



# **MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE DELLA TOSCANA**

**Attività di monitoraggio 2015**

**Classificazione**

**del triennio 2013-2015**

**Area Vasta Costa – Settore Mare**

# **MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE DELLA TOSCANA**

**Attività di monitoraggio 2015**

**Classificazione**

**del triennio 2013-2015**

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

### **Attività di monitoraggio 2015. Classificazione del triennio 2013-2015.**

A cura di:

*Giancarlo Sbrilli*

ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Autori

*Daniela Verniani*

*Cecilia Mancusi* (per il paragrafo “Angiosperme: prateria a Posidonia”)

ARPAT – Area Vasta Costa Settore Mare

Collaboratori:

#### **Sopralluoghi e parametri chimico fisici**

Riccardo Biancalana, Francesco Lavista, Enrico Cecchi, Michela Ria, Cecilia Mancusi - ARPAT  
Area Vasta Costa Settore Mare

#### **Sorting macrozoobenthos**

Riccardo Biancalana - ARPAT Area Vasta Costa Settore Mare

#### **Analisi del macrozoobenthos e test di tossicità**

ARPAT – Laboratorio Area Vasta Costa – Biologia

#### **Analisi del *Posidonia oceanica***

Cecilia Mancusi , Fabrizio Serena - ARPAT Area Vasta Costa Settore Mare

#### **Analisi macroalghe**

Enrico Cecchi, Fabrizio Serena - ARPAT Area Vasta Costa Settore Mare

#### **Analisi nutrienti, granulometria, determinazione microinquinanti, TOC**

ARPAT – Laboratori Area Vasta Costa e Area Vasta Centro

Si ringrazia inoltre per la collaborazione Giuseppe Papa e Marco Ferro, rispettivamente Comandante e Motorista del Battello Oceanografico Poseidon

## Indice generale

|   |    |
|---|----|
| <b>SINTESI</b> .....  | 5  |
| <b>1 INTRODUZIONE</b> .....   | 8  |
| <b>2 Stato Ecologico e stato chimico delle acque marino costiere</b> .....                              | 10 |
| 2.1 <i>Stato ecologico: elementi di qualità biologica</i>   | 11 |
| 2.2 <i>Stato Chimico</i>  | 12 |
| <b>3 Struttura della rete di Monitoraggio</b> .....   | 14 |
| <b>4 Risultati e Classificazione</b> .....  | 17 |
| <b>4.1 Stato ecologico</b>  | 17 |
| 4.1.1 <i>Biomassa fitoplanctonica: popolamenti fitoplanctonici e clorofilla a, anni 2013-2015</i> ..... | 17 |
| 4.1.2 <i>Macroinvertebrati bentonici</i> .....  | 24 |
| 4.1.3 <i>Macroalghe</i> .....   | 26 |
| 4.1.4 <i>Angiosperme: prateria a Posidonia oceanica</i> .....   | 29 |
| 4.1.5 <i>Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno e idromorfologici</i> .....                      | 38 |
| 4.1.6 <i>Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità</i> .....        | 40 |
| <b>4.2 Stato chimico</b>  | 43 |
| 4.2.1 <i>Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: acqua</i> .....                         | 43 |
| 4.2.2 <i>Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: sedimenti</i> .....                     | 48 |
| 4.2.3 <i>Biota</i> .....  | 50 |
| <b>5 Conclusioni</b> .....  | 51 |
| 5.1 <i>Stato Ecologico triennio 2013-2015</i>   | 52 |
| 5.2 <i>Stato Chimico triennio 2013-2015</i>   | 53 |
| <b>6 Bibliografia di riferimento</b> .....  | 54 |

## SINTESI

Il monitoraggio delle acque marino-costiere effettuato 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, con l'obiettivo di raggiungere un livello di qualità ambientale "Buono" (ai sensi di legge), entro la fine del 2015.

La rete di monitoraggio è stata pianificata in accordo con la Regione Toscana e al momento comprende, per ciascun corpo idrico, uno o più siti di campionamento, per un totale di 19 stazioni

I campionamenti sono effettuati tramite la battello Poseidon, utilizzato 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*.

In ciascuna stazione viene monitorato, secondo i parametri definiti dalla norma e descritti nei paragrafi successivi, lo stato di qualità ambientale:

**STATO ECOLOGICO:** descrive la qualità delle acque sulla base, dello *status* di diversi elementi di qualità biologici, EQB, (fitoplancton, macroalghe, *Posidonia oceanica*, macrozoobenthos) del livello trofico delle acque (indice TRIX) e della presenza di sostanze chimiche non prioritarie nelle acque e nei sedimenti (tabelle 1/B e 3/B del DM 260/10). I possibili livelli di classificazione, ciascuno identificato dalla normativa stessa con un colore, sono 5, in ordine decrescente di qualità ambientale: "Elevato"(Blu), "Buono"(Verde), "Sufficiente"(Giallo), "Scarso"(Arancione), "Cattivo"(Rosso).

**STATO CHIMICO:** descrive la qualità delle acque in base alla presenza di sostanze chimiche prioritarie nelle acque e nei sedimenti (tabelle 1A e 2A del DM 56/2009), oltre che negli organismi bioaccumulatori (mitili). I possibili livelli di classificazione sono 2: "Buono" (Blu) o "Non buono"(Rosso).

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, 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.

**EQR: Enviromental Quality Ratio, ovvero Valore attuale EQ/Valore di riferimento EQ**

---

<sup>1</sup>parte III del D.Lgs 152/06 e successive modifiche ed integrazioni, DM 131/08, DGRT 608/15

### Risultati del monitoraggio del triennio 2013-2015

Come previsto dal D.M. 260/10 al punto A.2.6. è stato definito lo stato chimico di qualità ambientale dei corpi idrici in base alla matrice acqua.

*Classificazione dello stato chimico ed ecologico delle acque marino costiere in base alla matrice acqua*

| Corpo idrico            | 2013 - 2015   |                 |
|-------------------------|---------------|-----------------|
|                         | Stato chimico | Stato ecologico |
| Costa Versilia          | NB            | S               |
| Costa del Serchio       | NB            | S               |
| Costa Pisana            | NB            | S               |
| Costa Livornese         | NB            | B               |
| Costa Rosignano         | NB            | S               |
| Costa del Cecina        | NB            | B               |
| Costa Piombino          | NB            | B               |
| Costa Follonica         | NB            | B               |
| Costa Punta Ala         | NB            | S               |
| Costa Ombrone           | NB            | S               |
| Costa dell'Uccellina    | NB            | B               |
| Costa Albegna           | NB            | B               |
| Costa dell'Argentario   | NB            | B               |
| Costa Burano            | NB            | B               |
| Arcipelago Isola d'Elba | NB            | S               |
| Arcipelago Isole Minori | NB            | B               |

Legenda:

Stato chimico

|           |    |
|-----------|----|
| BUONO     | B  |
| NON BUONO | NB |

Stato ecologico

|             |    |
|-------------|----|
| ELEVATO     | E  |
| BUONO       | B  |
| SUFFICIENTE | S  |
| SCARSO      | SC |
| CATTIVO     | C  |

**Stato ecologico** – In Costa Versilia, Costa Punta Ala e Arcipelago Isola d'Elba, si rileva un superamento oltre i limiti soglia indicati dalla legge della concentrazione di cromo. Costa Ombrone, invece, presenta valori medi di arsenico al di sopra dello standard ambientale. Queste stazioni sono pertanto in uno stato di qualità ambientale **SUFFICIENTE**. In stato sufficiente risultano essere anche Costa Serchio, per la biomassa fitoplanctonica, Costa Pisana per il TRIX e Costa Rosignano, per l'indice PREI (il significato e la descrizione di ciascun indice biologico è riportata a pagina 11). *Tutte le altre stazioni monitorate (56%) sono classificate in uno stato di qualità ambientale BUONO.*

**Stato chimico** – Un corpo idrico è classificato in buono stato chimico se soddisfa, per le sostanze dell'elenco di priorità, tutti gli standard di qualità ambientale fissati nella tabella 1/A (o 2A se la classificazione viene fatta sulla matrice sedimento): per tutte le stazioni monitorate risulta il **mancato conseguimento dello stato buono.**

Il basso livello di qualità ambientale è legato essenzialmente ad alte concentrazioni di mercurio e/o Tributilstagno (TBT) (tutte le stazioni) e per la presenza di cadmio nelle acque (Costa Punta Ala, Costa Albegna e Costa Burano). 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 **piombo** presenta valori superiori al rispettivo standard ambientale nella stazione dell'isola d'Elba nel 2013 e nel 2015: la presenza di questo metallo nei sedimenti dell'Elba può essere messa in relazione con la presenza di giacimenti a solfuri (ARPAT, 2015)

Le anomalie del **cadmio** possono invece essere messe in relazione con un'origine naturale, più evidente nei corpi idrici meridionali, i cui bacini hanno la maggior concentrazione di giacimenti metalliferi: Elba, Punta Ala, Ombrone, Uccellina e Burano trovano conferma infatti nella distribuzione delle concentrazioni di questo metallo negli arenili antistanti.(ARPAT, 2015) La concentrazione di  **nichel** nei sedimenti dei corpi idrici marino costieri toscani, ha in parte un'origine naturale dovuta alla presenza di litotipi ofiolitici, diffusi nell'Appennino settentrionale: le concentrazioni particolarmente elevate, infatti, sono in accordo con la distribuzione dei litotipi ofiolitici osservate lungo la costa di Cecina ed all'Isola d'Elba. L'origine di questo metallo in costa Versilia è invece dovuta all'apporto del Fiume Magra (ARPAT, 2015). La distribuzione della concentrazione di **mercurio** è compatibile con un'origine naturale, soprattutto nella parte meridionale della Toscana alla quale, però, si è aggiunta una componente antropogenica dovuta all'attività mineraria che ha caratterizzato per anni questa zona (Monte Argentario Ansedonia, Porto Santo Stefano e Foce Albegna) (ARPAT, 2015). Le concentrazioni maggiori di mercurio nei sedimenti si rilevano però nelle aree di Rosignano e Antignano interessate, direttamente o indirettamente a causa delle corrente prevalentemente verso nord, da una contaminazione storica dovuta allo scarico dell'insediamento produttivo Solvay.

Sono, inoltre, presenti superamenti di sostanze chimiche chiaramente di origine antropica: in particolare il corpo idrico Costa Livorno mostra superamenti di benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene (2013 e 2014) e dibenzo[a]pirene esaclorobenzene (2013); Arcipelago Isola d'Elba di benzo[b]fluorantene sia nel 2013 che nel 2014 e infine costa Rosignano presenta superamenti dei valori soglia dei TBT (2014) e esaclorobenzene (2015).

## 1 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 e s.m.i., che tutela le acque superficiali, marine e sotterranee, attraverso l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione d'uso dei corpi idrici.

I principali obiettivi da perseguire sono:

- prevenire, ridurre l'inquinamento a attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- migliorare e proteggere lo stato delle acque comprese quelle destinate a particolari usi;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e la sostenere la biodiversità delle comunità animali e vegetali.

Con il D.Lgs 152/06 e s.m.i. vengono definite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici: in particolare, per le acque marino costiere, sono previsti vari elementi per la definizione dello Stato Ecologico e contaminanti inorganici/organici nella matrice acqua per la definizione dello Stato Chimico. Il successivo D.M. 56/09 definisce i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento e, in All.1, le modalità per il monitoraggio dei corpi idrici individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico. Infine nel successivo D.M. 260/10, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, sono definite le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio. Il D.lgs. 172 del 13 ottobre 2015 introduce ulteriori modifiche rivolte al sistema di monitoraggio e classificazione dei corpi idrici. La sua recente pubblicazione non ha influito però sul contenuto della presente relazione che si basa sul monitoraggio effettuato proprio nel corso del 2015, e quindi è stato pianificato e realizzato in base al DM 260/2010.

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, furono indicati, lungo la fascia marino costiera continentale e insulare della Toscana, 14 corpi idrici mentre, 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 individuato 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.

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 così una nuova rete di monitoraggio dei corpi idrici toscani ai sensi della Direttiva Europea.



Nel mese di luglio 2014, la Regione Toscana ha revocato integralmente la D.G.R.T. n. 100 dell'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", e la D.G.R.T. n. 939 del 26 ottobre 2009 sostituendo quest'ultima con la D.G.R.T. n. 550 del 7 luglio 2014 relativamente ai corpi idrici marino costieri della Toscana. Tale disposizione legislativa, modificata successivamente con la **Delibera Regionale n.608 del 18 maggio 2015**, prevede il passaggio da 14 corpi idrici a 16, mentre il numero delle stazioni rimane invariato a 19. Si riporta di seguito allegato B del D.G.R.T n.608/15, nel quale sono riportate le delimitazioni dei corpi idrici, le relative stazioni identificate da coordinate e le matrici monitorate.

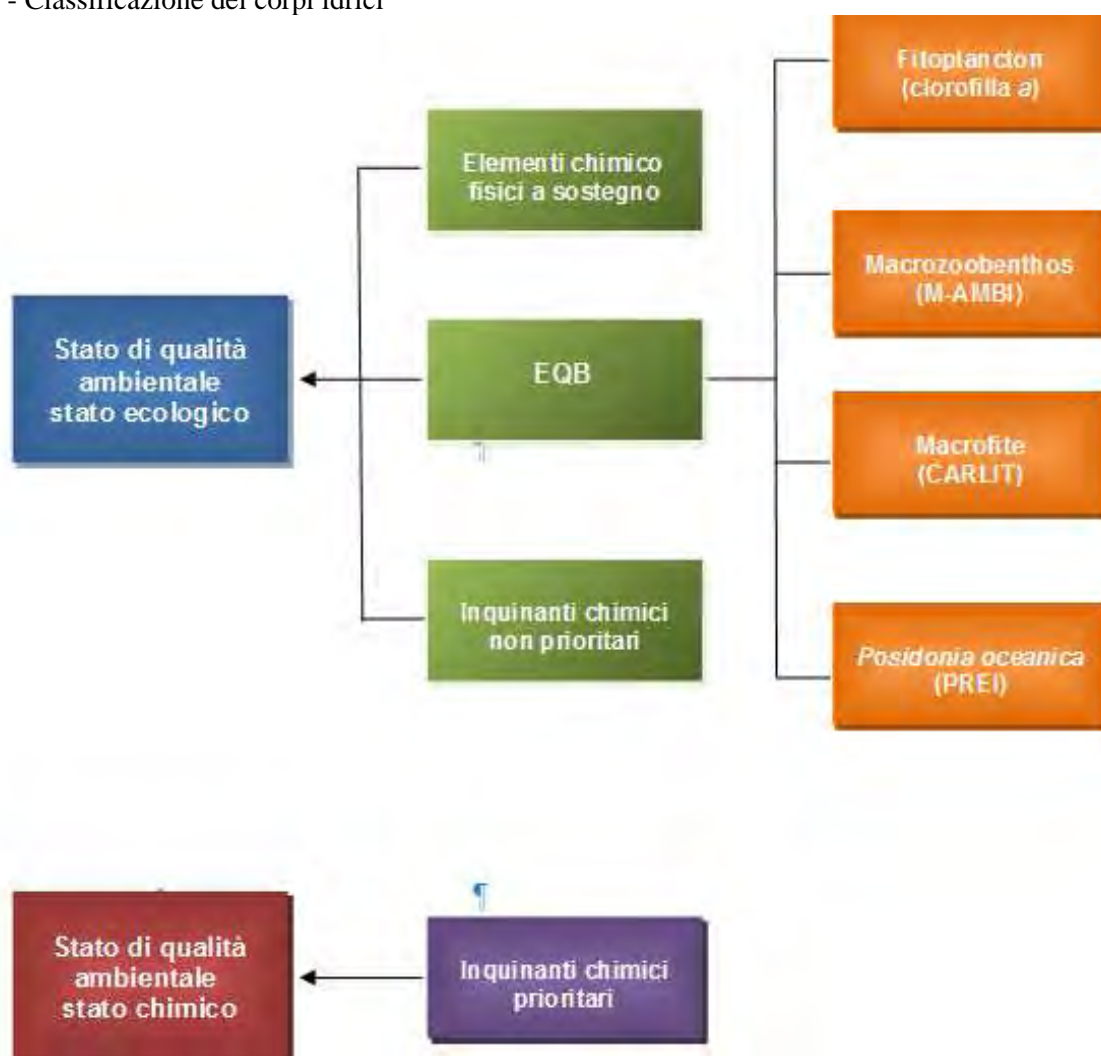
Figura 1.1 - Rete di monitoraggio dei corpi idrici marino costieri

| Allegato "B" - RETE DI MONITORAGGIO DEI CORPI IDRICI MARINO COSTIERI  |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
|---|------------------|---|-----------------------|-----------|----------------------|-----------------|--|--------------|--------------|-----------------|---------------------------------|
| Legenda   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna A : denominazione del corpo idrico individuato e caratterizzato   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna B: codice regionale di identificazione  |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna C: inizio e fine del corpo idrico marino costiero   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna D: lunghezza del corpo idrico marino costiero   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna E: classe di rischio R= rischio / tipologia di monitoraggio effettuato in base alla classe di rischio come identificata dal presente Atto OP= operativo   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna F : codice stazione   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna G: denominazione stazione   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna H: coordinata nord che identifica il punto di controllo della matrice "acqua" (WGS84) Tutte le matrici controllate e le coordinate del punto di campionamento sono riportate in Allegato "C" al presente atto |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna I: coordinata est che identifica il punto di controllo della matrice "acqua" (WGS84) Tutte le matrici controllate e le coordinate del punto di campionamento sono riportate in Allegato "C" al presente atto  |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna L: rilevamento rete idrologica  |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| Colonna M: matrice controllata(F=fitoplancton / C=macroalghe / E=elementi chimico-fisici a sostegno/ I=inquinanti specifici / S=sedimento / P=Posidonia oceanica / B=biota)   |                  |   |                       |           |                      |                 |  |              |              |                 |                                 |
| A   | B                | C   |                       | D         | E                    | F               | G                                      | H            | I            | L               | M                               |
| Denominazione corpo idrico  | Codice Regionale | Inizio tratto                                       | Fine tratto           | Lunghezza | Tipo di Monitoraggio | Codice stazione | Denominazione stazione di monitoraggio | WGS84        | WGS84        | Rete Idrologica | Matrice controllata             |
| Costa della Versilia  | R000TN001AC      | Torrente Parmignola                                 | Fosso dell' Abate     | 37,96     | R/ Op.               | MC              | Marina di Carrara                      | 44°01.789' N | 10°03.007' E | M               | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa del Serchio   | R019SE002AC      | Fosso dell' Abate                                   | Fiume Morto           | 25,93     | R/ Op.               | NT              | Nettuno                                | 43°51.814' N | 10°14.048' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa Pisana  | N002AR003AC      | Fiume Morto   | Foce Scolmatore Arno  | 27,93     | R/ Op.               | FM              | Fiume Morto                            | 43°44.064' N | 10°16.215' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa Livornese   | R000TC004AC      | Foce Scolmatore Arno                                | Porto Cala dei Medici |           | R/ Op.               | AT              | Antignano                              | 43°29.050' N | 10°19.583' E | M               | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa di Rosignano  | R000TC005AC      | Porto Cala dei Medici                               | Torrente Tripeisce    |           | R/ Op.               | RL              | Rosignano Lillatro                     | 43°22.809' N | 10°25.678' E |                 | I - E - F - MZB - S - P         |
| Costa del Cecina  | R000TC006AC      | Torrente Tripeisce                                  | Fossa Calda           |           | R/ Op.               | CS              | Mar. Castagneto                        | 43°11.267' N | 10°31.783' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa di Piombino   | R000TC007AC      | Fossa Calda   | Porto Piombino        | 25,74     | R/ Op.               | SL              | Salivoli                               | 42°55.731' N | 10°30.534' E |                 | I - E - F - MZB - S - C - P     |
| Costa di Follonica  | R000TC008AC      | Porto Piombino                                      | Fiume Pecora          | 38,67     | R/ Op.               | CR              | Carbonifera                            | 42°56.633' N | 10°40.833' E |                 | I - E - F - MZB - S - P - B     |
| Costa di Punt' Ala  | R000OM009AC      | Fiume Pecora  | Fiume Bruna           | 34,12     | R/ Op.               | FB              | Foce Bruna                             | 42°45.498' N | 10°52.255' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa dell' Ombrone   | R000OM010AC      | Fiume Bruna   | Collelungo            | 24,53     | R/ Op.               | FO              | Foce Ombrone                           | 42°39.150' N | 11°00.300' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa dell' Uccellina   | R000OM011AC      | Collelungo  | Torrente Osa          | 18,71     | R/ Op.               | CF              | Cala di Forno                          | 42°37.229' N | 11°04.840' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa dell' Albegna   | R000OM012AC      | Torrente Osa  | Spiazza S. Liberata   | 14,57     | R/ Op.               | AL              | Foce Albegna                           | 42°30.095' N | 11°11.095' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Costa Argentario  | R000OM013AC      | Spiazza Santa Liberata                              | Cala Galera           | 50,52     | R/ Op.               | SS              | Porto S.Stefano                        | 42°26.912' N | 11°06.664' E |                 | I - E - F - MZB - S - C - P - B |
| Costa di Burano   | R000OM014AC      | Cala Galera   | Torrente Chiarone     | 22,73     | R/ Op.               | AS              | Ansedonia                              | 42°24.915' N | 11°16.401' E |                 | I - E - F - MZB - S - B         |
| Arcipelago-Isola d'Elba   | R000TC015AC      | Isola d'Elba  |                       | 147       | R/ Op.               | EB              | Elba nord                              | 42°51.963' N | 10°16.954' E | M               | I - E - F - MZB - S - C - P - B |
|   |                  |   |                       |           | R/ Op.               | ML              | Mola                                   | 42°45.451' N | 10°24.041' E |                 | I - E - F - MZB - S - C - P     |
| Arcipelago-Isole minori   | R000TC016AC      | Capraia-Gorgona-Pianosa-Montecristo-Giglio-Gianutri |                       | 105       | R/ Op.               | IC              | Capraia (porto)                        | 43°03.087' N | 09°50.451' E | B/B             | MZB - S - C - B                 |
|   |                  |   |                       |           | R/ Op.               | MS              | Montecristo                            | 42°18.742' N | 10°19.005' E |                 | MZB - S - C - P                 |
|   |                  |   |                       |           | R/ Op.               | IG              | Giglio                                 | 44°21.344' N | 10°55.814' E |                 | I - E - F - S - C - P           |

## 2 STATO ECOLOGICO E STATO CHIMICO DELLE ACQUE MARINO COSTIERE

La classificazione dei corpi idrici costieri viene determinata in base allo stato chimico e allo stato ecologico, secondo le indicazioni del D.M. 260 del 8 novembre 2010 “ *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3 del decreto legislativo medesimo*”

Figura 2.1 - Classificazione dei corpi idrici



## 2.1 Stato ecologico: elementi di qualità biologica

La classificazione dello stato ecologico viene determinata al termine di un ciclo triennale di campionamenti per il monitoraggio *operativo* e definita tramite la valutazione di elementi di natura biologica ovvero fitoplancton, macroalghe, macrozoobenthos e angiosperme, gli inquinanti chimici non prioritari e gli elementi chimico fisici e idromorfologici a supporto, secondo quanto riportato nel D.M. 260/10.

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 mg/m<sup>3</sup> di concentrazione di “clorofilla a”. Secondo questo EQB la classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico deve tener conto, per il confronto con i valori della tabella, della variazione, in un periodo di almeno un anno, della “clorofilla a”. 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). Ogni corpo idrico viene esaminato con cadenza triennale. Il metodo da applicare per la classificazione del EQB **Macroalghe** è il CARLIT (CARTografia LITorale). Il metodo prende in considerazione le comunità superficiali di macroalghe del substrato roccioso che, rispondendo in tempi relativamente brevi a cambiamenti delle condizioni ambientali, sono adatte al monitoraggio dello stato ecologico delle acque marine. La frequenza è triennale. Il giudizio di qualità ecologica **Angiosperme - prateria a *Posidonia oceanica*** è stato calcolato mediante l’indice ecologico PREI (Posidonia Rapid Easy Index), che integra a livello informativo gli effetti di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche quali le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero (Gobert et al., 2009). 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). Lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno cinque anni.

Una volta analizzati questi elementi biologici e calcolati i loro indici , si procede ad assegnare una prima classificazione che dovrà essere confermata o modificata in peggio, tramite l'utilizzo degli **elementi di qualità fisico-chimica e degli inquinanti chimici non prioritari**

Nell’ambito delle acque marino costiere gli **elementi di qualità fisico-chimica**, quali ossigeno disciolto, nutrienti, concorrono alla definizione dello stato ecologico stesso, mentre gli **elementi idromorfologici** (regime correntometrico, esposizione moto ondoso, profondità e composizione del substrato) devono essere utilizzati per migliorare l’interpretazione dei risultati.

La **temperatura** e la **salinità** contribuiscono alla definizione della densità dell’acqua di mare e, quindi, della 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.

Gli **inquinanti chimici non prioritari** sono quelle sostanze che sono riportate nelle tabelle 1/B(acqua) e 3/B sedimenti del DM 260/10. La valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici viene effettuata sulla base della tabella 4.5/a che definisce Buono lo stato di qualità per gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB quando la "media delle concentrazioni di una sostanza chimica, monitorata nell'arco di un anno, è conforme allo Standard di Qualità Ambientale (SQA) di cui alla tab. 1/B o 3/B".

## 2.2 Stato Chimico

Nella colonna d'acqua sono state ricercate, presso le stazioni rappresentative dei rispettivi corpi idrici, le sostanze chimiche che l'analisi delle pressioni e degli impatti derivanti dalle attività antropiche (industria e agricoltura) avevano indicato come a rischio (o probabilmente a rischio). Nei sedimenti, come previsto dalla norma, sono stati ricercati metalli PCB, diossine, IPA totali e cromo esavalente. 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. Il dettaglio delle sostanze ricercate da ARPAT è riportato in Tabella 2.1. In base al DM 260/10, a seconda dei superamenti degli standard chimici in una o più sostanze per entrambe le matrici o solo nei sedimenti, viene individuata la matrice su cui effettuare la classificazione: il corpo idrico per essere classificato come BUONO dovrà soddisfare gli standard di qualità ambientale riportati nelle tabelle 1/A o 2/A in base alla matrice scelta per la classificazione.

Tabella 2.1 - Sostanze chimiche per la valutazione dello stato chimico e dello stato ecologico

| Sostanze chimiche per valutazione stato chimico delle acque e raggruppamenti per specie chimica |   | colonna d'acqua            |                            | sedimento                  |                            | biota                      |
|---|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|   |   | DM<br>260/2010<br>tab. 1/A | DM<br>260/2010<br>Tab. 1/B | DM<br>260/2010<br>tab. 2/A | DM<br>260/2010<br>tab. 3/B | DM<br>260/2010<br>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)<br>Pentaclorobenzene   | x                          |                            |                            |                            |                            |
|   | 2-clorotoluene, 3-clorotoluene, 4-clorotoluene  |                            | x                          |                            |                            |                            |
| <b>Clorofenoli</b>  | 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>Nonil-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, Endrin, Isodrin, atrazina   |                            |                            | x                          |                            |                            |
|   | PCB 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   |                            |                            |                            |                            |                            |

### 3 STRUTTURA DELLA RETE DI MONITORAGGIO

A seguito della D.G.R.T n. 550/14 e succ. mod. imi., tre dei 14 corpi idrici iniziali hanno subito delle modifiche. In particolare:

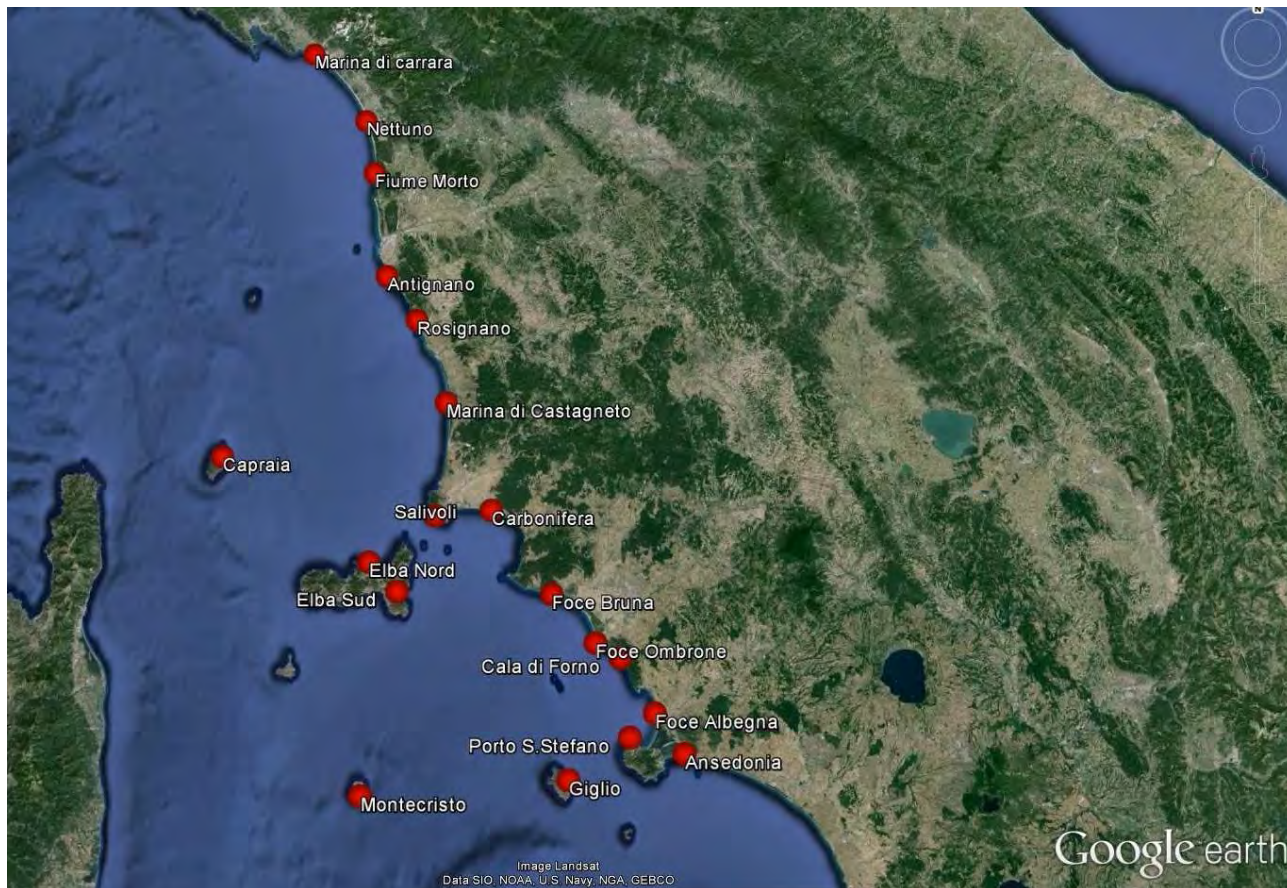
- il corpo idrico **Costa Livornese** sarà costituito dalla sola stazione di Antignano: la stazione di Livorno porto, che nella precedente delibera era una postazione di questo corpo idrico, sarà monitorata allo scopo di verificare l'impatto derivante dalle attività del porto di Livorno, al fine di avere le informazioni necessarie per eventuali provvedimenti atti a evitare ripercussioni negative sulla qualità del corpo idrico, senza però influire sulla classificazione dello stesso.
- il corpo idrico **Arcipelago Toscano viene suddiviso** in:
  - Arcipelago Isola d'Elba (AIE)** considerato a sé stante rispetto alle altre isole minori, comprende le due stazioni Elba nord (Portoferraio) e Elba Sud (Mola). Il punto di prelievo di Mola, ubicato molto all'interno del golfo e quindi soggetto ad una eccessiva influenza delle imbarcazioni presenti limitandone la rappresentatività, è stato spostato in corrispondenza dell'ingresso del golfo in una zona più vicina al punto di prelievo dei sedimenti.
  - Arcipelago Isole Minori (AIM)** comprende le postazioni di monitoraggio situate a Montecristo e Capraia. A queste si aggiunge una stazione all'Isola del Giglio, già monitorata negli anni passati, a seguito del naufragio della nave Concordia.
- il corpo idrico **Costa del Cecina viene suddiviso in**
  - Costa di Rosignano** con il punto di controllo Rosignano Lillatro
  - Costa del Cecina** con il punto di controllo Marina di Castagneto.

*Ai fini della classificazione questa suddivisione è da intendersi valida in maniera retroattiva, a partire dal 2013.*

Le aree monitorate, suddivise per corpo idrico e le relative stazioni rappresentative sono riportate in Figura 3.1. Per le coordinate dei punti di campionamento relative alle singole matrici indagate, si rimanda al D.G.R.T n. 550/14 e succ. mod. imi.

Tutte le indagini sono state effettuate tramite l'utilizzo del battello Poseidon, indispensabile per il prelievo sia dei campioni di acqua che di sedimento, sia dei parametri biologici, costituendo la base di appoggio per gli operatori subacquei.

Figura 3.1 - Aree monitorate nel triennio 2013-2015



|                                |                          |                                |                  |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------|
| <b>Costa Versilia</b>          | Marina di Carrara        | <b>Costa Follonica</b>         | Carbonifera      |
| <b>Costa del Serchio</b>       | Nettuno                  | <b>Costa del Bruna</b>         | Foce Bruna       |
| <b>Costa Pisana</b>            | Fiume Morto              | <b>Costa Ombrone</b>           | Foce Ombrone     |
| <b>Costa Livornese</b>         | Antignano                | <b>Costa dell'Uccellina</b>    | Cala di Forno    |
| <b>Costa di Rosignano</b>      | Rosignano                | <b>Costa Albegna</b>           | Foce Albegna     |
| <b>Costa del Cecina</b>        | Mar. Castagneto          | <b>Costa Argentario</b>        | Porto S. Stefano |
| <b>Costa Piombino</b>          | Salivoli                 | <b>Costa Burano</b>            | Ansedonia        |
| <b>Arcipelago Isola d'Elba</b> | Elba Nord (Portoferraio) | <b>Arcipelago Isole Minori</b> | Giglio           |
|                                | Elba Sud (Mola)          |                                | Montecristo      |
|                                |                          |                                |                  |

Da un punto di vista morfologico la Toscana (A.A.V.V.,2006) su 442 km di litorale, presenta 243 km di coste alte, 199 km di coste basse.

I tratti critici in erosione sono:

- a Nord di Marina di Massa;
- a Nord dell'Arno;
- a Sud del Cecina;
- nelle coste basse tra S. Vincenzo e Punta Ala;
- in coincidenza con le foci di Ombrone e Bruna;
- a Nord della foce del torrente Chiarone.

Le coste alte e rocciose (morfotipo a falesia) sono molto diffuse nella zona a Sud di Livorno (da Calafuria a Quercianella), nei promontori di Piombino, di Punta Ala, dell'Argentario, (da Cala di Forno - Parco dell'Uccellina a Talamone) e nelle isole dell'Arcipelago Toscano (Capraia, Elba, Giglio, Gorgona e Montecristo).

Le coste basse sono a litorale dritto, brevi tratti a litorale stretto o di delta (foci dell'Arno e dell'Ombrone). Nel retrospiaggia in zone non antropizzate sussistono cordoni di duna talvolta soggetti a fenomeni erosivi.

La pendenza del fondale marino per le coste basse nel tratto dalla battigia fino alla isobata di 5m è circa dell'1%, mentre in presenza di coste alte la pendenza aumenta sino al 4% (Ferretti e al., 2003). Cordoni e barre sottomarine sono presenti, in particolare, nella Toscana meridionale. In corrispondenza dell'Ombrone e del Serchio vi sono barre di foce fluviale.

Nella costa toscana il trasporto solido netto lungo riva è diretto principalmente verso sud: esistono però dei tratti - come alla foce dell'Arno fino a Forte dei Marmi, tra Vada e la foce del Cecina e tra Follonica e la foce dell'Ombrone - in cui questo trasporto va verso nord.

L'apporto solido è considerato grossolano per i fiumi Ombrone ed Arno e fine per gli altri corsi d'acqua.



## 4 RISULTATI E CLASSIFICAZIONE

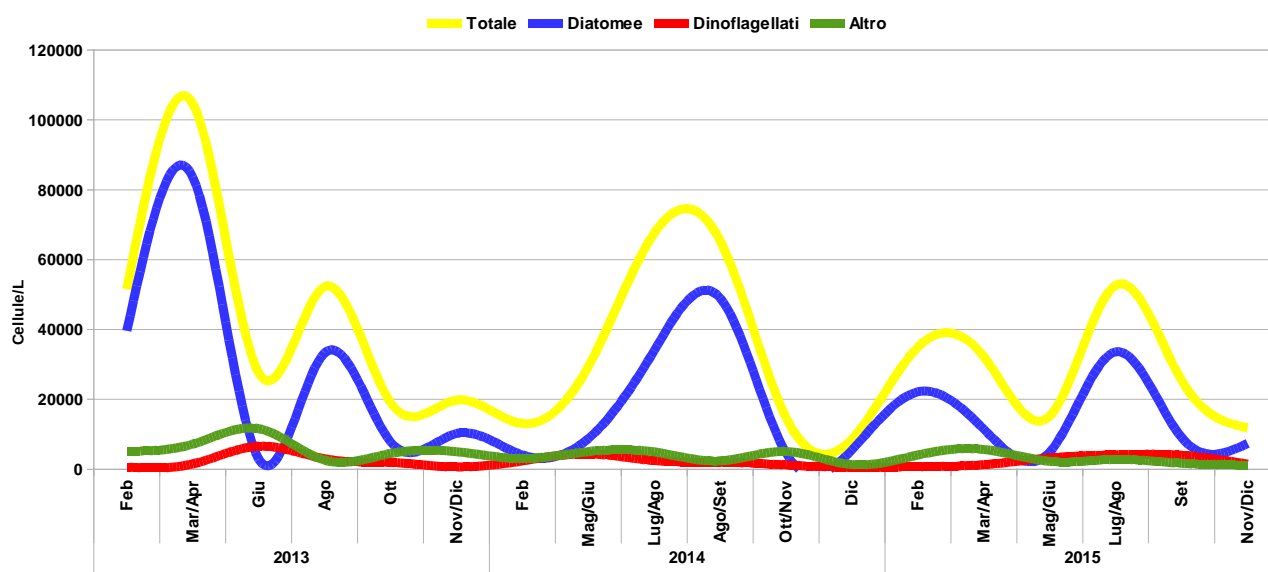
### 4.1 Stato ecologico

#### 4.1.1 *Biomassa fitoplanctonica: popolamenti fitoplanctonici e clorofilla a, anni 2013-2015*

L'analisi dei popolamenti fitoplanctonici permette di valutare la produttività 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 stagionali dovute essenzialmente alla diversa radiazione luminosa, alla disponibilità delle sostanze nutritive, in particolare azoto e fosforo, e alle competizioni biologiche.

Figura 4.1.1 - Andamenti mensili del fitoplancton della costa toscana 2013-2015



Le 19 stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono state indagate con frequenza di campionamento bimestrale, per un totale di **296 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>.

<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.

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.

Nella Figura 4.1.1, nella quale è riportato l'andamento del fitoplancton lungo le coste della Toscana nel triennio in esame, si evidenziano picchi di maggior intensità fitoplanctonica nei periodi primaverili e estivi particolarmente evidenti nel 2013 e nel 2015.

Il 2014 presenta, invece, un unico aumento importante della densità fitoplanctonica tra maggio e settembre: il periodo estivo è stato caratterizzato da un regime pluviometrico piuttosto importante sia dal punto di vista dei cumulati di pioggia sia come numero di giorni di pioggia. L'enorme quantità di acqua riversata dai corsi d'acqua nel mare ha determinato un aumento dei nutrienti e un incremento della biomassa fitoplanctonica in tutto il periodo estivo.

In generale, si evidenzia una diversa distribuzione del fitoplancton lungo la costa toscana con concentrazioni maggiori nei corpi idrici più a nord, in particolare Costa Pisana e Costa Serchio. In queste stazioni i valori medi indicano densità rispettivamente di  $3 \times 10^5$  e  $6 \times 10^5$  cell/L. Le stazioni rappresentative di questi corpi idrici, come anche di Costa Versilia, sono le uniche a presentare più volte durante gli anni indagati, soprattutto nei periodi primaverili o tardo estivi, picchi di concentrazione fitoplanctonica oltre le  $1 \times 10^6$  cell/L (nel caso di Costa del Serchio, nel mese di luglio 2014 la densità fitoplanctonica è arrivata a  $1 \times 10^7$  cell/L, per la presenza di Cyanophyceae provenienti dal Canale Burlamacca, a seguito delle abbondanti piogge).

I dati di concentrazione fitoplanctonica, non avendo una distribuzione normale, sono stati mediati utilizzando la media geometrica e riportati nella Figura 4.1.2.

La struttura del popolamento della comunità fitoplanctonica toscana analizzata nel triennio 2013-2015 e suddivisa per corpi idrici, è riportata in Figura 4.1.5

### Diatomee

Le diatomee costituiscono la percentuale maggiore di tutto il popolamento fitoplanctonico della costa toscana, con aumenti anche molto consistenti della concentrazione nei periodi primaverili e estivi.

I generi più rappresentati sono *Chaetoceros*, soprattutto nella parte settentrionale della Toscana con le specie *C. curvisetus*, *C. tortissimus* e *C. wighamii*, *Pseudo-nitzschia spp. del Nitzschia delicatissima complex*, presente durante tutto l'anno in tutte le stazioni, e *Leptocylindrus* (*L. danicus*, *L. minimus*) soprattutto nelle stazioni centromeridionali.

Le stazioni a nord, soprattutto nei periodi primaverili, sono caratterizzate dalle specie *Skeletonema costatum* e *Asterionellopsis glacialis*, taxa questi spesso messi in relazione con situazioni distrofiche del sistema.

Le diatomee rappresentano dal 96% (Costa Pisana) al 70% (Costa Ombrone) del popolamento fitoplanctonico totale; unica eccezione è data da Arcipelago Isola d'Elba in cui la percentuale delle diatomee sul totale del popolamento è di solo il 37% pari a quella dell'altro fitoplancton .

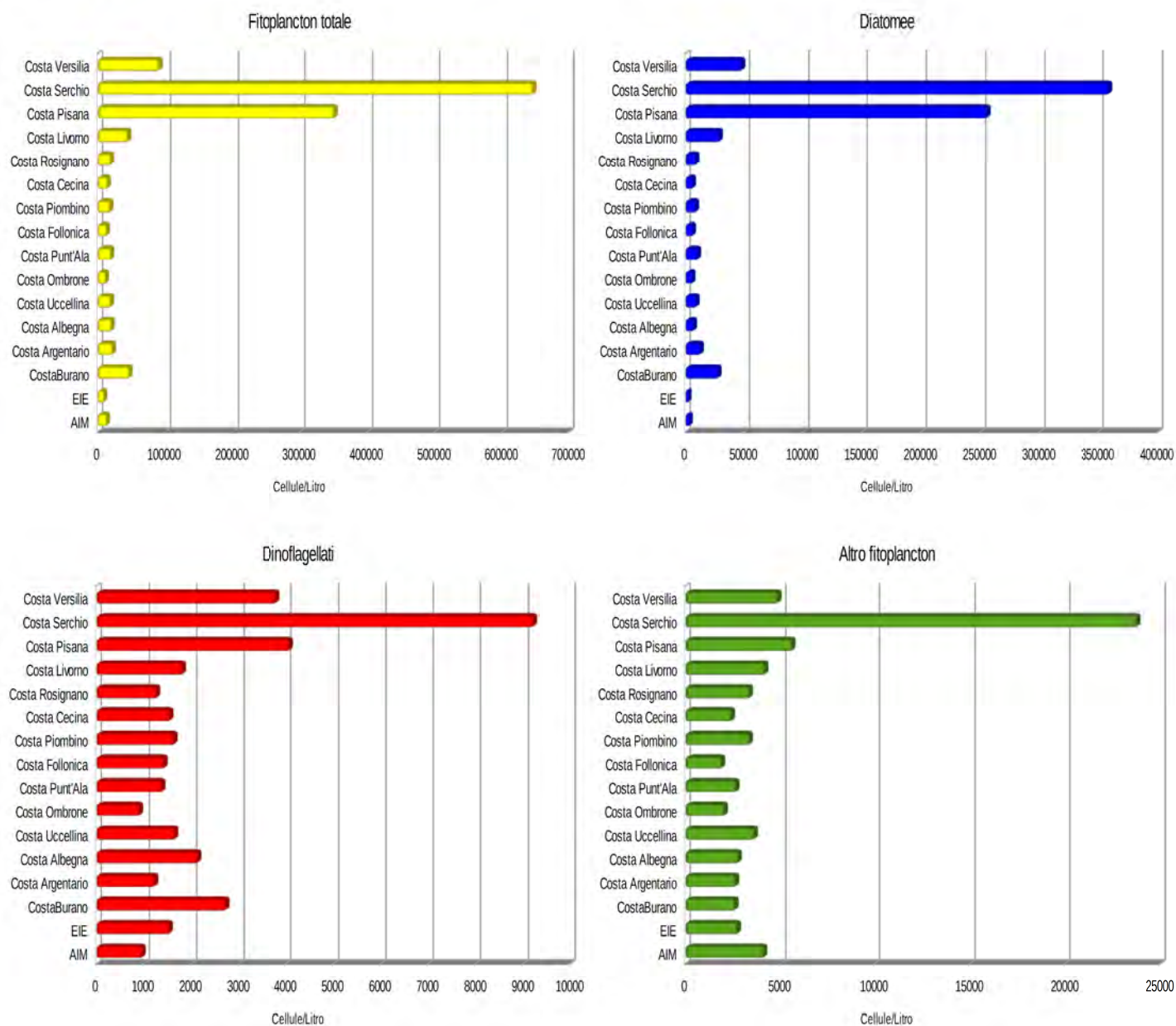
### Dinoflagellati

In generale si osserva un fisiologico aumento nella concentrazione di questo raggruppamento nella stagione estiva, tranne che per il 2014, quando a causa della quantità anomala delle precipitazioni, la concentrazione questo *taxon* non presenta grosse variazioni durante tutto l'anno.

I generi più rappresentati sono le piccole forme di *Gymnodinium*, *Heterocapsa*, *Alexandrium Prorocentrum* (*P.gracile*, *P.minimum* ,*P. micans*) *Scrippsiella trochoidea*.

La concentrazione massima di dinoflagellati,  $2,3 \times 10^5$  cell/L, è stata rilevata a luglio 2014 nella stazione di Nettuno, dovuta essenzialmente alla presenza di *Gymnodinium spp.* e *Scrippsiella trochoidea*.

Figura 4.1.2 - Concentrazioni fitoplanctoniche medie triennio 2013-2015



I dinoflagellati costituiscono una percentuale piuttosto bassa del popolamento fitoplanctonico, intorno al 5%; fanno eccezione Costa Ombrone e Costa Albegna con circa il 14% e Arcipelago Isola d'Elba in cui la percentuale dei dinoflagellati sul totale del popolamento arriva al 26% (Figura

4.1.2).

Da segnalare la presenza di un raro dinoflagellato nella stazione di Albegna a giugno 2013: si tratta de *Ceratoperidinium yeye* Margalef, 1969 (Figura 4.1.3), già identificato nella stazione di Marina di Carrara nell'aprile 2011. Questo organismo a forma pentagonale caratterizzato da due lunghi processi paralleli ha una lunghezza totale del corpo cellulare, comprese le appendici antapicali, è di 168µm, mentre il diametro trasverso all'altezza del cingolo è di 53µm. Nonostante i dinoflagellati siano ben rappresentati nelle acque oligotrofiche del Mediterraneo, poche sono le segnalazioni e quindi le informazioni relative alla distribuzione e all'ecologia di questo particolare organismo. Il primo ritrovamento documentato risale al 1969 a largo delle coste mediterranee spagnole (un unico individuo); successivamente sono state fatte altre segnalazioni a largo delle coste libanesi, francesi, e adriatiche.

Figura 4.1.3 - *Ceratoperidinium yeye* Margalef, 1969: Foce Albegna 4 giugno 2013 (400x)



### Altro fitoplancton

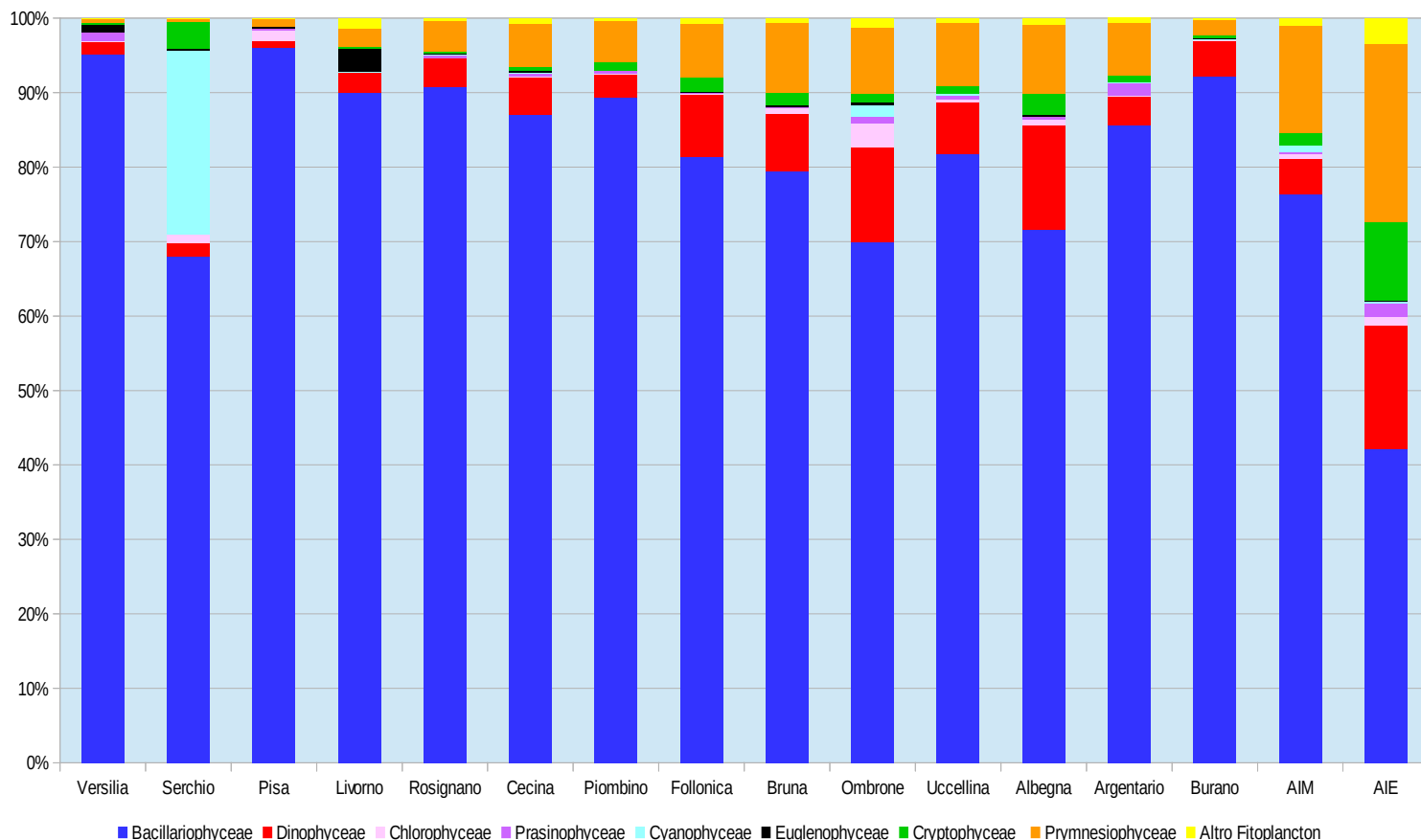
Questo eterogeneo raggruppamento di organismi rappresenta dal 3 al 19% del popolamento fitoplanctonico costiero toscano, con l'unica eccezione del Costa del Serchio, dove ne rappresenta il 30%. La stazione di Nettuno, posta di fronte all'imboccatura del porto di Viareggio e allo sbocco del Canale Burlacca, riceve, tramite questo, infatti, le acque provenienti dal Lago di Massaciuccoli che ne alterano la struttura con introduzione in mare di specie tipicamente di acque dolci e in particolare di cianobatteri soprattutto *Merismopedia tenuissima* e *Planctolyngbya limnetica*.

In questa particolare stazione il *taxon* dei cianobatteri infatti rappresenta circa il 25% dell'intero popolamento fitoplanctonico mentre in tutte le altre stazioni risulta praticamente assente.

L'"altro fitoplancton", per il resto della costa, invece è rappresentato dai coccolitoforidi, in particolare da organismi di piccole dimensioni, probabilmente appartenenti alla specie *Emiliana huxley*. Presente in tutte le stazioni monitorate è il genere *Syracosphaera* e in particolare la specie *Syracosphaera pulchra*; altri coccolitoforidi identificati sono *Rhabdosphaera* (*R. claviger* e *tignifer*), *Helicotheca carterii*, *Scyphosphaera apsteinii*, *Anoplosolenia brasiliensis*, *Ophiaster hydroideus*, *Coccolithus pelagicus*, *Ceratolithus cristatus*, quest'ultimo soprattutto nelle stazioni a sud e all'isola del Giglio..

Da notare inoltre che per la sua posizione particolare, la stazione di Nettuno nel periodo invernale può presentare nella sua composizione floristica anche organismi appartenenti alla specie *Prymnesium parvum* (inverno 2013), in relazione a fioriture di questo stesso organismo all'interno del lago di Massaciuccoli.

Figura 4.1.4 - Composizione (% su totale popolamento) della comunità fitoplanctonica 2013-2015



La **biomassa fitoplanctonica** totale è espressa come mg/m<sup>3</sup> 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. In generale i valori di clorofilla *a* non sono strettamente correlati con quelli di densità fitoplanctonica perché la semplice conta degli individui non fornisce informazioni effettive sulla biomassa: in altre parole una corrispondenza vera propria si potrebbe avere utilizzando i biovolumi cellulari.

Tabella 4.1 - EQB relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla *a*):anno 2015

| Corpo idrico          | Descrizione          | 2013                                 |      | 2014                                 |       | 2015                                 |      |
|-----------------------|----------------------|--------------------------------------|------|--------------------------------------|-------|--------------------------------------|------|
|                       |                      | Chl <i>a</i><br>(mg/m <sup>3</sup> ) | EQR  | Chl <i>a</i><br>(mg/m <sup>3</sup> ) | EQR   | Chl <i>a</i><br>(mg/m <sup>3</sup> ) | EQR  |
| Costa Versilia        | Marina di Carrara    | 0,55                                 | 1,64 | 0,75                                 | 1,20  | 0,69                                 | 1,31 |
| Costa del Serchio     | Nettuno              | 1,43                                 | 0,63 | 2,44                                 | 0,37  | 2,19                                 | 0,41 |
| Costa Pisana          | Fiume Morto          | 1,43                                 | 0,63 | 1,35                                 | 0,67  | 1,96                                 | 0,46 |
| Costa Livornese       | Antignano            | 0,30                                 | 3,00 | 0,42                                 | 2,12  | 0,46                                 | 1,96 |
| Costa Rosignano       | Rosignano Lillatro   | 0,37                                 | 2,41 | 0,34                                 | 2,65  | 0,27                                 | 3,27 |
| Costa del Cecina      | Marina di Castagneto | 0,24                                 | 2,67 | 0,41                                 | 2,20  | 0,33                                 | 2,77 |
| Costa Piombino        | Salivoli             | 0,57                                 | 1,59 | 0,46                                 | 1,94  | 0,60                                 | 1,51 |
| Costa Follonica       | Carbonifera          | 0,47                                 | 1,90 | 0,56                                 | 1,59  | 0,31                                 | 2,87 |
| Costa Punta Ala       | Foce Bruna           | 0,40                                 | 2,25 | 0,42                                 | 2,16  | 0,34                                 | 2,63 |
| Costa Ombrone         | Foce Ombrone         | 0,49                                 | 1,84 | 0,55                                 | 1,63  | 0,57                                 | 1,57 |
| Costa Uccellina       | Cala di Forno        | 0,24                                 | 3,67 | 1,32                                 | 0,68  | 0,40                                 | 2,25 |
| Costa Albegna         | Foce Albegna         | 0,39                                 | 2,32 | 0,41                                 | 2,21  | 0,46                                 | 1,96 |
| Costa dell'Argentario | Porto S.Stefano      | 0,32                                 | 2,82 | 0,47                                 | 1,93  | 0,30                                 | 2,97 |
| Costa Burano          | Ansedonia            | 0,49                                 | 1,84 | 0,68                                 | 1,32  | 0,64                                 | 1,40 |
| AIE                   | Elba Nord            |                                      |      | 0,50                                 | 1,81  | 0,42                                 | 2,14 |
|                       | Elba Sud             |                                      |      | 0,33                                 | 2,69  | 0,51                                 | 1,77 |
| AIM                   | Giglio               | 0,22                                 | 4,11 | 0,38                                 | 2,38  | 0,38                                 | 2,48 |
|                       | Capraia              |                                      |      | 0,05                                 | 18,40 | 0,35                                 | 2,54 |
|                       | Montecristo          |                                      |      | 0,08                                 | 11,79 | 0,24                                 | 3,75 |

Lo stato di qualità di ogni stazione, relativo a un anno di riferimento, è dato dal 90°percentile, applicato dopo aver normalizzato i singoli dati tramite Log-trasformazione

I dati così elaborati (Tabella 4.1), anno per anno, mostrano uno stato ecologico ELEVATO in tutte le stazioni tranne Nettuno e Fiume Morto: in entrambi i casi, si passa da uno stato BUONO a un progressivo stato SUFFICIENTE.

La stazione di Cala di Forno, invece, che nel 2013 e nel 2015 viene classificata in stato ecologico ELEVATO, ha nel 2014 uno stato di tipo BUONO. Essendo tutte le stazioni monitorate con un ciclo di monitoraggio operativo, per il triennio, a ciascun corpo idrico verrà attribuito un valore di clorofilla pari alla media dei valori ottenuti nei 3 anni di campionamento, secondo quanto indicato dal DM 260/2010.

Inoltre lo stato di qualità di un corpo idrico, rappresentato da più di una stazione, viene ottenuto facendo la media aritmetica dei valori medi di tutte le stazioni appartenenti a quel corpo idrico. L'elaborazione dei dati così effettuata, (Tabella 4.2), mostra che lo stato ecologico basato sulla biomassa fitoplanctonica dei corpi idrici Costa del Serchio, e Costa Pisana risulta essere, rispettivamente, in classe SUFFICIENTE e BUONO.

Tutti gli altri corpi idrici sono classificati in classe **ELEVATA**.

Tabella 4.2 - Classe di qualità ecologica secondo l'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla *a*): triennio 2013-2015

| <b>Corpo idrico</b>     | <b>Valore medio triennio 2013<br/>-2015<br/>Clorofilla <i>a</i> (mg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>EQR<br/>2013-2015</b> | <b>Stato</b> |
|-------------------------|--|--------------------------|--------------|
| Costa Versilia          | 0,66   | 1,36                     | <b>E</b>     |
| Costa del Serchio       | 2,02   | 0,45                     | <b>S</b>     |
| Costa Pisana            | 1,58   | 0,57                     | <b>B</b>     |
| Costa Livornese         | 0,39   | 2,28                     | <b>E</b>     |
| Costa Rosignano         | 0,33   | 2,73                     | <b>E</b>     |
| Costa del Cecina        | 0,33   | 2,76                     | <b>E</b>     |
| Costa Piombino          | 0,54   | 1,66                     | <b>E</b>     |
| Costa Follonica         | 0,45   | 2,00                     | <b>E</b>     |
| Costa Punta Ala         | 0,39   | 2,33                     | <b>E</b>     |
| Costa Ombrone           | 0,54   | 1,67                     | <b>E</b>     |
| Costa Uccellina         | 0,65   | 1,38                     | <b>E</b>     |
| Costa Albegna           | 0,42   | 2,15                     | <b>E</b>     |
| Costa dell'Argentario   | 0,36   | 2,48                     | <b>E</b>     |
| Costa Burano            | 0,61   | 1,49                     | <b>E</b>     |
| Arcipelago Isola d'Elba | 0,44   | 2,04                     | <b>E</b>     |
| Arcipelago Isole Minori | 0,23   | 3,97                     | <b>E</b>     |

4.1.2 *Macroinvertebrati bentonici*

Le **18** stazioni relative al **macrozoobenthos** sono monitorate con una frequenza triennale.

Il campionamento per lo studio delle biocenosi di fondo è stato realizzato utilizzando la benna Van Veen, avente volume di 18 litri e superficie di presa di circa 0,1 m<sup>2</sup>; in ogni stazione sono state prelevate 3 repliche.

Oltre al prelievo per la determinazione tassonomica del macrozoobenthos sono state prelevate aliquote per i dati granulometrici e per il carbonio organico totale (TOC).

Il prelievo del macrozoobenthos nell'arco del triennio è sempre stato effettuato tra **aprile** e **giugno** per un totale di **18 campioni**.

I valori di TOC nei sedimenti superficiali sono sempre risultati < 1% s.s, e in tutte le stazioni campionate è assente la frazione granulometrica >2 mm ( Tabella 4.3).

Tabella 4.3 - Granulometria del substrato

| Corpo idrico            | Descrizione          | Sabbia                    | Peliti      |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------|
|                         |                      | Compreso tra 2 e 0,063 mm | <= 0,063 mm |
| Costa Versilia          | Marina di Carrara    | 93,8                      | 6,2         |
| Costa del Serchio       | Nettuno              | 99,4                      | 0,6         |
| Costa Pisana            | Fiume Morto          | 99,1                      | 0,9         |
| Costa Livornese         | Livorno              | 99,1                      | 0,9         |
| Costa Rosignano         | Rosignano Lillatro   | 77,5                      | 22,5        |
| Costa del Cecina        | Marina di Castagneto | 86,2                      | 13,8        |
| Costa Piombino          | Salivoli             | 5,9                       | 94,1        |
| Costa Follonica         | Carbonifera          | 95,3                      | 4,7         |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna           | 93,3                      | 6,7         |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone         | 96,0                      | 4,0         |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno        | 97,8                      | 2,2         |
| Costa Albegna           | Foce Albegna         | 96,2                      | 3,8         |
| Costa dell'Argentario   | Porto S.Stefano      | 35,8                      | 64,2        |
| Costa Burano            | Ansedonia            | 58,5                      | 41,5        |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord            | 72,6                      | 27,4        |
|                         | Elba Sud             | 95,8                      | 4,2         |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio               | 98,1                      | 1,9         |
|                         | Capraia              | 98,0                      | 2,0         |



Dall'analisi dei risultati del calcolo dell'Indice M-AMBI (Tabella 4.4.) si evidenzia che 6 stazioni ricadono nella classe di stato ecologico **BUONO** mentre il restante risulta classificato come **ELEVATO**.

Tabella 4.4 - Classe di qualità ecologica delle singole stazioni secondo l'Indice M-AMBI per il triennio 2013-2015.

| Corpo idrico            | Descrizione          | H'   | S  | M-AMBI | Stato |
|-------------------------|----------------------|------|----|--------|-------|
| Costa Versilia          | Marina di Carrara    | 2,61 | 39 | 0,76   | B     |
| Costa del Serchio       | Nettuno              | 4,4  | 42 | 0,98   | E     |
| Costa Pisana            | Fiume Morto          | 3,72 | 30 | 0,83   | E     |
| Costa Livornese         | Livorno              | 3,17 | 36 | 0,73   | B     |
| Costa Rosignano         | Rosignano Lillatro   | 3,72 | 44 | 0,82   | E     |
| Costa del Cecina        | Marina di Castagneto | 4,03 | 37 | 0,92   | E     |
| Costa Piombino          | Salivoli             | 0,23 | 32 | 0,66   | B     |
| Costa Follonica         | Carbonifera          | 4,00 | 42 | 0,96   | E     |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna           | 3,84 | 38 | 0,72   | B     |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone         | 3,80 | 50 | 0,9    | E     |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno        | 4,27 | 52 | 0,89   | E     |
| Costa Albegna           | Foce Albegna         | 3,21 | 25 | 0,71   | B     |
| Costa dell'Argentario   | Porto S.Stefano      | 4,08 | 50 | 0,95   | E     |
| Costa Burano            | Ansedonia            | 4,08 | 42 | 0,87   | E     |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord            | 4,18 | 42 | 0,82   | E     |
|                         | Elba Sud             | 4,73 | 55 | 0,99   | E     |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio               | 3,00 | 21 | 0,69   | B     |
|                         | Capraia              | 4,06 | 43 | 0,97   | E     |

Essendo alcuni corpi idrici, quali Arcipelago Isola d'Elba e Arcipelago Isole Minori, composti da due o più stazioni, per ottenere un unico valore indicante lo stato ecologico, e non essendo specificato altrimenti, si stabilisce di trovare un valore unico per corpo idrico effettuando la media aritmetica dei singoli valori dell'M-AMBI di ogni stazioni costituente quel dato corpo idrico. Nella Tabella 4.4 vengono pertanto indicati gli stati ecologici di ciascun corpo idrico valutato seguendo le indicazioni riportate sopra.

Tabella 4.5 - Classe di qualità ecologica dei corpi idrici toscani in base l'Indice M-AMBI per il triennio 2013-2015.

| Corpo idrico            | M-AMBI | Stato |
|-------------------------|--------|-------|
| Costa Versilia          | 0,76   | B     |
| Costa del Serchio       | 0,98   | E     |
| Costa Pisana            | 0,83   | E     |
| Costa Livornese         | 0,73   | B     |
| Costa Rosignano         | 0,82   | E     |
| Costa del Cecina        | 0,92   | E     |
| Costa Piombino          | 0,66   | B     |
| Costa Follonica         | 0,96   | E     |
| Costa Punta Ala         | 0,72   | B     |
| Costa Ombrone           | 0,9    | E     |
| Costa Uccellina         | 0,89   | E     |
| Costa Albegna           | 0,71   | B     |
| Costa dell'Argentario   | 0,95   | E     |
| Costa Burano            | 0,87   | E     |
| Arcipelago Isola d'Elba | 0,91   | E     |
| Arcipelago Isole Minori | 0,83   | E     |

#### 4.1.3 Macroalghe

Le **10 stazioni** relative alle **macroalghe** sono monitorate con una frequenza triennale: le stazioni sono state monitorate tutte tra il 2013 e il 2014, per un totale di **10** rilevamenti.

Le comunità superficiali macroalgali costituiscono una memoria spaziale e temporale di un'area: la loro struttura e composizione risponde alla natura, all'intensità e 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 livelli di sensibilità o *Sensitivity Level*, (*SL*) **massimi**. 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 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 4.6 - Descrizione delle comunità e i rispettivi Sensitivity Level (SL) associati.

|                                       | Categoria                                     | Descrizione   | SL |
|---------------------------------------|---|---|----|
|                                       | Trottoir (concrezioni a marciapiede)          | Trottoir di <i>Lithophyllum byssoides</i> ( <i>L. trochanter</i> e <i>Dendropoma</i> <sup>1</sup> )                       | 20 |
| Con popolamenti a <i>Cystoseira</i>   | <i>Cystoseira brachycarpa/crinita/elegnas</i> | Popolamenti a <i>C. brachycarpa/crinita/elegnas</i>   | 20 |
|                                       | <i>Cystoseira</i> in zone riparate            | Popolamenti a <i>C. barbata/foniculacea/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 <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> <sup>2</sup>  | 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</i> , <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> e altre<br>Corallinales incrostanti | 6  |
|                                       | Mitili  | Popolamenti a <i>Mitilus galloprovincialis</i>  | 6  |
|                                       | <i>Pterocladella/Ulva/Schizymenia</i>         | Popolamenti a <i>Pterocladella/Ulva/Schizymenia</i>   | 6  |
|                                       | <i>Ulva/Cladophora</i>                        | Popolamenti a <i>Ulva</i> e/o <i>Cladophora</i>   | 3  |
|                                       | Cianobatteri/ <i>Derbesia</i>                 | Popolamenti dominati da Cyanobatteria e/o <i>Derbesia tenuissima</i>  | 1  |
| Fanerogam                             | <i>Posidonia – récif</i>                      | Praterie affioranti di <i>Posidonia oceanica (récif)</i>  | 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>1</sup> Formazioni organogene tipiche della Sicilia e di altre regioni dell'Italia meridionale

<sup>2</sup> In caso di presenza di rare piante isolate di *Cystoseira amentacea/mediterranea*, si annota anche la comunità dominante (valore di sensibilità risultante: valore medio)

**Costa Livornese** - I popolamenti maggiormente rappresentati sono *Cystoseira compressa* ( 59%) e *Corallina* (27%), seguito dal *Dictyotales/Stypocaulaceae* (5%). Presenti, ma non superiori al 1% i popolamenti a *Cystoseira amentacea* a grandi chiazze (C3), e a *Corallinacea* incrostante. La stazione risulta essere in classe BUONA (EQR = 0,68).

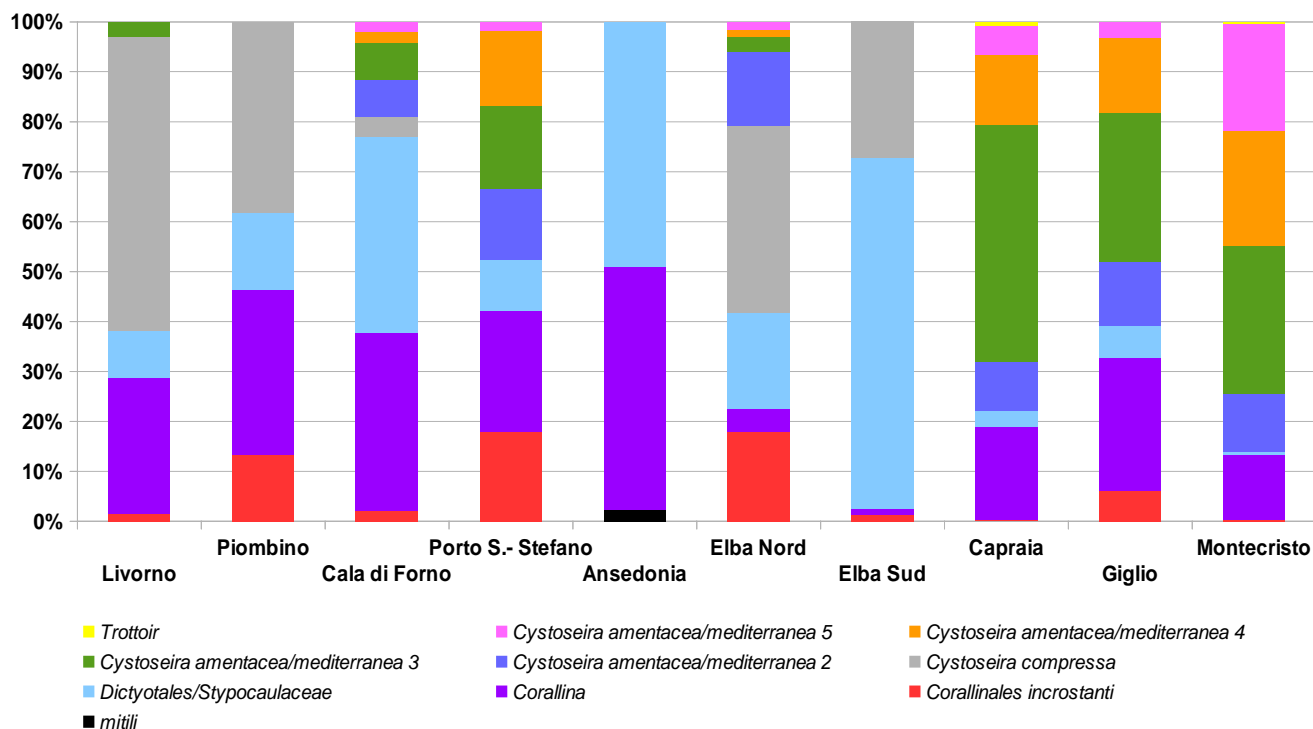
**Costa Piombino** - I popolamenti maggiormente rappresentati sono quelli a *Cystoseira compressa* e *Corallina*, con valori intorno al 35%. Seguono quelli di *Dictyotales/Stypocaulaceae* e di *Corallinacea* (rispettivamente il 16% e 12%); il popolamento di *Lythophyllum*. incrostante rappresenta , infine, circa l'1% . La stazione risulta essere in classe BUONA (EQR = 0,68)

**Costa dell'Uccellina** - I popolamenti maggiormente rappresentati sono *Corallina* e *Dictyotales/Stypocaulaceae* (oltre il 35%), mentre i popolamenti a *Cystoseira amentacea* a piccole chiazze (C2) e a grande chiazze (C3) con valori di SL rispettivamente di 12 e 15 sono vicini al 10% . Sono stati invece rilevati valori inferiori al 5% sono per *Cystoseira compressa*, *Cystoseira amentacea* a fascia (C5) e a cintura (C4), *Lythophyllum* e *Corallinacea* incrostante (SL 6). La stazione risulta essere in classe ELEVATA (EQR = 0,85).

**Costa Argentario** - Il popolamento maggiormente rappresentato è quello della *Corallina* (oltre il 24%), mentre i popolamenti a *Cystoseira amentacea* C2, C3, C4, *Lythopyllum* e

*Dictyotales/Stypocaulaceae*, sono superiori al 10%. Valori inferiori al 5% sono di *Cystoseira compressa* (SL 12) e *Cystoseira amentacea* a fascia C5 (SL 20). Il valore di EQR è pari a **0,96** indicando, quindi una classe di qualità **ELEVATA**.

Figura 4.1.5 - Struttura della comunità macroalgale in percentuale di riempimento - triennio 2013-2015



**Costa Burano** – Il popolamento di macroalghe è costituito prevalentemente da *Corallina* e *Dictyotales/Stypocaulaceae* (49% ciascuno). Superiore all'1% il popolamento a mitili.

Il valore di EQR è di **0,68**, equivalente a uno stato di qualità **BUONO**

**Arcipelago Isola d'Elba** - Le stazioni dell'Elba sono caratterizzate da popolamenti di *Cystoseira compressa* e *Dictyotales/Stypocaulaceae*: Elba nord presenta, oltre ai gruppi già citati, anche popolamenti scarsi di *Cystoseira amentacea/mediterranea* e coralline incrostanti. La stazione Elba Nord risulta pertanto in classe **ELEVATA** con un valore di EQR pari 0,75, mentre Elba sud presenta un EQR di 0,66, classe **BUONA**.

**Arcipelago Isole Minori** - Le stazioni del corpo idrico Arcipelago Isole Minori presentano popolamenti simili tra di loro con la presenza di elementi con livello di sensibilità elevata quali *Cystoseira amentacea/mediterranea 2-3-4-5*; risulta essere invece assente la *Cystoseira compressa*. Tutte e tre le stazioni risultano essere in classe di qualità **ELEVATA**, con valori di EQR di 0,83 (Giglio), 0,98 (Capraia) e 1,00 (Montecristo).

Per determinare lo stato di un corpo idrico costituito da più di una stazione, si è proceduto con la media aritmetica dei valori ottenuti nelle singole stazioni: i dati ottenuti sono stati riportati in Tabella 4.7.

Tabella 4.7 - EQR relativi e stato ambientale relativo all'indice CARLIT: anno 2014

| Corpo idrico            | EQR  | Stato |
|-------------------------|------|-------|
| Costa Livornese         | 0,68 | B     |
| Costa Piombino          | 0,68 | B     |
| Costa dell'Uccelina     | 0,85 | E     |
| Costa dell'Argentario   | 0,96 | E     |
| Costa Burano            | 0,58 | B     |
| Arcipelago Isola d'Elba | 0,70 | B     |
| Arcipelago Isole Minori | 0,93 | E     |

#### 4.1.4 Angiosperme: prateria a *Posidonia oceanica*

Le 12 stazioni relative allo studio della *Posidonia oceanica* sono state monitorate con una frequenza triennale: tra il 2013 e 2015 sono stati presi in esame **12 stazioni**. Oltre al prelievo per la determinazione tassonomica del macrozoobenthos sono stati prelevati aliquote per i dati granulometrici e per il carbonio organico totale (TOC).

Le praterie sommerse di *Posidonia oceanica* costituiscono uno tra i popolamenti più studiati e più rappresentativi del piano infralitorale del Mediterraneo. La *Posidonia oceanica*, specie endemica di questo mare, 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.

Il campionamento per la stazione posta 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

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 15 metri, 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.

In particolare, per ciascun sito sono state identificate tre aree (A1, A2, A3), a 15 m di profondità e di circa 400 m<sup>2</sup>, distanziate circa 10 m tra loro. In ciascuna area sono state eseguite cinque stime di densità, attraverso la conta dei fasci fogliari su una superficie standard di 40x40 cm, per un totale di 15 repliche, e il prelievo di sei fasci ortotropi, per un totale di 18 fasci; inoltre, sono state effettuate stime relative a: substrato; copertura di *P. oceanica* e matte morta (espressa in percentuale, *sensu*

Buia et al., 2003); eventuale presenza di altre fanerogame e di alghe invasive. Inoltre, in corrispondenza del limite inferiore sono stati effettuati transetti orizzontali, allo scopo di rilevarne la profondità e tipologia, *sensu* Pergent et al. (1995). I dati sono stati utilizzati per il calcolo dell'Indice di classificazione ecologica PREI (*Posidonia oceanica Rapid Easy Index*) (Gobert et al., 2009) ai sensi del Dlgs 152/06. L'indice multimetrico 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 e la tipologia del limite inferiore. I numeri di fasci per quadrato devono essere poi estrapolati al m<sup>2</sup>.

### **Costa livornese - Antignano (2015)**

*Stazione a 15 metri:* è stata rilevata prateria di *Posidonia oceanica* pura su sabbia e matte, con ricoprimento pari a circa il 90%. La stima di densità risulta essere 320,42 ± 40 (fasci/m<sup>2</sup>); il valore osservato, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria come prateria in equilibrio (densità nella norma). La prateria è comunque discontinua, intervallata da diverse radure "nude". Lo strato fogliare è apparso piuttosto epifitato

*Limite inferiore della prateria:* lungo un transetto orizzontale di circa 20-30 metri, il limite inferiore risulta piuttosto omogeneo e raggiunge una profondità massima di 21 metri, propria di acque poco trasparenti (Pergent et al., 1995). A questa profondità la stima di densità risulta essere 254,2 ± 21,9 (fasci m<sup>-2</sup>). Nei pressi del limite, di tipo regressivo, sono state riscontrate alte percentuali di rizomi plagiotropi (75,6%) che presentano un notevole scalzamento (87,3%).

Il valore dell'indice PREI per questo sito è risultato pari a **0,622** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONO**.

### **Costa Rosignano**

#### **Rosignano nord (2015)**

Per questa stazione si rileva, infatti, una fonte di disturbo evidente, rappresentata dal vicino scarico dell'impianto Solvay. In questo caso la stazione indagata si trova ad una profondità di 10 m. In quest'area è stata rilevata prateria discontinua di *P. oceanica* pura su sabbia, con copertura pari circa al 70%. La stima di densità risulta essere pari a 371,67 ± 52,10 (fasci/m<sup>2</sup>), valore più basso rispetto a quanto osservato in altri siti, ma classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), ancora come prateria in equilibrio (densità normale). Lo strato fogliare non è apparso troppo epifitato.

Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,486**, il più basso valore registrato tra tutti i siti indagati, corrispondente ad una classe di qualità ecologica **SUFFICIENTE**.

#### **Rosignano sud (2015)**

Anche per questa stazione si registra una fonte di disturbo evidente, rappresentata dal vicino scarico dell'impianto Solvay. In questo caso la stazione indagata si trova ad una profondità di soli 6 m; a questa profondità è stata rilevata una prateria discontinua di *P. oceanica* non pura su roccia, con copertura pari circa a 82,5%. La stima di densità risulta essere di 444,17 ± 72,5 (fasci/ m), classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), come prateria disturbata (Densità Bassa). La prateria si può considerare mista data la notevole presenza di *Caulerpa prolifera* e *C. racemosa*.

Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,502** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **SUFFICIENTE**.

Tabella 4.8 - Valori di alcuni parametri e dell'indice PREI calcolati nei siti indagati- Tratto centro settentrionale

| Corpo idrico   | Stazione       | Parametri                                     | Dati    | PREI  |       |
|--|----------------|---|---------|-------|-------|
|  |                |   |         | EQR   | Stato |
| Costa Livorno  | Antignano      | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 320,42  | 0,622 | B     |
|  |                | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 246,24  |       |       |
|  |                | Prof limite inf (m)                           | 21,0    |       |       |
|  |                | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 127,86  |       |       |
|  |                | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1253,3  |       |       |
|  |                | Tipo di limite (λ) (*)                        | - 3     |       |       |
| Costa Rosignano  | Rosignano Nord | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 371,67  | 0,486 | S     |
|  |                | Prof limite inf (m)                           | 1441,87 |       |       |
|  |                | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 10,0    |       |       |
|  |                | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 40,06   |       |       |
|  |                | Tipo di limite (λ) (*)                        | 852,25  |       |       |
|  |                | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 0       |       |       |
|  | Rosignano Sud  | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 444,17  | 0,502 | S     |
|  |                | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 176,23  |       |       |
|  |                | Prof limite inf (m)                           | 6,0     |       |       |
|  |                | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 72,60   |       |       |
|  |                | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1109,18 |       |       |
|  |                | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
| Costa Piombino   | Cala Moresca   | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 352,08  | 0,659 | B     |
|  |                | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 163,96  |       |       |
|  |                | Prof limite inf (m)                           | 24,0    |       |       |
|  |                | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 71,93   |       |       |
|  |                | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 907,52  |       |       |
|  |                | Tipo di limite (λ) (*)                        | 3       |       |       |
| <b>-3= limite regressivo; 0=limite netto; 3=limite progressivo o erosivo</b> |                |   |         |       |       |

### Costa Piombino - Cala Moresca (2015)

In questo caso la stazione indagata è quella intermedia corrispondente a 15 m di profondità. In quest'area è stata rilevata una prateria continua di *P. oceanica* pura su sabbia, con copertura pari circa a 92,5 %. La stima di densità risulta essere di  $352,8 \pm 60,5$  (fasci m<sup>-2</sup>), classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), ancora come prateria in equilibrio (Densità Normale). La profondità del limite inferiore di questa prateria, che è di tipo progressivo-erosivo, è stata localizzata a circa 24 m. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a 0,659 corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

In Tabella 4.8 vengono riportati alcuni tra i parametri che interessano il calcolo dell'indice PREI per le stazioni del tratto centro settentrionale della costa toscana

**Costa Punta Ala - Punta Ala (2015)**

In questo caso la stazione indagata è quella intermedia corrispondente a 15 m di profondità. In quest'area è stata rilevata una prateria continua di *P. oceanica* pura su sabbia, con copertura pari circa a 95 % . La stima di densità risulta essere di  $228,75 \pm 58,34$  (fasci m<sup>-2</sup>), classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), come prateria disturbata (Densità Bassa). Il limite inferiore di questa prateria risulta di tipo regressivo ed è stato localizzato a circa 20 m di profondità. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,560** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

**Costa Albegna – Albegna (2015)**

La stazione indagata è quella intermedia corrispondente a 15 m di profondità. In quest'area è stata rilevata una prateria continua di *P. oceanica* pura su sabbia, con copertura pari circa a 70 % . La stima di densità risulta essere di  $142,81 \pm 30,91$  (fasci/m<sup>2</sup>), classificata, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), come prateria disturbata (Densità Bassa). Il limite inferiore di questa prateria, che risulta di tipo netto, ed è stato localizzato a circa 18 m di profondità.

Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,535** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **SUFFICIENTE**.

**Costa Argentario – Porto Santo Stefano (2014)**

La stima della densità risulta essere di 482,64 (fasci/m<sup>2</sup>) Il limite inferiore di questa prateria, che risulta di tipo progressivo. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,842** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **ELEVATO**.

**Costa Burano – Ansedonia (2015).**

*Stazione a 15 metri:* prateria a *P. oceanica* pura su sabbia, di tipo discontinua, con copertura pari a circa il 77,5 % . La stima di densità risulta essere  $269,17 \pm 59,62$  (fasci m<sup>-2</sup>). In base al valore osservato, si può classificare la prateria in equilibrio (Densità Normale, *sensu* Pergent et al., 1995 e modificato da Buia et al., 2003).

*Limite inferiore della prateria:* è stato indagato lungo un transetto orizzontale di circa 20-30 metri; risulta essere abbastanza frastagliato, di tipo regressivo, con una profondità massima di 22,5 metri, caratteristica di acque poco trasparenti secondo Pergent et al., 1995. La stima di densità in quest'area risulta essere  $186,5 \pm 51,3$  (fasci m<sup>-2</sup>), dato che conferma le caratteristiche di una prateria in equilibrio con densità normale. La percentuale di copertura di *Posidonia* viva a questa profondità scende a circa il 55%. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,601** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

In Tabella 4.9 riportati alcuni tra i parametri che interessano il calcolo dell'indice PREI per le stazioni del tratto meridionale della costa toscana.



Tabella 4.9 - Valori di alcuni parametri e dell'indice PREI calcolati nei siti indagati- Tratto meridionale della costa toscana

| Corpo idrico  | Stazione        | Parametri                                     | Dati      | PREI  |       |
|---|-----------------|---|-----------|-------|-------|
|   |                 |   |           | EQR   | Stato |
| Costa Punta Ala   | Punta Ala       | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 228,75    | 0,560 | B     |
|   |                 | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 225,19662 |       |       |
|   |                 | Prof limite inf (m)                           | 20,0      |       |       |
|   |                 | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 60,58     |       |       |
|   |                 | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 923,81    |       |       |
|   |                 | Tipo di limite (λ) (*)                        | -3        |       |       |
| Costa Albegna   | Albegna         | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 142,81    | 0,535 | S     |
|   |                 | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 241,18    |       |       |
|   |                 | Prof limite inf (m)                           | 18,0      |       |       |
|   |                 | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 186,78    |       |       |
|   |                 | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1297,48   |       |       |
|   |                 | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0         |       |       |
| Costa Argentario  | Porto S.Stefano | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 482,64    | 0,842 | E     |
|   |                 | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 277,13    |       |       |
|   |                 | Prof limite inf (m)                           | 27,2      |       |       |
|   |                 | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 106,63    |       |       |
|   |                 | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1272,53   |       |       |
|   |                 | Tipo di limite (λ) (*)                        | 3         |       |       |
| Costa Burano  | Ansedonia       | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 269,17    | 0,601 | B     |
|   |                 | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 219,73    |       |       |
|   |                 | Prof limite inf (m)                           | 22,5      |       |       |
|   |                 | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 37,13     |       |       |
|   |                 | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1150,76   |       |       |
|   |                 | Tipo di limite (λ) (*)                        | -3        |       |       |
| -3= limite regressivo; 0=limite netto; 3=limite progressivo o erosivo |                 |   |           |       |       |

### Arcipelago Isola d'Elba

#### Elba Nord (2014)

La stima della densità di questa prateria, risulta essere di 404,86 (fasci/m<sup>2</sup>), con limite inferiore che risulta di tipo regressivo. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,649** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONO**.

#### Elba Sud (2014)

La stima della densità risulta essere di 482,64 (fasci/m<sup>2</sup>) Il limite inferiore di questa prateria, che risulta di tipo progressivo. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,721** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONO**.

### Arcipelago Isole Minori

#### Montecristo (2014)

La densità di questa prateria è di 4445,83 (fasci/m<sup>2</sup>), con limite inferiore di tipo netto. Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,842** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **ELEVATO**.

**Capraia (2015).**

*Stazione a 15 metri:* prateria continua a *P. oceanica* pura su sabbia, con copertura pari a circa il 92,5 %. La stima di densità risulta essere  $478,47 \pm 90,77$  (fasci/m<sup>2</sup>) e, in base a questo valore, si può classificare la prateria in equilibrio con Densità Eccezionale (*sensu* Pergent et al., 1995 e modificato da Buia et al., 2003).

*Limite inferiore della prateria:* risulta essere piuttosto uniforme e di tipo netto, con una profondità massima rilevata di 33 metri, caratteristica di acque trasparenti secondo Pergent et al., 1995. La stima di densità in quest'area risulta essere  $259,95 \pm 59,9$  (fasci/m<sup>2</sup>), dato che conferma le caratteristiche di una prateria in equilibrio con densità eccezionale. La percentuale di copertura di Posidonia viva a questa profondità scende a circa 77,5%.

Il valore dell'indice PREI è risultato pari a **0,888** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **ELEVATA**.

**Isola del Giglio-La Caletta (2015).**

*Stazione a 15 metri:* prateria a *P. oceanica* pura su *matte*/sabbia con copertura elevata pari a circa il 100 %. Non si è rilevata presenza di *matte* morta su superfici significative. La stima di densità risulta essere  $414,58 \pm 98,31$  (fasci m<sup>-2</sup>). Il valore osservato, secondo Pergent et al., 1995 (e modificato da Buia et al., 2003), consente di classificare la prateria in equilibrio (densità normale)

*Limite inferiore della prateria:* è stato indagato lungo un transetto orizzontale di circa 20-30 metri; risulta essere piuttosto frastagliato con una profondità massima di circa 32 metri caratteristica di acque trasparenti secondo Pergent et al., 1995. La stima di densità in quest'area risulta essere  $162,5 \pm 25,9$  (fasci m<sup>-2</sup>). Sul limite sono evidenti prolungamenti di prateria intervallati da aree a profondità leggermente inferiore (qualche metro) e assenza di *matte* morta. Paesaggio della prateria (densità normale). Non si evidenzia uno scalzamento dei rizomi sul limite, rimanendo questi piuttosto stabili e ancorati al substrato sabbioso. Tuttavia non sono stati riscontrati numerosi rizomi plagiotropi. Si evidenzia, inoltre, mucillagine nei pressi del limite.

Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato il più alto delle stazioni indagate con un valore pari a **0,901** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **ELEVATA**.

In Tabella 4.10 vengono riportati alcuni tra i parametri che interessano il calcolo dell'indice PREI per le stazioni insulari monitorate

La densità delle diverse praterie, alla stazione intermedia, varia tra 478,5 (stazione Isola del Giglio) e 142,8 fasci/m<sup>2</sup> (stazione intermedia di Cala Moresca) con una media di 421,5 fasci/m<sup>2</sup>. I valori medi delle stazioni profonde ed intermedie si discostano parecchio tra loro: 335,8 fasci/m<sup>2</sup> per le stazioni intermedie (15m di profondità) e 190,8 fasci/m<sup>2</sup> per quelle in prossimità del limite inferiore. Questo dato conferma la maggiore fragilità di questa zona della prateria. L'indice PREI evidenzia valori più bassi a Rosignano nord, Rosignano sud e Albegna, rivelando l'esistenza di un impatto in aree adiacenti. Tuttavia, le differenze tra i valori PREI tra i diversi Siti sono modeste e la classificazione dell'indice evidenzia un EQR (rapporto di qualità ecologico) quasi sempre piuttosto alto, e comunque compreso, per la maggior parte tra lo stato BUONO e lo stato ELEVATO (Tabella 4.10). Alcuni segnali di impatto sono abbastanza evidenti e confermati da segni di erosione, con *matte* scoperte e uno scalzamento dei rizomi, in particolare nelle porzioni corrispondenti alle stazioni di Rosignano e Albegna. La presenza di specie aliene invasive del genere *Caulerpa*, presenti nelle stazioni di Rosignano, conferma che, laddove la prateria si mantiene in buone condizioni di densità e vitalità dei fasci, la specie invasiva non trova spazi di colonizzazione del substrato per cui, come osservato anche in altre parti del Mediterraneo, l'invasione delle biocenosi native da parte di *Caulerpa* sp. rimane di solito confinata ai margini esterni della prateria.

Tabella 4.10 - Valori di alcuni parametri e dell'indice PREI calcolati nei siti indagati - Isole

| Corpo idrico  | Stazione      | Parametri                                     | Dati    | PREI  |       |
|---|---------------|---|---------|-------|-------|
|   |               |   |         | EQR   | Stato |
| Arcipelago Isola d'Elba   | Elba Nord     | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 404,86  | 0,649 | B     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 176,55  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 25,6    |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 963,7   |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 74,33   |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | -3      |       |       |
|   | Elba sud      | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 347,22  | 0,721 | B     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 292,45  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 23      |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 155,39  |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1422,86 |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
| Arcipelago Isole Minori   | Capraia       | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 478,47  | 0,888 | E     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 301,23  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 33,0    |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 135,03  |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 1542,50 |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
|   | Giglio (2014) | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 364,58  | 0,739 | B     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 214,62  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 30      |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 106,08  |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 107,61  |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
|   | Giglio (2015) | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 414,58  | 0,901 | E     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 358,48  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 32,0    |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 144,83  |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 2060,57 |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
|   | Montecristo   | Densità (fascio/m <sup>2</sup> )              | 445,83  | 0,842 | E     |
|   |               | Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio) | 360,79  |       |       |
|   |               | Prof limite inf (m)                           | 31      |       |       |
|   |               | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)              | 51,87   |       |       |
|   |               | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)             | 2036,21 |       |       |
|   |               | Tipo di limite (λ) (*)                        | 0       |       |       |
| <b>-3= limite regressivo; 0=limite netto; 3=limite progressivo o erosiv</b> |               |   |         |       |       |

Si evidenzia inoltre una parziale limitazione dell'indice PREI nell'evidenziare l'effettivo stato di qualità delle praterie a *P. oceanica* nelle aree indagati, sottostimando in parte l'effettivo stress che può esistere in alcune aree. A questo proposito si sottolinea che le recenti direttive quadro europee (WFD 2000/60 e MSFD 2008/56) pongono l'accento sul fatto che lo stato di qualità dell'ambiente marino non possa essere valutato correttamente solo sulla base di poche biocenosi, ma si compone integrando le diverse informazioni che derivano dai giudizi di qualità ottenuti valutando lo stato di tutte le principali comunità biologiche che compongono l'ecosistema marino.

Come per gli altri elementi biologici, per determinare lo stato di qualità di un corpo idrico costituito da più di una stazione, si è proceduto con la media aritmetica dei valori ottenuti nelle singole stazioni. I dati sono riportati nella tabella sottostante

Tabella 4.11 - Classe di qualità ecologica secondo l'indice PREI 2013-2015

| Corpo Idrico            | EQR   | Classe di qualità ecologica secondo l'indice PREI per il triennio 2013-2015 |
|-------------------------|-------|---|
| Costa Livornese         | 0,622 | B   |
| Costa di Rosignano      | 0,494 | S   |
| Costa Piombino          | 0,659 | B   |
| Costa Punta Ala         | 0,560 | B   |
| Costa Albegna           | 0,535 | S   |
| Costa dell'Argentario   | 0,842 | E   |
| Costa Burano            | 0,601 | B   |
| Arcipelago Isola d'Elba | 0,685 | B   |
| Arcipelago Isole Minori | 0,843 | E   |

La metodologia di campionamento per *P. oceanica* prevede anche la granulometria del sedimento e la misura di TOC (carbonio organico totale), sebbene questi due parametri siano 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. Per tutte le stazioni monitorate il valore del carbonio organico totale risulta essere < 0,1 % s.s., mentre i dati granulometrici sono riportati in Tabella 4.12.

Tabella 4.12 - Granulometria nei siti di monitoraggio della *Posidonia oceanica*

| Corpo idrico            | Descrizione                   | Ghiaia | Sabbia                    | Peliti      |
|-------------------------|-------------------------------|--------|---------------------------|-------------|
|                         |                               | > 2 mm | Compreso tra 2 e 0,063 mm | <= 0,063 mm |
| Costa Livorno           | Antignano limite inferiore    | 2,2    | 77                        | 20,8        |
|                         | Antignano stazione intermedia | 20     | 74,6                      | 5,4         |
| Costa Rosignano         | Rosignano Nord                | 20,7   | 56                        | 23,3        |
|                         | Rosignano Sud                 | 58,8   | 32,3                      | 8,9         |
| Costa Albegna           | Albegna                       | 0      | 38,9                      | 61,1        |
| Costa Argentario        | Porto Santo Stefano           | 1,8    | 98,2                      | 6,7         |
| Costa Burano            | Ansedonia limite inferiore    | 12     | 27,9                      | 60,1        |
|                         | Ansedonia stazione intermedia | 7,8    | 51,3                      | 40,9        |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord                     | 7,9    | 90,5                      | 4           |
|                         | Elba Sud                      | 6,9    | 56,9                      | 2,2         |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio (2014)                 | 5,1    | 94,9                      | 3,8         |
|                         | Giglio (2015)                 | 10     | 87,9                      | 2,1         |
|                         | Capraia limite inferiore      | 23,2   | 66,6                      | 10,2        |
|                         | Capraia stazione intermedia   | 56,1   | 42,9                      | 1           |

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

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

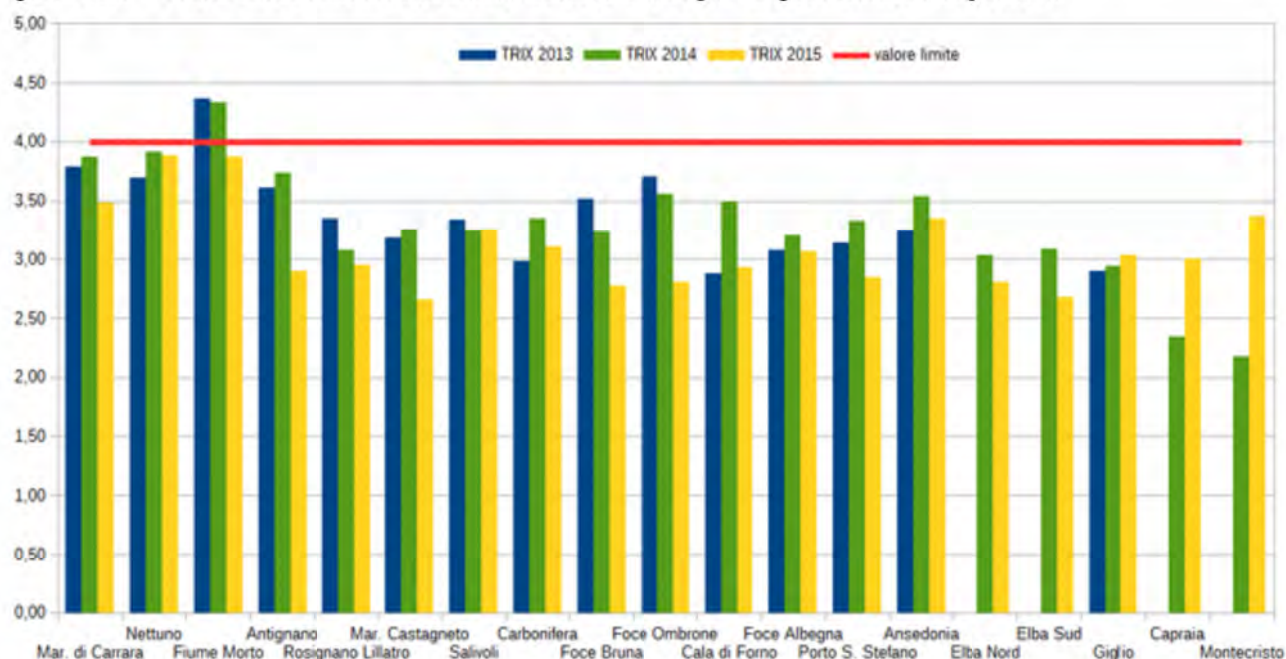
Ai fini della classificazione gli elementi chimico fisici a sostegno che occorrono per il calcolo dell'Indice Trofico **TRIX** sono l'ossigeno disciolto, la clorofilla *a* e nutrienti. Tutti gli altri parametri rilevati come la trasparenza, la temperatura e la salinità sono utili per l'interpretazione dei dati.

I valori dell'indice trofico indicano, in generale, per le regioni marino costiere della Toscana, una condizione di oligotrofia caratterizzata da alti tassi di ossigeno e basse concentrazioni di nutrienti, spesso pari al limite di quantificazione strumentale.

Dall'analisi dei dati si individua però una zona maggiormente caratterizzata da fenomeni di eutrofizzazione, o comunque soggetta a maggiori scostamenti di trofia: tali stazioni sono caratterizzate da valori medi di **TRIX** prossimi a 4, il valore indicato dalla normativa come limite tra classe Buono e Sufficiente, per il macrotipo 3, Bassa stabilità.

Come si nota dalla Figura 4.1.6, i valori medi annuali dell'indice trofico **TRIX** superano il valore soglia solo nella stazione di Fiume Morto, Costa Pisana, sia nel 2013 sia nel 2014.

Figura 4.1.6 - Valori medi annuali dell'indice Trofico **TRIX** per singola stazione di prelievo



In analogia a quanto fatto con gli altri elementi di qualità ecologica, per ottenere un valore singolo di TRIX per ciascun corpo idrico si provveduto a effettuare prima la media aritmetica tra le stazioni appartenenti a uno stesso corpo idrico e quindi la media aritmetica dei 3 valori annuali di TRIX.

I dati medi di TRIX per il periodo 2013-2015 sono riportati in Tabella 4.13: l'unico corpo idrico a risultare SUFFICIENTE è quello di Costa Pisana.

Tabella 4.13 - Valori medi annui dell'Indice Trofico TRIX

| Corpo Idrico            | TRIX 2013  | TRIX 2014                         | TRIX 2015 | TRIX 2013-2015 |
|-------------------------|------------|-----------------------------------|-----------|----------------|
| Costa Versilia          | 3,8        | 3,9                               | 3,5       | 3,7            |
| Costa del Serchio       | 3,7        | 3,9                               | 3,9       | 3,8            |
| Costa Pisana            | <b>4,4</b> | <b>4,3</b>                        | 3,9       | <b>4,2</b>     |
| Costa Livornese         | 3,6        | 3,7                               | 2,9       | 3,4            |
| Costa del Cecina        | 3,3        | 3,1                               | 2,9       | 3,1            |
| Costa del Cecina        | 3,2        | 3,3                               | 2,7       | 3,0            |
| Costa Piombino          | 3,3        | 3,2                               | 3,3       | 3,3            |
| Costa Follonica         | 3,0        | 3,4                               | 3,1       | 3,1            |
| Costa Punta Ala         | 3,5        | 3,2                               | 2,8       | 3,2            |
| Costa Ombrone           | 3,7        | 3,6                               | 2,8       | 3,4            |
| Costa Uccellina         | 2,9        | 3,5                               | 2,9       | 3,1            |
| Costa Albegna           | 3,1        | 3,2                               | 3,1       | 3,1            |
| Costa Argentario        | 3,1        | 3,3                               | 2,8       | 3,1            |
| Costa Burano            | 3,2        | 3,5                               | 3,4       | 3,4            |
| Arcipelago Isola d'Elba | C.n.p.     | 3,1                               | 2,7       | 2,9            |
| Arcipelago Isole Minori | 2,9        | 2,5                               | 3,1       | 2,8            |
| <b>Legenda</b>          | C.n.p      | <b>Campionamenti non previsti</b> |           |                |

#### 4.1.6 Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità

Nella colonna d'acqua sono state ricercate le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, riportate nella tabella 1/B del DM 260/10, delle quali si ipotizza 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, fatta eccezione del l'arsenico (Foce Ombrone 2015) e del cromo totale (Marina di Carrara, Foce Bruna e Elba Nord, 2014). Nella Tabella 4.14 sono stati riportati i dati relativi ai metalli arsenico e cromo totale.

Tabella 4.14 - Metalli non appartenenti all'elenco di priorità (tabella1/B del DM 260/10)

| Corpo idrico            |          | Stazione           | Arsenico                          |      |          | Cromo          |          |      |
|-------------------------|----------|--------------------|-----------------------------------|------|----------|----------------|----------|------|
|                         |          |                    | SQA-MA: 5 µg/L                    |      |          | SQA-MA: 4 µg/L |          |      |
|                         |          |                    | 2013                              | 2014 | 2015     | 2013           | 2014     | 2015 |
| Costa Versilia          | <b>S</b> | Mar. di Carrara    | 2                                 | 2    | 2        | 2              | <b>9</b> | 1    |
| Costa del Serchio       | <b>B</b> | Nettuno            | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 2        | 1    |
| Costa Pisana            | <b>B</b> | Fiume Morto        | 2                                 | 2    | 2        | 2              | 1        | 1    |
| Costa Livornese         | <b>B</b> | Antignano          | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 1        | 1    |
| Costa Rosignano         | <b>B</b> | Rosignano Lillatro | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 2        | 1    |
| Costa del Cecina        | <b>B</b> | Mar. Castagneto    | 2                                 | 2    | 2        | 1              | 2        | 1    |
| Costa Piombino          | <b>B</b> | Salivoli           | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 1        | 1    |
| Costa Follonica         | <b>B</b> | Carbonifera        | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 2        | 2    |
| Costa Punta Ala         | <b>S</b> | Foce Bruna         | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | <b>5</b> | 1    |
| Costa Ombrone           | <b>B</b> | Foce Ombrone       | 2                                 | 2    | <b>7</b> | < 1            | 1        | 1    |
| Costa Uccellina         | <b>B</b> | Cala di Forno      | 2                                 | 2    | 2        | < 1            | 2        | 1    |
| Costa Albegna           | <b>B</b> | Foce Albegna       | 3                                 | 2    | 2        | < 1            | 1        | 2    |
| Costa Argentario        | <b>B</b> | Porto S. Stefano   | 3                                 | 2    | 2        | < 1            | 1        | 1    |
| Costa Burano            | <b>B</b> | Ansedonia          | 3                                 | 2    | 2        | < 1            | 1        | 1    |
| Arcipelago Isola d'Elba | <b>S</b> | Elba Nord          | C.n.p                             | 2    | 2        | C.n.p          | <b>5</b> | 1    |
|                         |          | Elba Sud           | C.n.p                             | 2    | 2        | C.n.p          | 1        | 1    |
| Arcipelago Isole Minori | <b>B</b> | Giglio             | 3                                 | 3    | 2        | < 1            | 1        | 1    |
|                         |          | Montecristo        | C.n.p                             | 2    | 2        | C.n.p          | 1        | < 1  |
|                         |          | Capraia            | C.n.p                             | 2    | 2        | C.n.p          | 2        | < 1  |
| <b>Legenda</b>          |          | C.n.p              | <b>Campionamenti non previsti</b> |      |          |                |          |      |

Il D.M.260/10, così come ribadito nel successivo al D.lgs. 172/15, indica che per ottenere uno stato BUONO, è necessario che tutti i valori medi annui degli inquinanti non prioritari per una data stazione siano **conformi allo standard di qualità ambientale riportati nella tabella 1/B o 3/B<sup>3</sup> del D.M. 260/10**. Qualora il corpo idrico fosse costituito da più stazioni, sarà la peggiore ad

<sup>3</sup>Per classificare le acque marino costiere toscane è stata scelta la matrice acqua secondo quanto disciplinato dal DM 260/10 paragrafo A.2.6.1 "Standard di qualità dei sedimenti nei corpi idrici marino costieri e di transizione"



attribuire lo stato al corpo idrico. Per la classificazione del triennio si utilizza lo stato peggiore del corpo idrico.

Nella piattaforma costiera toscana arsenico e cromo sono piuttosto diffusi. Un studio del 2015 di ARPAT , dal titolo “*Valori di fondo nelle acque e nei sedimenti marini della toscana*”, indica che l'anomalia positiva dell'arsenico è presente lungo tutta la costa con massimi livelli delle aree di Livorno e a nord di Piombino: la distribuzione verticale del metallo nelle carote fa supporre un'origine antropogenica. Per quanto riguarda il cromo, lo stesso lavoro, individua una zona in cui l'anomalia di questo metallo è senza dubbio di origine antropica (fascia costiera dall'Isola di Gorgona verso nord fino alla Liguria e un'altra in cui è associata al trasporto di sedimenti ofiolitici del fiume Cecina e quindi naturale.

I casi di superamento della soglia prevista, tenuto conto del “margine di tolleranza del 20%” previsto dal DM 260/2010 sono evidenziati in rosso e riportati in Tabella 4.15.

Tabella 4.15 - Sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (tabella 3/B del DM 260/10): Arsenico e cromo

| Corpo idrico            | Stazione           | Arsenico                                  |      |      | Cromo                                   |      |      |
|-------------------------|--------------------|---|------|------|---|------|------|
|                         |                    | SQA-MA: 12 (14.4) <sup>#</sup> mg/kg s.s. |      |      | SQA-MA: 50 (60) <sup>#</sup> mg/kg s.s. |      |      |
|                         |                    | 2013                                      | 2014 | 2015 | 2013                                    | 2014 | 2015 |
| Costa Versilia          | Mar. di Carrara    | 13  | 12   | 14   | 84                                      | 81   | 70   |
| Costa del Serchio       | Nettuno            | 9,8                                       | 12   | 14   | 83                                      | 81   | 95   |
| Costa Pisana            | Fiume Morto        | 9,8                                       | 12   | 14   | 90                                      | 80   | 83   |
| Costa Livornese         | Antignano          | 18  | 21   | 21   | 86                                      | 87   | 88   |
| Costa Rosignano         | Rosignano Lillatro | 32  | 28   | 21   | 106                                     | 90   | 75   |
| Costa del Cecina        | Mar. Castagneto    | C.n.p                                     | 20   | 19   | C.n.p                                   | 144  | 131  |
| Costa Piombino          | Salivoli           | 72  | 70   | 41   | 101                                     | 101  | 79   |
| Costa Follonica         | Carbonifera        | 21  | 22   | 31   | 67                                      | 46   | 79   |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna         | 20  | 19   | 20   | 68                                      | 44   | 69   |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone       | 16  | 14   | 12   | 78                                      | 45   | 76   |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno      | 15  | 17   | 18   | 81                                      | 51   | 78   |
| Costa Albegna           | Foce Albegna       | 28  | 18   | 17   | 36                                      | 45   | 73   |
| Costa Argentario        | Porto S. Stefano   | 27  | 26   | 24   | 64                                      | 41   | 65   |
| Costa Burano            | Ansedonia          | 23  | 22   | 27   | 67                                      | 60   | 40   |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord          | 38  | 29   | 38   | 89                                      | 90   | 95   |
|                         | Elba Sud           | 149                                       | 69   | 128  | 117                                     | 51   | 109  |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio             | C.n.p                                     | 19   | 31   | C.n.p                                   | 29   | 68   |
|                         | Montecristo        | 34  | 15   | NC   | 42                                      | 13   | NC   |
|                         | Capraia            | 16  | 12   | 12   | 30                                      | 26   | 23   |
| <b>Legenda</b>          |                    | C.n.p                                     |      |      | <b>Campionamenti non previsti</b>       |      |      |
|                         |                    | C.n.e.                                    |      |      | <b>Campionamenti non effettuati</b>     |      |      |

<sup>#</sup>SQA - MA+20% di tolleranza

Tabella 4.16 - Sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (tabella 3/B del DM 260/10): IPA totali e PCB totali

| Corpo idrico            | Stazione           | IPA totali                                |      |        | PCB totali                              |         |         |
|-------------------------|--------------------|---|------|--------|---|---------|---------|
|                         |                    | SQA-MA: 800 (960) <sup>#</sup> µg/kg s.s. |      |        | SQA-MA: 8 (9,6) <sup>#</sup> µg/kg s.s. |         |         |
|                         |                    | 2013                                      | 2014 | 2015   | 2013                                    | 2014    | 2015    |
| Costa Versilia          | Mar. di Carrara    | 243                                       | < 80 | < 100  | 2,1                                     | 1,12    | 0,71    |
| Costa del Serchio       | Nettuno            | 210                                       | < 80 | < 100  | 1,9                                     | 0,75    | 0,57    |
| Costa Pisana            | Fiume Morto        | 260                                       | 120  | < 100  | 1,7                                     | 0,96    | 0,94    |
| Costa Livornese         | Antignano          | 554                                       | 370  | < 100  | 3,4                                     | 1,9     | 2,07    |
| Costa del Cecina        | Rosignano Lillatro | 40  | < 80 | < 100  | <b>13,5</b>                             | 3,8     | 1,5     |
| Costa del Cecina        | Mar. Castagneto    | C.n.p                                     | < 80 | < 100  | C.n.p                                   | 0,9     | < 0,001 |
| Costa Piombino          | Salivoli           | 390                                       | 330  | < 100  | 1,1                                     | < 0,001 | 0,55    |
| Costa Follonica         | Carbonifera        | 250                                       | < 80 | < 100  | 0,9                                     | 0,39    | 2,8     |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna         | 139                                       | < 80 | < 100  | 0,9                                     | 0,73    | 0,32    |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone       | 153                                       | < 80 | < 100  | 0,7                                     | 0,31    | 0,21    |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno      | 135                                       | < 80 | < 100  | 0,9                                     | 0,24    | 0,25    |
| Costa Albegna           | Foce Albegna       | 107                                       | < 80 | < 100  | 1,5                                     | 0,25    | 0,14    |
| Costa Argentario        | Porto S. Stefano   | 126                                       | 225  | < 100  | 0,7                                     | 0,95    | 0,38    |
| Costa Burano            | Ansedonia          | 40  | < 80 | < 100  | 1,1                                     | 0,94    | 0,4     |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord          | 231                                       | 170  | < 100  | 0,4                                     | < 0,001 | 0,42    |
|                         | Elba Sud           | 361                                       | 160  | < 100  | 1,3                                     | 1,79    | 1,1     |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio             | C.n.p                                     | <80  | < 100  | C.n.p                                   | 0,97    | 0,31    |
|                         | Montecristo        | 40  | < 80 | C.n.e. | 0,1                                     | < 0,001 | C.n.e.  |
|                         | Capraia            | 40  | 100  | < 100  | 0,1                                     | < 0,001 | 0,095   |
| <b>Legenda</b>          |                    | C.n.p                                     |      |        | <b>Campionamenti non previsti</b>       |         |         |
|                         |                    | C.n.e.                                    |      |        | <b>Campionamenti non effettuati</b>     |         |         |

Da segnalare il valore anomalo dei PCB totali, 13,5µg/kg s.s., nella stazione di Rosignano Lillatro nel 2013: il valore nel corso del triennio si è sensibilmente ridotto.

<sup>#</sup>SQA - MA+20% di tolleranza

## 4.2 Stato chimico

### 4.2.1 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: acqua

Uno degli obiettivi della Direttiva Quadro 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) è la progressiva riduzione dell'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione di scarichi, emissioni e perdite di sostanze pericolose prioritarie stesse. Un corpo idrico è classificato in buono stato chimico se soddisfa, per le sostanze dell'elenco di priorità , tutti gli standard di qualità ambientale fissati nella tabella 1/A (o 2A se la classificazione viene fatta sulla matrice sedimento). La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici del litorale toscano per il triennio 2013-2015 è effettuata come segue:

- per ogni corpo idrico, è stato calcolato il valore medio/anno di ciascun inquinante riportato alla tab. 1/A del D.M. 260/10;
- per la classificazione del triennio è stato utilizzato lo stato peggiore di ogni corpo idrico nel triennio considerato.
- 

### Mercurio

Lo standard di qualità ambientale richiesto per il mercurio è estremamente basso (0,01 µg/L) tanto da comportare una notevole attenzione nelle varie fasi operative, dal lavaggio/preparazione dei contenitori, al campionamento, dalla conservazione del campione all'utilizzo di particolari strumentazioni caratterizzate da un'elevata sensibilità. A dicembre 2014, la strumentazione CETAC impiegata dal laboratorio di Area Vasta Costa di Livorno ha presentato un malfunzionamento che ha impedito il suo impiego per oltre 5 mesi. A causa di questo prolungato fermo strumentale non è stato possibile processare analiticamente alcuni campioni relativi alle ultime due campagne dell'anno 2014 e alla prima del 2015, pur essendo stati prelevati nei tempi previsti. Inoltre nello stesso periodo è stato condotto uno studio ARPAT atto a determinare quali variabili (effetto della matrice, campionamento, analisi, inquinamenti accidentali) potevano influire sulla corretta determinazione della concentrazione di mercurio nelle acque di mare.

**Le concentrazioni medie annue di mercurio**, Tabella 4.17, nel periodo 2013 – 2014 superano il valore soglia (SQA-MA) lungo tutta la costa toscana; il 2015 presenta invece un sostanziale miglioramento con solo 4 stazioni (Castagneto, Carbonifera, Foce Ombrone e Foce Albegna) caratterizzate dal superamento dello standard ambientale del mercurio.

Anche la concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA), in genere abbondantemente superata in tutte le stazioni nel 2013 (eccetto Nettuno) e nel 2014 (tranne Rosignano Lillatro, Marina di Castagneto, Montecristo e Capraia), nel 2015 viene superata solo in due stazioni, Foce Ombrone e Foce Albegna. In pratica la concentrazione media annuale di mercurio risulta eccedente rispetto al limite almeno una volta per corpo idrico nel triennio appena concluso. Questo non consente a nessun corpo idrico di raggiungere lo stato chimico buono.

Tabella 4.17 - Sostanze appartenenti all'elenco di priorità: mercurio

| Corpo idrico            | Stazione           | Mercurio (µg/L)   |      |       |                      |      |      |  |
|-------------------------|--------------------|---|------|-------|----------------------|------|------|--|
|                         |                    | SQA - MA: 0,01 µg/L   |      |       | SQA - CMA: 0,06 µg/L |      |      |  |
|                         |                    | 2013  | 2014 | 2015  | 2013                 | 2014 | 2015 |  |
| Costa Versilia          | Mar. di Carrara    | 0,10  | 0,06 | 0,01  | 0,48                 | 0,10 |      |  |
| Costa del Serchio       | Nettuno            | 0,02  | 0,06 | 0,01  |                      | 0,12 |      |  |
| Costa Pisana            | Fiume Morto        | 0,05  | 0,08 | 0,01  | 0,13                 | 0,22 |      |  |
| Costa Livornese         | Antignano          | 0,15  | 0,10 | 0,01  | 0,26                 | 0,35 |      |  |
| Costa del Cecina        | Rosignano Lillatro | 0,29  | 0,02 | 0,01  | 1,52                 |      |      |  |
| Costa del Cecina        | Mar. Castagneto    | 0,05  | 0,03 | 0,02  | 0,11                 |      |      |  |
| Costa Piombino          | Mar. di Salivoli   | 0,05  | 0,08 | 0,01  | 0,10                 | 0,17 |      |  |
| Costa Follonica         | Carbonifera        | 0,06  | 0,12 | 0,02  | 0,18                 | 0,49 |      |  |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna         | 0,13  | 0,04 | <0,01 | 0,67                 | 0,11 |      |  |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone       | 0,03  | 0,04 | 0,03  | 0,09                 | 0,10 | 0,11 |  |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno      | 0,07  | 0,05 | 0,01  | 0,18                 | 0,14 |      |  |
| Costa Albegna           | Foce Albegna       | 0,05  | 0,06 | 0,02  | 0,16                 | 0,18 | 0,08 |  |
| Costa Argentario        | Porto S. Stefano   | 0,09  | 0,04 | 0,01  | 0,25                 | 0,12 |      |  |
| Costa Burano            | Ansedonia          | 0,05  | 0,05 | 0,01  | 0,19                 | 0,16 |      |  |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord          | C.n.p.  | 0,04 | 0,01  | C.n.p.               | 0,10 |      |  |
|                         | Elba Sud           | C.n.p.  | 0,03 | 0,01  | C.n.p.               | 0,09 |      |  |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio             | 0,07  | 0,05 | 0,01  | 0,23                 | 0,13 |      |  |
|                         | Montecristo        | C.n.p.  | 0,02 | <0,01 | C.n.p.               |      |      |  |
|                         | Capraia            | C.n.p.  | 0,02 | <0,01 | C.n.p.               |      |      |  |
| <b>Legenda</b>          | C.n.p.             | <b>Campionamenti non previsti</b>                               |      |       |                      |      |      |  |
|                         |                    | <b>Assenza di superamento della concentrazione di SQA - CMA</b> |      |       |                      |      |      |  |

Le concentrazioni degli altri metalli monitorati, riportate in Tabella 4.18, restano al di sotto del valore dello standard eccetto che per il Cadmio che nel 2014 ha 3 superamenti, tutti nella zona meridionale della Toscana, Costa Punta Ala, Costa Albegna e Costa Burano.

Tabella 4.18 - Sostanze appartenenti all'elenco di priorità: altri metalli

| Corpo idrico            | Stazione           | Metalli (Tab. 1/A) |      |      |                                   |      |      |                    |      |      |
|-------------------------|--------------------|--------------------|------|------|-----------------------------------|------|------|--------------------|------|------|
|                         |                    | Cadmio (µg/L)      |      |      | Nichel (µg/L)                     |      |      | Piombo (µg/L)      |      |      |
|                         |                    | SQA – MA: 0,2 µg/L |      |      | SQA – MA: 20 µg/L                 |      |      | SQA – MA: 7,2 µg/L |      |      |
|                         |                    | 2013               | 2014 | 2015 | 2013                              | 2014 | 2015 | 2013               | 2014 | 2015 |
| Costa Versilia          | Mar. di Carrara    | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 5                                 | 3    | 1    | 0,7                | 1,4  | 0,6  |
| Costa del Serchio       | Nettuno            | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 5                                 | 2    | 2    | 1,3                | 1,0  | < 1  |
| Costa Pisana            | Fiume Morto        | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 2                                 | 1    | 1    | <1                 | < 1  | 1    |
| Costa Livornese         | Antignano          | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 1                                 | 1    | 3    | <1                 | < 1  | < 1  |
| Costa del Cecina        | Rosignano Lillatro | 0,1                | 0,1  | 0,0  | 3                                 | 2    | 1    | 1,1                | < 1  | < 1  |
| Costa del Cecina        | Mar. Castagneto    | 0,1                | 0,2  | 0,1  | 4                                 | 1    | 1    | 0,6                | 1,2  | < 1  |
| Costa Piombino          | Mar. di Salivoli   | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 1                                 | 1    | 1    | 0,5                | < 1  | 0,6  |
| Costa Follonica         | Carbonifera        | 0,1                | 0,1  | 0,0  | 5                                 | 1    | 1    | <1                 | < 1  | 0,8  |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna         | 0,2                | 0,6  | 0,2  | 2                                 | 2    | 1    | <1                 | < 1  | < 1  |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone       | 0,1                | 0,2  | 0,1  | 3                                 | 1    | 1    | 0,6                | < 1  | 0,6  |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno      | 0,1                | 0,2  | 0,1  | 3                                 | 1    | 1    | <1                 | < 1  | 0,6  |
| Costa Albegna           | Foce Albegna       | 0,1                | 0,3  | 0,1  | 10                                | 2    | 1    | <1                 | < 1  | < 1  |
| Costa Argentario        | Porto S. Stefano   | 0,1                | 0,1  | 0,2  | 3                                 | 3    | < 1  | 0,8                | 1,6  | < 1  |
| Costa Burano            | Ansedonia          | 0,1                | 0,3  | 0,1  | 7                                 | 1    | 2    | <1                 | 1,2  | < 1  |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord          | C.n.p              | 0,1  | 0,1  | C.n.p                             | 2    | 1    | C.n.p              | < 1  | 0,6  |
|                         | Elba Sud           | C.n.p              | 0,2  | 0,0  | C.n.p                             | 1    | <1   | C.n.p              | < 1  | < 1  |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio             | 0,1                | 0,1  | 0,1  | 4                                 | 1    | <1   | < 1                | < 1  | < 1  |
|                         | Montecristo        | C.n.p              | 0,1  | 0,1  | C.n.p                             | 1    | <1   | C.n.p              | < 1  | < 1  |
|                         | Capraia            | C.n.p              | 0,2  | 0,1  | C.n.p                             | 1    | 1    | C.n.p              | < 1  | < 1  |
| <b>Legenda</b>          |                    | C.n.p              |      |      | <b>Campionamenti non previsti</b> |      |      |                    |      |      |

**TBT.** Nonostante la messa al bando del TBT come agente antivegetativo, i livelli dei composti organostannici vengono attentamente monitorati negli ambienti acquatici, per la sua l'elevata persistenza e la loro biomagnificazione lungo la catena alimentare (EPA, 2002; Fortibuoni et al., 2013): le concentrazioni attualmente rilevate nelle matrici marine costituiscono ancora una minaccia per la salute degli ecosistemi acquatici, in quanto superiori alla concentrazione minima capace di indurre i noti effetti tossici (ISPRA, QUADERNI – Ricerca Marina n. 8/2016).

Tabella 4.19 - Sostanze appartenenti all'elenco di priorità: Composti organo stannici (TBT)

| Corpo idrico            | Stazione           | TBT (µg/L)  |          |          |                      |        |        |
|-------------------------|--------------------|---|----------|----------|----------------------|--------|--------|
|                         |                    | SQA - MA: 0,0002 µg/L   |          |          | SQA-CMA: 0,0015 µg/L |        |        |
|                         |                    | 2013  | 2014     | 2015     | 2013                 | 2014   | 2015   |
| Costa Versilia          | Mar. di Carrara    | 0,3352  | 0,0005   | 0,0006   | 2                    |        | 0,0023 |
| Costa del Serchio       | Nettuno            | <0,005  | 0,0014   | 0,0015   |                      | 0,0045 | 0,0030 |
| Costa Pisana            | Fiume Morto        | <0,005  | 0,0004   | 0,0016   |                      |        | 0,0039 |
| Costa Livornese         | Antignano          | 0,0026  | 0,0006   | 0,0015   | 0,009                |        | 0,0032 |
| Costa del Cecina        | Rosignano Lillatro | 0,0013  | 0,0007   | 0,0006   | 0,002                | 0,0017 |        |
| Costa del Cecina        | Mar. Castagneto    | 0,0024  | < 0,0006 | 0,0011   | 0,006                |        | 0,0024 |
| Costa Piombino          | Mar. di Salivoli   | 0,0028  | < 0,0006 | 0,0011   | 0,009                |        |        |
| Costa Follonica         | Carbonifera        | <0,005  | 0,0007   | 0,0020   |                      | 0,0019 | 0,0084 |
| Costa Punta Ala         | Foce Bruna         | 0,0057  | 0,0048   | 0,0008   | 0,026                | 0,0210 | 0,0023 |
| Costa Ombrone           | Foce Ombrone       | 0,0013  | 0,0010   | 0,0017   | 0,002                | 0,0022 | 0,0051 |
| Costa Uccellina         | Cala di Forno      | <0,005  | 0,0020   | 0,0021   |                      | 0,0070 | 0,0093 |
| Costa Albegna           | Foce Albegna       | 0,0019  | 0,0078   | 0,0010   | 0,005                | 0,0036 | 0,0024 |
| Costa Argentario        | Porto S. Stefano   | <0,005  | 0,0006   | 0,0010   |                      |        | 0,0019 |
| Costa Burano            | Ansedonia          | <0,005  | < 0,0006 | 0,0018   |                      |        | 0,0066 |
| Arcipelago Isola d'Elba | Elba Nord          | C.n.p   | 0,0018   | 0,0009   | C.n.p                | 0,0071 | 0,0078 |
|                         | Elba Sud           | C.n.p   | < 0,0006 | 0,0018   | C.n.p                |        | 0,0078 |
| Arcipelago Isole Minori | Giglio             | <0,005  | 0,0008   | 0,0016   |                      | 0,0022 | 0,0035 |
|                         | Montecristo        | C.n.p   | 0,0013   | < 0,0006 | C.n.p                |        |        |
|                         | Capraia            | C.n.p   | < 0,0006 | < 0,0006 | C.n.p                |        |        |
| <b>Legenda</b>          | C.n.p              | <b>Campionamenti non previsti</b>                               |          |          |                      |        |        |
|                         |                    | <b>Assenza di superamento della concentrazione di SQA - CMA</b> |          |          |                      |        |        |

L'Allegato I fissa come Standard di Qualità Ambientale per il TBT la concentrazione media annua di 0,0002 µg TBT/L e la concentrazione massima ammissibile di 0,0015 µg TBT/L.

Il limite richiesto per questo composto è molto basso tanto da rivelare un' inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il TBT in acqua: i valori di concentrazione fornite dai laboratori risultano con un limite di quantificazione maggiore rispetto a limite soglia: pertanto la media annua non è stata considerata per le valutazioni dello stato chimico in nessuno dei 3 anni in esame. In alcune stazioni, però è stato rilevato almeno un valore maggiore della concentrazione massima ammissibile **SQA - CMA** (standard di qualità ambientale come concentrazione massima ammissibile): **tali valori sono stati utilizzati per la valutazione dello stato chimico.**

Come si vede dalla Tabella 4.19 tutte le stazioni tranne Montecristo e Capraia hanno avuto nel triennio almeno un superamento della SQA – CMA: pertanto tutti i corpi idrici monitorati non raggiungono lo stato chimico buono

Per quanto riguarda il **Difenileterobromato** (PBDE), il **nonilfenolo** e **ottilfenolo**, il **di(2-etilesilftalato)**, gli **idrocarburi policiclici aromatici** e gli **organo alogenati**, e tutte le altre sostanze prioritarie monitorate, i valori sono tutti ampiamente al di sotto del limite.

## 4.2.2 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: sedimenti

Le 19 stazioni di sedimenti sono stati prelevati tramite Box Corer, con frequenza di campionamento annuale, come previsto dalla normativa, per un totale di 56 campioni nel triennio (nel 2015 non è stato possibile campionare la stazione di Montecristo). I campionamenti sono stati effettuati in tutti e tre gli anni tra **ottobre e dicembre**.

Tabella 4.20 - Metalli appartenenti all'elenco di priorità

| Corpo idrico       | Stazione           | Cd   |            |            | Ni  |            |            | Pb  |      |           | Hg   |            |            |
|--------------------|--------------------|--|------------|------------|---|------------|------------|---|------|-----------|--|------------|------------|
|                    |                    | SQA-MA: 0,3<br>(0,36) <sup>#</sup> mg/kg s.s |            |            | SQA-MA: 30 (36) <sup>*</sup><br>mg/kg s.s |            |            | SQA-MA: 30 (36) <sup>*</sup><br>mg/kg s.s |      |           | SQA-MA: 0,3<br>(0,36) <sup>*</sup> mg/kg s.s |            |            |
|                    |                    | 2013   | 2014       | 2015       | 2013                                      | 2014       | 2015       | 2013                                      | 2014 | 2015      | 2013   | 2014       | 2015       |
| Costa Versilia     | Mar. di Carrara    | 0,3  | 0,3        | <b>0,4</b> | <b>62</b>                                 | <b>61</b>  | <b>53</b>  | 17  | 18   | 15        | < 0,2  | < 0,1      | 0,1        |
| Costa del Serchio  | Nettuno            | 0,1  | 0,2        | 0,3        | <b>62</b>                                 | <b>61</b>  | <b>64</b>  | 15  | 15   | 17        | < 0,2  | < 0,1      | 0,1        |
| Costa Pisana       | Fiume Morto        | 0,2  | 0,2        | <b>0,4</b> | <b>66</b>                                 | <b>65</b>  | <b>65</b>  | 16  | 16   | 17        | < 0,2  | < 0,1      | 0,1        |
| Costa Livornese    | Antignano          | 0,2  | <b>0,5</b> | <b>0,6</b> | <b>69</b>                                 | <b>73</b>  | <b>73</b>  | 23  | 27   | 29        | <b>1,1</b>                                   | <b>0,6</b> | <b>2,4</b> |
| C. di Rosignano    | Rosignano Lillatro | <b>0,6</b>                                   | <b>0,5</b> | <b>0,5</b> | <b>77</b>                                 | <b>65</b>  | <b>56</b>  | 14  | 17   | 15        | <b>0,5</b>                                   | < 0,1      | <b>0,6</b> |
| Costa del Cecina   | Mar. Castagneto    | C.n.p  | 0,3        | 0,3        | C.n.p                                     | <b>123</b> | <b>117</b> | C.n.p                                     | 13   | 13        | C.n.p  | < 0,1      | 0,1        |
| Costa Piombino     | Salivoli           | <b>0,70</b>                                  | <b>0,6</b> | <b>0,5</b> | <b>63</b>                                 | <b>66</b>  | 28         | 34  | 34   | 12        | 0,2  | 0,2        | < 0,1      |
| Costa Follonica    | Carbonifera        | <b>0,40</b>                                  | <b>0,4</b> | <b>0,7</b> | <b>49</b>                                 | <b>43</b>  | <b>53</b>  | 21  | 22   | 31        | 0,3  | <b>0,4</b> | 0,3        |
| Costa Punta Ala    | Foce Bruna         | 0,3  | 0,3        | <b>0,5</b> | <b>48</b>                                 | <b>43</b>  | <b>50</b>  | 17  | 18   | 20        | 0,3  | <b>0,4</b> | <b>0,5</b> |
| Costa Ombrone      | Foce Ombrone       | 0,3  | 0,3        | 0,2        | <b>52</b>                                 | <b>47</b>  | <b>61</b>  | 19  | 17   | 16        | <b>0,4</b>                                   | 0,3        | 0,1        |
| C. dell'Uccelina   | Cala di Forno      | <b>0,4</b>                                   | <b>0,4</b> | 0,3        | <b>56</b>                                 | <b>46</b>  | <b>55</b>  | 16  | 16   | 18        | 0,3  | <b>0,6</b> | 0,3        |
| Costa Albegna      | Foce Albegna       | <b>0,4</b>                                   | <b>0,4</b> | <b>0,4</b> | <b>21</b>                                 | <b>46</b>  | <b>53</b>  | 22  | 16   | 17        | < 0,2  | < 0,1      | <b>0,5</b> |
| C. dell'Argentario | Porto S. Stefano   | <b>0,4</b>                                   | <b>0,4</b> | <b>0,4</b> | <b>47</b>                                 | 27         | <b>48</b>  | 22  | 31   | 25        | <b>1,5</b>                                   | < 0,1      | <b>0,7</b> |
| Costa Burano       | Ansedonia          | <b>0,4</b>                                   | <b>0,4</b> | <b>0,4</b> | <b>51</b>                                 | <b>41</b>  | 27         | 15  | 23   | 30        | <b>0,4</b>                                   | 0,2        | <b>0,6</b> |
| AIE                | Elba Nord          | <b>0,6</b>                                   | <b>0,4</b> | <b>0,5</b> | <b>70</b>                                 | <b>64</b>  | <b>72</b>  | 29  | 24   | 30        | < 0,2  | 0,1        | 0,1        |
|                    | Elba Sud           | <b>1,4</b>                                   | <b>0,6</b> | <b>1,1</b> | <b>97</b>                                 | <b>42</b>  | <b>91</b>  | <b>57</b>                                 | 25   | <b>59</b> | 0,3  | 0,3        | 0,3        |
| AIM                | Giglio             | C.n.p  | <b>0,4</b> | <b>0,5</b> | C.n.p                                     | 23         | <b>47</b>  | C.n.p                                     | 28   | 26        |  | 0,2        | 0,2        |
|                    | Montecristo        | <b>0,6</b>                                   | 0,2        | C.n.e      | 34  | 11         | C.n.e      | 21  | 8,6  | C.n.e     | < 0,2  | < 0,1      | C.n.e      |
|                    | Capraia            | 0,3  | 0,2        | <b>0,4</b> | 19  | 17         | 13         | 13  | 14   | 12        | < 0,2  | < 0,1      | < 0,1      |
| <b>Legenda</b>     |                    | C.n.p  |            |            | <b>Campionamenti non previsti</b>         |            |            |   |      |           |  |            |            |
|                    |                    | C.n.e.                                       |            |            | <b>Campionamenti non effettuati</b>       |            |            |   |      |           |  |            |            |

<sup>#</sup>SQA - MA+20% di tolleranza



Il **piombo** risulta assente nei sedimenti della costa tranne che nella stazione di Elba su dove sia nel 2013, sia nel 2015 è stato superato lo standard ambientale.

Per quanto riguarda i metalli si registrano significative eccedenze per il nichel (uniche eccezioni 2 stazioni del corpo idrico Arcipelago Isole Minori Montecristo e Capraia), per il cadmio e per il mercurio (Tabella 4.20). Le anomalie del **cadmio** possono invece essere messe in relazione con un'origine naturale, più evidente nei corpi idrici meridionali, i cui bacini hanno la maggior concentrazione di giacimenti metalliferi: Elba, Punta Ala, Ombrone, Uccellina e Burano trovano conferma infatti nella distribuzione delle concentrazioni degli arenili antistanti (ARPAT, 2015).

La concentrazione di **nichel** nei sedimenti dei corpi idrici marino costieri toscani, ha in parte un'origine naturale dovuta alla presenza di litotipi ofiolitici, diffusi nell'Appennino settentrionale: le concentrazioni particolarmente elevate, infatti, sono in accordo con la distribuzione dei litotipi ofiolitici osservate lungo la costa di Cecina ed all'Isola d'Elba. L'origine di questo metallo in costa Versilia è invece dovuta all'apporto del Fiume Magra (ARPAT, 2015)

Anche la presenza del piombo nei sedimenti dell'Elba può essere messa in relazione con la presenza di giacimenti a solfuri (ARPAT, 2015).

La distribuzione della concentrazione di **mercurio** è compatibile con un'origine naturale, soprattutto nella parte meridionale della Toscana alla quale, però, si è aggiunta una componente antropogenica dovuta all'attività mineraria che ha caratterizzato per anni questa zona (Ansedonia, Porto Santo Stefano e Foce Albegna) (ARPAT, 2015).

Le concentrazioni maggiori di mercurio nei sedimenti si rilevano però nelle aree di Rosignano e Antignano interessate, direttamente o indirettamente a causa delle correnti prevalentemente verso nord, da una contaminazione storica dovuto allo scarico dell'insediamento produttivo Solvay.

La ricerca delle altre sostanze riportate in Tabella 2/A del D.M. 260/10 ha individuato, nell'arco del triennio, alcuni superamenti che possono essere così riassunti:

- **2013** Antignano: benzo[a]pirene, benzo[b]fluorantene, benzo[k]fluorantene,  
esaclorobenzene  
Elba Sud: benzo[b]fluorantene  
Antignano: benzo[k]fluorantene e benzo[b]fluorantene
- **2014** Elba Sud: benzo[b]fluorantene  
Rosignano TBT  
Lillatro
- **2015** Rosignano  
Lillatro esaclorobenzene

Tutte le altre sostanze appartenente alla tabella 2/A del D.M. 260/10 sono risultate inferiori allo standard ambientale se al limite di quantificazione.

4.2.3 *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 bivalve *Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819. I mitili vengono campionati in modo da selezionare almeno 150 individui di taglia omogenea compresa tra il 70 e il 90% della media delle taglie massime osservate. I periodi di campionamento sono marzo e settembre, rispettivamente il periodo di minore e maggiore accrescimento gonadico, in concomitanza con i campionamenti per le acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/05 all. 2 sezione C).

**Nel triennio 2013-2015 sono stati prelevati e analizzati 73 campioni.**

Tabella 4.21 - Concentrazione di mercurio sulla polpa del *Mytilus galloprovincialis*

| Biota<br>( <i>Mytilus galloprovincialis</i> ,<br>Lamark, 1819) |                  | Mercurio                                      |       |      |      |      |      |
|--|------------------|---|-------|------|------|------|------|
|  |                  | SQA-MA: 20µg/kg                               |       |      |      |      |      |
|  |                  | 2015  | 2014  | 2013 | 2012 | 2011 | 2010 |
| Costa Versilia   | Forte dei Marmi  | 31  | 32    | 35   | 23   | 19   | 20   |
| Costa del Serchio  | Nettuno          | 25,5  | 23,5  | 38   | 21   | 27   | 18   |
| Costa Pisana   | Fiume Morto      | 27  | 14,5  | 42   | 34   | 57   | 58   |
| Costa Livornese  | Antignano        | 22  | 55    | 55   | 41   | 51   | 52   |
| Costa Follonica  | Carbonifera      | 22  | 21,5  | 35   | 18   | 42   | 27   |
| Costa Punt Ala   | Foce Bruna       | 31  | 25,5  | 49   | 33   | 37   | 34   |
| Costa Ombrone  | Foce Ombrone     | 35  | 30,5  | 41   | 53   | 49   | 40   |
| Costa Uccellina  | Cala di Forno    | 951   | 657   | 154  |      |      |      |
| Costa Albegna  | Foce Albegna     |   | 76,5  | 288  | 110  | 92   | 48   |
| Costa dell'Argentario  | Porto S. Stefano | 1054  | 803,5 | 578  | 1274 | 1555 | 1232 |
| Costa Burano   | Ansedonia        |   | 198   |      |      | 355  | 187  |
| Arcipelago toscano   | Portoferraio     | 53  | 115   | 71   |      | 53   | 43   |
| Arcipelago toscano   | Capraia          |   | < 20  | 50   | 12   |      |      |
| <b>Legenda</b>   |                  | Mitili assenti o insufficienti per le analisi |       |      |      |      |      |
|  |                  | Campionamento non previsto                    |       |      |      |      |      |

A conferma della diffusa presenza di mercurio nelle acque e nei sedimenti si riportano in Tabella 4.21 i risultati delle analisi effettuate sul **biota**.

Le analisi effettuate per la ricerca dell'esaclorobutadiene e dell'esaclorocicloesano indicano che questi due sostanze sono al di sotto del limite indicato triennio 2013-2015

## 5 CONCLUSIONI

La classificazione dei corpi idrici sia da un punto di vista ecologico sia chimico prevede la ricerca di varie sostanze definite come sostanze prioritarie (tabelle 1/A per l'acqua e 2/A per il sedimento) o come elementi chimici a sostegno (tabelle 1/B e 3/B). Nel paragrafo A.6.1 “Standard di qualità dei sedimenti nei corpi idrici marino costieri e di transizione” del D.M.260/10, si prevede che qualora gli esiti del monitoraggio evidenzino un superamento di una o più sostanze sia nella matrice acqua sia nella matrice sedimento si possa procedere a effettuare la classificazione scegliendo una delle due matrici. Sulla base del sopracitato paragrafo, la Regione Toscana, in accordo con ARPAT, ha deciso **di effettuare la classificazione utilizzando 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. Essendoci comunque dei superamenti degli standard chimici nella matrice sedimenti, per due anni consecutivi dal 2012 al 2013 sono stati effettuati prelievi e analisi chimiche e saggio biologici così come previsto dalla normativa.

Pertanto su 14 stazioni, rappresentative dei corpi idrici, sono stati condotti test di tossicità acuta scegliendo organismi appartenenti a tre livelli trofici differenti: saprofiti (*Vibrio fischeri*), produttori primari (*Phaeodactylum tricorutum*) e filtratori (*Brachionus plicatilis*), come richiesto dalla normativa. Su quattro di queste stazioni, quelle che negli anni passati avevo indicato i maggiori scostamenti dal valore degli standard chimici, è stato, inoltre, eseguito il test cronico con *Artemia franciscana*.

I saggi di tossicità acuta effettuati con *Vibrio fischeri* e con *Brachionus plicatilis* sono risultati negativi in tutti i campioni analizzati in entrambi gli anni in esame.

L'organismo più sensibile ovvero l'alga unicellulare *Phaeodactylum tricorutum*, ha evidenziato, nel 2012, una situazione di tossicità media nelle stazioni di Ansedonia (anche se con valori al limite tra la classe con tossicità media e quella con tossicità assente o trascurabile), Albegna e Mola, mentre nel 2013 ha indicato assenza di tossicità in tutte le stazioni monitorate

Il test di tossicità cronica con *Artemia franciscana* ha dato esito negativo in tutti i campioni analizzati.

In parallelo a queste analisi ARPAT ha condotto uno studio finalizzato a individuare i livelli di fondo naturali degli inquinanti più comunemente presenti, quali nichel, mercurio, cadmio, piombo, arsenico e cromo nelle acque e nei sedimenti. Tale studio si è concluso quest'anno con la pubblicazione di “Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere. Rapporto finale”. Le elaborazioni dei dati ha portato alla determinazioni di VFN da ritenersi puntuali ovvero riferite alla singola stazione presa in esame. Tali valori possono costituire un utile riferimento per valutazioni inerenti alle problematiche della gestione dei sedimenti. Le concentrazioni dei metalli nei sedimenti sono tutti al di sotto dei VFN riportati nello suddetto studio, tranne i sedimenti di Antignano.

## 5.1 Stato Ecologico triennio 2013-2015

Tabella 5.1 - Classificazione dello stato ecologico delle acque marino costiere per l'anno 2014

| Corpo Idrico            | Biomassa fitoplanctonica | M-AMBI | CARLIT | PREI | TRIX | Elementi chimici a sostegno | Giudizio stato di qualità ecologica 2013-2015 |
|-------------------------|--------------------------|--------|--------|------|------|-----------------------------|---|
| Costa Versilia          | E                        | B      | *      | *    | 3,7  | Cr                          | S   |
| Costa del Serchio       | S                        | E      | *      | *    | 3,8  |                             | S   |
| Costa Pisana            | B                        | E      | *      | *    | 4,2  |                             | S   |
| Costa Livornese         | E                        | B      | B      | B    | 3,4  |                             | B   |
| Costa di Rosignano      | E                        | E      | *      | S    | 3,1  |                             | S   |
| Costa del Cecina        | E                        | E      | *      | *    | 3,0  |                             | B   |
| Costa Piombino          | E                        | B      | B      | B    | 3,3  |                             | B   |
| Costa Follonica         | E                        | E      | *      | *    | 3,1  |                             | B   |
| Costa Punta Ala         | E                        | B      | *      | B    | 3,2  | Cr                          | S   |
| Costa Ombrone           | E                        | E      | *      | *    | 3,4  | As                          | S   |
| Costa dell'Uccelina     | E                        | E      | E      | *    | 3,1  |                             | B   |
| Costa Albegna           | E                        | B      | *      | S    | 3,1  |                             | B   |
| Costa dell'Argentario   | E                        | E      | E      | E    | 3,1  |                             | B   |
| Costa Burano            | E                        | E      | B      | B    | 3,4  |                             | B   |
| Arcipelago Isola d'Elba | E                        | E      | B      | B    | 2,9  | Cr                          | S   |
| Arcipelago Isole Minori | E                        | E      | E      | E    | 2,8  |                             | B   |

|                        |                    |  |                |  |
|------------------------|--------------------|--|----------------|--|
| <b>* Legenda:</b>      |                    | *Campionamenti non previsti in questa stazione |                |  |
| <b>STATO ECOLOGICO</b> | <b>ELEVATO</b>     |  | <b>SCARSO</b>  |  |
|                        | <b>BUONO</b>       |  | <b>CATTIVO</b> |  |
|                        | <b>SUFFICIENTE</b> |  |                |  |

In base alla scelta della Regione Toscana, in accordo con ARPAT, di effettuare la classificazione utilizzando la matrice acqua, 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, permettendo di ottenere uno stato BUONO, tranne che per i corpi idrici Costa Versilia, Costa Punta Ala e Arcipelago Isola d'Elba, nei quali si rileva un superamento oltre i limiti soglia indicati dalla legge della concentrazione di cromo. Costa Ombrone, invece, presenta valori medi di arsenico al di sopra dello standard ambientale. Queste stazioni sono pertanto in uno stato di qualità ambientale SUFFICIENTE. In stato sufficiente risultano essere anche costa Serchio (biomassa fitoplanctonica), Costa Pisana (TRIX) e Costa Rosignano (*Posidonia oceanica*-PREI). **Tutti le altre stazioni monitorate (56%) sono classificate in uno stato di qualità ambientale BUONO.**

## 5.2 Stato Chimico triennio 2013-2015

Per quanto riguarda lo **stato chimico**, la classificazione è condizionata dalla presenza “sopra soglia” di mercurio e dei TBT in tutte le stazioni monitorate; il cadmio supera gli standard in 3 corpi idrici Costa Punta Ala, Costa Albegna e Costa Burano, solo nel 2014.

Tabella 5.2 - 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 2013 - 2015 |             |         |                 |
|-------------------------|---------------------------|-------------|---------|-----------------|
|                         | Sostanza eccedente        |             |         | Classificazione |
|                         | 2013                      | 2014        | 2015    |                 |
| Costa Versilia          | Hg, TBT                   | Hg          | TBT     | NB              |
| Costa del Serchio       | Hg                        | Hg, TBT     | TBT     | NB              |
| Costa Pisana            | Hg                        | Hg          | TBT     | NB              |
| Costa Livornese         | Hg, TBT                   | Hg          | TBT     | NB              |
| Costa di Rosignano      | Hg, TBT                   | Hg, TBT     |         | NB              |
| Costa del Cecina        | Hg, TBT                   | Hg          | Hg, TBT | NB              |
| Costa Piombino          | Hg, TBT                   | Hg          |         | NB              |
| Costa Follonica         | Hg                        | Hg, TBT     | Hg, TBT | NB              |
| Costa Punta Ala         | Hg, TBT                   | Hg, Cd, TBT | TBT     | NB              |
| Costa Ombrone           | Hg, TBT                   | Hg, TBT     | Hg, TBT | NB              |
| Costa dell'Uccelina     | Hg                        | Hg, TBT     | TBT     | NB              |
| Costa Albegna           | Hg, TBT                   | Hg, Cd, TBT | Hg, TBT | NB              |
| Costa dell'Argentario   | Hg                        | Hg          | TBT     | NB              |
| Costa Burano            | Hg                        | Hg, Cd      | TBT     | NB              |
| Arcipelago Isola d'Elba | C.n.p                     | Hg, TBT     | TBT     | NB              |
| Arcipelago Isole Minori | Hg                        | Hg, TBT     | TBT     | NB              |
| STATO CHIMICO           | Non Buono                 |             |         |                 |
|                         | Buono                     |             |         |                 |

Dall'elaborazione dei dati di monitoraggio del triennio 2013-2015, ottenuti dalle analisi della colonna d'acqua **per i corpi idrici della Toscana non è riconosciuto il buon stato chimico** (Tabella 5.2).

## 6 BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

- Decreto Legislativo 13 ottobre 2015 n. 172. “attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque”.
- Direttiva del 12 agosto 2013 n. 39 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale”-Parte Terza “Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche”.
- Decreto Ministeriale 16 giugno 2008 n. 131 “Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante: “Norme in materia ambientale”, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 4, dello stesso decreto”.
- Decreto 14 aprile 2009 n. 56 “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo”.
- Decreto 8 novembre 2010 n. 260 “Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”.
- Decreto legislativo 10 dicembre 2010 n. 219 “Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa e standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CEE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE specifiche tecniche per l’analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.”
- Delibera Regionale n. 416 del 25 maggio 2009 “Tipizzazione dei corpi idrici superficiali della toscana. Attuazione delle disposizioni di cui allegato 3, punto 1, alla parte III del D. Lgs 152/2006, come modificato dal decreto ministeriale, 16 giugno 2008, n. 131.”
- Delibera Regionale n. 939 del 26 ottobre 2009. “Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana - Attuazione delle disposizioni di cui all’art.2 del DM 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1,3 e all. 1 del D.Lgs. 30/09 (acque sotterranee). ”
- Delibera Regionale n. 100 del 8 febbraio 2010. “Rete di 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.”
- Delibera Regionale n.550 del 7 luglio 2014 “Attuazione D.L.gs 152/2006 e D.Lgs 30/2009. Monitoraggio dei corpi idrici marino costieri della Toscana. Modifiche ed integrazioni alla delibera di Giunta n. 939/2009 e n. 100/2010.
- Delibera Regionale n.608 del 18 maggio 2015 “Monitoraggio dei corpi idrici marino costieri della Toscana – modifiche e integrazioni alla DGR n. 550/14”

- AA.VV., 2006. Lo stato dei litorali italiani, Studi Costieri, 10.
- ARPAT, 2016 Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere. Rapporto Finale.
- ARPAT, 2015. Monitoraggio acque marino costiere della Toscana. Attività di monitoraggio 2014. Classificazione provvisoria II anno del triennio 2013-2015.
- ARPAT, 2015. Accertamento della qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (art. 88 D. Lgs. 152/2006 s.m.i.). Attività di monitoraggio 2014 e proposta di classificazione.
- ARPAT, 2014. Saggi biologici sui sedimenti marino costieri della Toscana al fine di identificare la matrice sulla quale effettuare la valutazione della classe di qualità ambientale: anno 2013
- ARPAT, 2014. Monitoraggio acque marino costiere della Toscana. Proposta di classificazione Anno 2013 (D.Lgs. 152/06).
- ARPAT, 2014. Accertamento della qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (art. 88 D. Lgs. 152/2006 s.m.i.). Attività di monitoraggio 2013 e proposta di classificazione
- Berto D., Boscolo Brusà R. (A cura di), 2015. I Composti Organostannici in ambiente marino e lagunare. ISPRA, QUADERNI – Ricerca Marina n. 8/2016, Roma, pp 117.
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Seagrass systems. In: M.C. Gambi and M. Dappiano (Editors), Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study. *Biologia Marina Mediterranea* 11, pp 133-183.
- Ferretti O., Delbono I., Furia S., Barsanti M., 2003. Elementi di gestione costiera. Parte Prima. Tipi morfo - sedimentologici dei litorali italiani. Rapporto Tecnico ENEA RT/2003/42/CLIM
- Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-Raimondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the *Posidonia oceanica* Rapid Easy Index (PREI). *Mar. Pollut. Bull.* 58, 1727–1733.
- ISPRA, 2010. Manuali e Linee Guida 56/10. Metodologie di studio del plancton marino.
- ISPRA, 2008 Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del macrozoobenthos di fondi mobili
- ISPRA, 2008 Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del fitoplancton
- ISPRA, 2008. Quaderno Metodologico sull'elemento biologico MACROALGHE e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT
- ISPRA, 2012. Aggiornamento della scheda metodologica per il campionamento e l'analisi della *Posidonia oceanica* ai sensi del Dlgs 152/06.
- ISPRA, 2012. Elemento di Qualità Biologica Macroalghe Integrazione al Quaderno metodologico ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT. Procedure di campionamento per la raccolta dati
- Meinesz A. & Laurent R., 1978, Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France). *Botanica marina* 21, 513-526.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa Mare; ICRAM; ANPA (coll.) (2002) Metodologie analitiche di riferimento; programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003).
- Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995 Utilisation de l'herbier a *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27.
- Rampi L., Bernhard M. (1978). Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee. C.N.E.N. RT/BIO (80) 8

- Rampi L., Bernhard M. (1978). Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms. C.N.E.N. RT/BIO (78) 1
- Rampi L., Bernhard M. (1981). Chiave per la determinazione delle coccolitoforidee mediterranee. C.N.E.N. RT/BIO (81) 13
- Richard M. (1987). Atlas du Phytoplancton Marin. Volume II: Diatomophycées. Edition du CNRS
- Sournia A. (1986). Atlas du Phytoplancton Marin. Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Edition du CNRS
- Thomas R.C. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press