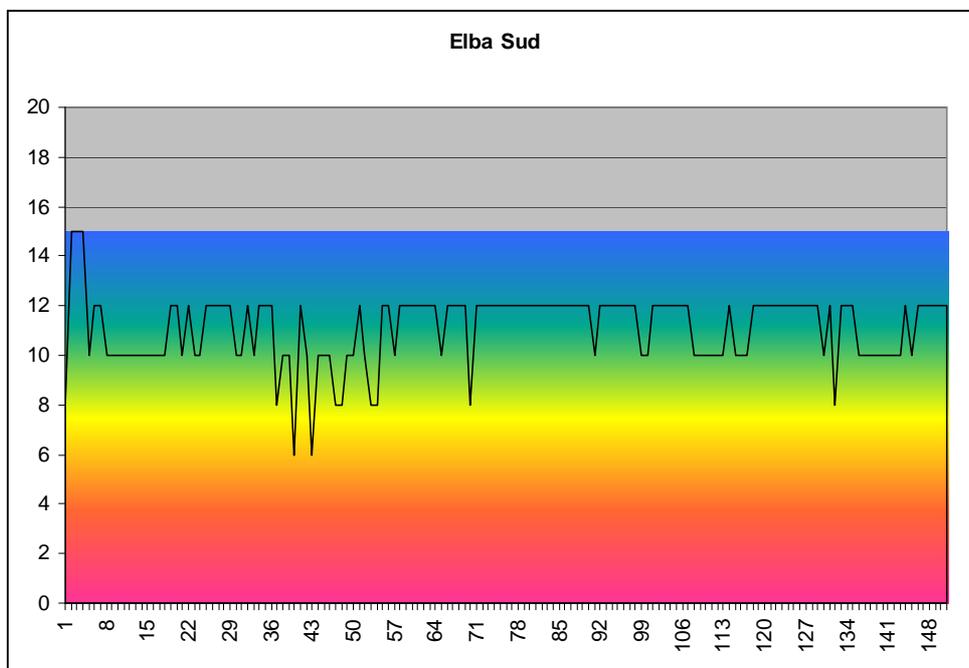
Tabella 5.11 - *Distribuzione dei popolamenti a Elba Sud (Arcipelago Toscano)*

Transetto	SENSITIVITY LEVEL					Totale complessivo
	6	8	10	12	15	
EA	2	8	51	87	3	151
<b>Totale complessivo</b>	2	8	51	87	3	151
<b>Totale %</b>	1,32	5,30	33,77	57,62	1,99	100

Il settore EA ha come popolamento dominante quello costituito da popolamenti scarsi di *Cystosiera amentacea* e/o *Cystoseira compressa*, SL 12, con una percentuale di 57,62%. Valori alti di copertura percentuale sono stati determinati anche di popolamenti a *Padina/Dictyota/Dictyopteris/ Taonia/Stypocaulon* con 33,77%.

Valori molto inferiori al 20% sono stati trovati rispettivamente di *Corallina elongata* 5,30%, popolamenti abbondanti di *Cystosiera amentacea* 1,99% e infine *Corallinacea incrostante* 1,32% (Figura 5.8).

Figura 5.8. *Rappresentazione grafica dei settori Elba sud, Porto Azzurro.*



In ascissa i siti, in ordinate i *Sensitivity level*

In Tabella 5.12 è riportato il valore di EQR per il tratto Elba sud.

Tabella 5.12 *Distribuzione dei valori di EQB a Elba Sud (Arcipelago Toscano).*

Elba Sud (Arcipelago Toscano)	Settori	EQR
	EA	0,69
	<b>EQR</b>	<b>0,69</b>

I valori di EQR finali (Tabella 5.13) nelle stazioni monitorate, ad eccezione di Elba Sud, sono tutti superiori a 0,75, indicando uno stato di qualità elevato. Elba sud ha un valore di EQB buono indicando un lieve impatto antropico.

Concludendo possiamo dire che i popolamenti monitorati in tutti i corpi idrici appartengono allo stato ecologico alto, molto probabilmente la lontananza dai centri urbani facilita lo sviluppo dei popolamenti con sensibilità ecologica alta. Sulle isole dove l'idrodinamismo è elevato, sono presenti maggiormente alghe come *Cystoseira amentacea IV, V e trottoir* anche per lunghi tratti. Questo comporta alti livelli di stato di qualità.

Tabella 5.13 *Riepilogo dei valori di EQR medi di ciascun corpo idrico monitorato nella stagione 2012*

Corpo Idrico	Stazione	EQR	Stato di qualità
Arcipelago Toscano	Montecristo	1,04	<b>E</b>
	Capraia	0,95	<b>E</b>
	Elba Sud	0,69	<b>B</b>
Costa Argentario	Porto Santo Stefano	1,00	<b>E</b>



*Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff et Nizamuddin



*Cystoseira mediterranea* Sauvageau

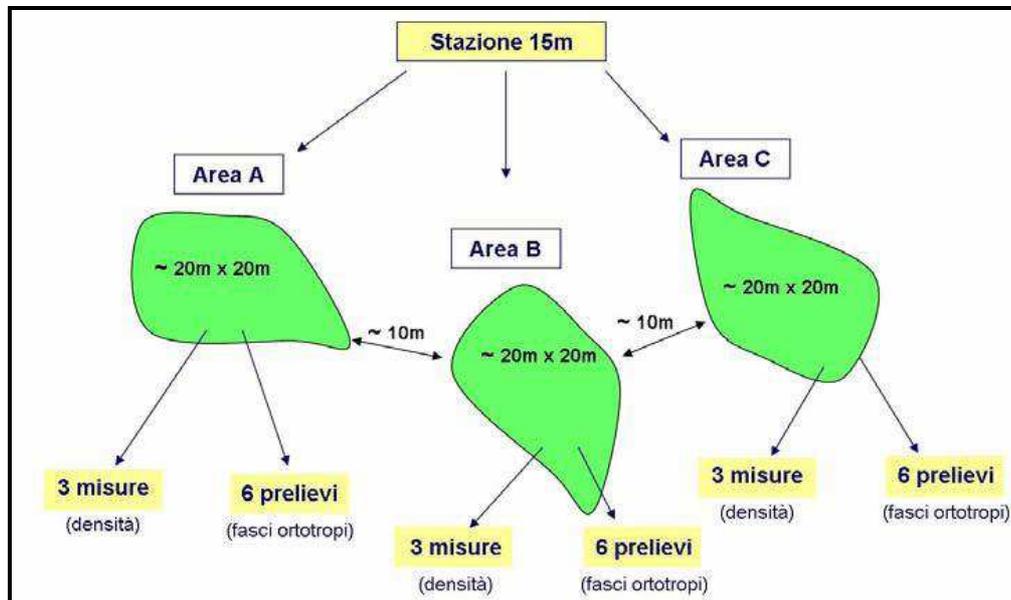
#### 5.1.4 Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

Le praterie sommerse di *Posidonia oceanica* costituiscono uno tra i popolamenti più studiati e più rappresentativi del piano infralitorale del Mediterraneo. Specie endemica di questo mare, la *Posidonia* riveste un importante ruolo di protezione delle coste dall'erosione, stabilizzazione e consolidamento dei fondali, ossigenazione delle acque e contribuisce alla produzione ed esportazione di grandi quantità di materia vegetale. Inoltre, la sua notevole sensibilità ad ogni perturbazione naturale o artificiale in atto nell'ambiente, la rende un ottimo indicatore biologico per determinare le qualità delle acque marine costiere.

La strategia di campionamento è di tipo gerarchico (Figura 5.9) e quella per la stazione a 15m include la definizione di 3 aree (400m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro), in ciascuna delle quali sono state effettuate:

- repliche per le misure di densità
- repliche per i prelievi di fasci ortotropi
- raccolta di un campione di sedimento per la valutazione della granulometria
- stime relative a ricoprimento della *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, % matte morta, % *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa taxifolia*, % *Cymodocea nodosa*
- misure (opzionali) di intensità della luce e della temperatura

Figura 5.9 - Strategia di campionamento per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione di 15m.



Il programma di monitoraggio ai sensi della 152 per il 2012 ha previsto il campionamento di 5 stazioni per quanto riguarda la matrice *Posidonia oceanica*: Foce Bruna, Cala Forno, Porto Santo Stefano, Elba Sud, Montecristo.

Tra queste 3 sono nuove stazioni; ciò significa che per Cala Forno, Foce Bruna e Montecristo era necessario posizionare *ex novo* 10 *balises* per ogni stazione in corrispondenza del limite inferiore. Inoltre, negli stessi siti, alla stazione di 15 m di profondità, era necessario anche posizionare un *datalogger* per la registrazione in continuo dei dati di luce e temperatura. Per le

stazioni denominate Foce Bruna e Cala di Forno, data la carenza di dati pubblicati e la mancanza di una recente cartografia georeferenziata dell'area, sono state condotte accurate indagini conoscitive impiegando una telecamera filoguidata per determinare l'eventuale presenza e distribuzione della prateria di *P. oceanica* all'interno del bacino idrico di riferimento. Queste indagini hanno mostrato la **totale assenza** di *P.oceanica* nell'area di interesse ed è quindi stato impossibile procedere con il campionamento previsto.

Per l'EQB *P. oceanica* si applica l'Indice PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index). L'Indice PREI include il calcolo di cinque descrittori:

- la densità della prateria (fasci/m<sup>2</sup>);
- la superficie fogliare fascio, (cm<sup>2</sup>/fascio);
- il rapporto tra la biomassa degli epifiti (mg/fascio) e la biomassa fogliare fascio (mg/fascio);
- la profondità del limite inferiore;
- la tipologia del limite inferiore.

La densità della prateria, la superficie fogliare fascio e il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati alla profondità standard di 15m, su substrato sabbioso. Tra questi parametri, la densità è l'unica misura che viene effettuata direttamente in mare, in immersione da parte degli operatori subacquei. La misura della densità è effettuata contando i fasci presenti all'interno di quadrati di 40x40 cm di lato. I numeri di fasci per quadrato devono essere poi estrapolati al m<sup>2</sup>.

Tabella 5.14 . Parametri e relativi dati registrati per le stazioni di campionamento

Corpo idrico	Stazione	Codice	Parametri	Dati	PREI			
					N	EQR'	EQR	Stato
Costa Arcipelago	Mola (Elba Sud)	ML11	Densità (fascio/m2)	373,61	0,62	0,542	0,593	<b>B</b>
			Superficie fogliare (cm2/fascio)	134,75	0,43			
			Prof limite inf (m)	23,0	0,42			
			Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	156,46	0,41			
			Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	916,94				
			Tipo di limite (λ) (*)	0				
	Montecristo	MS11	Densità (fascio/m2)	638,19	1,07	0,908	0,925	<b>E</b>
			Superficie fogliare (cm2/fascio)	284,16	0,92			
			Prof limite inf (m)	31,0	0,73			
			Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	111,87	0,46			
			Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1543,32				
			Tipo di limite (λ) (*)	0				
Costa dell'Argentario	Porto S.Stefano	SS11	Densità (fascio/m2)	523,61	0,87	0,700	0,736	<b>B</b>
			Superficie fogliare (cm2/fascio)	224,00	0,72			
			Prof limite inf (m)	24,6	0,48			
			Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	372,71	0,37			
			Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1405,84				
			Tipo di limite (λ) (*)	0				

**Note:** tutte stazioni a 15 m; (\*) se limite stabile (netto) λ =0; se limite progressivo λ=3; se limite regressivo λ=-3; se limite erosivo λ=3

La densità delle diverse praterie, calcolata al limite inferiore ed alla stazione intermedia, varia tra 170,14 (stazione profonda di Porto Santo Stefano, SS10) e 638,19 fasci/m<sup>2</sup> (stazione intermedia di Montecristo, MS11) con una media di 421,5 fasci/m<sup>2</sup>. I valori medi si discostano parecchio tra loro se vengono prese in considerazione le sole stazioni profonde ed intermedie separatamente: 499,4 fasci/m<sup>2</sup> per le stazioni intermedie (15 m di profondità) e 226,7 fasci/m<sup>2</sup> per quelle in prossimità del limite inferiore. Questo dato conferma la maggiore fragilità di questa zona della prateria ed è evidenziato in Figura 5.10e Figura 5.11.



Figura 5.10. Densità dei fasci fogliari di *Posidonia oceanica* (in numero di fasci/m<sup>2</sup>) rilevata presso le stazioni a 15 m di profondità dei diversi siti campionati nel 2012.  
 MS = Isola di Montecristo(Arcipelago Toscano); ML = Mola-Elba sud (Arcipelago Toscano); SS = Porto Santo Stefano (Costa dell'Argentario).

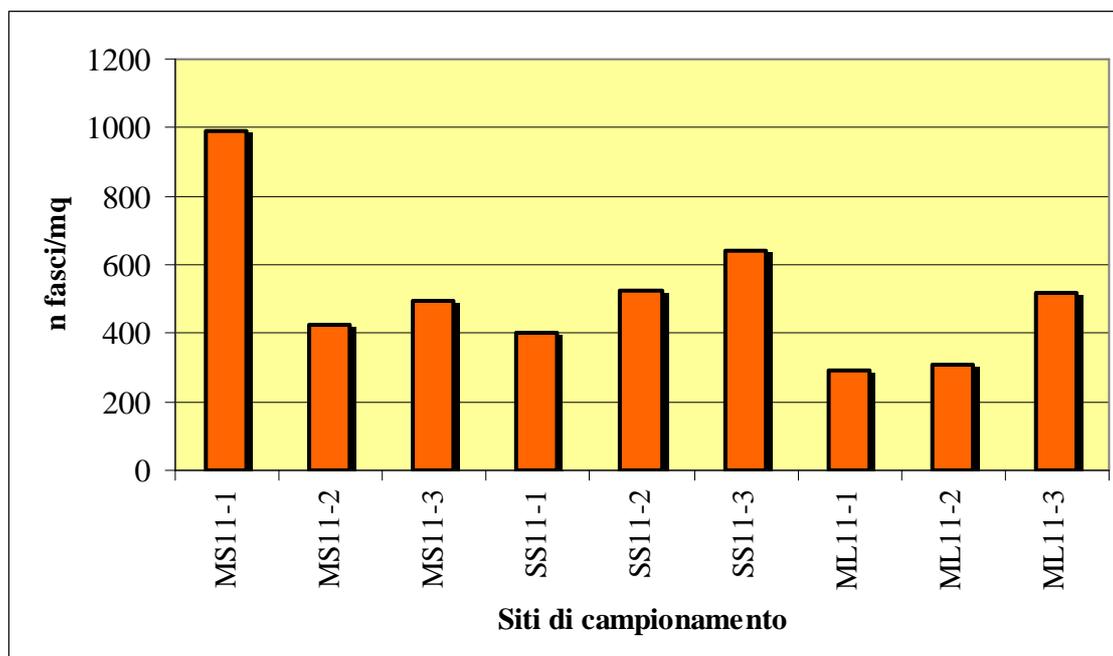


Figura 5.11. *Densità dei fasci fogliari di Posidonia oceanica (in numero di fasci/m<sup>2</sup>) rilevata alle stazioni “profonde” in prossimità del limite inferiore di due siti campionati nel 2012. MS = Isola di Montecristo (Arcipelago Toscano); SS = Porto Santo Stefano (Costa dell’Argentario).*

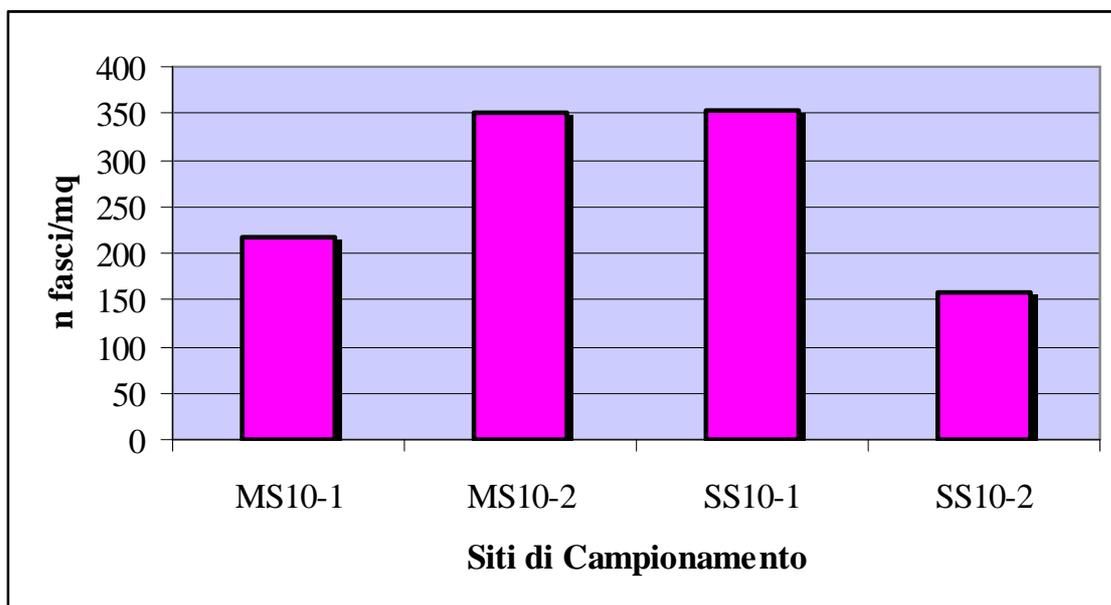
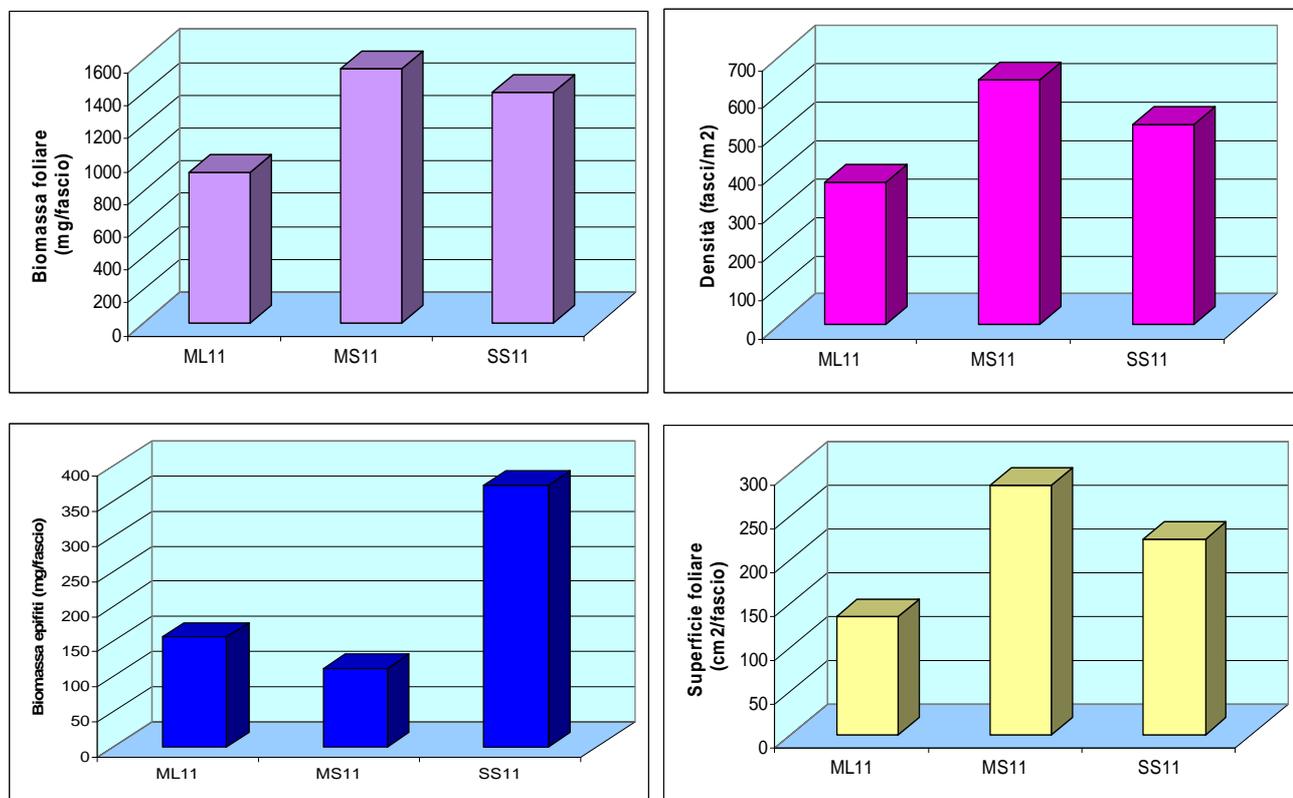


Figura 5.12. *Rappresentazione di alcuni parametri rilevati presso le stazioni a 15 m di profondità dei siti di campionamento per il 2012. MS = Isola di Montecristo(Arcipelago Toscano); ML = Mola-Elba sud (Arcipelago Toscano); SS = Porto Santo Stefano (Costa dell’Argentario).*



La metodologia di campionamento per *P.oceanica* prevede anche la granulometria del sedimento e la misura di carbonio organico totale, TOC (Tabella 5.15), indicando il riferimento alle Metodologie Analitiche di del Programma di Monitoraggio 2001-2007 (Cicero, Di Girolamo (Ed), 2001). L'analisi granulometria e il TOC (rilevate sia alla stazione a 15 metri che al limite inferiore) sono da considerarsi facoltativi; si sottolinea, tuttavia, l'importanza di questi dati per una migliore interpretazione del giudizio di qualità di stato ecologico espressa dall'indice PREI.

Tabella 5.15 . *Granulometria e TOC*

Stazione	Granulometria (%)							TOC % s.s.
	Materiale grossolano	Sabbia molto grossa	Sabbia grossa	Sabbia media	Sabbia fine	Sabbia molto fine	Peliti	
POS_ML11 (Elba sud)	17,8	12,2	14,6	21,5	19,6	5	9,3	<1,0
POS_SS10 (Argentario)	52	17,1	9,4	4,3	10,4	6,4	0,4	< 1,0
POS_SS11 (Argentario)	32,8	38,2	24,6	2,4	1,3	0,7	0	<1,0
POS_MS10 (Montecristo)	10	20,2	36,8	13,9	14,8	3,2	1,1	<1,0
POS_MS11 (Montecristo)	58	18,3	12	8,1	2,3	0,2	1	<1,0

I valori di EQB calcolati per *P. oceanica*, nelle stazioni intermedie a 15m dei siti campionati nel 2012, risultano particolarmente alti e fanno ricadere le praterie indagate nella classe di qualità ambientale più alta.

Tabella 5.16 . *Valori di EQB calcolati per P. oceanica nelle stazioni intermedie a 15m nel 2012.*

Corpo Idrico	Stazione	EQR	Stato di qualità
Arcipelago Toscano	Montecristo	<b>0,925</b>	<b>E</b>
	Elba Sud	<b>0,593</b>	<b>B</b>
Costa Argentario	Porto Santo Stefano	<b>0,736</b>	<b>B</b>

### 5.1.5 Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno e idromorfologici

Per la temperatura, salinità, ossigeno disciolto e in saturazione, pH e clorofilla viene effettuato un profilo verticale con sonda multiparametrica a ogni metro in modo da evidenziare stratificazioni termiche o saline o stadi di anossia o ipossia che possono verificarsi sul fondo.

Ai fini della classificazione gli elementi chimico fisici a sostegno che occorrono sono l'ossigeno disciolto, la clorofilla *a* e nutrienti; gli altri parametri quali la trasparenza, la temperatura e la salinità sono utili per l'interpretazione dei dati. Utilizzando l'ossigeno e nutrienti e clorofilla *a* è stato calcolato l'indice **TRIX** per ciascuna stazione monitorata (Tabella 5.17).

Il valore massimo di trofia è di 3,81, calcolato per Fiume Morto, il minimo invece è di 2,33 per Capraia.

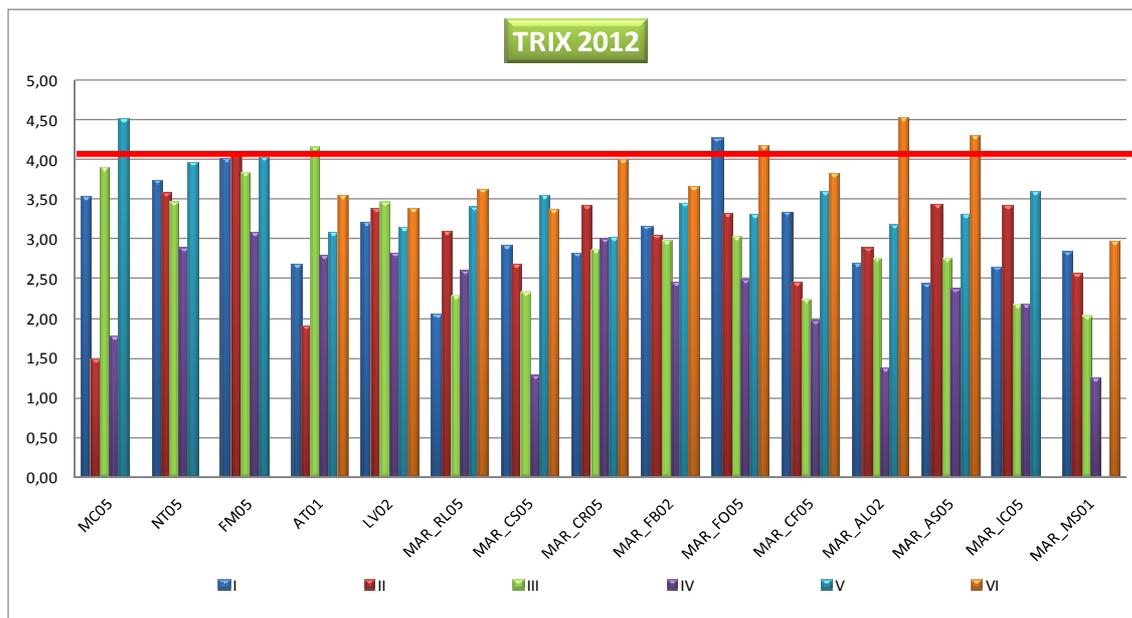
Tabella 5.17- *Dati di TRIX 2012*

Corpo idrico	Codice	Descrizione	TRIX medio annuo
Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	3,0
Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	3,5
Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	3,8
Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	3,2
Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	3,0
Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	2,8
Costa del Cecina	MAR_CS05	Mar. Castagneto	2,7
Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	3,2
Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	3,1
Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	3,4
Costa Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	2,9
Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	2,9
Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	3,1
Costa Arcipelago	MAR_MS01	Montecristo	2,8
Costa Arcipelago	MAR_IC05	Capraia	2,3

I valori medi dell'indice trofico TRIX, per l'anno 2012, non superano mai il valore soglia di 4, indicato per il macrotipo 3.

Se guardiamo i dati puntuali calcolati per ogni stazioni e in ciascuna campagna, (Figura 5.13), notiamo che sono pochissimi i casi in cui viene superato il valore limite: in particolare questi sono Fiume Morto (3volte), Foce Ombrone (2volte), Massa Carrara, Antignano, Foce Albegna e Ansedonia (1 volta).

Figura 5.13 - *TRIX anno 2012*



Alla fine di ogni ciclo di monitoraggio operativo, 3 anni, i tre valori di TRIX ottenuti per quelle stazioni monitorate con tale modalità, dovranno essere mediati e il valore ottenuto sarà quello da attribuire al sito in esame.

Tabella 5.18- *Dati di TRIX medie triennale (monitoraggio operativo)*

Corpo idrico	Codice	Descrizione	TRIX 2010	TRIX 2011	TRIX 2012	TRIX medio
Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	3,4	3,5	3,0	<b>3,3</b>
Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	4,9	4,5	3,5	<b>4,3</b>
Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	4,3	3,7	3,8	<b>3,3</b>
Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	3,2	3,2	3,2	<b>3,2</b>

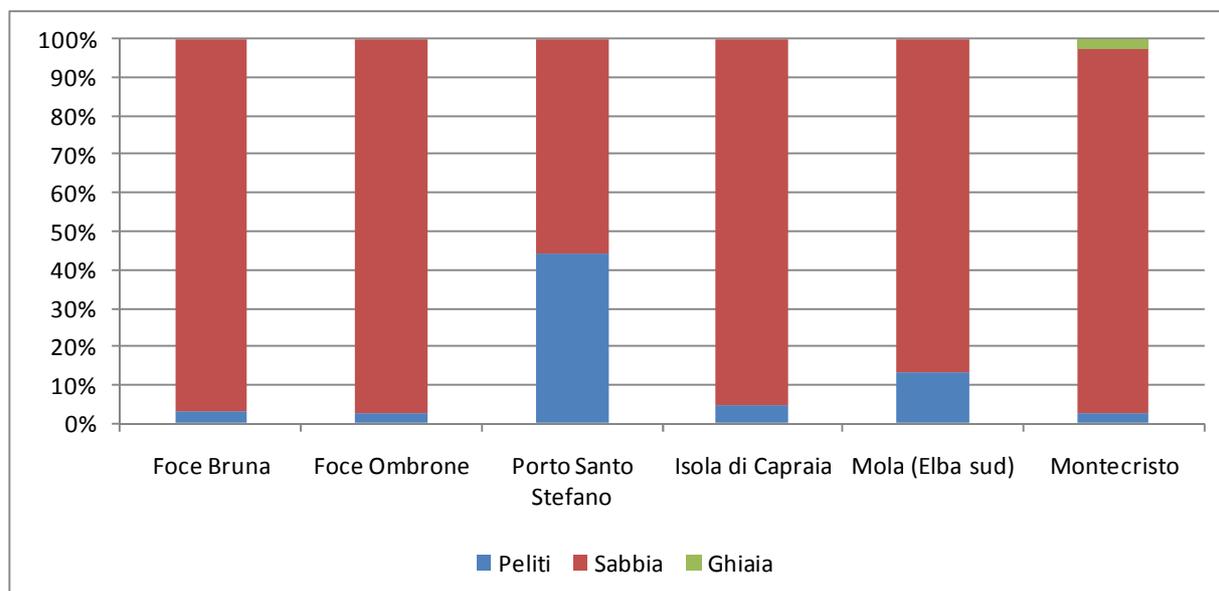
Delle quattro stazioni monitorate in questi ultimi 3 anni solo Nettuno, corrispondente al corpo idrico di Costa del Serchio, ha un valore di TRIX superiore al valore soglia indicato dal Decreto 260/10 (Tabella 5.18).

Gli **elementi di qualità idromorfologica** e chimico-fisici sono a sostegno degli EQB e non concorrono alla valutazione dello Stato Ecologico, ma sono di utilità interpretativa degli elementi di qualità. Nelle sei stazioni monitorate per il macrozoobenthos sono stati prelevati campioni per la determinazione del carbonio organico totale (TOC) e delle frazioni granulometriche: in particolare sono stati presi in esame la frazione  $\leq 0,063$  mm (peliti), quella compresa tra 0,063 mm e 2mm (sabbia) e quella  $> 2$ mm (ghiaia).

Il valori di TOC nei sedimenti superficiali sono sempre risultati  $< 1\%$ ; i dati di granulometria sono invece riassunti nella Figura 5.14.

In tutte le stazioni prevale la componente pelitica, ed è assente la frazione  $> 2$ mm: unica eccezione, anche se in percentuale molto ridotta, la stazione di Montecristo.

Figura 5.14 – *Distribuzione delle principali frazioni granulometriche nelle 6 stazioni monitorate nel 2012*



**5.1.6 Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità**

Tabella 5.19 - *Metalli non appartenenti all'elenco di priorità*

Corpo idrico	Stazione	Colonna d'acqua (Tab. 1/B)		
		n°	As	Cr
			µg/L	
			SQA-MA	
5	4			
Costa Versilia	Mar. di Carrara	5	1	1
Costa del Serchio	Nettuno	5	1	1
Costa Pisana	Fiume Morto	5	1	1
Costa Livornese	Livorno	6	1	1
Costa Livornese	Antignano	6	2	1
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	6	1,	1
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	6	1,	1
Costa Piombino	Marina di Salivoli	0	c.n.p.	c.n.p.
Costa Follonica	Carbonifera	6	<1	1
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	6	<1	1
Costa Ombrone	Foce Ombrone	6	<1	1
Costa Uccellina	Cala di Forno	6	<1	1
Costa Albegna	Foce Albegna	6	1	1
Costa Argentario	Porto S. Stefano	0	c.n.p.	c.n.p.
Costa Burano	Ansedonia	6	1	1
Costa Arcipelago	Elba Nord	0	c.n.p.	c.n.p.
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	0	c.n.p.	c.n.p.
Costa Arcipelago	Montecristo	1	<1	1
Costa Arcipelago	Capraia	2	1	<1

*In rosso: casi di superamento della soglia prevista, per i sedimenti è stato tenuto conto del "margine di tolleranza del 20%" previsto dal DM 260/2010.*

*C.n.p.: campionamento non previsto*

Nella colonna d'acqua sono ricercate le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, riportate nella tabella 1/B del DM 260/10 delle quali si sospetta la presenza in base agli studi di pressioni ambientali: per tutte le sostanze monitorate non si sono evidenziati superamenti dei valori dello standard di qualità ambientale. Nella Tabella 5.19 sono stati riportati i dati relativi ai metalli arsenico e cromo totale.

Al contrario questi due metalli sono abbondanti nei sedimenti indicando una diffusa presenza lungo tutta la costa toscana. Inoltre, confermando quanto già rilevato nel 2011, si rileva la presenza oltre il limite di soglia di IPA, a Livorno e di PCB a Nettuno e nel punto Elba Nord (Portoferraio)

I casi di superamento della soglia prevista, tenuto conto del "margine di tolleranza del 20%" previsto dal DM 260/2010 sono evidenziati in rosso.

Tabella 5.20 - Sostanze non appartenenti all'elenco di priorità: IPA totali e PCB totali

Corpo idrico	Stazione	Sedimento (Tab. 3/B)					
		n°	As	Cr tot	n°	IPA totali	PCB totali
			mg/kg s.s.			µg/kg s.s.	
			SQA-MA			SQA-MA	
12	50	800	8				
Costa Versilia	Mar. di Carrara	2	13,5	80	1	170	3,6
Costa del Serchio	Nettuno	2	12,5	89	1	220	48,0
Costa Pisana	Fiume Morto	2	12,0	94	1	390	cnp.
Costa Livornese	Livorno	2	19,0	70	2	1150	1,5
Costa Livornese	Antignano	2	22,5	93	1	570	2,8
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	2	28,5	94	1	87	1,4
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	2	19,0	134	1	190	0,3
Costa Piombino	Marina di Salivoli	2	82,5	114	1	430	0,6
Costa Follonica	Carbonifera	2	27,5	71	1	228,3	0,6
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	2	20,0	61	2	80	cnp
Costa Ombrone	Foce Ombrone	2	17,0	68	1	<80	cnp
Costa Uccellina	Cala di Forno	2	20,0	67	2	85	cnp
Costa Albegna	Foce Albegna	2	23,0	63	1	<80	cnp
Costa Argentario	Porto S. Stefano	2	26,0	60	2	65	0,2
Costa Burano	Ansedonia	2	26,0	37	1	<80	cnp
Costa Arcipelago	Elba Nord	2	41,0	98	0	cnp.	40,8
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	2	172,0	133	2	304	4,4
Costa Arcipelago	Montecristo	2	23,1	25	2	<100	cnp
Costa Arcipelago	Capraia	2	16	22	1	cnp.	0,5

In rosso: casi di superamento della soglia prevista, per i sedimenti è stato tenuto conto del "margine di tolleranza del 20%" previsto dal DM 260/2010

## 5.2 Stato Chimico

### 5.2.1 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità

#### Acqua

Nella Tabella 5.21 sono riportati i valori medi dei metalli appartenenti all'elenco di priorità e alcune sostanze quali TBT e DEHP: si può notare come il **mercurio** superi nelle acque il valore soglia (SQA-MA) lungo tutta la costa toscana e nella maggior parte dei casi si ha anche il superamento della concentrazione massima (SQA-CMA): Solo la stazione di Porto S. Stefano (Argentario) ha un valore pari a 0,01 µg/L.

Tabella 5.21 Sostanze appartenenti all'elenco di priorità

Corpo idrico	Stazione	Colonna d'acqua (Tab. 1/A)								
		n°	µg/L							
			Cd	Ni	Pb	Hg		TBT		DEHP
			SQA-MA	SQA-MA	SQA-MA	SQA-MA	SQA-CMA	SQA-MA	SQA-CMA	SQA-MA
			0,2	20	7,2	0,01	0,06	0,0002	0,0015	1,3
Costa Versilia	Mar. di Carrara	5	0,1	8	1,2	0,05	0,09	<0,005	<0,005	0,4
Costa del Serchio	Nettuno	5	0,1	1	0,5	0,05	0,13	<0,005	<0,005	c.n.p.
Costa Pisana	Fiume Morto	5	0,1	1	0,9	0,05	0,06	0,0148	0,0190	0,7
Costa Livornese	Livorno	6	0,1	5	0,9	0,03	0,06	<0,005	<0,005	0,3
Costa Livornese	Antignano	6	0,1	3	0,6	0,03	0,06	0,0128	0,0090	1,3
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	6	0,1	3	0,5	0,03	0,04	0,0075	0,0100	c.n.p.
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	6	0,1	2	0,6	0,03	0,06	0,0270	0,1270	c.n.p.
Costa Follonica	Carbonifera	6	0,0	3	0,5	0,03	0,06	0,0103	0,0270	c.n.p.
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	6	0,0	1	0,6	0,09	0,40	0,0167	0,0610	0,5
Costa Ombrone	Foce Ombrone	6	0,0	2	0,6	0,08	0,19	<0,005	<0,005	c.n.p.
Costa Uccellina	Cala di Forno	6	0,0	1	0,6	0,03	0,05	<0,005	<0,005	0,4
Costa Albegna	Foce Albegna	6	0,1	2	0,7	0,07	0,29	<0,005	<0,005	c.n.p.
Costa Argentario	Porto S. Stefano	1	c.n.p.	c.n.p.	c.n.p.	0,01	0,01	c.n.p.	c.n.p.	0,5
Costa Burano	Ansedonia	6	0,1	1	1,0	0,08	0,13	<0,005	<0,005	c.n.p.
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	6	c.n.p.	c.n.p.	c.n.p.	0,03	0,06	c.n.p.	c.n.p.	0,6
Costa Arcipelago	Montecristo	1	<0,05	<1	<1	0,06	0,06	c.n.p.	c.n.p.	0,3
Costa Arcipelago	Capraia	2	0,1	<1	<1	0,04	0,05	<0,005	<0,005	c.n.p.

C.n.p.: campionamento non previsto

Per quanto riguarda il **TBT** (composti del tributilstagno) le eccedenze riguardano la sola componente acqua in modo diffuso nella parte centro settentrionale. A causa dell'inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il TBT in acqua, i valori medi annui risultano con un limite di quantificazione maggior rispetto a limite soglia: pertanto la media annua non è stata considerata per le valutazioni dello stato chimico. Molti però dei valori rilevati sono risultati nettamente maggiori del concentrazione massima ammissibile **SQA - CMA** (standard di qualità ambientale come concentrazione massima ammissibile): **tali valori sono stati utilizzati per la valutazione dello stato chimico**. Dalla Tabella 5.21 si evidenzia il superamento del valore SQA – CMA in sei stazioni.

Per quanto riguarda il **Difenileterebromato** (PBDE) attualmente sono in corso verifiche sul metodo di analisi pertanto, in via provvisoria, non è stato considerato per la classificazione dello stato chimico.

Il nonilfenolo e ottilfenolo, il di(2-etilesilftalato), gli idrocarburi policiclici aromatici e gli organo alogenati hanno in tutte le stazioni monitorate valori al di sotto del limite soglia

### **Sedimenti**

Come già rilevato nel capitolo 5.1.6 la stazione Livorno porto presenta superamenti dei valori soglia degli IPA totali nei sedimenti (Tabella 5.20); in particolare si individuano livelli al sopra della soglia indicata di fluorantene, benzo[ghi]perilene, benzo[a]pirene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene, quest'ultimi tre sono oltre il limite anche nella stazione di Antignano e di Mola; Rosignano Lillatro supera i valori soglia di esaclorobenzene (Tabella 5.22).

Per quanto riguarda i metalli si registrano significative eccedenze per il nichel (uniche eccezioni Ansedonia Montecristo e Capraia) e per il mercurio (Tabella 5.23). L'elevata quantità di nichel potrebbe essere, almeno in parte, legata alla presenza di rocce ofiolitiche presenti un po' lungo tutta la costa e in questo senso potrebbero essere giustificate anche le alte concentrazioni di cromo rinvenute nei sedimenti.

Le anomalie rinvenute nella zona a sud della foce del Cecina potrebbero essere dovute all'accumulo di sabbie, trasportati dal fiume stesso e disperse lungo la costa, caratterizzate da una elevata concentrazione di detriti di rocce ofiolitiche: il serpentino è infatti uno dei componenti mineralogici maggiori delle sabbie in questa zona. In maniera analoga anche la zona a nord potrebbe essere interessata da un fenomeno di disfacimento delle rocce verdi con aumento della concentrazione di granuli litici e minerali, tra i quali il nichel, apportati da fiume Magra. Questo però non esclude un inquinamento di tipo antropico.

Tabella 5.22 – Altre sostanze appartenenti all’elenco di priorità

Monitoraggio	Corpo idrico	Stazione	Sedimento (Tab. 2/A)						
			n°	Benzo [a] pirene	Benzo [b] fluorantene	Benzo [ghi] perilene	Benzo [k] fluorantene	Fluorantene	Esacloso benzene
				µg/kg					
				SQA-MA					
				30	40	55	20	110	0,4
O	Costa Versilia	Marina di Carrara	1	15	15	12	<10	14	<0,1
S	Costa del Serchio	Nettuno	1	58	13	11	11	11	<0,1
O	Costa Pisana	Fiume Morto	1	180	12	<10	<10	<10	<0,1
S	Costa Livornese	Livorno	2	120	135	93,5	66,5	180	<0,1
S	Costa Livornese	Antignano	1	52	59	47	27	78	0,3
S	Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	1	11	11	<10	<10	12	2,2
	Costa del Cecina	Mar. Castagneto	1	71	12	<10	<10	>10	<0,1
S	Costa Piombino	Marina di Salivoli	1	38	47	31	22	61	<0,1
O	Costa Follonica	Carbonifera	2	17,9	24,8	15,9	10,9	29,8	<0,1
S	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	2	<10	12	<10	<10	10	<0,1
S	Costa Ombrone	Foce Ombrone	1	<10	<10	<10	<10	<10	<0,1
S	Costa dell'Uccelina	Cala di Forno	2	<10	11,5	<10	<10	10	<0,1
S	Costa Albegna	Foce Albegna	1	<10	<10	<10	<10	<10	<0,1
S	Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	2	<10	15	<10	<10	11,5	<0,1
S	Costa Burano	Ansedonia	1	<10	12	<10	<10	<10	<0,1
S	Costa Arcipelago	Elba Nord		cnp	cnp	cnp	cnp	cnp	<0,1
S	Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	2	37	48,5	35	30	48,5	<0,1
	Costa Arcipelago	Montecristo	2	<10	13,5	<10	<10	<10	<0,1

C.n.p.: campionamento non previsto

In rosso: casi di superamento della soglia prevista, per i sedimenti è stato tenuto conto del "margine di tolleranza del 20%" previsto dal DM 260/2010.

I valori medi del cadmio e del mercurio sono riportati con una cifra decimale in più rispetto al valore SQA-MA perché è stato tenuto conto del valore soglia ottenuto calcolando lo scostamento del 20%

Tabella 5.23 – Metalli appartenenti all'elenco di priorità

Corpo idrico	Stazione	n°	Sedimento (Tab. 2/A)			
			Cd	Ni	Pb	Hg
			mg/kg ss			
			SQA-MA			
			0,3	30	30	0,3
Costa Versilia	Marina di Carrara	2	0,25	62	16	<0,2
Costa del Serchio	Nettuno	2	0,25	68,0	16	<0,2
Costa Pisana	Fiume Morto	2	0,20	70	17	<0,2
Costa Livornese	Livorno	2	0,35	52	23	0,35
Costa Livornese	Antignano	2	0,40	75	27	1,65
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	2	0,50	72	16	2,00
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	2	0,35	124	13	0,15
Costa Piombino	Marina di Salivoli	0	0,60	73	39	0,30
Costa Follonica	Carbonifera	2	0,40	53	25	0,55
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	2	0,35	50	19	0,45
Costa Ombrone	Foce Ombrone	2	0,30	53	19	0,40
Costa dell'Uccelina	Cala di Forno	2	0,30	53	18	0,70
Costa Albegna	Foce Albegna	2	0,35	51	19	1,05
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	2	0,35	47	26	1,25
Costa Burano	Ansedonia	2	0,30	28	31	1,75
Costa Arcipelago	Elba Nord	2	0,35	78	33	0,23
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	2	1,00	119	69	0,31
Costa Arcipelago	Montecristo	2	0,25	20	16	<0,2
Costa Arcipelago	Capraia	2	0,20	13	12	0,10

In rosso: casi di superamento della soglia prevista, per i sedimenti è stato tenuto conto del "margine di tolleranza del 20%" previsto dal DM 260/2010.

Sulla base dei dati ottenuti nel 2011 in relazione ai superamenti dei metalli appartenenti alle tabelle 2/A e 3/B, è stato ritenuto opportuno, in accordo con la Regione, effettuare un controllo sulle alterazioni riscontrate tramite saggi biologici per evidenziare eventuali effetti ecotossicologici a breve e lungo termine.

Questo studio integrativo utilizza organismi test scelti in modo da poter eseguire analisi sul sedimento tal quale e sull'elutriato al fine di valutare la presenza di tossici idrosolubili. Gli organismi scelti appartengono a tre livelli trofici differenti: saprofiti (*Vibrio fischeri*), produttori primari (*Phaeodactylum tricorutum*) e filtratori (*Brachinus plicatilis*) come richiesto dalla normativa.

I saggi di tossicità acuta sono stati eseguiti su 14 stazioni e su tre di queste, Porto S.Stefano, Mola, Livorno porto, è stato eseguito il test cronico con *Artemia franciscana*. I saggi di tossicità acuta effettuati con *Vibrio fischeri* sia sull'elutriato che sul sedimento tal quale sono risultati **negativi** in tutti i campioni analizzati, lo stesso risultato è stato evidenziato con *B. plicatilis*.

L'organismo che si è rivelato più sensibile è stata l'alga unicellulare *P. tricorutum*: con il saggio algale, la tossicità è stata evidenziata soltanto in tre campioni Ansedonia, Foce Albegna e Elba Sud (Mola). In questi campioni è stata riscontrata tossicità di grado medio, la **EC<sub>50</sub> infatti è risultata superiore al 100% e la EC<sub>20</sub><90%**; da sottolineare, tuttavia che i tre campioni, soprattutto quello prelevato ad Ansedonia, risultano al limite tra la classe con tossicità media e quella con tossicità assente o trascurabile (Tabella 5.26).

Tabella 5.24 – Risultati test di tossicità acuta eseguiti nelle 14 stazioni

Stazione	<i>Vibrio fischeri</i> (fase liquida)	<i>Vibrio fischeri</i> (fase solida)	<i>Brachinus plicatilis</i>	<i>Phaeodactylum</i> <i>tricorutum</i>
Marina di Carrara	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 96,4%
Nettuno	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 96%
Fiume Morto	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 97,3%
Livorno	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 97,9%
Rosignano Lillatro	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 97,1%
Marina di Salivoli	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	Assenza di tossicità
Carbonifera	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 95,9%
Foce Bruna	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 90,92%
Foce Ombrone	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	Assenza di tossicità
Cala di Forno	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 97,1%
Foce Albegna	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 80,21% EC50= 121,75%
Porto S. Stefano	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 100%
Ansedonia	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 89,62% EC50= 135,77%
Mola (Elba sud)	Assenza di tossicità	STI<1	Assenza di tossicità	EC20= 85,4% EC50= 235,2%

Il test di tossicità cronica con *A. francescana* è stato fatto solo su 3 delle 14 stazioni scegliendo quelle che nel 2011 hanno riportato il superamento dei limiti soglia per più di un parametro. Il test cronico ha dato esito **negativo** in tutti i campioni analizzati (Tabella 5.25).

Tabella 5.25 – Risultati test di tossicità cronica

Stazione	<i>Artemia franciscana</i>
Porto S. Stefano	Assenza di tossicità
Mola (Elba sud)	Assenza di tossicità
Livorno	Assenza di tossicità

Una volta eseguiti i test è stata effettuata la classificazione secondo i criteri stabiliti nel documento APAT ICRAM (2007) – “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini”. Tale classificazione è riportata in Tabella 5.26.

Tabella 5.26 – Classificazione in base ai test di tossicità eseguiti nelle 14 stazioni

Corpo idrico	Stazione	Classificazione
Costa Versilia	Marina di Carrara	Tossicità assente o trascurabile
Costa del Serchio	Nettuno	Tossicità assente o trascurabile
Costa Pisana	Fiume Morto	Tossicità assente o trascurabile
Costa Livornese	Livorno	Tossicità assente o trascurabile
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	Tossicità assente o trascurabile
Costa Piombino	Marina di Salivoli	Tossicità assente o trascurabile
Costa Follonica	Carbonifera	Tossicità assente o trascurabile
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	Tossicità assente o trascurabile
Costa Ombrone	Foce Ombrone	Tossicità assente o trascurabile
Costa dell'Uccelina	Cala di Forno	Tossicità assente o trascurabile
Costa Albegna	Foce Albegna	<b>Tossicità media</b>
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	Tossicità assente o trascurabile
Costa Burano	Ansedonia	<b>Tossicità media</b>
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)	<b>Tossicità media</b>

**Mitili**

A conferma della diffusa presenza di mercurio nelle acque e nei sedimenti si riportano in Tabella 5.27 i risultati delle analisi effettuate sul **biota**.

Lo standard di qualità del biota viene applicato ai tessuti (peso umido) e l'organismo bioaccumulatore di riferimento per le acque marino costiere è il mitile (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819).

Per l'anno 2012, in concomitanza con i campionamenti per le acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/06 all. 2 sezione C) sono stati effettuati 2 campionamenti, a marzo/aprile e a settembre. Per le stazioni Carbonifera e Foce Albegna è stato effettuato un solo campionamento (settembre).

I valori medi di mercurio risultano tutti al di sopra del SQA-MA indicato per questo elemento tranne che per la stazione di Carbonifera e Capraia.

I mitili presenti nella stazione di Porto Santo Stefano risultano avere una concentrazione di mercurio molto alta circa 60-70 volte rispetto allo standard di qualità riportato nel decreto 206/10.

Le analisi effettuate per la ricerca dell'**esaclorobutadiene** e dell'**esaclorocicloesano** indicano che questi due sostanze sono al di sotto del limite indicato.

Tabella 5.27 – Risultati monitoraggio su biota

Biota ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamark, 1819)		Mercurio		
		SQA-MA: 20µg/kg		
		2012	2011	2010
Costa Versilia	Mar. di Carrara	23	19	20
Costa del Serchio	Nettuno	21	27	18
Costa Pisana	Fiume Morto	34	67	58
Costa Livornese	Antignano	41	51	52
Costa del Cecina	Mar.di Castagneto	58	58	74
Costa Follonica	Carbonifera	18	42	27
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	33	37	34
Costa Ombrone	Foce Ombrone	53	49	40
Costa Albegna	Foce Albegna	110	92	48
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	1274	1565	1232
Costa Burano	Ansedonia	Mitili assenti o insufficienti per le analisi	365	187
Arcipelago toscano	Portoferraio	Mitili assenti o insufficienti per le analisi	63	43
Arcipelago toscano	Capraia	12		

## 6 ANALISI DEI RISULTATI DEL TRIENNIO 2010-2013

In accordo con la Regione Toscana, ARPAT nel 2010 stabilì di effettuare il monitoraggio OPERATIVO su 3 corpi idrici **a rischio** (3 stazioni: Marina di Carrara, Fiume Morto e Carbonifera) e il monitoraggio di SORVEGLIANZA su 8 corpi idrici **probabilmente a rischio** (10 stazioni). In seguito, a causa del giudizio ecologico sufficiente della costa Serchio, la stazione Nettuno fu inserita già dal 2011 come operativa. L'elaborazione dei dati provenienti dalle analisi chimiche, successivamente ha indicato che tutte le stazioni lungo la costa presentano superamenti del limite indicato dalla norma per mercurio e/o TBT nella matrice acqua. Le stazioni sono passate tutte operative, con relativo monitoraggio a frequenza annuale, dal 2012, pertanto i dati triennali relativi allo stato ecologico sono attualmente disponibili per 4 corpi idrici.

### 6.1 Stato ecologico triennio 2010-2012

Il Decreto 260/10 prevede che gli elementi di qualità biologica macrozoobenthos, *Posidonia oceanica* e macroalghe, dove presenti, vengano indagati con cadenza triennale, mentre il fitoplancton annualmente. In questo modo per ogni sito e quindi per ogni corpo idrico, abbiamo i dati almeno di uno di questi elementi di qualità biologica nell'arco dei 3 anni.

Tabella 6.1 – Macrozoobenthos (M-AMBI) classificazione nei tre anni di monitoraggio

M-AMBI		Stato di qualità		
Corpo idrico	Stazione	2010	2011	2012
Costa Versilia	Marina di Carrara	S	B	
Costa del Serchio	Nettuno	S	B	
Costa Pisana	Fiume Morto	S	B	
Costa Livornese	Livorno	E		
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	E		
Costa Piombino	Marina di Salivoli		E	
Costa Follonica	Carbonifera	E	E	
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	E		E
Costa Ombrone	Foce Ombrone	E		B
Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	E		
Costa Albegna	Foce Albegna	E		
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		E	E
Costa Burano	Ansedonia	E		
Arcipelago Toscano	Elba Nord		B	
Arcipelago Toscano	Mola (Elba sud)		B	B
Arcipelago Toscano	Montecristo			E
Arcipelago Toscano	Capraia			E

Per quanto riguarda il macrozoobenthos, in questi tre anni alcune stazioni sono state monitorate più di una volta: l'analisi delle comunità macrobentoniche ha messo in evidenza una situazione sufficiente/buona nella parte alta della toscana e buona /elevata nel restante tratto di costa. I

giudizi di stato ecologico anno per anno sono riportati in Tabella 6.1. Ai fini della classificazione verrà tenuto conto del dato più recente.

Da notare che il corpo idrico *Arcipelago Toscano*, formato da 4 stazioni, 2 situate all'Isola d'Elba e le altre a Capraia e Montecristo, presenta giudizi diversi di classe ecologica BUONO per le stazioni all'Elba ed ELEVATO per le altre 2 stazioni.

Lo stesso accade per il giudizio dato ai siti in base al CARLIT, Tabella 6.2, e alla *Posidonia oceanica*, Tabella 6.3. La costa Livornese per entrambi gli indici risulta essere in classe buona.

Tabella 6.2 – *Macroalche (CARLIT)* classificazione nei tre anni di monitoraggio

CARLIT		Stato di qualità		
Corpo Idrico	Stazione	2010	2011	2012
<i>Costa Livornese</i>	Romito/Livorno	B		
<i>Costa Piombino</i>	Salivoli		B	
<i>Costa Argentario</i>	Porto S. Stefano	E		E
<i>Arcipelago Toscano</i>	Montecristo	E		E
	Capraia			E
	Elba Nord		B	
	Elba Sud			B

Tabella 6.3 – *Posidonia oceanica (PREI)* classificazione nei tre anni di monitoraggio

PREI		Stato di qualità		
Corpo Idrico	Stazione	2010	2011	2012
<i>Costa Livornese</i>	Romito/Livorno	B		
<i>Costa Follonica</i>	Carbonifera		B	
<i>Costa Argentario</i>	Porto S. Stefano			B
<i>Arcipelago Toscano</i>	Montecristo			E
	Capraia			
	Elba Nord	B	B	E
	Elba Sud		B	B

L'elemento di qualità biologica **biomassa fitoplanctonica** (clorofilla *a*) deve essere monitorato annualmente; nel caso di stazioni a monitoraggio operativo i valori medi annuali dovranno essere ulteriormente mediati per ottenere un unico valore e quindi un unico giudizio rappresentativo del triennio. Per tutte le altre stazioni che originariamente sono state indagate con monitoraggio di sorveglianza perché ritenute o probabilmente a rischio o non a rischio, e delle quali non abbiano dati di tre anni consecutivi, il giudizio al momento sarà espresso anno per anno. Per le stazioni a monitoraggio operativo si riportano anche i singoli giudizi nei singoli anni del triennio anche se ai fini della classificazione non hanno alcuna rilevanza (Tabella 6.4).

Tabella 6.4 – *Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a) classificazione nei tre anni di monitoraggio*

Biomassa fitoplanctonica (clorofilla a)		Stato di qualità			
Corpo idrico	Stazione	2010	2011	2012	Media Triennio 2010-2012
Costa Versilia*	Marina di Carrara	Elevato	Elevato	Elevato	<b>E</b>
Costa del Serchio*	Nettuno	Buono	Sufficiente	Elevato	<b>B</b>
Costa Pisana*	Fiume Morto	Buono	Elevato	Buono	<b>B</b>
Costa Follonica*	Carbonifera	Elevato	Elevato	Elevato	<b>E</b>
Costa Livornese	Livorno	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa Livornese	Antignano	<b>E</b>		<b>B</b>	
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa Piombino	Marina di Salivoli		<b>E</b>		
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa Ombrone	Foce Ombrone	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa Uccellina	Cala di Forno	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa Albegna	Foce Albegna	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		<b>E</b>		
Costa Burano	Ansedonia	<b>E</b>		<b>E</b>	
Costa dell'Arcipelago	Elba Nord		<b>E</b>		
Costa dell'Arcipelago	Mola (Elba sud)		<b>E</b>		
Costa Arcipelago	Montecristo			<b>E</b>	
Costa Arcipelago	Capraia			<b>E</b>	
<b>Legenda</b>	<i>*Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo</i>				

Secondo la normativa il giudizio complessivo dipende dall'elemento di qualità biologica con il risultato peggiore: accorpando tutti i dati ottenuti e tenendo conto che nel caso del macrozoobenthos è stato considerato il dato più recente si ottiene quanto riportato in Tabella 6.5. Per le stazioni operative è stato riportato solo il dato

Tale giudizio non è ancora definitivo perché deve essere integrato con i dati delle sostanze chimico fisiche a sostegno (TRIX) e delle sostanze inquinanti non prioritarie .

Come per la clorofilla *a*, anche le sostanze chimico fisiche a sostegno devono essere monitorate annualmente; i dati ottenuti servono per il calcolo annuale del indice TRIX: nel caso di stazioni a monitoraggio operativo i valori medi annuali dovranno essere ulteriormente mediati per ottenere un unico valore rappresentativo del triennio.

Tabella 6.5 – *Giudizio elementi di qualità biologica nei tre anni di monitoraggio*

Corpo idrico	Descrizione	Giudizio elementi qualità biologica		
		2010	2011	2012
Costa Versilia*	Marina di Carrara	B		
Costa del Serchio*	Nettuno	B		
Costa Pisana*	Fiume Morto	B		
Costa Follonica*	Carbonifera	B		
Costa Livornese	Livorno	B		E
Costa Livornese	Antignano	E		B
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	E		E
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	E		E
Costa Piombino	Marina di Salivoli		B	
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	E		E
Costa Ombrone	Foce Ombrone	E		B
Costa Uccellina	Cala di Forno	E		E
Costa Albegna	Foce Albegna	E		E
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		E	B
Costa Burano	Ansedonia	E		E
Costa dell'Arcipelago	Elba Nord	B	B	
Costa dell'Arcipelago	Mola (Elba sud)		B	B
Costa Arcipelago	Montecristo			E
Costa Arcipelago	Capraia			E
<b>Legenda</b>	*Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo: il giudizio di qualità ecologica è espresso per il triennio			

Per tutte le altre stazioni che originariamente sono state indagate con monitoraggio di sorveglianza perché ritenute o probabilmente a rischio o non a rischio, e delle quali non abbiano dati di tre anni consecutivi, il giudizio al momento sarà espresso per singolo anno di monitoraggio. Per le stazioni a monitoraggio operativo si riportano anche i valori di TRIX nei singoli anni del triennio anche se i fini della classificazione non hanno alcuna rilevanza (Tabella 6.6)

I dati di TRIX permettono di valutare il livello trofico degli ambienti marino costieri e in particolare ha evidenziato una situazione di maggior eutrofia nella parte a Nord della Regione Toscana, soprattutto a livello dei corpi idrici Costa del Serchio e Costa Pisana.

L'unica stazione che presenta un valore medio triennale di TRIX **SUFFICIENTE (valore >4)**, è quella di Nettuno corrispondente al corpo idrico **Costa del Serchio**.

Tabella 6.6 – *TRIX classificazione nei tre anni di monitoraggio*

TRIX		Stato di qualità			
Corpo idrico	Descrizione	2010	2011	2012	Media Triennio 2010-2012
Costa Versilia*	Marina di Carrara	3,4	3,5	3,0	3,3
Costa del Serchio*	Nettuno	4,9	4,5	3,5	4,3
Costa Pisana*	Fiume Morto	4,3	3,7	3,8	3,3
Costa Follonica*	Carbonifera	3,2	3,2	3,2	3,2
Costa Livornese	Livorno	3,3		3,2	
Costa Livornese	Antignano	3,2		3,0	
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	3,2		2,8	
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	3,3		2,7	
Costa Piombino	Marina di Salivoli		2,7		
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	3,3		3,1	
Costa Ombrone	Foce Ombrone	3,1		3,4	
Costa Uccellina	Cala di Forno	3,1		2,9	
Costa Albegna	Foce Albegna	3,1		2,9	
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		2,9		
Costa Burano	Ansedonia	3,5		3,1	
Arcipelago Toscano	Elba Nord		2,6		
Arcipelago Toscano	Mola (Elba sud)		2,5		
Arcipelago Toscano	Montecristo			2,8	
Arcipelago Toscano	Capraia			2,3	
<b>Legenda</b>	*Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo				

Il decreto 260/10 permette di scegliere per le acque marino costiere quale matrice utilizzare per la classificazione dei corpi idrici: in attesa della definizione dei valori di fondo, si ritiene più opportuno utilizzare, per la classificazione, la **matrice acqua**. Questa matrice infatti, considerati anche i metodi di campionamento, ha, nei confronti dell'inquinamento antropico, tempi di risposta più rapidi, al contrario del sedimento che presenta una maggiore inerzia al cambiamento. Contemporaneamente secondo le disposizioni legislative si è provveduto a effettuare test di tossicità per evidenziare come questi superamenti non influissero in alcun modo sulla vita degli organismi tramite effetti ecotossicologici (Tabella 5.26).

Sulla base di questa scelta sono state considerate, ai fini della valutazione dello stato ecologico, solo le concentrazioni degli elementi chimici a sostegno riportati nella tabella 1/B del decreto stesso: le concentrazioni medie annuali di tali elementi chimici sono sempre conformi allo standard di qualità ambientale indicando così uno stato **BUONO**. In alcuni casi la media delle concentrazioni delle singole sostanze indagate è addirittura minore o uguale al limite di quantificazione: in questo caso si avrà uno stato di tipo **ELEVATO**. Nel caso della

classificazione del triennio del monitoraggio operativo si utilizza il valore peggiore della media calcolata per ciascun anno.

Integrando le 3 componenti, prima il giudizio ottenuto dagli elementi biologici con il TRIX (fase I) e successivamente con i dati chimici a sostegno, seguendo quanto riportato nelle tabelle sottostanti, si ottiene la classificazione ecologica.

La sintesi dell'integrazione avviene secondo i seguenti schemi:

		Giudizio peggiore da Elementi biologici (fase I)				
		elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
TRIX	buono	elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
	sufficiente	buono	buono	sufficiente	scarso	cattivo

		Giudizio fase I				
		elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
Elementi chimici a sostegno	elevato	elevato	buono	sufficiente	scarso	cattivo
	buono	buono	buono	sufficiente	scarso	cattivo
	sufficiente	sufficiente	sufficiente	sufficiente	scarso	cattivo

La classificazione del triennio 2010-2012 delle 4 stazioni monitorate con modalità operative sono riportate in Tabella 6.7.

Tabella 6.7 – *Classificazione ecologica stazioni operative triennio 2010-2012*

Corpo idrico	Descrizione	Giudizio elementi qualità biologica	Giudizio TRIX	Giudizio elementi chimici a sostegno	Classificazione ecologica 2010-2013
Costa Versilia	Marina di Carrara	B	Buono	B	B
Costa del Serchio	Nettuno	B	Sufficiente	B	S
Costa Pisana	Fiume Morto	B	Buono	B	B
Costa Follonica	Carbonifera	B	Buono	B	B

Per le stazioni a monitoraggio operativo, nel caso in cui sia stato effettuato più di un campionamento per gli elementi di qualità biologiche diversi dal fitoplancton, si considera ai fini della classificazione il più recente. La stazione Elba Nord nel 2010, Mola e Porto S. Stefano nel 2012, pur essendoci dati relativi agli elementi di qualità biologica, non possono essere classificate per la mancanza degli altri elementi di giudizio.

Tabella 6.8 – *Classificazione ecologica delle stazioni non operative triennio 2010-2012*

Corpo idrico	Descrizione	2010				2011				2012			
		Giudizio elementi qualità biologica	Giudizio TRIX	Giudizio elementi chimici a sostegno	Classificazione ecologica 2010	Giudizio elementi qualità biologica	Giudizio TRIX	Giudizio elementi chimici a sostegno	Classificazione ecologica 2011	Giudizio elementi qualità biologica	Giudizio TRIX	Giudizio elementi chimici a sostegno	Classificazione ecologica 2012
Costa Livornese	Livorno	B	Buono	B	B					E	Buono	B	B
Costa Livornese	Antignano	E	Buono	B	B					B	Buono	B	B
Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	E	Buono	B	B					E	Buono	B	B
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	E	Buono	B	B					E	Buono	B	B
Costa Piombino	Marina di Salivoli					B	Buono	B	B				
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	E	Buono	B	B					E	Buono	E	E
Costa Ombrone	Foce Ombrone	E	Buono	B	B					B	Buono	E	B
Costa Uccellina	Cala di Forno	E	Buono	B	B					E	Buono	E	E
Costa Albegna	Foce Albegna	E	Buono	B	B					E	Buono	E	E
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano					E	Buono	B	B	B			
Costa Burano	Ansedonia	E	Buono	B	B					E	Buono	E	E
Costa dell'Arcipelago	Elba Nord	B				B	Buono	B	B				
Costa dell'Arcipelago	Mola (Elba sud)					B	Buono	B	B	B			
Costa Arcipelago	Montecristo									E	Buono	E	E
Costa Arcipelago	Capraia									E	Buono	E	E

Pertanto per tutti i corpi idrici il giudizio di ecologico risulta essere **BUONO** tranne che per il corpo idrico di Costa Serchio, come evidenziato dalla Tabella 6.9. Le stazioni del sud della toscana e dell'arcipelago presentano un giudizio Buono /Elevato.

Tabella 6.9 – *Classificazione ecologica dei corpi idrici 2010-2012*

Corpo idrico	Stato di qualità ecologica			
	2010	2011	2012	Classificazione Triennio 2010-2012
Costa Versilia*				<b>B</b>
Costa del Serchio*				<b>S</b>
Costa Pisana*				<b>B</b>
Costa Livornese	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa del Cecina	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa Piombino		<b>B</b>		
Costa Follonica*				<b>B</b>
Costa Punt'Ala	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa Ombrone	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa Uccellina	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa Albegna	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa dell'Argentario		<b>B</b>		
Costa Burano	<b>B</b>		<b>E</b>	
Arcipelago Toscano	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>E</b>	
<b>Legenda:</b>				
* Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo				
STATO ECOLOGICO	ELEVATO	<b>E</b>	SCARSO	SC
	BUONO	<b>B</b>	CATTIVO	C
	SUFFICIENTE	<b>S</b>		

## 6.2 Stato chimico triennio 2010-2012

Dal punto di vista dello stato chimico il giudizio in questi anni è sempre risultato NON BUONO. Il valori medi annuali dei metalli appartenenti all'elenco delle sostanze prioritarie indicano sempre superamenti dei valori soglia del **mercurio**. Da tenere presente che mentre tutti i dati sono stati mediati annualmente su 5-6 campioni i dati di Capraia e Montecristo sono rispettivamente ottenuti dalla media di 2 e 1 campionamenti.

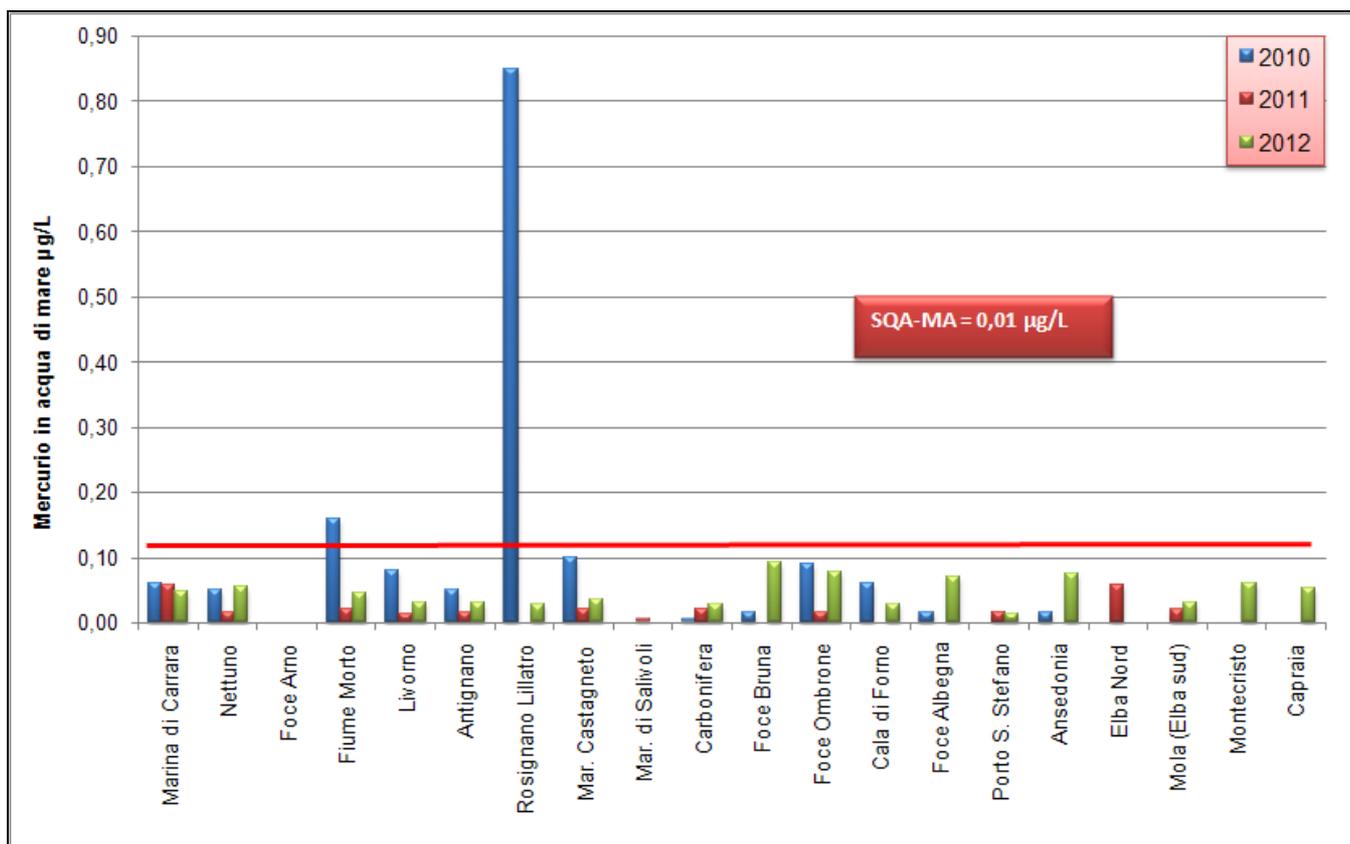
Porto Santo Stefano (Costa dell'Argentario) ha una concentrazione media di mercurio al di sotto del limite soglia sia nel 2010 sia nel 2012; Cala di Forno, Livorno porto, Rosignano Lillatro e Marina di Salivoli presentano valori inferiori al limite di mercurio per l'anno 2011.

Tabella 6.10 – Sostanze appartenenti all'elenco di priorità metalli 2010-2012

Matrice acqua di mare		Cadmio µg/L			Nichel µg/L			Piombo µg/L			Mercurio µg/L			Mercurio µg/L (SQA-CMA)		
SQA-MA		0,2			20			7,2			0,01			0,06		
Periodo		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Costa Versilia	Mar.di Carrara	0,1	<0,1	0,1	1	1	8	0,6	<1	1,2	0,06	0,06	0,05	0,11	0,24	0,09
Costa Serchio	Nettuno	<0,1	<0,1	0,1	1	2	1	0,7	1,2	0,5	0,05	0,02	0,05	0,09	0,04	0,13
Costa Pisana	Fiume Morto	0,1	0,1	0,1	2	1	1	1,4	<1	0,9	0,16	0,02	0,05	0,40	0,04	0,06
Costa Livornese	Livorno	0,1		0,1	1		5	0,6		0,9	0,08	0,01	0,03	0,20	0,02	0,06
Costa Livornese	Antignano	0,1		0,1	1		3	0,9		0,6	0,05	0,02	0,03	0,08	0,05	0,06
Costa Cecina	Rosignano Lillatro	0,1		0,1	2		3	0,5		0,5	0,85	0,01	0,03	2,05	0,01	0,04
Costa Cecina	Mar.di Castagneto	<0,1		0,1	2		2	0,3		0,6	0,10	0,02	0,03	0,14	0,05	0,06
Costa Piombino	Mar.di Salivoli		0,1			4			0,5			<0,01			<0,01	
Costa Follonica	Carbonifera	<0,1	0,1	0,0	<1	1	3	0,7	0,6	0,5	<0,01	0,02	0,03	0,02	0,05	0,06
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	0,1		0,0	<1		1	1,0		0,6	<0,03		0,09			0,40
Costa Ombrone	Foce Ombrone	<0,1		0,0	2		2	1,0		0,6	0,09	0,02	0,08	0,13	0,03	0,19
Costa Uccellina	Cala di Forno	0,1		0,0	<1		1	1,1		0,6	0,06	0,01	0,03	0,06	0,02	0,05
Costa Albegna	Foce Albegna	<0,1		0,1	6		2	1,2		0,7	<0,03		0,00			0,29
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		0,1			2			<1			0,02	0,01		0,03	0,01
Costa Burano	Ansedonia	0,1		0,1	1		1	1,8		1,0	<0,03		0,08			0,13
Costa Arcipelago	Elba Nord		0,1			1			<1			0,06			0,11	
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)		0,1			13			<1			0,02	0,03		0,04	0,06
Costa Arcipelago	Montecristo			<0,05			<1			<1			0,06			0,06
Costa Arcipelago	Capraia			0,1			<1			<1			0,04			0,05

I valori medi di mercurio delle stazioni della costa toscana per il triennio sono stati riportati nel grafico Figura 6.1 di: tra i valori rinvenuti spicca il dato di Rosignano Lillatro nel 2010 con una concentrazione media di 0,85 µg/L, con un massimo di concentrazione pari a 2,05 µg/L nel mese di ottobre.

Figura 6.1 – Andamento della concentrazione di mercurio lungo la costa toscana triennio 2010-2012



Le altre sostanze che presentano dei superamenti sono il PBDE e il TBT (Tabella 6.11): all’inizio questi composti sono stati ricercati solo nella zona a nord perché lo studio delle pressioni indicava una loro probabile presenza in questo tratto di costa; successivamente la loro ricerca si è estesa anche alla zona meridionale.

Il **Difenileterobromato** o PBDE è stato monitorato su tutta la costa toscana essendoci attualmente in corso verifiche sul metodo di analisi non è stato considerato per la classificazione dello stato chimico.

Per quanto riguarda il **TBT** (composti del tributilstagno) lo ritroviamo con valori superiori agli standard ambientali soprattutto nella zona centro settentrionale della Toscana. A causa dell’inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il TBT in acqua, i valori medi annui risultano con un limite di quantificazione maggiore rispetto a limite soglia: pertanto tali valori non sono stati considerati per le valutazioni dello stato chimico. E’ stato invece utilizzato, per il giudizio sullo stato chimico, il limite previsto per la concentrazione massima ammissibile **SQA – CMA del TBT**.

Tabella 6.11 – Sostanze appartenenti all'elenco di priorità PBDE e TBT (2010-2012)

Matrice acqua di mare		PBDE µg/L			TBT µg/L			TBT µg/L (SQA-CMA)		
SQA-MA		0,0002			0,0002			0,0015		
Periodo		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Costa Versilia	Mar.di Carrara	0,0004	0,0005	0,0001	<0,01	0,0034	<0,005	<0,01	0,0070	<0,005
Costa Serchio	Nettuno			0,0001	0,0100	0,0068	<0,005	0,0170	0,0260	<0,005
Costa Pisana	Fiume Morto	0,0005	0,0013	0,0004	<0,01	0,0088	0,0148	0,0100	0,0180	0,0190
Costa Livornese	Livorno	0,0004	0,0012	0,0005	<0,01	0,0029	<0,005	0,0300	0,0050	<0,005
Costa Livornese	Antignano	0,0003	0,0009	0,0004	<0,01		0,0128			0,0090
Costa Cecina	Rosignano Lillatro			0,0004			0,0075			0,0100
Costa Cecina	Mar.di Castagneto			0,0005	<0,01		0,0270			0,1270
Costa Piombino	Mar.di Salivoli					0,0090			0,0130	
Costa Follonica	Carbonifera			0,0002	<0,01	< 0,005	0,0103	<0,01	< 0,005	0,0270
Costa Punt'Ala	Foce Bruna			0,0002	<0,01		0,0167	<0,01		0,0610
Costa Ombrone	Foce Ombrone			0,0001	<0,01		<0,005	<0,01		<0,005
Costa Uccellina	Cala di Forno			0,0002	<0,01		<0,005	<0,01		<0,005
Costa Albegna	Foce Albegna			0,0004	<0,01		<0,005	<0,01		<0,005
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano					< 0,005			< 0,005	
Costa Burano	Ansedonia			0,0002	<0,01		<0,005	<0,01		<0,005
Costa Arcipelago	Elba Nord					< 0,005			< 0,005	
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)					< 0,005			< 0,005	
Costa Arcipelago	Montecristo									
Costa Arcipelago	Capraia			0,0002			<0,005			<0,005

Ben diversa è la situazione relativa alla matrice sedimenti in cui ritroviamo superamenti degli standard ambientali per vari componenti chimici. I valori medi del cadmio e del mercurio sono riportati con una cifra decimale in più rispetto al valore SQA-MA perché è stato tenuto conto del valore soglia ottenuto calcolando lo scostamento del 20%. Come si vede dalla tabella i valori del nichel sono sempre al di sopra del valore soglia e comunque sempre piuttosto omogenei. Per quanto già detto precedentemente questo metallo potrebbe avere valori di fondo più alti rispetto ai valori soglia imposti per legge, tenuto conto che la composizione delle rocce in alcune zone della Toscana ne è ricca.

Tabella 6.12 – Sostanze appartenenti all’elenco di priorità metalli nei sedimenti 2010-2012

Matrice sedimenti		Cadmio mg/kg ss			Nichel mg/kg ss			Piombo mg/kg ss			Mercurio mg/kg ss		
SQA-MA		0,3			30			30			0,3		
Scostamento del 20%		0,36			36			36			0,36		
Periodo		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Costa Versilia	Mar.di Carrara	0,20	0,20	0,25	53	67	62	15	18	16	<0,2	<0,2	<0,2
Costa Serchio	Nettuno	0,20	0,20	0,25	61	75	68	16	20	16	0,40	<0,2	<0,2
Costa Pisana	Fiume Morto	0,30	0,20	0,20	80	80	70	24	21	17	<0,2	<0,2	<0,2
Costa Livornese	Livorno	0,20	0,30	0,35	41	49	52	17	23	23	<0,2	0,30	0,35
Costa Livornese	Antignano	0,40	0,30	0,40	74	77	75	28	29	27	1,40	1,70	1,65
Costa Cecina	Rosignano Lillatro	1,70	0,40	0,50	52	44	72	13	12	16	1,10	0,80	2,00
Costa Cecina	Mar.di Castagneto			0,35			124			13			0,15
Costa Piombino	Mar.di Salivoli		0,60	0,60		79	73		46	39		0,30	0,30
Costa Follonica	Carbonifera	3,90	0,30	0,40	46	55	53	24	27	25	0,60	0,60	0,55
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	3,60	0,30	0,35	43	53	50	18	20	19	0,40	0,40	0,45
Costa Ombrone	Foce Ombrone	3,90	0,20	0,30	46	56	53	18	21	19	0,50	0,30	0,40
Costa Uccellina	Cala di Forno	3,90	0,30	0,30	45	54	53	19	21	18	0,60	0,60	0,70
Costa Albegna	Foce Albegna	3,80	0,20	0,35	43	54	51	19	22	19	1,60	1,20	1,05
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		0,40	0,35		50	47		29	26		1,10	1,25
Costa Burano	Ansedonia	2,60	0,40	0,30	17	27	28	19	31	31	0,70	1,20	1,75
Costa Arcipelago	Elba Nord		0,50	0,35		80	78		33	33		<0,2	0,23
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)		1,20	1,00		113	119		72	69		0,40	0,31
Costa Arcipelago	Montecristo			0,25			20			16			<0,2
Costa Arcipelago	Capraia			0,20			13			12			0,10

Il mercurio ha valori alti in tutta la zona a sud a partire dal golfo di Follonica suggerendo la possibilità di uno scostamento dai valori soglia dovuto, almeno in parte, alla costituzione geochemica dei sedimenti stessi. Da notare gli alti valori nella zona di Rosignano e Antignano: in questo caso è più facile ipotizzare che i superamenti siano dovuti all’impatto dello stabilimento Solvay nel corso di questi ultimi 50 anni. Per quanto riguarda le altre sostanze appartenenti all’elenco di priorità risultano con valori maggiori dei limiti indicati dalla legge alcuni IPA (Tabella 6.13) soprattutto a livello del corpo idrico livornese. Da notare che anche la stazione di Mola, situata all’entrata del porticciolo omonimo, presenta valori medi oltre il limite imposto sia per quanto riguarda i metalli sia per alcuni IPA.

Tabella 6.13 – Sostanze appartenenti all'elenco di priorità IPA nei sedimenti 2010-2012

Matrice di sedimenti		Benzo [a] pirene µg/kg			Benzo [b] fluorantene µg/kg			Benzo [ghi] perilene µg/kg			Benzo [k] fluorantene µg/kg			Fluorantene µg/kg		
		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
<b>SQA-MA</b>		<b>30</b>			<b>40</b>			<b>55</b>			<b>20</b>			<b>110</b>		
<b>Scostamento del 20%</b>		36			48			66			24			132		
<b>Periodo</b>		2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Costa Versilia	Mar.di Carrara	15	<10	15		23	15		11	12		<10	<10		17	14
Costa Serchio	Nettuno	14	<10	<b>58</b>		<10	13		<10	11		15	11		16	11
Costa Pisana	Fiume Morto	14	<10	<b>180</b>		13	12		<10	<10		<10	<10		14	<10
Costa Livornese	Livorno	26	<b>227</b>	<b>120</b>		<b>244</b>	<b>135</b>		<b>160</b>	<b>94</b>		<b>120</b>	<b>67</b>		<b>300</b>	<b>180</b>
Costa Livornese	Antignano	<b>43</b>	<b>39</b>	<b>52</b>		44	<b>59</b>		33	47		21	<b>27</b>		56	78
Costa Cecina	Rosignano Lillatro	12	<10	11		11	11		<10	<10		<10	<10		13	12
Costa Cecina	Mar.di Castagneto		26	<b>71</b>			12			<10			<10			>10
Costa Piombino	Mar.di Salivoli		22	<b>38</b>		35	47		24	31		17	22		40	61
Costa Follonica	Carbonifera	21	13	18		28	25		17	16		12	11		35	30
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	14	<10	<10		23	12		11	<10		<10	<10		22	10
Costa Ombrone	Foce Ombrone	13	<10	<10		14	<10		<10	<10		<10	<10		14	<10
Costa Uccellina	Cala di Forno	13	<10	<10		13	12		<10	<10		<10	<10		13	10
Costa Albegna	Foce Albegna	14	11	<10		12	<10		<10	<10		<10	<10		12	<10
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		10	<10		15	15		<10	<10		<10	<10		16	12
Costa Burano	Ansedonia	13	14	<10		12	12		<10	<10		<10	<10		16	<10
Costa Arcipelago	Elba Nord		22			25			15			11			21	
Costa Arcipelago	Mola (Elba sud)			<b>37</b>		27	<b>49</b>		19	35		14	<b>30</b>		37	49
Costa Arcipelago	Montecristo			<10			14			<10			<10			<10
Costa Arcipelago	Capraia															

Accorparendo per corpi idrici e utilizzando per la classificazione solo i dati provenienti dalla matrice acqua, si ottiene che tutti i corpi idrici risultano avere nel triennio un giudizio dello stato chimico NON BUONO; fanno eccezione Costa dell'Uccellina per il 2011 e costa dell'Argentario per il 2010 e il 2012. Sostanzialmente i corpi idrici hanno un giudizio non buono per la presenza oltre il limite soglia di mercurio e/o di TBT.

Tabella 6.14 – Proposta di classificazione per il triennio 2010-2012 sulla base dei dati di monitoraggio effettuato nella colonna d'acqua

CORPO IDRICO	STATO CHIMICO					
	2010		2011		2012	
	classificazione	Sostanza eccedente	classificazione	Sostanza eccedente	classificazione	Sostanza eccedente
Costa Versilia	NB	Hg	NB	TBT, Hg	NB	Hg
Costa del Serchio	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg
Costa Pisana	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg, TBT
Costa Livornese	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg, TBT,
Costa del Cecina	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg, TBT
Costa Piombino			NB	TBT		
Costa Follonica	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg, TBT
Costa Punt'Ala	NB	Hg			NB	Hg, TBT
Costa Ombrone	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg
Costa dell'Uccellina	NB	Hg	B		NB	Hg
Costa Albegna	NB	Hg			NB	Hg
Costa dell'Argentario	B		NB	Hg	B	
Costa Burano	NB	Hg			NB	Hg
Costa dell'Arcipelago			NB	Hg	NB	Hg
Stato Chimico			BUONO		B	
			NON BUONO		NB	

## 7 MONITORAGGIO STRAORDINARIO ISOLA DEL GIGLIO

A seguito del naufragio della Motonave da Crociera Costa Concordia sono stati effettuati campionamenti per la determinazione del buon stato ambientale anche all'isola del Giglio individuando due punti di prelievo uno a nord e uno a sud della zona di impatto. Le due stazioni sono state denominate P12 Giglio Le Scole e P13 Giglio Secca della Croce. Le coordinate e l'ubicazione di questi stazioni sono riportate in tabella 6.1:

Tabella 7.1 – Coordinate stazione acqua Isola del Giglio

Codice	Descrizione	Distanza dalla costa (m)	Prof. (m)	Coordinate WGS84 Acqua	
				Latitudine	Longitudine
P12	Giglio Le Scole	100	30	44°21.344' N	10°55.814' E
P13	Giglio Secca della Croce	100	35	43°23.106' N	10°54.247' E

### 7.1 Stato Ecologico e stato chimico

La clorofilla *a* rilevata nelle due stazioni all'Isola del Giglio ha una concentrazione media superficiale pari a 0,2 mg/m<sup>3</sup> con un valore massimo di 0,22 mg/m<sup>3</sup> nel mese di marzo rilevato nella stazione P12 Le Scole. Le concentrazioni sono analoghe a quelle rilevate a Montecristo e lungo tutta la costa Sud della Toscana. I valori medi di clorofilla *a* calcolati così come indicato dal DM 260/2010 e i relativi RQE sono riportati in Tabella 7.2 indicando uno stato ecologico di tipo **ELEVATO**.

Tabella 7.2 –RQE relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla *a*) e TRIX CARLIT *P. oceanica* nelle stazioni intermedie a 15m nel 2012

	Stazione	RQE	Stato	TRIX medio annuo
Biomassa fitoplanctonica	P12 Giglio Le Scole	<b>2,81</b>	<b>E</b>	2,5
	P13 Giglio Secca della Croce	<b>3,10</b>	<b>E</b>	2,3
CARLIT	Isola del Giglio	<b>0,87</b>	<b>E</b>	
<i>Posidonia oceanica</i>	Isola del Giglio Le Cannelle	<b>0,82</b>	<b>E</b>	
	Isola del Giglio Cala Cupa	<b>0,75</b>	<b>B</b>	

Tale risultato è avvalorato anche dai dati di TRIX: questo indice che mette in relazione elementi chimici e fisici quali ossigeno, nutrienti e clorofilla *a* indica uno stato di bassa trofia in tutte le stazioni indagate. Per quanto riguarda il **CARLIT** e la *Posidonia oceanica*, i valori calcolati in questo anno rappresentano una sorta di punto zero che servirà a valutare quale sia stato l'impatto sull'ecosistema a seguito del naufragio e delle successive operazioni di recupero; avranno, quindi un'importanza maggiore quando verranno confrontati con i campionamenti effettuati nel 2013. Il giudizio sulla base degli elementi di qualità biologica è **BUONO**.

Nella Tabella 7.3 sono riportati i valori medi dei metalli appartenenti all'elenco di priorità (tab. 1/A DM 260/10) e di quelli non prioritari (tab. 1/B DM 260/10) rilevati nelle postazioni di Giglio Le Scole e Giglio Secca della Croce: si evidenziano superamenti dei limiti previsti per la buona qualità delle acque per i parametri mercurio e tributilstagno. Il confronto con i valori rilevati nelle stazioni monitorate nel resto della costa toscana, fa presumere che tali concentrazioni non siano in relazione all'evento incidentale.

Tabella 7.3 – *Metalli appartenenti all'elenco di priorità e quelli non prioritari*

Corpo idrico	Stazione	Colonna d'acqua (Tab. 1/A)									Colonna d'acqua (Tab. 1/B)			
		n°	µg/L										As	Cr
			Cd	Ni	Pb	Hg		TBT		DEHP	PBDE			
			SQA-MA	SQA-MA	SQA-MA	SQA-MA	SQA-CMA	SQA-MA	SQA-CMA	SQA-MA	SQA-MA	SQA-MA		
0,2	20	7,2	0,01	0,06	0,0002	0,0015	1,3	0,0002	5	4				
Costa Arcipelago	Isola del Giglio P12 Punta delle Scole	7	0,1	2	<1	0,03	0,04	0,0024	<0,005	0,5	0,0003	1	1	
	Isola del Giglio P13 Secca della Croce	7	0,1	1	1,7	0,07	0,18	0,0054	0,020	0,4	<0,0002	1	1	
TBT = Tributilstagno DEHP = Di(2-etilesilftalato) PBDE = Difenilettere bromato. A causa di verifiche sul metodo di analisi ancora in corso, tale parametro è stato riportato solo a titolo indicativo.														

Gli elementi di qualità biologica combinati con il TRIX e gli elementi chimici a sostegno indicano una classificazione ecologica complessiva di tipo **BUONO**.

## 8 CONCLUSIONI

Il decreto 260/10 permette di scegliere per le acque marino costiere quale matrice utilizzare per la classificazione dei corpi idrici. Nel nostro caso sono presenti superamenti dei valori limite sia nell'acqua sia nei sedimenti: scegliere di classificare in base ai dati di monitoraggio effettuato nella colonna d'acqua è possibile purché venga effettuato un controllo sulle anomalie riscontrate nella matrice sedimenti. Questo controllo si esplica effettuando un monitoraggio annuale, per due anni consecutivi, comprensivo di saggi biologici utilizzando 3 specie test rappresentanti tre livelli trofici diversi. In questo modo è possibile evidenziare eventuali effetti ecotossicologici a breve e lungo termine e valutare eventuali rischi per la salute umana in relazione alle anomalie riscontrate. In attesa degli studi relativi ai valori delle concentrazioni di fondo naturali di entrambe le matrici, è stato scelto di utilizzare l'**acqua** per la classificazione dei corpi idrici inerenti le acque marino costiere: questa matrice infatti, considerati anche i metodi di campionamento, ha, nei confronti dell'inquinamento antropico, tempi di risposta più rapidi, al contrario del sedimento che presenta una maggiore inerzia al cambiamento. Contemporaneamente, secondo le disposizioni legislative, si è provveduto ad effettuare i test di tossicità: risultati praticamente negativi per il 2012 (il 2013 è in fase di ultimazione).

Tabella 8.1 - *Classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere .*

Corpo idrico	Stato di qualità ecologica			
	2010	2011	2012	Classificazione Triennio 2010-2012
Costa Versilia*				<b>B</b>
Costa del Serchio*				<b>S</b>
Costa Pisana*				<b>B</b>
Costa Livornese	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa del Cecina	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa Piombino		<b>B</b>		
Costa Follonica*				<b>B</b>
Costa Punt'Ala	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa Ombrone	<b>B</b>		<b>B</b>	
Costa Uccellina	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa Albegna	<b>B</b>		<b>E</b>	
Costa dell'Argentario		<b>B</b>		
Costa Burano	<b>B</b>		<b>E</b>	
Arcipelago Toscano	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>E</b>	
<b>* Legenda:</b>	Stazioni indagate con monitoraggio di tipo operativo			
<b>STATO ECOLOGICO</b>	<b>ELEVATO</b>	<b>E</b>	<b>SCARSO</b>	<b>SC</b>
	<b>BUONO</b>	<b>B</b>	<b>CATTIVO</b>	<b>C</b>
	<b>SUFFICIENTE</b>	<b>S</b>		

Sulla base di questa scelta sono stati considerati ai fine della valutazione dello **stato ecologico** solo le concentrazioni degli elementi chimici a sostegno riportati nella tabella 1/B del decreto

stesso: le concentrazioni medie annuali di tali elementi chimici sono sempre conformi allo standard di qualità ambientale indicando uno stato **BUONO** o inferiori o uguale al limite di quantificazione determinando uno stato **ELEVATO**.

Integrando le 3 componenti (elementi biologici, TRIX e elementi chimici a sostegno) i corpi idrici monitorati con monitoraggio di tipo operativo a partire dal 2010 presentano una giudizio di classificazione **BUONO** con l'unica eccezione del corpo idrico Costa del Serchio che presenta invece una stato ecologico **SUFFICIENTE**; per i restanti corpi idrici non essendo stati monitorati per 3 anni consecutivi non è possibile dare un giudizio rappresentativo del periodo in esame. Analizzando i dati anno per anno il giudizio risulta essere per ciascun corpo idrico **BUONO** sia nel 2010 sia nel 2011.

Nel 2012, invece, si delinea una divisione tra le stazioni poste a nord di Costa Punt'Ala, aventi uno stato di qualità ambientale **BUONO** e quelle di Costa Arcipelago e dei corpi idrici a sud, escluso costa dell'Ombrone, con uno stato di qualità **ELEVATO** (Tabella 8.1).

Per quanto riguarda lo **stato chimico**, la classificazione è condizionata dalla presenza "sopra soglia" di mercurio in acqua in tutte le stazioni monitorate e/o del TBT.

Per quanto riguarda i TBT vengono considerati ai fini della classificazione solo i valori che superano il valore di soglia massima ammissibile: questa sostanza si trova in tutti e tre gli anni in Costa Pisana, Costa Livornese, Costa del Cecina; nel 2012 è stata rinvenuta oltre i limiti dell'SQA-MA anche a Costa del Bruna e Costa dell'Ombrone.

Il corpo idrico Costa Piombino ha un giudizio chimico **NON BUONO** per la presenza nel 2011 del TBT

L'analisi dei sedimenti conferma superamenti di nichel su tutta la costa toscana fatta eccezione di Ansedonia, Montecristo e Capraia. In questo caso, come riportato anche in letteratura, pur non escludendo una contaminazione antropica, le alte concentrazioni di nichel e, in parte anche di cromo, potrebbero essere legate alla composizione geochimica della costa stessa per la presenza di materiale ofiolitico nella zona del Cecina, del Magra e del Romito.

Il mercurio risulta particolarmente abbondante nei sedimenti nella zona di Rosignano – Antignano e nell'area meridionale in corrispondenza delle Colline metallifere.

Il cadmio supera lo standard ambientale nella zona Rosignano – Antignano, Piombino – Carbonifera e a Mola. Anomalie della concentrazione del piombo sono registrate a Mola e Piombino.

In generale, è presumibile che una parte delle anomalie dovute alla concentrazione dei metalli presenti nei sedimenti, sia riconducibile a inquinamento di tipo antropico, ma per molte delle stazioni indagate, se non per tutte, il fattore preponderante potrebbe essere costituito dalla condizione determinata dalla particolare geochimica del substrato stesso. **Essenziale sarebbe, quindi, effettuare uno studio accurato per determinare i "valori di fondo naturali" nei sedimenti e nelle acque marino-costiere della nostra regione:** solo allora sarà possibile rivedere la classificazione come prevede la norma (DM 260/2010 paragrafo A.2.8 punto 6).

In alcune stazioni poi si hanno superamenti di sostanze chimiche chiaramente di origine antropica come benzo(a)pirene (da Costa del Serchio a Costa Piombino e Mola), benzo [b] fluorantene e benzo[k]fluorantene (Costa Livornese e Mola), benzo[ghi]perilene e fluorantene (Costa Livornese) e esaclorobenzene (Costa del Cecina).

I test di tossicità eseguiti sui sedimenti nell'anno 2012 indicano una tossicità assente o trascurabile per tutte le stazioni tranne Mola e Albegna (la stazione di Ansedonia ha una tossicità media-trascurabile). Tali test sono in fase di ultimazione nel 2013 per confermare quanto evidenziato in quest'ultimo anno di monitoraggio.

Utilizzando quindi i dati di monitoraggio ottenuti dalle analisi della colonna d'acqua lo stato chimico risulta essere **NON BUONO** per tutti i corpi idrici tranne che per Porto S. Stefano nel

2010 e nel 2012 e Cala di Forno nel 2011 (Tabella 8.2) che invece possono essere classificati con uno stato chimico **BUONO**.

Tabella 8.2 - *Classificazione dello stato chimico delle acque marino costiere con indicazione delle sostanze che hanno superato il valore di SQA-MA in acqua di mare*

CORPO IDRICO	STATO CHIMICO					
	2010		2011		2012	
	classificazione	Sostanza eccedente	classificazione	Sostanza eccedente	classificazione	Sostanza eccedente
Costa Versilia	NB	Hg	NB	TBT, Hg	NB	Hg
Costa del Serchio	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg
Costa Pisana	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg, TBT
Costa Livornese	NB	Hg, TBT	NB	TBT, Hg	NB	Hg, TBT,
Costa del Cecina	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg, TBT
Costa Piombino			NB	TBT		
Costa Follonica	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg, TBT
Costa Punt'Ala	NB	Hg			NB	Hg, TBT
Costa Ombrone	NB	Hg	NB	Hg	NB	Hg
Costa dell'Uccellina	NB	Hg	B		NB	Hg
Costa Albegna	NB	Hg			NB	Hg
Costa dell'Argentario	B		NB	Hg	B	
Costa Burano	NB	Hg			NB	Hg
Costa dell'Arcipelago			NB	Hg	NB	Hg
Stato Chimico			BUONO		B	
			NON BUONO		NB	

In base ai dati ottenuti in questi 3 anni di monitoraggio, si ritiene opportuno suggerire, per il 2014, il monitoraggio operativo di tutte le stazioni.

Considerando i dati di natura sia chimica sia biologica, potrebbe essere più conforme alla realtà suddividere il corpo idrico Arcipelago toscano in due parti: una con la stessa denominazione, che comprende le isole di Giglio, Capraia e Montecristo e un nuovo corpo idrico denominato isola d'Elba con i due siti di campionamento attuali (eventualmente riducibili ad uno): questo perché risulta evidente che l'isola d'Elba subisce un impatto antropico maggiore rispetto alle altre isole dell'arcipelago, rischiando, nella impostazione attuale, un possibile declassamento dell'intero corpo idrico Arcipelago Toscano.

Per il nuovo punto di prelievo all'Isola del Giglio, si propone la stazione P13 Secca della Croce, già monitorata nel 2012 e nel 2013 a seguito dell'incidente M/n Costa Concordia.

Si ritiene infine assolutamente necessario effettuare uno **studio accurato per determinare i "valori di fondo naturali" nei sedimenti e nell'acqua della nostra regione.**